

## ETUDE ACOUSTIQUE

### CONSTRUCTION D'UN DATA-CENTER À VILLEBON-SUR-YVETTE (91)

*Phase PRO – STAGE 4 100%*



Source : RB-Architectes

<b>Rédaction</b> <i>C.Vielle</i>	<b>Etude réalisée à la demande et pour le compte de</b>  <i>RB-Architectes</i>	<b>Etude</b> <i>AA112800</i>	<b>Phase</b> <i>PRO</i>
<b>Vérification</b> <i>L. Pien</i>		<b>Date</b> <i>26/10/2022</i>	<b>Indice</b> <i>3</i>
<b>Approbation</b> <i>F. Jacquemin</i>	<b>Rapport</b> <i>29823_RBA_VILLEBON2_PRO_ind3_AA112800.docx</i>		

*Ce document ne peut en aucun cas être utilisé (même par extrait) sans autorisation préalable écrite de ses auteurs*

## SOMMAIRE

<b>1. PREAMBULE .....</b>	<b>4</b>
<b>2. CONTEXTE ET HYPOTHESES .....</b>	<b>5</b>
2.1.1 Environnement.....	5
2.1.2 Mesures acoustiques dans l'environnement .....	6
<b>3. OBJECTIFS ACOUSTIQUES.....</b>	<b>13</b>
3.1.1 Généralités .....	13
3.1.2 Niveaux de pression acoustique à l'intérieur du bâtiment .....	13
3.1.3 Niveaux de pression acoustique dans l'environnement.....	14
3.1.4 Isolement acoustique des façades du projet .....	15
3.1.5 Isolation au bruit aérien à l'intérieur du bâtiment.....	17
3.1.6 Isolation au bruit de choc.....	18
3.1.7 Correction acoustique .....	18
<b>4. ETUDE ACOUSTIQUE .....</b>	<b>20</b>
4.1 Modélisation acoustique.....	20
4.2 Hypothèses relatives aux installations techniques modélisées .....	22
4.2.1 Sources de bruit considérées et implantations .....	22
4.2.2 Hypothèses de fonctionnement des installations .....	24
4.2.3 Hypothèses de calcul .....	26
4.3 Résultats des simulations .....	29
4.4 Conclusions de l'étude .....	32
<b>5. SPECIFICATIONS PARTICULIERES .....</b>	<b>33</b>
5.1 Gros œuvre.....	33
5.1.1 Dispositions générales.....	33
5.1.2 Façade.....	33
5.1.3 Toiture .....	33
5.2 Menuiserie intérieure.....	34
5.2.1 Dispositions générales.....	34
5.2.2 Blocs-portes $R_A \geq 30$ dB .....	34
5.2.3 Blocs-portes $R_A \geq 36$ dB .....	34
5.2.4 Blocs-portes $R_A \geq 38$ dB .....	34
5.2.5 Bloc-portes $R_A \geq 46$ dB.....	35
5.2.6 Châssis vitrés.....	35
5.3 Menuiserie extérieure.....	36
5.3.1 Dispositions générales.....	36
5.3.2 Affaiblissement acoustique $R_w + C_{tr}$ des façades.....	36
5.4 Cloisons - Doublages .....	37

5.4.1 Dispositions générales.....	37
5.4.2 Cloisons de distribution $R_A \geq 47$ dB .....	37
5.4.3 Cloisons de distribution $R_A \geq 50$ dB .....	37
5.4.4 Cloisons de distribution $R_A \geq 53$ dB .....	38
5.4.5 Cloisons séparatives $R_A \geq 59$ dB .....	38
5.5 Groupes électrogènes .....	41
5.6 Métallerie .....	43
5.6.1 Grilles de ventilation extérieures.....	43
5.6.2 Ecrans acoustiques.....	43
5.6.3 Couverture métallique des groupes froids.....	44
5.7 Plafond suspendu .....	45
5.7.1 Plafond suspendu en bacs acier perforés .....	45
5.7.2 Panneaux en fibres de bois.....	46
5.8 Revêtement de sol .....	47
5.9 Chauffage-Ventilation-Climatisation .....	48
5.9.1 Centrales de Traitement d'Air (CTA).....	48
5.9.2 Ventilo-convecteur.....	48
5.9.3 Groupes frigorifiques .....	49
5.9.4 Aéro-réfrigérants.....	50
5.9.5 Condenseurs et VRV.....	51
5.10 Matériaux absorbants .....	52
5.10.1 Dispositions générales.....	52
5.10.2 Revêtement muraux absorbants en tissu tendu .....	52
<b>ANNEXE I TERMINOLOGIE.....</b>	<b>53</b>
<b>ANNEXE II FICHES DE CALCULS .....</b>	<b>60</b>
<b>ANNEXE III FICHES DE MESURES.....</b>	<b>63</b>

## **1. PREAMBULE**

La présente notice acoustique décrit les exigences acoustiques minimales et les principes généraux de solutions acoustiques applicables au projet de construction d'un datacenter à Villebon-sur-Yvette (91).

La notice acoustique comprend :

- une première partie (§ 3) décrivant les exigences acoustiques du projet, exprimées **en termes d'objectifs**,
- une seconde partie (§ 5) concernant la modélisation acoustique du projet et les résultats de calculs,
- une troisième partie (§ 5) contenant les spécifications acoustiques particulières à chaque lot, exprimées **en termes de moyens**.

**Pour ce qui concerne l'acoustique et les vibrations, le présent document doit être considéré comme pièce contractuelle prioritaire sur toutes les autres pièces du dossier.**

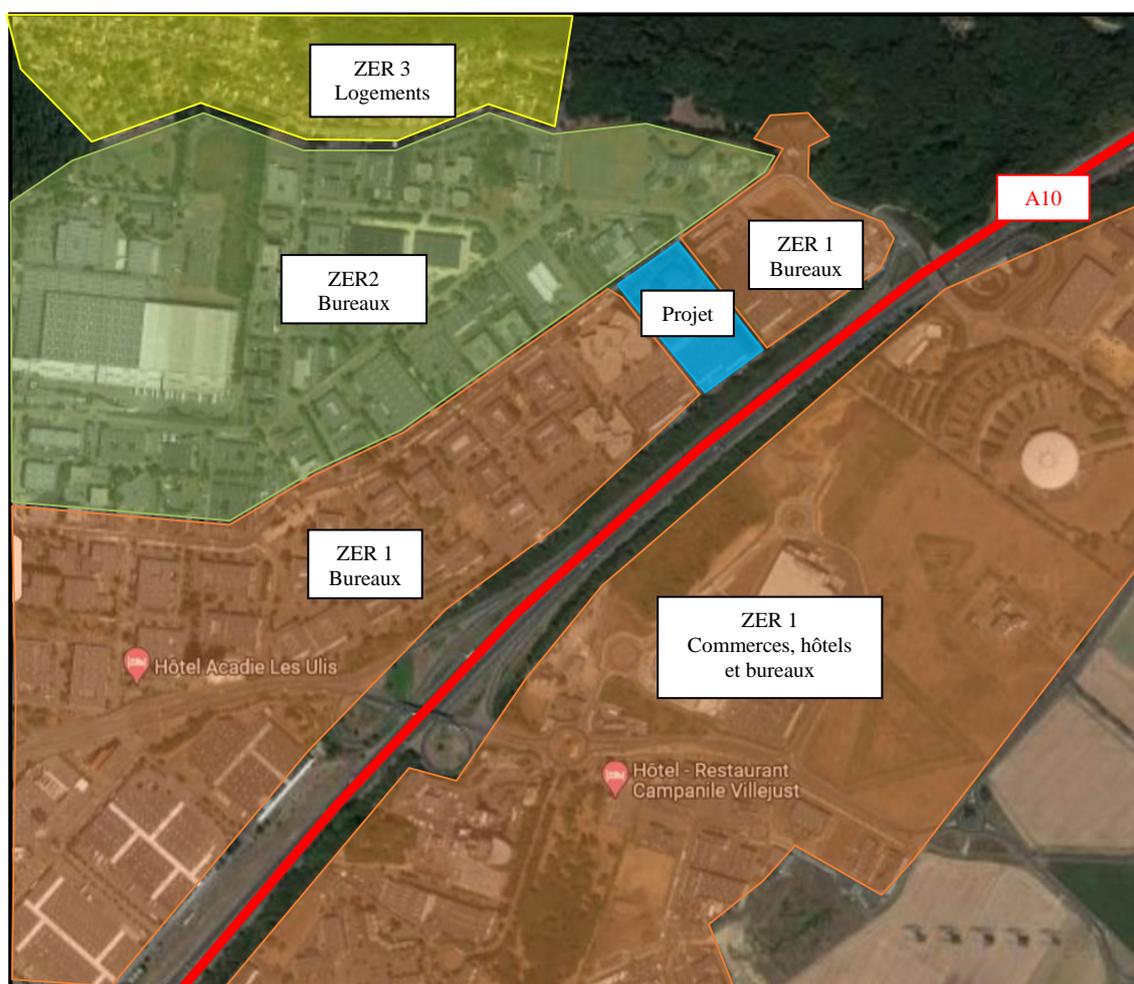
Dans le cas d'incohérence entre la notice acoustique et les plans ou autres pièces écrites, les spécifications les plus contraignantes seront retenues.

Les éléments ajoutés par rapport à la note précédente « 29741\_RBA\_VILLEBON2\_PRO\_ind2\_AA112800 » sont indiqués en bleu.

## 2. CONTEXTE ET HYPOTHESES

### 2.1.1 Environnement

Le plan ci-après permet de visualiser l'environnement du projet.



*Figure 1 – Plan de situation du projet et des ZER*

- **Classement des infrastructures de transport terrestre**

Le classement acoustique des infrastructures de transport à Villebon-sur-Yvette est donné par l'arrêté préfectoral N°2005-DDE-SEPT-085 du 28 février 2005. La voie classée à proximité du projet est reportée dans le tableau ci-après.

Infrastructure	Catégorie
A10	1

*Tableau 1 – Classement de la voie routière à proximité*

## • Plan d'Exposition au Bruit (PEB)

Le projet ne s'inscrit pas dans le plan d'exposition au bruit de l'aéroport d'Orly. Au regard de la proximité du projet et des résultats de mesures, nous considérons que le projet s'inscrit dans la zone d'exposition classée de catégorie C.

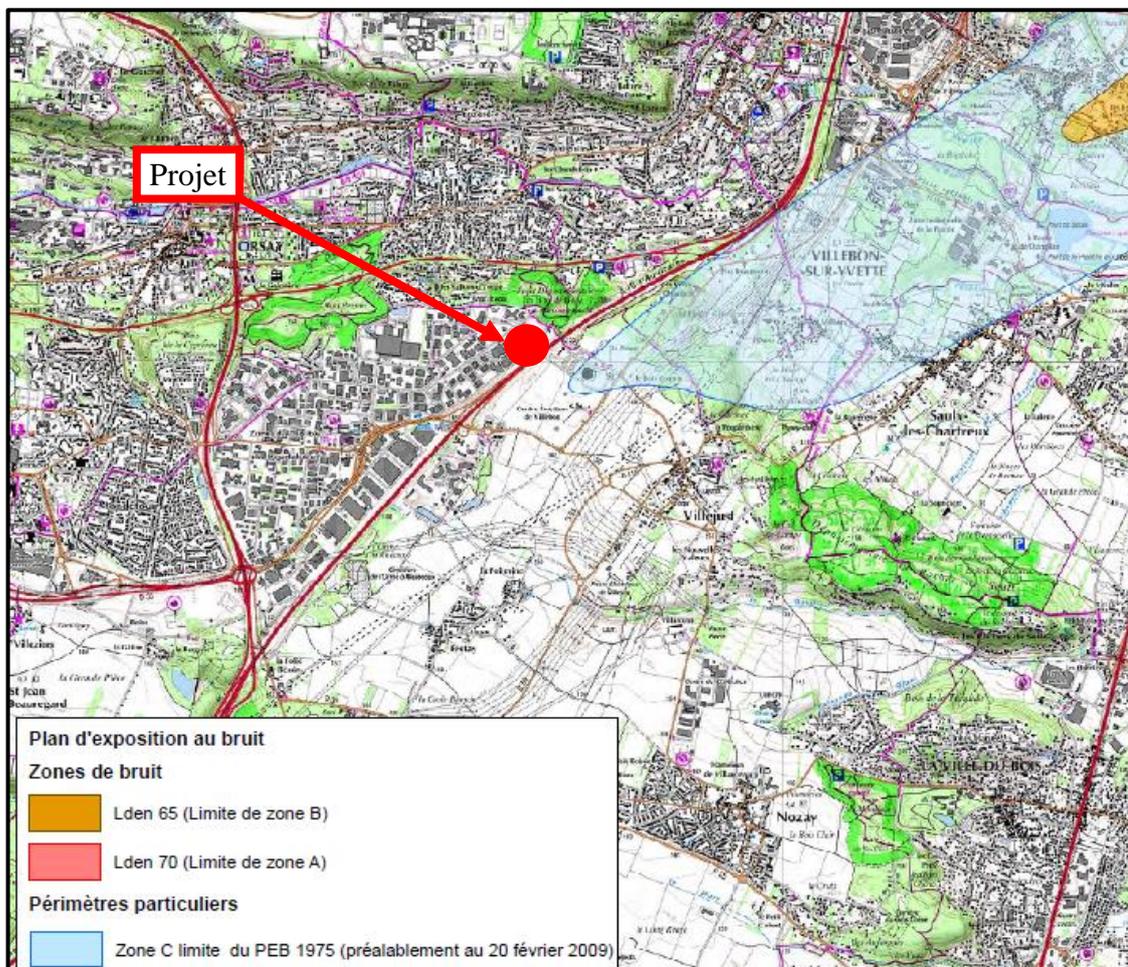


Figure 2 – Plan d'exposition au bruit de l'aéroport d'Orly et localisation du projet

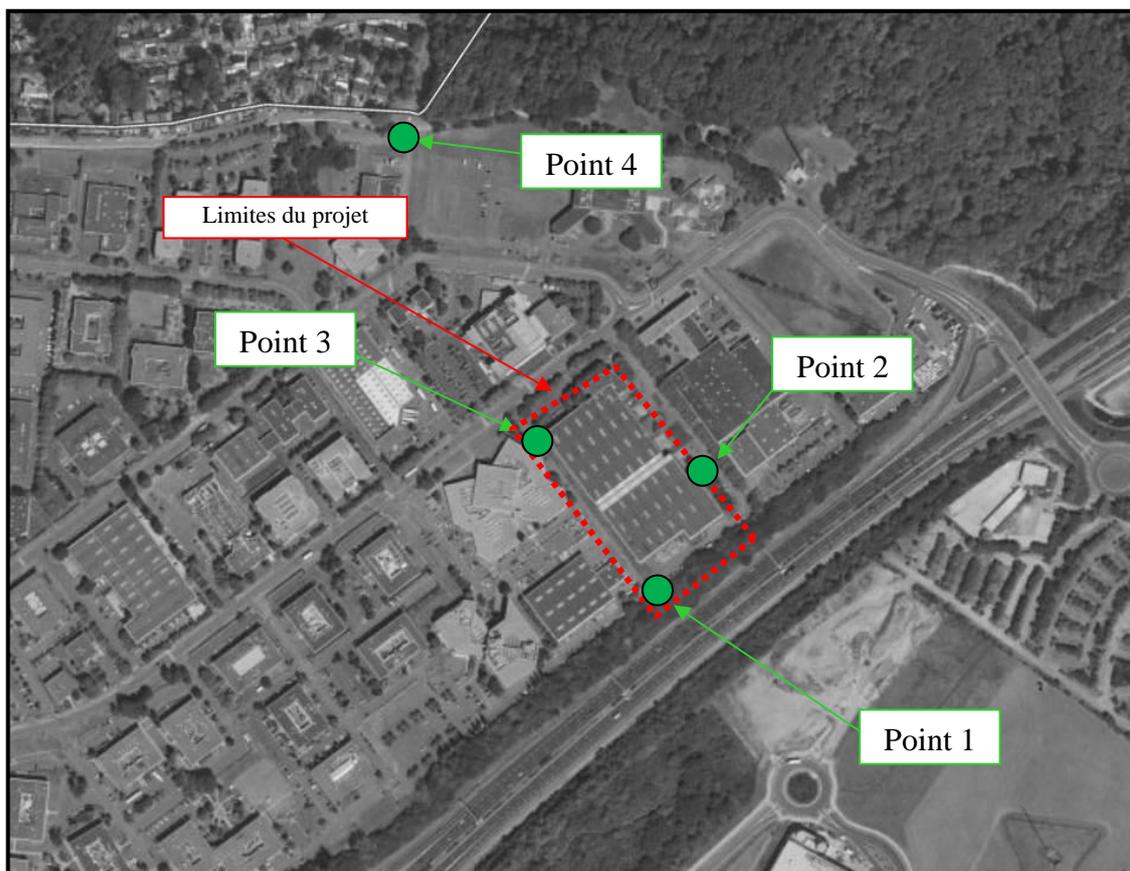
### 2.1.2 Mesures acoustiques dans l'environnement

Des mesures de niveau de bruit résiduel ont été réalisées sur site entre le 8 et le 9 décembre 2021 pour les points 1 à 3 et entre le 18 et le 19 janvier 2022 pour le point 4.

Les points de mesures ont été disposés comme suit :

- Point 1 : en limite de propriété Sud-Est du projet sur une durée de 24 h environ.
- Point 2 : en limite de propriété Est du projet sur une durée de 24 h environ.
- Point 3 : en limite de propriété Nord-Ouest du projet sur une durée de 24 h environ.
- Point 4 : en limite de propriété Nord-Ouest du projet sur une durée de 4 h environ.

Les points de mesure étaient positionnés à 1.5 m du sol, leurs localisations sont présentées dans la figure ci-dessous :



*Figure 3 – Positions des points de mesurage*

- **Matériel de mesurage**

Les mesures ont été effectuées avec le matériel suivant.

Point	Sonomètre	Préamplificateur	Microphone	Accessoires
Point 1	01dB type Fusion n°11899	01dB type PRE22 n°1805365	GRAS type 40CE n°331285	- 1 boule anti-vent 01dB - 1 rallonge 01dB type RAL135-10 m
Point 2	01dB type Fusion n°12192	01dB type PRE22 n°1915066	GRAS type 40CE n°291680	- 1 boule anti-vent 01dB - 1 rallonge 01dB type RAL135-10 m
Point 3	01dB type Fusion n°12637	01dB type PRE22 n°2004089	GRAS type 40CE n°383240	- 1 boule anti-vent 01dB - 1 rallonge 01dB type RAL135-10 m
Point 4				

*Tableau 2 – Matériel utilisé lors des mesures*

Les chaînes de mesures sont de classe 1, homologuées par le LNE, elles ont été étalonnées avant la mesure à 94 dB / 1000 Hz par une source étalon 01dB CAL31.

Les normes relatives au matériel sont :

- **NF EN 60804 (avril 2001)** « Sonomètres intégrateurs moyennés »,
- **NF EN 61672-1 (juin 2003)** « Electroacoustique – Sonomètres – Partie 1 : spécifications ».

- **Traitement des données**

L'analyse des résultats a été réalisée à l'aide du logiciel dBTrait de 01dB.

- **Conditions météorologiques**

Les conditions météorologiques sont estimées conformément au § 5.3 de la norme **NF S 31-010**, dans le tableau ci-après.

Période	Condition météorologique	Classement U <sub>i</sub> T <sub>i</sub>
Le 08/12/2021 - [16h-22h]	Jour, nuageux, sol sec, vent nul	U3T2
Du 08/12/2021 au 09/12/2021 - [22h-07h]	Nuit, nuageux, sol sec, vent nul	U3T4
Le 09/12/2021 - [7h-16h]	Jour, nuageux, sol sec, vent nul	U3T2
Le 18/01/2022 - [14h30-16h30]	Jour, nuageux, sol sec, vent nul	U3T2
Le 19/01/2022 - [00h-02h]	Nuit, nuageux, sol sec, vent nul	U3T4

**Tableau 3 – Conditions météorologiques**

Selon le § 5.3 de la norme, les conditions météorologiques conduisent à une atténuation faible du niveau sonore durant le jour, et à un renforcement faible du niveau sonore durant la période nocturne.

• **Résultats**

Les résultats des mesures sont donnés en annexe sous forme de fiches détaillées.

Ils sont synthétisés dans les tableaux ci-après pour chaque point de mesure.

Les résultats sont arrondis au ½ dB(A) ou ½ dB le plus proche.

L'indicateur retenu pour la caractérisation du niveau de bruit résiduel en limite de la ZER 3 (logements) est l'indice statistique L<sub>90</sub> qui correspond au niveau dépassé pendant 90% du temps. Cet indicateur permet de s'affranchir de tout évènement sonore ponctuel non représentatif du niveau de bruit résiduel.

Pour la caractérisation du niveau de bruit résiduel dans les ZER 1 et 2, l'indicateur L<sub>Aeq</sub> est retenu. Cet indicateur est considéré sur l'heure la plus calme du jour et de la nuit.

Les résultats au **Point 1** sont résumés dans le tableau ci-après.

Période		L <sub>Aeq</sub>	L <sub>min</sub>	L <sub>max</sub>	L <sub>90</sub>	L <sub>50</sub>	L <sub>10</sub>
Jour	Réglementaire [7h-22h]	61.0	50.0	76.0	57.0	59.5	62.5
	Heure la plus calme [21h-22h]	<b>59.0</b>	50.0	71.0	55.0	57.5	61.0
Nuit	Réglementaire [22h-7h]	57.0	42.0	70.0	52.0	56.0	59.5
	Heure la plus calme [00h-01h]	<b>55.0</b>	46.0	62.5	50.0	54.5	57.5

**Tableau 4 – Résultats de mesures du niveau de bruit résiduel au Point 1 en dB(A)**

Les niveaux de bruit résiduels pour ce point de mesure seront retenus pour définir le niveau de bruit de la **ZER 1 (Sud-est du projet)**. L'indice statistique L<sub>Aeq</sub> est utilisé pour caractériser le niveau de bruit résiduel tel que :

- Niveau de bruit résiduel en période diurne [7h-22h] : **59.0 dB(A)**,
- Niveau de bruit résiduel en période nocturne [22h-7h] : **55.0 dB(A)**.

Les niveaux sonores correspondant par bandes d'octave sont donnés dans le tableau ci-après.

Octave [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Période de jour	63.0	54.5	50.5	51.0	51.5	44.0	29.5	12.0
Période de nuit	61.0	50.0	42.5	42.5	48.5	40.5	27.0	10.0

**Tableau 5 – Spectre en bandes d'octave du niveau de bruit résiduel au Point 1 ( $L_{Aeq}$  en dB)**

Les résultats au **Point 2** sont résumés dans le tableau ci-après.

Période		$L_{Aeq}$	$L_{min}$	$L_{max}$	$L_{90}$	$L_{50}$	$L_{10}$
Jour	Réglementaire [7h-22h]	57.0	48.5	88.5	51.0	53.5	58.5
	Heure la plus calme [11h-12h]	<b>53.5</b>	49.5	69.0	51.0	52.0	53.5
Nuit	Réglementaire [22h-7h]	51.5	46.5	68.5	48.5	50.5	53.0
	Heure la plus calme [00h-01h]	<b>49.5</b>	47.0	54.5	48.0	49.5	51.0

**Tableau 6 – Résultats de mesures du niveau de bruit résiduel au Point 2 en dB(A)**

Les niveaux de bruit résiduels pour ce point de mesure seront retenus pour définir le niveau de bruit de la **ZER 1 (Nord-est du projet)**. L'indice statistique  $L_{Aeq}$  est utilisé pour caractériser le niveau de bruit résiduel tel que :

- Niveau de bruit résiduel en période diurne [7h-22h] : **53.5 dB(A)**,
- Niveau de bruit résiduel en période nocturne [22h-7h] : **49.5 dB(A)**.

Les niveaux sonores correspondant par bandes d'octave sont donnés dans le tableau ci-après.

Octave [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Période de jour	61.0	51.5	49.0	45.5	45.0	37.0	23.0	11.5
Période de nuit	58.5	47.0	48.0	41.5	41.0	33.5	20.5	8.5

**Tableau 7 – Spectre en bandes d'octave du niveau de bruit résiduel au Point 2 ( $L_{Aeq}$  en dB)**

Les résultats au **Point 3** sont résumés dans le tableau ci-après.

Période		L <sub>Aeq</sub>	L <sub>min</sub>	L <sub>max</sub>	L <sub>90</sub>	L <sub>50</sub>	L <sub>10</sub>
Jour	Réglementaire [7h-22h]	60.0	45.5	82.0	49.0	54.5	64.0
	Heure la plus calme [6h-7h]	<b>53.5</b>	49.0	70.5	50.0	51.0	53.0
Nuit	Réglementaire [22h-7h]	50.5	44.0	77.0	46.0	47.0	51.0
	Heure la plus calme [00h-01h]	<b>46.0</b>	44.5	48.5	45.0	46.0	47.0

**Tableau 8 – Résultats de mesures du niveau de bruit résiduel au Point 3 en dB(A)**

Les niveaux de bruit résiduels pour ce point de mesure seront retenus pour définir le niveau de bruit de la **ZER 2 (Nord du projet)**. L'indice statistique **L<sub>Aeq</sub>** est utilisé pour caractériser le niveau de bruit résiduel tel que :

- Niveau de bruit résiduel en période diurne [7h-22h] : **53.5 dB(A)**,
- Niveau de bruit résiduel en période nocturne [22h-7h] : **46.0 dB(A)**.

Les niveaux sonores correspondant par bandes d'octave sont donnés dans le tableau ci-après.

Octave [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Période de jour	56.5	46.0	45.0	44.0	46.0	40.0	31.5	25.5
Période de nuit	51.5	42.0	42.0	39.0	37.5	28.0	18.5	9.5

**Tableau 9 – Spectre en bandes d'octave du niveau de bruit résiduel au Point 3 (L<sub>Aeq</sub> en dB)**

Les résultats au **Point 4** sont résumés dans le tableau ci-après.

Période		L <sub>Aeq</sub>	L <sub>min</sub>	L <sub>max</sub>	L <sub>90</sub>	L <sub>50</sub>	L <sub>10</sub>
Jour	Réglementaire [14h36-16h38]	50.5	38.0	70.5	<b>40.0</b>	44.0	54.0
Nuit	Réglementaire [00h-02h]	42.0	39.0	55.5	<b>40.0</b>	41.0	43.5

**Tableau 10 – Résultats de mesures du niveau de bruit résiduel au Point 4 en dB(A)**

Les niveaux de bruit résiduels pour ce point de mesure seront retenus pour définir le niveau de bruit de la **ZER 3 (Nord du projet)**. L'indice statistique **L<sub>90</sub>** qui correspond au niveau dépassé pendant 90% du temps est utilisé pour caractériser le niveau de bruit résiduel tel que :

- Niveau de bruit résiduel en période diurne [14h36-16h38] : **40.0 dB(A)**,
- Niveau de bruit résiduel en période nocturne [00h-02h] : **40.0 dB(A)**.

Les niveaux sonores correspondant par bandes d'octave sont donnés dans le tableau ci-après.

<b>Octave [Hz]</b>	<b>63</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>	<b>8000</b>
Période de jour	46.5	38.0	35.0	30.5	32.0	23.0	14.5	5.5
Période de nuit	44.5	37.0	35.5	33.5	31.0	22.5	18.0	5.0

*Tableau 11 – Spectre en bandes d'octave du niveau de bruit résiduel au Point 4 ( $L_{90}$  en dB)*

### **3. OBJECTIFS ACOUSTIQUES**

#### **3.1.1 Généralités**

Les objectifs acoustiques proposés par AVLS seront comparés avec les objectifs visés par la certification LEED V4.1 d'octobre 2021, en ce qui concerne le volet bâtimentaire.

Ces objectifs seront à valider par la MOA.

Les objectifs acoustiques relatifs à l'impact acoustique du projet sur l'environnement se réfèrent à la réglementation ICPE, applicable au projet.

#### **3.1.2 Niveaux de pression acoustique à l'intérieur du bâtiment**

Les objectifs de niveaux de pression acoustique  $L_{nAT}$  engendrés par le fonctionnement des installations techniques du projet à l'intérieur des locaux du projet sont donnés dans le tableau ci-dessous.

<b>Local</b>	<b>Objectifs LEED</b>	<b>Objectif Programme</b>	<b>Objectif NF S 31080 niveau « Performant » <math>L_{nAT}</math></b>	<b>Objectifs AVLS <math>L_{nAT}</math></b>
Bureau collectifs	$\leq 45$ dB(A) NC 40	-	$\leq 38$ dB(A) NR33	$\leq 38$ dB(A) NR33
Salle de réunion / salle de conférence	$\leq 35$ dB(A) NC 30	NC 25-30		$\leq 35$ dB(A) NR30
Bureau individuel	$\leq 45$ dB(A) NC 40	NC 30-35		$\leq 38$ dB(A) NR33
Plateau de bureaux	$\leq 45$ dB(A) NC 40	NC 35-40	$\leq 45$ dB(A) NR40	$\leq 38$ dB(A) NR33
Circulation		-	$\leq 38$ dB(A) NR33	$\leq 38$ dB(A) NR33
Cafétéria	-	-	$\leq 40$ dB(A) NR35	$\leq 40$ dB(A) NR35

**Tableau 12 – Objectifs de niveaux de bruit d'équipement**

### 3.1.3 Niveaux de pression acoustique dans l'environnement

- **Niveaux sonores maximum en ZER**

Le projet est soumis aux exigences de 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*.

Les installations du projet sont concernées par les rubriques suivantes selon la nomenclature des ICPE (à confirmer par EODD) :

- Groupe électrogènes (puissance nominale 79 MW) :
  - **rubrique 3110**, *relative à combustion, de combustibles dans des installations d'une puissance thermique nominale totale égale ou supérieure à 50 MW (autorisation)*,
  - **rubrique 4734-2a**, *relative aux produits pétroliers (déclaration)*.
- Groupes froids : **rubrique 1185-2a**, *relative aux gaz à effet de serre fluorés (déclaration)*,
- Transformateurs : **rubrique 2925-1**, *relative aux accumulateurs électriques (déclaration)*.

Les niveaux de bruit maximum à respecter en ZER relatifs à l'arrêté du 23 janvier 1997 sont synthétisés dans le tableau ci-dessous.

Période	Niveau de bruit en dB(A)			
	Niveau de bruit	ZER 1	ZER 2	ZER 3
Diurne [7h-22h]	Résiduel	53.5	53.5	40.0
	Niveau de bruit particulier maximum	57.0	57.0	43.5
	Niveau de bruit ambiant maximum	58.5	58.5	45.0
Nocturne [22h-7h]	Résiduel	-	-	40.0
	Niveau de bruit particulier maximum	-	-	40.0
	Niveau de bruit ambiant maximum	-	-	43.0

*Tableau 13 – Niveaux sonore maximum à respecter en ZER*

- **Niveaux sonores maximum en limites de propriété**

Les objectifs de niveau sonore maximum en limite de propriété sont rappelés ci-après :

- 70 dB(A) pour la période jour,
- 60 dB(A) pour la période nuit.

- **Tonalités marquées**

La tonalité marquée est détectée dans un spectre non pondéré de tiers d'octave quand la différence du 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 valeurs indiquées dans le tableau ci-après pour la bande considérée.

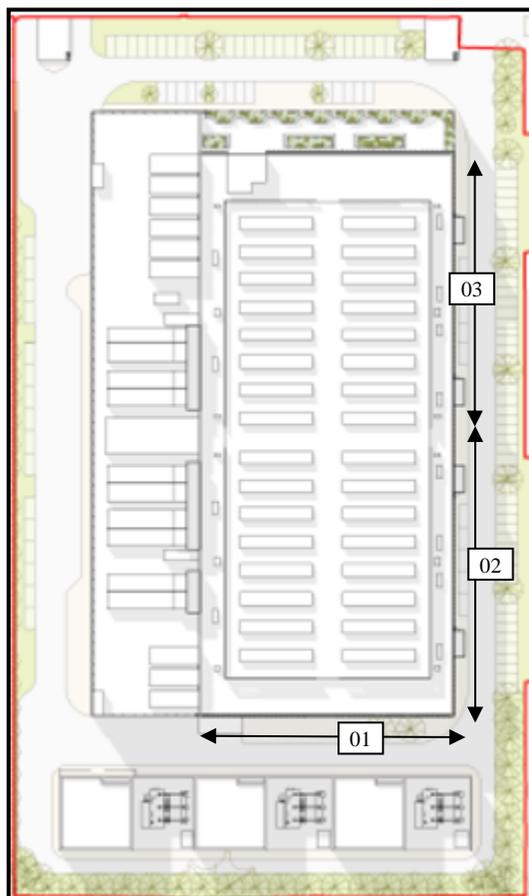
Cette analyse se fera à partir d'une acquisition minimale de 10 s		
50 Hz à 315 Hz	400 Hz à 1250 Hz	1600 Hz à 8000 Hz
10 dB	5 dB	5 dB

*Tableau 14 – Tonalités marquées*

Dans le cas où le bruit particulier de l'établissement est à tonalité marquée 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 définies dans le tableau ci-dessus.

### **3.1.4 Isolement acoustique des façades du projet**

Pour simplifier le repérage, les façades ont été numérotées (cf. schéma ci-après).



*Figure 4 – Numérotation des façades*

**N.B :** Les façades non numérotées sont aveugles.

Conformément à la démarche niveau « Performant » de la norme NF S 31-080, l'isolement acoustique standardisé pondéré  $D_{nT,A,tr}$  des locaux vis-à-vis des bruits extérieurs sera supérieur ou égal à 30 dB pour toutes les façades du projet.

• **Objectif de confort acoustique**

La présence de l'autoroute A10 et le niveau généré des équipements en toiture sont des sources de nuisance sonore importantes. Nous recommandons de viser les objectifs proposés par la certification HQE bâtiment durable V3.0 de Janvier 2019 « Classe C ».

L'objectif d'isolement de façade proposé  $D_{nT,A,tr}$  régl. Logements – 5dB correspond aux exigences réglementaires applicables aux bâtiments de logements, déterminée conformément à l'arrêté du 30 mai 1996 modifié par l'arrêté du 23 juillet 2013, retranché de 5dB.

Afin d'obtenir ce niveau de confort, les isolements de façade ( $D_{nT,A,tr}$ ) du projet sont données dans le tableau ci-après.

Numérotation de la façade	$D_{nT,A,tr}$ régl. logements [dB]	$D_{nT,A,tr}$ régl. logements – 3 dB [dB]	Synthèse AVLS [dB]
1	$\geq 38$	$\geq 35$	$\geq 35$
2	$\geq 37$	$\geq 34$	
3	$\geq 36$	$\geq 33$	$\geq 33$

**Tableau 15 – Exigences d'isolement de façade ( $D_{nT,A,tr}$ )**

Cet objectif est à considérer pour une durée de réverbération de référence  $T_0$  de 0.5s.

### 3.1.5 Isolation au bruit aérien à l'intérieur du bâtiment

- **Objectifs d'isollements entre niveaux superposés et locaux contigus – cloisonnement fixe**

Les objectifs d'isolement au bruit aérien ( $D_{nT,A}$ ) entre locaux occupés superposés ou contigus sont donnés dans le tableau ci-après.

Local d'émission	Local de réception	Objectif LEED STCc / NIC	Objectif NF S 31 080 niveau « Performant » $D_{nT,A}$ [dB]	Objectifs AVLS $D_{nT,A}$ [dB]
Local vidéosurveillance	Salle de contrôle	50/45	$\geq 40$	$\geq 43^1$
	Salle vidéo			
Salle de prière	Local premier secours		-	$\geq 50^2$
	Salle de détente		$\geq 45$	$\geq 45$
Salle de réunion	Cafétéria			
	Espace ouvert			
	Box réunion			
Salle serveur DCIM	Salle de prière	45/40	$\geq 35$	$\geq 40$
	Local vidéosurveillance			
	Local vidéo			
Espace ouvert	Box réunion		$\geq 35$	$\geq 40$
Circulation et Hall	Espace ouvert	25/20	$\geq 30$	$\geq 35$
	Salle de prière	40/35	-	$\geq 35$
	Local premier secours		-	
	Espace détente	25/20	$\geq 35$	$\geq 35$
	Local vidéosurveillance	40/35		
	Cafétéria	25/20		
	Locaux techniques et Data Halls	Locaux techniques et Data Halls	50/45	-
Locaux occupés		60/55	-	$\geq 53$

Tableau 16 – Objectifs d'isolement au bruit aérien ( $D_{nT,A}$ )

<sup>1</sup> L'objectif sera difficile à atteindre avec des portes acoustiques standards. Selon contrainte d'exploitation, nous pourrions considérer l'ensemble des locaux CCTV et salle de contrôle comme une seule entité au regard de la certification LEED.

<sup>2</sup> Une forte confidentialité est souhaitée entre ces espaces. L'absence de porte de communication depuis un espace occupé permet l'atteinte de cet objectif.

**NB :** Les objectifs proposés sont en accord avec la demande de la MOA. Ils seront validés dans la suite du projet.

- **Objectifs d'isollements entre locaux contigus – cloisonnement amovible**

Aucun cloisonnement amovible ou mobile n'est envisagé dans le cadre du projet.

### 3.1.6 Isolation au bruit de choc

Les exigences de niveau de bruit de choc ( $L'_{nT,w}$ ) sont donnés dans le tableau ci-après.

Local de réception	Local d'émission	$L'_{nT,w}$ [dB]	
		NF S 31 080 niveau « Performant »	AVLS
Salle de conférence Salle de réunion	Tous locaux occupés ou circulations	$\leq 60$	
Bureau individuels et collectifs			
Cafétéria			
Circulation			

Tableau 17 – Objectif de niveau de bruit de choc ( $L'_{nT,w}$ )

### 3.1.7 Correction acoustique

Les objectifs d'acoustique interne sont présentés dans le tableau ci-après. Ils sont exprimés en termes de durée de réverbération (Tr) : les valeurs indiquées correspondent à la moyenne arithmétique des durées de réverbération, exprimées en secondes et mesurées dans les bandes d'octave centrées sur 500, 1000 et 2000 Hz, pour des locaux normalement meublés et non occupés.

Local	LEED Tr60 <sub>500Hz-2kHz</sub> [s]	NF S 31 080 niveau « Performant » T <sub>r</sub> [s]	AVLS T <sub>r</sub> [s]
Salle de contrôle	< 0.6	≤ 0.6 s	≤ 0.6 s
Salle vidéo			
Local vidéosurveillance			
Local premier secours	-	-	
Salle de prière	< 0.6	< 0.8 s	
Salle de réunion			
Box réunion	-	≤ 0.7 s	≤ 0.7 s
Salle de détente	-	< 0.6 s	< 0.6 s
Cafétéria	< 0.8	< 0.8 s	< 0.8 s
Espace ouvert	-	Etude spécifique	Etude spécifique ≤ 1s
Hall			

*Tableau 18 – Objectifs d'acoustique interne*

## **4. ETUDE ACOUSTIQUE**

### **4.1 Modélisation acoustique**

- **Généralités**

Afin de caractériser l'impact acoustique du projet sur l'environnement extérieur, une modélisation acoustique en 3 dimensions a été réalisée à l'aide du logiciel CadnaA de Datakustik version 2018.

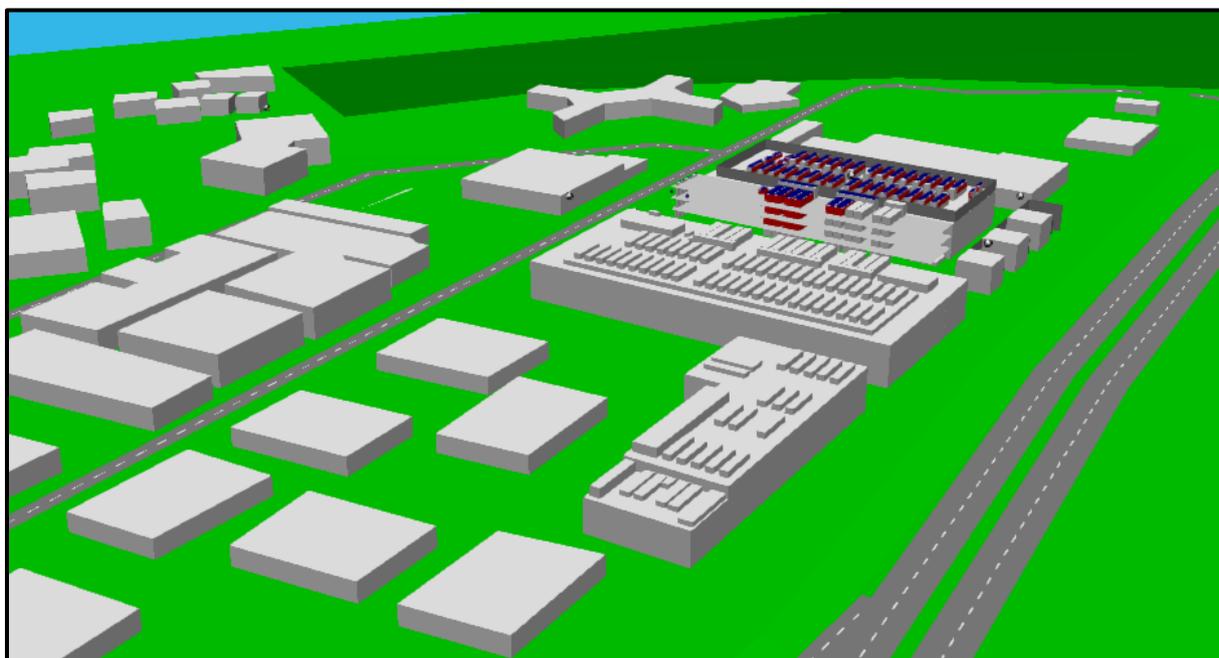
Le logiciel CadnaA permet d'effectuer des calculs de propagation sonore dans l'environnement extérieur selon les normes ISO 9613-1 et 9613-2 en tenant compte, notamment :

- de la topographie du terrain,
- de la présence d'obstacles (bâtiments écrans, merlons, etc.),
- des conditions météorologiques (température et humidité).

Il permet de modéliser différentes sources de bruits (ponctuelles, surfaciques et linéiques), de calculer les niveaux sonores résultants en des points récepteurs et d'établir des cartographies de niveau sonore (horizontales et verticales).

Les calculs peuvent être effectués sur les bandes d'octave de 31.5 Hz à 8 kHz et en niveau global.

Une vue du modèle est présentée ci-dessous :



*Figure 5 – Vue 3D du modèle*

Les principaux paramètres de simulation sont les suivants :

- Sol :
  - semi-absorbant ( $G = 0.68$ ),
  - routes, parkings et toitures des bâtiments réfléchissants ( $G = 0$ ).
- Nombre de réflexions : 3.

L'environnement général du projet a été modélisé à partir de vues satellites (type Google Maps ou Google Earth).

#### • Documents de références

La modélisation du projet a été réalisée à partir des documents suivants :

- Plans masse : « DCS19240-RBA-SW-LP-ZZ-DR-A-10201.dwg » du 30/11/2021.
- Plan des locaux :
  - « DCS19240-RBA-DC-B1-00-DR-A-12200.pdf » du 30/08/2022,
  - « DCS19240-RBA-DC-B1-01-DR-A-12201.pdf » du 30/08/2022,
  - « DCS19240-RBA-DC-B1-02-DR-A-12203.pdf » du 30/08/2022,
  - « DCS19240-RBA-DC-B1-M1-DR-A-12202.pdf » du 30/08/2022,
  - « DCS19240-RBA-DC-B1-R1-DR-A-12204.pdf » du 30/08/2022,
  - « DCS19240-RBA-DC-B1-R2-DR-A-12205.pdf » du 30/08/2022.
- Plan d'élévation :
  - « DCS19240-RBA-DC-B1-ZZ-DR-A-20400.pdf » du 12/05/2021.
  - « DCS19240-RBA-DC-B1-ZZ-DR-A-20401.pdf » du 12/05/2021.
  - « DCS19240-RBA-DC-B1-ZZ-DR-A-20410.pdf » du 12/05/2021.
  - « DCS19240-RBA-DC-B1-ZZ-DR-A-20411.pdf » du 12/05/2021.
- Plan de repérage des revêtements de sol :
  - « DCS19240-RBA-DC-B1-00-DR-A-23200.pdf » du 12/05/2022.
  - « DCS19240-RBA-DC-B1-00-DR-A-23201.pdf » du 12/05/2022.
  - « DCS19240-RBA-DC-B1-00-DR-A-23203.pdf » du 12/05/2022.
- Plan de repérage des plafonds :
  - « DCS19240-RBA-DC-B1-00-DR-A-45200.pdf » du 12/05/2022.
  - « DCS19240-RBA-DC-B1-00-DR-A-45201.pdf » du 12/05/2022.
  - « DCS19240-RBA-DC-B1-00-DR-A-45203.pdf » du 12/05/2022.
- Plan des cloisons :
  - « Ground Floor Plan Internal Wall Types.pdf » du 30/08/2022,
  - « First Floor Plan Internal Wall Types.pdf » du 30/08/2022,
  - « Second Floor Plan Internal Wall Types.pdf » du 30/08/2022.
- Plan topographique : « P210339\_Top\_A.dwg » du 02/12/2021.

## 4.2 Hypothèses relatives aux installations techniques modélisées

### 4.2.1 Sources de bruit considérées et implantations

Les différentes sources de bruit modélisées sont synthétisées dans le tableau suivant :

Type	Nombre	Commentaires
Groupes-électrogènes	27	<p><u>Type de source</u> : Conteneur - bâtiment avec 3 sources surfaciques.</p> <p>- Echappement : source ponctuelle située au niveau de la gaine d'échappement.</p> <p>Localisation : en toiture.</p> <p><u>Dimensions</u> :</p> <p>- Longueur : 15 m</p> <p>- Largeur : 4 m</p> <p>- Hauteur : 4 m</p>
Groupes-froids	30	<p><u>Type de source</u> : Sources surfaciques horizontales et verticales (3 faces).</p> <p><u>Localisation</u> : En toiture</p> <p><u>Dimensions</u> :</p> <p>- Longueur : 14.3 m</p> <p>- Largeur : 2.4 m</p> <p>- Hauteur : 2.5 m</p>
Pompe à chaleur	4	<p><u>Type de source</u> : Sources surfaciques horizontales et verticales (3 faces).</p> <p><u>Localisation</u> : En toiture</p> <p><u>Dimensions</u> :</p> <p>- Longueur : 4.5 m</p> <p>- Largeur : 1.6 m</p> <p>- Hauteur : 2.0 m</p>
Aéroréfrigérants	3	<p><u>Type de source</u> : Sources surfaciques horizontales et verticales (3 faces).</p> <p><u>Localisation</u> : En toiture</p> <p><u>Dimensions</u> :</p> <p>- Longueur : 7.0 m</p> <p>- Largeur : 3.0 m</p> <p>- Hauteur : 2.0 m</p>
Condenseur	11	Sources surfaciques horizontales situées en toiture.

Unité extérieur VRV	4	
CTA 1 et 2	4	<p><u>Type de source</u> : Sources surfaciques horizontales et verticales (7 faces).</p> <p><u>Localisation</u> : En toiture</p> <p><u>Dimensions</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Longueur : 2.5 m</li> <li>- Largeur : 1.2 m</li> <li>- Hauteur : 2.0 m</li> </ul>
CTA 3 et 4		<p><u>Type de source</u> : Sources surfaciques horizontales et verticales (7 faces).</p> <p><u>Localisation</u> : En toiture</p> <p><u>Dimensions</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Longueur : 2.2 m</li> <li>- Largeur : 1.1 m</li> <li>- Hauteur : 2.0 m</li> </ul>
CTA 5	1	<p>Sources ponctuelles en façade représentant les grilles de reprise et de soufflage</p> <p><u>Localisation</u> : En façade du R+2</p> <p><u>Dimensions</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Longueur : 1.5 m</li> <li>- Largeur : 0.9 m</li> <li>- Hauteur : 1.0 m</li> </ul>
Transformateurs	2	Sources ponctuelles situées au niveau de la sous-station

**Tableau 19 – Sources modélisées dans le bâtiment**

Les différentes sources sonores sont localisées sur le plan ci-après.

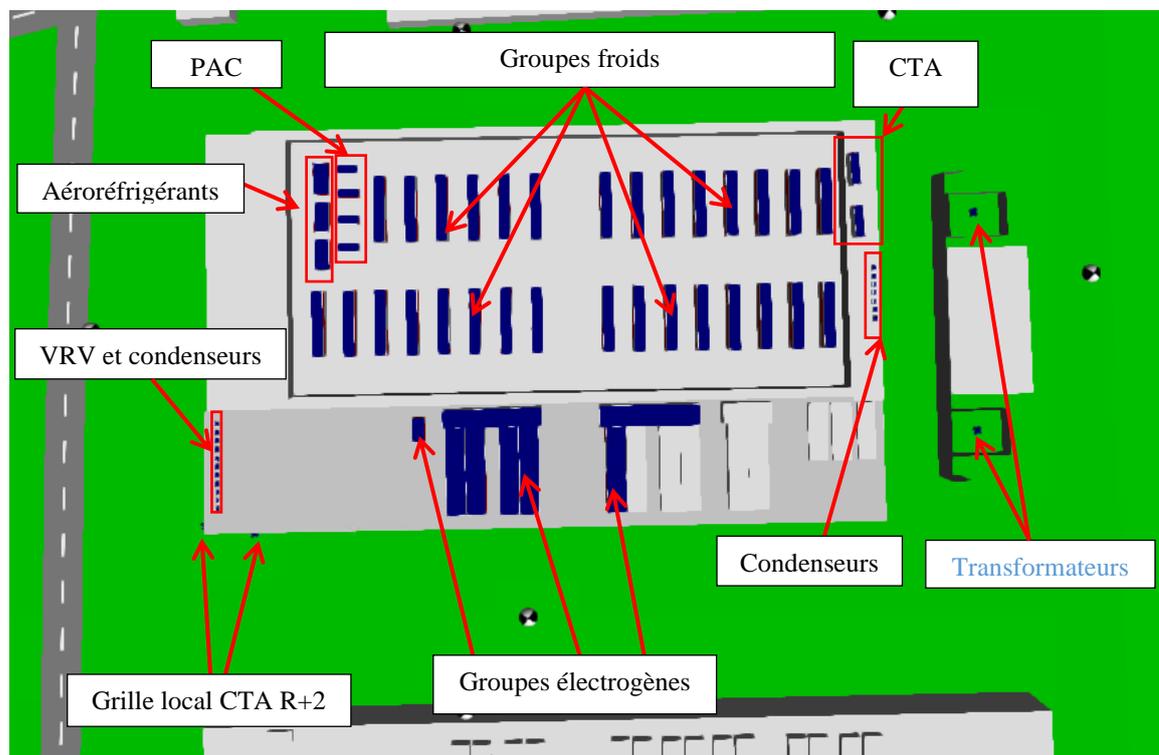


Figure 6 – Localisation des sources sonores du projet

#### 4.2.2 Hypothèses de fonctionnement des installations

Les hypothèses de fonctionnement des installations techniques du projet sont présentées dans le tableau suivant.

Période	Configuration	GE	GF	Condenseurs, CTA, transformateurs
Jour [8h-17h]	Phase test	15* groupes électrogènes en fonctionnement simultané avec les groupes froids.	Tous les groupes froids en fonctionnement	En fonctionnement, sous réserve de confirmation par CCIngénierie
		23 groupes électrogènes en fonctionnement simultané avec les groupes froids.		
Jour [7h-22h]	Normale	Aucun groupe électrogène en fonctionnement		
Nuit [22h-7h]	Normale			

Tableau 20 – Hypothèses de fonctionnement des équipements

\*Le fonctionnement des groupes de remplacement durant la période nocturne sera exceptionnel (seulement en cas de coupure du réseau d'alimentation RTE, et cela sur le poste d'alimentation électrique principale ainsi que sur le poste d'alimentation électrique de secours). **Quant aux essais périodiques, ceux-ci auront lieu obligatoirement entre 8h et 17h.**

**Afin de respecter les objectifs acoustiques, le fonctionnement simultané de maximum 7 groupes électrogènes sur le toit du bâtiment est autorisé. Lors des phases de tests, il est impératif que les 15 groupes électrogènes en fonctionnement simultané soient répartis sur les 3 étages (7 groupes électrogènes maximum au dernier étage et 7 groupes électrogènes répartis sur les deux autres étages).**

- Phase de test avec 15 groupes électrogènes

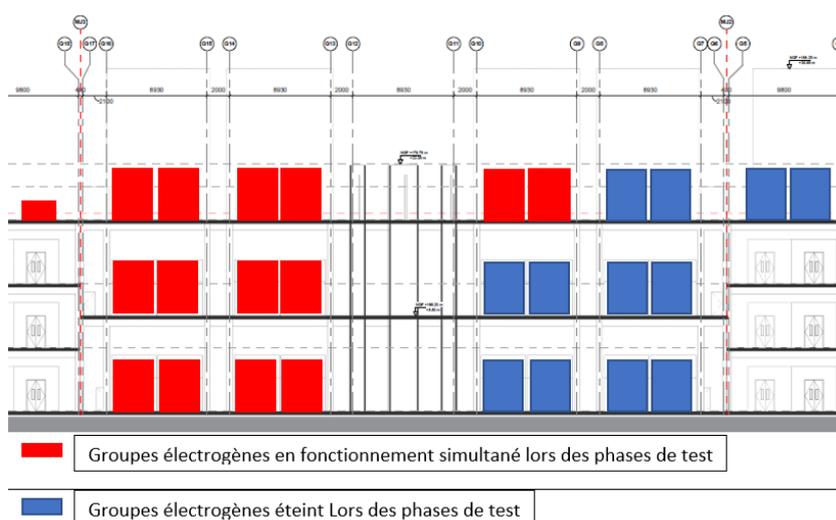


Figure 7 – Localisation des groupes électrogènes

- Phase de test avec 23 groupes électrogènes

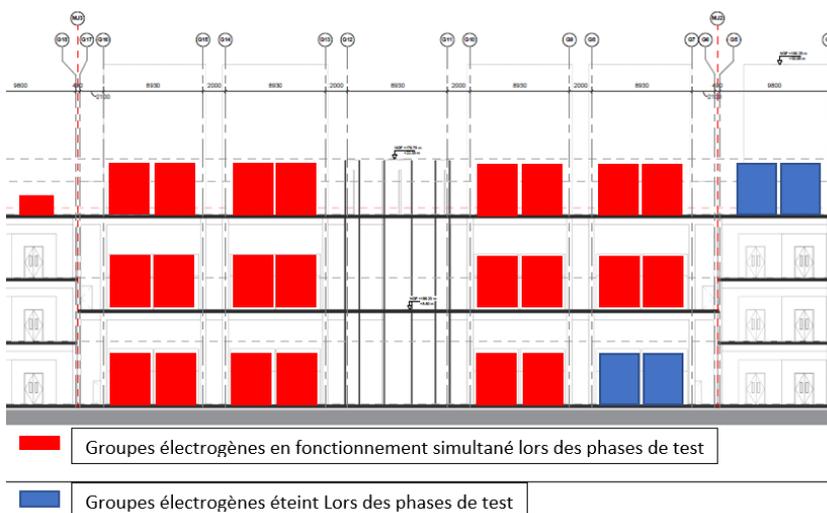


Figure 8 – Localisation des groupes électrogènes

### 4.2.3 Hypothèses de calcul

Les niveaux puissance acoustique  $L_w$  des équipements sont fixés en cohérence avec les types d'équipements étudiés et les objectifs acoustique cités au § 3.

Les niveaux acoustiques transmis par le bureau d'étude CCIngenierie correspondent aux références d'équipements suivants :

- Groupes électrogènes de chez KOHLER.
- Groupes froids RTAF G385 de chez TRANE.
- Aéroréfrigérants « TM5-E09-D3-6130-B-2 » de chez JACIR.
- CTA 1 et 2 « D-AHU Professional 1220x2490 » de chez DAIKIN.
- CTA 3 et 4 « D-AHU Professional 1100x2160 » de chez DAIKIN
- Condenseurs CTA 1 et 2 « RXYQ20U » de chez DAIKIN.
- Condenseurs CTA 3 et 4 « RXYQ16U » de chez DAIKIN.
- Condenseurs CTA 5 « RXYQ10U » de chez DAIKIN.
- Transformateurs «1811200A/01».

Les niveaux de puissance acoustiques  $L_w$  des sources de bruit prises en compte dans les calculs sont donnés dans le tableau ci-après. Une marge de 3 dB a été pris en compte dans les calculs.

Octave [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
Face supérieure groupes électrogènes	100.5	100.0	90.0	82.0	71.0	77.0	70.0	87.0	90.0
Prise d'air groupes électrogènes	108.0	103.5	81.5	73.5	71.5	70.0	68.0	74.0	89.0
Rejet d'air groupes électrogènes (face arrière des groupes et échappement)	107.5	102.0	79.0	74.0	71.0	69.0	70.0	76.0	88.0
Groupes froids RTAF G385	95.0*	95.0	98.0	97.0	97.0	91.0	88.0	85.0	100.0
Reprise CTA 1 et 2 entrée	75.0	82.0	84.0	80.0	76.0	76.0	78.0	81.0	86.0

*\*Niveau extrapolé de la bande d'octave la plus proche en l'absence des données acoustiques transmises par CCIngenierie.*

Reprise CTA 1 et 2 Sortie	79.0	84.0	85.0	86.0	87.0	88.0	84.0	84.0	93.0
Soufflage CTA 1 et 2 - entrée	67.0	78.0	75.0	67.0	67.0	66.0	72.0	64.0	76.0
Soufflage CTA 1 et 2 -sortie	75.0	85.0	84.0	85.0	92.0	87.0	87.0	80.0	95
Niveau rayonné CTA 1 et 2	67.0	78.0	75.0	67.0	67.0	66.0	72.0	64.0	76.0
Reprise CTA 3 et 4 entrée	82.0	77.0	83.0	82.0	76.0	74.0	73.0	80.0	84.5
Reprise CTA 3 et 4 Sortie	85.0	79.0	84.0	85.0	87.0	90.0	83.0	84.0	94.0
Soufflage CTA 3 et 4 -entrée	76.0	77.0	74.0	69.0	66.0	63.0	66.0	61.0	73.5
Soufflage CTA 3 et 4 - sortie	82.0	84.0	84.0	85.0	85.0	86.0	82.0	76.0	91
Niveau rayonné CTA 3 et 4	71.0	73.0	66.0	65.0	65.0	64.0	50.0	40.0	69.5
Reprise CTA 5 entrée	79.0	74.0	80.0	88.0	72.0	70.0	69.0	75.0	80.0
Reprise CTA 5 Sortie	81.0	75.0	81.0	81.0	82.0	86.0	78.0	78.0	90.0
Soufflage CTA5 - entrée	78.0	72.0	74.0	70.0	64.0	60.0	60.0	66.0	72.0
Soufflage CTA 5- sortie	83.0	78.0	83.0	83.0	84.0	88.0	80.0	79.0	91.0
Niveau rayonné 5	70.0	64.0	63.0	61.0	62.0	64.0	46.0	42.0	68.0
Pompes à chaleur	89.5	90.0	96.5	92.0	90.0	85.5	72.5	65.5	95.0
Face supérieure Aéroréfrigérant	93.0	91.0	90.0	89.0	86.0	79.0	75.0	67.0	90.5
Face latérale Aéroréfrigérant	87.0	85.0	76.0	82.0	74.0	67.0	61.0	45.0	81.0
Face arrière Aéroréfrigérant	81.0	77.0	72.0	68.0	62.0	58.0	50.0	44.0	70.0
Face avant Aéroréfrigérant	82.0	72.0	68.0	65.0	61.0	58.0	49.0	39.0	67.5
Condenseurs CTA 1 et 2	97.0	87.0	86.0	88.0	82.0	77.0	74.0	70.0	88.0

Condenseurs CTA 3 et 4	95.0	90.0	85.0	85.0	77.0	75.0	74.0	70.0	85.5
Condenseur CTA 5	87.0	81.0	80.0	77.0	72.0	71.0	68.0	66.0	79.5
Transformateurs	63.4	65.9	68.9	76.4	63.9	58.9	58.9	58.5	74.5

*Tableau 21 – Niveaux de puissance acoustique des équipements, en dB*

Les niveaux de puissance des pompes à chaleurs sont définis par rapport à un équipement équivalent (« XRAF4212A » de chez SCHNEIDER). Les niveaux de puissances acoustiques par bande d'octave doivent nous être transmis à la phase suivante.

Les niveaux de puissance des groupes électrogènes définis dans le Tableau 21 sont calculés à partir de niveau de pression à 1 mètre  $L_{p,1m}$ .

De nouvelles simulations devront être réalisées une fois la sélection des équipements définitivement retenue.

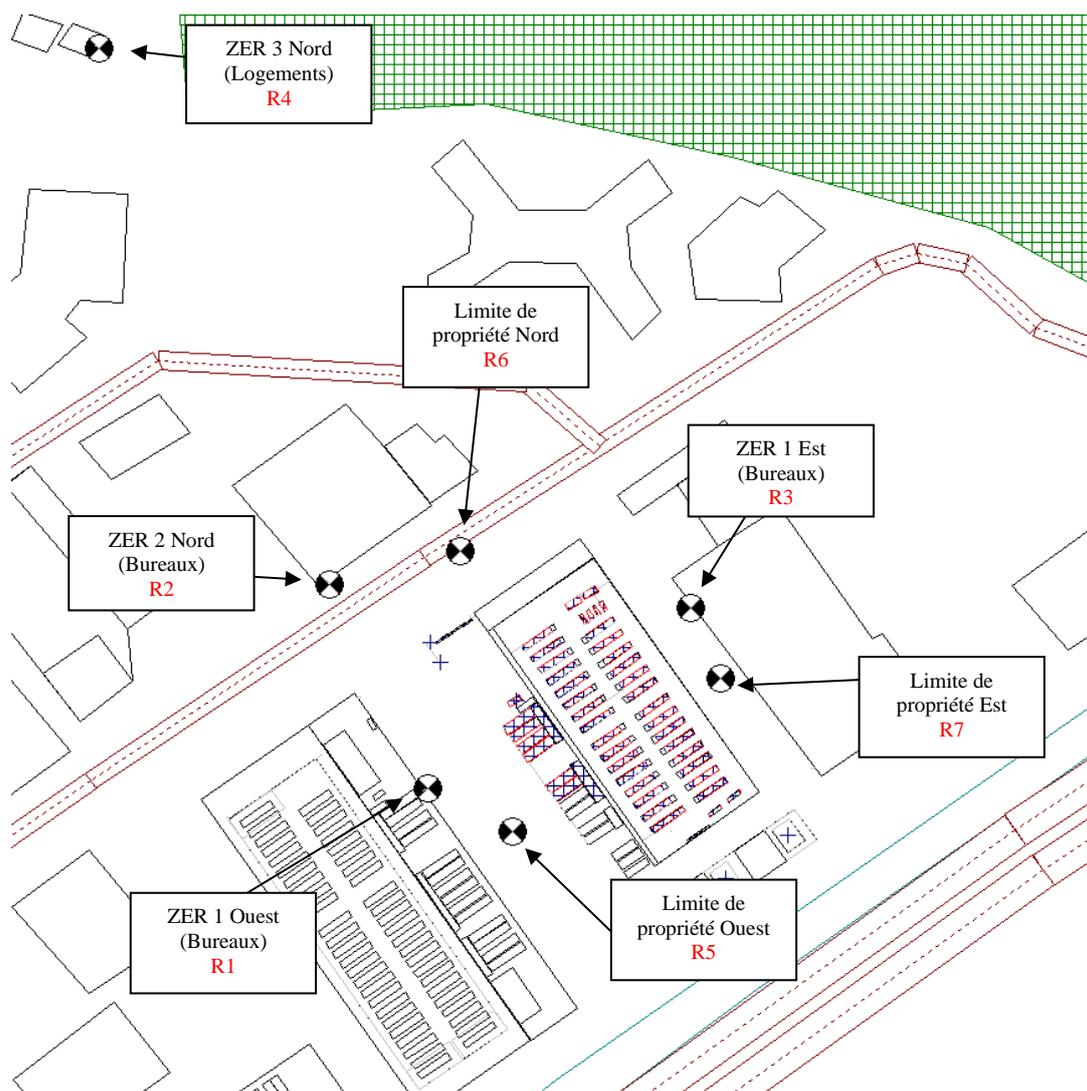
**Le bureau d'études CCIngénierie devra garantir la faisabilité du projet par rapport aux objectifs proposés dans cette note. Le cas échéant, l'entreprise en charge de la sélection des équipements devra garantir les niveaux de puissances acoustiques maxima définis dans cette note lors de la phase de réalisation du projet.**

### 4.3 Résultats des simulations

- **Configuration de calcul**

Les calculs ont été réalisés conformément aux hypothèses du § 4.2, en considérant le fonctionnement du groupe électrogène le plus proche des bâtiments riverains.

La localisation des points récepteurs est donnée dans la figure ci-dessous.



*Figure 9 – Localisation des récepteurs*

**Nous rappelons que les résultats présentés ci-après sont basés sur la mise en œuvre d'une couverture métallique au niveau des groupes froids tel que décrit au § 5.6.3**

• **Résultats sur la période diurne**

Les résultats pour la période diurne sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Configuration	Niveaux sonores en dB(A)						
	Récepteurs en ZER 1 (niveau de bruit particulier)	Récepteur en ZER 2 (niveau de bruit particulier)		Récepteur en ZER 3 (niveau de bruit particulier)	Limite de propriété		
	Objectif 57.0 dB(A)	Objectif 57.0 dB(A)		Objectif 43.5 dB(A)	Objectif 70.0 dB(A)		
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
Phase de test (15 GE simultané)	57.0	50.0	43.5	38.0	57.5	50.0	42.5
Phase de test (23 GE simultané)	58.5	51.0	45.0	39.5	59.5	51.0	44.5
Normal	52.0	48.5	45.0	37.5	50.5	50.5	44.5

*Figure 10 – Résultats de calcul de bruit particulier pour la période diurne*

Les objectifs de niveau de bruit en limite de propriété sont respectés en période diurne.

Les objectifs ne sont pas respectés dans la ZER 1 lors des phases de tests avec 23 groupes électrogènes en fonctionnement simultanés.

Les objectifs sont respectés dans les ZER 2 et ZER 3 lors des phases de test avec 15 ou 23 groupes électrogènes en fonctionnement simultané.

Afin de respecter les objectifs fixés lors des phases de tests, nous rappelons qu'un maximum de 7 groupes électrogènes en toiture seront autorisés à fonctionner simultanément. Les groupes électrogènes choisis pour les phases de tests seront de préférence répartis sur plusieurs étages.

- **Résultat sur la période nocturne**

Le résultat pour la période nocturne est présenté dans le tableau ci-dessous.

Configuration	Niveau sonore en dB(A)			
	Récepteur en ZER 3 (niveau de bruit particulier)	Limite de propriété		
	Objectif 40.0 dB(A)	Objectif 60 dB(A)		
	R4	R5	R6	R7
Normal	37.5	50.5	50.5	44.5
Phase test Coupure électrique (23 GE simultané)	39.5	59.5	51.0	44.5

*Figure 11 – Résultat de calcul de bruit particulier pour la période nocturne*

L'objectif de niveau de bruit en limite de propriété est respecté en période nocturne.

L'objectif de niveau de bruit en ZER 3 est respecté en période nocturne.

**N.B :** Nous rappelons que le fonctionnement de 23 groupes électrogène, en période diurne ou nocturne, est prévu uniquement en cas de coupure électrique généralisée. En aucun cas cette configuration ne fait partie des phases de test mensuels prévu pour la maintenance des machines.

#### **4.4 Conclusions de l'étude**

Les équipements sélectionnés permettent le respect des objectifs acoustiques fixé par 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*.

Les données acoustiques manquantes suivantes devront nous être transmises dans la phase suivante pour validation du modèle acoustique :

- Niveau de puissance par bande d'octave des pompes à chaleurs.
- Niveau de puissance acoustique par bande d'octave des groupes électrogènes (à défaut, le fournisseur transmettra l'atténuation acoustique par bande d'octave des containers ainsi que les caractéristiques des silencieux).
- Confirmation par le bureau d'étude CCIngénierie de la faisabilité de mise en œuvre d'une couverture métallique au niveau des groupes froids tel que décrit dans le § 5.6.3.

En l'absence de données supplémentaires, la sélection des équipements sera adaptée en fonction des niveaux de puissance acoustiques définis dans le Tableau 21.

## **5. SPECIFICATIONS PARTICULIERES**

### **5.1 Gros œuvre**

#### **5.1.1 Dispositions générales**

D'une manière générale et sauf spécifications particulières, les ouvrages en béton armé seront caractérisés par une masse volumique d'au moins  $2\,300\text{ kg/m}^3$  pour les séparatifs verticaux et  $2\,400\text{ kg/m}^3$  pour les planchers.

Tout calfeutrement autour des conduites et gaines ne sera réalisé qu'en présence de fourreau résilient (ARMAFLEX de ARMACELL) convenablement mis en œuvre. Ce calfeutrement devra permettre aucun contact solidien rigide entre le génie civil et les conduites et gaines.

#### **5.1.2 Façade**

Les façades seront caractérisées par une masse surfacique d'au moins  $370\text{ kg/m}^2$  et un indice d'affaiblissement  $R_{A,tr}$  ( $R_w + C_{tr}$ ) d'au moins 53 dB.

*Exemple type : béton d'épaisseur minimale 16 cm.*

#### **5.1.3 Toiture**

La toiture du bâtiment sera caractérisées par une masse surfacique d'au moins  $600\text{ kg/m}^2$  et un indice d'affaiblissement  $R_{A,tr}$  ( $R_w + C_{tr}$ ) d'au moins 65 dB.

*Exemple type : béton d'épaisseur minimale 25 cm.*

## **5.2 Menuiserie intérieure**

### **5.2.1 Dispositions générales**

La liaison entre les huisseries des blocs-portes et la maçonnerie ou la cloison légère sera rendue parfaitement étanche à l'air par la mise en œuvre d'une mousse de polyuréthane polyester de forte densité imprégnée de bitume COMPRIBAND TRS de TRAMICO ou techniquement équivalent, comprimée à 50 % minimum, complétée d'un joint injecté souple sur toute la périphérie.

Tout détalonnage est à proscrire pour les blocs-portes dont l'indice d'affaiblissement  $R_A$  ( $R_w + C$ ) est supérieur à 30 dB.

Toute grille de ventilation dans les blocs-portes est proscrite.

Pour les blocs-portes avec un indice d'affaiblissement acoustique  $R_A$  supérieur à 42 dB il sera prévu un seuil à la suisse.

En cas de cloisons vitrées, les impostes et allèges éventuels seront réalisés par l'intermédiaire d'une cloison de performance acoustique équivalente à celle de la cloison vitrée.

### **5.2.2 Blocs-portes $R_A \geq 30$ dB**

Mise en œuvre de blocs-portes caractérisés par un indice d'affaiblissement acoustique  $R_A$  ( $R_w + C$ ) supérieur ou égal à 30 dB.

*Exemple type : UNIPHONE de MALERBA, ou techniquement équivalent.*

**Localisation :**

- portes des circulations courantes,
- portes d'accès au local serveur DCIM,
- porte d'accès à la cafétéria.

### **5.2.3 Blocs-portes $R_A \geq 36$ dB**

Mise en œuvre de blocs-portes caractérisés par un indice d'affaiblissement acoustique  $R_A$  ( $R_w + C$ ) supérieur ou égal à 36 dB.

*Exemple type : PORTAPHONE de MALERBA, ou techniquement équivalent.*

**Localisation :**

- portes des locaux occupés et porte d'accès à l'espace détente,
- portes d'accès aux locaux vidéosurveillances,
- portes d'accès à la salle de prière,
- porte d'accès au local de premier secours.

### **5.2.4 Blocs-portes $R_A \geq 38$ dB**

Mise en œuvre de blocs-portes caractérisés par un indice d'affaiblissement acoustique  $R_A$  ( $R_w + C$ ) supérieur ou égal à 38 dB.

*Exemple type : SONIPHONE de MALERBA, ou techniquement équivalent.*

**Localisation :** porte d'accès aux box réunion depuis les open-spaces.

### **5.2.5 Bloc-portes $R_A \geq 46$ dB**

Les sas acoustiques, constitués de deux blocs-portes, seront caractérisés par un indice d'affaiblissement acoustique  $R_A$  ( $R_w + C$ ) supérieur ou égal à 46 dB.

**Exemple type :** GIGAPHONE de MALERBA, ou techniquement équivalent.

**Localisation :** entre les locaux suivants ;

- porte d'accès à la salle de contrôle et à la salle vidéo,
- portes d'accès aux salles de réunion.

### **5.2.6 Châssis vitrés**

Les éléments vitrés seront caractérisés par un indice d'affaiblissement acoustique  $R_A$  ( $R_w + C$ ) d'au moins 38 dB.

**Composition type du vitrage :**

- 1 vitrage feuilleté acoustique 55.1A (1 vitrage de 5 mm + 1 film PVB acoustique + 1 vitrage 5 mm).

**Localisation :** châssis vitrés entre les locaux vidéosurveillances et le hall.

### 5.3 Menuiserie extérieure

#### 5.3.1 Dispositions générales

Dans le cas de locaux exposés sur des façades avec des objectifs différents les entrées d'air seront systématiquement mises en œuvre sur la façade avec l'objectif le moins élevé.

Les performances des menuiseries extérieures sont définies pour l'ensemble menuiserie + vitrage.

#### 5.3.2 Affaiblissement acoustique $R_w + C_{tr}$ des façades

Toutes les solutions décrites dans les tableaux suivants considèrent l'absence d'entrée d'air en façade.

Le tableau ci-après présente des solutions types permettant de répondre aux objectifs d'isolement de façade  $D_{nT,A,tr}$  du § 3.1.4.

Objectif $D_{nT,A,tr}$ [dB]	Local	Type	Composition type du vitrage
$\geq 30$	Tous local occupé	Façade grille	-1 vitrage monolithique de 4 mm, -une lame d'air ou d'argon de 16 mm, -1 vitrage monolithique de 4 mm.
$\geq 33^*$	Tous local occupé	Façade grille	-1 vitrage monolithique de 4 mm, -une lame d'air ou d'argon de 16 mm, -1 vitrage monolithique de 10 mm.
$\geq 35^*$	Tous local occupé	Façade grille	-1 vitrage monolithique de 4 mm, -une lame d'air ou d'argon de 16 mm, -1 vitrage feuilleté de 44.2 mm.

Tableau 22 – Dispositions minimales

\*Dispositions à respecter uniquement pour le respect des objectifs de confort acoustique décrit au § 3.1.4.

## **5.4 Cloisons - Doublages**

### **5.4.1 Dispositions générales**

Le cloisonnement des locaux sera impérativement réalisé avant mise en œuvre des doublages thermiques.

L'étanchéité à l'air entre une cloison en appui sur la maçonnerie non doublée sera systématiquement assurée par la mise en œuvre, toute hauteur, d'un joint en mousse imprégnée à base de résine acrylique associée à une membrane d'étanchéité à l'air de type COMPRIBAND TRS de TRAMICO ou équivalent, complété par un joint silicone de part et d'autre de la cloison.

Les cloisons seront impérativement mises en œuvre de plancher à plancher (ou de plancher à la sous-face de la toiture le cas échéant).

En cas de cloisons vitrées, les impostes et allèges éventuels seront réalisés par l'intermédiaire d'une cloison de performance acoustique équivalente à celle de la cloison vitrée.

Les interrupteurs ou boîtiers d'encastrement électriques insérés de part et d'autre d'une cloison séparative seront impérativement décalés horizontalement d'au moins 60 cm l'un de l'autre.

Pour chaque traversée de paroi par les câbles électriques, il sera effectué systématiquement un calfeutrement par bourrage de laine minérale avec finition au mortier ou au plâtre de part et d'autre de la cloison.

### **5.4.2 Cloisons de distribution $R_A \geq 47$ dB**

Il sera mis en œuvre des cloisons de distribution en plaques de plâtre sur ossature métallique, avec  $R_A (R_w + C) \geq 47$  dB, de type 120 / 70.

#### ***Composition :***

- parement intérieur : 2 plaques de plâtre cartonées de type BA13,
- ossature : 1 ligne d'ossature de 70 mm, formant une cloison d'épaisseur finie 120 mm,
- 1 panneau semi-rigide de laine minérale de 70 mm d'épaisseur minimale,
- parement extérieur : 2 plaques de plâtre cartonées de type BA13.

***Exemple type :*** PLACOSTIL 120/70 de PLACO, ou PREGYMETAL D120/70 de SINIAT, ou KM 120/70 de KNAUF, ou techniquement équivalent.

#### ***Localisation :***

- cloisonnement des circulations des locaux occupés et du hall.

### **5.4.3 Cloisons de distribution $R_A \geq 50$ dB**

Il sera mis en œuvre des cloisons de distribution en plaques de plâtre sur ossature métallique, avec  $R_A (R_w + C) \geq 50$  dB, de type 150 / 100.

#### ***Composition :***

- parement intérieur : 2 plaques de plâtre cartonées de type BA13,
- ossature : 1 ligne d'ossature de 100 mm, formant une cloison d'épaisseur finie 150 mm,

- 1 panneau semi-rigide de laine minérale de 100 mm d'épaisseur minimale,
- parement extérieur : 2 plaques de plâtre cartonées de type BA13.

**Exemple type :** PLACOSTIL 150/100 de PLACO, ou PREGYMETAL D150/100 de SINIAT, ou KM 150/100 de KNAUF, ou techniquement équivalent.

**Localisation :**

- enveloppe des espaces ouverts et box,
- enveloppe des locaux vidéosurveillances et du local vidéo.

#### **5.4.4 Cloisons de distribution $R_A \geq 53$ dB**

Il sera mis en œuvre des cloisons de distribution en plaques de plâtre sur ossature métallique, avec  $R_A (R_w + C) \geq 53$  dB, de type 98 / 48 avec parements spécifiques.

**Composition :**

- parement intérieur : 1 plaque de plâtre cartonée de type BA25 Acoustique (2 parements spécifiques de 13 mm avec film acoustique interposé),
- ossature : 1 ligne d'ossature de 48 mm, formant une cloison d'épaisseur finie 98 mm,
- 1 panneau semi-rigide de laine minérale de 45 mm d'épaisseur minimale,
- parement extérieur : 1 plaque de plâtre cartonée de type BA25 Acoustique (2 parements spécifiques de 13 mm avec film acoustique interposé).

**Exemple type :** PLACOSTIL 98/48 DUO'TECH de PLACO, ou PREGYMETAL D98/48 S TWIN de SINIAT, ou KM 98/48 avec KA 25 PHONIK + de KNAUF, ou techniquement équivalent.

**Localisation :** enveloppe des salles de réunion.

#### **5.4.5 Cloisons séparatives $R_A \geq 59$ dB**

Il sera mis en œuvre des cloisons séparatives en plaques de plâtre sur ossature métallique, avec  $R_A (R_w + C) \geq 59$  dB, de type HIGH-STIL 150/100 avec parement spécifiques.

**Composition :**

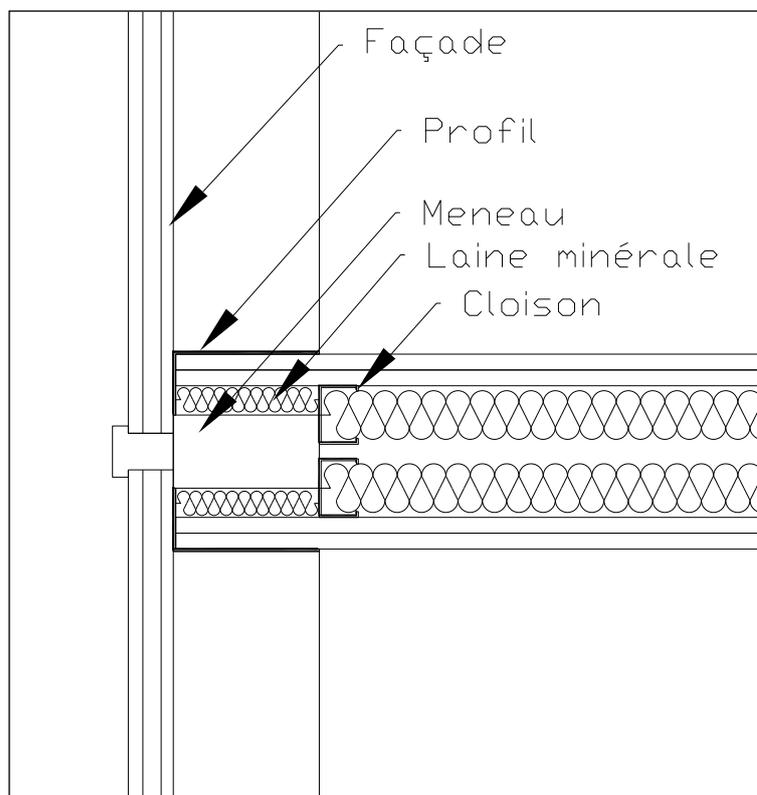
- parement intérieur : 1 plaque de plâtre cartonée de type BA25 Acoustique (2 parements spécifiques de 13 mm avec film acoustique interposé),
- ossature : 1 ligne d'ossature de 100 mm, formant une cloison d'épaisseur finie 150 mm,
- 1 panneau semi-rigide de laine minérale de 100 mm d'épaisseur minimale,
- parement extérieur : 1 plaque de plâtre cartonée de type BA25 Acoustique (2 parements spécifiques de 13 mm avec film acoustique interposé).

**Exemple type :** HIGH-STIL 150 / 100 DUO'TECH de PLACO, ou techniquement équivalent.

**Localisation :**

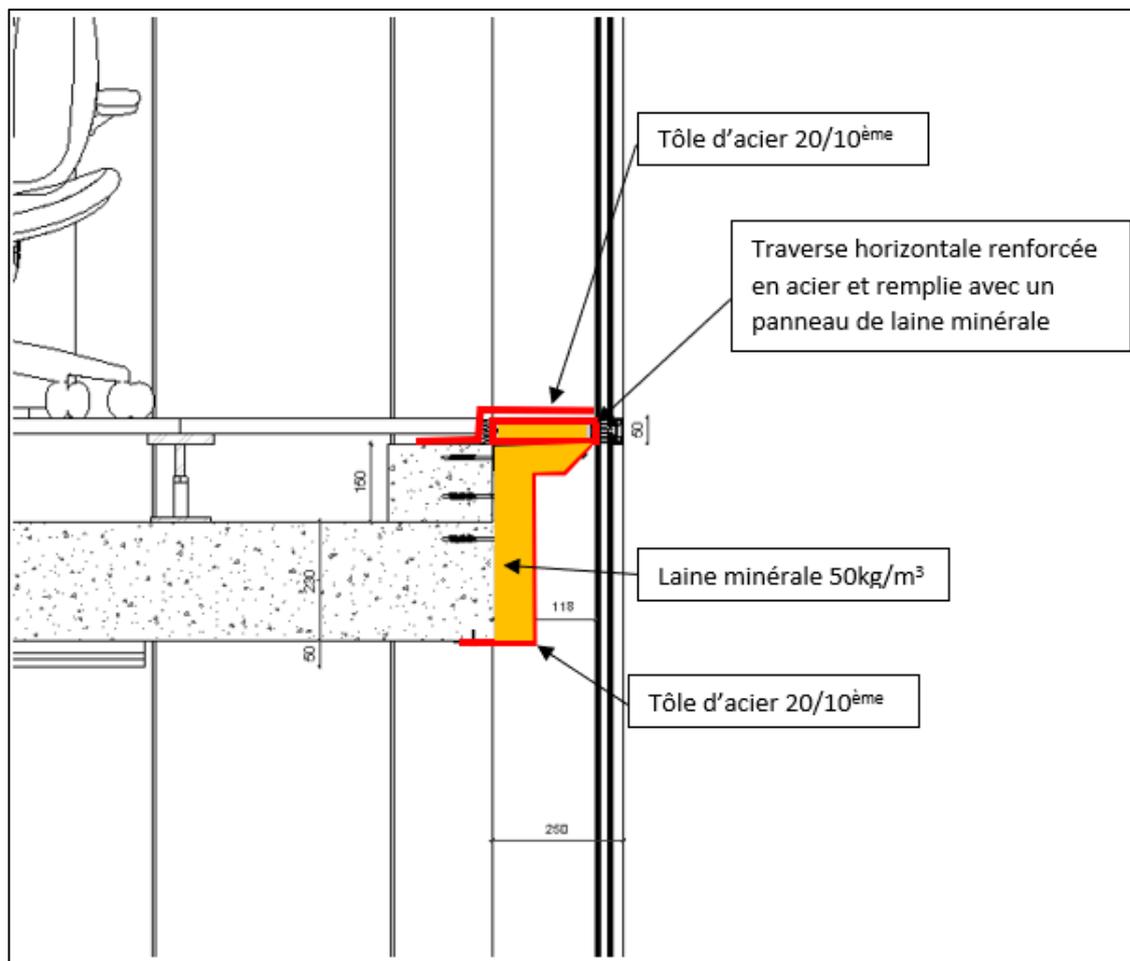
- enveloppe des data halls et locaux techniques,
- enveloppe des locaux prière et premier secours.

Pour les isolements horizontaux  $D_{nT,A} \geq 45$  dB les cloisons seront réalisées de part et d'autre des meneaux selon le principe ci-après.



- *Figure 12 – Principe de jonction cloison-façade*  
- *pour  $D_{nT,A} \geq 45$  dB*

Pour les isolements verticaux, la jonction entre le nez de dalle et la façade sera réalisée à l'aide d'un complexe composé de deux plaques en tôle d'acier d'épaisseur minimale 20/10<sup>ème</sup> en partie haute et basse de la dalle. Le vide entre les deux tôles d'acier sera rempli de laine minérale (50 kg/m<sup>3</sup>) selon le principe illustré ci-dessous. Les traverses horizontales seront également renforcées en acier et remplies de panneau de laine minérale (50kg/m<sup>3</sup>).



*Figure 13 – Jonction nez de dalle / mur rideau (coupe verticale)*

## 5.5 Groupes électrogènes

Les groupes électrogènes seront mis en œuvre dans des containers. Un traitement absorbant sera mis en œuvre par le fabricant des groupes électrogènes afin de réduire au maximum le niveau de bruit rayonné des groupes électrogènes et des containers.

- **Traitement acoustique des containers**

Afin de réduire le niveau sonore à l'intérieur des containers des groupes électrogènes (et atteindre les niveaux définis dans le Tableau 21), les parois internes des containers seront recouvertes d'un revêtement absorbant ou de panneaux métalliques perforés devant une épaisseur de la laine minérale.

- **Suspension des groupes**

De manière à limiter la transmission de vibrations dans la structure du bâtiment, chaque groupe électrogène sera monté sur un cadre métallique très rigide, lui-même posé sur plots en polyuréthane cellulaire présentant une fréquence de résonance verticale inférieure ou égale à 10 Hz.

*Exemples types :*

- Plots Sylodyn 50 mm de GETZNER ou techniquement équivalent.

- **Suspension des réseaux**

Les dispositions antivibratiles décrites ci-dessous devront être respectées :

- les raccords de fluide seront réalisés à l'aide de manchons souples type DILATOFLEX de KLEBER ou techniquement équivalent,
- les raccords électriques seront réalisés par des lyres,
- à l'intérieur du local technique, les conduites de fluide seront fixées à l'aide de suspentes à ressorts présentant une fréquence propre inférieure ou égale à 5 Hz,
- la tuyauterie d'échappement sera reliée au génie civil par des suspentes antivibratiles à ressorts (fréquence de résonance verticale  $\leq 5$  Hz).

- **Caractéristiques acoustiques**

Les niveaux de puissance acoustique de chaque groupe et à l'échappement ne devront pas dépasser les valeurs données dans le Tableau 21.

- **Silencieux des prise et rejet d'air des groupes électrogènes**

Les silencieux des groupes électrogènes seront dimensionnés par le fabricant afin de respecter les niveaux de puissances acoustiques définis dans le Tableau 15.

- **Silencieux à l'échappement des groupes électrogènes**

De manière à diminuer au maximum le niveau de pression acoustique rayonné par l'échappement des groupes, chaque ligne d'échappement sera munie de deux silencieux.

Chaque silencieux sera constitué de deux dispositifs d'atténuation se complétant pour donner un spectre continu d'atténuation de 31.5 Hz à 4000 Hz :

- Un dispositif réactif dont l'atténuation maximale sera centrée sur la fréquence d'allumage des groupes électrogènes, caractérisé par une atténuation minimale de 25 dB dans la bande d'octave centrée sur 125 Hz.
- Un dispositif dissipatif destiné à atténuer les moyennes et les hautes fréquences.

## 5.6 Métallerie

### 5.6.1 Grilles de ventilation extérieures

Les grilles de ventilation extérieures seront sélectionnées de façon à ce que le bruit régénéré au passage de l'air permette de respecter les objectifs à l'extérieur (cf. § 3.1.3).

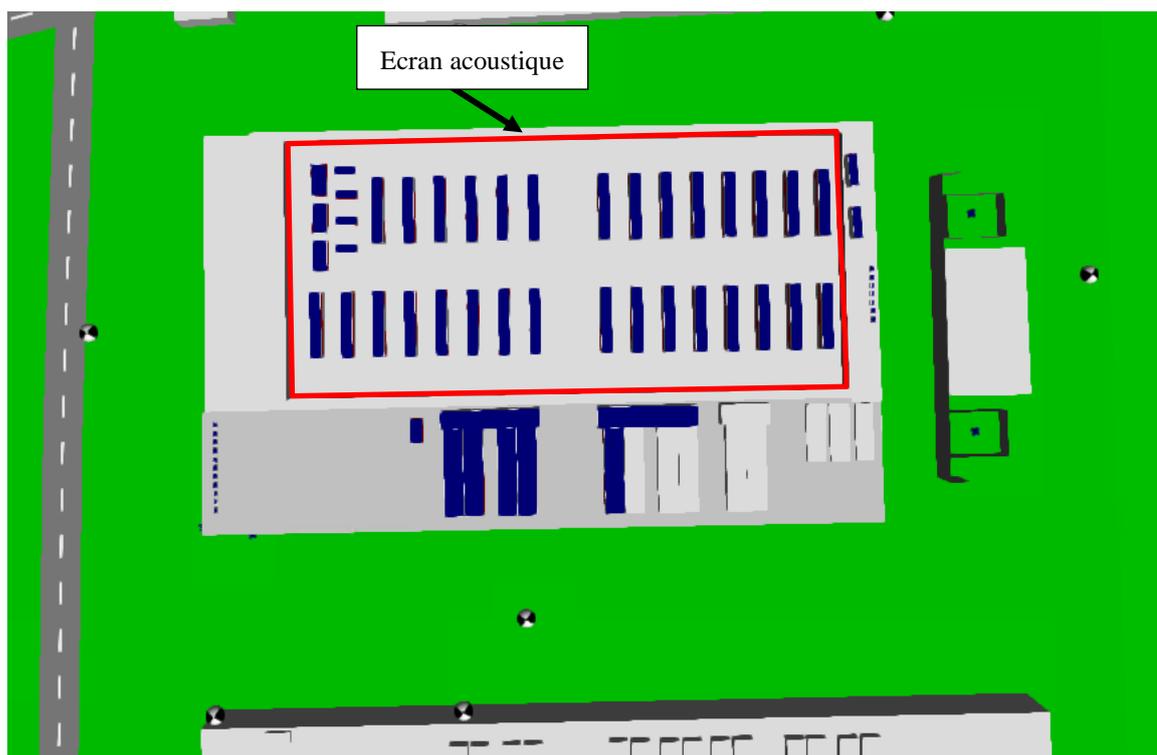
### 5.6.2 Ecrans acoustiques

Il sera réalisé des écrans acoustiques en pourtour de toiture du bâtiment autour des groupes froids. Ces écrans seront implantés derrière les ventelles décoratives, sur les quatre côtés, et seront caractérisés par un indice d'affaiblissement acoustique  $R_A$  ( $R_w + C$ ) d'au moins 33 dB.

**Exemple type :** CN 122 Rockbardage de chez ARCELORMITTAL.

L'accès aux équipements sera assuré par une porte caractérisée par un indice d'affaiblissement  $R_A$  ( $R_w + C$ ) d'au moins 33 dB.

La position de l'écran est repérée sur le plan ci-après.



**Figure 14 – Localisation de l'écran continu**

**Hauteur de l'écran :** 8.6 mètres.

**Mise en œuvre :** fixé sur la dalle de béton de la toiture.

### 5.6.3 Couverture métallique des groupes froids

Une couverture métallique sera mise en œuvre afin d'éviter le recyclage de l'air par les groupes froids. Elle est localisée dans la figure ci-dessous.



Figure 15 – Localisation de la couverture métallique des groupes froids

**Hauteur de la couverture** : 2.7 mètres.

La couverture métallique sera caractérisée par un indice d'affaiblissement acoustique  $R_A$  ( $R_w + C$ ) de 29 dB, avec des valeurs par bande d'octave à minima suivante :

Octave [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
R [dB]	20.5	25	28.5	29.5	31.5	42.0

Tableau 23 – Indices d'affaiblissement acoustique minima

**Exemple type** : Bardage VULCASTEEL WALL 060/60/040 de chez ISOMETAL.

## 5.7 Plafond suspendu

D'une façon générale, les ouvrages présentant des qualités acoustiques absorbantes (mousse de mélamine, laine minérale, etc.) ne seront peints en aucun cas, afin de ne pas détériorer les performances.

La peinture au pistolet des plafonds équipés d'un parement rigide perforé est proscrite. Si nécessaire, son application sera réalisée au rouleau en veillant à ne pas obstruer les perforations.

### 5.7.1 Plafond suspendu en bacs acier perforés

Mise en œuvre d'un plafond suspendu caractérisé par un indice d'absorption acoustique  $\alpha_w \geq 0.7$ .

#### **Composition :**

- bacs métalliques perforés (taux de perforation minimum 11 %, diamètres des perforations 1.5 mm),
- un panneau de laine minérale d'épaisseur minimale 25 mm sous polyane,
- plénum de hauteur minimale 200 mm.

**Exemple type :** PLAFOMETAL ou techniquement équivalent.

#### **Localisation :**

- sur l'ensemble de la surface au plafond des locaux RDC,
- sur l'ensemble de la surface des plafonds des data-hall,
- sur la surface au plafond du Hall localisé en rouge ci-dessous.



Figure 16 – Localisation du plafond en bac acier perforé du Hall.

**N.B :** En complément, des traitements absorbants seront mis en œuvre dans le Hall et les locaux volumineux du RDC tels que décrit dans le § 5.10.2.

### 5.7.2 Panneaux en fibres de bois

Les panneaux en fibre de bois seront caractérisés par les indices d'absorption acoustique pratiques minima donnés dans le tableau ci-dessous.

Octave [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000	$\alpha_w$
$\alpha_p$	0.18	0.55	0.9	0.95	0.90	0.95	0.8

*Tableau 24 – Indices d'absorption pratiques minima  
des panneaux en fibres de bois*

**Exemple type** : ORGANIC MINERAL 50 de KNAUF, ou techniquement équivalent.

**Localisation** : sur toute la surface au plafond des locaux occupés du R+2.

## **5.8 Revêtement de sol**

Le sol des locaux suivant sera entièrement recouvert d'une moquette caractérisée par un indice d'absorption acoustique  $\alpha_w$  supérieur ou égal à 0.20.

**Exemple type :** *BOLERO de BALSAN, ou techniquement équivalent.*

**Localisation :** *tous locaux occupés.*

## 5.9 Chauffage-Ventilation-Climatisation

**A ce stade du projet, aucun plan de cheminement des réseaux n'a été transmis par le bureau d'étude technique CCIngénierie. En l'absence de données supplémentaires, aucune préconisation ne pourra être émise pour le respect du niveau de bruit d'équipement décrit au §3.1.2 et d'isolement au bruit aérien décrit au §3.1.5.**

### 5.9.1 Centrales de Traitement d'Air (CTA)

- **Caractéristiques acoustiques**

Les puissances acoustiques des CTA n'excéderont pas les valeurs décrites dans le Tableau 21.

- **Silencieux à baffles parallèles de la CTA 5**

Des silencieux à baffles parallèles seront impérativement mis en œuvre au soufflage et à la reprise des CTA 5 situés dans un local fermé au R+2.

Les silencieux à baffle parallèles seront situés en amont de la grille d'air neuf et de la grille de soufflage.

Dimensions du silencieux :

- épaisseur des baffles parallèles : 200 mm,
- épaisseur de la voie d'air : 200 mm,
- longueur du silencieux : 2000 mm.

Exemple type : Silencieux XKA de chez TROX.

- **Traitement anti-vibratile**

Les CTA seront posés sur des plots résilients à base de polyuréthane cellulaire, type SYLOMER ou AREMA SYLO d'épaisseur minimale 50 mm ou techniquement équivalent, permettant un filtrage vibratoire supérieur ou égal à 90 % à la fréquence fondamentale produite par les parties tournantes.

### 5.9.2 Ventilo-convecteur

Des ventilo-convecteurs seront installés dans les plénums des faux-plafonds des locaux occupés. En l'absence de faux-plafond, les ventilo-convecteurs devront être prévus encoffrés par un capotage métallique ou par un complexe plaque de plâtre et laine minérale.

Afin de limiter le phénomène d'interphonie entre locaux, chaque ventilo-convecteur sera alimenté par une gaine de piquage unique et indépendante, tel que le montre la figure ci-après :

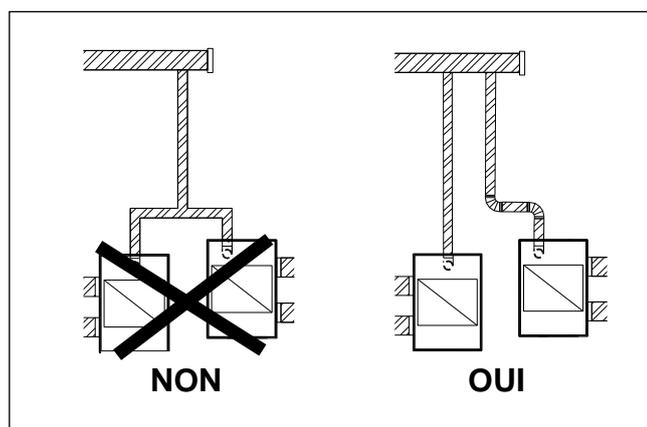


Figure 17 – Dispositions des gaines de piquages d'air neuf

Les ventilo-convecteurs seront sélectionnés de façon à respecter les objectifs de niveau de bruit d'équipement à l'intérieur des locaux donnés au § 3.1.2.

En première approche, le niveau de puissance acoustique  $L_w$  nominal des cassettes sera typiquement 5 dB(A) inférieur à l'objectif de niveau de bruit d'équipement prévu dans le local.

#### • Gaines souples

Tous les raccords entre les diffuseurs de soufflage / reprise ou le régulateur de débit d'air neuf et chaque ventilo-convecteur seront réalisés à l'aide de gaines souples absorbantes, caractérisées par le spectre d'atténuation statique minimum donné ci-après :

Octave [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Atténuation statique [dB]	3	8	13	15	20	11	10	10

Tableau 25 – Atténuation statique minimale de gaine souple

#### Composition type :

- Longueur minimale : 1 m,
- Diamètre intérieur maximal : 200 mm,
- Epaisseur de la laine minérale minimale : 25 mm.

**Exemple type :** PHONIFLEX de FRANCE AIR, ou techniquement équivalent.

#### • Traitements antivibratiles

Chaque ventilo-convecteur sera suspendu par des suspentes désolidarisées par des plots en élastomère, caractérisées par une fréquence propre inférieure ou égale à 10 Hz.

### 5.9.3 Groupes frigorifiques

30 groupes frigorifiques à condensation par eau seront situés sur le toit du bâtiment.

Les niveaux de puissances des groupes froids sont décrits dans le Tableau 21.

- **Couverture métallique des groupes froids**

Les groupes froids seront recouverts par une couverture métallique afin d'éviter le recyclage de l'air.

Les dispositions techniques et de mise en œuvre sont décrites dans le § 5.6.3.

- **Traitement antivibratile**

Les groupes frigorifiques seront suspendus par des ressorts métalliques à embase en mousse polyuréthane d'épaisseur minimale 10 mm. Le système ainsi suspendu sera caractérisé par une première fréquence de suspension verticale inférieure ou égale à 5 Hz, et un filtrage vibratoire supérieur ou égal à 95 % à la fréquence d'excitation.

**Exemples types :**

- Ressort métallique type GERB, ou techniquement équivalent,
- Embase polyuréthane SYLOMER ou AREMA SYLO, ou techniquement équivalent.

- **Silencieux**

Des silencieux seront mis en œuvre au rejet des ventilateurs des groupes froids.

**Dimensions des silencieux :**

- longueur : 800 mm,
- largeur : 15 000 mm,
- hauteur : 1800mm,
- largeur des baffles : 300 mm,
- largeur des voies d'air : 250 mm.

**Exemple type :** Silencieux XKA de chez TROX.

#### **5.9.4 Aéro-réfrigérants**

L'évacuation de chaleur des groupes frigorifiques sera effectuée par l'intermédiaire de 4 aéro-réfrigérants situés en toiture.

- **Caractéristiques acoustiques**

De façon à respecter les objectifs de niveaux de pression acoustique à l'extérieur du bâtiment, les niveaux de puissance acoustique de chaque aéro-réfrigérant ne devront pas dépasser les niveaux décrits dans le Tableau 21

- **Traitement antivibratile**

Les aéro-réfrigérants seront posés sur une structure métallique rigide, elle-même posée sur un matériau résilient type SYLOMER ou AREMA SYLO ou techniquement équivalent, permettant un filtrage vibratoire supérieur ou égal à 95 % à la fréquence fondamentale produite par les parties tournantes.

- **Variateur de vitesse**

Les aéro-réfrigérants sélectionnés disposeront d'un variateur permettant de modifier suivant les besoins la vitesse de rotation des ventilateurs, et en conséquence, le niveau de puissance acoustique.

### 5.9.5 Condenseurs et VRV

- **Traitement anti-vibratile**

Les condenseurs et VRV situées sur le toit du bâtiment seront posées sur des plots résilients à base de polyuréthane cellulaire, type SYLOMER ou AREMA SYLO d'épaisseur minimale 50 mm ou techniquement équivalent, permettant un filtrage vibratoire supérieur ou égal à 90 % à la fréquence fondamentale produite par les parties tournantes.

- **Caractéristiques acoustiques**

De façon à respecter les objectifs de niveaux de pression acoustique à l'extérieur du bâtiment, les niveaux de puissance acoustique de chaque condenseurs et VRV ne devront pas dépasser les niveaux décrits dans le Tableau 21

## 5.10 Matériaux absorbants

### 5.10.1 Dispositions générales

D'une façon générale, les ouvrages présentant des qualités acoustiques absorbantes (mousse de mélamine, laine minérale...) ne seront peints en aucun cas, afin de ne pas détériorer les performances.

Les plaques de plâtre perforées seront livrées sans le voile de verre au dos de celle-ci pour la première couche de peinture au pistolet y compris les champs des perforations. Le voile de verre sera ensuite remis en place.

Une fois les ouvrages mis en place, toute peinture au pistolet est proscrite, seule la peinture au rouleau pour finition est autorisée.

### 5.10.2 Revêtement muraux absorbants en tissu tendu

Il sera mis en œuvre un revêtement mural absorbant en tissu tendu sur laine minérale caractérisé par les indices d'absorption acoustique pratiques  $\alpha_p$  minima donnés pour chaque bande d'octave dans le tableau ci-dessous.

Octave [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000	$\alpha_w$
$\alpha_p$	0.25	0.25	0.65	0.85	0.85	0.85	0.50

Tableau 26 – Indices d'absorption acoustique pratiques minima du revêtement mural absorbant en tissu tendu devant laine minérale

#### Composition :

- tissu acoustiquement transparent,
- panneau acoustique d'épaisseur 25 mm minimum dans le plénum (densité 60 kg/m<sup>3</sup>).

Exemple type : VIBRASTO 30 de TEXAA ou techniquement équivalent.

#### Localisation :

- surface minimale de 30 m<sup>2</sup> dans le Hall,
- surface minimale de 10 m<sup>2</sup> dans les locaux indiqués sur la figure ci-dessous :



Figure 18 – Localisation des locaux « Control room » (gauche) et « Welfare touchdown area » (droite)

# **ANNEXE I TERMINOLOGIE**

- **Bande d'octave**

Une bande d'octave caractérise la largeur d'une bande de fréquence dont la fréquence la plus élevée est le double de la fréquence la plus basse.

Dans le bâtiment, les spécifications sont données en général sur l'intervalle [63-8000 Hz], pour les bandes d'octave dont la fréquence centrale est : 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Hz.

- **Bande de tiers d'octave**

Une bande de tiers d'octave caractérise la largeur d'une bande de fréquence dont la fréquence la plus élevée est égale à la fréquence la plus basse multipliée par la racine cubique de deux.

Dans l'environnement, les spécifications sont données en général sur l'intervalle [50-10 000 Hz], pour les bandes de tiers d'octave dont la fréquence centrale est : 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1 000, 1 250, 1 600, 2 000, 2 500, 3 150, 4 000, 5 000, 6 300, 8 000, 10 000 Hz.

- **Bruit ambiant**

Bruit total existant dans une situation donnée pendant un intervalle de temps donné. Il est composé de l'ensemble des bruits émis par toutes les sources proches et éloignées.

- **Bruit particulier**

Composante du bruit ambiant qui peut être identifiée spécifiquement et que l'on désire distinguer du bruit ambiant notamment parce qu'il est l'objet d'une requête.

Pour le présent projet, le bruit particulier correspond donc à la contribution sonore de l'ensemble des installations techniques du projet dans l'environnement extérieur.

- **Bruit résiduel**

Bruit ambiant en l'absence du(des) bruit(s) particulier(s), objet(s) de la requête.

- **Coefficient d'absorption Sabine**

Le coefficient d'absorption Sabine  $\alpha_s$  permet de caractériser les performances d'absorption acoustique d'un matériau de surface. Il est mesuré en salle réverbérante selon la norme de mesurage NF EN 20354, en bandes de tiers d'octave de 100 à 5000 Hz.

Plus ce coefficient d'absorption est proche de 1, plus le matériau est absorbant dans la bande de tiers d'octave considérée.

- **Confidentialité**

Selon la norme NF S 31-080, situation obtenue même avec un effort pour comprendre une conversation émise d'un poste de travail voisin, celle-ci reste incompréhensible.

- **Courbes NR d'évaluation du bruit**

Les courbes NR d'évaluation du bruit sont définies dans la norme NF S 30-010 (décembre 1974). Chaque courbe (répartie entre NR 0 et NR 130), caractérise un spectre de niveau de pression acoustique à ne pas dépasser pour chaque bande d'octave de 31.5 à 8 000 Hz.

- **dB(A)**

L'oreille n'est pas sensible de la même manière aux différentes fréquences du domaine audible [20 - 20 000 Hz] : sa sensibilité maximum est constatée autour de 1000 Hz, et décroît dès que la fréquence devient plus grave ou plus aiguë.

Pour tenir compte de cette sensibilité et après de très nombreuses mesures et études, les acousticiens ont mis au point une série de filtres de pondération : les filtres A, B, C et D.

Pour les bruits aériens standards autres que le bruit des avions, le filtre utilisé est le filtre A. Le dB(A) correspond donc à la somme logarithmique pondérée du spectre en octave ou en tiers d'octave d'un bruit, en tenant compte des particularités de l'oreille humaine.

- **Durée de réverbération**

Le traitement interne d'un local (aménagement acoustique) caractérise l'ambiance sonore d'un espace. Ce traitement doit être distingué d'un traitement d'isolation acoustique qui caractérise la transmission du bruit d'un local à un autre.

La durée de réverbération  $T_r$  est le critère de base pour la caractérisation de l'acoustique interne. Elle représente la durée (en secondes) nécessaire à l'énergie sonore pour décroître de 60 dB après extinction de la source, intrinsèquement liée à la propriété d'absorption des matériaux utilisés.

- **Emergence**

L'émergence est définie par la différence entre le niveau de bruit ambiant, comportant le bruit particulier en cause, et le niveau du bruit résiduel constitué par l'ensemble des bruits habituels.

- **Indice d'absorption acoustique pratique**

L'indice d'absorption acoustique pratique  $\alpha_p$  est donné par bande d'octave, et correspond à la moyenne arithmétique des trois coefficients d'absorption Sabine présents dans une bande d'octave.

Plus cet indice est proche de 1, plus le matériau est absorbant dans la bande d'octave considérée.

- **Indice d'affaiblissement acoustique**

L'indice d'affaiblissement acoustique  $R$ , mesuré en laboratoire selon la norme NF EN ISO 140-3 en l'absence de transmissions latérales, permet de caractériser les performances d'affaiblissement des matériaux constitutifs des parois (cloisons, vitrages, bloc-portes, etc.).

Cet indice est évalué en dB par bandes de tiers d'octave de 100 à 5000 Hz, à partir de la formule suivante :

$$R = L_1 - L_2 + 10 \log (S/A)$$

Où

- $L_1$  est le niveau moyen de pression acoustique dans la salle d'émission, en dB,
- $L_2$  est le niveau moyen de pression acoustique dans la salle de réception, en dB,
- $S$  est l'aire de l'éprouvette en  $m^2$ ,
- $A$  est l'aire d'absorption équivalente dans la salle de réception, en  $m^2$ .

#### • **Indice d'affaiblissement pondéré**

L'indice d'affaiblissement pondéré  $R_A$  ou  $R_{A,tr}$ , donné en dB, est une valeur unique déduite des indices d'affaiblissements  $R$  mesurés, par comparaison à une courbe de référence (selon méthode spécifiée dans la norme NF EN ISO 717-1).

Suivant le type de bruit à l'émission (rose ou routier), l'exigence sera du type :

- $R_A (R_w + C)$  (bruit rose) pour un élément intérieur au bâtiment, ou vis-à-vis du bruit des avions,
- $R_{A,tr} (R_w + C_{tr})$  (bruit route) pour un élément en liaison avec l'extérieur du bâtiment.

#### • **Indice d'évaluation de l'absorption**

L'indice d'évaluation de l'absorption  $\alpha_w$  est une valeur unique, indépendante de la fréquence, issue des valeurs d'indice d'absorption  $\alpha_p$ . Cet indice est déterminé par comparaison à une courbe de référence selon la norme NF EN ISO 11654, et permet de caractériser de façon synthétique les propriétés absorbantes d'un matériau.

#### • **Isolement acoustique standardisé pondéré**

L'isolement acoustique standardisé pondéré  $D_{nT,A}$  ou  $D_{nT,A,tr}$  est une valeur unique donnée en dB, déduite des isoléments normalisés mesurés par bandes d'octave ou de tiers d'octave, par comparaison à une courbe de référence (selon méthode spécifiée dans la norme NF EN ISO 717-1).

Suivant le type de bruit à l'émission (rose ou routier), l'exigence sera du type :

- $D_{nT,A} (D_{nT,w} + C)$ , (bruit rose) pour un élément intérieur au bâtiment, ou vis-à-vis du bruit des avions,
- $D_{nT,A,tr} (D_{nT,w} + C_{tr})$ , (bruit route) pour un élément en liaison avec l'extérieur du bâtiment.

Avant le 1<sup>er</sup> janvier 2000, les indices globaux français suivant étaient utilisés :

- $D_{nAT}$  (rose) : isolement acoustique normalisé pour un bruit rose (pour un élément intérieur au bâtiment, ou vis-à-vis du bruit des avions),
- $D_{nAT}$  (route) : isolement acoustique normalisé pour un bruit route (pour un élément en liaison avec l'extérieur du bâtiment).

- **Isolement brut**

L'isolement brut  $D$  est mesuré in situ, et est défini en dB par la formule suivante :

$$D = L_1 - L_2$$

Où

- $L_1$  est le niveau de pression acoustique mesuré dans le local d'émission, en dB,
- $L_2$  est le niveau de pression acoustique mesuré dans le local de réception, en dB.

L'isolement brut est généralement évalué par bandes d'octave de 125 à 4000 Hz, ou par bandes de tiers d'octave de 100 à 5000 Hz.

- **Isolement normalisé**

L'isolement normalisé  $D_{nT}$  est l'isolement brut correspondant à une valeur de référence de la durée de réverbération du local de réception. Il est donné en dB par la formule :

$$D_{nT} = D + 10 \log (T/T_0)$$

Où

- $T$  est la durée de réverbération du local de réception, en s,
- $T_0$  est la durée de réverbération de référence, en s.

- **Niveau acoustique fractile**

Par analyse statistique du  $L_{Aeq}$  court, on peut déterminer le niveau de pression acoustique pondéré A qui est dépassé pendant N % de l'intervalle de temps considéré, dénommé "niveau de pression acoustique fractile". Son symbole est  $L_{AN,\tau}$ .

Par exemple,  $L_{A90,1s}$  est le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A dépassé pendant 90 % de l'intervalle de mesure, avec une durée d'intégration égale à 1 s.

- **Niveau du bruit normalisé d'un équipement**

Le niveau de pression acoustique normalisé  $L_{eT}$  est le niveau sonore mesuré avec une ou plusieurs installations techniques en fonctionnement, à régime nominal (correspondant à une durée de fonctionnement d'au moins 90 % de la durée totale d'utilisation). Ce niveau sonore est mesuré en dB(A) à partir de la formule suivante :

$$L_{eT} = L_e - 10 \log (T/T_0)$$

Où

- $L_e$  est le niveau de bruit brut d'un équipement, en dB(A),
- $T$  est la moyenne arithmétique des durées de réverbération mesurées dans les octaves de fréquences médianes 250 Hz et 500 Hz du local de réception, en s,
- $T_0$  est la durée de réverbération de référence, en s.

On notera que :

- dans la réglementation française, le terme  $L_{nAT}$  est employé à la place du  $L_{eT}$ .
- dans le cas des mesures réglementaires logements, l'indicateur retenu est le  $L_{ASmax,nT}$ , qui correspond au  $L_{nAT}$  à partir de la valeur maximale 1 s (moyenne sur 3 cycles).

- dans la norme NF EN ISO 10052, l'indicateur  $L_{Aeq,nT}$  remplace l'indicateur  $L_{nAT}$ .

- **Niveau de pression acoustique**

Le niveau de pression acoustique  $L_p$  est défini en dB par la relation :

$$L_p = 20 \log (p/p_0)$$

Où

- $p$  est la pression acoustique,
- $p_0$  est la pression de référence ( $p_0 = 2.10^{-5}$  Pa).

- **Niveau de pression acoustique pondéré du bruit de choc standardisé**

Le niveau de pression pondéré du bruit de choc standardisé  $L'_{nT,w}$  est une valeur unique déduite du niveau de pression sonore mesuré dans le local réception lorsqu'une machine à chocs normalisée excite la dalle de référence du local émission, par comparaison à une courbe de référence (selon méthode spécifiée dans la norme NF EN ISO 717-2).

- **Niveau de puissance acoustique**

Le niveau de puissance acoustique  $L_w$  permet de caractériser l'énergie acoustique intrinsèque émise par une source. Il est défini en dB par la relation :

$$L_w = 10 \log (W / W_0)$$

Où

- $W$  est la puissance acoustique,
- $W_0$  est la puissance de référence ( $W_0 = 10^{-12}$  W).

- **Réduction du niveau de bruit de choc pondéré**

La réduction du niveau de bruit de choc pondéré  $\Delta L_w$  est une caractéristique intrinsèque du revêtement de sol utilisé sur une dalle de référence. Elle représente la différence des niveaux de pression acoustique pondérés des bruits de chocs normalisés pour un plancher de référence sans et avec un revêtement de sol (selon méthode spécifiée dans la norme NF EN ISO 717-2).

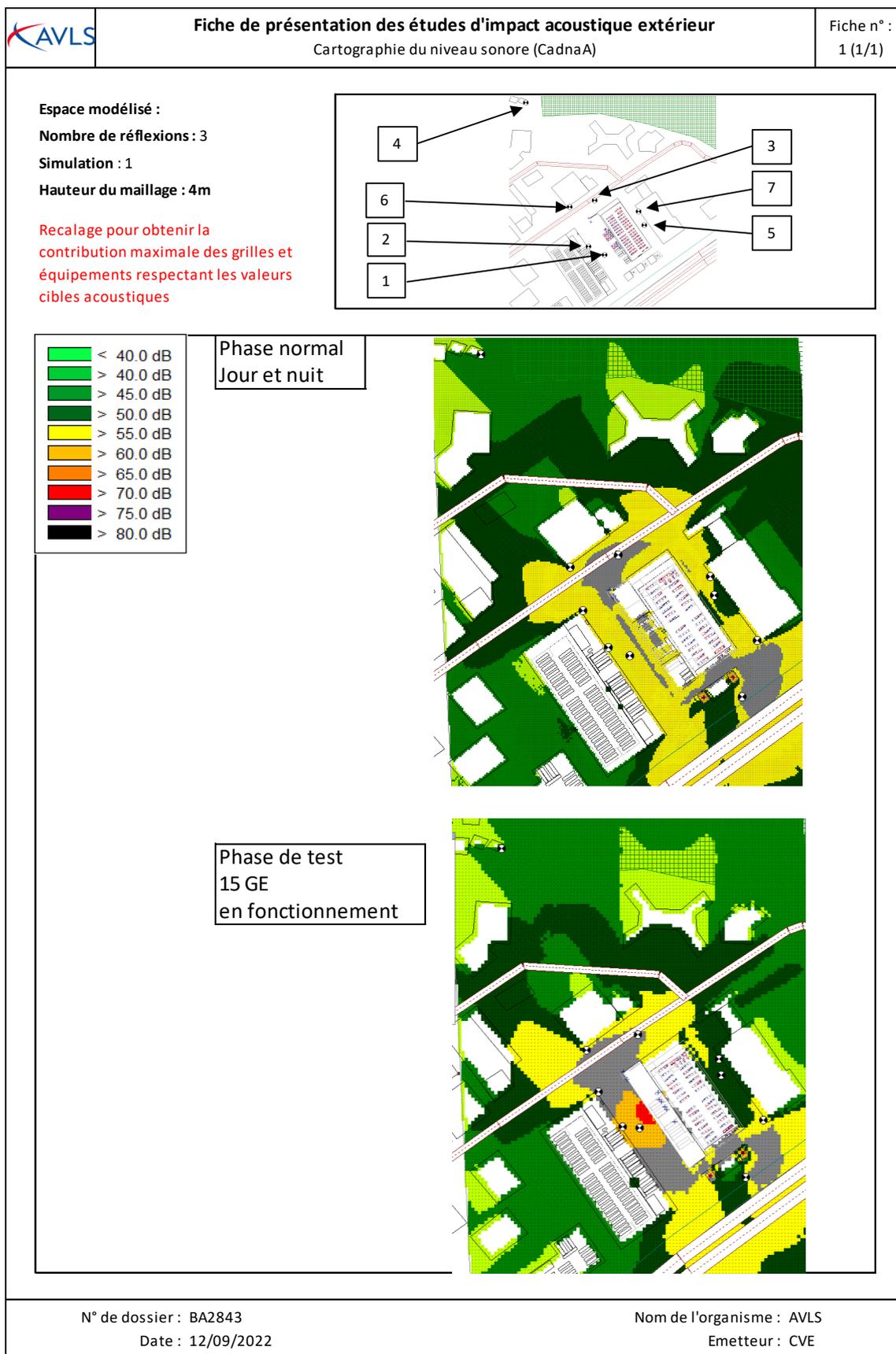
- **Tonalité marquée**

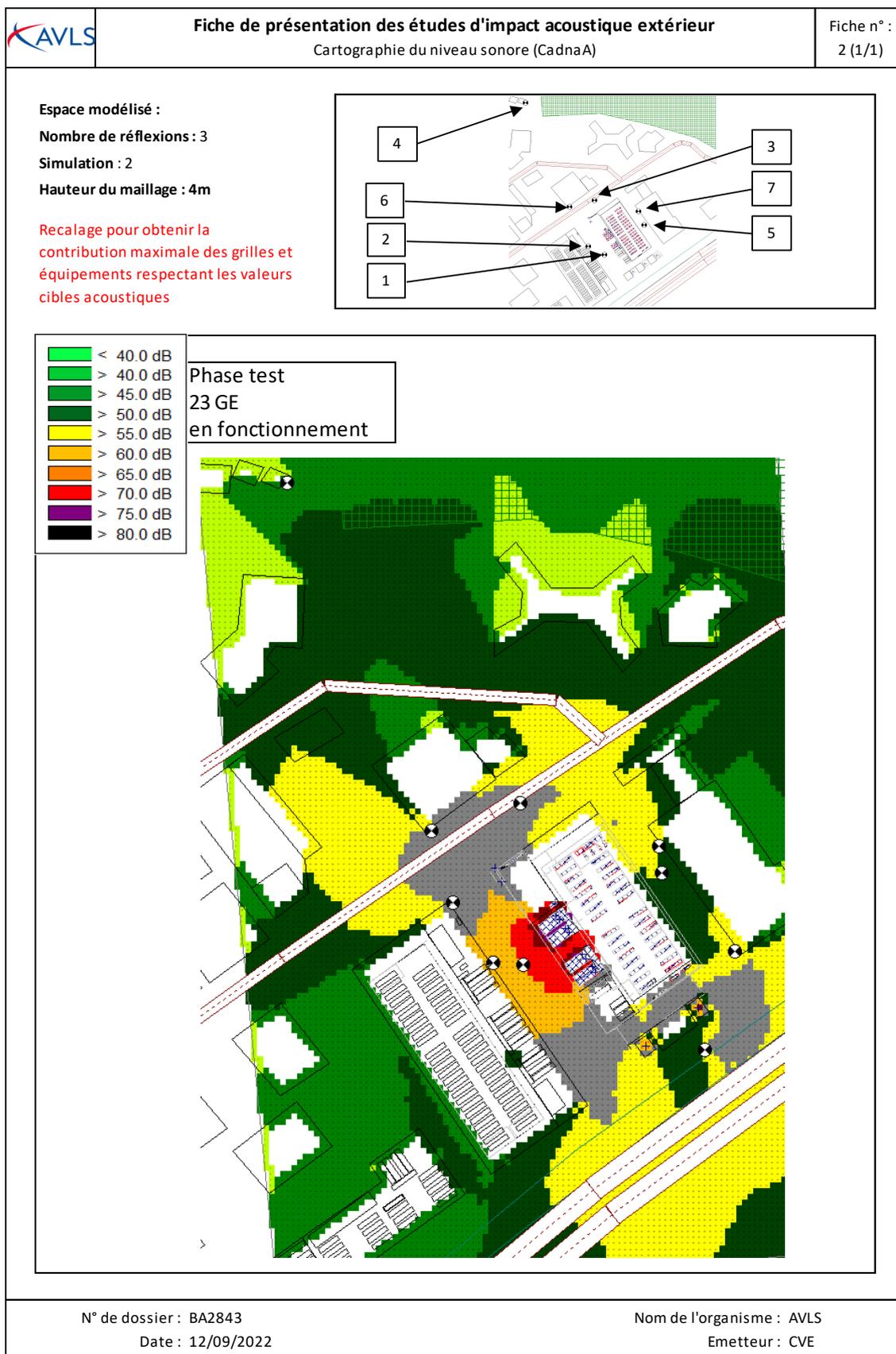
La tonalité marquée est détectée dans un spectre non pondéré de tiers d'octave quand la différence du niveau entre la bande de tiers d'octave et les quatre bandes de tiers d'octave les plus proches (les deux bandes immédiatement inférieures et les deux bandes immédiatement supérieures) atteint ou dépasse les valeurs indiquées dans le tableau ci-après pour la bande considérée :

<b>Cette analyse se fera à partir d'une acquisition minimale de 10 s</b>		
<b>50 Hz à 315 Hz</b>	<b>400 Hz à 1250 Hz</b>	<b>1600 Hz à 8000 Hz</b>
10 dB	5 dB	5 dB

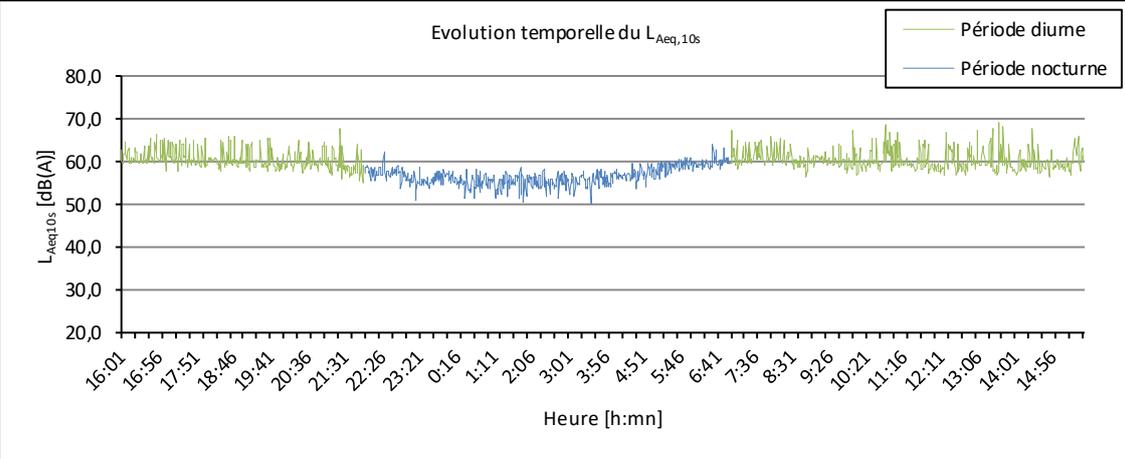
*Tableau 27 – Tonalités marquées*

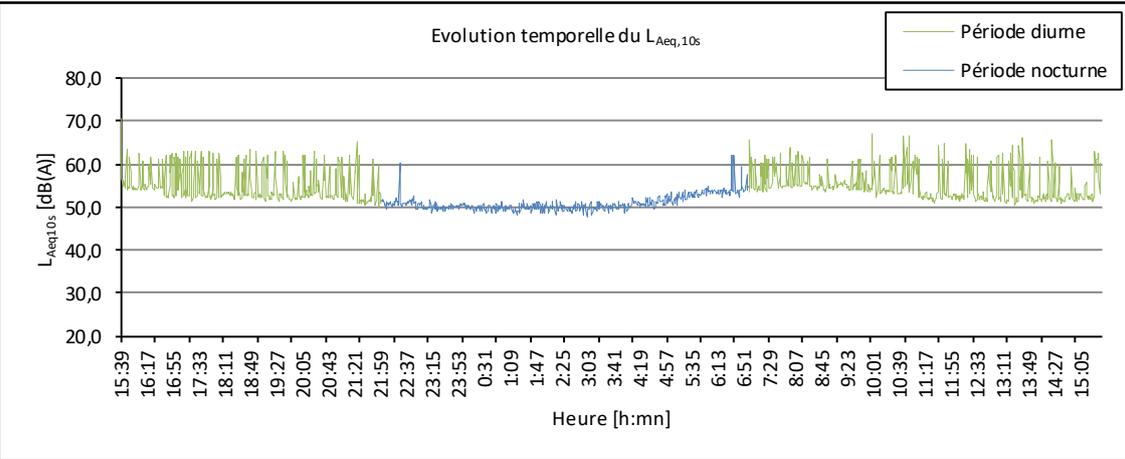
**ANNEXE II**  
**FICHES DE CALCULS**

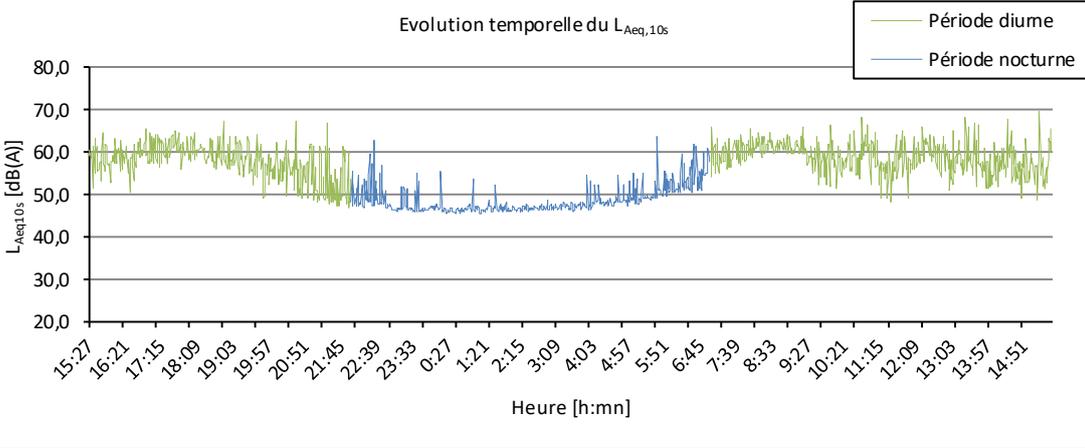




**ANNEXE III**  
**FICHES DE MESURES**

Mesure de niveaux de pression acoustique					Fiche n° :					
Mesure selon la norme NF S 31-010					1					
	<b>Localisation du point de mesure :</b> Villebon 2				Période diurne [7h - 22h]	Période nocturne [22h - 7h]	Période la plus bruyante le jour [21h28 21h58]	Période la plus calme la nuit [0h15 - 0h45]		
	<b>Commentaires :</b> Point le plus proche de l'autoroute									
					L <sub>Aeq</sub> [dB(A)]	61,0	57,0	59,0	55,0	
	Point de mesure				L <sub>90</sub> [dB(A)]	57,0	52,0	55,0	50,0	
					L <sub>50</sub> [dB(A)]	59,5	56,0	57,5	54,5	
					L <sub>10</sub> [dB(A)]	62,5	59,5	61,0	57,5	
					L <sub>min</sub> [dB(A)]	50,0	42,0	50,0	46,0	
					L <sub>max</sub> [dB(A)]	76,0	70,0	71,0	62,5	
					L <sub>eq</sub> [dB/oct]	63	-	-	63,0	61,0
						125	-	-	54,5	50,0
						250	-	-	50,5	42,5
						500	-	-	51,0	42,5
						1000	-	-	51,5	48,5
						2000	-	-	44,0	40,5
						4000	-	-	29,5	27,0
						8000	-	-	12,0	10,0
Evolution temporelle du L <sub>Aeq,10s</sub>										
										
N° de dossier : BA2843 Date de l'essai : 08/12/2021					Nom de l'organisme d'essai : AVLS Emetteur : CVE					

<b>Mesure de niveaux de pression acoustique</b>				Fiche n° :			
Mesure selon la norme NF S 31-010				2			
	<b>Localisation du point de mesure :</b> Point de mesure le plus proche des bureaux / laboratoires			Période diurne [7h - 22h]			
	<b>Commentaires :</b> Proche d'un équipement à l'arrêt lors des mesures			Période nocturne [22h - 7h]			
		<b>Point de mesure</b>					
							
		$L_{Aeq}$ [dB(A)]	57,0	51,5	53,5	49,5	
		$L_{90}$ [dB(A)]	51,0	48,5	51,0	48,0	
		$L_{50}$ [dB(A)]	53,5	50,5	52,0	49,5	
		$L_{10}$ [dB(A)]	58,5	53,0	53,5	51,0	
		$L_{min}$ [dB(A)]	48,5	46,5	49,5	47,0	
		$L_{max}$ [dB(A)]	88,5	68,5	69,0	54,5	
		$L_{eq}$ [dB/oct]	63	-	-	61,0	58,5
			125	-	-	51,5	47,0
			250	-	-	49,0	48,0
			500	-	-	45,5	41,5
			1000	-	-	45,0	41,0
			2000	-	-	37,0	33,5
			4000	-	-	23,0	20,5
			8000	-	-	11,5	8,5
<b>Evolution temporelle du <math>L_{Aeq,10s}</math></b>					<span style="color: green;">—</span> Période diurne <span style="color: blue;">—</span> Période nocturne		
							
No de dossier : BA2843 Date de l'essai : 08/12/2021			Nom de l'organisme d'essai : AVLS Emetteur : CVE				

Mesure de niveaux de pression acoustique Mesure selon la norme NF S 31-010				Fiche n° : 3	
	<b>Localisation du point de mesure :</b> Proche de la rue et des bureaux les plus proches  <b>Commentaires :</b> -			Période diurne [7h - 22h]	
				Période nocturne [22h - 7h]	
			Période la plus calme le jour [6h00 - 6h30]	Période la plus calme la nuit [0h16 - 0h46]	
L <sub>Aeq</sub> [dB(A)]		60,0	50,5	53,5	46,0
L <sub>90</sub> [dB(A)]		49,0	46,0	50,0	45,0
L <sub>50</sub> [dB(A)]		54,5	47,0	51,0	46,0
L <sub>10</sub> [dB(A)]		64,0	51,0	53,0	47,0
L <sub>min</sub> [dB(A)]		45,5	44,0	49,0	44,5
L <sub>max</sub> [dB(A)]		82,0	77,0	70,5	48,5
L <sub>eq</sub> [dB/oct]	63	-	-	56,5	51,5
	125	-	-	46,0	42,0
	250	-	-	45,0	42,0
	500	-	-	44,0	39,0
	1000	-	-	46,0	37,5
	2000	-	-	40,0	28,0
	4000	-	-	31,5	18,5
	8000	-	-	25,5	9,5
<b>Evolution temporelle du L<sub>Aeq,10s</sub></b>					
					
N° de dossier : BA2843 Date de l'essai : 08/12/2021		Nom de l'organisme d'essai : AVLS Emetteur : CVE			

