

**VENATHEC SUD-EST**

730 rue René Descartes
Les Pléiades II - Bâtiment B
13100 AIX-EN-PROVENCE
Tél : 04 42 23 27 18

Etude d'impact acoustique pour l'implantation de Data center Projet Cézanne aux Pennes Mirabeau (13)

Votre interlocuteur VENATHEC

Thibault POIRIER
Acousticien
tpoirier@venathec.com
06 29 07 33 71

**TELEHOUSE INT CORPORATION EUROPE
LIMITED**

137 Boulevard Voltaire 75011 PARIS
Malek MKACHER
malek.mkacher@fr.telehouse.net
06 73 63 87 82

ÉTUDE ACOUSTIQUE PHASE APD

Acoustique Industrielle

venathec.com



Client	
Raison Sociale	TELEHOUSE INT CORPORATION EUROPE LIMITED
Adresse	137 Boulevard Voltaire 75011 PARIS
Interlocuteur	David NANY (APL)
Fonction	Responsable de pôle - Marseille BU Conseil & Ingénierie DC
Téléphone	(0)6 08 16 08 10
Courriel	david.nany@apl-datacenter.fr

Diffusion	
Version	A
Date	20 août 2025

Rédacteur Thibault POIRIER


Relecteur Mickaël FAVRE-FELIX


La diffusion ou la reproduction de ce document n'est autorisée que sous la forme d'un fac-similé comprenant 42 pages. Rédigé par Thibault POIRIER, transmis le 20/08/2025.

Table des matières

1. INTRODUCTION.....	4
2. PRESENTATION DU PROJET.....	5
3. CONTEXTE REGLEMENTAIRE, NORMATIF ET OBJECTIFS	6
3.1 Préambule	6
3.2 Réglementation	6
3.3 Normes.....	6
3.4 Description de la réglementation spécifique aux Installations Classées pour la Protection de L'Environnement.....	7
3.5 Isolement aux bruits aériens des bureaux vis-à-vis de l'extérieur	8
3.6 Isolement aux bruits aériens entre locaux	11
3.7 Niveaux de bruit de choc dans les locaux	11
3.8 Correction de la réverbération dans les locaux	11
3.9 Niveaux de bruit des équipements techniques à l'intérieur des locaux.....	12
4. ETAT SONORE INITIAL.....	13
4.1 Localisation des mesures	13
4.2 Résultats au point de mesure n°1.....	14
4.3 Résultats au point de mesure n°2	16
5. ETUDE D'IMPACT ACOUSTIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT.....	18
5.1 Estimation de l'impact prévisionnel	18
5.2 Résultats des simulations (sans traitement d'insonorisation)	21
5.3 Solutions à mettre en œuvre	23
6. SPECIFICATIONS TECHNIQUES – PHASE APD.....	28
6.1 Gros œuvre.....	28
6.2 Couverture – Etanchéité	29
6.3 Menuiseries extérieures	29
6.4 Cloisons – Doublages – Plafonds isolants	30
6.5 Menuiseries intérieures	31
6.6 Revêtements de sol	32
6.7 Traitements de correction acoustique	33
6.8 Lots techniques.....	35
7. CONCLUSION.....	39
8. ANNEXE : GLOSSAIRE	40

1. INTRODUCTION

Dans le cadre de l'implantation d'un Data Center aux Pennes Mirabeau (13) – Projet Cézanne - TELEHOUSE a sollicité le bureau d'études acoustiques VENATHEC afin de réaliser une étude d'impact acoustique phase APD.

L'objet de cette étude est d'évaluer l'impact acoustique du site et de ses installations auprès du voisinage proche, de le comparer aux exigences réglementaires applicables et, en cas de dépassements, proposer des solutions de réduction de l'impact acoustique. Dans le cas des bureaux, des solutions techniques seront données afin que les exigences en matière de confort acoustique soient atteintes.

Ce rapport comporte les éléments suivants :

- Présentation du projet et identification des zones sensibles,
- Contexte réglementaire,
- Définir les exigences acoustiques du projet,
- Rappel de l'état initial acoustique (mesures),
- Caractérisation de l'état futur acoustique (simulation),
- Préconisations acoustiques (le cas échéant),
- Définition des solutions techniques satisfaisant pour les bureaux.

L'étude s'appuie sur les différents documents fournis par la société APL notamment :

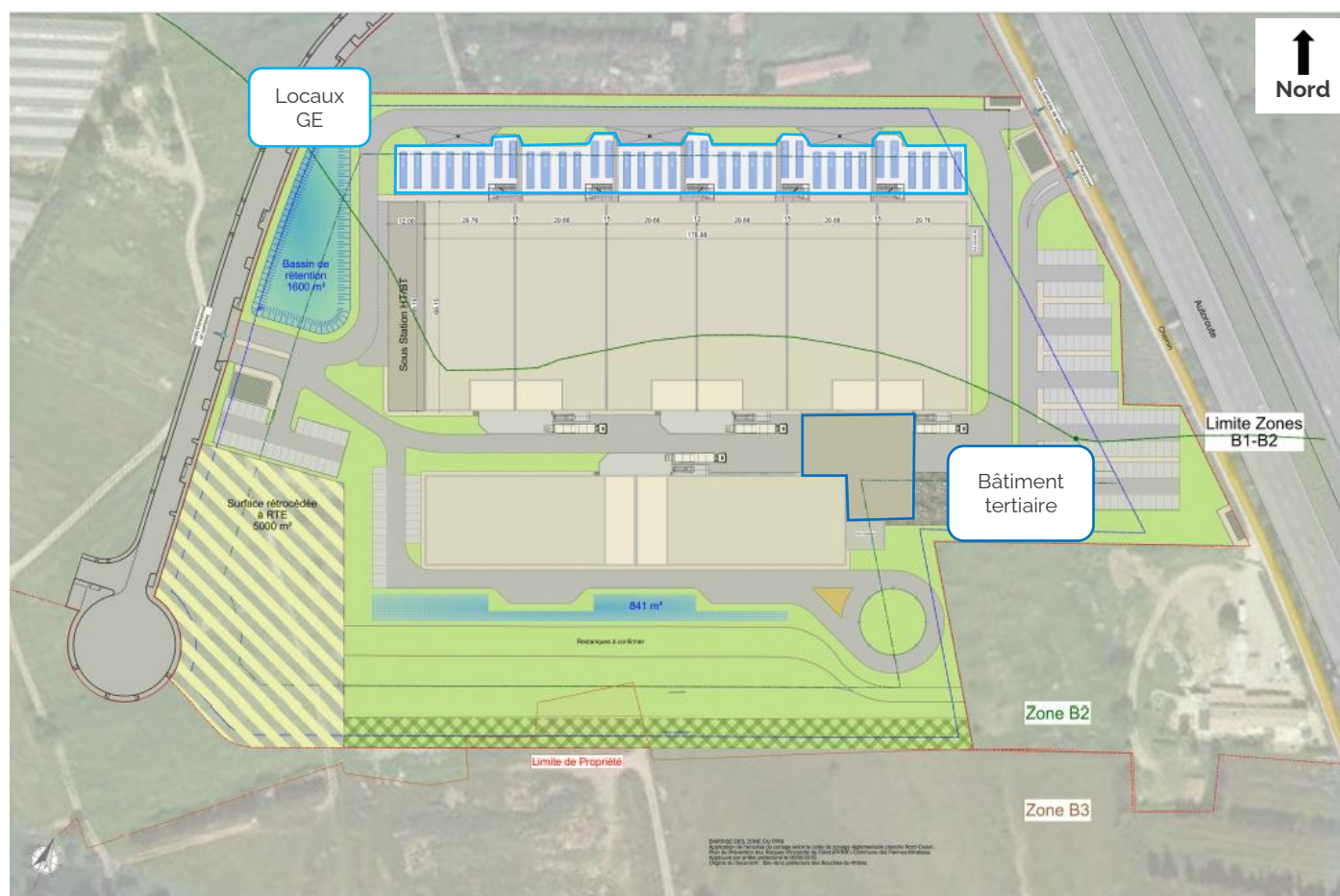
- Les fiches techniques des sources de bruits (groupes de production de froid, CTA, groupes électrogènes etc..)
- Les plans d'implémentation du projet
- Les plans d'aménagement des différents bâtiments

La campagne de mesure acoustique a été effectuée du 03 au 04 Juin 2024.

Les différentes terminologies employées dans ce rapport sont rassemblées dans le glossaire en annexe.

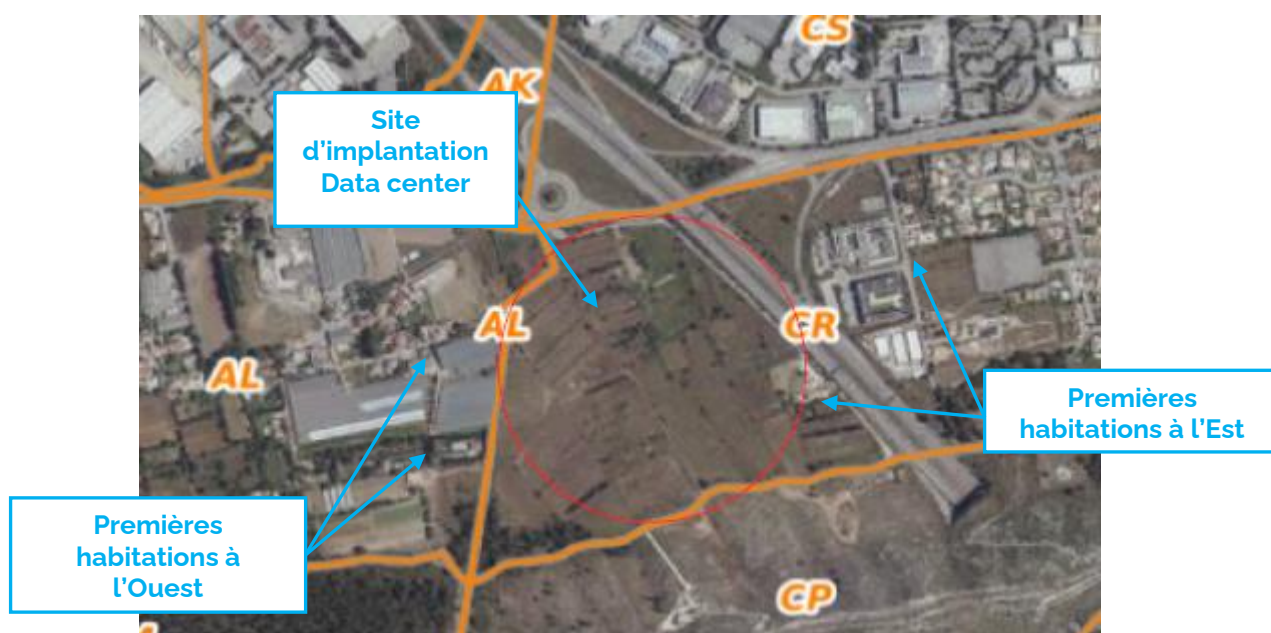
2. PRESENTATION DU PROJET

Les futurs bâtiments Data Center seront situés dans la ZA des Sybilles aux Pennes-Mirabeau. Le projet est constitué de deux bâtiments d'une surface d'environ 13 600 m² chacun.



Aperçu du plan du Data center (plan APS du 14/06/2024)

Les premières habitations sont situées à environ 400 m au sud du site, 600 m à l'est et 1 km au Nord.



Localisation du projet et des logements les plus proches

Les principales sources de bruit du futur Data Center sont :

- Des groupes électrogènes
- Des groupes froids
- Des centrales de traitement d'air
- Des extracteurs de fumée
- Des locaux techniques HTB et transformateurs

3. CONTEXTE REGLEMENTAIRE, NORMATIF ET OBJECTIFS

3.1 Préambule

L'impact acoustique du site est couvert par la réglementation ICPE (Installations Classées pour la Protection de l'Environnement) via l'arrêté du 23 janvier 1997.

En l'absence de réglementation acoustique spécifique aux bâtiments de bureaux, il est proposé au maître d'ouvrage de fixer les exigences acoustiques en se référant à la **norme NF S 31-080 relative aux performances acoustiques des bureaux et espaces associés**. Cette norme fixe trois classes de performance : Courant, Performant et Très Performant. Nous proposons de viser sur cette opération le **niveau Performant** pour les locaux cités dans cette norme, à savoir les bureaux, salles de réunion, espaces de détente, restaurant et circulation.

3.2 Réglementation

Dans le cadre du projet, les textes réglementaires suivants peuvent s'appliquer :

- **Loi du 31 décembre 1992** complétée par le décret d'application du 9 janvier 1995 et l'arrêté du 5 mai 1995
- **Code de l'environnement (livre V, titre VII) ordonnance n°2000-914 du 18 septembre 2000**, reprenant tous les textes relatifs au bruit
- **Articles L571-9 et R571-44 à R571-52** du Code de l'Environnement
- **Arrêté du 23 janvier 1997** relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation
- **Arrêté du 26 janvier 2007** modifiant l'arrêté du 17 mai 2001 fixant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique
- **Loi n°92-1444** du 31 décembre 1992 relative à la lutte contre le bruit
- **Décret n° 2006-892 du 19 juillet 2006** relatif aux prescriptions de sécurité et de santé applicables en cas d'exposition des travailleurs aux risques dus au bruit et modifiant le Code du travail

3.3 Normes

3.3.1 Matériel

- **Norme NF EN 61672-1** (2003) : Electroacoustique – Sonomètres – Partie 1 : spécifications
- **Norme NF EN 60942** (2003) : Electroacoustique – Calibreurs acoustiques

3.3.2 Mesurage

- **Norme NF S 31-010** : Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement
- **Norme NF S 31-110** : Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement – Grandeurs fondamentales et méthodes générales d'évaluation

3.3.3 Calculs

- **Norme ISO 9613** : Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre
- **Norme VDI 2081** (2019) : Air-conditioning - Noise generation and noise reduction

3.3.4 Référentiels de performance acoustique

- **Norme NF S 31-080 (2006)** : Bureaux et espaces associés – Niveaux et critères de performances acoustiques par type d'espace
- **Référentiel HQE BATIMENT DURABLE V4** (Certivea, juin 2023) (proposé dans le cas présent pour définir l'objectif d'isolement au bruit aérien vis-à-vis de l'extérieur du bâtiment tertiaire)

3.4 Description de la réglementation spécifique aux Installations Classées pour la Protection de L'Environnement

Ces installations doivent satisfaire aux exigences réglementaires spécifiques aux ICPE, fixées dans l'arrêté du 23 janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement, en termes :

- Niveau sonore maximum en limite de propriété
- Émergence en Zones à Emergence Réglementée (ZER)
- Tonalité marquée en Zones à Emergence Réglementée (ZER)

Des exigences sont fixées pour chaque période réglementaire diurne [7h-22h] et nocturne [22h-7h].

Ainsi, l'installation doit être construite, équipée et exploitée 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.

3.4.1 Niveaux sonores maximum en limite de propriété

L'arrêté préfectoral d'autorisation d'un établissement 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'émergences admissibles.

Les valeurs fixées par cet arrêté d'autorisation ne peuvent excéder :

- 70 dBA pour la période de jour
- 60 dBA pour la période de nuit

sauf si le bruit résiduel pour la période considérée est supérieur à cette limite.

3.4.2 Emergences admissibles en ZER (Zone à émergence réglementée)

En ZER, les valeurs limites d'émergence sont les suivantes, en fonction de niveau de bruit ambiant existant :

Niveau de bruit ambiant existant dans les ZER, incluant le bruit de l'établissement	Emergence admissible en période diurne (7h à 22h) sauf dimanches et jours fériés	Emergence admissible en période nocturne (22h à 7h) ainsi que dimanches et jours fériés
Supérieur à 35 dBA et inférieur ou égal à 45 dBA	6 dBA	4 dBA
Supérieur à 45 dBA	5 dBA	3 dBA

Remarque

Si le niveau de bruit ambiant mesuré est inférieur à 35 dBA, le critère d'émergence ne s'applique pas pour la ZER considérée.

3.4.3 Tonalité marquée

Dans le cas où le bruit particulier de l'établissement est à tonalité marquée au sens du point 1.9 de l'annexe de l'arrêté du 23 janvier 1997, 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.

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 :

- 10 dB dans les tiers d'octave 50 Hz à 315 Hz
- 5 dB dans les tiers d'octave octaves 400 Hz à 8000 Hz

3.5 Isolement aux bruits aériens des bureaux vis-à-vis de l'extérieur

3.5.1 Principe de définition des objectifs

En l'absence d'objectif acoustique clairement définis dans le cadre du présent projet, deux approches sont proposées pour définir les objectifs d'isolement au bruit aérien vis-à-vis de l'extérieur :

- Approche 1 selon le niveau « performant » de la norme NF S 31-080, qui fixe un objectif de niveau sonore à l'intérieur des locaux à partir d'un niveau sonore mesuré sur site.
- Approche 2, selon la classe C du référentiel HQE Bâtiment Durable, qui fixe un objectif d'isolement de façade en fonction du classement sonore des infrastructures environnant le projet.

3.5.2 Définition des objectifs

3.5.2.1 Objectifs fixés selon le niveau performant de la norme NF S 31-080

Pour satisfaire à la norme NF S 31-080, l'isolement des locaux vis-à-vis des bruits venant de l'extérieur doit être défini en satisfaisant deux contraintes simultanément :

- Un isolement acoustique minimum entre l'intérieur et l'extérieur, selon l'indice normalisé $D_{nT,A,tr}$,
- Un niveau de bruit maximum à l'intérieur des locaux, venant de l'extérieur, selon l'indice L_{50} .

Ces deux contraintes sont données dans le tableau ci-dessous, selon les types de locaux, pour le niveau de la Performant la norme NF S 31-080 :

Local	Indice $D_{nT,A,tr}$ [dB] minimum	Niveau de bruit L_{50} [dB] maximum
Bureau	≥ 30 dB	≤ 35 dBA
Salle de réunion ou formation	≥ 30 dB	≤ 35 dBA
Espace de détente	≥ 30 dB	≤ 30 dBA
Restaurant	≥ 30 dB	≤ 40 dBA
Circulation	≥ 30 dB	≤ 45 dBA

Le niveau de bruit de référence sur la parcelle est déduit de la mesure de bruit réalisée au point n°1 (cf. 4.1) en champ libre pendant 24h consécutives, sur le site, entre le 03 et le 04 juin 2024.

Sur la période 8h-18h, considérée comme la période de travail dans les locaux du projet, le niveau de bruit relevé pendant la tranche horaire la plus bruyante (17h-18h) est 54,0 dBA en indice L_{50} .

Le tableau suivant détaille le calcul de l'isolement minimum aux bruits aériens extérieurs, pour obtenir le niveau de bruit intérieur demandé par la norme NF S 31-080, compte de ce niveau de bruit en espace extérieur de 73 dBA en indice L_{50} .

Localisation	Mesure ou calcul	Valeur [dB] par bande d'octave [Hz]								Valeur globale A
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Extérieur	Niveau sonore mesuré sur site (indice L_{50})	61,5	52,5	45,0	47,0	49,0	43,0	32,5	48,5	54,0 dBA
	Niveau sonore estimé en façade	49,0	54,0	45,5	35,0	28,0	26,0	33,0	35,0	55,5 dBA
Bureau, Salle de réunion	Niveau sonore requis dans le local	55,0	45,0	37,0	31,0	28,0	24,0	21,0	20,0	35,0 dBA
	Isolement acoustique minimum	6,5	11,5	11,5	16,5	21,0	19,0	15,0	28,5	$D_{nTA,tr} = 23,0$ dB

Commentaire

Ce calcul montre que, pour satisfaire à la norme NF S 31-080 niveau Performant, l'isolement aux bruits aériens extérieurs doit être au minimum de 24 dB dans les bureaux et salles de réunion, et de 23 dB dans les espaces de détente, sur la base du niveau de bruit mesuré sur site pendant l'heure la plus bruyante.

La norme NF S 31-080 requérant dans tous les cas un isolement minimum de 30 dB, on retiendra donc un isolement aux bruits aériens extérieur $D_{nTA,tr}$ de 30 dB.

3.5.2.2 Objectifs fixés selon la classe C du référentiel HQE Bâtiment durable

Le référentiel HQE en classe C demande de viser un isolement au bruit aérien vis-à-vis de l'extérieur ($D_{nTA,tr}$) au minimum égal à la valeur réglementaire pour du logement neuf diminuée de 5 dB.

Pour une opération de logements en construction neuve, l'isolement vis-à-vis de l'extérieur ($D_{nTA,tr}$) doit tenir compte des sources sonores telles que les infrastructures de transport routières, ferroviaires et aériennes. Les exigences réglementaires applicables à une opération de logements neufs sont définies par l'arrêté du 30 mai 1996, modifié par l'arrêté du 23 juillet 2013.

Dans ces arrêtés, les exigences sont définies en fonction du classement sonore des infrastructures de transports situées à proximité du projet (classement de 1 à 5, la catégorie 1 étant la plus bruyante), soit par une méthode de calcul forfaitaire, soit par une estimation précise du niveau sonore en façade (par calcul ou par mesures in situ). Dans le cadre de ce projet, la méthode de calcul forfaitaire est retenue.

D'après les arrêtés préfectoraux relatifs au classement sonore des réseaux routier et ferroviaire du département du département des Bouches-du-Rhône, le projet est proche des infrastructures de transports terrestres classées comme bruyantes présentées dans le tableau suivant :

Infrastructure	Classement sonore	Type	Largeur du secteur affecté par le bruit [m]	Plus petite distance au projet [m]	Infrastructure prise en compte dans l'étude
Autoroute A7	Catégorie 1	Tissu ouvert	300 m	90 m	Oui
D113	Catégorie 2	Tissu ouvert	250 m	120 m	Oui

La figure ci-après visualise le projet et les infrastructures de transports terrestres classées les plus proches :



Plan de repérage des voies classées comme bruyantes à proximité du projet

Par application de la méthode de calcul forfaitaire décrite dans l'arrêté du 30 mai 1996 modifié par l'arrêté du 23 juillet 2013, compte tenu de la distance et l'orientation des façades du projet par rapport aux voies classées, les objectifs d'isolement acoustique réglementaires sont les suivants, par façade ou par type de local :

Local de réception ou façade	Objectif $D_{nT,A,Tr}$ [dB]	Objectif $D_{nT,A,Tr} - 5$ [dB]
Façade Est	≥ 37 dB	≥ 32 dB
Façade Nord	≥ 34 dB	≥ 30 dB
Façade Sud		
Façade Ouest	≥ 30 dB	≥ 30 dB

Nota : Ces objectifs ne sont qu'à respecter en présence de locaux de type bureaux, salles de réunions ou circulations donnant sur la façade.

3.5.2.3 Synthèse et proposition d'objectif d'isolement au bruit aérien vis-à-vis de l'extérieur

Local	Objectif selon niveau « performant » de la norme NF S 31-080	Objectif selon classe C du référentiel HQE	Objectif proposé dans le cadre du projet
Espace de bureaux, salles de réunions – façade Est	≥ 30 dB	≤ 32 dBA	≤ 32 dBA
Espace de bureaux, salles de réunions – façade Nord, Sud et Ouest	≥ 30 dB	≤ 30 dBA	≤ 30 dBA

3.6 Isolement aux bruits aériens entre locaux

Le tableau selon présente les objectifs d'isolement aux bruits aériens minimum entre locaux, suivant l'indice $D_{nT,A}$.

Local de réception	Local d'émission	Objectif $D_{nT,A}$ [dB]
Bureau individuel ou collectif	Autre local	≥ 40 dB
	Circulation	≥ 35 dB
Bureau en espace ouvert	Autre Local	≥ 35 dB
	Circulation	≥ 30 dB
Salle de réunion	Autre Local	≥ 45 dB
	Circulation	≥ 40 dB

3.7 Niveaux de bruit de choc dans les locaux

Le tableau suivant présente les objectifs de niveaux de bruit de choc maximum dans les locaux, selon l'indice $L'_{nT,w}$. Cette valeur $L'_{nT,w}$ est mesurée dans le local lors du fonctionnement d'une machine à choc normalisée dans tout local adjacent ou superposé (hors locaux techniques).

Local de réception	Objectif $L'_{nT,w}$ [dB]
Bureau (tout type)	≤ 60 dB
Salle de réunion ou formation	
Espace de détente	
Circulation	

3.8 Correction de la réverbération dans les locaux

3.8.1 Durée de réverbération

Le tableau suivant présente les objectifs de durée de réverbération maximum dans les locaux, selon l'indice Tr , exprimé en secondes. Ces objectifs correspondent à la moyenne arithmétique des valeurs de durée de réverbération aux octaves 500 Hz, 1 kHz et 2 kHz. Ils sont mesurés dans des locaux meublés, non occupés.

Local de réception	Objectif Tr [s]
Bureau individuel	$\leq 0,7$ s
Bureau collectif	$\leq 0,6$ s
Bureau en espace ouvert si $V \leq 250$ m ³	$\leq 0,8$ s
Salle de réunion ou formation	
Circulation	

3.8.2 Décroissance sonore spatiale

Dans les bureaux en espace ouvert de volume supérieur à 250 m³, la décroissance sonore par doublement de distance sera de 3 dBA au moins.

Dans les restaurants de volume supérieur à 250 m³, la décroissance sonore par doublement de distance sera de 2,5 dBA au moins.

3.9 Niveaux de bruit des équipements techniques à l'intérieur des locaux

Le tableau suivant présente les objectifs de niveaux de bruit maximum à l'intérieur des locaux dû au fonctionnement des équipements techniques, selon l'indice L_p .

Local de réception	Objectif L_p [dBA]
Bureau individuel ou collectif	≤ 38 dBA et NR33
Bureau en espace ouvert	L_p compris entre NR35 et NR40
Salle de réunion ou formation	≤ 38 dBA et NR33
Circulation	≤ 38 dBA et NR33

4. ETAT SONORE INITIAL

Le diagnostic acoustique a été effectué du 3 au 4 Juin 2024, par Monsieur GUILLLOT Max.

4.1 Localisation des mesures

Lors de l'intervention il a été réalisé deux mesures du niveau sonore résiduel dans l'environnement du projet

Les emplacements des mesures du niveau sonore résiduel dans l'environnement sont repérés sur la figure suivante :



Localisation des points de mesure

Légende :

- Point de mesure

La photo ci-après montre la position du microphone mis en place.



Localisation du point n°1

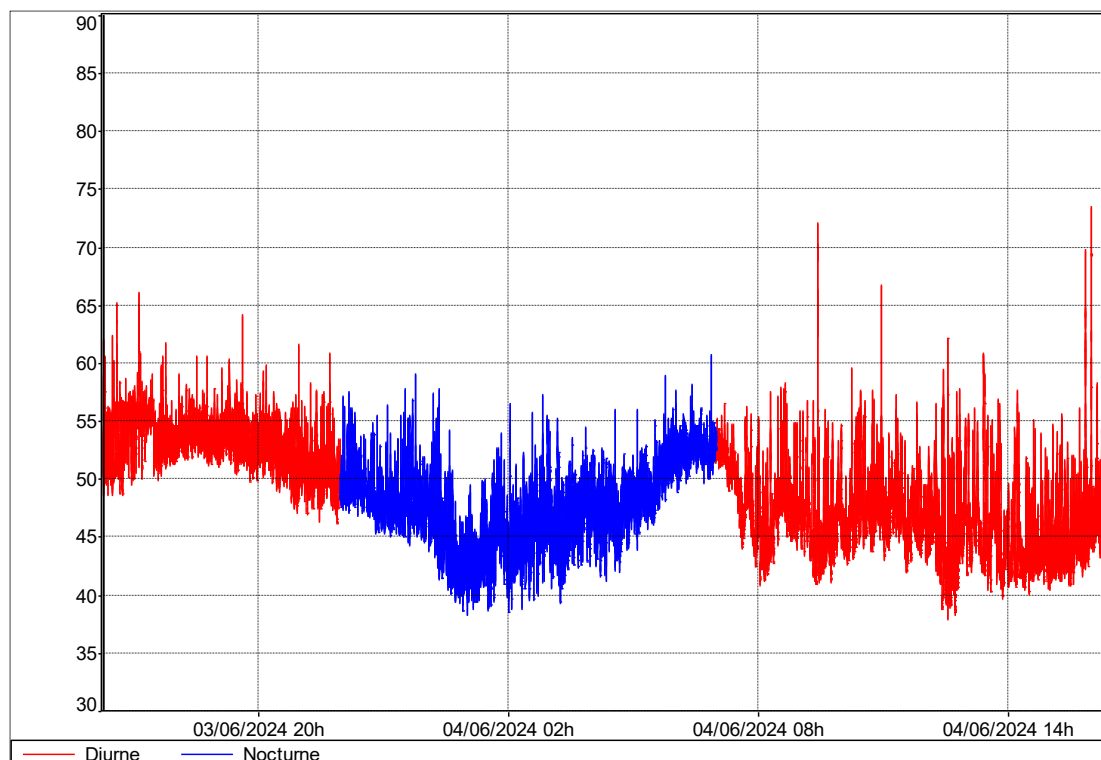


Localisation du point n°2

4.2 Résultats au point de mesure n°1

4.2.1 Evolution temporelle du niveau de bruit

La figure ci-dessous présente l'évolution temporelle du niveau sonore L_{Aeq} , en dBA, mesuré :



Evolution temporelle du niveau de bruit (en rouge la période diurne, en bleu la période nocturne)

Commentaires

Le bruit sur la zone est principalement conditionné par le trafic routier sur les axes alentours, notamment sur l'autoroute A7 où le trafic routier en période diurne y est soutenu.

En période nocturne le trafic routier diminue mais reste toujours bien présent comme l'illustre l'évolution temporelle du niveau de bruit.

4.2.2 Niveau sonore résiduel retenu par période réglementaire

Les tableaux suivants présentent les niveaux de bruit mesurés, en période diurne et en période nocturne, exprimés arrondis à 0,5 dB près :

	Indicateur	Niveau sonore [dB] par bande d'octave [Hz]								Niveau sonore global A [dBA]
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
PERIODE DIURNE 7H-22H	L _{eq}	65,5	57,5	49,5	47,5	57,5	49,5	34,0	45,0	58,5
	L ₉₀	55,5	45,0	36,5	37,0	39,5	34,5	25,5	17,5	43,0
	L ₅₀	48,5	59,0	48,5	40,5	42,5	45,0	40,0	30,0	48,5
	L ₁₀	54,5	63,5	54,5	47,5	49,0	50,5	45,0	34,0	54,5

	Indicateur	Niveau sonore [dB] par bande d'octave [Hz]								Niveau sonore global A [dBA]
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
PERIODE NOCTURNE 22H-7H	L _{eq}	57,0	47,5	40,5	43,5	46,5	40,5	31,0	39,0	49,0
	L ₉₀	49,5	41,0	33,5	37,5	40,0	33,5	27,5	15,0	43,0
	L ₅₀	54,0	44,5	37,5	41,5	44,5	38,5	30,0	18,0	47,5
	L ₁₀	60,0	50,5	43,5	46,5	50,0	44,0	33,0	44,5	52,0

Commentaires :

En période diurne, le niveau sonore est de 58,5 dBA selon l'indice L_{Aeq} et de 48,5 dBA selon l'indice L₅₀ (indice caractéristique de la période calme de jour). Le trafic routier est ici la source de bruit principale.

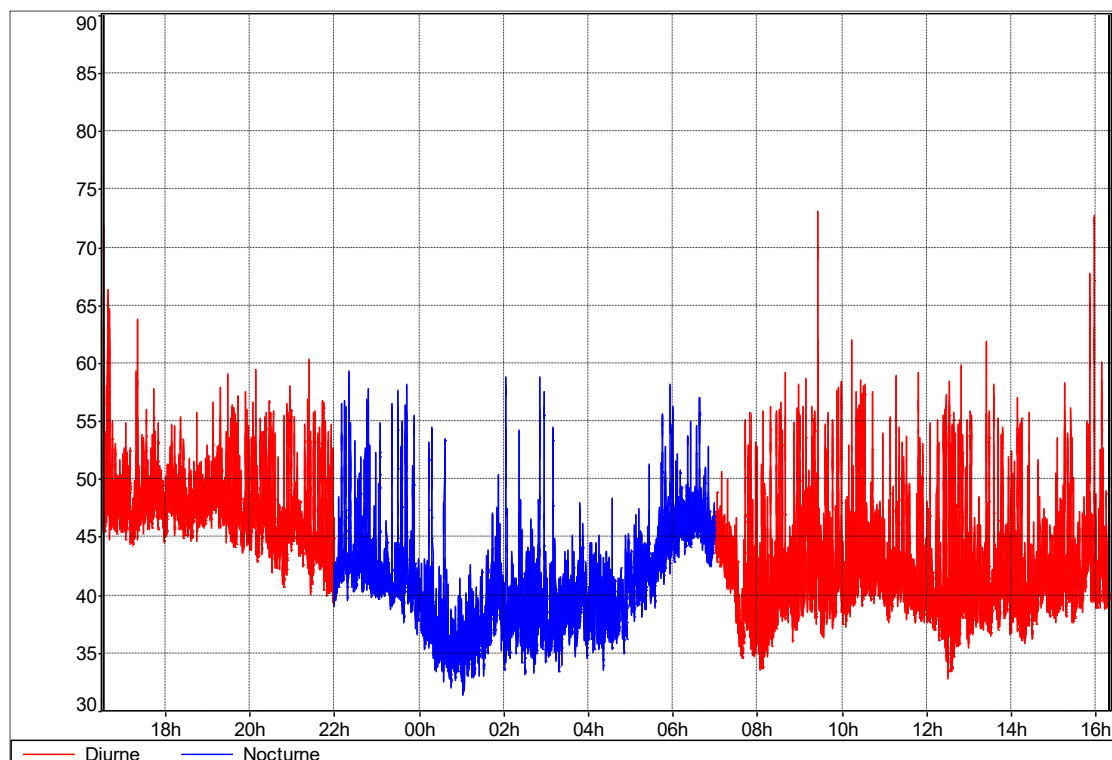
En période nocturne, celui-ci est de 49,0 dBA selon l'indice L_{Aeq} et de 43,0 dBA selon l'indice L₉₀ (indice caractéristique de la période calme de nuit).

Pour la période diurne les données liées à l'indicateur statistique L₅₀ seront utilisés afin de ne pas écarter excessivement le bruit du trafic routier, bruit faisant partie de l'environnement sonore du site. La période nocturne sera elle caractérisée par l'indicateur L₉₀.

4.3 Résultats au point de mesure n°2

4.3.1 Evolution temporelle du niveau de bruit

La figure ci-dessous présente l'évolution temporelle du niveau sonore L_{Aeq} , en dBA, mesuré :



Evolution temporelle du niveau de bruit (en rouge la période diurne, en bleu la période nocturne)

Commentaires

Le bruit sur la zone est principalement conditionné par le trafic routier sur les axes alentours, notamment sur l'autoroute A7 où le trafic routier en période diurne y est soutenu. Ce point de mesure étant plus éloigné de la voie, les niveaux mesurés sont plus faibles.

4.3.2 Niveau sonore résiduel retenu par période réglementaire

Les tableaux suivants présentent les niveaux de bruit mesurés, en période diurne et en période nocturne, exprimés arrondis à 0,5 dB près :

	Indicateur	Niveau sonore [dB] par bande d'octave [Hz]								Niveau sonore global A [dBA]
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
PERIODE DIURNE 7H-22H	L_{eq}	70,0	66,0	64,5	63,0	60,0	55,5	53,0	48,0	63,0
	L_{90}	49,0	40,0	33,5	34,5	34,0	27,5	21,0	17,5	38,5
	L_{50}	43,5	52,5	44,5	38,5	39,5	38,5	33,5	26,5	43,5
	L_{10}	49,5	57,0	51,5	45,5	47,0	46,0	40,0	35,0	49,5

	Indicateur	Niveau sonore [dB] par bande d'octave [Hz]								Niveau sonore global A [dBA]
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
PERIODE NOCTURNE 22H-7H	L _{eq}	53,5	46,0	39,5	41,5	38,5	31,0	24,0	34,0	43,0
	L ₉₀	45,5	38,0	31,0	34,0	31,5	23,0	14,5	12,0	36,0
	L ₅₀	48,5	41,0	34,5	37,5	35,5	27,5	16,5	13,0	40,0
	L ₁₀	57,0	48,5	42,0	43,5	42,0	34,5	25,0	40,0	46,0

Commentaires :

Globalement en période diurne, le niveau sonore est de 63,0 dBA selon l'indice L_{Aeq} et de 43,5 dBA selon l'indice L₅₀ (indice caractéristique de la période calme de jour). Le trafic routier est ici la source de bruit principale.

En période nocturne, celui-ci est de 43,0 dBA selon l'indice L_{Aeq} et de 36,0 dBA selon l'indice L₉₀ (indice caractéristique de la période calme de nuit).

Pour la période diurne les données liées à l'indicateur statistique L₅₀ seront utilisés afin de ne pas écarter excessivement le bruit du trafic routier, bruit faisant partie de l'environnement sonore du site. La période nocturne sera elle caractérisée par l'indicateur L₉₀.

5. ETUDE D'IMPACT ACOUSTIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT

5.1 Estimation de l'impact prévisionnel

5.1.1 Introduction

Le projet d'implantation comprend plusieurs sources de bruit pouvant engendrer une gêne auprès du voisinage, en particulier :

- Le fonctionnement des groupes électrogènes intérieurs, de leur système de refroidissement et d'extraction de fumées ;
- Le fonctionnement des équipements extérieurs de production de froid et ventilations
- Le fonctionnement des locaux techniques du bâtiment sous-station HTB
- Le fonctionnement des locaux techniques transformateurs

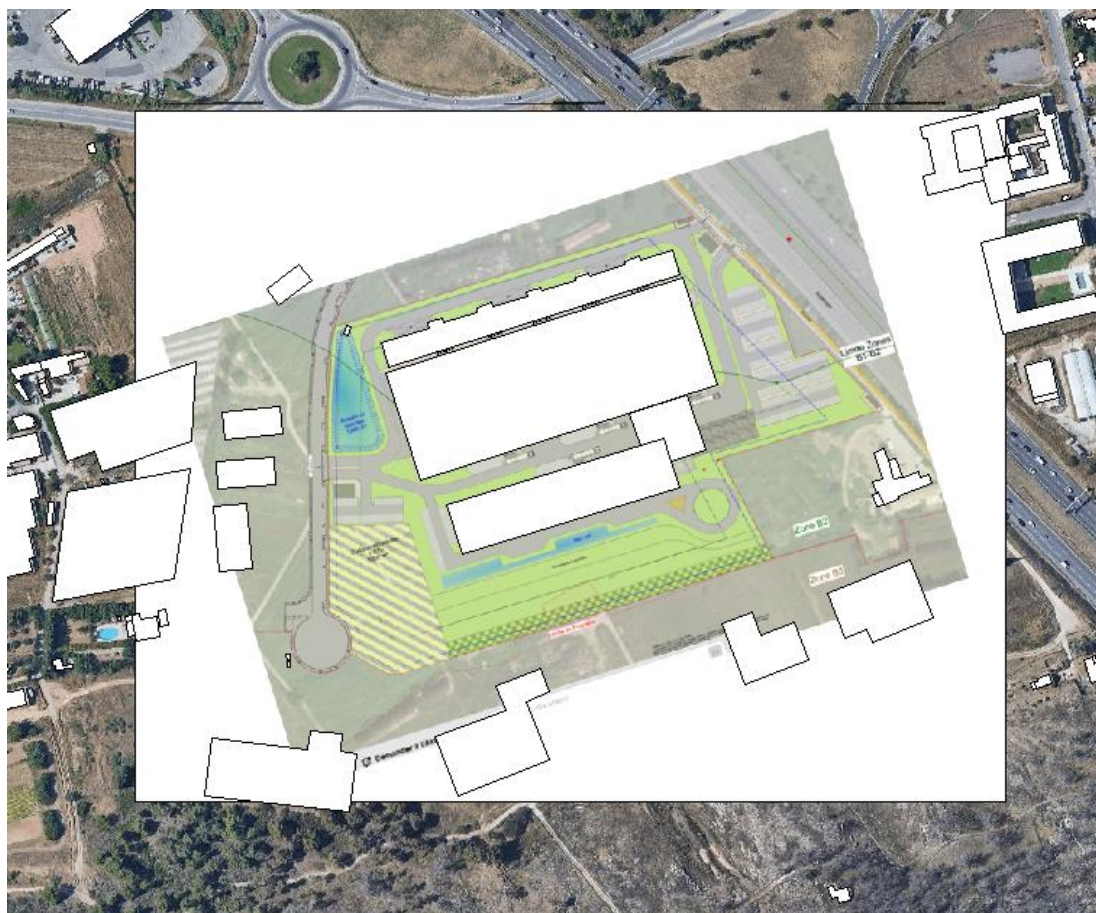
5.1.2 Logiciel de calcul

Le logiciel utilisé pour cette étude est le logiciel CADNAA de la société DATAKUSTIC.

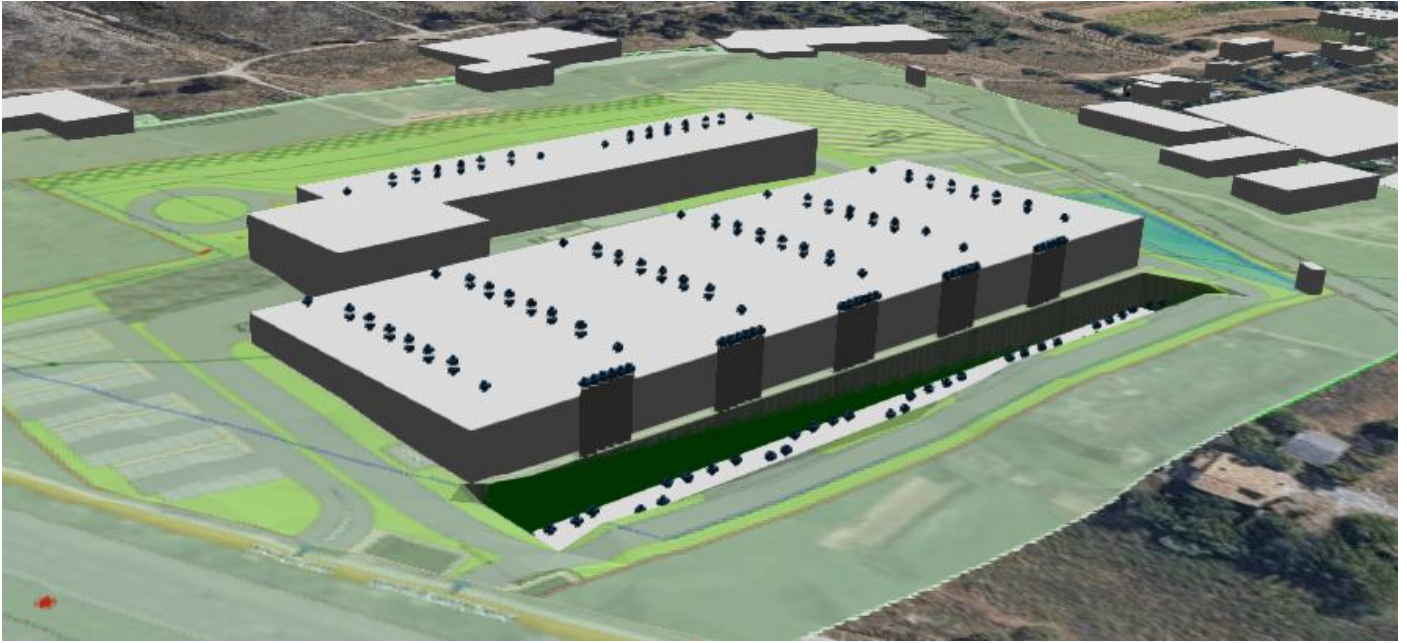
Ce logiciel de propagation environnementale est un logiciel d'acoustique prévisionnelle basé sur des modélisations des sources et des sites de propagation et est destiné à décrire quantitativement des répartitions sonores pour des classes de situations données.

CADNAA permet de modéliser la propagation acoustique en extérieur de tout type de sources de bruit en tenant compte des paramètres les plus influents, tels que la topographie, le bâti, les écrans, la nature du sol ou encore les conditions météorologiques. Ce logiciel répond aux exigences de la norme ISO 9613-1 et 9613-2.

Les figures ci-dessous présentent la modélisation :



Aperçu de la modélisation du site



Aperçu de la modélisation du site

La modélisation sous le logiciel d'acoustique environnementale CADNAA a été réalisée en tenant compte de différents paramètres :

- Implantation potentielle des bâtiments concernés par les nuisances
- Environnement immédiat
- Topographie
- Conditions météorologiques en vent portant
- La puissance acoustique des différentes sources potentielles de bruit
- La méthode de calcul de propagation sonore environnementale ISO 9613-1/9613-2

5.1.3 Hypothèses de calcul prises au sein du modèle

5.1.3.1 Paramètres généraux de calcul

Les paramètres généraux de calcul suivants ont été pris en compte dans le modèle :

- Paramètres météo correspondant aux données moyennes annuelles sur la région
- Absorption au sol : 0,5 (terrain type semi-urbain)
- Nombre de réflexions successives : 3 pour les calculs de niveaux sonores et 1 pour les cartographies
- Réflexion sur bâtiment : -1dB par réflexion (bâtiment réfléchissant)
- Hygrométrie de 70 %
- Cartographie acoustique : maillage de 2 m x 2 m, à une hauteur de 2 m du sol

5.1.3.2 Topographie de la zone

Les données topographiques de la zone ont été intégrées à partir des courbes IGN standard.

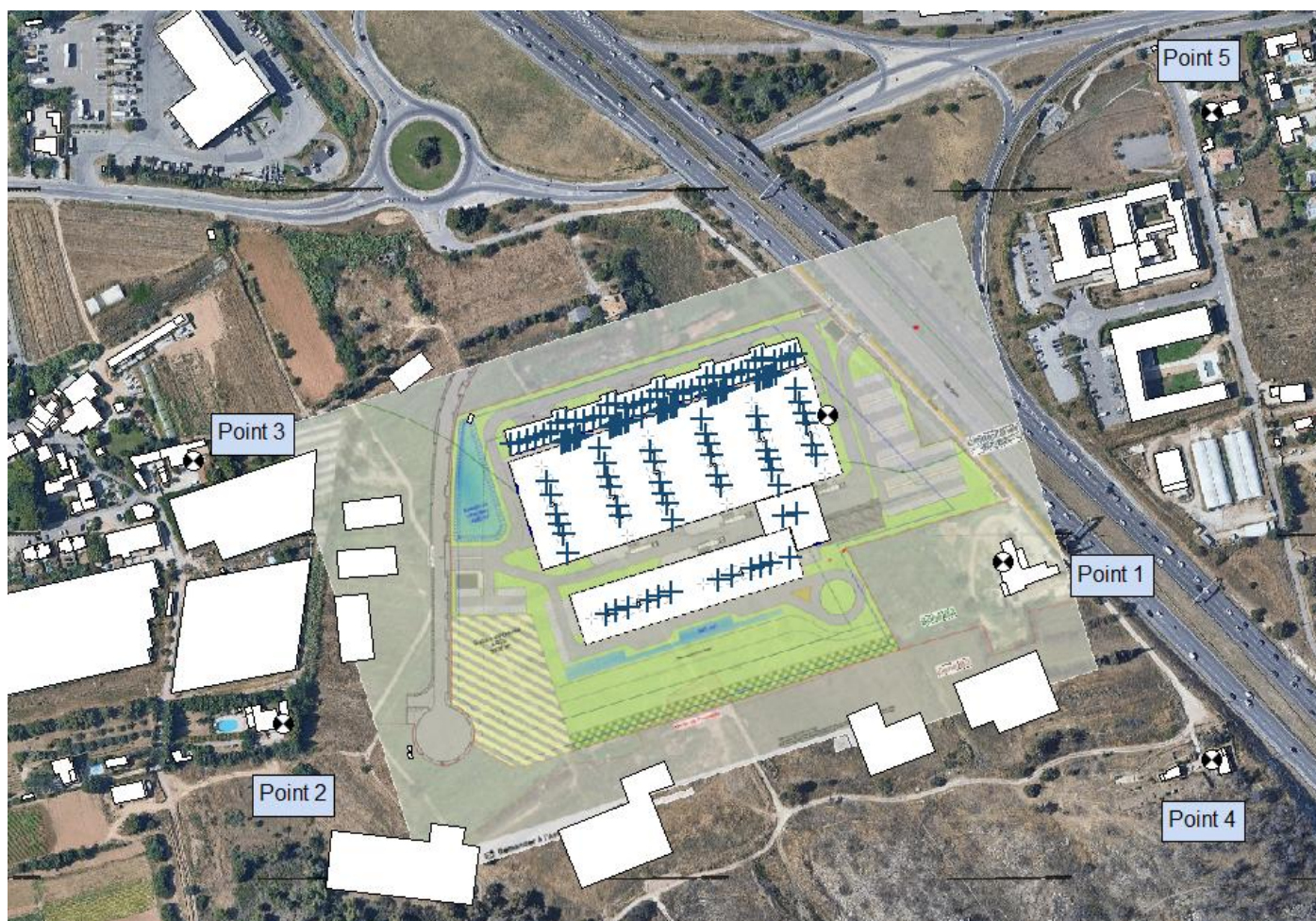
5.1.3.3 Position et hauteur des bâtiments

Concernant les bâtiments/habitations alentours, leur position a été repérée à partir d'une vue Google Earth intégrée au modèle CadnaA et leur hauteur a été définie en fonction du nombre d'étages de chaque bâtiment (hauteur forfaitaire de 3m par étage).

5.1.3.4 Emplacements de calculs

Plusieurs récepteurs virtuels ont été placés au sein du modèle afin d'estimer le niveau sonore prévisionnel au droit des logements les plus proches.

Les récepteurs, identifiés par un pictogramme , sont visibles sur la carte suivante extraite du logiciel de calcul acoustique :



Localisation des récepteurs dans le modèle informatique du site

5.1.3.5 Sources de bruit considérées

Le tableau suivant identifie les équipements, leur localisation et niveau sonore associé pour tous les éléments engendrant une contribution acoustique dans l'environnement (le détail spectral est repris en annexe) :

Source de bruit	Localisation	Niveau sonore en valeur globale [dBA]*
CTA avec panneaux (x16)	Toiture bâtiments Nord et Sud	Niveau de puissance acoustique rayonnée $L_{w,A} = 62$ dBA
Groupe électrogène (x36)	Sous-sol 2 Bâtiment Nord	Niveau de puissance acoustique $L_{w,A} = 130$ dBA
Dry coolers (x36)	Sous-sol 2 Bâtiment Nord	Niveau de puissance acoustique $L_{w,A} = 76$ dBA
Groupe froids Trane (x40)	Toiture bâtiments Nord et Sud	Niveau de puissance acoustique $L_{w,A} = 102$ dBA
Locaux techniques HTB (x2)	Façade Ouest Sous-station HTB	Niveau de puissance acoustique $L_{w,A} = 72$ dBA
Locaux techniques transformateurs (x2)	Façade Sud Bâtiment Administratif	Niveau de puissance acoustique $L_{w,A} = 71$ dBA

5.2 Résultats des simulations (sans traitement d'insonorisation)

5.2.1 Résultats aux points d'étude

Etat actuel - ZER – Période diurne						
Points récepteurs	Niveau de bruit résiduel jour (mesuré) en dBA	Niveau de bruit particulier (simulé) en dBA	Niveau de bruit ambiant jour (calculé) en dBA	Emergence calculée en dBA	Emergence admissible en dBA	Conformité (Oui/Non)
Point 1	48,5	85,0	85,0	36,5	5,0	NON
Point 2	43,5	75,5	75,5	32,0		NON
Point 3	43,5	82,5	82,5	39,0		NON
Point 4	48,5	78,5	78,5	30,0		NON
Point 5	48,5	81,0	81,0	32,5		NON

Etat actuel - ZER – Période nocturne						
Points récepteurs	Niveau de bruit résiduel nuit (mesuré) en dBA	Niveau de bruit particulier (simulé) en dBA	Niveau de bruit ambiant nuit (calculé) en dBA	Emergence calculée en dBA	Emergence admissible en dBA	Conformité (Oui/Non)
Point 1	43,0	85,0	85,0	42,0	3,0	NON
Point 2	36,0	75,5	75,5	39,5		NON
Point 3	36,0	82,5	82,5	46,5		NON
Point 4	43,0	78,5	78,5	35,5		NON
Point 5	43,0	81,0	81,0	38,0		NON

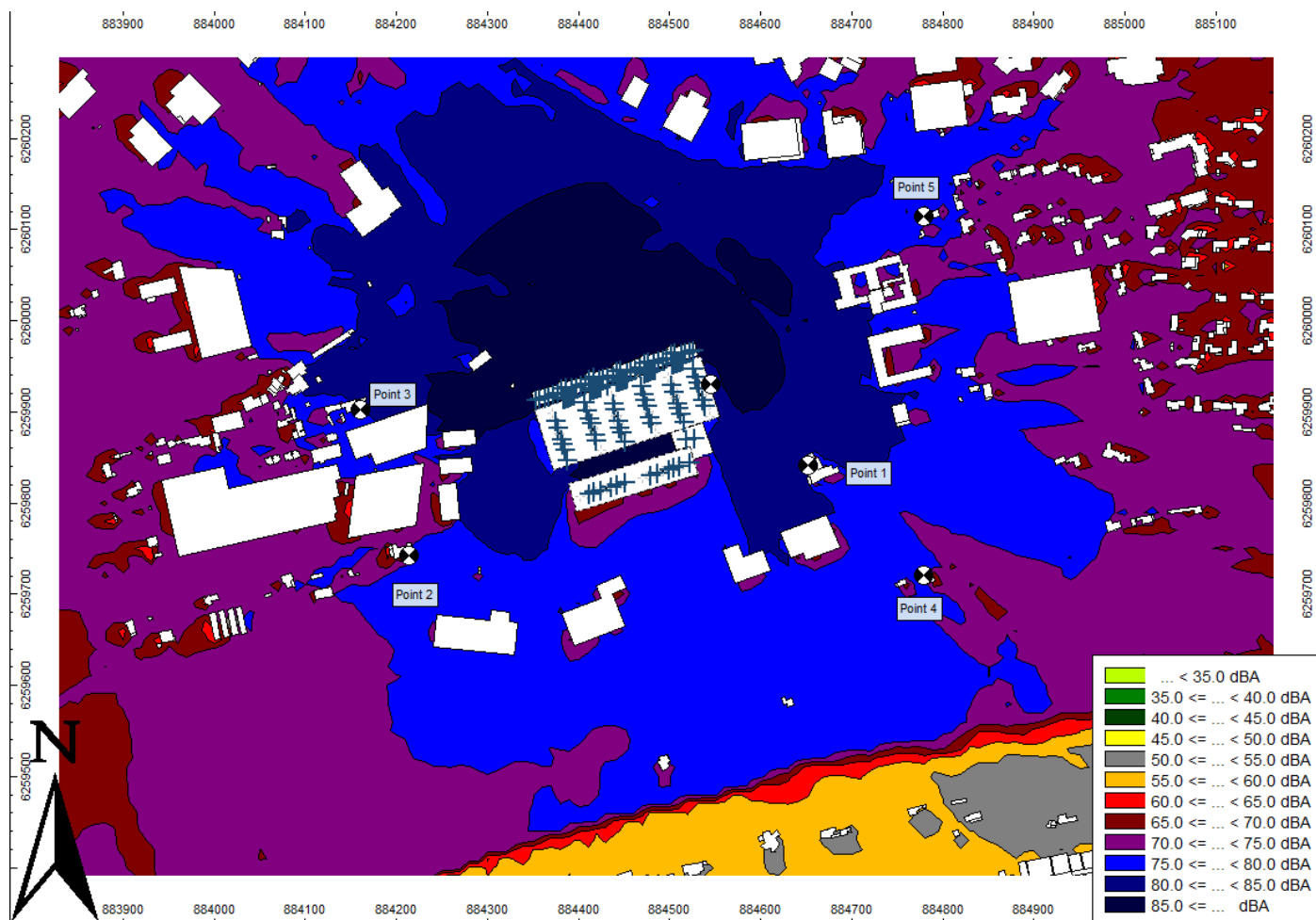
Commentaires :

En période diurne et nocturne, selon les hypothèses retenues et sans aucune préconisation acoustique, on relève des dépassements des seuils réglementaires très importants sur l'ensemble des points ZER.

5.2.2 Cartes de bruit

Les cartographies sonores du niveau de bruit particulier (bruit de l'établissement seul) en périodes jour et nuit sont illustrées sur les figures ci-après.

Ces cartographies sonores sont obtenues en considérant l'ensemble des sources modélisées en fonctionnement simultané. Elles sont calculées à une hauteur de 2m par rapport au sol.



Carte de bruit – Etat futur sans traitement d'insonorisation

5.3 Solutions à mettre en œuvre

5.3.1 Principes de traitement

Comme présenté dans le chapitre précédent un risque de non-conformité important existe au niveau des habitations les plus proches.

Afin de réduire efficacement l'impact acoustique il est proposé de :

- **Groupe électrogène :**
 - Mettre en œuvre des silencieux à baffles parallèles pour la ventilation des locaux groupe électrogène
 - Mettre en œuvre deux silencieux en série à l'échappement des groupes électrogènes
 - Disposer le groupe électrogène sur un massif béton disposé lui-même sur support anti vibratiles en ressorts permettant un filtrage des vibrations
 - Mettre en œuvre un traitement absorbant sur le plafond et deux des murs des locaux
- **Equipements techniques en toiture**
 - Mise en place de pièges à sons en parties basse et haute sur les groupes froids
 - Mettre en œuvre des silencieux à baffles parallèles sur les extracteurs du bâtiment Office
- **Locaux techniques**
 - Mettre en œuvre des silencieux à baffles parallèles sur les grilles de ventilation des locaux techniques HTB4 et transformateurs.
 - Prévoir des revêtements absorbants en plafonds des locaux techniques bruyants

Les paragraphes suivants décrivent ces propositions de manière plus détaillée.

5.3.2 Revêtement absorbant en fibre de bois épaisseur 75 mm

Revêtement en fibres de bois et laine minérale, d'épaisseur totale 75 mm (25 mm de fibre de bois et 50 mm de laine minérale), caractérisé par un coefficient d'absorption acoustique $\alpha_w \geq 0,95$, et les valeurs minimales par bandes de fréquence suivantes :

Bande d'octave [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
Coefficient d'absorption α_s	0,35	0,85	0,90	0,90	0,90	0,90

Produit type : Organic Mineral 75 de Knauf, ou équivalent

Localisation : Locaux GE, sur la surface totale du plafond et deux murs

Mise en œuvre : Fixation mécanique au support, sans plénum

5.3.3 Silencieux à la ventilation du local groupe électrogène

La solution proposée consiste à mettre en œuvre un silencieux à baffles parallèles au niveau de chaque entrée ou sortie d'air du local groupe électrogène.

En considérant des grilles de dimensions 2,0m x 2,0, les silencieux à mettre œuvre présenteront les caractéristiques suivantes :

Donnée	Atténuation sonore [dB] par bande d'octave [Hz]							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Atténuation [dB]	7,0	17,0	35,0	38,0	49,0	50,0	43,0	37,0

Pour atteindre ce niveau de performance très important il est nécessaire de mettre en œuvre deux silencieux de 1 m de long en série ou un seul de 2 mètres de long.

Ce type de piège à son sera à installer sur grilles de ventilation du local GE et présenteront les caractéristiques dimensionnelles suivantes :

Epaisseur Baffle [mm]	Longueur [m]	Largeur [m]	Hauteur [m]	Largeur voie d'air [mm]
200	2,0	1,5	1,0	100

5.3.1 Silencieux sur les extracteurs du bâtiment office

Mise en œuvre d'un silencieux à baffles parallèles au niveau du rejet des extracteurs présents en toiture du bâtiment office.

Les silencieux à mettre œuvre présenteront les caractéristiques suivantes :

Donnée	Atténuation sonore [dB] par bande d'octave [Hz]							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Atténuation [dB]	3,0	7,0	17,0	29,0	41,0	39,0	24,0	15,0

Ce type de piège à son présentera les caractéristiques dimensionnelles suivantes :

Epaisseur Baffle [mm]	Longueur [m]	Largeur [m]	Hauteur [m]	Largeur voie d'air [mm]
200	1,0	1,5	1,0	100

5.3.2 Conduit d'échappement du GE

Mise en place de **deux silencieux cylindriques en série** au sein du conduit d'échappement du groupe électrogène.

Chaque silencieux retenu devra présenter à minima les performances d'atténuation suivantes :

Silencieux	Fréquence en Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Atténuation en dB	23,0	26,0	36,0	43,0	45,0	43,0	40,0	37,0

Par exemple, le silencieux de chez Boet Stopson et de type SM30P, pourrait convenir (ou tout autre produit présentant des caractéristiques acoustiques équivalentes).

Le traitement acoustique sélectionné devra être dimensionné pour le groupe électrogène retenu et en fonction du débit de fonctionnement du groupe.

Il conviendra également de s'assurer que la mise en place de ces silencieux dans les réseaux n'induit pas de pertes de charge trop importantes et garantie un bon fonctionnement du système.

5.3.3 Découplage du groupe électrogène

Le groupe électrogène sera placé sur un support anti vibratiles à ressorts.

Les plots antivibratiles placés sous le groupe devront permettre une efficacité de filtrage des vibrations d'au moins 95 % à la fréquence la plus basse d'excitation. Des plots antivibratiles en matériau élastique (caoutchouc, élastomère, PUR) ou ressort seront à employer, selon le cas.

5.3.4 Equipements techniques en toiture

La solution proposée consiste à mettre en œuvre un capotage avec des silencieux à baffles parallèles sur l'ensemble des groupes froids. La partie basse des groupes froids sera traitée par un système rapporté mis en place autour des équipements tandis que la partie haute sera traitée via un piège à son à baffles parallèles :

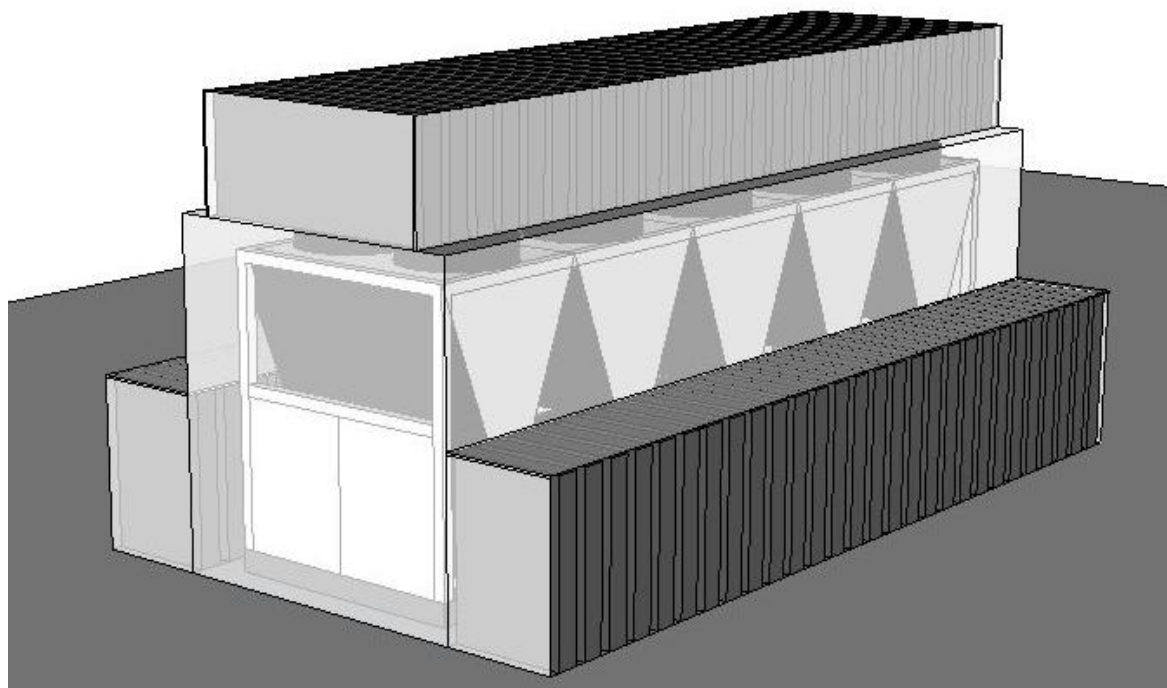


Schéma de principe du système d'insonorisation sur un groupe froid

Un encoffrement sera mis en place composé de panneaux type bac acier double peau comprenant une face pleine et une face perforée (côté intérieur) et d'une laine de roche d'au moins 10cm.

Les écrans latéraux seront caractérisés par un indice d'affaiblissement acoustique $R_w + C \leq 35$ dB. Côté perforé, les panneaux utilisés seront caractérisés par un coefficient d'absorption acoustique $\alpha_w \geq 0,9$.

Des pièges à sons à baffles parallèles seront prévus en périphérie haute des équipements.

Au droit des ventilateurs, des baffles absorbants parallèles ou tronconiques seront mis en œuvre.

Les silencieux à mettre œuvre présenteront les caractéristiques suivantes :

Silencieux à mettre en œuvre	N°	Donnée	Atténuation sonore [dB] par bande d'octave [Hz]							
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Groupes froids en parties latérales basses	1	Atténuation [dB]	3,0	7,0	17,0	29,0	41,0	39,0	24,0	15,0

Silencieux à mettre en œuvre	N°	Donnée	Atténuation sonore [dB] par bande d'octave [Hz]							
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Groupes froids en partie haute	2									

Ce type de piège à son sera à installer sur les groupes froids et présenteront les caractéristiques dimensionnelles suivantes :

N°	Epaisseur Baffle [mm]	Longueur [m]	Largeur [m]	Hauteur [m]	Largeur voie d'air [mm]
1	200	1,0	2,0	1,0	100
2					

5.3.5 Résultats après traitements

Les résultats intégrant l'ensemble des traitements présentés ci-avant, sont synthétisés dans les tableaux suivants :

Période diurne

Etat futur - ZER – Période diurne						
Points récepteurs	Niveau de bruit résiduel jour (mesuré) en dBA	Niveau de bruit particulier (simulé) en dBA	Niveau de bruit ambiant jour (calculé) en dBA	Emergence calculée en dBA	Emergence admissible en dBA	Conformité (Oui/Non)
Point 1	48,5	40,5	49,0	0,5	5,0	OUI
Point 2	43,5	36,5	44,5	1,0	6,0	OUI
Point 3	43,5	36,0	44,0	0,5		OUI
Point 4	48,5	35,0	48,5	0,0	5,0	OUI
Point 5	48,5	36,0	48,5	0,0		OUI

Période nocturne

Etat actuel - ZER – Période nocturne						
Points récepteurs	Niveau de bruit résiduel nuit (mesuré) en dBA	Niveau de bruit particulier (simulé) en dBA	Niveau de bruit ambiant nuit (calculé) en dBA	Emergence calculée en dBA	Emergence admissible en dBA	Conformité (Oui/Non)
Point 1	43,0	40,5	45,0	2,0	3,0	OUI
Point 2	36,0	36,5	39,0	3,0	4,0	OUI
Point 3	36,0	36,0	39,0	3,0		OUI
Point 4	43,0	35,0	43,5	0,5	3,0	OUI
Point 5	43,0	36,0	43,5	0,5		OUI

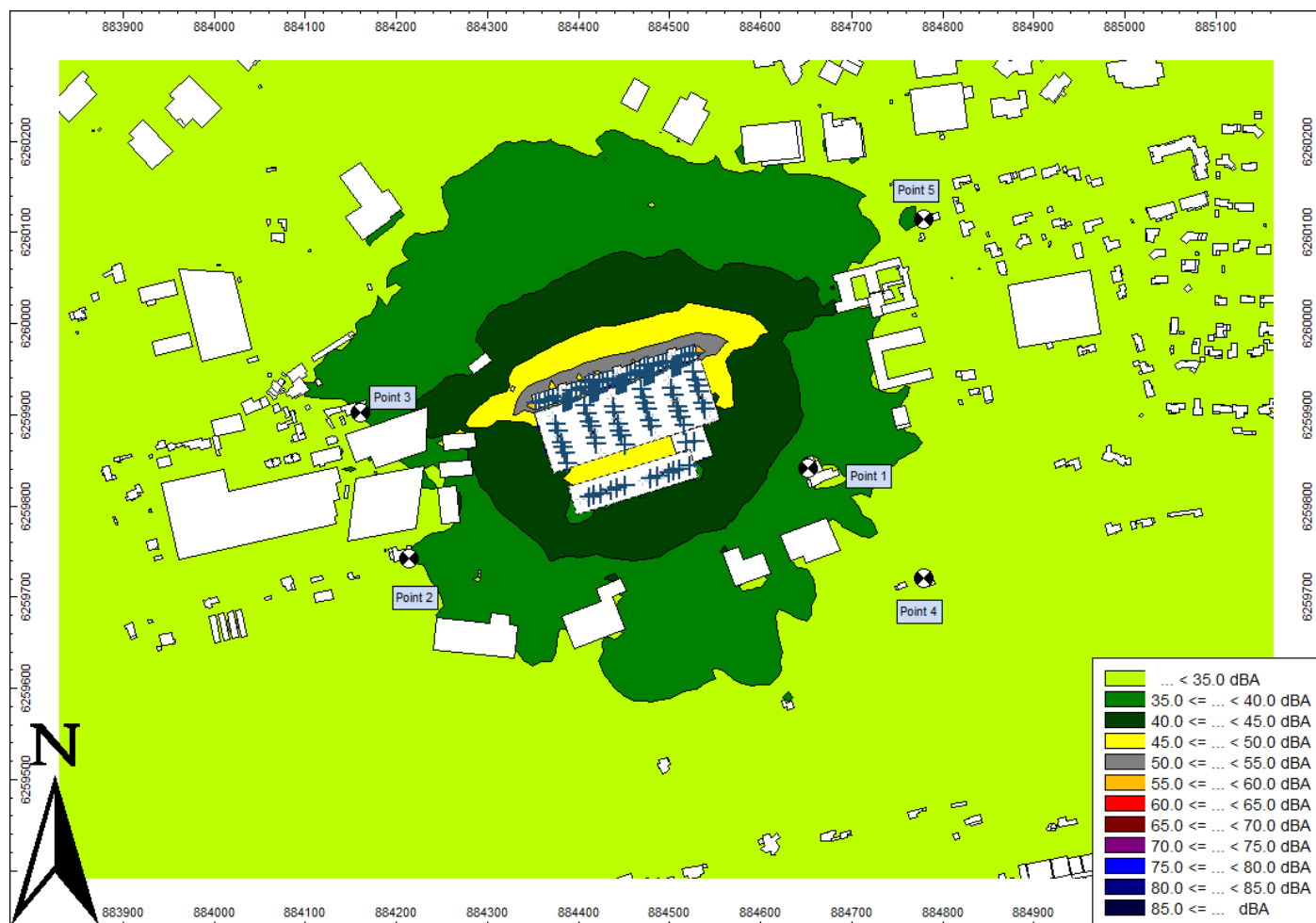
Commentaires

Avec l'ensemble des solutions d'insonorisations décrites précédemment, l'impact acoustique est maîtrisé sur les deux périodes (diurne et nocturne).

5.3.6 Cartes de bruit

Les cartes de bruit suivantes représentent le niveau sonore prévisionnel dans l'environnement du projet calculé suivant les différentes hypothèses détaillées dans ce document.

Seule la contribution du site est représentée.



Cartographie acoustique à 2,0 m de hauteur - maillage 10 x 10 m - Avec traitements d'insonorisation

6. SPECIFICATIONS TECHNIQUES – PHASE APD

6.1 Gros œuvre

6.1.1 Façade en béton épaisseur 16 cm

Façade en béton caractérisé par un indice d'affaiblissement acoustique $R_w + C_{tr} \geq 53$ dB, de type béton armé d'épaisseur minimale 16 cm et de masse surfacique 375 kg/m².

Localisation : Toutes façades

Cette façade recevra un doublage thermique et acoustique intérieur, décrit au lot Cloisons-doublages.

6.1.2 Dallages et planchers

6.1.2.1 Dallage

Les dallages sur terre-plein seront en béton armé d'épaisseur typique 15 cm.

6.1.2.2 Plancher en béton épaisseur 18 cm

Plancher caractérisé par un indice d'affaiblissement acoustique $R_w + C \geq 60$ dB et un niveau de bruit de choc $L_{n,w} \leq 71$ dB, de type béton armé d'épaisseur 18 cm minimum et de masse surfacique 425 kg/m².

Localisation : Planchers courants

6.1.3 Voile en béton épaisseur 25 cm

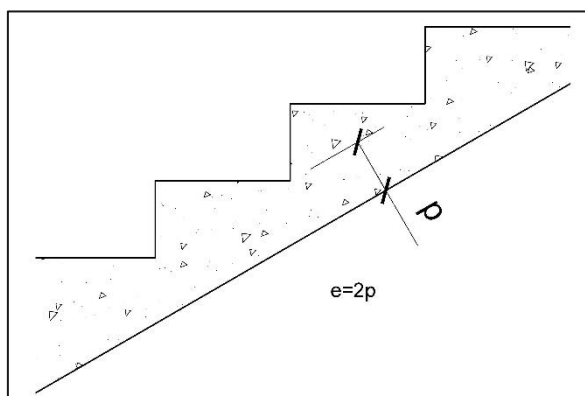
Voile béton caractérisé par un indice d'affaiblissement acoustique $R_w + C \geq 67$ dB, de type béton armé d'épaisseur minimale 25 cm et de masse surfacique 595 kg/m².

Localisation : Paroi séparative entre locaux informatiques et bureaux

6.1.4 Escalier béton

Dans le cas courant, les escaliers en béton seront mis en œuvre selon les principes suivants :

- Les planchers et paliers seront en béton armé d'épaisseur 20 cm ;
- Les parois verticales seront en béton armé d'épaisseur 20 cm ;
- L'épaisseur minimale p des volées telle que figurée sur le schéma ci-après sera d'au moins 10 cm, pour une épaisseur totale e d'au moins 20 cm ;



Principe d'épaisseur minimale des volées d'escalier

6.1.5 Socles et massifs de désolidarisation

Selon nécessité, des socles béton et/ou des massifs béton désolidarisés seront à prévoir sous les équipements techniques susceptibles de générer et transmettre des vibrations à la structure du bâtiment (CTA, extracteurs, groupes électrogènes, groupes froids etc.).

6.2 Couverture – Etanchéité

6.2.1 Toiture en béton épaisseur 16 cm

Façade en béton caractérisé par un indice d'affaiblissement acoustique $R_w + C_{tr} \geq 53$ dB, de type béton armé d'épaisseur minimale 16 cm et de masse surfacique 375 kg/m².

Localisation : Toitures

Cette façade recevra un doublage thermique et acoustique intérieur, décrit au lot Cloisons-doublages.

6.2.2 Supportage des équipements techniques

Les équipements techniques susceptibles de transmettre des vibrations et bruits basses fréquences ne seront pas posés à même une membrane d'étanchéité sur isolant, ou une protection lourde sur isolant, mais posés sur plots ou longrines en béton par l'intermédiaire d'appuis antivibratiles qui surélèvera les équipements par rapport à l'étanchéité. L'entreprise devra les relevés d'étanchéité autour de ces plots ou longrines béton.

6.3 Menuiseries extérieures

6.3.1 Châssis vitré $R_w + C_{tr} \geq 30$ dB

Châssis vitré caractérisé par un indice d'affaiblissement acoustique $R_w + C_{tr} \geq 30$ dB, avec vitrage de type 4(16)6, ou équivalent.

Localisation : Façades Nord, Sud et Ouest

6.3.2 Châssis vitré $R_w + C_{tr} \geq 32$ dB

Châssis vitré caractérisé par un indice d'affaiblissement acoustique $R_w + C_{tr} \geq 32$ dB, avec vitrage de type 4(16)8, ou équivalent.

Localisation : Façade Est

6.3.3 Jonctions cloisons – façades

Dans le cas courant, les cloisons sèches percuteront en façade sur les voiles béton.

S'il s'avère que certaines cloisons percutent en façade sur un meneau de châssis vitré, ces châssis devront présenter une atténuation en transmission latérales $D_{nfw} + C \geq 45$ dB, validé par un rapport de mesure acoustique en laboratoire, afin d'éviter tout pont phonique entre locaux à travers une faiblesse acoustique du meneau.

Le vitrage intérieur sera d'une épaisseur minimale de 6 mm.

Ces meneaux seront élargis et isolés de façon à recevoir une cloison d'épaisseur 10 cm au moins, tel que présenté sur la figure ci-dessous.

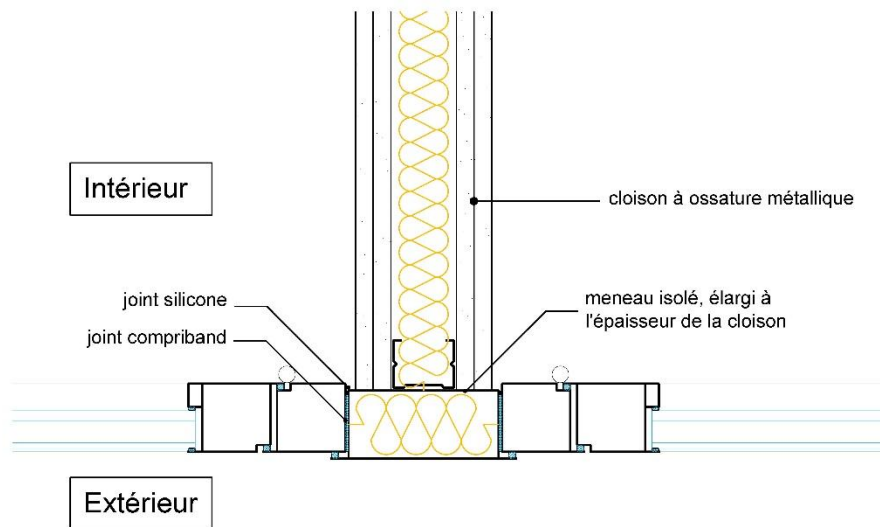


Schéma de principe de jonction cloison – meneau de façade

Si nécessaire, un renforcement des meneaux concernés sera à réaliser, à base de feuille de viscoélastique (type Amortson de Pinta, Stickson de Soprema ou équivalent) et habillage par tôle acier.

6.3.4 Portes vitrées

Les portes vitrées ouvrant sur l'extérieur respecteront les mêmes performances acoustiques que les châssis vitrés.

6.3.5 Coffre de volet roulant $D_{new} + C_{tr} \geq 47$ dB

Coffre de volet roulant PVC caractérisé par un isolement acoustique normalisé $D_{new} + C_{tr} \geq 42$ dB, de type Thermobloc de SPPF, avec coquille en PSE et renfort d'isolation acoustique par masse lourde sur une face.

Localisation :

- Bâtiment 1 façade Nord et Ouest
- Bâtiment 3 façade Ouest et Sud

Mise en œuvre : Derrière linteau béton de 100 mm minimum

6.4 Cloisons – Doublages – Plafonds isolants

6.4.1 Cloisons

6.4.1.1 Typologies

De façon générale, les cloisons à base de carreaux de plâtre sont proscrites pour la réalisation de cloisonnements entre locaux, du fait de leur faible performance acoustique. Le carreau de plâtre sera réservé aux recouvrements verticaux à l'intérieur des gaines techniques.

Les cloisonnements entre locaux seront réalisés par des cloisons sèches incorporant un isolant en laine minérale entre parements en plaques de plâtre.

Dans le cas général, ces cloisons seront montées de dalle à dalle (ou de dalle à toiture) et il n'y aura pas de faux-plafond filant ou de doublage filant entre locaux.

En fonction des cas considérés et des exigences acoustiques visées, plusieurs types de cloisons sont prévus sur le projet.

6.4.1.2 Cloison de performance acoustique $R_w+C \geq 45$ dB

Cloison sèche caractérisée par un indice d'affaiblissement acoustique $R_w+C \geq 45$ dB, d'épaisseur 10 cm, avec laine minérale d'épaisseur 45 mm et deux plaques de plâtre BA13 par parement, de type 98/48 de Placoplâtre ou équivalent.

Localisation :

- Entre bureaux en espace ouvert et circulation
- Entre bureaux et local adjacents
- Entre salle de réunion et circulation

6.4.1.3 Cloison de performance acoustique $R_w+C \geq 45$ dB

Cloison sèche caractérisée par un indice d'affaiblissement acoustique $R_w+C \geq 45$ dB, d'épaisseur 10 cm, avec laine minérale d'épaisseur 45 mm et une plaque de plâtre BA18 par parement, de type 98/62 de Placoplâtre, 98/62 S de Siniat, ou équivalent.

Localisation :

- Entre bureau ouvert et locaux adjacents
- Entre bureau individuel et circulations

6.4.1.4 Cloison de performance acoustique $R_w+C \geq 53$ dB

Cloison sèche caractérisée par un indice d'affaiblissement $R_w+C \geq 53$ dB, d'épaisseur 10 cm, avec laine minérale d'épaisseur 45 mm et une plaque de plâtre BA18 ou BA25 spéciale acoustique par parement, de type 98/48 Duotech de Placoplâtre, 98/62 BA18S Twin de Siniat, ou équivalent.

Localisation : Entre salle de réunion et locaux adjacents

6.5 Menuiseries intérieures**6.5.1 Portes****6.5.1.1 Bloc-porte $R_w+C \geq 30$ dB**

Bloc-porte à âme pleine caractérisé par un indice d'affaiblissement acoustique $R_w+C \geq 30$ dB, de type Uniphone de Malerba ou équivalent.

Localisation : Entre bureau en espace ouvert et circulation

6.5.1.2 Bloc-porte $R_w+C \geq 35$ dB

Bloc-porte à âme pleine caractérisé par un indice d'affaiblissement acoustique $R_w+C \geq 35$ dB, de type Portaphone de Malerba, Phonibloc A51 de Blocfer, ou équivalent.

Localisation :

- Entre bureau en espace ouvert et locaux adjacents
- Entre bureau individuel et circulation

6.5.1.3 Bloc-porte $R_w+C \geq 40$ dB

Bloc-porte à âme pleine caractérisé par un indice d'affaiblissement acoustique $R_w+C \geq 40$ dB, de type Soniphone de Malerba, ou équivalent.

Localisation :

- Entre bureau individuel et locaux adjacents
- Entre salle de réunion et circulation

6.5.1.4 *Bloc-porte $R_w+C \geq 45$ dB*

Bloc-porte à âme pleine caractérisé par un indice d'affaiblissement acoustique $R_w+C \geq 45$ dB, de type Megaphone de Malerba, Phonibloc A24 de Blocfer, ou équivalent.

Localisation : Entre salle de réunion et locaux adjacents

6.5.1.5 *Bloc-porte sans performance acoustique particulière*

Il n'est pas prévu de porte acoustique pour les locaux suivants :

- Sanitaires
- Vestiaires
- Ménage
- Déchets
- Stockages
- Kitchenette

6.6 Revêtements de sol

6.6.1 Sols durs

6.6.1.1 *Chape flottante sur sous-couche acoustique $\Delta L_w \geq 19$ dB*

Chape flottante en mortier de ciment d'épaisseur minimale 5 cm mise en œuvre sur une sous-couche acoustique mince caractérisée par un indice d'amélioration de l'isolation au bruit de choc $\Delta L_w \geq 19$ dB, de type Velaphone fibre 22 de Soprema, Assour Chape Plus de Siplast, ou équivalent.

Localisation :

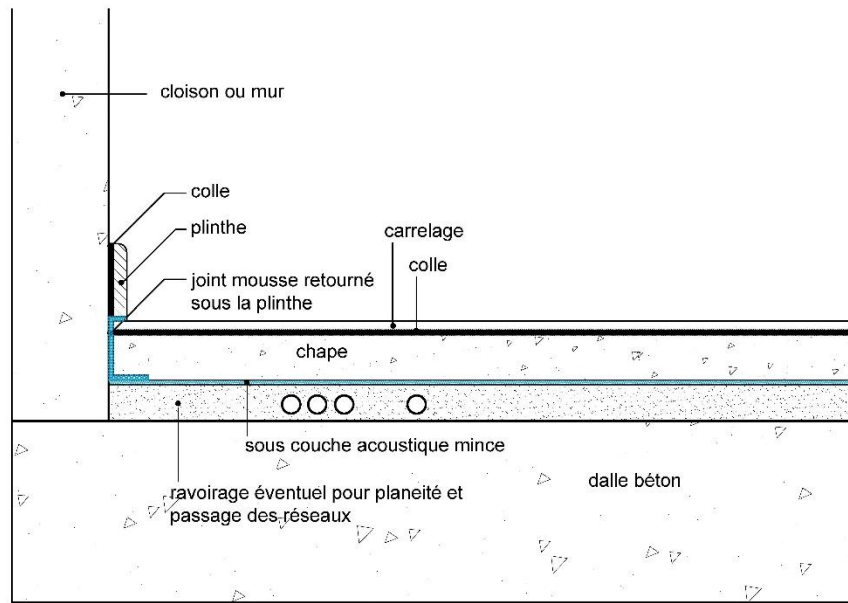
- Sanitaire (si contigu à un bureau)
- Vestiaire (si contigu à un bureau)

Mise en œuvre : Des relevés périphériques seront mis en œuvre le long des murs et au droit des seuils de portes pour assurer la désolidarisation de la chape acoustique.

6.6.1.2 *Carrelage collé sur chape flottante acoustique*

Les carrelages collés sur une chape flottante mise en œuvre sur sous-couche acoustique ne devront pas liasonner la chape flottante avec les parois verticales (murs béton, cloisons, poteaux). Le relevé périphérique de la chape devra être intercalé entre le carrelage et les parois verticales, puis rabattu sur le carrelage pour la mise en œuvre des plinthes. Il sera absolument évité de solidariser le carrelage avec les parois verticales ou avec les plinthes via le mortier de pose. La finition entre carrelage et plinthe sera traitée par un joint au mastic silicone d'étanchéité.

La figure ci-dessous présente un schéma de principe de pose.



Principe de pose d'un carrelage sur chape flottante acoustique

Si la sous-couche acoustique ne peut être rabattue sous la plinthe, une solution alternative pourra être d'employer un cordon en mousse de polyéthylène réticulée de type Tramicordon de Tramico, ou équivalent, avec finition par un joint au mastic silicone.

Au droit des seuils de porte, le carrelage ne sera pas filant, mais interrompu par un profilé souple, de type Schlüter Dilex BWS ou équivalent.

Localisation :

- Sanitaire
- Vestiaire

6.6.2 Sols souples

Moquette caractérisée par un indice d'amélioration de l'isolation au bruit de choc $\Delta L_w \geq 21$ dB et un coefficient d'absorption acoustique $\alpha_w \geq 0,15$, de type Centaure 2000 de Balsan, ou équivalent.

Localisation :

- Bureau individuel ou collectif
- Bureau en espace ouvert
- Salle de réunion
- Espace de détente
- Circulation

6.7 Traitements de correction acoustique

6.7.1 Faux-plafonds acoustiques

6.7.1.1 Faux-plafond démontable en dalles de laine minérale

Faux-plafond en dalles de laine minérale démontables, d'épaisseur 40 mm, caractérisé par un coefficient d'absorption acoustique $\alpha_w = 1$, et les valeurs minimales par bandes de fréquence suivantes :

Bande d'octave [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
Coefficient d'absorption α_s	0,55	0,80	0,95	1,00	1,00	1,00

Produit type : Blanka Activity de Rockfon, Master A de Ecophon, ou équivalent

Localisation :

- Bureau individuel ou collectif
- Bureau en espace ouvert
- Salle de réunion
- Circulation

Mise en œuvre : Plénum de 200 mm minimum

Une étude de l'aménagement des open-space est conseillée sur la base de la norme ISO 31-199 relative à la performance acoustique des espaces ouverts de bureaux. Une segmentation de l'espace permettrait de renforcer le confort des usagers.

6.7.1.2 Faux-plafond démontable en dalles de laine minérale

Faux-plafond en dalles de laine minérale démontables, caractérisé par un coefficient d'absorption acoustique $\alpha_w \geq 0,5$, et les valeurs minimales par bandes de fréquence suivantes :

Bande d'octave [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
Coefficient d'absorption α_s	0,35	0,50	0,50	0,45	0,45	0,40

Produit type : Logic de Rockfon, ou équivalent

Localisation : Sanitaires, Vestiaires, Kitchenette

Mise en œuvre : Plénum de 200 mm minimum

6.7.1.3 Habillages en fibre de bois pour locaux techniques

Revêtement en fibres de bois et laine minérale, d'épaisseur totale 75 mm (25 mm de fibre de bois et 50 mm de laine minérale), caractérisé par un coefficient d'absorption acoustique $\alpha_w \geq 0,95$, et les valeurs minimales par bandes de fréquence suivantes :

Bande d'octave [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
Coefficient d'absorption α_s	0,35	0,85	0,90	0,90	0,90	0,90

Produit type : Organic Mineral 75 de Knauf, ou équivalent

Localisation :

- Locaux techniques transformateurs et HTB4 (tout le plafond)
- Locaux techniques groupes électrogènes (tout le plafond + deux murs)

Mise en œuvre : Fixation mécanique au support, sans plénum

6.7.2 Locaux sans traitement de correction acoustique

Les locaux suivants sont prévus sans traitement acoustique :

- Rangement

- Archives
- Ménage
- Escalier

6.8 Lots techniques

6.8.1 Préambule

Concernant les installations techniques ayant une incidence sur la qualité acoustique du projet, il est prévu :

- Chauffage : VRV localisé en toiture
- Ventilation : Double flux localisé en toiture
- ECS : Ballon individuel électrique par bloc sanitaire
- Climatisation : VRV localisée en toiture

6.8.2 CVC

6.8.2.1 Equipements générateurs de vibrations

Les équipements générant des vibrations feront systématiquement l'objet d'une isolation vibratoire : groupes de production de froid, centrales de traitement d'air, extracteurs etc.

Les plots antivibratiles placés sous les appareils devront permettre une efficacité de filtrage des vibrations d'au moins 95 % à la fréquence la plus basse d'excitation.

6.8.2.2 Principe d'implantation des réseaux de ventilation

Les gaines de ventilation primaires et secondaires seront idéalement positionnées en gaines techniques verticales et en plénum des circulations pour les cheminements horizontaux, avec des piquages pour chaque local depuis la circulation vers le local à distribuer. Si tel n'est pas le cas (gainés filantes de local à local), des dispositifs limitant les ponts phoniques entre locaux seront à prévoir (piège à son d'interphonie, encoffrement etc).

Les terminaux de soufflage et de reprise d'air seront reliés au réseau de ventilation par des piquages équipés de conduits flexibles acoustiques, placés à l'intérieur des locaux (et non dans les circulations).

Il ne sera pas prévu un transfert d'air sous les portes (détalonnage) dès lors qu'une performance acoustique minimum est requise dans le présent document.

Il n'est pas non plus prévu de bouches de transfert d'air entre locaux à contrainte acoustique, et entre locaux et circulation dès lors qu'un objectif d'isolement acoustique minimum est exigé.

6.8.2.3 Limitation du bruit de ventilation dans les réseaux de ventilation

Pièges à son

Les CTA et extracteurs seront systématiquement pourvus de pièges à sons primaires sur tous les réseaux de soufflage et de reprise d'air / extraction.

Compte tenu du niveau sonore visé dans les locaux, ces pièges à son auront une longueur minimum de 1 m.

Limitation de la vitesse d'air dans les gaines

Il sera pris garde à limiter les vitesses d'air dans les conduits aérauliques à des vitesses d'air compatibles avec les niveaux sonores visés, typiquement 5 m/s dans les réseaux de ventilation et 3 m/s dans les piquages, pour ne pas régénérer trop de bruit au passage des différents éléments du réseau (coudes, piquages, registres, clapets coupe-feu etc.).

Terminaux

Les terminaux de soufflage et de reprise d'air seront reliés aux réseaux primaires par des conduits flexibles acoustiques, placés à l'intérieur des locaux.

Un plénum de détente insonorisé sera placé derrière chaque grille de soufflage et de reprise dans chaque local, pour réduire la vitesse d'air.

Registres

Les registres de réglage employés seront situés suffisamment en amont des bouches de soufflage afin d'éviter la perception des bruits créés par l'augmentation de vitesse de l'air à leur passage.

Fixation des gaines de ventilation

Les gaines de ventilation seront fixées aux parois par l'intermédiaire de suspentes ou de colliers incorporant un matériau élastique, de type Dammgulast de Müpro ou équivalent.

Traversées de parois

Les traversées de parois s'effectueront systématiquement dans un fourreau résilient autour des gaines ou canalisations traversantes. Tous les percements devront ensuite être rebouchés à l'aide d'un matériau présentant une masse surfacique équivalente à celle de la paroi traversée.

6.8.2.4 Equipements

Extracteurs

Les extracteurs seront équipés de pièges à son sur leur réseau d'extraction et le rejet vers l'extérieur. Les parois des caissons d'extraction seront de type double peau, constituées de deux tôles acier d'épaisseur 7/10^{ème} minimum de part et d'autre d'un isolant en laine minérale d'épaisseur 25 mm minimum.

Ventilo-convecteurs

Les ventilo-convecteurs gainables seront raccordés aux terminaux de soufflage et reprise d'air par des conduits flexibles acoustiques de longueur 1 m minimum, de type Phoniflex de France Air ou équivalent.

Dans le cas de ventilo-convecteurs en cassette, le niveau de bruit rayonné par l'équipement devra être compatible avec les niveaux sonores requis dans les locaux. Des ventilo-convecteurs de puissance légèrement surdimensionnée, fonctionnant à petite vitesse, peuvent être nécessaires dans les locaux nécessitant plusieurs cassettes et/ou une forte puissance calorifique (salles de réunion).

6.8.3 Plomberie

6.8.3.1 Equipements générateurs de vibrations

Tout équipement générant des vibrations (pompe, surpresseur etc.) devra être désolidarisé de la structure du bâtiment par des systèmes antivibratiles : plots antivibratiles sous l'appareil, fixations murales avec matériau antivibratile, manchon de dilatation pour le raccorder aux canalisations, colliers antivibratiles, etc.

Si nécessaire, un massif d'inertie de masse égal à trois fois la masse de l'équipement supporté sera placé entre l'appareil et les plots antivibratiles.

6.8.3.2 Pression et vitesse d'eau

La pression de l'eau dans les tuyauteries sera limitée à 3 bars.

La vitesse de l'eau dans les tuyauteries sera limitée à une valeur de 2 m/s en locaux et galeries techniques, 1,5 m/s en colonnes montantes (idéalement 1 m/s) et 1 m/s en distribution horizontale (idéalement 0,7 m/s).

Des dispositifs anti-béliers pneumatiques seront à prévoir selon nécessité.

6.8.3.3 Canalisations et descentes d'eau

On veillera à limiter les descentes d'eau (EU/EV et EP) dans les locaux accueillant des personnes de manière prolongée, tels que les bureaux, salles de réunion, etc. Ces descentes d'eau seront placées autant que possible dans des gaines techniques ou dans des soffites en plaques de plâtre avec isolant.

Pour les descentes d'eau EU-EV et EP qui transiteraient en plénum de faux-plafond d'un local sensible (bureau, salle de réunion etc.), celle-ci seront insonorisées :

- Soit par l'emploi de descentes d'eau en PVC ou Polypropylène insonorisé de classement acoustique ESA4 (Friaphon de Girpi, Chutunic Acoustique de Nicoll, AR de Adequa, Polo-Kal de Poloplast, ou autre système), voire en fonte classée ESA5,
- Soit par l'emploi de descentes d'eau en PVC standard de classement acoustique ESA3, insonorisées par collage d'une feuille de type masse lourde viscoélastique caractérisée par un indice d'affaiblissement acoustique $R_w+C \geq 25$ dB, de masse surfacique 5 kg/m^2 , de type K-flex K-Fonik ST GK de Sagi, Amortson de Pinta, Stickson de Soprema, ou équivalent.

Les descentes d'eau (EU/EV et EP) seront fixées à des parois lourdes de masse surfacique au moins égale à 200 kg/m^2 , par l'intermédiaire de systèmes antivibratiles incorporant une garniture résiliente de type Dammgulast de Müpro ou équivalent.

Toutes les traversées de parois seront réalisées avec un fourreau résilient, puis les réservations seront rebouchées avec un matériau de performance acoustique adaptée (plâtre dans le cas d'une cloison, mortier de ciment dans le cas d'une paroi en béton).

6.8.3.4 Equipements sanitaires

Les équipements sanitaires (WC, lavabo, etc.) seront choisis de marque NF. Ils seront désolidarisés de leur cloison ou de leur plancher support par un matériau résilient, fixés à leurs supports par des chevilles isolantes (type Phonex de Müpro par exemple) et raccordés aux tuyauteries avec des raccords souples.

6.8.1 Electricité

6.8.1.1 Equipements générateurs de vibrations

Tout équipement générant des vibrations (transformateur, armoire électrique, onduleur, etc.) devra être désolidarisé de la structure du bâtiment par des systèmes antivibratiles.

6.8.1.2 Insonorisation des équipements

Les petits équipements électriques susceptibles de générer des bruits parasites, tels que ballast électronique, transformateur, contacteur, etc. ne devront pas être placés dans les locaux sensibles, ou convenablement insonorisés.

Les équipements générant des tonalités marquées (50 Hz, 100 Hz) pourront nécessiter une insonorisation particulière, ou un déplacement dans un local non sensible.

6.8.1.3 Réseaux électriques et incorporations

Toutes les traversées de parois seront réalisées avec un fourreau résilient, puis les réservations seront rebouchées avec un matériau de performance acoustique adaptée (plâtre dans le cas d'une cloison, mortier de ciment dans le cas d'une paroi en béton).

La traversée de parois de locaux sensibles (bureau, salle de réunion, etc.) par des chemins de câbles devra être évitée autant que possible. Si tel n'est pas le cas, un rebouchage par un matériau spécifique sera à prévoir, par exemple avec une mousse acoustique de type CFS-F FX de Hilti, ou équivalent.

Les incorporations électriques de part et d'autre d'un séparatif seront réalisées avec un décalage d'au moins 60 cm dans le cas d'une cloison sèche, et 20 cm dans le cas d'une paroi en béton.

Les plinthes électriques ne seront pas filantes entre locaux. Elles seront interrompues par les cloisons.

6.8.1.4 Groupes électrogènes

La ventilation des locaux groupes électrogènes devra être traitée par la mise en œuvre d'un piège à son à baffles parallèles.

Les locaux groupes électrogènes seront également traités par un habillage en fibre de bois sur la totalité du plafond et deux de ses murs.

6.8.2 Contrôle du bruit émis vers l'extérieur

Les préconisations liées au contrôle du bruit émis vers l'extérieur sont détaillées en 5.3.

7. CONCLUSION

Dans le cadre de l'implantation d'un Data center aux Pennes Mirabeau (13), PROJET Cézanne – TELEHOUSE a sollicité le bureau d'études acoustiques VENATHEC afin de réaliser une étude d'impact acoustique phase APD.

Un modèle informatique du site a été réalisé en considérant :

- Le fonctionnement des groupes électrogènes intérieurs, de leur système de refroidissement et d'extraction de fumées ;
- Le fonctionnement des équipements extérieurs de production de froid et ventilations
- Le fonctionnement des locaux techniques du bâtiment sous-station HTB
- Le fonctionnement des locaux techniques transformateurs

Sans traitement particulier l'impact prévisionnel est non conforme en périodes diurne et nocturne.

Afin de réduire l'impact acoustique du site, plusieurs traitements sont à prévoir :

- **Groupe électrogène :**
 - Mettre en œuvre des silencieux à baffles parallèles pour la ventilation des locaux groupe électrogène
 - Mettre en œuvre deux silencieux en série à l'échappement des groupes électrogènes
 - Disposer le groupe électrogène sur un massif béton disposé lui-même sur support anti vibratiles en ressorts permettant un filtrage des vibrations
 - Mettre en œuvre un traitement absorbant sur le plafond et deux des murs des locaux
- **Equipements techniques en toiture**
 - Créer un capotage avec pièges à sons en parties basse et haute sur les groupes froids
 - Mettre en œuvre des silencieux à baffles parallèles sur les extracteurs du bâtiment Office
- **Locaux techniques**
 - Mettre en œuvre des silencieux à baffles parallèles sur les grilles de ventilation des locaux techniques HTB4 et transformateurs.
 - Prévoir des revêtements absorbants en plafonds des locaux techniques bruyants

Cette étude vise à définir les grands axes de traitements acoustiques à prévoir et devra être complétée en phase PRO-DCE.

8. ANNEXE : GLOSSAIRE

Généralités acoustiques

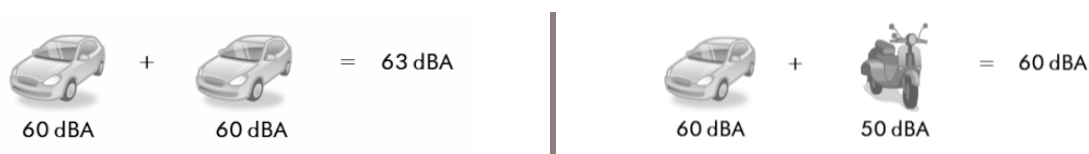
Décibel (dB)

Le son est une sensation auditive produite par une variation rapide de la pression de l'air. Dans la pratique, l'échelle de perception de l'oreille humaine étant très vaste, on utilise une échelle logarithmique, plus adaptée pour caractériser le niveau sonore. Cette échelle réduite s'exprime en décibel (dB).

On ne peut donc pas ajouter arithmétiquement les décibels de deux bruits pour arriver au niveau sonore global.

À noter 2 règles simples :

- $60 \text{ dB} + 60 \text{ dB} = 63 \text{ dBA}$;
- $60 \text{ dB} + 50 \text{ dB} \approx 60 \text{ dBA}$.



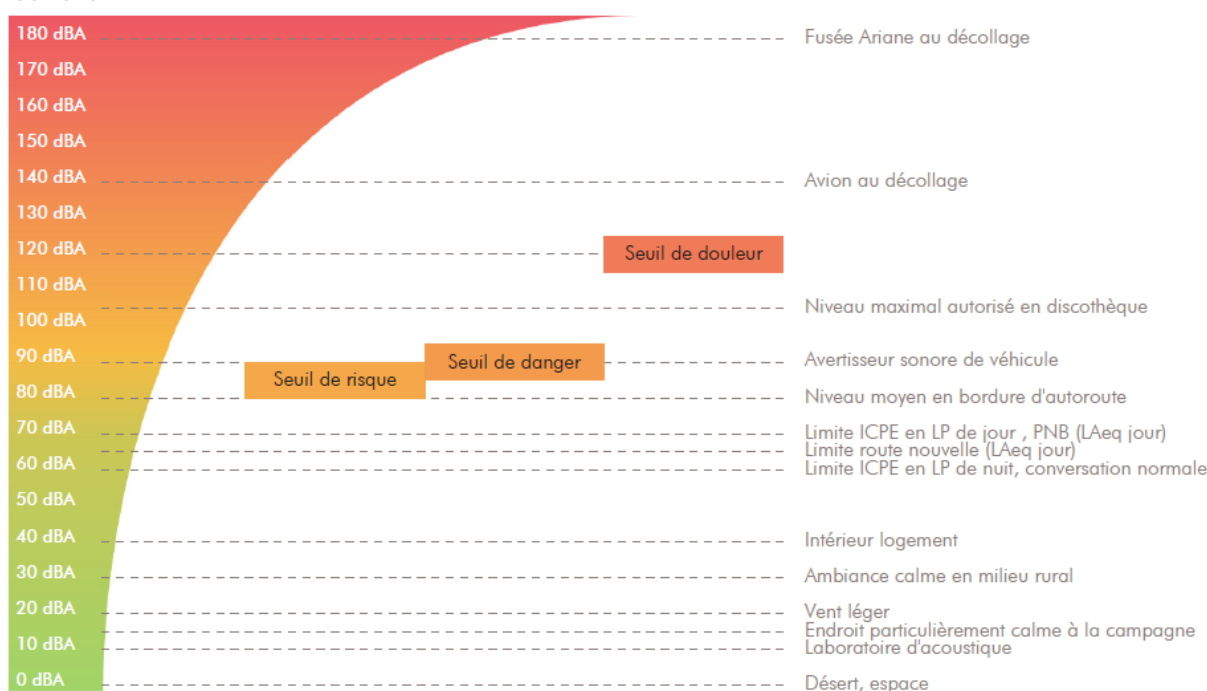
Décibel pondéré A (dBA)

La forme de l'oreille humaine influençant directement le niveau sonore perçu par l'être humain, on applique généralement au niveau sonore mesuré, une pondération dite de type A pour prendre en compte cette influence. On parle alors de niveau sonore pondéré A, exprimé en dBA.

À noter 2 règles simples :

- L'oreille humaine fait une distinction entre deux niveaux sonores à partir d'un écart de 3 dBA ;
- Une augmentation du niveau sonore de 10 dBA est perçue par l'oreille comme un doublement de la puissance sonore.

Echelle sonore



Fréquence / Octave / Tiers d'octave

La fréquence d'un son correspond au nombre de variations d'oscillations identiques que réalise chaque molécule d'air par seconde. Elle s'exprime en Hertz (Hz).

Pour l'être humain, plus la fréquence d'un son sera haute, plus le son sera perçu comme aigu. A l'inverse, plus la fréquence d'un son sera basse, plus le son sera perçu comme grave.

En pratique, pour caractériser un son, on utilise des intervalles de fréquence.

Chaque intervalle de fréquence est caractérisé par ses 2 bornes dont la plus haute fréquence (f_2) est le double de la plus basse (f_1) pour une octave, et la racine cubique de 2 pour le tiers d'octave.

L'analyse en fréquence par bande de tiers d'octave correspond à la résolution fréquentielle de l'oreille humaine.

1/1 octave	1/3 octave
$f_2 = 2 * f_1$	$f_2 = \sqrt[3]{2} * f_1$
$f_c = \sqrt{2} * f_1$	$\Delta f / f_c = 23\%$
$\Delta f / f_c = 71\%$	

f_c : fréquence centrale

$\Delta f = f_2 - f_1$

Niveau sonore équivalent L_{eq}

Niveau sonore en dB intégré sur une période de mesure. L'intégration est définie par une succession de niveaux sonores intermédiaires mesurés selon un intervalle d'intégration. Généralement dans l'environnement, l'intervalle d'intégration est fixé à 1 seconde (appelé L_{eq} court). Le niveau global équivalent se note L_{eq} , il s'exprime en dB.

Lorsque les niveaux sont pondérés selon la pondération A, on obtient un indicateur noté L_{Aeq} .

Termes particuliers liés à l'acoustique d'une installation ICPE

Niveau résiduel L_{res}

Le niveau résiduel caractérise le niveau de bruit obtenu dans les conditions environnementales initiales du site, c'est-à-dire en l'absence du bruit généré par l'établissement.

Niveau particulier L_{part}

Le niveau particulier caractérise le niveau de bruit généré par l'activité de l'établissement.

Niveau ambiant L_{amb}

Le niveau ambiant caractérise le niveau de bruit obtenu en considérant l'ensemble des sources présentes dans l'environnement du site. En l'occurrence, ce niveau sera la somme logarithmique du bruit résiduel et du bruit particulier de l'établissement.

Emergence acoustique E

L'émergence acoustique est fondée sur la différence entre le niveau de bruit équivalent pondéré A du bruit ambiant (comportant le bruit particulier de l'établissement en fonctionnement) et celui du résiduel.

$$E = L_{eq \text{ ambiant}} - L_{eq \text{ résiduel}}$$

$$E = L_{eq \text{ établissement en fonctionnement}} - L_{eq \text{ établissement à l'arrêt}}$$

Niveau fractile (L_n)

Le niveau fractile L_n représente le niveau sonore qui a été dépassé pendant n% du temps du mesurage. L'utilisation des niveaux fractiles permet dans certains cas de s'affranchir du bruit provenant d'événements perturbateurs et non représentatifs.

Limite de propriété (LP)

En ce qui concerne les mesures acoustiques effectuées lors d'un contrôle de site industriel, les mesures peuvent être effectuées en limites de propriété interne ou externe au site.

Zone à Emergence Réglementée (ZER)

Définie dans l'arrêté du 23 janvier 1997 comme étant l'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers, existant à la date de l'arrêté d'autorisation de l'installation et leurs parties extérieures éventuelles les plus proches (cour, jardin, terrasse) ;

Une ZER peut également être une zone constructible définie par des documents d'urbanisme opposables aux tiers et publiés à la date de l'arrêté d'autorisation, ainsi que l'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers qui ont été implantés après la date de l'arrêté d'autorisation dans les zones constructibles définies ci-avant 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.