



Étude acoustique

02.5 DIDU-FLU0030_002-CDC22.001_AC_FR

Rapport	20-039-R.02
Révision	0
Date	22-12-2021
Client	URA
Projet	Salle de sport et conciergerie
Localisation	Rue de la Flûte Enchantée 30, 1080 Molenbeek-Saint-Jean
Responsable	ir. Inge Van Doorslaer (expert accrédité en bruits et vibrations de l'environnement)

Table des matières

0	Introduction.....	- 3 -
1	Définition des exigences et des critères.....	- 4 -
1.1	Isolation aux bruits aériens	- 4 -
1.1.1	Salle de sport	- 4 -
1.1.2	Conciergerie.....	- 4 -
1.2	Isolation contre les bruits d'impact.....	- 5 -
1.3	Isolation des façades pour le trafic routier	- 6 -
1.3.1	Salle de sport	- 6 -
1.3.2	Conciergerie.....	- 7 -
1.4	Bruit de l'installation	- 8 -
1.4.1	Salle de sport	- 8 -
1.4.2	Conciergerie.....	- 9 -
1.5	Temps de réverbération et absorption	- 10 -
1.6	Emission de bruit dans l'environnement.....	- 10 -
2	Design	- 11 -
2.1	Murs de la salle de sport	- 11 -
2.2	Murs de la conciergerie.....	- 11 -
2.2.1	Salle de sport - conciergerie	- 11 -
2.2.2	Salle de sport halle d'entrée - conciergerie.....	- 11 -
2.2.3	Murs intérieurs de la conciergerie	- 12 -
2.2.4	Portes intérieures de la conciergerie	- 12 -
2.3	Conciergerie étage	- 13 -
2.4	Façades (isolation du trafic routier)	- 14 -
	Détails de la mise en œuvre	- 14 -
2.5	Installations	- 15 -
2.5.1	Salle de sport	- 15 -
2.5.2	Conciergerie.....	- 16 -
2.6	Temps de réverbération et absorption	- 20 -
2.6.1	Salle de sport	- 20 -
2.6.2	Salle des professeurs	- 21 -
2.6.3	Corridor, escalier, hall d'entrée	- 21 -
2.7	Emission de bruit dans l'environnement.....	- 22 -

2.7.1	Activités dans la salle de sport	- 22 -
2.7.2	Installations techniques en plein air.....	- 22 -
3	Mise en œuvre.....	- 23 -
3.1	Documents de mise en œuvre et fiches techniques	- 23 -
3.1.1	Bruit aérien.....	- 23 -
3.1.2	Isolation contre les bruits d'impact.....	- 23 -
3.1.3	Façades.....	- 23 -
3.1.4	Installations techniques.....	- 23 -
3.1.5	Matériaux absorbants	- 23 -
3.2	Mesures de contrôle	- 24 -

0 Introduction

Ce rapport comprend l'étude acoustique de la salle de sport et de la conciergerie situées dans la rue de la Flûte Enchantée 30 à Molenbeek-Saint-Jean.

Dans l'étude acoustique, les exigences de performance sont fixées selon les normes acoustiques actuelles pour les bâtiments résidentiels et scolaires (NBN S01-400-1 et -2), suivant le niveau de "confort acoustique normal".

Ces normes imposent des critères pour :

- Isolation aux bruits aériens ;
- Isolation contre les bruits d'impact ;
- Isolation des façades ;
- Bruit d'installation ;
- Temps de réverbération et absorption.

Les émissions dans l'environnement sont testées par rapport à la législation de Bruxelles.

En cas de contradiction entre les réglementations acoustiques ou entre les réglementations acoustiques et d'autres spécifications, les exigences de performance acoustique énumérées ci-dessous prévalent.

Ce rapport est basé sur les plans architecture 211104_STM_Plannenset.pdf.

1 Définition des exigences et des critères

1.1 Isolation aux bruits aériens

1.1.1 Salle de sport

Les exigences relatives à la différence de niveau de pression acoustique normalisée pondérée entre deux pièces D_A sont des valeurs minimales à respecter. Le tableau ci-dessous montre les exigences entre deux pièces pour les combinaisons les plus importantes du projet. Il montre que les exigences entre les espaces dans la salle de sport sont limitées.

$D_A = D_{nT,w} + C$ [dB]		Salle de transmission		
		Toilettes, vestiaires	Salle de circulation	Local technique
Zone de réception	Salle de sport	-	a.e.	-
	Salle des professeurs	44	-	-
	Toilettes, vestiaires	32	a.e.	32
	Salle de circulation	a.e.	a.e.	32

Tableau 1-1: Isolation aux bruits aériens

- (1) Tous les couloirs, halls d'entrée, escaliers, etc. sont considérés comme des zones de circulation pour une utilisation à court terme.

a.e. : aucune exigence - : non applicable

1.1.2 Conciergerie

Le tableau suivant énumère les exigences relatives à l'isolation aux bruits aériens entre deux pièces dans les bâtiments résidentiels.

Pour l'isolation aux bruits aériens, plus la valeur de $D_{nT,w}$ est élevée, meilleur est le résultat.

ZONE DE TRANSMISSION en dehors de la conciergerie	ZONE DE RÉCEPTION à l'intérieur du logement	Confort acoustique normal
Chaque chambre	Toute pièce autre qu'un local technique ou un hall d'entrée	$D_{nT,w} \geq 54$ dB → 59 dB (*)
ZONE DE TRANSMISSION à l'intérieur du logement	ZONE DE RÉCEPTION à l'intérieur du logement	Confort acoustique normal
Chambre à coucher, cuisine, salle de séjour et salle de bain (qui n'appartient pas uniquement à la chambre à coucher/à la salle de séjour)	Chambre à coucher, coin bureau	$D_{nT,w} \geq 35$ dB

Tableau 1-2: Exigences relatives à l'isolation aux bruits aériens entre deux pièces

La norme ne précise pas d'exigence entre les zones communes et le hall d'entrée. Toutefois, pour obtenir un $D_{nT,w} \geq 54$ dB entre les parties communes et une chambre ou un salon séparés par un hall d'entrée, une exigence de $D_{nT,w} \geq 37$ dB est imposée sur le mur entre les parties communes et le hall d'entrée.

(*) Si des activités non résidentielles ont lieu dans un local existant ou futur (zone de transmission) (par exemple, magasin, bureau, salle de réunion, établissement de restauration, etc.), la valeur d'isolation requise sera augmentée de $(L_{Aeq,T} - 80)$ dB si cette valeur est positive. En supposant que le niveau de bruit dans la salle

de sport soit limité à $L_{AeqT} = 85$ dB, l'isolation entre la **salle de sport elle-même et la conciergerie** doit être portée à $D_{nTw} \geq 59$ dB. Entre conciergerie et les autres salles de la salle de sport, l'exigence $D_{nTw} \geq 54$ dB reste applicable.

1.2 Isolation contre les bruits d'impact

Dans le projet, il n'y a pas d'exigences concernant l'isolation des bruits d'impact. Entre les pièces de la conciergerie, il n'y a pas d'exigences selon la norme pour les bâtiments d'habitation (avec un confort acoustique normal). De la conciergerie aux locaux situés sous la salle de sport, il n'y a pas non plus d'exigences (les locaux sous-jacents sont des sanitaires, des vestiaires et des zones de circulation et ont une faible sensibilité au bruit).

1.3 Isolation des façades pour le trafic routier

Compte tenu de la localisation du projet, les valeurs de la charge de façade L_{Aref} due au bruit de la circulation, dérivées des descriptions de type selon les annexes de la norme acoustique pour les bâtiments résidentiels et scolaires (annexes A et D respectivement) sont supposées : $L_{A=Aref}$ **60 dB** (Habituellement pour les routes rurales calmes avec un trafic local ou dans les rues des villes avec un trafic local et limité).

1.3.1 Salle de sport

La protection d'un local contre le bruit ambiant est satisfaisante si chaque surface de façade de ce local présente une différence de niveau de pression acoustique normalisée D_{Atr} qui satisfait aux exigences indiquées dans le tableau ci-dessous :

Confort acoustique normal
$D_{Atr} \geq L_A - L_{Aeq,nT,stat} + m$ (1)(2) et $D_{Atr} \geq 26$ dB (3)

Tableau 1-3: Exigences relatives à l'isolation de la façade

- (1) $m = 0$ (la valeur L_A pour toutes les surfaces de la façade est ≤ 60 dB) ;
- (2) Les valeurs de $L_{Aeq,nT,stat}$ peuvent être trouvées dans Tableau 1-11.

L'exigence relative aux éléments de façade (éléments de façade légers, vitrages et profilés) s'applique alors :

	Exigence pour les éléments de façade R_{Atr} [dB]
Tous les éléments de façade	$R_{Atr} \geq D_{Atr} + 10 \lg[3(S_{netto} + 5n)/V]$

Tableau 1-4: Exigences relatives aux éléments de façade

Les bâtiments sont équipés du système de ventilation D, ce qui signifie qu'il n'y a pas de grilles de ventilation dans les façades ($n = 0$).

Les dispositions suivantes s'appliquent à toutes les façades de la salle de sport

Façade de	D_{Atr} [dB]
Toutes les façades de la salle de sport	26

Tableau 1-5: Exigences relatives à l'isolation des façades

Seule la salle de sport dispose de sections vitrées. Compte tenu des dimensions de cette pièce et des surfaces de fenêtres en façade, les exigences relatives aux éléments de façade (vitrages, profilés) sont les suivantes :

	Exigence pour les éléments de façade [dB]
Tous les éléments de façade de la salle de sport (vitrages, profilés)	$R_{Atr} \geq 31$ dB

Tableau 1-6: Exigences relatives aux éléments de façade - salle de sport

1.3.2 Conciergerie

La protection d'un local contre le bruit ambiant est satisfaisante si au moins les valeurs suivantes D_{Atr} sont respectées pour chaque surface de façade du local à protéger :

Espace	Exigence d'isolation de la façade [dB]
Salon, cuisine, bureau et chambre à coucher	$D_{Atr} \geq L_A - 34 + m$ dB et $D_{Atr} \geq 26$ dB
Chambre à coucher (*)	$D_{Atr} \geq 34 + m$ dB (2)

Tableau 1-7: Exigences relatives à l'isolation de la façade

- (1) $m = 0$ (la valeur L_A pour toutes les surfaces de la façade est ≤ 60 dB) ;
- (2) Cette deuxième exigence ne s'applique aux surfaces de façade des chambres à coucher qu'en cas de niveaux de bruit nocturnes importants causés par un trafic aérien ou ferroviaire régulier, par lequel, entre 22 heures et 6 heures, un niveau de bruit de crête maximal $L_{Aeq,1s,max,T} \geq 70$ dB à 2 m à l'extérieur de la surface de façade d'une chambre à coucher peut être déterminé et par lequel on peut raisonnablement supposer que ce niveau est dépassé au moins trois fois par nuit pendant au moins une nuit par semaine. Ce n'est pas le cas pour le présent projet.

L'exigence relative aux éléments de façade (vitrages, profilés et grilles de ventilation) s'applique alors :

	Exigence pour les éléments de façade [dB]
Tous les éléments de façade, à l'exception des grilles de ventilation	$R_{Atr} \geq D_{Atr} + 3 + 10 \lg[3(S_{netto} + 5n)/V]$
Grilles de ventilation	$D_{neAtr} \geq R_{Atr} + 3$

Tableau 1-8: Exigences pour les éléments de façade avec V = volume de la pièce, S_{netto} = surface vitrée et n = nombre de grilles de ventilation

Dans le projet, le système de ventilation D est prévu, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de grilles de ventilation en façade ($n = 0$).

Sur la base de la charge de la façade ($L_A = 60$ dB), l'exigence pour l'isolation de la façade est déterminée :

Espace	Exigence d'isolation de la façade [dB]
Salon, cuisine, bureau et chambre à coucher	$D_{Atr} \geq 26$ dB

Tableau 1-9: Exigences relatives à l'isolation de la façade

Compte tenu des dimensions des pièces et des surfaces de fenêtres en façade, les exigences relatives aux éléments de façade (vitrages, profilés) sont les suivantes:

	Exigence pour les éléments de façade [dB]
Tous les éléments de façade (vitrages, profilés)	$R_{Atr} \geq$ dB 31

Tableau 1-10: Exigences relatives aux éléments de façade - conciergerie

1.4 Bruit de l'installation

1.4.1 Salle de sport

Pour les installations techniques audibles à long terme (par exemple, un système de ventilation), les valeurs maximales du bruit spécifique normalisé de l'installation $L_{Aeq,nT,stat}$ sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

Local	$L_{Aeq,nT,stat}$ [dB]
Salle des professeurs	40
Local technique parking	75
Salle de sport	40
Salles de circulation	45 (Recommandation, pas une exigence)
Installations sanitaires, vestiaires	65 (Recommandation, pas une exigence)

Tableau 1-11: Exigences pour les installations techniques audibles à long terme

Pour les installations temporairement audibles, les valeurs maximales admissibles pour le bruit spécifique normalisé de l'installation $L_{Aeq,nT}$ sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

Installations techniques temporairement audibles	$L_{Aeq,nT}$ [dB]
Tuyaux d'évacuation des toilettes	$L_{Aeq,nT,stat}$
Canaux et autres conduites	$L_{Aeq,nT,stat} + 6$ dB
Appareils sanitaires	$L_{Aeq,nT,stat} + 2$ dB
Ascenseurs	$L_{Aeq,nT,stat} + 4$ dB
Chaudières et pompes	$L_{Aeq,nT,stat} + 6$ dB
Portes, écrans ou volets (roulants) motorisés	$L_{Aeq,nT,stat} + 8$ dB

Tableau 1-12: Valeurs maximales admissibles pour le bruit spécifique de l'installation normalisée

1.4.2 Conciergerie

1.4.2.1 Réduction du bruit de l'installation dans la pièce

Le tableau suivant indique les exigences relatives au bruit d'installation normalisé $L_{A\text{instal},nT}$ dans différents locaux.

Espace		Confort acoustique normal $L_{A\text{instal},nT}$
Salle de bain / Sanitaires	Ventilation mécanique	≤ 35 dB
	Appareils sanitaires	≤ 65 dB
Cuisine	Ventilation mécanique	≤ 35 dB
	Hotte aspirante	≤ 60 dB
Salle de séjour, bureau	Ventilation mécanique	≤ 30 dB
Chambre à coucher	Ventilation mécanique	≤ 27 dB
Locaux techniques avec des installations pour moins de 10 logements		≤ 75 dB
Locaux techniques avec des installations pour plus de 10 logements		≤ 85 dB

Tableau 1-13: Exigences en matière de bruit d'installation dans différentes pièces

1.4.2.2 Limiter le dépassement du niveau de bruit de fond dans les chambres et les salles de séjour

Il devrait être limité :

- Les dépassements résultant du fonctionnement d'installations techniques installées dans des locaux situés en dehors de la zone considérée mais appartenant au bâtiment ;
- Les dépassements résultant du bruit rayonné par les tuyaux et les conduits à l'intérieur et à l'extérieur de la zone considérée.

Le tableau suivant donne les limites des dépassements dans les différentes pièces. Le dépassement du niveau de bruit de fond est exprimé comme la différence en dB entre le niveau lié à la source $L_{AS,max,T}$ et le niveau de bruit de fond $L_{Aeq,T}$ lorsque la source ne fonctionne pas.

Limitation du dépassement $L_{AS,max,T} - L_{Aeq,T}$	
Salle de mesure	Confort acoustique normal
Salle de séjour, bureau	≤ 6 dB
Chambre à coucher	≤ 3 dB
La limitation du dépassement n'est pas prise en compte lorsque cette valeur est pour $(L_{AS,max,T} - k)$ ne dépasse pas (avec k l'indice de réverbération) :	
Salle de mesure	Confort acoustique normal
Salle de séjour, bureau	33 dB
Chambre à coucher	30 dB

Tableau 1-14: Exigences relatives à la limitation du dépassement du niveau de bruit de fond dans les chambres à coucher et les salles de séjour

1.5 Temps de réverbération et absorption

Les exigences en matière de réverbération s'appliquent aux pièces finies et non meublées.

Local	Exigence
Salle de sport	$T_{\leq \text{nom}} \log(V/50) \text{ sec} = 2,1 \text{ sec} (*)$
Local des professeurs	$T_{\leq \text{nom}} 1.0 \text{ sec}$
Corridor, escalier, hall d'entrée	$A_w > 0,4 S_H$ avec $A_w =$ quantité d'absorption [m^2] et $S_H =$ surface au sol.

Tableau 1-15: Exigences en matière de réverbération

(*) Les matériaux courants absorbent mieux les sons à haute fréquence. Cela conduit souvent à un temps de réverbération plus long aux basses fréquences, ce qui peut entraîner des niveaux de fond élevés aux basses fréquences qui masquent les signaux vocaux. Dans les pièces où l'intelligibilité de la parole est importante, il est donc fortement recommandé de limiter le temps de réverbération dans les bandes d'octave de 125 et 250 Hz.

1.6 Emission de bruit dans l'environnement

La législation bruxelloise sur l'émission de bruit dans l'environnement (arrêté du gouvernement bruxellois du 21 novembre 2002) définit les exigences environnementales auxquelles doit répondre le bruit des installations techniques et des activités dans le bâtiment au niveau des habitations environnantes.

La salle de sport est située dans une zone d'habitations selon le plan Régional d'Affectation du Sol (zone 2). Dans cette zone, le niveau de bruit spécifique L ne doit pas dépasser les valeurs s_p suivantes :

Période A	Période B	Période C
45	39	33

Tableau 1-16: Limites spécifiques du niveau de bruit

Les périodes sont définies comme suit :

	Ma	Di	Wo	Do	Vr	Za	Zo	Feestdag
07 :00-19 :00	A	A	A	A	A	B	C	C
19 :00-22 :00	B	B	B	B	B	C	C	C
22 :00-07 :00	C	C	C	C	C	C	C	C

Tableau 1-17: Périodes

2 Design

2.1 Murs de la salle de sport

L'exigence la plus stricte s'applique entre la zone des enseignants et les vestiaires, à savoir $D_A = 44$ dB. Pour cela, la structure de mur suivante peut être utilisée :

Structure du mur $D_A = 44$ dB	$R_w + C$ en laboratoire [dB]	$D_{Ain situ}$ [dB]
MS 001/2.50.2.A	48	44
200 mm de briques silico-calcaires LIGHT (1400 kg/m ³) NON crépies	47	44
Bloc de béton demi-complet de 140 mm (1560 kg/m ³) AVEC crépi	47	44

Tableau 2-1: Structure du mur $D_A = 44$ dB

Une exigence de $D_A = 32$ dB s'applique entre 2 vestiaires et 2 blocs sanitaires. Pour cela, la structure de mur suivante est possible :

Structure du mur $D_A = 32$ dB	$R_w + C$ en laboratoire [dB]	$D_{Ain situ}$ [dB]
Bloc de béton creux de 140 mm non plâtré (1300 kg/m ³)	35	32
Bloc de plâtre 100 mm (950 kg/m ³)	40	36

Tableau 2-2: Structure du mur $D_A = 32$ dB

2.2 Murs de la conciergerie

2.2.1 Salle de sport - conciergerie

Le mur entre la salle de sport et conciergerie est construit et déconnecté comme suit :

Mur en béton 250 mm (2400 kg/m³) - cavité 40 mm - bloc de béton creux 190 mm (1300 kg/m³)

Une exigence de $D_{nTW} \geq 59$ dB s'applique à ce mur, ce qui est satisfait par la structure ci-dessus. **Si une isolation thermique rigide est utilisée dans la cavité, une couche d'air minimale de mm20 doit être prévue.**

2.2.2 Salle de sport halle d'entrée - conciergerie

Une exigence de $D_{nTW} \geq 37$ dB s'applique au mur entre le puits d'entrée de la salle de sport et la conciergerie (voir ci-dessous). Tableau 1-1). Il y a une fenêtre dans ce mur. Le tableau ci-dessous montre les constructions possibles pour ce mur et la fenêtre.

Structure du mur $D_{nTW} = 37$ dB	R_w dans le laboratoire [dB]	$D_{nTW in situ}$ [dB]
Brique à pose rapide de 90 mm (1150 kg/m ³) avec enduit	41	38
Profilé de fenêtre thermique avec vitrage 66.2st ou 8-15-55.2	40	37

Tableau 2-3: Structure de la paroi $D_{nTW} = 37$ dB

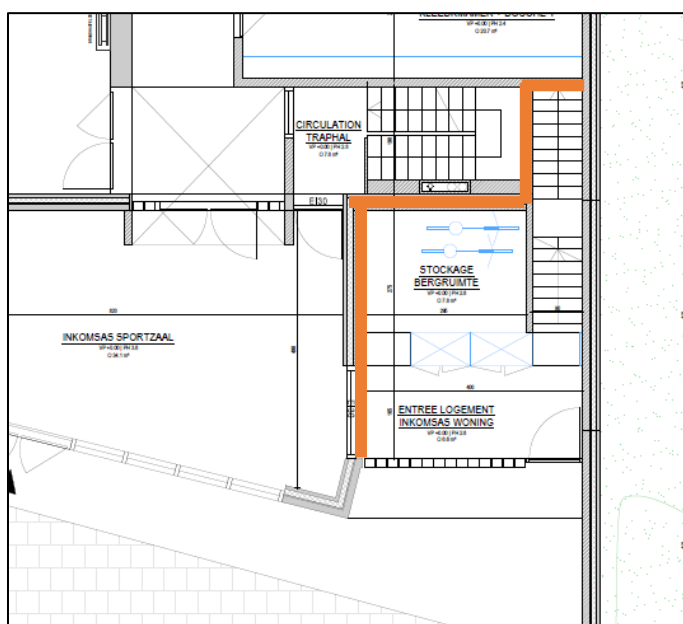


Figure 2-1: Mur du puits d'entrée

2.2.3 Murs intérieurs de la conciergerie

Le tableau suivant présente quelques choix possibles de matériaux pour les murs intérieurs pour lesquels $D_{nT,w} \geq 35$ dB s'applique :

Structure du mur $D_{nT,w} = 35$ dB	R_w dans le laboratoire [dB]	$D_{nT,w}$ in situ [dB]
Brique à pose rapide de 90 mm (1150 kg/m ³) avec enduit	41	38
Bloc de plâtre de 100 mm (950 kg/m ³)	39	36

Tableau 2-4: Structure du mur $D_{nT,w} = 35$ dB

2.2.4 Portes intérieures de la conciergerie

Afin de répondre aux exigences de et sous Tableau 1-2 Des portes adaptées sont nécessaires. Pour cela, chaque espace de vie et chambre à coucher doit être fermé par une porte répondant aux exigences suivantes :

Description	Porte en applique	R_w en laboratoire [dB]
Porte intérieure standard	18 kg/m ³ - 40 mm (ex : porte normale type De Coene DCA 1)	27

Tableau 2-5: Portes

Sur le plan, toutes les chambres peuvent être correctement fermées par une porte. Il manque une porte dans la zone de séjour (indiquée en rouge sur la figure ci-dessous). Ceci est nécessaire pour réaliser l'isolation nécessaire aux chambres, ainsi que l'isolation nécessaire entre l'espace de vie et l'entrée de la salle de sport.

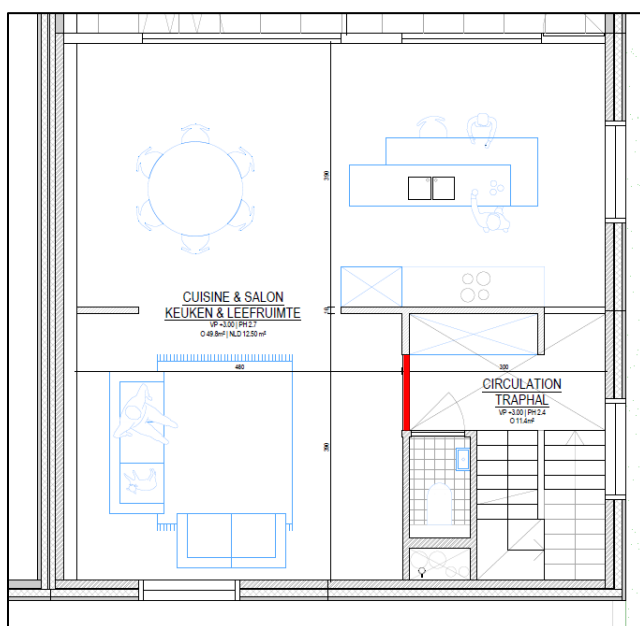


Figure 2-2 Porte d'entrée

2.3 Conciergerie étage

Il n'y a qu'une exigence pour l'isolation aux bruits aériens du plancher de la conciergerie de $D_{nTw} \geq 54$ dB (au-dessus des vestiaires, des sanitaires, ...). Il n'y a pas d'exigence concernant l'isolation des bruits d'impact.

L'exigence d'isolation aux bruits aériens est atteinte avec une masse surfacique pour le plancher porteur et la couche de remplissage d'au moins 450 kg/m^2 .

2.4 Façades (isolation du trafic routier)

Le tableau ci-dessous indique les compositions minimales des différents éléments de façade qui répondent aux exigences de performance imposées (isolation de façade pour le trafic routier) :

Exigence $R_{Atr} = R_w + C_{tr} \geq dB31$	$R_{Atr} = R_w + C_{tr}$ dans le laboratoire [dB]
Verre 6-15-4	31
Les profils de fenêtre traditionnels et thermiques (bois 56 mm / aluminium) sont satisfaisants.	33
Carreaux de verre (*)	38

Tableau 2-6: Réalisation de l'exigence d'isolation de la façade $R_{Atr} = R_w + C_{tr} \geq dB31$

(*) Les carreaux de verre standard en dimensions 240 mm par 240 mm par 80 mm ont une valeur R_w ($C;C_{tr}$) de 42 (-5;-4), c'est-à-dire un $R_{Atr} = R_w + C_{tr} = 38$ dB. La fiche technique des carreaux de verre choisis doit être soumise pour vérification.

Détails de la mise en œuvre

- La conception suivante est recommandée pour la connexion structurelle :
 - Installation derrière la frappe de la brique de parement ;
 - La cavité entre les fenêtres et l'enveloppe du bâtiment est entièrement remplie de laine minérale comprimée ou de mousse PU permanente flexible (type Soudal Flexifoam), en limitant au maximum les joints de raccordement. Les matériaux suivants doivent être utilisés pour l'étanchéité ultérieure des joints :
 - Joints jusqu'à 7 mm : mastic élastique ;
 - Joints jusqu'à 15 mm : cimentation et mastic élastique.

2.5 Installations

2.5.1 Salle de sport

2.5.1.1 Ventilation

Il est de la responsabilité d'installateur techniques de respecter les exigences de § 1.4. Le niveau sonore du système de ventilation dépend du choix des composants et du parcours des conduits. Les notes de **calcul doivent** être soumises à l'approbation du conseiller en acoustique.

- Des flexibles acoustiques devront être installés sur toutes les buses de pulsation et d'extraction pour limiter les niveaux de bruit ;
- Des silencieux primaires doivent être prévus sur les groupes de ventilation ;
- Si les gaines de ventilation sont percées par des murs, les exigences en matière d'isolation aux bruits aériens (pour éviter la diaphonie) doivent être respectées ;
- Limiter les vitesses d'air dans les conduits de ventilation.
 - Une valeur maximale dans la pièce de $L_{Aeq,nT,stat} = 40$ dB (par exemple une salle de sport) s'applique :
 - Tuyau principal : 7,5 m/s ;
 - Tuyaux de dérivation : 6 m/s ;
 - Dernier canal vers le local: 4 m/s ;
- Les gaines de ventilation sont suspendues à l'aide de connexions flexibles (suspensions amorties par les vibrations ou supports de suspension avec revêtement flexible) ;
- Fuites sonores au niveau des pénétrations dans les murs et les sols : colmatez les joints (1 cm maximum) avec de la laine minérale et étanchéifiez les deux côtés avec un mastic élastique. Pas de contact rigide entre les conduits et les murs.

2.5.1.2 Local technique

- Mise en place des installations (chaudières, groupes de ventilation, etc.) sur amortisseurs de vibrations : fiches techniques et note de calcul à remettre au conseiller acoustique ;
- Conception de l'isolation vibratoire des connexions entre les systèmes et la structure du bâtiment.

2.5.1.3 Drains

- Fuites sonores au niveau des pénétrations dans les murs et les sols : colmatez les joints (maximum 1 cm) avec de la laine minérale et scellez les deux côtés avec un mastic élastique. Pas de contact rigide entre les conduits et les murs (supports avec revêtement souple) ;
- Une isolation supplémentaire de la tuyauterie du type Geberit Isol ou équivalent doit être prévue dans le cas de coudes et de déplacements d'arbres.

2.5.2 Conciergerie

2.5.2.1 Gains techniques (tuyaux sanitaires)

Le tableau suivant montre quelques structures possibles pour ces murs de puits (il n'y a pas de gains techniques adjacents aux chambres) :

Espace adjacent aux gains techniques	Epaisseur [mm]
Salon (exigence $D_{nT,w} \geq 42$ dB) :	
Brique silico-calcaire (270 kg/m ²)	150
MS 100/2.50.2A	100
Salle de bains, Sanitaire , hall (exigence $D_{nT,w} \geq 36$ dB) :	
Bloc de gypse (95 kg/m ³)	70
Béton cellulaire ($\rho = 650$ kg/m ³)	150
VZW 50.2A (double plaque de plâtre sur profilé de 50 mm avec 40 mm MW)	75

Tableau 2-7: Parois gains techniques

Afin de se conformer aux exigences du § 1.4 la mesure suivante est également requise :

- Application d'un matériau insonorisant sur 1 paroi longitudinale du gains techniques (laine minérale - 40 mm).

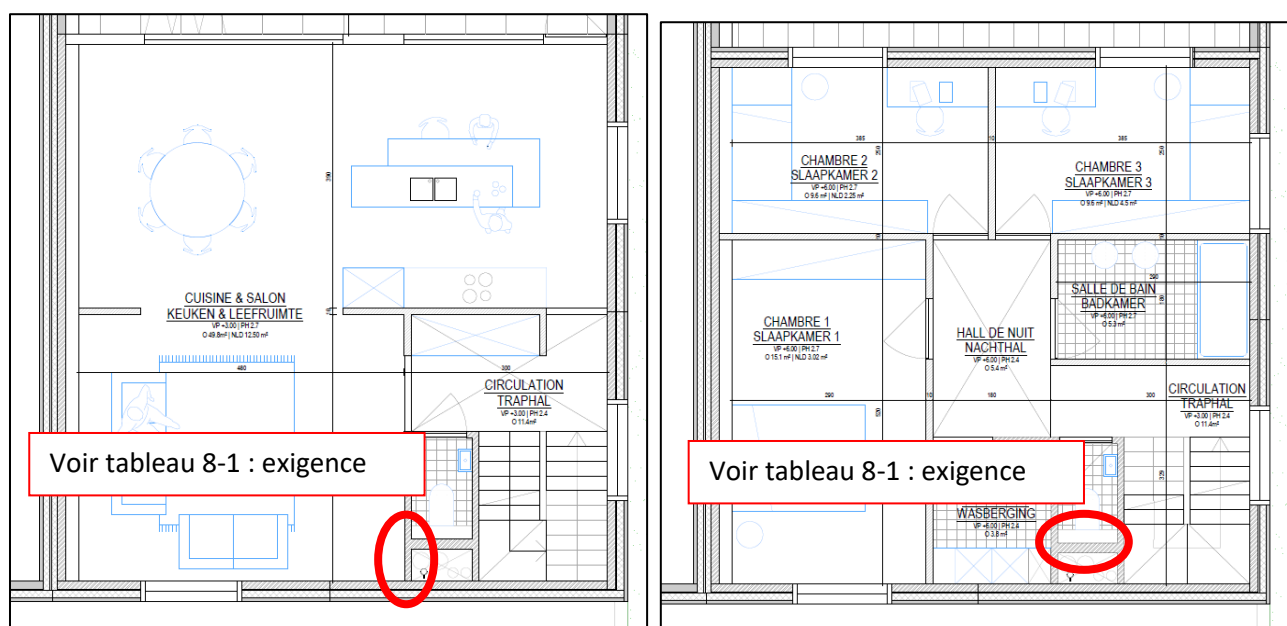


Figure 2-3: Gains techniques

Notes

- Les gains techniques doivent être étanches en bas et en haut ;
- Les blocs de plâtre doivent être découplés élastiquement en bas et latéralement à l'aide de bandes acoustiques spéciales pour blocs de plâtre fournies par le fabricant de blocs de plâtre ;
- Les tuyaux d'évacuation sanitaire (toilettes, douches, baignoires, etc.) ne doivent pas être incorporés dans les blocs de plâtre ;
- Chaque perforation doit être réalisée avec soin - les perforations ne doivent pas réduire la valeur d'isolation du mur (clapets sur les conduits d'air)...

2.5.2.2 Tuyauterie sanitaire

- Limiter la vitesse de l'eau dans les conduites d'alimentation à :
 - Tube vertical : 1,5 m/s ;
 - Espaces habités : 1,0 m/s ;
- Évitez les raccords étroits (par exemple, les raccords à sertir en Alu-PEX) ;
- Ne faites pas passer les lignes d'alimentation en eau dans les murs sensibles à l'acoustique ;
- Utilisez des supports insonorisants (inlay EPDM), voir Figure 2-4;
- Éviter les contacts durs et les fuites sonores au niveau des ouvertures dans les murs et les sols : le diamètre du trou doit être supérieur de 1 cm au maximum à celui du tuyau, entourer le joint de laine minérale ou de mousse PU acoustique et rendre les deux côtés étanches à l'air à l'aide d'un mastic élastique (cf. Figure 2-5).
- Envelopper les tuyaux d'échappement dans la chape avec une isolation contre les bruits d'impact (voir Figure 2-5) ;
- Évitez les changements de direction (virages à 45° - évitez le décalage des essieux). En cas de coudes à 90° et de désalignements des essieux : isoler en plus les tuyaux jusqu'à 1 m avant et 1 m après le changement de direction (avec le type Geberit Isol, cf. Figure 2-6).

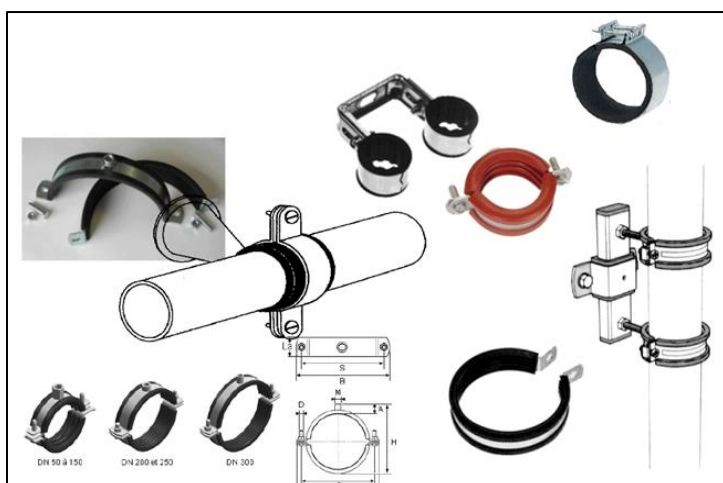


Figure 2-4: Supports d'insonorisation

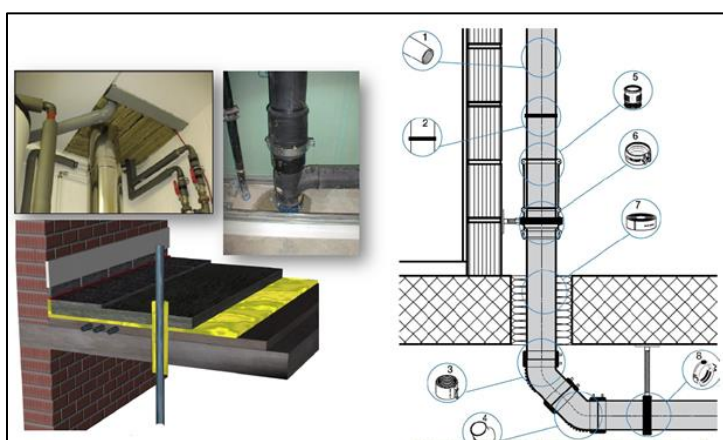


Figure 2-5 Passage mural ou au sol pour les installations sanitaires



Figure 2-6: Isolation des tuyaux pour les installations sanitaires

2.5.2.3 Appareils sanitaires

- Douche, baignoire : pieds sur caoutchouc synthétique dur, remplir les fissures avec un mastic qui reste élastique, caoutchouc entre les robinets et les murs et sous les supports (voir Figure 2-7) ;
- Lavabo, WC : Prévoir du caoutchouc entre l'appareil et le mur, et entre les robinets et le mur (cf. Figure 2-7).

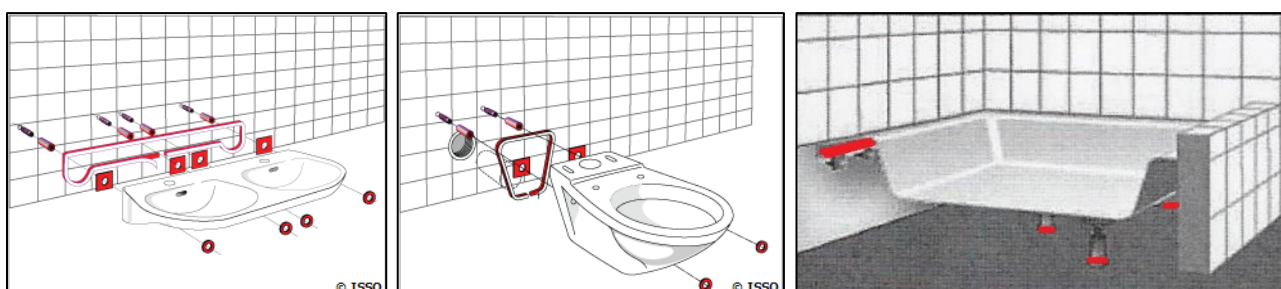


Figure 2-7: Disposition du lavabo, des WC et de la douche

2.5.2.4 Ventilation mécanique

- Limiter les vitesses d'air dans les conduits à :
 - Tuyau principal : 4,5 m/s ;
 - Tuyaux de dérivation : 3,5 m/s ;
 - Dernier canal vers le local : 2 m/s ;
- Groupes d'air individuels pour les habitations : limiter la puissance acoustique à $L_{WA} = 60$ dB ;
- Flexibles et silencieux acoustiques fournis en fonction des besoins en Tableau 1-13;
- Des silencieux sont prévus en cas de pénétration dans les gains techniques et les cloisons ;
- Installez-vous sur des supports amortissant les vibrations et non contre un mur commun ;
- Utilisez des supports d'insonorisation (inlay EPDM), voir Figure 2-4;
- Pour éviter les contacts durs et les fuites sonores au niveau des ouvertures dans les murs et les planchers : remplissez tout autour du joint de laine minérale ou de mousse PU acoustique et fermez les deux côtés de manière étanche à l'air avec un mastic élastique.

2.5.2.5 Installations techniques

Tous les équipements techniques et les machines doivent être équipés de supports amortissant les vibrations

- Machines, moteurs, pompes ;
- Installation de combustion ;

- Groupes d'air et extracteurs.

2.6 Temps de réverbération et absorption

Tableau 1-15 montre les besoins en temps de réverbération pour chaque pièce.

2.6.1 Salle de sport

Un modèle 3D de la salle de sport a été créé à l'aide du logiciel de modélisation acoustique ODEON.

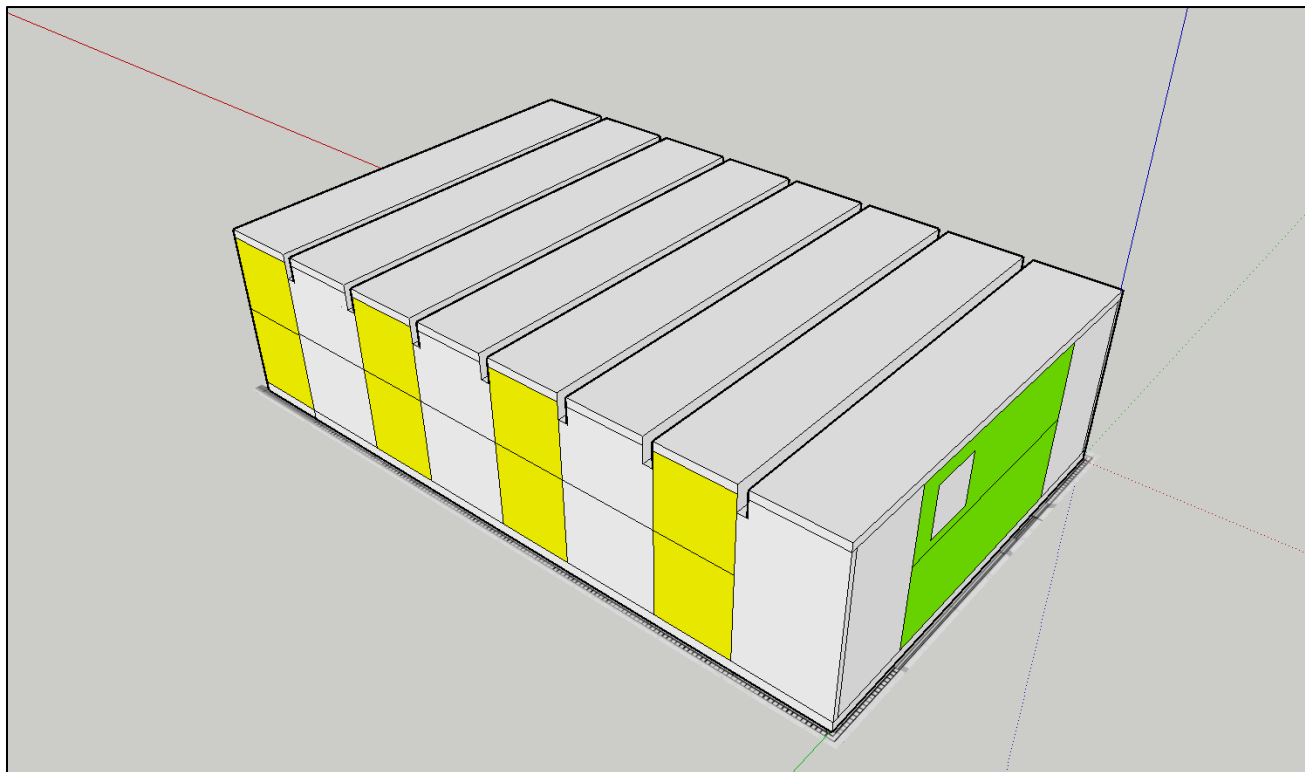


Figure 2-8: Modèle 3D de la salle de sport

La salle de sport est équipée d'un toit en tôles ondulées perforées. Une absorption supplémentaire est assurée sous forme de rideaux lourds (165 m²) et de tôles ondulées perforées (sur 250 m²) sur les murs.

Les tôles ondulées perforées des murs contribueront largement à l'absorption des basses fréquences, ce qui est important pour améliorer l'intelligibilité de la parole dans la salle de sport.

Le tableau ci-dessous donne un aperçu des matériaux fournis avec leur coefficient d'absorption α_w correspondant :

	$\alpha_{125\text{Hz}}$	$\alpha_{250\text{Hz}}$	$\alpha_{500\text{Hz}}$	$\alpha_{1000\text{Hz}}$	$\alpha_{2000\text{Hz}}$	$\alpha_{4000\text{Hz}}$	$\alpha_w [-]$
Rideaux 100% plissés à 150 mm du mur (450 g/m ²) (murs)	0,10	0,45	0,75	0,80	0,80	0,85	0,70
Tôle ondulée perforée (degré de perforation 23.4%) avec 50 mm de laine minérale sur une cavité de > 250 mm (murs)	0,60	0,75	0,80	0,75	0,65	0,50	0,65 (L)
Tôle ondulée perforée (degré de perforation 23,4%) avec 50 mm de laine minérale sur une structure lattée (toit)	0,25	0,45	0,65	0,75	0,65	0,50	0,65

Tableau 2-8: Matériel fourni

On obtient ainsi le temps de réverbération suivant $T_{\text{nom}} = 1,3$ seconde, ce qui répond à l'exigence imposée de $T_{\text{nom}} = 2,1$ secondes.

2.6.2 Salle des professeurs

Dans la zone des enseignants, un plafond suspendu acoustique standard composé de dalles de plafond (type Rockfon) ou de panneaux de ciment en laine de bois, avec un coefficient d'absorption $\alpha_w \geq 0,75$, est suffisant.

2.6.3 Corridor, escalier, hall d'entrée

L'absorption doit être assurée dans les couloirs, les cages d'escalier et les halls d'entrée, par exemple :

- A 100% de la surface du plafond, utiliser un matériau avec $\alpha_w = 0,40$ (par exemple, des panneaux de ciment en laine de bois directement contre le support) ;
- A 55% de la surface du plafond, un matériau avec $\alpha_w = 0,75$ (par exemple, un plafond suspendu acoustique standard composé de dalles de plafond ou de panneaux de ciment en laine de bois).

2.7 Emission de bruit dans l'environnement

2.7.1 Activités dans la salle de sport

Dans la salle de sport, seules des activités sportives ont lieu, le niveau sonore dans la salle étant limité à $L_{Aeq} = 85$ dBA.

Le toit de la salle de sport est construit sur la base d'un toit vert et de dalles de béton préfabriquées d'une masse totale de 300 kg/m^2 . Ce complexe donne une isolation acoustique de $R_w + C = 51$ dB.

Les murs extérieurs de la salle de sport sont constitués de carreaux de verre d'une part et de béton d'autre part :

- Les carreaux de verre standard de dimensions 240 mm par 240 mm par 80 mm ont une valeur $R_w (C;C_{tr})$ de $42 (-5;-4)$ ou une valeur $R_w + C = 37$ dB. La *fiche technique des carreaux de verre choisis doit être soumise pour vérification* ;
- Les murs en béton d'une épaisseur $> 100 \text{ mm}$ ont un $R_w + C > 48$ dB.

En prenant en compte :

- Distance aux maisons les plus proches ($\pm 18 \text{ m}$ au sud, $\pm 10 \text{ m}$ à l'est) ;
- Valeur d'isolation des façades et des toits (voir ci-dessus) ;
- Niveau sonore dans le hall de $L_{Aeq} = 85$ dBA ;

a été calculé sur la base de la méthode de calcul ISO 9613 que les exigences de la période C selon la législation bruxelloise sont respectées, c'est-à-dire $L_{\leq sp} \mathbf{33 \text{ dB}}$ en façade des bâtiments occupés.

2.7.2 Installations techniques en plein air

Dans le local technique en plein air (premier étage), les équipements suivants sont installés :

- 5 pompes à chaleur avec $L_w = 53$ dBA ;
- 1 groupe d'air avec $L_w = 55$ dBA.

Le mur entre le local technique et la terrasse de la conciergerie est construit comme suit :

- Mur de $3,8 \text{ m}$ de hauteur en maçonnerie de 190 mm avec $R_w \geq 50$ dB (min. 1150 kg/m^3) ;
- Porte avec $R_w \geq 32$ dB (fiche technique à fournir).

Les autres murs autour du local technique sont des murs en béton de 250 mm et de $6,2 \text{ m}$ de haut.

En tenant compte de ces données :

- Niveaux de puissance acoustique des 5 pompes à chaleur et du groupe d'air ;
- La hauteur et la composition des murs du local technique ;
- Distance aux habitations les plus proches et à la conciergerie ($\pm 25 \text{ m}$ au sud, $\pm 4 \text{ m}$ à la conciergerie);

a été calculé sur la base de la méthode de calcul ISO 9613 que les exigences de la période C selon la législation bruxelloise sont respectées, c'est-à-dire $L_{\leq sp} \mathbf{33 \text{ dB}}$ en façade des bâtiments occupés.

3 Mise en œuvre

L'étude acoustique est basée sur les plans architecturaux tels qu'ils figurent dans le §. 0. Des modifications de ces plans ou du concept du bâtiment peuvent affecter la performance acoustique. Il est de la responsabilité de le contractant de s'assurer que les exigences de performance acoustique imposées dans le § 1 sauf si l'on s'en écarte explicitement dans le présent rapport. Les exigences en matière de performances acoustiques sont réalisables à condition que les matériaux et les détails d'exécution mentionnés dans § 2 sont respectés. La responsabilité en incombe à le contractant, le contrôle régulier de ce respect à l'architecte.

3.1 Documents de mise en œuvre et fiches techniques

Afin de préparer le dossier d'exécution, le contractant doit remettre les notes de calcul et les plans de construction nécessaires relatifs aux installations acoustiques. Ceux-ci seront soumis au client pour approbation avant de procéder à l'exécution.

le contractant doit également soumettre au moins les fiches techniques et les informations suivantes. La liste n'est pas exhaustive mais est indicative. C'est à le contractant de décider s'il doit soumettre des fiches techniques supplémentaires pour approbation afin de s'assurer que le bâtiment répondra aux exigences de performance acoustique in situ à la fin des travaux :

3.1.1 Bruit aérien

- Performances acoustiques des matériaux des murs et des portes utilisés (test en laboratoire selon la norme NBN EN ISO 140-3 ou NBN EN ISO 10140) ;
- Masse volumétrique, composition et conception des murs s'ils diffèrent de la structure proposée ;
- Poids spécifique, composition, section transversale des dalles de plancher si elles sont différentes de la construction de plancher proposée.

3.1.2 Isolation contre les bruits d'impact

Structure et matériaux des planchers flottants. Essai en laboratoire du matériau isolant selon la norme NBN EN ISO 140-8 ou NBN EN ISO 10140.

3.1.3 Façades

- Essai en laboratoire conformément à la norme NBN EN ISO 140-3 ou NBN EN ISO 10140 pour les vitrages et châssis sélectionnés ;
- Essai en laboratoire selon la norme NBN EN ISO 140-10 ou NBN EN ISO 10140 pour les caillebotis sélectionnés ;
- Détails des connexions.

3.1.4 Installations techniques

- Notes de calcul pour le bruit d'installation dans les différents types de locaux (sélection de silencieux, de flexibles acoustiques, d'isolateurs de vibrations, etc ;)
- Fiches techniques des groupes d'air avec niveau de puissance acoustique L_{WA} [dB] ;
- Notes de calcul concernant le rayonnement du bruit dans l'environnement et vérification de la conformité avec la législation Vlare II applicable (sélection de silencieux, d'isolateurs de vibrations,..)

3.1.5 Matériaux absorbants

Description des matériaux et essai en laboratoire selon la norme NBN EN ISO 354 concernant les caractéristiques d'absorption.

3.2 Mesures de contrôle

Dans le cadre de la réception provisoire, les performances acoustiques des bâtiments dans leur ensemble et des différents éléments de construction seront mesurées individuellement. Les propriétés suivantes seront mesurées au minimum :

- Isolation aux bruits aériens : contrôle des 4 sols et/ou des murs ;
- Isolation des façades : inspection des 2 façades ;
- Bruit de l'installation : contrôle dans 5 espaces.

Ces mesures seront effectuées par un laboratoire acoustique accrédité, choisi et payé par le client. Chaque mesure négative sera à nouveau effectuée après correction par l'entrepreneur jusqu'à la conformité aux exigences fixées. Toutes les mesures à répéter sont à la charge de le contractant.

Ces mesures seront effectuées conformément à la législation belge ou internationale en vigueur :

- Mesure sur le terrain de l'isolation aux bruits aériens entre les pièces (conformément à la norme ISO 16283-1:2014) ;
- Mesure sur le terrain de l'isolation aux bruits d'impact des sols (conformément à la norme ISO 16283-2:2015) ;
- Mesure sur le terrain de l'isolation aux bruits aériens des éléments de façade et des façades (conformément à la norme ISO 16283-3:2016) ;
- Mesure pratique du bruit de l'installation (conformément à la norme ISO 10052:2004) ;

Les mesures effectuées lors de la réception provisoire ne sont qu'un échantillon pour l'ensemble du bâtiment. Si des réclamations sont constatées pendant la mise en service, des mesures et des corrections supplémentaires (selon la procédure ci-dessus) peuvent être nécessaires jusqu'à la réception finale.