



BUREAU D'ÉTUDES EN ACOUSTIQUE

Etudes - Audits - Conseils

RENOVATION DU BL1 DU BATIMENT H

CAMPUS VILLEJEAN A RENNES (35)

ETUDE ACOUSTIQUE – PHASE DCE

Maître d'ouvrage : Université Rennes 2

Maître d'œuvre : faber

Chavagne, le 7 mai 2026

Léna BEUGNET,

Agence de RENNES et siège social

22 rue de Turgé
35310 CHAVAGNE
02.99.64.30.28
rennes@acoustibel.fr
www.acoustibel.fr

Agence de ROUEN

114 rue du Moulin à vent
76760 YERVILLE
02.35.16.68.44
rouen@acoustibel.fr
www.acoustibel.fr

SOMMAIRE

I-INTRODUCTION	4
II – DEFINITION DES GRANDEURS UTILISEES DANS LE RAPPORT	5
III – OBJECTIFS ACOUSTIQUES	6
3.1. ACOUSTIQUE INTERNE	6
3.2. BRUITS D'EQUIPEMENTS	7
3.3. ISOLEMENT VIS-A-VIS DE L'EXTERIEUR	7
IV – RAPPEL DU DIAGNOSTIC ACOUSTIQUE	9
ET MESURES COMPLEMENTAIRES EN COURS D'ETUDE	9
4.1. ORGANISATION DES LOCAUX	9
4.2. ACOUSTIQUE INTERNE	10
4.2.1. LOCAUX DE LA BIBLIOTHEQUE	10
4.2.2. GALERIE ART ET ESSAI	10
4.3. ISOLEMENTS AUX BRUITS AERIENS	10
4.3.1. ZONE BUREAUX R+1	10
4.3.2. BOX DE TRAVAIL – MEZZANINE ESPACE DE CONSULTATION	12
4.4. BRUITS D'EQUIPEMENTS	13
4.4.1. VIS-A-VIS DES LOCAUX	13
4.4.2. VIS-A-VIS DE L'ENVIRONNEMENT	14
V – ACOUSTIQUE INTERNE	17
5.1. METHODOLOGIE	17
5.2. DISPOSITIONS DE TRAITEMENT	17
5.2.1. ESPACES DE CONSULTATION	17
5.2.2. GALERIE D'ARTS	18
5.2.3. AUTRES LOCAUX	18
5.3. SYNTHESE	19
VI – ISOLEMENTS AUX BRUITS AERIENS	20
6.1. METHODOLOGIE	20
6.2. NATURE DES SEPARATIFS	20
6.3. GAINES TECHNIQUES	20
VII – ISOLEMENTS AUX BRUITS D'IMPACTS	22
VIII – ISOLEMENT VIS-A-VIS DE L'EXTERIEUR	24
8.1. OBJECTIFS VIS-A-VIS DE L'EXTERIEUR	24
8.2. COMPOSITION DES FAÇADES	25
8.3. PERFORMANCES DES MENUISERIES EXTERIEURES	25

IX – BRUITS D'EQUIPEMENTS	26
9.1. OBJECTIFS ACOUSTIQUES	26
9.1.1 VIS-A-VIS DES LOCAUX	26
9.1.2. VIS-A-VIS DE L'ENVIRONNEMENT	27
9.1.3. SYNTHESE	29
9.2. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES	30
9.2.1. TRAITEMENT DES RESEAUX	30
9.2.2. DESOLIDARISATION DES CAISSONS	30
9.2.3. PASSAGE DE RESEAUX	31

I-INTRODUCTION

La présente étude concerne le projet de rénovation énergétique du bâtiment H du Campus Villejean – Université Rennes 2.

D'une manière générale, les choix techniques et architecturaux viseront à atteindre de bonnes conditions de confort thermique pour les usagers. La mission de l'acousticien sera donc d'accompagner l'ensemble de l'équipe dans les différents choix de solutions en fonction de leur faisabilité acoustique et des éventuelles mesures compensatoires qu'elles nécessiteront.

Le présent rapport, réalisé dans le cadre de la phase DCE, concerne l'aile BL1 du Bâtiment H. Notre intervention à ce stade porte notamment sur les équipements techniques liés à la ventilation et au renforcement thermique des façades. Le présent rapport décrit les objectifs recherchés et les dispositions constructives à mettre en œuvre pour les obtenir.

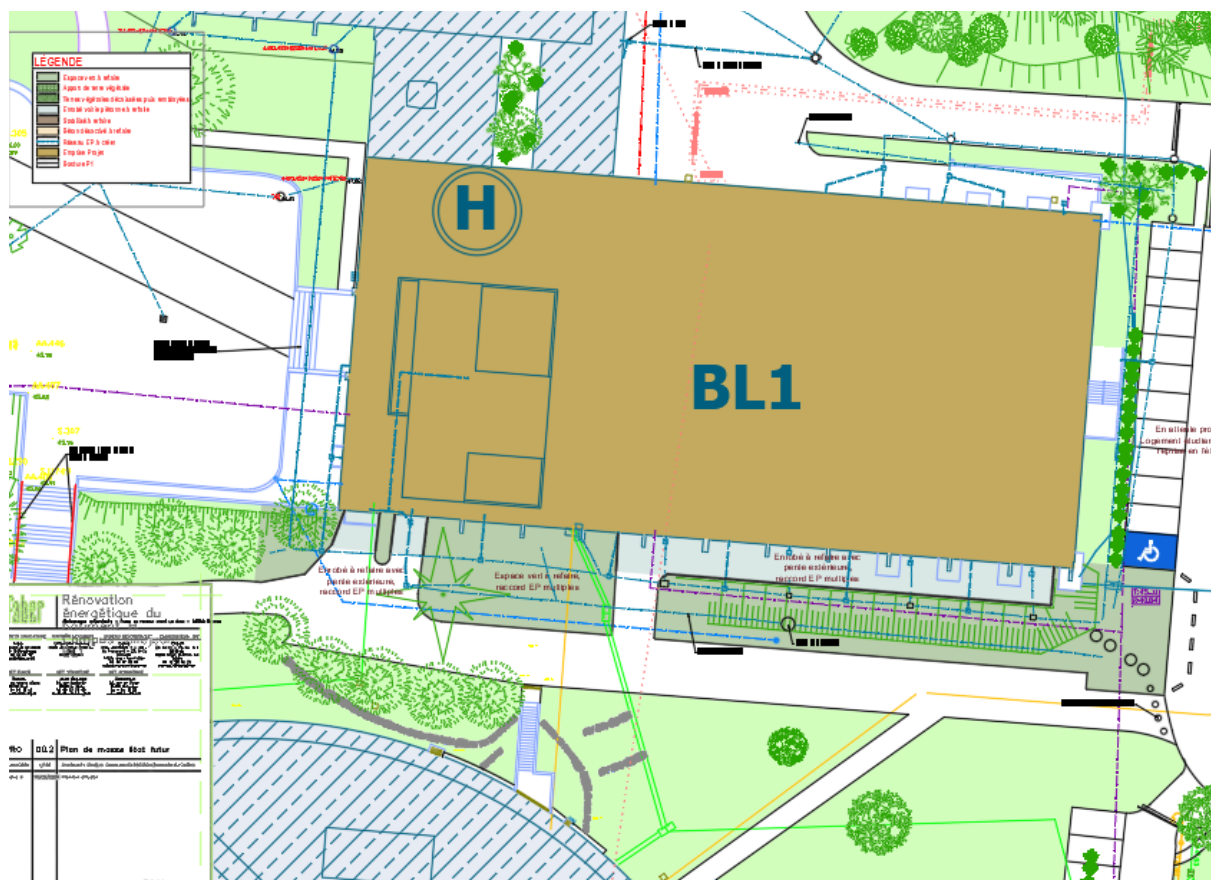


Figure 1 : Localisation BL1 du Bâtiment H

II – DEFINITION DES GRANDEURS UTILISEES DANS LE RAPPORT

Isolement par rapport à un bruit rose – DnTA : un isolement normalisé vis-à-vis d'un bruit rose est le DnTA. Il correspond à la différence entre une émission normalisée et le niveau résultant dans le local de réception, corrigé des temps de réverbération de ce dernier. Il est exprimé en dB. Plus la valeur est élevée, meilleur est l'isolement.

⇒ $DnTA = Dn \text{ (isolement brut)} + 10 \log (T/T_0)$ où $T_0 = 0,5 \text{ sec.}$

Isolement par rapport à un bruit routier – DnTA,tr : un isolement normalisé vis-à-vis d'un bruit routier est le DnTA,tr. Il correspond à la différence entre une émission normalisée de bruit routier et le niveau résultant dans le local de réception, corrigé des temps de réverbération de ce dernier. Il est exprimé en dB. Plus la valeur est élevée, meilleur est l'isolement.

⇒ $DnTA,tr = Dn,tr \text{ (isolement brut)} + 10 \log (T/T_0)$ où $T_0 = 0,5 \text{ sec.}$

Indice d'affaiblissement – Rw (C, Ctr) : performances intrinsèques d'un matériau en matière d'isolement, mesurées en laboratoire. A ne pas confondre avec *l'isolement*, qui est mesuré sur site et dépend de nombreux paramètres. Il existe plusieurs indices selon que la performance est mesurée vis-à-vis d'un bruit rose (même richesse de toutes les bandes de fréquences) ou d'un bruit route (prépondérance des basses fréquences).

Les PV de mesures indiquent les éléments suivants : le Rw affecté de deux termes correctifs C et Ctr négatifs tels que :

- ❖ $RA = Rw + C$ correspond à l'indice d'affaiblissement par rapport à un bruit rose
- ❖ $RA,tr = Rw + Ctr$ correspond à l'indice d'affaiblissement par rapport à un bruit route (il correspond également au Rroute que l'on trouve dans certaines documentations)

Le RA,tr est plus faible que le RA. Il convient donc de faire attention aux indices employés dans la suite du rapport.

Isolements aux bruits d'impacts – L'nTw : l'isolement aux bruits d'impact est matérialisé par le niveau de réception à des chocs normalisés. Il s'agit du L'nTw qui s'exprime en dB. Plus la valeur est faible, meilleur est l'isolement.

Temps de réverbération : les caractéristiques d'acoustique interne d'un volume s'expriment, entre autres, en termes de temps de réverbération. Le temps de réverbération (T_r) d'un local représente, par une mesure acoustique normalisée, la durée exprimée en secondes correspondant à une chute de niveau sonore de 60 dB après la production d'une émission sonore. Un volume est d'autant plus feutré que les temps de réverbération sont faibles. A l'inverse, il est d'autant plus réverbérant que les temps de réverbération sont élevés.

Coefficient d'absorption : α_w . Il est compris entre 0 et 1 et caractérise les propriétés plus ou moins absorbantes d'un matériau. Plus α_w est proche de 1, plus un matériau est absorbant.

Aire d'absorption équivalente : $AAE = \sum (S \times \alpha_w)$ (somme des surfaces des matériaux absorbants multipliées par leur coefficient d'absorption moyen).

III – OBJECTIFS ACOUSTIQUES

Les établissements d'enseignement sont soumis à l'arrêté du 25 avril 2003 qui définit les différents critères acoustiques à respecter.

Dans le cas d'une réhabilitation/rénovation, l'application des textes de référence (réglementaires ou normatifs) n'est pas obligatoire. Cependant, dans un souci de confort, nous essayons un maximum de nous en rapprocher.

3.1. Acoustique interne

Les caractéristiques acoustiques d'un local s'expriment, entre autres, à partir de ses temps de réverbération. L'arrêté du 25 avril 2003 fixe les temps de réverbération des différents espaces en fonction de leur volume et de leur destination, selon les principes suivants :

LOCAUX MEUBLES NON OCCUPES	DUREE DE REVERBERATION MOYENNE (Exprimée en seconde)
Locaux d'enseignement ; de musique ; d'études ; d'activités pratiques ; salle de restauration ; et salle polyvalente d'un volume $\leq 250 \text{ m}^3$. Local médical ou social, infirmerie ; sanitaires ; administration ; foyer ; salle de réunion ; bibliothèque ; CDI.	$0,4 \text{ s} \leq T_r \leq 0,8 \text{ s}$
Locaux d'enseignement ; de musique ; d'études ; d'activités pratiques d'un volume $> 250 \text{ m}^3$, sauf atelier bruyant.	$0,6 \text{ s} \leq T_r \leq 1,2 \text{ s}$
Salle de restauration d'un volume $> 250 \text{ m}^3$	$T_r \leq 1,2 \text{ s}$
Autres locaux et circulation accessible aux élèves d'un volume $> 250 \text{ m}^3$	$T_r \leq 1,2 \text{ s}$ si $250 \text{ m}^3 < V < 512 \text{ m}^3$ $T_r \leq 0,15 V^{1/3}$ si $V > 512 \text{ m}^3$

- Circulations de moins de 250 m^3 : l'aire d'absorption équivalente (AAE) représente au moins la moitié de la surface au sol.

Le bâtiment H abrite la bibliothèque université qui compte donc des espaces de consultations, des salles de travail, des bureaux et espaces informatiques. Les objectifs recherchés sont donc :

- ➔ Espaces de consultations : $T_r \leq 0,8 \text{ sec}$;
- ➔ Salles de travail : $T_r \leq 0,8 \text{ sec}$;
- ➔ Bureaux : $T_r \leq 0,8 \text{ sec}$;
- ➔ Espaces détente : $T_r \leq 0,8 \text{ sec}$ si $V \leq 250 \text{ m}^3$ et $T_r \leq 1,2 \text{ sec}$ si $250 < V < 512 \text{ m}^3$;
- ➔ Salle de réunion : $T_r \leq 0,8 \text{ sec}$;
- ➔ Galerie d'arts : $T_r \leq 1,4 \text{ sec}$

3.2. Bruits d'équipements

Les valeurs maximales des niveaux de bruit engendrés par les équipements dans les différents locaux sont les suivants :

→ **A l'intérieur du bâtiment :**

- Espace de consultations :
 - **$\text{LnAT} \leq 33 \text{ dB(A)}$** si l'équipement fonctionne de manière continue ;
 - **$\text{LnAT} \leq 38 \text{ dB(A)}$** s'il fonctionne de manière intermittente.
- Ensemble des autres locaux :
 - **$\text{LnAT} \leq 38 \text{ dB(A)}$** si l'équipement fonctionne de manière continue ;
 - **$\text{LnAT} \leq 43 \text{ dB(A)}$** s'il fonctionne de manière intermittente.

→ **Vis-à-vis de l'environnement**

Les installations techniques ne devront pas générer de nuisances vis-à-vis du voisinage et, à ce titre, devront respecter l'arrêté relatif aux bruits de voisinage, à savoir le décret du 31 août 2006. Celui-ci définit le critère de gêne par des valeurs maximum d'émergences générées par le bruit particulier par rapport au bruit résiduel (niveau de bruit en l'absence du bruit particulier).

Ces valeurs sont de **+ 5 dB(A)** en période diurne (7H-22H) et **+ 3 dB(A)** en période nocturne.

Elles sont par ailleurs affectées d'un terme correctif en fonction de la durée cumulée T d'apparition du bruit particulier conformément au principe suivant :

+ 6 dB si $T \leq 1 \text{ min}$	+ 3 dB si $20 \text{ min} < T \leq 2 \text{ h}$	0 dB si $T > 8 \text{ h}$
+ 5 dB si $1 \text{ min} < T \leq 5 \text{ min}$	+ 2 dB si $2 \text{ h} < T \leq 4 \text{ h}$	
+ 4 dB si $5 \text{ min} < T \leq 20 \text{ min}$	+ 1 dB si $4 \text{ h} < T \leq 8 \text{ h}$	

Toutefois le décret écarte les cas où le bruit ambiant comportant le bruit particulier a un niveau inférieur à 30 dB(A) à l'extérieur des logements et à 25 dB(A) à l'intérieur.

3.3. Isolement vis-à-vis de l'extérieur

Le classement de voie a été mis à jour en 2024 en ille et vilaine. Le bâtiment H est situé dans le secteur affecté par le bruit de l'avenue de la Bataille Flandres Dunkerque, classée en catégorie 4 selon le nouvel arrêté (cf. Figure 2).

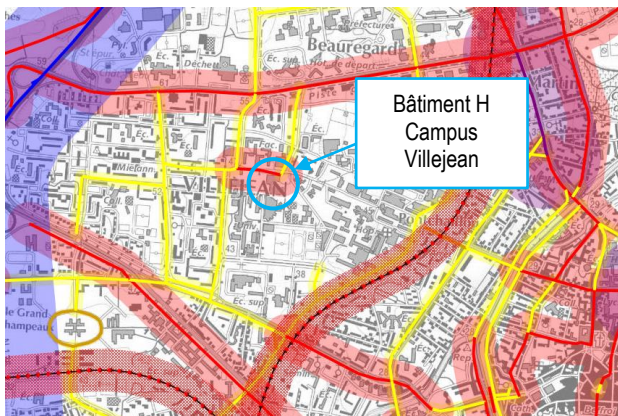


Figure 2 : Situation du projet vis-à-vis des voies classées – classement précédent

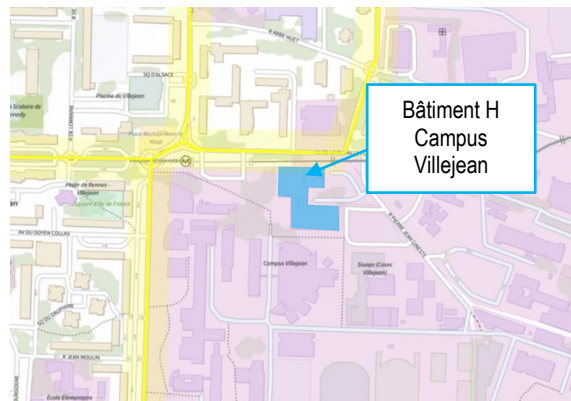


Figure 3 : Situation du projet vis-à-vis des voies classées – nouveau classement en date de juin 2024

BL1 est donc en dehors du secteur affecté par le bruit de cette voie. Les menuiseries extérieures du BL1 sont modifiées dans le cadre du projet. Les objectifs d'isolement recherchés seront donc des isolements courants tels que **$D_{nTA,tr} \geq 30$ dB**.

IV – RAPPEL DU DIAGNOSTIC ACOUSTIQUE

ET MESURES COMPLEMENTAIRES EN COURS D'ETUDE

4.1. Organisation des locaux

Les mesures réalisées dans la partie BL1 sont reportées sur les extraits de plans suivants :

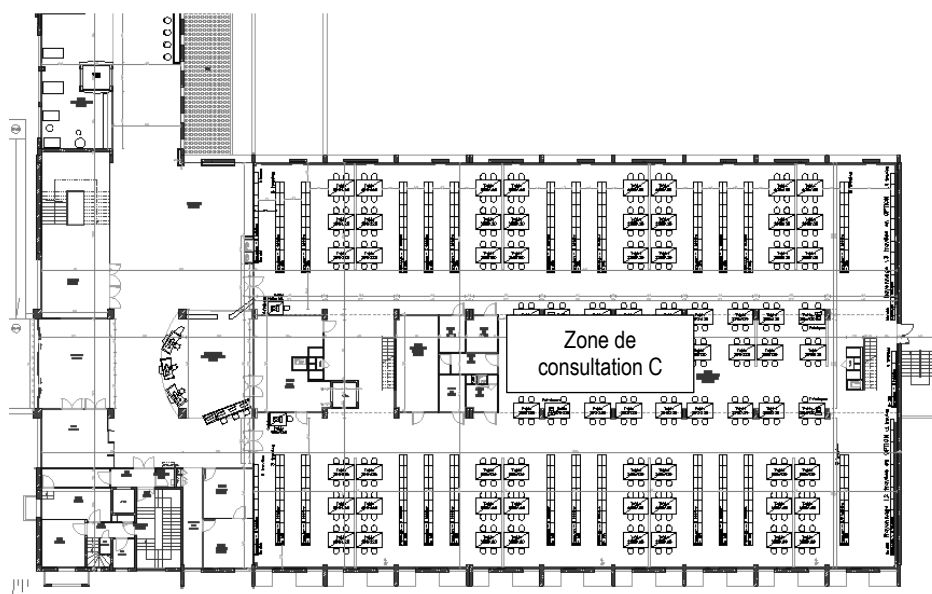


Figure 4 : Repérage des locaux – RDC sud

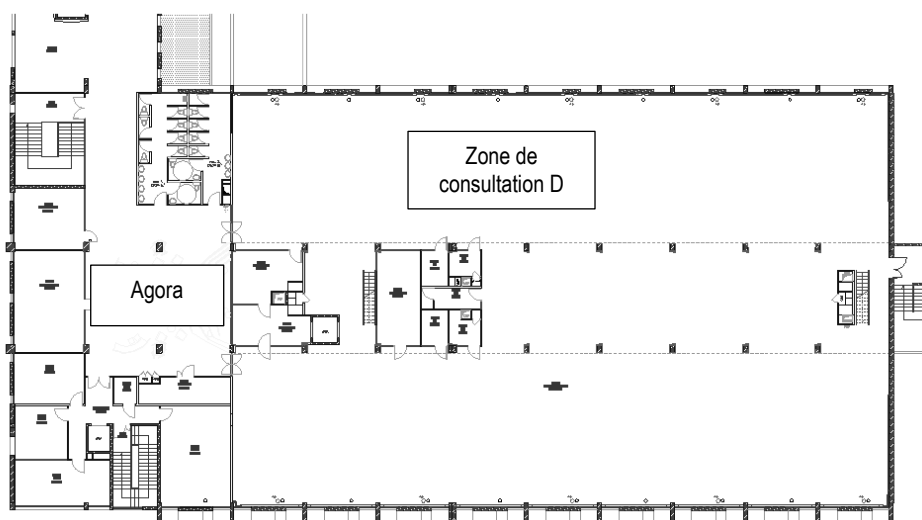


Figure 5 : Repérage des locaux – R+1 sud

4.2. Acoustique interne

4.2.1. Locaux de la bibliothèque

L'ensemble des temps de réverbération mesurés est conforme aux critères réglementaires. Les résultats de mesures correspondent à des locaux feutrés. En effet, les différents espaces de consultation disposent de faux-plafonds absorbants à base de laine minérale tels que $\alpha_w \approx 0,9$.

Associés à l'encombrement important, tous ces éléments expliquent les faibles valeurs obtenues de temps de réverbération.

Dans le cadre du projet, il conviendra donc de ne pas dégrader ces caractéristiques en fonction de nos interventions.

4.2.2. Galerie Art et Essai

A la demande de l'université, la galerie d'Art et Essai a déjà fait l'objet d'un diagnostic et d'une étude de correction acoustique. La galerie actuelle ne dispose d'aucun traitement acoustique.

Les caractéristiques moyennes mesurées dans la salle d'exposition / hall d'entrée sont les suivantes :

f(Hz)	125	250	500	1k	2k	4k	Tmoyen
T _r (sec)	2,7	3,6	3,7	3,6	3,3	2,4	3,5

Ce type de local ne fait l'objet d'aucune réglementation. Dans le cadre de projet similaire ou d'étude de musée, les principes recherchés sont les suivants :

- Les espaces d'exposition ne doivent pas être réverbérants et doivent procurer une atmosphère calme.

Le volume étant supérieur à 512 m³, nous proposons de rechercher l'objectif de $T_r \leq 0,15 \times V^{1/3}$.

4.3. Isolements aux bruits aériens

4.3.1. Zone bureaux R+1

Nous avons effectué des relevés complémentaires suite à certaines plaintes d'usagers.

Les utilisateurs des locaux se plaignent d'entendre d'une pièce à l'autre dans la zone bureau suivante.

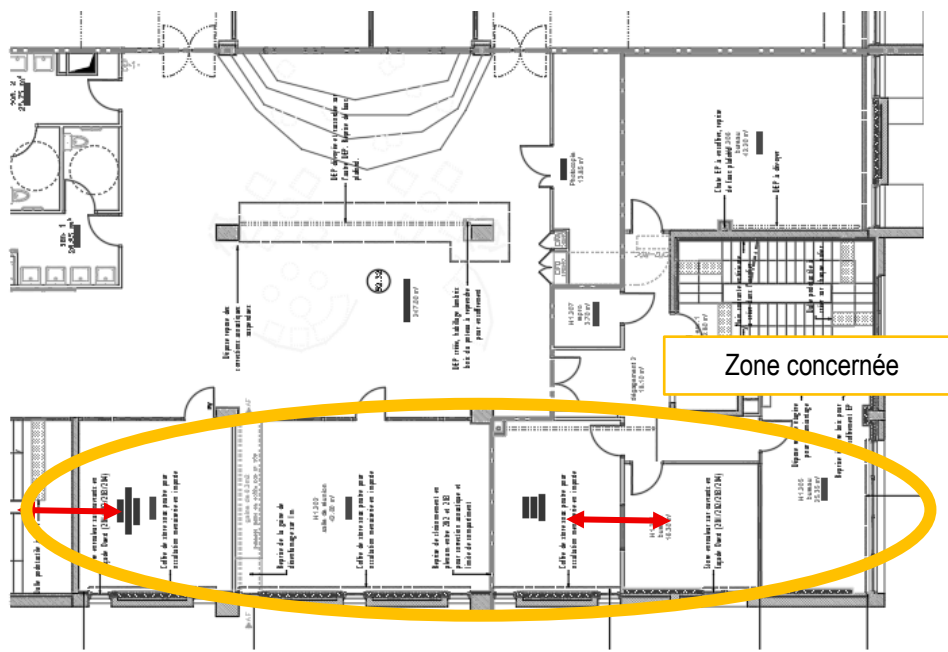


Figure 6 : Mesures entre bureaux effectués

Nous avons donc effectué une mesure entre les bureaux H1 204 et H1 203 ainsi qu'entre le bureau H1 201 et la cage d'escalier.

Les résultats de mesures obtenus sont les suivants :

Local de réception	Local d'émission	Isolement mesuré DnTA [dB(A)]	Critère	Conformité
H1 203	H1 204	31	43	NC
H1 201	Cage d'escalier	28	43	NC

Les mesures réalisées sont non conformes à l'arrêté du 25 avril 2003.

Lors de la mesure, nous avons noté une propagation du bruit en partie haute de la cloison. Nous supposons donc que les cloisons ne montent pas toute hauteur. Les cloisons doivent s'arrêter au niveau du faux-plafond en dalles. Cela pourra expliquer les faibles isollements mesurés.



Figure 7 : bureau H1 203

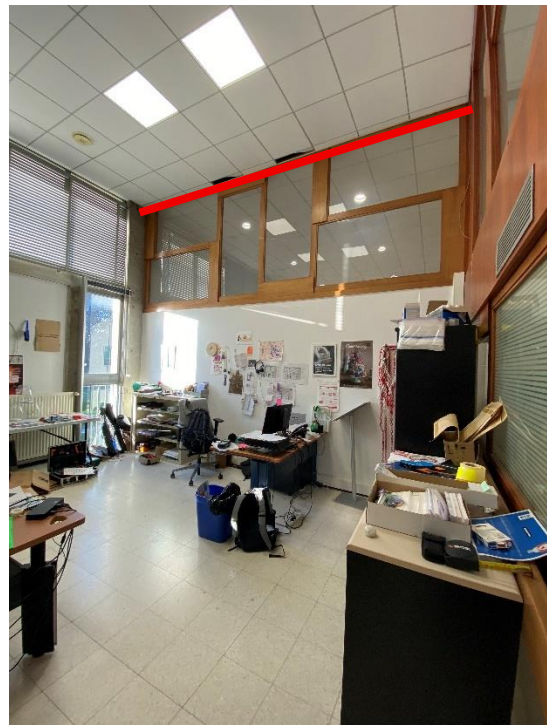


Figure 8 : Bureau H1 201

Afin de résoudre le phénomène, il conviendrait de rajouter un élément de cloison entre chaque bureau.

4.3.2. Box de travail – mezzanine espace de consultation

Les étudiants se plaignent d'entendre les personnes des salles de travail à proximité. Nous avons pu constater que les cloisons des box ne montaient pas toute hauteur. Des barrières acoustiques sont installées (type Acoustimass de chez Rockfon). Ce type de barrière a un $RA < 19 \text{ dB}$.

Afin d'améliorer l'isolement des salles de travail, vis-à-vis du reste de la mezzanine, nous pouvons l'associer à un faux-plafond ayant une atténuation latérale, type Blanka dB 43 de chez Rockfon. Cela permettrait de diminuer la faiblesse en liaison secondaire par le plafond.

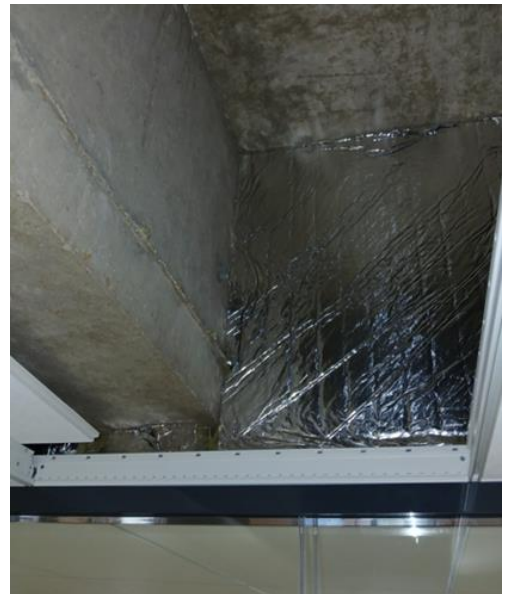


Figure 9 : Barrière acoustique – au-dessus des cloisons des salles de travail mezzanine

Produit	$D_{n,f,w}$	$D_{n,f,w}$ avec Rockfon Acoustimass	$D_{n,f,w}$ avec Rockfon Soundstop 30 dB
Rockfon Blanka A (20mm)	26	40	
Rockfon Blanka D/Aex (20mm)	25	40	
Rockfon Blanka dB 35	35	45*	50*
Rockfon Blanka dB 41	41	52*	55*
Rockfon Blanka dB 43	43	54*	56*
Rockfon Blanka dB 46	46	55*	58*
Rockfon Ekla A (20mm)	26	40	

Figure 10 : Tableau extrait doc fabricant – Rockfon

Remarque : nous ne connaissons pas la performance des cloisons vitrées existantes. Si la performance des cloisons est faible. L'isolement résultat sera donc limité (impact de l'isolement direct et non latéral).

Cette solution ne sera pas retenue pour des raisons de bénéfice d'amélioration/coût.

4.4. Bruits d'équipements

4.4.1. Vis-à-vis des locaux

Rappel des objectifs réglementaires :

- Espace de consultations :
 - **33 dB(A)** si l'équipement fonctionne de manière continue ;
 - **38 dB(A)** s'il fonctionne de manière intermittente.
- Ensemble des autres locaux :
 - **38 dB(A)** si l'équipement fonctionne de manière continue ;
 - **43 dB(A)** s'il fonctionne de manière intermittente.

Les résultats, exprimés en dB, sont reportés dans les tableaux ci-dessous.

Local	LnAT mesuré	Critère	Conformité
Espace de consultation C	En milieu de salle 27 dB(A)	$LnAT \leq 33 \text{ dB(A)}$	C
Espace de consultation D	En milieu de salle 28 dB(A)	$LnAT \leq 33 \text{ dB(A)}$	C

Légende :

C : Conforme

NC : Non conforme

CT : Conforme dans la tolérance de mesure (3 dB)

4.4.2. Vis-à-vis de l'environnement

Dans le cadre du diagnostic, nous avons effectué un diagnostic acoustique environnemental au droit du riverain le plus proche des équipements techniques du bâtiment, à savoir, le logement de fonction situé en toiture du BL1.

L'environnement sonore peut être caractérisé par plusieurs indicateurs :

- le LAeq : niveau sonore moyen qui intègre l'ensemble des événements sonores.
- le L50 : il correspond au niveau sonore atteint ou dépassé pendant 50 % du temps de mesure. Il ne retient pas les événements isolés tels que des passages ponctuels de voitures sur une route proche.
- le L90 : niveau sonore atteint ou dépassé pendant 90 % du temps de mesure. Il correspond au bruit de fond.

Nous avons donc effectué la mesure de l'indice fractile L90 ; il permet de s'affranchir des bruits non représentatifs du niveau sonore moyen (pics dus aux passages de voitures par exemple). De plus, le L90 est appliqué aux bruits stables et continus tels que celui généré par des équipements de traitement d'air.

Les mesures ont été effectuées sur les deux terrasses du logement de fonction (cf. Figure 13).

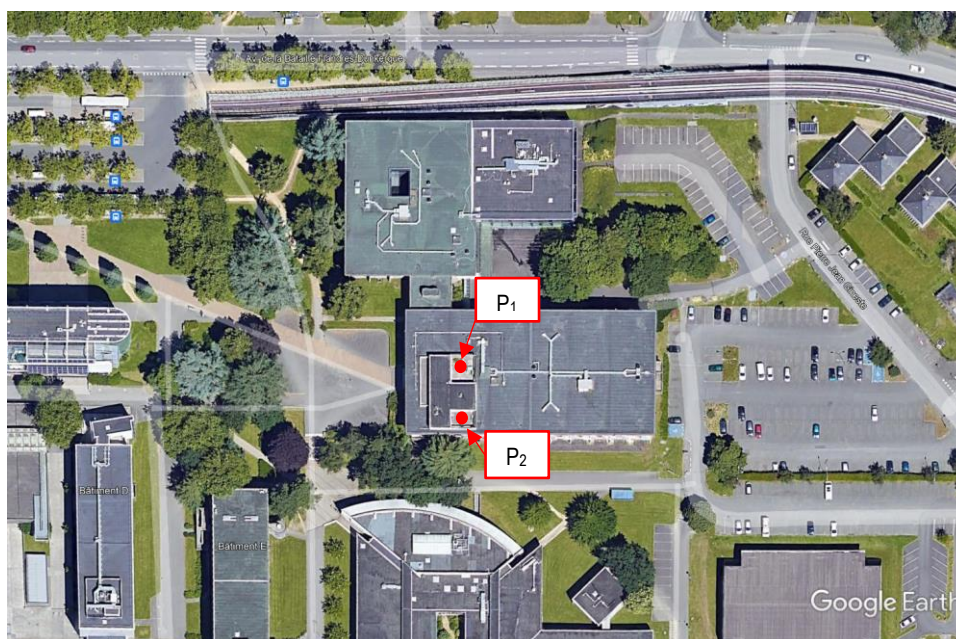


Figure 11 : Position des points de mesure

→ **P₁**:

Le P₁, situé sur la terrasse nord, est le point le plus impacté par le bruit des équipements techniques relatifs au bâtiment H.

Les événements, apparaissant en rouge sur le graphique, sont exclus car non représentatifs de l'environnement sonore du site.

A la lecture du graphique, nous pouvons noter plusieurs points :

- Quelques pics correspondants à des passages d'avions ;
- Présence d'un palier à 5h00 du matin correspondant au démarrage d'un équipement technique spécifique ;
- Le métro qui passe au nord du bâtiment H, n'est pas plus perçu au droit du logement de fonction que le passage d'une voiture.

Les résultats de mesure obtenus sont les suivants :

Indicateur	Jour	Nuit	Période la plus calme
LAeq	47	46	39
L90	43	38	38

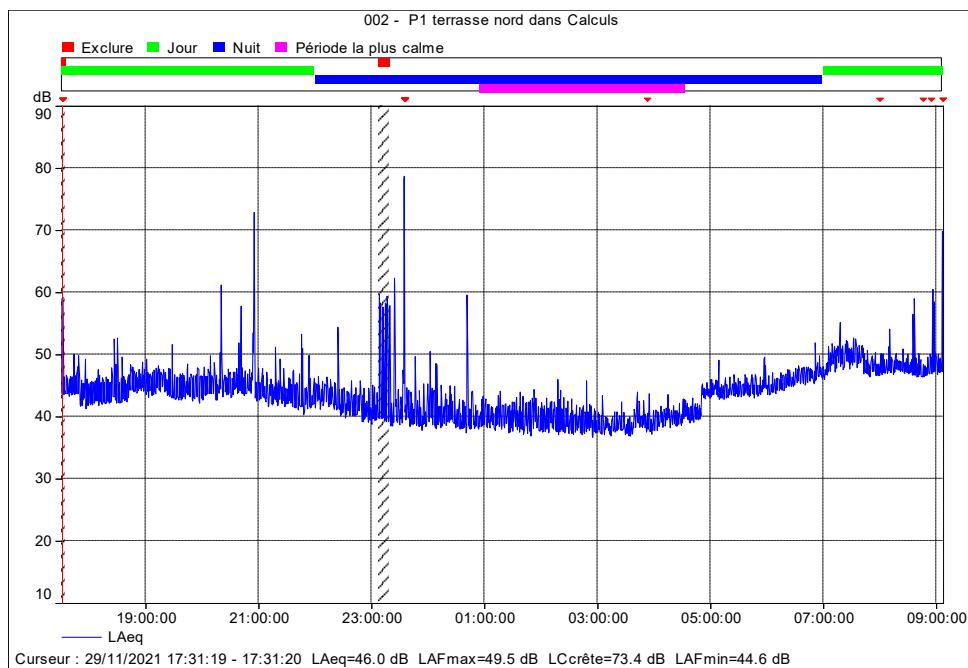


Figure 12 : Signal sonore mesuré au point P₁

→ **P₂** :

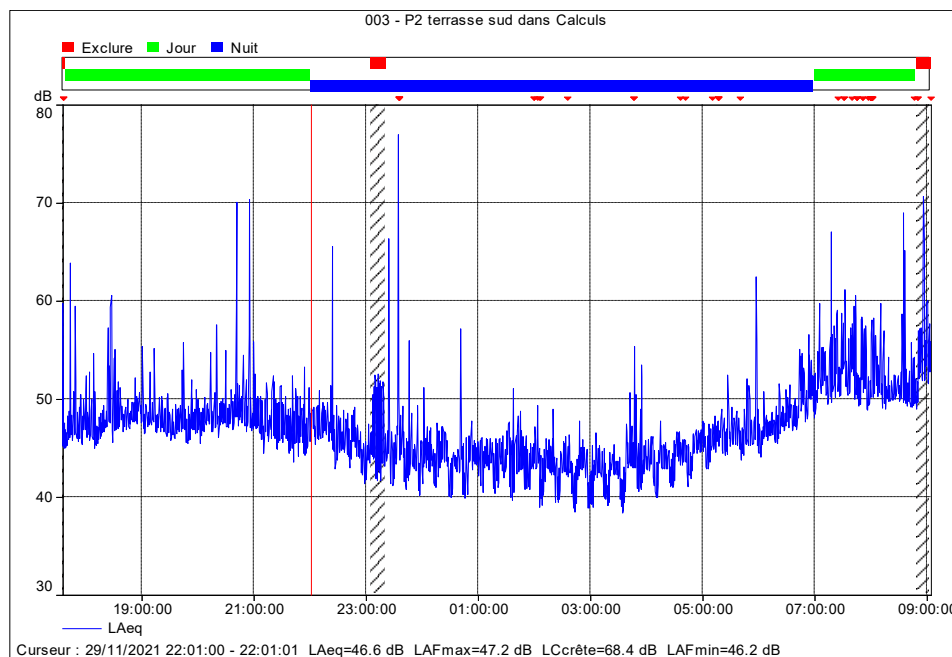


Figure 13 : Signal sonore mesuré au point P₂

Les événements, apparaissant en rouge sur le graphique, sont exclus car non représentatifs de l'environnement sonore.

A la lecture du graphique, nous pouvons noter plusieurs points :

- Quelques pics correspondants à des passages d'avions (retrouvés sur les deux points de mesures P₁ et P₂) ;
- Présence d'un équipement fonctionnant la nuit (fonctionnement intermittent).

Les résultats de mesure obtenus sont les suivants :

Indicateur	Jour	Nuit
LAeq	50	47
L90	46	42

Nous pouvons constater que la mesure réalisée au point P₂ présente des résultats plus élevés qu'au point P₁. En effet, en plus d'être exposé aux équipements techniques du bâtiment H, notamment le BL1, il est également exposé aux bruits des équipements du bâtiment L abritant l'UFR Langues.

Pour fixer nos objectifs, nous retiendrons donc les résultats de mesures du point P₁ qui sont les plus contraignants.

V – ACOUSTIQUE INTERNE

5.1. Méthodologie

La correction acoustique d'un volume a pour objectif, en supprimant le caractère réfléchissant de certaines parois, de limiter son caractère réverbérant. En effet, des matériaux tels que le plâtre lisse, les vitrages contribuent au caractère réverbérant d'un local.

De ce fait, on utilise des matériaux ayant des propriétés absorbantes tels que des matériaux à base de fibre minérale ou de mousse dont les parements peuvent être de plusieurs natures : voile tissé, bois perforé ou ajouré, plâtre perforé, bac métallique perforé, ...

La surface la mieux adaptée pour recevoir un traitement acoustique est généralement le plafond car, d'une part la hauteur constitue bien souvent la plus petite dimension et d'autre part, n'étant pas directement accessible, il n'y a pas de problèmes de tenues mécaniques et de risques de dégradations ultérieures.

L'acoustique interne est étudiée à partir des plans et des éléments fournis par les concepteurs sur la base d'une modélisation des différents locaux. Les calculs d'acoustique interne tiennent compte à la fois de la géométrie de la salle, de la nature des parois, de la position et des caractéristiques acoustiques de la source considérée. Ils tiennent également compte des particularités de la salle, à savoir son caractère plus ou moins encombré.

La simulation est effectuée en utilisant un logiciel d'acoustique prévisionnelle basé sur la méthode des rayons (CATT ACOUSTIC). Les temps de réverbération sont obtenus par moyennage de la décroissance de tous les rayons sonores tirés.

5.2. Dispositions de traitement

5.2.1. Espaces de consultation

Dans le cadre du projet, les façades sont réisolées. Sur le pourtour des façades, environ deux rangées de dalles existantes sont déposées. De nouvelles dalles seront reposées à l'identique : dalles à base de fibre minérale telles que $\alpha_w \approx 0,9$ ou fibre de bois $\alpha_w \approx 0,85$.

Les espaces sous mezzanine du RDC et R+1 disposeront d'un nouveau faux-plafond en dalles à base de fibre minérale tel que $\alpha_w \geq 0,9$

5.2.2. Galerie d'arts

Afin de traiter l'acoustique interne de la galerie, nous prévoyons la mise en place d'une fibre de bois entre poutres.

Objectif proposé : $Tr \leq 1,4 \text{ sec}$
--

Le modèle utilisé pour les calculs est le suivant :

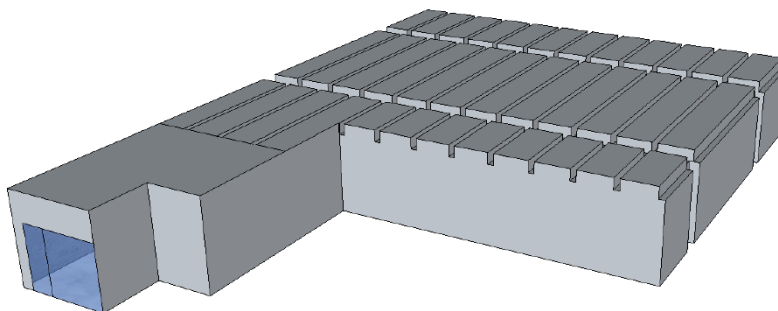


Figure 14 : Modélisation de l'espace galerie d'arts utilisé pour les calculs

Les calculs sont réalisés sur la base d'une mise en œuvre des matériaux suivants :

- Plafond : fibre de bois telle que $\alpha_w \approx 0,85$ entre poutres ;
- Murs : béton brut et prise en compte des surfaces vitrées ;
- Sol : béton ;

L'absence d'encombrement de ce type d'espace est prise en compte dans les calculs.

Les résultats de calculs obtenus sont les suivants :

f(Hz)	125	250	500	1k	2k	4k
Tr (sec)	2,0	1,9	1,6	1,4	1,3	1,0

Trmoyen = 1,4 sec

Les résultats sont conformes à l'objectif recherché.

5.2.3. Autres locaux

Certaines salles disposeront d'un faux-plafond en dalles à base de fibre minérale neuf ($\alpha_w \geq 0,9$).

Locaux concernés : réserves et sanitaires RDJ, bureau/salle de réunion galerie, salle détente, salle de réunion et bureaux R+1.

L'ancien logement sera transformé en plateaux de bureaux. Nous prévoyons dans ces locaux des faux-plafonds à base de fibre de bois fixés mécaniquement sous dalle tels que $\alpha_w \geq 0,85$.

5.3. Synthèse

La correction acoustique des locaux sera réalisée sur la base d'une mise en œuvre des matériaux suivants :

➤ **Faux-plafonds à base de fibre minérale :**

- $\alpha_w \geq 0,9$

Localisation :

- RDJ : Reprises en pourtour des locaux, bureau, autres reprises au droit de cloison ou façades (cf. plans architectes) ;
- RDC : Reprises en pourtour des zones de consultations, faux-plafond des zones de consultation sous mezzanine (cf. plans architectes) ;
- R+1 : Reprises en pourtour des zones de consultations ou autres locaux, faux-plafond de la zone de consultation sous la mezzanine, faux-plafond de la salle détente, de la salle de réunion et des bureaux (cf. plans architectes). Faux-plafonds des bureaux 203, 204, 205 et 206.

➤ **Faux-plafonds à base de fibre de bois :**

- $\alpha_w \geq 0,85$
- fixés mécaniquement ;
- type Organic Twin 35 mm de chez Knauf ou équivalent ;

Localisation :

- RDJ : traitement entre poutres de la galerie d'arts / salle d'exposition.
- RDC : ancien logement – traitement en plafond des plateaux libres de bureaux, pourtour des zones de consultations (cf. plans architectes) ;
- R+1 : Reprises en pourtour des zones de consultations (cf. plans architectes). ;

VI – ISOLEMENTS AUX BRUITS AERIENS

6.1. Méthodologie

L'isolement entre deux locaux, qui correspond à ce que l'on mesure in-situ et est appelé DnTA, dépend de plusieurs paramètres :

- les caractéristiques intrinsèques de la paroi séparatrice (indice d'affaiblissement) et des différents éléments qui la constituent ;
- la nature des liaisons secondaires ;
- la géométrie du local de réception ;
- la surface de la cloison.

En tenant compte de ces différents facteurs, on détermine, en fonction de l'isolement que l'on souhaite obtenir, l'indice d'affaiblissement nécessaire, et donc le type de cloison à mettre en place, ainsi que la nature des différents éléments qui la constituent, en particulier les blocs-portes.

6.2. Nature des séparatifs

Dans le cas de reprises de cloisons, celles-ci devront être réalisées à l'identique.

Les cloisons neuves seront de type 98/48 telles que **RA ≥ 45 dB**.

Cas des bureaux H1 201 à H1 205 : Nous prévoyons une reprise de la cloison afin de monter les cloisons jusqu'au plancher haut. Ces compléments devront être tels que **RA ≥ 45 dB**.

6.3. Gaines techniques

Des gaines techniques sont créées pour passage de réseaux type EP. Ces coffres devront être tels que 2 BA13 + 45 mm de laine minérale.

Les gaines techniques ne seront pas filantes ; les nez de planchers pénétreront à l'intérieur des trémies.

Les traversées de planchers seront traitées avec des matériaux résilients entre les gaines et les tuyaux d'une part et les planchers d'autre part. Ces matériaux résilients iront au-delà de l'épaisseur du plancher (dépassement au-dessus et en-dessous du plancher).

⚠ Optimiser les réservations dans les planchers et bien colmater les traversées de planchers au mortier, sans court-circuiter le matériau résilient qui entoure les gaines.

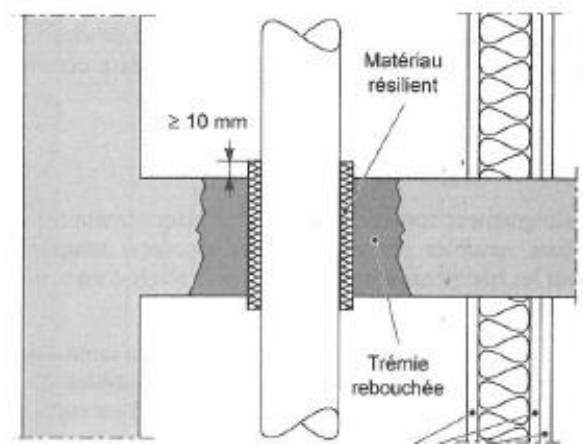


Figure 15 : Traitement des passages de canalisations dans les gaines techniques

- ➔ Traitement de la gaine : prévoir un calorifugeage des canalisations EU / EV / EP: enrobage en laine minérale épaisseur 25 mm.
 - Ou utilisation de gaines acoustiques ESA4 (type Chutunic) ou ESA5 ; (type Friaphon).
- Des matériaux résilients devront être intégrés aux traversées des canalisations ;

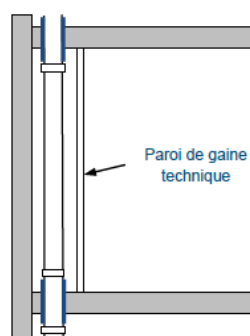


Figure 16 : Mise en place d'un résilient au niveau des traversées

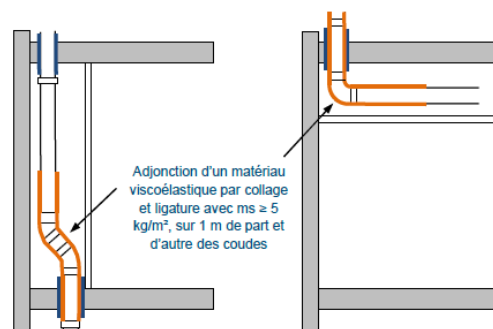


Figure 17 : Mise en place matériaux visco-élastique au droit des coudes ou dévoiement oblique

Dans le cas de dévoiement, il conviendra de prévoir les prestations similaires aux gaines verticales.

VII – ISOLEMENTS AUX BRUITS D'IMPACTS

L'isolement aux bruits d'impacts dépend de la nature du plancher, des performances du revêtement de sol, de la nature des liaisons secondaires, de la volumétrie des locaux.

Certains revêtements de sol existants sont déposés. Les nouveaux revêtements de sol mis en œuvre seront de type sol souple tel que $\Delta L_w \geq 17$ dB afin de limiter les transmissions aux impacts.

Impact des escaliers :

Les utilisateurs se plaignent du bruit des montées ou descentes d'escalier le long des salles de travail, exemple sur l'extrait de plan suivant et photos ci-après.



Figure 18 : Bruit des escaliers - mezzanine

Sur site, nous avons pu constater le niveau sonore important dû à la montée ou la descente des escaliers sur le long des salles de travail. En effet, ces escaliers étant en structure métallique (aluminium), fixés au sol sans désolidarisation quelconque, les bruits d'impact sont donc retransmis aux salles par transmission solidienne.

Afin d'améliorer cette gêne, il serait envisageable de prévoir :

- un revêtement sur les marches : type sol souple ou moquette tel que $\Delta L_w \geq 17$ dB.
- Désolidarisation des marches par interposition de bandes résilientes :



Figure 19 : Désolidarisation des marches des escaliers mezzanine

Les bandes résilientes seront de type :

- TALMISOL ou ISOTRAP (PLAKABEON), ou SYLOMER (GETZNER), ou TRONSOLE (SCHÖCK).

VIII – ISOLEMENT VIS-A-VIS DE L'EXTERIEUR

8.1. Objectifs vis-à-vis de l'extérieur

L'arrêté du 25 avril 2003 relatif aux établissements d'enseignement fixe l'application des isolements réglementaires logements comme objectifs d'isolement vis-à-vis de l'extérieur.

$DnTA, tr$ réglementaire $\geq DnTA, tr$ réglementaire logement ET $DnTA, tr \geq 30$ dB

Il y a des voies classées aux alentours du projet. Le bâtiment H est situé dans le secteur affecté par le bruit de l'avenue de la Bataille Flandres Dunkerque, classée en catégorie 4 (cf. Figure 23).

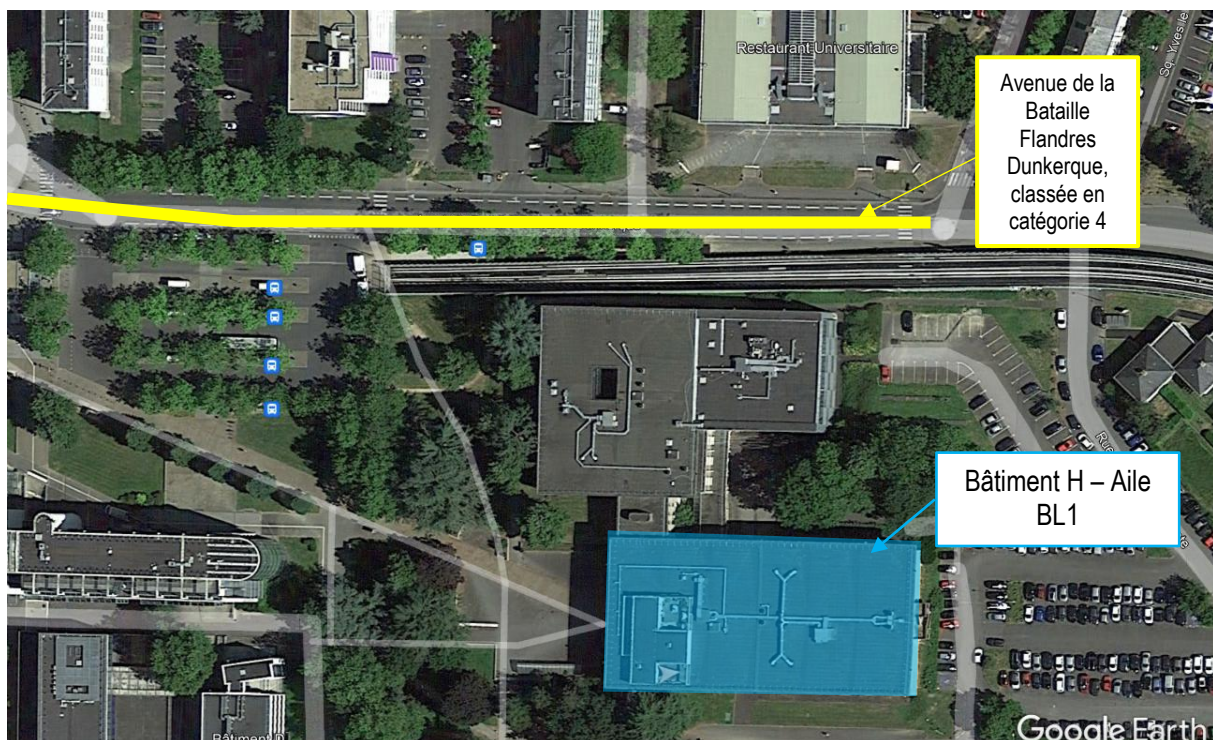


Figure 20 : Situation du projet vis-à-vis des voies classées

BL1 est situé à plus de 30 m de la voie, les objectifs recherchés seront donc des isolements courants tels que **$DnTA, tr \geq 30$ dB**.

8.2. Composition des façades

Les façades du bâtiment H sont en béton.

Dans le cadre du projet, nous rapportons un doublage de type fibre de bois (épaisseur 145 mm ou 80 mm en fonction de la localisation) + 1 BA18.

Les nouveaux complexes de façades permettront de satisfaire aux objectifs d'isolation de façades.

8.3. Performances des menuiseries extérieures

Les performances des menuiseries extérieures devront respecter telles que **$RA_{tr} \geq 30$ dB**.

IX – BRUITS D'EQUIPEMENTS

Les installations techniques sont étudiées de manière à limiter la propagation sonore à partir des caissons et ainsi à respecter les objectifs vis-à-vis des locaux et de l'environnement.

Dans le cadre du projet, de nouveaux équipements remplaceront les équipements déjà présents et de nouveaux équipements seront prévus pour compléter les installations existantes.

Les équipements mis en place sont les suivants :

- Remplacement de l'ETT existant ;
- Remplacement de trois caissons VMC ;
- Mise en place de deux caissons neuf.

Les interventions effectuées sur les réseaux de ventilation sont réalisées à l'identique de l'existant.

9.1. Objectifs acoustiques

9.1.1 Vis-à-vis des locaux

Les niveaux de bruit générés par les équipements ne devront pas dépasser les valeurs suivantes :

- Espace de consultations :
 - **$L_{nAT} \leq 33 \text{ dB(A)}$** si l'équipement fonctionne de manière continue ;
 - **$L_{nAT} \leq 38 \text{ dB(A)}$** s'il fonctionne de manière intermittente.
- Ensemble des autres locaux :
 - **$L_{nAT} \leq 38 \text{ dB(A)}$** si l'équipement fonctionne de manière continue ;
 - **$L_{nAT} \leq 43 \text{ dB(A)}$** s'il fonctionne de manière intermittente.

Afin de répondre à ces objectifs, il conviendra de vérifier que les caissons prévus respectent les valeurs suivantes :

- Caisson VMC neuf RDJ :
 - Reprise : **$L_w \leq 56 \text{ dB(A)}$** ;
- Caisson VMC neuf Bureaux RDC :
 - Reprise : **$L_w \leq 56 \text{ dB(A)}$** ;
- Caissons VMC 1, 2 et 3 :
 - Reprise : **$L_w \leq 51 \text{ dB(A)}$** ;

- ETT :
 - Soufflage : **$L_w \leq 51 \text{ dB(A)}$** ;
 - Reprise : **$L_w \leq 51 \text{ dB(A)}$** ;

9.1.2. Vis-à-vis de l'environnement

Nous prenons comme hypothèse :

- L'ETT fonctionnera en période d'occupation des locaux soit uniquement en période diurne.
- Les caissons VMC fonctionneront de jour et de nuit.

Rappel des résultats de mesures de jour :

Les résultats de mesure obtenus sont les suivants :

Indicateur	Jour
LAeq	47
L90	43

Le fonctionnement des équipements techniques ne devra pas générer de nuisances vis-à-vis de l'environnement. A ce titre, ils devront respecter les critères du décret du 31 août 2006 relatif aux bruits de voisinage.

Période diurne :

Pour des raisons de confort du riverain le plus proche, nous considérerons que les nouveaux équipements mis en place ne devront pas dégrader le niveau de bruit résiduel actuel. Le niveau sonore résiduel mesuré en période diurne est de **43 dB(A)**. Le niveau sonore généré durant cette période par les équipements techniques au droit des riverains les plus proches, devra être inférieur à : $43 + 5 = 48 \text{ dB(A)}$.

Pour respecter cet objectif qui intègre déjà le bruit résiduel, la contribution sonore des installations techniques ne doit pas être supérieure à la valeur suivante :

⇒ **Contribution sonore des installations $\leq 45 \text{ dB(A)}$**

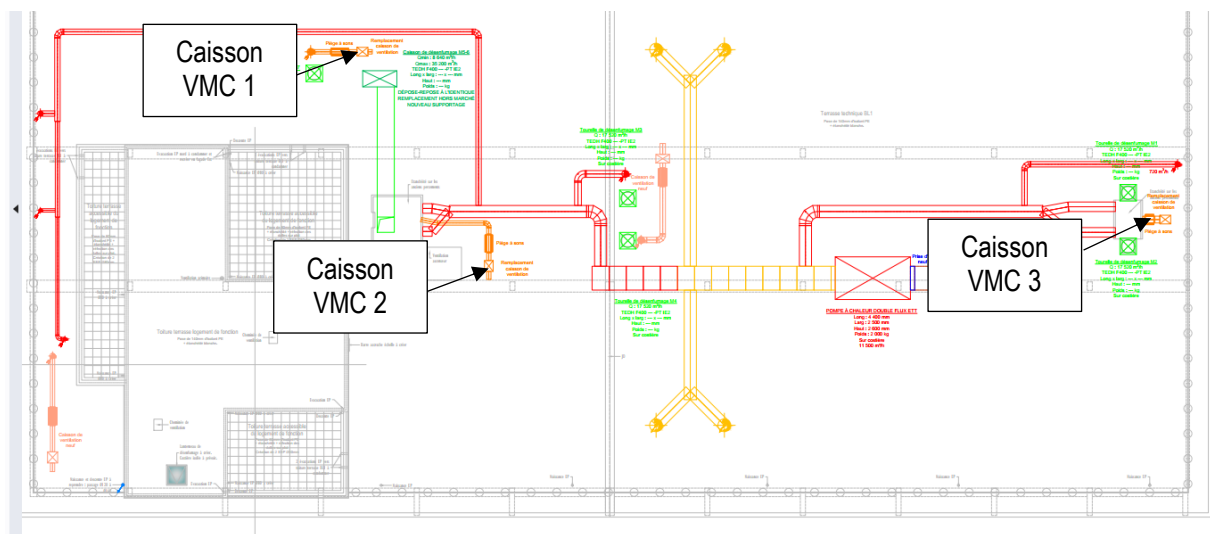
En effet, compte tenu de l'addition logarithmique des niveaux sonores, on a :

$$\begin{aligned}
 & \mathbf{43 \text{ dB(A)} \text{ (bruit résiduel)} + 45 \text{ dB(A)} \text{ (contribution des installations)}} \\
 & \quad \quad \quad = \\
 & \quad \quad \mathbf{48 \text{ dB(A)} \text{ (valeur maximum à ne pas dépasser)}}
 \end{aligned}$$

Les niveaux de puissance générés par les équipements devront respecter les valeurs suivantes :

- ❖ ETT :
 - Rejet : **$L_w \leq 70 \text{ dB(A)}$** ;
 - Air neuf : **$L_w \leq 70 \text{ dB(A)}$** ;

- ❖ Caissons VMC 1 :
 - Rejet : $L_w \leq 65 \text{ dB(A)}$;
- ❖ Caissons VMC 2 :
 - Rejet : $L_w \leq 65 \text{ dB(A)}$;
- ❖ Caissons VMC 3 :
 - Rejet : $L_w \leq 75 \text{ dB(A)}$;
- ❖ Caisson VMC bureaux RDC :
 - Rejet : $L_w \leq 58 \text{ dB(A)}$;
- ❖ Caisson VMC RDJ :
 - Rejet : $L_w \leq 70 \text{ dB(A)}$;



Période nocturne :

Les installations techniques ne devront pas générer plus de : $L \leq 32 + 3 = 35 \text{ dB(A)}$ au droit des habitations les plus proches.

Pour respecter cet objectif qui intègre déjà le bruit résiduel, la contribution sonore des installations techniques ne doit pas être supérieure à la valeur suivante :

⇒ Contribution sonore des installations $\leq 32 \text{ dB(A)}$

En effet, compte tenu de l'addition logarithmique des niveaux sonores, on a :

$$\begin{aligned}
 & 32 \text{ dB(A) (bruit résiduel)} + 32 \text{ dB(A) (contribution des installations)} \\
 & \quad \quad \quad = \\
 & \quad \quad \quad 35 \text{ dB(A) (valeur maximum à ne pas dépasser)}
 \end{aligned}$$

Les niveaux de puissance générés par les équipements devront respecter les valeurs suivantes :

- ❖ Caissons VMC 1 :
 - Rejet : **$L_w \leq 52 \text{ dB(A)}$** ;
- ❖ Caissons VMC 2 :
 - Rejet : **$L_w \leq 52 \text{ dB(A)}$** ;
- ❖ Caissons VMC 3 :
 - Rejet : **$L_w \leq 59 \text{ dB(A)}$** ;
- ❖ Caisson VMC bureaux RDC :
 - Rejet : **$L_w \leq 47 \text{ dB(A)}$** ;
- ❖ Caisson VMC RDJ :
 - Rejet : **$L_w \leq 59 \text{ dB(A)}$** ;

9.1.3. Synthèse

Les objectifs calculés sont résumés dans le tableau suivant :

Equipements techniques	Objectifs
ETT	Soufflage : $L_w \leq 51 \text{ dB(A)}$ Reprise : $L_w \leq 51 \text{ dB(A)}$ Rejet : $L_w \leq 70 \text{ dB(A)}$ Air neuf : $L_w \leq 70 \text{ dB(A)}$ Et $L_{p10m} \leq 45 \text{ dB(A)}$
VMC 1	Extraction : $L_w \leq 51 \text{ dB(A)}$ Rejet : $L_w \leq 52 \text{ dB(A)}$
VMC 2	Extraction : $L_w \leq 51 \text{ dB(A)}$ Rejet : $L_w \leq 52 \text{ dB(A)}$
VMC 3	Extraction : $L_w \leq 51 \text{ dB(A)}$ Rejet : $L_w \leq 59 \text{ dB(A)}$
VMC RDJ	Extraction : $L_w \leq 56 \text{ dB(A)}$ Rejet : $L_w \leq 59 \text{ dB(A)}$
VMC Bureaux RDC	Extraction : $L_w \leq 56 \text{ dB(A)}$ Rejet : $L_w \leq 47 \text{ dB(A)}$

9.2. Dispositions constructives

9.2.1. Traitement des réseaux

- Mise en place de silencieux au soufflage et à l'extraction afin de limiter la propagation sonore vers les locaux, via les réseaux. Les atténuations des silencieux seront déterminées de manière à respecter les objectifs fixés en § 9.1.3
- Mise en place de silencieux sur les prises d'air neuf et les rejets afin de limiter la propagation sonore vers l'extérieur. Les atténuations des silencieux seront déterminées de manière à respecter les objectifs fixés en § 9.1.3.
- Les piquages seront en flexible type Phoniflex d'au moins 1,0 m.
- Quand il nécessite un silencieux celui sera à minima tel que $\Delta \geq 10 \text{ dB(A)}$;

Sur la base des valeurs des spectres acoustiques des caissons présélectionnés par le BET en charge de la mission ventilation, on obtient les atténuations suivantes :

VMC 1 :

- Rejet : $L_w = 81 \text{ dB(A)}$ → atténuation du silencieux : $\Delta \geq 29 \text{ dB(A)}$;

VMC 2 :

- Rejet : $L_w = 81 \text{ dB(A)}$ → atténuation du silencieux : $\Delta \geq 29 \text{ dB(A)}$;

VMC 3 :

- Rejet : $L_w = 81 \text{ dB(A)}$ → atténuation du silencieux : $\Delta \geq 22 \text{ dB(A)}$;

VMC RDJ :

- Rejet : $L_w = 65 \text{ dB(A)}$ → atténuation du silencieux : $\Delta \geq 10 \text{ dB(A)}$;

VMC bureaux RDC :

- Rejet : $L_w = 47 \text{ dB(A)}$ → pas silencieux nécessaire ;

L'ETT sélectionnée a un $L_{p10 \text{ m}} = 45,2 \text{ dB(A)}$. Après atténuation due à la distance, le niveau de pression résultant au droit du logement en terrasse (à environ 27 m de l'équipement) sera de 37 dB(A). La valeur obtenue est donc inférieure soit conforme à l'objectif recherché.

9.2.2. Désolidarisation des caissons

- Interposition de plots antivibratiles entre les caissons et leur support afin de limiter la propagation sonore via la structure. Les plots seront dimensionnés en fonction de la répartition de charge des caissons et des caractéristiques des ventilateurs de manière à procurer une atténuation au moins égale à 96% aux fréquences prépondérantes.
- Les conduits devront être fixés à l'aide des colliers antivibratiles.

9.2.3. Passage de réseaux

Si des gaines de ventilations sont amenées à traverser les barrières acoustiques de salles de travail – mezzanine, il conviendra de prévoir de les calorifuger avec un isolant d'au moins 25 mm. Rockfon recommande la pose de ruban adhésif aluminium sur les deux faces de la barrière au niveau des jonctions, traversée de conduits et gaines.



Figure 21 : Calorifugeage des gaines traversantes