

RAPPORT DE MESURES

Donneur d'ordre

RENOVEMBAL
1-3 rue de la Pélissière
PA du Bois Fleuri
44118 LA CHEVROLIERE

Lieu d'étude

RENOVEMBAL
1-3 rue de la Pélissière
PA du Bois Fleuri
44118 LA CHEVROLIERE

Contact

M. Vincent BOURDELAS

Intervenant / Rédacteur

M. Jean-François BURON
M. Baptiste BIFFAUD



RENOVEMBAL
La référence de l'emballage

Etude de réduction du bruit dans l'environnement

Bruit émis dans l'environnement

Conformément à la norme NF S 31-010 et à
l'arrêté du 23 janvier 1997

Référence rapport

22-07-015

Indice

A

Nombre de page(s)

31

Date de rédaction

27/01/2023

S O M M A I R E

1 INTRODUCTION.....	3
1.1. Contexte.....	3
1.2. Objectifs de l'étude	3
1.3. Documents transmis	3
2 REGLEMENTATION APPLICABLE.....	4
2.1. Texte de référence.....	4
2.2. Arrêté ministériel du 23 janvier 1997.....	4
3 PRESENTATION DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT.....	6
3.1. Description du site.....	6
3.2. Description de l'environnement.....	7
4 CONDITIONS DE MESURES	8
4.1. Méthodologie	8
4.2. Matériel utilisé	9
4.3. Date et horaires des mesures	9
4.4. Conditions météorologiques	10
5 LOCALISATION DES POINTS DE MESURES	13
6 RESULTATS DE MESURES	15
6.1. Niveaux sonores en Zone à Emergence réglementée	15
6.2. Caractérisation des équipements.....	15
6.3. Tonalités marquées	15
7 ETUDE PREVISIONNELLE	16
7.1. Objectifs acoustiques.....	16
7.2. Hypothèses sur la puissance sonore de la source	17
7.3. Modélisation du site et simulation prévisionnelle	19
7.4. Résultats de simulation.....	21
8 CONCLUSION	24
ANNEXE 1 - FICHES DE MESURES	25
ANNEXE 2 - GLOSSAIRE	28

1 | INTRODUCTION

1.1. Contexte

L'entreprise RENOVEMBAL a sollicité OUEST ACOUSTIQUE ANJOU pour réaliser des mesures de niveaux sonores sur son site à LA CHEVROLIERE (44) afin d'identifier les principales sources de bruit extérieures, et de proposer des solutions techniques pour atténuer les nuisances issues des sources de bruit.

1.2. Objectifs de l'étude

L'objectif de cette étude est, d'une part, de relever les niveaux sonores, en global et en tiers d'octave,

- Au plus proche des sources de bruit principales afin de caractériser leur spectre sonore
- Au droit des différentes portes d'accès
- En Zone à Emergence Réglementée (ZER), en journée et de nuit, durant les heures d'activité de la société et hors période d'activité.

D'autre part, une modélisation 3D du site est ensuite effectuée afin de définir des traitements acoustiques prenant en compte les sources de bruit existantes ainsi que le projet d'installation d'une ligne de valorisation métal par cryogénie. Cette étude de réduction du bruit dans l'environnement a pour but de garantir une conformité du site vis-à-vis de la réglementation en vigueur.

Ce rapport présente les résultats de mesures, réalisées du 26/10/2022 au 27/10/2022, ainsi que l'étude de traitement acoustique.

1.3. Documents transmis

- Plans du site (PDF)
- Présentation du projet d'installation d'une ligne de valorisation métal par cryogénie

2 | REGLEMENTATION APPLICABLE

2.1. Texte de référence

Les textes applicables dans le cadre de la présente étude sont :

- Arrêté ministériel du 23 janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement (I.C.P.E.) ;
- Norme NF S 31-010 de décembre 1996 relative à la caractérisation et au mesurage du bruit de l'environnement.

2.2. Arrêté ministériel du 23 janvier 1997

L'arrêté ministériel du 23 janvier 1997 stipule que l'établissement concerné doit être construit, équipé et exploité de façon que son fonctionnement ne puisse être à l'origine de bruits transmis par voie aérienne ou solidienne susceptibles de compromettre la santé ou la sécurité du voisinage ou de constituer une nuisance pour celui-ci.

- **Niveaux sonores en limite de propriété :**

L'arrêté préfectoral d'autorisation fixe, pour chacune des périodes de la journée (diurne et nocturne), les niveaux de bruit à ne pas dépasser en limites de propriété de l'établissement, déterminés de manière à assurer le respect des valeurs d'émergence admissibles. Les valeurs fixées par l'arrêté d'autorisation ne peuvent excéder 70 dB(A) pour la période de jour et 60 dB(A) pour la période de nuit, sauf si le bruit résiduel pour la période considérée est supérieur à cette limite.

Les valeurs fixées pour l'entreprise RENOVEMBAL sont les suivantes :

- Période diurne (7h00-22h00) : 70 dB(A)
- Période nocturne (22h00-7h00) : 60 dB(A)

- **Emergences en ZER :**

Les émissions sonores de l'établissement ne doivent pas engendrer une émergence (différence entre le bruit ambiant, comportant le bruit de l'installation, et le bruit résiduel¹) supérieure aux valeurs admissibles fixées dans le tableau 1 ci-après, dans les Zones à Emergence Réglementée (ZER¹).

Niveau de bruit ambiant existant dans les zones à émergence réglementée	Émergence admissible pour la période allant de 7 heures à 22 heures sauf dimanches et jours fériés	Émergence admissible pour la période allant de 22 heures à 7 heures ainsi que dimanches et jours fériés
35 dB(A) < L_{eq} ≤ 45 dB(A)	6 dB(A)	4 dB(A)
L_{eq} > 45 dB(A)	5 dB(A)	3 dB(A)

Tableau 1 - Emergences admissibles suivant le niveau de bruit ambiant et la période de mesure.

- **Tonalité marquée :**

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 indiqués dans le tableau 2 ci-après, pour la bande considérée :

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

Tableau 2 - Différences de niveaux à partir desquelles une tonalité marquée est détectée.

Si une tonalité marquée est détectée de manière établie ou cyclique, sa durée d'apparition ne peut excéder 30% de la durée de fonctionnement de l'établissement dans chacune des périodes diurne ou nocturne.

- **Remarque :**

Pour certains cas particuliers (lorsque : $L_{Aeq} - L_{50} > 5.0$ dB), le niveau équivalent L_{Aeq} n'est pas adapté (présence, par exemple, de bruits intermittents, porteurs de beaucoup d'énergie). Une telle situation se rencontre notamment lorsqu'il existe un trafic discontinu. L'indice fractile L_{50} est alors pris en compte. Il correspond au niveau sonore dépassé pendant 50% du temps de l'acquisition.

3 | PRESENTATION DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT

3.1. Description du site

3.1.1. Situation géographique

L'entreprise RENOVBAL est implantée sur la commune de LA CHEVROLIERE (44) [figure 1].

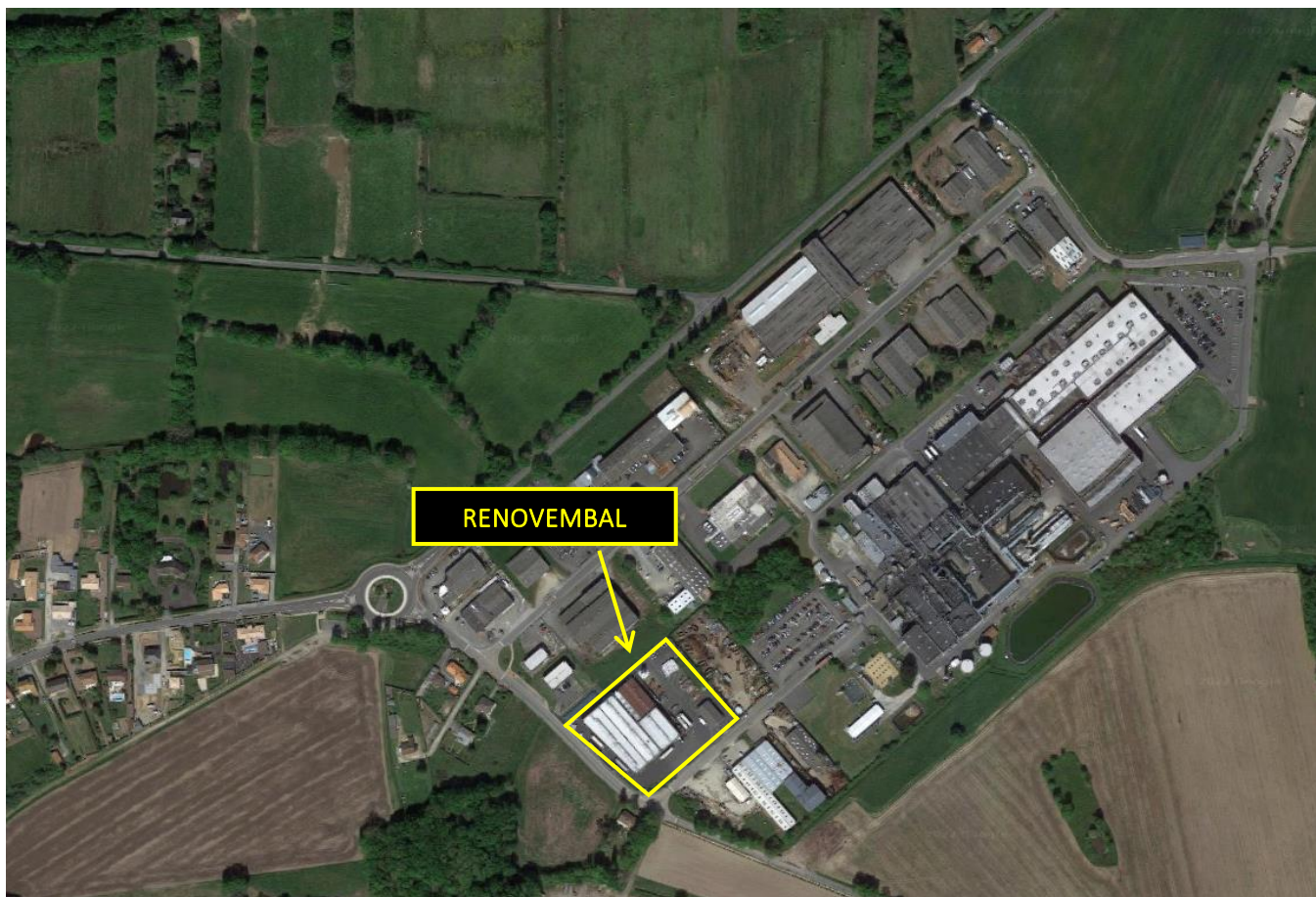


Figure 1 – Situation géographique du site.

3.1.2. Activité

Traitement et recyclage d'emballage industriels.

3.1.3. Période d'activité

L'entreprise est en activité du lundi au vendredi, de 07h00 à 20h00.

3.1.4. Sources sonores propres à l'entreprise

Les sources de bruits propres à l'établissement sont essentiellement liées aux équipements techniques et de production (atelier, nettoyeur haute pression) et à la circulation des véhicules internes (engins de manutention, poids-lourd, véhicules des clients et du personnel).

3.2. Description de l'environnement

3.2.1. Implantation de l'entreprise

L'entreprise est située sur la zone industrielle du Bois Fleuri, et est essentiellement entourée d'autres entreprises (Armor, Atlantique Négoce Démolition, etc...). Les habitations les plus proches se situent à l'ouest du site, derrière la limite de propriété.

3.2.2. Bruits environnementaux

L'environnement sonore est principalement lié :

- À L'activité rurale ;
- Aux bruits des autres entreprises situées à proximité (notamment l'activité d'un ferrailleur voisin) ;
- Aux bruits naturels (vent, oiseaux, ...) ;
- Au trafic routier (D65, rue de l'Enclose).

4 | CONDITIONS DE MESURES

4.1. Méthodologie

4.1.1. Sources de bruits en fonctionnement pendant les mesures

Les équipements considérés comme impactant l'environnement sonore du site en période diurne sont présentés sur le plan suivant.



Figure 2 - Plan de repérage des appareils bruyants

En ce qui concerne la période nocturne, les nettoyeurs haute pression de lavage GRV intérieur et extérieur sont en fonctionnement de 06h00 à 07h00. De plus, le compresseur et le distillateur sont amenés à fonctionner de nuit selon le besoin. Dans le cadre des mesures, le distillateur a été mis exceptionnellement en fonctionnement forcé à partir de 06h00, afin de caractériser la période nocturne en prenant en compte toutes les sources de bruits.

Les mesures de caractérisation des sources de bruits provenant d'équipements techniques appartenant à la société se sont déroulées en journée, au niveau des portes d'accès aux hangars (portes A1 et A5).

4.1.2. Mesures en Zone à Emergence Réglementée (ZER)

2 Points ZER, correspondant aux 2 habitations les plus proches du site, ont été pris en compte pour déterminer la conformité ou non-conformité de l'entreprise vis-à-vis de la réglementation en vigueur.

Les mesures de niveau sonore ambiant ainsi que les mesures de niveau sonore résiduel se sont déroulées en journée et de nuit.

L'ensemble des mesures a été réalisé conformément à la norme NF S 31-010 de décembre 1996 « *Caractérisation et mesurage des bruits dans l'environnement* », sans déroger à aucune de ses dispositions.

Les niveaux sonores ont été relevés en L_{Aeq} (durée d'acquisition de 1 sec), en tiers d'octave de 50 Hz à 10 kHz et à une hauteur de 1.5 m du sol.

La méthode utilisée est dite « d'expertise ».

4.2. Matériel utilisé

Les mesures ont été réalisées à l'aide de sonomètres intégrateurs de classe 1, faisant l'objet de contrôles périodiques au Laboratoire National d'Essais, conformément à l'arrêté du 27 octobre 1989 relatif à la construction et au contrôle des appareils de mesures [tableau 3].

Réf. Instrument	Constructeur	Modèle	N° de série
Sonomètre 2	NORSONIC	NOR139-1	1392737
Microphone 2	NORSONIC	1207	20142
Sonomètre 5	NORSONIC	NOR145-1	14529496
Microphone 5	NORSONIC	1209	22836
Calibreur	NORSONIC	Nor1255	125525580

Tableau 3 - Matériel utilisé.

Un calibrage des sonomètres a été effectué avant les mesures à l'aide d'un calibreur conforme à la norme NFS 31-139.

4.3. Date et horaires des mesures

Les mesures ont été réalisées du mercredi 26 octobre à 14h30 au jeudi 27 octobre 2022 à 15h00.

4.4. Conditions météorologiques

4.4.1. Description

Les conditions météorologiques peuvent influencer sur le résultat suivant deux manières :

- Par perturbation du mesurage, en particulier par action sur le microphone ;
- Lorsque la (les) source(s) de bruit est (sont) éloignée(s), le niveau de pression acoustique mesuré est fonction des conditions de propagation liées à la météorologie. Cette influence est d'autant plus importante que l'on s'éloigne de la source.

Les conditions météorologiques sont prises en compte suivant la distance source/récepteur, notée 'd' :

- Si $d < 40$ m : seule la vitesse du vent et l'absence de pluie sont mentionnées ;
- Si $d > 40$ m : prise en compte de l'ensemble des conditions météorologiques par l'intermédiaire de différents indices [tableaux 4 et 5].

U1 : vent fort (3m/s à 5 m/s) contraire au sens source-récepteur	T1 : jour et fort ensoleillement et surface sèche et peu de vent
U2 : Vent moyen à faible (1m/s à 3 m/s) contraire ou vent fort, peu contraire	T2 : même conditions que T1 mais au moins une est non vérifiée
U3 : Vent nul ou vent quelconque de travers	T3 : lever du soleil ou coucher du soleil ou (temps couvert et venteux et surface pas trop humide)
U4 : vent moyen à faible portant ou vent fort peu portant (~45°)	T4 : nuit et (nuageux ou vent)
U5 : Vent fort portant	T5 : nuit et ciel dégagé et vent faible

Tableau 4 -Indices de caractérisation du vent, de l'ensoleillement et de la couverture nuageuse.

	U1	U2	U3	U4	U5		
T1		--	-	-		--	Etat météorologique conduisant à une atténuation moyenne du niveau sonore
T2	--	-	-	Z	+	-	Etat météorologique conduisant à une atténuation faible du niveau sonore
T3	-	-	Z	+	+	Z	Effets météorologiques nuls ou négligeables
T4	-	Z	+	+	++	+	Etat météorologique conduisant à un renforcement faible du niveau sonore
T5		+	+	++		++	Etat météorologique conduisant à un renforcement moyen du niveau sonore

Tableau 5 - Etat météorologique en fonction des indices définis précédemment.

4.4.2. Conditions météorologiques lors des mesures

Les conditions météorologiques du 26/10/2022 étaient les suivantes :

Heure locale	Temps	Température	Humidité	Humidex	Windchill	Vent (rafales)		Pression	Précip. mm/h	Max rain rate
23 h		12.7 °C	94%	14.8	12.7	⬆️	0 km/h	1015.7 hPa 📉	aucune	0 mm/h
22 h		13.4 °C	93%	15.7	13.4	⬆️	0 km/h	1016 hPa 📉	aucune	0 mm/h
21 h		14.2 °C	93%	17	14.2	⬆️	0 km/h	1016.3 hPa 📈	aucune	0 mm/h
20 h		15.7 °C	91%	19.1	15.7	⬆️	0 km/h	1016 hPa 📈	aucune	0 mm/h
19 h		18.1 °C ☀️	86%	22.4	18.1	↙️	0 km/h (3 km/h)	1016.1 hPa ➡️	aucune	0 mm/h
18 h		20.7 °C ☀️	79%	25.8	20.7	↙️	1 km/h (10 km/h)	1016 hPa 📉	aucune	0 mm/h
17 h		22.2 °C ☀️	72%	27.3	22.2	➡️	7 km/h (18 km/h)	1015.8 hPa 📉	aucune	0 mm/h
16 h		22.7 °C ☀️	69%	27.7	22.7	➡️	9 km/h (24 km/h)	1016.1 hPa 📉	aucune	0 mm/h
15 h		22.9 °C ☀️	67%	27.7	22.9	↗️	8 km/h (24 km/h)	1016.2 hPa 📈	aucune	0 mm/h
14 h		22.5 °C ☀️	73%	28	22.5	↖️	7 km/h (21 km/h)	1016.3 hPa 📈	aucune	0 mm/h

Station météorologique : SAINT-PHILBERT-DE-GRAND-LIEU (44)

Les conditions météorologiques du 27/10/2022 étaient les suivantes :

Heure locale	Temps	Température	Humidité	Humidex	Windchill	Vent (rafales)		Pression	Précip. mm/h	Max rain rate
15 h		22.9 °C 🌞	68%	27.9	22.9	↗	5 km/h (21 km/h)	1014.4 hPa 📉	aucune	0 mm/h
14 h		23.4 °C 🌞	68%	28.7	23.4	↑	5 km/h (19 km/h)	1014.7 hPa 📉	aucune	0 mm/h
13 h		22.8 °C 🌞	74%	28.6	22.8	↖	5 km/h (15 km/h)	1015 hPa 📈	aucune	0 mm/h
12 h		20.7 °C 🌞	81%	26.1	20.7	↖	5 km/h (13 km/h)	1015.1 hPa 📈	aucune	0 mm/h
11 h		18.4 °C 🌞	85%	22.8	18.4	↖	3 km/h (8 km/h)	1015.2 hPa 📈	aucune	0 mm/h
10 h		16.5 °C 🌞	89%	20.2	16.5	↖	5 km/h (11 km/h)	1014.8 hPa 📈	aucune	0 mm/h
9 h		15.6 °C 🌞	92%	19.1	15.6	↖	2 km/h (8 km/h)	1014.4 hPa 📈	aucune	0 mm/h
8 h		15 °C	92%	18.1	15	↑	1 km/h (8 km/h)	1014.6 hPa 📈	aucune	0 mm/h
7 h		16.2 °C	87%	19.5	16.2	➡	2 km/h (10 km/h)	1014.3 hPa 📈	aucune	0 mm/h
6 h		18.1 °C	83%	22.1	18.1	↓	5 km/h (24 km/h)	1013.9 hPa 📈	aucune	0 mm/h
5 h		17.7 °C	83%	21.4	17.7	↖	7 km/h (21 km/h)	1013.2 hPa 📉	aucune	0 mm/h
4 h		14.6 °C	90%	17.3	14.6	↖	5 km/h (11 km/h)	1013.3 hPa 📉	aucune	0 mm/h
3 h		14 °C	93%	16.7	14	↖	3 km/h (10 km/h)	1013.7 hPa 📉	aucune	0 mm/h
2 h		13.7 °C	94%	16.3	13.7	↖	5 km/h (10 km/h)	1014.3 hPa 📉	aucune	0 mm/h
1 h		13.1 °C	95%	15.4	13.1	↖	2 km/h (8 km/h)	1014.8 hPa 📉	aucune	0 mm/h
0 h		12.5 °C	94%	14.5	12.5	↖	1 km/h (6 km/h)	1015.4 hPa 📉	aucune	0 mm/h

Station météorologique : SAINT-PHILBERT-DE-GRAND-LIEU (44)

Jour	Période	Vent	Précipitations	Ciel	Sol
26/10/2022	Diurne (7h-22h)	Faible	Nulles	Ensoleillé	Sec
	Nocturne (22h-7h)	-	-	-	-
27/10/2022	Diurne (7h-22h)	Faible	Nulles	Ensoleillé	Sec

	Période	Indice	Observations
	Diurne (7h-22h)	U4/T2	Effets météorologiques nuls ou négligeables
	Nocturne (22h-7h)	-	-

Tableau 6 - Conditions météorologiques lors des mesures.

5 | LOCALISATION DES POINTS DE MESURES

L'emplacement des points de mesure est présenté sur la figure 2 :

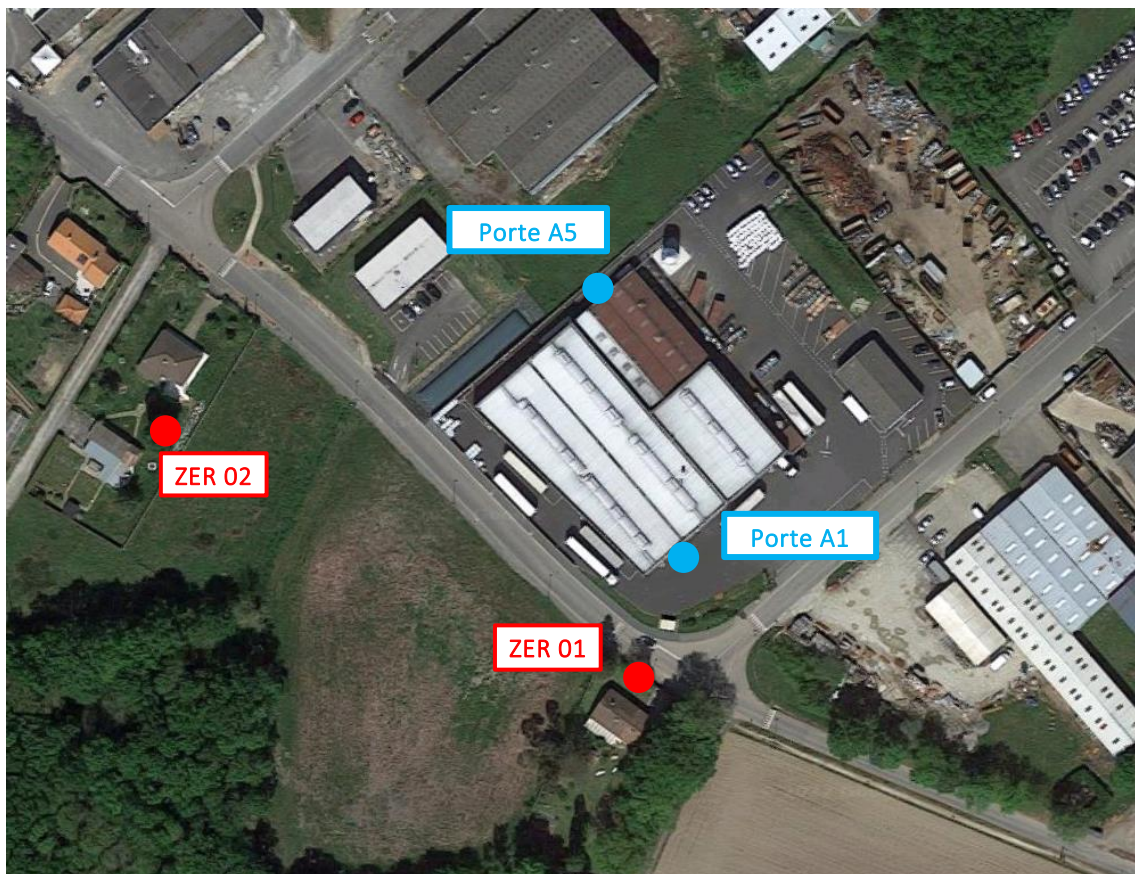


Figure 3 – Emplacement des points de mesures.

Point de mesure	Description
Porte A1	Caractérisation du bruit total des équipements techniques en sortie de hangar
Porte A5	Caractérisation du bruit émis par une meuleuse et une broyeuse
ZER 01	Habitation la plus proche de la porte A5 (entrée sud du site)
ZER 02	Habitation la plus proche de la porte A1

Tableau 7 - Description des points de mesures.

Porte A1



Porte A5



ZER 01



ZER 02



Vue opposée :



Figure 4 - Photographies des points de mesure

6 | RESULTATS DE MESURES

Les résultats d'écoulements sont présentés dans le tableau 8 ci-dessous. Les niveaux sonores sont exprimés en dB(A) et les valeurs arrondies au ½ dB le plus proche. Le détail des mesures est présenté en annexe.

6.1. Niveaux sonores en Zone à Ecoulement règlementée

Les niveaux sonores mesurés en zone à écoulement règlementée sont les suivants [tableau 8] :

Point de mesure	Période	Indice retenu	Niveau sonore ambiant [dB(A)]	Niveau sonore résiduel [dB(A)]	Ecoulement calculée [dB]	Ecoulement autorisée [dB]	Conforme
ZER 01	Jour	L ₅₀	47.5	43.5	+ 4.0	+ 5.0	OUI
	Nuit	L ₅₀	44.0	40.0	+ 4.0	+ 4.0	OUI
ZER 02	Jour	L _{Aeq}	48.0	45.0	+ 3.0	+ 5.0	OUI
	Nuit	L ₅₀	42.0	40.5	+ 1.5	+ 4.0	OUI

Tableau 8 - Niveaux sonores mesurés en limite de propriété du site.

Commentaire :

Les écoulements constatées au niveau des habitations les plus proches du site (ZER) sont conformes aux écoulements maximales autorisées par la réglementation en vigueur.

6.2. Caractérisation des équipements

Les spectres sonores des équipements présents sur le site, et considérés comme ayant une contribution sonore non négligeable sur l'environnement proche, sont présentés dans le tableau 9. Les mesures ont été effectuées à l'extérieur de l'usine de production, à 2 mètres des portes, excepté la mesure de caractérisation de la grenailleuse, effectuée à 50 cm de cette dernière.

Point de mesure	Équipement	Niveau sonore L _p par bande d'octave [dB (lin)]								Niveau sonore global [en dB(A)]
		63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	
Porte A1	Tous équipements	77.0	67.5	65.0	65.0	62.5	58.5	58.0	53.0	68.0
Grenailleuse		67.0	73.0	66.5	63.0	58.0	52.5	51.0	43.5	65.0
Porte A5	Meuleuse	68.5	65.0	71.0	71.5	71.5	71.0	70.5	65.5	77.0
Porte A5	Broyeur	66.5	64.5	65.5	67.5	63.5	62.0	58.5	52.5	69.0

Tableau 9 - Caractérisation sonore des équipements

⁽¹⁾ extracteur situé au niveau de la porte A1

6.3. Tonalités marquées

Aucune tonalité marquée n'a été relevée sur les mesures.

7 | ETUDE PREVISIONNELLE

Afin de prévoir l'impact sonore de l'installation d'une nouvelle ligne de valorisation métal par cryogénie, une étude prévisionnelle est réalisée.

7.1. Objectifs acoustiques

Les objectifs acoustiques sont déterminés à partir des valeurs réglementaires d'émergences correspondant à la période diurne, car la ligne cryogénique ne fonctionnera pas en période nocturne.

Afin de se placer dans les conditions les plus contraignantes, l'indice retenu pour caractériser le niveau sonore résiduel est l'indice L_{90} , correspondant à la valeur de niveau sonore au-dessus de laquelle sont comprises 90% des valeurs enregistrées durant la période considérée.

Le niveau résiduel pris en compte correspond au point ZER 2, c'est-à-dire le point où le niveau résiduel enregistré était le plus bas durant les mesures.

Dans le tableau suivant sont présentées les données acoustiques nécessaires à la détermination des objectifs, à savoir le niveau sonore résiduel le plus contraignant, les émergences réglementaires, le niveau ambiant à ne pas dépasser, ainsi que la contribution sonore que les installations frigorifiques ne devront pas dépasser.

Intitulé	Indice retenu	Niveau sonore L_p par bande d'octave [dB]								Global [dB(A)]
		63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	
Niveau résiduel	L_{90}	48.0	41.0	34.0	35.0	34.0	28.0	23.0	20.0	37.0
Emergence admissible	/	-	7.0	7.0	5.0	5.0	5.0	5.0	-	5.0
Niveau ambiant maximum	/	-	48.0	41.0	39.5	38.5	33.0	27.5	-	42.0
Contribution sonore maximale	/	-	47.0	40.0	38.0	37.0	31.0	26.0	-	41.0

Tableau 10 - Données acoustiques relatives à l'étude de traitement acoustique

7.2. Hypothèses sur la puissance sonore de la source

7.2.1. Identification des sources de bruit

L'installation comprendra les éléments suivants :

- Un convoyeur d'alimentation ;
- Un broyeur de déchiquetage à couteaux (broyage sous azote à -30 °C) avec une guillotine en entrée ;
- Un tunnel cryogénique (avec lamination à l'azote à -155/-160°C) qui cristallisera les résidus polluants sur les surfaces métalliques avec, en sortie, un système de marteaux roulants et de tables vibrantes destinés au détachement de ces résidus et leur collecte dans une cuve ;
- Une presse pour la mise en balles cubiques (300 x 300 mm) des ferrailles déchiquetées et nettoyées,
- Un tapis de transfert des balles dans une benne extérieure,
- Une station d'azote liquide.

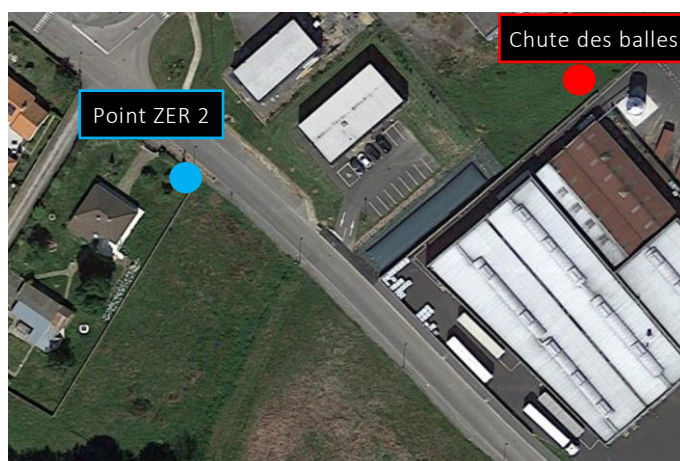
Ce type de valorisation des métaux est réalisé sous des températures extrêmement basses. L'ensemble de la ligne de production sera donc calorifugé. La chute des balles métalliques dans les bennes extérieures a été identifiée comme l'élément le plus bruyant de l'installation.

L'ensemble de la ligne sera masqué des habitations les plus proches par la présence du bâtiment de production de la société RENOVEMBAL, excepté la chute des balles métalliques dans les bennes. Ce dernier élément sera situé à environ 100 m de l'habitation correspondant au point ZER 2.

La position prévue de la sortie des balles métalliques est illustrée sur les photographies présentées ci-dessous.



Prise de vue au point ZER 2



Prise de vue aérienne de la source de bruit et du point ZER 2

7.2.2. Détermination de la puissance acoustique

La ligne de valorisation métal par cryogénie est un produit très récent, par conséquent les données acoustiques concernant la puissance acoustique de la source de bruit dans sa globalité ne sont pas connues. En l'absence de ces données, l'étude prévisionnelle a été menée sur la base d'hypothèses décrites dans les paragraphes ci-dessous.

Comme mentionné précédemment, la source prépondérante de bruit correspond à la chute des balles métalliques compressées dans des bennes également métalliques.

Par ailleurs, un « toboggan » revêtu de caoutchouc sera mis en place pour amortir les chutes de balles dans les bennes, en sachant que la profondeur des bennes sera d'environ 2.50 m.

Néanmoins, il convient d'envisager le scénario le plus défavorable, afin de ne pas sous-évaluer le niveau sonore émis par la future installation. Par conséquent, l'atténuation du bruit de chute des balles par le toboggan n'est pas pris en compte dans l'étude. La détermination du niveau sonore de la source est basée sur l'hypothèse du bruit ambiant émis dans un atelier de métallurgie, qui est en moyenne égal à 95 dB(A)*.

Par conséquent, la puissance acoustique émise par la chute de balles sera de $L_w = 95$ dB(A).

Le spectre de puissance acoustique de la source considérée est disponible dans le tableau suivant.

Source de bruit	Puissance acoustique par bande d'octave L_w [dB (lin)]							
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 KHz
Chute de balles métalliques	86	86	85	84	88	89	88	88

Tableau 11 - Spectre de puissance des chutes de balles métalliques

Le choix du spectre est basé sur le postulat d'un spectre réparti de manière homogène sur toutes les fréquences, en raison de la nature impulsionnelle du choc des balles contre la benne, avec une énergie légèrement plus élevée en hautes fréquences, caractéristique du bruit émis par le choc d'une balle contre une autre (contact de métal contre du métal).

En ce qui concerne les autres éléments de la ligne, le fournisseur prétend que la puissance acoustique de l'intégralité du tunnel cryogénique est égale à $L_w = 68$ dB. Cette information étant relativement incertaine, une marge de 5 dB est appliquée. Une source linéique supplémentaire d'une puissance égale à $L_w = 73$ dB est donc disposée à l'emplacement du futur tunnel cryogénique, et présente le spectre de puissance suivant.

Source de bruit	Puissance acoustique par bande d'octave L_w [dB (lin)]							
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 KHz
Tunnel cryogénique	63	63	63	64	64	64	65	65

Tableau 12 - Spectre de puissance du tunnel cryogénique

*issue de la base de données interne de Ouest Acoustique

7.3. Modélisation du site et simulation prévisionnelle

7.3.1. Logiciel utilisé

Le calcul des niveaux sonores générés par les futurs équipements est effectué par modélisation du site sur le logiciel SketchUp. La simulation acoustique est réalisée à l'aide du logiciel AcouS PROPA®, développé par la société Gamba Acoustique.

Cet outil permet de réaliser tout type de calcul dans un seul et même modèle (acoustique environnementale, acoustiques des salles, acoustique des locaux de travail) en conservant intégralement ses données de sources, géométrie, etc...

Les calculs sont fondés sur un algorithme de recherche des trajets acoustiques entre sources de bruit et récepteurs. La modélisation du site est réalisée en trois dimensions.

La modélisation du site sur le logiciel SketchUp est présentée sur la figure suivante :

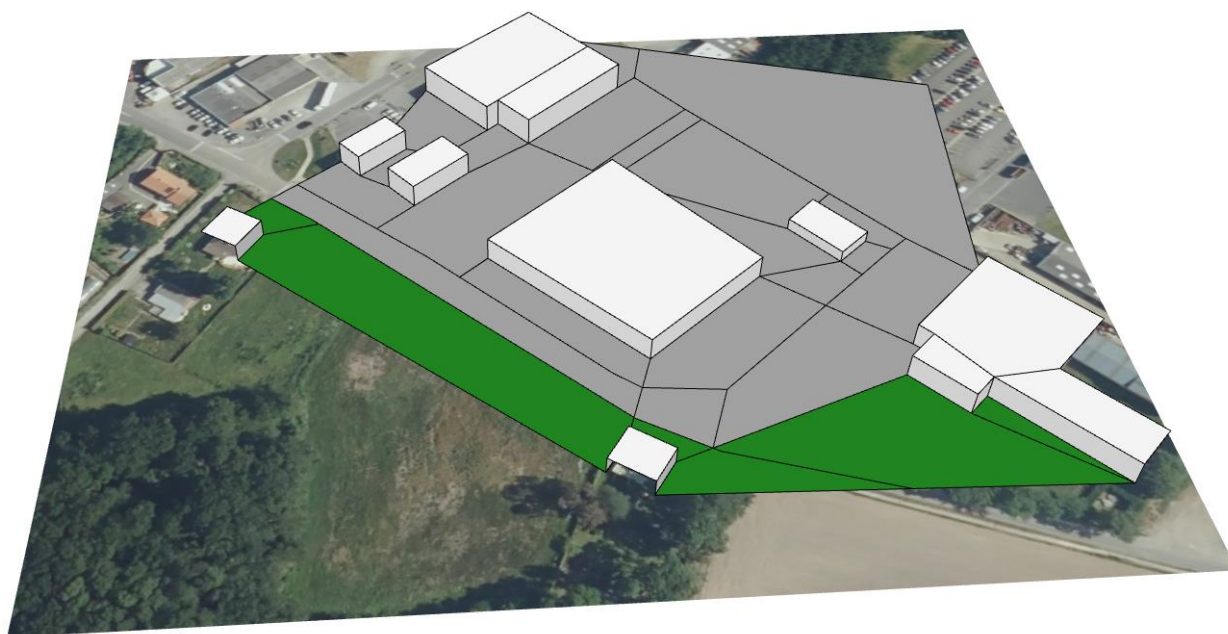


Figure 5 - Modélisation du site sur le logiciel SketchUp

7.3.2. Scénario modélisé

Le scénario modélisé est le suivant :

N° de scénario	Description
SCENARIO 1	<ul style="list-style-type: none"> Ligne cryogénique dans la configuration prévue

Tableau 13 – Scénario modélisé

7.3.3. Niveaux de puissance acoustique des équipements

Les équipements bruyants sont modélisés par des sources sonores ponctuelles omnidirectionnelles. Les niveaux de puissance acoustique déterminés dans le paragraphe précédent sont rappelés dans le tableau récapitulatif suivant.

Equipement	Niveau de puissance acoustique Lw [dB lin]							
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Choc de balles métalliques	86	86	85	84	88	89	88	88
Tunnel cryogénique	63	63	63	64	64	64	65	65

Tableau 14 - Niveaux de puissance acoustique des équipements

7.3.4. Points de calcul

Les niveaux sonores sont calculés à une hauteur de 1m50 du sol, à 2 m en avant de la façade des maisons voisines (points ZER). Deux points de calculs sont également placés en limite de propriété, comme indiqué sur la figure suivante :



Figure 6 - Localisation du point de calculs

7.3.5. Limites du logiciel

Il est à noter qu'une marge d'erreur de calcul existe, occasionnée par les paramètres suivants :

- Distance importante entre les sources et les points de calcul
- Limite du logiciel en basses fréquences et dans le cas de topographies au relief marqué

Les contributions sonores calculées correspondent au bruit particulier des équipements étudiés, bruit ne prenant pas en compte le bruit de fond ainsi que toutes sources sonores autres que celles considérées.

7.4. Résultats de simulation

7.4.1. Points en limite de propriété

Les résultats issus de la simulation du scénario 1 aux points en limite de propriété sont présentés en global et comparés aux objectifs réglementaires.

Point de mesure	Niveau sonore ambiant calculé [dB(A)]	Niveau sonore limite [dB(A)]	Conforme
LDP 01	62	70	Oui
LDP 02	44	70	Oui

Tableau 15 - Résultats de la simulation aux points en limite de propriété

Les résultats aux points en limite de propriété sont conformes à la réglementation en vigueur

7.4.2. Points en Zone à émergences règlementée (ZER)

Les résultats issus de la simulation du scénario 1 aux points en zone à émergence règlementée (ZER) sont présentés en global et en bandes d'octaves, et comparés aux objectifs réglementaires.

Point ZER 01

Intitulé	Indice retenu	Niveau sonore L_p par bande d'octave [dB]								Global [dB(A)]
		63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	
Contribution sonore maximale	L_{90}	-	47	40	38	37	31	26	-	41
Contribution sonore calculée	/	25	23	21	18	20	19	14	9	25
Conformité	/	-	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	-	OUI

Tableau 16 - Résultats de la simulation au point ZER 01

Point ZER 02

Intitulé	Indice retenu	Niveau sonore L_p par bande d'octave [dB]								Global [dB(A)]
		63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	
Contribution sonore maximale	L_{90}	-	47	40	38	37	31	26	-	41
Contribution sonore calculée	/	33	32	30	28	30	29	26	22	35
Conformité	/	-	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	-	OUI

Tableau 17 - Résultats de la simulation au point ZER 02

Les résultats aux points en zone à émergences réglementée sont conformes à la réglementation en vigueur.

Par ailleurs, une illustration de la simulation effectuée sur le logiciel AcouS PROPA® est présentée sur la figure suivante.



Figure 7 - Cartographie sonore du site

7.4.3. Synthèse

Afin de vérifier si l'ajout de la ligne cryogénique ne risque pas de perturber le niveau ambiant diurne mesuré sur site et d'assurer une conformité acoustique pérenne du site, les résultats récapitulant les différentes contributions sonores mesurées et calculées sont présentés ci-dessous.

Note : Les émergences en bande fréquentielles ne sont pas prises en compte dans la réglementation et sont présentées uniquement à titre indicatif

Point ZER 01

Intitulé	Indice retenu	Niveau sonore L_p par bande d'octave [dB]								Global [dB(A)]
		63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	
Niveau ambiant mesuré (1)	L_{50}	54.0	50.5	45.5	45.0	42.0	37.0	31.0	23.5	47.5
Contribution sonore calculée (2)	-	25.0	23.0	21.0	18.0	20.0	19.0	14.0	9.0	25.0
Niveau ambiant total (3) = (1)+(2) *	-	54.0	50.5	45.5	45.0	42.0	37.0	31.0	23.5	47.5
Niveau résiduel mesuré (4)	L_{50}	49,0	48,5	44,0	41,5	39,0	32,5	23,0	15,0	43,5
Emergence prévisionnelle (5) = (3) – (4) **	-	5,0	2,0	1,5	3,5	3,0	4,5	8,0	8,5	4,0
Conformité	-	-	-	-	-	-	-	-	-	OUI

Tableau 18 - Tableau récapitulatif des résultats de l'étude au point ZER 01

* somme logarithmique

** somme algébrique

Point ZER 02

Intitulé	Indice retenu	Niveau sonore L_p par bande d'octave [dB]								Global [dB(A)]
		63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	
Niveau ambiant mesuré (1)	L_{Aeq}	56.5	50.5	46.5	44.0	43.0	38.0	39.0	36.0	48.0
Contribution sonore calculée (2)	-	33.0	32.0	30.0	28.0	30.0	29.0	26.0	22.0	35.0
Niveau ambiant total (3) = (1)+(2) *	-	56.5	50.5	46.5	44.0	43.0	38.5	39.0	36.0	48.0
Niveau résiduel mesuré (4)	L_{50}	51.5	44.5	41.5	42.5	41.0	35.5	24.5	19.0	45.0
Emergence prévisionnelle (5) = (3) – (4) **	-	5.0	6.0	5.0	1.5	2.0	3.0	14.5	17.0	3.0
Conformité	-	-	-	-	-	-	-	-	-	OUI

Tableau 19 - Tableau récapitulatif des résultats de l'étude au point ZER 02

* somme logarithmique

** somme algébrique

Commentaire : La contribution sonore de la future ligne cryogénique n'impacte pas le niveau ambiant mesuré sur site. En effet le niveau ambiant mesuré et le niveau ambiant total (comprenant les appareils existants et le fonctionnement de la ligne cryogénique) sont identiques, et ce aux niveaux des deux points en zone à émergences réglementées.

8 | CONCLUSION

L'entreprise RENOVEMBAL a sollicité OUEST ACOUSTIQUE ANJOU pour réaliser des mesures de niveaux sonores sur son site à LA CHEVROLIERE (44) afin d'identifier les principales sources de bruit extérieures, et de proposer des solutions techniques pour atténuer les nuisances issues de ces sources de bruit.

Dans les conditions d'exploitation de l'entreprise et des conditions météorologiques observées le 26/10/2022, la campagne de mesures acoustiques réalisée sur site permet d'avancer les conclusions suivantes :

- **Emergences en limite de propriété des riverains les plus proches**

Les émergences sonores relevées aux points ZER sont CONFORMES aux seuils limites fixés par la réglementation en vigueur.

- **Tonalités marquées**

Absence de tonalités marquées.

Par ailleurs, une modélisation du site a été effectuée afin de simuler l'impact sonore d'une future ligne de valorisation métal par cryogénie sur l'environnement proche. Pour cela, une source sonore principale a été placée à l'emplacement envisagé pour la chute des balles métalliques dans des bennes, et 4 points de calculs ont été disposés, aux emplacements des points de mesures en ZER, ainsi qu'aux deux points en limite de propriété.

La simulation acoustique a montré que l'installation de cette ligne cryogénique génère une contribution sonore négligeable par rapport au niveau ambiant actuel mesuré sur site. Ce dernier étant conforme à la réglementation, l'ajout de la ligne cryogénique est de ce fait jugé conforme à la réglementation.

Par ailleurs, les hypothèses concernant la puissance acoustique de la source ont été déterminées sur une base théorique, en l'absence de données précises transmises par le fournisseur. Les résultats de la simulation effectuée sont donc valables pour les hypothèses définies dans le paragraphe 7 |. Dans le cas d'un niveau sonore de l'installation plus élevé que le niveau pris en compte dans l'étude, les résultats pourraient être impactés d'une manière significative.

En l'état, l'entreprise RENOVEMBAL est CONFORME à la réglementation du 23 janvier 1997 relative à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement.

ANNEXE 1 -

FICHES DE MESURES

FICHE DE MESURE N°01

Etude : RENOVEMBAL – Etude de réduction du bruit dans l'environnement

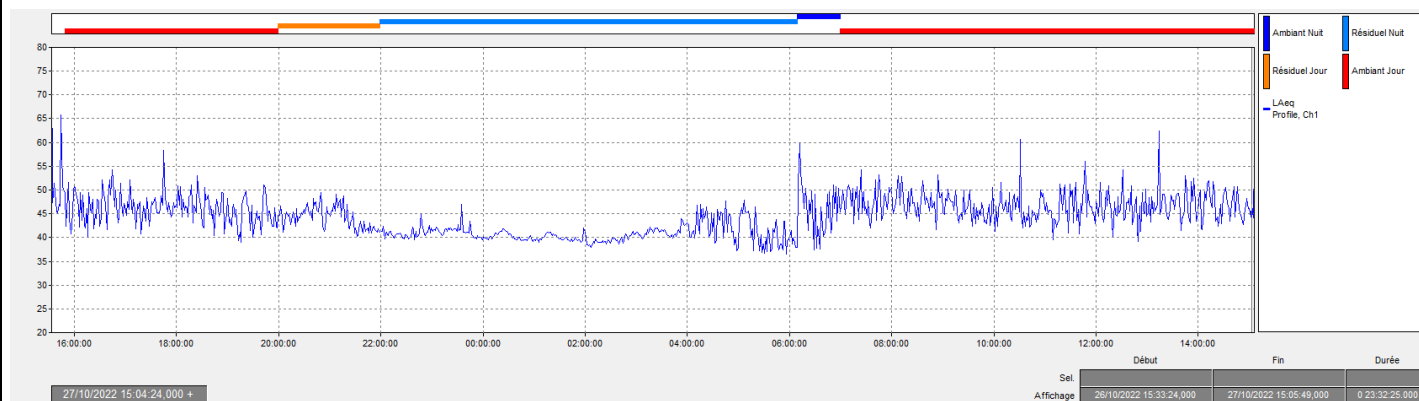
Date de mesure : 26/10/2022



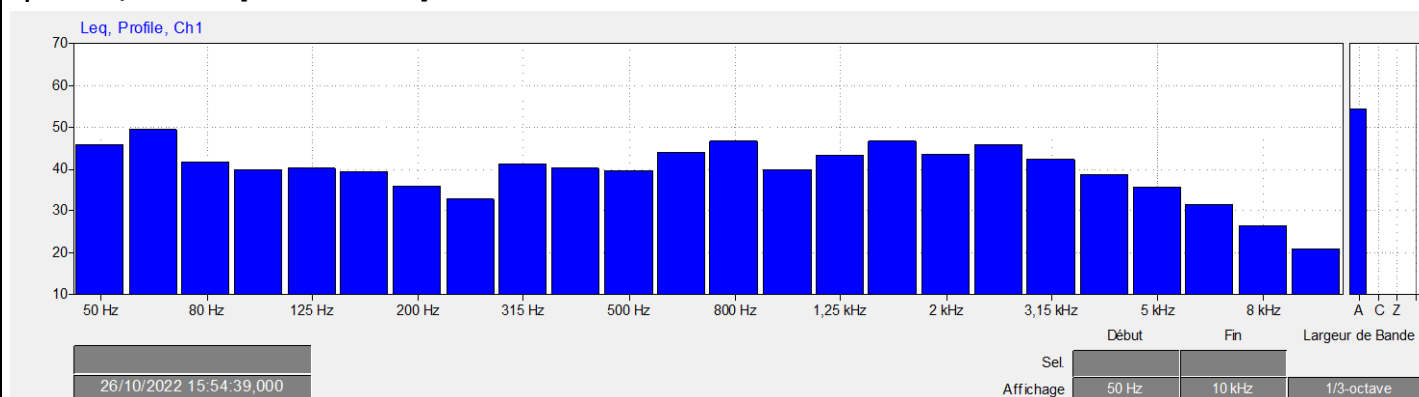
Point de mesure	ZER 01
Intitulé	Ambiant - Résiduel
Période	Jour - Nuit
Hauteur	1.5 m

	L _{Aeq} dB(A)	L ₅₀ dB(A)	L ₉₀ dB(A)
Ambiant JOUR	53.5	47.5	41.5
Résiduel JOUR	49.5	43.5	42.0
Ambiant NUIT	52.5	44.0	37.5
Résiduel NUIT	41.5	40.0	38.0

Evolution temporelle :



Spectre 1/3 octave [Ambiant JOUR] :



FICHE DE MESURE N°02

Etude : RENOVBAL – Etude de réduction du bruit dans l'environnement

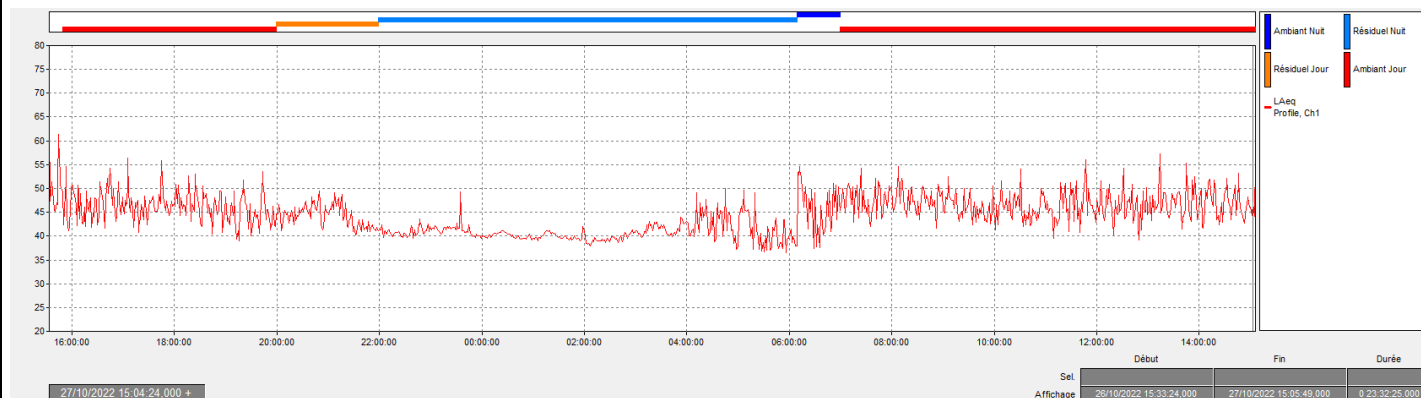
Date de mesure : 26/10/2022



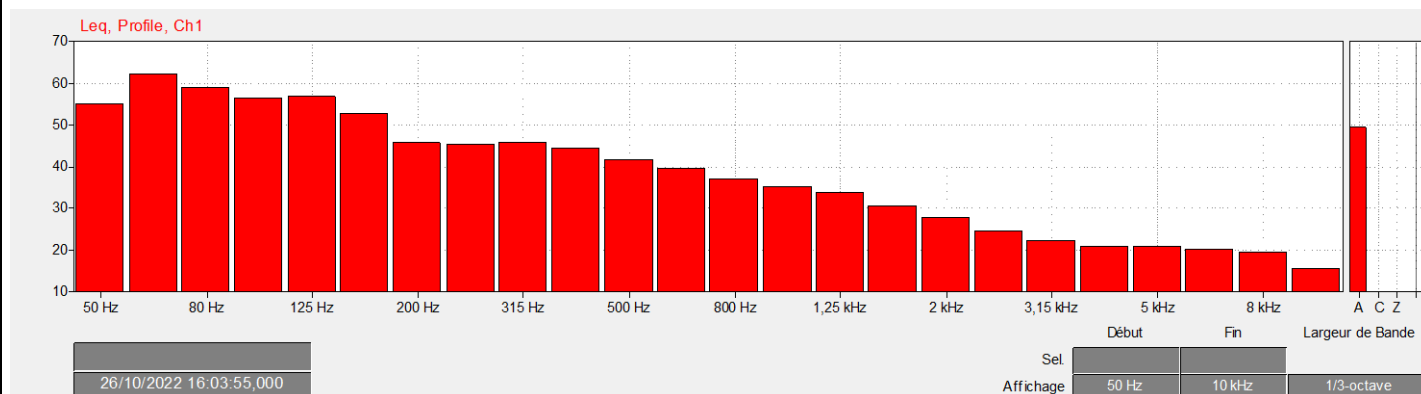
Point de mesure	ZER 02
Intitulé	Ambiant - Résiduel
Période	Jour - Nuit
Hauteur	1.5 m

	L _{Aeq} dB(A)	L ₅₀ dB(A)	L ₉₀ dB(A)
Ambiant JOUR	48.0	43.5	39.0
Résiduel JOUR	45.0	43.0	41.0
Ambiant NUIT	49.0	42.0	37.0
Résiduel NUIT	41.5	40.5	38.5

Evolution temporelle :



Spectre 1/3 octave [Ambiant] :



ANNEXE 2 -

GLOSSAIRE

Bruit ambiant

Niveau sonore incluant l'ensemble des bruits environnants. Dans le cas d'une gêne liée à une source sonore particulière, le bruit ambiant est la somme du bruit résiduel et du bruit particulier émis par la source. Il est composé de l'ensemble des bruits émis par toutes les sources proches et éloignées.

Bruit particulier

Bruit produit par une source sonore, ou composante du bruit ambiant pouvant être identifiée spécifiquement et que l'on distingue du bruit ambiant, fait l'objet d'une requête.

Bruit résiduel

Niveau sonore en l'absence du ou des bruit(s) particulier(s).

Bruit de fond

Tout bruit relevé aux emplacements de mesurage, autre que celui produit par la source de bruit artificielle utilisée pour les mesurages.

Emergence

L'émergence correspond à la différence arithmétique entre le niveau de pression acoustique du bruit ambiant et le niveau de pression acoustique du bruit résiduel.

La réglementation fixe des niveaux sonores limites admissibles par le voisinage et un niveau maximal d'émergence du bruit des installations par rapport au bruit ambiant.

$$\text{Emergence} = \text{Bruit ambiant} - \text{Bruit résiduel}$$

Niveau de pression acoustique L_p

Niveau sonore exprimé en décibel (dB) calculé par 20 fois le logarithme décimal du rapport de la pression sonore efficace à la pression sonore de référence, à savoir :

$$L_p = 20 \cdot \log_{10}(p/p_0)$$

Avec :

- $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Pascal (pression référence = seuil d'audibilité),
- p = pression acoustique.

Cette grandeur est dépendante de l'environnement de la source.

Niveau de pression acoustique normalisé L_{nAT}

Exprimé en dB(A), cet indice permet de caractériser par une seule valeur le niveau de bruit d'un équipement.

Il est calculé à partir de la formule suivante :

$$L_{nAT} = L_p - 10 \cdot \log_{10}(T/T_0)$$

Avec :

- L_p : niveau de pression acoustique mesuré dans le local de réception ;
- T : durée de réverbération du local de réception ;
- T_0 : durée de réverbération de référence (0.5 s).

Niveau de puissance acoustique L_w

Chaque source de bruit est caractérisée par une puissance acoustique (énergie sonore émise par unité de temps), exprimée en Watt (noté W). Cette grandeur est indépendante de l'environnement de la source.

$$L_w = 10 \cdot \log_{10}(W/W_0)$$

Avec :

- $W_0 = 1$ pico Watt soit 10^{-12} Watt,
- W = puissance rayonnée.

Niveau sonore équivalent L_{eq} ou L_{Aeq}

Niveau de bruit équivalent obtenu par intégration sur une certaine période de la pression sonore pondérée A, permettant la comparaison d'événements sonores de durée et de caractéristiques différentes. Il est calculé par 10 fois le logarithme de la moyenne temporelle élevée au carré de la pression instantanée pondérée A, divisé par le carré de la pression de référence.

Le temps d'intégration n'est pas imposé par défaut, mais peut prendre des valeurs particulières comme 1 minute, l'unité de référence étant la seconde.

Le L_{eq} s'exprime en dB et le L_{Aeq} en dB(A).

Tonalité marquée

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 ci-après pour la bande considérée (pour une analyse à partir d'une acquisition minimale de 10 s) :

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

ZER (Zone à Emergence Réglementée)

Une ZER est définie comme suit :

- « [...] l'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers, existant à la date de l'arrêté d'autorisation (...) ;
- les zones constructibles définies par des documents d'urbanisme opposables aux tiers et publiés à la date de l'arrêté d'autorisation ;
- l'intérieur des immeubles habités ou occupés des tiers qui ont été implantés après la date de l'arrêté d'autorisation dans les zones constructibles [...] ».

INDICE	DATE	OBSERVATIONS
0	18/01/2023	Rapport initial
A	27/01/2023	Révision 1



Bureau d'études acoustiques



Adresse

1 Rue Alexandre Fleming
49000 ANGERS
FRANCE

Coordonnées

02 41 17 15 73
anjou@ouest-acoustique.fr

SARL OUEST ACOUSTIQUE ANJOU

Capital social : 15 000 €

Immatriculation RCS : Angers 889 224 952

Siret : 889 224 952 00016

Code NAF : 7112B