

Rapport d'étude d'impact sonore environnemental d'un projet éolien

Projet Oekostroum Hëlzen

Rapport réalisé pour :

Frank Muller, Directeur
Maître d'ouvrage : EMCA SA, 11 rue Principale L-6557
Dickweiler

Préparé par :

Christophe Marchetto, Ph.D., Ing.
Thomas Gardin, Ing.



22 mai 2025

N/Réf. : CNS-22_02_10-CM

Avant-propos

Ce document présente les résultats d'une étude d'impact sonore environnemental pour l'implantation et l'exploitation d'un parc éolien dans le cadre du projet Oekostroum Hëlzen.

Les résultats présentés sont faits au meilleur des connaissances et des informations reçues. Toute modification ou présentation partielle des résultats est de la responsabilité du lecteur.

Synthèse de l'étude

La société EMCA est responsable d'un projet d'implantation d'une éolienne, projet Oekostroum Hëlzen. Deux modèles sont envisagés par EMCA pour cette éolienne (tous dotés des dispositifs de réduction de bruit avec des dentelures) :

- Enercon E-175 EP5-E3 ;
- Nordex N175.

Pour la réalisation de ce projet, une étude d'impact sonore environnemental doit être effectuée par un organisme agréé au Luxembourg. Soft dB a donc été mandaté pour réaliser cette étude.

L'étude a montré que la conformité vis-à-vis du règlement luxembourgeois est vérifiée pour les 2 modèles d'éoliennes envisagés si les modes d'exploitation décrits dans le tableau ci-dessous sont appliqués (ou tout autre mode avec une puissance acoustique inférieure ou égale).

Fabricant	Modèle	Point de fonctionnement P6		Point de fonctionnement PV	
		Période de jour	Période de nuit	Période de jour	Période de nuit
Enercon	E-175 EP5-E3	0s (LwA = 106.5 dBA)	NR02 (LwA = 104.5 dBA)	0s (LwA = 106.5 dBA)	0s (LwA = 106.5 dBA)
Nordex	N175	Mode 0 (LwA = 106.9 dBA)	Mode 4 (LwA = 105.0 dBA)	Mode 0 (LwA = 106.9 dBA)	Mode 0 (LwA = 106.9 dBA)

Ces bridages sont requis uniquement car un dépassement des valeurs limites luxembourgeoise en période de nuit, au point de fonctionnement P6, a été observé au récepteur IO15 situé en Belgique. Si la réglementation wallonne était à respecter pour ce point récepteur, et non la réglementation luxembourgeoise, l'étude a montré qu'aucun bridage ne serait nécessaire (quelle que soit la période et quel que soit le point de fonctionnement).

Selon Soft dB, la réglementation wallonne devrait être respectée pour les points récepteurs situés en Wallonie, et la réglementation luxembourgeoise devrait être respectée pour les points récepteurs au Luxembourg. Suivant ce raisonnement, aucun bridage ne devrait être appliqué pour cette éolienne.

Table des matières

1	Introduction.....	1
1.1	Contexte et objectif	1
1.2	Intervenants sur le projet.....	2
1.3	Méthodologie	2
2	Règlementations	3
2.1	Luxembourg.....	3
2.1.1	Règlement Grand-Ducal.....	3
2.1.2	Rapport d'activité du département de l'environnement.....	4
2.2	Wallonie.....	5
3	Description de la zone d'étude.....	6
3.1	Description des lieux	6
3.2	Description des points récepteurs	6
4	Description de la collecte de données	18
4.1	Données topographiques et bâtiments.....	18
4.2	Description des équipements et des sources de bruit	19
4.2.1	Description des modèles présents et envisagés.....	19
4.2.2	Incertitudes sur les données de puissance acoustique.....	20
5	Calcul de propagation	23
5.1	Méthode de calculs	23
5.2	Résultats des calculs sans bridage	24
5.3	Modes d'exploitation recommandés	26
5.4	Résultats des calculs avec bridage	27
5.5	Cartographies sonores.....	29
6	Analyse de conformité suivant la réglementation wallonne	39
7	Incidences des infrasons et des basses fréquences émises par des éoliennes	41
8	Conclusions	42
Annexe A	Règlementation	43
Annexe B	Puissance acoustique des éoliennes à l'étude.....	62
Annexe C	Vue d'ensemble des éoliennes	95
Annexe D	Niveaux partiels aux récepteurs	96
Annexe E	Détails de calculs aux récepteurs les plus impactés.....	100
Annexe F	References.....	107
Annexe G	Cartographies sonores.....	108

Liste des figures

Figure 1 :	Repérage des lieux.....	1
Figure 2 :	Vue d'ensemble des points récepteurs	6
Figure 3 :	Légende du PAG	11
Figure 4 :	Photo et extrait du PAG en IO1	11
Figure 5 :	Photo et extrait du PAG en IO2	12
Figure 6 :	Photo et extrait du PAG en IO3	12
Figure 7 :	Photo et extrait du PAG en IO4	12
Figure 8 :	Photo et extrait du PAG en IO5	13
Figure 9 :	Photo et extrait du PAG en IO6	13
Figure 10 :	Photo et extrait du PAG en IO7	13
Figure 11 :	Photo et extrait du PAG en IO8	14
Figure 12 :	Photo et extrait du PAG en IO9	14
Figure 13 :	Photo et extrait du PAG en IO11	14
Figure 14 :	Photo et extrait du PAG en IO12	15
Figure 15 :	Photo et extrait du PAG en IO13	15
Figure 16 :	Photo et extrait du PAG en IO14	15
Figure 17 :	Photo et extrait du PAG en IO15	16
Figure 18 :	Photo et extrait du PAG en IO16	16
Figure 19 :	Photo et extrait du PAG en IO17	16
Figure 20 :	Photo et extrait du PAG en IO18	17
Figure 21 :	Éoliennes présentes dans un rayon de 10 km	22
Figure 22 :	Localisation des éoliennes.....	95

Liste des tableaux

Tableau 1 :	Identification	2
Tableau 2 :	Cibles sonores recommandées en fonction du zonage - Luxembourg	3
Tableau 3 :	Cibles sonores en fonction du zonage pour un parc éolien - Luxembourg	4
Tableau 4 :	Cibles sonores en fonction du zonage - Wallonie	5
Tableau 5 :	Informations parcelles cadastrales.....	6
Tableau 6 :	Descriptions des points récepteurs	8
Tableau 7 :	Listes des équipements existants	19
Tableau 8 :	Puissances acoustiques des équipements existants.....	19
Tableau 9 :	Listes des éoliennes prévues.....	20
Tableau 10 :	Incertitudes pour chaque modèle d'éolienne (projetée et existante).....	21
Tableau 11 :	Niveau d'immission sonore – Enercon – sans bridage.....	24
Tableau 12 :	Niveau d'immission sonore – Nordex – sans bridage.....	25
Tableau 13 :	Modes recommandés pour chaque période	26
Tableau 14 :	Niveau d'immission sonore – Enercon – avec bridage.....	27
Tableau 15 :	Niveau d'immission sonore – Nordex – avec bridage.....	28
Tableau 16 :	Cibles sonores pour les récepteurs en Wallonie – règlement wallon.....	39
Tableau 17 :	Analyse de conformité en Wallonie – Enercon – sans bridage.....	39
Tableau 18 :	Analyse de conformité en Wallonie – Nordex – sans bridage	39
Tableau 19 :	Niveaux partiels ($L_{p,A,G}$) aux points récepteurs – Enercon, P6 jour	96
Tableau 20 :	Niveaux partiels ($L_{p,A,G}$) aux points récepteurs – Enercon, P6 nuit	96
Tableau 21 :	Niveaux partiels ($L_{p,A,G}$) aux points récepteurs – Enercon, PV jour.....	97
Tableau 22 :	Niveaux partiels ($L_{p,A,G}$) aux points récepteurs – Enercon, PV nuit.....	97
Tableau 23 :	Niveaux partiels ($L_{p,A,G}$) aux points récepteurs – Nordex, P6 jour	98
Tableau 24 :	Niveaux partiels ($L_{p,A,G}$) aux points récepteurs – Nordex, P6 nuit	98
Tableau 25 :	Niveaux partiels ($L_{p,A,G}$) aux points récepteurs – Nordex, PV jour	99
Tableau 26 :	Niveaux partiels ($L_{p,A,G}$) aux points récepteurs – Nordex, PV nuit.....	99
Tableau 27 :	Détails de calculs en IO1 – Enercon, P6 nuit	100
Tableau 28 :	Détails de calculs en IO4 – Enercon, P6 nuit	100
Tableau 29 :	Détails de calculs en IO5 – Enercon, P6 nuit	101
Tableau 30 :	Détails de calculs en IO9 – Enercon, P6 nuit	101
Tableau 31 :	Détails de calculs en IO14 – Enercon, P6 nuit	102
Tableau 32 :	Détails de calculs en IO15 – Enercon, P6 nuit	102
Tableau 33 :	Détails de calculs en IO15 – Nordex, P6 jour	103
Tableau 34 :	Détails de calculs en IO1 – Nordex, P6 nuit.....	103
Tableau 35 :	Détails de calculs en IO4 – Nordex, P6 nuit.....	104
Tableau 36 :	Détails de calculs en IO5 – Nordex, P6 nuit.....	104

Tableau 37 : Détails de calculs en IO9 – Nordex, P6 nuit.....	105
Tableau 38 : Détails de calculs en IO14 – Nordex, P6 nuit.....	105
Tableau 39 : Détails de calculs en IO15 – Nordex, P6 nuit.....	106
Tableau 40 : Détails de calculs en IO15 – Nordex, PV nuit	106

1 Introduction

1.1 Contexte et objectif

La société EMCA est responsable d'un projet d'implantation et d'exploitation d'une éolienne, nommée HËLZEN (voir Figure 1), sur la Commune de Wincrange.

Pour la réalisation de ce projet, une étude d'impact sonore environnemental doit être effectuée par un organisme agréé au Luxembourg, dans le cadre de l'évaluation des incidences sur l'environnement (EIE). Soft dB a donc été mandaté pour réaliser cette étude.

La future éolienne est susceptible de fonctionner 24h/24 et 7j/7. Deux modèles d'éoliennes seront étudiés pour ce projet : Enercon E-175 et Nordex N-175.

Cette éolienne se situe à proximité du parc éolien Oekostroum Weiler, composé de 7 éoliennes (WEA1 à WEA7 sur la Figure 1), qui sera à prendre en compte dans cette étude d'impact sonore.

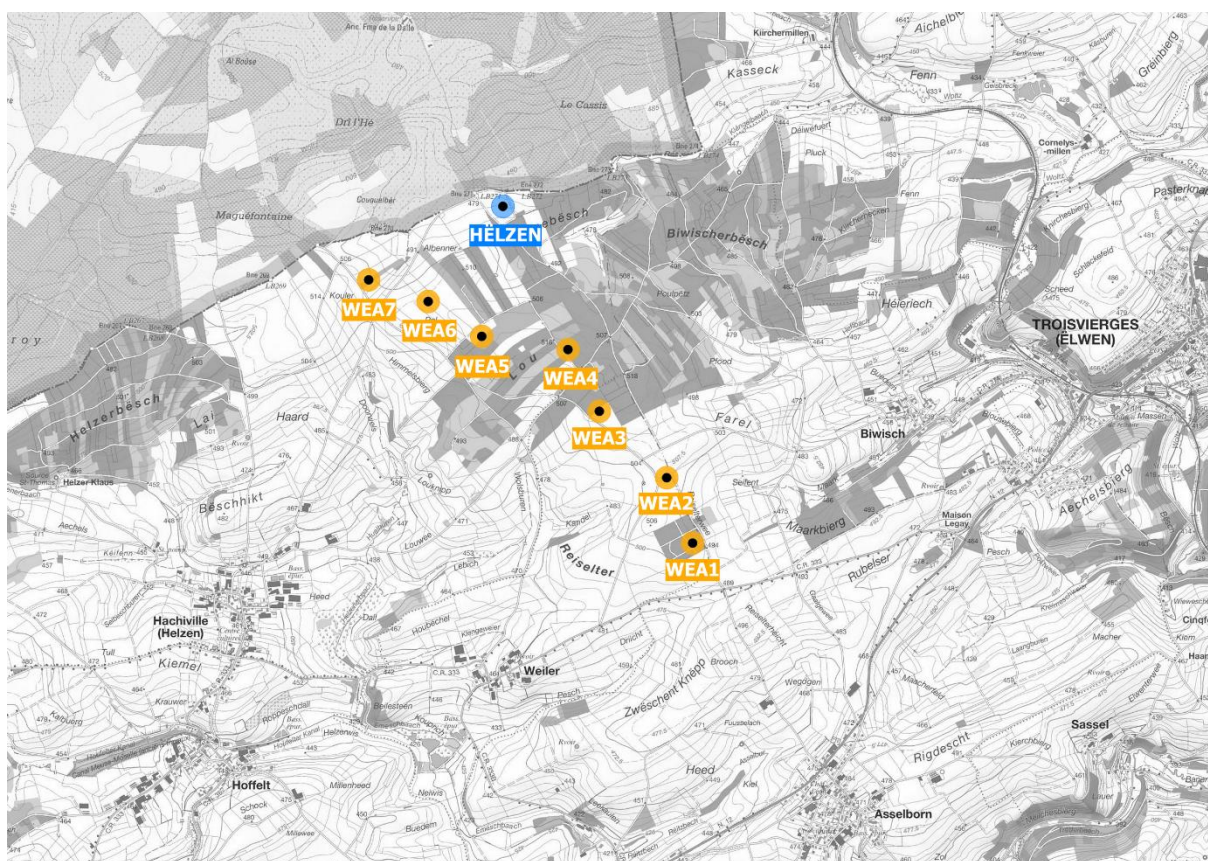


Figure 1 : Repérage des lieux

L'objectif est d'évaluer l'impact sonore environnemental associé à l'installation de ce parc éolien et de vérifier la conformité vis-à-vis de la réglementation applicable.

1.2 Intervenants sur le projet

Le Tableau 1 regroupe les coordonnées des intervenants sur le projet. À noter que les informations pour réaliser l'étude d'impact ont été fournies par EMCA.

Tableau 1 : Identification

Nom	Adresse	Personne de contact
Maître d'ouvrage		
EMCA SA	11 rue principale L-6557 Dickweiler, Luxembourg	M. Muller
Organisme agréé		
Soft dB Europe Sàrl	19 rue de l'Industrie, 8069 Bertrange, Luxembourg	M. Marchetto

1.3 Méthodologie

La méthodologie à suivre a été établie par l'Administration de l'environnement^{1,2} afin d'harmoniser les pratiques. Les grandes lignes sont reprises ici :

- 1) Identifier les points récepteurs pertinents ;
- 2) Modélisation acoustique à l'aide du logiciel Cadna-A (tenant compte de la topographie, puissances acoustiques et type de source, etc.) avec prise en compte de la nouvelle éolienne considérée ;
- 3) Évaluation des niveaux sonores aux récepteurs et étude de conformité vis-à-vis de la réglementation en vigueur avec sélection du modèle et des points de fonctionnement appropriés.

¹ <https://environnement.public.lu/dam-assets/documents/bruit/guides/Guide-impact-bruit-layout.pdf>

² <https://gouvernement.lu/dam-assets/fr/publications/rapport-activite/minist-developpement-durable-infrastructures/2013-rapport-activite-mddi/2013-rapport-activite-mddi-dept-environnement/2013-rapport-activite-mddi-dept-environnement.pdf>

2 Règlements

Le parc éolien étant situé à la frontière belgo-luxembourgeoise, il y a lieu de préciser que les valeurs limites s'appliquent aux éoliennes existantes et projetées, et que l'impact d'autres établissements soumis aux dispositions du règlement grand-ducal modifié du 13/02/1979 doit, le cas échéant, être considéré. Cette approche est également à appliquer aux points récepteurs situés sur le territoire belge.

Il est à noter que les limites sonores sont davantage restrictives de nuit sachant que les éoliennes peuvent fonctionner de nuit comme de jour.

2.1 Luxembourg

2.1.1 Règlement Grand-Ducal

Le règlement Grand-Ducal du 13 février 1979 concernant le niveau de bruit dans les alentours immédiats des établissements et des chantiers établit un critère relatif au bruit. Le détail de ce règlement est présenté en Annexe A-A.1.

Tableau 2 : Cibles sonores recommandées en fonction du zonage - Luxembourg

Zone	Zonage Nature du milieu d'habitat	Niveau de bruit (dBA)	
		Jour 7h-22h	Nuit 22h-7h
I	Hôpitaux, quartier de récréation	45	35
II	Milieu rural, habitat calme, circulation faible	50	35
III	Quartier urbain, majorité d'habitats, circulation faible	55	40
IV	Quartier urbain avec quelques usines ou entreprises, circulation moyenne	60	45
V	Centre-ville (entreprises, commerces, bureaux, divertissements), circulation dense	65	50
VI	Prédominance industrie lourde	70	60

2.1.2 Rapport d'activité du département de l'environnement

Selon le rapport d'activité du département de l'environnement du Luxembourg (voir Annexe A-A.2), des critères relatifs au bruit d'éoliennes sont définis suivant le zonage.

À la limite de la propriété la plus proche bâtie ou susceptible d'être couverte par une autorisation de bâtir en vertu de la réglementation communale existante, dans laquelle séjournent à quelque titre que ce soit des personnes soit de façon continue, soit à des intervalles réguliers ou rapprochés, les niveaux de bruit en provenance du parc éolien ne doivent pas dépasser en son point de fonctionnement le plus bruyant :

- Les valeurs limites associées au point de fonctionnement PV (point de fonctionnement le plus bruyant) ;
- Les valeurs limites associées au point de fonctionnement P6 (point de fonctionnement à une vitesse de vent normalisée à une hauteur de 10 m au-dessus du sol de $[v_s, \text{REF}(h=10 \text{ m})] = 6 \text{ m/s}$).

Ces valeurs limites sont reprises dans le Tableau 3 pour les deux points de fonctionnement.

Tableau 3 : Cibles sonores en fonction du zonage pour un parc éolien - Luxembourg

Zone	Zonage Correspondance aux zones du règlement Grand-Ducal (voir section 2.1)	Niveau de bruit (dBA)			
		P6		PV	
		Jour 7h-22h	Nuit 22h-7h	Jour 7h-22h	Nuit 22h-7h
A	I Hôpitaux, quartier de récréation	38	35	38	35
B	II ; III Milieu rural, habitat calme, circulation faible Quartier urbain, majorité d'habitats, circulation faible	40	37	43	40
C	IV ; V Quartier urbain avec quelques usines ou entreprises, circulation moyenne Centre-ville (entreprises, commerces, bureaux, divertissements), circulation dense	42	39	45	42
D	VI Prédominance industrie lourde	47	42	50	45
E	Maisons d'habitations situées à l'extérieur d'une agglomération	42	39	45	42

Les limites précitées doivent être observées par les éoliennes existantes et projetées. Pour la période nocturne, l'impact d'autres établissements soumis aux dispositions du règlement Grand-Ducal du 13 février 1979 doit, le cas échéant, être considéré endéans les zones I à IV.

2.2 Wallonie

L'arrêté du gouvernement wallon du 25 février 2021 établit un critère relatif au bruit pour les parcs éoliens dans le chapitre V. Le détail de ce règlement est présenté en Annexe A-A.3. Les valeurs limites au bruit particulier ($L_{ar,part,1h}$) sont établies en fonction de la zone d'immission telle que décrite au Tableau 4. Le niveau d'évaluation du bruit particulier est défini à partir de la formule :

$$L_{ar,part,1h} = L_{aeq,1h} + C_i + C_t$$

Où :

- $L_{aeq,1h}$ correspond à la contribution sur 1 heure ;
- C_i correspond à la correction pour bruit impulsif ;
- C_t correspond à la correction pour bruit tonal.

Les méthodes d'évaluation des corrections sont détaillées à l'Annexe A-A.4.

Tableau 4 : Cibles sonores en fonction du zonage - Wallonie

Zonage		Niveau de bruit (dBA)		
Zone	Zone d'immission dans laquelle les mesures sont effectuées	Jour 7h-19h	Transition 6h-7h 19h-22h Dimanche et jours fériés : 6h-22h	Nuit 22h-6h
I	Zone d'habitat et d'habitat à caractère rural	45	43	43
II	Zones agricoles, forestières, d'espaces verts, naturelles et de parc	45	45	43
III	Toutes zones, y compris les zones visées en I et II lorsque les points de mesures est situé à moins de 500 m de la zone d'extraction, de dépendances d'extraction, d'activité économique industrielle ou d'activité économique spécifique, ou à moins de 200 m de la zone d'activité économique mixte, dans laquelle est totalement situé le parc éolien	55	50	45
IV	Zones de loisirs, de services publics et d'équipements communautaires	55	50	45

Il est à noter que ce règlement est donné à titre indicatif puisque c'est la réglementation luxembourgeoise qui s'applique, y compris aux points récepteurs situés en Belgique.

3 Description de la zone d'étude

3.1 Description des lieux

La parcelle cadastrale sur laquelle est prévue l'éolienne est indiquée dans le Tableau 5.

Tableau 5 : Informations parcelles cadastrales

Éolienne	Commune	Section	Coord. LUREF (X ; Y)	N° cadastral	Lieudit
HËLZEN	Wincrange	HA de Hachiville	64037.6 ; 132714.8	1522/2	A Passage

3.2 Description des points récepteurs

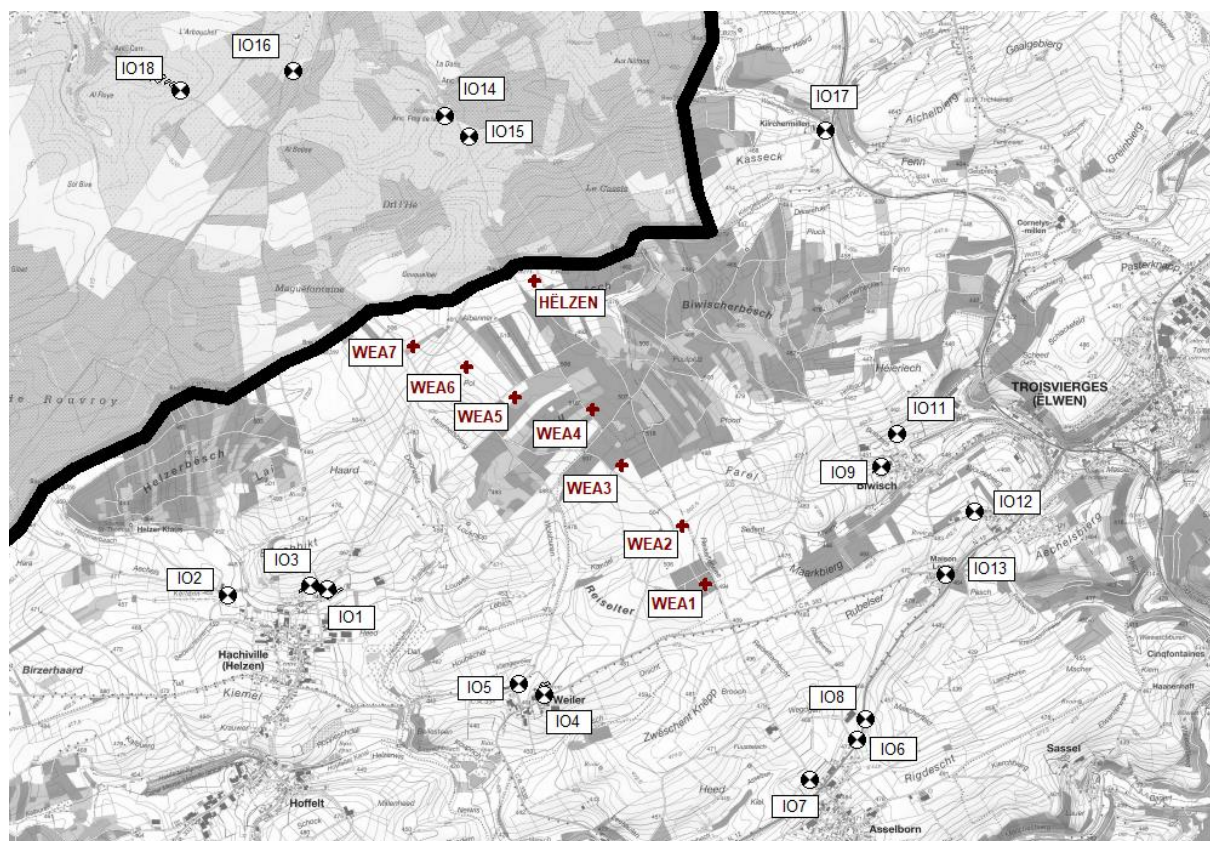


Figure 2 : Vue d'ensemble des points récepteurs

Les points récepteurs pertinents sont présentés en Figure 2, et sont décrits en détail dans le Tableau 6. Ils ont été choisis et placés :

- De manière à couvrir toutes les directions par rapport à la source (N, NE, E, SE, S, SO, O, NO) ;
- De par leur proximité à la source ;
- À 4 m de hauteur, au niveau de la façade la plus exposée (seule la hauteur de 4 m est retenue car les bâtiments ne sont pas considérés). Sur un terrain à bâtir, le récepteur est placé en bordure de zone constructible sur chaque parcelle (à la bordure la plus proche de l'éolienne étudiée).

La totalité des points présentés dans l'étude « Lärmimpakt des Windparks Weiler - Helzingen, Nachtrag zur Studie vom 6. Februar 2014: Koordinatenänderungen bei WEA » sont pris en compte dans cette étude à l'exception du point IO10 (ce point ne constitue plus une habitation et est situé en zone agricole). La position des récepteurs a parfois été adaptée pour correspondre aux prescriptions du *Guide pour la réalisation d'études d'impact sonore environnemental pour les établissements et chantier* de décembre 2022. Deux points ont été ajoutés du fait de leur proximité avec l'éolienne projetée : IO17 et IO18.

Les critères descriptifs suivent ceux définis dans le guide. Une visite sur site a été effectuée pour valider la position et la nature des récepteurs les plus impactés, ainsi que la présence d'une potentielle précharge due à des établissements existants. La densité du trafic routier est déterminée :

- suivant les compteurs routiers à disposition proche des récepteurs ;
- suivant la cartographie du bruit routier disponible sur le Geoportail en l'absence de compteurs proche des récepteurs ;
- ou suivant la visite sur site en l'absence de compteur et de cartographie du bruit routier.

Notons qu'une cartographie préliminaire acoustique, sur la base du spectre le plus bruyant des modèles disponibles, a été réalisée avant la visite sur site afin d'identifier les récepteurs pertinents.

Finalement, les limites sonores prennent en compte les précharges existantes de telle sorte que le bruit additionnel de l'éolienne ne provoque pas :

- 1) De dépassement de la limite réglementaire ou ;
- 2) D'augmentation de la charge totale préexistante si celle-ci est déjà supérieure à la limite réglementaire.

Les Figure 3 à Figure 20 présentent des extraits du Plan d'Aménagement Général (PAG) aux points récepteurs identifiés, ainsi que les photos associées. Des détails sur la description des zones peuvent être retrouvés sur le Geoportail en commandant l'extrait du PAG.

Tableau 6 : Descriptions des points récepteurs


Pt	Adresse la plus proche selon le Geoportail	Numéro de Parcelle	LUREF (E ; N)	Description bâtiment / Nombre d'étages	Hauteurs des récepteurs [m]	Usage / nature	Zone suivant PAG	Établissement bruyant proche avec activités nocturnes	Trafic routier	Distance à l'éolienne étudiée la plus proche (m)	Zone	Limite sonore (dBA)			
												P6		PV	
												Jour	Nuit	Jour	Nuit
IO1	7, Beessleker Weeg, 9956 Hachiville	656/3222	62691 ; 130707	Maison (2 étages)	4	Milieu rural, Habitat calme	MIX-r	Aucun	Faible	1670 ; WEA7	B	40	37	43	40
IO2	62, An d'Klaus, 9956 Hachiville	1129/3058	62044 ; 130673	Maison (2 étages)	4	Milieu rural, Habitat calme	MIX-v	Aucun	Faible	2010 ; WEA7	B	40	37	43	40
IO3	31, Op Bëschhikt, 9956 Hachiville	643/2992	62577 ; 130730	Parcelle constructible	4	Milieu rural, Habitat calme	HAB-1	Aucun	Faible	1690 ; WEA7	B	40	37	43	40
IO4	8, Duärrfstrooss, 9982 Weiler	187/440	64100 ; 130023	Maison (2 étages)	4	Milieu rural, Habitat calme	MIX-r	Aucun	Faible	1270 ; WEA1	B	40	37	43	40
IO5	3, Louwee, 9982 Weiler	189/493	63938 ; 130096	Maison (2 étages)	4	Milieu rural, Habitat calme	MIX-v	Aucun	Faible	1370 ; WEA1	B	40	37	43	40
IO6	12, Op der Strooss, 9940 Asselborn	1122/4937	66137 ; 129727	Maison (3 étages)	4	Quartier urbain, majorité d'habitats	HAB-1	Aucun	Moyen	1410 ; WEA1	C*	42	39	45	42
IO7	9, An der Kiäll, 9940 Asselborn	602/4806	65826 ; 129470	Maison (2 étages)	4	Quartier urbain, majorité d'habitats	HAB-1	Aucun	Faible	1435 ; WEA1	B	40	37	43	40
IO8	1, Op der Strooss, 9940 Asselborn	1101/4832	66195 ; 129867	Maison (3 étages)	4	Quartier urbain, majorité d'habitats	AGR	Aucun	Moyen	1360 ; WEA1	C*	42	39	45	42

Pt	Adresse la plus proche selon le Geoportail	Numéro de Parcelle	LUREF (E ; N)	Description bâtiment / Nombre d'étages	Hauteurs des récepteurs [m]	Usage / nature	Zone suivant PAG	Établissement bruyant proche avec activités nocturnes	Trafic routier	Distance à l'éolienne étudiée la plus proche (m)	Zone	Limite sonore (dBA)			
												P6		PV	
												Jour	Nuit	Jour	Nuit
IO9	6, Weilerweeg, 9948 Biwisch	663/1679	66295 ; 131503	Maison (3 étages)	4	Milieu rural, Habitat calme	HAB-1	Aucun	Faible	1350 ; WEA2	B	40	37	43	40
IO10	Non considéré, car non habitable														
IO11	15, Am Duarref, 9948 Biwisch	785/1532	66394 ; 131721	Maison (3 étages)	4	Milieu rural, Habitat calme	AGR	Aucun	Faible	1520 ; WEA2	B	40	37	43	40
IO12	18, Rue des Champs, 9907 Troisvierges	498/1644	66901 ; 131214	Maison (2 étages)	4	Milieu rural, Habitat calme	HAB-1	Aucun	Faible	1815 ; WEA1	B	40	37	43	40
IO13	1, Legaye, 9940 Asselborn	1334/4570	66716 ; 130804	Maison (3 étages)	4	Maison hors aggl.	AGR	Aucun	Moyen	1565 ; WEA1	E	42	39	45	42
IO14	Ancienne Ferme, Rue de la Dalle, 6670 Limerlé, Belgique	3294/D/0/0	63459 ; 133780	Maison (3 étages)	4	Maison hors aggl.	Agricole	Aucun	Faible	1210 ; HÉLZEN	E	42	39	45	42
IO15	Ferme, Rue de la Dalle, 6670 Limerlé, Belgique	3298/V/0/0	63612 ; 133653	Maison (3 étages)	4	Maison hors aggl.	Agricole	Aucun	Faible	1030 ; HÉLZEN	E	42	39	45	42
IO16	Rue Baraque-Dupont, 6670 Limerlé, Belgique	3595/Y/0/0	62498 ; 134118	Maison (2 étages)	4	Maison hors aggl.	Agricole	Aucun	Faible	1985 ; HÉLZEN	E	42	39	45	42
IO17	4, Kirchermillen, 9942 Basbellain	1075/2897	65929 ; 133693	Maison (3 étages)	4	Maison hors aggl.	AGR	Aucun	Faible	2130 ; HÉLZEN	E	42	39	45	42

Pt	Adresse la plus proche selon le Geoportail	Numéro de Parcelle	LUREF (E ; N)	Description bâtiment / Nombre d'étages	Hauteurs des récepteurs [m]	Usage / nature	Zone suivant PAG	Établissement bruyant proche avec activités nocturnes	Trafic routier	Distance à l'éolienne étudiée la plus proche (m)	Zone	Limite sonore (dBA)			
												P6		PV	
												Jour	Nuit	Jour	Nuit
IO18	Rue de l'Arbouchet, 6670 Steinbach, Belgique	2217F	61738 ; 133951	Maison (2 étages)	4	Maison hors aggl.	Habitat à caractère rural	Aucun	Faible	2250 ; WEA7	E	42	39	45	42

*Basé sur les observations de circulation sur le site et sur le comptage routier au point 944 qui montre un $1000 < \text{TJM} < 8200$ sur la dernière année (source : <https://travaux.public.lu/fr/infos-traffic/comptage.html>).

Légende du plan d'aménagement général

 Délimitation de la zone verte

Zones urbanisées ou destinées à être urbanisées:

-  HAB-1 Zone d'habitation 1
-  HAB-2 Zone d'habitation 2
-  BEP Zone de bâtiments et d'équipements publics
-  BEP-ep Zone de bâtiments et d'équipements publics - spécifique espace vert public
-  BEP-parc Zone de bâtiments et d'équipements publics - spécifique parc
-  MIX-u Zone mixte urbaine
-  MIX-v Zone mixte villageoise
-  ECO-c1 Zone d'activités économiques communale type 1
-  ECO-r Zone d'activités économiques régionale
-  PORT-m Zone de port de marchandises
-  GARE-1 Zone de gares ferroviaires et routières 1
-  GARE-2 Zone de gares ferroviaires et routières 2
-  REC Zone de sport et de loisirs
-  REC-c Zone de sport et de loisirs "Camping"
-  SPEC Zone spéciale
-  JAR Zone de jardins familiaux

Zone verte:

-  AGR Zone agricole
-  FOR Zone forestière
-  VIT Zone viticole
-  VER Zone de verdure

Figure 3 : Légende du PAG

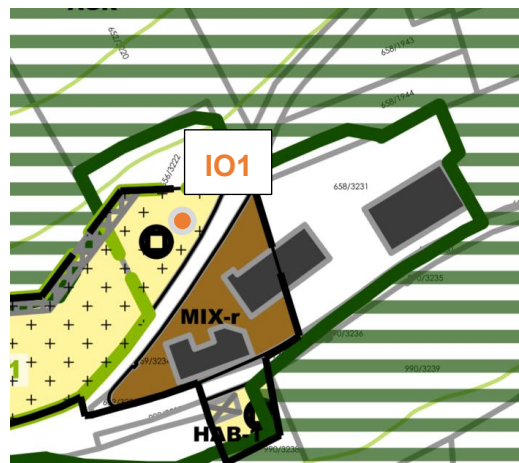


Figure 4 : Photo et extrait du PAG en IO1

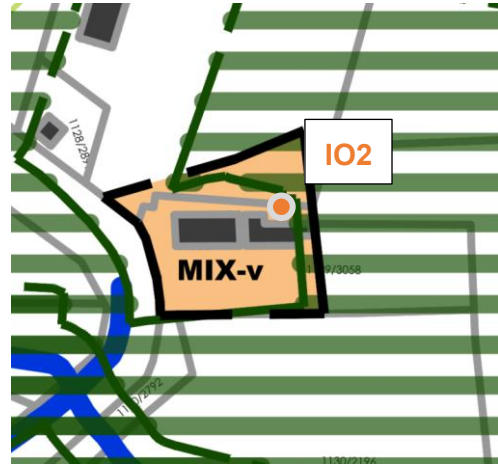


Figure 5 : Photo et extrait du PAG en IO2



Figure 6 : Photo et extrait du PAG en IO3



Figure 7 : Photo et extrait du PAG en IO4



Figure 8 : Photo et extrait du PAG en IO5

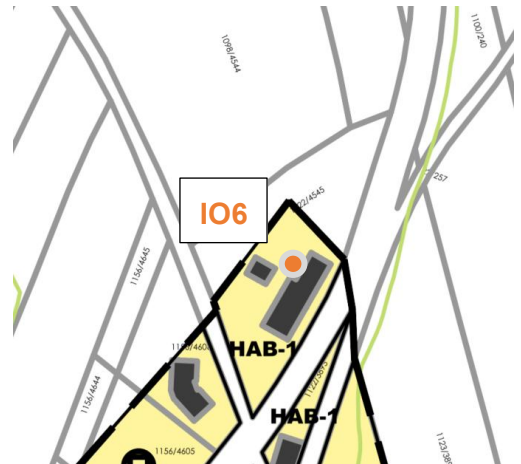


Figure 9 : Photo et extrait du PAG en IO6

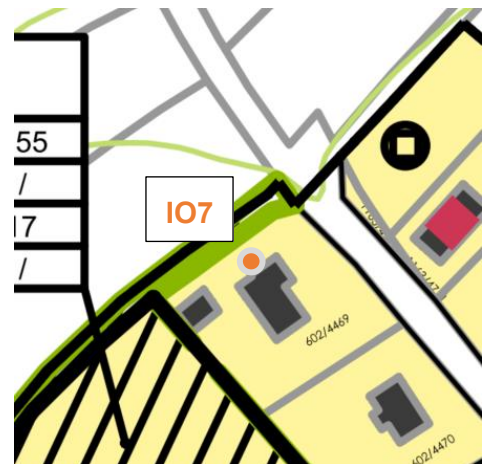
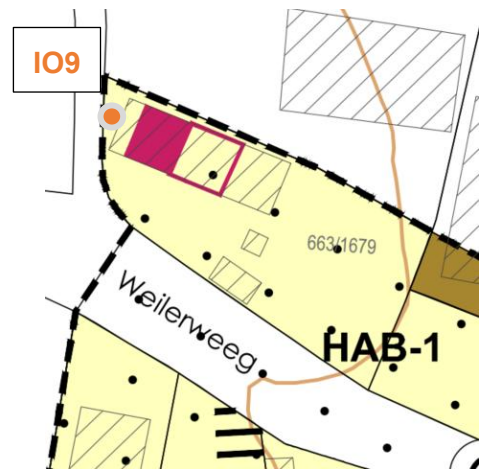
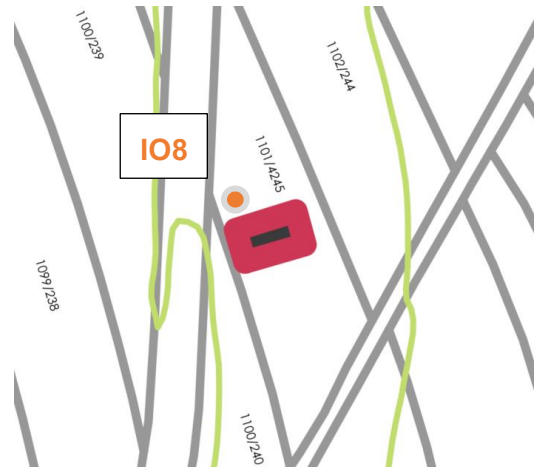
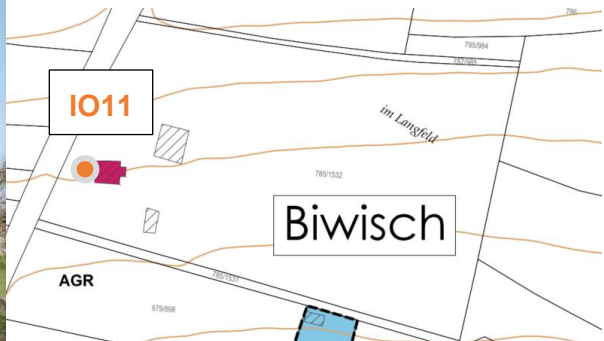


Figure 10 : Photo et extrait du PAG en IO7



A large, dark blue, two-story house with a steep gabled roof, surrounded by a green lawn and trees. The house appears to be under renovation or repair, with scaffolding visible on the right side. A wooden fence is in the foreground.



14

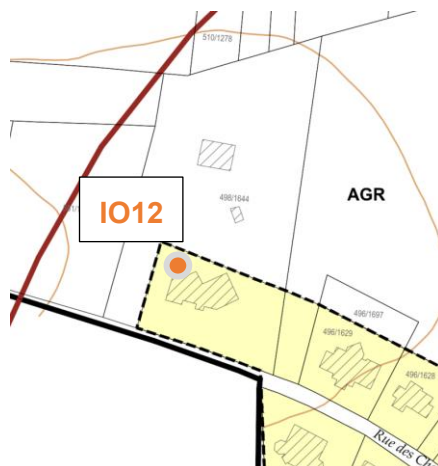


Figure 14 : Photo et extrait du PAG en IO12

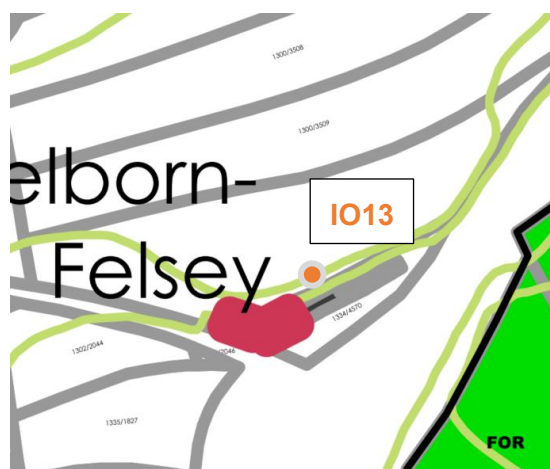


Figure 15 : Photo et extrait du PAG en IO13



Figure 16 : Photo et extrait du PAG en IO14



Figure 17 : Photo et extrait du PAG en IO15



Figure 18 : Photo et extrait du PAG en IO16

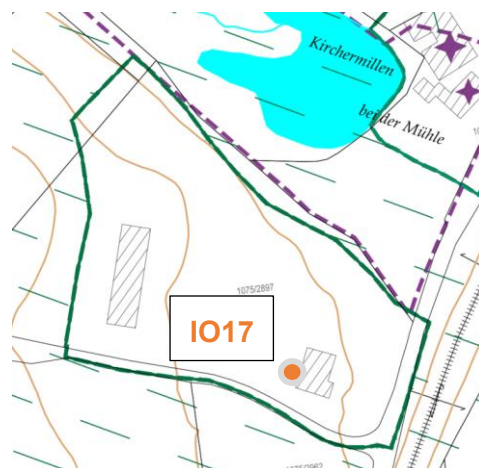


Figure 19 : Photo et extrait du PAG en IO17



Figure 20 : Photo et extrait du PAG en IO18

4 Description de la collecte de données

4.1 Données topographiques

Pour le Luxembourg, le plan topographique utilisé est le modèle numérique de terrain dérivé des données de survol LiDAR 2019³. Les caractéristiques de la photographie aérienne numérique (raster) sont :

- Résolution (au pixel): 50 cm x 50 cm
- Système de coordonnées et projection : LUREF (ESPG 2169)

Pour la Wallonie, le plan topographique utilisé est le modèle numérique de terrain dérivé des données de survol LiDAR 2013-2014⁴. Les caractéristiques de la photographie aérienne numérique (raster) sont :

- Résolution (au pixel): 1m x 1m
- Système de coordonnées et projection : Belge 1972 / Belgian Lambert 72 (EPSG : 31370)

Note : Aucune déviation ayant un impact significatif sur la propagation du son n'a été observée lors de la visite. Les différences notées lors de la visite seront intégrées dans la modélisation.

³ <https://data.public.lu/fr/datasets/lidar-2019-modele-numerique-de-terrain-mnt/>

⁴ <https://geoportail.wallonie.be/catalogue/0ebebb42-90d2-4262-bc2f-89181a85839d.html>

4.2 Description des équipements et des sources de bruit

4.2.1 Description des modèles présents et envisagés

Toutes les éoliennes dans les alentours immédiats sont listées dans le Tableau 7 suivant :

Tableau 7 : Listes des équipements existants

Dénomination	Marque & modèle	État	Puissance nominale P (MW)	Diamètre de l'hélice (m)	Hauteur du moyeu (m)	LUREF (E ; N)
WEA1	Siemens SWT-3.0-113	Existantes	3.0	113	142.5	65151.8 ; 130737.3
WEA2						64999.4 ; 131121.2
WEA3						64604 ; 131511.4
WEA4						64419.6 ; 131873.9
WEA5						63913.3 ; 131951.4
WEA6						63598.7 ; 132155.8
WEA7						63249.2 ; 132283

Les puissances acoustiques des éoliennes identifiées pour cette étude sont présentées dans le Tableau 8. Elles sont issues de rapports de mesures présentés dans les Annexes A-B.1 et A-B.2.

Tableau 8 : Puissances acoustiques des équipements existants

Dénomination	Puissance acoustique globale en période de jour – LwA (dBA)		Puissance acoustique globale en période de nuit – LwA (dBA)	
	P6	PV	P6	PV
WEA1	105.2	105.3	103.9 (Mode -2 dB de nuit)	104.2 (Mode -2 dB de nuit)
WEA2	105.2	105.3		
WEA3	105.2	105.3	105.2	105.3
WEA4	105.2	105.3	105.2	105.3
WEA5	105.2	105.3	105.2	105.3
WEA6	105.2	105.3	105.2	105.3
WEA7	105.2	105.3	105.2	105.3

*Les puissances acoustiques en bande d'octaves sont fournies en Annexe B. Pour certains points de fonctionnement, la puissance en bande d'octaves n'étant pas disponible, cette dernière a été adaptée à partir de la puissance du point de fonctionnement disponible et des niveaux globaux.

Les éoliennes prévues pour le parc éolien à l'étude sont renseignées dans le Tableau 9. Il est important de noter que les informations fournies sont pour des pales d'éolienne avec « serrations » (dentelures), qui permettent généralement une réduction de la puissance sonore.

Tableau 9 : Listes des éoliennes prévues

Marque & modèle	Puissance nominale (MW)	Diamètre du rotor (m)	Hauteur de la tour(m)	Puissance acoustique globale sans bridage LwA (dBA)	
				P6	PV
Enercon E-175 EP5-E3	6	175	162	106.5	106.5
Nordex N-175	6.8	175	179	106.9	106.9

*Les puissances acoustiques en bande d'octaves sont fournies en Annexe B. Pour certains points de fonctionnement, la puissance en bande d'octaves n'étant pas disponible, cette dernière a été adaptée à partir de la puissance du point de fonctionnement disponible et des niveaux globaux.

Il est à noter également que :

- Aucune indication de source à caractère tonal (KTN) ou impulsif (KI) n'a été donnée. Une correction est fournie pour le point de fonctionnement P6 du modèle Siemens en mode -2 dB tel que décrit en Annexe A-B.2 (KTN= 2 dB pour P6). À noter qu'au Luxembourg, cette correction est à fournir à titre indicatif et n'est pas prise en compte dans les calculs ;
- Les directivités des sources sont inconnues (hypothèse de source omnidirectionnelle retenue) ;
- Les spectres de puissance acoustique ne montrent pas de contribution significative en basse fréquence puisque les bandes d'octaves les plus importantes sont situées entre 125Hz-2000Hz pour chaque modèle d'éolienne, et ce quel que soit le point de fonctionnement.

4.2.2 Incertitudes sur les données de puissance acoustique

L'incertitude sur les données de puissance acoustique dépend de la nature de l'information reçue : rapport de mesures (une ou trois mesures) ou données du fabricant. L'évaluation de l'incertitude se fait à partir de la formule suivante :

$$s_{pA,i} = \sqrt{s_w^2 + s_p^2}$$

Où s_w est liée à l'imprécision sur les mesures sonores, données ; s_p est l'incertitude liée à la production en série des éoliennes

L'incertitude totale s_G dépend des incertitudes de chacune des éoliennes et de la contribution ($L_{pA,i}$) de ces dernières suivant la formule :

$$s_G = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(s_{pA,i}^2 \left(\frac{10^{0,1 L_{pA,i}}}{10^{0,1 L_{pA,G}}} \right)^2 \right) + s_B^2}$$

Où n représente le nombre d'éoliennes ; $L_{pA,G}$; le niveau sonore global et s_B l'incertitude de modélisation considérée égale à 0 dB dans notre cas.

La limite supérieure du niveau d'immission $L_{pA,G,o}$ à déterminer résulte de la prise en compte de l'intervalle de confiance à 90%, selon :

$$L_{pA,G,o} = L_{pA,G} + 1,28 s_G$$

Les informations fournies par les fabricants pour le type d'installation considéré ici sont basées sur des calculs et représentent des émissions sonores (niveau de puissance acoustique) pour chaque point de fonctionnement. Dans ce cas, les valeurs sont théoriquement les suivantes : $s_w = 3 \text{ dB}$ $s_p = 0 \text{ dB}$.

Pour la Siemens SWT3.0-113, les informations sur les incertitudes ont été évaluées à partir du document présenté en Annexe A-B.1 (3 mesures). Pour le cas du mode « -2 dB », l'incertitude a été calculée à partir des valeurs suivantes $s_w = 0.5 \text{ dB}$ et $s_p = 1 \text{ dB}$ (1 mesure (voir Annexe A-B.2)).

Pour chaque modèle d'éolienne, les incertitudes respectives apparaissent au Tableau 10.

Tableau 10 : Incertitudes pour chaque modèle d'éolienne (projetée et existante)

Dénomination	Marque & modèle	Incertitude $s_{pA,i}$ (dB)			
		P6		PV	
		Jour	Nuit	Jour	Nuit
WEA1	Siemens SWT-3.0-113	0.6	1.1	0.5	1.1
WEA2		0.6	1.1	0.5	1.1
WEA3		0.6		0.5	
WEA4		0.6		0.5	
WEA5		0.6		0.5	
WEA6		0.6		0.5	
WEA7		0.6		0.5	
HÉLZEN (2 modèles envisagés)	Enercon E-175 EP5-E3	3			
	Nordex N-175	3			

La valeur de 3.0 dB est applicable au Luxembourg dans le cas où aucun rapport de mesure n'est fourni pour l'éolienne, considérant alors que $s_w = 3 \text{ dB}$, et $s_p = 0 \text{ dB}$.

Avec un (1) rapport, les valeurs à prendre en compte sont $s_w = 0.5 \text{ dB}$, et $s_p = 1 \text{ dB}$.

Note concernant les éoliennes existantes dans un rayon de 10 km :

La Figure 21 présente les éoliennes existantes dans un rayon de 10 km. Seules les éoliennes renseignées dans la section 4.2.1 sont considérées dans cette étude. Les autres sont à une distance trop importante pour avoir un impact significatif aux récepteurs.

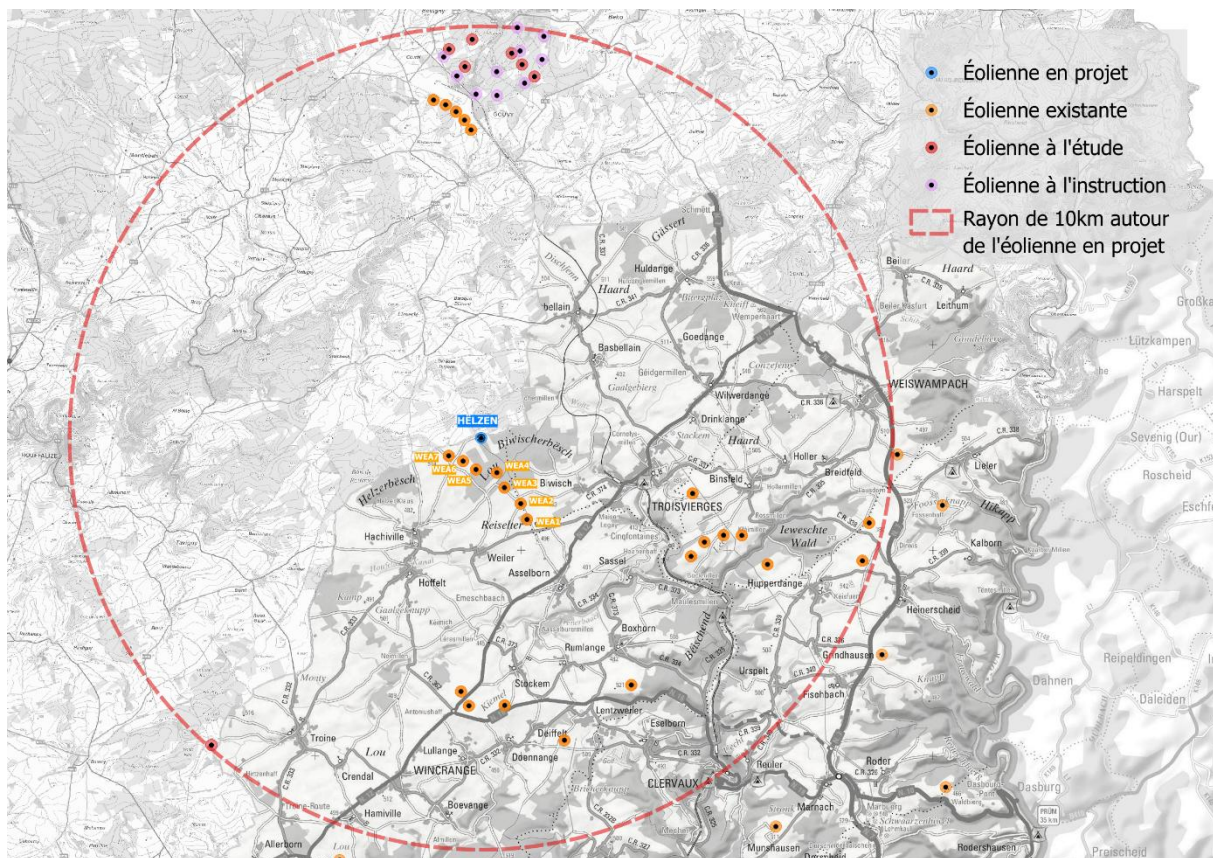


Figure 21 : Éoliennes présentes dans un rayon de 10 km

5 Calcul de propagation

5.1 Méthode de calculs

Les calculs sont réalisés à l'aide du logiciel *Cadna-A* de Datakustik™ (version 2024) et suivant la norme ISO 9613-2. Cette dernière est appliquée en considérant une convention spécifique aux éoliennes constituant des sources de bruit à grande hauteur ; convention se référant aux paramètres de calcul. Les paramètres de calculs sont définis dans le rapport TÜV n° 936/21219826/10 et suivant le *Guide pour la réalisation d'études d'impact sonore environnemental pour les établissements et chantier de décembre 2022*.

Les paramètres utilisés dans le logiciel sont les suivantes :

- Température moyenne de 10°C et humidité relative à 70 % ;
- Coefficient d'absorption des sols à 0 (où 0 = réfléchissant, 1 = absorbant) ;
- Trois (3) réflexions des ondes acoustiques ;
- La norme ISO 9613 :2 assure une propagation omnidirectionnelle en condition de vent favorable. Les conditions météorologiques appliquées au cas de la propagation des sources en hauteur sont définies. Le paramètre pour les conditions météorologiques est défini par $C_{met} = 0$ (suivant les préconisations émises dans le rapport TÜV n° 936/21219826/10) ;
- Les bâtiments ne sont pas modélisés ($A_{bar} = 0$ pour les bâtiments).

Note concernant les transitions entre PV et P6 :

La réglementation est basée sur un régime stationnaire et est établie sur des périodes d'évaluation de 1h. Lors d'une transition entre le mode PV et P6, la durée de transition est inférieure à 1 minute selon les constructeurs (généralement de 10 à 40 secondes).

Sachant que durant la transition, l'éolienne peut être uniquement jusqu'à 3 dB au-dessus de la limite réglementaire pour le mode P6 (écart entre les cibles pour PV et P6 de maximum 3 dB dans la réglementation), le surplus de maximum 3 dB durant quelques dizaines de secondes sera négligeable une fois ramené à la période de 1h d'évaluation.

Par conséquent, les périodes de transition ont un impact négligeable et ne devraient pas être prises en considération dans une étude de conformité sonore.

5.2 Résultats des calculs sans bridage

Les Tableau 11 et Tableau 12 présentent les niveaux d'immission pour chaque modèle d'éolienne envisagé, sans bridage.

Les valeurs limites admissibles ne sont pas respectées en tout point, donc des bridages seront à considérer.

Tableau 11 : Niveau d'immission sonore – Enercon – sans bridage

Point	P6				PV			
	Valeurs maximales autorisées (dBA)		Niveau sonore $L_{pA,G,o}$ (dBA)		Valeurs maximales autorisées (dBA)		Niveau sonore $L_{pA,G,o}$ (dBA)	
	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
IO1	40	37	36	36	43	40	36	36
IO2	40	37	33	33	43	40	33	33
IO3	40	37	36	36	43	40	36	36
IO4	40	37	37	37	43	40	38	37
IO5	40	37	37	37	43	40	37	37
IO6	42	39	34	34	45	42	34	34
IO7	40	37	34	34	43	40	34	34
IO8	42	39	35	34	45	42	35	34
IO9	40	37	37	36	43	40	37	37
IO11	40	37	36	35	43	40	36	35
IO12	40	37	33	33	43	40	34	33
IO13	42	39	34	33	45	42	34	33
IO14	42	39	39	39	45	42	39	39
IO15	42	39	40	40	45	42	40	40
IO16	42	39	34	34	45	42	34	34
IO17	42	39	33	33	45	42	33	33
IO18	42	39	27	27	45	42	27	27

Tableau 12 : Niveau d'immission sonore – Nordex – sans bridage

Point	P6				PV			
	Valeurs maximales autorisées (dBA)		Niveau sonore $L_{pA,G,o}$ (dBA)		Valeurs maximales autorisées (dBA)		Niveau sonore $L_{pA,G,o}$ (dBA)	
	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
IO1	40	37	36	36	43	40	36	36
IO2	40	37	33	33	43	40	33	33
IO3	40	37	36	36	43	40	36	36
IO4	40	37	38	37	43	40	38	37
IO5	40	37	37	37	43	40	38	37
IO6	42	39	35	34	45	42	35	34
IO7	40	37	34	34	43	40	34	34
IO8	42	39	35	34	45	42	35	34
IO9	40	37	37	36	43	40	37	37
IO11	40	37	36	35	43	40	36	35
IO12	40	37	34	33	43	40	34	33
IO13	42	39	34	33	45	42	34	33
IO14	42	39	39	39	45	42	39	39
IO15	42	39	41	41	45	42	41	41
IO16	42	39	34	34	45	42	34	34
IO17	42	39	34	34	45	42	34	34
IO18	42	39	28	28	45	42	28	28

5.3 Modes d'exploitation recommandés

Les bridages à respecter minimalement sont détaillés dans le Tableau 13 (tout mode ayant une puissance acoustique supérieure à celles recommandées dans ces tableaux entrainera un dépassement des valeurs limites).

Il est à noter que ces modes sont évalués à partir des données fournisseurs et tiennent compte de l'incertitude associée à l'éolienne étudiée.

Tableau 13 : Modes recommandés pour chaque période

Fabricant	Modèle	Point de fonctionnement P6		Point de fonctionnement PV	
		Période de jour	Période de nuit	Période de jour	Période de nuit
Enercon	E-175 EP5-E3	0s (LwA = 106.5 dBA)	NR02 (LwA = 104.5 dBA)	0s (LwA = 106.5 dBA)	0s (LwA = 106.5 dBA)
Nordex	N175	Mode 0 (LwA = 106.9 dBA)	Mode 4 (LwA = 105.0 dBA)	Mode 0 (LwA = 106.9 dBA)	Mode 0 (LwA = 106.9 dBA)

5.4 Résultats des calculs avec bridage

Les Tableau 14 et Tableau 15 présentent les niveaux d'immission pour chaque modèle à l'étude et chaque scénario étudié, en considérant le mode d'exploitation recommandé. Ces résultats sont présentés pour les points de fonctionnement P6 et PV, et pour les périodes de jour et de nuit. Les niveaux présentés sont ceux du récepteur le plus exposé (généralement le récepteur à l'étage le plus élevé).

Pour rappel, les valeurs maximales autorisées diffèrent pour chaque récepteur et ont été définies dans le Tableau 6.

Les niveaux partiels sont présentés à en Annexe D pour ce scénario.

Les résultats montrent que les niveaux d'immission sont bien tous inférieurs ou égaux aux valeurs limites respectives pour les modes d'exploitation recommandés.

Tableau 14 : Niveau d'immission sonore – Enercon – avec bridage

Point	P6				PV			
	Valeurs maximales autorisées (dBA)		Niveau sonore $L_{pA,G,o}$ (dBA)		Valeurs maximales autorisées (dBA)		Niveau sonore $L_{pA,G,o}$ (dBA)	
	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
IO1	40	37	36	36	43	40	36	36
IO2	40	37	33	33	43	40	33	33
IO3	40	37	36	35	43	40	36	36
IO4	40	37	37	37	43	40	38	37
IO5	40	37	37	37	43	40	37	37
IO6	42	39	34	34	45	42	34	34
IO7	40	37	34	34	43	40	34	34
IO8	42	39	35	34	45	42	35	34
IO9	40	37	37	36	43	40	37	37
IO11	40	37	36	35	43	40	36	35
IO12	40	37	33	33	43	40	34	33
IO13	42	39	34	33	45	42	34	33
IO14	42	39	39	38	45	42	39	39
IO15	42	39	40	39	45	42	40	40
IO16	42	39	34	33	45	42	34	34
IO17	42	39	33	33	45	42	33	33
IO18	42	39	27	27	45	42	27	27

Tableau 15 : Niveau d'immission sonore – Nordex – avec bridage

Point	P6				PV			
	Valeurs maximales autorisées (dBA)		Niveau sonore $L_{pA,G,o}$ (dBA)		Valeurs maximales autorisées (dBA)		Niveau sonore $L_{pA,G,o}$ (dBA)	
	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
IO1	40	37	36	36	43	40	36	36
IO2	40	37	33	33	43	40	33	33
IO3	40	37	36	35	43	40	36	36
IO4	40	37	38	37	43	40	38	37
IO5	40	37	37	37	43	40	38	37
IO6	42	39	35	34	45	42	35	34
IO7	40	37	34	34	43	40	34	34
IO8	42	39	35	34	45	42	35	34
IO9	40	37	37	36	43	40	37	37
IO11	40	37	36	35	43	40	36	35
IO12	40	37	34	33	43	40	34	33
IO13	42	39	34	33	45	42	34	33
IO14	42	39	39	38	45	42	39	39
IO15	42	39	41	39	45	42	41	41
IO16	42	39	34	33	45	42	34	34
IO17	42	39	34	33	45	42	34	34
IO18	42	39	28	27	45	42	28	28

5.5 Impact spécifique

Les Tableau 16 et Tableau 17 présentent les niveaux d'immission spécifiques au projet étudié, pour les modèles à l'étude et chaque scénario étudié, en considérant le mode d'exploitation recommandé.

Tableau 16 : Niveau d'immission sonore – Enercon – impact spécifique

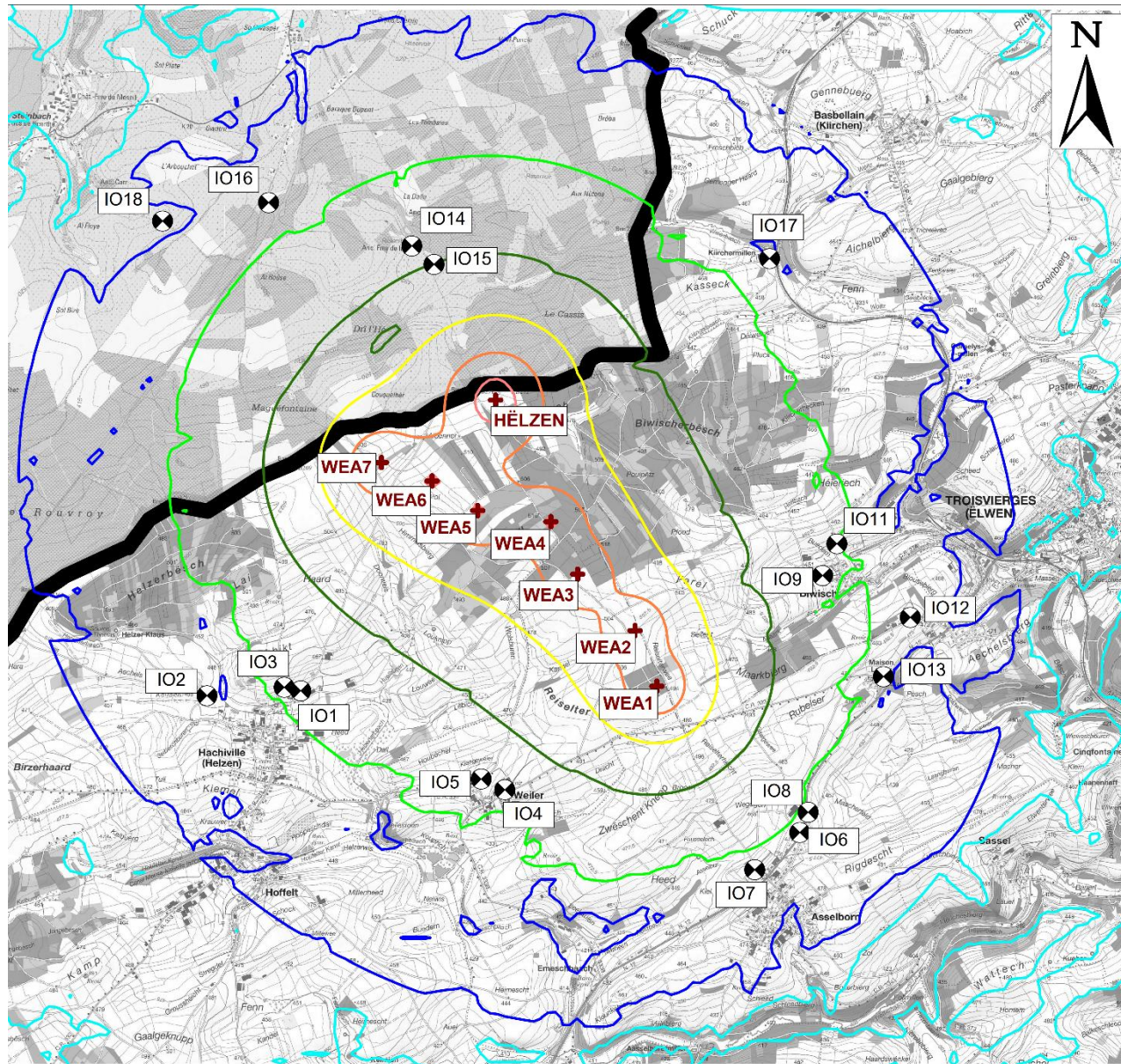
Point	P6				PV			
	Valeurs maximales autorisées (dBA)		Niveau sonore $L_{pA,G,o}$ (dBA)		Valeurs maximales autorisées (dBA)		Niveau sonore $L_{pA,G,o}$ (dBA)	
	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
IO1	40	37	29	27	43	40	29	29
IO2	40	37	27	26	43	40	27	27
IO3	40	37	29	28	43	40	29	29
IO4	40	37	27	27	43	40	27	27
IO5	40	37	28	27	43	40	28	28
IO6	42	39	23	23	45	42	23	23
IO7	40	37	23	22	43	40	23	23
IO8	42	39	24	23	45	42	24	24
IO9	40	37	28	27	43	40	28	28
IO11	40	37	26	25	43	40	26	26
IO12	40	37	25	24	43	40	25	25
IO13	42	39	20	19	45	42	20	20
IO14	42	39	37	36	45	42	37	37
IO15	42	39	39	38	45	42	39	39
IO16	42	39	31	30	45	42	31	31
IO17	42	39	30	29	45	42	30	30
IO18	42	39	23	22	45	42	23	23

Tableau 17 : Niveau d'immission sonore – Nordex – impact spécifique

Point	P6				PV			
	Valeurs maximales autorisées (dBA)		Niveau sonore $L_{pA,G,o}$ (dBA)		Valeurs maximales autorisées (dBA)		Niveau sonore $L_{pA,G,o}$ (dBA)	
	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
IO1	40	37	30	28	43	40	30	30
IO2	40	37	28	26	43	40	28	28
IO3	40	37	30	28	43	40	30	30
IO4	40	37	29	27	43	40	29	29
IO5	40	37	29	27	43	40	29	29
IO6	42	39	25	23	45	42	25	25
IO7	40	37	25	23	43	40	25	25
IO8	42	39	25	23	45	42	25	25
IO9	40	37	29	27	43	40	29	29
IO11	40	37	28	26	43	40	28	28
IO12	40	37	27	25	43	40	27	27
IO13	42	39	22	20	45	42	22	22
IO14	42	39	38	36	45	42	38	38
IO15	42	39	40	38	45	42	40	40
IO16	42	39	32	30	45	42	32	32
IO17	42	39	32	30	45	42	32	32
IO18	42	39	25	23	45	42	25	25

5.6 Cartographies sonores

Les cartographies sonores ($L_{pA,G,o}$) obtenues en considérant les modes d'exploitation recommandés sont présentées sur les pages suivantes. La légende des figures est présentée à droite des cartographies pour maximiser la taille des cartographies (la légende contient, entre autres, les informations sur le scénario observé et la période et le point de fonctionnement).



Cartographie sonore Projet Hélsen

Enercon P6
Période de jour
LpA,G,o [dBA]

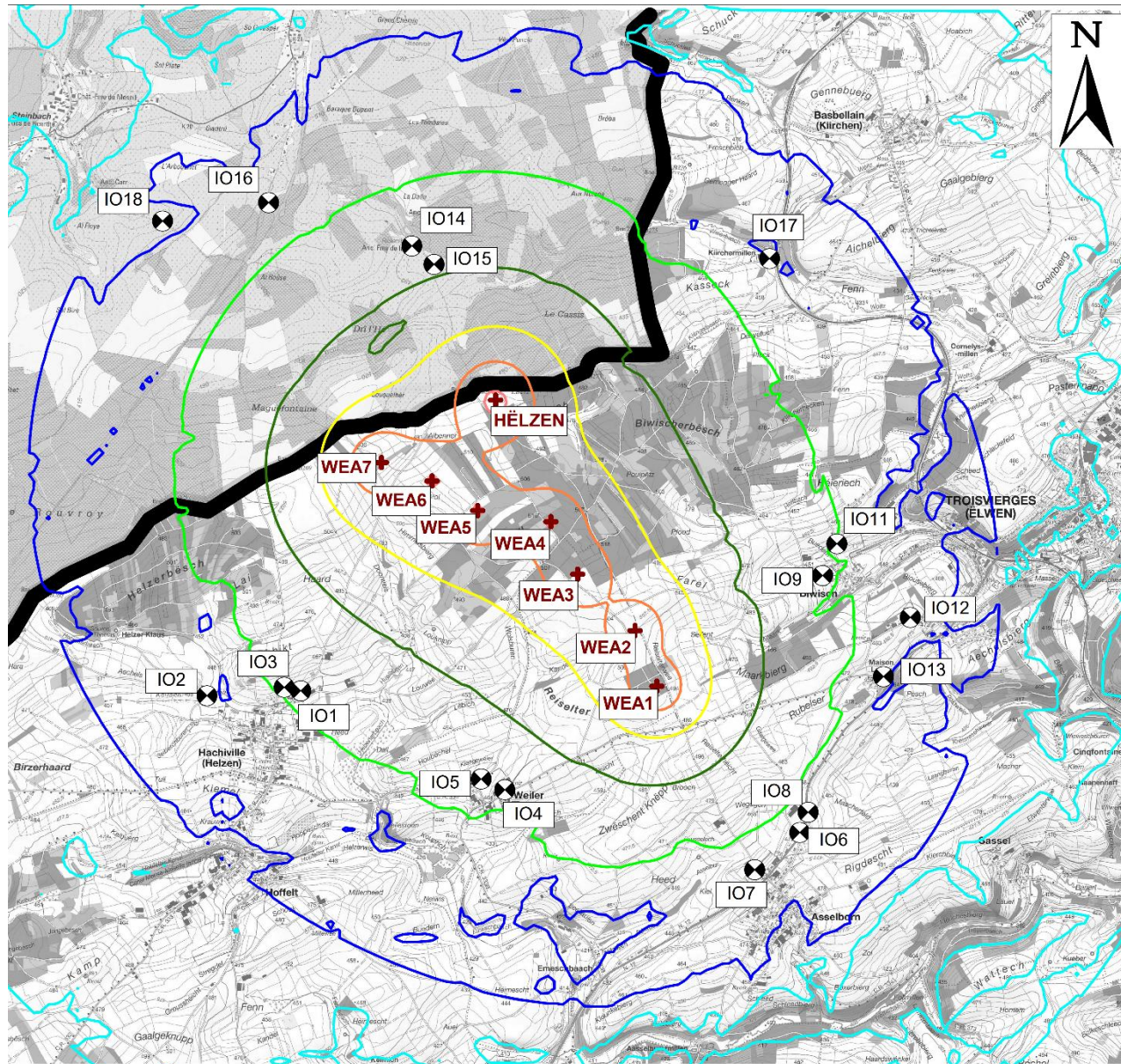
Calcul selon ISO 9613
Température: 10°C
Humidité relative: 70%
Courbes isophones à 4.0m du sol
Grille de calcul au 50.0m

Niveaux sonores

- = 20 dBA
- = 25 dBA
- = 30 dBA
- = 35 dBA
- = 40 dBA
- = 45 dBA
- = 50 dBA
- = 55 dBA
- = 60 dBA
- = 65 dBA
- = 70 dBA

Légende

- + Point Source
- Building
- Receiver

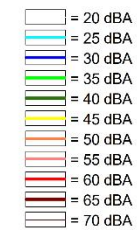


Cartographie sonore Projet Hëlzen

Enercon P6
Période de nuit
LpA,G,o [dBA]

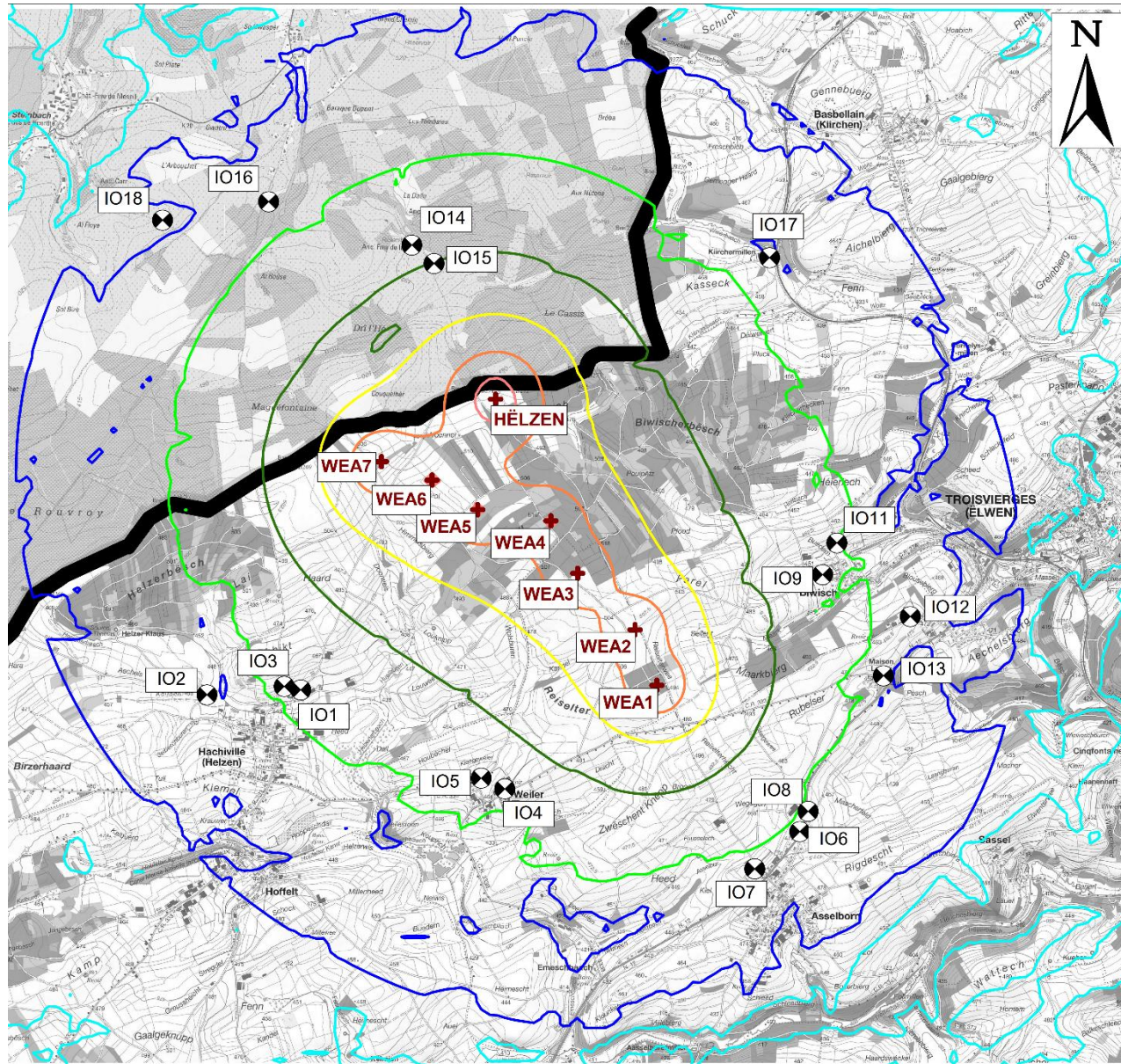
Calcul selon ISO 9613
Température: 10°C
Humidité relative: 70%
Courbes isophones à 4.0m du sol
Grille de calcul au 50.0m

Niveaux sonores



Légende





Cartographie sonore Projet Hélsen

Enercon PV
Période de jour
LpA,G,o [dBA]

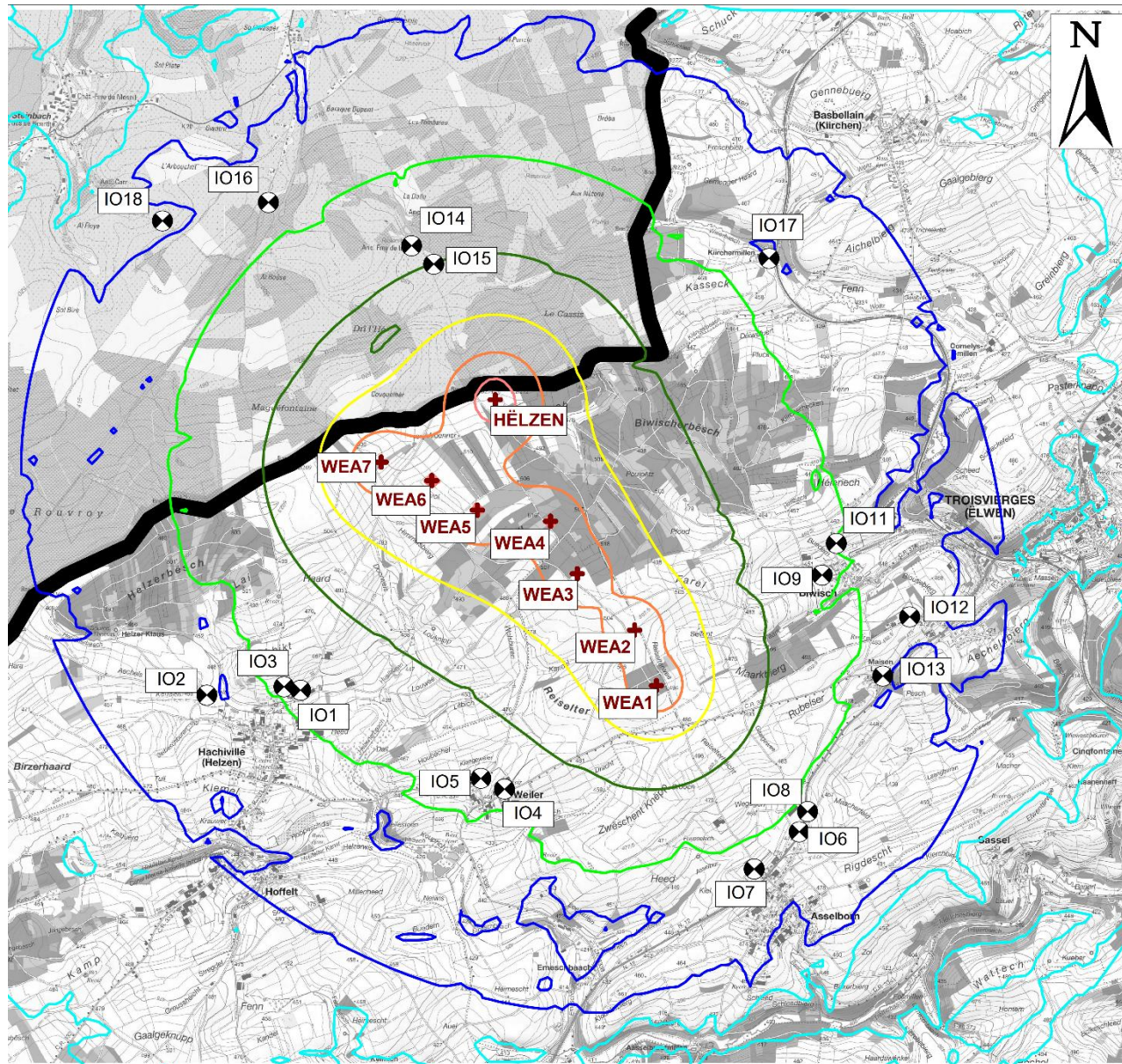
Calcul selon ISO 9613
Température: 10°C
Humidité relative: 70%
Courbes isophones à 4.0m du sol
Grille de calcul au 50.0m

Niveaux sonores

- = 20 dBA
- = 25 dBA
- = 30 dBA
- = 35 dBA
- = 40 dBA
- = 45 dBA
- = 50 dBA
- = 55 dBA
- = 60 dBA
- = 65 dBA
- = 70 dBA

Légende

- + Point Source
- Building
- Receiver

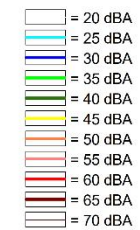


Cartographie sonore Projet Hëlzen

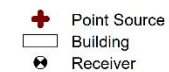
Enercon PV
Période de nuit
LpA,G,o [dBA]

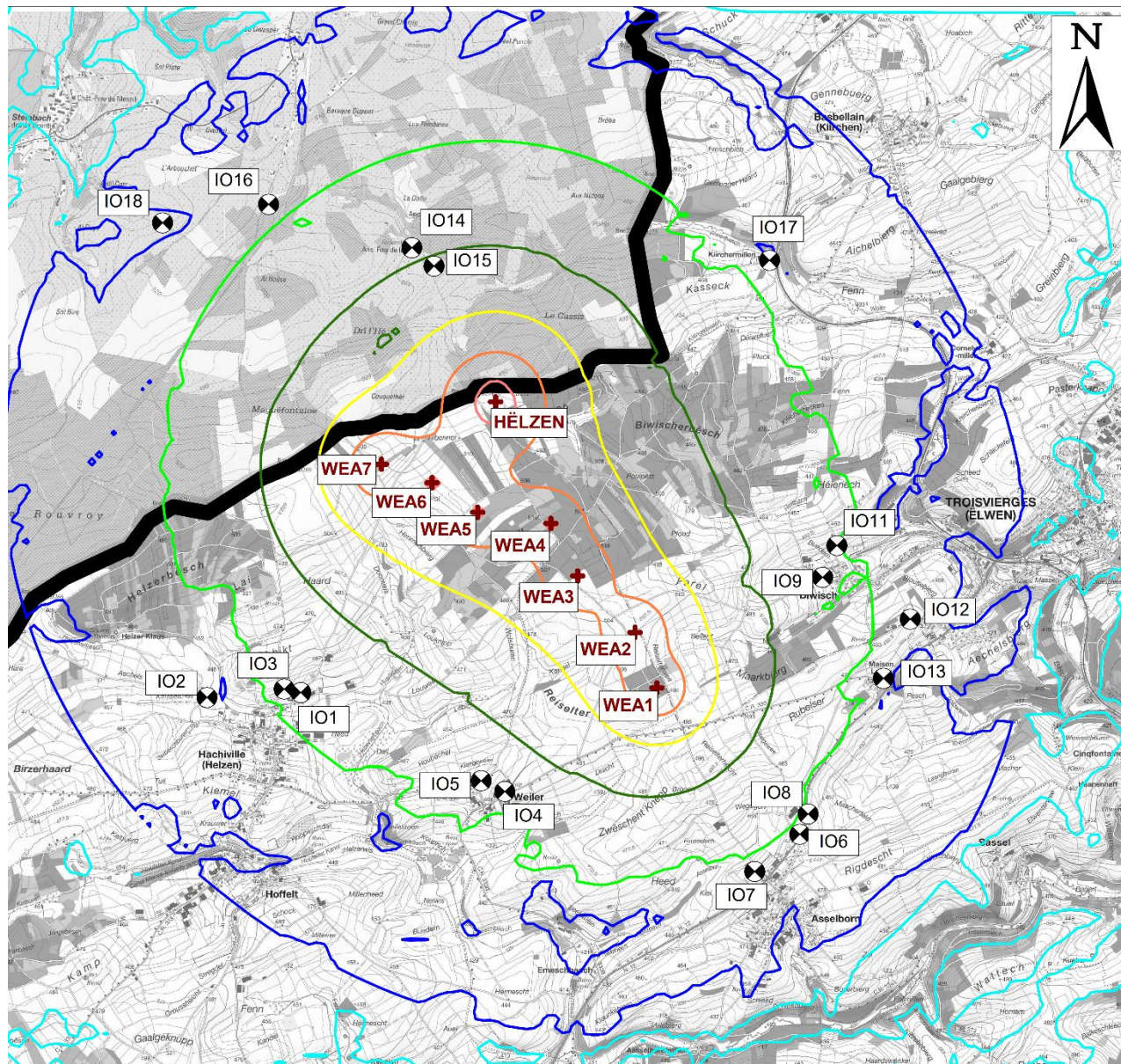
Calcul selon ISO 9613
Température: 10°C
Humidité relative: 70%
Courbes isophones à 4.0m du sol
Grille de calcul au 50.0m

Niveaux sonores



Légende



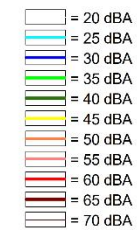


Cartographie sonore Projet Hëlzen

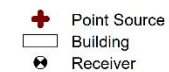
Nordex P6
Période de jour
LpA,G,o [dBA]

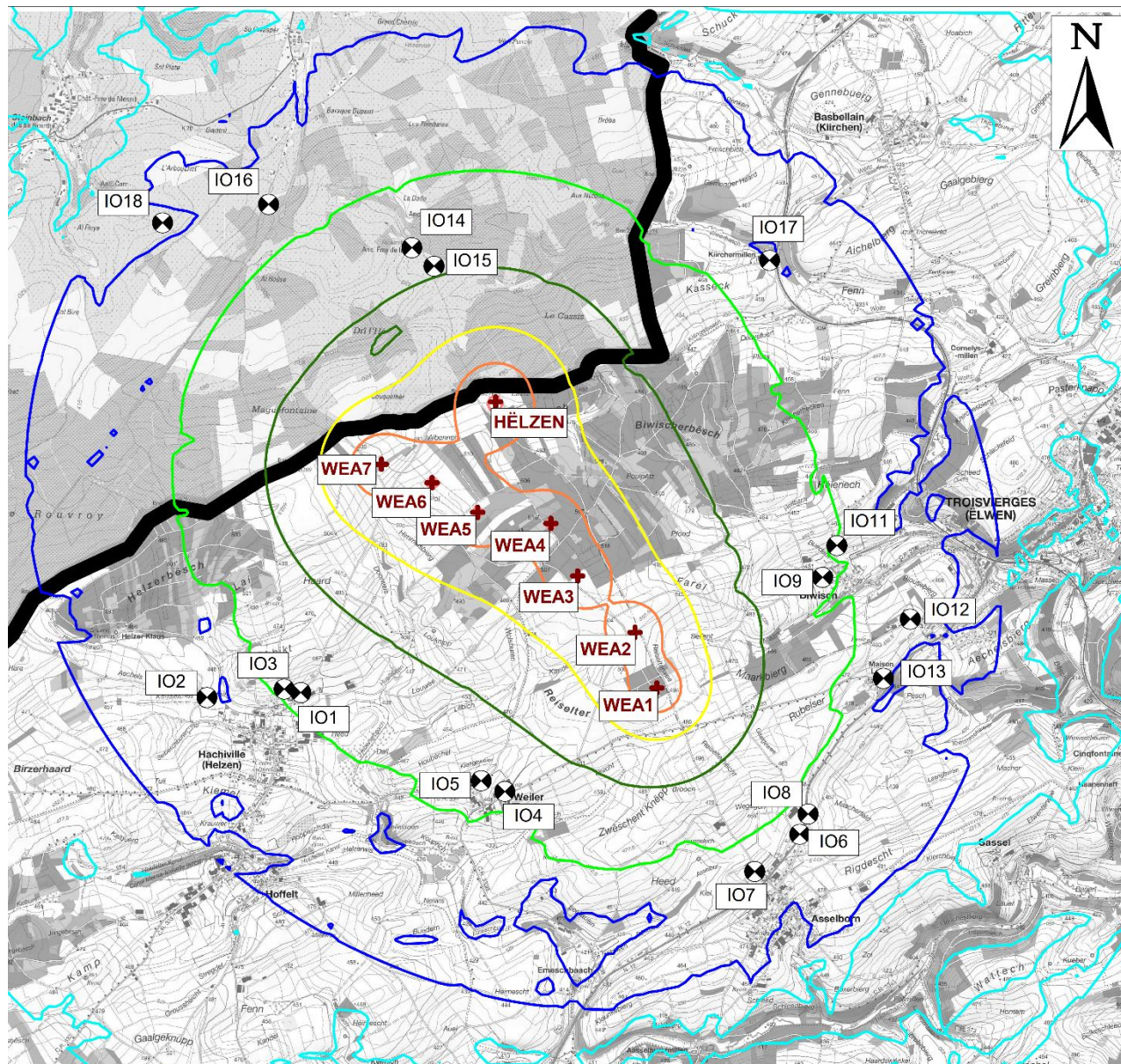
Calcul selon ISO 9613
Température: 10°C
Humidité relative: 70%
Courbes isophones à 4.0m du sol
Grille de calcul au 50.0m

Niveaux sonores



Légende





Cartographie sonore Projet Hélsen

Nordex P6
Période de nuit
LpA,G,o [dBA]

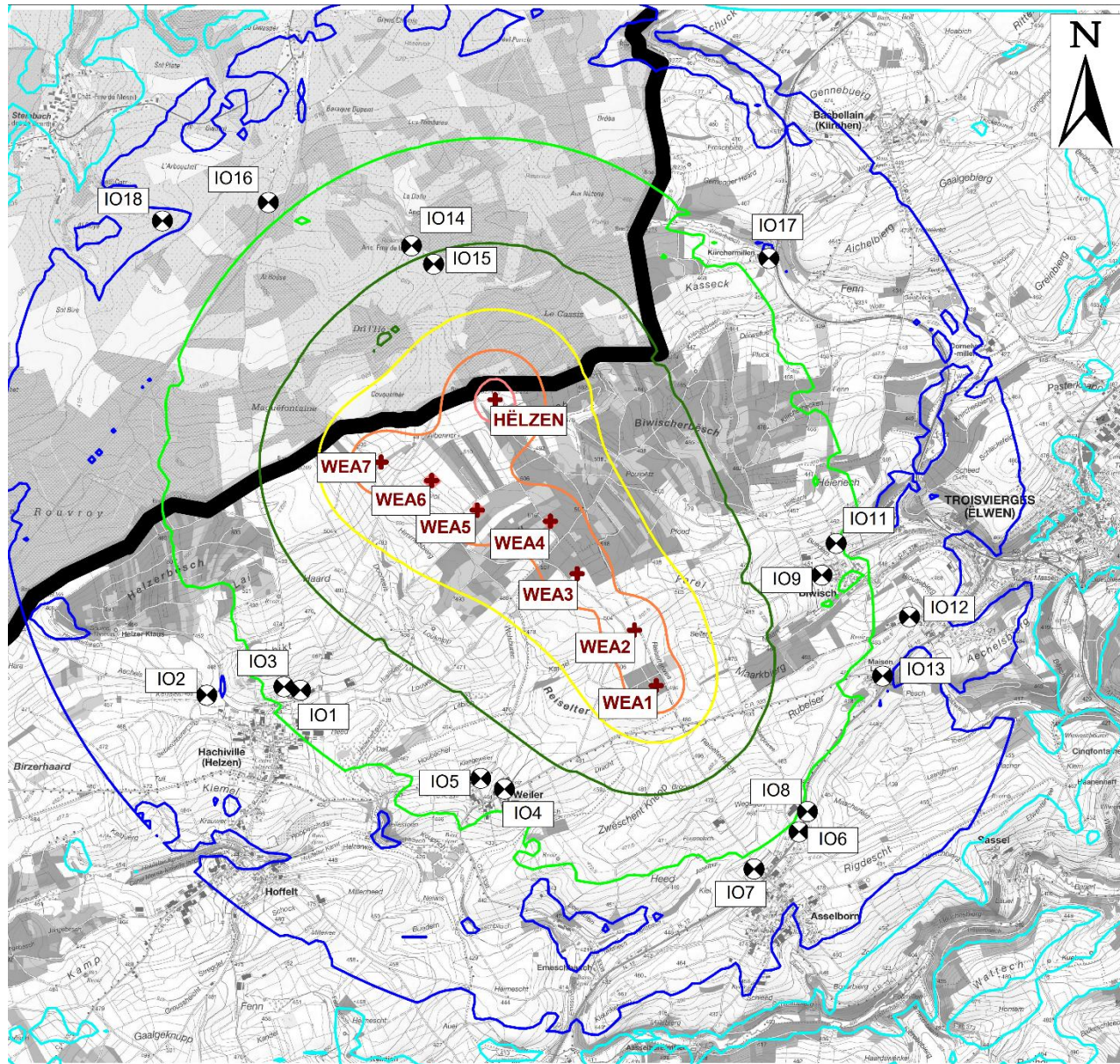
Calcul selon ISO 9613
Température: 10°C
Humidité relative: 70%
Courbes isophones à 4.0m du sol
Grille de calcul au 50.0m

Niveaux sonores

- = 20 dBA
- = 25 dBA
- = 30 dBA
- = 35 dBA
- = 40 dBA
- = 45 dBA
- = 50 dBA
- = 55 dBA
- = 60 dBA
- = 65 dBA
- = 70 dBA

Légende

- + Point Source
- Building
- Receiver

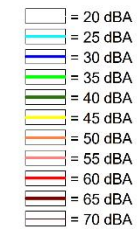


Cartographie sonore Projet Hëlzen

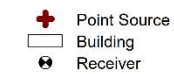
Nordex PV
Période de jour
LpA,G,o [dBA]

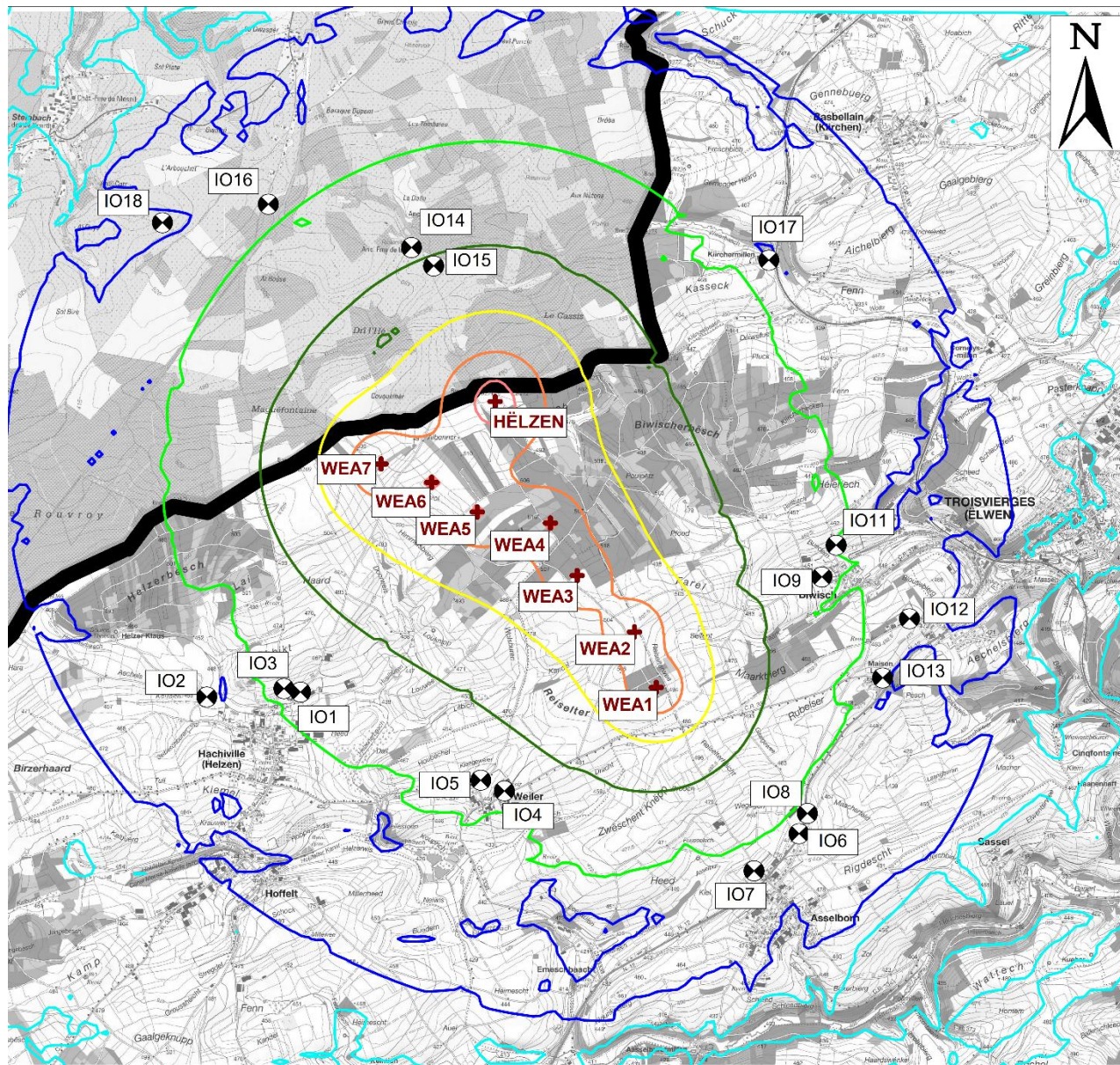
Calcul selon ISO 9613
Température: 10°C
Humidité relative: 70%
Courbes isophones à 4.0m du sol
Grille de calcul au 50.0m

Niveaux sonores



Légende



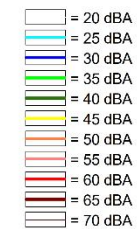


Cartographie sonore Projet Hélsen

Nordex PV
Période de nuit
LpA,G,o [dBA]

Calcul selon ISO 9613
Température: 10°C
Humidité relative: 70%
Courbes isophones à 4.0m du sol
Grille de calcul au 50.0m

Niveaux sonores



Légende



6 Analyse de conformité suivant la réglementation wallonne

Dans cette section, la conformité vis-à-vis de l'arrêté du gouvernement wallon est étudiée pour les points récepteurs situés en Belgique, à savoir : IO14, IO15, IO16 et IO18. Le Tableau 18 présente les cibles sonores à respecter suivant le règlement wallon, aux points récepteurs précités.

Tableau 18 : Cibles sonores pour les récepteurs en Wallonie – règlement wallon

Point	Zone	Période		
		Jour 7h-19h	Transition (6h-7h ; 19h-22h) Dimanche et jours fériés : 6h-22h	Nuit 22h-6h
IO14	II	45	45	43
IO15	II	45	45	43
IO16	II	45	45	43
IO18	I	45	43	43

L'analyse, suivant la réglementation wallonne, a été réalisée en considérant la puissance acoustique maximale de l'éolienne HËLZEN (en PV suivant le Tableau 9) et en tenant compte de l'incertitude $s_{pA,i}$ de 3 dB, de manière à se placer dans le cas le plus défavorable. Les résultats sont présentés dans les Tableau 19 et Tableau 20.

Tableau 19 : Analyse de conformité en Wallonie – Enercon – sans bridage

Point	Valeurs maximales autorisées (dBA)			Niveau sonore $L_{pA,G,o}$ (dBA)		
	Jour	Transition	Nuit	Jour	Transition	Nuit
IO14	45	45	43	39	39	39
IO15	45	45	43	40	40	40
IO16	45	45	43	34	34	34
IO18	45	43	43	27	27	27

Tableau 20 : Analyse de conformité en Wallonie – Nordex – sans bridage

Point	Valeurs maximales autorisées (dBA)			Niveau sonore $L_{pA,G,o}$ (dBA)		
	Jour	Transition	Nuit	Jour	Transition	Nuit
IO14	45	45	43	39	39	39
IO15	45	45	43	41	41	41
IO16	45	45	43	34	34	34
IO18	45	43	43	28	28	28

La conformité suivant le règlement wallon est vérifiée pour les points situés en Wallonie. Si celui-ci était à respecter pour ce projet, aucun bridage ne serait requis (quelle que soit la période et quel que soit le point de fonctionnement).

7 Incidences des infrasons et des basses fréquences émises par des éoliennes

La réponse de l'oreille humaine couvre les sons de fréquence allant de 20 à 20 000 Hz. Les sons dont la fréquence se situe en dessous de 20 Hz sont appelés des infrasons. L'être humain est continuellement exposé à des infrasons émis par des sources naturelles (vent, vagues de l'océan, éruptions volcaniques et tout phénomène créant des oscillations lentes des particules d'air) ou des sources créées par l'Homme (grosses machines à combustion, gros systèmes de ventilation, ou encore des explosions).

Bien que les infrasons se situent dans une gamme de fréquences qui est généralement admise comme étant inaudible, lorsque leur intensité est suffisamment élevée, les infrasons peuvent tout de même être audibles. Les effets des basses fréquences et infrasons sur la santé et les nuisances qu'elles engendrent sont bien documentés (National Toxicology Program, 2001; Leventhall, 2003). Il est toutefois reconnu pour les infrasons que ces effets n'apparaissent que lorsque leur intensité est élevée.

Dans le cas d'éoliennes modernes, il a été établi dans plusieurs études et publications, que le son émit, dans le domaine des infrasons, est nettement inférieur au seuil d'audition et n'a, par conséquent, aucun impact direct sur la santé (afsset, 2008; Leventhall, 2006; Leventhall, 2017; van den Berg & van Kamp, 2017).

Pour ce qui est des basses fréquences (dans le domaine audible), le bruit émis par des éoliennes ne représente généralement pas une gêne, excepté dans des conditions d'air entrant inhabituellement turbulent (Leventhall, 2006). Cela dit, la gêne issue de ce son basse fréquence, liée à un écoulement turbulent, est souvent masquée par l'apparition d'un son fluctuant généré à chaque passage de pale, lié à la modulation d'amplitude du bruit aérodynamique, aussi appelé « swish ». Ce « swish », qui peut représenter une source de gêne et de stress, est appelé à tort « infrason » ou « son basse fréquence » par ceux ayant peu de connaissances en acoustique. Cela dit, il est bien identifiable dans le domaine audible (typiquement entre 500 et 1000 Hz) et ne représente en aucun cas un infrason ou une basse fréquence. **Le swish audible entre 500 et 1000 Hz est bien couvert par les études sonores, que ce soit au niveau des relevés ou des modélisations.**

Il n'y a aucun effet direct connu sur la santé **lorsqu'il y a présence des faibles** niveaux de bruit audibles des éoliennes (incluant le « swish »). Cependant, du stress et une gêne peuvent se développer à partir de la réaction d'un individu aux turbines, notamment issue de la mauvaise association aux infrasons et de la peur et anxiété médiatique qui s'est développée autour des infrasons. Cette gêne, développée de manière indirecte, peut avoir un effet sur le sommeil et la santé (Leventhall, 2017). Le bruit du « swish » **entre 500 et 1000 Hz** nécessite donc une attention particulière, pour non seulement le réduire, mais aussi mieux comprendre son effet sur la gêne perçue et les effets indirects qui en découlent.

Les références détaillées des citations sont données en Annexe F.

8 Conclusions

La société EMCA est responsable d'un projet d'implantation d'une éolienne, projet Oekostroum Hëlzen. Deux modèles sont envisagés par EMCA pour cette éolienne (tous dotés des dispositifs de réduction de bruit avec des dentelures) :

- Enercon E-175 EP5-E3 ;
- Nordex N175.

L'étude a montré que la conformité vis-à-vis du règlement luxembourgeois est vérifiée pour les 2 modèles d'éoliennes envisagés si les modes d'exploitation décrits dans le tableau ci-dessous sont appliqués (ou tout autre mode avec une puissance acoustique inférieure ou égale).

Fabricant	Modèle	Point de fonctionnement P6		Point de fonctionnement PV	
		Période de jour	Période de nuit	Période de jour	Période de nuit
Enercon	E-175 EP5-E3	0s (LwA = 106.5 dBA)	NR02 (LwA = 104.5 dBA)	0s (LwA = 106.5 dBA)	0s (LwA = 106.5 dBA)
Nordex	N175	Mode 0 (LwA = 106.9 dBA)	Mode 4 (LwA = 105.0 dBA)	Mode 0 (LwA = 106.9 dBA)	Mode 0 (LwA = 106.9 dBA)

Ces bridages sont requis uniquement car un dépassement des valeurs limites luxembourgeoise en période de nuit, au point de fonctionnement P6, a été observé au récepteur IO15 situé en Belgique. Si la réglementation wallonne était à respecter pour ce point récepteur, et non la réglementation luxembourgeoise, l'analyse en section 6 a montré qu'aucun bridage ne serait nécessaire (quelle que soit la période et quel que soit le point de fonctionnement).

Selon Soft dB, la réglementation wallonne devrait être respectée pour les points récepteurs situés en Wallonie, et la réglementation luxembourgeoise devrait être respectée pour les points récepteurs au Luxembourg. Suivant ce raisonnement, aucun bridage ne devrait être appliqué pour cette éolienne.

Annexe A Règlements

- A-A.1 Le règlement du Grand-Ducal du 13 février 1979 concernant le niveau de bruit dans les alentours immédiats des établissements et des chantiers (repris ci-après) ;



RECUEIL DE LEGISLATION

A — N° 21

21 mars 1979

SOMMAIRE

Règlement grand-ducal du 13 février 1979 concernant le niveau de bruit dans les alentours immédiats des établissements et des chantiers	page 400
Règlement ministériel du 13 février 1979 portant organisation du service du contrôle des transports routiers	403
Loi du 27 février 1979 portant approbation du Protocole concernant un amendement de la Convention relative à l'Aviation civile internationale, signé à Montréal le 30 septembre 1977	404
Loi du 27 février 1979 portant règlement des honoraires des curateurs aux faillites clôturées pour insuffisance d'actif et des curateurs à successions vacantes	406
Loi du 27 février 1979 modifiant l'article 2 de la loi du 19 mars 1971 organisant le service des huissiers de justice	407
Règlement grand-ducal du 27 février 1979 portant suspension de l'alimentation du fonds communal de péréquation conjoncturale pour l'exercice budgétaire 1978	407
Règlement ministériel du 27 février 1979 fixant le programme de l'examen d'admission définitive et de promotion aux fonctions de la carrière moyenne de l'administration des Eaux et Forêts	408
Loi du 1er mars 1979 portant modification de la loi du 30 juillet 1960 concernant la création d'un fonds national de solidarité	409
Règlement grand-ducal du 1er mars 1979 portant fixation de la date de la première élection directe des représentants luxembourgeois au Parlement Européen	411
Règlement grand-ducal du 5 mars 1979 modifiant le règlement grand-ducal du 24 octobre 1978 relatif aux produits cosmétiques	411
Loi du 7 mars 1979 portant approbation de la Convention sur la responsabilité des hôteliers quant aux objets apportés par les voyageurs, signée à Paris, le 17 décembre 1962	412
.../...	



Règlement grand-ducal du 9 mars 1979 conférant des fonctions de police judiciaire aux préposés et agents du service de contrôle des transports routiers	416
Convention créant un livret de famille international, signée à Paris, le 12 septembre 1974 — Entrée en vigueur	417
Convention internationale sur l'élimination de toutes les formes de discrimination raciale, en date à New York, du 7 mars 1966 — Adhésion de la Gambie; Ratification d'Israël	418
Protocole portant amendement de la Convention unique sur les stupéfiants de 1961, signé à Genève, le 25 mars 1972 — Adhésion de l'Inde	418
Accord sur l'échange des mutilés de guerre entre les pays membres du Conseil de l'Europe aux fins de traitement médical, signé à Paris, le 13 décembre 1955 — Adhésion d'Israël; Etat des ratifications	418

Règlement grand-ducal du 13 février 1979 concernant le niveau de bruit dans les alentours immédiats des établissements et des chantiers.

Nous JEAN, par la grâce de Dieu, Grand-Duc de Luxembourg, Duc de Nassau;

Vu la loi du 21 juin 1976 relative à la lutte contre le bruit;

Vu l'avis de la Chambre de Commerce;

Vu l'avis de la Chambre des Métiers;

Considérant que l'avis de l'organisme faisant fonction de Chambre d'Agriculture a été demandé;

Notre Conseil d'Etat entendu;

De l'assentiment de la commission de travail de la Chambre des Députés;

Sur le rapport de Notre Ministre de l'Environnement et du Tourisme, de Notre Ministre de la Santé Publique, de Notre Ministre de l'Economie nationale et des Classes moyennes, de Notre Ministre de la Justice et après délibération du Gouvernement en Conseil;

Arrêtons:

Art. 1^{er}. Le présent règlement s'applique aux établissements et aux chantiers.

Art. 2. Au sens du présent règlement, on entend par:

- établissement: toute entreprise industrielle, artisanale, commerciale, agricole ou viticole, publique ou privée;
- chantier: tout chantier de construction, d'aménagement, de réparation, de terrassement ou d'entreposage, public ou privé;
- alentours immédiats: la limite de la propriété la plus proche, dans laquelle séjournent à quelque titre que ce soit des personnes soit de façon continue, soit à des intervalles réguliers ou rapprochés;
- zone: zone de bruit, déterminée d'après la situation de fait en relation avec le niveau sonore;
- agglomération: un ensemble d'au moins cinq maisons servant, d'une façon permanente ou pendant au moins trois mois dans l'année, à l'habitation humaine et situées dans un rayon de cent mètres;
- jour: espace de temps compris entre 7 et 22 heures;
- nuit: espace de temps compris entre 22 et 7 heures.



Art. 3. A l'intérieur des agglomérations, il est recommandé aux responsables des établissements et chantiers visés à l'article premier de ne pas dépasser dans les alentours immédiats les niveaux de bruit indiqués ci-après, suivant les distinctions établies en fonction de la nature du milieu d'habitat.

Zone	Niveau de bruit (dB(A))		Nature du milieu d'habitat
	jour	nuit	
I	45	35	hôpitaux, quartier de récréation
II	50	35	milieu rural, habitat calme, circulation faible
III	55	40	quartier urbain, majorité d'habitat, circulation faible
IV	60	45	quartier urbain avec quelques usines ou entreprises, circulation moyenne
V	65	50	centre ville (entreprises, commerces, bureaux, divertissements), circulation dense
VI	70	60	prédominance industrie lourde

Pour l'application du présent article aux établissements, à l'exclusion des chantiers, une propriété qui, quoique non bâtie actuellement, est susceptible d'être couverte par une autorisation de bâtir en vertu de la réglementation communale existante, est considérée comme propriété dans laquelle séjournent des personnes au sens de l'article 2 ci-dessus.

Art. 4. A l'extérieur des agglomérations, il est recommandé aux responsables des établissements et chantiers visés à l'article 1^{er} de ne pas dépasser dans les alentours immédiats les niveaux de bruit indiqués pour la zone VI à l'article 3.

Toutefois si le bruit émis par ces établissements et chantiers est perceptible à l'intérieur de l'agglomération, le niveau recommandable, mesuré à la limite de l'agglomération, est celui indiqué à l'article 3 pour la zone en question.

Art. 5. Pour les chantiers, les niveaux fixés dans les articles 3 et 4 peuvent être dépassés de
 20 dB(A) si les travaux durent moins de 1 mois
 15 dB(A) si les travaux durent entre 1 mois et 6 mois
 10 dB(A) si les travaux durent entre 6 mois et 1 an.

Art. 6. A l'intérieur des agglomérations, les travaux de chantier sont interdits la nuit.

Dans des circonstances spéciales sur demande à introduire avant le début des travaux, le Ministre ayant dans ses attributions l'Inspection du Travail et des Mines peut déroger à cette interdiction, l'Institut d'Hygiène et de Santé Publique entendu en son avis.

Dans ce cas, le maximum des niveaux de bruit prévus pour la nuit aux articles 3 et 4 est applicable.

Sauf indication contraire dans l'arrêté ministériel d'autorisation les augmentations du niveau de bruit, prévues à l'article 5, ne sont pas d'application.

Art. 7. Les niveaux de bruit sont déterminés d'après la méthode reprise à l'annexe du présent règlement.



Art. 8. Il est défendu de dépasser de façon permanente ou à intervalles réguliers de plus de 10 dB(A) les niveaux de bruit recommandés aux articles 3, 4 et 5.

Art. 9. Le présent règlement ne déroge pas aux conditions particulières plus sévères que l'autorité compétente peut imposer en vertu des dispositions de l'arrêté grand-ducal du 17 juin 1872 concernant le régime de certains établissements réputés dangereux, insalubres ou incommodes.

Art. 10. Si une zone change de nature, de façon à rendre plus sévères les critères du bruit à observer par les établissements qui s'y trouvent, ces établissements disposent d'une période de trois ans pour se conformer aux nouvelles obligations. Au-delà de cette période de trois ans les dispositions de l'alinéa 2 de l'article 11 ci-dessous sont applicables.

Art. 11. Le Ministre ayant dans ses attributions l'environnement peut dispenser, pour une durée de trois ans, les établissements qui sont en service au moment de l'entrée en vigueur du présent règlement de l'observation des critères fixés à l'article 3. La dispense est censée accordée, si un mois après l'introduction de la demande écrite une décision négative n'est pas notifiée au demandeur.

Exceptionnellement le Ministre peut accorder une dispense pour une période allant jusqu'à dix ans, s'il s'agit d'un établissement qui présente un intérêt économique certain pour le pays ou la région dans laquelle il est implanté et si l'observation des critères fixés à l'article 3 n'est techniquement pas réalisable ou si elle nécessite des transformations risquant de compromettre gravement la compétitivité de l'établissement.

Toutefois pendant les périodes transitoires prévues aux alinéas 1 et 2 ci-dessus les établissements ayant obtenu une dispense ne peuvent en aucun cas émettre un niveau de bruit supérieur à celui qu'ils ont émis au moment de l'entrée en vigueur du présent règlement. Les services créés et les installations et appareils mis en place après cette entrée en vigueur doivent répondre aux exigences de l'article 3.

Art. 12. Les infractions aux dispositions du présent règlement sont punies des peines prévues par la loi du 21 juin 1976 relative à la lutte contre le bruit.

Art. 13. Notre Ministre de l'Environnement et du Tourisme, Notre Ministre de la Santé Publique, Notre Ministre de l'Economie nationale et des Classes moyennes, et Notre Ministre de la Justice sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent règlement, qui sera publié au Mémorial. Il entrera en vigueur trois mois après cette publication.

Palais de Luxembourg, le 13 février 1979

Jean

*Le Ministre de l'Environnement
et du Tourisme,*

Josy Barthel

Le Ministre de la Santé Publique,

Emile Krieps

*Le Ministre de l'Economie nationale
et des Classes moyennes,*

Gaston Thorn

Le Ministre de la Justice,

Robert Krieps

Doc. parl. n° 2186, sess. ord. 1977-1978 et 1978-1979

A-A.2 Rapport d'activité du département de l'environnement

Zones éoliennes

En 2013, trois nouvelles éoliennes d'une puissance nominale unitaire de 2,3 MW ont été autorisées sur le territoire de la commune de Bourscheid.

La puissance éolienne installée, autorisée en vertu de la législation relative aux établissements classés s'élève fin 2013 à 80,1 MW.

Aucune demande d'autorisation relative à un nouveau parc éolien n'a été déposée en 2013. Toutefois, plusieurs projets sont en cours d'élaboration (voir chapitre 1.1.12 Dossiers soumis au règlement grand-ducal modifié du 7 mars 2003 concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés (EIE)).

Les critères d'appréciation appliqués aux projets éoliens dans le cadre de la loi modifiée du 10 juin 1999 relative aux établissements classés, notamment en ce qui concerne la lutte contre le bruit, ont été adaptées en 2013 suite à une réévaluation critique des critères d'appréciation appliqués jusqu'à lors (Etude TÜV Rheinland n° 936/21219826/10 du 18 juillet 2013 et intitulée "Geräuschentwicklung von Windenergieanlagen - Grundlagen zur Beurteilung des Lärmimpakts").

La nouvelle approche considère des valeurs limites différentes en fonction de la nature du milieu d'habitat constatée dans les alentours immédiats d'une éolienne et en fonction des périodes « jour » et « nuit ». Elle peut être résumée comme suit:

A la limite de la propriété la plus proche bâtie ou susceptible d'être couverte par une autorisation de bâtir en vertu de la réglementation communale existante, dans laquelle séjournent à quelque titre que ce soit des personnes soit de façon continue, soit à des intervalles réguliers ou rapprochés, les niveaux de bruit en provenance du parc éolien ne

doivent pas dépasser en son point de fonctionnement le plus bruyant les valeurs définies dans le tableau suivant

Zone	entre 700 h et 2200 h dB(A)Leq(1h)	entre 2200 h et 700 h dB(A)Leq(1h)
A	38	35
B	43	40
C	45	42
D	50	45
E	45	42

- A : zone correspondant à la zone I telle que définie par l'article 3 du règlement grand-ducal modifié du 13/02/1979 concernant le niveau de bruit dans les alentours immédiats des établissements et des chantiers;
- B : zone correspondant aux zones II et III telles que définies par l'article 3 du règlement grand-ducal modifié du 13/02/1979;
- C : zone correspondant aux zones IV et V telles que définies par l'article 3 du règlement grand-ducal modifié du 13/02/1979.
- D : zone correspondant à la zone VI telle que définie par l'article 3 du règlement grand-ducal modifié du 13/02/1979.
- E : maisons d'habitations situées à l'extérieur d'une agglomération telle que définie par l'article 2 du règlement grand-ducal modifié du 13/02/1979.

Aux mêmes endroits, les niveaux de bruit en provenance du parc éolien ne doivent pas dépasser jusqu'à des vitesses de vent de 6 m/s à 10 m de hauteur [vs,REF(h=10m)] les valeurs définies dans le tableau suivant

Zone	entre 700 h et 2200 h dB(A)Leq(1h)	entre 2200 h et 700 h dB(A)Leq(1h)
A	38	35
B	40	37
C	42	39
D	47	42
E	42	39

Les limites précitées doivent être observées par les éoliennes existantes et projetées. Pour la période nocturne, l'impact d'autres établissements soumis aux dispositions du règlement grand-ducal modifié du 13/02/1979 doit, le cas échéant, être considéré endéans les zones I - IV.

Un relevé des parcs éoliens autorisés est publié sur le site Internet du ministère. Un relevé des parcs éoliens autorisés est publié sur le portail Internet emwelt.lu.

A-A.3 L'arrêté du Gouvernement Wallon portant conditions sectorielles relatives aux parcs éoliens d'une puissance totale ou supérieure à 0,5 MW du 25 février 2021

29/03/2022 10:47

Législation/conditions sectorielles relatives aux parcs d'éoliennes

25 février 2021 - Arrêté du Gouvernement wallon portant conditions sectorielles relatives aux parcs d'éoliennes d'une puissance totale supérieure ou égale à 0,5 MW et modifiant l'arrêté du Gouvernement wallon du 4 juillet 2002 arrêtant la liste des projets soumis à étude d'incidences, des installations et activités classées ou des installations ou des activités présentant un risque pour le sol (M.B. 27.04.2021)

Le Gouvernement wallon,

Vu le décret du 11 mars 1999 relatif au permis d'environnement, articles 3, 4, 5, 7 à 9, et 55, § 1er ;

Vu l'arrêté du Gouvernement wallon du 4 juillet 2002 arrêtant la liste des projets soumis à étude d'incidences, des installations et activités classées ou des installations ou des activités présentant un risque pour le sol ;

Vu le rapport du 19 février 2018 établi conformément à l'article 3, 2°, du décret du 11 avril 2014 visant à la mise en oeuvre des résolutions de la Conférence des Nations unies sur les femmes à Pékin de septembre 1995 et intégrant la dimension du genre dans l'ensemble des politiques régionales ;

Vu l'avis n° 68.292/4, du Conseil d'Etat, donné le 15 décembre 2020, en application de l'article 84, § 1er, alinéa 1er, 2°, des lois sur le Conseil d'Etat, coordonnées le 12 janvier 1973 ;

Considérant la directive 2001/42/CE du Parlement européen et du Conseil du 27 juin 2001 relative à l'évaluation des incidences de certains plans et programmes sur l'environnement qui impose, pour les plans et programmes ayant préalablement été qualifiés comme tels, qu'il soit procédé par l'auteur du plan à la réalisation d'une procédure d'évaluation des incidences du plan ou du programme sur l'environnement préalablement à son adoption ;

Considérant que le Gouvernement wallon a adopté en date du 11 juillet 2013 le "Cadre de Référence pour l'implantation d'éoliennes en Wallonie", lequel fixe les orientations stratégiques en termes de développement de projets éoliens en Région wallonne ;

Considérant le règlement (UE) 2018/842 du Parlement européen et du Conseil du 30 mai 2018 relatif aux réductions annuelles contraignantes des émissions de gaz à effet de serre par les Etats membres de 2021 à 2030 contribuant à l'action pour le climat afin de respecter les engagements pris dans le cadre de l'accord de Paris et modifiant le règlement (UE) n° 525/2013 (...), imposant à la Belgique une obligation de diminution des émissions de gaz à effet de serre de trente-cinq pour cent pour le secteur non ETS, par rapport aux niveaux d'émission de 2005 ;

Considérant que la contribution wallonne définitive au Plan National Energie Climat de la Belgique approuvée par le Gouvernement wallon du 28 novembre 2019 conformément au règlement (UE) 2018/1999 du Parlement européen et du Conseil du 11 décembre 2018 sur la gouvernance de l'union de l'énergie et de l'action pour le climat, modifiant les règlements (CE) n° 663/2009 et (CE) n° 715/2009 du Parlement européen et du Conseil, les directives 94/22/CE, 98/70/CE, 2009/31/CE, 2009/73/CE, 2010/31/UE, 2012/27/UE et 2013/30/UE du Parlement européen et du Conseil, les directives 2009/119/CE et (UE) 2015/652 du Conseil et abrogeant le règlement (UE) n° 525/2013 du Parlement européen et du Conseil, vise une diminution des émissions de gaz à effet de serre de trente-sept pour le secteur non ETS en Région wallonne, par rapport aux niveaux d'émission de 2005 ;

Considérant que le Gouvernement wallon vise, à travers sa Déclaration de Politique Régionale wallonne 2019-2024, une réduction des émissions de gaz à effet de serre de cinquante-cinq pour cent par rapport à 1990 d'ici 2030 ;

Considérant que la contribution wallonne définitive au Plan national Energie Climat de la Belgique approuvée par le Gouvernement wallon du 28 novembre 2019 conformément au règlement (UE) 2018/1999 du Parlement européen et du Conseil du 11 décembre 2018 sur la gouvernance de l'union de l'énergie et de l'action pour le climat, modifiant les règlements (CE) n° 663/2009 et (CE) n° 715/2009 du Parlement européen et du Conseil, les directives 94/22/CE, 98/70/CE, 2009/31/CE, 2009/73/CE, 2010/31/UE, 2012/27/UE et 2013/30/UE du Parlement européen et du Conseil, les directives 2009/119/CE et (UE) 2015/652 du Conseil et abrogeant le règlement (UE) n° 525/2013 du Parlement européen et du Conseil, vise une part des énergies renouvelable dans la consommation finale brute de vingt-trois virgule cinq pour cent à l'horizon 2030 avec un objectif pour l'éolien de 4600GWh/an ;

Considérant, au vu des éléments exposés ci-avant, que le déploiement du parc éolien en Région wallonne constitue une nécessité, destinée à répondre à un engagement de production d'énergie renouvelable à l'horizon 2030 et que, de ce fait, les parcs éoliens constituent des projets d'intérêt public, venant en soutien ou en remplacement de sources d'énergie plus attentatoires à l'environnement ;

Que cet intérêt public est par ailleurs marqué par la nécessité de garantir à la Région wallonne un approvisionnement énergétique suffisant et indépendant des énergies fossiles ;

Considérant qu'il s'impose tout à la fois de rencontrer durablement les intérêts énergétiques, économiques et environnementaux de la Région wallonne ainsi que les intérêts de ses habitants ;

Considérant l'arrêt de la section du contentieux administratif du Conseil d'Etat n° 239.886 du 16 novembre 2017, lequel procède à l'annulation de l'arrêté du Gouvernement wallon du 13 février 2014 portant conditions sectorielles relatives aux parcs d'éoliennes d'une puissance totale supérieure ou égale à 0,5 MW, modifiant l'arrêté du Gouvernement wallon du 4 juillet 2002 relatif à la procédure et à diverses mesures d'exécution du décret du 11 mars 1999 relatif au permis d'environnement et modifiant l'arrêté du Gouvernement wallon du 4 juillet 2002 arrêtant la liste des projets soumis à étude d'incidences et des installations et activités classées ;

Considérant que tous les établissements classés sont soumis à l'arrêté du Gouvernement wallon du 4 juillet 2002 fixant les conditions générales d'exploitation des établissements visés par le décret du 11 mars 1999 relatif au permis d'environnement et notamment au chapitre VII ;

Que ce dernier a été rédigé de manière à pouvoir s'appliquer à une majorité d'établissements industriels ;

Qu'il impose à un établissement classé une limite de niveau sonore de 40 dBA durant la nuit lorsque la mesure à l'immission

environnement.wallonie.be/legis/pe/pesect081.html

1/11

est effectuée en zone d'habitat ou d'habitat à caractère rural ;

Considérant que tout établissement classé est asservi aux objectifs de la protection de l'environnement du fait de son exploitation ;

Qu'il est donc nécessaire de pourvoir les activités et installations de production d'énergie éolienne de conditions d'exploitations adaptées ;

Qu'il s'impose dès lors d'établir de nouvelles conditions sectorielles d'exploitation imposant, pour les éoliennes, des normes maximales de bruit à l'immission ;

Qu'à ce titre, s'il apparaît judicieux de conserver la philosophie qui avait présidé à l'adoption des conditions générales et des précédentes conditions sectorielles éoliennes annulées par le Conseil d'Etat, il importe néanmoins, pour les premières, de s'en écarter de façon marginale pour encadrer au plus juste l'exploitation des établissements en question et, pour les secondes, d'en adopter de nouvelles en tenant compte des obligations afférentes en matière d'évaluation des incidences environnementales pour les actes qualifiés de plans et programmes ;

Considérant que les dispositions reprises dans le présent arrêté ont fait l'objet d'une procédure d'évaluation de leurs incidences sur l'environnement par application des articles D.52 à D.61 du Livre Ier du Code de l'Environnement ;

Considérant le rapport sur les incidences environnementales adopté en date du 9 janvier 2020 par le Gouvernement wallon sur les deux projets de plans, dont celui relatif au présent arrêté, qui constitue la documentation relative au plan ou programme mettant évidence ses effets sur l'environnement ;

Que ce rapport a permis de mettre en évidence, à l'aide de nombreuses études scientifiques, les avantages et inconvénients des dispositions reprises dans le projet de plan établi par le Gouvernement wallon en procédant à leur évaluation scientifique au regard de leur impact sur l'environnement et sur la santé humaine ;

Considérant les avis, observations, réclamations et remarques formulés lors de la procédure d'enquête publique et de consultation publique sur les deux projets de plans, dont celui relatif au présent arrêté ;

Considérant la déclaration environnementale adoptée en date du 12 novembre 2020 par le Gouvernement wallon sur les deux projets de plans, dont celui relatif au présent arrêté, qui résume la manière dont les considérations environnementales ont été intégrées dans le plan ou le programme, et dont le rapport sur les incidences environnementales et les avis, observations, réclamations et remarques formulés lors de l'enquête publique et la consultation publique ont été pris en considération, ainsi que les raisons du choix du plan ou du programme tel qu'adopté, compte tenu des autres solutions raisonnables envisagées ;

Que sur base de la procédure d'évaluation des incidences environnementales, les présentes conditions sectorielles constituent un bon équilibre entre les préoccupations environnementales et de santé publique et le développement éolien et tiennent compte des meilleures technologies disponibles dans la mesure où les valeurs limites ont été fixées en prenant en considération, d'une part, les éoliennes les plus performantes disponibles actuellement sur le marché, en termes d'émissions sonores et de possibilités de moduler ses émissions en fonction de paramètres divers, comme par exemple la saison, la période de la journée, les conditions météorologiques, etc., et, d'autre part, des outils et méthodes prévisionnels et de contrôle des émissions et immissions sonores les plus évolués qui existent actuellement au niveau international : recommandations OMS, normes ISO 1996-2 et IEC 61400-11, etc. ;

Considérant la nécessité de remplacer la rubrique 40.10.01.04. à l'annexe Ire de l'arrêté du Gouvernement wallon du 4 juillet 2002 arrêtant la liste des projets soumis à étude d'incidences, des installations et activités classées ou des installations ou des activités présentant un risque pour le sol pour les éoliennes et les parcs d'éoliennes ;

Que cette nouvelle rubrique est relative à la production d'électricité pour les parcs d'éoliennes d'une puissance totale égale ou supérieure à 0,1 MW électrique et inférieure à 0,5 MW électrique, pour les parcs d'éoliennes d'une puissance totale égale ou supérieure à 0,5 MW électrique et inférieure à 3 MW électrique, pour les parcs d'éoliennes d'une puissance totale égale ou supérieure à 3 MW électrique ;

Que la constitution d'une rubrique est justifiée au regard, notamment, des changements climatiques causés par les émissions massives de gaz à effet de serre (GES), lesquels sont devenus une préoccupation centrale en matière de protection de l'environnement. La communauté internationale a commencé à prendre des mesures spécifiques visant à réduire les émissions globales de GES. Pour atteindre les objectifs ambitieux fixés, le déploiement de parcs éoliens en Région wallonne répond à un engagement de production d'énergie renouvelable venant en soutien ou en remplacement de sources d'énergie plus attentatoires à l'environnement ;

Qu'il est important que cet objectif puisse être atteint dans le respect du cadre de vie, de la préservation des ressources environnementales, de la préservation de la santé humaine, et donc de l'environnement dans son ensemble... Pour ce faire, il est donc important pour l'exécutif régional wallon de compléter les outils juridiques encadrant l'exploitation des éoliennes en Région wallonne ;

Qu'en outre une telle rubrique existait déjà en vertu de l'arrêté du Gouvernement wallon du 13 février 2014 précité qui a été annulé par un arrêt rendu par le Conseil d'Etat en date du 16 novembre 2017 ;

Qu'il convient donc de l'intégrer, à nouveau, à des fins de protection de l'environnement et de sécurité juridique pour les permis existants ;

Considérant que, suivant l'article 9 du décret du 11 mars 1999 relatif au permis d'environnement : "Lorsqu'il arrête, modifie ou complète des conditions générales, sectorielles ou intégrales, le Gouvernement précise le délai dans lequel les nouvelles conditions s'appliquent aux établissements existants. A défaut de précision, les nouvelles conditions ne s'appliquent qu'aux établissements autorisés ou déclarés postérieurement à leur entrée en vigueur" ;

Considérant que les présentes conditions sectorielles doivent également s'appliquer aux parcs éoliens existants tels que définis dans le présent arrêté ;

Considérant qu'il est nécessaire de laisser un certain délai aux parcs éoliens existants afin de se conformer à la nouvelle norme ;

Considérant que le projet d'arrêté a été communiqué à la Commission européenne en date du 16 novembre 2020

conformément à l'article 6, § 1er, de la Directive (UE) 2015/1535 du Parlement européen et du Conseil du 9 septembre 2015 prévoyant une procédure d'information dans le domaine des normes et réglementations techniques et des règles relatives aux services de la société de l'information ;

Considérant que la Commission européenne a notifié des observations en date du 16 février 2020 (notification : 2020/0708/B) ; Que ces observations concernent exclusivement et uniquement l'article 37 et sa portée ; la Commission européenne craignant que la mesure ne soit pas suffisamment protectionniste à l'égard des espèces visées et, dans une certaine mesure, antagoniste avec la directive 2009/147/CE (directive Oiseaux) et la directive 92/43/CEE (directive Habitats) ;

Considérant que ces observations sont néanmoins non fondées en ce qu'elles méconnaissent la législation wallonne en vigueur en matière de préservation de l'environnement et de la biodiversité ; spécifiquement la loi du 12 juillet 1973 sur la conservation de la nature, le Livre 1er du Code de l'Environnement, le décret du 11 mars 1999 relatif au permis d'environnement, lequel autorise l'autorité compétente à prescrire des conditions particulières qui complètent les conditions générales et sectorielles dans le permis d'environnement, ainsi que l'arrêté du Gouvernement wallon du 4 juillet 2002 arrêtant la liste des projets soumis à étude d'incidences, des installations et activités classées ou des installations ou des activités présentant un risque pour le sol et l'arrêté du Gouvernement wallon du 4 juillet 2002 relatif à la procédure et à diverses mesures d'exécution du décret du 11 mars 1999 relatif au permis d'environnement ;

Considérant qu'ainsi qu'il a déjà pu être mentionné ci-avant, l'ensemble du dispositif du présent arrêté a fait l'objet d'une procédure d'évaluation des incidences conformément à la Directive 2001/42/CE du Parlement européen et du Conseil du 27 juin 2001 relative à l'évaluation des incidences de certains plans et programmes sur l'environnement, telle que transposée dans le Livre 1er du code de l'Environnement ;

Que la disposition commentée par la Commission a été scientifiquement étudiée dans le Rapport sur les Incidences Environnementales (Chapitre 06, pp. 149 et s.) et dans la déclaration environnementale ; Que spécifiquement les problèmes environnementaux liés aux zones revêtant une importance particulière pour l'environnement, telles que celles désignées conformément aux directives 79/409/C.E.E. et 92/43/C.E.E. ont été étudiés conformément à l'article D.56 du Livre 1er du code de l'Environnement (chapitre 04 du Rapport sur les Incidences Environnementales, pp. 115 et s.) ;

Qu'il en résulte que l'arrêté prévoit des mesures complémentaires à celles déjà existantes visant la protection de la biodiversité en général et, spécifiquement pour les chauves-souris, à réduire l'incidence négative de l'exploitation sur ces espèces ;

Qu'en complément, une évaluation au cas par cas, par projet, est réalisée, afin de prendre en compte les incidences potentielles sur les espèces et les habitats ; que l'évaluation des projets s'inscrit dans le cadre de la directive 2011/92/UE (modifiée par la Directive 2014/52/UE) qui établit le processus d'évaluation des incidences sur l'environnement (EIE) ; Que conformément au décret du 11 mars 1999 relatif au permis d'environnement, les projets éoliens sont soumis à une évaluation des incidences sur les habitats et espèces visés par les Directives 92/43 et 2009/147 ; Que ces évaluations doivent permettre d'évaluer si les projets sont susceptibles d'impacter de manière notable les espèces et habitats, et le cas échéant de formuler des recommandations en vue d'éviter, réduire ou compenser les incidences ;

Que, d'ailleurs, la disposition commentée par la commission peut être complétée par des conditions particulières qui permettront, notamment en fonction des meilleures techniques disponibles, de renforcer les mesures d'atténuation déjà instaurées par le cadre légal existant, pour tenir compte des spécificités locales ;

Qu'enfin les mesures de suivi, imposées dans le cadre de la procédure d'évaluation des plans et programmes, assurent que les nouvelles recherches seront prises en compte en vue d'adopter des mesures de conservation nécessaires pour faire en sorte que les mises à mort involontaires n'aient pas une incidence négative sur les espèces en question ;

Qu'en ce qui concerne les sites Natura2000, le CoDT et le cadre de référence excluent toute implantation d'éoliennes dans les périmètres des sites reconnus en vertu de la loi du 12 juillet 1973 sur la conservation de la nature qui comprennent les sites Natura2000 ; Que pour ce qui concerne les projets situés en dehors de ces sites mais qui pourraient avoir un impact significatif sur ceux-ci, une évaluation appropriée des incidences sera imposée ; que, suivant les résultats de cette évaluation, l'autorité pourra, soit assortir le permis autorisant le projet de conditions particulières appropriées de façon à s'assurer qu'il ne soit pas susceptible d'affecter le site de manière significative, individuellement ou en conjugaison avec d'autres plans ou projets, soit refuser le permis si aucune condition n'est à même d'éviter l'effet visé ;

Sur la proposition de la Ministre de l'Environnement ;

Après délibération,

Arrête :

CHAPITRE 1er. - Champ d'application et définitions

Article 1er. Les présentes conditions sectorielles s'appliquent aux parcs d'éoliennes dont la puissance totale est égale ou supérieure à 0,5 MW électrique, visés aux rubriques 40.10.01.04.02 et 40.10.01.04.03 de l'annexe Ire de l'arrêté du Gouvernement wallon du 4 juillet 2002 arrêtant la liste des projets soumis à étude d'incidences, des installations et activités classées ou des installations ou des activités présentant un risque pour le sol.

Art. 2. Pour l'application du présent arrêté, l'on entend par :

1° cabine de tête : l'installation faisant partie intégrante du parc d'éoliennes et réalisant la liaison entre les câbles acheminant l'électricité produite par les éoliennes, en moyenne tension, et le câble de connexion au poste de raccordement au réseau électrique ;

2° bridage acoustique : limitation volontaire de la vitesse de rotation de l'éolienne, destinée à réduire le bruit émis ;

- 3° vitesse nominale : la vitesse de rotation de l'éolienne qui correspond à la puissance maximale de la machine, telle que prévue par le constructeur ;
- 4° vitesse de décrochage : la vitesse maximale du vent, fixée par le constructeur, au-delà de laquelle l'éolienne est automatiquement arrêtée, pour des raisons de sécurité ;
- 5° survitesse : la vitesse de rotation des parties tournantes de la machine supérieure à la valeur maximale indiquée par le constructeur ;
- 6° distance d'effet maximale de l'éolienne : la distance de projection d'une pale entière, en cas de rupture, pour une survitesse correspondant au double de la vitesse nominale de rotation ;
- 7° fonctionnaire chargé de la surveillance : l'agent visé par l'article R.87 du Livre Ier du Code de l'Environnement ;
- 8° mise en service de l'éolienne : l'injection de l'énergie produite dans le réseau ;
- 9° parc d'éoliennes existant : le parc éolien dûment autorisé avant l'entrée en vigueur du présent arrêté ;
- 10° habitat : construction autorisée destinée à la résidence qu'elle soit permanente, secondaire ou occasionnelle ;
- 11° ombre mouvante : l'effet de « battements d'ombre », produit par l'ombre des pales en mouvement lors de chaque passage régulier devant le soleil ;
- 12° zone sensible à l'ombre mouvante : toute zone intérieure d'une construction autorisée dans laquelle, soit, une personne séjourne habituellement, soit, exerce une activité régulière, et qui subit un effet d'ombre mouvante ;
- 13° abords d'une éolienne : la zone circulaire de diamètre du rotor et centrée sur le mât, comprenant l'aire de montage et les chemins d'accès ;
- 14° Ministre : le Ministre qui a l'environnement dans ses attributions.

CHAPITRE II. - Construction

Art. 3. Les éoliennes sont conformes à la norme de la Commission électrotechnique internationale CEI 61400 relative aux aérogénérateurs et ses normes dérivées. L'exploitant tient à disposition du fonctionnaire chargé de la surveillance tout document attestant de la conformité des éoliennes à la norme précitée.

CHAPITRE III. - Exploitation

Art. 4. Le site dispose en permanence d'une voie d'accès carrossable entretenue. Les abords de l'installation placés sous le contrôle de l'exploitant sont maintenus en bon état de propreté.

Art. 5. En dehors des besoins requis pour la maintenance, aucun dispositif d'éclairage ne peut être allumé durant la nuit au pied de l'éolienne, ni à ses abords.

Art. 6. Seules les personnes dûment autorisées par l'exploitant ou un de ses délégués peuvent avoir accès à l'intérieur des éoliennes.

Art. 7. Les accès à l'intérieur de chaque éolienne, aux postes de transformation externes éventuels et à la cabine de tête sont maintenus fermés à clef.

Art. 8. L'exploitant établit les consignes d'exploitation de l'ensemble des installations.

Les consignes d'exploitation de l'ensemble des installations comprennent, notamment :

- 1° les contrôles à effectuer aux installations en marche normale et à la suite d'un arrêt pour travaux de modification, de réparation ou d'entretien de façon à permettre en toutes circonstances le respect des conditions d'exploiter ;
- 2° les modes opératoires ;
- 3° la fréquence de contrôle des dispositifs de sécurité et de traitement des pollutions et nuisances générées ;
- 4° les instructions de maintenance et de nettoyage ;
- 5° la fréquence des contrôles de l'étanchéité de la nacelle.

Ces consignes d'exploitation sont annexées au registre visé à l'article 28.

Art. 9. Le champ magnétique induit à l'extérieur de l'éolienne et à l'intérieur de l'établissement par les câbles électriques, mesuré à un mètre et demi du sol, ne peut dépasser la valeur limite de cent microteslas.

Art. 10. § 1er. Les effets des ombres mouvantes générés par le fonctionnement des éoliennes sont limités à trente heures/an et trente minutes/jour pour toute zone sensible à l'ombre mouvante.

§ 2. Lorsque les effets d'ombre mouvante calculés selon l'approche du « cas le plus défavorable » sont supérieurs aux seuils définis au paragraphe 1er, l'exploitant utilise tous les moyens disponibles permettant de réduire l'exposition à l'ombre mouvante afin de respecter ces limites.

Le « cas le plus défavorable » est caractérisé par les paramètres suivants :

- 1° le soleil brille du matin au soir (ciel continuellement dégagé) ;
- 2° les éoliennes fonctionnent en permanence (vitesse du vent toujours dans la gamme de fonctionnement des éoliennes et disponibilité de celles-ci à 100 %) ;
- 3° le rotor des éoliennes est toujours orienté perpendiculairement aux rayons du soleil.

§ 3. Les limites fixées au paragraphe 1er ne s'appliquent pas si l'ombre générée par le fonctionnement de l'installation n'affecte pas les occupants de la zone sensible à l'ombre mouvante. Dans ce cas, l'exploitant en apporte la preuve.

§ 4. Le Ministre peut définir la méthodologie prévisionnelle des niveaux d'ombre mouvante.

CHAPITRE IV. - Prévention des accidents et des incendies

Art. 11. Le fonctionnement du parc d'éoliennes est assuré par un personnel compétent disposant d'une formation adéquate portant, notamment, sur :

- 1° les risques spécifiques de l'éolien ;
- 2° les moyens mis en oeuvre pour les éviter ;
- 3° les procédures à suivre en cas d'urgence ;
- 4° les consignes de sécurité visées à l'article 12 ;
- 5° des exercices d'entraînement, le cas échéant, en lien avec les services de secours.

L'exploitant garde à la disposition du fonctionnaire chargé de la surveillance la preuve que chaque membre du personnel a bien reçu la formation de base.

Art. 12. Des consignes de sécurité sont établies par l'exploitant et portées à la connaissance du personnel en charge de l'exploitation et de la maintenance. Ces consignes indiquent :

- 1° les procédures d'arrêt d'urgence et de mise en sécurité de l'éolienne ;
- 2° les limites de sécurité de fonctionnement et d'arrêt ;
- 3° les modalités de mise en oeuvre des dispositifs d'isolement électrique de l'éolienne vis-à-vis du réseau de distribution électrique ;
- 4° les procédures d'alerte avec les numéros de téléphone :
 - a) du responsable d'intervention de l'établissement ;
 - b) de l'exploitant de la parcelle ;
 - c) des services de secours ;
 - d) du fonctionnaire chargé de la surveillance ;
 - e) de l'autorité communale du ressort.

Cette liste est annuellement mise à jour par l'exploitant.

Une copie de ces consignes de sécurité est annexée au registre visé à l'article 28.

Art. 13. L'exploitant affiche les prescriptions à observer par les tiers qui s'introduisent sur le site de l'établissement. Cet affichage se fait soit en caractères lisibles soit au moyen de pictogrammes, sur un panneau, placé sur l'éolienne, sur la cabine de tête, et le long des chemins d'accès aux éoliennes à une distance correspondant à une longueur de pale de l'éolienne.

Les prescriptions concernent notamment :

- 1° les consignes de sécurité à suivre en cas de situation anormale ;
- 2° l'interdiction de pénétrer dans l'éolienne et la cabine de tête ;
- 3° la mise en garde face au risque d'électrocution ;
- 4° la mise en garde face au risque de chute de glace ;

Une copie des prescriptions en caractères gras et de leurs révisions est tenue à la disposition du fonctionnaire chargé de la surveillance.

Art. 14. Un examen des brides de fixations, des brides de mât et de la fixation des pales est effectué avant la mise en exploitation du parc et est réitéré systématiquement tous les trois ans. Chaque examen donne lieu à un rapport de contrôle par l'organisme qui l'a effectué.

L'exploitant annexe une copie de tous les rapports au registre visé à l'article 28.

Art. 15. Chaque éolienne est équipée :

- 1° d'un système de sécurité positive mettant l'éolienne à l'arrêt en cas de défaillance du système de contrôle local ;
- 2° d'un système de détection qui permet d'alerter à tout moment l'exploitant ou un opérateur qu'il aura désigné, en cas d'incendie ou d'entrée en survitesse de l'éolienne ;
- 3° d'un système de protection contre la foudre et de détection de glace.

Ces systèmes sont testés à la mise en service et au moins une fois par an par le responsable d'exploitation ou son mandataire, en la présence d'un service externe pour les contrôles techniques sur le lieu de travail, ci-après dénommé « SECT ».

Un rapport de vérification est établi par le responsable d'exploitation ou son mandataire, auquel il est joint le rapport de mission établi par le SECT.

Les rapports sont annexés au registre visé à l'article 28.

Art. 16. L'éolienne est arrêtée dès que la vitesse du vent dépasse la vitesse de décrochage ou lorsque la formation de glace est détectée.

Art. 17. L'exploitant prend les dispositions nécessaires pour avertir les tiers du danger que constitue la présence continue de l'homme du fait de son activité ou de son logement dans la zone de surplomb des pales.

Art. 18. En cas de détection d'un incendie, la machine est immédiatement mise à l'arrêt et le service régional d'incendie est averti dans les meilleurs délais afin de sécuriser le périmètre correspondant à la zone circulaire centrée sur le mât dont le rayon correspond à la distance d'effet maximale de l'éolienne.

Art. 19. § 1er. L'exploitant prévoit du matériel permettant d'absorber l'huile en cas d'épanchement accidentel d'huile au sol en quantité suffisante et adéquate à l'intérieur de l'éolienne.

§ 2. La nacelle de l'éolienne est pourvue d'un système de rétention permettant de contenir tout épanchement accidentel survenant durant l'exploitation.

La capacité de rétention doit permettre de recueillir le volume total d'huile contenu dans les systèmes hydrauliques de l'éolienne.

§ 3. Par dérogation au paragraphe 2, lorsqu'il n'est techniquement pas possible d'équiper l'éolienne d'un dispositif de rétention permettant de recueillir l'épanchement d'huile de l'éolienne, l'exploitant prend des mesures de rétention équivalentes garantissant que les épanchements accidentels ne puissent pas polluer l'environnement.

Ces mesures sont immédiatement communiquées au fonctionnaire en charge de la surveillance de l'environnement.

CHAPITRE V. - Bruit

Section 1re. - Normes de niveau sonore

Art. 20. Par dérogation à la section 2 du chapitre VII de l'arrêté du Gouvernement wallon du 4 juillet 2002 fixant les conditions générales d'exploitation des établissements visés par le décret du 11 mars 1999 relatif au permis d'environnement, les limites de niveaux relatives aux émissions sonores d'un établissement sont définies dans le présent chapitre.

Art. 21. Les valeurs limites du niveau d'évaluation du bruit particulier (L_{Ar,part,1h}) sont établies en fonction de la zone d'immission dans laquelle les mesures sont effectuées et sont reprises au tableau suivant :

Zone d'immission dans laquelle les mesures sont effectuées		Valeurs limites (dBA)		
		Jour 7 h - 19 h	Transition 6 h - 7 h 19 h - 22 h Dimanche et jours fériés : 6h-22h	Nuit 22 h - 6 h
I	Zones d'habitat et d'habitat à caractère rural	45	43	43
II	Zones agricoles, forestières, d'espaces verts, naturelles et de parcs	45	45	43
III	Toutes zones, y compris les zones visées en I et II, lorsque le point de mesure est situé à moins de 500 m de la zone d'extraction, de dépendances d'extraction, d'activité économique industrielle ou d'activité économique spécifique, ou à moins de 200 m de la zone d'activité économique mixte, dans laquelle est totalement situé le parc éolien	55	50	45
IV	Zones de loisirs, de services publics et d'équipements communautaires	55	50	45

Lorsque les valeurs limites du niveau d'évaluation du bruit particulier (L_{Ar,part,1h}) visées à l'aliéna 1er sont dépassées, l'exploitant a recours au bridage acoustique ou utilise tout autre moyen technique permettant de les respecter.

Art. 22. Le Ministre peut définir des conditions et méthodes de mesures spécifiques au bruit de parcs d'éoliennes qui complètent les conditions de mesure du bruit définies à la section 3, du chapitre VII, de l'arrêté du Gouvernement wallon du 4 juillet 2002 fixant les conditions générales d'exploitation des établissements visés par le décret du 11 mars 1999 relatif au permis d'environnement.

Art. 23. Par dérogation à l'article 30 de l'arrêté du Gouvernement wallon du 4 juillet 2002 fixant les conditions générales d'exploitation des établissements visés par le décret du 11 mars 1999 relatif au permis d'environnement, les mesures peuvent être réalisées lorsque la vitesse du vent mesurée à la nacelle dépasse cinq m/s, pour autant qu'elle reste inférieure à cinq m/s à hauteur du microphone de mesure.

Art. 24. Il peut être dérogé à l'article 21 lorsque, durant l'étude de suivi acoustique de l'établissement visée à l'article 29, le bruit ambiant qui prévalait au point de mesures a empêché d'identifier le bruit particulier de l'établissement et que l'origine de ce bruit ambiant était étrangère à tout autre parc d'éoliennes. Dans ce cas, l'établissement est considéré conforme aux normes de niveau sonore. L'ambiance sonore du parc est consignée dans le rapport de suivi visé à l'article 31 transmis au fonctionnaire chargé de la surveillance.

Le Ministre peut définir les indicateurs caractérisant l'ambiance sonore, et leurs conditions d'évaluation.

Section 2. - Communication des paramètres et habilitation

Art. 25. L'exploitant mesure en permanence, au niveau de la nacelle de chaque éolienne du parc d'éoliennes, par périodes de dix minutes les données suivantes :

- 1° la vitesse moyenne et la vitesse maximale du vent, exprimées en m/s ou en km/h ;
- 2° la direction du vent exprimée en degrés ;
- 3° la puissance électrique produite, exprimée en kW ;
- 4° la vitesse moyenne et la vitesse maximale de rotation du rotor, exprimées en tours/minute.

L'exploitant transmet au fonctionnaire chargé de la surveillance ou à l'organisme ou au laboratoire agréé chargé du contrôle des niveaux sonores du parc d'éoliennes conformément à l'article 29, § 1er, les données visées à l'alinéa 1er relatives à toute période durant laquelle des mesures acoustiques sont effectuées.

Art. 26. Le laboratoire ou l'organisme agréé en matière de bruit chargé de contrôler le bruit particulier du parc d'éoliennes peut exiger l'arrêt temporaire des éoliennes du parc en vue d'évaluer le bruit particulier tel que défini à l'article 19 de l'arrêté du Gouvernement wallon du 4 juillet 2002 fixant les conditions générales d'exploitation des établissements visés par le décret du 11 mars 1999 relatif au permis d'environnement.

Il en va de même pour le fonctionnaire chargé de la surveillance dans l'exercice de ses missions.

CHAPITRE VI. - Contrôle, autocontrôle, autosurveillance

Section 1re. - Autocontrôles réalisés par l'exploitant

Art. 27. Avant la mise en service du parc d'éoliennes, l'exploitant réalise des essais permettant de s'assurer du fonctionnement correct de l'ensemble des équipements. Ces essais comprennent :

- 1° un arrêt ;
- 2° un arrêt d'urgence ;
- 3° un arrêt depuis un régime de survitesse ou une simulation de ce régime ;
- 4° un contrôle visuel du mât, des pales et des éléments susceptibles d'être impactés par la foudre.

Ces contrôles sont répétés à une fréquence annuelle.

Art. 28. § 1er. L'exploitant est tenu à l'exercice de l'autocontrôle de son établissement.

Il tient à la disposition du fonctionnaire chargé de la surveillance un registre dans lequel sont précisés :

- 1° la date des opérations d'entretien effectuées ;
- 2° la nature des opérations en question ;
- 3° les noms et fonction des personnes ayant réalisés ces opérations ;
- 4° les consignes visées aux articles 8 et 12 ;
- 5° les rapports des examens et tests visés aux articles 14, 15, 27 et 29.

§ 2. L'exploitant consigne au sein d'un même document intitulé « livret de bord » les rapports visés aux articles 31, 33, alinéa 3, et 37, § 3.

Section 2. - Contrôle des niveaux sonores

Art. 29. § 1er. Dans l'année suivant la première mise en service d'un établissement ou de son extension, l'exploitant fait réaliser, à ses frais, une étude de suivi acoustique de l'établissement. Cette étude concerne les émissions sonores de l'établissement.

Le délai de réalisation de l'étude de suivi est étendu à dix-huit mois, dans le cas où des mesures de bridage visant notamment à protéger la biodiversité sont mises en place sur le parc.

L'exploitant peut solliciter une prolongation de ce délai auprès du fonctionnaire chargé de la surveillance lorsque les circonstances l'exigent.

Les mesures de contrôle doivent être effectuées par un laboratoire ou un organisme agréé conformément à l'arrêté du Gouvernement wallon du 1er juillet 2010 relatif aux conditions et modalités d'agrément des laboratoires ou organismes en matière de bruit, catégories 1 et 2.

§ 2. La campagne de suivi acoustique est réalisée en au moins trois points d'immission représentatifs des différents sites exposés aux bruits de l'établissement.

§ 3. Le rapport de la campagne de suivi acoustique est transmis par courrier au fonctionnaire chargé de la surveillance avant l'expiration du délai fixé au paragraphe 1er. Ce rapport de suivi reprend les renseignements listés à l'article 29 de l'arrêté du Gouvernement wallon du 4 juillet 2002 fixant les conditions générales d'exploitation des établissements visés par le décret du 11 mars 1999 relatif au permis d'environnement.

Le Ministre peut fixer les informations complémentaires à faire figurer dans le rapport de suivi.

Art. 30. En application de l'article 24, en cas de modification suspecte de l'environnement sonore du parc, le fonctionnaire chargé de la surveillance peut exiger la réalisation d'une campagne de mesures de bruit visant exclusivement à réévaluer les indicateurs caractérisant l'ambiance sonore. L'étude visée est réalisée dans un délai de trois mois à dater de la demande formulée par le fonctionnaire chargé de la surveillance.

Le Ministre peut définir les méthodes et les conditions d'évaluation du contrôle des indicateurs caractérisant l'ambiance sonore.

Si cette campagne de mesures met en évidence une réduction de plus de trois dB de l'un des indicateurs caractérisant l'ambiance sonore, une nouvelle étude de suivi acoustique, telle que visée au présent article, peut être ordonnée par le fonctionnaire chargé de la surveillance. Le délai de réalisation de l'étude est celui fixé à l'article 29, § 1er, alinéa 2. Dans ce cas, le suivi acoustique ne porte que sur les points d'immission pour lesquels une réduction de trois dB des indicateurs caractérisant l'ambiance sonore est constatée.

Art. 31. Par application de l'article 21, alinéa 2, si le parc d'éoliennes doit faire l'objet de bridages acoustiques, l'exploitant envoie annuellement un rapport de suivi au fonctionnaire chargé de la surveillance.

Le Ministre peut fixer le contenu de ce rapport de suivi.

Section 3. - Contrôle des effets de l'apparition de l'ombre mouvante

Art. 32. Un rapport de suivi des effets de l'apparition de l'ombre mouvante est constitué pour chaque éolienne équipée d'un dispositif d'arrêt automatique ou d'un autre dispositif conformément à l'article 10, lié à ces effets.

Ce rapport de suivi comporte :

- 1° les éventuelles plaintes reçues par l'exploitation et une description des mesures de remédiation y apportées ;
- 2° la liste de toutes les zones sensibles à l'ombre mouvante avec leurs coordonnées, exprimées en Lambert belge ;
- 3° pour chaque zone sensible, un calendrier de l'ombre mouvante basé sur les hypothèses de calcul selon le cas le plus défavorable définies à l'article 10.

Art. 33. En cas d'application de l'article 10, § 1er, l'exploitant consigne annuellement dans le rapport de suivi les informations suivantes :

- 1° la quantité d'ombre mouvante atteinte pour chaque zone sensible dans le périmètre de quatre heures d'ombre mouvante calculé selon le cas probable ;
- 2° les mesures correctrices telles que les arrêts qui ont été mises en oeuvre, le cas échéant.

Lorsque qu'il constate que les valeurs limites d'exposition aux ombres mouvantes ont été dépassées dans une ou plusieurs zones sensibles à l'ombre mouvante durant l'année écoulée, l'exploitant joint au rapport de suivi la preuve que le fonctionnement de l'installation n'affecte pas les personnes occupant la zone sensible.

Le rapport de suivi est transmis par courrier annuellement au fonctionnaire chargé de la surveillance, à la date anniversaire du permis.

CHAPITRE VII. - Remise en état

Art. 34. En cas d'arrêt définitif de l'exploitation des éoliennes, les installations sont démantelées, les fondations sont détruites sur toute leur profondeur, à l'exception des pieux, et l'ensemble est évacué.

Art. 35. Le remblaiement est réalisé en prenant soin de disposer une couche arable en surface sur une hauteur équivalente à ce qui prévaut sur le site et conformément aux prescriptions de l'arrêté du Gouvernement wallon du 5 juillet 2018 relatif à la gestion et à la traçabilité des terres.

Lorsque l'éolienne est implantée dans une zone agricole, la couche arable en surface visée à l'alinéa 1er doit permettre l'exploitation agricole dans de bonnes conditions agronomiques.

Art. 36. Une sûreté est fournie pour toute exploitation d'un parc d'éoliennes.

Afin de fixer le montant de la sûreté, l'exploitant joint à sa demande de permis une estimation du coût de démantèlement par machine, compte tenu des obligations de remise en état des lieux et de remblaiement visé aux articles 34 et 35. Une révision du montant de la sûreté par l'autorité compétente peut avoir lieu lors de la détermination et de la communication du modèle d'éolienne mis en oeuvre par l'exploitant.

Le Ministre peut fixer les modalités d'estimation du montant de la sûreté et de sa révision.

Cette estimation ne préjudicie pas à la faculté de l'autorité compétente de réviser le montant du cautionnement, sur base de l'avis préalable des services du Département des Sols et des Déchets du Service public de Wallonie Agriculture, Ressources naturelles et Environnement.

CHAPITRE VIII. - Chiroptérofaune et avifaune

Art. 37. § 1er. L'éolienne est paramétrée de façon à permettre, entre le 1er avril et le 31 octobre, l'arrêt du rotor lorsque les conditions météorologiques, en termes de vent, de température, de pluviométrie, de lever et de coucher du soleil, sont optimales pour le vol, à hauteur de pales, des chauves-souris, lorsque des espèces de chauve-souris ont été recensées par l'évaluation des incidences sur l'environnement ou qu'une instance consultée dans le cadre de l'instruction du permis a mis en évidence la présence d'espèces de chauve-souris.

Les conditions particulières fixent le paramétrage de l'éolienne et définissent les conditions d'enclenchement du module d'arrêt.

Le paramétrage de l'éolienne tient compte :

1° des espèces recensées ;

2° des conditions météorologiques optimales pour le vol qui visent à englober un minimum de nonante pour cent de l'activité chiroptérologique, en fonction de l'espèce recensée, pendant la période du 1er avril au 31 octobre.

Iles sont modélisées sur base des contacts ultrasonores enregistrés pour chaque espèce de chauve-souris.

§ 2. Lorsque des incidences notables sur des espèces d'oiseaux indigènes ont été mises en évidence par l'évaluation des incidences sur l'environnement, ou par une instance consultée dans le cadre de l'instruction du permis, le permis est assorti de conditions particulières d'exploitation.

§ 3. Un rapport de contrôle reprenant les données relatives aux paramètres déclenchant l'arrêt de l'éolienne et précisant les périodes d'arrêt de celle-ci sera remis au terme des douze mois suivants la mise en oeuvre du permis, puis annuellement au Département de la Nature et des Forêts du Service Public de Wallonie Agriculture, Ressources naturelles et Environnement.

CHAPITRE IX. - Dispositions modificatives, transitoires et finales

Art. 38. A l'annexe Ire de l'arrêté du Gouvernement wallon du 4 juillet 2002 arrétant la liste des projets soumis à étude d'incidences, des installations et activités classées ou des installations ou des activités présentant un risque pour le sol, les rubriques 40.10.01.04., 40.10.01.04.02 et 40.10.01.04.03 sont remplacées par ce qui suit :

Numéro - Installation ou activité	Classe	EIE	Risque pour le sol	Organismes à consulter	Facteurs de division		
					ZH	ZHR	ZI
40.10.01.04. éolienne : dispositif électromécanique équipé d'une génératrice électrique dont le rotor est entraîné par une ou plusieurs pales, et qui transforme l'énergie cinétique du vent en énergie électrique ; Parc d'éoliennes : ensemble d'une ou de plusieurs éoliennes, délimité par un périmètre qui correspond au plus petit polygone convexe dans lequel sont inscrits les disques centrés sur les mâts dont le rayon est égal au rayon de giratoire du type d'éolienne installée, chaque côté dudit polygone étant tangent à deux disques. Un parc de deux éoliennes est inscrit dans un rectangle. Un parc d'une éolienne est totalement inscrit dans un cercle correspondant au rayon giratoire, centré sur l'axe du mât. 40.10.01.04.01. d'une puissance totale égale ou supérieure à 0,1 MW électrique et inférieure à 0,5 MW électrique	3						
40.10.01.04.02. d'une puissance totale égale ou supérieure à 0,5 MW électrique et inférieure à 3 MW électrique	2			DNF, DEBD			
40.10.01.04.03. d'une puissance totale égale ou supérieure à 3 MW électrique	1	X		DNF, DEBD			

Art. 39. § 1er. Le présent arrêté entre en vigueur dès sa publication au Moniteur belge.

§ 2. Par dérogation au paragraphe 1er, les dispositions prévues aux articles 10, § 2, 31 et 32 sont applicables aux établissements existants à compter d'un an après la date d'entrée en vigueur du présent arrêté.

§ 3. Par dérogation au paragraphe 1er, les dispositions prévues à l'article 19, § 2, et 33 sont applicables aux établissements existants deux ans après la date d'entrée en vigueur du présent arrêté.

§ 4. Par dérogation au paragraphe 1er, la disposition prévue à l'article 37, § 1er, est applicable aux parcs d'éoliennes existants dont les permis ne contiennent, lors de l'entrée en vigueur du présent arrêté, aucune disposition en matière de protection des chauves-souris, à compter de deux ans après l'entrée en vigueur du présent arrêté, à l'exception :

1° des parcs d'éoliennes existants pour lesquels l'évaluation préalable des incidences a conclu à l'absence d'impacts concernant les chiroptères ;

2° des parcs d'éoliennes existants pour lesquels une étude de suivi a été imposée et a conclu à l'absence d'impacts concernant les chiroptères.

Art. 40. § 1er. Les exploitants de parcs d'éoliennes existants font réaliser, à leurs frais, une étude de suivi acoustique de l'établissement. Cette étude concerne les émissions sonores de l'ensemble du parc d'éoliennes.

Le rapport de la campagne de suivi acoustique est transmis au fonctionnaire chargé de la surveillance, au plus tard dix-huit mois après l'entrée en vigueur du présent arrêté

§ 2. Par dérogation au paragraphe 1er, les suivis acoustiques transmis au fonctionnaire chargé de la surveillance antérieurement à l'entrée en vigueur du présent arrêté sont valables et les modes de fonctionnement préconisés doivent être maintenus. Si l'exploitant souhaite modifier ces modes de fonctionnement, il fait réaliser, à ses frais, une étude de suivi acoustique ou une nouvelle analyse des données collectées durant l'étude initiale, selon les modalités de l'article 22.

Lorsque, lors du suivi acoustique initial, le bruit ambiant a empêché d'identifier le bruit particulier de l'établissement, l'exploitant fait réévaluer à ses frais les indicateurs caractérisant l'ambiance sonore.

Ces données sont transmises au fonctionnaire chargé de la surveillance dans un délai d'un an à dater de l'entrée en vigueur du présent arrêté.

Les mesures acoustiques sont effectuées par un laboratoire ou organisme agréé conformément à l'arrêté du Gouvernement wallon du 1er juillet 2010 relatif aux conditions et modalités d'agrément des laboratoires ou organismes en matière de bruit, pour les catégories 1 et 2. La campagne de mesures est réalisée en minimum trois points d'immission représentatifs des différents sites exposés aux bruits des éoliennes.

Art. 41. A la date d'entrée en vigueur du présent arrêté, et sous réserve de l'application des dispositions transitoires fixées à l'article 39, les conditions particulières des permis relatifs aux établissements existants, moins protectrices de l'environnement que les dispositions du présent arrêté, sont abrogées.

Art. 42. Le Ministre qui a l'environnement dans ses attributions est chargé de l'exécution du présent arrêté.

**Projet d'arrêté du Gouvernement wallon portant conditions sectorielles relatives aux parcs d'éoliennes d'une puissance totale supérieure ou égale à 0,5 MW en Région wallonne
(Directive Européenne 2001/42/CE)**

Déclaration environnementale

Octobre 2020

A-A.4 Évaluation des termes correctifs selon un extrait de l'arrêté du Gouvernement wallon fixant les conditions générales d'exploitation des établissements du 4 juillet 2002

Sous-section 3 Bruits à caractère tonal

Art. 31.

La détection d'un bruit à caractère tonal justifiant un terme correctif s'effectue par une analyse en bandes de tiers d'octave.

Si la présence d'un bruit à caractère tonal est suspectée, mais qu'elle ne peut être mise en évidence par l'analyse en 1/3 d'octave, le responsable de la mesure peut recourir à l'analyse en bandes de 1/24 d'octave.

Art. 32.

Le terme correctif C_t intervenant dans le calcul du niveau d'évaluation du bruit particulier est fonction de l'émergence tonale, c'est-à-dire de la différence entre le niveau de la bande émergente et la moyenne arithmétique des niveaux des bandes voisines.

Si l'émergence tonale est à la limite de deux bandes voisines, le niveau de la bande émergente est déterminé par la somme énergétique des niveaux des deux bandes concernées.

Art. 33.

Si l'analyse s'effectue en 1/3 d'octave, on applique, en fonction de l'émergence tonale E en dB présente dans le bruit particulier de l'établissement:

- un terme correctif de 3 dB(A), pour $6 < E < \text{ou} = 9$;
- un terme correctif de 4 dB(A), pour $9 < E < \text{ou} = 12$;
- un terme correctif de 5 dB(A), pour $12 < E < \text{ou} = 15$;
- un terme correctif de 6 dB(A), pour $15 < E$.

Si l'analyse s'effectue en 1/24 d'octave, on applique, en fonction de l'émergence tonale E en dB présente dans le bruit particulier de l'établissement:

- un terme correctif de 2 dB(A), pour $12 < E < \text{ou} = 15$;
- un terme correctif de 3 dB(A), pour $15 < E < \text{ou} = 18$;
- un terme correctif de 4 dB(A), pour $18 < E < \text{ou} = 21$;
- un terme correctif de 5 dB(A), pour $21 < E < \text{ou} = 24$;
- un terme correctif de 6 dB(A), pour $24 < E$.

Art. 34.

Par dérogation à l'article [33](#), ne sont pas prises en compte les émergences tonales pour lesquelles le niveau pondéré A de la bande émergente est inférieur de 15 dB ou plus, à la valeur globale du spectre exprimée en dB(A).

Sous-section 4 **Bruits impulsifs**

Art. 35.

Un bruit peut être qualifié d'impulsif si la mesure selon la caractéristique dynamique « impulse » fournit un niveau maximal supérieur de 5 dB(A) au niveau maximal selon la caractéristique dynamique « slow ».

Le caractère impulsif d'un bruit peut également être mis en évidence par la mesure des LA_{eq,10msec}. Dans ce cas, un bruit peut être qualifié d'impulsif si l'on constate une augmentation de 10 dB(A) ou plus entre deux LA_{eq,10msec} successifs et si la durée du phénomène n'excède pas 1 seconde.

Art. 36.

Dans le cas où le bruit particulier de l'établissement comporte des bruits impulsifs, un terme correctif Ci de 5 dB(A) est appliqué aux intervalles de mesures du bruit particulier, caractérisés par ces bruits impulsifs. Cette disposition ne s'applique pas au bruit en provenance des organes de sécurité.

Art. 37.

Les bruits impulsifs sont limités de telle sorte que l'on ait, selon la méthode de mesure utilisée:

$LA_{imp,max} < \text{ou} = 75 \text{ dB(A)}$ ou $LA_{eq,10msec,max} < \text{ou} = 80 \text{ dB(A)}$.

LA_{imp,max} est la valeur maximale atteinte par le niveau de pression acoustique pondéré A, mesuré selon la caractéristique dynamique « impulse », durant l'intervalle de mesurage.

LA_{eq,10msec,max} est la valeur maximale atteinte par le LA_{eq,10msec}, durant l'intervalle de mesurage.

Annexe B Puissance acoustique des éoliennes à l'étude

A-B.1 Siemens SWT-3.0-113

DNV·GL

**BESTIMMUNG DER SCHALLLEISTUNGSPEGEL EINER WEA DES
TYPUS SIEMENS SWT3.0-113 AUS MEHREREN EINZELMESSUNGEN
FÜR EINE NABENHÖHE VON 142,5 M ÜBER GRUND**

Ergebniszusammenfassung aus mehreren Einzelmessungen

Siemens Wind Power A/S

Berichtsnummer: GLGH-4286 15 12836 293-A-0004-A

Berichtsdatum: 2015-02-25



WICHTIGER HINWEIS UND AUSSCHLUSSERKLÄRUNG

1. Dieses Dokument ist ausschließlich zur Verwendung durch den auf der ersten Seite dieses Dokuments genannten Kunden bestimmt, an den dieses Dokument gerichtet ist und der eine schriftliche Vereinbarung mit der DNV GL-Einheit geschlossen hat, die dieses Dokument ausstellt (im Folgenden „DNV GL“). Soweit dies rechtlich zulässig ist, übernimmt DNV GL oder ein anderes Unternehmen der Gruppe (im Folgenden „die Gruppe“) gegenüber Dritten (anderen Personen als dem Kunden) keinerlei Vertrags- oder Deliktshaftung, auch nicht auf Grund von Fahrlässigkeit, noch sonst eine Haftung, und kein Unternehmen der Gruppe außer DNV GL haftet für einen wie auch immer gearteten Verlust oder Schaden, der aufgrund einer Handlung, einer Unterlassung oder eines Versäumnisses (sei es aus Fahrlässigkeit oder aus einem anderen Grund) von DNV GL, der Gruppe oder einem seiner oder ihrer Mitarbeiter, Subunternehmer oder Bevollmächtigten eintritt. Dieses Dokument muss in seiner Gesamtheit betrachtet werden und unterliegt allen darin oder in einer anderen damit verbundenen maßgeblichen Mitteilung zum Ausdruck gebrachten Annahmen und Voraussetzungen. Dieses Dokument kann genaue technische Daten enthalten, die nur zur Verwendung durch Personen bestimmt sind, die über das erforderliche Know-how auf dem entsprechenden Fachgebiet verfügen.
2. Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt und darf nur entsprechend den Bestimmungen der Dokumentenklassifizierung sowie sonstiger daran geknüpfter Bedingungen vervielfältigt oder weitergegeben werden, die in diesem Dokument und/oder in der schriftlichen Vereinbarung zwischen DNV GL und dem Kunden enthalten sind bzw. auf die darin verwiesen wird. Kein Teil dieses Dokuments darf ohne die ausdrückliche vorherige schriftliche Zustimmung von DNV GL in einer Emissionserklärung, einem Zeichnungssprospekt oder einer Börsennotierung, einem Rundbrief oder einer ähnlichen sonstigen Bekanntmachung erscheinen. Eine Einstufung in der Dokumentenklassifizierung, die es dem Kunden erlaubt, dieses Dokument weiterzugeben, bedeutet dadurch nicht, dass DNV GL gegenüber einem anderen Empfänger als dem Kunden in irgendeiner Weise haftbar ist.
3. Dieses Dokument wurde auf der Grundlage von Informationen zu Daten und Fristen erstellt, auf die in diesem Dokument verwiesen wird. Dieses Dokument schließt nicht aus, dass sich Informationen ändern können. Sofern und in dem Maße wie die Kontrolle und Überprüfung von Informationen oder Daten nicht ausdrücklich in dem schriftlich festgehaltenen Leistungsumfang vereinbart wurde, ist DNV GL weder für vom Kunden oder einem Dritten an DNV GL gegebene fehlerhafte Informationen oder Daten noch für die Folgen solcher fehlerhafter Informationen oder Daten in irgendeiner Weise verantwortlich, gleichgültig, ob diese Informationen oder Daten in diesem Dokument enthalten sind bzw. darauf verwiesen wird oder nicht.
4. Alle Schätzungen und Vorhersagen in Bezug auf Wind und Energie unterliegen Faktoren, die nicht alle im Rahmen der Wahrscheinlichkeit liegen, und beinhalten Unsicherheiten, die in diesem Dokument genannt sind bzw. auf die in diesem Dokument verwiesen wird, und nichts in diesem Dokument gewährleistet eine bestimmte Windgeschwindigkeit oder Energieleistung.

LEGENDE ZUR DOKUMENTENKLASSIFIZIERUNG

Streng vertraulich	:	Zur Herausgabe nur an namentlich genannte Einzelpersonen in der Organisation des Kunden.
Persönlich und vertraulich	:	Zur Herausgabe nur an Einzelpersonen in der Organisation des Kunden, die direkt von dem im Dokument behandelten Sachverhalt betroffen sind.
Vertrauliche Geschäftsinformationen	:	Nicht zur Herausgabe an Personen außerhalb der Organisation des Kunden.
Ausschließlich für DNV GL	:	Nicht zur Herausgabe an Personen, die keine DNV GL-Mitarbeiter sind.
Nach Ermessen des Kunden	:	Weitergabe zu Informationszwecken ist nur nach Ermessen des Kunden gestattet (vorbehaltlich des oben stehenden „Wichtiger Hinweis und Ausschlussklärung“ sowie der Bestimmungen der schriftlichen Vereinbarung zwischen DNV GL und dem Kunden).
Veröffentlicht	:	Nur der allgemeinen Öffentlichkeit zu Informationszwecken zugänglich (vorbehaltlich des oben stehenden „Wichtiger Hinweis und Ausschlussklärung“).

GL Garrad Hassan Deutschland GmbH
 Registriert in Deutschland, Amtsgericht Pinneberg, Nr. HR B 636 ME. Sitz: Sommerdeich 14 b, 25709
 Kaiser-Wilhelm-Koog.
 Gerichtsstand und Erfüllungsort ist Hamburg. Geschäftsführer: Dr. Helmut Klug, Volker Köhne.
 Es gelten die Allgemeinen Geschäftsbedingungen der GL Garrad Hassan Deutschland GmbH in ihrer
 jeweils neuesten Fassung. Es gilt deutsches Recht.

Projekt: Bestimmung der Schalleistungspegel einer WEA des Typs Siemens SWT3.0-113 aus mehreren Einzelmessungen für eine Nabenhöhe von 142,5 m über Grund
Berichtstitel: Ergebniszusammenfassung aus mehreren Einzelmessungen
Kunde: Siemens AG
 Beim Strohhaus 17-31
 20097 Hamburg, Deutschland
Kontaktperson: Kai Hartmann
Ausgabedatum: 2015-02-25
Projektnummer: 4286 15 12836 293
Berichtsnummer: GLGH-4286 15 12836 293-A-0004-A

DNV GL - Energy
 Renewables Advisory
 GL Garrad Hassan
 Deutschland GmbH
 Sommerdeich 14b
 25709 Kaiser-Wilhelm-Koog
 Deutschland
 Tel: 04856 901 0
 HR B 636 ME

Auftrag:

Bestimmung der Schalleistungspegel einer WEA des Typs Siemens SWT3.0-113 aus mehreren Einzelmessungen für eine Nabenhöhe von 142,5 m über Grund

Berichtsersteller:

Prüfer:

Freigabe erteilt durch:


 Arne Jensen
 Dipl.-Ing. (FH)


 Jörg Dedert
 Dipl.-Ing. (FH)


 Jörg Dedert
 Dipl.-Ing. (FH)

- ☐ Streng vertraulich
☐ Persönlich und vertraulich
☐ Vertrauliche Geschäftsinformationen
☐ Ausschließlich für DNV GL
☒ Nach Ermessen des Kunden
☐ Veröffentlicht

Schlüsselwörter:
 Windenergieanlage
 Schallemissionsmessung
 FGW Technische Richtlinie 1, Revision 18

Revision	Datum	Ausgabe	Berichtsersteller	Prüfer	Freigabe erteilt durch
A	2015-02-25	Erstausgabe	Arne Jensen	Jörg Dedert	Jörg Dedert



Deutsche
 Akkreditierungsstelle
 D-PL-11134-01-00

GL Garrad Hassan Deutschland GmbH
 Registriert in Deutschland, Amtsgericht Pinneberg, Nr. HR B 636 ME, Sitz: Sommerdeich 14 b, 25709
 Kaiser-Wilhelm-Koog.
 Gerichtsstand und Erfüllungsort ist Hamburg. Geschäftsführer: Dr. Helmut Klug, Volker Köhne.
 Es gelten die Allgemeinen Geschäftsbedingungen der GL Garrad Hassan Deutschland GmbH in ihrer
 jeweils neuesten Fassung. Es gilt deutsches Recht.

INHALTSVERZEICHNIS

1	AUFTRAG.....	2
2	UMRECHNUNGSMETHODE	2
3	FEHLERBETRACHTUNG	3
4	NABENHÖHENUMRECHNUNGEN	4
4.1	Messung 1 bei Flø in Dänemark	4
4.2	Messung 2 bei Tjørneby in Dänemark	4
4.3	Messung 3 auf dem ECN-Testfeld / Wieringerwerft in den Niederlanden	5
5	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	6
6	REFERENZEN	6
7	ERGEBNISZUSAMMENFASSUNG SIEMENS SWT-3.0-113	7

1 AUFTRAG

Die GL Garrad Hassan Deutschland GmbH (GL GH) wurde am 2015-02-12 von der Siemens AG beauftragt, aus den messtechnisch ermittelten Schallleistungspegel dreier unten aufgeführten Einzelmessungen verschiedener Messinstitute eine Ergebniszusammenfassung aus mehreren Einzelmessungen gemäß FGW Richtlinie Revision 18 [FGW18] anzufertigen.

Da die Messungen an Anlagen unterschiedlicher Nabenhöhe durchgeführt wurden, war zuvor eine Umrechnung auf eine Nabenhöhe von 142,5 m gemäß [FGW18] Anhang C „Umrechnung der Schallleistungspegel auf andere Nabenhöhen“ durchzuführen.

Die relevanten Basisdaten sowie die zugehörigen Prüfberichte sind der Ergebniszusammenfassung im Kapitel 7 zu entnehmen.

Im Folgenden wird zunächst die Nabenhöhenumrechnung für jede Einzelmessung aufgeführt. Die Ergebnisse dienen im Anschluss als Basisdaten für die statistische Ergebniszusammenfassung aus mehreren Einzelmessungen.

2 UMRECHNUNGSMETHODE

Die Umrechnung wurde auftragsgemäß nach Anhang C: „Umrechnung der Schallleistungspegel auf andere Nabenhöhen“ der „Technischen Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Revision 18“ vom 2008-02-01 [FGW18] durchgeführt.

Der Windgeschwindigkeitswert $v_{10,i}$ in 10 m Höhe, welcher bei der vermessenen WEA die gleiche

Leistung hervorruft wie diejenige WEA mit hypothetischer Nabenhöhe H_{hyp} bei gewählter

Windgeschwindigkeit $v_{10,ref}$ in 10 m Höhe ergibt sich aus

$$v_{10,i} = v_{10,ref} \cdot \left(\frac{\ln\left(\frac{H_{hyp}}{z_0}\right)}{\ln\left(\frac{H}{z_0}\right)} \right) \quad (1)$$

mit $v_{10,ref}$: Referenzwindgeschwindigkeit in 10 m Höhe
 H : Nabenhöhe über Grund der vermessenen Anlage
 H_{hyp} : Hypothetische Nabenhöhe über Grund
 z_0 : Referenzrauigkeitslänge = 0,05 m

Der Schallleistungspegel bei diesem hypothetischen Windgeschwindigkeitswert $v_{10,i}$ ist gegeben durch

$$L_{WA}(v_{10,i}) = 10 \cdot \lg \left(10^{0,1 \cdot L_{Aeq,vermessen}(v_{10,i})} - 10^{0,1 \cdot L_{Aeq,vermessen}(v_{10,i})} \right) - 6 + 10 \cdot \lg \left(\frac{4 \pi R_i^2}{S_0} \right) \quad (2)$$

mit $L_{Aeq,vermessen}(v_{10,i})$: gemessener Schalldruckpegel des Gesamtgeräusches bei der Windgeschwindigkeit $v_{10,i}$ anhand der in der Regressionsgrafik enthaltenen Regressionsparameter „ar.factor oper.“
 $L_{A,vermessen}(v_{10,i})$: gemessener Schalldruckpegel des Fremdgeräusches bei der Windgeschwindigkeit $v_{10,i}$ anhand der in der Regressionsgrafik enthaltenen Regressionsparameter „ar.factor backgr.“
 R_i : der schräge Abstand vom Rotormittelpunkt zum Mikrofon
 S_0 : die Bezugsfläche $S_0 = 1 \text{ m}^2$

3 FEHLERBETRACHTUNG

Unter Bezugnahme auf die erste Gleichung in Anhang C von [FGW18] ist der Fehler $\sigma_{v_{10,j}}$ bei der Berechnung der hypothetischen Windgeschwindigkeit von der gewählten Windgeschwindigkeit $v_{10,ref}$ und

der Differenz des Faktors $\left(\frac{\ln\left(\frac{H_{hyp}}{z_0}\right)}{\ln\left(\frac{H}{z_0}\right)} \right)$ zum Wert 1 abhängig. Beispielhaft betrachtet für den Fall

$v_{10,ref} = 10 \text{ m/s}$, $H = 50 \text{ m}$ und $H_{hyp} = 100 \text{ m}$ ergibt sich unter Verwendung der Beziehung

$$\sigma_{v_{10,j}} = v_{10,ref} \cdot \left| \left(\frac{\ln\left(\frac{H_{hyp}}{z_0}\right)}{\ln\left(\frac{H}{z_0}\right)} \right) - 1 \right| \quad (3)$$

mit den o.a. Parametern für $\sigma_{v_{10,j}}$ ein Wert von 1 m/s. Dieser Wert ist, basierend auf dem Vergleich von Erfahrungswerten, in seiner Größenordnung als plausibel einzustufen.

Die Gleichung (3) wird daher für die weitere Fehlerbetrachtung eingesetzt. Der von der Steigung der L_{Aeq} -Funktion bei der Windgeschwindigkeit $v_{10,j}$ abhängige Fehler der Umrechnung $\sigma_{U_{unrechnung}}$ ist gegeben durch

$$\sigma_{U_{unrechnung}} = \left| \frac{dL_{Aeq}(v_{10,j})}{dv_{10}} \right| \cdot \sigma_{v_{10,j}} \quad (4)$$

Der Gesamtfehler σ_{Gesamt} aus Berechnungs- und Messfehlerkomponenten $\sigma_{U_{unrechnung}}$ und U_c ergibt sich aus

$$\sigma_{Gesamt} = \sqrt{\sigma_{U_{unrechnung}}^2 + U_c^2} \quad (5)$$

oder

$$\sigma_{Gesamt} = \sqrt{\left(\left| \frac{dL_{Aeq}(v_{10,j})}{dv_{10}} \right| \cdot v_{10,ref} \cdot \left| \left(\frac{\ln\left(\frac{H_{hyp}}{z_0}\right)}{\ln\left(\frac{H}{z_0}\right)} \right) - 1 \right| \right)^2 + U_c^2} \quad (6)$$

4 NABENHÖHENUMRECHNUNGEN

4.1 Messung 1 bei Flø in Dänemark

Auf Basis dieser WEA mit einer Nabenhöhe von 89,5 m ergeben sich die in der Tabelle 4-1 dargestellten Schallleistungspegel bei 142,5 m Nabenhöhe.

Tabelle 4-1 Schallleistung in dB bei den hypothetischen Nabenhöhen sowie bei der Ausgangsnabenhöhe

	H [m]	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe, v10 [m/s]					L _{WA} bei 95% P _{Nenn}	v ₁₀ bei 95% P _{Nenn} [m/s]
		6	7	8	9	10		
Messung	89,5	105,5	105,9	105,5	105,5	105,9	105,7	7,50
Berechnung	142,5	105,8	105,7	105,4	105,7	106,0	105,7	7,06

Die mit Hilfe der Gleichung (4) ermittelten Berechnungsfehler für die Umrechnung auf die hypothetischen Nabenhöhen sind der Tabelle 4-2 zu entnehmen.

Tabelle 4-2 Berechnungsfehler in dB für die hypothetischen Nabenhöhen

H [m]	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe, v10 [m/s]				
	6	7	8	9	10
142,5	0,2	0,1	0,1	0,3	0,0

Die mit Hilfe der Gleichung (6) berechneten Gesamtfehler angesichts der Gesamtmessunsicherheit U_C für die hypothetischen Nabenhöhen H_{Hyp} sind der Tabelle 4-3 zu entnehmen.

Tabelle 4-3 Gesamtfehler in dB für die hypothetischen Nabenhöhen

H [m]	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe, v10 [m/s]				
	6	7	8	9	10
142,5	1,1	1,1	1,3	1,4	1,6

4.2 Messung 2 bei Tjørneby in Dänemark

Auf Basis dieser WEA mit einer Nabenhöhe von 92,5 m ergeben sich die in der Tabelle 4-4 dargestellten Schallleistungspegel bei 142,5 m Nabenhöhe.

Tabelle 4-4 Schallleistung in dB bei den hypothetischen Nabenhöhen sowie bei der Ausgangsnabenhöhe

	H [m]	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe, v10 [m/s]					L _{WA} bei 95% P _{Nenn}	v ₁₀ bei 95% P _{Nenn} [m/s]
		6	7	8	9	10		
Messung	92,5	104,5	105,3	105,0	104,6	104,5	105,2	7,50
Berechnung	142,5	105,0	105,2	104,7	104,5	104,2	105,2	7,09

Die mit Hilfe der Gleichung (4) ermittelten Berechnungsfehler für die Umrechnung auf die hypothetischen Nabenhöhen sind der Tabelle 4-5 zu entnehmen.

Tabelle 4-5 Berechnungsfehler in dB für die hypothetischen Nabenhöhen

H [m]	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe, v10 [m/s]				
	6	7	8	9	10
142,5	0,4	0,1	0,1	0,0	0,4

Die mit Hilfe der Gleichung (6) berechneten Gesamtfehler angesichts der Gesamtmessunsicherheit U_C für die hypothetischen Nabenhöhen H_{Hyp} sind der Tabelle 4-6 zu entnehmen.

Tabelle 4-6 Gesamtfehler in dB für die hypothetischen Nabenhöhen

H [m]	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe, v_{10} [m/s]				
	6	7	8	9	10
142,5	1,2	0,8	0,8	0,8	0,9

4.3 Messung 3 auf dem ECN-Testfeld / Wieringerwerft in den Niederlanden

Auf Basis dieser WEA mit einer Nabenhöhe von 90,5 m ergeben sich die in der Tabelle 4-7 dargestellten Schallleistungspegel bei 142,5 m Nabenhöhe.

Tabelle 4-7 Schallleistung in dB bei den hypothetischen Nabenhöhen sowie bei der Ausgangsnabenhöhe

H [m]	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe, v_{10} [m/s]					L_{WA} bei 95% P_{Nenn}	v_{10} bei 95% P_{Nenn} [m/s]
	6	7	8	9	10		
Messung 90,5	104,0	105,1	104,6	104,2	104,3	104,9	7,51
Berechnung 142,5	104,7	104,9	104,3	104,2	104,4	104,9	7,08

Die mit Hilfe der Gleichung (4) ermittelten Berechnungsfehler für die Umrechnung auf die hypothetischen Nabenhöhen sind der Tabelle 4-8 zu entnehmen.

Tabelle 4-8 Berechnungsfehler in dB für die hypothetischen Nabenhöhen

H [m]	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe, v_{10} [m/s]				
	6	7	8	9	10
142,5	0,5	0,2	0,1	0,2	0,1

Die mit Hilfe der Gleichung (6) berechneten Gesamtfehler angesichts der Gesamtmessunsicherheit U_C für die hypothetischen Nabenhöhen H_{Hyp} sind der Tabelle 4-9 zu entnehmen.

Tabelle 4-9 Gesamtfehler in dB für die hypothetischen Nabenhöhen

H [m]	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe, v_{10} [m/s]				
	6	7	8	9	10
142,5	1,0	0,7	0,7	0,7	0,9

Hinweis: Aufgrund der baulichen Änderungen für WEA unterschiedlicher Nabenhöhen kann das akustische Verhalten in Bezug auf die Tonhaltigkeit und Impulshaltigkeit generell nicht durch Umrechnung bestimmt werden. Es treten jedoch im Allgemeinen keine erheblichen Änderungen auf.

5 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

$v_{10, \text{ref}}$	Referenzwindgeschwindigkeit in 10 m Höhe	[m/s]
$v_{10, i}$	ermittelte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei der die vermessene WEA die gleiche Leistung produziert wie die WEA mit neuer Nabenhöhe bei der Referenzwindgeschwindigkeit $v_{10, \text{ref}}$ in 10 m Höhe produzieren würde	[m/s]
$L_{WA, P, \text{neu}}(v_{10, \text{ref}})$	umgerechneter Schallleistungspegel bei $v_{10, \text{ref}}$ und neuer Nabenhöhe	[dB]
$L_{WA, P, \text{vermessen}}(v_{10, i})$	Schallleistungspegel bezogen auf die Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe (vermessene WEA)	[dB]
$L_{Aeq, \text{vermessen}}(v_{10, i})$	Schalldruckpegel des Betriebsgeräusches bezogen auf die Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe (vermessene WEA)	[dB]
$L_{\text{backg.}, \text{vermessen}}(v_{10, i})$	Schalldruckpegel des Hintergrundgeräusches bezogen auf die Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe (vermessene WEA)	[dB]
$L_{Aeq, C, \text{vermessen}}(v_{10, i})$	hintergrundkorrigierter Schalldruckpegel des Anlagengeräusches bezogen auf die Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe (vermessene WEA)	[dB]
h_{hyp}	neue Nabenhöhe der WEA	[m]
h	Nabenhöhe der akustisch vermessenen WEA	[m]
z_0	Referenzrauheitslänge	[m]
S_0	die Bezugsfläche $S_0 = 1 \text{ m}^2$	[m ²]
R_1	der Abstand vom Rotormittelpunkt zum Mikrofon	[m]
$\sigma_{v10, i}$	Fehler bei der Berechnung der hypothetischen Windgeschwindigkeit von der gewählten Windgeschwindigkeit $v_{10, \text{ref}}$	[m]
$\sigma_{\text{Umrechnung}}$	Fehler von der Steigung der L_{Aeq} -Funktion bei der Windgeschwindigkeit $v_{10, i}$	[dB]
σ_{Gesamt}	Fehler aus Berechnungs- und Messfehlerkomponenten $\sigma_{\text{Umrechnung}}$ und U_C	[dB]

6 REFERENZEN

- [FGW18] Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 1, Rev. 18,
Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e. V., Stresemannplatz 4,
24103 Kiel, 2008-02-01

7 ERGEBNISZUSAMMENFASSUNG SIEMENS SWT-3.0-113

Bestimmung der SchalleLeistungspegel aus mehreren Einzelmessungen für eine Nabenhöhe von 142,5 m

Auf der Basis von mindestens drei Messungen nach der [FGW18] besteht die Möglichkeit die Schallemissionswerte eines Anlagentyps gemäß [FGW18] Anhang D anzugeben, um die schalltechnische Planungssicherheit zu erhöhen.

Anlagendaten			
Hersteller	Siemens Wind Power A/S Borupvej 16 7330 Brande, Dänemark	Anlagenbezeichnung Nennleistung Berechnung für die Nabenhöhe Rotordurchmesser	SWT-3.0-113 3000 kW 142,5 m 113 m
Angaben zur Einzelmessung	Messung-Nr.		
	1	2	
Seriennummer	3000364	3000389	
Standort	Flø bei Brande (DK)	Tjerneby (DK)	
Vermessene Nabenhöhe	89,5 m	92,5 m	
Messinstitut	Grontmij A/S	DELTA	
Prüfbericht	P6.019.14	DANAK 100/1911 Revision 1	
Datum	2015-01-05	2015-01-19	
Getriebetyp	-/-	-/-	
Generatortyp	Siemens LD, SWP 3.0MW DD22	Siemens LD, SWP 3.0MW DD22	
Rotorblattp	Siemens Wind Power A/S, B55-01	Siemens Wind Power A/S, B55-01	
Angaben zur Einzelmessung	Messung-Nr.		
	3	...	n
Seriennummer	3000164	-	-
Standort	ECN-Testfeld Wieringerwerf (NL)	-	-
Vermessene Nabenhöhe	90,5 m	-	-
Messinstitut	GL Garrad Hassan Deutschland GmbH	-	-
Prüfbericht	GLGH-4286 12 09425 258-A-0002-A	-	-
Datum	2013-09-10	-	-
Getriebetyp	-/-	-	-
Generatortyp	Siemens LD, SWP 3.0MW DD22	-	-
Rotorblattp	Siemens Wind Power A/S, B55	-	-

Leistungskurve: vom Hersteller berechnet

Messzeitraum: - / -

SchalleLeistungspegel LWA,k [dB]:

Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe				
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
1	105,8	105,7	105,4	105,7	106,0
2	105,0	105,2	104,7	104,5	104,2
3	104,7	104,9	104,3	104,2	104,4
Mittelwert \bar{L}_{Wf} [dB(A)]	105,2	105,3	104,8	104,8	104,9
Standard-Abweichung] s [dB]	0,6	0,4	0,6	0,8	1,0
K nach /2/ $\sigma_R = 0,5 \text{ dB} / 3/$ [dB]	1,4	1,2	1,4	1,8	2,1

Bei einer 142,5 m hohen Anlage beträgt die der 95%-igen Nennleistung (2850 kW) entsprechende Windgeschwindigkeit 7,1 m/s.

Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen für eine Nabenhöhe von 142,5 m

Schallemissionsparameter: Zuschläge

Tonzuschlag K_{TN} in dB bei vermessener Nabenhöhe:

Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	
1	0 - Hz	0 - Hz	0 - Hz	0 - Hz	0 - Hz	
2	0 - Hz	0 - Hz	0 - Hz	2 77 Hz	1 76 Hz	
3	0 - Hz	0 - Hz	1 76 Hz	2 76 Hz	1 76 Hz	

Impulzzuschlag K_{ZV} in dB:

Messung	Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe					
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	
1	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	0	
3	0	0	0	0	0	

Aufgrund der baulichen Änderungen für WEA unterschiedlicher Nabenhöhen kann das akustische Verhalten in Bezug auf die Ton- und Impulshaltigkeit nicht durch Umrechnung bestimmt werden. Es treten jedoch im Allgemeinen keine erheblichen Änderungen auf. Die gemachten Angaben zur Ton- und Impulshaltigkeit sind den o. g. Prüfberichten entnommen.

Terz- Schalleistungspegel $L_{W,f,max}$ (Mittel aus 3 Messungen), Referenzpunkt $V_{10} = 7 \text{ m/s}$ in dB

Frequenz	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
$L_{W,f,max}$	79,5	82,5	90,0	87,7	89,3	90,2	91,2	92,9	93,4	92,9	93,3	94,0
Frequenz	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
$L_{W,f,max}$	94,6	95,6	95,3	93,8	92,5	91,8	90,8	88,3	85,6	81,3	75,0	66,9

Oktav- Schalleistungspegel $L_{W,f,max}$ (Mittel aus 3 Messungen), Referenzpunkt $V_{10} = 7 \text{ m/s}$ in dB

Frequenz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
$L_{W,f,max}$	91,1	94,0	97,4	98,2	100,0	97,5	93,5	82,3			

Die Angaben ersetzen nicht die o. g. Prüfberichte (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen)

/1/ Technische Richtlinie für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Revision 18,

Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e.V., Stresemannplatz 4, 24103 Kiel

/2/ IEC 61400-14 TS ed. 1, Declaration of Sound Power Level and Tonality Values of Wind Turbines, 2005-03

/3/ Empfehlung des Arbeitskreises „Geräusche von Windenergieanlagen“ 2001-11-07

Es wird versichert, dass das Gutachten gemäß dem Stand der Technik unparteiisch und nach bestem Wissen und Gewissen erstellt wurde.

ÜBER DNV GL

Inspiziert durch das Ziel, Leben, Eigentum und Umwelt zu schützen, verbessert DNV GL die Sicherheit und Nachhaltigkeit Ihrer Projekte. Wir bieten technische Prüf- und Zertifizierungsdienstleistungen sowie Software und unabhängige Beratungsservices für die Energie-, Öl & Gas- und maritime Wirtschaft. Wir bieten darüber hinaus Zertifizierungsleistungen für Kunden aus vielen weiteren Branchen an. Unsere Test-, Zertifizierungs- und Beratungsdienstleistungen werden unabhängig voneinander angeboten. Unsere 16.000 Mitarbeiter in über 100 Ländern unterstützen unsere Kunden, um die Welt sicherer, intelligenter und grüner zu gestalten.

A-B.2 Siemens SWT-3.0-113 Mode « -2 dB »



**Prüfbericht gemäß EN 61400-11:2007-03 über
Geräuschemissionen einer Siemens
Windenergieanlage des Typs SWT3.0-113
Ser.-Nr. 3001240
am Standort Wincrange / Luxemburg**

- Betriebsmodus „-2dB“ -

**Messung 2019-03-07
Vollständiger Bericht 2019-11-27**

SE18042B3

Dieser Bericht ersetzt den Bericht SE18042B2

windtest grevenbroich gmbh
Firmensender Straße 73a
41517 Grevenbroich - Germany
Phone +49 (0) 2885-22 78-0
Fax +49 (0) 2885-22 78-11

www.windtest-nrw.de
info@windtest-nrw.de
Geschäftsführerin / Managing Director
Dipl.-Geol. Monika Krüner

Handelsregister / Commercial Register
Amtsgericht Mönchengladbach - HRB 7758
USt-IdNr. / VAT no: DE 283899079
Steuer-Nr. / Tax ID no: 134/560/4068





**Prüfbericht gemäß EN 61400-11:2007-03 über
Geräuschemissionen einer Siemens
Windenergieanlage des Typs SWT3.0-113
Ser.-Nr. 3001240
am Standort Wincrange / Luxemburg**

- Betriebsmodus „-2dB“ -

Bericht SE18042B3

Standort:	Wincrange / Luxemburg		
Auftraggeber:	Oekostrum Weiler S.A Rue Principale 11 6557 Dickweiler Luxemburg		
Auftragnehmer:	windtest grevenbroich gmbh Frimmersdorfer Str. 73a 41517 Grevenbroich Deutschland		
Auftragsdatum:	2018-06-20	Auftragsnummer:	18 0122 07
Prüfer:	Bearbeiter:		


Dipl.-Ing. David Rode
Gruppenleiter

Grevenbroich, 2019-11-27


M.Sc. Henning Valentin
Projektleiter

**Dieser Bericht darf auszugsweise nur mit schriftlicher Zustimmung der windtest grevenbroich gmbh
vervielfältigt werden. Er umfasst insgesamt 47 Seiten inkl. der Anlagen.**

S:\SE\SE18042_Wincrange_LX\21_Bericht\SE18042B3_Wincrange_LX\SE18042B3_Wincrange_SWT3.0-113_-2dB_EN_61400-11_rev0.docx



1	AUFGABENSTELLUNG.....	4
2	DURCHFÜHRUNG DER MESSUNG.....	4
2.1	Messverfahren.....	4
2.2	Messobjekt.....	4
2.3	Messort	4
2.4	Messaufbau	4
2.5	Messdurchführung und Bedingungen.....	5
3	MESSERGEBNISSE	7
3.1	Immissionsrelevanter Schallleistungspegel	7
3.2	Tonhaltigkeitsanalyse	9
3.2.1	Verfahren der Tonhaltigkeitsanalyse	9
3.2.2	Ergebnisse der Tonhaltigkeitsanalyse.....	9
3.3	Subjektives Geräuschempfinden	10
3.4	Sonstige akustische Auffälligkeiten	10
3.4.1	Pegel von Einzelereignissen	10
3.4.2	Impulshaltigkeit	10
3.5	Turbulenzintensität.....	10
4	MESSUNSICHERHEITEN	11
4.1	Messunsicherheiten Typ A	11
4.2	Messunsicherheiten Typ B	11
4.3	Abschätzung der Gesamtmessunsicherheit U_c	11
4.4	Messunsicherheiten für Tonhaltigkeiten	12
4.5	Messunsicherheiten für Terzspektren	12
5	ABWEICHUNGEN VON DER RICHTLINIE EN 61400 -11:2007-03	13
6	ZUSAMMENFASSUNG	14
7	LITERATURVERZEICHNIS.....	15
8	VERZEICHNIS DER VERWENDETEN FORMELZEICHEN UND ABKÜRZUNGEN	16
9	BEARBEITUNGSVERLAUF.....	17
10	ANHANG	17
Anhang 1	Lageplan	
Anhang 2	Technische Daten der WEA	
Anhang 3	Leistungskurve	
Anhang 4	Messgeräte	
Anhang 5	Einfügungsdämpfung des sekundären Windschirms	
Anhang 6	Messaufbau	
Anhang 7	Messdaten	
Anhang 8	Betriebszustand	
Anhang 9	Terz- und Oktavspektren	
Anhang 10	Schmalbandspektren	



1 Aufgabenstellung

Die windtest grevenbroich gmbh (wtg) wurde 2018-06-20 von der Oekostroum Weiler S.A beauftragt, die Geräuschemissionen der Windenergieanlage (WEA) des Typs SWT3.0-113, mit der Seriennummer 3001240 und einer Nabenhöhe von $H = 142,5$ m (inkl. Fundament), am Standort Wincrange / Luxemburg gemäß EN 61400-11:2007-03 [1] zu erfassen und die Methodik der Tonhaltigkeitsauswertung gemäß Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 1 „Bestimmung der Schallemissionswerte“, Revision 18, Stand 2008-02-01 [2] durchzuführen.

Die windtest grevenbroich gmbh verfügt in Luxemburg über eine Zulassung zur Durchführung technischer Forschungs- und Prüfungsaufgaben im Umweltbereich.

Zeichen der Zulassung: OA/2019/027

Dieser Bericht ersetzt den Bericht SE18042B2.

2 Durchführung der Messung

2.1 Messverfahren

Die Mess- und Beurteilungsmethoden basieren auf den folgenden Grundlagen: EN 61400-11:2007-03 [1] und Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 1 „Bestimmung der Schallemissionswerte“, Revision 18, Stand 2008-02-01 [2].

Angegeben werden der immissionsrelevante Schallleistungspegel sowie die Tonhaltigkeit im akustischen Nahbereich der WEA im Bereich von 6 m/s bis 10 m/s in 10 m Höhe. Falls erforderlich, werden weitere Ergebnisse (Impulshaltigkeit, Richtcharakteristik, tieffrequente Geräusche, Infraschall, Amplitudenmodulation) dokumentiert.

2.2 Messobjekt

Bei dem zu messenden Objekt handelt es sich um eine Windenergieanlage des Typs SWT3.0-113. Die technischen Daten können dem Anhang entnommen werden.

Akustisch betrachtet setzt sich eine WEA aus mehreren Einzelschallquellen zusammen. Aerodynamisch bedingte Geräusche, verursacht durch die Rotation der Rotorblätter, stellen die wesentliche Schallquelle dar. Diese Geräusche sind in der Regel breitbandig und in erster Linie von der Blattspitzengeschwindigkeit und den Blattprofilen bzw. dem Regelverhalten (Pitch oder Stall) abhängig.

Komponenten wie Generator, Getriebe und Hydraulikpumpen (falls vorhanden), Lüfter, Transformatoren und Umrichter, stellen weitere Schallquellen dar, welche sowohl über Öffnungen im Maschinenhaus und im Turm direkt, als auch durch Körperschallübertragung über Maschinenhaus, Blätter und Turm Geräusche abstrahlen. Diese Geräusche können tonhaltig sein.

2.3 MESSORT

Die WEA befindet sich mit weiteren WEA am Standort Wincrange / Luxemburg. Die Umgebung ist leicht hügelig (ca. 506 m über NN), wird landwirtschaftlich genutzt und war zum Zeitpunkt der Messung nicht bestellt.

2.4 Messaufbau

Die Anordnung der Messpunkte wurde gemäß [1] gewählt. Die Messung der Geräuschemissionen wurde mit einem Mikrofon auf einer schallharten Platte mit einem Durchmesser von 1 m durchgeführt. Die Messposition lag im erlaubten Toleranzbereich (± 20 %). Die Differenz h_a zwischen Höhenlage des Turmfußfundamentes und Höhenlage der Mikrofonanordnung wurde ebenfalls bestimmt. Der Schalleinfallswinkel Ψ lag im erlaubten Bereich ($25^\circ - 40^\circ$). Informationen zum Messaufbau beinhaltet Tab. 1.



$$R_0 = H + \frac{D}{2} \pm 20\% \quad (\text{Referenzdistanz für Horizontalachse-WEA}) \quad (1)$$

Die Messdistanz wurde durch einen Laserentfernungsmesser mit einer Messabweichung von kleiner $\pm 1\%$ bestimmt.

Die Position des Mikrofons wurde unter Mitwindsituation gewählt. Bezugnehmend auf Windrichtung und die Einhaltung des Messsektors gemäß [1], wurde die Gondelausrichtung der WEA als Referenz verwendet. Dies wurde während der Messung mehrmals mit Hilfe des Signals der Gondelposition und durch Sichtprüfung überprüft.

Die Schalldruckpegel des Gesamt- und Fremdgeräusches sowie das Audiosignal wurden mit Hilfe eines Schallpegelmessers aufgezeichnet.

Bei der Messung wurde ein sekundärer, halbkugelförmiger Windschirm (Spezifikation nach [1]) verwendet. Der Frequenzgang des Windschirms ist bekannt (siehe Anhang). Der Einfluss des sekundären Windschirms wurde in allen nachfolgenden Analysen berücksichtigt.

Signale der WEA (elektrische Wirkleistung, Rotordrehzahl, Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe, Gondelposition) wurden aus der Anlagensteuerung durch den Hersteller entnommen und aufgezeichnet.

Die Windgeschwindigkeit wurde mit Hilfe eines Anemometers auf einem Mast nach [1] gemessen. Die Messentfernung und die Höhe des Anemometers sind in Tab. 1 angegeben. Ebenso wurden relevante meteorologische Daten am Standort während des Messzeitraumes aufgezeichnet.

Die verwendeten Messgeräte sowie die Bilder des Messaufbaus sind im Anhang aufgeführt.

Um eine hohe Messgenauigkeit sicherzustellen, werden alle Geräte in definierten Abständen, wie in [1] gefordert, periodisch überprüft.

2.5 Messdurchführung und Bedingungen

Die Messung wurde 2019-03-07 durchgeführt. Während der Messung wurden die angrenzenden WEA abgeschaltet. Während der Messung befand sich die Anlage in der Betriebskonfiguration „Betriebsmodus -2 dB“.

Alle relevanten Signale (akustisch, WEA, Mast und meteorologisch) wurden simultan gemessen und aufgezeichnet. Alle akustischen Messgeräte wurden vor und nach der Messung mit einem akustischen Kalibrator kalibriert.

Zeitabschnitte mit Störgeräuschen (z. B. Autos, Flugzeuge, etc.) wurden bei der späteren Analyse nicht berücksichtigt.

Fremdgeräusche setzen sich hauptsächlich aus den am umliegenden Bewuchs windinduzierten Geräuschen zusammen.

Während der Messung wurde darauf geachtet, dass die Bedingungen (akustisch und meteorologisch) des Gesamt- und Fremdgeräusches identisch sind. Die Messbedingungen sind in Tab. 1 dargestellt. Weitere Darstellungen befinden sich im Anhang.



Tab. 1: Messdurchführung und Bedingungen

Messdatum	2019-03-07
Entfernung des Mikrofons zum Turmmittelpunkt $R_{0, \text{gewählt}}$ [m]	194,4
Höhe des Mikrofons in Bezug zum WEA Fundament [m]	-5
Entfernung Mast – WEA [m]	130
Höhe des Anemometers auf dem Mast [m]	10
Windgeschwindigkeit in 142,5 m Höhe [m/s]	5,4 - 18,6
Windgeschwindigkeit in Masthöhe [m/s]	4,0 - 14,5
Leistungsabgabe [kW]	568 - 3066
Windrichtung	West
Turbulenzintensität [%]	13
Bewölkung	heiter bis bewölkt
Luftdruck [hPa]	945 - 955
Lufttemperatur [°C]	2 - 5
Relative Luftfeuchte [%]	78 - 96
Geschätzte Rauigkeitslänge am Standort [m]	0,05



3 Messergebnisse

Zur Analyse der Geräuschemissionen bei verschiedenen Windbedingungen wurde nach den gemessenen Signalen (1 s Werte) differenziert und nach einem Status analysiert. Es wurde zwischen Perioden des Gesamtgeräusches („T“, Status = 1) und des Fremdgeräusches („B“, Status = 0,5) unterschieden. Status = 0 bedeutet, dass die Daten von der Analyse ausgeschlossen wurden (siehe Anhang Messdaten).

Aus dem zeitlichen Verlauf der elektrischen Wirkleistung, der Drehzahl des Generators oder Rotors, der Windgeschwindigkeit, den meteorologischen Daten, des Schalldruckpegels, des Audiosignals und ggf. der Windrichtung wurden alle Daten mit dem Status 0,5 oder 1 extrahiert. Die Messdaten mit zugehörigen Status sind im Anhang dargestellt.

Für die Analyse der gemessenen und nach Status gefilterten Signale wurde eine Mittelungszeit von 10 s verwendet.

Die arithmetischen Mittelwerte der Windgeschwindigkeit, der elektrischen Wirkleistung und ggf. der Windrichtung, sowie die energetischen Mittelwerte der Schalldruckpegel und der Spektren des Audiosignals, wurden für die Auswertung der Geräuschemissionen der WEA genutzt.

3.1 Immissionsrelevanter Schalleistungspegel

Aus der gemessenen Wirkleistung wurde mit Hilfe der zu Grunde gelegten Leistungskurve (vgl. Anhang), einer meteorologischen Korrektur gemäß [1] und einem logarithmischen Ansatz für das Windgeschwindigkeitsprofil (Referenzrauheitslänge $z_{0,ref} = 0,05$ m) auf die standardisierte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe v_{p10} , unter Zuhilfenahme der Nabenhöhe $H = 142,5$ m geschlossen.

$$v_{p10} = v_H \cdot \frac{\ln\left(\frac{10}{z_{0,ref}}\right)}{\ln\left(\frac{H}{z_{0,ref}}\right)} \quad [\text{m/s}] \quad (2)$$

Aus der standardisierten Windgeschwindigkeit v_{p10} und der im Betrieb der WEA auf 10 m Höhe gemessenen Windgeschwindigkeit $v_{mess,10}$ wurde der Korrekturfaktor κ bestimmt.

$$\kappa = \frac{v_{p10}}{v_{mess,10}} \quad (3)$$

$$\text{und } v_{mess,10,corr} = \kappa \cdot v_{mess,10} \quad [\text{m/s}] \quad (4)$$

Es wurde ein Korrekturfaktor $\kappa = 0,81$ zur Korrektur der auf 10 m Höhe gemessenen Windgeschwindigkeit bestimmt.

Messwerte bei mehr als 95 % der Nennleistung wurden über die in 10 m Höhe gemessene, mit dem Korrekturfaktor κ korrigierte Windgeschwindigkeit mit quadratischen Symbolen □ dargestellt (siehe Anhang).

Dabei entfallen gemäß [1] solche Messwerte, bei denen die korrigierte Windgeschwindigkeit unterhalb der Windgeschwindigkeit zu 95 % der Nennleistung liegt.

Die Koeffizienten a_i für das Gesamt- sowie das Fremdgeräusch in der jeweiligen Windklasse k wurden wie folgt ermittelt:

$$L_{Aeq,k} = \sum_{i=0}^n a_i \cdot k^i \quad [\text{dB}] \quad (5)$$

mit n = Ordnungszahl der Regression, k = ganzzahlige Windgeschwindigkeit.



Tab. 2: Regressionskoeffizienten für Gesamtgeräusch $L_{Aeq,T}$ und Fremdgeräusch $L_{Aeq,B}$ gegen Windgeschwindigkeit

Gesamtgeräusch $L_{Aeq,T}$		Fremdgeräusch $L_{Aeq,B}$	
a_0	-72,637863159179687	a_0	97,636535644531250
a_1	59,620903015136719	a_1	-39,618259429931641
a_2	-10,572106361389160	a_2	8,943891525268555
a_3	0,819720983505249	a_3	-0,836298167705536
a_4	-0,023468799889088	a_4	0,028044499456882

Zwischen den Regressionsgleichungen des Gesamtgeräusches $L_{Aeq,T}$ und des Fremdgeräusches $L_{Aeq,B}$ wurde der Fremdgeräuschabstand ΔL in jeder Windklasse k bestimmt und anschließend der fremdgeräuschkorrigierte Schalldruckpegel $L_{Aeq,c,k}$ für den Betrieb der WEA berechnet.

$$L_{Aeq,c,k} = 10 \cdot \log \left(10^{\left(\frac{0,1 \cdot L_{Aeq,T,k}}{10} \right)} - 10^{\left(\frac{0,1 \cdot L_{Aeq,B,k}}{10} \right)} \right) \text{ [dB]} \quad (6)$$

Aus dem fremdgeräuschkorrigierten Schalldruckpegel $L_{Aeq,c,k}$ wurde für die standardisierten Windgeschwindigkeiten der Schallleistungspegel $L_{WA,k}$ der WEA berechnet.

$$L_{WA,k} = L_{Aeq,c,k} - 6 \text{ dB} + 10 \cdot \log \left(4\pi \cdot \frac{R_j^2}{1 \text{ m}^2} \right) \text{ [dB]} \quad (7)$$

$$\text{mit } R_j = \sqrt{(R_0 + N_A)^2 + (H - h_A)^2} \text{ [m]} \quad (8)$$

und $R_0 = 194,4 \text{ m}$, $N_A = 6 \text{ m}$, $H = 142,5 \text{ m}$, $h_A = -5 \text{ m}$.

Damit ergaben sich für die WEA SWT3.0-113 in der vorliegenden Konfiguration (Betriebsmodus) die dargestellten immissionsrelevanten Schallleistungspegel.

Tab. 3: Immissionsrelevanter Schallleistungspegel WEA SWT3.0-113; Betriebsmodus „-2dB“

Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe v_{p10} [m/s]	BIN 4 3,5–4,5	BIN 5 4,5–5,5	BIN 6 5,5–6,5	BIN 7 6,5–7,5	BIN 8 7,5–8,5	BIN 9 8,5–9,5	BIN 10 9,5–10,5
Gesamtgeräusch $L_{Aeq,T}$ [dB]	43,15	48,96	51,14	51,49	51,28	51,21	51,39
Anzahl der Werte (Gesamtgeräusch)	29	178	93	183	205	106	34
Fremdgeräusch $L_{Aeq,B}$ [dB]	35,92	36,13	37,61	39,04	39,79	39,87	39,99
Anzahl der Werte (Fremdgeräusch)	154	76	52	220	305	237	76
Pegelabstand ΔL [dB]	7,23	12,83	13,53	12,45	11,49	11,34	11,40
Betriebsgeräusch $L_{Aeq,c}$ [dB]	42,23	48,73	50,94	51,24	50,96	50,88	51,07
Schallleistungspegel L_{WA} [dB]	95,1	101,6	103,8	104,1	103,9	103,8	104,0
Elektrische Wirkleistung P [kW]	625	1.255	2.093	2.671	2.770	2.772	2.772
Rotordrehzahl N_{rot} [min⁻¹]	9,8	12,4	13,2	12,9	13,2	13,2	13,2

Anmerkung: Aufgrund der Messwerte und unter Betrachtung des Regelverhaltens der WEA ist ersichtlich, dass mit keiner weiteren Erhöhung des Schallleistungspegels bei noch höheren Windgeschwindigkeiten zu rechnen ist (siehe Anhang).

Die gemittelten A-bewerteten Terz- und Oktavbandschallleistungspegel für die analysierten BINs sind im Anhang dargestellt.



3.2 Tonhaltigkeitsanalyse

Die Tonhaltigkeitsauswertung wurde nach EN 61400-11 [1] durchgeführt. Darüber hinaus erfolgt durch die Ausweisung von Tonzuschlägen K_{TN} eine Bewertung der Tonhaltigkeitsergebnisse gemäß Technischer Richtlinie [2].

3.2.1 Verfahren der Tonhaltigkeitsanalyse

Das aufgezeichnete Geräusch wird zur Bestimmung der Frequenzzusammensetzung mit 40 kHz unter Verwendung eines Antialiasing-Filters mit einer Grenzfrequenz von 20 kHz digitalisiert und einer Fastfourieranalyse (FFT) unterzogen.

Je Windgeschwindigkeitsklasse (BIN) werden für das Gesamtgeräusch und das Fremdgeräusch jeweils zwölf Aufnahmen mit einer Länge von je 10 s der FFT zu Grunde gelegt. Die Frequenzauflösung beträgt 2 Hz. Für die FFT wurde ein Hanning Fenster verwendet.

Nach energetischer Mittelung der zwölf Differenzpegel $\Delta L_{i,k}$ und Berücksichtigung des Audibilitätsmaßes (L_a) wird ein Tonhaltigkeitszuschlag (K_{TN}) für den akustischen Nahbereich der Windenergieanlage nach [2] je BIN vergeben.

3.2.2 Ergebnisse der Tonhaltigkeitsanalyse

Das von der WEA SWT3.0-113 analysierte Betriebsgeräusch weist in den Spektren tonale Wahrnehmbarkeiten von $\Delta L_{a,k} \geq -3,0$ dB auf. Die Ergebnisse der Analyse in den jeweiligen BINs sind nachfolgend aufgeführt. Die Spektren sind im Anhang dargestellt.

Tab. 4: Bestimmung des Tonhaltigkeitszuschlags um 70 Hz

Spektrum	BIN 4 ¹⁾ 3,5 – 4,5		BIN 5 ¹⁾ 4,5 – 5,5		BIN 6 5,5 – 6,5		BIN 7 6,5 – 7,5		BIN 8 7,5 – 8,5		BIN 9 ¹⁾ 8,5 – 9,5		BIN 10 ¹⁾ 9,5 – 10,5	
	f_T [Hz]	$\Delta L_{i,k}$ [dB]	f_T [Hz]	$\Delta L_{i,k}$ [dB]	f_T [Hz]	f_T [Hz]	f_T [Hz]	$\Delta L_{i,k}$ [dB]	f_T [Hz]	$\Delta L_{i,k}$ [dB]	f_T [Hz]	$\Delta L_{i,k}$ [dB]	f_T [Hz]	$\Delta L_{i,k}$ [dB]
1	56	-3,52	60	3,85	74	0,24	68	-8,50	70	-1,99	70	-2,15	--	--
2	56	-6,07	62	2,13	72	0,88	70	-7,39	74	0,11	74	-15,23	--	--
3	60	-5,09	64	1,76	72	-0,74	72	-15,23	76	-1,26	76	-3,89	--	--
4	60	1,66	66	0,40	74	-1,70	76	-6,72	70	-1,27	76	-2,55	--	--
5	60	0,58	66	-2,73	74	-1,60	76	-8,80	70	-1,87	74	-15,23	--	--
6	60	1,37	64	-1,35	74	-0,20	74	-0,93	70	-2,77	74	-6,16	--	--
7	60	-1,83	70	2,72	68	1,64	70	0,80	76	-4,10	76	-6,08	--	--
8	52	2,49	70	1,55	74	2,08	70	-0,09	70	-7,38	76	0,87	--	--
9	52	-2,18	70	3,18	72	-0,77	70	-3,82	68	-8,86	70	-2,83	--	--
10	52	4,00	68	4,36	72	1,02	70	-3,01	74	-4,53	68	0,83	--	--
11	54	-3,43	68	3,88	72	4,57	70	-5,12	76	-4,24	70	-1,00	--	--
12	60	0,15	68	0,25	92	1,42	72	-15,23	72	-15,23	70	-0,55	--	--
Energ. Mittel ΔL_k [dB]		0,01		2,12		0,93		-3,86		-3,16		-2,50		--
Tonalität $\Delta L_{a,k}$ [dB]		2,01		4,12		2,94		-1,85		-1,16		-0,50		< -3,0
Zuschlag K_{TN} [dB]		2		3		2		0		0		0		0

1) Das maskierende Gesamtgeräusch wurde innerhalb der kritischen Frequenzbandbreite vom Fremdgeräusch beeinflusst. Dies kann zu höheren Tonhaltigkeitsergebnissen führen.

Anmerkung 1: Die angegebenen Tonhaltigkeitszuschläge K_{TN} bezeichnen das Geräuschverhalten der WEA im akustischen Nahbereich. Diese Werte können nicht direkt auf immissionsrelevante Entfernungen (mehrere 100 m) übertragen werden.

Anmerkung 2: Es wurden alle vorweg genannten und in den Spektren (Anhang) erkennbaren tonalen Auffälligkeiten gemäß [1] bzw. [2] analysiert, wobei nur die Ergebnisse derjenigen Komponenten detailliert



(tabellarisch) aufgeführt werden, die gemäß [1] als relevant zu erachten sind. Dies ist der Fall, wenn in einem BIN die ermittelte Tonalität ($\Delta L_{A,k}$) mindestens -3,0 dB beträgt oder diese überschreitet.

3.3 Subjektives Geräuschempfinden

Aerodynamisch bedingte Geräusche traten durch die Rotation der Rotorblätter auf.

Am Referenzpunkt ist eine Tonhaltigkeit um 70 Hz subjektiv zeitweise wahrnehmbar.

3.4 Sonstige akustische Auffälligkeiten

3.4.1 Pegel von Einzelereignissen

Einzelereignisse wie das Anfahren oder Abschalten der Anlage, Quietschen der Bremsen, welche das normale Betriebsgeräusch nennenswert überschreiten, wurden bei der Messung nicht festgestellt.

3.4.2 Impulshaltigkeit

Es wurde subjektiv kein ausgeprägtes impulshaltiges Betriebsgeräusch festgestellt.

3.5 Turbulenzintensität

Die Turbulenzintensität TI wurde gemäß [1] bestimmt, aber auf Basis der gesamten Messzeit anstelle von drei repräsentativen 10 min Zeitabschnitten. Die Turbulenzintensität wurde mit dem Gondelanemometer bestimmt, während die WEA in Betrieb war. Dieser Wert wurde auf Nabenhöhe (142,5 m) gemessen und ist nicht direkt mit Werten an anderer Stelle, z. B. in Standortgutachten, zu vergleichen. Der TI-Wert ist im vorherigen Kapitel 2.5 (Messdurchführung und Bedingungen) angegeben.



4 Messunsicherheiten

Die Messunsicherheit wird bei Geräuschemissionsmessungen an WEA gemäß [1] abgeschätzt. Sie setzt sich zusammen aus statistischen Unsicherheiten (Typ A) und systematischen Abweichungen (Typ B).

4.1 Messunsicherheiten Typ A

Aus den gemessenen Schalldruckpegeln und den berechneten Schalldruckpegeln (Regressionsanalyse) wurde die Messunsicherheit des Typs A bestimmt. Die Gleichung für U_A in [1] beschreibt die Standardabweichungen der ermittelten Regressionswerte für das Gesamt- und Fremdgeräusch.

$$U_A = \sqrt{\frac{\sum (y - y_{est})^2}{(N-2)}} \quad (9)$$

Tab. 5: Messunsicherheiten Typ A

Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe v_{p10} [m/s]	BIN 4 3,5–4,5	BIN 5 4,5–5,5	BIN 6 5,5–6,5	BIN 7 6,5–7,5	BIN 8 7,5–8,5	BIN 9 8,5–9,5	BIN 10 9,5–10,5
Messunsicherheit U_A [dB]	0,2	< 0,1	< 0,1	0,1	0,1	0,1	0,2

4.2 Messunsicherheiten Typ B

Messunsicherheiten des Typs B wurden wie folgt abgeschätzt:

Tab. 6: Messunsicherheiten Typ B

Messunsicherheiten Typ B [dB]	Fehlergrenzen $\pm a$	Wahrscheinlicher Fehler	$U_B = a / \sqrt{3}$
Akustischer Kalibrator U_{B1}	0,3		0,2
Schallpegelmessgerät U_{B2}	0,3		0,2
Schallharte Platte U_{B3}	0,5		0,3
Messabstand U_{B4}	0,1		0,1
Luftimpedanz U_{B5}	0,2		0,1
Turbulenz U_{B6}	0,7		0,4
Windgeschwindigkeit U_{B7}	0,3		0,2
Windrichtung U_{B8}	0,5		0,3
Fremdgeräusch U_{B9}	0,2 - 0,9		0,1 - 0,3

4.3 Abschätzung der Gesamtmessunsicherheit U_C

Aus den berechneten Messunsicherheiten des Typs A und den abgeschätzten Messunsicherheiten des Typs B ergibt sich nach [2] die kombinierte Gesamtmessunsicherheit U_C :

$$U_C = \sqrt{U_A^2 + U_{B1}^2 + U_{B2}^2 + U_{B3}^2 + U_{B4}^2 + U_{B5}^2 + U_{B6}^2 + U_{B7}^2 + U_{B8}^2 + U_{B9}^2} \quad (10)$$

Tab. 7: Gesamtmessunsicherheit U_C für den Schallleistungspegel

Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe v_{p10} [m/s]	BIN 4 3,5–4,5	BIN 5 4,5–5,5	BIN 6 5,5–6,5	BIN 7 6,5–7,5	BIN 8 7,5–8,5	BIN 9 8,5–9,5	BIN 10 9,5–10,5
Gesamtmessunsicherheit U_C [dB]	0,9	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7



4.4 Messunsicherheiten für Tonhaltigkeiten

Bei der Tonhaltigkeit ist U_A für jeden Einzelton der Fehler des Mittelwertes aus den maximalen Tonpegeln. Der Wert von U_{B3} kann gemäß [1] mit 1,7 dB abgeschätzt werden. Da es sich bei dem angegebenen Wert $\Delta L_{A,k}$ um eine Differenz handelt und des Weiteren die Windgeschwindigkeit hier von zweitrangiger Bedeutung ist, können die Werte von U_{B1} , U_{B4} und U_{B6} gemäß [1], geringer angenommen werden als beim Schallleistungspegel L_{WA} .

Die Ergebnisse der kombinierten Gesamtmessunsicherheit für Tonhaltigkeiten bei ganzzahligen Windgeschwindigkeitswerten sind wie nachstehend:

Tab. 8: Gesamtmessunsicherheit U_C für Tonhaltigkeiten

Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe v_{p10} [m/s]	BIN 4 3,5–4,5	BIN 5 4,5–5,5	BIN 6 5,5–6,5	BIN 7 6,5–7,5	BIN 8 7,5–8,5	BIN 9 8,5–9,5	BIN 10 9,5–10,5
Gesamtmessunsicherheit U_C [dB] für Tonhaltigkeit um 70 Hz	3,54	2,54	2,17	5,94 ¹⁾	4,64 ¹⁾	6,00 ¹⁾	... ²⁾

1) Hohe Unsicherheit, da nicht in jedem Spektrum ein Ton ermittelt wurde

2) Keine Auswertung erfolgt, da keine Tonalität mit einem $\Delta L_{A,k} \geq -3,0$ dB vorliegt

4.5 Messunsicherheiten für Terzspektren

Bei der Betrachtung von Terzbändern gibt U_A die Abweichung zum jeweiligen Terzbandmittelungspegel in jedem Frequenzband an, welcher aus der Standardabweichung mit dem Nenner $\sqrt{N-1}$ berechnet wurde, wobei N die Anzahl der gemessenen Spektren ist. Gemäß [2] muss der Wert für U_{B3} hier im Vergleich zur Messunsicherheitsbetrachtung des Schallleistungspegels L_{WA} größer eingeschätzt werden und liegt typischerweise bei 1,7 dB. Die Gesamtunsicherheiten U_C für die Terzbandmittelungspegel der Terzspektren sind in den Tabellen im Anhang dargestellt.



6 Zusammenfassung

Im Auftrag der Oekostroum Weiler S.A wurde von der windtest grevenbroich gmbh eine Geräuschemissionsmessung an einer Windenergieanlage des Typs SWT3.0-113 mit einer Nabenhöhe von 142,5 m (inkl. Fundament) gemäß EN 61400-11:2007-03 [1] durchgeführt.

Die windtest grevenbroich gmbh verfügt in Luxemburg über eine Zulassung zur Durchführung technischer Forschungs- und Prüfungsaufgaben im Umweltbereich.

Zeichen der Zulassung: OA/2019/027

Dieser Bericht ersetzt den Bericht SE18042B2.

Die Messung erfolgte 2019-03-07 am Standort Wincrange / Luxemburg an der WEA mit der Seriennummer 3001240, in der Betriebskonfiguration „Betriebsmodus -2dB“.

Eine ausgeprägte Richtcharakteristik konnte bei der untersuchten WEA nicht festgestellt werden. Einzelgeräusche, die den mittleren Anlagengeräuschpegel der Windenergieanlage um mehr als 10 dB übertreffen, wurden nicht festgestellt.

Die Tonhaltigkeitsanalyse nach [1] für die untersuchte WEA in 194,4 m Entfernung ergab tonale Wahrnehmbarkeiten, die mit einem Zuschlag K_{TN} gemäß Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 1 „Bestimmung der Schallemissionswerte“, Revision 18, Stand 2008-02-01 [2] von bis zu 3 dB im analysierten Windgeschwindigkeitsbereich zu bewerten sind.

Es wurde subjektiv kein ausgeprägtes impulshaltiges Betriebsgeräusch festgestellt. Der Impulshaltigkeitszuschlag K_{IN} gemäß [2] beträgt für das analysierte Betriebsgeräusch 0 dB.

Bezüglich des Schallemissionspegels L_{WA} wurde für diese Messung eine typische Messunsicherheit von $U_c = 0,7 \text{ dB} - 0,9 \text{ dB}$ ermittelt.

Zusammenfassend führt die Auswertung zu folgenden Ergebnissen:

Tab. 9: Messergebnisse der WEA SWT3.0-113 Betriebsmodus „-2dB“

Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe v_{10} [m/s]	BIN 4 3,5–4,5	BIN 5 4,5–5,5	BIN 6 5,5–6,5	BIN 7 6,5–7,5	BIN 8 7,5–8,5	BIN 9 8,5–9,5	BIN 10 9,5–10,5
Schallemissionspegel L_{WA} [dB]	95,1	101,6	103,8	104,1	103,9	103,8	104,0
Tonale Wahrnehmbarkeit $\Delta L_{A,TN}$ [dB] (Tonhaltigkeitszuschlag ¹⁾ K_{TN} [dB]	2,01 ¹⁾ (2)	4,12 ¹⁾ (3)	2,94 (2)	-1,85 (0)	-1,16 (0)	-0,50 (0)	< -3,00 (0)
Impulshaltigkeitszuschlag ²⁾ K_{IN} [dB]	0	0	0	0	0	0	0
Elektrische Leistung P [kW]	625	1.255	2.093	2.671	2.770	2.772	2.772
Rotordrehzahl N_{rot} [min ⁻¹]	9,8	12,4	13,2	12,9	13,2	13,2	13,2

1) Das maskierende Gesamtgeräusch wurde innerhalb der kritischen Frequenzbandbreite vom Fremdgeräusch beeinflusst. Dies kann zu höheren Tonhaltigkeitsergebnissen führen.

2) Bewertung gemäß [2]

Es wird versichert, dass das Gutachten gemäß dem Stand der Technik, unparteiisch und nach bestem Wissen und Gewissen erstellt wurde.

Die in diesem Bericht aufgeführten Ergebnisse beziehen sich nur auf diese Anlage (vgl. Herstellerbescheinigung im Anhang).

Grevenbroich, 2019-11-27


M.Sc. Henning Valentin
Projektleiter





7 Literaturverzeichnis

- [1] EN 61400-11:2007-03
Windenergieanlagen Teil11: Schallmessverfahren
- [2] Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Revision 18, Stand 01.02.2008 Teil1:
Bestimmung der Schallemissionswerte, Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e.V.
- [3] DIN 45681
Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die
Beurteilung von Geräuschimmissionen
August 2006



8 Verzeichnis der verwendeten Formelzeichen und Abkürzungen

a	- Fehler	-
B	- Fremdgeräusch (Background Noise)	-
ΔL	- Pegeldifferenz	dB
ΔL_k	- Tonalität	dB
$\Delta L_{a,k}$	- Tonale Wahrnehmbarkeit	dB
ΔL_{CA}	- Differenzpegel zw. C-bewertetem und - A-bewertetem Schalldruckpegel	dB
D	- Rotordurchmesser	m
f_T	- Tonfrequenz	Hz
f_m	- Mittenfrequenz	Hz
H	- Höhe Rotormittelpunkt (Nabenhöhe)	m
h_A	- Höhe des Mikrofons in Relation zur Fundamenthöhe der WEA	m
H_{neu}	- Nabenhöhe für gleiche WEA, aber andere Nabenhöhe als die gemessene	m
K	- Korrekturfaktor	-
K_{IN}	- Impulshaltigkeitszuschlag im akustischen Nahfeld	dB
K_{TN}	- Tonhaltigkeitszuschlag im akustischen Nahfeld nach DIN 45681	dB
L_a	- Audibilitätsmaß	-
L_{Aeq}	- Energieäquivalenter Dauerschallpegel, A-bewertet	dB
$L_{Aeq,B}$	- Fremdgeräuschpegel	dB
$L_{Aeq,C}$	- Fremdgeräuschkorrigierter Schalldruckpegel	dB
$L_{Aeq,meas}$	- gemessene Schalldruckpegel	dB
$L_{Aeq,reg}$	- aus Regression berechnete Schalldruckpegel	dB
L_{Ceq}	- äquivalenter Dauerschallpegel, C-bewertet	dB
$L_{Aeq,T}$	- Gesamtgeräuschpegel	dB
L_T	- Tonpegel	dB
L_{WA}	- A-bewerteter Schallleistungspegel	dB
N	- Anzahl Werte	-
N_A	- Nabenabstand Rotormittelpunkt - Turmmitte	m
N_{Gen}	- Generatorzahl	min ⁻¹
N_{Rot}	- Rotordrehzahl	min ⁻¹
P	- abgegebene elektrische Wirkleistung	kW
R_0	- horizontale Messentfernung zwischen Messpunkt und Turmmittellinie	m
R_i	- Abstand zwischen Schallquelle und Messpunkt (Hüllflächenradius)	m
T	- Gesamtgeräusch (Total Noise)	-
U_a, U_b, U_c	- Messunsicherheiten	dB
v_H	- Windgeschwindigkeit aus Leistungskurve in Nabenhöhe	m/s
$v_{mess,10}$	- gemessene Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	m/s
$v_{mess,10,korr}$	- korrigierte gemessene Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	m/s
v_{p10}	- standardisierte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	m/s
$v_{10,i}$	- Windgeschwindigkeit der gemessenen WEA in 10 m Höhe	m/s
$v_{10,ref}$	- ganzzahlige Windgeschwindigkeit der WEA mit neuer Nabenhöhe	m/s
WEA	- Windenergieanlage	-
Z_0	- Rauigkeitslänge	m
$Z_{0,ref}$	- Referenzrauigkeitslänge	m



9 Bearbeitungsverlauf

Version	Datum	Inhalt	Status
SE18042B3	2019-11-27	Prüfbericht gemäß EN 61400-11:2007-03 über Geräuschemissionen einer Siemens Windenergieanlage des Typs SWT3.0-113 Ser.-Nr. 3001240 am Standort Wincrange / Luxemburg - Betriebsmodus „-2dB“ -	gültig

10 Anhang

Anhang 1	Lageplan
Anhang 2	Technische Daten der WEA
Anhang 3	Leistungskurve
Anhang 4	Messgeräte
Anhang 5	Einfügungsdämpfung des sekundären Windschirms
Anhang 6	Messaufbau
Anhang 7	Messdaten
Anhang 8	Betriebszustand
Anhang 9	Terz- und Oktavspektren
Anhang 10	Schmalbandspektren

A-B.3 Enercon E175 EP5 6.00 MW

Extrait pour le mode 0 s



Technical data sheet
Operating mode 0 s – E-175 EP5 / 6000 kW

3.2 Calculated sound power levels – operating mode 0 s

In operating mode 0 s the wind energy converter operates in a power-optimised mode to achieve optimum yield. The highest expected sound power level is 106.5 dB(A) in the nominal power range. All the sound power levels indicated apply taking into account the uncertainties described in ch. 2.2, p. 7. After reaching the nominal power, the sound power level will not increase further.

Tab. 5: Technical specifications

Parameter	Value	Unit
Nominal power (P_n)	6000	kW
Nominal wind speed	12.5	m/s

Tab. 6: Calculated sound power level in dB(A), based on standardised wind speed v_s at a height of 10 m

v_s at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)		
	HH 112 m	HH 132 m	HH 162 m
3 m/s	91.0	91.4	92.0
3.5 m/s	94.3	94.8	95.5
4 m/s	97.6	98.1	98.7
4.5 m/s	100.4	100.9	101.6
5 m/s	103.1	103.6	104.2
5.5 m/s	105.3	105.7	106.2
6 m/s	106.5	106.5	106.5
6.5 m/s	106.5	106.5	106.5
7 m/s	106.5	106.5	106.5
7.5 m/s	106.5	106.5	106.5
8 m/s	106.5	106.5	106.5
8.5 m/s	106.5	106.5	106.5
9 m/s	106.5	106.5	106.5
9.5 m/s	106.5	106.5	106.5
10 m/s	106.5	106.5	106.5
10.5 m/s	106.5	106.5	106.5
11 m/s	106.5	106.5	106.5
11.5 m/s	106.5	106.5	106.5
12 m/s	106.5	106.5	106.5
95 % P_n	106.5	106.5	106.5

Subject to technical change without prior notice.

4 Octave band levels of the loudest condition

4.1 Operating mode 0 s

The following octave band level values apply taking into account the uncertainties listed in the Datenblatt Betriebsmodi (Data sheet operating modes).

Tab. 2: Octave band levels in dB(A), based on wind speed at hub height v_H

v_H in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8.5	77.7	86.9	92.6	97.2	100.7	101.4	99.8	92.6	76.2

Tab. 3: Octave band levels at HH 112 m in dB(A), based on standardised wind speed v_s at a height of 10 m

v_s at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
6	77.7	86.9	92.6	97.2	100.6	101.4	99.8	92.7	76.8

Tab. 4: Octave band levels at HH 132 m in dB(A), based on standardised wind speed v_s at a height of 10 m

v_s at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
6	77.9	87.1	92.8	97.3	100.7	101.4	99.7	92.1	75.0

Tab. 5: Octave band levels at HH 162 m in dB(A), based on standardised wind speed v_s at a height of 10 m

v_s at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
6	78.2	87.4	93.0	97.6	100.9	101.4	99.5	91.3	72.5

Subject to technical change without prior notice.

3.2 Calculated sound power levels – operating mode OM-NR-02-0

In operating mode OM-NR-02-0 the wind energy converter operates with reduced sound emission. The highest expected sound power level is 104.5 dB(A) in the nominal power range. All the sound power levels indicated apply taking into account the uncertainties described in ch. 2.2, p. 7. After reaching the nominal power, the sound power level will not increase further.

Tab. 5: Technical specifications

Parameter	Value	Unit
Nominal power (P_n)	4100	kW
Nominal wind speed	12.0	m/s

Tab. 6: Calculated sound power level in dB(A), based on wind speed at hub height v_H

v_H	Sound power level in dB(A)
5 m/s	104.4
5.5 m/s	104.5
6 m/s	104.5
6.5 m/s	104.5
7 m/s	104.5
7.5 m/s	104.5
8 m/s	104.5
8.5 m/s	104.5
9 m/s	104.5
9.5 m/s	104.5
10 m/s	104.5
10.5 m/s	104.5
11 m/s	104.5
11.5 m/s	104.5
12 m/s	104.5
12.5 m/s	104.5
13 m/s	104.5
13.5 m/s	104.5
14 m/s	104.5
14.5 m/s	104.5
15 m/s	104.5

Subject to technical change without prior notice.

Technical data sheet

Octave band levels operating mode OM-NR-02-0 – E-175 EP5 E1 /
6000 kW

4 Octave band levels of the loudest condition

The following octave band level values apply taking into account the uncertainties listed in the 'Datenblatt Betriebsmodus' (Data sheet operating mode).

Tab. 2: Octave band levels in dB(A), based on wind speed at hub height v_H

v_H in m/s	Octave band level centre frequency in Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
5.5	90.3	90.6	95.8	100.2	99.6	93.3	82.4	62.7

A-B.4 Nordex N-175/6.x

Niveau de puissance global – nouvelle documentation (Mode 0 à 106.9 dBA)

Classification: Internal Purpose

Noise level, rated power and available hub heights



Nordex N175/6.X – Noise level, rated power and available hub heights

operating mode	rated power [kW]	maximum sound power level over the complete operating range of the wind turbine		available hub heights [m]						
		L _{WA} [dB(A)]	L _{WA} (STE) [dB(A)]	112	119	133	142	162	179	
Mode 0	6800	108.9	106.9	●	●	●	●	●	●	
Mode 1	6525	108.5	106.5	●	●	●	●	●	●	
Mode 2	6220	108.0	106.0	●	●	●	●	●	●	
Mode 3	6070	107.5	105.5	●	●	●	●	●	●	
Mode 4	5940	107.0	105.0	●	●	●	●	●	●	
Mode 5	5800	106.5	104.5	●	●	●	●	●	●	
Mode 6	5670	106.0	104.0	○	○	○	○	○	○	
Mode 7	5560	105.6	103.6	○	○	○	○	○	○	
Mode 8	5030	103.4	101.4	○	○	○	○	○	○	
Mode 9	4920	103.0	101.0	○	○	○	○	○	○	
Mode 10	4820	102.5	100.5	●	●	●	●	●	●	
Mode 11	4680	102.0	100.0	●	●	●	●	●	●	
Mode 12	4460	101.5	99.5	●	●	●	●	●	●	
Mode 13	4260	101.0	99.0	●	●	●	●	●	●	
Mode 14	4050	100.5	98.5	●	●	●	●	●	●	
Mode 15	3860	100.0	98.0	●	●	●	●	●	●	
Mode 16	3670	99.4	97.4	●	●	●	●	●	●	

- mode available
- mode on request
- mode not available

Niveau de puissance par tiers d'octave – ancienne documentation (Mode 0 inexistant + décalage entre la dénomination des modes)

Classification: Internal Purpose

Octave sound power levels / Oktav-Schallleistungspegel



Nordex N175/6.X without STE / ohne STE

octave sound power levels / Oktav-Schallleistungspegel in dB(A)									
operation mode / Betriebsweise	octave band mid frequency / Oktavband-Mittenfrequenz								Total
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Mode 1	88.8	95.6	99.8	101.3	103.2	101.4	90.2	72.5	108.0
Mode 2	88.3	95.1	99.3	100.8	102.7	100.9	89.7	72.0	107.5
Mode 3	87.8	94.6	98.8	100.3	102.2	100.4	89.2	71.5	107.0
Mode 4	87.3	94.1	98.3	99.8	101.7	99.9	88.7	71.0	106.5
Mode 5	86.8	93.6	97.8	99.3	101.2	99.4	88.2	70.5	106.0
Mode 6	86.4	93.2	97.4	98.9	100.8	99.0	87.8	70.1	105.6
Mode 7	84.2	91.0	95.2	96.7	98.6	96.8	85.6	67.9	103.4
Mode 8	83.8	90.6	94.8	96.3	98.2	96.4	85.2	67.5	103.0
Mode 9	83.3	90.1	94.3	95.8	97.7	95.9	84.7	67.0	102.5
Mode 10	82.8	89.6	93.8	95.3	97.2	95.4	84.2	66.5	102.0
Mode 11	82.3	89.1	93.3	94.8	96.7	94.9	83.7	66.0	101.5
Mode 12	81.8	88.6	92.8	94.3	96.2	94.4	83.2	65.5	101.0
Mode 13	81.3	88.1	92.3	93.8	95.7	93.9	82.7	65.0	100.5
Mode 14	80.8	87.6	91.8	93.3	95.2	93.4	82.2	64.5	100.0
Mode 15	80.2	87.0	91.2	92.7	94.6	92.8	81.6	63.9	99.4

Nordex N175/6.X with STE / mit STE

octave sound power levels / Oktav-Schallleistungspegel in dB(A)									
operation mode / Betriebsweise	octave band mid frequency / Oktavband-Mittenfrequenz								Total
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Mode 1	88.8	95.6	99.0	99.5	100.4	98.3	89.0	72.5	106.0
Mode 2	88.3	95.1	98.5	99.0	99.9	97.8	88.5	72.0	105.5
Mode 3	87.8	94.6	98.0	98.5	99.4	97.3	88.0	71.5	105.0
Mode 4	87.3	94.1	97.5	98.0	98.9	96.8	87.5	71.0	104.5
Mode 5	86.8	93.6	97.0	97.5	98.4	96.3	87.0	70.5	104.0
Mode 6	86.4	93.2	96.6	97.1	98.0	95.9	86.6	70.1	103.6
Mode 7	84.2	91.0	94.4	94.9	95.8	93.7	84.4	67.9	101.4
Mode 8	83.8	90.6	94.0	94.5	95.4	93.3	84.0	67.5	101.0
Mode 9	83.3	90.1	93.5	94.0	94.9	92.8	83.5	67.0	100.5
Mode 10	82.8	89.6	93.0	93.5	94.4	92.3	83.0	66.5	100.0
Mode 11	82.3	89.1	92.5	93.0	93.9	91.8	82.5	66.0	99.5
Mode 12	81.8	88.6	92.0	92.5	93.4	91.3	82.0	65.5	99.0
Mode 13	81.3	88.1	91.5	92.0	92.9	90.8	81.5	65.0	98.5
Mode 14	80.8	87.6	91.0	91.5	92.4	90.3	81.0	64.5	98.0
Mode 15	80.2	87.0	90.4	90.9	91.8	89.7	80.4	63.9	97.4

* Le spectre par bandes d'octaves du mode 0 est déduit des autres modes présentés. Et le rapport entre les modes est établi suivant le niveau de puissance acoustique global (exemple Mode 3 de l'ancienne documentation est à 105 dBA, ce qui correspond au Mode 4 de la nouvelle documentation).

Annexe C Vue d'ensemble des éoliennes

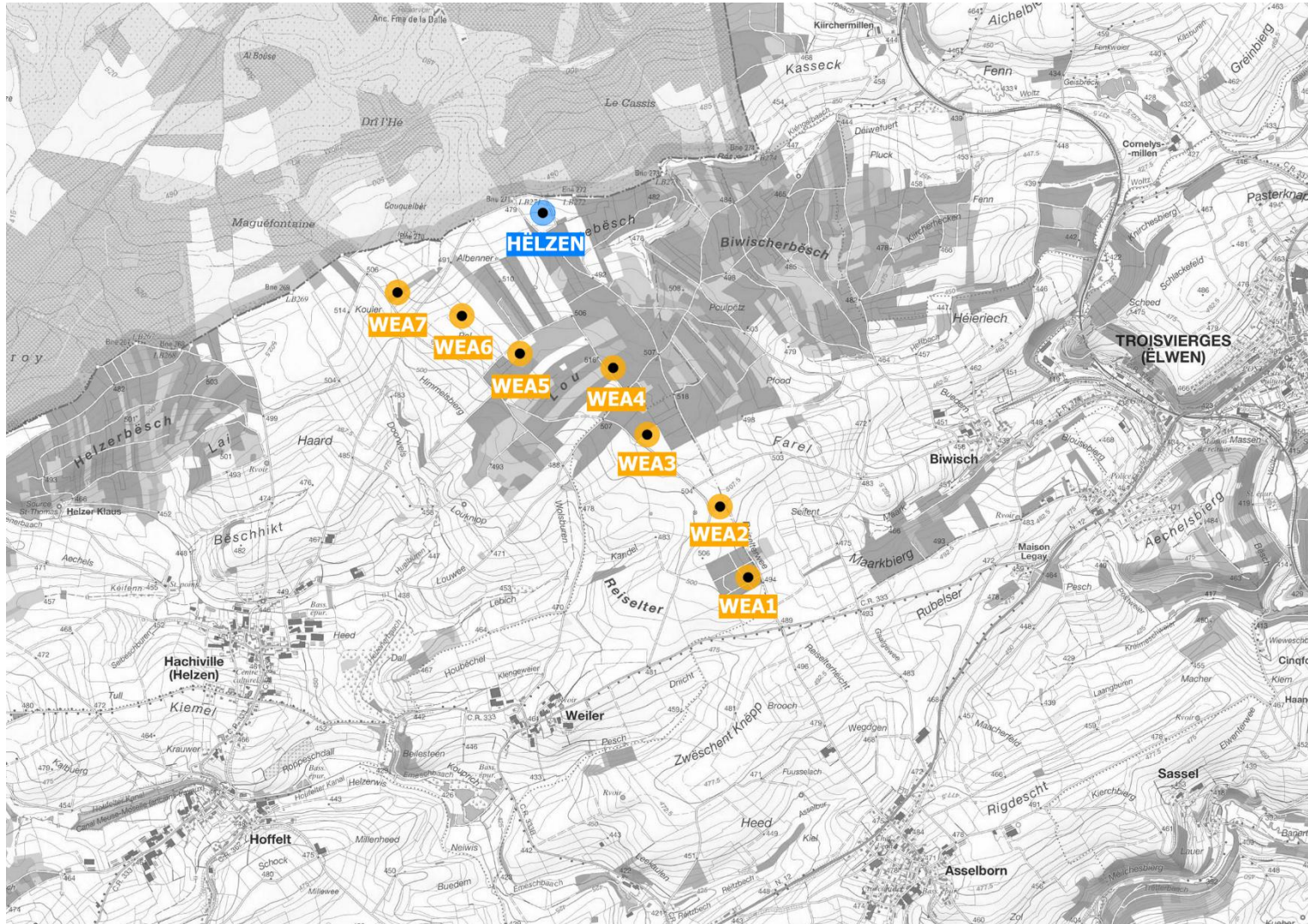


Figure 22 : Localisation des éoliennes

Annexe D Niveaux partiels aux récepteurs

Les Tableaux 21 à Tableau 28 détaillent les niveaux sonores partiels aux récepteurs en considérant le bridage recommandé.

Tableau 21 : Niveaux partiels ($L_{p,A,G}$) aux points récepteurs – Enercon, P6 jour

Source	IO1	IO2	IO3	IO4	IO5	IO6	IO7	IO8	IO9	IO11	IO12	IO13	IO14	IO15	IO16	IO17	IO18
WEA1	23.9	21.1	23.4	31.5	30.6	30.3	30.2	30.8	30.6	29	27.5	29.2	19.7	20.4	17.1	21.3	11.4
WEA2	24.5	21.6	24	30.3	29.8	27.6	27.3	28	30.8	29.5	27	28	21.2	22	18.3	22.7	12.2
WEA3	25.9	22.8	25.4	29.1	29.2	24.5	24.3	24.8	28.3	27.6	24.7	25.1	23.5	24.4	20.2	23.5	13.9
WEA4	25.9	18.9	25.4	27.1	27.3	22.6	22.4	22.9	26.9	26.5	23.4	22	25.6	26.7	21.8	24.4	15.2
WEA5	27.9	24.9	27.5	26.7	27.2	20.9	21	21.2	24.1	22.9	21.2	17.8	27.1	28.1	23.4	22.5	16.9
WEA6	28.2	25.5	27.9	25.3	25.9	19.6	19.7	19.1	22.5	20.2	19.9	15.4	28.7	29.7	25.1	21.6	18.6
WEA7	28.3	26.3	28.3	24.2	24.8	18.4	18.5	17.5	20.9	17.1	18.6	13.9	29.6	30.3	26.7	19.9	20.3
HËLZEN	24.8	22.7	24.6	23.5	23.8	19.5	19.3	19.7	24.1	21.8	21.1	16.1	33.1	34.9	26.8	26.5	19.3

Tableau 22 : Niveaux partiels ($L_{p,A,G}$) aux points récepteurs – Enercon, P6 nuit

Source	IO1	IO2	IO3	IO4	IO5	IO6	IO7	IO8	IO9	IO11	IO12	IO13	IO14	IO15	IO16	IO17	IO18
WEA1	22.5	19.6	21.9	30.1	29.2	28.9	28.7	29.4	29.2	27.6	26.1	27.8	18.1	18.8	15.5	19.8	9.8
WEA2	23	20.1	22.5	28.9	28.4	26.2	25.9	26.6	29.4	28.1	25.5	26.5	19.7	20.5	16.7	21.2	10.6
WEA3	25.9	22.8	25.4	29.1	29.2	24.5	24.3	24.8	28.3	27.6	24.7	25.1	23.5	24.4	20.2	23.5	13.9
WEA4	25.9	18.9	25.4	27.1	27.3	22.6	22.4	22.9	26.9	26.5	23.4	22	25.6	26.7	21.8	24.4	15.2
WEA5	27.9	24.9	27.5	26.7	27.2	20.9	21	21.2	24.1	22.9	21.2	17.8	27.1	28.1	23.4	22.5	16.9
WEA6	28.2	25.5	27.9	25.3	25.9	19.6	19.7	19.1	22.5	20.2	19.9	15.4	28.7	29.7	25.1	21.6	18.6
WEA7	28.3	26.3	28.3	24.2	24.8	18.4	18.5	17.5	20.9	17.1	18.6	13.9	29.6	30.3	26.7	19.9	20.3
HËLZEN	23.5	21.9	23.7	22.6	23	18.8	18.6	19	23.3	20.7	20.3	15.4	31.9	33.7	25.8	25.5	18.4

Tableau 23 : Niveaux partiels ($L_{p,A,G}$) aux points récepteurs – Enercon, PV jour

Source	IO1	IO2	IO3	IO4	IO5	IO6	IO7	IO8	IO9	IO11	IO12	IO13	IO14	IO15	IO16	IO17	IO18
WEA1	24	21.2	23.5	31.6	30.8	30.5	30.3	30.9	30.7	29.1	27.6	29.3	19.8	20.5	17.2	21.4	11.5
WEA2	24.6	21.7	24.1	30.4	29.9	27.7	27.4	28.1	30.9	29.6	27.1	28.1	21.4	22.1	18.4	22.8	12.3
WEA3	26	22.9	25.5	29.2	29.3	24.6	24.4	24.9	28.4	27.7	24.8	25.2	23.7	24.5	20.3	23.6	14.1
WEA4	26	19	25.5	27.2	27.4	22.7	22.6	23	27	26.6	23.5	22.1	25.7	26.8	21.9	24.5	15.4
WEA5	28.1	25	27.6	26.9	27.4	21.1	21.1	21.3	24.2	23.1	21.3	17.9	27.2	28.2	23.5	22.6	17.1
WEA6	28.3	25.6	28	25.4	26	19.7	19.8	19.2	22.6	20.3	20	15.5	28.8	29.8	25.2	21.7	18.7
WEA7	28.4	26.4	28.4	24.3	24.9	18.5	18.7	17.6	21.1	17.2	18.7	14	29.7	30.4	26.8	20	20.4
HËLZEN	24.8	22.7	24.6	23.5	23.8	19.5	19.3	19.7	24.1	21.8	21.1	16.1	33.1	34.9	26.8	26.5	19.3

Tableau 24 : Niveaux partiels ($L_{p,A,G}$) aux points récepteurs – Enercon, PV nuit

Source	IO1	IO2	IO3	IO4	IO5	IO6	IO7	IO8	IO9	IO11	IO12	IO13	IO14	IO15	IO16	IO17	IO18
WEA1	20.9	19.7	22.1	30.5	29.6	29.3	29.1	29.8	29.4	28	26.4	28.1	18.2	19	15.5	19.9	9.7
WEA2	23.3	20.2	22.7	29.3	28.8	26.5	26.2	27	29.8	28.5	25.8	26.9	19.9	20.7	16.8	21.4	10.6
WEA3	26	22.9	25.5	29.2	29.3	24.6	24.4	24.9	28.4	27.7	24.8	25.2	23.7	24.5	20.3	23.6	14
WEA4	26	19	25.5	27.1	27.4	22.7	22.5	23	27	26.6	23.5	22.1	25.7	26.8	21.9	24.5	15.4
WEA5	28	25	27.6	26.3	27.3	21.1	21.1	21.3	24.2	23.1	21.3	17.9	27.2	28.2	23.5	22.6	17.1
WEA6	28.3	25.6	28	24.7	26	19.7	19.8	19.2	22.6	20.3	20	15.5	28.8	29.8	25.2	21.7	18.7
WEA7	28.4	26.4	28.4	23.5	24.9	18.5	18.6	17.6	21.1	17.2	18.7	14	29.7	30.4	26.8	20	20.4
HËLZEN	24.8	22.7	24.6	23	23.8	19.5	19.3	19.7	24.1	21.8	21.1	16.1	33.1	34.9	26.8	26.5	19.3

Tableau 25 : Niveaux partiels ($L_{p,A,G}$) aux points récepteurs – Nordex, P6 jour

Source	IO1	IO2	IO3	IO4	IO5	IO6	IO7	IO8	IO9	IO11	IO12	IO13	IO14	IO15	IO16	IO17	IO18
WEA1	23.9	21.1	23.4	31.5	30.6	30.3	30.2	30.8	30.6	29	27.5	29.2	19.7	20.4	17.1	21.3	11.4
WEA2	24.5	21.6	24	30.3	29.8	27.6	27.3	28	30.8	29.5	27	28	21.2	22	18.3	22.7	12.2
WEA3	25.9	22.8	25.4	29.1	29.2	24.5	24.3	24.8	28.3	27.6	24.7	25.1	23.5	24.4	20.2	23.5	13.9
WEA4	25.9	18.9	25.4	27.1	27.3	22.6	22.4	22.9	26.9	26.5	23.4	22	25.6	26.7	21.8	24.4	15.2
WEA5	27.9	24.9	27.5	26.7	27.2	20.9	21	21.2	24.1	22.9	21.2	17.8	27.1	28.1	23.4	22.5	16.9
WEA6	28.2	25.5	27.9	25.3	25.9	19.6	19.7	19.1	22.5	20.2	19.9	15.4	28.7	29.7	25.1	21.6	18.6
WEA7	28.3	26.3	28.3	24.2	24.8	18.4	18.5	17.5	20.9	17.1	18.6	13.9	29.6	30.3	26.7	19.9	20.3
HËLZEN	26.1	24.2	26	24.9	25.2	21.1	20.9	21.4	25.5	23.6	22.6	17.9	34	35.7	28	27.7	21

Tableau 26 : Niveaux partiels ($L_{p,A,G}$) aux points récepteurs – Nordex, P6 nuit

Source	IO1	IO2	IO3	IO4	IO5	IO6	IO7	IO8	IO9	IO11	IO12	IO13	IO14	IO15	IO16	IO17	IO18
WEA1	22.5	19.6	21.9	30.1	29.2	28.9	28.7	29.4	29.2	27.6	26.1	27.8	18.1	18.8	15.5	19.8	9.8
WEA2	23	20.1	22.5	28.9	28.4	26.2	25.9	26.6	29.4	28.1	25.5	26.5	19.7	20.5	16.7	21.2	10.6
WEA3	25.9	22.8	25.4	29.1	29.2	24.5	24.3	24.8	28.3	27.6	24.7	25.1	23.5	24.4	20.2	23.5	13.9
WEA4	25.9	18.9	25.4	27.1	27.3	22.6	22.4	22.9	26.9	26.5	23.4	22	25.6	26.7	21.8	24.4	15.2
WEA5	27.9	24.9	27.5	26.7	27.2	20.9	21	21.2	24.1	22.9	21.2	17.8	27.1	28.1	23.4	22.5	16.9
WEA6	28.2	25.5	27.9	25.3	25.9	19.6	19.7	19.1	22.5	20.2	19.9	15.4	28.7	29.7	25.1	21.6	18.6
WEA7	28.3	26.3	28.3	24.2	24.8	18.4	18.5	17.5	20.9	17.1	18.6	13.9	29.6	30.3	26.7	19.9	20.3
HËLZEN	24.2	22.3	24.1	23	23.3	19.2	19	19.5	23.6	21.7	20.7	16	32.1	33.8	26.1	25.8	19.1

Tableau 27 : Niveaux partiels ($L_{p,A,G}$) aux points récepteurs – Nordex, PV jour

Source	IO1	IO2	IO3	IO4	IO5	IO6	IO7	IO8	IO9	IO11	IO12	IO13	IO14	IO15	IO16	IO17	IO18
WEA1	24	21.2	23.5	31.6	30.8	30.5	30.3	30.9	30.7	29.1	27.6	29.3	19.8	20.5	17.2	21.4	11.5
WEA2	24.6	21.7	24.1	30.4	29.9	27.7	27.4	28.1	30.9	29.6	27.1	28.1	21.4	22.1	18.4	22.8	12.3
WEA3	26	22.9	25.5	29.2	29.3	24.6	24.4	24.9	28.4	27.7	24.8	25.2	23.7	24.5	20.3	23.6	14.1
WEA4	26	19	25.5	27.2	27.4	22.7	22.6	23	27	26.6	23.5	22.1	25.7	26.8	21.9	24.5	15.4
WEA5	28.1	25	27.6	26.9	27.4	21.1	21.1	21.3	24.2	23.1	21.3	17.9	27.2	28.2	23.5	22.6	17.1
WEA6	28.3	25.6	28	25.4	26	19.7	19.8	19.2	22.6	20.3	20	15.5	28.8	29.8	25.2	21.7	18.7
WEA7	28.4	26.4	28.4	24.3	24.9	18.5	18.7	17.6	21.1	17.2	18.7	14	29.7	30.4	26.8	20	20.4
HËLZEN	26.1	24.2	26	24.9	25.2	21.1	20.9	21.4	25.5	23.6	22.6	17.9	34	35.7	28	27.7	21

Tableau 28 : Niveaux partiels ($L_{p,A,G}$) aux points récepteurs – Nordex, PV nuit

Source	IO1	IO2	IO3	IO4	IO5	IO6	IO7	IO8	IO9	IO11	IO12	IO13	IO14	IO15	IO16	IO17	IO18
WEA1	22.7	19.7	22.1	30.5	29.6	29.3	29.1	29.8	29.6	28	26.4	28.1	18.2	19	15.5	19.9	9.7
WEA2	23.3	20.2	22.7	29.3	28.8	26.5	26.2	27	29.8	28.5	25.8	26.9	19.9	20.7	16.8	21.4	10.6
WEA3	26	22.9	25.5	29.2	29.3	24.6	24.4	24.9	28.4	27.7	24.8	25.2	23.7	24.5	20.3	23.6	14
WEA4	26	19	25.5	27.2	27.4	22.7	22.5	23	27	26.6	23.5	22.1	25.7	26.8	21.9	24.5	15.4
WEA5	28	25	27.6	26.9	27.3	21.1	21.1	21.3	24.2	23.1	21.3	17.9	27.2	28.2	23.5	22.6	17.1
WEA6	28.3	25.6	28	25.4	26	19.7	19.8	19.2	22.6	20.3	20	15.5	28.8	29.8	25.2	21.7	18.7
WEA7	28.4	26.4	28.4	24.3	24.9	18.5	18.6	17.6	21.1	17.2	18.7	14	29.7	30.4	26.8	20	20.4
HËLZEN	26.1	24.2	26	24.9	25.2	21.1	20.9	21.4	25.5	23.6	22.6	17.9	34	35.7	28	27.7	21

Annexe E Détails de calculs aux récepteurs les plus impactés

Cette annexe présente les détails de calculs aux récepteurs les plus impactés. Le terme Abar est toujours inférieur ou égal à 4.8 dB, ce qui démontre que l'effet lié à la topographie est raisonnable.

Tableau 29 : Détails de calculs en IO1 – Enercon, P6 nuit

Source	Lw	I/a	Optime	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	RL	L _{p,A,G}
WEA7	105.2	0	0	0	0	75.5	4.3	-3	0	0	0.1	0	0	28.3
WEA6	105.2	0	0	0	0	75.7	4.3	-3	0	0	0	0	0	28.2
WEA5	105.2	0	0	0	0	75.9	4.4	-3	0	0	0	0	0	27.9
WEA3	105.2	0	0	0	0	77.4	4.9	-3	0	0	0	0	0	25.9
WEA4	105.2	0	0	0	0	77.4	4.9	-3	0	0	0	0	0	25.9
HËLZEN	104.5	0	0	0	0	78.7	4.8	-3	0	0	0.4	0	0	23.5
WEA2	103.9	0	0	0	0	78.4	5.4	-3	0	0	0	0	0	23
WEA1	103.9	0	0	0	0	78.8	5.6	-3	0	0	0	0	0	22.5

Tableau 30 : Détails de calculs en IO4 – Enercon, P6 nuit

Source	Lw	I/a	Optime	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	RL	L _{p,A,G}
WEA1	103.9	0	0	0	0	73.2	3.6	-3	0	0	0	0	0	30.1
WEA3	105.2	0	0	0	0	75	4.1	-3	0	0	0	0	0	29.1
WEA2	103.9	0	0	0	0	74.1	3.9	-3	0	0	0	0	0	28.9
WEA4	105.2	0	0	0	0	76.5	4.6	-3	0	0	0	0	0	27.1
WEA5	105.2	0	0	0	0	76.8	4.7	-3	0	0	0	0	0	26.7
WEA6	105.2	0	0	0	0	77.8	5.1	-3	0	0	0	0	0	25.3
WEA7	105.2	0	0	0	0	78.7	5.4	-3	0	0	0	0	0	24.2
HËLZEN	104.5	0	0	0	0	79.6	5.2	-3	0	0	0	0	0	22.6

Tableau 31 : Détails de calculs en IO5 – Enercon, P6 nuit

Source	Lw	I/a	Optime	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	RL	L _{p,A,G}
WEA3	105.2	0	0	0	0	74.9	4.1	-3	0	0	0	0	0	29.2
WEA1	103.9	0	0	0	0	73.8	3.8	-3	0	0	0	0	0	29.2
WEA2	103.9	0	0	0	0	74.4	4	-3	0	0	0	0	0	28.4
WEA4	105.2	0	0	0	0	76.3	4.5	-3	0	0	0	0	0	27.3
WEA5	105.2	0	0	0	0	76.4	4.6	-3	0	0	0	0	0	27.2
WEA6	105.2	0	0	0	0	77.4	4.9	-3	0	0	0	0	0	25.9
WEA7	105.2	0	0	0	0	78.2	5.2	-3	0	0	0	0	0	24.8
HËLZEN	104.5	0	0	0	0	79.4	5.1	-3	0	0	0	0	0	23

Tableau 32 : Détails de calculs en IO9 – Enercon, P6 nuit

Source	Lw	I/a	Optime	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	RL	L _{p,A,G}
WEA2	103.9	0	0	0	0	73.7	3.8	-3	0	0	0	0	0	29.4
WEA1	103.9	0	0	0	0	73.8	3.8	-3	0	0	0	0	0	29.2
WEA3	105.2	0	0	0	0	75.6	4.3	-3	0	0	0	0	0	28.3
WEA4	105.2	0	0	0	0	76.7	4.6	-3	0	0	0	0	0	26.9
WEA5	105.2	0	0	0	0	78.7	5.4	-3	0	0	0	0	0	24.1
WEA6	105.2	0	0	0	0	79.9	5.8	-3	0	0	0	0	0	22.5
HËLZEN	104.5	0	0	0	0	79.2	5.1	-3	0	0	0	0	0	23.3
WEA7	105.2	0	0	0	0	81	6.3	-3	0	0	0	0	0	20.9

Tableau 33 : Détails de calculs en IO14 – Enercon, P6 nuit

Source	Lw	l/a	Optime	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	RL	L _{p,A,G}
HËLZEN	104.5	0	0	0	0	72.8	2.8	-3	0	0	0	0	0	31.9
WEA7	105.2	0	0	0	0	74.6	4	-3	0	0	0	0	0	29.6
WEA6	105.2	0	0	0	0	75.3	4.2	-3	0	0	0	0	0	28.7
WEA5	105.2	0	0	0	0	76.5	4.6	-3	0	0	0	0	0	27.1
WEA4	105.2	0	0	0	0	77.6	5	-3	0	0	0	0	0	25.6
WEA3	105.2	0	0	0	0	79.1	5.5	-3	0	0	0	0	0	23.5
WEA2	103.9	0	0	0	0	80.8	6.4	-3	0	0	0	0	0	19.7
WEA1	103.9	0	0	0	0	81.8	6.9	-3	0	0	0	0	0	18.1

Tableau 34 : Détails de calculs en IO15 – Enercon, P6 nuit

Source	Lw	l/a	Optime	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	RL	L _{p,A,G}
HËLZEN	104.5	0	0	0	0	71.4	2.5	-3	0	0	0	0	0	33.7
WEA7	105.2	0	0	0	0	74.1	3.8	-3	0	0	0	0	0	30.3
WEA6	105.2	0	0	0	0	74.6	4	-3	0	0	0	0	0	29.7
WEA5	105.2	0	0	0	0	75.8	4.3	-3	0	0	0	0	0	28.1
WEA4	105.2	0	0	0	0	76.9	4.7	-3	0	0	0	0	0	26.7
WEA3	105.2	0	0	0	0	78.5	5.3	-3	0	0	0	0	0	24.4
WEA2	103.9	0	0	0	0	80.2	6.1	-3	0	0	0	0	0	20.5
WEA1	103.9	0	0	0	0	81.4	6.7	-3	0	0	0	0	0	18.8

Tableau 35 : Détails de calculs en IO15 – Nordex, P6 jour

Source	Lw	l/a	Optime	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	RL	L _{p,A,G}
HÉLZEN	106.9	0	0	0	0	71.4	2.8	-3	0	0	0	0	0	35.7
WEA7	105.2	0	0	0	0	74.1	3.8	-3	0	0	0	0	0	30.3
WEA6	105.2	0	0	0	0	74.6	4	-3	0	0	0	0	0	29.7
WEA5	105.2	0	0	0	0	75.8	4.3	-3	0	0	0	0	0	28.1
WEA4	105.2	0	0	0	0	76.9	4.7	-3	0	0	0	0	0	26.7
WEA3	105.2	0	0	0	0	78.5	5.3	-3	0	0	0	0	0	24.4
WEA2	105.2	0	0	0	0	80.2	6	-3	0	0	0	0	0	22
WEA1	105.2	0	0	0	0	81.4	6.5	-3	0	0	0	0	0	20.4

Tableau 36 : Détails de calculs en IO1 – Nordex, P6 nuit

Source	Lw	l/a	Optime	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	RL	L _{p,A,G}
WEA7	105.2	0	0	0	0	75.5	4.3	-3	0	0	0.1	0	0	28.3
WEA6	105.2	0	0	0	0	75.7	4.3	-3	0	0	0	0	0	28.2
WEA5	105.2	0	0	0	0	75.9	4.4	-3	0	0	0	0	0	27.9
WEA3	105.2	0	0	0	0	77.4	4.9	-3	0	0	0	0	0	25.9
WEA4	105.2	0	0	0	0	77.4	4.9	-3	0	0	0	0	0	25.9
HÉLZEN	105	0	0	0	0	78.7	5	-3	0	0	0.1	0	0	24.2
WEA2	103.9	0	0	0	0	78.4	5.4	-3	0	0	0	0	0	23
WEA1	103.9	0	0	0	0	78.8	5.6	-3	0	0	0	0	0	22.5

Tableau 37 : Détails de calculs en IO4 – Nordex, P6 nuit

Source	Lw	l/a	Optime	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	RL	L _{p,A,G}
WEA1	103.9	0	0	0	0	73.2	3.6	-3	0	0	0	0	0	30.1
WEA3	105.2	0	0	0	0	75	4.1	-3	0	0	0	0	0	29.1
WEA2	103.9	0	0	0	0	74.1	3.9	-3	0	0	0	0	0	28.9
WEA4	105.2	0	0	0	0	76.5	4.6	-3	0	0	0	0	0	27.1
WEA5	105.2	0	0	0	0	76.8	4.7	-3	0	0	0	0	0	26.7
WEA6	105.2	0	0	0	0	77.8	5.1	-3	0	0	0	0	0	25.3
WEA7	105.2	0	0	0	0	78.7	5.4	-3	0	0	0	0	0	24.2
HËLZEN	105	0	0	0	0	79.6	5.4	-3	0	0	0	0	0	23

Tableau 38 : Détails de calculs en IO5 – Nordex, P6 nuit

Source	Lw	l/a	Optime	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	RL	L _{p,A,G}
WEA3	105.2	0	0	0	0	74.9	4.1	-3	0	0	0	0	0	29.2
WEA1	103.9	0	0	0	0	73.8	3.8	-3	0	0	0	0	0	29.2
WEA2	103.9	0	0	0	0	74.4	4	-3	0	0	0	0	0	28.4
WEA4	105.2	0	0	0	0	76.3	4.5	-3	0	0	0	0	0	27.3
WEA5	105.2	0	0	0	0	76.4	4.6	-3	0	0	0	0	0	27.2
WEA6	105.2	0	0	0	0	77.4	4.9	-3	0	0	0	0	0	25.9
WEA7	105.2	0	0	0	0	78.2	5.2	-3	0	0	0	0	0	24.8
HËLZEN	105	0	0	0	0	79.4	5.3	-3	0	0	0	0	0	23.3

Tableau 39 : Détails de calculs en IO9 – Nordex, P6 nuit

Source	Lw	l/a	Optime	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	RL	L _{p,A,G}
WEA2	103.9	0	0	0	0	73.7	3.8	-3	0	0	0	0	0	29.4
WEA1	103.9	0	0	0	0	73.8	3.8	-3	0	0	0	0	0	29.2
WEA3	105.2	0	0	0	0	75.6	4.3	-3	0	0	0	0	0	28.3
WEA4	105.2	0	0	0	0	76.7	4.6	-3	0	0	0	0	0	26.9
WEA5	105.2	0	0	0	0	78.7	5.4	-3	0	0	0	0	0	24.1
HËLZEN	105	0	0	0	0	79.2	5.2	-3	0	0	0	0	0	23.6
WEA6	105.2	0	0	0	0	79.9	5.8	-3	0	0	0	0	0	22.5
WEA7	105.2	0	0	0	0	81	6.3	-3	0	0	0	0	0	20.9

Tableau 40 : Détails de calculs en IO14 – Nordex, P6 nuit

Source	Lw	l/a	Optime	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	RL	L _{p,A,G}
HËLZEN	105	0	0	0	0	72.8	3.1	-3	0	0	0	0	0	32.1
WEA7	105.2	0	0	0	0	74.6	4	-3	0	0	0	0	0	29.6
WEA6	105.2	0	0	0	0	75.3	4.2	-3	0	0	0	0	0	28.7
WEA5	105.2	0	0	0	0	76.5	4.6	-3	0	0	0	0	0	27.1
WEA4	105.2	0	0	0	0	77.6	5	-3	0	0	0	0	0	25.6
WEA3	105.2	0	0	0	0	79.1	5.5	-3	0	0	0	0	0	23.5
WEA2	103.9	0	0	0	0	80.8	6.4	-3	0	0	0	0	0	19.7
WEA1	103.9	0	0	0	0	81.8	6.9	-3	0	0	0	0	0	18.1

Tableau 41 : Détails de calculs en IO15 – Nordex, P6 nuit

Source	Lw	l/a	Optime	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	RL	L _{p,A,G}
HËLZEN	105	0	0	0	0	71.4	2.8	-3	0	0	0	0	0	33.8
WEA7	105.2	0	0	0	0	74.1	3.8	-3	0	0	0	0	0	30.3
WEA6	105.2	0	0	0	0	74.6	4	-3	0	0	0	0	0	29.7
WEA5	105.2	0	0	0	0	75.8	4.3	-3	0	0	0	0	0	28.1
WEA4	105.2	0	0	0	0	76.9	4.7	-3	0	0	0	0	0	26.7
WEA3	105.2	0	0	0	0	78.5	5.3	-3	0	0	0	0	0	24.4
WEA2	103.9	0	0	0	0	80.2	6.1	-3	0	0	0	0	0	20.5
WEA1	103.9	0	0	0	0	81.4	6.7	-3	0	0	0	0	0	18.8

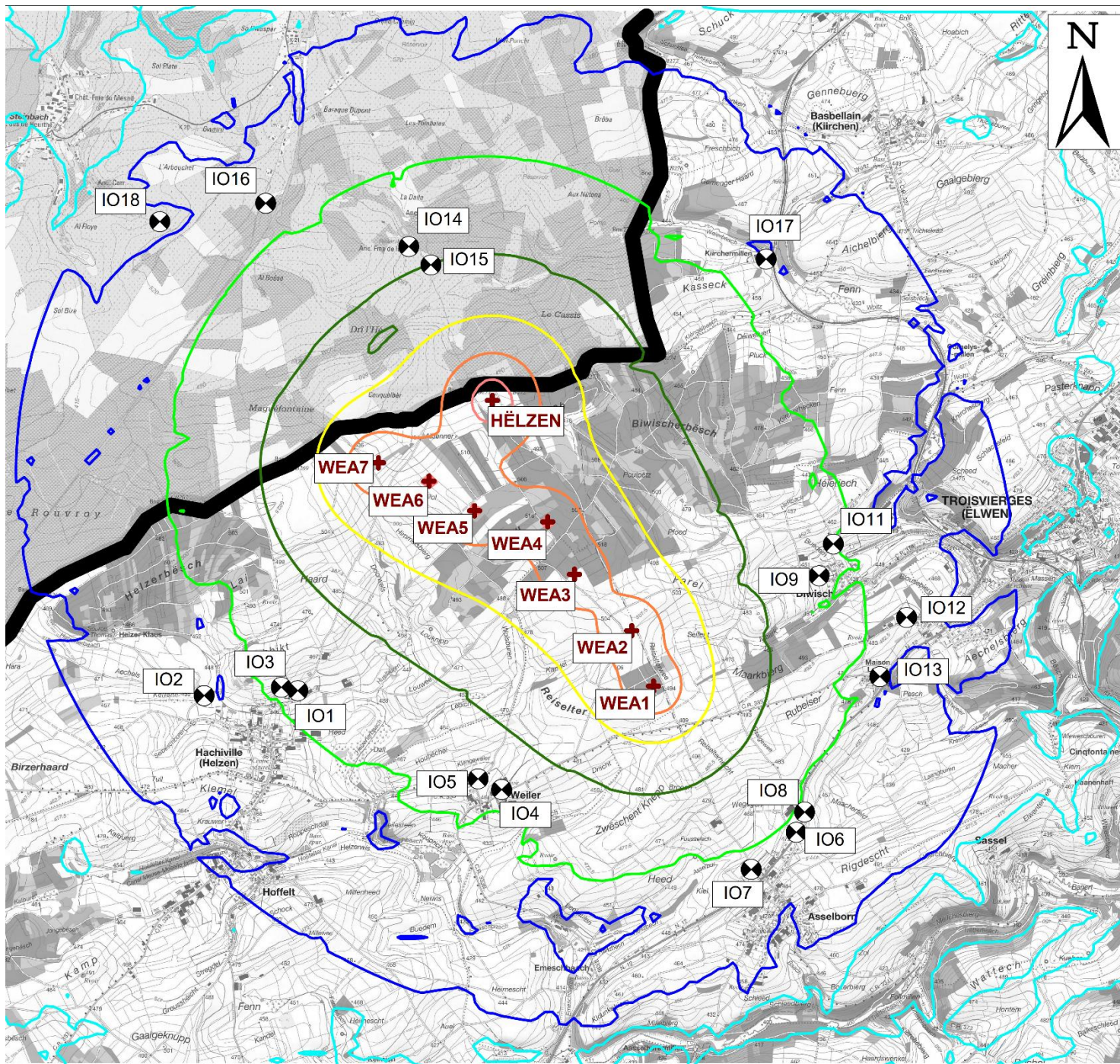
Tableau 42 : Détails de calculs en IO15 – Nordex, PV nuit

Source	Lw	l/a	Optime	K0	Di	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	RL	L _{p,A,G}
HËLZEN	106.9	0	0	0	0	71.4	2.8	-3	0	0	0	0	0	35.7
WEA7	105.3	0	0	0	0	74.1	3.8	-3	0	0	0	0	0	30.4
WEA6	105.3	0	0	0	0	74.6	4	-3	0	0	0	0	0	29.8
WEA5	105.3	0	0	0	0	75.8	4.3	-3	0	0	0	0	0	28.2
WEA4	105.3	0	0	0	0	76.9	4.7	-3	0	0	0	0	0	26.8
WEA3	105.3	0	0	0	0	78.5	5.3	-3	0	0	0	0	0	24.5
WEA2	104.2	0	0	0	0	80.2	6.2	-3	0	0	0	0	0	20.7
WEA1	104.2	0	0	0	0	81.4	6.8	-3	0	0	0	0	0	19

Annexe F References

- afssset. (2008). Impacts sanitaires du bruit généré par les éoliennes.
- ances. (2017). Evaluation des effets sanitaires des basses fréquences sonores et infrasons dus aux parcs éoliens.
- Leventhall, G. (2003). A Review of Published Research on Low Frequency Noise and its Effects.
- Leventhall, G. (2006). INFRASOUND FROM WIND TURBINES – FACT, FICTION OR DECEPTION.
- Leventhall, G. (2017). Health effects from wind turbine low frequency noise & infrasound: Do wind turbines make people sick? That is the issue.
- National Toxicology Program. (2001). Infrasound - Brief Review of Toxicological Literature.
- van den Berg, F., & van Kamp, I. (2017). *Health effects related to wind turbine sound*. the Netherlands: Federal Office for the Environment.

Annexe G Cartographies sonores

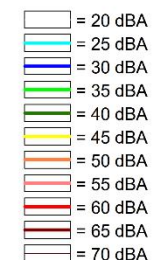


Cartographie sonore Projet Hëlzen

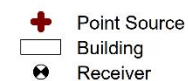
Enercon P6
Période de jour
LpA,G,o [dBA]

Calcul selon ISO 9613
Température: 10°C
Humidité relative: 70%
Courbes isophones à 4.0m du sol
Grille de calcul au 50.0m

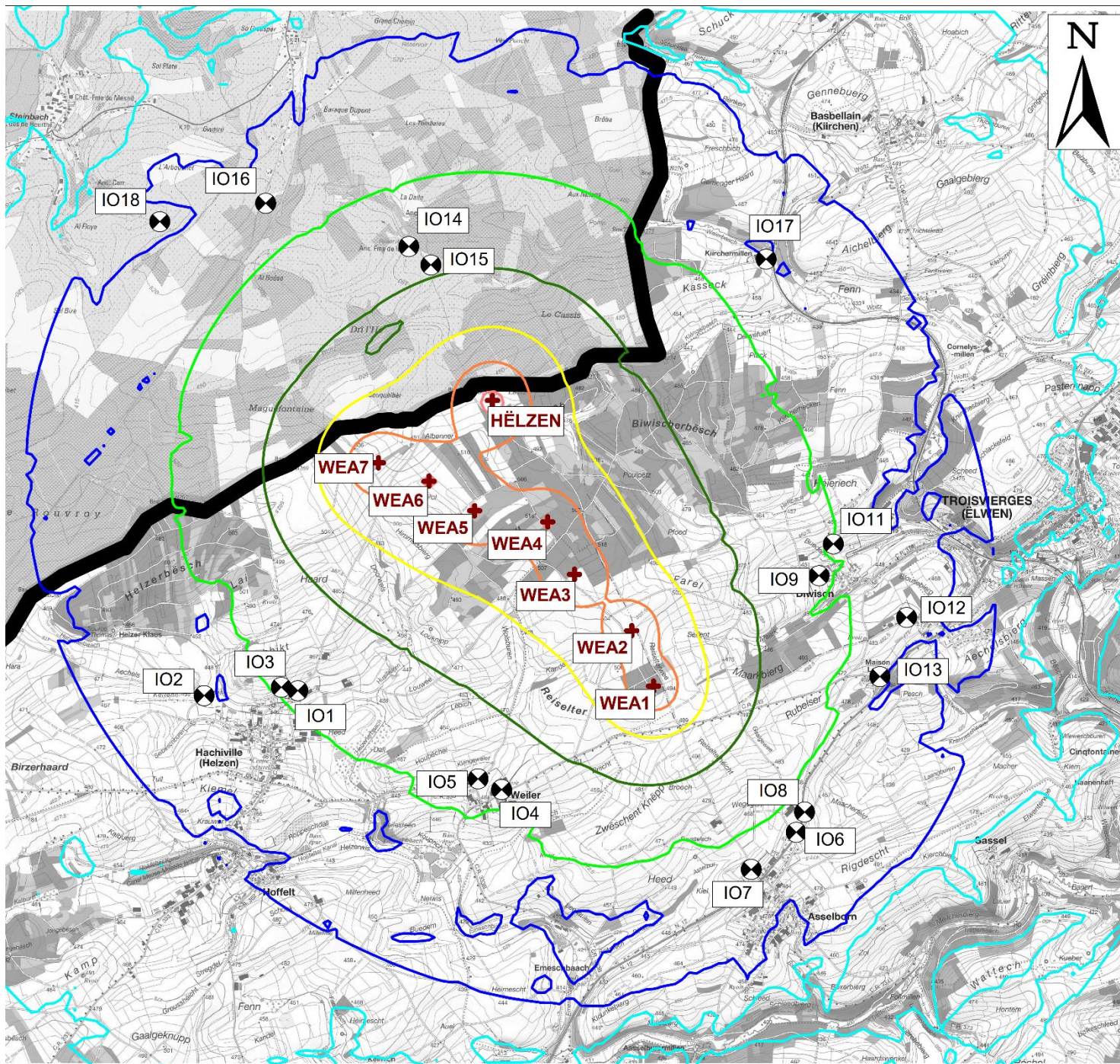
Niveaux sonores



Légende



Soft dB

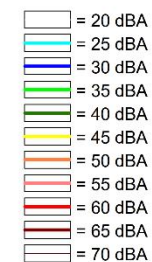


Cartographie sonore Projet Hëlzen

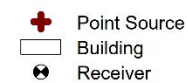
Enercon P6
Période de nuit
LpA,G,o [dBA]

Calcul selon ISO 9613
Température: 10°C
Humidité relative: 70%
Courbes isophones à 4.0m du sol
Grille de calcul au 50.0m

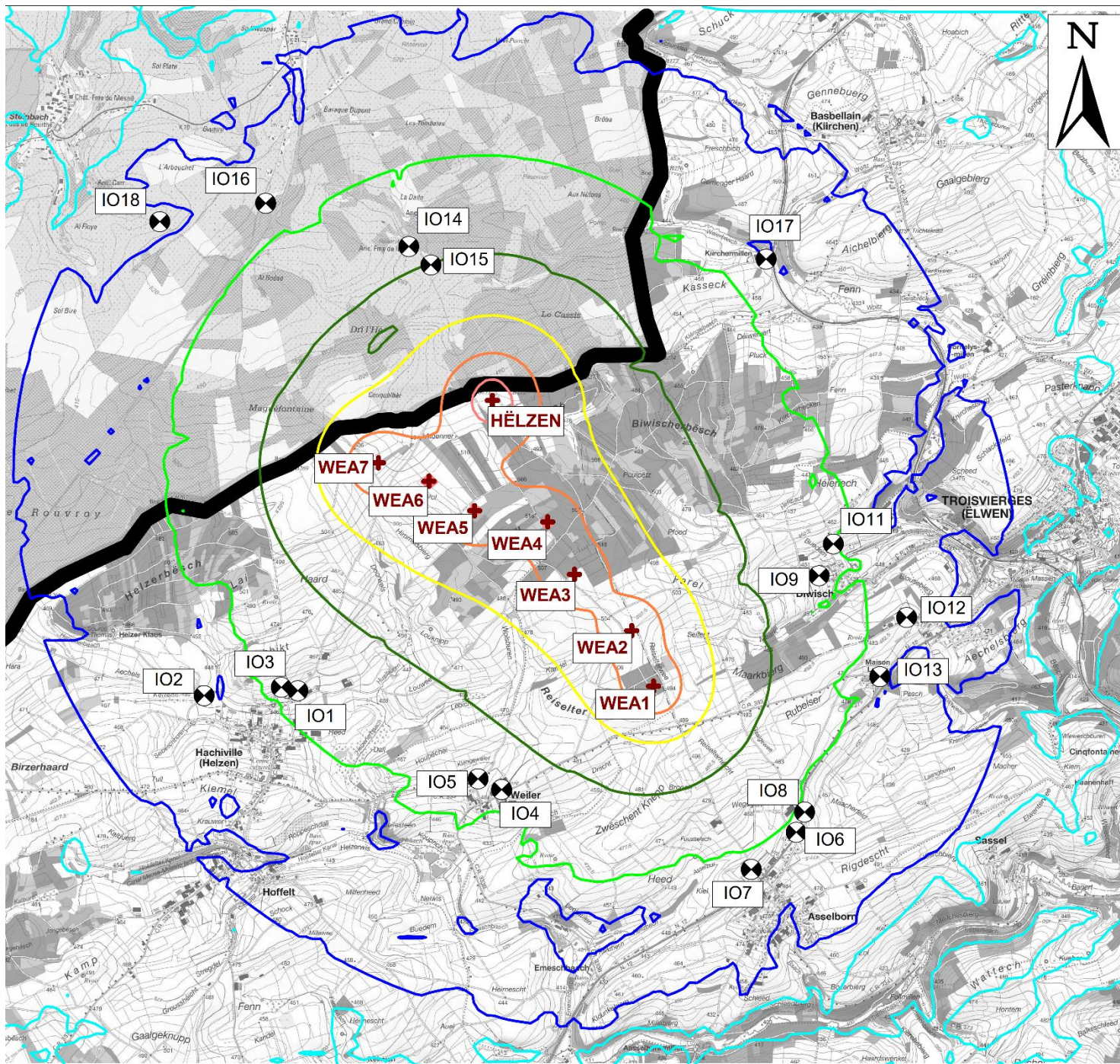
Niveaux sonores



Légende



Soft dB

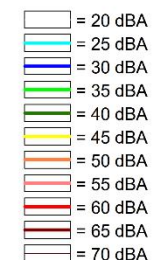


Cartographie sonore Projet Hëlzen

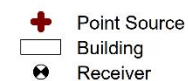
Enercon PV
Période de jour
LpA,G,o [dBA]

Calcul selon ISO 9613
Température: 10°C
Humidité relative: 70%
Courbes isophones à 4.0m du sol
Grille de calcul au 50.0m

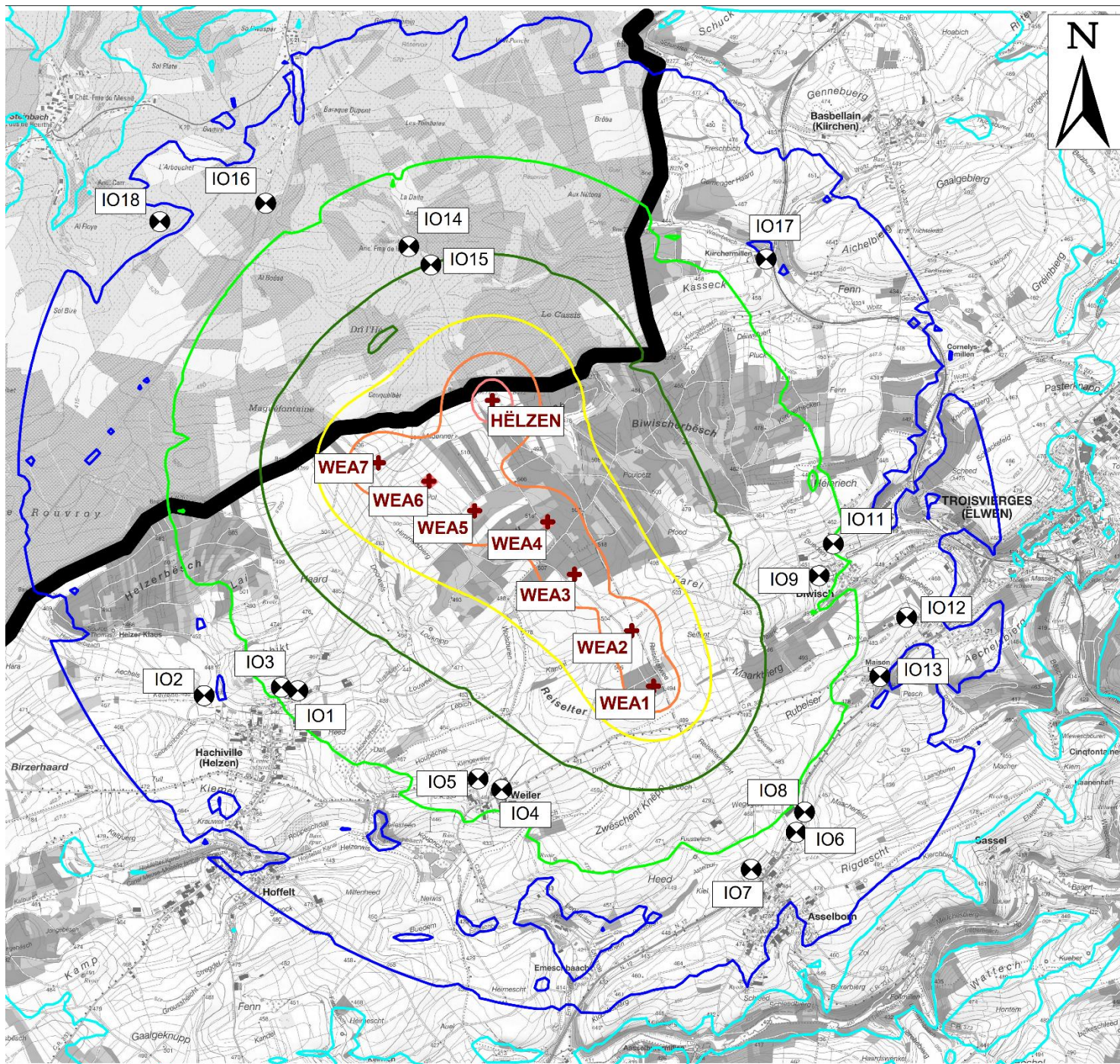
Niveaux sonores



Légende



Soft dB

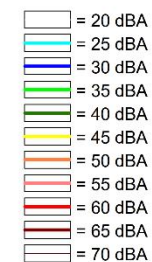


Cartographie sonore Projet Hëlzen

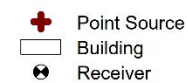
Enercon PV
Période de nuit
LpA,G,o [dBA]

Calcul selon ISO 9613
Température: 10°C
Humidité relative: 70%
Courbes isophones à 4.0m du sol
Grille de calcul au 50.0m

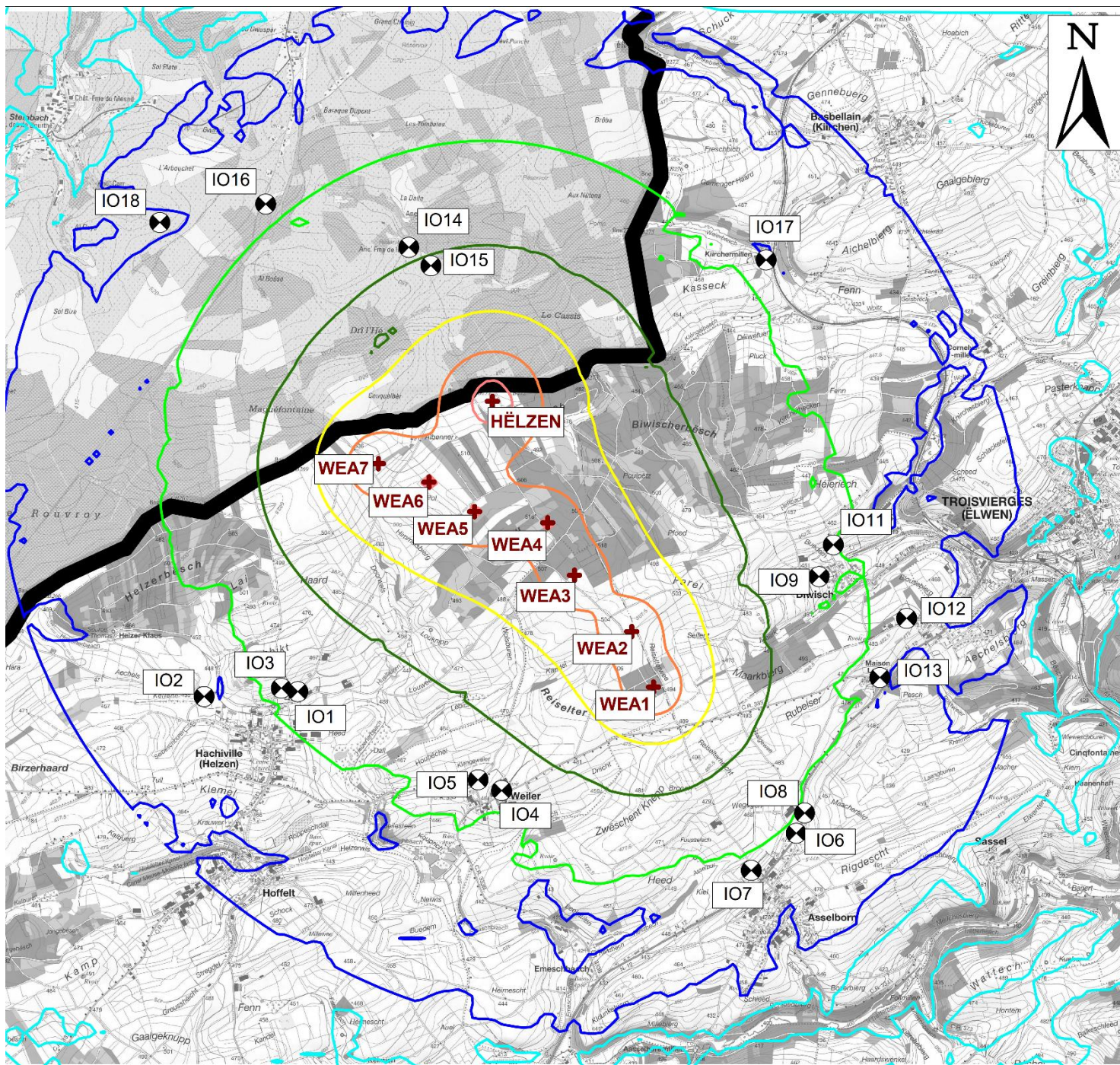
Niveaux sonores



Légende



Soft dB

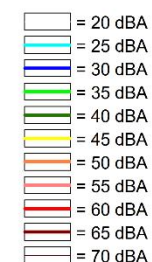


Cartographie sonore Projet Hëlzen

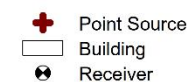
Nordex P6
Période de jour
LpA,G,o [dBA]

Calcul selon ISO 9613
Température: 10°C
Humidité relative: 70%
Courbes isophones à 4.0m du sol
Grille de calcul au 50.0m

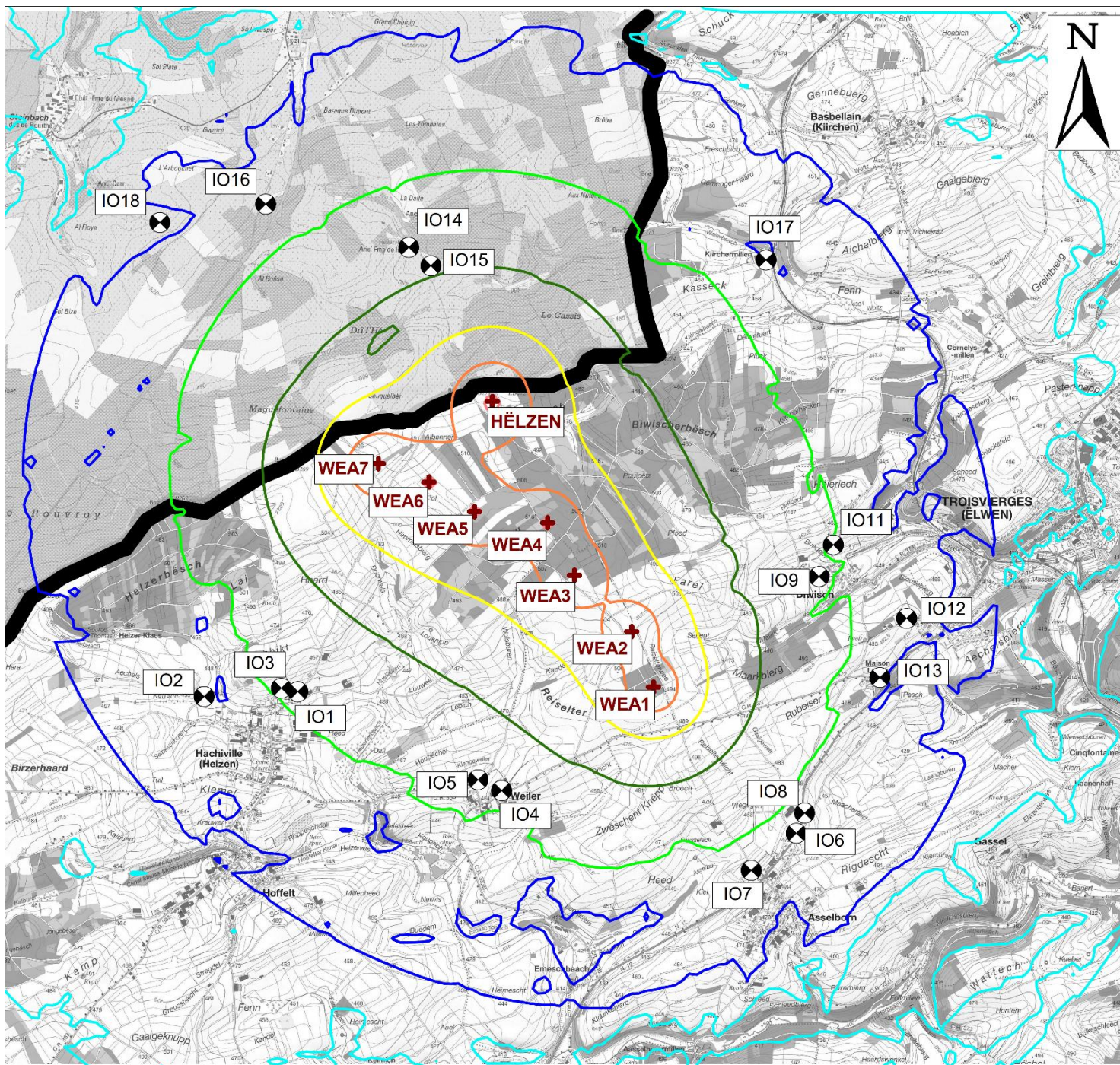
Niveaux sonores



Légende



Soft dB

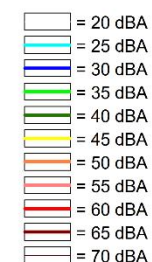


Cartographie sonore Projet Hëlzen

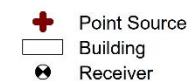
Nordex P6
Période de nuit
LpA,G,o [dBA]

Calcul selon ISO 9613
Température: 10°C
Humidité relative: 70%
Courbes isophones à 4.0m du sol
Grille de calcul au 50.0m

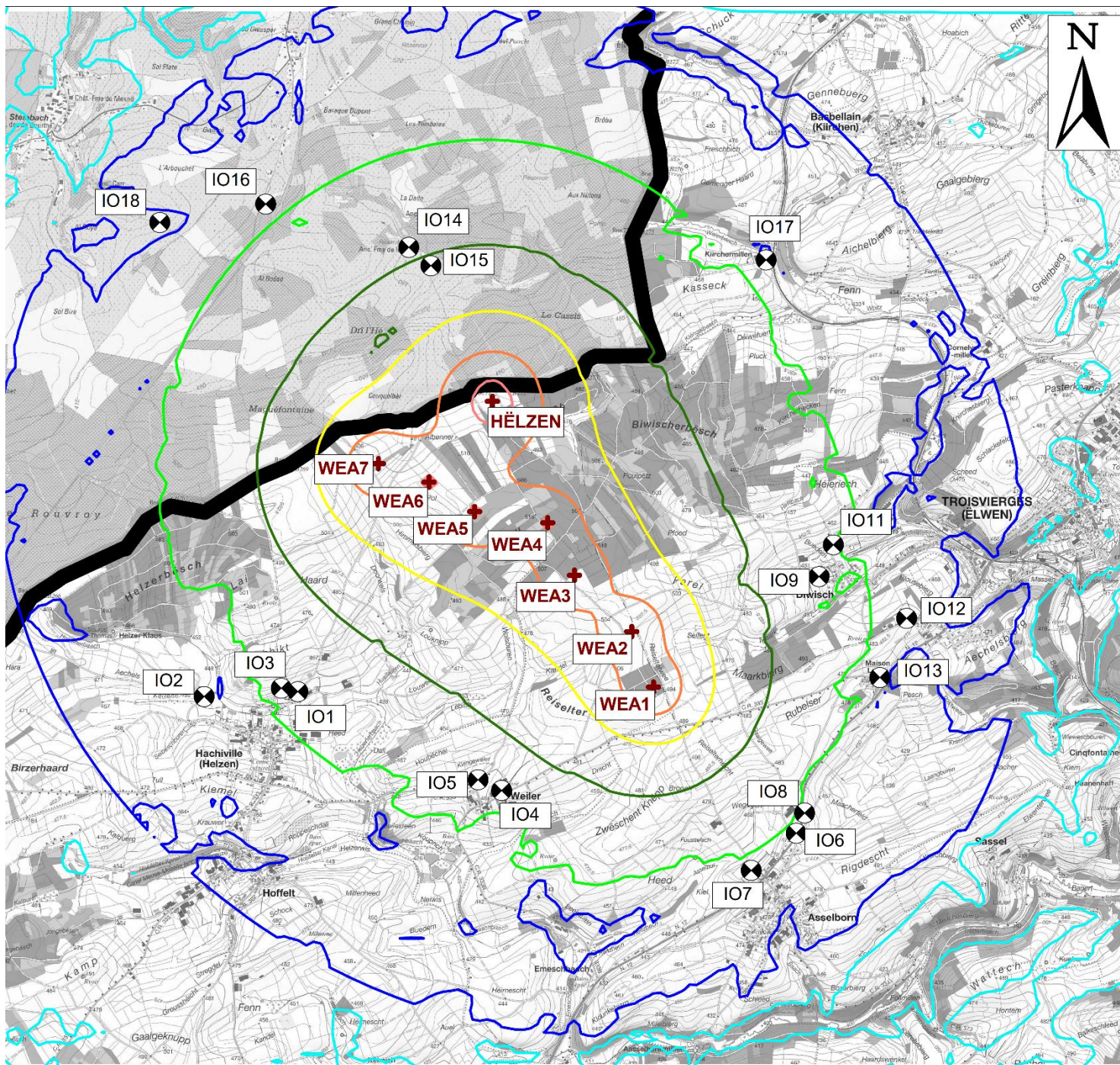
Niveaux sonores



Légende



Soft dB

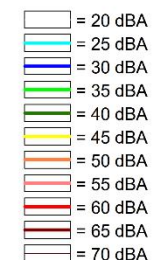


Cartographie sonore Projet Hëlzen

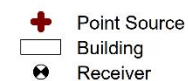
Nordex PV
Période de jour
LpA,G,o [dBA]

Calcul selon ISO 9613
Température: 10°C
Humidité relative: 70%
Courbes isophones à 4.0m du sol
Grille de calcul au 50.0m

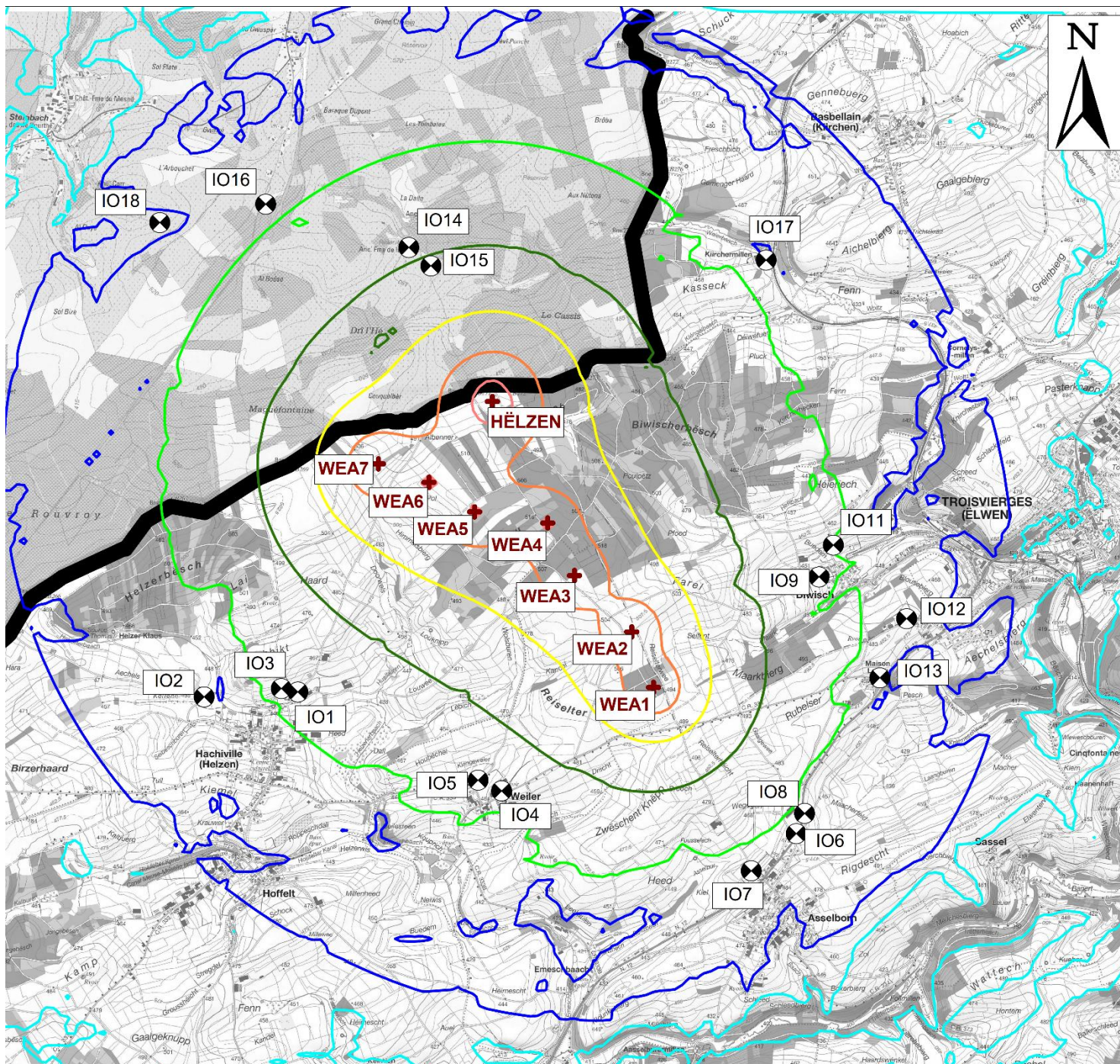
Niveaux sonores



Légende



Soft dB

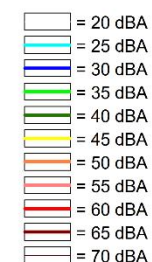


Cartographie sonore Projet Hëlzen

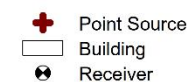
Nordex PV
Période de nuit
LpA,G,o [dBA]

Calcul selon ISO 9613
Température: 10°C
Humidité relative: 70%
Courbes isophones à 4.0m du sol
Grille de calcul au 50.0m

Niveaux sonores



Légende



Soft dB