

**ÉTUDE D'IMPACT ACOUSTIQUE**  
**PARC ÉOLIEN EXISTANT 'WANDPARK BËNZELT'**

DEMANDEUR :

**WANDPARK BËNZELT S.A.**

Rue Pierre d'Aspelt, 2

L-1142 LUXEMBOURG

**wandpark**  
Bënzelt

Namur, le 11.05.2020  
NA01774.252

**CSD Ingénieurs Conseils SA**  
Avenue des Dessus-de-Lives 2, bte 4  
B-5101 Namur  
t +32 81 43 40 76  
f +32 81 43 47 92  
e [namur@csgivingieurs.be](mailto:namur@csgivingieurs.be)  
[www.csgivingieurs.be](http://www.csgivingieurs.be)



## TABLE DES MATIÈRES

<b>1.</b>	<b>DESCRIPTION DE LA MISSION</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE</b>	<b>1</b>
<b>3.</b>	<b>LOCALISATION DES ÉOLIENNES ET MODÈLES CONSIDÉRÉS</b>	<b>2</b>
<b>4.</b>	<b>VALEURS LIMITES D'IMMISSION</b>	<b>3</b>
<b>5.</b>	<b>DESCRIPTION DES POINTS D'IMMISSION</b>	<b>5</b>
<b>6.</b>	<b>AMBIANCE SONORE EN SITUATION EXISTANTE</b>	<b>7</b>
6.1	Comptage et cartographie du bruit concernant les routes principales	7
6.2	Cartographie du bruit concernant le rail	7
6.3	Cartographie du bruit concernant l'aéroport	7
6.4	Bruit des établissements classés	8
6.5	Récapitulatif des éléments caractérisant l'ambiance sonore	8
<b>7.</b>	<b>ÉMISSION SONORE DES ÉOLIENNES</b>	<b>9</b>
7.1	Émission sonore des éoliennes en fonctionnement normal	9
7.1.1	Éoliennes gearless de type Enercon	9
7.1.2	Trailing Edge Serrations	10
7.2	Émission sonore des éoliennes en fonctionnement bridé	10
7.2.1	Système de gestion du fonctionnement bridé – Enercon E82	10
7.2.2	Évolution sonore des éoliennes en fonctionnement bridé - Enercon	11
7.2.2.1	Enercon E-82 TES E2 2.300 kW HH 108 m	11
7.3	Émissions sonores des éoliennes dans la gamme des basses fréquences et des infrasons	13
7.3.1	Généralités	13
7.3.2	Étude du LUBW (Allemagne)	13
7.3.3	Modèles étudiés dans le cas présent	16
7.3.4	Effets sur la santé	17
<b>8.</b>	<b>MODÉLISATIONS ACOUSTIQUES PRÉVISIONNELLES</b>	<b>18</b>
8.1	Méthode de calcul – émission et immission	18
8.2	Incertitudes liées au modèle prévisionnel et à la qualité des données	19
8.2.1	Enercon E-82 TES	19
<b>9.</b>	<b>ÉTUDE D'IMPACT DU PARC EXISTANT 'WANDPARK BÄNZELT'</b>	<b>20</b>
9.1	Étude d'impact du parc éolien existant 'Wandpark Bänzelt' en situation cumulée aux éoliennes existantes conservées et du repowering projeté du parc 'Wandpark Hengischt'	21
9.1.1	Situation cumulée - Plan d'exploitation pour une vitesse de vent de 6 m/s mesurée à 10 m	21
9.1.2	Situation cumulée - Résultats pour une vitesse de vent de 6 m/s mesurée à 10 m	22

9.1.3	Situation cumulée - Plan d'exploitation à puissance acoustique maximale	23
9.1.4	Situation cumulée - Résultats pour une vitesse de vent à puissance acoustique maximale	24
9.2	Étude de l'impact spécifique du parc existant 'Wandpark Bënzelt'	25
9.2.1	Plan d'exploitation pour une vitesse de vent de 6 m/s mesurée à 10 m	25
9.2.2	Résultats pour une vitesse de vent de 6 m/s mesurée à 10 m	26
9.2.3	Plan d'exploitation à puissance acoustique maximale	27
9.2.4	Résultats pour une vitesse de vent à puissance acoustique maximale	28
<b>10.</b>	<b>ANALYSE ET ÉVALUATION</b>	<b>29</b>
10.1	Évaluation de la situation cumulative des éoliennes du parc 'Wandpark Bënzelt' avec les éoliennes (conservées et du repowering projeté) du parc 'Hengischt'	29
10.2	Transition d'un plan d'exploitation à l'autre	30
10.3	Comparaison au bruit des établissements classés	30
<b>11.</b>	<b>CONCLUSIONS</b>	<b>31</b>
<b>12.</b>	<b>RÉSUMÉ NON-TECHNIQUE</b>	<b>32</b>



## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 :	Caractéristiques des éoliennes existantes considérées dans l'étude des effets cumulatifst.	3
Tableau 2 :	Valeurs limites d'immission applicables aux parcs éoliens.	4
Tableau 3 :	Valeurs limites d'immission du Règlement grand-ducal modifié du 13/02/1979 en fonction de la nature du milieu d'habitat.	4
Tableau 4 :	Tableau descriptif des points d'immissions	6
Tableau 5 :	Modèle d'éolienne considéré dans l'étude.	9
Tableau 6 :	Modèles d'éolienne existante considérés pour l'évaluation de l'effet cumulatif.	9
Tableau 7 :	Modes d'exploitation Enercon E-82 TES E2 2.300 kW HH 108 m garantis.	11
Tableau 8 :	Niveaux des infrasons et basses fréquences dans différents milieux. (Source : LUBW, 2016).	14
Tableau 9 :	Situation cumulée - Plan d'exploitation des éoliennes pour $v_{10m} : 6m/s$ en périodes de jour et de nuit	21
Tableau 10 :	Situation cumulée - Niveau d'immission en dB(A) pour $v_{10m} : 6m/s$ avec les modèles Enercon E82 HH: 108 m, Enercon E82 TES HH: 108 m, Enercon E92 TES HH: 138 m, Enercon E82 HH: 138 m et Enercon E138 E3 TES HH : 160 m.	22
Tableau 11 :	Situation cumulée - Plan d'exploitation des éoliennes pour $v_{10m,95\%}$ en périodes de jour et de nuit.	23
Tableau 12 :	Situation cumulée - Niveau d'immission en dB(A) pour $v_{10m,95\%}$ avec les modèles Enercon E82 HH: 108 m, Enercon E82 TES HH: 108 m, Enercon E92 TES HH: 138 m, Enercon E82 HH: 138 m et Enercon E138 E3 TES HH : 160 m.	24
Tableau 13 :	Plan d'exploitation du parc éolien existant pour $v_{10m} : 6m/s$ en périodes de jour et de nuit	25
Tableau 14 :	Niveau d'immission en dB(A) pour $v_{10m} : 6m/s$ avec le modèle E82 E2 TES HH : 108 m	26
Tableau 15 :	Plan d'exploitation du parc éolien existant pour $v_{10m,95\%}$ en périodes de jour et de nuit.	27
Tableau 16 :	Niveau d'immission en dB(A) pour $v_{10m,95\%}$ avec le Enercon E82 E2 TES HH : 108 m.	28

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 :	Comparaison du spectre acoustique de la Nordex N131 avec et sans STE à $V_{\max}$ et à $V_{6m/s}$ .	10
Figure 2 :	Évolution de la puissance acoustique de l'Enercon E-82 TES E2 2.300 kW HH 108 m – « Translation de régime transitoire »	11
Figure 3 :	Évolution de la puissance acoustique de l'Enercon E-82 TES E2 2.300 kW HH 108 m – « Réduction du régime nominal »	12
Figure 4 :	Graphique du niveau sonore par tiers d'octave en fonction de la fréquence et selon la distance à l'éolienne pour le modèle Senvion 3.2M114 pour une vitesse du vent de 5,5 m/s (à gauche) et pour le modèle Senvion MM92 pour une vitesse de 6,5 m/s (à droite). (Source : LUBW, 2016).	15
Figure 5 :	Spectre en bande fine du bruit de fond (en vert) et du bruit généré par une éolienne (en violet et orange), modèle Nordex N117 2.4MW, pour la gamme de fréquences des infrasons à une distance de 185m (à gauche) et 650m (à droite) (source : LUBW, 2016)	15
Figure 6 :	Spectre en tiers d'octaves du bruit de fond (en vert) et du bruit généré par une éolienne (en violet), modèle Nordex N117 2.4MW, pour la gamme de fréquences des infrasons jusqu'à 10kHz une distance de 185m (source : LUBW, 2016)	16

## ANNEXES

ANNEXE A	Dossier cartographique
ANNEXE B	Courriers de l'Administration de l'Environnement
ANNEXE C	Règlement grand-ducal du 13/02/1979 et extrait du rapport d'activité 2013 (p50 et 51)
ANNEXE D	Fiches techniques des modèles étudiés
ANNEXE E	Tableaux des niveaux partiels
ANNEXE F	Infrasons et basses fréquences

## PRÉAMBULE

CSD confirme par la présente avoir exécuté son mandat avec la diligence requise. Les résultats et conclusions sont basés sur l'état actuel des connaissances tel qu'exposé dans le rapport et ont été obtenus conformément aux règles reconnues de la branche.

CSD se fonde sur les prémisses que :

- le mandant ou les tiers désignés par lui ont fourni des informations et des documents exacts et complets en vue de l'exécution du mandat,
- les résultats de son travail ne seront pas utilisés de manière partielle,
- sans avoir été réexaminés, les résultats de son travail ne seront pas utilisés pour un but autre que celui convenu ou pour un autre objet ni transposés à des circonstances modifiées.

Dans la mesure où ces conditions ne sont pas remplies, CSD décline toute responsabilité envers le mandant pour les dommages qui pourraient en résulter.

Si un tiers utilise les résultats du travail ou s'il fonde des décisions sur ceux-ci, CSD décline toute responsabilité pour les dommages directs et indirects qui pourraient en résulter.



## 1. Description de la mission

La société 'Wandpark Bënzelt' a chargé CSD Ingénieurs de la réalisation d'une étude d'impact acoustique pour le parc existant 'Wandpark Bënzelt'. CSD Ingénieurs est un bureau d'étude agréé pour ce domaine de compétence – E2 (réf. OA/2017/180) et réalisera donc cette mission sous cet agrément.

Cette étude s'inscrit dans le cadre d'une démarche d'actualisation du dossier de ce parc éolien existant, dans la mesure où les machines ont été équipées en 2015 de serrations (TES).

Le parc éolien 'Wandpark Bënzelt' se situe sur la commune de Weiswampach (cinq éoliennes) entre les localités de Troisvierges, Binsfeld, Maulusmillen, Sassel, Hupperdange et Cinqfontaines.

## 2. Documents de référence

La présente étude est basée sur les documents repris aux points suivants et qui ont été précisés par l'Administration de l'environnement :

1. L'impact sonore est déterminé en se basant sur la norme ISO 9613-2 « Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre – Partie 2 : Méthode générale de calcul », en tenant compte des adaptations nécessaires dues aux dimensions des éoliennes, ces adaptations sont précisées dans le document du point suivant.
2. Geräuschentwicklung von Windenergieanlagen – Grundlagen zur Beurteilung des Lärmimpakts – TÜV Bericht Nr : 936/21219826/10
3. Les incertitudes considérées pour les éoliennes étudiées sont basées sur le document – « Bewertung der Unsicherheit von Emissionskennwerten für Windergieanlagen bei Geräuschimmissionsprognosen » - qui est un complément du rapport repris au point 2 ;
4. L'impact sonore des éoliennes est analysé en considérant les critères d'appréciation appliqués aux projets éoliens dans le cadre de la loi modifiée du 10 juin 1999 relative aux établissements classés ;
5. Rapport d'activité 2013 du département de l'environnement [p50] ; ce rapport redéfini par exemple certaines valeurs limites en fonction des vitesses de vent à 10 m du sol à 6m/s et à la vitesse où l'éolienne est à 95% de sa puissance électrique ;
6. ISO 7196\_1995 – Acoustique – Pondération fréquentielle pour le mesurage des infrasons ;
7. Tieffrequente Geräusche und Infraschall von Windkraftanlagen und andere Quellen, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW), 2016 ;
8. Guide pour la réalisation d'étude d'impact sonore environnemental pour les établissements et chantiers - TÜV Rheinland Energy GmbH, Octobre 2018 ;
9. Arrêtés ministériels couvrant les éoliennes existantes (1/10/0561 : Wandpark Gemeng Hengischt (extension) – 1/15/0286 : Wandpark Gemeng Hengischt (phase 5) – 1/15/0457 : Wandpark Gemeng Hengischt (phase 6) – 1/10/0304 : Binsfeld) ;
10. Windpark Binsfeld, Lärmimpakstudie zum Commodo-Incommodo-Verfahren, TÜV-Bericht Nr. : 933/21211521/06 ;
11. « Fördergesellschaft Windenergie e.V.(FGW) » de la Société allemande pour la promotion de l'énergie éolienne ;
12. Arrêté ministériel couvrant l'activité de l'entreprise RINNEN & FILS (1/98/0454) ;

13. Arrêté ministériel couvrant la zone d'activité « Auf Stockem » (1/17/0194) et l'étude acoustique associée TÜV-Bericht Nr.: 936/21232057/01.

### 3. Localisation des éoliennes et modèles considérés

Les machines installées de 'Wandpark Bënzelt' sont des Enercon de type E82 TES – 2.300 kW.

Fabricant	Modèle	Puissance nominale (kW)	Diamètre moyen (m)	Hauteur moyen (m)	Hauteur totale (m)	TES
Enercon	E82 E2 TES 2.300 kW	2.350 <sup>1</sup>	82	108,4	149,4	Oui

<sup>1</sup> : Le modèle E82 considéré développe une puissance nominale de 2.350 kW. Cependant, sa dénomination est E82 E2 TES 2.300 kW

Les coordonnées d'implantation des cinq éoliennes sont précisées dans le tableau suivant et sont issues de mesures réalisées par la société "Kneip" en janvier 2020.

N°	Coordonnées LUREF		Altitude sol (m)
	Easting - X (m)	Northing - Y (m)	
WKA_B1	69.176	131.369	488
WKA_B2	69.927	130.354	497
WKA_B3	70.372	130.350	491
WKA_B4	69.463	130.187	485
WKA_B5	69.137	129.841	480

Dans la présente étude, 2 scénarii ont été pris en considération :

1. Les éoliennes du parc de Binsfeld (WKA\_B1 à WKA\_B5), la situation projetée du repowering de Hengischt (WKA\_R3 et WKA\_R4) avec les éoliennes existantes conservées du parc éolien de Hengischt (WKA\_12 à WKA\_5\_Ph5). Les autres éoliennes qui composent le parc de Hengischt ne sont pas considérées, dans la mesure où celles-ci ne présentent aucun impact commun avec les éoliennes du parc de Binsfeld au vue des distances les séparant.
2. La situation avec uniquement les éoliennes du parc de Binsfeld (WKA\_B1 à WKA\_B5). Ce scénario permet d'évaluer les impacts spécifiques du parc existant.

Le tableau suivant présente les caractéristiques des éoliennes qui seront considérées dans l'étude des effets cumulatifs. Les coordonnées des éoliennes existantes ont été définies sur base des documents transmis par le Maître d'Ouvrage.

Tableau 1 : Caractéristiques des éoliennes existantes considérées dans l'étude des effets cumulatifs.

N°	Modèle	Puissance (kW)	Coordonnées LUREF		Hauteur du moyeu (m)
			Easting - X (m)	Northing - Y (m)	
WKA_12	Enercon E-82	2.350	74.150	132.316	108
WKA_R1	Enercon E-92	2.350	73.777	127.453	138
WKA_R2	Enercon E-92	2.350	73.302	129.734	138
WKA_5_Ph5	Enercon E-82	2.350	70.996	129.646	138
WKA_R3	Enercon E138 E3	3.500	73.466	130.653	160
WKA_R4	Enercon E138 E3	3.500	75.246	131.080	160

## 4. Valeurs limites d'immission

Conformément au rapport d'activité de 2013 qui complète et adapte au cas particulier des éoliennes le cadre de la loi modifiée du 10 juin 1999 relative aux établissements classés, des valeurs limites différentes en fonction de la nature du milieu d'habitat constaté dans les alentours immédiats d'une éolienne et en fonction des périodes « jour » et « nuit » sont considérés. Ces adaptations sont reprises ci-dessous.

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 définies dans le tableau 2.

Selon la méthodologie définie dans le « *Guide pour la réalisation d'études d'impact sonore environnemental pour les établissements et chantiers - TÜV Rheinland Energy GmbH* » et daté d'octobre 2018, il est important de préciser que les dépassements sont définis sur la base de l'arrondi de la valeur d'immissions à l'entier le plus proche comme présenté dans [9]. Par exemple, la limite de 37 dB(A) est considérée comme dépassée à partir d'une valeur d'immissions de 37,5 dB(A). Dans les tableaux des résultats, à titre informatif, nous présentons quand-même la première valeur décimale.

Tableau 2 : Valeurs limites d'immission applicables aux parcs éoliens.

Zone	Entre 7h00 et 22h00 dB(A) $L_{eq}$ (1h) - Jour	Entre 22h00 et 7h00 dB(A) $L_{eq}$ (1h) - Nuit	Entre 7h00 et 22h00 dB(A) $L_{eq}$ (1h) - Jour	Entre 22h00 et 7h00 dB(A) $L_{eq}$ (1h) - Nuit
	Vitesse du vent à 10 m où l'éolienne est à 95% de sa puissance électrique		Vitesse du vent de 6 m/s à 10 m	
<b>A</b>	38	35	38	35
<b>B</b>	43	40	40	37
<b>C</b>	45	42	42	39
<b>D</b>	50	45	47	42
<b>E</b>	45	42	42	39

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.

Les limites précitées doivent être observées par les éoliennes existantes et projetées. Pour la période de nuit, 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.

► Voir ANNEXE C : Règlement grand-ducal modifié du 13/02/1979

Le tableau de l'article 3 du Règlement grand-ducal modifié du 13/02/1979 est fourni ci-dessous à titre informatif.

Tableau 3 : Valeurs limites d'immission du Règlement grand-ducal modifié du 13/02/1979 en fonction de la nature du milieu d'habitat.

Zone	Entre 7h00 et 22h00 dB(A) $L_{eq}$ (1h) - Jour	Entre 22h00 et 7h00 dB(A) $L_{eq}$ (1h) - Nuit	Nature du milieu d'habitat
<b>I</b>	45	35	Hôpitaux, quartier de récréation
<b>II</b>	50	35	Milieu rural, habitat calme, circulation faible
<b>III</b>	55	40	Quartier urbain, majorité d'habitats, circulation faible
<b>IV</b>	60	45	Quartier urbain avec quelques usines ou entreprises, circulation moyenne
<b>V</b>	65	50	Centre-ville (entreprises, commerces, bureaux, divertissements), circulation dense
<b>VI</b>	70	60	Prédominance industrie lourde



## **5. Description des points d'immission**

Afin d'évaluer l'impact sonore du parc éolien dans son environnement, une série de points d'immission (IP) correspondant aux habitations pouvant être concernées par les immissions sonores du parc éolien existant ont été sélectionnés. Ces points ont été définis sur base des plans d'aménagement généraux (PAG) de Binsfeld, Maulusmillen, Sassel, Cinqfontaines, Troisvierges, Drinklange et Hupperdange ou via communiqué de l'administration communal pour certains bâtiments. Par continuité avec l'étude Commodo-Incommodo (TÜV-Bericht Nr. : 933/21211521/06), les récepteurs considérés dans le cadre de cette actualisation sont identiques et/ou actualisés. Ces points d'immissions sont complétés par une série de récepteurs permettant une étude de l'impact cumulatif avec le parc éolien existant voisin de 'Hengischt'. Ensuite, l'auteur de l'expertise a validé l'ensemble de ces points via une visite de terrain.

Ces points ont fait l'objet d'un plan d'intervention soumis à l'Administration de l'Environnement en février 2020, puis d'un plan d'intervention révisé en mars 2020 et approuvé en date du 11/03/2020.

Les différents points d'immission, tenant compte des remarques apportées par l'Administration de l'Environnement sur les plans d'interventions, sont listés dans le tableau suivant, illustrés à l'annexe A et décrits à l'annexe B.

- ▶ Voir ANNEXE A : Dossier cartographique
- ▶ Voir ANNEXE B : Courriers de l'Administration de l'Environnement

Pour faire également suite aux remarques de l'administration et conformément au guide d'étude d'impact sonore d'octobre 2018, l'usage et le nombre d'étage de chaque point d'immission a été intégré au tableau suivant.

L'usage est défini comme suit :

- Résidentiel (R) : Bâtiment résidentiel ;
- Commercial Sensible (CS) : Bâtiment à usage commercial avec bureaux ou logements de fonction ;
- Commercial Non Sensible (CNS) : Bâtiment à usage commercial sans bureaux ou logements de fonction ;
- Temporaire (T) : Bâtiment occupé temporairement (logement de vacances) ;
- Non construit (NC) : Terrain non bâti.

Le nombre d'étage est précisé par les acronymes suivants :

- R : Rez-de-chaussée
- R+n : Rez-de-chaussée + nombre n d'étages
- R+n+T : Rez-de-chaussée + nombre n d'étages + toitures
- I : Inaccessible lors de la ou les visites de site.

Tableau 4 : Tableau descriptif des points d'immissions

N°	Adresse	Coordonnées LUREF		Altitude (m)	Z.I	Zone du PAG	Usage	Nombre d'étage
		X (m)	Y (m)					
IP1	Binsfeld, Elwenterstrooss n°30	69.820	132.025	472	E	Zone rurale	R	R+1+T
IP2	Binsfeld, Fa. Rinnen n°21	70.443	131.450	482	B	Zone mixte	R	R+1+T
IP3	Binsfeld, Elwenterstrooss n°26	70.297	131.509	482	B	Zone mixte	R	R+1
IP4	Binsfeld, Fa. Rinnen n°15	70.506	131.449	478	B	Zone mixte	R	R+T
IP5	Binsfeld, Elwenterstrooss n°1	70.480	131.275	470	B	Zone rurale	R	R+1+T
IP6	Rossmillen, Rossmillen n°1	71.240	130.720	415	E	Zone verte	R	R+1+T
IP7	Klimillen, Klimillen n°1	71.020	130.320	410	E	Zone verte	R	R+1+T
IP8	Maulusmillen, Maulusmillen n°3	69.755	128.996	385	E	Zone rurale	R	R+1+T
IP9	Maulusmillen, Blockmillen n°1	69.430	129.200	380	E	Zone rurale	R	R+T
IP10	Maulusmillen, Waldhaus	69.255	129.206	385	E	Zone rurale	R	R+1+T
IP11	Sassel, Breedewee n°11	67.965	129.469	395	B	Zone de moyenne densité	R	R+1+T
IP12	Cinqfontaines, Kierfichtstrooss n°5	68.442	130.258	435	E	Zone rurale	R	R+T
IP13	Cinqfontaines, Um Haanenhaaf n°1	68.277	130.147	438	E	Zone rurale	R	I
IP14	Cinqfontaines, Klousterstrooss n°2 (Couvent)	68.552	130.302	410	E	Zone rurale	T	R+2+T
IP15	Troisvierges, Rue Massen n°32	67.954	131.498	422	B	Zone de moyenne densité	R	R+1+T
IP16	Troisvierges, Rue de Binsfeld n°42	68.326	131.565	425	B	Zone rurale	R	R+1+T
IP17	Troisvierges, Op der Thomm n°2	68.377	132.037	448	B	Zone soumise à un PAP (nouveau quartier)	R	R+1+T
IP18	Troisvierges, Rue de Binsfeld n°35	68.664	131.824	440	E	Zone rurale	R	R+1+T
IP19	Drinklange, Duarrefweeg n°24	69.280	133.083	483	B	Zone de moyenne densité	R	R+1+T

N°	Adresse	Coordonnées LUREF		Altitude (m)	Z.I	Zone du PAG	Usage	Nombre d'étage
		X (m)	Y (m)					
IP20	Troisvierges, Op der Thomm Limite PAG	68.537	132.100	465	B	Zone d'habitation 1	R	NC
IP21	Hollermillen, Hollermillen n°2	71.761	131.395	430	E	Zone verte	R	R+1+T
IP22	Hupperdange, Hauptstrooss	72.525	129.297	511	B	Zone de faible densité	R	R+1+T
IP23	Hupperdange, Klemillewee n°3	71.948	129.193	502	B	Zone d'habitation à caractère rural	R	R+1+T
IP24	Hupperdange, Hanefeld n°23	71.775	129.001	509	B	Zone de faible densité	R	R+T
IP25	Hupperdange, Hanefeld n°3A	71.699	128.894	514	B	Zone de faible densité	R	R+1+T

## 6. Ambiance sonore en situation existante

Pour réaliser cette analyse, l'expert a également considéré l'ambiance sonore liée au trafic ferroviaire, routier, aérien et aux établissements soumis aux dispositions du Règlement grand-ducal de 1979.

### 6.1 Comptage et cartographie du bruit concernant les routes principales

Les informations de comptage (Administration des Ponts et Chaussées) des principales voiries présentes aux droits et aux abords du périmètre d'étude qui pourraient influencer l'ambiance sonore des points d'immission considérés sont disponibles en annexe B : Courrier à l'administration.

► Voir ANNEXE B : Courrier administration

Une cartographie du bruit concernant les routes principales (2016) est disponible sur le géoportail luxembourgeois. Aucun des points d'immission prévus n'est concerné par cette cartographie.

### 6.2 Cartographie du bruit concernant le rail

Les informations de comptage (sur base des horaires d'arrêt en gare fournies par la CFL) des principales voiries présentes aux droits et aux abords du périmètre d'étude qui pourraient influencer l'ambiance sonore des points d'immission considérés sont disponibles en annexe B : Courrier à l'administration.

► Voir ANNEXE B : Courrier administration

Aucun point d'immission n'est concerné par la cartographie du bruit (2016) concernant le rail.

### 6.3 Cartographie du bruit concernant l'aéroport

Aucun point d'immission n'est concerné par la cartographie du bruit (2016) concernant le trafic aérien.

## 6.4 Bruit des établissements classés

Les points d'immissions IP2, IP3 et IP4 sont situés à proximité d'une entreprise de construction 'Rinnen Construction Générales'. Cet établissement ne dispose pas d'un contingentement des émissions sonores fixé par une autorisation délivrée en vertu de la législation sur les établissements classés.

Les points d'immissions IP17, IP19 et IP20 sont situés à proximité des zones d'activités et commerces 'Auf Stockem' et 'In der Allen'. Une étude acoustique réalisée par le TÜV (Bericht Nr.: 936/21232057/01) permet de connaître la charge de bruit générée par les activités des entreprises actuellement ou prochainement implantées dans ces zones d'activités.

Les visites de terrain et l'analyse de l'étude acoustique du TÜV, ont permis de constater d'un environnement sonore calme au droit des différents points d'immissions cités ci-dessus.

Pour ce qui est des parcs éoliens, la situation existante est évaluée dans la suite de l'étude au chapitre 9.

On notera la présence des récepteurs IP6 à IP8 et IP21 à IP25 à proximité immédiate du parc de 'Hengischt'.

## 6.5 Récapitulatif des éléments caractérisant l'ambiance sonore

Il a été constaté que, pour l'ensemble des points récepteurs, l'ambiance sonore n'est pas ou peu influencée par le trafic routier, certains Chemin Repris peuvent accueillir un trafic moyen mais celui-ci devient inexistant en période de nuit. De même concernant le trafic ferroviaire où celui-ci devient inexistant en période nocturne. Les diverses entreprises et zones d'activité n'ont qu'un impact très limité sur l'environnement sonore points d'immissions et ce, peu importe la période considérée. Aucun établissement agricole n'est à recenser au sein du périmètre d'étude.

L'ambiance y est donc généralement calme, notamment en période nocturne.

## 7. Émission sonore des éoliennes

### 7.1 Émission sonore des éoliennes en fonctionnement normal

Un tableau récapitulatif des caractéristiques des éoliennes considérées est présenté ci-dessous.

Tableau 5 : Modèle d'éolienne considéré dans l'étude.

Fabricant	Modèle	Puissance nominale (kW)	Hauteur moyeu	Hauteur totale	TES	LwA dB(A) V <sub>10m</sub> : 6m/s considéré	LwA dB(A) V <sub>10m,95%</sub> : considéré	Rapport de mesurage	Mode d'exploitation
Enercon	E82 E2 TES 2.300 kW	2.350	108 m	149 m	Oui	99,5	101,8	1	8

Tableau 6 : Modèles d'éolienne existante considérés pour l'évaluation de l'effet cumulatif.

Fabricant	Modèle	Puissance nominale (kW)	Hauteur moyeu	Hauteur totale	TES	LwA dB(A) V <sub>10m</sub> : 6m/s	LwA dB(A) V <sub>10m,95%</sub> :	Rapport de mesurage	Mode d'exploitation
Enercon	E82	2.350	108 m	149 m	Non	101,6 <sup>1</sup>	104,0 <sup>1</sup>	0	7
Enercon	E82	2.350	138 m	179 m	Non	101,9 <sup>2</sup>	103,8 <sup>2</sup>	1	7
Enercon	E92 TES	2.350	138 m	184 m	Oui	103,5 <sup>3</sup>	104,7 <sup>3</sup>	1	7
Enercon	E-138 E3	3.500	160 m	229 m	Oui	105,7	106,0	0	9

<sup>1</sup> : Les données de l'Enercon E82 Hh : 108 m sont issues de l'étude du TUV n°936/21236040/01

<sup>2</sup> : Les données de l'Enercon E82 (Hh : 138 m) sont issues de la fiche technique disponible en annexe

<sup>5</sup> : Les données de l'Enercon E92 TES sont issues de l'étude du TUV n°936/21236040/01

Les niveaux sonores considérés, que ce soit en fonctionnement normal et/ou bridé, pour les éoliennes existantes des différentes phases du parc éolien d'Hengischt sont disponibles en annexe au sein de l'étude du TUV n°936/21236040/01.

► Voir ANNEXE D : Fiches techniques - Étude acoustique existante

#### 7.1.1 Éoliennes gearless de type Enercon

Le modèle Enercon E-82 TES a fait l'objet d'une étude spécifique par un laboratoire de certification. Sur base de ce document, pour un P95%, la puissance acoustique de ce type de machine est de 101,8 dB(A) tandis que pour une vitesse  $v_{10m}$  à 6 m/s, la puissance acoustique escomptée est de 99,5 dB(A) pour un moyeu à 108 m de hauteur. Le document pris en référence est disponible en annexe D de ce présent rapport. Des données garanties sont fournies par Enercon pour les modes de bridages disponibles.

► Voir ANNEXE D : Fiches techniques Enercon E-82

## 7.1.2 Trailing Edge Serrations

Le modèle d'éolienne étudié dispose de TES « Trailing Edge Serration » qui correspondent à des « dentelures posées sur le bord de fuite des pales ». De manière générale, ce système amène un gain sur le niveau global de l'ordre de 1 à 2 dB(A) par rapport à une même machine qui n'en est pas équipée. Du point de vue de la composition spectrale de la source, l'apport de ce système se concentre principalement sur les moyennes fréquences entre 500Hz et 2kHz. Ces fréquences sont celles les plus audibles pour l'oreille humaine.

Les graphes suivants illustrent cet effet pour un autre type de machine Nordex N131, mais ce principe est transposable pour les modèles Enercon et Vestas.

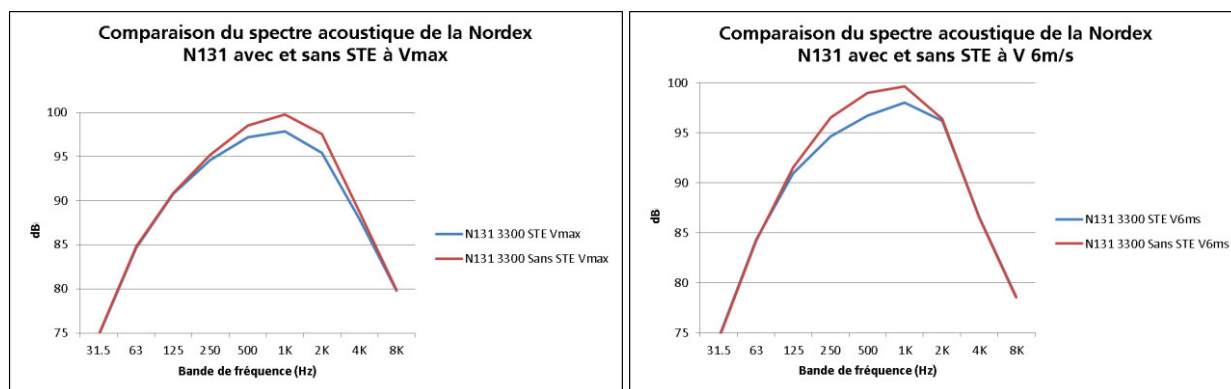


Figure 1 : Comparaison du spectre acoustique de la Nordex N131 avec et sans STE à  $V_{max}$  et à  $V_{6m/s}$ .

## 7.2 Émission sonore des éoliennes en fonctionnement bridé

Les modes de bridages garantis présentés ci-après peuvent être regroupés selon deux types :

- Les « translations de régime transitoire » correspondent à des modes de bridage ou l'éolienne pour les régimes de vent **faible à modéré** est paramétrée pour générer moins de bruit pour ces phases transitoires. Au-delà, le régime et les niveaux sonores sont équivalents ou proches du mode standard.
- Les « réductions du régime nominal » équivalent à limiter la puissance acoustique **maximale** de l'éolienne et dès lors aux régimes de vent nominaux. Ce système permet de respecter des valeurs limites d'immission

### 7.2.1 Système de gestion du fonctionnement bridé – Enercon E82

Les éoliennes Enercon de type E-82 gèrent le Wind Energy Converter (WEC) à l'aide d'un système de contrôle.

► Voir ANNEXE D : Fiches techniques WEC

Le système de contrôle repose sur un système de microprocesseurs qui interroge tous les composants de l'éolienne au moyen de capteurs et recueille des données, telles que la direction et la vitesse du vent. Il adapte ainsi en fonction le mode de bridage de l'éolienne requis.

La vitesse de rotation des pales (qui sont directement liées au niveau de bruit émis) est gérée par le réglage de celles-ci. Les pales peuvent tourner sur elles-mêmes et donc modifier leur angle d'attaque vis-à-vis du vent. Selon ce réglage, le rotor tourne plus ou moins vite en fonction des modes de bridage exigés.

## 7.2.2 Évolution sonore des éoliennes en fonctionnement bridé - Enercon

La puissance acoustique des éoliennes peut être modulée à l'aide de « Mode » de bridage pour s'adapter aux différentes exigences acoustiques environnementales du site rencontrées à des conditions données ; par exemple le passage d'une période à une autre (jour ou nuit) ou le changement de conditions de vent ( $v < 6 \text{ m/s}$  ou  $v_{\max}$ ).

### 7.2.2.1 Enercon E-82 TES E2 2.300 kW HH 108 m

Le modèle d'éolienne installé propose 8 modes d'exploitation garantis différents. Ceux-ci sont présentés dans les tableaux suivants pour la vitesse de vent  $v_{10m,95\%}$  et  $v_{10m} : 6 \text{ m/s}$ .

Tableau 7 : Modes d'exploitation Enercon E-82 TES E2 2.300 kW HH 108 m garantis.

Mode	Puissance électrique maximale (kW)	Puissance électrique (kW) $v_{10m,95\%}$ <sup>1</sup>	LwA (dB(A)) $v_{10m,95\%}$	Puissance électrique (kW) $v_{10m} : 6 \text{ m/s}$	LwA (dB(A)) $v_{10m} : 6 \text{ m/s}$
Mode 0 s	2.350	2.233	102,0	1.384	100,0
Mode IV s	2.350	2.233	101,0	1.077	96,2
Mode 2000 kW s	2.000	1.900	101,5	1.371	99,4
Mode 1800 kW s	1.800	1.710	100,0	1.338	99,8
Mode 1600 kW s	1.600	1.520	99,0	1.203	97,7
Mode 1400 kW s	1.400	1.330	98,0	1.096	96,8
Mode 1200 kW s	1.200	1.140	97,0	1.006	96,5
Mode 1000 kW s	1.000	950	96,0	936	95,4

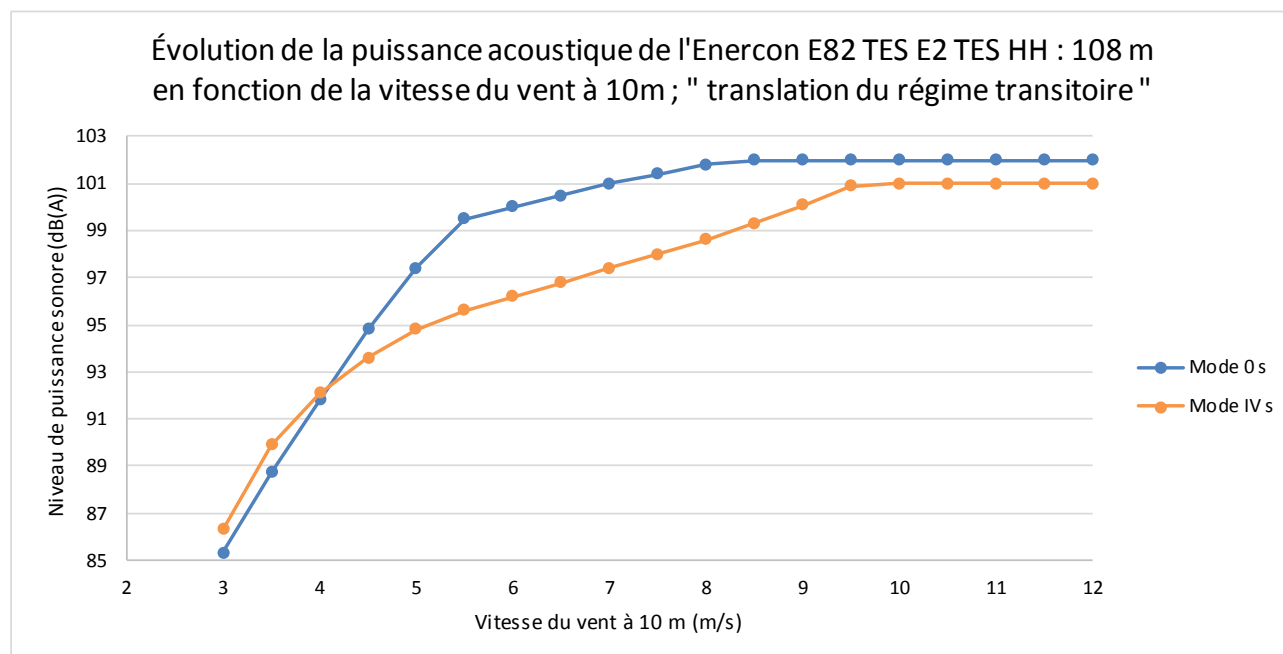


Figure 2 : Évolution de la puissance acoustique de l'Enercon E-82 TES E2 2.300 kW HH 108 m – « Translation de régime transitoire »

<sup>1</sup> Densité de l'air 1,125 kg/m<sup>3</sup>

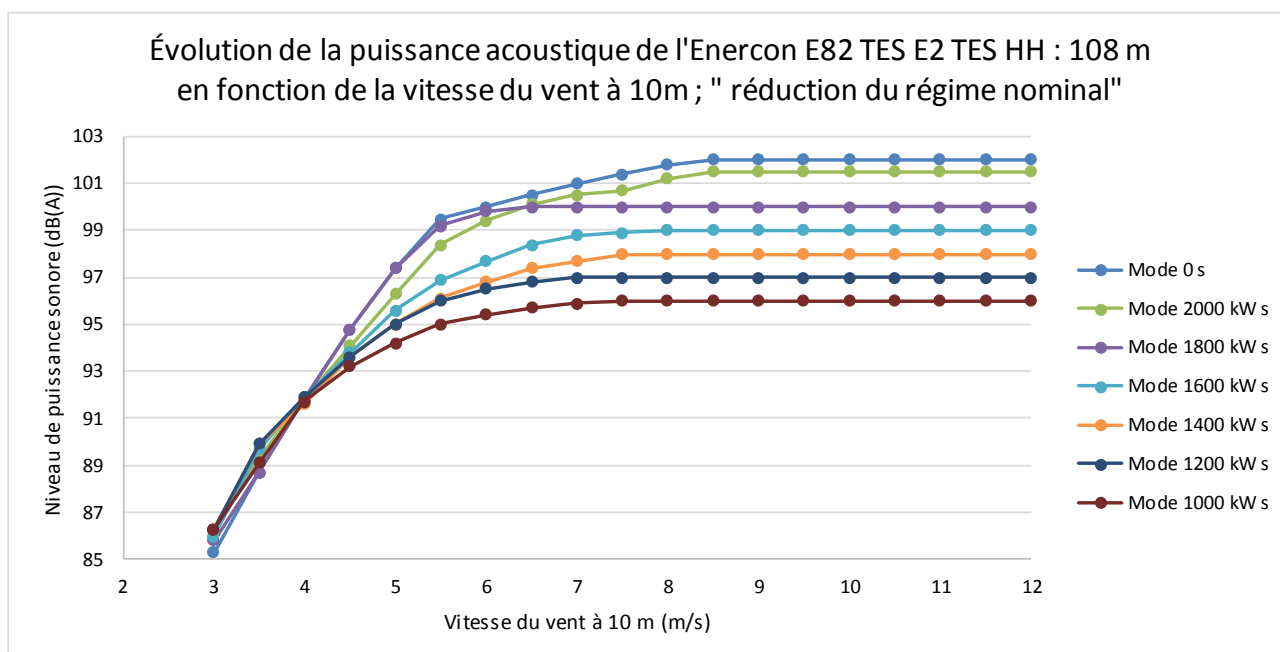


Figure 3 : Évolution de la puissance acoustique de l'Enercon E-82 TES E2 2.300 kW HH 108 m – « Réduction du régime nominal »



## 7.3 Émissions sonores des éoliennes dans la gamme des basses fréquences et des infrasons

### 7.3.1 Généralités

Les émissions sonores des éoliennes ne se limitent pas aux fréquences audibles par l'oreille humaine, mais concernent également la bande de fréquences des basses fréquences et des infrasons. Par 'basses fréquences', on entend des sons compris entre 20 Hz et 160 Hz, tandis que les 'infrasons' sont caractérisés par des fréquences inférieures à 20 Hz<sup>2</sup>.

Les infrasons font partie de notre environnement quotidien ; nous y sommes constamment exposés. Ils sont produits aussi bien par des sources naturelles (le vent, les chutes d'eau, les vagues, etc.) que par des sources artificielles (pompe à chaleur, lave-linge, bruit routier, etc.). Ils se déplacent selon les mêmes lois physiques que les sons audibles (et non comme les ondes électromagnétiques), c'est-à-dire à une vitesse de 340 m/s et dans toutes les directions à partir du point d'émission. Leur intensité diminue avec la distance et les obstacles traversés (mur, fenêtre, etc.). Les basses fréquences et les infrasons subissent toutefois une moindre atténuation avec la distance que les sons audibles, et ils traversent également plus facilement des obstacles.

Les infrasons peuvent être mesurés à l'aide d'appareils de mesure spécifiques, mais il n'existe actuellement aucune valeur limite à respecter au Grand-Duché du Luxembourg.

En 2000, l'OMS a publié ses valeurs guides pour l'exposition au bruit, dans un document intitulé « *Guidelines for Community Noise* ». Les lignes directrices fixées par l'OMS constituent des objectifs dont il convient de se rapprocher, même si elles paraissent difficiles à respecter à court terme en zone urbaine dense. Dans ce document ainsi que le document plus récent publié en 2009 (« *Night noise guidelines for Europe* »), aucune recommandation spécifique, relative aux basses fréquences et aux infrasons émis par des parcs éoliens n'est formulée.

### 7.3.2 Étude du LUBW (Allemagne)

Une étude spécifique très intéressante<sup>3</sup> a été menée en Allemagne pour comparer les niveaux d'infrasons et de basses fréquences générées par des éoliennes aux niveaux d'exposition rencontrés dans différents milieux et à proximité de diverses sources. Cette étude a été commandée par le Ministère de l'Environnement, du climat et de l'Énergie du Land du Baden-Württemberg. Un projet de recherche et de mesures a été mis en place par l'institut régional pour l'environnement, les mesures et la protection de la nature du Baden-Württemberg, le LUBW. L'objectif du projet consistait à mesurer et collecter des données récentes sur les infrasons (< 20 Hz) et les bruits basses fréquences dans l'environnement d'éoliennes. D'autres sources de bruit telles que les routes, l'intérieur d'une voiture ou encore les appareils électroménagers (machine à laver, radiateur et frigo) ont également été étudiées. L'étude a également mesuré des données dans divers milieux ruraux sans éoliennes comme une zone agricole, une lisière forestière ou encore l'intérieur d'une forêt.

L'étude complète (en allemand) et un résumé traduit en français sont présentés en annexe pour information.

- Voir ANNEXE F : Étude allemande sur les infrasons et son résumé traduit en français

<sup>2</sup> ISO 7196 mars 1995: Acoustics – Frequency-weighting characteristic for infrasound measurements.

<sup>3</sup> *Tieffrequente Geräusche und Infraschall von Windkraftanlagen und andere Quellen*, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) , 2016.

Dans le cadre de cette étude, des mesures de basses fréquences et d'infrasons ont été réalisées à différentes distances (entre 150 m et 700 m) au pied de plusieurs modèles d'éoliennes, de 120 m à 180 m de hauteur totale et de 1,8 à 3,2 MW de puissance électrique nominale (Senvion, Enercon et Nordex), et à différentes vitesses de vent / régimes de fonctionnement.

On s'aperçoit que les niveaux relevés à proximité d'une éolienne varient considérablement en fonction de la vitesse du vent et donc de son régime de fonctionnement (voir tableau suivant).

Tableau 8 : Niveaux des infrasons et basses fréquences dans différents milieux. (Source : LUBW, 2016).

Source/milieu	Niveau pondéré G en dB(G)	Niveau d'infrasons ≤ 20 Hz en dB	Niveau d'infrasons 25-80 Hz en dB
<b>Éoliennes</b> (vitesse du vent 2 – 15 m/s)	<b>Éolienne on/off</b>	<b>Éolienne on</b>	<b>Éolienne on</b>
Senvion MM92 - 2.0MW	700 m : 55-75 / 50-75	-	-
	150 m : 65-75 / 50-70	150 m : 60-75	150 m : 50-55
Enercon E-82 - 2.0MW	300 m : 55-80 / 50-75	-	-
	180 m : 55-75 / 50-75	180 m : 50-70	180 m : 45-50
Nordex N117 - 2.4MW	650 m : 60-70 / 55-65	-	-
	185 m : 60-70 / 55-65	185 m : 50-65	185 m : 45-50
<b>Trafic routier</b>			
Autoroute A5 près de Malsch, à 80 m	75	55-60	60-70
Autoroute A5 près de Malsch, à 260 m	70	55-60	55-60
Würzburg, intérieur ville, balcon	50-75	35-65	55-75
Karlsruhe, station de mesure de bruit	65-75	45-65	55-70
Intérieur d'une voiture, à 130 km/h	105	90-95	75-95
<b>Milieu urbain (exposition de fond), Karlsruhe</b>			
Friedrichsplatz	50-65	35-50	Jusqu'à 60
Toiture Naturkundemuseum	50-65	35-55	Jusqu'à 60
<b>Zone rurale</b>	<b>Vent 6 / 10 m/s</b>	<b>Vent 6 / 10 m/s</b>	<b>Vent 6 / 10 m/s</b>
Prairie, à 130 m de la forêt	50-65 / 55-65	40-70 / 45-75	35-40 / 40-45
Lisière forestière	50-60 / 50-60	35-50 / 45-75	35-40 / 40-45
Forêt	50-60 / 50-60	35-40 / 40-45	35-50 / 35-40
<b>Bord de mer</b>			
Plage, à 25m	75	55-70	Non mesuré
Falaise, à 250m	70	55-65	Non mesuré
<b>Sources à l'intérieur d'habitations</b>			
Machine à laver	50-85	25-75	10-75
Frigo (à pleine puissance)	60	30-50	15-35

Les deux figures ci-dessous montrent que les niveaux varient en fonction de la vitesse du vent et que l'atténuation avec la distance varie en fonction de la fréquence. Les niveaux des infrasons induits par les éoliennes se situent en deçà de la courbe du seuil d'audition, tandis que les basses fréquences mesurées à 650 – 700 m de distance peuvent être au-dessus du seuil d'audition à partir d'une fréquence d'environ 40 Hz.

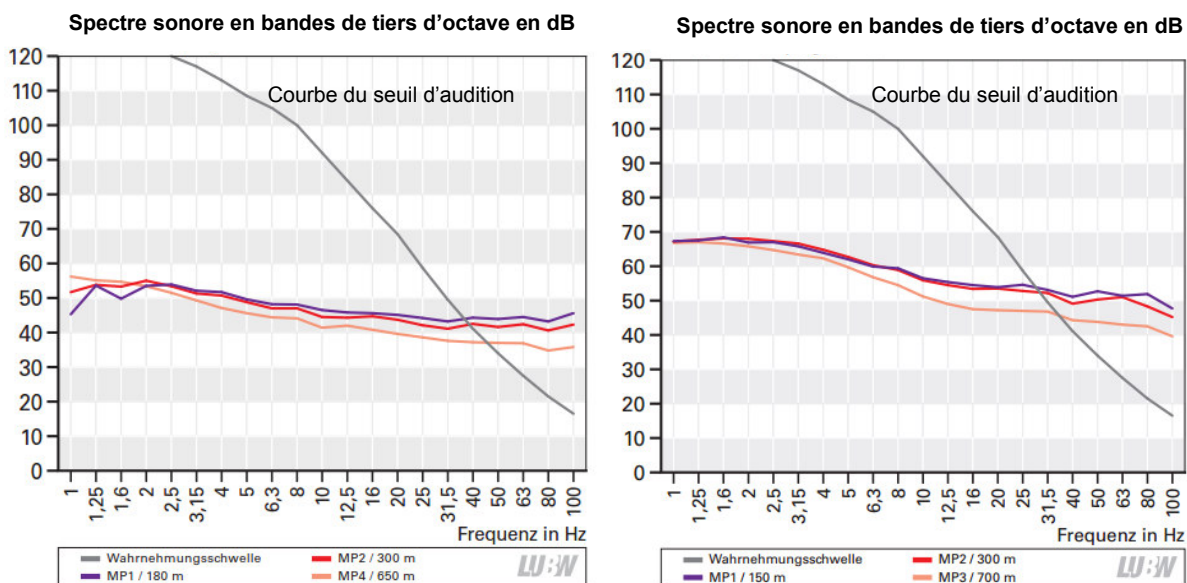


Figure 4 : Graphique du niveau sonore par tiers d'octave en fonction de la fréquence et selon la distance à l'éolienne pour le modèle Servion 3.2M114 pour une vitesse du vent de 5,5 m/s (à gauche) et pour le modèle Servion MM92 pour une vitesse de 6,5 m/s (à droite). (Source : LUBW, 2016).

Les figures suivantes illustrent les niveaux d'infrasons engendrés par une éolienne de type Nordex N117 2,4 MW à une distance de 185 m respectivement de 650 m.

On constate que l'impact de l'éolienne par rapport au bruit de fond est relativement marqué à la distance de 185m. On constate également, sur l'analyse en bande fine, la présence de pics à 1,2Hz, 1,7Hz, 2,3Hz, 2,9Hz, etc. correspondant à la fréquence de passage d'une pale devant le mat (0,6 Hz). Ces pics disparaissent à l'arrêt de la machine.

À une distance de 650 m de l'éolienne, on observe que les niveaux d'infrasons n'augmentent pas significativement ou seulement dans lorsque la turbine est mise en marche. À cette distance, les infrasons sont principalement générés par le vent. Les pics liés au passage des pales ne sont plus visibles.

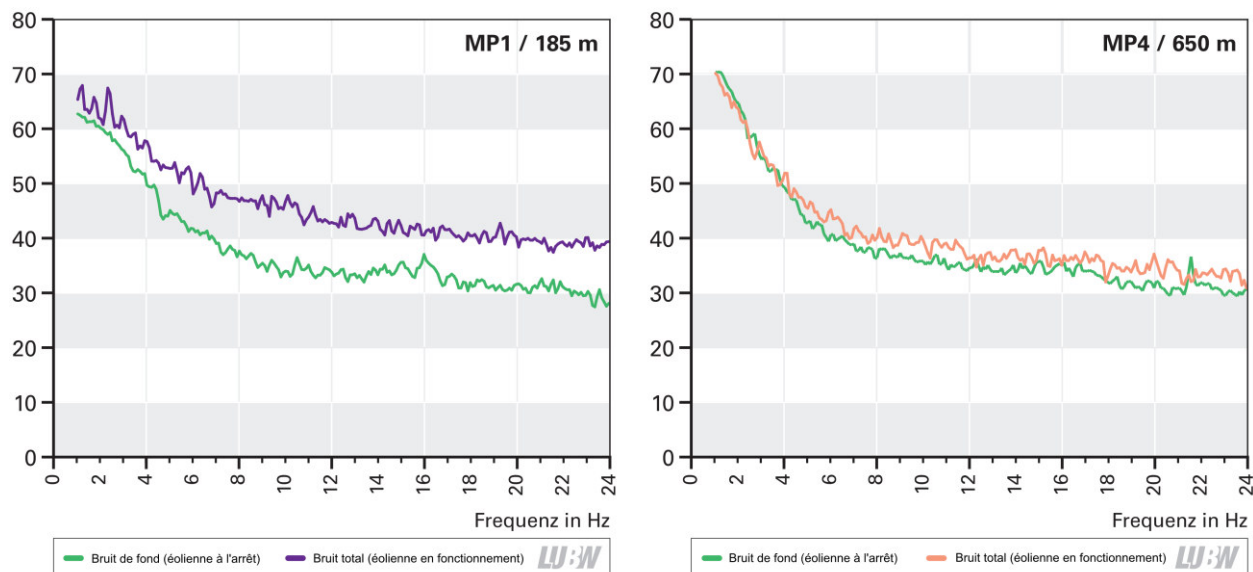


Figure 5 : Spectre en bande fine du bruit de fond (en vert) et du bruit généré par une éolienne (en violet et orange), modèle Nordex N117 2.4MW, pour la gamme de fréquences des infrasons à une distance de 185m (à gauche) et 650m (à droite) (source : LUBW, 2016)

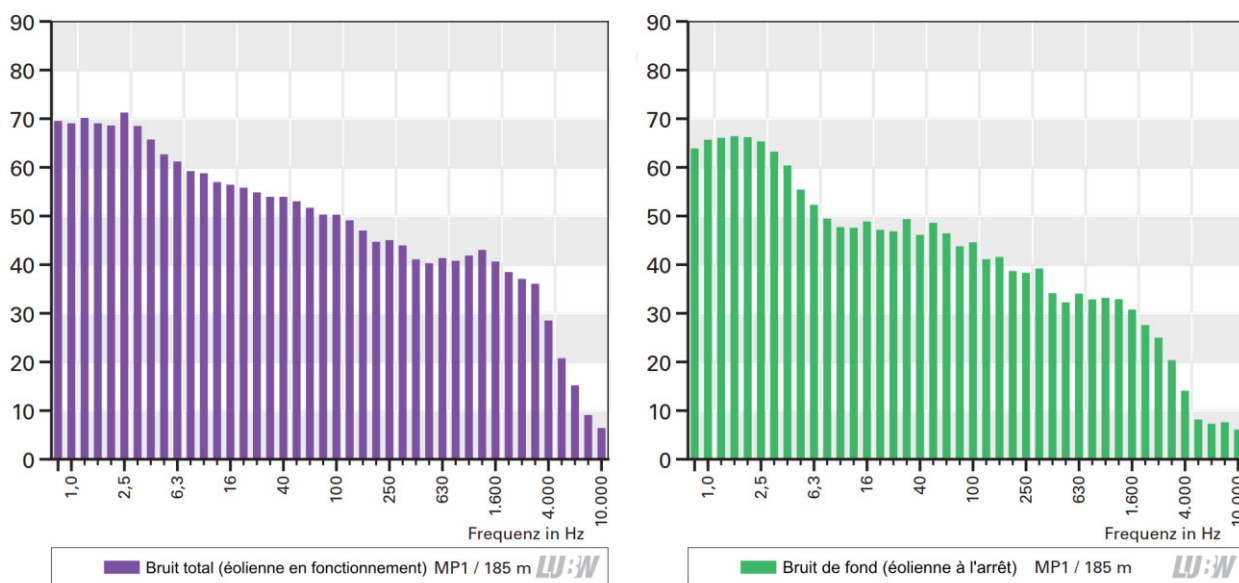


Figure 6 : Spectre en tiers d'octaves du bruit de fond (en vert) et du bruit généré par une éolienne (en violet), modèle Nordex N117 2.4MW, pour la gamme de fréquences des infrasons jusqu'à 10kHz une distance de 185m (source : LUBW, 2016)

Au regard des résultats de l'étude menée par le LUBW, on peut constater que :

- Les niveaux d'infrasons et de basses fréquences engendrés par des éoliennes dépendent du régime de fonctionnement et donc de la vitesse du vent ;
- La contribution des éoliennes est clairement mesurable à faible distance, alors qu'à une distance d'environ 700 m, distance plus faible que celle qui sépare généralement les premières habitations du parc éolien (ici environ 750 m), les niveaux d'infrasons n'augmentent pas significativement ou seulement dans une faible proportion, dépendant de l'exposition existante, c'est-à-dire de la présence d'autres sources comme le bruit routier.
- Les niveaux d'infrasons et de basses fréquences observés à proximité d'éoliennes sont du même ordre de grandeur que les niveaux relevés dans d'autres contextes, par exemple à quelques centaines de mètres d'une autoroute, en milieu urbain ou encore en bord de mer.

### 7.3.3 Modèles étudiés dans le cas présent

Dans le cadre du présent projet, une demande d'information technique concernant les émissions dans les basses fréquences et les infrasons a été effectuée auprès des fabricants pour les différents modèles étudiés. Les données transmises par les constructeurs étant confidentielles, le tableau reprenant les niveaux de puissances sonores pour différents modèles et pour des fréquences comprises entre 6,3 Hz et 80 Hz est disponible en annexe.

► Voir ANNEXE D : Fiches techniques

On peut constater sur base de cette annexe que l'ensemble des modèles étudiés dans le présent projet présentent des puissances sonores en basses fréquences et infrasons similaires entre elles et vis-à-vis du modèle de référence Nordex N117 2.4MW.

On peut en déduire que les niveaux d'infrasons et de basses fréquences engendrés par les éoliennes installées dans le cadre du présent projet seront du même ordre de grandeur que les niveaux mesurés par le LUBW pour le modèle Nordex N117 2.4 MW. Les constats dressés dans cette étude sont donc transposables au présent projet, en considérant que les points d'immission considérés au chapitre 6.4 sont

aujourd'hui caractérisés par une exposition limitée à modérée aux infrasons et basses fréquences, typiques d'un milieu urbain ou à proximité de routes à trafic important.

#### 7.3.4 Effets sur la santé

Les infrasons sont perçus de différentes manières par le corps humain. Plus l'intensité de la source est élevée, plus les effets se ressentent. Ainsi, pour une intensité élevée, le corps humain percevra directement une pression et des vibrations au niveau de l'audition (exemple : la fenêtre ouverte d'une voiture). Les effets indirects de cette intensité élevée se marqueront par une pression et des vibrations au niveau des cavités telles que les poumons et les sinus.

L'impact des sons sur la santé a fait l'objet de nombreuses études. De ces études, il ressort que si le corps humain est exposé à des intensités élevées, les sons (infrasons et autres) au-dessus du seuil d'audibilité peuvent provoquer divers effets tels que la fatigue, une diminution de la concentration, de l'anxiété et une réduction de la fréquence respiratoire. Toutefois, malgré les nombreuses recherches à ce sujet, aucune hypothèse n'a encore été confirmée au niveau de l'impact des infrasons isolés de niveau sonore inférieur au seuil d'audibilité humain (Umweltbundeseamt, Juin 2014).

Dans son rapport 'Éoliennes et santé publique' (2009), l'Institut national de santé publique du Québec aboutit ainsi à la conclusion suivante : les infrasons se retrouvent partout dans l'environnement et *'selon les connaissances scientifiques actuelles, ceux émis par les éoliennes en représentent une quantité négligeable sans effet nocif pour la santé puisque leur intensité est inférieure au seuil d'audition, même à une distance rapprochée'*.

Récemment, une étude<sup>4</sup> (mars 2017) a été réalisée en France par l'Agence nationale de sécurité sanitaire (Anses) afin d'évaluer les effets sanitaires des basses fréquences sonores et infrasons dus aux parcs éoliens. Cette étude confirme que les éoliennes sont des sources de bruit dont la part des infrasons et basses fréquences sonores prédomine dans le spectre d'émission sonore. En outre, elle ne montre aucun dépassement des seuils d'audibilité dans les domaines des infrasons et basses fréquences sonores (< 50 Hz).

---

<sup>4</sup> Évaluation des effets sanitaires des basses fréquences sonores et infrasons dus aux parcs éoliens, Anses, 2017.

## 8. Modélisations acoustiques prévisionnelles

### 8.1 Méthode de calcul – émission et immission

Les niveaux de bruit à l'immission sont calculés à l'aide du logiciel CadnaA, dans lequel est implémentée la méthode de calcul définie par la norme ISO 9613-2:1996 Acoustique – Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre – Partie 2 : Méthode générale de calcul.

Les modélisations acoustiques sont donc réalisées avec cette norme, en considérant les paramètres de calcul suivants :

1. Chaque éolienne est modélisée comme une source de bruit ponctuelle omnidirectionnelle placée au sommet du mât ;
2. La puissance acoustique du modèle d'éolienne est obtenue à l'aide du spectre pour les bandes de fréquences allant de 63 Hz à 8 kHz. Ces valeurs sont issues de données garanties par le fabricant et/ou mesurées selon la norme IEC-61400-11. Si le spectre n'est pas disponible, la puissance acoustique de la source est définie pour la bande à 500 Hz. ;
3. Les facteurs d'incertitudes sont dans le cas de cette étude définis selon le cas C du « Bewertung der Unsicherheit von Emissionskennwerten für Windenergieanlagen bei Geräuschimmissionsprognosen ».

Ils sont appliqués conformément à la formule ci-dessous :

$$S_G = \sqrt{\left(S_{pA,1} \frac{I_{pA,1}}{I_{pA,G}}\right)^2 + \left(S_{pA,2} \frac{I_{pA,2}}{I_{pA,G}}\right)^2 + \dots + \left(S_{pA,n} \frac{I_{pA,n}}{I_{pA,G}}\right)^2 + S_B^2}$$

Où :

- $S_G$  est le coefficient d'incertitude global pour le point d'immission considéré ;
  - $S_{pA,n}$  est le coefficient d'incertitude partiel lié à l'immission particulière d'une éolienne n ;
  - $I_{pA,n}$  est la pression acoustique de l'éolienne n au point d'immission considéré exprimé en Pascal ;
  - $I_{pA,G}$  est la pression acoustique de l'ensemble du parc au point d'immission considéré exprimé en Pascal ;
  - $S_B$  est le coefficient d'incertitude lié à la méthode prévisionnelle.  $S_B=0$  dans le cas d'une analyse conservative.
4. Les corrections liées aux incertitudes sont additionnées au niveau d'immission obtenu à chaque point d'immission selon la formule suivante :

$$L_{pA,G,D} = L_{pA,G} + 1,28 S_G$$

Où :

- $L_{pA,G,D}$  est le niveau de pression du parc éolien au point d'immission exprimé en dB(A) tenant compte de l'incertitude ;
- $L_{pA,G}$  est le niveau de pression du parc éolien au point d'immission exprimé en dB(A) ;
- 1,28 est une constante k qui permet de garantir des niveaux d'immission prévisionnels avec une certitude de 90 %.

5. Les points d'immission sont placés à 6 mètres du sol et à minimum 3,50 mètres de toute surface réfléchissante autre que le sol ;
6. La zone de calcul englobe un rayon de 2 km autour de chaque éolienne. Au sein de cette zone, le relief du sol est modélisé en 3D à partir du modèle numérique de terrain (MNT) établi par l'institut géographique du Grand-Duché du Luxembourg. Les résolutions du MNT correspondent à une maille de 5 m x 5 m et d'une précision de 1 m ;
7. Les calculs sont effectués conformément à la norme ISO 9613-2, en appliquant les paramètres de calcul suivants :
  - conditions météorologiques favorables à la propagation du bruit : vent portant omnidirectionnel (*downwind propagation*), sans facteur de correction météorologique ( $C_{meteo} = 0$ ) ; température de l'air = 10°C ; humidité relative de l'air = 70% ;
  - Le facteur d'absorption du sol considéré est  $G=0$  ;
  - l'effet d'écran imputable aux bâtiments n'est pas pris en compte, au même titre que la réflexion sur les bâtiments.
8. Les résultats des calculs sont représentés sous forme de :
  - tableaux reprenant les niveaux d'immission au droit de chaque point d'immission, avec indication des éventuels dépassements des valeurs limites ;
  - cartes reprenant les courbes isophones.

La méthodologie retenue permet de caractériser l'impact acoustique du parc éolien existant dans son environnement et d'identifier les éventuelles mesures d'atténuation/correctrices qui doivent être mises en œuvre.

## 8.2 Incertitudes liées au modèle prévisionnel et à la qualité des données

Pour des raisons de qualité, il est nécessaire d'estimer l'incertitude liée au modèle prévisionnel.

### 8.2.1 Enercon E-82 TES

Dans le cadre de cette étude, le cas B du « Bewertung der Unsicherheit von Emissionskennwerten für Windenergieanlagen bei Geräuschimmissionsprognosen » [3] est employé pour les raisons reprises ci-dessous :

- Le modèle Enercon E-82 équipé de serrations (TES) dispose d'un document référencé « D0647779-1/DA » définissant les niveaux d'émission  $L_{WA,max}$  pour le mode standard et les 7 modes de bridage, les valeurs annoncées dans ce document sont celles garanties par Enercon dans ces contrats de vente ;
- Le modèle Enercon E-82 équipé de serrations (TES) dispose d'un rapport de mesures référencé « Kötter no. 214585-01.01 » (pages 15 et 16) définissant les niveaux d'émission  $L_{WA,max}$  et à une vitesse de vent à 10m de 6m/s ;

Sur base de ces données,

- $L_{wA} = L_{wA,m}$  qui est le niveau d'immission mesuré par l'organisme indépendant Kötter ;  $S_w=(\sigma_R=)0,5$  dB;
- $S_p = 1$  dB ou plus
- $S_{pA}^2 = S_w^2 + S_p^2$
- $S_{pA} = 1,1$  dB

Ce facteur d'incertitude  $S_{pA}$  est appliqué au résultat final des niveaux d'immission conformément à la méthode décrite au point 3 du chapitre 8.1. - Méthode de calcul – émission et immission.

En cas de bridage, le cas B peut également être adopté, vu que le rayonnement sonore de l'éolienne a été contrôlé en mode non bridé. Le facteur d'incertitude  $S_{pA}$  est de 1,1 dB.

Les différents documents sont présentés en annexe de la présente étude.

► Voir ANNEXE D : Fiches techniques

Un plan d'exploitation spécifique a été établi pour les modèles considérés pour respecter les valeurs limites d'immission en tout temps et en toutes circonstances de vent. Une analyse plus détaillée est effectuée ci-dessous.

## 9. Étude d'impact du parc existant 'Wandpark Bënzelt'

Suite à une première modélisation conforme à la méthodologie décrite précédemment :

- Les immissions sonores générées par le parc existant 'Wandpark Bënzelt' (équipé de serrations) en situation cumulative (parc étudié en considérant les éoliennes existantes conservées et du repowering projeté de Wandpark Hengischt) sont inférieures aux différentes valeurs limites d'immissions pour toutes les périodes et pour tous les points d'immissions.
- Les immissions sonores générées par le projet seul, en adoptant les plans d'exploitation particuliers définis en situation cumulative (parc étudié en considérant les éoliennes existantes conservées et du repowering projeté de Wandpark Hengischt) sont inférieures aux différentes valeurs limites d'immissions pour toutes les périodes et pour tous les points d'immissions.

Ces plans consistent à paramétrer une ou plusieurs éoliennes selon des modes de bridages afin de limiter la puissance acoustique de ces turbines.

Par ailleurs, les résultats des modélisations sont représentés graphiquement via le dossier cartographique. Sur ces cartes, seuls les résultats en période de nuit sont présentés.

► Voir ANNEXE A : Dossier cartographique



## 9.1 Étude d'impact du parc éolien existant 'Wandpark Bënzelt' en situation cumulée aux éoliennes existantes conservées et du repowering projeté du parc 'Wandpark Hengischt'

Il faut préciser que les points d'immission directement affectés par le parc éolien existant 'Wandpark Bënzelt' WKA\_B1 à WKA\_B5 sont soumis aux valeurs limites définies dans l'Arrêté ministériel N° 1/10/0304 [12]. Les plans d'exploitations initiaux définis selon cet Arrêté ont été adaptés dans le cadre de cette étude, suite à l'équipement de toutes les éoliennes avec serrations (TES). La preuve de l'existence et de l'installation des serrations sur les éoliennes de 'Wandpark Bënzelt' est fournie à l'annexe D.

► Voir ANNEXE D : Fiches techniques Enercon E-82 et preuve TES

Les points d'immission directement affectés par l'établissement WKA\_12 sont soumis aux valeurs limites définies dans l'Arrêté ministériel N° 1/10/0561 [12]. Cet arrêté ministériel définit des valeurs limites pour l'éolienne WKA\_12, selon la zone d'immission (dans ou en dehors d'une agglomération) en période de jour et de nuit, et pour des régimes de vents inférieurs à 9 m/s mesurés à 10 m.

Les plans d'exploitation des éoliennes du repowering de 'Wandpark Hengischt', WKA\_R3 et WKA\_R4 sont définis sur base de l'étude d'impact acoustique associée au dossier d'autorisation de ce repowering déposé auprès de l'Administration de l'Environnement.

### 9.1.1 Situation cumulée - Plan d'exploitation pour une vitesse de vent de 6 m/s mesurée à 10 m

L'évaluation suivante tient compte des caractéristiques du modèle Enercon E82 HH: 108 m, Enercon E82 TES HH: 108 m, Enercon E92 HH: 138 m, Enercon E82 HH: 138 m et Enercon E138 E3 TES HH : 160 m.

Les résultats sont présentés pour les conditions de fonctionnement à  $v_{10m}$  : 6 m/s respectant les valeurs limites d'immission des périodes de jour et de nuit.

Les plans d'exploitation établis pour ces deux périodes sont repris dans le tableau suivant :

Tableau 9 : Situation cumulée - Plan d'exploitation des éoliennes pour  $v_{10m}$  : 6m/s en périodes de jour et de nuit

N° Éolienne	Modèle	Mode de fonctionnement Jour	Mode de fonctionnement Nuit
WKA_B1	Enercon E82 TES (hh : 108 m)	Pas de bridage	Pas de bridage
WKA_B2	Enercon E82 TES (hh : 108 m)	Pas de bridage	Pas de bridage
WKA_B3	Enercon E82 TES (hh : 108 m)	Pas de bridage	Pas de bridage
WKA_B4	Enercon E82 TES (hh : 108 m)	Pas de bridage	Pas de bridage
WKA_B5	Enercon E82 TES (hh : 108 m)	Pas de bridage	Pas de bridage
WKA_12	Enercon E82 (hh : 108 m)	Pas de bridage	<b>Mode bridé (98,8 dB(A))</b>
WKA_R1	Enercon E92 TES	Pas de bridage	Pas de bridage
WKA_R2	Enercon E92 TES	Pas de bridage	Pas de bridage
WKA_5_Ph5	Enercon E82 (hh : 138 m)	Pas de bridage	Pas de bridage
WKA_R3	Enercon E138 E3 TES	Pas de bridage	<b>Mode bridé (103,8 dB(A))</b>
WKA_R4	Enercon E138 E3 TES	Pas de bridage	<b>Mode bridé (104,8 dB(A))</b>

## 9.1.2 Situation cumulée - Résultats pour une vitesse de vent de 6 m/s mesurée à 10 m

Ci-dessous les niveaux d'immission obtenus pour une vitesse de vent de 6 m/s mesurée à 10 m.

Tableau 10 : Situation cumulée - Niveau d'immission en dB(A) pour  $v_{10m}$  : 6m/s avec les modèles Enercon E82 HH: 108 m, Enercon E82 TES HH: 108 m, Enercon E92 TES HH: 138 m, Enercon E82 HH: 138 m et Enercon E138 E3 TES HH : 160 m.

N°	Entité	ZIE <sup>1</sup>	Niveau d'immission pour $v_{10m}$ : 6m/s						Valeur limite d'immission	
			Jour			Nuit			Jour	Nuit
			$L_{pA,G}$ dB(A)	$1,28^{*}$ $S_G$ dB	$L_{pA,G,D}$ dB(A)	$L_{pA,G}$ dB(A)	$1,28^{*}$ $S_G$ dB	$L_{pA,G,D}$ dB(A)		
IP1	Binsfeld, Elwenterstrooss n°30	E	28,4	1,1	29,5	28,4	1,1	29,5	42	39
IP2	Binsfeld, Fa. Rinnen n°21	B	31,4	0,6	32,0	31,4	0,6	32,0	40	37
IP3	Binsfeld, Elwenterstrooss n°26	B	31,5	0,6	32,1	31,5	0,6	32,1	40	37
IP4	Binsfeld, Fa. Rinnen n°15	B	31,3	0,6	31,9	31,3	0,6	31,9	40	37
IP5	Binsfeld, Elwenterstrooss n°1	B	32,1	0,7	32,8	32,1	0,7	32,8	40	37
IP6	Rossmillen, Rossmillen n°1	E	31,6	0,9	32,5	31,5	0,9	32,4	42	39
IP7	Klimillen, Klimillen n°1	E	35,4	0,9	36,3	35,4	0,9	36,3	42	39
IP8	Maulusmillen, Maulusmillen n°3	E	27,8	0,9	28,7	27,8	0,9	28,7	42	39
IP9	Maulusmillen, Blockmillen n°1	E	31,8	1,0	32,8	31,8	1,0	32,8	42	39
IP10	Maulusmillen, Waldhaus	E	32,7	1,0	33,7	32,7	1,0	33,7	42	39
IP11	Sassel, Breedewee n°11	B	25,9	1,1	27,0	25,9	1,1	27,0	40	37
IP12	Cinqfontaines, Kierfichtstrooss n°5	E	32,8	0,8	33,6	32,8	0,8	33,6	42	39
IP13	Cinqfontaines, Um Haanenahff n°1	E	31,5	0,8	32,3	31,5	0,8	32,3	42	39
IP14	Cinqfontaines, Klousterstrooss n°2	E	33,6	0,8	34,4	33,6	0,8	34,4	42	39
IP15	Troisvierges, Rue Massen n°32	B	25,8	1,1	26,9	25,8	1,1	26,9	40	37
IP16	Troisvierges, Rue de Binsfeld n°42	B	29,1	1,2	30,3	29,1	1,2	30,3	40	37
IP17	Troisvierges, Op der Thomm n°2	B	27,2	1,2	28,4	27,2	1,2	28,4	40	37
IP18	Troisvierges, Rue de Binsfeld n°35	E	31,2	1,3	32,5	31,2	1,3	32,5	42	39
IP19	Drinklange, Duarrefweeg n°24	B	22,8	1,0	23,8	22,8	1,0	23,8	40	37
IP20	Troisvierges, Op der Thomm Limite PAG	B	26,5	1,2	27,7	26,5	1,2	27,7	40	37
IP21	Hollermillen, Hollermillen n°2	E	26,0	1,0	27,0	25,6	0,8	26,4	42	39
IP22	Hupperdange, Hauptstrooss	B	34,4	1,2	35,6	34,1	1,1	35,2	40	37
IP23	Hupperdange, Klemillewee n°3	B	32,6	0,9	33,5	32,3	0,9	33,2	40	37
IP24	Hupperdange, Hanefeld n°23	B	32,2	0,9	33,1	32,0	0,8	32,8	40	37
IP25	Hupperdange, Hanefeld n°3A	B	31,9	0,9	32,8	31,7	0,8	32,5	40	37

<sup>1</sup> Z.I.E. : Zone d'Immission : Annexe 1 : extrait du rapport d'activité 2013 définissant les critères d'appréciation appliqués aux projets éoliens dans le cadre de la loi modifiée du 10 juin 1999 relative aux établissements classés.

## 9.1.3 Situation cumulée - Plan d'exploitation à puissance acoustique maximale

L'évaluation suivante tient compte des caractéristiques du Enercon E82 HH: 108 m, Enercon E82 TES HH: 108 m, Enercon E92 TES HH: 138 m, Enercon E82 HH: 138 m et Enercon E138 E3 TES HH : 160 m. Le plan d'exploitation ci-dessous respecte les valeurs limites d'immission des périodes de jour et de nuit pour un fonctionnement des éoliennes à 95% de leur puissance électrique respective.

Les plans d'exploitation établis pour ces deux périodes sont repris dans le tableau suivant :

Tableau 11 : Situation cumulée - Plan d'exploitation des éoliennes pour  $V_{10m,95\%}$  en périodes de jour et de nuit.

N° Éolienne	Modèle	Mode de fonctionnement Jour	Mode de fonctionnement Nuit
WKA_B1	Enercon E82 TES (hh : 108 m)	Pas de bridage	Pas de bridage
WKA_B2	Enercon E82 TES (hh : 108 m)	Pas de bridage	Pas de bridage
WKA_B3	Enercon E82 TES (hh : 108 m)	Pas de bridage	Pas de bridage
WKA_B4	Enercon E82 TES (hh : 108 m)	Pas de bridage	Pas de bridage
WKA_B5	Enercon E82 TES (hh : 108 m)	Pas de bridage	Pas de bridage
WKA_12	Enercon E82 (hh : 108 m)	Pas de bridage	<b>Mode bridé (98,9 dB(A))</b>
WKA_R1	Enercon E92 TES	Pas de bridage	Pas de bridage
WKA_R2	Enercon E92 TES	Pas de bridage	Pas de bridage
WKA_5_Ph5	Enercon E82 (hh : 138 m)	Pas de bridage	Pas de bridage
WKA_R3	Enercon E 138 E3 TES	Pas de bridage	Pas de bridage
WKA_R4	Enercon E 138 E3 TES	Pas de bridage	Pas de bridage

## 9.1.4 Situation cumulée - Résultats pour une vitesse de vent à puissance acoustique maximale

Ci-dessous les niveaux d'immission obtenus pour une puissance acoustique maximale.

Tableau 12 : Situation cumulée - Niveau d'immission en dB(A) pour  $v_{10m,95\%}$  avec les modèles Enercon E82 HH: 108 m, Enercon E82 TES HH: 108 m, Enercon E92 TES HH: 138 m, Enercon E82 HH: 138 m et Enercon E138 E3 TES HH : 160 m.

N°	Entité	ZIE <sup>1</sup>	Niveau d'immission pour $v_{10m: 95\%}$						Valeur limite d'immission	
			Jour			Nuit			Jour	Nuit
			$L_{pA,G}$ dB(A)	$1,28^{*}$ $S_G$ dB	$L_{pA,G,D}$ dB(A)	$L_{pA,G}$ dB(A)	$1,28^{*}$ $S_G$ dB	$L_{pA,G,D}$ dB(A)		
IP1	Binsfeld, Elwenterstrooss n°30	E	30,7	1,1	31,8	30,7	1,1	31,8	45	42
IP2	Binsfeld, Fa. Rinnen n°21	B	33,6	0,7	34,3	33,6	0,7	34,3	43	40
IP3	Binsfeld, Elwenterstrooss n°26	B	33,7	0,7	34,4	33,7	0,7	34,4	43	40
IP4	Binsfeld, Fa. Rinnen n°15	B	33,4	0,7	34,1	33,4	0,7	34,1	43	40
IP5	Binsfeld, Elwenterstrooss n°1	B	34,3	0,7	35,0	34,3	0,7	35,0	43	40
IP6	Rossmillen, Rossmillen n°1	E	33,4	0,8	34,2	33,4	0,8	34,2	45	42
IP7	Klimillen, Klimillen n°1	E	37,3	0,9	38,2	37,3	0,9	38,2	45	42
IP8	Maulusmillen, Maulusmillen n°3	E	29,6	0,8	30,4	29,6	0,8	30,4	45	42
IP9	Maulusmillen, Blockmillen n°1	E	34,0	1,1	35,1	34,0	1,1	35,1	45	42
IP10	Maulusmillen, Waldhaus	E	35,0	1,0	36,0	35,0	1,0	36,0	45	42
IP11	Sassel, Breedewee n°11	B	28,2	1,1	29,3	28,2	1,1	29,3	43	40
IP12	Cinqfontaines, Kierfichtstrooss n°5	E	35,1	0,7	35,8	35,1	0,7	35,8	45	42
IP13	Cinqfontaines, Um Haanenahff n°1	E	33,8	0,7	34,5	33,8	0,7	34,5	45	42
IP14	Cinqfontaines, Klousterstrooss n°2	E	35,9	0,8	36,7	35,9	0,8	36,7	45	42
IP15	Troisvierges, Rue Massen n°32	B	28,1	1,1	29,2	28,1	1,1	29,2	43	40
IP16	Troisvierges, Rue de Binsfeld n°42	B	31,4	1,2	32,6	31,4	1,2	32,6	43	40
IP17	Troisvierges, Op der Thomm n°2	B	29,5	1,2	30,7	29,5	1,2	30,7	43	40
IP18	Troisvierges, Rue de Binsfeld n°35	E	33,5	1,3	34,8	33,5	1,3	34,8	45	42
IP19	Drinklange, Duarrefweeg n°24	B	25,1	1,0	26,1	25,1	1,0	26,1	43	40
IP20	Troisvierges, Op der Thomm Limite PAG	B	28,8	1,2	30,0	28,8	1,2	30,0	43	40
IP21	Hollermillen, Hollermillen n°2	E	27,8	0,8	28,6	27,6	0,9	28,5	45	42
IP22	Hupperdange, Hauptstrooss	B	35,5	1,1	36,6	35,5	1,1	36,6	43	40
IP23	Hupperdange, Klemillewee n°3	B	33,8	0,9	34,7	33,8	0,9	34,7	43	40
IP24	Hupperdange, Hanefeld n°23	B	33,5	0,8	34,3	33,5	0,8	34,3	43	40
IP25	Hupperdange, Hanefeld n°3A	B	33,2	0,8	34,0	33,2	0,8	34,0	43	40

<sup>1</sup> Z.I.E. : Zone d'Immission : Annexe 1 : extrait du rapport d'activité 2013 définissant les critères d'appréciation appliqués aux projets éoliens dans le cadre de la loi modifiée du 10 juin 1999 relative aux établissements classés.

## 9.2 Étude de l'impact spécifique du parc existant 'Wandpark Bënzelt'

### 9.2.1 Plan d'exploitation pour une vitesse de vent de 6 m/s mesurée à 10 m

L'évaluation suivante tient compte des caractéristiques du modèle Enercon E82 E2 TES HH : 108 m. Les résultats sont présentés pour les conditions de fonctionnement à  $v_{10m}$  : 6 m/s respectant les valeurs limites d'immissions des périodes de jour et de nuit. Il s'agit de l'impact sonore spécifique des éoliennes existantes en fonctionnement selon situation cumulative étudié au chapitre 9.1.

Les plans d'exploitation établis pour ces deux périodes, définis en situation cumulative (parc 'Wandpark Bënzelt' étudié en considérant les éoliennes existantes conservées et le repowering projeté de Wandpark Hengischt), sont repris dans le tableau suivant :

Tableau 13 : Plan d'exploitation du parc éolien existant pour  $v_{10m}$  : 6m/s en périodes de jour et de nuit

N° Éolienne	Modèle	Mode de fonctionnement Jour	Mode de fonctionnement Nuit
<b>WKA_B1</b>	Enercon E82 TES (hh : 108 m)	Pas de bridage	Pas de bridage
<b>WKA_B2</b>	Enercon E82 TES (hh : 108 m)	Pas de bridage	Pas de bridage
<b>WKA_B3</b>	Enercon E82 TES (hh : 108 m)	Pas de bridage	Pas de bridage
<b>WKA_B4</b>	Enercon E82 TES (hh : 108 m)	Pas de bridage	Pas de bridage
<b>WKA_B5</b>	Enercon E82 TES (hh : 108 m)	Pas de bridage	Pas de bridage

## 9.2.2 Résultats pour une vitesse de vent de 6 m/s mesurée à 10 m

Ci-dessous les niveaux d'immission obtenus pour une vitesse de vent de 6 m/s mesurée à 10 m.

Tableau 14 : Niveau d'immission en dB(A) pour  $v_{10m}$  : 6m/s avec le modèle E82 E2 TES HH : 108 m

N°	Entité	ZIE <sup>1</sup>	Niveau d'immission pour $v_{10m}$ : 6m/s						Valeur limite d'immission	
			Jour			Nuit			Jour	Nuit
			$L_{pA,G}$ dB(A)	$1,28^{*}$ $S_G$ dB	$L_{pA,G,D}$ dB(A)	$L_{pA,G}$ dB(A)	$1,28^{*}$ $S_G$ dB	$L_{pA,G,D}$ dB(A)		
IP1	Binsfeld, Elwenterstrooss n°30	E	28,3	1,2	29,5	28,3	1,2	29,5	42	39
IP2	Binsfeld, Fa. Rinnen n°21	B	30,8	0,7	31,5	30,8	0,7	31,5	40	37
IP3	Binsfeld, Elwenterstrooss n°26	B	31,0	0,7	31,7	31,0	0,7	31,7	40	37
IP4	Binsfeld, Fa. Rinnen n°15	B	30,7	0,7	31,4	30,7	0,7	31,4	40	37
IP5	Binsfeld, Elwenterstrooss n°1	B	31,5	0,8	32,3	31,5	0,8	32,3	40	37
IP6	Rossmillen, Rossmillen n°1	E	28,5	1,2	29,7	28,5	1,2	29,7	42	39
IP7	Klimillen, Klimillen n°1	E	31,8	1,2	33,0	31,8	1,2	33,0	42	39
IP8	Maulusmillen, Maulusmillen n°3	E	24,1	0,8	24,9	24,1	0,8	24,9	42	39
IP9	Maulusmillen, Blockmillen n°1	E	31,5	1,1	32,6	31,5	1,1	32,6	42	39
IP10	Maulusmillen, Waldhaus	E	32,6	1,0	33,6	32,6	1,0	33,6	42	39
IP11	Sassel, Breedewee n°11	B	25,9	1,1	27,0	25,9	1,1	27,0	40	37
IP12	Cinqfontaines, Kierfichtstrooss n°5	E	32,6	0,8	33,4	32,6	0,8	33,4	42	39
IP13	Cinqfontaines, Um Haanenahff n°1	E	31,3	0,8	32,1	31,3	0,8	32,1	42	39
IP14	Cinqfontaines, Klousterstrooss n°2	E	33,5	0,8	34,3	33,5	0,8	34,3	42	39
IP15	Troisvierges, Rue Massen n°32	B	25,8	1,1	26,9	25,8	1,1	26,9	40	37
IP16	Troisvierges, Rue de Binsfeld n°42	B	29,1	1,2	30,3	29,1	1,2	30,3	40	37
IP17	Troisvierges, Op der Thomm n°2	B	27,2	1,2	28,4	27,2	1,2	28,4	40	37
IP18	Troisvierges, Rue de Binsfeld n°35	E	31,2	1,3	32,5	31,2	1,3	32,5	42	39
IP19	Drinklange, Duarrefweeg n°24	B	22,8	1,0	23,8	22,8	1,0	23,8	40	37
IP20	Troisvierges, Op der Thomm Limite PAG	B	26,5	1,2	27,7	26,5	1,2	27,7	40	37
IP21	Hollermillen, Hollermillen n°2	E	23,4	0,9	24,3	23,4	0,9	24,3	42	39
IP22	Hupperdange, Hauptstrooss	B	18,9	1,0	19,9	18,9	1,0	19,9	40	37
IP23	Hupperdange, Klemillewee n°3	B	23,1	0,8	23,9	23,1	0,8	23,9	40	37
IP24	Hupperdange, Hanefeld n°23	B	23,3	0,8	24,1	23,3	0,8	24,1	40	37
IP25	Hupperdange, Hanefeld n°3A	B	23,3	0,8	24,1	23,3	0,8	24,1	40	37

<sup>1</sup> Z.I.E. : Zone d'Immission : Annexe 1 : extrait du rapport d'activité 2013 définissant les critères d'appréciation appliqués aux projets éoliens dans le cadre de la loi modifiée du 10 juin 1999 relative aux établissements classés.

## 9.2.3 Plan d'exploitation à puissance acoustique maximale

L'évaluation suivante tient compte des caractéristiques du modèle Enercon E82 E2 TES HH : 108 m. Le plan d'exploitation ci-dessous respecte les valeurs limites d'immission des périodes de jour et de nuit.

Il s'agit de l'impact sonore spécifique des éoliennes existantes en fonctionnement selon situation cumulative étudié au chapitre 9.2.

Tableau 15 : Plan d'exploitation du parc éolien existant pour  $v_{10m,95\%}$  en périodes de jour et de nuit.

N° Éolienne	Modèle	Mode de fonctionnement	
		Jour	Nuit
WKA_B1	Enercon E82 TES (hh : 108 m)	Pas de bridage	Pas de bridage
WKA_B2	Enercon E82 TES (hh : 108 m)	Pas de bridage	Pas de bridage
WKA_B3	Enercon E82 TES (hh : 108 m)	Pas de bridage	Pas de bridage
WKA_B4	Enercon E82 TES (hh : 108 m)	Pas de bridage	Pas de bridage
WKA_B5	Enercon E82 TES (hh : 108 m)	Pas de bridage	Pas de bridage

## 9.2.4 Résultats pour une vitesse de vent à puissance acoustique maximale

Ci-dessous les niveaux d'immissions obtenus pour une puissance acoustique maximale.

Tableau 16 : Niveau d'immission en dB(A) pour  $v_{10m,95\%}$  avec le Enercon E82 E2 TES HH : 108 m.

N°	Entité	ZIE <sup>1</sup>	Niveau d'immission pour $v_{10m: 95\%}$						Valeur limite d'immission	
			Jour			Nuit			Jour	Nuit
			$L_{pA,G}$ dB(A)	$1,28^{*}$ $S_G$ dB	$L_{pA,G,D}$ dB(A)	$L_{pA,G}$ dB(A)	$1,28^{*}$ $S_G$ dB	$L_{pA,G,D}$ dB(A)		
IP1	Binsfeld, Elwenterstrooss n°30	E	30,6	1,2	31,8	30,6	1,2	31,8	45	42
IP2	Binsfeld, Fa. Rinnen n°21	B	33,1	0,7	33,8	33,1	0,7	33,8	43	40
IP3	Binsfeld, Elwenterstrooss n°26	B	33,3	0,7	34,0	33,3	0,7	34,0	43	40
IP4	Binsfeld, Fa. Rinnen n°15	B	33,0	0,7	33,7	33,0	0,7	33,7	43	40
IP5	Binsfeld, Elwenterstrooss n°1	B	33,8	0,8	34,6	33,8	0,8	34,6	43	40
IP6	Rossmillen, Rossmillen n°1	E	30,8	1,2	32,0	30,8	1,2	32,0	45	42
IP7	Klimillen, Klimillen n°1	E	34,1	1,2	35,3	34,1	1,2	35,3	45	42
IP8	Maulusmillen, Maulusmillen n°3	E	26,4	0,8	27,2	26,4	0,8	27,2	45	42
IP9	Maulusmillen, Blockmillen n°1	E	33,8	1,1	34,9	33,8	1,1	34,9	45	42
IP10	Maulusmillen, Waldhaus	E	34,9	1,0	35,9	34,9	1,0	35,9	45	42
IP11	Sassel, Breedewee n°11	B	28,2	1,1	29,3	28,2	1,1	29,3	43	40
IP12	Cinqfontaines, Kierfichtstrooss n°5	E	34,9	0,8	35,7	34,9	0,8	35,7	45	42
IP13	Cinqfontaines, Um Haanenahff n°1	E	33,6	0,8	34,4	33,6	0,8	34,4	45	42
IP14	Cinqfontaines, Klousterstrooss n°2	E	35,8	0,8	36,6	35,8	0,8	36,6	45	42
IP15	Troisvierges, Rue Massen n°32	B	28,1	1,1	29,2	28,1	1,1	29,2	43	40
IP16	Troisvierges, Rue de Binsfeld n°42	B	31,4	1,2	32,6	31,4	1,2	32,6	43	40
IP17	Troisvierges, Op der Thomm n°2	B	29,5	1,2	30,7	29,5	1,2	30,7	43	40
IP18	Troisvierges, Rue de Binsfeld n°35	E	33,5	1,3	34,8	33,5	1,3	34,8	45	42
IP19	Drinklange, Duarrefweeg n°24	B	25,1	1,0	26,1	25,1	1,0	26,1	43	40
IP20	Troisvierges, Op der Thomm Limite PAG	B	28,8	1,2	30,0	28,8	1,2	30,0	43	40
IP21	Hollermillen, Hollermillen n°2	E	25,7	0,9	26,6	25,7	0,9	26,6	45	42
IP22	Hupperdange, Hauptstrooss	B	21,2	1,0	22,2	21,2	1,0	22,2	43	40
IP23	Hupperdange, Klemillewee n°3	B	25,4	0,8	26,2	25,4	0,8	26,2	43	40
IP24	Hupperdange, Hanefeld n°23	B	25,6	0,8	26,4	25,6	0,8	26,4	43	40
IP25	Hupperdange, Hanefeld n°3A	B	25,6	0,8	26,4	25,6	0,8	26,4	43	40

<sup>1</sup> Z.I.E. : Zone d'Immission : Annexe 1 : extrait du rapport d'activité 2013 définissant les critères d'appréciation appliqués aux projets éoliens dans le cadre de la loi modifiée du 10 juin 1999 relative aux établissements classés.



## 10. Analyse et évaluation

### 10.1 Évaluation de la situation cumulative des éoliennes du parc 'Wandpark Bënzelt' avec les éoliennes (conservées et du repowering projeté) du parc 'Hengischt'

Selon les caractéristiques du modèle Enercon E82 E2 TES HH : 108 m, cette version ne génère aucun dépassement des valeurs limite d'immission en mode 0s (sans bridage) au niveau des différents points d'immission considérés.

Les niveaux d'immission (avec incertitudes) les plus élevés sont de l'ordre de 36 dB(A) au niveau de Klimillen (IP7) à  $v_{10m,6}$  m/s et de 38 dB(A), également à Klimillen (IP7), pour le  $L_{wA,95\%}$ .

Le tableau ci-dessous comptabilise le nombre de points d'immission selon l'influence des éoliennes existantes conservées et du repowering projeté de 'Wandpark Hengischt' et celles du parc 'Wandpark Bënzelt' (avec incertitudes) sur ceux-ci et pour les différentes conditions de vent et périodes de la journée. Les lettres entre parenthèses indiquent le type de zone en fonction de la nature du milieu d'habitat (voir Chapitre 4). Les termes utilisés pour décrire l'influence du parc éolien existant sont définis comme suit :

- Influence forte : Le niveau sonore attendu au point d'immission correspond à la valeur limite d'immission applicable à la zone.
- Influence moyenne : Différence entre le niveau sonore attendu et la valeur limite d'immission applicable à la zone inférieure à 2 dB(A).
- Influence faible : Différence entre le niveau sonore attendu et la valeur limite d'immission applicable à la zone supérieure à 2 dB(A).

	Période de jour à $v_{6m/s}$	Période de nuit à $v_{6m/s}$	Période de jour à $L_{wA,95\%}$	Période de nuit à $L_{wA,95\%}$
Influence forte	-	-	-	-
Influence moyenne	-	1 (B) / 1 (E)	-	1 (E)
Influence faible	14 (B) / 11 (E)	13 (B) / 10 (E)	14 (B) / 11 (E)	14 (B) / 10 (E)

Aucun des point d'immission considéré ne connaît d'influence forte des éoliennes du parc 'Wandpark Bënzelt' et des éoliennes existantes conservées et du projet de repowering de 'Wandpark Hengischt'.

Un point d'immission classé en zone E connaît une influence moyenne en période nocturne lorsque les éoliennes fonctionnent en régime intermédiaire ( $v_{10m,6}$  m/s) et à puissance maximale ( $L_{wA,95\%}$ ). Il s'agit de l'IP7 à Klimillen. Les éoliennes avec les contributions les plus importantes à ce point d'immission sont l'éolienne WKA\_B3 de 'Wandpark Bënzelt' et WKA\_5\_Ph5 de 'Wandpark Hengischt'. Un point d'immission classé en zone B connaît également une influence moyenne lorsque les éoliennes fonctionnent à régime intermédiaire ( $v_{10m,6}$  m/s) en période nocturne. Il s'agit de l'IP22 à Hupperdange. Mais les contributions principales au droit de ce point d'immissions proviennent uniquement du parc 'Wandpark Hengischt', et plus particulièrement l'éolienne WKA\_R2. Les tableaux des niveaux partiels sont consultables à l'annexe E.

► Voir ANNEXE E : Tableaux des niveaux partiels

## 10.2 Transition d'un plan d'exploitation à l'autre

Un plan d'exploitation est défini en fonction de la vitesse de vent mesurée (ici bridages uniquement pour la variante 1). En effet, la législation définit des valeurs limites d'immission en fonction d'une vitesse de vent à 10m du sol à 6m/s ( $v_{10m, 6\text{ m/s}}$ ) et d'une vitesse de vent pour laquelle l'éolienne est à 95% de sa puissance électrique maximale ( $v_{10m ; 95\%}$ ).

Pour éviter d'avoir des modulations d'émissions trop fréquentes en fonction des conditions de vent, les changements de mode liés au plan d'exploitation défini sont basés sur les moyennes glissantes 10 minutes de mesures de vitesses et de directions au moyeu. Lorsque la machine passe d'un mode à l'autre, le mode mis en place reste effectif pendant au moins 10 minutes, et ce, quelles que soient les variations de vitesse et/ou de direction du vent durant cette période.

Les impacts négatifs résultants seraient une augmentation perceptible des niveaux de bruit au droit des habitations proches (récepteurs critiques) pour un vent presque similaire (et donc une ambiance sonore également similaire).

Dans notre cas, en considérant le modèle Enercon E82 E2 TES HH : 108 m, les éoliennes de 'Wandpark Bënzelt' ne sont pas concernées étant donné qu'aucun plan d'exploitation particulier n'a dû être défini.

## 10.3 Comparaison au bruit des établissements classés

Les points d'immissions IP2, IP3 et IP4 sont situés à proximité d'une entreprise de construction 'Rinnen Construction Générales'. Cet établissement ne dispose pas d'un contingentement des émissions sonores fixé par une autorisation délivrée en vertu de la législation sur les établissements classés. La visite de terrain a permis de constater l'ambiance sonore régnant au droit des différents points d'immissions. L'environnement sonore y est typique d'un environnement rural. L'ambiance sonore, peu impactée par l'activité de l'entreprise 'Rinnen Construction Générales', y est calme et ce malgré la construction d'un immeuble d'habitation sur une parcelle adjacente à l'IP2. L'établissement occupe actuellement la totalité de la surface au sol lui étant réservée, une extension en terme de superficie n'est donc pas à considérer.

Les niveaux sonores, relativement faibles, générés par 'Wandpark Bënzelt' au droit des IP2, IP3 et IP4 sont de l'ordre de 32 à 34 dB(A) selon le régime de fonctionnement.

L'environnement sonore que connaît actuellement ces points d'immissions ne se retrouvera donc pas impacté par 'Wandpark Bënzelt' malgré son caractère calme et la contribution limitée voire inexistante de l'entreprise 'Rinnen Construction Générales' en période nocturne.

Les points d'immissions IP17, IP19 et IP20 sont situés à proximité des zones d'activités et commerces 'Auf Stockem' et 'In der Allen'. Une étude acoustique réalisée par le TÜV (Bericht Nr.: 936/21232057/01) permet de connaître la charge de bruit générée par les activités des entreprises actuellement ou prochainement implantées dans ces zones d'activités. Dans les environs du point d'immission IP19, il peut être attendu des niveaux sonores de 28,3 dB(A) la nuit, avec 'Wandpark Bënzelt' existant (non équipé de serrations) en fonctionnement à régime intermédiaire. En prenant en considération l'évolution de 'Wandpark Bënzelt' avec la mise en place de serrations et pour des conditions de fonctionnement identiques, les niveaux sonores attendus au droit de l'IP19, sont de 27,8 dB(A). L'environnement sonore actuel au droit de l'IP19 se retrouve ainsi légèrement amélioré, et conserve son caractère très calme en période nocturne.

Le plan d'intervention révisé et approuvé par l'Administration de l'Environnement, mettait en avant le fait que les activités de 'Auf Stockem' et 'In der Allen' n'impactait pas directement les IP17 et IP20.

## 11. Conclusions

La société 'Wandpark Bënzelt' a chargé CSD Ingénieurs de la réalisation d'une étude d'impact acoustique pour le parc existant 'Wandpark Bënzelt'. CSD Ingénieurs est un bureau d'étude agréé pour ce domaine de compétence – E2 (réf. OA/2017/180)

Cette étude s'inscrit dans le cadre 'une démarche d'actualisation du dossier de ce parc éolien existant, dans la mesure où les machines ont été équipées en 2015 de serrations (TES).

Le parc éolien 'Wandpark Bënzelt' se situe sur la commune de Weiswampach (cinq éoliennes) entre les localités de Troisvierges, Binsfeld, Maulusmillen, Sassel et Cinqfontaines.

En phase d'exploitation, les modélisations acoustiques prévisionnelles réalisées dans le cadre de l'étude de l'impact spécifique des éoliennes équipées de serrations (TES) indiquent que les 5 machines de type Enercon E82 E2 TES HH : 108 m ne génèrent aucun dépassement des valeurs limites d'immission en mode standard (0s – sans bridage) au niveau des différents points d'immissions considérés.

L'arrêté ministériel couvrant les éoliennes existantes (1/10/0304) définissait un plan d'exploitation spécifique du parc. La mise en place de serrations (TES) sur ces machines permet ainsi de réduire l'impact acoustique du parc dans les alentours immédiats, dans la mesure aucun plan d'exploitation particulier n'a dû être défini.

## 12. Résumé non-technique

1. Le parc éolien 'Wandpark Bënzelt' se situe sur la commune de Weiswampach (cinq éoliennes) entre les localités de Troisvierges, Binsfeld, Maulusmillen, Sassel, Hupperdange et Cinqfontaines.
2. Le parc éolien existant est composé de 5 machines. Le modèle installé est de type Enercon E82 E2 TES HH : 108 m.
3. L'expertise acoustique se base principalement sur les documents de référence suivants : norme ISO 9613-2 « Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre – Partie 2 : Méthode générale de calcul » (détermination de l'impact sonore), Geräuschentwicklung von Windenergieanlagen – Grundlagen zur Beurteilung des Lärmimpakts – TUV Bericht Nr : 936/21219826/10 (adaptations pour les éoliennes et calcul des incertitudes).
4. L'impact sonore des éoliennes est analysé en considérant les critères d'appréciation appliqués aux projets éoliens dans le cadre de la loi modifiée du 10 juin 1999 relative aux établissements classés et le rapport d'activité 2013 du Département de l'environnement. Des valeurs limites différentes sont prises en compte selon la nature du milieu d'habitat dans lequel se situe un point d'immission, la période concernée de la journée (période « jour » et « nuit ») et le régime de fonctionnement de l'éolienne (deux cas de figure étant pris en considération : un fonctionnement à régime 'moyen', lorsque la vitesse du vent à 10 mètres du sol atteint 6 m/s soit environ 22 km/h, et un fonctionnement à pleine puissance acoustique observée lorsque l'éolienne atteint 95% de sa puissance électrique nominale).
5. Les niveaux de bruit à l'immission sont calculés à l'aide du logiciel CadnaA, dans lequel est implémentée la méthode de calcul définie par la norme ISO 9613-2:1996 Acoustique – Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre – Partie 2 : Méthode générale de calcul.
6. La puissance acoustique maximale ( $L_{wA} v_{10m,95\%}$ ) du modèle Enercon E82 E2 TES HH : 108 m est de 101,8 dB(A) et pour une vitesse  $v_{10m}$  à 6 m/s la puissance acoustique est de 99,5 dB(A).
7. Afin d'évaluer l'impact sonore du parc éolien dans son environnement et par continuité avec l'étude Commodo-Incommodo (TÜV-Bericht Nr.:933/21211521/06), 25 points d'immission (IP) représentatifs du périmètre d'étude ont été sélectionnés sur base des PAG ainsi et validés par une visite sur le terrain. Ces points ont ensuite fait l'objet de divers plans d'intervention soumis pour validation à l'Administration de l'Environnement.
8. Il a été constaté que, pour l'ensemble des points récepteurs, l'ambiance sonore n'est pas ou peu influencée par le trafic routier et il n'y a pas de source particulière de bruit caractérisant l'ambiance sonore à l'exception des parcs éoliens existant à proximité. Celle-ci y est donc généralement calme, quelle que soit la période du jour ou de la nuit ou encore de la semaine.
9. En considérant les éoliennes existantes de 'Wandpark Bënzelt' ainsi que les machines existantes conservées et du repowering projeté de 'Wandpark Hengischt', le modèle modèle Enercon E82 E2 TES HH : 108 m ne génère aucun dépassement des valeurs limites d'immission en mode standard (0s - sans bridage) au niveau des différents points d'immission considérés.
10. L'auteur d'étude recommande au Maître d'Ouvrage la mise en place du plan d'exploitation défini dans l'expertise.

11. Au regard des mesures réalisées à l'immission par le LUBW à proximité de différents parcs éoliens existants en Allemagne, on peut constater que :

- Les niveaux d'infrasons et de basses fréquences engendrés par des éoliennes dépendent du régime de fonctionnement et donc de la vitesse du vent.
- La contribution des éoliennes est clairement mesurable à faible distance, alors qu'à une distance d'environ 700 m, correspondant à la distance qui sépare généralement les premières habitations du parc éolien (ici 690 m), les niveaux d'infrasons n'augmentent pas significativement ou seulement dans une faible proportion, dépendant de l'exposition existante, c'est-à-dire de la présence d'autres sources comme le bruit routier.
- Les niveaux d'infrasons et de basses fréquences observés à proximité d'éoliennes sont du même ordre de grandeur que les niveaux relevés dans d'autres contextes, par exemple à quelques centaines de mètres d'une autoroute, en milieu urbain ou encore en bord de mer.

## CSD Ingénieurs Conseils SA



Alexandre VION  
Chargé d'études spécialisé en acoustique



Ralph KLAUS  
Administrateur délégué

Namur, le 11.05.2020

**ANNEXE A      DOSSIER CARTOGRAPHIQUE**





## LÉGENDE

● Eolienne existante 'Wandpark Bënzelt'

⊕ Point d'immission

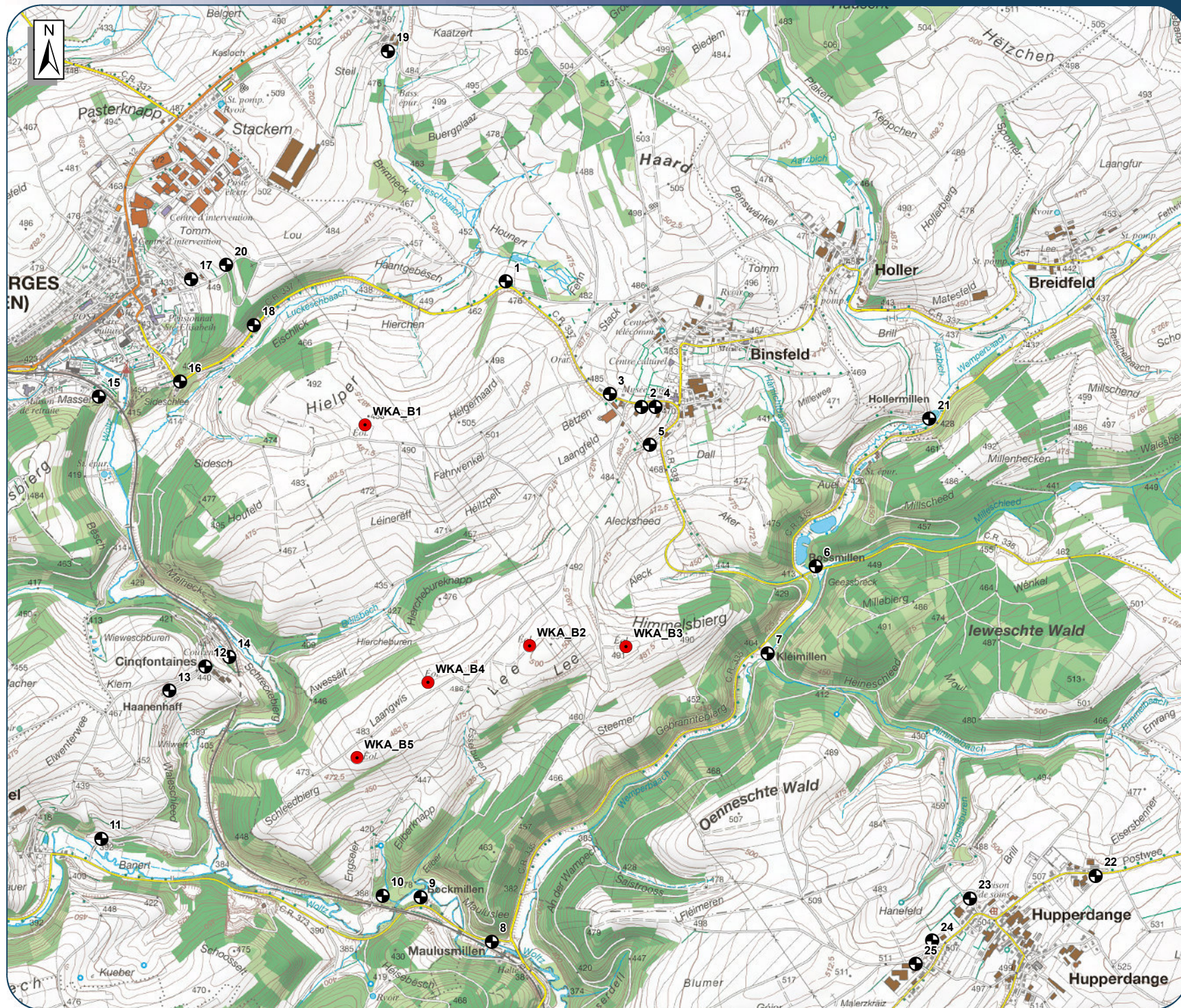
### Infrastructures

#### Réseau routier

— Nationale (N)

— Chemins Repris (CR)

## 01 : LOCALISATION DES RÉCEPTEURS



## INFORMATIONS

### ETUDE D'IMPACT ACOUSTIQUE PARC ÉOLIEN EXISTANT 'WANDPARK BËNZELT'

Echelle : 0 600 m

Date : Mars 2020

Références : NA01774.252 - Expertise Benzelt

Sources : Extraits des cartes topographiques 1:20 000  
Administration du cadastre et de la topographie  
du Grand-Duché de Luxembourg, 2018

Auteur d'étude : **CSDINGENIEURS+**

Demandeur : **wandpark**  
Bënzelt



## LÉGENDE

- Eolienne existante 'Wandpark Bänzelt' (E82 E2 TES 2.300 kW Hh-108m)
- Eolienne existante 'Wandpark Hengischt' (E82 E2 2.300 kW Hh-108m)
- Eolienne existante 'Wandpark Hengischt' (E92 TES 2.350 kW)
- Eolienne existante 'Wandpark Hengischt' (E82 E2 2.300 kW Hh-138m)
- Eolienne repowering 'Wandpark Hengischt' (E138 E3 TES 3.500 kW)

Point d'immission

### Limites administratives

- Limite communale
- Commune
- Limite nationale

### Infrastructures

#### Réseau routier

- Nationale (N)
- Chemins Repris (CR)

### Niveau de bruit à l'immission

- > 52 dB(A)
- 47-52 dB(A)
- 42-47 dB(A)
- 37-42 dB(A)
- 32-37 dB(A)
- 30-32 dB(A)

Plan d'exploitation - v <sub>10m</sub> 6m/s	
N°	Nuit
WKA_B1	Pas de bridage
WKA_B2	Pas de bridage
WKA_B3	Pas de bridage
WKA_B4	Pas de bridage
WKA_B5	Pas de bridage
WKA_12	Mode bridé (98,8 dB(A))
WKA_R1	Pas de bridage
WKA_R2	Pas de bridage
WKA_3_Ph5	Pas de bridage
WKA_4_Ph5	Pas de bridage
WKA_5_Ph5	Pas de bridage
WKA_R3	Mode bridé (103,8 dB(A))
WKA_R4	Mode bridé (104,8 dB(A))

**Remarque:**  
Les niveaux d'immissions présentés graphiquement n'intègrent pas les incertitudes Sg applicables aux points d'immissions

## INFORMATIONS

### ETUDE D'IMPACT ACOUSTIQUE PARC ÉOLIEN EXISTANT 'WANDPARK BÉNZELT'

Echelle : 0 1.000 m

Date : Mars 2020

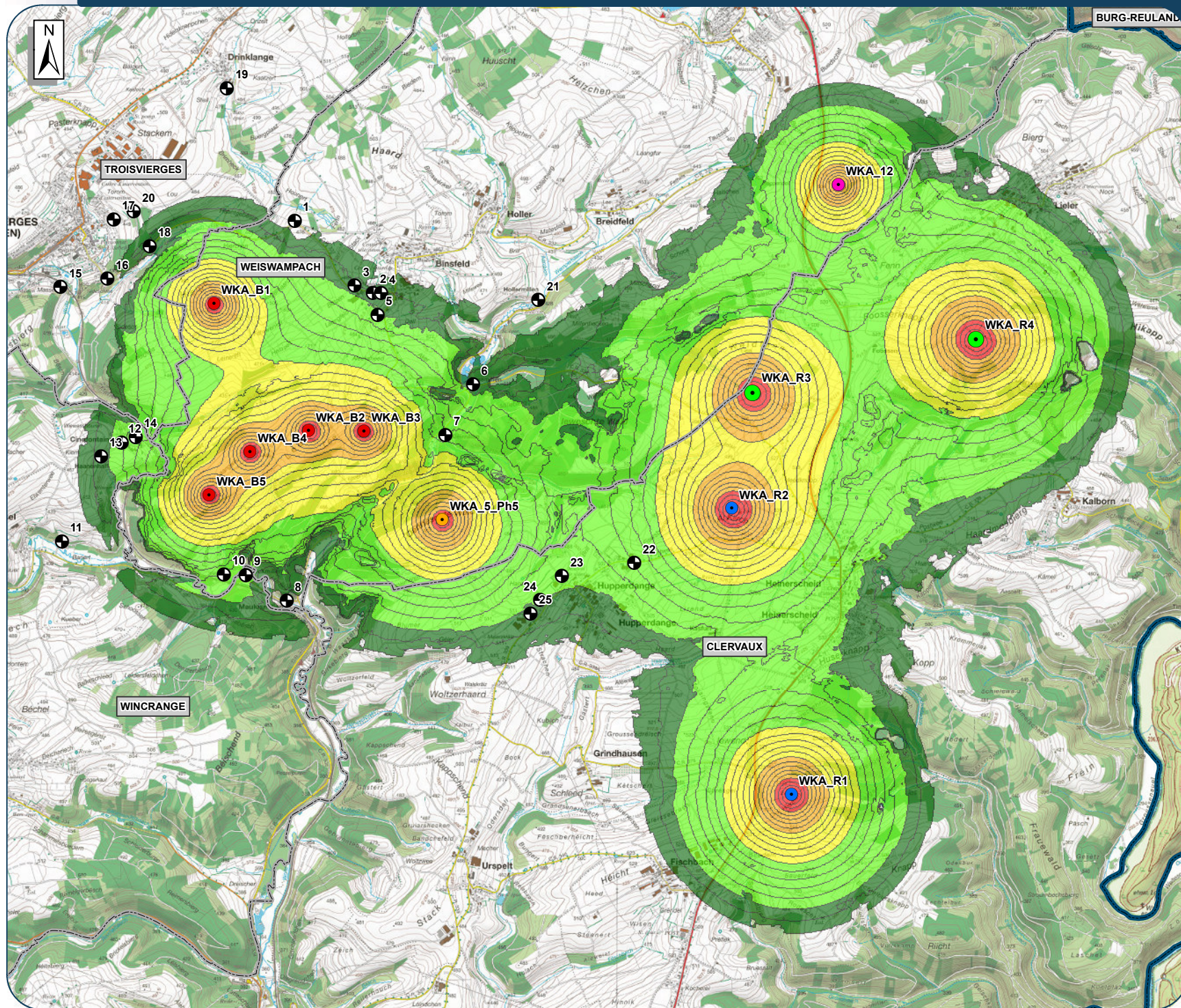
Références : NA01774.252 - Wandpark Bänzelt

Sources : Extraits des cartes topographiques 1:20 000  
Administration du cadastre et de la topographie du Grand-Duché du Luxembourg, 2018

Auteur d'étude : **CSDINGENIEURS**

Demandeur : **wandpark**  
Bänzelt

02A : PARC ÉOLIEN EXISTANT 'WANDPARK BÉNZELT' (AVEC TES) CUMULÉ AUX ÉOLIENNES EXISTANTES CONSERVÉES ET DU REPOWERING PROJÉTÉ DU PARC 'WANDPARK HENGISCHT' - IMMISSIONS SONORES V<sub>10m</sub>, 6m/s





## LÉGENDE

- Eolienne existante 'Wandpark Bënzelt' (E82 E2 TES 2.300 kW Hh-108m)
- Eolienne existante 'Wandpark Hengischt' (E82 E2 2.300 kW Hh-108m)
- Eolienne existante 'Wandpark Hengischt' (E92 TES 2.350 kW)
- Eolienne existante 'Wandpark Hengischt' (E82 E2 2.300 kW Hh-138m)
- Eolienne repowering 'Wandpark Hengischt' (E138 E3 TES 3.500 kW)

Point d'immission

### Limites administratives

- Limite communale
- Commune
- Limite nationale

### Infrastructures

#### Réseau routier

- Nationale (N)
- Chemins Repris (CR)

### Niveau de bruit à l'immission

- > 52 dB(A)
- 47-52 dB(A)
- 42-47 dB(A)
- 37-42 dB(A)
- 32-37 dB(A)
- 30-32 dB(A)

Plan d'exploitation - L <sub>WA95%</sub>	
N°	Nuit
WKA_B1	Pas de bridage
WKA_B2	Pas de bridage
WKA_B3	Pas de bridage
WKA_B4	Pas de bridage
WKA_B5	Pas de bridage
WKA_12	Mode bridé (98,9 dB(A))
WKA_R1	Pas de bridage
WKA_R2	Pas de bridage
WKA_3_Ph5	Pas de bridage
WKA_4_Ph5	Pas de bridage
WKA_5_Ph5	Pas de bridage
WKA_R3	Pas de bridage
WKA_R4	Pas de bridage

**Remarque:**  
Les niveaux d'immissions présentés graphiquement n'intègrent pas les incertitudes Sg applicables aux points d'immissions

## INFORMATIONS

### ETUDE D'IMPACT ACOUSTIQUE PARC ÉOLIEN EXISTANT 'WANDPARK BËNZELT'

Echelle : 0 1.000 m

Date : Mars 2020

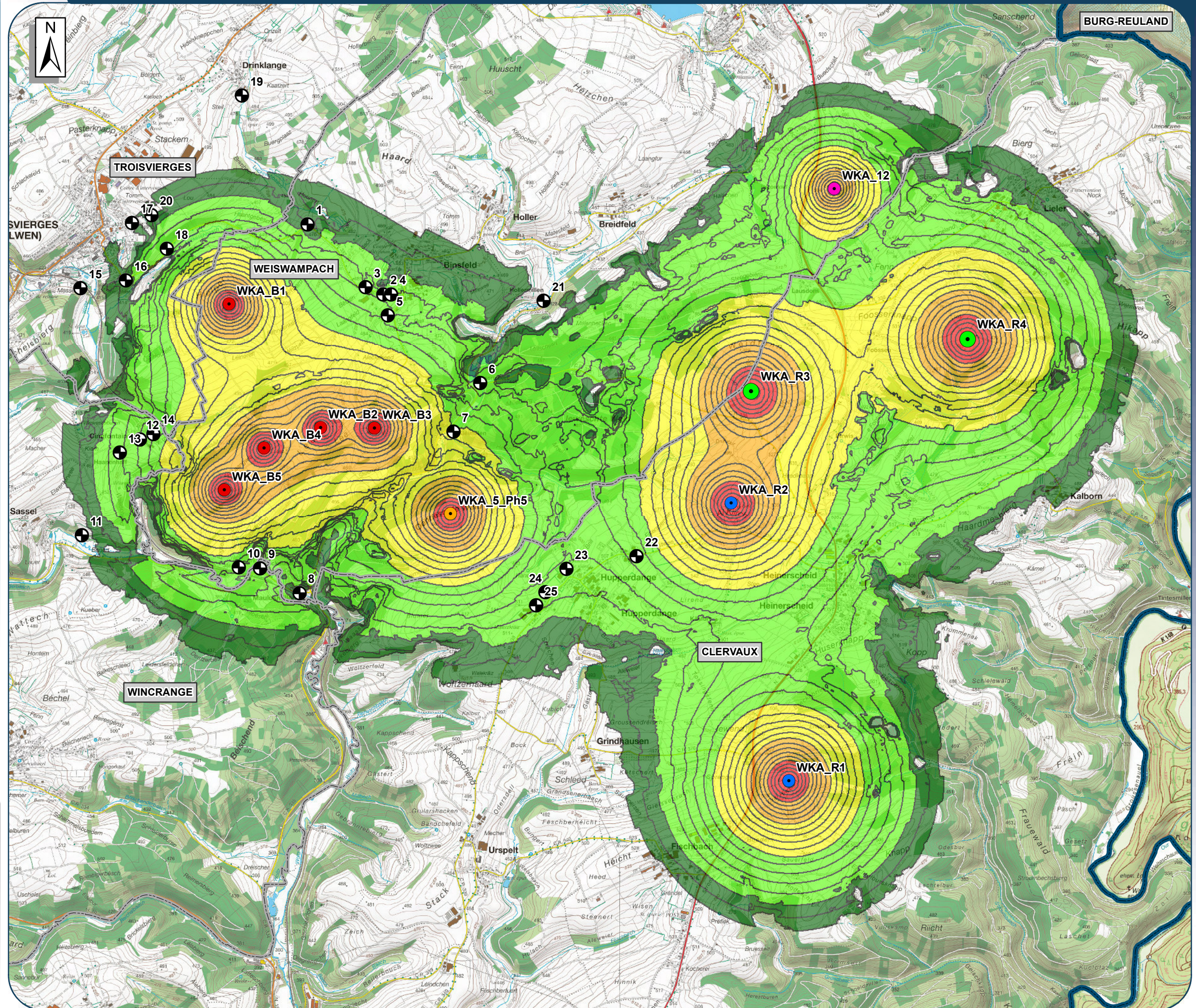
Références : NA01774.252 - Wandpark Bënzelt

Sources : Extraits des cartes topographiques 1:20 000  
Administration du cadastre et de la topographie du Grand-Duché du Luxembourg, 2018

Auteur d'étude : **CSDINGENIEURS**

Demandeur : **wandpark**  
Bënzelt

## 02B : PARC ÉOLIEN EXISTANT 'WANDPARK BËNZELT' (AVEC TES) CUMULÉ AUX ÉOLIENNES EXISTANTES CONSERVÉES ET DU REPOWERING PROJÉTÉ DU PARC 'WANDPARK HENGISCHT' - IMMISSIONS SONORES L<sub>WA, 95%</sub>



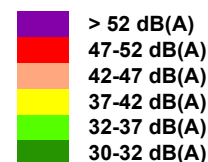


## LÉGENDE

- Eolienne existante 'Wandpark Bënzelt' (E82 E2 TES 2.300 kW)
- ⊕ Point d'immission
- Limites administratives**
- Limite communale
- ▤ Commune
- ▭ Limite nationale

**Infrastructures****Réseau routier**

- Nationale (N)
- Chemins Repris (CR)

**Niveau de bruit à l'immission**

Plan d'exploitation - V10m 6m/s	
N°	Nuit
WKA_B1	Pas de bridage
WKA_B2	Pas de bridage
WKA_B3	Pas de bridage
WKA_B4	Pas de bridage
WKA_B5	Pas de bridage

**Remarque:**  
Les niveaux d'immissions présentés graphiquement n'intègrent pas les incertitudes Sg applicables aux points d'immissions

## INFORMATIONS

**ETUDE D'IMPACT ACOUSTIQUE  
PARC ÉOLIEN EXISTANT 'WANDPARK BËNZELT'**

Echelle : 0 500 m

Date : Mars 2020

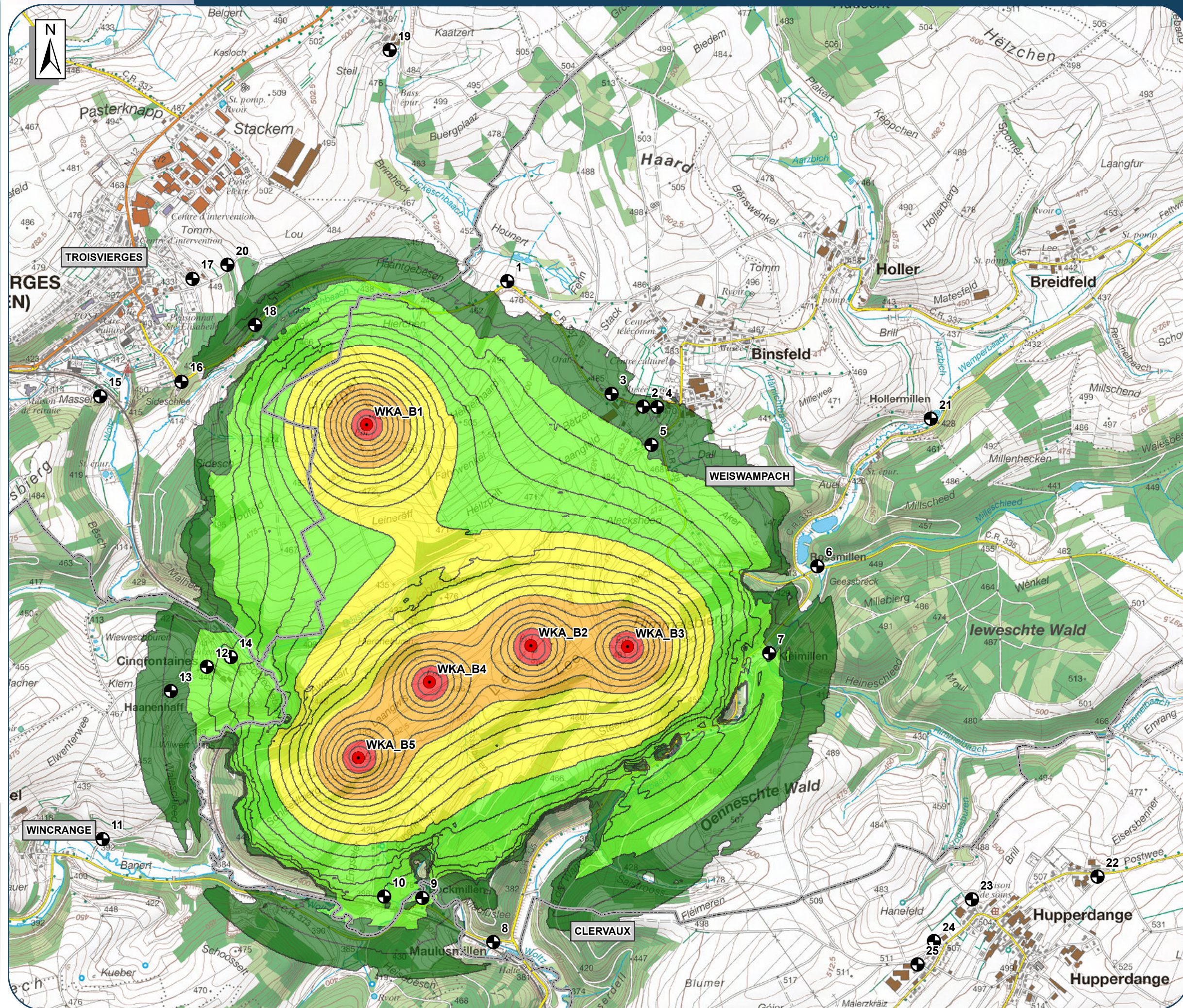
Références : NAO1774.252 - Wandpark Bënzelt

Sources : Extraits des cartes topographiques 1:20 000  
Administration du cadastre et de la topographie  
du Grand-Duché du Luxembourg, 2018

Auteur d'étude : **CSDINGENIEURS+**

Demandeur : **wandpark**  
Bënzelt

## 02C : PARC ÉOLIEN EXISTANT 'WANDPARK BËNZELT' (AVEC TES) - IMPACT SPÉCIFIQUE - IMMISSIONS SONORES V10M, 6M/S





## LÉGENDE

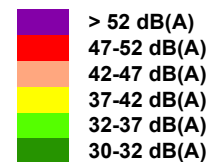
- Eolienne existante 'Wandpark Bënzelt' (E82 E2 TS 2.300 kW)
- ⊕ Point d'immission
- Limites administratives**
  - Limite communale
  - Commune
  - Limite nationale

### Infrastructures

#### Réseau routier

- Nationale (N)
- Chemins Repris (CR)

#### Niveau de bruit à l'immission



Plan d'exploitation - L <sub>WA</sub> 95%	
N°	Nuit
WKA_B1	Pas de bridage
WKA_B2	Pas de bridage
WKA_B3	Pas de bridage
WKA_B4	Pas de bridage
WKA_B5	Pas de bridage

**Remarque:**  
Les niveaux d'immissions présentés graphiquement n'intègrent pas les incertitudes Sg applicables aux points d'immissions

## INFORMATIONS

### ETUDE D'IMPACT ACOUSTIQUE PARC ÉOLIEN EXISTANT 'WANDPARK BËNZELT'

Echelle : 0 650 m

Date : Mars 2020

Références : NAO1774.252 - Wandpark Bënzelt

Sources : Extraits des cartes topographiques 1:20 000  
Administration du cadastre et de la topographie du Grand-Duché du Luxembourg, 2018

Auteur d'étude : **CSDINGENIEURS+**

Demandeur : **wandpark**  
Bënzelt

## 02D : PARC ÉOLIEN EXISTANT 'WANDPARK BËNZELT' (AVEC TES) - IMPACT SPÉCIFIQUE - IMMISSIONS SONORES L<sub>WA</sub>, 95%

