



NANTES - BORDEAUX
SARL au capital de 10 000€
R.C.S. NANTES 797 460 797
Code APE 7112 B
contact@symbiance-ing.fr
www.symbiance-ingenierie.fr

AMELIORATIONS ACOUSTIQUES – T.U NANTES (44)

Théâtre universitaire de Nantes (44)

Réf : A250302

Client	Loom Architecture
	24 Grande rue - 44240 Sucé-sur-Erdre Web. www.loom.archi



Maître d'ouvrage

Université de Nantes
 **Nantes**
Université

NOTE ACOUSTIQUE – APD 2
EBF – 3

28/11/2025

SUIVI DU DOCUMENT

Indice	Date	Rédaction	Modifications
3	28/11/2025	EB	Toute préconisations optionnelles, à appliquer selon possibilités budgétaires. Les travaux de plâtrerie (cloisons, plafonds d'isolement) et portes sont à privilégier sur les travaux de correction acoustique, qui bien que nécessaires pourront être réalisés ultérieurement avec un budget complémentaire.
2	07/11/2025	EB	Modif suite remarques APD 1
1	15/09/2025	EB	Version initiale

Ce document comporte 37 pages numérotées.

Opérateur et rédacteur : Eric Boboeuf



SOMMAIRE

SUIVI DU DOCUMENT	2
SOMMAIRE	3
1. INTRODUCTION	5
2. CONTEXTE NORMATIF ET REGLEMENTAIRE	6
2.1. REGLEMENTATION BATIMENT	6
2.2. REGLEMENTATION BRUIT ROUTIER	6
2.3. REGLEMENTATION BRUIT DANS L'ENVIRONNEMENT	6
2.4. REGLEMENTATION BRUIT DE CHANTIER	6
2.5. NORMES CONFORT ACOUSTIQUE	6
3. DESCRIPTEURS ACOUSTIQUES	8
3.1. PERFORMANCES ACOUSTIQUES FINALES MESUREES IN SITU	8
3.2. PERFORMANCES ACOUSTIQUES DES MATERIAUX MESUREES EN LABORATOIRE (DONNEES FOURNISSEURS)	8
3.2.1. .. Caractéristiques acoustiques liées aux équipements mesure in situ:	8
3.2.2. .. Caractéristiques acoustiques liées aux équipements données fournisseur:	9
3.3. CONFUSIONS	10
3.3.1. .. Ne pas confondre : ISOLEMENT VS AFFAIBLISSEMENT VS ABSORPTION	10
3.3.2. .. Ne pas confondre : ISOLATION VS CORRECTION	12
4. DIAGNOSTIC ETAT INITIAL AVANT TRAVAUX	13
4.1. DUREE DE REVERBERATION (Tr) DU HALL	13
4.1.1. .. Protocole	13
4.1.2. .. Résultats	13
4.1.3. .. Observations	13
4.2. ISOLEMENT DNTA HALL → SALLE DE RECHERCHE	14
4.2.1. .. Protocole	14
4.2.2. .. Résultats	14
4.2.3. .. Observations	14
4.3. BUREAUX MEZZANINE R+1 DU HALL	15
5. OBJECTIFS ACOUSTIQUES	16
5.1. ISOLEMENT AUX BRUITS AERIENS EXTERIEURS DNTA, TR	16
5.2. ISOLEMENT AUX BRUITS AERIENS ENTRE LOCAUX DNTA	16
5.3. MAITRISE DE LA REVERBERATION	16
5.4. BRUITS D'EQUIPEMENTS	17
6. PRECONISATIONS	18
6.1. CLOISONS – DOUBLAGES – PLAFONDS	18
6.1.1. .. Généralités	18
6.1.2. .. Plafond d'isolement	20
6.1.3. .. Jonction Cloisons / Toiture	20
6.1.4. .. Cloisons	21
6.1.5. .. Soffites/encoffrement des gaines des réseaux (non chiffré)	22
6.1.6. .. Plafonds suspendus	24
6.1.7. .. Traitement des parois des locaux (non chiffré)	25
6.2. REVETEMENTS MURAUX	26
6.3. MENUISERIES INTERIEURES	27
6.3.1. .. Généralités	27
6.3.2. .. Blocs-portes	27
6.3.3. .. Transfert d'air	28
6.4. CHAUFFAGE – VENTILATION – CLIMATISATION (HORS MISSION - A TITRE INFORMATIF)	29
6.4.1. .. Généralités	29



6.4.2. .. Pièges à sons	30
6.4.3. .. Réglage des débits	31
6.4.4. .. Gaines rectangulaires	31
6.4.5. .. Bouches de reprise et de soufflage	31
6.4.6. .. Gaines et tuyaux	31
6.4.7. .. Gaines terminales	32
6.4.8. .. Traversées de parois	32
6.4.9. .. Bruits solidiens – Vibrations	32
6.4.10. Capotage et traitement absorbant	33
6.4.11. Raccordements	33
6.4.12. Canalisations	33
6.5. ELECTRICITE	34
6.5.1. .. Généralités	34
6.5.2. .. Traversées de parois	34
6.5.3. .. Disposition des appareillages	34
6.5.4. .. Traitement des vibrations	35
6.6. PLOMBERIE – SANITAIRE.....	36
6.6.1. .. Généralités	36
6.6.2. .. Canalisations	36
6.6.3. .. Traversées de parois	36
6.6.4. .. Dévoiements	36
6.6.5. .. Equipements sanitaires	36



1. INTRODUCTION

Ce document concerne les travaux de réaménagement du théâtre universitaire de l'université de Nantes, à Nantes (44).

Établie sur la base du préprogramme transmis lors de la phase candidature, la mission concerne :

- L'amélioration de la correction acoustique du hall principal ;
- L'amélioration de l'isolation acoustique entre le bureau mezzanine vis-à-vis du hall principal ;
- L'amélioration de l'isolation acoustique entre hall principal et la salle de recherche avec la création d'un sas acoustique.

Cf. extrait DC4 ci-dessous transmise en phase candidature :

Mission acoustique d'assistance à maîtrise d'œuvre en phase APD, établie selon pré-programme :

- Diagnostic portant sur : mesure de la durée de réverbération du hall (mesure T_r),
- Selon constat in situ, préconisations de matériaux absorbants pour correction acoustique du hall (types et quantités de matériaux, emplacements) visant à l'amélioration de la correction acoustique du hall
- Préconisations acoustiques portant sur les matériaux constitutifs du sas d'accès à la salle de répétition du RdC depuis le hall d'accueil, visant à améliorer l'isolement DnTA existant.
- Préconisations acoustiques sur matériaux (composition du complexe de paroi) portant sur le doublage de plancher à mettre en œuvre pour amélioration de l'isolement DnTA entre bureau R+1 mezzanine et la circulation du RdC (sas donnant sur espace détente).

Les objectifs de performance du bâti n'étant pas indiqués au pré-programme, les préconisations suivront des objectifs de performance des moyens mis en œuvre.

La mission est ponctuelle et s'arrête à la remise du rapport d'étude.

Le programme de l'opération a été transmis postérieurement à la DC4 présentée ci-dessus, avec les documents suivants : « ProgrammeGeneralOperations_TheatreUniversitaire_VF-V3 » et « 6_Diagnostic technique et fonctionnel - AKEA_TU_V3 ».

Compte tenu des contraintes budgétaires apparues lors de la conception du projet -notamment la suppression de l'enveloppe définie pour les travaux acoustiques (33k€), les moyens techniques indiqués dans la suite de ce document ont été décrits dans le souci d'être le plus cohérent possible avec les objectifs du programme, dans les limites imposées par les contraintes techniques et budgétaires apparues lors de la conception.

Si les travaux d'amélioration de l'acoustique tels que décrits dans le présent document sont hors budgets et ne pourront être envisagés, il convient cependant en cas d'application partielle des préconisations qui sont faites de prioriser les travaux de plâtrerie (création des cloisons, des soffites et des plafonds d'isolement). Les travaux relatifs à la correction acoustique (panneaux muraux, faux-plafond), nécessaires au confort acoustique des espaces, potentiellement moins impactant sur l'usage des espaces pendant le chantier - du fait de cet impact moindre- pourraient être envisagés lorsque les budgets le permettront, à condition d'avoir préalablement anticiper les dispositions à prendre (emplacement et espace disponibles par exemple, système d'accroche,...) pour leur mise en œuvre ultérieure.

2. CONTEXTE NORMATIF ET REGLEMENTAIRE

Note : ne pas confondre norme et réglementation.

Une réglementation doit être respectée. Elle peut éventuellement se référer à une norme.

Une norme est un guide, dont les objectifs ne tiennent aucunement lieu d'obligation tant qu'aucune réglementation ou programme spécifique appliqué au projet n'y fait référence.

Les principaux textes réglementaires directement applicable au projet sont surlignés en bleu avec lien vers leur version officielle, et résumés dans la suite du document.

2.1. REGLEMENTATION BATIMENT

- > [article 9 de l'arrêté du 20/04/2017](#), relatif à l'accessibilité handicapé des établissements recevant du public (ERP), et définissant l'aire d'absorption équivalente minimale
- > [L'arrêté du 30 aout 1990](#) relatif à la correction acoustique des locaux de travail (ateliers) où doivent être installés des machines et appareils susceptibles d'exposer les travailleurs à un niveau d'exposition sonore quotidienne supérieur à 85dB(A)

2.2. REGLEMENTATION BRUIT ROUTIER

- > Arrêté du 5 mai 1995, relatif aux bruits des infrastructures routières.
- > Arrêté du 23 juillet 2013 modifiant l'arrêté du 30 mai 1996 du ministère de l'environnement, relatif aux modalités de classement des infrastructures de transports terrestres et à l'isolement acoustique des bâtiments dans le secteur affecté par le bruit.
- > Arrêté du 3 septembre 2013 illustrant par des schémas et des exemples les articles 6 et 7 de l'arrêté du 30 mai 1996 modifié relatif aux modalités de classement des infrastructures de transports terrestres et à l'isolement acoustique des bâtiments dans le secteur affecté par le bruit.

2.3. REGLEMENTATION BRUIT DANS L'ENVIRONNEMENT

- > Code de la santé publique – articles R1334-30 à 37.
- > Loi N°92-1444 du 31 décembre 1992 relative à la lutte contre le bruit.
- > [Décret n°2006-1099](#) relatif à la lutte contre les bruits de voisinage et modifiant le code de la santé publique
- > Arrêté du 23 juin 1978 relatif aux installations fixes de chauffage et à l'alimentation en eau chaude sanitaire des bâtiments d'habitation, de bureau ou recevant du public.
- > Arrêtés du 6 octobre 1978, modifié le 23 février 1983, relatif à l'isolation acoustique des bâtiments d'habitation contre les bruits de l'espace extérieur.

2.4. REGLEMENTATION BRUIT DE CHANTIER

- > Arrêté du 18 mars 2002 relatif aux émissions sonores dans l'environnement des matériels destinés à être utilisés à l'extérieur des bâtiments.
- > Directive 2003/10/CE du parlement européen et du conseil du 6 février 2003 concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (bruit).

2.5. NORMES CONFORT ACOUSTIQUE

Les **normes adaptées** au cadre du projet sont les suivantes :

- > Norme NF S 31-080 relative aux performances acoustiques des Bureaux et Espaces associés, datant de 2006.



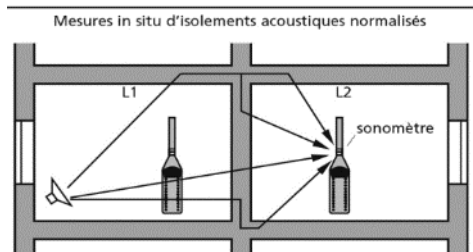
- > Norme NF S 31-199 relative aux performances acoustiques des espaces de bureaux ouverts datant de 2016
- > Norme NF ISO 22955, retranscription européenne de la norme NF-S 31-199 datant de fin 2021
- > NF X 35-102 – Conception ergonomique des espaces de travail en bureaux.



3. DESCRIPTEURS ACOUSTIQUES

3.1. PERFORMANCES ACOUSTIQUES FINALES MESUREES IN SITU

L_{nAT} : Niveau de bruit d'équipement (indice NR). Cet indicateur permet d'évaluer les bruits de climatisation, ventilation, ascenseur ou autres équipements dans un local.



D : Isolement acoustique brut, en dB = Niveau sonore dans le local d'émission ($L1$) – Niveau sonore à la réception ($L2$)

$D_{nT,A,tr}$ = L' isolement acoustique standardisé et pondéré A, en dB, vis à vis d'un spectre de bruit routier caractérise l'isolement au bruit aérien vis à vis de l'espace extérieur (isolement de façade).

D_{nT,A_s} = L' isolement acoustique standardisé et pondéré A caractérise l'isolement, en dB, au bruit aérien entre 2 locaux. Il permet de qualifier le degré d'intimité ou de confidentialité entre 2 locaux.

$L'_{nT,w}$ = Niveau de pression pondéré au bruit de choc standardisé, en dB. Il caractérise le niveau sonore dû à la transmission de bruits de chocs.

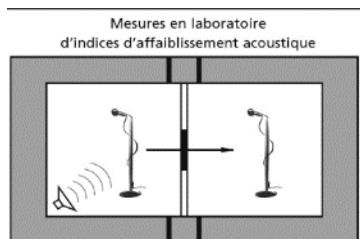
Tr : Durée ou temps de réverbération, en secondes. Le temps de réverbération traduit la persistance d'un son après qu'il ait été émis dans une pièce.

DL : Décroissance du niveau sonore lorsque la distance à la source double. Exemple : une DL de 2dB(A) correspond à une baisse de 2dB(A) du niveau sonore en passant de 2m de distance à une source sonore à 4m, puis à 8m, puis à 16m, etc... En champ libre, c'est-à-dire sans aucune paroi sur laquelle se réfléchirait le son, cette décroissance pour une source sonore ponctuelle est de 6dB(A) par doublement de la distance.

A : Aire d'absorption équivalente. Cet indice est relié au temps de réverbération du local par la formule de Sabine $A = 0,16 \cdot V / Tr$, et correspond au produit du coefficient d'absorption d'un matériau ou d'une pièce par la surface de ce matériau ou de cette pièce.

3.2. PERFORMANCES ACOUSTIQUES DES MATERIAUX MESUREES EN LABORATOIRE (DONNEES FOURNISSEURS)

Indices d'affaiblissement acoustique $Rw(C, Ctr)$ mesurés en laboratoire caractérisent les propriétés d'atténuation acoustique d'un élément de construction (ex: cloisons, bloc porte,...) tels que :



$R_A = Rw + C$ performance vis à vis d'un spectre de bruit rose normalisé (éléments intérieurs).

$R_{A,tr} = Rw + C_{tr}$, performance vis à vis d'un spectre de bruit de trafic routier (éléments de façade).

Lw : L'indice de réduction de bruit de chocs est un critère relatif à la transmission aux bruits d'impact. C'est la différence du niveau obtenu avec une dalle béton de 14cm nue et celui du niveau obtenu avec la dalle revêtue. Plus la valeur est élevée, plus le matériau est performant.

α_w : Le coefficient d'absorption Alpha caractérise la faculté d'absorption acoustique d'un matériau. $\alpha_w = 1$ pour un matériau complètement absorbant; $\alpha_w = 0,60$ pour un matériau absorbant 60% des ondes sonores; $\alpha_w = 0$ pour un matériau complètement réfléchissant.

3.2.1. Caractéristiques acoustiques liées aux équipements mesure in situ:

$L_{Aeq,T}$: Le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A pour une durée de mesure T . Cet indicateur permet de quantifier la quantité de bruit perçue pendant la durée de la mesure.

L'émergence est évaluée suivant la formule : $E = L_{Aeq,T} \text{ bruit ambiant} - L_{Aeq,T} \text{ bruit résiduel}$

Le bruit ambiant correspond au bruit total existant incluant l'activité de l'établissement (élèves, équipements techniques, etc..) et les sources sonores environnantes.

Le bruit résiduel correspond au bruit total existant en l'absence du bruit issu de l'activité de l'établissement.

3.2.2. Caractéristiques acoustiques liées aux équipements données fournisseur:

L_w : Le niveau de puissance acoustique. La puissance acoustique d'une source est une caractéristique intrinsèque à une source sonore. Cet indicateur est indépendant du point, du moment de la mesure ainsi que de l'environnement de la source.



3.3. CONFUSIONS

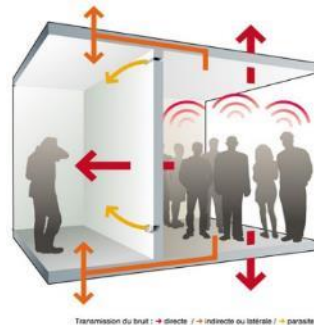
3.3.1. Ne pas confondre : ISOLEMENT VS AFFAIBLISSEMENT VS ABSORPTION

L'**isolement** est une caractéristique de qualité acoustique du bâtiment

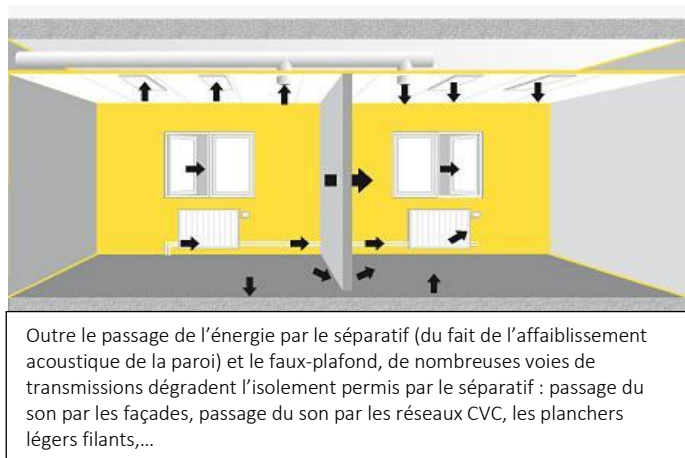
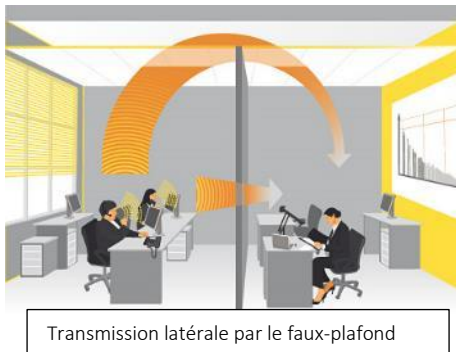
Isolement est mesuré in situ et caractérise la quantité d'énergie reçue dans un local émise depuis un espace extérieur à ce local. L'isolement dépend de :

- > Performance des éléments constitutifs des parois du local (dont l'affaiblissement acoustique de la paroi séparative, de celui des murs latéraux, ...)
- > De la qualité de mise en œuvre, le soin apporté aux jonctions, à l'étanchéité et à la désolidarisation des ouvrages.
- > Du volume des espaces considérés

- **directe**
 - Paroi séparative : $R_w(C;Ctr)$
- **indirectes ou latérales**
 - Parois latérales : $R_w(C;Ctr)$, liaisons
- **parasite**
 - Fuites, interphonie / VMC : D_{new}



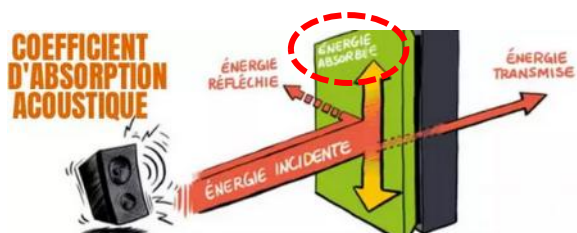
Les chemins du son d'un local vers un autre sont multiples, et doivent tous être maîtrisés pour atteindre des valeurs d'isolement conformes aux objectifs du programme :



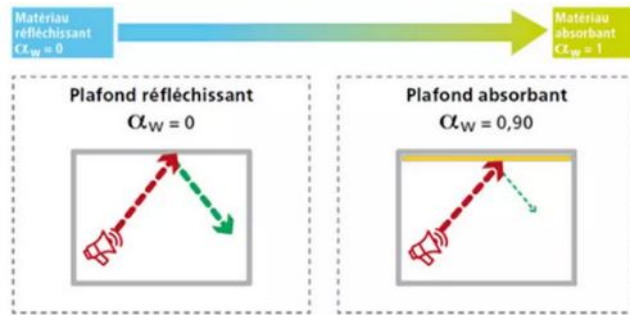
L'**affaiblissement** caractérise quant à lui l'aptitude d'une paroi à atténuer la transmission de bruits. C'est une caractéristique intrinsèque d'une paroi (et non du bâtiment).

Compte tenu des éventuels défauts d'affaiblissement réel des matériaux (écart de performance entre ce que la paroi est censée présenter et sa performance réelle), des transmissions latérales (plafond, murs), et autres transmissions parasites (passages des réseaux, défauts d'étanchéités, etc.) pour un objectif acoustique d'isolement D_{nTA} minimum donné, il convient de prévoir une paroi séparative dotée d'un affaiblissement acoustique supérieur à l'objectif d'isolement visé.

Enfin, l'**absorption acoustique** d'un matériau est sa capacité à ne pas réfléchir une énergie incidente. C'est une caractéristique intrinsèque d'un traitement de surface/matériau.



Les surfaces absorbantes/réfléchissantes disposées dans une pièce permettent de contrôler l'influence des ondes sonores réverbérées par les parois de cette pièce par rapport au champ sonore direct délivré par une source sonore dans cette pièce, l'ensemble étant perçu par un récepteur sonore dans cette même pièce. On parle alors de correction acoustique.



L'absorption d'un matériau est définie par le coefficient d'absorption alpha, le coefficient d'absorption global étant noté α_w (alpha w). Une précision complémentaire à ce coefficient d'absorption est apportée en fonction de la bande de fréquence considérée. En effet, un matériau est plus ou moins absorbant selon les fréquences considérées : tantôt plutôt basses fréquences (ex : bass trap) tantôt plutôt hautes fréquences (ex : rideaux). Le coefficient d'absorption par bande de fréquence, appelé alpha Sabine, est noté α_s . Plus le coefficient d'absorption est faible, plus le matériau est réverbérant (ex : béton, carrelage, vitrage, plâtre lisse, parquet, sol souple lisse). À l'inverse, plus le coefficient d'absorption d'un matériau est important, moins les ondes sonores ne sont réfléchies par ce matériau (ex : laine minérale, tissus épais).

3.3.2. Ne pas confondre : ISOLATION VS CORRECTION

- > **ISOLATION** acoustique correspond à la transmission d'un son entre deux locaux. L'isolation acoustique entre deux espaces est effectuée par des séparatifs étanches, et dépend notamment de l'affaiblissement acoustique de ces séparatifs.
- > **CORRECTION** acoustique correspond à la réverbération d'une pièce. Plus une pièce est corrigée, avec des matériaux absorbants tels que faux-plafond acoustique en dalles de laine minérale, moins elle va réverbérer (~"résonner").



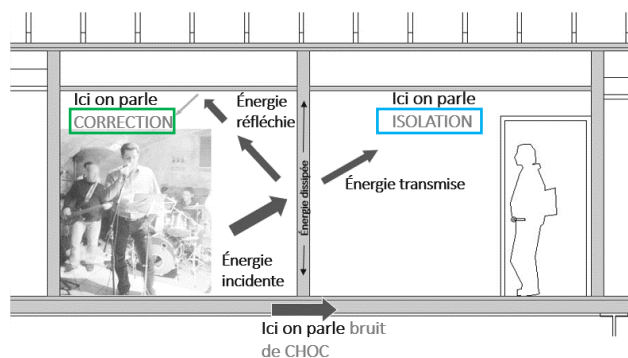
Figure 1: **ISOLATION** acoustique au bruit aérien



Figure 2: **CORRECTION** acoustique

Ces deux considérations sont totalement indépendantes l'une de l'autre. Il est tout à fait possible d'avoir une excellente **isolation** acoustique tout en ayant une **correction** acoustique déplorable, et vice versa.

L'isolation correspond à une transmission du son d'un local vers un autre local. Plus l'isolation est importante, moins l'énergie sonore ne se propage du local émetteur vers le local récepteur.



La correction acoustique correspond à la quantité d'énergie sonore qui persiste après son émission dans un local donné. Plus la correction acoustique est importante, moins il y a d'énergie acoustique réverbérée par les parois du local qui s'ajoute au son émis en direct. Autrement dit, plus la correction acoustique est importante, moins la part du son réverbéré est importante, seule reste la

part du son direct.

D'une manière générale une **isolation** acoustique performante entre deux espaces nécessite la mise en œuvre de cloisons pleines toute hauteur, avec éventuellement des éléments vitrés performants en inclusions. Les parois vitrées présentent un affaiblissement acoustique moindre que les parois pleines.

La correction acoustique d'une pièce est permise par des matériaux absorbants, type faux-plafonds en dalles de laine minérale qui peuvent être complétés par des îlots acoustiques positionnés au-dessus des postes de travail, revêtement muraux (panneaux poreux, cloisonnettes absorbantes, rideaux, ...) et revêtements de sol textiles. Une correction acoustique maximale n'assure cependant aucunement une isolation acoustique notable entre deux postes placés dans un même espace, elle permet d'atténuer l'influence bruyante entre postes.

4. DIAGNOSTIC ETAT INITIAL AVANT TRAVAUX

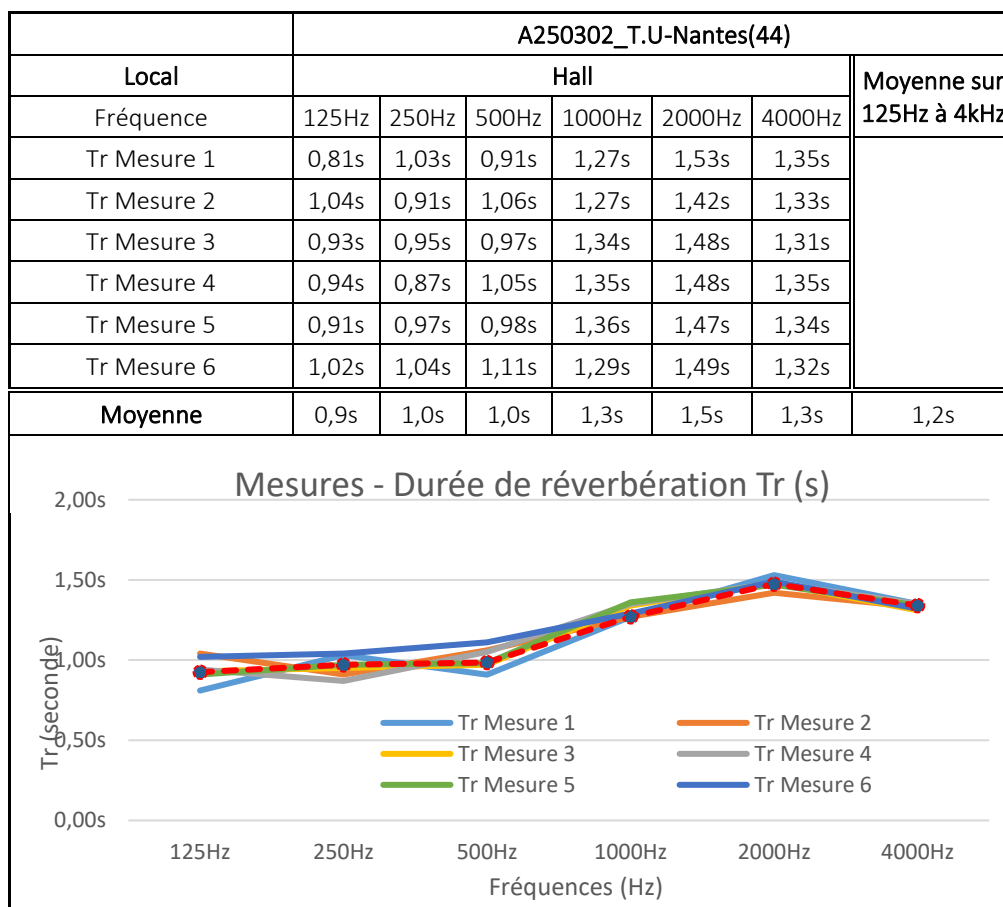
4.1. DUREE DE REVERBERATION (Tr) DU HALL

4.1.1. Protocole

Des mesures de durées de réverbération ont été effectuées dans le hall d'accueil, en différents points de la salle, répartis de façon avec une source sonore impulsionnelle de forte puissance (pistolet d'alarme) :

- Mesure : durée de réverbération (Tr) en secondes
- Local : hall principal
- Matériel : sonomètre de classe 1
- Source de bruit impulsionnelle

4.1.2. Résultats



4.1.3. Observations

La durée de réverbération du hall est trop élevée, et ce plus spécifiquement pour les bandes d'octave de fréquence 1kHz à 4kHz.

Une durée de réverbération de l'ordre de 0,8s à 1s serait préférable pour cet espace.

La mise en œuvre de dispositifs absorbants est nécessaire, tant en qualité qu'en quantité, réparti dans tout le volume du hall de façon homogène.

L'impossibilité de traiter le plafond pour des raisons structurelles et budgétaires représente une limite non négligeable dans les résultats atteignables en termes de réduction de durée de réverbération.

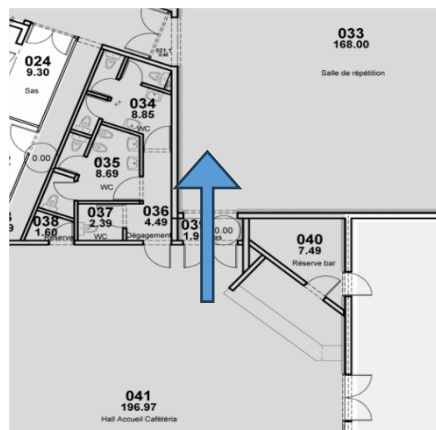
L'objectif sera donc de traiter le maximum de surfaces opaques disponibles avec des matériaux très absorbants.

4.2. ISOLEMENT DNTA HALL → SALLE DE RECHERCHE

4.2.1. Protocole

Une mesure d'isolement a été effectuée depuis le hall d'accueil vers la salle de recherche, à l'aide d'une source de bruit rose continue.

- Mesure : D_{nTA} isolement au bruit rose (aérien intérieur)
- Locaux : hall principal vers salle de recherche
- Matériel : sonomètre de classe 1
- Source de bruit rose stationnaire

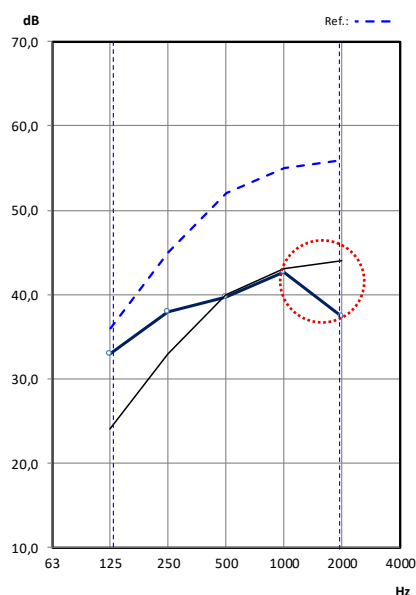


4.2.2. Résultats

Isolement aux bruits aériens entre locaux selon ISO 10052

Client : Loom Architecture
Test : 29 Date de l'essai : 22/5/25 10:38
Résultat d'essai : D-29
Transmission : Horizontale
Type de source : Bruit rose
Emission : Hall
Réception : Recherche

Fréquence F [Hz]	$D_{n,T}$ 1/1 oct [dB]
63	
125	32,9
250	37,9
500	39,7
1000	42,7
2000	37,4
4000	



4.2.3. Observations

La courbe d'isolement montre une chute d'isolement en hautes fréquences.

Cela est dû aux défauts d'étanchéité de la porte actuelle, le jour étant visible notamment sous la porte.

Le remplacement de la porte existante par une porte acoustique jointoyée, équipée d'un seuil étanche (exemple : seuil à la suisse) permettra de réduire les effets de ces fuites.

Par ailleurs, l'isolement entre le hall et la salle de recherche, actuellement = $39\text{dB} \pm 3\text{dB}$ pourrait être notablement amélioré avec la création d'un sas dont les affaiblissements acoustiques des éléments constitutifs (plafond, cloisons et portes) sont définis dans la suite du présent document.

Indice unique selon l'ISO 717-1

$D_{n,T,w}$ 40 (-1 ; -1) dB

4.3. BUREAUX MEZZANINE R+1 DU HALL

Le bureau/salle de réunion aménagé dans la mezzanine du hall ne dispose d'aucune isolation acoustique, étant totalement ouvert sur le volume de ce dernier. L'absence de paroi autre que le plancher ne permet aucune mesure d'isolement avant travaux. La dalle séparative entre hall et mezzanine semble être de type béton, dont l'épaisseur et la composition (poutrelles hourdis, béton plein, dalle alvéolée ?) ne sont pas précisément connues à l'heure de la présente étude.

La correction acoustique dans la mezzanine est insuffisante. En effet, si le bac acier de la toiture est bien perforé, lors de la pose de construction du bâtiment, le pare-vapeur de l'isolant a été posé contre les perforations du bac, venant ainsi les obstruer : l'air, fluide porteur du son, ne pouvant plus pénétrer dans la laine minérale absorbante située au-dessus des perforations, le bac acier n'est pas (ou peu) absorbant, malgré les perforations. Une laine nue aurait dû être disposée entre le pare-vapeur et les perforations pour rendre le bac perforé absorbant.

Le bac acier de la toiture est filant sur l'ensemble du projet. Or, si filant d'un local à l'autre ce bac acier induira des transmissions latérales (interphonie). En l'absence de plafond d'isolement (type plaques de plâtre + laine minérale dans le plénum), ce pont phonique réduit les isolements atteignables entre locaux.

Les réseaux de ventilation du hall sont également des ponts importants, dégradant l'isolement obtenu avec les cloisons qu'ils traverseront. L'encoffrement des réseaux de ventilation, associé à des gaines acoustiques (type phoniflex avant les terminaux de soufflage et fib'air dans les gaines le long des réseaux) sont nécessaires pour réduire l'impact de ces ponts phoniques.

D'autres éléments -non spécifiques à l'acoustique- des ouvrages existants sont peu favorables, à savoir : le dimensionnement structurel initial de la toiture qui ne permet de rajouter que très peu de poids aux ouvrages existants, et une hauteur sous plafond faible qui limite les dispositifs pouvant compenser les piètres qualités acoustiques du bac acier perforé existant ; et cela dans un contexte de budget très contraint.

L'aménagement de bureaux dans la mezzanine est donc contrarié par :

- Un bac acier pas (ou peu) absorbant
- Un bac acier perforé filant entre les différents espaces (pont phonique)
- Une faible hauteur sous plafond
- Une toiture dont la structure initiale n'est pas surdimensionnée et ne permet pas d'ajout selon le diagnostic structurel
- Des réseaux de ventilation non adaptés car traversant potentiellement les bureaux à créer (pont phonique)

Pour la création de bureaux sur la mezzanine, l'idéal -compte tenu de la toiture existante ne pouvant supporter que très peu de poids supplémentaire- aurait été la mise en œuvre boîte autoportante, ou de plafond d'isolement (BA13+LM) + faux-plafond de correction acoustique sur ossature autoportante avec cloisons sèches toute hauteur. Cependant, les hauteurs sous plafond seraient incompatibles avec ce type de solutions.

À défaut, et bien que moins performant, il pourra être envisagé la mise en œuvre de cloisons sèches toute hauteur type 98/48 a minima, associée à la mise en œuvre de faux-plafond de correction acoustique et isolant type Blanka dB46.



5. OBJECTIFS ACOUSTIQUES

Les objectifs de l'opération ont été décrits dans le document « ProgrammeGeneralOperations_TheatreUniversitaire_VF-V3 », dont sont extraits les tableaux d'objectifs suivants.

Ces objectifs ont été définis sur la base du diagnostic technique initial, réalisé avant la phase programmation « 6_Diagnostic technique et fonctionnel - AKEA_TU_V3 ».

Tous les objectifs acoustiques présentés dans le présent document sont donnés pour une durée de réverbération de référence égale à 0,5s.

5.1. ISOLEMENT AUX BRUITS AERIENS EXTERIEURS $D_{nT,A,Tr}$

Isolement au bruit aérien extérieur

L'isolement acoustique standardisé pondéré $D_{nT,A,Tr}$ caractérise la quantité de bruit arrêtée entre l'extérieur et un local (on l'appelle aussi communément « isolement de façade »). Il résulte de l'ensemble des transmissions directes et indirectes, des dimensions des locaux et des performances acoustiques du séparatif et des ouvrages liés à ce dernier.

Dans le cas du présent projet, l'objectif d'isolement des façades sera $D_{nT,A,Tr} \geq 30$ dB.

Locaux concernés : Hall d'accueil, bureau en mezzanine, bureau technicien au R+1.

5.2. ISOLEMENT AUX BRUITS AERIENS ENTRE LOCAUX $D_{nT,A}$

Isolement au bruit aérien intérieur

L'isolement acoustique standardisé pondéré $D_{nT,A}$ entre locaux caractérise la quantité de bruit arrêtée entre deux pièces. Il résulte de l'ensemble des transmissions directes et indirectes, des dimensions des locaux et des performances acoustiques du séparatif et des ouvrages liés à ce dernier.

- Plus le $D_{nT,A}$ est grand, plus le confort acoustique est important

Local réception	Local émission	Objectif
Salle de répétition	Hall d'accueil	$D_{nT,A} \geq 55$ dB
Salle de répétition	Circulation 1 ^{er} étage	$D_{nT,A} \geq 50$ dB
Bureau en mezzanine (direction)	Hall d'accueil	$D_{nT,A} \geq 38$ dB (1)
Bureau en rez-de-chaussée	Hall d'accueil	$D_{nT,A} \geq 32$ dB

(1) L'atteinte de cet objectif doit permettre à l'occupant du bureau de s'isoler de l'activité courante du hall d'accueil – cafétéria. Lors d'une éventuelle activité d'animation dans le hall d'accueil, la coactivité avec le bureau sera délicate.

5.3. MAITRISE DE LA REVERBERATION

Acoustique interne

La durée de réverbération Tr correspond au temps qu'il faut à l'énergie acoustique pour décroître de 60 dB dans un local après l'interruption d'une source sonore. Elle dépend principalement du volume du local et de la quantité de matériaux absorbants qui y est présent.

Local réception	Objectif
Hall d'accueil - Cafétéria	$Tr \leq 0,8$ s
Bureaux	$Tr \leq 0,5$ s

5.4. BRUITS D'EQUIPEMENTS

Le niveau de pression acoustique standardisé L_{nAT} caractérise le bruit dans un local lorsqu'un équipement (chauffage, ventilation, ascenseurs, plomberie...) est en fonctionnement.

- Plus la valeur de L_{nAT} est faible, plus le bruit de l'équipement dans le local est faible.

Local réception	Objectif
Hall d'accueil - Cafétéria	$L_{nAT} \leq 35 \text{ dB(A)}$
Bureaux	$L_{nAT} \leq 35 \text{ dB(A)}$
Salle de répétition	$NR25 / L_p \leq 30 \text{ dB(A)}$



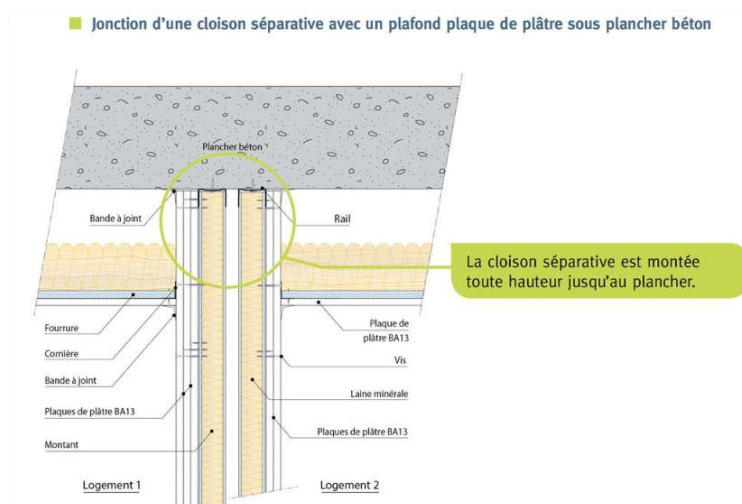
6. PRECONISATIONS

6.1. CLOISONS – DOUBLAGES – PLAFONDS

6.1.1. Généralités

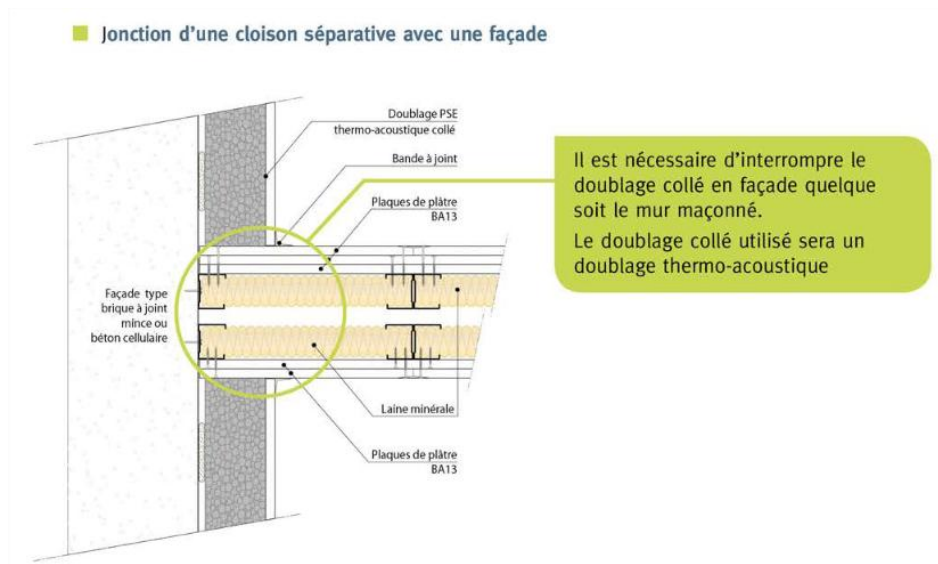
Se reporter à la « [Fiche conseil n°10 : Performances acoustiques : les bonnes pratiques de mise en œuvre](#) » de l'industrie du Plâtre.

Les cloisons seront posées toute hauteur (dalle à dalle) et mises en œuvre avant les doublages afin d'assurer l'homogénéité du traitement acoustique des ouvrages. Les cloisons recouperont les doublages pour s'accrocher sur une paroi lourde ou un poteau lourd. (schéma de principe)

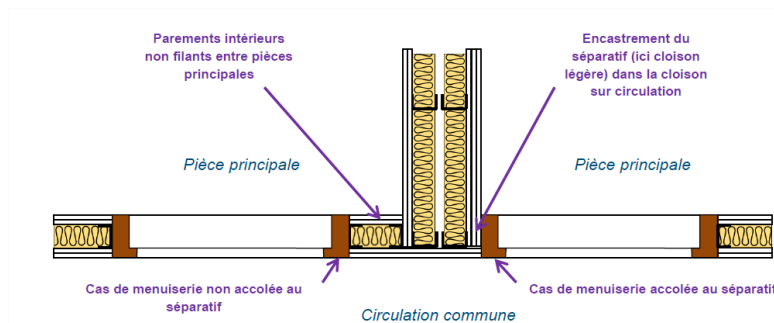
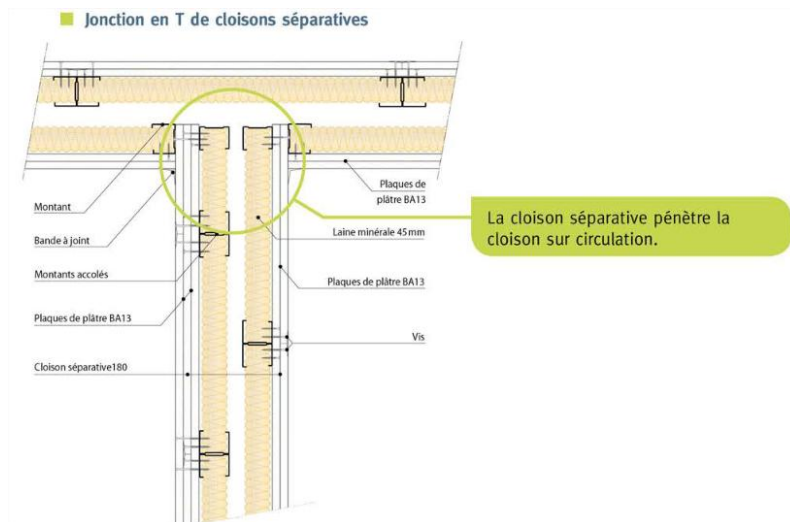


L'accroche des cloisons sur les façades devra être traitée afin de diminuer les ponts phoniques potentiels.

Les cloisons recouperont l'ensemble des plafonds et faux-plafond pour limiter les ponts phoniques liés au plénum.



Les cloisons séparatives recouperont également le premier parement des cloisons séparatives perpendiculaires (par exemple cloison entre logements recoupant le premier parement de la cloison sur circulation).



Les rails périphériques des cloisons seront posés sur une bande résiliente assurant l'étanchéité à l'air (par exemple en mousse polyoléfine de type Tramibande de Tramico).

Toute gaine, canalisation, tuyauterie qui passera dans une paroi à la charge du lot sera désolidarisée de cette

paroi. Aucune obturation ne doit être effectuée si ces éléments ne sont pas entourés par un fourreau résilient (à la charge des autres lots concernés). Ce résilient, mince et ajusté à la gaine et au trou, dépassera de part et d'autre de la paroi traversée d'au moins 2cm.

Le raccordement des huisseries dans le gros œuvre ou les doublages ne devront pas induire de transmission afin d'assurer l'intégrité des isolements de paroi.

L'entreprise a à sa charge toutes les sujétions de joints d'étanchéité et autres dispositions nécessaires à la conservation des caractéristiques acoustiques des blocs portes et autres ouvrages dus à son lot (trappes, encoffrement de gaines, etc).

Les doublages seront réalisés à base d'isolant type laine minérale ou polystyrène élastifié. Les isolants rigides et légers type polyuréthane rigide ou polystyrène extrudé/expansé sont à proscrire.

Le rebouchage et calfeutrement de tout trou devra faire l'objet d'une attention particulière, et sera systématiquement effectués à l'aide de mortier + laine minérale ou joint souple étanche (mastic).

Les parements composés de plaque de plâtre collée par plots sur refend ou mur séparatif sont à éviter pour cause de dégradation des performances acoustiques. En cas de nécessité de mise en œuvre, les parements en plaque plâtre devront être collés à plein.

Avant de mettre en place le doublage, l'Entreprise veillera à ce que l'ensemble des trous et réservations soient correctement rebouchés. Si ce n'est pas le cas, elle devra en avertir la Maitrise d'Œuvre afin que le support sur lequel elle vient poser son doublage bénéficie de toutes les précautions acoustiques.

Avant la mise en place des gaines techniques, l'Entreprise devra veiller à ce que le rebouchage du plancher en gaine technique ait été réalisée et que la présence d'un matériau antivibratile est parfaitement disposé autour des éléments traversants et dépasse largement de la dalle.

Avant de mettre en place le faux plafond, l'Entreprise veillera à ce que l'ensemble des trous et réservations soient correctement rebouchés. Si ce n'est pas le cas, elle devra en avertir la Maitrise d'Œuvre afin que le support sur lequel elle vient poser son faux plafond bénéficie de toutes les précautions acoustiques.

Les doublages seront réalisés à base d'isolant type laine minérale ou polystyrène élastifié. Les isolants rigides et légers type **polyuréthane rigide ou polystyrène extrudé/expansé sont à proscrire**.

Les isolants biosourcés sont envisageables, à condition qu'ils ne dégradent pas les performances des complexes de paroi qu'ils intègrent. Pour cela, ils ne devront pas créer de liaison « rigide » entre les parements et/ou ossatures constitutives des cloisons. Les isolants biosourcés devront être compatibles avec les PV des cloisons mises en œuvre.

ATTENTION : ne pas confondre les plaques type BA25 Duotech ou BA25 Pregytwin (constituée de 1BA13 phonique + feuillet résilient + 1BA13) avec 2BA13 simples ou 1 BA25 pleine dont les performances acoustiques sont bien moindres. Cela dégraderait les performances des complexes et comportements vibratoires des assemblages.

6.1.2. Plafond d'isolement

6.1.2.1. Doublage plaque plâtre + LM, $\Delta R_A (=R_{w+c}) \geq 20\text{dB}$ (non chiffré)

- > Doublage composé de plaques de plâtre acoustiques contre-collées par un feuillet résilient de type BA18 S Twin ou BA19 DuoTech Placo et de laine minérale sur ossature métallique
- > Performance :
 - Amélioration de l'indice d'affaiblissement acoustique : $\Delta R_A \geq 20\text{dB}$
- > Exemple :
 - Parement : 1 plaques de plâtre BA18 Twin Flam de chez Siniat ou BA19DuoTech de chez placo ou équiv.
 - Matelas de laine minérale de 100 mm d'épaisseur minimum dans le plénum entre bac acier perforé et plaques de plâtre.

Localisation :

- En solution idéale pour les bureaux de la mezzanine, associé un faux-plafond absorbant $\alpha_w \geq 0,90$ type dalle de laine minérale avec plénum 200mm.
- En doublage du plafond du local archive R+1 contigu à la salle de recherche.

Nota :

- Si la solution de plafond d'isolement décrite ci-dessus est impossible budgétairement parlant, il convient toutefois d'appliquer a minima le principe de jonction cloison/toiture présenté ci-dessous. La solution du calfeutrement des ondes et interstices entre bac acier et haut de cloisons ne permettra que de limiter les fuites évidentes entre la salle de recherche et le local archive et entre bureaux à créer au R+1 et hall, sachant que le bac filant perforé restera un pont phonique néfaste à l'isolation.

6.1.3. Jonction Cloisons / Toiture

Une attention particulière doit être portée aux jonctions en tête de cloisons / toiture.

Dans le cas d'une jonction sur bac acier, il est impératif d'assurer une parfaite étanchéité au niveau des ondes du bac.

Celle-ci pourra être traitée par la mise en œuvre d'un closoir **ne dégradant pas la performance acoustique des séparatifs.**

6.1.3.1. Cloisons parallèles aux ondes du bac acier :

Il pourra être mis en œuvre :

- Un bourrage des creux d'onde en laine minérale ;
- Une finition MAP ou mise en œuvre d'un plat ou cornière métallique.

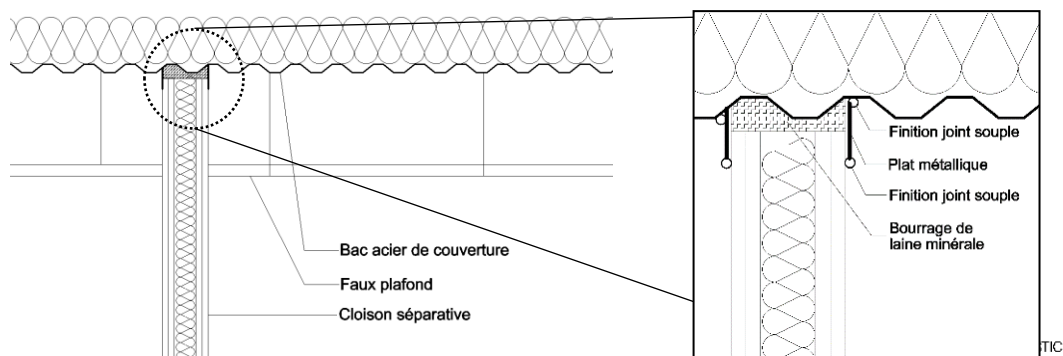


Schéma de principe ne constituant pas un détail d'exécution

6.1.3.2. Cloisons perpendiculaires aux ondes du bac acier

Il pourra être mis en œuvre :

- Un bourrage des creux d'onde en laine minérale ;
- un gabarit en tôle 75/100^{ème} ou plaque de plâtre de chaque côté de la cloison pour fermer les creux d'ondes
- une finition joint souple à la pompe pour les interstices inférieurs à 4 mm
- une finition MAP pour les interstices plus importants avec bourrage de laine minérale.

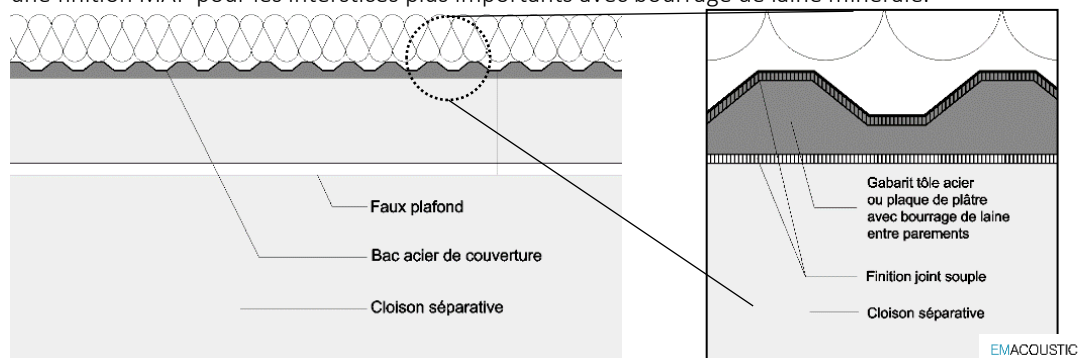


Schéma de principe ne constituant pas un détail d'exécution

L'usage de mousse expansive est formellement interdit au risque de dégrader les isolements entre locaux (la mousse expansive favorisant la transmission sonore).

6.1.4. Cloisons

Les cloisons seront posées toute hauteur (dalle à dalle) et mises en œuvre avant les doublages afin d'assurer l'homogénéité du traitement acoustique des ouvrages. Les cloisons recouperont les doublages pour s'accrocher sur une paroi lourde ou un poteau lourd.

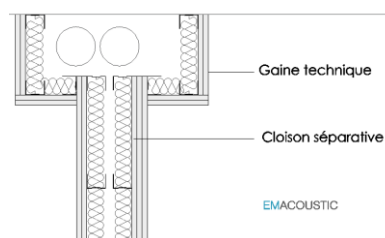
L'accroche des cloisons sur les façades devra être traitée afin de diminuer les ponts phoniques potentiels.

Les cloisons recouperont l'ensemble des plafonds et faux-plafond pour limiter les ponts phoniques liés au plénum.

Dans le cas de gaine technique commune à 2 locaux, la cloison séparative recoupera la paroi de la gaine afin de limiter l'interphonie.

Les cloisons séparatives recouperont également le premier parement des cloisons séparatives perpendiculaires (par exemple cloison entre locaux à isoler recoupant le premier parement de la cloison sur circulation).

Les rails périphériques des cloisons seront posés sur une bande résiliente assurant l'étanchéité à l'air (par exemple en mousse polyoléfine à cellules fermées de type Tramibande de Tramico).



Les doublages seront réalisés à base d'isolant type laine minérale ou polystyrène élastifié. Les isolants rigides et légers type polyuréthane rigide ou polystyrène extrudé/expansé sont à proscrire.

/!\ Attention : Aucun équipement sanitaire (lavabos, blocs wc, robinetterie, etc) ne devra être fixé directement dans les cloisons sèches, des contres-cloisons type BA13 sur ossature métallique garnie de laine minérale dédiées à cet usage seront prévues.

6.1.4.1. Cloisons $R_A (=R_W+C) \geq 37\text{dB}$ (non chiffré)

- > Cloison en plaque de plâtre sur ossature désolidarisée
- > Performance :
 - Indice d'affaiblissement acoustique pondéré : $R_A \geq 37\text{ dB}$
- > Exemple : cloison de type 72/48 de chez Placo
 - Parements : 1 plaque de plâtre BA13 sur chaque face
 - Cloisons de 72 mm d'épaisseur sur une ossature métallique de 48 mm
 - Matelas de laine minérale intercalaire d'épaisseur 45 mm

Localisation :

- *Cloisons des locaux de rangement créées au RdC*

6.1.4.2. Cloisons 100 mm $R_A (=R_W+C) \geq 46\text{ dB}$

- > Cloison en plaque de plâtre sur ossature désolidarisée
- > Performance :
 - Indice d'affaiblissement acoustique pondéré : $R_A \geq 46\text{ dB}$
- > Exemple : cloison de type 98/48 de chez Placo
 - Parements : 2 plaques de plâtre BA13 sur chaque face
 - Cloisons de 98 mm d'épaisseur sur une ossature métallique de 48 mm
 - Matelas de laine minérale intercalaire d'épaisseur 45 mm

Localisation

- *Ensemble des cloisons créées pour le projet :*
 - o *Bureaux R+1*
 - o *Sanitaires*
 - o *Sas accès hall vers salle de recherche*

6.1.5. Soffites/encoffrement des gaines des réseaux (non chiffré)

6.1.5.1. Soffite $R_A \geq 35\text{dB}$

- > Performance :
 - Indice d'affaiblissement acoustique $R_A \geq 35\text{dB}$
- > Exemple :
 - Complexe composé de 2 plaques de plâtre BA13 sur une face de l'ossature métallique avec une laine minérale de 80 mm en plenum.

Localisation

- *Encoffrement des gaines de ventilation dans la mezzanine et circulation R+1, sur l'intégralité du réseau lorsqu'en apparent.*

Nota 1



- *Les réseaux de la salle de recherche et des bureaux devront être disjointes, contrairement au réseau actuel, et seront distribués depuis les circulations (traversées des parois entre bureaux proscrites). Des pièges à son seront à prévoir en traversée de paroi entre la salle de recherche et la circulation du R+1, ainsi qu'entre la mezzanine et les bureaux de la mezzanine afin de limiter l'interphonie entre les locaux.*



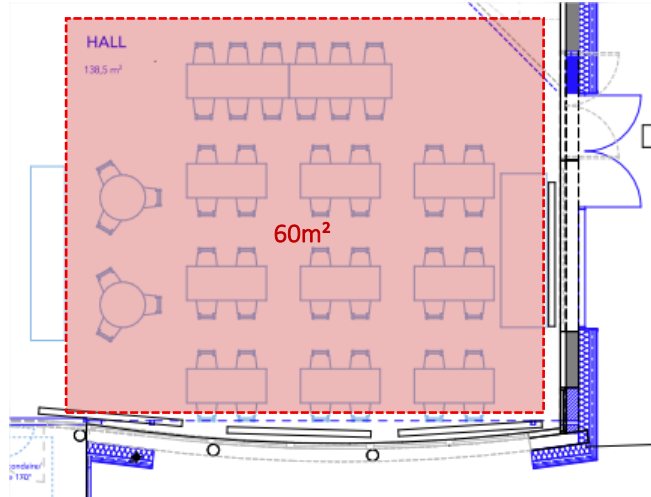
6.1.6. Plafonds suspendus

6.1.6.1. Baffles suspendus absorbant $\alpha_w = 0,70$ (non chiffré)

- > Plafond type baffles verticaux suspendus absorbants
- > Performance :
 - coefficient d'absorption $\alpha_w \geq 0,7$ et $\alpha_{500-2kHz} \geq 0,9$.
 - Exemple : Baffles verticaux en plastique recyclé PET de type Zintra Mesh disposition Herringbone

Localisation :

- Au droit de la zone de restauration, à environ 3m de hauteur, sur une surface de 60m².



6.1.6.2. Plafonds suspendus absorbant $\alpha_w = 0,90$ et isolant $R_w \geq 25dB$ (à défaut de plafond d'isolement BA13+LM et d'un faux-plafond absorbant)

- > Plafond type dalles de fibre minérale à isolation renforcée, épaisseur 50mm, plénum 200mm
- > Performances :
 - coefficient d'absorption minimal $\alpha_w = 0,90$ global,
 - Isolement latéral $D_{nfw} \geq 46dB$
 - Exemple : produit de type Blanka dB46 .

Localisation :

- Bureaux créés sur la mezzanine du hall au R+1

6.1.6.3. Plafonds suspendus absorbant $\alpha_w = 0,90$

- > Plafond type dalles de fibre minérale, épaisseur 20mm, plénum 200mm.
- > Performances :
 - coefficient d'absorption minimal $\alpha_w = 0,90$ global,

Localisation :

- Salle de réunion de la mezzanine du R+1 ouverte sur le hall (attention, du fait de l'absence de cloisonnement entre la salle de réunion et le hall, il n'y aura aucun isolement entre ces locaux). *(non chiffré)*
- Bureaux créés en mezzanine si et seulement si associé avec un plafond d'isolement tel que décrit précédemment BA18 S TWIN ou BA19 DuoTech+100mm LM. *(non chiffré)*

6.1.6.4. Faux plafonds suspendus type plâtre perforé non démontable

- > Plafonds suspendus de type plâtre perforé avec plenum de 100mm et matelas de laine minérale sans pare vapeur de 75 mm d'épaisseur
- > Performance :
 - Coefficient d'absorption $\alpha_w \geq 0.70$
- > Exemple :
 - Plafond de type Quattro 41 de chez Placo ou Unit6 / Tangent / Micro de chez Knauf

Localisation :

- Bureau d'accueil billetterie RdC, sur l'intégralité de la surface du bureau.

6.1.6.5. Faux plafond hygiène

- > Plafond en dalles de fibre minérale revêtue d'un voile de verre renforcée lavable à l'eau sous haute pression
- > Performance :
 - Coefficient d'absorption $\alpha_w \geq 0.90$
- > Exemple :
 - Plafond de type Hygiène Performance de chez Ecophon

Localisation :

- Zone préparation/office
- Sanitaires

6.1.7. **Traitement des parois des locaux (non chiffré)**

6.1.7.1. Doublage absorbant / isolant

- > Panneau rigide de laine de roche double densité
- > Performances :
 - Gain $\Delta R_A (=R_w+C) \geq +4$ dB sur paroi support en béton
 - Coefficient d'absorption $\alpha_w \geq 0.90$
- > Exemple : Rockfeu 100mm REI60 RsD de chez Rockwool ou Fibraroc 100mm de chez Knauf.

Localisation :

- Sur intégralité plafond et 2 murs adjacents du local CTA.



6.2. REVETEMENTS MURAUX

6.2.1.1. Panneaux absorbants

Panneaux absorbants en laine minérale haute densité (masse volumique $\geq 65 \text{ kg/m}^3$) 50mm ou absorbant biosourcé équivalent, recouverts d'un contre voile fibre de verre en tissu non-tissé M1, suspendus verticalement ou fixés contre support + parement métallique 0,7mm perforé à 35%

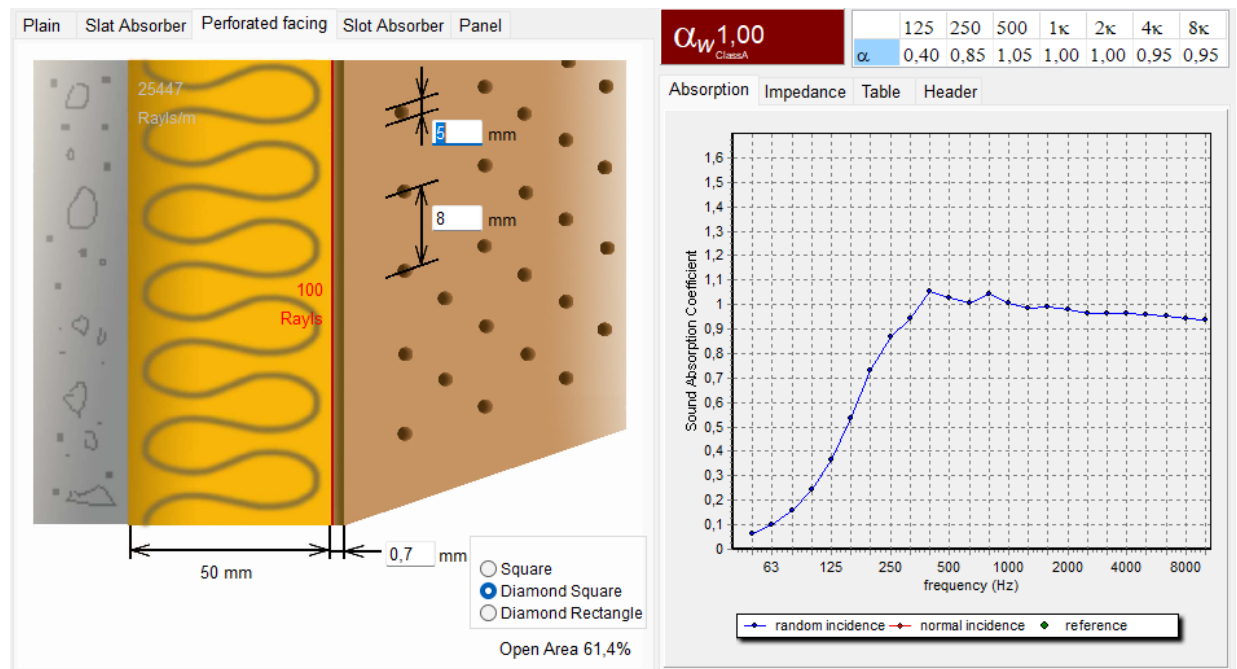
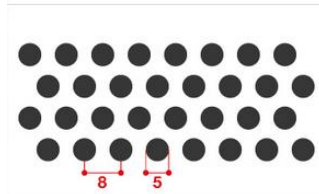
> Performance :

- Coefficient d'absorption $\alpha_w = 1$ et $\alpha_{125\text{Hz}} \geq 0,4$ et $\alpha_{500-2\text{kHz}} \geq 1$

Localisation :

- Sur tout mur non vitré du hall d'accueil

MODÈLE DE PERFORATION RV5-8



Localisation :

- Répartis de façon homogène sur l'ensemble des murs aveugles du hall, recouvrant une surface de 100 m^2 au total.
- En plafond du sas d'accès créé pour la salle de recherche depuis le hall (non chiffré)

6.3. MENUISERIES INTERIEURES

6.3.1. Généralités

La qualité de mise en œuvre des éléments constitutifs d'un ouvrage est tout aussi importante que les performances acoustiques de chacun des éléments pris indépendamment les uns des autres dans l'atteinte de l'objectif d'isolation acoustique de l'ouvrage considéré. Les indices d'affaiblissement repris ici dépendent des éléments constitutifs de l'élément considéré mais également du soin apporté à la réalisation de ces éléments (dimension, réalisation, montage, étanchéité, joints etc...). Ces indices sont établis au bruit ROSE (R_w+C) ou au bruit ROUTE (R_w+C_{tr}). Il convient d'être vigilant pour ne pas les confondre.

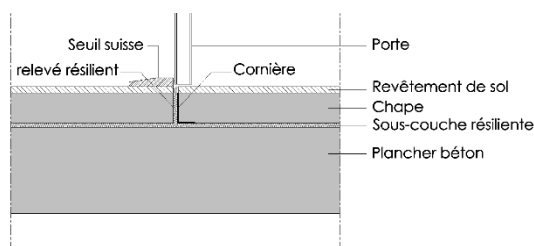
Le présent lot doit se coordonner avec l'ensemble des intervenants et vérifier la compatibilité des matériaux entre eux (thermique, condensation...) et prendre les précautions en conséquence.

L'obtention des performances doit être validée par un procès-verbal d'essai. Les performances d'indice d'affaiblissement acoustique sont exigées pour l'ensemble de la menuiserie, comprenant le cadre, les joints et le vitrage (et PAS uniquement le vitrage...). Tout châssis qui ne sera pas justifié par un PV d'essai acoustique sera refusé. Le PV d'essai devra concerner des châssis aux dimensions et composition similaires à ceux du projet.

Il est primordial de respecter les règles de l'Art et DTU de chaque élément, la pose des éléments devra être réalisée conformément aux conditions de mise en œuvre indiquées par le fabricant pour garantir les performances validées par PV d'essais acoustique.

Les indices d'affaiblissement demandés intègrent l'ensemble des fuites. C'est à dire que tout passage d'air (pour la ventilation ou sous porte) ne doit pas induire une perte d'isolation par rapport à l'indice d'affaiblissement attendu donc au PV d'essai. L'Entreprise devra veiller à l'étanchéité lors de la pose des coffres de volets roulants.

L'Entreprise devra s'assurer de la parfaite qualité des supports sur lesquels viendront se positionner ses éléments. Sans réserve de sa part, les ouvrages seront réputés conformes. Le raccordement des huisseries dans le gros œuvre ou les doublages ne devront pas induire de transmission afin d'assurer l'intégrité des isolements de paroi (ex : attention à préserver l'étanchéité et la désolidarisation des ouvrages tels que chapes et doublages de parois).



EMACOLSTIC

Les liaisons entre la structure et le dormant de la menuiserie seront parfaitement étanches à l'air grâce à l'utilisation d'une bande d'étanchéité bitumineuse de type Compriband CB de chez TRAMICO, Illmod de chez ILLBRUCK ou équivalent techniquement. Cette bande d'étanchéité devra être positionnée sur un support parfaitement nettoyé avant collage. Les rebouchages et calfeutrement doivent se faire à la laine minérale et mortier lourd ou joint souple silicone selon les cas de figure. Le rebouchage/calfeutrement à la mousse expansive polyuréthane rigide et légère à porosité fermée est strictement pros crit.

Le réglage des menuiseries devra être optimisé afin de bénéficier de la performance acoustique maximum. Les réglages effectués en fin de chantier seront tels que vantail fermé, les joints soient compressés en tout point.

Le stockage sur chantier devra être soigneux de sorte qu'en soient conservées les caractéristiques techniques et performances.

6.3.2. Blocs-portes

Pour les affaiblissements acoustiques $R_A (R_w+C) \geq 25\text{dB}$, les portes ne seront pas détalonnées, et comporteront un joint acoustique périphérique, un joint balai ou à double lèvres en partie basse, avec barre de seuil.

6.3.2.1. Blocs Portes $R_A (=R_w+C) \geq 43\text{ dB}$

> Performance :

- Indice d'affaiblissement acoustique : $R_A \geq 43$ dB

Localisation :

- *Porte du hall au sas d'accès à la salle de recherche*

6.3.2.2. Blocs Portes $R_A (=R_W+C) \geq 40$ dB

> Performance :

- Indice d'affaiblissement acoustique : $R_A \geq 40$ dB

Localisation

- *Porte du local archive/tisanerie (non chiffré)*
- *Porte local CTA (non chiffré)*
- *Porte des bureaux créés sur mezzanine*
- *Porte du hall vers le sas d'accès à la salle de recherche (non chiffré, si hors budget, a minima rejointoiement complet de la périphérie de la porte existante, seuil compris avec ajout d'un joint double lèvres).*

6.3.2.3. Blocs Portes $R_A (=R_W+C) \geq 35$ dB

> Performance :

- Indice d'affaiblissement acoustique : $R_A \geq 35$ dB

Localisation :

- *Portes des sanitaires*
- *Porte du bureau accueil/billetterie RdC*

6.3.2.4. Cloisons vitrée $R_A (=R_W+C) \geq 40$ dB

> Performance :

- Indice d'affaiblissement acoustique pondéré : $R_A \geq 40$ dB

Localisation

- *Cloison vitrée du bureau d'accueil RdC vers hall.*

6.3.3. Transfert d'air

Dans le cas où un isolement acoustique entre locaux est requis, les portes ne seront pas détalonnées, et comporteront un joint acoustique périphérique, un joint balai ou à double lèvres en partie basse, avec barre de seuil.

En cas de ventilation simple flux, les transferts d'air seront réalisés de la manière suivante :

6.3.3.1. Grille en cloison

> Performance :

- Indice d'affaiblissement acoustique $D_{new}+C \geq 55$ dB.

> Exemple :

- Produit de type TVB de chez HALTON, ou SOTTO de chez SWEGON ou équivalent acoustique.

Localisation :

- *Bureau accueil/billetterie RdC (non chiffré)*

6.4. CHAUFFAGE – VENTILATION – CLIMATISATION (HORS MISSION - A TITRE INFORMATIF)

6.4.1. Généralités

6.4.1.1. Rappels des éléments attendus

L'Entreprise en charge du lot devra transmettre à la maîtrise d'œuvre les éléments suivants simultanément :

- > Plans EXE, repérages et détails d'exécution
- > Références, marques, avis techniques et PV d'essais des matériaux proposés.
- > Notes de calculs dimensionnement en régime dynamique

L'entreprise titulaire du lot devra garantir que les équipements qu'elle met en œuvre ne génèrent pas de niveaux de bruit supérieurs aux valeurs des réglementations, que ce soit en termes de niveau de bruit d'équipements à l'intérieur des espaces ou de niveau de bruit ambiant à l'extérieur. L'entreprise devra tout mettre en œuvre (pièges à sons et/ou gaines acoustiques sur les prises d'air neuf et rejet d'air vicié, sur les soufflages et reprises...) afin de respecter ces objectifs et valeurs réglementaires.

Le soumissionnaire doit intégrer et justifier dans son offre le fait qu'il a correctement appréhendé la problématique acoustique de ce lot par rapport au besoin spécifique du chantier.

Une excellente coordination est nécessaire avec l'ensemble des autres lots.

- > Sélection des équipements techniques

Les équipements seront choisis en fonction de leur faible niveau de bruit, afin de respecter les critères de bruit tant pour l'intérieur du bâtiment que pour le voisinage du bâtiment.

La réalisation de l'ouvrage ne devra en aucun cas créer des défauts d'isolement aux bruits aériens tels que ceux rencontrés dans les cas suivants (non limitatifs) :

- > trémies non rebouchées
- > passage de canalisations à travers une paroi
- > encastrement dans les parois séparatrices dégradant l'isolement
- > utilisation de matériels, créations d'ouvrages ou éléments d'installation provoquant une interphonie entre locaux.
- > jonctions entre planchers et façades
- > jonctions entre cloisons et façades

Le niveau global de puissance acoustique L_w des équipements devront être le plus bas possible.

Le niveau de pression acoustique généré à l'extérieur devra respecter les exigences acoustiques réglementaires sur la base du niveau de bruit résiduel mesuré. Si aucun état initial n'a été réalisé, ou si les entreprises titulaires des lots CVC, cuisine (et tout autre lot concernant des équipements générateurs de bruits vers l'extérieur) estiment que celui-ci est trop contraignant, il leur appartient de réaliser une mesure acoustique sur les périodes concernées (jour / nuit ou les deux). Dans le cas contraire les niveaux sonores à respecter sont de 30 dB(A) de jour et 25 dB(A) de nuit et ce quel que soit l'environnement du site (urbain, rural...). Ces niveaux sonores sont à respecter à 2 m de façade des riverains les plus proches ou en tout point des propriétés voisines.

Si nécessaire, des écrans acoustiques sont disposés pour limiter la propagation des bruits produits vers les riverains et bureaux à proximité.

Les systèmes de chauffage climatisation ventilation ne devront pas produire de niveaux de bruit supérieurs aux valeurs réglementaires (décret n°1099-2006 du 31/08/2006) et celles définies dans le présent document. Pour cela, ils seront équipés des équipements adéquats (silencieux, pièges à sons, bouches d'entrée et d'extraction...), dont les performances devront être définies par l'entreprise titulaire du lot.

L'entreprise devra être en mesure de fournir les documents et notes de calcul détaillées garantissant le respect des objectifs. Les notes de calcul devront prendre en compte l'ensemble des paramètres des

réseaux (moteurs, ventilateurs, atténuation et régénérations des pièges à son, atténuation des gaines, registres, bouches...).

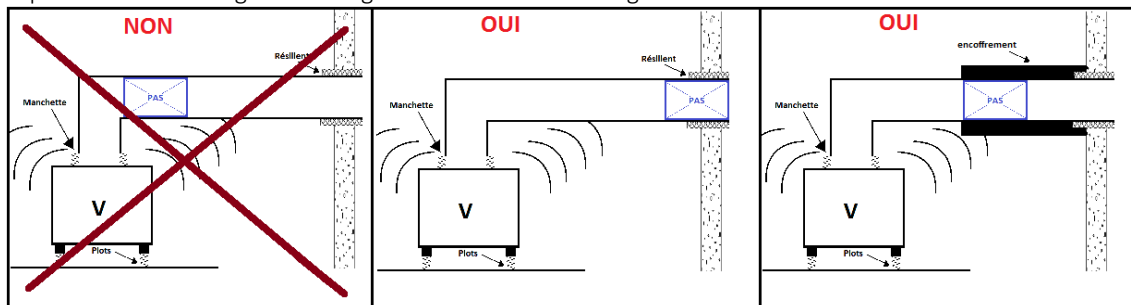
6.4.2. Pièges à sons

6.4.2.1. Généralités

Des silencieux doivent être installés au soufflage comme à la reprise des réseaux de ventilation. Ils seront installés dans le local technique soit le plus près possible du ventilateur, ou de la paroi séparative.

Les paramètres déterminants dans la sélection des silencieux sont : l'atténuation acoustique dynamique, le niveau de puissance acoustique régénéré par le flux d'air, la perte de pression totale (perte de charge). Ces données devront figurer (par bande d'octave de 63 à 8000 Hz pour les niveaux acoustiques) sur les plans d'implantation et d'exécution de l'entreprise. La section frontale disponible du silencieux doit être égale à la section de gaine à laquelle il est raccordé.

Les silencieux sont situés le plus près de la sortie du local technique en veillant à ce que la géométrie de la gaine en amont autorise un écoulement le moins turbulent possible. Une section droite de longueur supérieure à 5 largeurs de gaine doit être ménagée à cet effet en amont du silencieux.



Les calculs de perte de charge sur le réseau entrant en compte dans la définition du point de fonctionnement des centrales de traitement d'air et des ventilateurs doivent prendre en compte la perte de charge dans les silencieux et dans les plenums.

Toute gaine ou tuyau sera désolidarisé de la paroi support par des colliers antivibratiles apportant une amélioration avérée par PV d'essai d'au moins 18dB.

L'Entreprise doit s'arranger pour que les sections libres pour le passage de l'air au droit des silencieux soient les plus généreuses possible afin d'éviter les régénérations de bruits occasionnés par la circulation de l'air à grande vitesse.

Tous les silencieux ne sont pas représentés sur les plans ou mentionnés dans les descriptifs. Les plans et CCTP ne doivent donc pas être interprétés de façon limitative pour le chiffrage des silencieux.

L'Entrepreneur devra fournir des justificatifs des performances de ses silencieux. Ceci concerne en particulier les éventuels silencieux avec "tôle de résonance" ou avec des revêtements de protection sur les baffles absorbants.

- > Pièges à son à baffles acoustiques montés en gaine et constitués d'un matériau absorbant.
- > Dimensionnement pour des vitesses d'air ne dépassant pas 3 m.s^{-1} .

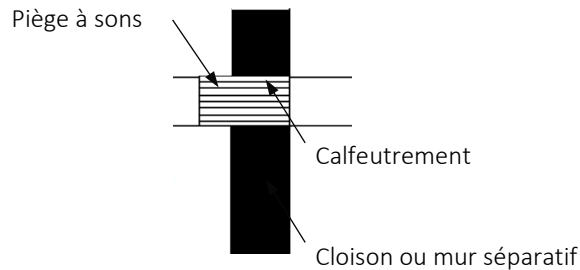
Localisation :

- Sur les réseaux de reprise et de soufflage d'air. Prise d'air et rejet.
- Toutes CTA, en prise d'air neuf et rejet, soufflage et reprise, caissons de ventilation

6.4.2.2. Pièges à sons aux passages des cloisons entre salles

Afin de limiter l'interphonie entre salles (bureaux/mezzanine, salle de recherche/circulation R+1) via les gaines de ventilation, des pièges à sons seront disposés aux droits des passages.

Les périphéries des passages devront être étanchées par des fourreaux résilients pour ne pas détériorer l'isolement entre locaux.



Localisation :

- Passage mezzanine/bureaux mezzanine
- Passage salle de recherche/circulation R+1

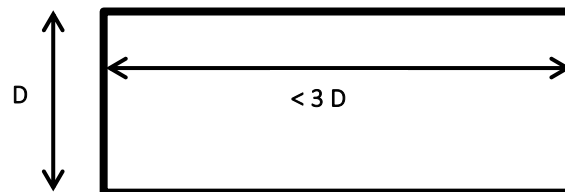
6.4.3. Réglage des débits

Suivant leur localisation, les systèmes de réglage de débit d'air peuvent être générateurs d'un niveau de bruit important. Si leur intégration est nécessaire, il est primordial de les éloigner au maximum des bouches.

Les variations de niveau de puissance acoustique en fonction de leur ouverture devront être précisées dans les notes de calculs.

6.4.4. Gainex rectangulaires

Si des gaines rectangulaires sont mise en places pour le réseau de ventilation, les dimensions de celles-ci devront respecter le rapport de dimension suivant :



6.4.5. Bouches de reprise et de soufflage

Les bouches de reprise et de soufflage d'air sont caractérisées par un niveau de puissance acoustique inférieur à la courbe NR25.

Elles seront également équipées d'anneaux acoustiques afin de limiter l'interphonie entre les pièces.

6.4.6. Gainex et tuyaux

6.4.6.1. Interphonie

L'interphonie (passage des sons d'une pièce à l'autre par l'intermédiaire de gaines) due au réseau de ventilation est à éviter, sous peine de dégrader les isolements acoustiques entre locaux.

Pour cela, les bouches d'entrées d'air, d'extraction ou d'insufflation seront nécessairement le plus éloigné possible les unes des autres, et raccordées à l'aide de gaines flexibles acoustiques. C'est-à-dire que les sons seront atténués par le passage dans ces gaines, et ce d'autant plus que la longueur de gaines sera importante.

Les réseaux de gaines doivent permettre le respect des isolements acoustiques retenus entre les différents locaux. A cet effet, tous les dispositifs "anti-interphonie" sont dus à ce lot (pièges à son, coudes et gaines traitées, etc)

L'Entreprise fournira les notes de calculs détaillées des systèmes prévus de manière à ce que ceux-ci introduisent un isolement supérieur d'au moins 10dB(A) à celui de la cloison séparative de deux locaux adjacents.

Les installations des dispositifs "anti-interphonie" doit être prévue partout où cela est nécessaire.

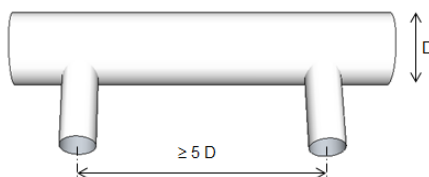
Les tuyaux sont encoffrés dans le cas d'une distribution en apparent et au niveau de toute section visible, et seront garnis de fourreaux résiliants dans le cas d'un passage en dalle ou paroi verticale.

6.4.7. Gains terminales

Les bouches de reprise et de soufflage des réseaux de ventilation sont reliées au réseau principal par des conduits traités acoustiquement.

- > Conduits souples acoustiques
- > Exemple :
 - Produit de type Phoniflex (longueur minimale 1 m) de chez France Air

On veillera à respecter les écarts entre piquages afin de limiter les ponts phoniques.

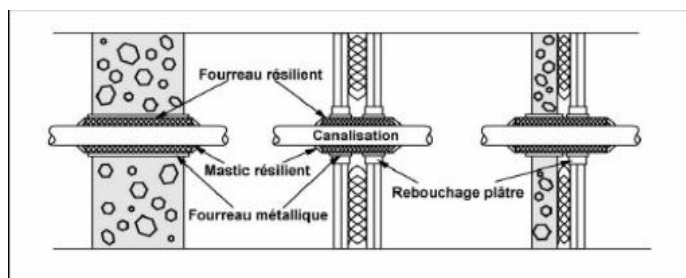


6.4.8. Traversées de parois

Toutes les traversées de parois sont traitées acoustiquement lorsqu'un isolement acoustique est requis entre les locaux.

- > Fourreau résilient

Après passage des câbles, toutes les cavités sont bouchées de manière à ne pas dégrader les isolements acoustiques entre locaux. Ces rebouchages sont réalisés au béton ou au plâtre avec un renforcement de plaques de plâtre le cas échéant, et ne créeront pas de jonctions rigides entre les 2 parements de la cloison.

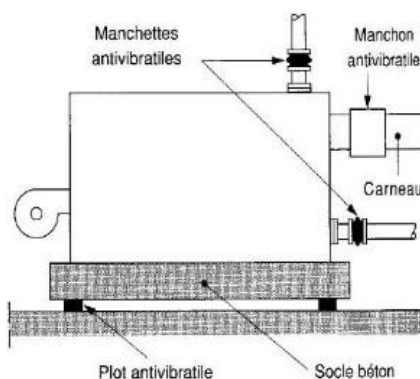


6.4.9. Bruits solidiens – Vibrations

Les centrales de traitement d'air, compresseurs et autres équipements climatiques et électriques, susceptible de générer des vibrations seront posés sur des supports anti-vibratiles. Ceux-ci doivent être adaptés aux poids des équipements, à leurs vitesses de rotation ainsi qu'aux forces transférées. Le taux de filtrage de ces supports doit être d'au moins 90% à la fréquence de rotation la plus basse des équipements.

Si nécessaire, les équipements sont posés sur massif d'inertie qui est lui-même posé sur les dispositifs antivibratiles. Dans ce cas, les plots antivibratiles doivent être adaptés au poids de l'ensemble. Ce massif est constitué en béton et son poids doit représenter au moins 5 fois celui de l'équipement.

La désolidarisation ne doit pas être constituée par une couche continue de matériau en sous-face du massif ou de l'équipement.



Les caissons de ventilation et CTA, les équipements reliés à des conduits, seront raccordés aux conduits au moyen de manchettes souples (à l'aspiration et au refoulement).

Toutes les gaines doivent être fixées via des systèmes anti-vibratiles. Les colliers et les garnitures résilientes devront apporter une atténuation par rapport à des fixations rigides permettant de respecter les niveaux sonores L_{NAT} réglementaires et programmatiques rappelés dans le présent document.

6.4.10. Capotage et traitement absorbant

Pour réduire le bruit dans le local technique d'un équipement, il pourrait être nécessaire de prévoir un capotage de machine et/ou un traitement absorbant sur les parois du local, à la charge du titulaire du lot. Il conviendra notamment d'être attentif au local technique destiné à recevoir la CTA. Au-delà des traitements antivibratiles à prévoir, les caissons seront disposés de préférence en extérieur. Si en intérieur, ils seront disposés au droit des circulations communes, et doivent être garnis de panneaux absorbants pour limiter le bruit dans le local technique.

6.4.11. Raccordements

Pour traiter efficacement les vibrations et limiter la propagation des bruits solidiens dans l'installation, les raccordements des canalisations sur les appareils devront être réalisés par l'intermédiaire de manchettes antivibratiles.

6.4.12. Canalisations

Les canalisations d'alimentation et de circulation d'eau doivent être fixées par des suspentes antivibratiles ou les colliers de fixation doivent être garnis de bandes résilientes. Elles seront fixées uniquement sur des murs de masse surfacique $\geq 200 \text{ kg/m}^2$.

6.5. ELECTRICITE

6.5.1. Généralités

Les équipements ne devront pas générer de niveaux de bruit supérieurs aux réglementations, que ce soit en termes de niveau de bruit d'équipements à l'intérieur des espaces ou de niveau de bruit ambiant à l'extérieur.

Tous les réseaux doivent être fixés via des systèmes anti-vibratiles. Les colliers et les garnitures résilientes devront apporter une atténuation par rapport à des fixations rigides permettant de respecter les niveaux réglementaires et programmatiques rappelés dans le présent document.

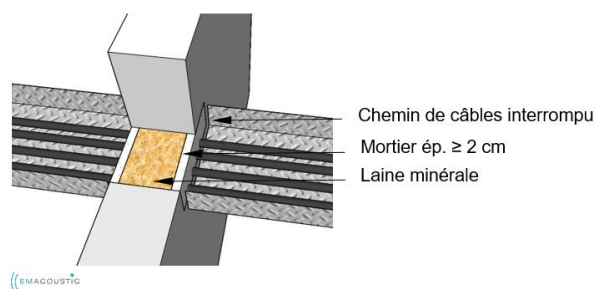
6.5.2. Traversées de parois

Toutes les traversées de parois doivent être traitées acoustiquement.

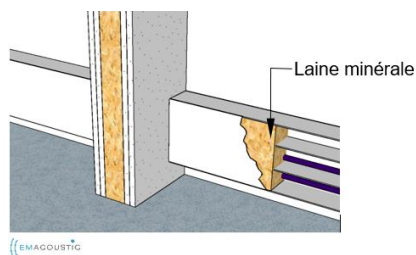
> Fourreau résilient de type Armaflex de chez Armacell par exemple.

Après passage des câbles, toutes les cavités sont bouchées de manière à ne pas dégrader les isolements acoustiques entre locaux. Ces rebouchages sont réalisés au béton ou au plâtre avec un renforcement de plaques de plâtre le cas échéant, et ne créeront pas de jonctions rigides entre les 2 parements de la cloison.

Les chemins de câbles sont interrompus de part et d'autre de la paroi séparative. Le passage des câbles est minutieusement rebouché avec bourrage laine minérale et MAP / Mortier, sous avis de la Maîtrise d'œuvre.

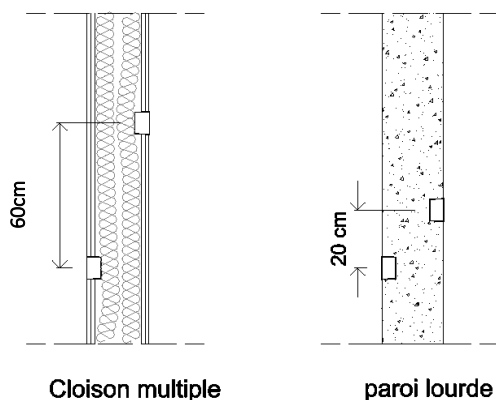


Les goulottes électriques transitant par plusieurs bureaux devront être bourrées de laine minérale sur au moins 50 cm de part et d'autre de la cloison.



6.5.3. Disposition des appareillages

Entre locaux nécessitant un isolement supérieur à 40dB, les appareillages encastrés (prises électriques, etc...) ne devront pas être disposés dos à dos, afin d'éviter la création de pont phonique. La distance entre appareillages situés de part et d'autre des cloisons devra être de 60 cm minimum et de 20 cm minimum pour les parois lourdes non doublées. Les réservations de passage de câbles devront être soigneusement rebouchées pour respecter les préconisations d'isolement acoustique.



À défaut, des boîtiers électriques isolés acoustiques et étanches de type O-Range de chez Acoustic ou équivalent seront mis en œuvre pour des isollements allant jusqu'à $D_nTA \leq 45dB$.

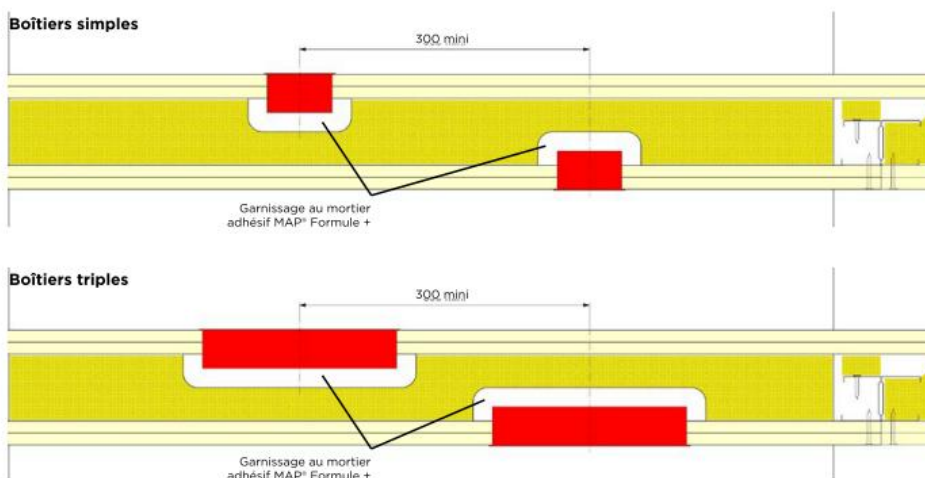


Un renforcement de type MAP+ de chez Placo ou équivalent pourra également être réalisé, à condition d'avoir un espace d'au moins 30cm entre boîtiers, et laine minérale dans les cloisons.

C - Boîtiers simples, doubles ou triples décalés et protégés par mortier MAP® Formule +

Lorsqu'il n'est pas possible d'intercaler un montant entre 2 boîtiers, ceux-ci sont décalés de **300 mm minimum** d'axe en axe et protégés par la mise en œuvre de mortier adhésif **MAP® Formule +** au dos et en périphérie. Pour les boîtiers doubles et triples, la cloison doit obligatoirement être équipée d'une isolation en laine de verre.

La performance acoustique de la cloison est conservée.



Ou, dans le cas de plots électriques devant nécessairement être positionnés dos à dos dans une cloison type SAD, Une plaque de plâtre est interposée à l'intérieur de la cloison au niveau des boîtiers en vis-à-vis. Elle est de largeur égale à celle de l'entraxe des montants verticaux, et dépassant de 50 cm en hauteur de part et d'autre du boîtier. La surface de(s) plaque(s) interposée(s) dans la cloison doit être limitée.

6.5.4. Traitement des vibrations

Tous les appareils susceptible de générer des vibrations doivent être posés sur des supports anti-vibratiles. Ces supports devront atténuer les vibrations d'au moins 90%. Ils doivent également être désolidarisés des parois verticales par interposition de matériaux résilients. Leur implantation ne doit pas affaiblir les caractéristiques d'isolement acoustique des parois supports. Aussi, les niches d'encastrement sont à éviter.

6.6. PLOMBERIE – SANITAIRE

6.6.1. Généralités

L'entreprise titulaire du lot devra garantir que les équipements qu'elle met en œuvre ne génèrent pas de niveaux de bruit supérieurs aux valeurs des réglementations et programmatiques, que ce soit en termes de niveau de bruit d'équipements à l'intérieur des espaces ou de niveau de bruit ambiant à l'extérieur. L'entreprise devra tout mettre en œuvre (Supports antivibratoires, raccords souples...) afin de respecter ces objectifs et valeurs réglementaires. L'ensemble des dispositions suivantes devront être mises en œuvre dans le cas des locaux de réception énumérés dans les différents arrêtés relatifs à la limitation du bruit dans les bâtiments. Un conduit de type ESA 3 minimum sera associé à une gaine technique de type ESA 4 minimum.

6.6.2. Canalisations

Les canalisations d'alimentation et de circulation d'eau doivent être fixées par des suspentes antivibratiles ou les colliers de fixation doivent être garnis de bandes résilientes. Elles seront fixées uniquement sur des murs de masse surfacique $\geq 200 \text{ kg/m}^2$.

Sur des murs support de masse surfacique entre 200 et 400 kg/m^2 de type brique ou parpaing creux, seront utilisés des colliers adaptés, de performance $L_{sc} \geq 25 \text{ dB(A)}$,

Sur murs de masse surfacique $\geq 400 \text{ kg/m}^2$ de type béton plein, des colliers rigides seront utilisés.

Dans le cas de gaines non accolées à un mur lourd, les canalisations ne seront pas fixées aux parois de la gaine mais aux planchers par le biais d'un support anti vibratile.

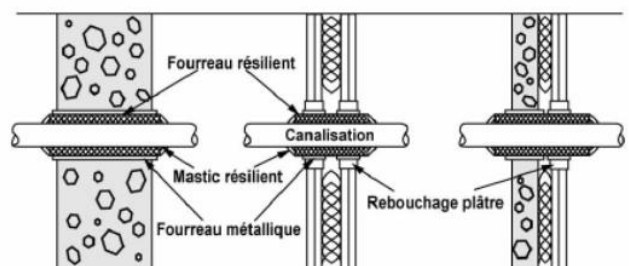
6.6.3. Traversées de parois

Les calfeutrements autour des canalisations sont réalisés avec la mise en place au préalable d'un fourreau résilient souple type Armaflex de chez Armacell de faible épaisseur (3 à 5 mm). Celui-ci dépasse d'au moins 10 cm de part et d'autre du plancher.

Le rebouchage ou colmatage ne doit en aucun cas venir engendrer un pont phonique entre le tube et la structure du bâtiment. Celui-ci sera réalisé à l'aide d'un mortier gras présentant des performances acoustiques similaires à la paroi traversée.

- > Fourreau résilient en mousse élastomère à cellules fermées et faibles émissions de fumée à base de caoutchouc synthétique, de type ARMAFLEX par exemple.

Le calfeutrement des trémies dans le cas des parois en maçonnerie ou en béton sera réalisé avec soin au mortier lourd autour d'un manchon souple.



6.6.4. Dévoiements

Les canalisations déviées dans les pièces de réception devront présenter une classe ESA3 minimum associé à une gaine technique ESA 4 minimum, alourdies par l'adjonction d'un matériau viscoélastique par collage et ligature d'un complexe de masse $\geq 5 \text{ kg/m}^2$ de type Tecsound de chez Texsa, masses bitumes Stickson de chez Silent Way ou Kaisound, sur 1m de part et d'autre de la traversée de dalle.

6.6.5. Equipements sanitaires

Les appareils sanitaires doivent être dotés d'équipements à fonctionnement silencieux.

Tous les équipements sanitaires (évier, plans de travail, lavabos, ...) devront être désolidarisés des éléments porteurs par la présence obligatoire de matériau résilient, chevilles en caoutchouc et de joint souples périphériques. Pour les appareils sur pied, on disposera une bande résiliente entre le socle et le sol.

Les robinets devront être caractérisés par un niveau de performance acoustique A2 (groupe acoustique NFI), ce qui correspond à un niveau de pression acoustique de 15 à 20 dB(A).

Des réducteurs de pression seront mis en œuvre et posséderont la marque NF, limitant la pression à 3 bars.

La mise en place de manchons souples autour des canalisations de plomberie sanitaire permettra de diminuer la propagation du bruit rayonné par la tuyauterie.

Les gaines et canalisations devront être désolidarisées de tout élément de structure afin d'éviter des transmissions de vibrations. Pour cela, les supports seront constitués de colliers avec bagues en élastomère ou en matière plastique.

Pour les passages de gaines ou de canalisations à travers des éléments séparatifs (dalles, murs, cloisons...), les percements devront être rebouchés par des fourreaux résilients (3 à 5 mm d'épaisseur) pour ne pas détériorer l'isolement entre locaux.

Après passage des réseaux, toutes les cavités sont bouchées de manière à ne pas dégrader les isolements acoustiques entre locaux.

Les carrelages, carreaux de faïence et autres matériaux ne doivent pas être en contact avec ces appareils. Les interstices ainsi créés sont comblés par un joint à la pompe assurant l'étanchéité.

Les pompes, les surpresseurs et tous les appareils générateurs de vibrations seront équipés de manchettes souples, et reposeront sur des plots anti-vibratiles. Ces plots doivent avoir une efficacité d'amortissement des vibrations d'au moins 90 % pour la fréquence la plus basse de l'appareil.

