

BG Ingénieurs Conseils  
Avenue de Cour 61  
CP 241 - 1001 Lausanne

**COLLÈGE CALVIN  
IMPLANTATION D'UN « AÉROTHERME »**

**Immissions sonores de la nouvelle installation technique  
Etude acoustique**

## 1. INTRODUCTION

Le collège Calvin situé à l'adresse mentionnée en titre prévoit la mise en place d'une nouvelle installation technique extérieure.

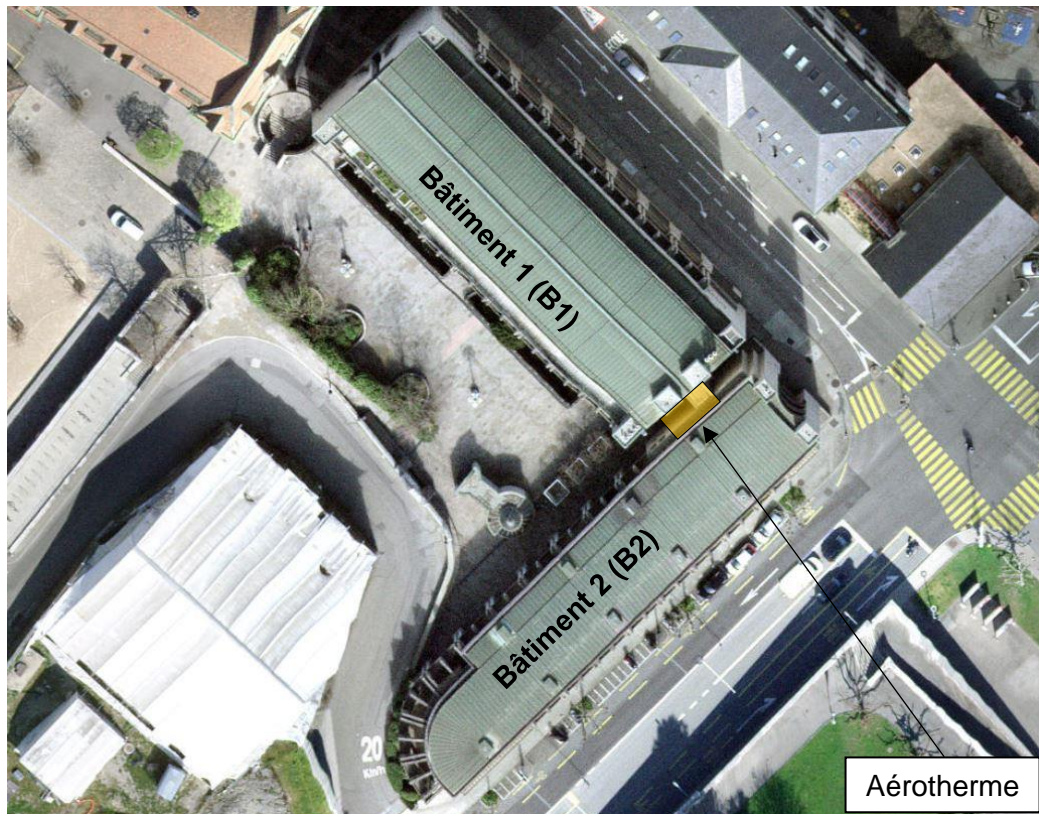
Afin de vérifier la faisabilité du projet du point de vue acoustique, nous avons réalisé une étude du bruit émis à l'extérieur et à l'intérieur des locaux les plus exposés.

Notre analyse est présentée dans ce rapport.

## 2. SITUATION DU PROJET

Le projet consiste à mettre en place un aérotherme au niveau du 2<sup>ème</sup> étage entre les bâtiments du collège Calvin, nommés ici B1 et B2.

Sa situation est présentée sur la figure ci-dessous :



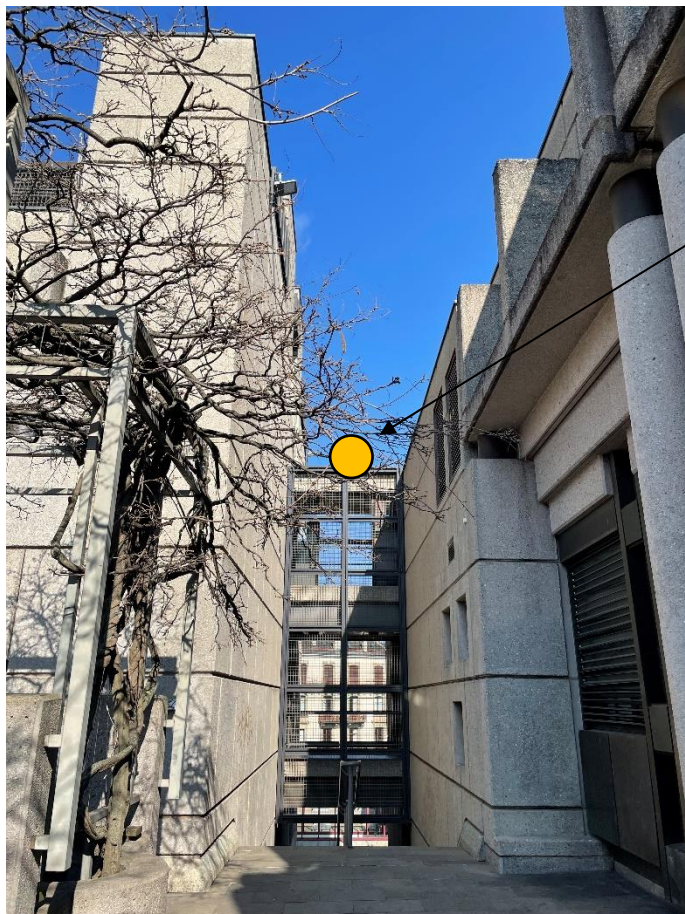
*Plan de situation*

La zone est classée en degré de sensibilité 3 (DSIII). Un plan d'affectation des degrés de sensibilité du projet est visible en annexe, figure 01.

### 3. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION TECHNIQUE

Selon les indications reçues, l'installation prévue est un aérotherme de marque MEIER TOBLER, modèle JK3C 2690.5 PA040. Celui-ci est placé dans la continuité de la passerelle du 1<sup>er</sup> étage qui relie les bâtiment B1 et B2. D'après la fiche technique, le niveau de puissance acoustique de cet équipement est de  $L_w = 64$  dB(A).

Un extrait de la fiche technique de cet équipement est visible en annexe, figure 02.



Emplacement  
de l'aérotherme

*Illustration du futur emplacement de l'aérotherme*

## 4. NORME EN VIGUEUR ET EXIGENCES

Deux exigences sont applicables. L'une concerne le bruit produit par les installations à l'intérieur des locaux. L'autre concerne le bruit produit par les installations à la fenêtre de tous les locaux sensibles au bruit environnants (immeubles voisins notamment).

### 4.1. Bruit émis à l'intérieur : norme SIA 181

Les exigences légales concernant le bruit émis à l'intérieur sont définies par la norme SIA 181.

Les exigences actuelles concernant les bruits de fonctionnement des installations techniques dans les bâtiments sont fixées par la norme SIA181:2020. Le respect de ces exigences est rendu obligatoire par l'Ordonnance de Protection contre le Bruit. Ces exigences sont applicables pour les bâtiments nouveaux et pour les transformations importantes du point de vue acoustique, autorisées à partir du 1<sup>er</sup> novembre 2020. Dans notre cas, les exigences de l'édition 2020 s'appliquent.

Le bruit des installations de ventilation est un bruit de fonctionnement continu, les exigences minimales sont applicables. En tenant compte d'une utilisation exclusivement diurne des locaux du collège Calvin, les niveaux d'évaluation (indice  $L_{H,tot}$ ) à ne pas dépasser sont les suivants :

- Dans les pièces faiblement sensibles (couloir, espace de circulation ...) :  
 $L_{H,tot} \leq 38 \text{ dB(A)}$ .
- Dans les pièces moyennement sensibles (salle de classe, bureaux ...) :  
 $L_{H,tot} \leq 33 \text{ dB(A)}$ .

La valeur globale du bruit des installations est caractérisée par l'indice  $L_{H,tot}$  qui pour les bruits continus s'exprime de la façon suivante :

$L_{H,tot} = L_{A,eq} \text{ (niveau mesuré) } + K1 + K2 + K3$ , avec :

- $L_{A,eq}$  : niveau sonore moyen mesuré durant le fonctionnement de chaque installation, pondéré A, intégration temporelle sur plusieurs secondes.
- $K1 = 0$  pour des mesures faites dans les locaux fortement absorbants.  
 $K1 = -2$  pour des mesures faites dans les locaux moyennement absorbants.  
 $K1 = -4$  pour des mesures faites dans les locaux ne comportant aucun élément absorbant.
- $K2$  : terme correctif compris entre 0 et 6, lié au caractère tonal du bruit.
- $K3$  : terme correctif compris entre 0 et 6, lié au caractère impulsionnel du bruit.



## 4.2. Bruit émis à l'extérieur : OPB Art.7 et LPE

Pour toute installation mise en place après le 1<sup>er</sup> avril 1987, les immissions de bruit sont limitées par l'OPB :

« **Art. 7** Limitation des émissions de nouvelles installations fixes

*1 Les émissions de bruit d'une nouvelle installation fixe seront limitées conformément aux dispositions de l'autorité d'exécution :*

- a. dans la mesure où cela est réalisable sur le plan de la technique et de l'exploitation et économiquement supportable, et*
- b. de telle façon que les immissions de bruit dues exclusivement à l'installation en cause ne dépassent pas les valeurs de planification.*

*2 L'autorité d'exécution accorde des allègements dans la mesure où le respect des valeurs de planification constituerait une charge disproportionnée pour l'installation et que cette dernière présente un intérêt public prépondérant, notamment sur le plan de l'aménagement du territoire. Les valeurs limites d'immission ne doivent cependant pas être dépassées.<sup>6</sup>»*

Les niveaux sonores pris en compte sont les valeurs relevées dans les embrasures ouvertes des fenêtres des locaux sensibles au bruit.

D'après l'annexe 6 de l'ordonnance, applicable au bruit des installations de type CVC (chap. 1, al. 1, let. e), le niveau sonore d'évaluation  $L_r$ , s'exprime de la manière suivante :

$L_r = L_{A,eq} + K_1 + K_2 + K_3 + 10 \cdot \log(t/t_0)$  où :

- $L_{A,eq}$  : niveau sonore équivalent, pondéré selon le filtre A, mesuré ou calculé au point d'immission pendant la période considérée (jour ou nuit).
- $K_1$  : terme correctif dépendant du type d'installation. Pour les installations de chauffage, ventilation et climatisation :  
 $\Rightarrow K_{1, \text{jour}} (7h - 19h) = +5 \text{ dB.}$   
 $\Rightarrow K_{1, \text{nuit}} (19h - 7h) = +10 \text{ dB.}$
- $K_2$  compris entre 0 et 6 dB selon l'audibilité des composantes tonales.
- $K_3$  compris entre 0 et 6 dB selon l'audibilité des composantes impulsives.
- $t$  : durée journalière moyenne de la phase de bruit.

Pour les zones en DS III, les valeurs de planification à ne pas dépasser selon l'OPB sont les suivantes :

Degré de sensibilité au bruit	Valeurs de planification (VP)	
	Jour (7h - 19h)	Nuit (19h - 7h)
DS III	60 dB(A)	50 dB(A)

De plus, les principes de prévention de la Loi sur la Protection de l'Environnement (LPE) doivent être respectés et des exigences plus sévères peuvent être fixées par les autorités si les valeurs de planification s'avèrent insuffisantes pour assurer l'absence de nuisance.

## 5. EVALUATION DU BRUIT À L'INTÉRIEUR DES LOCAUX

### 5.1. Méthodologie de mesure

Afin d'évaluer l'atténuation sonore entre l'emplacement de la future installation et les locaux les plus exposés, nous avons effectués des mesures sur place le 9 mars 2022.

Pour la mesure, une source de bruit dont la puissance est connue a été disposée au plus proche de l'emplacement de la future installation. Le niveau sonore a été relevé à l'intérieur des locaux suivants par bande de tiers d'octave :

- Hall au 1<sup>er</sup> étage du bâtiment B1 (faiblement sensible au bruit)
- Hall au 1<sup>er</sup> étage du bâtiment B2 (faiblement sensible au bruit)
- Local prérateur au 1<sup>er</sup> étage du bâtiment B2 (moyennement sensible au bruit)
- Salle chimie n°4 au 1<sup>er</sup> étage du bâtiment B2 (moyennement sensible au bruit)

Le résultat des mesures est présenté en annexe, figure 03.

### 5.2. Niveau de pression acoustique

A partir de l'atténuation mesurée et de la puissance sonore indiquée par bande de fréquence pour la nouvelle installation, nous avons évalué le niveau sonore à l'intérieur des locaux.

Les résultats obtenus sont les suivants :

- Hall au 1<sup>er</sup> étage du bat. B1 :  $L_{Aeq} = 20.2 \text{ dB(A)}$
- Hall au 1<sup>er</sup> étage du bat. B2 :  $L_{Aeq} = 15.8 \text{ dB(A)}$
- Local préparateur au 1<sup>er</sup> étage du bat. B2 :  $L_{Aeq} = 13.7 \text{ dB(A)}$
- Salle chimie n°4 au 1<sup>er</sup> étage du bat. B2 :  $L_{Aeq} = 13.9 \text{ dB(A)}$

### 5.3. Calcul des niveaux d'évaluation

La valeur globale du bruit des installations  $L_{H,tot}$  est calculée avec les facteurs correctifs suivants :

- $K_1 = 0$ , pour des locaux avec des éléments fortement absorbants.
- $K_1 = -2$ , pour des locaux avec des éléments faiblement absorbants.
- $K_2 = 2$ , caractère tonal faiblement audible.
- $K_3 = 0$ , bruit sans aucun caractère impulsionnel.

#### 5.3.1. Locaux faiblement sensibles au bruit

Rappel de l'exigence minimale : $L_{H,tot} \leq 38 \text{ dB(A)}$					
Élément mesuré	$L_{Aeq}$	$K_1$	$K_2$	$K_3$	Indice $L_{H,tot}$
Aéro dans le hall au 1er étage bat. B1	20.2	-2	2	0	<b>20.2</b>
Aéro dans le hall au 1er étage du bat. B2	15.8	-2	2	0	<b>15.8</b>

#### 5.3.2. Locaux moyennement sensibles au bruit

Rappel de l'exigence minimale : $L_{H,tot} \leq 33 \text{ dB(A)}$					
Élément mesuré	$L_{Aeq}$	$K_1$	$K_2$	$K_3$	Indice $L_{H,tot}$
Aéro dans le local préparateur	13.7	0	2	0	<b>15.7</b>
Aéro dans la salle chimie n°4	13.9	0	2	0	<b>15.9</b>

### 5.4. Analyse et constat

Les niveaux de bruit résultant du fonctionnement de l'aérotherme à l'intérieur des locaux respectent largement les exigences minimales de la norme SIA181:2020.

## 6. EVALUATION DES EMISSIONS DE BRUIT EXTÉRIEUR

### 6.1. Points d'immission

Les points d'immission pris en compte correspondent aux fenêtres des locaux les plus exposées au bruit de la future installation.

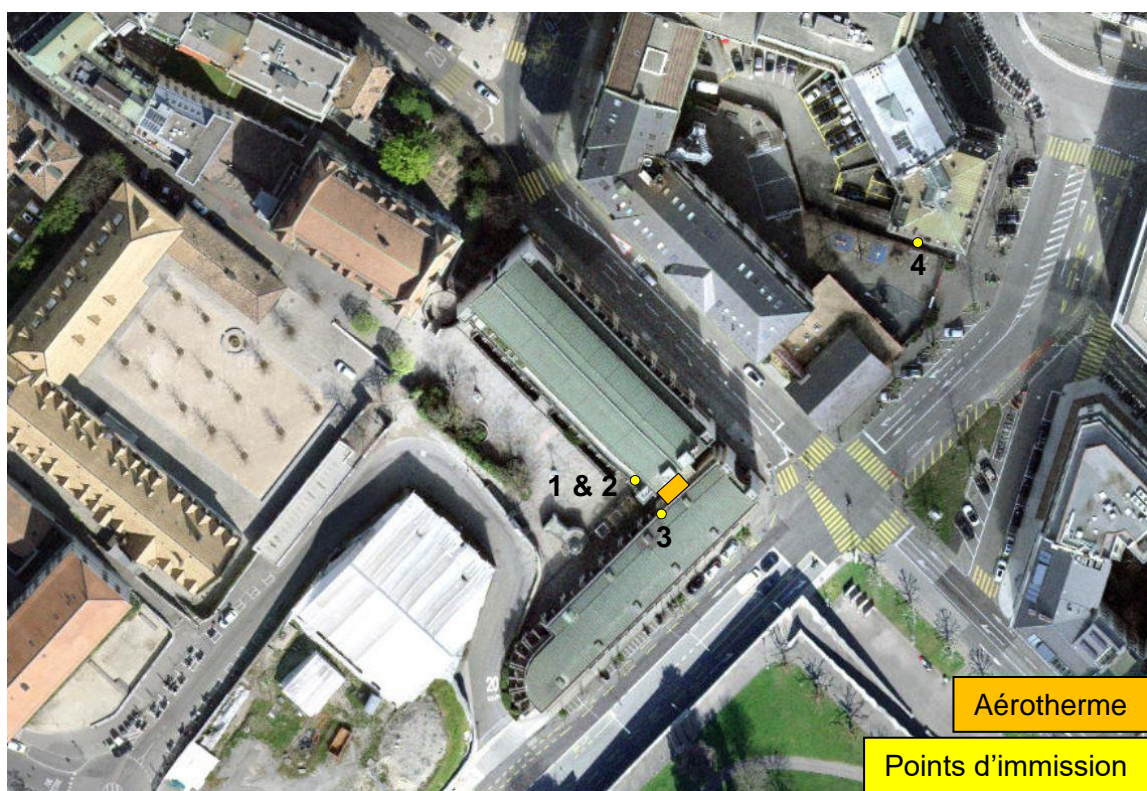
Le point d'immission 1 est la fenêtre de la salle 481 située au 1<sup>er</sup> étage du bâtiment B1.

Le point d'immission 2 est la fenêtre de la salle 491 située au 2<sup>ème</sup> étage du bâtiment B1.

Le point d'immission 3 est la fenêtre de la salle chimie n°4 au 1<sup>er</sup> étage du bâtiment B2.

Le point d'immission 4 est la fenêtre de l'habitation la plus exposée, située à 65 mètres.

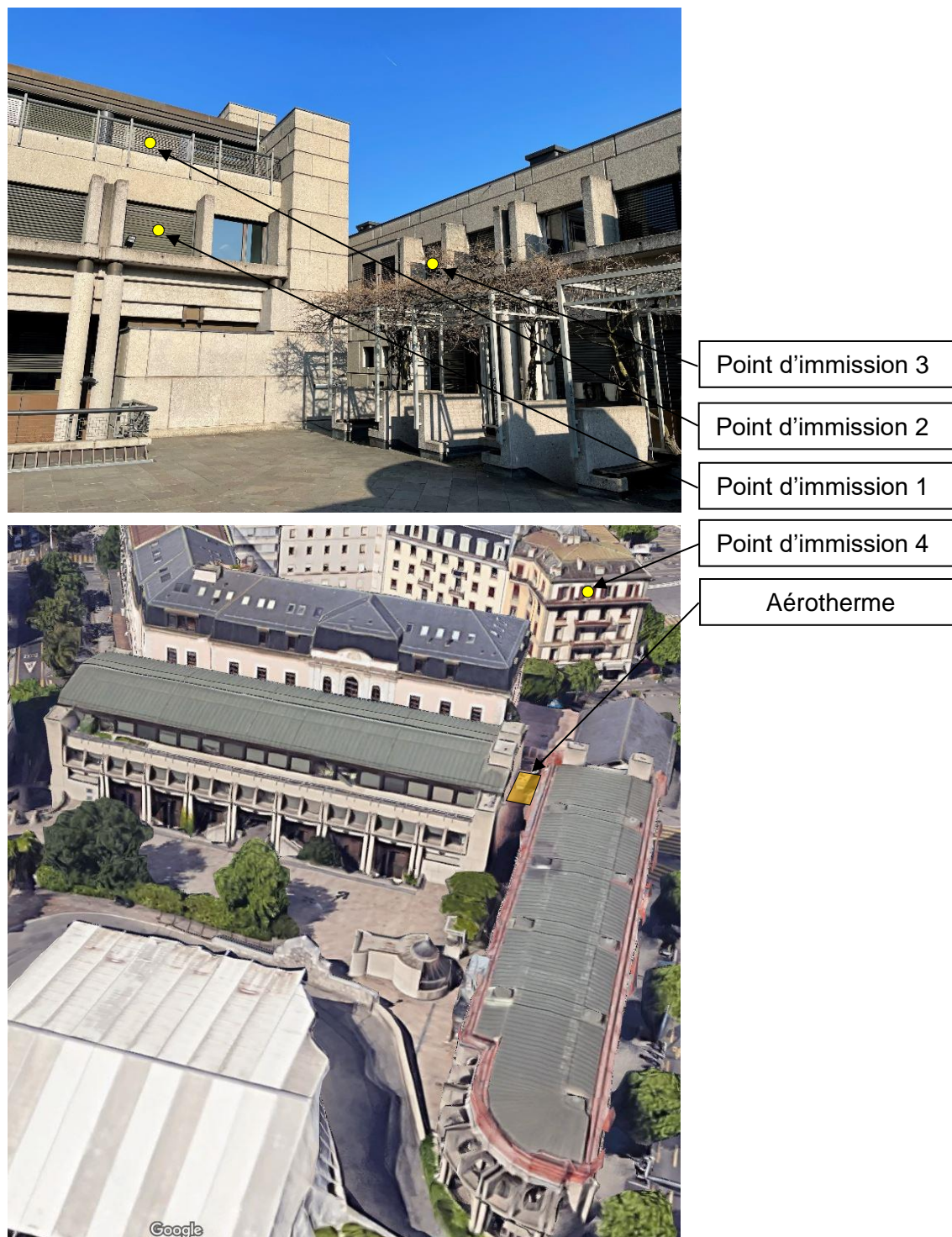
Les points d'immission 1, 2 et 3 font partie du collège Calvin et l'OPB ne s'applique pas à ces points d'immission. Néanmoins, en raison de la proximité de ces fenêtres avec la future installation nous les intégrons dans notre étude afin de limiter le risque de nuisance.



*Plan de situation avec les points d'immission et la source de bruit*



Ci-dessous des photos permettant d'illustrer l'emplacement des points d'immission.



## 6.2. Méthodologie de mesure

Comme pour le bruit intérieur, nous avons également réalisé des mesures sur place pour évaluer les immissions sonores à l'emplacement des fenêtres du collège Calvin les plus exposées (points d'immission 1, 2 et 3).

Cette méthode permet d'évaluer plus précisément les effets d'écran et de réflexion du bruit sur le chemin de propagation. Le résultat des mesures est présenté en annexe, figure 04.

### 6.3. Niveau de pression acoustique

A partir de l'atténuation mesurée et de la puissance sonore indiquée par bande de fréquence pour la nouvelle installation, nous avons évalué le niveau sonore aux points d'immission.

Les résultats obtenus sont les suivants :

- Point d'immission 1 :  $L_{Aeq} = 20.5$  dB(A)
- Point d'immission 2 :  $L_{Aeq} = 18.8$  dB(A)
- Point d'immission 3 :  $L_{Aeq} = 36.8$  dB(A)

Au point d'immission 4, le niveau de pression acoustique est déterminé en fonction des caractéristiques de l'installation décrit au point 3.2 et de la décroissance liée à la distance.

Point d'immission	Niveau de puissance acoustique de l'aéro $L_w$ en dB(A)	Distance [m]	Atténuation due à la distance ½ sphère [dB]	Effet de réflexion/écran [dB]	$L_p$ global en dB(A)
4	64	65	-44.2	0	19.8

### 6.4. Calcul des niveaux d'évaluation

Les niveaux d'évaluation  $L_r$  ont été déterminés à partir du niveau sonore  $L_{eq}$  calculé aux points d'immission, en tenant compte des différents termes correctifs suivants, définis par l'OPB :

- $K1 = +5$  en période jour et  $+10$  en période nuit.
- $K2 = +2$ , une audibilité faible des composantes tonales a été considérée.
- $K3 = 0$ , une audibilité nulle des composantes impulsionnelles a été prise en compte.
- $10 \times \log(t_i/t_0) = 0$  de jour comme de nuit, un fonctionnement pendant 100% des période jour et nuit est pris en compte.

Le calcul pour la période diurne (7h-19h) est détaillé dans le tableau ci-dessous :

Point	Niveau de pression calculé au point d'immission $L_{eq}$ [dB(A)]	K1	K2	K3	$10 \log t_i/t_0$	Niveau d'évaluation, $L_r$ , jour en [dB(A)]
1	20.5	+5	+2	0	0	27.5
2	18.8					25.8
3	36.8					43.8
4	19.8					26.8
Exigence diurne, VP du DS III en [dB(A)]						≤ 60

Pour la période nocturne, les niveaux d'évaluation aux points d'immission situés dans le Collège Calvin n'ont pas été considérés car ces locaux sont utilisés exclusivement en période diurne.

Le calcul pour la période nocturne (19h-7h) est détaillé dans le tableau ci-dessous :

Point	Niveau de pression calculé au point d'immission $L_{eq}$ [dB(A)]	K1	K2	K3	$10 \log t_i/t_0$	Niveau d'évaluation, $L_{r, nuit}$ en [dB(A)]
4	19.8	+10	+2	0	0	<b>31.8</b>
Exigence nocturne, VP du DS III en [dB(A)]						$\leq 50$

Les niveaux d'évaluations respectent les exigences de l'OPB.

## 7. CONCLUSION

Sur la base de l'étude effectuée, le projet d'installation d'un nouvel aérotherme à l'emplacement considéré est possible.

Les niveaux de bruit calculés à l'intérieur et à la fenêtre des locaux sensibles les plus exposés, respectent les exigences applicables et ne devraient pas créer de nuisance sonore notable.

Nous restons à votre disposition pour tout renseignement complémentaire que vous pourriez désirer et nous vous adressons, nos salutations les meilleures.

Stéphane Bercet

Corentin Chelle

### Annexes :

- ⇒ Plan d'affectation du degré de sensibilité de la zone du projet, figure 01.
- ⇒ Extrait de la fiche technique de l'aérotherme, figure 02.
- ⇒ Affaiblissement mesuré dans les locaux, figure 03.
- ⇒ Affaiblissement mesuré aux points d'immission, figure 04.



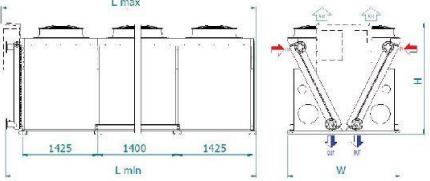
**Plan d'affectation du degré de sensibilité de la zone :**



**Extrait de la fiche technique de l'aérotherme :**

**REFRION**  
COOL GENERATION

VENTILATED UNIT DATA

<b>UNIT MODEL:</b> JK3C 2690.5 - 51% - PA040			
<b>LW(A) - db(A)</b>	64	<b>N° Fans.</b>	12
<b>Lp(A) - EN13487</b>	32	<b>Dist. (m)</b>	10
<b>Lmax [m]</b>	8,915		
<b>Wmax [m]</b>	2,14		
<b>Hmax [m]</b>	2,29		
<b>FREQUENCE (Hz)</b>	<b>Lwi(A) [db(A)]</b>	<b>FREQUENCE (Hz)</b>	<b>Lwi(A) [db(A)]</b>
60	45	1000	57
125	49	2000	55
250	57	4000	50
500	59	8000	43

NOTE: Sound Power Levels according to EN13487. The Sound pressure Levels for this Dry Cooler are calculated in free-field conditions for every single fan as stated by the fans constructor in compliance with EN13487. The Sound Pressure figure is merely indicative as it is affected by the installation site characteristics.  
Refrion S.r.l. is liable only for the Sound Power Level stated on the data-sheet of the unit. Refrion S.r.l. accepts no liability for any errors contained in the calculation of the Sound Power Level spectrum.

Rel. 1.5.29.23



