

Projet éolien Coupetz 2 Commune de Coupetz (51)



Etude d'impact acoustique

10 décembre 2021

Rapport n°452ACO2018-01A



10, place de la République - 37190 Azay-le-Rideau

Tél : 02 47 26 88 16

E-mail : contact@ereaa-ingenierie.com

www.ereaa-ingenierie.com

SOMMAIRE

1.	PREAMBULE	4
2.	PRESENTATION DU SITE ET DU PROJET	5
3.	CONTEXTE REGLEMENTAIRE ET QUELQUES DEFINITIONS	7
3.1.	CONTEXTE REGLEMENTAIRE	7
3.1.1.	TEXTES REGLEMENTAIRES	7
3.1.2.	CONTEXTE NORMATIF	8
3.2.	GENERALITES SUR LE BRUIT	9
3.2.1.	QUELQUES DEFINITIONS.....	9
3.2.2.	LES INFRASONS ET BASSES FREQUENCES.....	11
3.2.3.	COMMENTAIRES SUR LES EFFETS EXTRA-AUDITIFS DU BRUIT.....	13
3.2.4.	ECHELLE DE BRUIT	16
3.3.	PARTICULARITE DU BRUIT DES EOLIENNES	17
4.	ETAT INITIAL	18
4.1.	DEROULEMENT DE LA CAMPAGNE DE MESURE	18
4.2.	PRESENTATION DES RESULTATS BRUTS.....	21
4.2.1.	FICHES DE MESURES.....	22
4.3.	ANALYSE DU BRUIT RESIDUEL EN FONCTION DE LA VITESSE DU VENT.....	24
4.3.1.	METHODOLOGIE GENERALE	24
4.3.2.	DEFINITION DES CLASSES HOMOGENES.....	26
4.3.3.	RESULTATS.....	26
5.	ANALYSE PREVISIONNELLE	28
5.1.	CALCULS PREVISIONNELS DE LA CONTRIBUTION DU PROJET	28
5.1.1.	PRESENTATION DU MODELE DE CALCUL.....	28
5.1.2.	CONFIGURATIONS ETUDIEES	29
5.1.3.	HYPOTHESES D'EMISSIONS	30
5.1.4.	RESULTATS DES CALCULS	30
5.2.	ESTIMATION DES EMERGENCES	36
5.2.1.	RESULTATS DES EMERGENCES.....	37
5.3.	PERIMETRE DE MESURE DU BRUIT.....	40
5.4.	TONALITE MARQUEE	42
5.5.	EFFETS CUMULES.....	44
5.6.	SCENARIO DE REFERENCE	46
6.	CONCLUSION.....	47
6.1.	ETAT INITIAL.....	47
6.2.	ANALYSE PREVISIONNELLE ET EMERGENCES	47
	ANNEXES	49

ANNEXE N°1 : ANALYSES « BRUIT-VENT »	50
ANNEXE N°2 : AUTRES VARIANTES D'IMPLANTATIONS	52
ANNEXE N°3 : DONNEES DES EMISSIONS DES EOLIENNES	59
ANNEXE N°4 : LOGICIEL DE CALCUL	63

1. PREAMBULE

La présente étude acoustique concerne le projet éolien de Coupetz 2 situé sur la commune de Coupetz située au sud du département de la Marne (51).

Le bruit se présente comme un sujet important dans le développement de projets éoliens. Ainsi, il est indispensable de réaliser une étude détaillée en amont, intégrant tous les aspects du projet et les différents éléments de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent.

Ainsi, la présente étude acoustique s'articule dans son ensemble, autour des trois axes suivants :

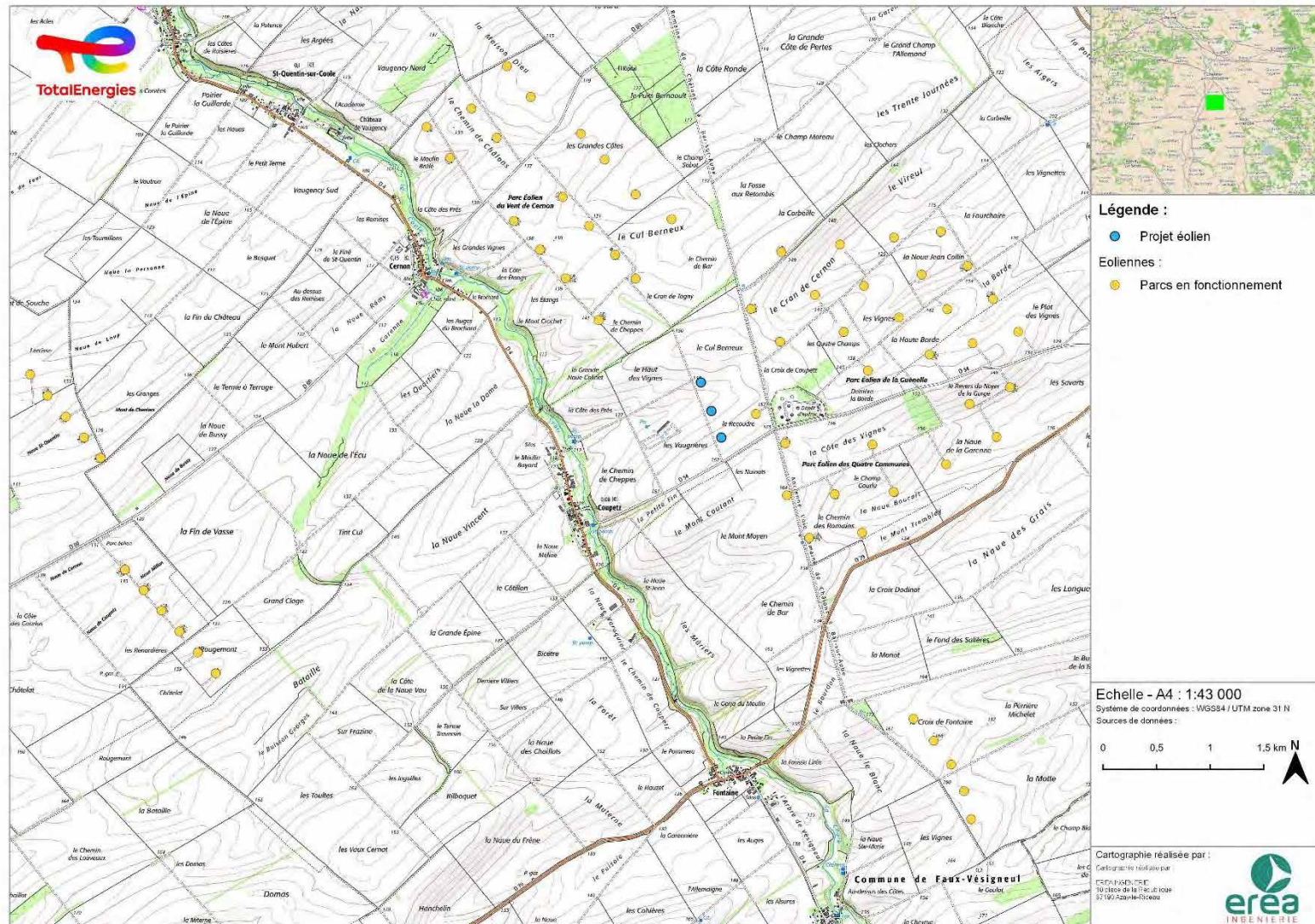
- **Campagnes de mesures *in situ*** : détermination du bruit résiduel sur le site en fonction de la vitesse du vent.
- **Calculs prévisionnels** du bruit des éoliennes : estimation de la contribution sonore du projet au droit des habitations riveraines.
- **Analyse de l'émergence** à partir des deux points précédents : validation du respect de la réglementation française en vigueur et, le cas échéant, proposition de solutions adaptées pour y parvenir.

2. PRESENTATION DU SITE ET DU PROJET

Le projet éolien étudié est situé au sud du département de la Marne (51), sur la commune de Coupetz.

L'ambiance sonore du site est calme, caractéristique d'un environnement rural. Les activités agricoles sont notamment présentes sur le site.

Total Energies – Projet éolien de Coupetz 2 (51)
Etude d'impact acoustique



Localisation du site du projet éolien de Coupetz 2 (51)

3. CONTEXTE REGLEMENTAIRE ET QUELQUES DEFINITIONS

3.1. CONTEXTE REGLEMENTAIRE

3.1.1. TEXTES REGLEMENTAIRES

La réglementation concernant le bruit des éoliennes est définie par l'**arrêté du 26 août 2011, modifié par l'arrêté ministériel du 22 juin 2020**, relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement (Section 6 – Articles 26 à 31).

Cette réglementation se base sur **la notion d'émergence** qui est la différence entre le niveau de pression acoustique pondéré « A » du bruit ambiant (installation en fonctionnement) et du bruit résiduel (en l'absence du bruit généré par l'installation).

Cet arrêté définit également les zones à émergences réglementées qui correspondent dans le cas présent à :

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

Dans ces zones à émergences réglementées, les émissions sonores des installations ne doivent pas être à l'origine d'une émergence supérieure aux valeurs admissibles définies dans le tableau suivant :

Niveau de bruit ambiant	Emergence admissible pour la période 7h – 22h	Emergence admissible pour la période 22h – 7h
Supérieur à 35 dB(A)	5 dB(A)	3 dB(A)

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

Durée cumulée d'apparition du bruit (D)	Terme correctif en dB(A)
20 minutes < D ≤ 2 heures	+ 3dB(A)
2 heures < D ≤ 4 heures	+ 2dB(A)
4 heures < D ≤ 8 heures	+ 1dB(A)
D > 8 heures	0 dB(A)

D'autre part, dans le cas où le bruit particulier généré par l'installation d'éoliennes est à **tonalité marquée** au sens du point 1.9 de l'annexe de l'arrêté du 23 janvier 1997, sa durée d'apparition ne peut excéder 30 % de la durée de fonctionnement dans chacune des périodes diurne ou nocturne.

Enfin, le niveau de bruit maximal de l'installation est fixé à **70 dB(A) pour la période de jour et de 60 dB(A) pour la période de nuit** en n'importe quel point du **périmètre de mesure du bruit** qui est défini par le rayon R suivant :

- $R = 1,2 \times (\text{hauteur de moyeu} + \text{longueur d'un demi rotor})$

En ce qui concerne l'analyse des **impacts cumulés**, les projets à prendre en compte sont définis par l'article R122-5 du Code de l'Environnement :

« Ces projets sont ceux qui, lors du dépôt de l'étude d'impact :

- ont fait l'objet d'une étude d'incidence environnementale au titre de l'article R. 181-14 et d'une enquête publique ;
- ont fait l'objet d'une évaluation environnementale au titre du présent code et pour lesquels un avis de l'autorité environnementale a été rendu public.

Sont exclus les projets ayant fait l'objet d'un arrêté mentionnant un délai et devenu caduc, ceux dont la décision d'autorisation est devenue caduque, dont l'enquête publique n'est plus valable ainsi que ceux qui ont été officiellement abandonnés par le maître d'ouvrage.»

3.1.2. CONTEXTE NORMATIF

Les niveaux résiduels (ou ambiants lorsque les éoliennes sont en service) doivent être déterminés à partir de mesures *in situ* conformément à la norme NFS 31-010 de décembre 1996 "caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement". Celle-ci impose notamment que les mesures soient effectuées dans des conditions de vents inférieurs à 5 m/s à hauteur du microphone. La norme NFS 31-114, dans sa version de juillet 2011, a pour objectif de compléter et de préciser certains points pour l'adapter aux projets éoliens. Dans ce rapport, il est fait référence à sa version de juillet 2011. Le présent document est conforme aux normes actuellement en vigueur en France, et prend en compte la tendance des évolutions normatives en cours.

3.2. GENERALITES SUR LE BRUIT

Le bruit est un phénomène complexe à appréhender : la sensibilité au bruit varie, en effet, selon un grand nombre de facteurs liés aux bruits eux-mêmes (l'intensité, la fréquence, la durée, ...), mais aussi aux conditions d'exposition (distance, hauteur, forme de l'espace, autres bruits ambiants, ...) et à la personne qui les entend (sensibilité personnelle, état de fatigue, attention qu'on y porte...).

3.2.1. QUELQUES DEFINITIONS

Niveau de pression acoustique

La pression sonore s'exprime en Pascal (Pa). Cette unité n'est pas pratique puisqu'il existe un facteur de 1 000 000 entre les sons les plus faibles et les sons les plus élevés qui peuvent être perçus par l'oreille humaine.

Ainsi, pour plus de facilité, on utilise le décibel (dB) qui a une échelle logarithmique et qui permet de comprimer cette gamme entre 0 et 140.

Ce niveau de pression, exprimé en dB, est défini par la formule suivante :

$$L_p = 10 \log \left(\frac{p}{p_0} \right)^2$$

où p est la pression acoustique efficace (en Pascals).
 p_0 est la pression acoustique de référence (20 μ Pa).

Fréquence d'un son

La fréquence correspond au nombre de vibrations par seconde d'un son. Elle est l'expression du caractère grave ou aigu du son et s'exprime en Hertz (Hz).

La plage de fréquence audible pour l'oreille humaine est comprise entre 20 Hz (très grave) et 20 000 Hz (très aigu).

En dessous de 20 Hz, on se situe dans le domaine des infrasons et au dessus de 20 000 Hz on est dans celui des ultrasons. Infrasons et ultrasons sont inaudibles pour l'oreille humaine.

Pondération A

Afin de prendre en compte les particularités de l'oreille humaine qui ne perçoit pas les sons aigus et les sons graves de la même façon, on utilise la pondération A. Il s'agit d'appliquer un « filtre » défini par la pondération fréquentielle suivante :

Fréquence (Hz)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Pondération A	-26	-16	-8,5	-3	0	1	1	-1

L'unité du niveau de pression devient alors le décibel « A », noté dB(A).

Arithmétique particulière du décibel

L'échelle logarithmique du décibel induit une arithmétique particulière. En effet, les décibels ne peuvent pas être directement additionnés :

- **60 dB(A) + 60 dB(A) = 63 dB(A)** et non 120 dB(A) !

Quand on additionne deux sources de même niveau sonore, le résultat global augmente de 3 décibels.

- **60 dB(A) + 70 dB(A) = 70 dB(A)**

Si deux niveaux de bruit sont émis par deux sources sonores, et si l'une est au moins supérieure de 10 dB(A) par rapport à l'autre, le niveau sonore résultant est égal au plus élevé des deux (effet de masque).

Notons que l'oreille humaine ne perçoit généralement de différence d'intensité que pour des écarts d'au moins 2 dB(A).

Indicateurs L_{Aeq} et L_{50}

Les niveaux de bruit dans l'environnement varient constamment, ils ne peuvent donc être décrits aussi simplement qu'un bruit continu.

Afin de les caractériser simplement on utilise le niveau équivalent exprimé en dB(A), noté L_{Aeq} , qui représente le niveau de pression acoustique d'un bruit stable de même énergie que le bruit réellement perçu pendant la durée d'observation.

Il est défini par la formule suivante, pour une période T :

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{(t_2 - t_1)} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right]$$

où $L_{Aeq,T}$ est le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A déterminé pour un intervalle de temps T qui commence à t_1 et se termine à t_2 .

p_0 est la pression acoustique de référence (20 μ Pa).

$p_A(t)$ est la pression acoustique instantanée pondérée A.

On peut également utiliser les indices statistiques, notés L_x , qui représentent les niveaux acoustiques atteints ou dépassés pendant x % du temps.

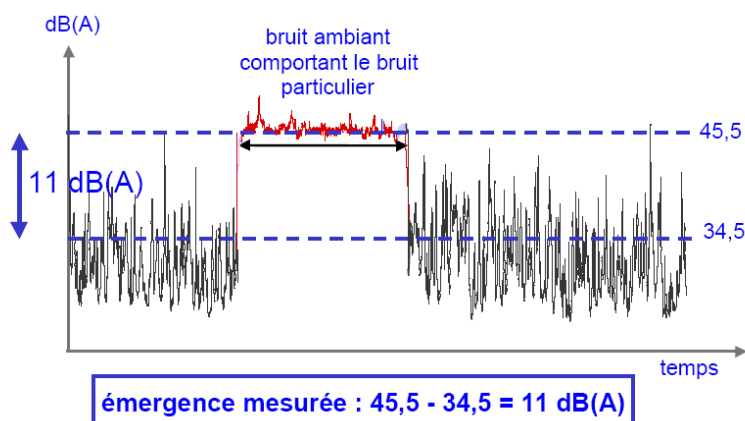
Par exemple, dans le cas de projets éoliens, nous faisons généralement le choix de l'indicateur **L_{50}** (niveau acoustique atteint ou dépassé pendant 50 % du temps) comme bruit préexistant pour le calcul des émergences car il permet une élimination très large des événements particuliers liés aux activités humaines. Il correspond en fait au bruit de fond dans l'environnement.

Notion d'émergence

L'article 2 de l'arrêté du 26 août 2011 définit l'émergence de la manière suivante :

« L'émergence est définie par la différence entre les niveaux de pression acoustique pondérés « A » du bruit ambiant (installation en fonctionnement) et du bruit résiduel (en l'absence du bruit généré par l'installation).»

Le schéma ci-dessous illustre un exemple d'émergence mesurée :



3.2.2. LES INFRASONS ET BASSES FREQUENCES



Les infrasons, définis par des fréquences inférieures à 20 Hz, sont inaudibles par l'oreille humaine. Les sons de basses fréquences sont définis pour des fréquences comprises entre 20 Hz et 200 Hz alors que les infrasons sont des sons générés avec des fréquences inférieures à 20 Hz.

Les émissions d'infrasons peuvent être d'origine naturelle ou technique, par exemple :

- les activités humaines (exemple : trafic routier, activités agricoles, sites industriels, etc) dont les bruits ont une grande variabilité temporelle et dépendent des activités locales,
- le vent sur des obstacles,
- la végétation (sous l'effet du vent).

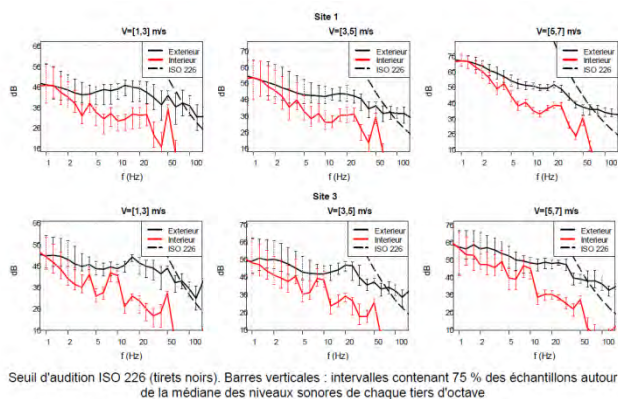
L'Anses (l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) a publié en mars 2017 un avis sur le rapport relatif à l'expertise collective « Évaluation des effets sanitaires des basses fréquences sonores et infrasons dus aux parcs éoliens ». Ce document a pour objectif :

- de conduire une revue des connaissances disponibles en matière d'effets sanitaires auditifs et extra-auditifs dus aux parcs éoliens, en particulier dans le domaine des basses fréquences et des infrasons ;
- d'étudier les réglementations mises en œuvre dans les pays, notamment européens, confrontés aux mêmes problématiques ;
- de mesurer l'impact sonore de parcs éoliens, notamment de ceux où une gêne est rapportée par les riverains, en prenant en compte les contributions des basses fréquences et des infrasons ;
- de proposer des pistes d'amélioration de la prise en compte des éventuels effets sur la santé dans la réglementation, ainsi que des préconisations permettant de mieux appréhender ces effets sanitaires dans les études d'impact des projets éoliens.

Concernant les effets sanitaires, les réponses apportées s'appuient sur un très grand nombre de données disponibles. Dans un premier temps, il est constaté un fort déséquilibre entre les sources bibliographiques primaires (documents relatifs à des expériences ou études scientifiques originales) et secondaires (revues de la littérature scientifique ou articles d'opinion). En effet, les sources secondaires sont nombreuses alors que le nombre de sources primaires qu'elles sont censées synthétiser est limité. Cette particularité, ajoutée à la divergence très marquée des conclusions de ces revues, montre clairement l'existence d'une forte controverse publique sur cette thématique.

En l'absence de Directive européenne spécifique au bruit des éoliennes ou aux infrasons et basses fréquences de toutes sources sonores, il n'existe pas actuellement d'harmonisation réglementaire en Union Européenne sur ces sujets. Seuls des réglementations ou référentiels nationaux sont actuellement disponibles. Parmi les référentiels nationaux qui prennent en compte l'exposition aux bruits basses fréquences, seuls quelques-uns incluent des dispositions spécifiques aux parcs éoliens, à l'exception des pénalités pour tonalités marquées, lorsqu'elles sont présentes. Seul le Danemark a intégré officiellement la prise en compte des basses fréquences dans sa réglementation sur l'impact sonore des parcs éoliens. Mais les valeurs d'isolement prises pour le calcul des niveaux d'exposition aux basses fréquences sonores à l'intérieur des habitations sont controversées.

La campagne de mesure réalisée par l'Anses pour différents parcs éoliens 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. D'autre part, ces mesures ne montrent aucun dépassement des seuils d'audibilité dans les domaines des infrasons et basses fréquences sonores (< 50 Hz).



Spectres médians à l'extérieur (noir) et à l'intérieur (rouge) du logement

L'avis de l'agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail donne les conclusions suivantes. De manière générale, les infrasons ne sont audibles ou perçus par l'être humain qu'à de très forts niveaux. À la distance minimale d'éloignement des habitations par rapport aux sites d'implantations des parcs éoliens (500 m) prévue par la réglementation, les infrasons produits par les éoliennes ne dépassent pas les seuils d'audibilité. Par conséquent, la gêne liée au bruit audible potentiellement ressentie par les personnes autour des parcs éoliens concerne essentiellement les fréquences supérieures à 50 Hz.

L'expertise met en évidence le fait que les mécanismes d'effets sur la santé regroupés sous le terme « *vibroacoustic disease* », rapportés dans certaines publications, ne reposent sur aucune base scientifique sérieuse. Un faible nombre d'études scientifiques se sont intéressées aux effets potentiels sur la santé des infrasons et basses fréquences produits par les éoliennes. **L'examen de ces données expérimentales et épidémiologiques ne mettent**

pas en évidence d'argument scientifique suffisant en faveur de l'existence d'effets sanitaires liés aux expositions au bruit des éoliennes, autres que la gêne liée au bruit audible et un effet nocebo, qui peut contribuer à expliquer l'existence de symptômes liés au stress ressentis par des riverains de parcs éoliens.

Les connaissances actuelles en matière d'effets potentiels sur la santé liés à l'exposition aux infrasons et basses fréquences sonores ne justifient ni de modifier les valeurs limites existantes, ni d'étendre le spectre sonore actuellement considéré.

3.2.3. COMMENTAIRES SUR LES EFFETS EXTRA-AUDITIFS DU BRUIT

Les effets extra-auditifs du bruit sont nombreux mais difficiles à attribuer de façon exclusive au bruit en raison de l'existence de nombreux facteurs différents.

Le rapport de l'Afsset (renommé à ce jour Anses – Agence nationale chargée de la sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail), de mars 2008, intitulé « impacts sanitaires du bruit généré par le éoliennes », recense les différents effets extra-auditifs suivants.

Les perturbations du sommeil

Il est démontré que le bruit peut entraîner une perturbation du sommeil. Le sommeil est nécessaire pour la survie de l'individu et une forte réduction de sa durée entraîne des troubles parfois marqués, dont le principal est la réduction du niveau de vigilance, pouvant conduire à de la fatigue, à de mauvaises performances, et à des accidents.

Selon le rapport de l'Afsset, il a été montré que les bruits intermittents ayant une intensité maximale de 45 dB (A) et au-delà, peuvent augmenter la latence d'endormissement de quelques minutes à près de 20 minutes.

Un parc éolien, avec une distance réglementaire d'au moins 500 m, ne permettant pas d'atteindre des niveaux de 45 dB(A) à l'intérieur d'une habitation, il n'existe pas ou peu de risque de perturbation du sommeil dû au bruit des éoliennes.

Les troubles chroniques du sommeil

Les bruits de basses fréquences perturbent le sommeil et provoquent son interruption, par périodes brèves. Ces effets n'existent que par l'audition et ne sont pas sensibles pour des sensations vibratoires.

Ces effets ne sont pas spécifiques des éoliennes.

Les effets sur la sphère végétative

La sphère végétative comprend divers systèmes dont le fonctionnement n'est pas dépendant de la volonté. Le bruit est susceptible d'avoir des effets sur certains systèmes de la sphère végétative :

- Le système cardiovasculaire : hypertension artérielle chez les personnes soumises à des niveaux de bruit élevés de façon chronique.
- Le système respiratoire : accélération du rythme respiratoire sous l'effet de la surprise.
- Le système digestif : troubles graves tels que l'ulcère gastrique en cas d'exposition chronique à des niveaux sonores élevés.

Les niveaux sonores d'un parc éolien perçus à plus de 500 m, ne sont pas considérés comme suffisamment élevés pour induire des effets sur la sphère végétative.

Les effets sur le système endocrinien et immunitaire

L'exposition au bruit est, selon certaines études, susceptible d'entraîner une modification de la sécrétion des hormones liées au stress que sont l'adrénaline et la noradrénaline. Plusieurs études rapportent également une élévation du taux nocturne de cortisol sous l'effet d'un bruit élevé (hormone qui traduit le degré d'agression de l'organisme et qui joue un rôle essentiel dans la défense immunitaire de ce dernier).

Dans une étude réalisée autour de l'aéroport de Munich, il a été montré que les adultes et les enfants exposés au bruit des avions présentent une élévation du taux des hormones du stress associée à une augmentation de leur pression artérielle.

Les niveaux sonores d'un parc éolien ne sont pas du tout comparables aux niveaux de bruit émis par un aéroport.

Les effets sur la santé mentale

Le bruit est considéré comme étant la nuisance principale chez les personnes présentant un état anxio-dépressif et joue un rôle déterminant dans l'évolution et le risque d'aggravation de cette maladie.

La sensibilité au bruit est très inégale dans la population, mais le sentiment de ne pouvoir « échapper » au bruit auquel on est sensible constitue une cause de souffrance accrue qui accentue la fréquence des plaintes subjectives d'atteinte à la santé.

Afin de synthétiser les différents effets extra-auditifs, le tableau ci-après, extrait d'un rapport publié en 2013 de l'institut national de santé publique du Québec, « Eoliennes et santé publique – synthèse des connaissances – mise à jour », présente les effets liés à l'exposition prolongée au bruit.

Ce même rapport précise, **qu'en ce qui concerne le niveau de bruit des éoliennes, à l'heure actuelle, aucune évidence scientifique ne suggère qu'il engendre des effets néfastes pour la santé des personnes vivant à proximité** (perte d'audition, effets cardiovasculaires, effets sur le système hormonal, etc.).

Effet	Classification de l'évidence	Observation des valeurs seuil		
		Mesure	Valeur (dB(A))	Intérieur/Extérieur
Détérioration auditive	Suffisante	L _{Aeq, 24 h}	70	Intérieur
Hypertension	Suffisante	L _{dn}	70	Extérieur
Cardiopathie ischémique	Suffisante	L _{dn}	70	Extérieur
Effets biochimiques	Limitée			
Effets immunologiques	Limitée			
Poids à la naissance	Limitée			
Effets congénitaux	Manquante			
Troubles psychiatriques	Limitée			
Nuisance	Suffisante	L _{dn}	42	Extérieur
Taux d'absentéisme	Limitée			
Bien-être psychosocial	Limitée			
Performance	Limitée			
Troubles du sommeil, changements dans :				
Tracé du sommeil	Suffisante	L _{Aeq, nuit}	< 60	Extérieur
Éveil	Suffisante	SEL	55	Intérieur
Stades	Suffisante	SEL	35	Intérieur
Qualité subjective	Suffisante	L _{Aeq, nuit}	40	Extérieur
Fréquence cardiaque	Suffisante	SEL	40	Intérieur
Niveaux hormonaux	Limitée			
Système immunitaire	Inadéquate			
Humeur du lendemain	Suffisante	L _{Aeq, nuit}	< 60	Extérieur
Performance du lendemain	Limitée			

Source : Traduit de Passchier-Vermeer et Passchier, 2000²².

3.2.4. ECHELLE DE BRUIT

A titre d'information, l'échelle de bruit ci-dessous permet d'apprécier et de comparer différents niveaux sonores et types de bruit.

Ainsi, la contribution sonore au pied d'une éolienne est de l'ordre de 50 à 60 dB(A) selon le type, la hauteur et le mode de fonctionnement. Ces niveaux sonores sont comparables en intensité à une conversation à voix « normale ». Le niveau de 35 dB(A) indiqué sur le schéma ci-dessous correspond au bruit mesuré à une distance de 500 m d'une éolienne (distance variable selon le type de machine et les conditions météorologiques) en fonctionnement nominal.



Echelle de bruit (source : France Energie Eolienne)

3.3. PARTICULARITE DU BRUIT DES EOLIENNES

Les trois phases de fonctionnement suivantes sont généralement retenues pour définir les différentes sources de bruit issues d'une éolienne :

- A des vitesses de vent inférieures à environ 3 m/s, les pales restent immobiles et l'éolienne ne produit pas. Le faible bruit perceptible est issu du bruit aérodynamique du frottement de l'air sur le mât et les pales.
- A partir d'une vitesse d'environ 3 m/s, l'éolienne se met tout juste en fonctionnement et fournit une puissance qui augmente en fonction de la vitesse du vent jusqu'à environ 10 à 15 m/s selon le modèle. Le bruit est composé du bruit aérodynamique du frottement de l'air sur le mât et du frottement des pales dans l'air, ainsi que du bruit des systèmes mécaniques. On notera que la variation de la vitesse de rotation des pales n'est presque pas perceptible visuellement.
- Au-delà de 10 à 15 m/s, l'éolienne entre en régime nominal avec une production constante. Le bruit est alors composé du bruit aérodynamique qui augmente avec la vitesse du vent, le bruit mécanique restant quasiment constant.

L'émission sonore des éoliennes varie donc selon la vitesse du vent et la condition la plus défavorable pour le riverain est lorsque la vitesse du vent est suffisante pour faire fonctionner les éoliennes en mode de production, mais pas assez importante pour que le bruit du vent dans l'environnement masque le bruit des éoliennes.

La plage de vent correspondant à cette situation est globalement comprise entre 3 et 10 m/s à 10 m du sol et l'analyse acoustique prévisionnelle doit porter sur ces vitesses de vent.

4. ETAT INITIAL

4.1. DEROULEMENT DE LA CAMPAGNE DE MESURE

Une campagne de mesure de 2 points de mesures a été réalisée du 29 octobre au 15 novembre 2021. Les 2 points de mesures ont été déterminés afin de caractériser au mieux l'ambiance acoustique du site. Les sonomètres ont été positionnés au droit d'habitations représentatives de chacun des lieux-dits concernés. Chaque microphone de mesure est installé à environ 1,5 mètre du sol. Les mesures ont été réalisées en saison non-végétative. Cela correspond à la période de l'année où le bruit dans l'environnement est le plus faible du fait des rares activités extérieures et d'une végétation moins dense. Cela permet de considérer le cas où l'enjeu est le plus important vis-à-vis des riverains du projet.

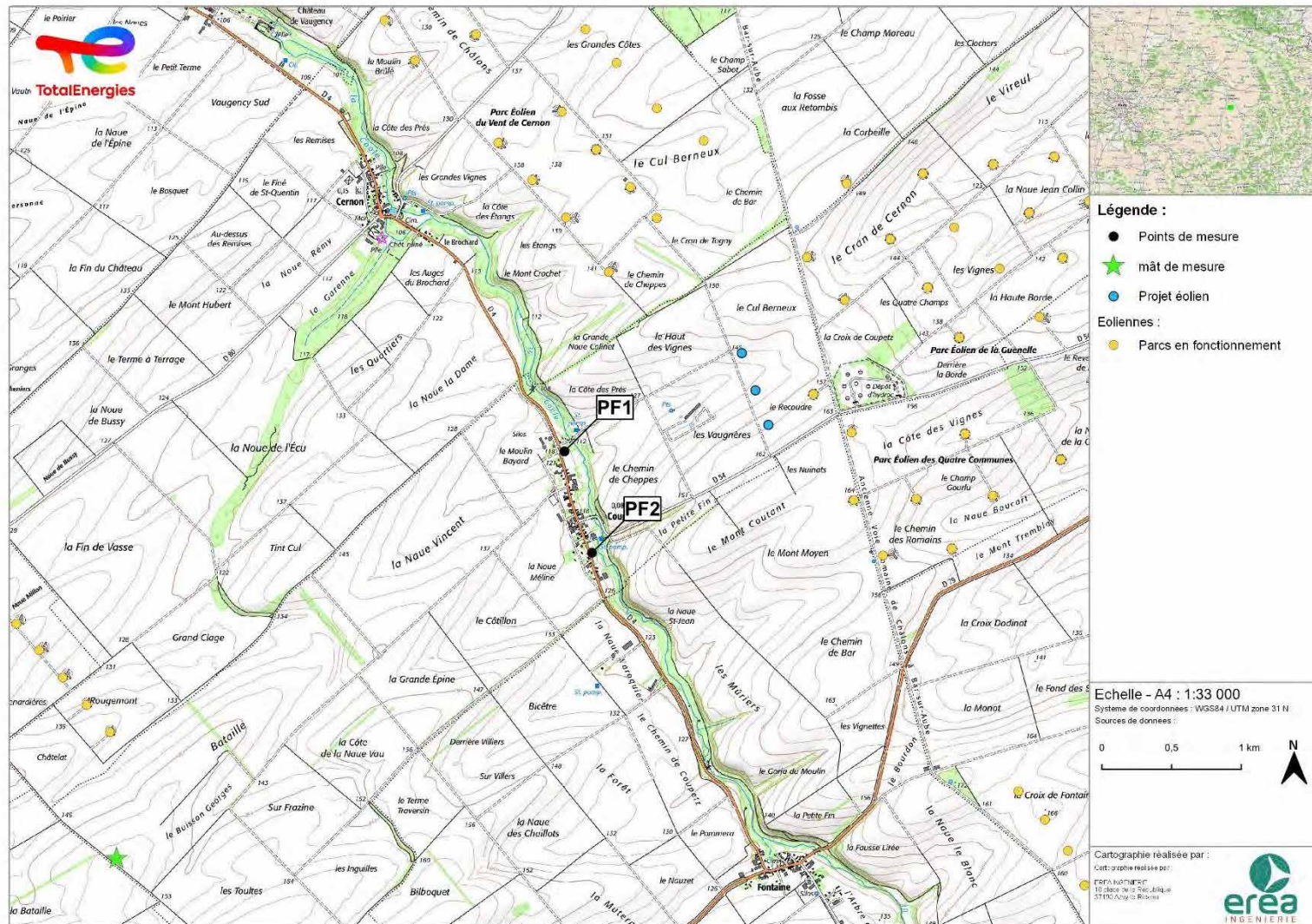
Il est précisé qu'un point fixe consiste en une acquisition successive de mesures élémentaires de durée d'une seconde pendant toute la période de mesurage.

Les campagnes de mesures ont été effectuées conformément au projet de norme NF S 31-114. Les appareils de mesures utilisés sont des sonomètres analyseurs statistiques de type FUSION et Cube (classe I) de la société 01dB ; les données sont traitées et analysées par informatique.

A hauteur des microphones (à environ 1,50 m / 2 m du sol), la vitesse de vent est inférieure à 5 m/s lors des mesures (vent faible ou masqué par les habitations), conformément à la norme NFS 31-110.

Les données météorologiques sont relevées à l'aide d'un mât de grande hauteur placé sur le site. Il est constitué de deux anémomètres disposés à 101 m et 60 m de hauteur. La vitesse de vent est calculée toutes les 10 minutes permettant ainsi d'analyser les niveaux sonores mesurés en fonction de ces données.

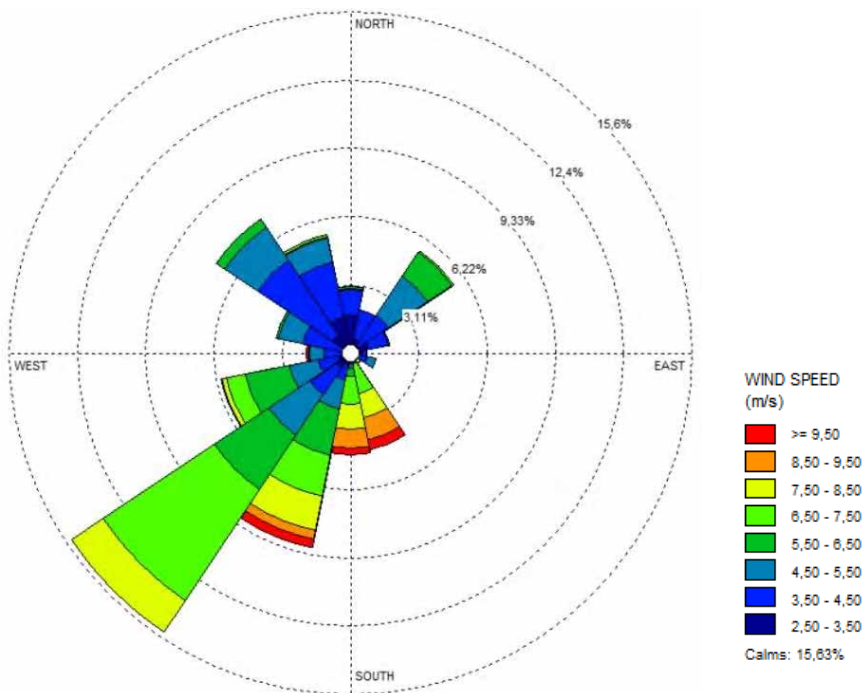
La carte suivante localise les points de mesures réalisés et le mât météorologique.



Localisation des points de mesures et du mât météorologique du projet éolien de Coupetz 2 (51)

Les conditions météorologiques étaient globalement les suivantes durant la campagne de mesure acoustique :

- La vitesse de vent standardisée maximale relevée est de 10,6 m/s en période de nuit et 10,9 m/s en période de jour ;
- Le vent provient principalement de la moitié Sud Sud-Ouest sur la période de mesures ;
- Quelques précipitations sont relevées durant les mesures.



Roses des vents du 29 octobre au 15 novembre 2021

4.2. PRESENTATION DES RESULTATS BRUTS




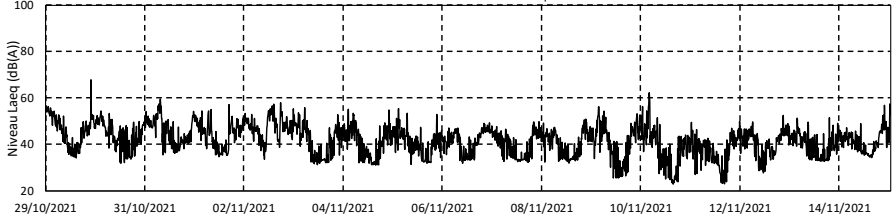
On trouvera ci-après, pour chacun des 2 points de mesures, une fiche présentant les informations suivantes :

- caractéristiques du site ;
- photographies et repérage du point de mesure ;
- évolution temporelle du niveau de bruit ;
- niveaux L_{Aeq} et L_{50} sur chaque période réglementaire de jour et de nuit, ainsi que le L_{Aeq} moyen sur ces périodes réglementaires.

Remarque :

D'une manière générale, si l'on observe des périodes qui sont marquées par des événements particuliers (type : véhicule au ralenti devant le microphone, aboiements répétés, pompes, etc.), elles ne seront pas prises en compte dans le bruit résiduel pour le calcul des émergences.

Dans la mesure où l'émergence est calculée à partir des niveaux L_{50} (qui correspondent aux niveaux sonores atteints ou dépassés pendant 50% du temps), la plupart des événements particuliers sont évacués.

PROJET EOLIEN		Mesure PF2	
		Octobre / Novembre 2021	
Localisation de la mesure :	45 Grande rue, 51240 Coupetz	Latitude : 48,8177	Longitude : 4,36455
Période de la mesure :	Du vendredi 29 octobre au lundi 15 novembre		
Durée de la mesure :	18 jours	Appareil de mesures :	Fusion n°11202 - 01 dB
Point de mesure 	Période de jour (7h-22h)	L_{Aeq} moyen	52,6 dB(A)
	Période de nuit (22h-7h)	L_{Aeq} moyen	42,8 dB(A)
Observations	Le point est situé à l'ouest du projet, au sud de la commune de Coupetz. L'ambiance sonore est propre à un lotissement calme, on notera la proximité avec la départementale D2 qui est relativement peu fréquentée.		
Vue vers habitation 	Vue vers projet 		
Evolution temporelle L_{Aeq}			
			
Date	Période	L_{Aeq} en dB(A)	L₅₀ en dB(A)
29/10/2021	Nuit	37,8	35,4
30/10/2021	Jour	51,6	45,9
30/10/2021	Nuit	43,2	37,2
31/10/2021	Jour	50,7	45,8
31/10/2021	Nuit	44,0	34,7
01/11/2021	Jour	48,3	42,5
01/11/2021	Nuit	40,8	37,7
02/11/2021	Jour	47,6	43,0
02/11/2021	Nuit	47,8	40,9
03/11/2021	Jour	47,7	41,0
03/11/2021	Nuit	50,9	47,1
04/11/2021	Jour	46,5	35,8
04/11/2021	Nuit	38,1	32,7
05/11/2021	Jour	46,1	35,5
05/11/2021	Nuit	38,8	32,4
06/11/2021	Jour	43,4	37,1
06/11/2021	Nuit	37,1	32,9
07/11/2021	Jour	44,2	39,1
07/11/2021	Nuit	41,2	35,7
08/11/2021	Jour	44,4	34,7
08/11/2021	Nuit	36,9	33,3
09/11/2021	Jour	47,6	37,3
09/11/2021	Nuit	36,9	32,6
10/11/2021	Jour	49,9	36,4
10/11/2021	Nuit	37,7	27,1
11/11/2021	Jour	40,7	31,2
11/11/2021	Nuit	35,3	28,3
12/11/2021	Jour	43,7	35,0
12/11/2021	Nuit	35,6	27,2
13/11/2021	Jour	44,9	39,1
13/11/2021	Nuit	40,1	36,9
14/11/2021	Jour	42,8	37,3
14/11/2021	Nuit	39,5	33,4
15/11/2021	Jour	49,4	39,1
15/11/2021	Nuit	38,1	36,1

4.3. ANALYSE DU BRUIT RESIDUEL EN FONCTION DE LA VITESSE DU VENT

4.3.1. METHODOLOGIE GENERALE

L'analyse du bruit résiduel en fonction de la vitesse du vent est réalisée à partir des mesures *in situ* présentées précédemment et des données de vent issues du mât de mesures de 101m situé sur le site :

- **Les niveaux de bruit résiduel :**

Les niveaux de bruit résiduel sont déterminés à partir de l'**indicateur L_{50}** qui représente le niveau sonore atteint ou dépassé pendant 50 % du temps. Cet indicateur est adapté à la problématique de l'éolien car il caractérise bien les « bruits de fond moyens » en s'affranchissant des bruits particuliers ponctuels.

Ils sont calculés sur une durée d'intégration élémentaire de 1 seconde puis calculés sur un pas de 10 minutes.

Ces niveaux de bruit résiduel sont ensuite analysés par **classe de vent** (selon la vitesse du vent globalement comprise entre 3 et 10 m/s à 10 m du sol, et le cas échéant, selon la direction du vent) et par **classe homogène**.

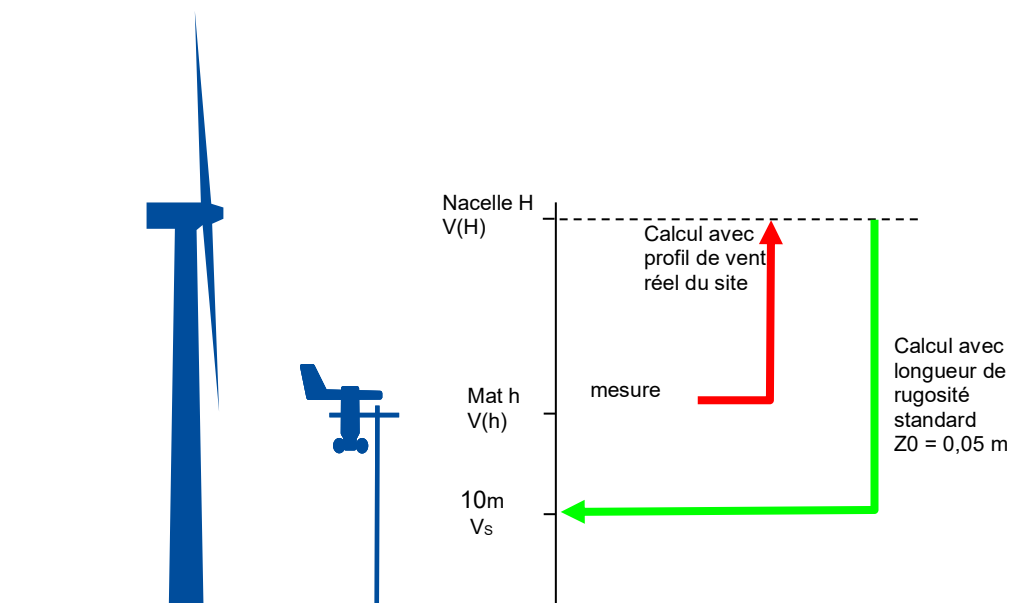
- **Les vitesses du vent :**

Les données de vent sont issues de l'anémomètre du mât de mesures. Ces relevés de la vitesse en m/s et de la direction du vent sont moyennés par pas de 10 minutes.

Afin d'avoir un référentiel de vitesse de vent comparable aux données d'émissions des éoliennes (les puissances acoustiques des éoliennes sont caractérisées selon la norme IEC 61-400-11, et sont d'une manière générale fournies pour un vent de référence à la hauteur de 10 m du sol dans des conditions de rugosité du sol standard à $Z_0=0,05$ m), la vitesse du vent mesurée à hauteur de l'anémomètre le plus haut est estimée à hauteur du moyeu en considérant la rugosité ou le gradient de vitesse vertical Z propre au site si celui-ci est connu, puis est ramenée à hauteur de 10 m en considérant la rugosité standard $Z_0 = 0,05$ m.

Les données de vent dans l'analyse « bruit-vent » sont donc sous la forme de **vitesse standardisée à 10 m du sol**, notée **V_s** dans la suite du rapport.

Les directions de vent présentes lors de cette analyse correspondent aux directions des vents dominants sur la zone d'étude.



Principe du calcul de la vitesse standardisée V_s

H : hauteur de la nacelle (m),
 H_{ref} : hauteur de référence (10m),
 h : hauteur de mesure de l'anémomètre (m),
 $V(h)$: vitesse mesurée à la hauteur h .

Afin de s'assurer de conditions météorologiques analogues en termes de conditions de vent pour l'estimation des niveaux sonores ambiants et résiduels, l'analyse de l'émergence s'appuie sur le calcul de l'indicateur de bruit. Ce calcul de l'indicateur de bruit se base sur les deux étapes suivantes :

- **Calcul des valeurs médianes des descripteurs et de la vitesse de vent moyenne**

Les couples « vitesse standardisée moyenne/niveau sonore » sont calculés pour chaque classe de vitesse de vent.

- **Interpolations et extrapolations aux valeurs de vitesses de vent entières**

Les niveaux sonores sont déterminés pour chaque vitesse de vent entière à partir de l'interpolation linéaire entre les couples « vitesse standardisée moyenne/niveau sonore ».

Les analyses « **bruit – vent** » permettent de déterminer les médianes recentrées correspondant aux niveaux sonores moyens mesurés par intervalle de vitesse de vent à 10 m (selon le projet de norme NF S 31-114).

Ainsi, pour toutes les vitesses de vent comprises entre 3 et 10 m/s, les niveaux L_{50} peuvent être estimés pour chacun des points de mesures.

Ces niveaux sont d'autant plus fiables qu'il y a d'échantillons (couples L_{50} / V_s) par classe de vent et par classe homogène.

4.3.2. DEFINITION DES CLASSES HOMOGENES

Une classe homogène est définie en fonction des facteurs environnementaux ayant une influence sur la variabilité des niveaux sonores (variation de trafic routier, activités humaines, chorus matinal, orientation du vent, saison...).

Pour rappel, le projet de norme NFS 31-114 indique en exemple : « *des nuits d'hiver en campagne isolée peuvent ne présenter aucune particularité (pas de sources environnementales particulières, pas de chorus matinal, ...)*. Pour des mêmes conditions météo (essentiellement secteur de vent, couverture nuageuse, température, humidité), toutes les nuits de mesure seront analysées à l'intérieur de la même classe homogène. Dans cet exemple, les analyses de nuit seront proposées pour la seule classe homogène qui correspondra à la totalité de la plage horaire réglementaire de nuit. Le fonctionnement aléatoire (en apparition et en durée) d'un ventilateur de silo situé à proximité du point de mesure, ne définira pas forcément une classe homogène ».

Ainsi, pour les mesures réalisées dans la présente étude, certains critères ne sont pas assez rencontrés pour définir une classe homogène mais sont retirés de l'analyse comme l'activité humaine (un bruit de tracteur ou engin ne peut faire l'objet d'une classe), les précipitations. Cette méthode est majorante dans la mesure où, pour ces critères, les niveaux sonores sont plus élevés. Il n'apparaît pas de chorus matinal (réveil de la nature).

4.3.3. RESULTATS

Les analyses « bruit-vent » réalisées selon la méthodologie précédemment détaillée, permettent de déterminer les niveaux de bruit résiduel pour les classes homogènes suivantes :

- **Classe 1** : période de jour (7h-22h) toutes directions
- **Classe 2** : période de nuit (22h-7h) toutes directions

Les tableaux suivants présentent le nombre d'échantillons relevés par classe homogène et par vitesse de vent à 10m.

Nombre d'échantillons JOUR (7h-22h)	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
PF1	181	276	200	141	157	88	41	17
PF2	178	269	198	140	161	88	39	17

Nombre d'échantillons par classe de vitesse de vent et par direction de vent en période de jour

Nombre d'échantillons NUIT (22h-7h)	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
PF1	69	177	84	98	124	54	11	4
PF2	74	164	77	98	124	49	10	4

Nombre d'échantillons par classe de vitesse de vent et par direction de vent en période de nuit

Le nombre d'échantillons est satisfaisant (supérieur à 10) en période de jour jusqu'à 10m/s et de nuit jusqu'à 9 m/s pour l'ensemble des points de mesures. Les niveaux sonores aux

vitesses de vent inférieures sont extrapolés à l'aide d'une droite de régression linéaire basée sur les médianes recentrées qui ont pu être calculées.

Les résultats des niveaux du bruit résiduel sont présentés dans les tableaux suivants, en décibels A, pour les deux classes homogènes.

Niveaux résiduels JOUR (7h-22h)	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
PF1	33,3	33,5	34,6	36,3	39,1	38,9	40,4	43,6
PF2	35,3	37,1	37,7	40,6	45,3	46,1	47,2	49,0

Niveaux résiduels par classe de vitesse de vent pour la classe 1

Niveaux résiduels NUIT (22h-7h)	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
PF1	32,3	33,1	31,9	31,6	33,4	32,8	37,3	38,4
PF2	32,9	33,1	33,6	35,2	36,4	39,0	43,9	47,3

Valeurs en en bleu : valeurs estimées avec moins de 10 échantillons

Niveaux résiduels par classe de vitesse de vent pour la classe 2

Les niveaux résiduels sont globalement compris entre 33 et 49 dB(A) en période de jour (7h-22h) et entre 32 et 47 dB(A) en période de nuit (22h-7h), selon les vitesses de vent.

Ce sont ces valeurs du bruit résiduel, caractéristiques des différentes ambiances sonores du site, qui serviront de base dans le calcul prévisionnel des émergences globales au droit des habitations riveraines au projet.

Les différentes analyses « bruit-vent » réalisées pour chaque point de mesure sont présentées en annexe pour les périodes de jour (7h-22h) et de nuit (22h-7h).

5. ANALYSE PREVISIONNELLE

L'analyse prévisionnelle se décompose en deux phases qui consistent tout d'abord à déterminer l'impact acoustique du projet, puis à estimer les émergences futures :

- **L'étude de l'impact acoustique du projet éolien** dans son environnement consiste à analyser la propagation du bruit autour des éoliennes jusqu'aux riverains les plus proches en y calculant la contribution sonore du projet.
- **L'analyse des émergences futures liées au projet**, estimées à partir de la contribution sonore du projet et des mesures in situ, permet de valider le respect de la réglementation française en vigueur, ou, le cas échéant, de proposer des solutions adaptées pour y parvenir.

5.1. CALCULS PREVISIONNELS DE LA CONTRIBUTION DU PROJET

5.1.1. PRESENTATION DU MODELE DE CALCUL

L'estimation des niveaux sonores est réalisée à partir de la **modélisation du site en trois dimensions** à l'aide du logiciel CADNAA, logiciel développé par DataKustik en Allemagne, un des leaders mondiaux depuis plus de 25 ans dans le domaine du calcul de la dispersion acoustique.

Cette modélisation tient compte des émissions sonores de chacune des éoliennes (sources ponctuelles disposées à hauteur du moyeu) et de la propagation acoustique en trois dimensions selon la topographie du site (distance, hauteur, exposition directe ou indirecte), la nature du sol et l'absorption dans l'air.

La modélisation du site a été réalisée à partir du modèle numérique de terrain en trois dimensions et les calculs ont été effectués avec la méthode ISO-9613-2 qui prend en compte les conditions météorologiques (hypothèse prise : 100% d'occurrences météorologiques). Les paramètres de calculs sont donnés en annexe du rapport.

La figure suivante illustre la modélisation du site en 3D à partir du logiciel CadnaA.



Aperçu de la modélisation 3D du site (image 3D CadnaA)

5.1.2. CONFIGURATIONS ETUDIÉES

L'implantation finale étudiée est composée de 3 éoliennes. Les coordonnées d'implantation des éoliennes sont données dans le tableau suivant :

Eoliennes	Lambert 93	
	X	Y
E1	801266,7	6859812,9
E2	801364,5	6859545,8
E3	801456,8	6859298,3

Coordonnées d'implantation des éoliennes du projet

Il est à noter que pour le projet de Coupetz 2 deux autres variantes ont été envisagées. Nous présentons ici les résultats de la variante retenue. Les deux autres variantes sont présentées dans l'annexe 2.

Les calculs sont réalisés à partir du modèle suivant :

- NORDEX - N117 - 3,6 MW - STE - 91 m de hauteur nacelle, avec peignes

Lorsque les éoliennes sont munies de peignes sur les pales (ou des bords de fuite dentelés), ceux-ci sont posés par les constructeurs afin de modifier la friction dans l'air de la pale, et, par conséquent, de réduire les niveaux sonores des machines à l'émission, sans diminuer la production d'électricité.



Photographies de peignes montés sur des pales d'une éolienne Vestas (source Vestas)

5.1.3. HYPOTHESES D'EMISSIONS

Les émissions acoustiques utilisées dans les calculs de propagation correspondent aux valeurs des constructeurs. Le détail de ces données est présenté en annexe. Les données des émissions acoustiques prises comme hypothèses de base dans les calculs de propagation sont présentées dans les tableaux ci-après :

NORDEX - N117 - 3,6 MW - STE - 91 m

Vs Fréquences	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
25 Hz	52,4	52,4	60,7	64,4	65,2	65,2	65,2	65,2
31,5 Hz	56,3	56,3	64,5	68,3	69,1	69,1	69,1	69,1
40 Hz	60,0	60,0	68,3	72,0	72,8	72,8	72,8	72,8
50 Hz	63,2	63,2	71,4	75,2	76,0	76,0	76,0	76,0
63 Hz	67,6	67,7	73,9	77,9	79,5	79,5	79,5	79,5
80 Hz	70,5	71,8	77,7	80,9	81,3	81,3	81,3	81,3
100 Hz	73,3	73,6	79,6	83,4	85,5	85,5	85,5	85,5
125 Hz	75,3	75,2	80,9	84,6	85,2	85,2	85,2	85,2
160 Hz	76,8	77,1	84,4	86,2	86,2	86,2	86,2	86,2
200 Hz	80,8	80,1	84,3	87,6	87,6	87,6	87,6	87,6
250 Hz	81,6	81,6	85,6	88,1	88,0	88,0	88,0	88,0
315 Hz	82,6	82,5	86,3	89,7	89,6	89,6	89,6	89,6
400 Hz	82,0	81,7	85,6	88,9	88,5	88,5	88,5	88,5
500 Hz	82,0	81,7	85,8	88,9	88,8	88,8	88,8	88,8
630 Hz	81,4	81,7	85,5	89,6	89,8	89,8	89,8	89,8
800 Hz	80,6	81,9	86,7	89,9	90,4	90,4	90,4	90,4
1000 Hz	80,6	83,4	88,6	91,7	92,3	92,3	92,3	92,3
1250 Hz	79,7	83,4	88,6	91,9	92,5	92,5	92,5	92,5
1600 Hz	80,2	84,7	89,6	92,6	93,5	93,5	93,5	93,5
2000 Hz	79,7	84,2	89,2	91,8	92,7	92,7	92,7	92,7
2500 Hz	78,8	84,0	90,2	92,4	93,4	93,4	93,4	93,4
3150 Hz	76,4	82,6	89,7	92,5	93,2	93,2	93,2	93,2
4000 Hz	76,1	81,1	89,1	92,1	92,4	92,4	92,4	92,4
5000 Hz	76,2	78,7	87,5	90,7	90,6	90,6	90,6	90,6
6300 Hz	73,9	73,3	82,9	86,1	86,6	86,6	86,6	86,6
8000 Hz	70,8	66,1	75,3	79,8	80,7	80,7	80,7	80,7
10000 Hz	62,8	58,0	67,2	71,7	72,7	72,7	72,7	72,7
Global en dB(A)	92,5	94,5	100,0	103,0	103,5	103,5	103,5	103,5

Hypothèses d'émissions en mode de fonctionnement normal – N117– 3,6 MW

5.1.4. RESULTATS DES CALCULS

Les simulations informatiques en trois dimensions permettent de déterminer la contribution sonore de l'ensemble du projet éolien selon les vitesses de fonctionnement, au droit de récepteurs positionnés à proximité des habitations riveraines au projet (à hauteur de 1,5 m du sol).

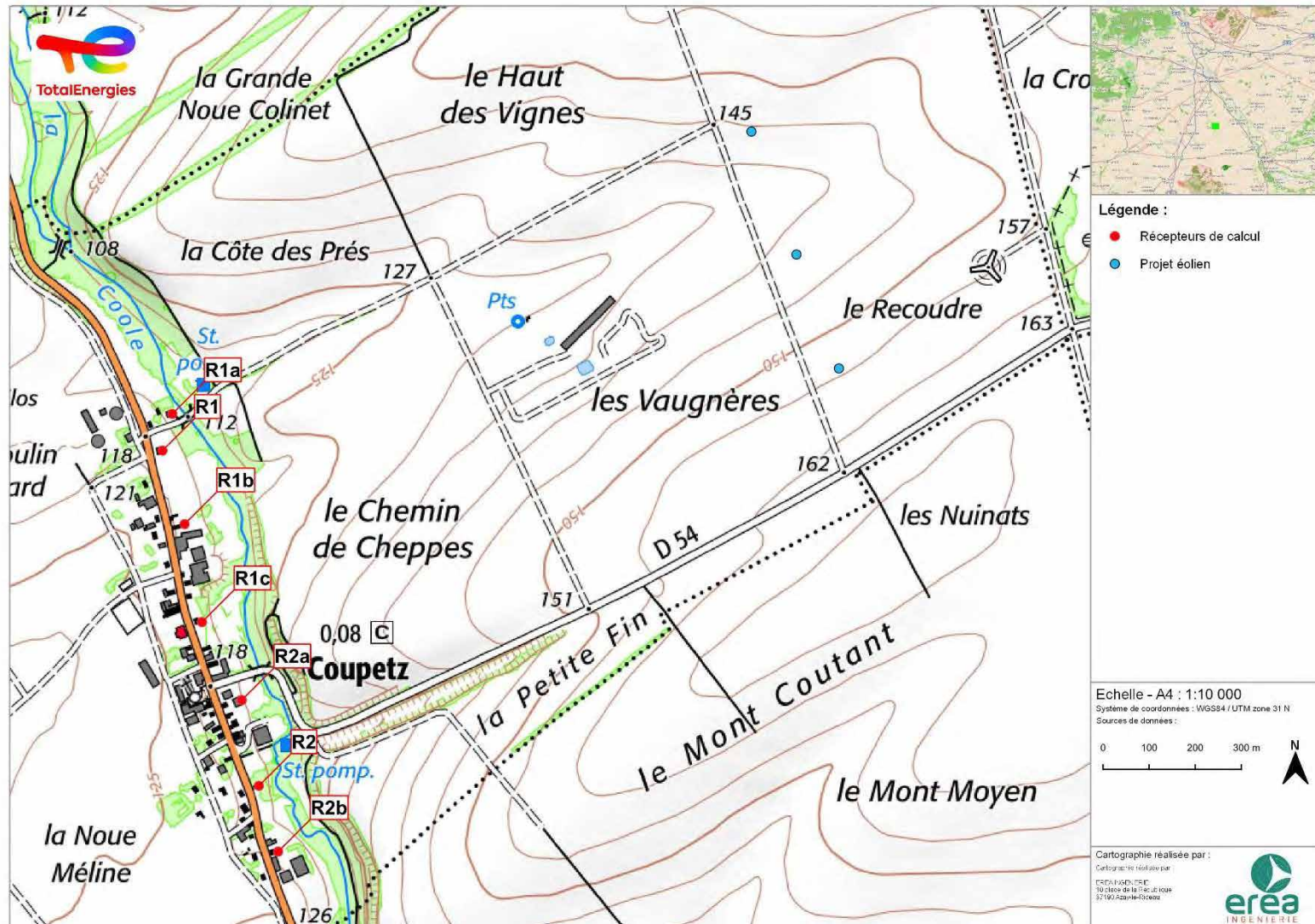
La carte suivante localise la position des récepteurs, c'est-à-dire des points auxquels sont calculées la propagation du bruit émis par les éoliennes du projet et l'émergence qui en résulte.

Les récepteurs sont positionnés de manière à quadriller les habitations et zones à émergence réglementée les plus exposées au projet éolien. Des points récepteurs de calculs sont donc placés au droit des habitations où des points de mesures ont été réalisés (R1 et R2 mais aussi au droit d'autres habitations à proximité (R1a, R2b, etc.) afin d'étudier les impacts sonores à venir de manière exhaustive. En effet, si la réglementation est respectée au droit de tous les récepteurs de calculs (positionnés aux endroits les plus exposés au projet éolien), elle le sera au droit de toutes les zones à émergence réglementée aux alentours.

Les distances des récepteurs aux éoliennes les plus proches sont répertoriées dans le tableau ci-dessous.

Récepteurs	Coordonnées récepteurs, (Lambert 93)		Nom	éolienne la plus proche	Distance de l'éolienne la plus proche
	X	Y			
R1	799988	6859120	5 grande rue	E2	1442 m
R1a	800009	6859200	rue du petit pont	E2	1399 m
R1b	800036	6858960	17 grande rue	E2	1452 m
R1c	800073	6858747	27 grande rue	E3	1489 m
R2	800197	6858392	45 grande rue	E3	1552 m
R2a	800160	6858578	35 grande rue	E3	1484 m
R2b	800239	6858249	53 grande rue	E3	1608 m

Distance entre les récepteurs de calculs et les éoliennes les plus proches.



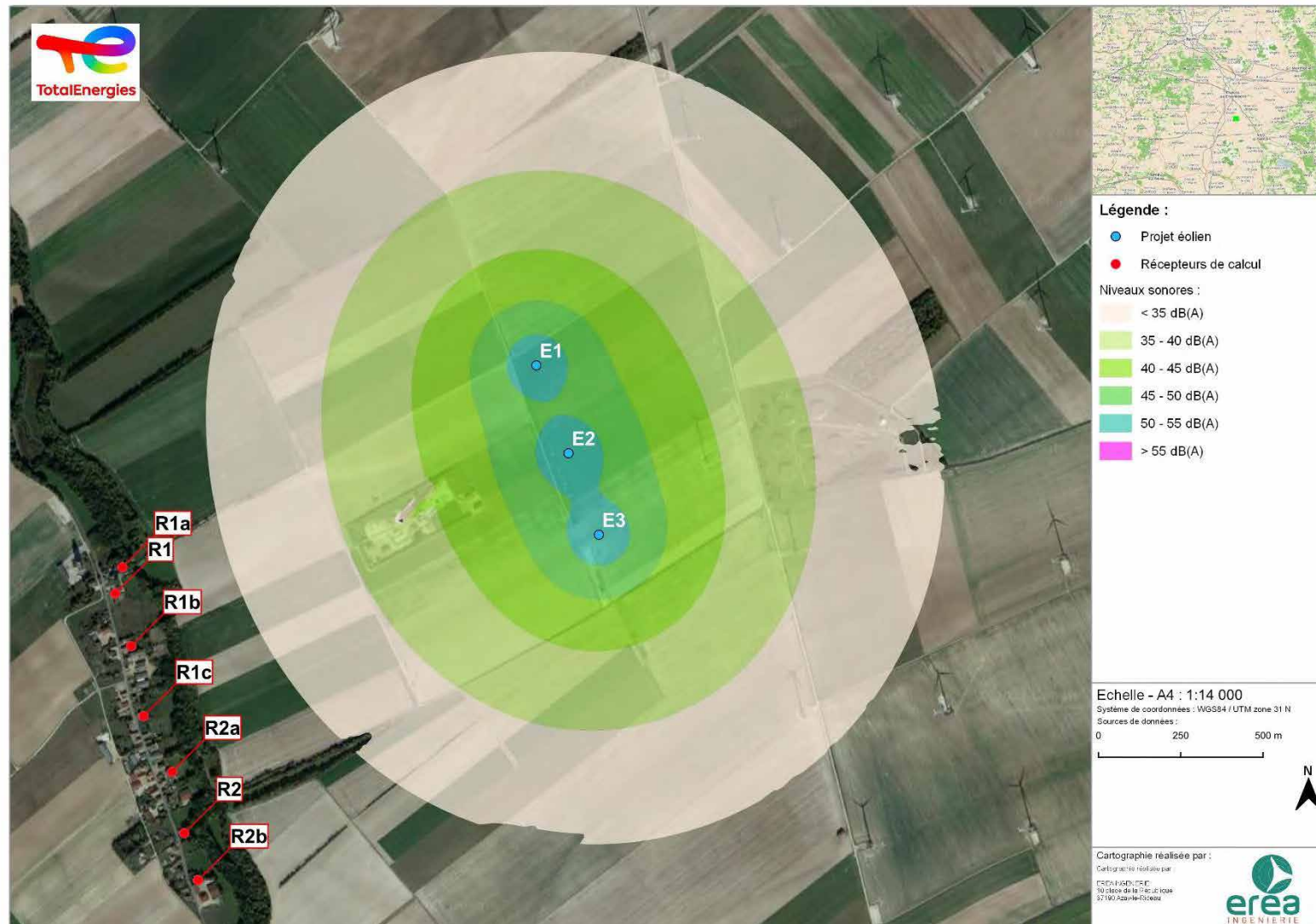
Localisation des récepteurs de calculs

La contribution sonore maximale des éoliennes est calculée au droit du récepteur situé dans la rue du petit pont (R1a). Ce niveau sonore est de l'ordre de 29,1 dB(A) pour une vitesse de vent standardisée de 10 m/s.

Les cartes d'isophones présentées dans la suite de ce document illustrent la propagation du bruit des éoliennes du projet dans l'environnement à une hauteur de 2 m du sol, pour les vitesses de vent standardisées de 10 m/s et pour les deux directions de vent dominantes.



Carte d'isophones de la contribution des éoliennes N117 à la vitesse standardisée 10 m/s – Vent Nord-Est



Carte d'isophones de la contribution des éoliennes N117 à la vitesse standardisée 10 m/s – Vent Sud-Ouest

5.2. ESTIMATION DES EMERGENCES

Méthodologie

L'émergence globale à l'extérieur des habitations est calculée à partir des mesures *in situ* présentées précédemment et du résultat des calculs prévisionnels au droit des habitations.

Ainsi, l'émergence globale est calculée à partir du bruit résiduel L_{50} observé lors des mesures (selon analyses L_{50} / vitesse du vent) et de la contribution des éoliennes. Les émergences sont calculées pour des vitesses de vent allant de 3 à 10 m/s à 10 m du sol.

Les seuils réglementaires admissibles pour l'émergence globale sont rappelés ici :

- Période de jour (7h-22h) : émergence de 5 dB(A) pour des niveaux ambiants supérieurs à 35 dB(A),
- Période de nuit (22h-7h) : émergence de 3 dB(A) pour des niveaux ambiants supérieurs à 35 dB(A).

Pour les zones industrielles ou bureaux, les seuils réglementaires sont admis seulement en période de jour (7 h-22 h) car il est considéré que ces types de locaux ne sont pas habités et sont utilisés à des fins professionnelles.

Le détail des calculs des émergences est donné dans les tableaux ci-après, en période de jour et de nuit. Les résultats sont exprimés pour les différentes vitesses de vent de 3 à 10 m/s au droit des différents récepteurs. Les récepteurs RX (R1, R2, R3...) correspondent aux récepteurs placés au droit des habitations ayant fait l'objet d'une mesure aux PFX (PF1, PF2, PF3...). Les récepteurs RXy (R1a, R1b, R2a,...) correspondent à des points de calculs supplémentaires placés à proximité du point de mesure. Les calculs sont réalisés en considérant des vents portants dans toutes les directions.


Ces résultats donnent, dans les tableaux suivants :

- Le niveau de bruit résiduel à partir des mesures acoustiques,
- Le niveau de bruit des éoliennes à partir du calcul,
- Le niveau de bruit ambiant qui est la somme logarithmique du bruit des éoliennes et du bruit résiduel,
- L'émergence qui est la soustraction du bruit ambiant par le bruit résiduel.

5.2.1. RESULTATS DES EMERGENCES


EMERGENCES GLOBALES - NORDEX - N117 - 3,6 MW - STE - 91 m - Vent Nord-Est

Période de JOUR (7h-22h)		Type de bruit	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
5 grande rue	R1	Bruit résiduel	33,3	33,5	34,6	36,3	39,1	38,9	40,4	43,6
		Bruit éoliennes	19,3	20,3	25,2	28,3	28,8	28,8	28,8	28,8
		Bruit ambiant	33,5	33,7	35,1	36,9	39,5	39,3	40,6	43,7
		EMERGENCE	Lamb < 35	Lamb < 35	0,5	0,6	0,4	0,4	0,2	0,1
rue du petit pont	R1a	Bruit résiduel	33,3	33,5	34,6	36,3	39,1	38,9	40,4	43,6
		Bruit éoliennes	19,6	20,6	25,5	28,7	29,1	29,1	29,1	29,1
		Bruit ambiant	33,5	33,7	35,1	37,0	39,5	39,3	40,7	43,7
		EMERGENCE	Lamb < 35	Lamb < 35	0,5	0,7	0,4	0,4	0,3	0,1
17 grande rue	R1b	Bruit résiduel	33,3	33,5	34,6	36,3	39,1	38,9	40,4	43,6
		Bruit éoliennes	19,3	20,2	25,1	28,3	28,8	28,8	28,8	28,8
		Bruit ambiant	33,5	33,7	35,1	36,9	39,5	39,3	40,6	43,7
		EMERGENCE	Lamb < 35	Lamb < 35	0,5	0,6	0,4	0,4	0,2	0,1
27 grande rue	R1c	Bruit résiduel	33,3	33,5	34,6	36,3	39,1	38,9	40,4	43,6
		Bruit éoliennes	18,6	19,5	24,4	27,5	28,0	28,0	28,0	28,0
		Bruit ambiant	33,4	33,7	35,0	36,8	39,4	39,3	40,6	43,7
		EMERGENCE	Lamb < 35	Lamb < 35	Lamb < 35	0,5	0,3	0,4	0,2	0,1
45 grande rue	R2	Bruit résiduel	35,3	37,1	37,7	40,6	45,3	46,1	47,2	49,0
		Bruit éoliennes	17,9	18,7	23,6	26,8	27,2	27,2	27,2	27,2
		Bruit ambiant	35,4	37,1	37,8	40,7	45,4	46,1	47,2	49,1
		EMERGENCE	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1
35 grande rue	R2a	Bruit résiduel	35,3	37,1	37,7	40,6	45,3	46,1	47,2	49,0
		Bruit éoliennes	13,8	14,7	19,7	22,9	23,3	23,3	23,3	23,3
		Bruit ambiant	35,3	37,1	37,7	40,6	45,3	46,1	47,2	49,0
		EMERGENCE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
53 grande rue	R2b	Bruit résiduel	35,3	37,1	37,7	40,6	45,3	46,1	47,2	49,0
		Bruit éoliennes	17,5	18,4	23,2	26,4	26,8	26,8	26,8	26,8
		Bruit ambiant	35,4	37,1	37,8	40,7	45,4	46,1	47,2	49,1
		EMERGENCE	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1

 Niveau ambiant inférieur ou égal à 35 dB(A) : aucun seuil d'urgence n'est à respecter dans ce cas
Rappel : si bruit ambiant > 35 dB(A), seuil de 5 dB(A)

EMERGENCES GLOBALES - NORDEX - N117 - 3,6 MW - STE - 91 m - Vent Nord-Est

Période de NUIT (22h-7h)		Type de bruit	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
5 grande rue	R1	Bruit résiduel	32,3	33,1	31,9	31,6	33,4	32,8	37,3	38,4
		Bruit éoliennes	19,3	20,3	25,2	28,3	28,8	28,8	28,8	28,8
		Bruit ambiant	32,5	33,4	32,8	33,3	34,7	34,3	37,9	38,9
		EMERGENCE	Lamb < 35	Lamb < 35	Lamb < 35	Lamb < 35	Lamb < 35	Lamb < 35	0,6	0,5
rue du petit pont	R1a	Bruit résiduel	32,3	33,1	31,9	31,6	33,4	32,8	37,3	38,4
		Bruit éoliennes	19,6	20,6	25,5	28,7	29,1	29,1	29,1	29,1
		Bruit ambiant	32,5	33,4	32,8	33,4	34,8	34,4	37,9	38,9
		EMERGENCE	Lamb < 35	Lamb < 35	Lamb < 35	Lamb < 35	Lamb < 35	Lamb < 35	0,6	0,5
17 grande rue	R1b	Bruit résiduel	32,3	33,1	31,9	31,6	33,4	32,8	37,3	38,4
		Bruit éoliennes	19,3	20,2	25,1	28,3	28,8	28,8	28,8	28,8
		Bruit ambiant	32,5	33,4	32,7	33,2	34,7	34,3	37,9	38,9
		EMERGENCE	Lamb < 35	Lamb < 35	Lamb < 35	Lamb < 35	Lamb < 35	Lamb < 35	0,6	0,5
27 grande rue	R1c	Bruit résiduel	32,3	33,1	31,9	31,6	33,4	32,8	37,3	38,4
		Bruit éoliennes	18,6	19,5	24,4	27,5	28,0	28,0	28,0	28,0
		Bruit ambiant	32,5	33,3	32,6	33,0	34,5	34,1	37,8	38,8
		EMERGENCE	Lamb < 35	Lamb < 35	Lamb < 35	Lamb < 35	Lamb < 35	Lamb < 35	0,5	0,4
45 grande rue	R2	Bruit résiduel	32,9	33,1	33,6	35,2	36,4	39,0	43,9	47,3
		Bruit éoliennes	17,9	18,7	23,6	26,8	27,2	27,2	27,2	27,2
		Bruit ambiant	33,1	33,3	34,0	35,8	36,9	39,2	44,0	47,3
		EMERGENCE	Lamb < 35	Lamb < 35	Lamb < 35	0,6	0,5	0,2	0,1	0,0
35 grande rue	R2a	Bruit résiduel	32,9	33,1	33,6	35,2	36,4	39,0	43,9	47,3
		Bruit éoliennes	13,8	14,7	19,7	22,9	23,3	23,3	23,3	23,3
		Bruit ambiant	33,0	33,2	33,8	35,5	36,6	39,1	44,0	47,3
		EMERGENCE	Lamb < 35	Lamb < 35	Lamb < 35	0,3	0,2	0,1	0,1	0,0
53 grande rue	R2b	Bruit résiduel	32,9	33,1	33,6	35,2	36,4	39,0	43,9	47,3
		Bruit éoliennes	17,5	18,4	23,2	26,4	26,8	26,8	26,8	26,8
		Bruit ambiant	33,0	33,3	34,0	35,7	36,9	39,2	44,0	47,3
		EMERGENCE	Lamb < 35	Lamb < 35	Lamb < 35	0,5	0,5	0,2	0,1	0,0

 Niveau ambiant inférieur ou égal à 35 dB(A) : aucun seuil d'urgence n'est à respecter dans ce cas
Rappel : si bruit ambiant > 35 dB(A), seuil de 3 dB(A)

EMERGENCES GLOBALES - NORDEX - N117 - 3,6 MW - STE - 91 m - Vent Sud-Ouest

Période de JOUR (7h-22h)		Type de bruit	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
5 grande rue	R1	Bruit résiduel	33,3	33,5	34,6	36,3	39,1	38,9	40,4	43,6
		Bruit éoliennes	18,2	19,1	24,0	27,2	27,6	27,6	27,6	27,6
		Bruit ambiant	33,4	33,7	35,0	36,8	39,4	39,2	40,6	43,7
		EMERGENCE	Lamb < 35	Lamb < 35	Lamb < 35	0,5	0,3	0,3	0,2	0,1
rue du petit pont	R1a	Bruit résiduel	33,3	33,5	34,6	36,3	39,1	38,9	40,4	43,6
		Bruit éoliennes	18,5	19,5	24,4	27,6	28,0	28,0	28,0	28,0
		Bruit ambiant	33,4	33,7	35,0	36,8	39,4	39,3	40,6	43,7
		EMERGENCE	Lamb < 35	Lamb < 35	Lamb < 35	0,5	0,3	0,4	0,2	0,1
17 grande rue	R1b	Bruit résiduel	33,3	33,5	34,6	36,3	39,1	38,9	40,4	43,6
		Bruit éoliennes	18,1	19,0	23,9	27,1	27,6	27,6	27,6	27,6
		Bruit ambiant	33,4	33,6	35,0	36,8	39,4	39,2	40,6	43,7
		EMERGENCE	Lamb < 35	Lamb < 35	Lamb < 35	0,5	0,3	0,3	0,2	0,1
27 grande rue	R1c	Bruit résiduel	33,3	33,5	34,6	36,3	39,1	38,9	40,4	43,6
		Bruit éoliennes	17,4	18,2	23,1	26,2	26,7	26,7	26,7	26,7
		Bruit ambiant	33,4	33,6	34,9	36,7	39,3	39,2	40,5	43,7
		EMERGENCE	Lamb < 35	Lamb < 35	Lamb < 35	0,4	0,2	0,3	0,1	0,1
45 grande rue	R2	Bruit résiduel	35,3	37,1	37,7	40,6	45,3	46,1	47,2	49,0
		Bruit éoliennes	16,5	17,3	22,2	25,4	25,8	25,8	25,8	25,8
		Bruit ambiant	35,4	37,1	37,8	40,7	45,4	46,1	47,2	49,0
		EMERGENCE	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
35 grande rue	R2a	Bruit résiduel	35,3	37,1	37,7	40,6	45,3	46,1	47,2	49,0
		Bruit éoliennes	12,5	13,4	18,4	21,5	22,0	22,0	22,0	22,0
		Bruit ambiant	35,3	37,1	37,7	40,6	45,3	46,1	47,2	49,0
		EMERGENCE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
53 grande rue	R2b	Bruit résiduel	35,3	37,1	37,7	40,6	45,3	46,1	47,2	49,0
		Bruit éoliennes	16,0	16,9	21,7	24,9	25,3	25,3	25,3	25,3
		Bruit ambiant	35,4	37,1	37,8	40,7	45,4	46,1	47,2	49,0
		EMERGENCE	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0

 Niveau ambiant inférieur ou égal à 35 dB(A) : aucun seuil d'urgence n'est à respecter dans ce cas
Rappel : si bruit ambiant > 35 dB(A), seuil de 5 dB(A)

EMERGENCES GLOBALES - NORDEX - N117 - 3,6 MW - STE - 91 m - Vent Sud-Ouest

Période de NUIT (22h-7h)		Type de bruit	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
5 grande rue	R1	Bruit résiduel	32,3	33,1	31,9	31,6	33,4	32,8	37,3	38,4
		Bruit éoliennes	18,2	19,1	24,0	27,2	27,6	27,6	27,6	27,6
		Bruit ambiant	32,4	33,3	32,6	32,9	34,4	34,0	37,7	38,7
		EMERGENCE	Lamb < 35	Lamb < 35	Lamb < 35	Lamb < 35	Lamb < 35	Lamb < 35	0,4	0,3
rue du petit pont	R1a	Bruit résiduel	32,3	33,1	31,9	31,6	33,4	32,8	37,3	38,4
		Bruit éoliennes	18,5	19,5	24,4	27,6	28,0	28,0	28,0	28,0
		Bruit ambiant	32,4	33,3	32,6	33,0	34,5	34,1	37,8	38,8
		EMERGENCE	Lamb < 35	Lamb < 35	Lamb < 35	Lamb < 35	Lamb < 35	Lamb < 35	0,5	0,4
17 grande rue	R1b	Bruit résiduel	32,3	33,1	31,9	31,6	33,4	32,8	37,3	38,4
		Bruit éoliennes	18,1	19,0	23,9	27,1	27,6	27,6	27,6	27,6
		Bruit ambiant	32,4	33,3	32,6	32,9	34,4	34,0	37,7	38,7
		EMERGENCE	Lamb < 35	Lamb < 35	Lamb < 35	Lamb < 35	Lamb < 35	Lamb < 35	0,4	0,3
27 grande rue	R1c	Bruit résiduel	32,3	33,1	31,9	31,6	33,4	32,8	37,3	38,4
		Bruit éoliennes	17,4	18,2	23,1	26,2	26,7	26,7	26,7	26,7
		Bruit ambiant	32,4	33,3	32,5	32,7	34,2	33,8	37,7	38,7
		EMERGENCE	Lamb < 35	Lamb < 35	Lamb < 35	Lamb < 35	Lamb < 35	Lamb < 35	0,4	0,3
45 grande rue	R2	Bruit résiduel	32,9	33,1	33,6	35,2	36,4	39,0	43,9	47,3
		Bruit éoliennes	16,5	17,3	22,2	25,4	25,8	25,8	25,8	25,8
		Bruit ambiant	33,0	33,2	33,9	35,6	36,8	39,2	44,0	47,3
		EMERGENCE	Lamb < 35	Lamb < 35	Lamb < 35	0,4	0,4	0,2	0,1	0,0
35 grande rue	R2a	Bruit résiduel	32,9	33,1	33,6	35,2	36,4	39,0	43,9	47,3
		Bruit éoliennes	12,5	13,4	18,4	21,5	22,0	22,0	22,0	22,0
		Bruit ambiant	33,0	33,2	33,7	35,4	36,6	39,0	44,0	47,3
		EMERGENCE	Lamb < 35	Lamb < 35	Lamb < 35	0,2	0,2	0,0	0,1	0,0
53 grande rue	R2b	Bruit résiduel	32,9	33,1	33,6	35,2	36,4	39,0	43,9	47,3
		Bruit éoliennes	16,0	16,9	21,7	24,9	25,3	25,3	25,3	25,3
		Bruit ambiant	33,0	33,2	33,9	35,6	36,7	39,1	44,0	47,3
		EMERGENCE	Lamb < 35	Lamb < 35	Lamb < 35	0,4	0,3	0,1	0,1	0,0

 Niveau ambiant inférieur ou égal à 35 dB(A) : aucun seuil d'urgence n'est à respecter dans ce cas
Rappel : si bruit ambiant > 35 dB(A), seuil de 3 dB(A)

En période de jour et en période de nuit, il n'y a aucun risque de dépassement des seuils réglementaires pour l'ensemble des récepteurs de calculs, pour les deux directions de vents et pour l'ensemble des vitesses de vents standardisées.

Aucun plan de fonctionnement optimisé est donc à prévoir, les seuils réglementaires sont respectés pour l'ensemble des classes homogènes.

5.3. PERIMETRE DE MESURE DU BRUIT

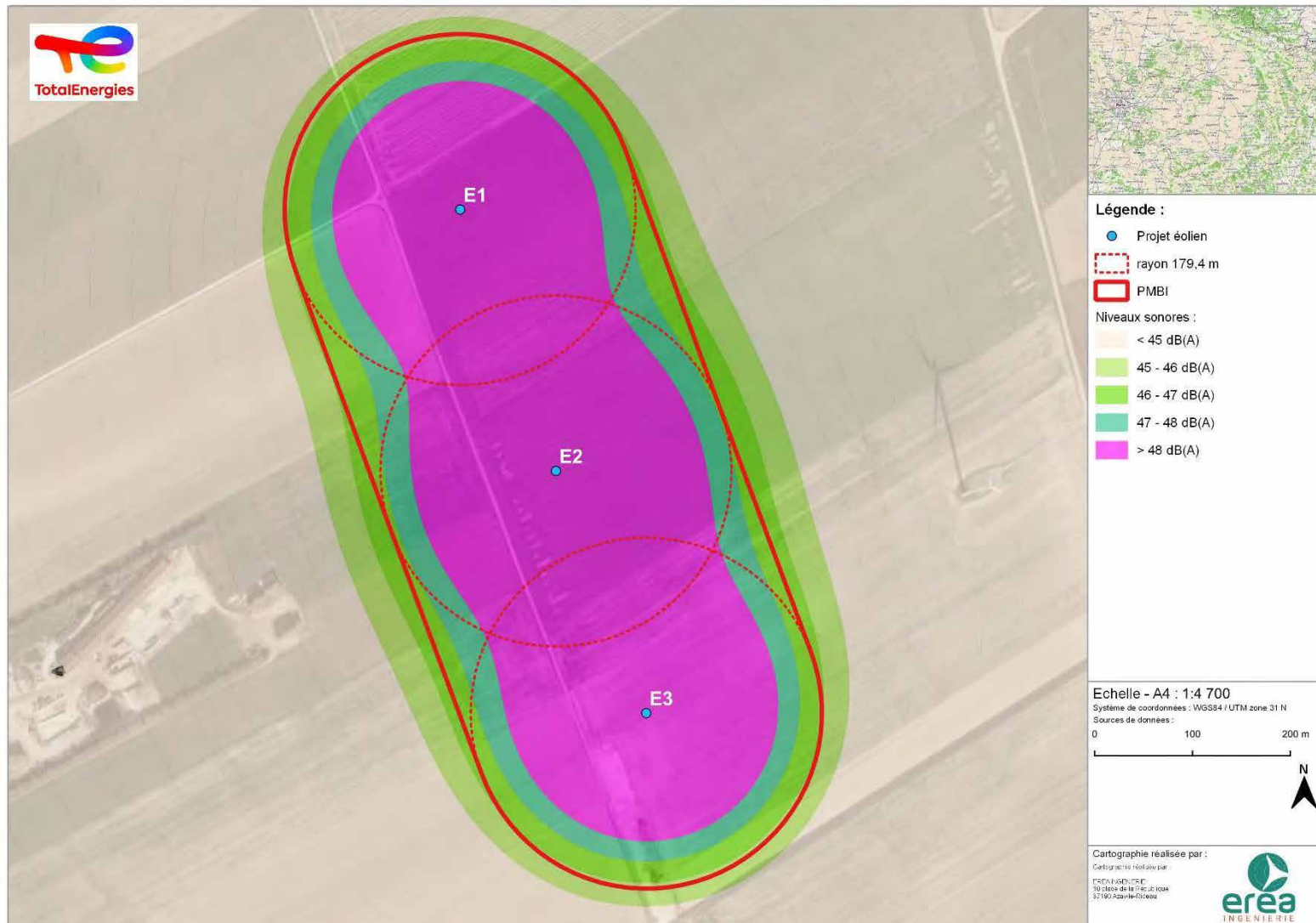
Le niveau de bruit maximal des installations éoliennes est fixé à 70 dB(A) pour la période de jour et 60 dB(A) pour la période de nuit dans le périmètre de mesure du bruit. Ce périmètre correspond au plus petit polygone dans lequel sont inscrits les disques de centre chaque aérogénérateur et de rayon R défini par :

- $R = 1,2 \times (\text{hauteur du moyeu} + \text{longueur d'un demi-rotor})$

Ainsi, le rayon du périmètre de mesure du bruit de l'installation du projet est de 179,4 m pour la N117. Les niveaux sonores calculés en limite du périmètre de mesure du bruit de l'installation sont au maximum entre 45 et 47 dB(A) à 2 m de hauteur pour la vitesse de vent correspondant aux émissions de bruits les plus bruyantes. D'autre part, ces niveaux sonores sont calculés avec un fonctionnement normal (sans bridage) des éoliennes. Ces niveaux sont donc inférieurs aux seuils réglementaires de 70 dB(A) de jour et 60 dB(A) de nuit.

La figure qui suit illustre les niveaux sonores à l'intérieur du périmètre de mesure du bruit de l'installation (PMBI).

Ainsi, pour toutes les vitesses de vent, les seuils réglementaires sont respectés en limite du périmètre de mesure du bruit de l'installation (PMBI) pour toutes les éoliennes étudiées



Carte d'isophones au périmètre de mesure du bruit de l'installation (PMBI) pour les éoliennes N117

5.4. TONALITE MARQUEE

La tonalité marquée est détectée dans un spectre non pondéré de tiers d'octave quand la différence de niveau entre la bande de tiers d'octave et les quatre bandes de tiers d'octave les plus proches (les deux bandes immédiatement inférieures et les deux bandes immédiatement supérieures) atteint ou dépasse les niveaux suivants :

50 Hz à 315 Hz	400 Hz à 1250 Hz	1600 Hz à 8000 Hz
10 dB	5 dB	5 dB

Ainsi, dans le cas où le bruit des éoliennes est à tonalité marquée de manière établie ou cyclique, sa durée d'apparition ne doit pas excéder 30% de la durée de fonctionnement de l'établissement dans chacune des périodes diurne et nocturne.

Les tonalités des différents modèles d'éoliennes sont calculées à partir des données des émissions spectrales des machines selon les données disponibles en tiers d'octave.

Les tableaux suivants présentent les tonalités en dB pour le modèle d'éoliennes étudié.

NORDEX - N117 - 3,6 MW - STE - 91 m

Fréquences	Vs							
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
50 Hz	1,0	1,3	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5
63 Hz	0,4	0,1	1,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
80 Hz	0,2	1,4	0,5	0,1	1,0	1,0	1,0	1,0
100 Hz	0,1	0,1	0,3	0,2	1,4	1,4	1,4	1,4
125 Hz	0,5	1,1	1,3	0,8	1,1	1,1	1,1	1,1
160 Hz	1,3	0,9	1,2	0,5	1,7	1,7	1,7	1,7
200 Hz	1,4	0,7	0,7	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4
250 Hz	0,4	0,6	0,7	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
315 Hz	0,0	0,3	0,0	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
400 Hz	1,0	1,3	1,3	1,1	1,4	1,4	1,4	1,4
500 Hz	1,0	1,3	1,2	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6
630 Hz	0,9	1,0	1,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6
800 Hz	1,3	1,0	0,8	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8
1000 Hz	0,5	0,2	0,7	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
1250 Hz	1,0	0,4	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
1600 Hz	0,1	0,7	0,2	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5
2000 Hz	0,5	0,3	0,5	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6
2500 Hz	0,1	0,4	0,6	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
3150 Hz	1,7	0,0	0,4	0,5	0,7	0,7	0,7	0,7
4000 Hz	0,7	0,0	0,7	1,0	0,7	0,7	0,7	0,7
5000 Hz	1,5	0,1	1,0	1,2	0,6	0,6	0,6	0,6
6300 Hz	0,6	3,0	1,8	1,7	1,4	1,4	1,4	1,4
8000 Hz	0,5	6,3	6,1	4,9	4,1	4,1	4,1	4,1

Calculs des tonalités de la variante N117 pour les différentes vitesses de vent standardisée

On remarque que la N117 connaît des tonalités marquées dans les hautes fréquences (à 8000 Hz).

Or les hautes fréquences ne se propagent que sur de faibles distances. En effet, la contribution sonore des éoliennes au droit du récepteur le plus exposé au projet est nulle pour ces

fréquences. Les tonalités marquées ne sont donc pas audibles au droit des habitations riveraines les plus exposées au projet.

Les émissions sonores du modèle d'éolienne considérées ne font apparaître aucune tonalité marquée au droit des zones à émergences réglementées les plus exposées.

5.5. EFFETS CUMULES

Ce paragraphe présente l'analyse des effets cumulés du projet de Coupetz 2 avec les projets à proximité, connus au sens de l'article R122-5 du Code de l'Environnement :

« Ces projets sont ceux qui, lors du dépôt de l'étude d'impact :

- ont fait l'objet d'une étude d'incidence environnementale au titre de l'article R181-14 et d'une enquête publique ;
- ont fait l'objet d'une évaluation environnementale au titre du présent code et pour lesquels un avis de l'autorité environnementale a été rendu public.

Sont exclus les projets ayant fait l'objet d'un arrêté mentionnant un délai et devenu caduc, ceux dont la décision d'autorisation est devenue caduque, dont l'enquête publique n'est plus valable ainsi que ceux qui ont été officiellement abandonnés par le maître d'ouvrage. »

La méthode d'analyse des effets cumulés est précisée dans le **guide relatif à l'élaboration des études d'impacts des projets de parcs éoliens terrestres de la Direction Générale de la Prévention des Risques** de décembre 2016, dans le chapitre 7.6. Méthodes d'analyses des effets cumulés. Ce guide écrit :

« Le développement de l'éolien implique de plus en plus de développer des projets dans des zones déjà prospectées et exploitées. L'étude acoustique doit, comme pour les autres thématiques, prendre en compte les effets cumulés. A ce titre les autres projets éoliens connus doivent être pris en compte de la façon suivante :

- Cas d'une modification d'un parc existant par le même exploitant (construit ou non) consistant à modifier une éolienne ou à ajouter une éolienne (extension de parc existant) : l'impact global du parc ainsi modifié doit être pris en compte (éoliennes déjà autorisées et nouvelles éoliennes) ;
- Cas d'un nouveau projet indépendant des autres projets connus avec des exploitants différents : pour les calculs d'émergence, le bruit résiduel correspond au bruit mesuré avec les autres parcs en fonctionnement (les autres parcs sont considérés en fonctionnement dans l'analyse des effets cumulés au même titre que les autres ICPE). »

Les projets les plus proches (moins de 3 km) de celui de Coupetz 2 sont les suivants :

- Côtes ronde
- Trente journée
- Cheppes 2

Ces parcs sont situés au-delà du projet de Coupetz 2 par rapport aux récepteurs de calculs. Il a été démontré dans cette étude au chapitre 5.1.4 que la contribution maximale émise par le projet de Coupetz 2 est de 29,1 dB(A). En étant plus éloignés, les projets voisins ne pourraient donc pas atteindre un niveau supérieur ou égal à 29,1 dB(A). Ceci implique que la contribution globale des projets ne pourrait atteindre un niveau supérieur ou égal à 32 dB(A). Par conséquent, il n'y aurait pas de risque d'émergence au droit de chaque récepteur présenté dans cette étude en considérant tous les projets en fonctionnement.

Le contexte éolien est présenté sur la carte ci-dessous.



Localisation des parcs éoliens et projets connus les plus proches du projet de Coupetz 2

5.6. SCENARIO DE REFERENCE

Selon l'article R122-5 du code de l'environnement, l'étude d'impact doit comporter une description des aspects pertinents de l'état actuel de l'environnement, dénommée "scénario de référence", et de leur évolution en cas de mise en œuvre du projet ainsi qu'un aperçu de l'évolution probable de l'environnement en l'absence de mise en œuvre du projet, dans la mesure où les changements naturels par rapport au scénario de référence peuvent être évalués moyennant un effort raisonnable sur la base des informations environnementales et des connaissances scientifiques disponibles.

L'ambiance sonore au sein de la zone d'étude est représentative d'une zone rurale où l'activité anthropique est la principale source sonore. Les sources sonores dominantes sont les activités agricoles et la végétation. Ces bruits vont a priori peu évoluer. En effet, seul le trafic routier risque d'augmenter légèrement sans toutefois modifier l'ambiance sonore générale.

6. CONCLUSION

Ce rapport fait état d'une étude acoustique détaillée menée dans le cadre du dossier de demande d'autorisation environnementale du projet éolien de Coupetz 2. Ce rapport intègre les différents éléments de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement (Section 6 – Articles 26 à 31).

Ce projet prévoit l'implantation de plusieurs éoliennes dans le département de la Marne (51) sur la commune de Coupetz. La présente étude prend en compte l'ensemble de ces éoliennes et s'articule autour des trois principaux axes suivants :

- **Détermination du bruit résiduel** sur le site en fonction de la vitesse du vent (mesures),
- **Estimation de la contribution sonore du projet** au droit des habitations riveraines (calculs),
- **Analyse de l'émergence** au droit de ces habitations afin de valider le respect de la réglementation française en vigueur, ou le cas échéant, de proposer des solutions adaptées pour respecter les seuils réglementaires.

6.1. ETAT INITIAL

Les niveaux sonores mesurés *in situ* sont variables d'une journée à l'autre, mais d'une manière générale les niveaux observés de jour comme de nuit sont caractéristiques d'un environnement rural.

Les mesures de bruit réalisées ont été analysées à partir de l'indicateur L50 en fonction de la vitesse du vent (vitesse standardisée à 10 m du sol). **Ces niveaux varient globalement entre 38 et 49 dB(A) selon les classes de vent (entre 3 et 10 m/s).**

6.2. ANALYSE PREVISIONNELLE ET EMERGENCES

Les habitations riveraines les plus proches du projet sont situées à une distance de plus de 1390 m des premières éoliennes.

Les émergences globales au droit des habitations sont calculées à partir de la contribution des éoliennes du projet de Coupetz 2 (pour des vitesses de vent allant de 3 à 10 m/s) et du bruit existant déterminé à partir des mesures *in situ* (selon les analyses L₅₀ / vitesse du vent). Le modèle d'éolienne suivant Nordex N117 – 3,6 MW – 91m a été étudié dans la présente étude.

Les calculs des émergences ne montrent aucun risque de dépassement des seuils réglementaires au droit de l'ensemble des habitations, en période de jour et de nuit, pour les deux directions de vent.

Il n'apparaît pas de tonalité marquée au droit des habitations riveraines du projet pour le type de machine utilisé pour le projet de Coupetz 2.

Dans le périmètre de mesure du bruit défini à l'article 2 de l'arrêté du 26 août 2011, les niveaux de bruit sont inférieurs aux seuils réglementaires fixés pour les périodes de jour et de nuit qui sont respectivement de 70 et 60 dB(A).

En conclusion, l'analyse acoustique prévisionnelle fait apparaître que les seuils réglementaires admissibles seront respectés, pour l'ensemble des zones à émergence réglementée concernées par le projet éolien, quelles que soient les périodes de jour ou de nuit et les conditions (vitesse et direction) de vent.

ANNEXES

ANNEXE N°1 : ANALYSES « BRUIT-VENT

ANNEXE N°2 : AUTRES VARIANTES D'IMPLANTATIONS

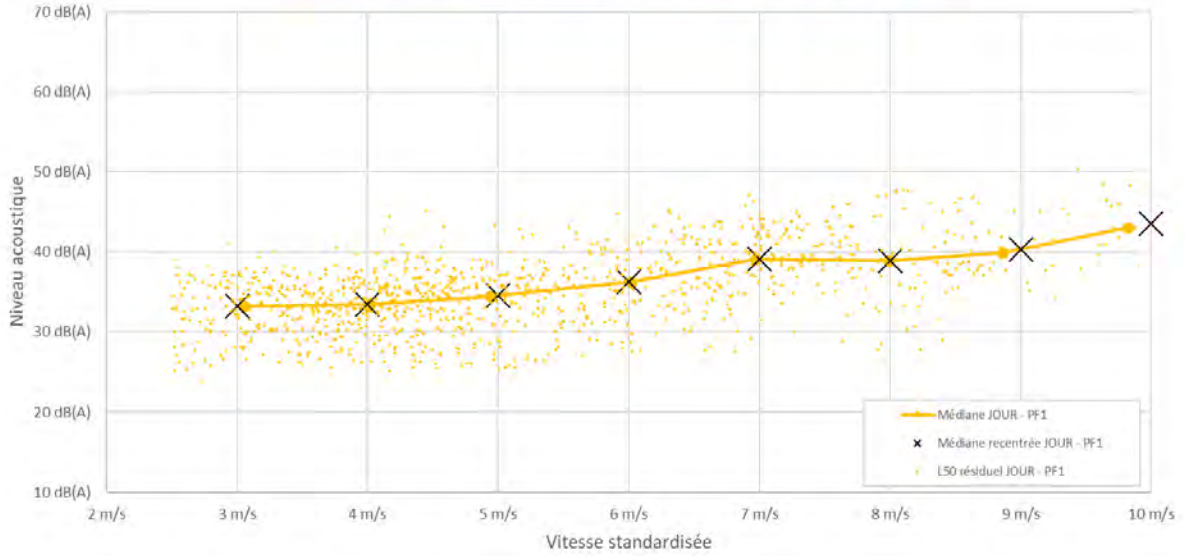
ANNEXE N°3 : DONNEES DES EMISSIONS DES EOLIENNES

ANNEXE N°4 : LOGICIEL DE CALCULS

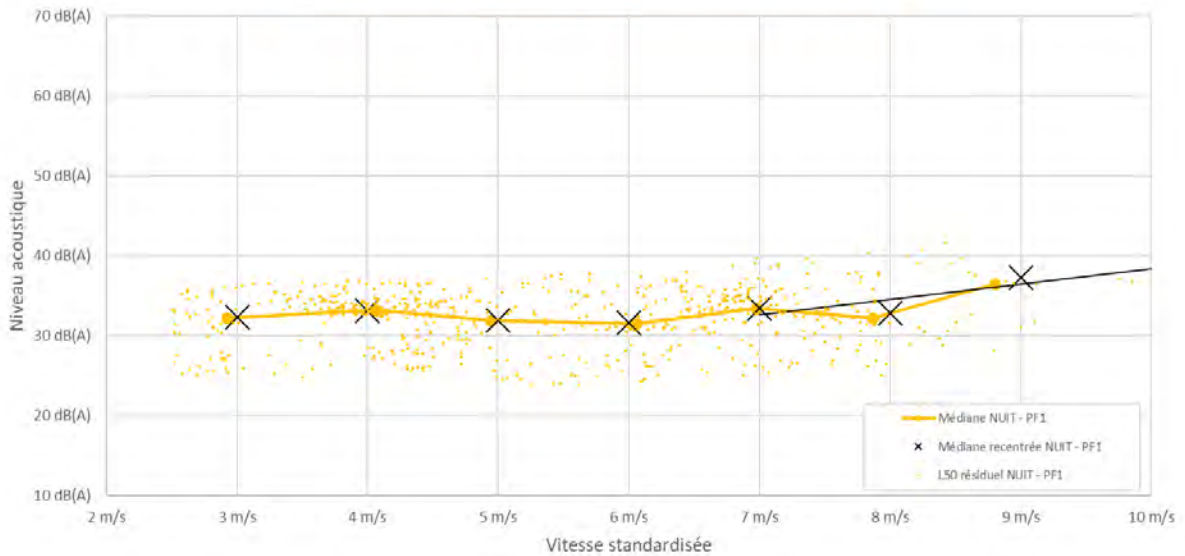
ANNEXE N°1 : ANALYSES « BRUIT-VENT »

Les analyses « bruit-vent » sont présentées ci-après pour chacun des 2 points de mesures réalisés.

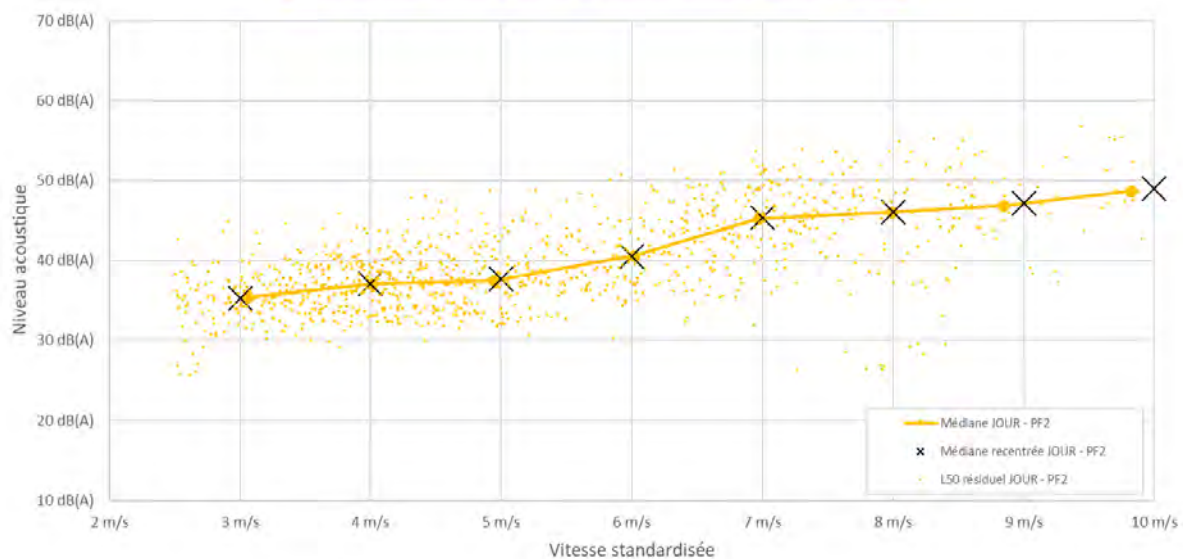
PF1 - Période du Jour (7h - 22h) - 5 Grande rue, 51240 Coupetz



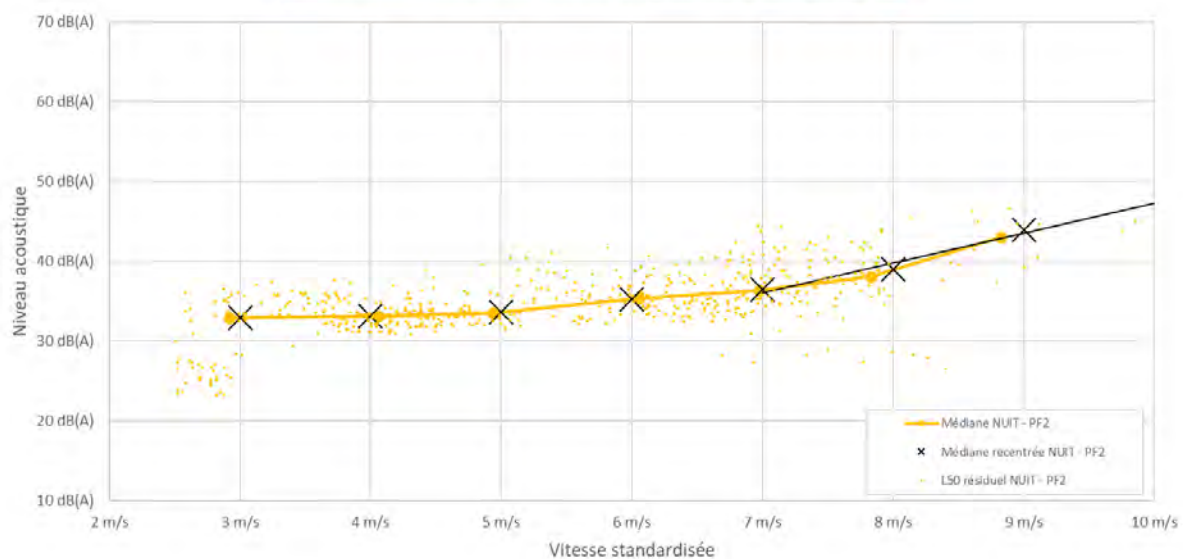
PF1 - Période de Nuit (22h - 7h) - 5 Grande rue, 51240 Coupetz



PF2 - Période du Jour (7h - 22h) - 45 Grande rue, 51240 Coupetz



PF2 - Période de Nuit (22h - 7h) - 45 Grande rue, 51240 Coupetz



ANNEXE N°2 : AUTRES VARIANTES D'IMPLANTATIONS

La variante initiale est composée de 5 éoliennes. Les coordonnées d'implantation des éoliennes sont données dans le tableau suivant :

Eoliennes	Lambert 93	
	X	Y
E1	801266,7	6859812,9
E2	801364,5	6859545,8
E3	801456,8	6859298,3
E4	800616,8	6859642,8
E5	800765,8	6858986,5

Tableau des coordonnées d'implantation des éoliennes

Les calculs sont réalisés à partir du modèle suivant :

- VESTAS - V136 - 4,2 MW - STE - 112 m de hauteur nacelle, avec peignes

Les émissions acoustiques utilisées dans les calculs de propagation correspondent aux valeurs globales garanties. Le détail de ces données est présenté en annexe 3. Les données des émissions acoustiques prises comme hypothèses de base dans les calculs de propagation sont présentées dans les tableaux ci-après :

VESTAS - V136 - 4,2 MW - STE - 112 m

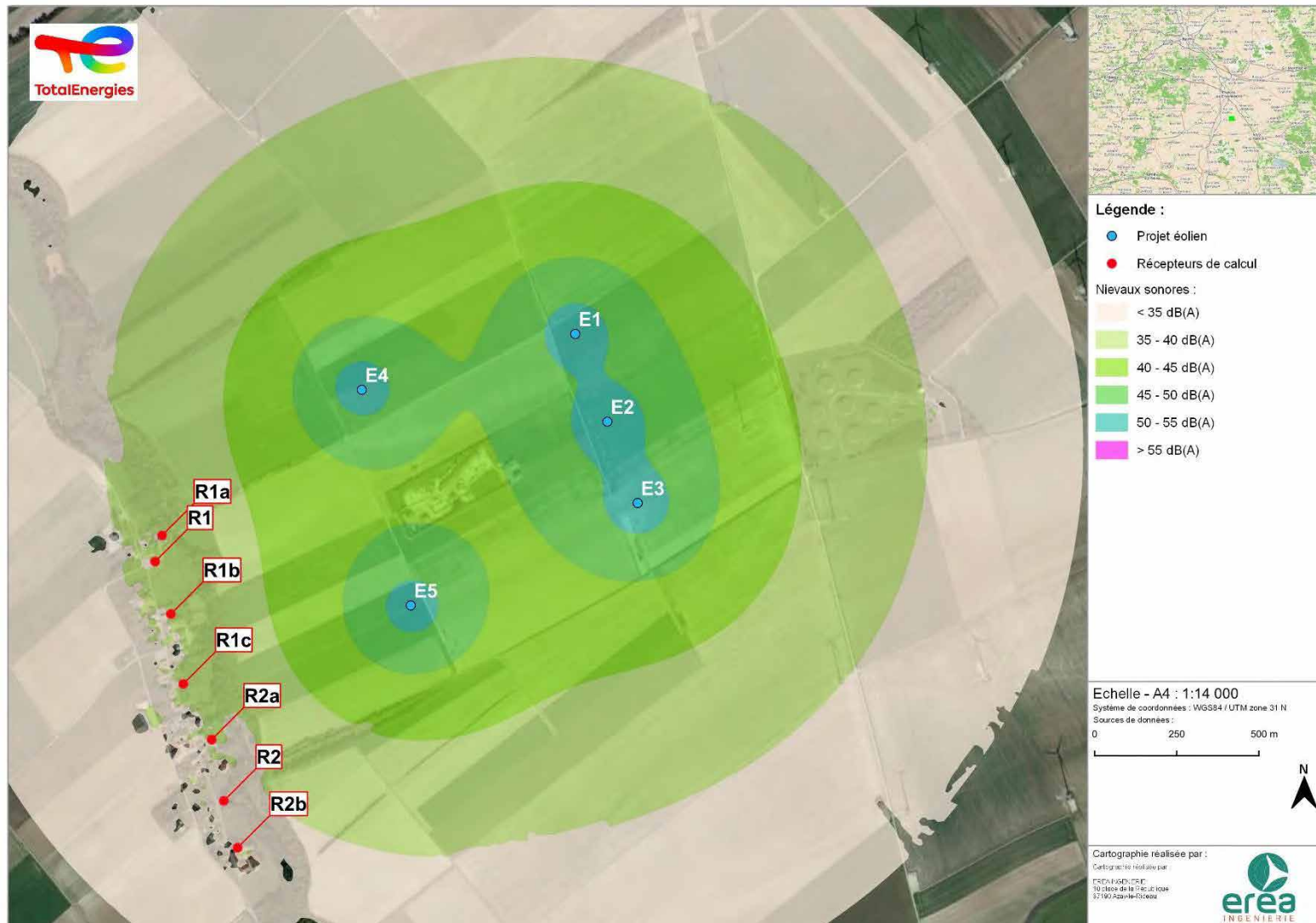
Vs Fréquences	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
25 Hz	50,5	54,2	59,6	63,4	63,9	64,1	64,5	65,0
31,5 Hz	55,1	58,8	64,2	67,8	68,3	68,5	68,8	69,2
40 Hz	59,5	63,2	68,5	72,1	72,5	72,7	72,9	73,2
50 Hz	63,2	66,9	72,2	75,7	76,1	76,2	76,4	76,7
63 Hz	66,7	70,4	75,7	79,1	79,4	79,6	79,7	79,9
80 Hz	70,0	73,7	78,9	82,2	82,6	82,7	82,8	82,9
100 Hz	72,7	76,4	81,6	84,8	85,2	85,2	85,3	85,4
125 Hz	75,1	78,8	83,9	87,1	87,4	87,5	87,5	87,6
160 Hz	77,3	81,0	86,1	89,3	89,6	89,6	89,6	89,6
200 Hz	79,0	82,7	87,8	90,9	91,2	91,2	91,2	91,2
250 Hz	80,3	84,1	89,1	92,2	92,5	92,4	92,4	92,4
315 Hz	81,3	85,1	90,1	93,1	93,4	93,4	93,4	93,3
400 Hz	82,0	85,8	90,8	93,8	94,1	94,1	94,0	94,0
500 Hz	82,3	86,1	91,1	94,1	94,4	94,3	94,3	94,3
630 Hz	82,3	86,0	91,0	94,0	94,3	94,3	94,3	94,2
800 Hz	81,9	85,6	90,6	93,6	93,9	93,9	93,9	93,8
1000 Hz	81,1	84,8	89,8	92,9	93,2	93,2	93,2	93,2
1250 Hz	80,0	83,7	88,7	91,8	92,1	92,2	92,2	92,2
1600 Hz	78,4	82,1	87,1	90,3	90,6	90,7	90,7	90,8
2000 Hz	76,7	80,3	85,3	88,6	88,9	89,0	89,0	89,1
2500 Hz	74,6	78,2	83,3	86,5	86,9	87,0	87,1	87,2
3150 Hz	72,1	75,6	80,8	84,1	84,4	84,5	84,7	84,9
4000 Hz	69,1	72,6	77,8	81,2	81,5	81,7	81,9	82,1
5000 Hz	65,9	69,4	74,6	78,1	78,5	78,7	78,9	79,2
6300 Hz	62,3	65,8	71,0	74,6	75,0	75,2	75,5	75,9
8000 Hz	58,2	61,7	66,9	70,6	71,1	71,3	71,7	72,2
10000 Hz	54,0	57,4	62,8	66,5	67,0	67,3	67,8	68,4
Global en dB(A)	91,8	95,5	100,5	103,6	103,9	103,9	103,9	103,9

Hypothèses d'émissions en mode de fonctionnement normal – V136– 4,2 MW

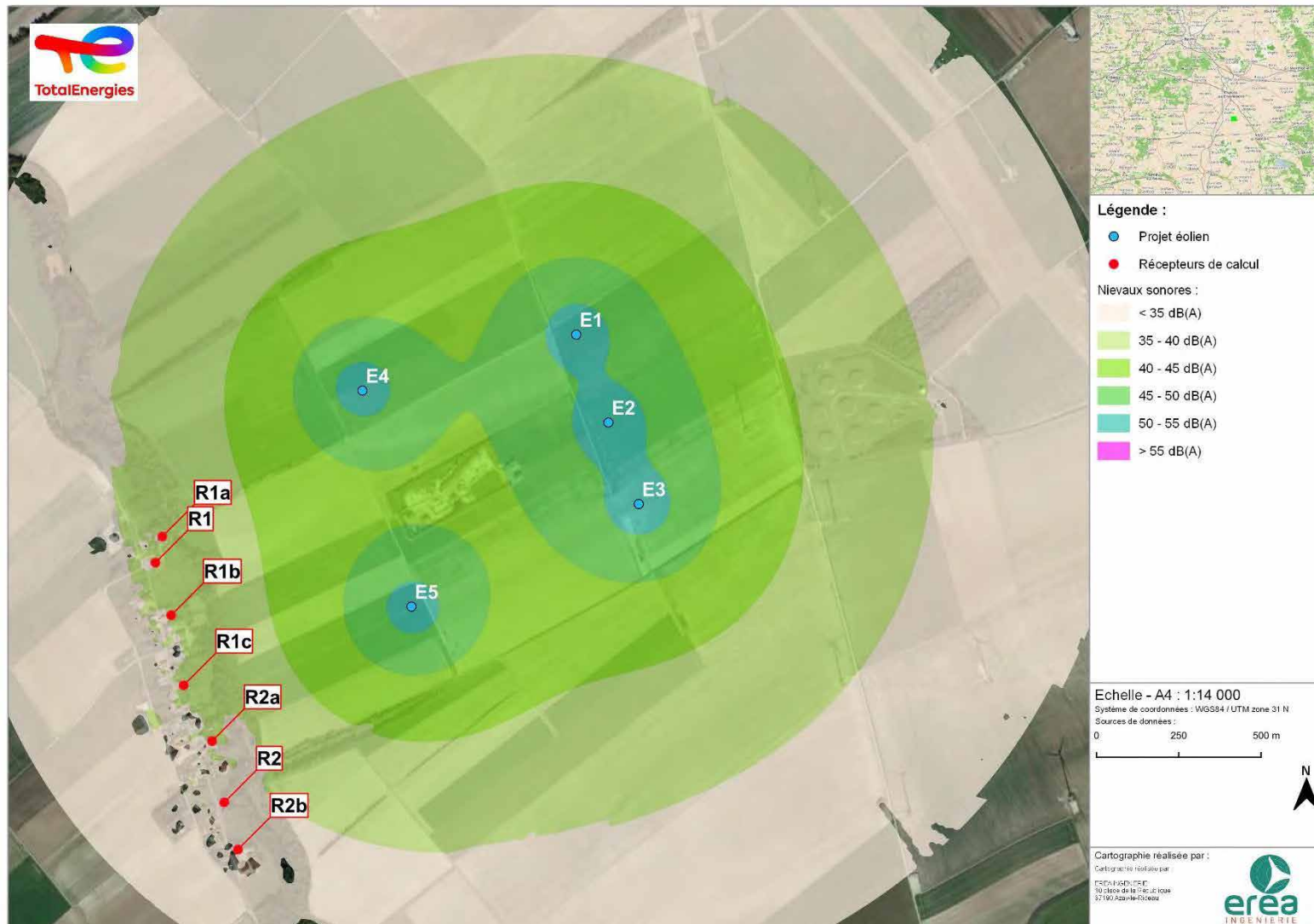
La variante intermédiaire a la même implantation que la variante finale présentée dans cette étude, seul le modèle d'éolienne varie. Il s'agit du modèle suivant :

- VESTAS - V136 - 4,2 MW - STE - 112 m de hauteur nacelle, avec peignes

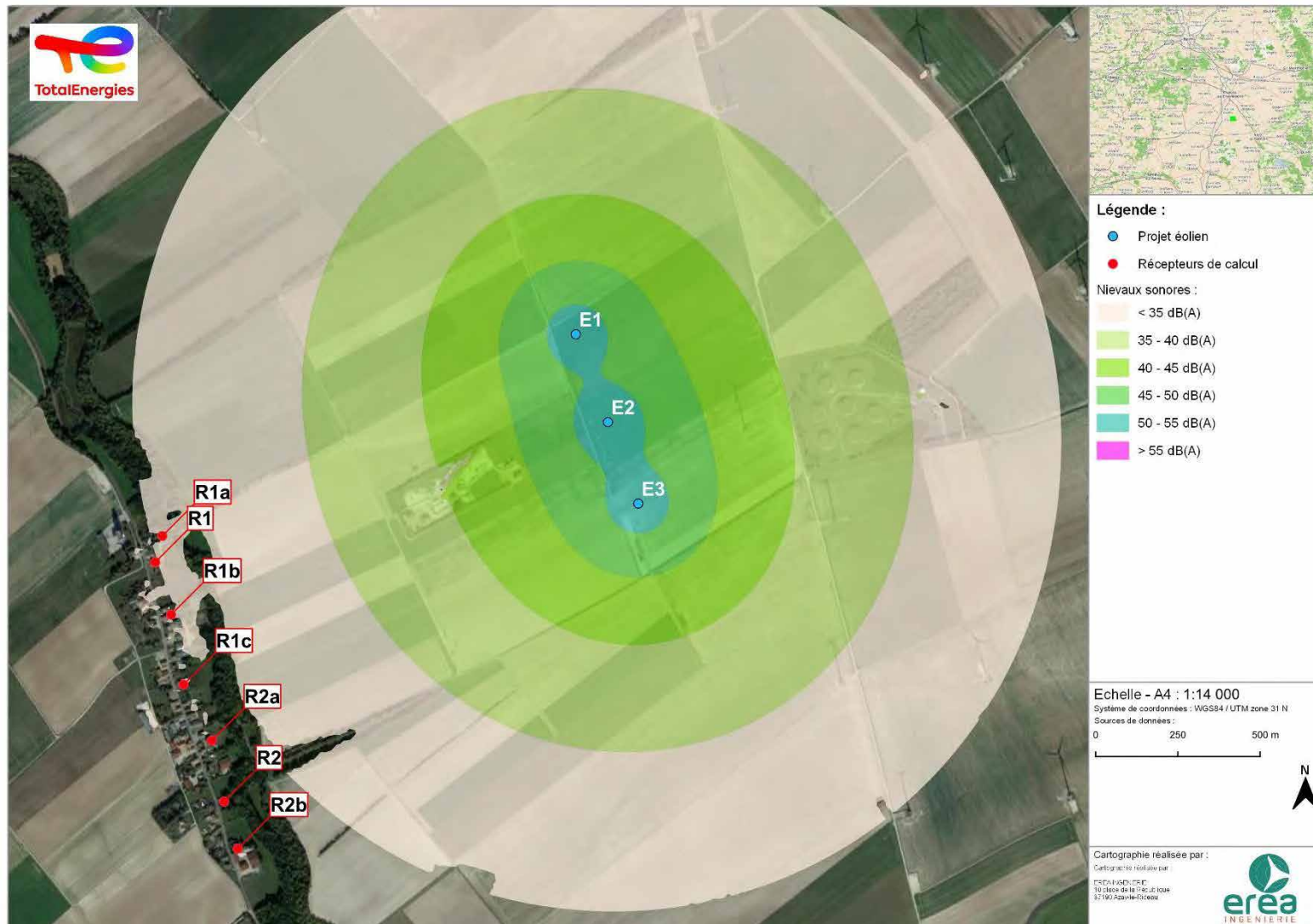
Les cartes d'isophones présentées dans la suite de ce document illustrent la propagation du bruit des éoliennes du projet dans l'environnement à une hauteur de 2 m du sol, pour les variantes initiale et intermédiaire.



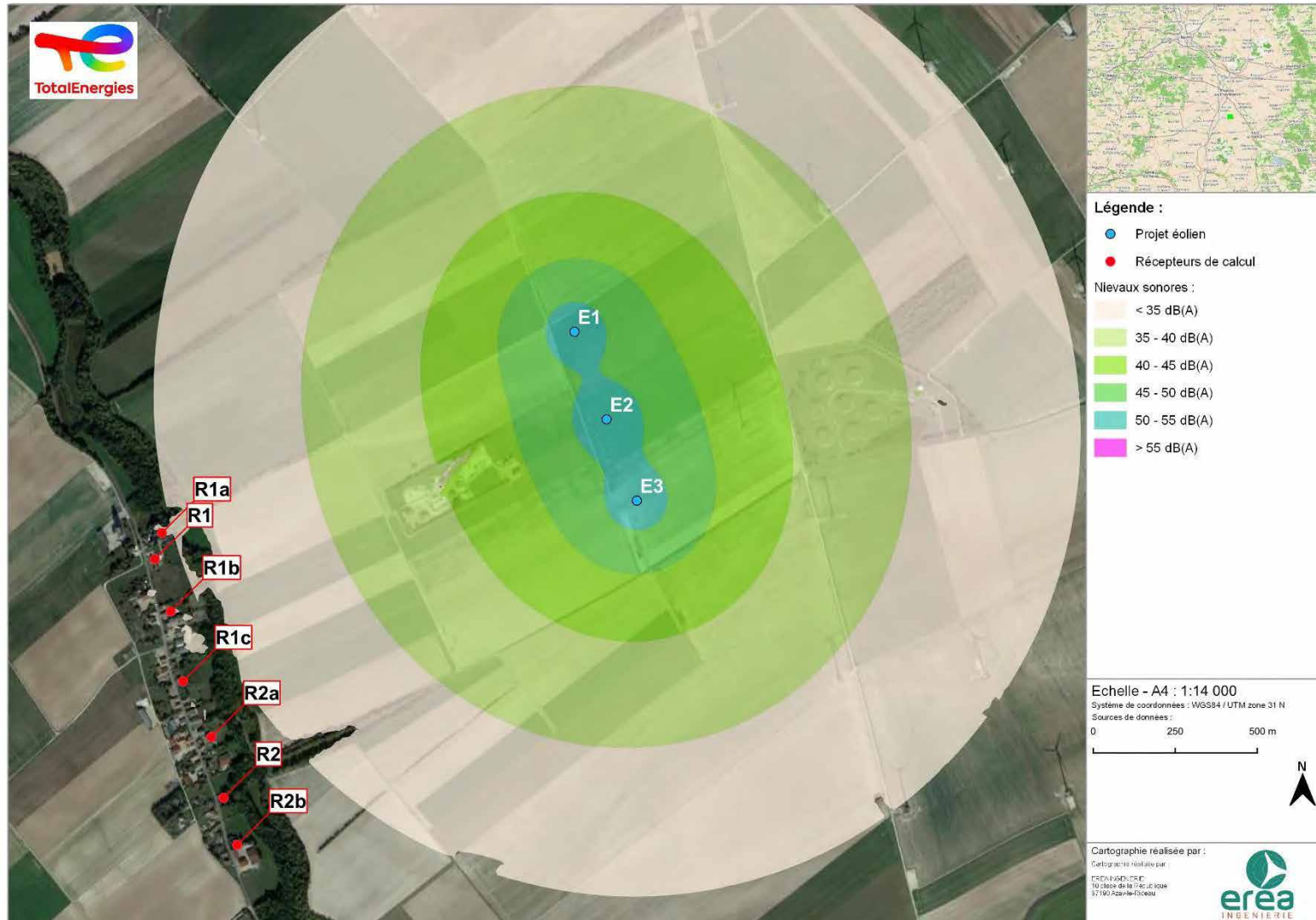
Carte d'isophones de la contribution de la variante initiale à la vitesse standardisée 10 m/s – Vent Nord-Est



Carte d'isophones de la contribution de la variante initiale à la vitesse standardisée 10 m/s – Vent Sud-Ouest



Carte d'isophones de la contribution de la variante intermédiaire à la vitesse standardisée 10 m/s – Vent Nord-Est



Carte d'isophones de la contribution de la variante intermédiaire à la vitesse standardisée 10 m/s – Vent Sud-Ouest

Ces cartes d'isophones permettent d'identifier que les contributions sonores sont plus importantes que pour celles de la variante finale. En effet, pour la variante initiale le niveau sonore peut atteindre au moins 35 dB(A) au droit de plusieurs récepteurs. Concernant la variante intermédiaire, le niveau peut atteindre au moins 30 dB(A) au droit de plusieurs récepteurs.

ANNEXE N°3 : DONNEES DES EMISSIONS DES EOLIENNES

Classification: IP - Nordex Internal



Third octave sound power levels

Nordex N117/3600

© Nordex Energy GmbH, Langenhorner Chaussee 600, D-22419 Hamburg, Germany
All rights reserved. Observe protection notice ISO 16016.

Classification: IP - Nordex Internal



Third octave sound power levels with serrated trailing edge – PM1

hub height 91 m – 103.5 dB(A)

third octave sound power levels [dB(A)] at standardized wind speeds v_s										
Frequency	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s
10 Hz	35.9	35.9	44.1	47.9	48.7	48.7	48.7	48.7	48.7	48.7
12.5 Hz	38.7	38.7	47.0	50.7	51.5	51.5	51.5	51.5	51.5	51.5
16 Hz	45.0	45.0	53.2	57.0	57.8	57.8	57.8	57.8	57.8	57.8
20 Hz	47.3	47.3	55.5	59.3	60.1	60.1	60.1	60.1	60.1	60.1
25 Hz	52.4	52.4	60.7	64.4	65.2	65.2	65.2	65.2	65.2	65.2
31.5 Hz	56.3	56.3	64.5	68.3	69.1	69.1	69.1	69.1	69.1	69.1
40 Hz	60.0	60.0	68.3	72.0	72.8	72.8	72.8	72.8	72.8	72.8
50 Hz	63.2	63.2	71.4	75.2	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0
63 Hz	67.6	67.7	73.9	77.9	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5
80 Hz	70.5	71.8	77.7	80.9	81.3	81.3	81.3	81.3	81.3	81.3
100 Hz	73.3	73.6	79.6	83.4	85.5	85.5	85.5	85.5	85.5	85.5
125 Hz	75.3	75.2	80.9	84.6	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2	85.2
160 Hz	76.8	77.1	84.4	86.2	86.2	86.2	86.2	86.2	86.2	86.2
200 Hz	80.8	80.1	84.3	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6
250 Hz	81.6	81.6	85.6	88.1	88.0	88.0	88.0	88.0	88.0	88.0
315 Hz	82.6	82.5	86.3	89.7	89.6	89.6	89.6	89.6	89.6	89.6
400 Hz	82.0	81.7	85.6	88.9	88.5	88.5	88.5	88.5	88.5	88.5
500 Hz	82.0	81.7	85.8	88.9	88.8	88.8	88.8	88.8	88.8	88.8
630 Hz	81.4	81.7	85.5	89.6	89.8	89.8	89.8	89.8	89.8	89.8
800 Hz	80.6	81.9	86.7	89.9	90.4	90.4	90.4	90.4	90.4	90.4
1000 Hz	80.6	83.4	88.6	91.7	92.3	92.3	92.3	92.3	92.3	92.3
1250 Hz	79.7	83.4	88.6	91.9	92.5	92.5	92.5	92.5	92.5	92.5
1600 Hz	80.2	84.7	89.6	92.6	93.5	93.5	93.5	93.5	93.5	93.5
2000 Hz	79.7	84.2	89.2	91.8	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7
2500 Hz	78.8	84.0	90.2	92.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4
3150 Hz	76.4	82.6	89.7	92.5	93.2	93.2	93.2	93.2	93.2	93.2
4000 Hz	76.1	81.1	89.1	92.1	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4
5000 Hz	76.2	78.7	87.5	90.7	90.6	90.6	90.6	90.6	90.6	90.6
6300 Hz	73.9	73.3	82.9	86.1	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6
8000 Hz	70.8	66.1	75.3	79.8	80.7	80.7	80.7	80.7	80.7	80.7
10000 Hz	62.8	58.0	67.2	71.7	72.7	72.7	72.7	72.7	72.7	72.7
Total sound power level	92.5	94.5	100.0	103.0	103.5	103.5	103.5	103.5	103.5	103.5

RESTRICTED

DMS 0067-4732 V03

V136-4.0/4.2 MW

Third octave noise emission

Original Instruction: T05 0067-4732 VER 03



T05 0067-4732 Ver 03 - Approved - Exported from DMS: 2018-08-01 by NELAN

Vestas Wind Systems A/S · Hedeager · 8200 Aarhus N · Denmark · www.vestas.com

VESTAS PROPRIETARY NOTICE: This document contains valuable confidential information of Vestas Wind Systems A/S. It is protected by copyright law as an unpublished work. Vestas reserves all patent, copyright, trade secret, and other proprietary rights to it. The information in this document may not be used, reproduced, or disclosed except if and to the extent rights are expressly granted by Vestas in writing and subject to applicable conditions. Vestas disclaims all warranties except as expressly granted by written agreement and is not responsible for unauthorized uses, for which it may pursue legal remedies against responsible parties.

DMS no.: 0067-4732_03
Issued by: Technology
Type: T05

RESTRICTED
V136-4.0/4.2 MW
Third octave noise emission

Date 2018-05-03

Page 5 of 16

Original Instruction: T05 0067-4732 VER.03

3. Results

3.1 Results V136 4.0 MW, Mode 0

Frequency	Hub height wind speeds [m/s]																			
	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	11 m/s	12 m/s	13 m/s	14 m/s	15 m/s	16 m/s	17 m/s	18 m/s	19 m/s	20 m/s		
6.3 Hz	15.6	15.3	16.1	19.9	23.8	28.6	30.1	30.4	30.8	31.1	32.0	32.7	33.3	33.9	34.4	34.9	35.3	35.7		
8 Hz	22.4	22.3	23.2	26.9	30.7	35.3	36.8	37.1	37.4	37.7	38.5	39.1	39.6	40.2	40.6	41.1	41.4	41.8		
10 Hz	28.5	28.4	29.4	33.0	36.9	41.3	42.7	43.0	43.3	43.6	44.2	44.8	45.2	45.8	46.1	46.5	46.8	47.1		
12.5 Hz	34.2	34.1	35.3	38.8	42.7	47.0	48.3	48.5	48.8	49.1	49.7	50.2	50.6	51.0	51.3	51.7	52.0	52.2		
16 Hz	40.2	40.1	41.4	44.9	48.7	52.9	54.2	54.4	54.6	54.8	55.3	55.8	56.1	56.5	56.7	57.0	57.3	57.5		
20 Hz	45.2	45.2	46.5	50.0	53.8	57.8	59.1	59.3	59.5	59.7	60.1	60.5	60.8	61.1	61.3	61.6	61.8	62.0		
25 Hz	50.0	50.0	51.4	54.8	58.5	62.5	63.7	63.9	64.0	64.2	64.6	64.9	65.1	65.4	65.6	65.8	66.0	66.2		
31.5 Hz	54.5	54.5	56.0	59.4	63.1	67.0	68.1	68.3	68.4	68.5	68.9	69.1	69.3	69.6	69.7	69.9	70.1	70.2		
40 Hz	58.8	58.9	60.4	63.8	67.5	71.2	72.4	72.5	72.6	72.7	72.9	73.2	73.3	73.5	73.6	73.8	73.9	74.0		
50 Hz	62.5	62.6	64.2	67.5	71.2	74.9	76.0	76.1	76.2	76.2	76.4	76.6	76.7	76.9	77.0	77.1	77.2	77.3		
63 Hz	66.0	66.1	67.8	71.0	74.7	78.3	79.4	79.5	79.5	79.6	79.7	79.9	80.0	80.1	80.2	80.3	80.3	80.4		
80 Hz	69.2	69.4	71.1	74.3	77.9	81.5	82.5	82.6	82.6	82.7	82.8	82.9	82.9	83.0	83.1	83.2	83.2	83.3		
100 Hz	71.9	72.0	73.8	77.0	80.6	84.1	85.1	85.2	85.2	85.2	85.3	85.4	85.4	85.5	85.5	85.6	85.6	85.6		
125 Hz	74.2	74.4	76.2	79.3	83.0	86.4	87.4	87.4	87.5	87.5	87.5	87.6	87.6	87.6	87.7	87.7	87.7	87.7		
160 Hz	76.4	76.6	78.4	81.6	85.2	88.6	89.6	89.6	89.6	89.6	89.6	89.6	89.6	89.7	89.7	89.7	89.7	89.7		
200 Hz	78.1	78.3	80.1	83.2	86.9	90.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2		
250 Hz	79.4	79.6	81.5	84.6	88.2	91.5	92.5	92.5	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.4	92.3	92.3		
315 Hz	80.4	80.6	82.5	85.6	89.2	92.5	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.3	93.3	93.3	93.3	93.3	93.2		
400 Hz	81.1	81.3	83.2	86.3	89.9	93.1	94.1	94.1	94.1	94.1	94.0	94.0	94.0	93.9	93.9	93.9	93.9	93.9		
500 Hz	81.4	81.6	83.5	86.6	90.2	93.4	94.4	94.4	94.4	94.3	94.3	94.3	94.2	94.2	94.2	94.2	94.1	94.1		
630 Hz	81.4	81.6	83.4	86.5	90.1	93.3	94.3	94.3	94.3	94.3	94.3	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2	94.1	94.1		
800 Hz	81.0	81.2	83.0	86.1	89.7	92.9	93.9	93.9	93.9	93.9	93.9	93.8	93.8	93.8	93.8	93.8	93.8	93.8		
1 kHz	80.2	80.5	82.2	85.3	88.9	92.2	93.2	93.2	93.2	93.2	93.2	93.2	93.2	93.2	93.2	93.2	93.2	93.2		
1.25 kHz	79.2	79.4	81.1	84.2	87.8	91.1	92.1	92.1	92.2	92.2	92.2	92.2	92.2	92.2	92.2	92.2	92.2	92.2		
1.6 kHz	77.7	77.8	79.5	82.6	86.2	89.6	90.6	90.6	90.6	90.7	90.7	90.7	90.8	90.8	90.8	90.8	90.9	90.9		
2 kHz	75.9	76.1	77.7	80.9	84.4	87.8	88.9	88.9	88.9	89.0	89.0	89.1	89.2	89.2	89.2	89.3	89.3	89.4		
2.5 kHz	73.8	74.0	75.6	78.7	82.3	85.8	86.8	86.9	86.9	87.0	87.1	87.2	87.2	87.3	87.4	87.4	87.5	87.5		
3.15 kHz	71.3	71.5	73.0	76.2	79.8	83.3	84.4	84.4	84.5	84.6	84.7	84.8	84.9	85.0	85.1	85.2	85.3	85.3		
4 kHz	68.4	68.5	70.0	73.2	76.8	80.4	81.5	81.5	81.6	81.7	81.9	82.1	82.2	82.3	82.5	82.6	82.7	82.7		
5 kHz	65.3	65.4	66.8	70.0	73.6	77.3	78.4	78.5	78.6	78.7	79.0	79.2	79.3	79.5	79.7	79.8	79.9	80.0		
6.3 kHz	61.7	61.8	63.1	66.4	70.0	73.7	74.9	75.0	75.2	75.3	75.6	75.8	76.0	76.3	76.4	76.6	76.8	76.9		
8 kHz	57.7	57.7	59.0	62.3	65.9	69.7	70.9	71.1	71.2	71.4	71.8	72.1	72.3	72.6	72.8	73.0	73.2	73.3		
10 kHz	53.6	53.6	54.7	58.0	61.7	65.6	66.9	67.0	67.2	67.4	67.8	68.2	68.5	68.8	69.1	69.3	69.5	69.7		
A-wgt	90.9	91.1	92.9	96.0	99.6	102.9	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9		

Table 1: V136-4.0MW Mode 0, expected 1/3 octave band performance, (Blades with serrated trailing edge)

T05 0067-4732 Ver 03 - Approved - Exported from DMS: 2018-08-01 by NELAN

ANNEXE N°4 : LOGICIEL DE CALCUL

L'analyse des incertitudes et de la sensibilité des calculs est complexe à estimer car elles sont très dépendantes des données d'entrées (données géométriques et données acoustiques).

En tout état de cause, au stade des études prévisionnelles, le parti pris est de prendre l'ensemble des dispositions nécessaires pour s'affranchir au maximum des incertitudes en restant conservateur.

Ainsi, tout comme en phase de mesures et d'estimation du bruit ambiant préexistant, les hypothèses de calcul prises sont également plutôt à tendance majorante (le plus en faveur des riverains) :

- Hypothèses d'émission du constructeur : prise en compte des données garanties du constructeur qui sont généralement plus élevées que les données mesurées.
- Calculs avec occurrences météorologiques maximum (100 %) pour toutes les directions de vent.

La prise en compte de l'ensemble des hypothèses majorantes est un gage de sécurité pour le respect des émergences réglementaires.

Détails sur la modélisation avec le logiciel CadnaA

Les principales caractéristiques du logiciel que nous utilisons pour les projets éoliens sont les suivantes :


- Modélisation réelle du site en trois dimensions : topographie et présence des bâtiments.
- Modélisation des éoliennes par des sources ponctuelles à hauteur de la nacelle.
- Calcul de propagation selon la norme ISO 9613-2 (prise en compte de l'atténuation atmosphérique, de la nature du sol, des réflexions sur les bâtiments, des conditions météorologiques ...).
- Calculs en fréquence à partir des spectres fournis par le constructeur.

On trouvera ci-après une présentation du logiciel qui est adapté à la propagation de tous types de bruit dans l'environnement : routes, voies ferrées, sites industriels, équipements divers.

Cadna A[®]
State-of-the-art
noise prediction software



CadnaA : une solution logicielle simple d'utilisation, pour le calcul, l'évaluation, la prévision et la présentation de l'exposition acoustique et de l'impact des polluants dans l'air

 **DataKustik**

CadnaA en bref

Que vous cherchiez à étudier l'impact sonore d'une zone industrielle, d'un centre commercial avec un parking, d'un réseau de routes et de voies ferrées ou même d'une ville entière avec un aéroport :

CadnaA répondra à tous vos besoins !

❖ Présentation interactive en ligne

Grâce à notre présentation interactive en ligne (entre 15 et 45 mn), découvrez les caractéristiques du logiciel CadnaA les plus utiles à vos besoins particuliers. Tout ce dont vous avez besoin est un ordinateur avec une connexion Internet et une liaison téléphonique.

Envoyez vos questions à l'adresse Info@dataakustik.com

❖ Manipulation intuitive

Travailler dans une interface claire et bien ordonnée pour des calculs simples, tout en bénéficiant des possibilités les plus sophistiquées pour la manipulation de vos données lorsque l'analyse devient plus complexe.

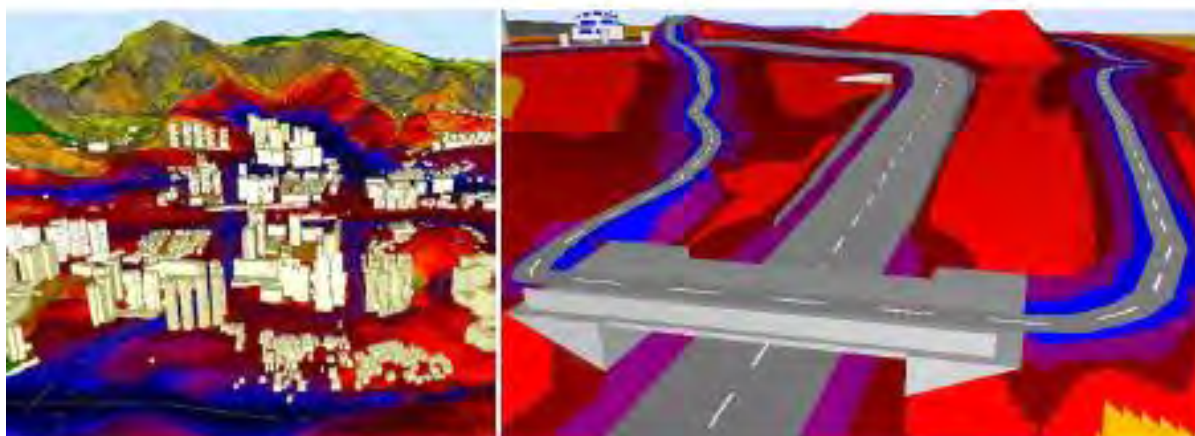
Concentrez-vous sur le projet, et non pas sur le logiciel. Toutes les caractéristiques concernant les données et les analyses sont simples et intuitives à manipuler.

❖ Productivité améliorée

Basculez en une seconde de l'affichage 2D au 3D. Vous conservez la main sur vos données quel que soit le type de représentation. Multipliez la vitesse de modélisation en utilisant différentes techniques de simplification et d'automatisation. Plusieurs techniques d'accélération des calculs vous permettent de traiter plus rapidement vos projets, et de réaliser ainsi un gain de temps appréciable.

❖ Analyse perfectionnée

Fondez votre analyse sur les normes nationales et internationales certifiées, intégrant les méthodes de calculs et les consignes réglementaires. Exécutez une analyse prédéfinie ou personnalisée de toutes les données contenues dans le modèle : évaluation des bâtiments, détection des zones sensibles, carte des conflits, etc.



Industrie

- Planification des mesures de réduction du bruit
- Sauvegarde des données d'émission dans des bibliothèques facilement accessibles
- Comparaison des différents scénarios avec variantes
- Vérification de votre modèle en utilisant les possibilités sophistiquées de visualisation en 3D
- Calcul de la propagation sonore extérieure en fonction des sources sonores situées à l'intérieur des bâtiments
- Echange de données avec le logiciel de calcul des bruits intérieurs Bastian™
- Calcul d'incertitudes avec écarts types pour l'émission et la propagation

Route et voie ferrée

- Comparaison entre différents scénarios de planification
- Optimisation automatique des barrières acoustiques situées à côté d'une rue ou d'une voie ferrée
- Visualisation des scénarios de réduction de bruit et simulation d'ambiance sonore (auralisation)
- Gestion efficace des projets, visualisés sous forme d'arborescence claire avec leurs variantes
- Croisement automatique des données Objets avec un modèle numérique de terrain
- Vérification de modèle en visualisant de tous les trajets de propagation

Cartographie du bruit

- Accélération du temps de calcul à l'aide de calculs distribués et de traitements multi-processeurs
- Utilisation de toute la capacité RAM disponible avec la technologie 64 bits
- Fusion efficace des différents types de données à l'aide de plus de 30 formats d'importation différents
- Accès aux objets à et substitution tous les attributs d'objet directement dans l'affichage 3D
- Analyse de modèle à l'aide des différentes techniques d'évaluation acoustique
- Accélération des calculs par techniques d'optimisation incluant un contrôle de la précision des résultats selon les normes Qualité appropriées
- Traitement des domaines étendus bénéficiant du plus haut niveau de détail (finesse de description), sans perdre l'avantage de la structure du projet (clarté et simplicité)

Système expert industriel

(Option SET)

- Génération automatique du spectre de puissance acoustique en fonction des caractéristiques techniques de la source (ex. puissance électrique en kW, débit volumétrique en m³/h, vitesse de rotation en tr/min)
- Travail simplifié grâce à l'utilisation de 150 modules prédéfinis pour les sources sonores les plus courantes, comme des moteurs électriques et des moteurs à combustion, des pompes, des ventilateurs, des tours de refroidissement, des boîtes de vitesses, etc.
- Modélisation des systèmes complexes, notamment des transmissions, en combinant plusieurs sources (ex. ventilateur avec deux conduits connectés).

Bruit des avions

(Option FLG)

- Calcul du bruit émis par les aéroports civils et militaires en fonction des méthodes de calcul AzB 2008, AzB (1975), ECAC Doc.29 ou DIN 45684-1
- Recours aux procédures les plus pertinentes pour l'évaluation acoustique des avions aux niveaux européen et international
 - Evaluation de l'exposition acoustique globale incluant le bruit routier, celui des voies ferrées et des avions
 - Utilisation des données radar et de classification des groupes en fonction du code DACI pour calculer le bruit des avions

Pollution de l'air

(Option APL)

- Calcul, évaluation et présentation de la répartition des polluants dans l'air selon le modèle lagrangien de dispersion de particules AUSTAL2000 (d'autres modèles sont en cours d'intégration)
- Evaluation des mesures dans le contexte des plans d'atténuation du bruit et de la qualité de l'air
- La simplicité et la puissance de calcul offertes par CadnaA s'appliquent également à la modélisation de la répartition des polluants dans l'air
- Tous les formats d'importation de données sont disponibles sans frais supplémentaires




Visitez notre portail
Visitez le site
www.dinacsoft.com



Assistez votre entreprise
avec grâce à nos services en
ligne www.dinacsoft.com



Utilisez également notre logiciel Cadna  R* pour le calcul et l'évaluation des niveaux sonores dans les salles et les lieux de travail! Les fonctionnalités et la prise en main des logiciels sont pratiquement identiques, ce qui signifie une efficacité accrue pour vos analyses dans ces deux domaines d'expertise.

Services

Assistance

Nos experts sont à votre service. Si vous rencontrez un problème sur l'un de vos projets CadnaA, il vous suffit de nous appeler ou de nous envoyer votre fichier.

Séminaires

Nous proposons régulièrement des ateliers pour débutants ou pour experts confirmés, afin de vous accompagner dans l'utilisation de CadnaA au mieux de ses nombreuses possibilités.

Séminaires en ligne

Découvrez-en plus sur les derniers développements et des applications spécifiques sans même quitter votre bureau! Nos ateliers en ligne sont un moyen efficace de vous tenir informés des dernières avancées technologiques implémentées dans le logiciel CadnaA.



Plus d'informations sur les
séminaires à l'adresse
www.datakustik.com

CadnaA Standard

toutes les normes et
réglementations
disponibles

tous les types de bruit
(industrie, route et voie
fermée)

CadnaA Basic

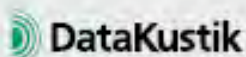
tous les types de bruit
(industrie, route et voie
fermée)

Une norme ou une
réglementation pour
chaque type de bruit

CadnaA Modular

Un type de bruit

Une norme ou une
réglementation pour le
type de bruit choisi



DataKustik GmbH
Gewerbering 5
80926 Greifenberg
Allemagne

Téléphone : +49 8192 93308 0
info@datakustik.com
www.datakustik.com