
*Reconstruction du gymnase René Goscinny
Valdoie (Territoire de Belfort)*

Cahier des Clauses Techniques Particulières acoustique tous corps
d'état

Notice acoustique phase PRO/DCE – Ind A

Ce document comprend 38 pages

Maître d'ouvrage	DÉPARTEMENT DU TERRITOIRE DE BELFORT 6 place de la Révolution Française 90020 BELFORT Cedex
Maître d'oeuvre	ITINÉRAIRES ARCHITECTURE 7 Faubourg de Montbéliard 90000 BELFORT
Ouvrage	Reconstruction du gymnase René Goscinny à Valdoie
Objet	Notice acoustique PRO/DCE - Ind A
Auteur	Sylvie SUAREZ
Date	20/04/2018
Référence	SS/1804006

TABLE DES MATIÈRES

1 OBJET.....	5
2 PRÉAMBULE.....	5
3 GÉNÉRALITÉS.....	6
3.1 Grandeurs acoustiques.....	6
3.2 Réglementations.....	7
3.3 Normes.....	7
3.4 Caractéristiques des ouvrages.....	7
4 OBJECTIFS.....	7
4.1 Durées de réverbération.....	7
4.2 Isolements acoustiques intérieurs.....	8
4.3 Isolements vis-à-vis de l'extérieur.....	8
4.4 Bruits de chocs.....	8
4.5 Niveaux de bruit des équipements techniques à l'intérieur du bâtiment.....	8
4.6 Niveaux de bruit des équipements techniques à l'extérieur du bâtiment.....	9
5 PRESCRIPTIONS TYPES.....	11
5.1 Lot n°1 – VRD – Aménagements extérieurs.....	11
5.2 Lot n°2 – Gros œuvre.....	11
5.3 Lot n°3 – Charpente métallique.....	13
5.4 Lot n°4 – Couverture – Étanchéité – Bardage – Zinguerie.....	13
5.5 Lot n°5 – Menuiseries extérieures – Serrurerie.....	14
5.6 Lot n°6 – Menuiseries intérieures bois.....	16
5.7 Lot n°7 – Cloisons – Plâtrerie – Peinture – Échafaudage.....	19
5.8 Lot n°8 – Faux plafonds.....	21
5.9 Lot n°9 – Équipements sportifs.....	22
5.10 Lot n°10 – Chauffage – Ventilation – Plomberie – Sanitaire.....	22
5.11 Lot n°11 – Électricité.....	28
5.12 Lot n°12 – Photovoltaïque.....	32
5.13 Lot n°13 – Désamiantage – Démolition.....	32

6 ANNEXE 1 - DÉFINITIONS.....	32
6.1 Correction acoustique.....	32
6.2 Isolements aux bruits aériens.....	32
6.3 Isolement aux bruits de chocs.....	33
6.4 Niveaux de bruits des équipements.....	34
6.5 Tolérances de mesurages.....	35
7 ANNEXE 2 - RÉGLEMENTATIONS.....	35
7.1 Dispositions générales.....	35
7.2 Établissements d'enseignement.....	35
7.3 Protection du voisinage.....	36
8 ANNEXE 3 - NORMES.....	37

1 OBJET

Ce document a pour objet la description et la définition de l'ensemble des prestations acoustiques, composant les lots désignés ci-dessous créés dans le cadre du projet de reconstruction du gymnase du collège René Goscinny, à Valdoie.

Les caractéristiques acoustiques de l'opération font partie intégrante des objectifs à atteindre par les entrepreneurs. Voulues par le maître d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre, ces caractéristiques sont explicitement détaillées ci-dessous.

Le présent PRO/DCE – Acoustique a pour but de préciser les caractéristiques acoustiques des ouvrages à leur réception, et également de préciser les caractéristiques acoustiques intrinsèques : R_A , $R_{A, tr}$, α_w , ΔL_w , des différents éléments retenus.

Ce Cahier des Clauses Techniques Particulières tous corps d'état (TCE) – **Acoustique** a pour but de préciser les caractéristiques acoustiques des ouvrages à leur réception (caractéristiques acoustiques constatées lors des essais de réception), mais également celles de chacun des éléments tels qu'ils figurent dans les descriptifs des CCTC et CCTP (caractéristiques acoustiques intrinsèques : R_A , $R_{A, tr}$, α_w , ΔL_w ...). Le fait que la caractéristique acoustique intrinsèque d'un élément d'ouvrage ne figure pas dans le présent document ne signifie pas qu'il n'ait pas d'incidence sur le résultat.

En cas de contradiction entre les caractéristiques acoustiques figurant sur le Cahier des Clauses Techniques Particulières TCE – Acoustique et tout autre document, y compris les CCTC, CCTP et les pièces graphiques c'est la caractéristique acoustique la plus contraignante qui doit être respectée.

2 PRÉAMBULE

L'acoustique d'un ouvrage est un ensemble de prestations qui sont souvent le fait de plusieurs lots pour un même critère. L'isolement entre deux salles ne se limite pas à l'élément de paroi séparatif (c'est la voie de transmission directe du son) mais également aux parois latérales y compris sol et plafond (ce sont les voies de transmission indirecte).

Les entrepreneurs des parois latérales sont donc aussi concernés par l'objectif d'isolement in situ que les seuls entrepreneurs de la paroi séparative.

À contrario, il est rappelé aux entrepreneurs qu'ils peuvent gravement affaiblir le niveau d'un critère acoustique (isolement, réverbération, etc.) par la dégradation des prestations déjà effectuées par d'autres lots, notamment par des réservations mal rebouchées ou en créant des saignées ou percements non autorisés. Au cas où leur responsabilité serait mise en cause, ils auraient à leur charge la réparation des dits dommages à ces ouvrages.

La coordination entre les entrepreneurs est donc nécessaire. On trouvera ci-dessous la liste des principaux lots concernés :

- Lot n°1 – VRD – Aménagements extérieurs ;
- Lot n°2 – Gros œuvre ;
- Lot n°3 – Charpente métallique ;
- Lot n°4 – Couverture – Étanchéité – Bardage – Zinguerie ;

- Lot n°5 – Menuiseries extérieures – Serrurerie ;
- Lot n°6 – Menuiseries intérieures bois ;
- Lot n°7 – Cloisons – Plâtrerie – Peinture – Échafaudage ;
- Lot n°8 – Faux plafonds ;
- Lot n°9 – Équipements sportifs ;
- Lot n°10 – Chauffage – Ventilation – Plomberie – Sanitaire ;
- Lot n°11 – Électricité ;
- Lot n°12 – Photovoltaïque ;
- Lot n°13 – Désamiantage – Démolition.

3 GÉNÉRALITÉS

3.1 Grandeurs acoustiques

Les grandeurs acoustiques utilisées sont présentées dans le tableau ci-dessous. Ces grandeurs sont détaillées et précisées dans l'annexe 1.

Dénomination de la grandeur	Symbole	Unité
Durée de réverbération	T	seconde
Indice d'absorption acoustique pondéré	α_w	Sans unité
Aire d'absorption équivalente	A	m ²
Indice d'affaiblissement acoustique standardisé	$R_w (C;C_{tr})$	dB
Indice d'affaiblissement acoustique standardisé pour le bruit rose	$R_A = R_w + C$	dB
Indice d'affaiblissement acoustique standardisé pour le bruit routier	$R_{A,tr} = R_w + C_{tr}$	dB
Isolement acoustique standardisé	D_{nT}	dB par bande d'octave
Isolement acoustique standardisé pondéré	$D_{nT,w} (C;C_{tr})$	dB
Isolement acoustique standardisé pondéré pour le bruit rose	$D_{nT,A} = D_{nT,w} + C$	dB
Isolement acoustique standardisé pondéré pour le bruit routier	$D_{nT,A,tr} = D_{nT,w} + C_{tr}$	dB
Isolement normalisé d'un petit élément de construction	$D_{n,e,w} (C;C_{tr})$	dB
Niveau pondéré du bruit de chocs standardisé	$L'_{nT,w}$	dB
Réduction du niveau du bruit de chocs pondéré	ΔL_w	dB
Niveau de pression acoustique normalisé	L_{nAT}	dB(A)
Niveau de bruit à l'extérieur	L_p	dB(A)

3.2 Réglementations

Les documents de portée générale ayant servi à l'élaboration de ce document sont présentés en annexe 2.

3.3 Normes

L'ensemble des normes concernant ce projet est présenté en annexe 3.

3.4 Caractéristiques des ouvrages

La description complète se trouve dans les CCTC, CCTP, plans et schémas des lots considérés.

4 OBJECTIFS

Les objectifs présentés ci-après ont été définis sur la base de la réglementation actuelle (arrêté et décret du 25 avril 2003 pour les locaux à usage d'enseignement) et du programme.

Lorsque, pour un type de local, aucune réglementation ne s'applique et que le programme n'indique aucune valeur, un objectif est proposé à partir des valeurs usuelles ou issues de l'expérience.

4.1 Durées de réverbération

4.1.1 Durée de réverbération de référence

Pour tous les locaux, la durée de réverbération de référence T_0 au sens de la norme NF S 31-057 sera de 0,5 seconde, sauf exceptions signalées.

4.1.2 Locaux

Pour tous les locaux, la valeur de la durée de réverbération T sera la moyenne arithmétique arrondie au dixième de seconde le plus proche, des valeurs mesurées dans les bandes d'octaves centrées sur les fréquences 500, 1 000 et 2 000 Hz pour les locaux meublés et inoccupés.

Dans l'aire d'évolution, la durée de réverbération sera calculée de la même manière mais dans les bandes d'octave centrées entre 125 et 4 000 Hz.

Tableau des durées de réverbération

Dénomination du local	Durée de réverbération T (en seconde)
Aire d'évolution.	$T \leq 0,14 \sqrt[3]{V}$
Salle des professeurs, vestiaires, sanitaires.	$0,4 \leq T \leq 0,8$

Note : pour les circulations horizontales et les halls dont le volume est inférieur à 250 m³ et pour les préaux, la réglementation impose une aire d'absorption équivalente moyenne dans les bandes d'octaves centrées sur les fréquences normalisées comprises entre 500 et 2 000 Hz supérieure ou égale à la moitié de la surface au sol du local considéré.

4.2 Isolements acoustiques intérieurs

Les valeurs de l'isolement acoustique standardisé pondéré, $D_{nT,A}$, entre locaux sont exprimées en dB, par référence à l'émission d'un bruit rose et pour un spectre de fréquences dont les bandes d'octaves sont centrées sur les fréquences 125, 250, 500, 1 000 et 2 000 Hz.

La durée de réverbération de référence est celle définie au chapitre 4.1.1.

4.2.1 Locaux scolaires

Tableau des isolements

Local d'émission → Local de réception ↓	Aire d'évolution	Sanitaires ¹	Circulation horizontale, vestiaire fermé.
Salle des professeurs	40	50	30

4.3 Isolements vis-à-vis de l'extérieur

L'isolement de façade doit permettre de protéger les locaux des bruits de l'environnement et de protéger les riverains contre les bruits produits dans le gymnase.

Il faut donc définir les isolements à obtenir vis-à-vis de ces deux aspects et retenir l'isolement le plus important des deux.

4.3.1 Protection des locaux du projet

La valeur de l'isolement acoustique standardisé pondéré, $D_{nT,A,tr}$ en dB, des locaux de réception de l'établissement scolaire définis au chapitre 4.2.1, vis-à-vis des bruits des infrastructures terrestres, est définie aux articles 5, 6, 7 et 8 de l'arrêté du 30 mai 1996.

La durée de réverbération de référence est celle définie au chapitre 4.1.1.

Le bâtiment est situé à l'extérieur des servitudes de bruit des infrastructures de transport terrestre ; la valeur de l'isolement acoustique standardisé pondéré, $D_{nT,A,tr}$ est donc de 30 dB pour toutes les façades.

4.4 Bruits de chocs

La durée de réverbération de référence est celle définie au chapitre 4.1.1.

Le niveau de pression pondéré du bruit de choc standardisé $L'_{nT,w}$ du bruit perçu dans les locaux de réception visés au chapitre 4.2.1 ne doit pas dépasser 60 dB lorsque la machine à chocs est posée sur le sol des locaux normalement accessibles, extérieurs au local de réception considéré.

4.5 Niveaux de bruit des équipements techniques à l'intérieur du bâtiment

Les niveaux de bruit des équipements techniques du bâtiment L_{nAT} sont exprimés en dB(A).

4.5.1 Locaux scolaires

Les valeurs du niveau de pression acoustique normalisé L_{nAT} du bruit engendré par les équipements du bâtiment sont présentées dans le tableau suivant.

1 Dans le cas de sanitaires affectés à un local, il n'est pas exigé d'isolement minimal.

Ces niveaux seront mesurés dans un plan représentatif de la position normale des utilisateurs et au plus près de l'équipement.

Tableau des niveaux de bruit des équipements

Dénomination du local	Si l'équipement fonctionne de manière continue (ventilation, chaufferie...)	Si l'équipement fonctionne de manière intermittente (chasse d'eau, robinetterie...)
Salle des professeurs	38	43

À ces objectifs réglementaires, nous proposons d'ajouter les objectifs suivants :

Dénomination du local	Si l'équipement fonctionne de manière continue (ventilation, chaufferie...)	Si l'équipement fonctionne de manière intermittente (chasse d'eau, robinetterie...)
Hall, circulations desservant les locaux (sauf circulations techniques)	38	43
Vestiaires, sanitaires	45	50

4.6 Niveaux de bruit des équipements techniques à l'extérieur du bâtiment

Les objectifs présentés ci-dessous ne prennent en compte que les bruits générés par l'activité à l'intérieur des bâtiments et les bruits de ses équipements. En aucun cas, les bruits produits sur les parkings ni les bruits produits par les occupants à l'extérieur du bâtiment ne sont pris en compte.

En l'attente des relevés du niveau sonore initial de la part du maître d'ouvrage, la maîtrise d'œuvre a estimé ce niveau comme suit :

unité	dB						dB(A)
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz	Global
Résiduel nocturne	29	25	23	23	17	11	27
Résiduel diurne	35	33	31	31	25	19	35

En l'absence de relevé du niveau sonore initial de la part du maître d'ouvrage, la maîtrise d'œuvre a estimé ce niveau à 35 dB(A) en période diurne et 27 dB(A) en période nocturne.

De telles hypothèses ne permettent pas actuellement de garantir le respect de la réglementation. En cas de surestimation par rapport au niveau de bruit résiduel réel, les dispositifs constructifs devront être revus dans le sens d'une augmentation de l'isolement et de mise en place de protections complémentaires (pièges à son, écrans acoustiques...).

Les équipements du gymnase (chaufferie, climatiseur...) ne produiront pas ensemble un niveau supérieur à :

- 60 dB(A) à cinq mètres des installations ;
- 37 dB(A) en limite de propriété, en période diurne (de 7 h à 22 h) ;

- 27 dB(A) en limite de propriété, en période nocturne (de 22 h à 7 h).
- 50 dB(A) en façade de tous les locaux de réception visés au chapitre 4.2.1.

Par ailleurs, les équipements ne devront pas produire de bruit à tonalité marquée (au sens de la norme NF S 31-010).

NOTE : le strict respect de la réglementation des bruits de voisinage ne signifie pas absence de gêne. Si la maîtrise d'ouvrage souhaite viser la non gêne, alors il faudra atteindre les objectifs cités par l'avis de la commission du bruit du 21 juin 1963, à savoir, une émergence maximale de 3 dB dans chaque bande d'octave de 125 Hz à 8 000 Hz. Sans précision explicite de la maîtrise d'ouvrage, le seul respect de la réglementation sera visé dans la suite des études.

5 PRESCRIPTIONS TYPES

Chaque lot indiqué ci-dessous est particulièrement concerné, directement ou indirectement, par les performances acoustiques à atteindre. Le fait qu'un lot n'y figure pas ne signifie pas que les prescriptions acoustiques n'ont pas d'incidence sur ses ouvrages.

Les prescriptions types présentées et les précautions détaillées ci-dessous correspondent aux caractéristiques acoustiques demandées.

Les entrepreneurs devront fournir à la maîtrise d'œuvre pour agrément, un procès-verbal de mesure montrant que les caractéristiques de chaque matériel ou matériau proposé satisfont les exigences requises.

Ces procès-verbaux devront être établis par des laboratoires français agréés COFRAC ou des laboratoires européens accrédités par un organisme signataire de l'accord de reconnaissance multilatéral EA.

5.1 Lot n°1 – VRD – Aménagements extérieurs

Pas de disposition spécifique.

5.2 Lot n°2 – Gros œuvre

5.2.1 Ouvrages en béton

Murs en béton plein de 20 cm d'épaisseur, d'indice $R_A \geq 62$ dB et de masse surfacique 470 kg/m² au minimum.

Localisation : tous murs en béton.

Dalles en béton plein de 20 cm, d'indice $R_A \geq 62$ dB et de masse surfacique 470 kg/m² au minimum.

Localisation : toutes toitures terrasse végétalisées.

5.2.2 Socles et massifs de désolidarisation

Le titulaire du présent lot doit la réalisation de tous les socles et massifs supports d'appareils, ainsi que la pose des plots antivibratiles. Le dimensionnement des socles et la fourniture des éléments antivibratiles, en conformité avec les exigences liées au bon fonctionnement des systèmes amortis, restent à la charge des lots concernés.

Ceci concerne particulièrement les équipements suivants :

- caissons de traitement d'air ;
- ventilateurs ;
- pompes et matériels annexes de plomberie ;
- transformateurs.

Dans le cas d'équipements fixés sur dalles flottantes, la dalle flottante aura une masse au moins égale à 2 fois le poids des équipements qu'elle supporte. Les équipements devront être fixés rigidement sur la dalle.

5.2.3 Joints de dilatation

Lorsque les joints de dilatation affectent l'isolement acoustique de la paroi ou du plancher concerné, l'entreprise doit leur traitement selon le principe suivant :

- conformément à la norme NF P 06-013 (Décembre 1995 – Règles de construction parasismique – Règles PS applicables aux bâtiments, dites règles PS 92), mise en place dans le joint de dilatation, dans toute épaisseur de celui-ci, d'un matériau d'obturation, souple, fibreux (laine minérale de densité inférieure à 70 kg/m³ compressée à plus de 50 % ou joint spécifique pour coupe-feu de type cordon *VEDA FRANCE Vedafeu C* possédant des propriétés acoustiques similaires) ;
- fermeture et protection des joints de dilatation réalisées au moyen d'un système étanche et élastique (couvre joint de type *CS-FRANCE Couvraneuf AWF*, *VEDA FRANCE JDV 4.2* ou spray coupe-feu de type *HILTI CFS-SP WB* ou techniquement équivalent).

Localisation : tous joints de dilatation.

5.2.4 Limites de prestations et précautions de mise en œuvre

Les trémies et les gaines maçonnées seront rebouchées par le présent lot au droit de chaque plancher au fur et à mesure que les montages des gaines et canalisations le permettent.

Le titulaire doit se coordonner avec les autres corps d'état pour connaître l'ensemble des complexes à suspendre, le poids des machines installées et tenir compte dans le dimensionnement de ses ouvrages des surcharges structurelles qu'apporteront les massifs et les équipements.

Dans le cas de béton banché, les trous de banche devront être rebouchés dans l'épaisseur de la paroi par les moyens appropriés (carottes adaptées...). Un désaffleurement « esthétique » d'environ 1 cm est autorisé.

Tous les inserts nécessaires à la manutention, au levage des ouvrages et/ou au maintien sur le chantier seront correctement supprimés et arasés s'ils dépassent des dalles et/ou des parois.

L'entreprise devra refuser de reboucher les réservations si le matériau résilient n'est pas présent et correctement positionné autour des gaines et des canalisations conformément aux indications du chapitre 5.10.

Lors du rebouchage, l'entreprise devra faire en sorte qu'aucun contact solidien n'existe entre les parois et les gaines et/ou canalisations. Le rebouchage se fera à l'aide d'un matériau possédant une masse surfacique équivalente à celle de la paroi considérée.

Lorsqu'une réservation est inutilisée, elle sera rebouchée dans toute son épaisseur avec un matériau possédant une masse surfacique équivalente à celle de la paroi considérée.

Pour les socles et massifs de désolidarisation, les surfaces sur lesquelles des systèmes antivibratiles seront posées devront être correctement nettoyées et exemptes de gravois.

Les joints doivent être soigneusement débarrassés de tout matériau et être protégés durablement contre l'introduction de corps étrangers susceptibles d'en altérer le fonctionnement.

Les couvre-joints, les matériaux d'obturation ou d'étanchéité ne doivent pas pouvoir transmettre d'effort notable d'un bloc à l'autre.

5.2.5 Documents demandés aux entreprises

Tous les documents demandés ci-dessous doivent être transmis simultanément. Dans le cas contraire, une liste des documents manquants accompagnée d'un avis défavorable sera retournée. Procès verbaux acoustiques donnant les indices $R_w + C$ et $R_w + C_{tr}$ des parois en béton si d'épaisseur différentes que celles prévues dans le présent document ;
Description et plans des moyens pris pour la réalisation des joints de dilatation.

5.3 Lot n°3 – Charpente métallique

Pas de disposition spécifique.

5.4 Lot n°4 – Couverture – Étanchéité – Bardage – Zinguerie

5.4.1 Couverture bac acier avec étanchéité bitume

Complexe de couverture en bac acier de type Arval Globalroof CIN 321 BP, d'indice $R_A \geq 38$ dB et de coefficient d'absorption acoustique $\alpha_w \geq 0,95$, ou techniquement équivalent. Au minimum, ce complexe sera composé de l'intérieur vers l'extérieur des éléments suivants :

- plateau perforé Hacierco P 500.90 ép. 0,75 mm ;
- Panolène bardage (Isover) ép. 70 mm (voile de verre noir);
- bac support d'étanchéité Hacierco ép. 0,75 mm ;
- laine de roche ép. 140 mm ;
- étanchéité multicouche bitume.

Localisation : toiture du bâtiment principal.

5.4.2 Toiture terrasse

Toiture terrasse sur dalle en béton plein de 20 cm d'épaisseur, d'indice $R_A \geq 62$ dB et de masse surfacique 470 kg/m² au minimum.

Localisation : toutes toitures terrasse sur dalle en béton.

5.4.3 Bardage

Complexe de façade de type Arval Globalwall IN225i, d'indice $R_A \geq 48$ dB, ou techniquement équivalent. Au minimum, ce complexe sera composé de l'intérieur vers l'extérieur des éléments suivants :

- plateau Hacierba 1.500.90 BS ép. 0,75 mm ;
- laine de verre semi-rigide (type Cladipan 32) ép. 150 mm ;
- écarteur ;
- laine de verre semi-rigide (type Isobardage 32) ép. 60 mm ;
- profil de bardage type Fréquence ép. 0,75 mm.

Localisation : toutes façades en bardage double peau du bâtiment principal.

5.4.4 Limites de prestations et précautions de mise en œuvre

La liaison des bacs et des murs béton sera effectuée par l'intermédiaire d'une bande résiliente qui sera comprimée. Tous les interstices entre murs et bacs seront bourrés de laine minérale.

La mise en œuvre des éléments du présent lot ne doit en aucun cas être filante devant un séparatif intérieur sans la prise de précautions permettant de respecter les isolements (renforcement et/ou calfeutrement, éléments de désolidarisation, renforcement par cornière, bourrage de laine minérale, mise en place de visco-élastiques dans les profils, créations de remplissages des profilés).

Ces points particuliers doivent être traités en réunion de synthèse et/ou en réunion technique spécifique.

Au droit des costières de lanterneaux, trappes et autres éléments de structure, charpente, couverture, doublages, cloisons, plafonds, l'étanchéité acoustique des calfeutrements doit être particulièrement soignée. À ce titre, le titulaire du présent lot doit prévoir à sa charge fourniture et pose de tous les matériaux (tôleries, visco-élastiques...) et toutes les sujétions nécessaires à la parfaite réalisation de ces points singuliers (relevés et costières par exemple) et en reconstituant systématiquement l'étanchéité acoustique au droit de tous les points singuliers.

5.4.5 Documents demandés aux entreprises

Tous les documents demandés ci-dessous doivent être transmis simultanément. Dans le cas contraire, une liste des documents manquants accompagnée d'un avis défavorable sera retournée.

Procès verbaux acoustiques donnant l'indice $R_{A,tr}$ et procès verbaux acoustiques donnant l'indice α_w des complexes de couverture et de bardage.

5.5 Lot n°5 – Menuiseries extérieures – Serrurerie

5.5.1 Menuiseries extérieures acier

Châssis et blocs portes vitrés d'indice $R_{A,tr} \geq 33$ dB.

Localisation :

- tous châssis et blocs portes vitrés en façade.

5.5.2 Blocs portes pleins

Blocs portes extérieurs d'indice $R_{A,tr} \geq 40$ dB.

Localisation :

- local technique et local CTA ;
- issue de secours en façade sud de la grande salle.

5.5.3 Limites de prestations et précautions de mise en œuvre

Une étanchéité parfaite entre les menuiseries et les bétons, sera réalisée par un ou plusieurs joints en mousse à cellules fermées sur une profondeur calfeutrée de 5 cm et **finition au joint silicone à l'intérieur et l'extérieur**. Les vitrages seront posés dans les menuiseries sur des cales en silicone.

L'étanchéité acoustique sera réalisée par un bourrage de laine minérale entre les menuiseries et les bétons. Une finition **au joint silicone à l'intérieur et l'extérieur** devra être réalisée.

Les vitrages seront posés dans les menuiseries sur des cales en silicone.

Les procès verbaux de vitrages seuls ne tiennent pas lieu de justification de la performance acoustique d'une menuiserie. L'ensemble châssis + vitrage doit justifier d'un indice d'affaiblissement acoustique supérieur ou égal aux exigences mentionnées ci-avant.

L'attention de l'entrepreneur du présent lot est attirée sur la réception des ouvrages en béton sur lesquels viendront s'appuyer ses ouvrages. Sans réserve de sa part, les ouvrages seront réputés conformes et la responsabilité de l'isolation de façade sera à sa seule charge. En revanche, l'entrepreneur du présent lot doit s'adapter aux tolérances des D.T.U. de l'entrepreneur du lot Gros Oeuvre (chapitre 5.2).

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

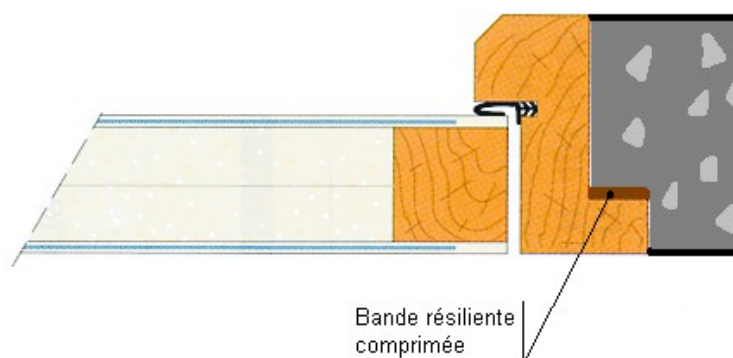
L'entrepreneur prendra connaissance avant la remise de son offre du carnet de détails acoustiques.

La mise en œuvre des éléments menuisés vitrés du présent lot ne doit en aucun cas être filante devant un séparatif intérieur (cloison ou plancher) sans la prise de précautions permettant de respecter les isolements standardisés imposés (renforcement et/ou calfeutrement, éléments de désolidarisation, renforcement par cornière, bourrage de laine minérale, mise en place de visco-élastique dans les profils, créations de remplissages des profilés...). L'entreprise devra fournir tous les détails nécessaires indiquant la solution retenue.

Pour tous les blocs portes à huisserie métallique, l'huisserie sera posée lors du coulage du béton conformément au PV acoustique. (voir schéma ci-dessous).



Si des huisseries posées à sec devaient être posées après coulage des murs en béton, celles-ci comporteront une feuillure afin de créer une chicane avec le béton. Il sera posé dans le fond de cette feuillure une bande résiliente comprimée. Un joint souple sera injecté sur toute la périphérie.



Les portes grillagées sont proscrites pour tous les locaux techniques.

Pour les huisseries posées à sec dans les murs en béton, il appartiendra à l'entreprise de dimensionner la réservation et la feuillure et de communiquer l'ensemble à l'entreprise du lot Gros Oeuvre (chapitre 5.2).

L'attention de l'entrepreneur du présent lot est attirée sur la réception des ouvrages en béton sur lesquels viendront s'appuyer ses ouvrages. Sans réserve de sa part, les ouvrages seront réputés conformes et la responsabilité de l'isolation de façade sera à sa seule charge. En revanche, l'entrepreneur du présent lot doit s'adapter aux tolérances des DTU de l'entrepreneur du lot Gros Oeuvre (chapitre 5.2).

Pour les blocs portes équipés de ferme portes automatiques, ceux-ci seront choisis et réglés de sorte que les portes ne claquent pas lors de leur fermeture.

Les réglages des portes dans leur huisserie seront tels que tous les joints soient correctement comprimés.

5.5.4 Documents demandés aux entreprises

Tous les documents demandés ci-dessous doivent être transmis simultanément. Dans le cas contraire, une liste des documents manquants accompagnée d'un avis défavorable sera retournée.

Procès verbaux acoustiques donnant l'indice $R_{A,tr}$ des menuiseries vitrées et leur repérage.

Procès verbaux acoustiques donnant l'indice $R_{A,tr}$ des blocs portes et leur repérage.

Plans d'exécution de raccordement entre les huisseries et la structure.

5.6 Lot n°6 – Menuiseries intérieures bois

5.6.1 Blocs portes pleins

Tous les blocs portes acoustiques décrits ci-dessous seront équipés de joints sur les quatre côtés y compris au sol sur barre de seuil rapportée (dit suisse) vissée dans le plancher. Les plinthes automatiques sont exclues ainsi que tout autre système de joint qui froterait sur le sol après l'ouverture.

Les portes étant équipées de joints périphériques, il est évidemment exclu de les détalonner.

Les blocs portes dont l'indice $R_A \geq 35$ dB seront équipés de crémone à rouleaux à deux points de fermeture minimum, un en haut et un en bas.

Les blocs portes seront montés soigneusement, d'aplomb et d'équerre, pour qu'aucun jeu anormal n'apparaisse entre les vantaux et l'hubriserie.

Les réglages des portes dans leur hubriserie seront tels que tous les joints soient correctement comprimés.

Pour les blocs portes équipés de ferme portes automatiques, ceux-ci seront choisis et réglés de sorte que les portes ne claquent pas lors de leur fermeture.

Blocs portes d'indice $R_A \geq 29$ dB.

Localisation : tous blocs portes sur circulation sauf exceptions ci-dessous.

Blocs portes d'indice $R_A \geq 35$ dB.

Localisation : bloc porte de la salle des professeurs.

5.6.2 Châssis vitrés

Châssis vitrés d'indice $R_A \geq 42$ dB.

Localisation :

- châssis vitrés intérieurs de la salle des professeurs.

5.6.3 Habillages bois

Faux plafond composé de lames de bois ajourées d'épaisseur comprise entre 20 et 30 mm et de 30 à 60 mm de largeur, espacées d'un interstice représentant entre 18 et 25 % de la surface, selon le calepinage architecte, surmontées d'un matelas de laine minérale de 45 mm, ou techniquement équivalent. L'indice de ces faux plafonds sera $\alpha_w \geq 0,65$ au minimum.

Localisation :

- dégagements 01 et 02 ;
- hall ;
- préau ;
- auvent.

Revêtements muraux absorbants de type lames de bois ajourées, d'épaisseur comprise entre 20 et 30 mm et de 30 à 60 mm de largeur, espacées d'un interstice représentant entre 18 et 25 % de la surface, selon le calepinage architecte. Les lames seront montées sur échelles bois ménageant un plénum garni de panneaux de laine minérale sans pare-vapeur de 45 mm d'épaisseur minimum, revêtus d'un voile de verre noir. Le coefficient d'absorption α_w ne sera pas inférieur à 0,65.

Localisation :

- aire d'évolution : mur ouest, sur une surface de 100 m² environ (de la partie supérieure des portes coulissantes jusqu'en toiture) ;
- aire d'évolution : mur sud, sur une surface de 250 m² environ (du niveau du sol jusqu'en partie basse des châssis vitrés).

5.6.4 Limites de prestations et précautions de mise en œuvre

Pour les blocs portes montés dans des huisseries ou des pré-cadres à bancher, le calfeutrement entre le gros œuvre et les montants d'huisserie, sera continu (pas de poches d'air).

Pour les blocs portes posés dans des cloisons en carreaux de plâtre, béton cellulaire, briques, l'huisserie sera en bois à recouvrement.

Pour les blocs portes posés dans des cloisons en plaques de plâtre, l'épaisseur de l'huisserie sera adaptée à l'épaisseur des cloisons.

Deux finitions sont possibles ; elles sont présentées ci-dessous par ordre de préférence :

- l'huisserie en bois à recouvrement. Voir schéma 1.
- l'huisserie métallique comportera une languette de BA15 positionnée à l'intérieur de celle-ci avant la pose sur le chantier. Chacune des deux plaques de plâtre de chacun des parements doit être en contact contre cette languette. Voir schéma 2.

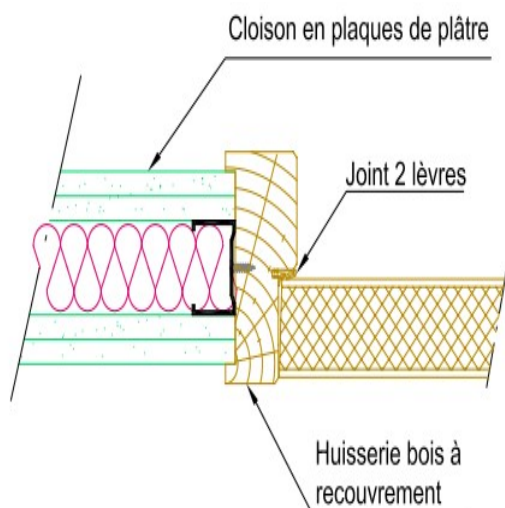


Schéma 1

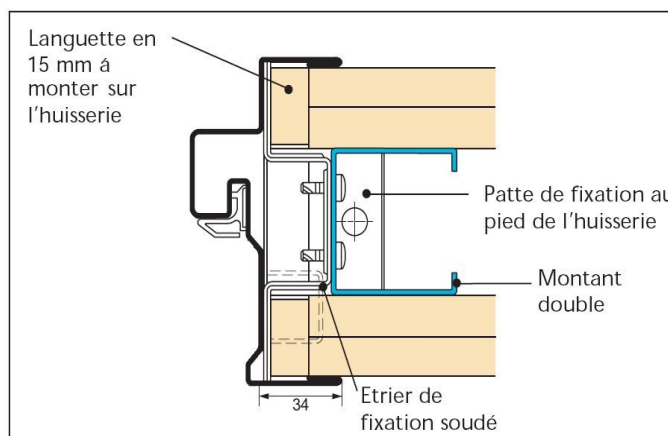


Schéma 2

Dans le cadre de la réception des supports, l'entreprise devra refuser la pose des plinthes si les joints en pied des plaques de plâtre n'ont pas été réalisés.

Les joints d'étanchéité dans les angles des huisseries seront raccordés entre eux en coupe d'onglet. L'étanchéité entre l'huisserie et la cloison dans laquelle elle est placée doit faire l'objet d'un soin particulier, indépendamment du couvre-joint apposé ensuite.

Toutes les impostes des portes dont l'indice d'affaiblissement acoustique R_A est au moins égal à 25 dB doivent être réalisées :

- de manière identique aux cloisons sèches dans lesquelles elles sont implantées.
- de manière identique à la cloison sèche ou à la paroi adjacente la plus performante lorsqu'elles recoupent une circulation.
- de manière à reconstituer une cloison d'affaiblissement acoustique équivalent dans le cas d'une imposte en prolongement d'un voile avec ou sans doublage.

Les châssis vitrés d'indice $R_{A,tr} \geq 35$ dB devront recevoir une cornière d'épaisseur 20/10 mm sur toute la périphérie du châssis afin d'assurer l'étanchéité acoustique.

Les châssis vitrés d'indice $R_{A,tr} \geq 40$ dB devront recevoir une cornière d'épaisseur 40/10 mm et une masse bitume viscoélastique de type *SOPREMA STICKSON* ou techniquement équivalent, de 5 mm d'épaisseur, sur toute la périphérie du châssis afin d'assurer l'étanchéité acoustique.

5.6.5 Documents demandés aux entreprises

Tous les documents demandés ci-dessous doivent être transmis simultanément. Dans le cas contraire, une liste des documents manquants accompagnée d'un avis défavorable sera retournée.

Procès verbaux acoustiques donnant l'indice R_A des blocs portes et leur repérage ;

Procès verbaux acoustiques donnant l'indice R_A des châssis vitrés et leur repérage ;

Plans d'exécution de raccordement entre les huisseries et la paroi ;

Procès verbaux acoustiques donnant l'indice α_w des habillages en lames de bois ajourées.

5.7 Lot n°7 – Cloisons – Plâtrerie – Peinture – Échafaudage

5.7.1 Cloisons

Cloisons a ossature simple de type 98/48 avec 45 mm de laine minérale, chaque parement étant composé de 2 BA13, d'indice d'affaiblissement acoustique $R_A \geq 47$ dB, ou techniquement équivalent.

Localisation :

- tous cloisonnements en plaque de plâtre, sauf exceptions signalées ci-après.

Cloisons a ossature simple de type 72/48 avec 45 mm de laine minérale, chaque parement étant composé de 1 BA13, d'indice d'affaiblissement acoustique $R_A \geq 39$ dB, ou techniquement équivalent.

Localisation :

- cloisons séparatives entre vestiaires ;
- cloisons séparatives entre sanitaires ;
- cloisons entre salle des professeurs et sanitaires accolés.

5.7.2 Gaines techniques et soffites

Coffres constitués de deux BA13 avec 45 mm de laine minérale de densité minimale 50 kg/m³, ou complexe de type *SINIAT Pregytwin BA25 S* avec LV 45 mm, ou techniquement équivalent.

Localisation :

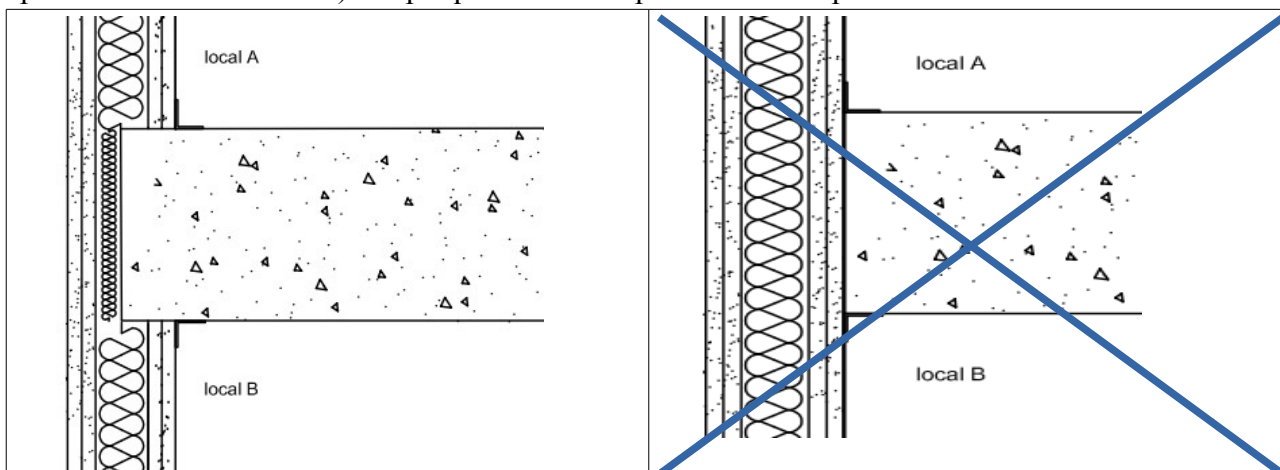
- toutes gaines techniques et soffites.

5.7.3 Limites de prestations et précautions de mise en œuvre

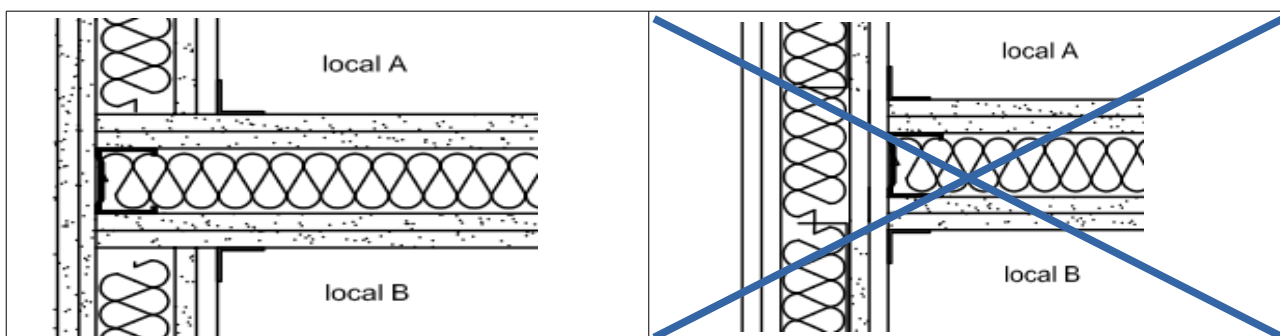
Les ouvrages devront être réalisés conformément au DTU 25.41 relatif aux ouvrages en plaques de parement de plâtre.

Aucun enduit ne sera remplacé par une plaque de plâtre collée.

Toutes les cloisons définies ci-dessous, dont les parements sont constitués de deux plaques de plâtre, seront réalisées à joints croisés. La plaque intérieure de chaque parement sera saine (sans épaufures ni coins cassés). La plaque extérieure pourra être « réparée » au MAP.



Aucune cloison ne peut filer devant une maçonnerie, ou devant un voile.



Aucune cloison ne peut filer devant une autre cloison.

Des détails de chantier sont à prévoir dans chaque cas particulier, pour garantir la continuité des performances acoustiques. Ces détails seront soumis à la maîtrise d'œuvre pour approbation.

Toutes les cloisons seront impérativement montées jusqu'en sous-face de couverture.

Les plaques de plâtre des cloisons seront soigneusement découpées au droit des passages d'éléments de charpente métallique à travers la cloison. Des panneaux de laine de roche de haute densité seront mis en œuvre dans l'épaisseur des ailes du I des éléments de charpente métallique traversants afin de rétablir l'étanchéité recherchée.

L'étanchéité à l'air est assurée par les joints (bande et enduit) en partie haute et cueillies latérales et par un ruban en mousse résiliente et cordon de mastic acrylique au sol avant la pose des plinthes.

Pour toutes les cloisons, un enduit et une bande à joints seront réalisés du sol jusqu'au plafond. En aucun cas ce joint ne doit s'arrêter entre le faux plafond et le plafond.

Les plaques sont disposées jointives. Les joints sont alternés d'un parement à l'autre et décalés entre les plaques d'un même parement.

La mise en œuvre des plaques de plâtre dans les huisseries se fera conformément aux indications et schémas présentés au chapitre 5.6 Lot n°6 – Menuiseries intérieures bois, dont l'attributaire du présent lot devra prendre connaissance.

Les joints de dilatation seront traités conformément aux prescriptions du fabricant.

L'encoffrement des canalisations d'E.P. et d'E.U. est dû par le présent lot et doit être réalisé de manière à respecter les objectifs acoustiques retenus, en matière de bruit de fond dans les locaux traversés. En aucun cas les ossatures de l'encoffrement ne seront en contact avec les gaines, les canalisations ni leurs suspensions.

Le titulaire se coordonnera avec les adjudicataires des autres lots techniques, afin de prévoir l'implantation des réseaux de gaines, les différents accrochages des appareillages, afin de préserver l'efficacité des doublages et cloisons installés.

Aucune cloison ne peut filer devant une maçonnerie, devant un voile ou devant une autre cloison, des détails de chantier sont à prévoir dans chaque cas particulier, pour garantir la continuité des performances acoustiques. Ces détails seront soumis à la maîtrise d'œuvre pour approbation.

Les décaissés éventuels des luminaires dans les cloisons doivent faire l'objet de schémas d'exécution précis. Pour ces éléments, une façon de coffre-caisson doit être prévue pour envelopper les appareils. Ils doivent être construits à l'identique de la cloison, du doublage ou du plafond dans lequel ils prennent place.

Tous les rebouchages et calfeutrements dus au présent lot doivent faire l'objet d'un soin particulier et d'une bonne coordination entre les différents titulaires des lots concernés, afin d'assurer la pérennité des isolements.

L'entreprise devra refuser de reboucher les réservations si le matériau résilient n'est pas présent et correctement positionné autour des gaines et des canalisations conformément aux indications du chapitre 5.10.

Lors du rebouchage, l'entreprise devra faire en sorte qu'aucun contact solidien n'existe entre les parois et les gaines et/ou canalisations. Le rebouchage se fera à l'aide d'un matériau possédant une masse surfacique équivalente à celle de la paroi considérée.

5.7.4 Documents demandés aux entreprises

Tous les documents demandés ci-dessous doivent être transmis simultanément. Dans le cas contraire, une liste des documents manquants accompagnée d'un avis défavorable sera retournée.

Plans de repérage des différents types de cloison ;

Plans d'exécution des détails de raccordement des ouvrages de plâtrerie entre eux et avec les ouvrages relevant des autres corps d'état ;

Procès verbaux acoustiques donnant l'indice R_A des cloisons.

5.8 Lot n°8 – Faux plafonds

5.8.1 Faux plafonds en laine minérale

Faux plafond en dalles de laine de roche d'indice $\alpha_w \geq 0,90$, de type Eurocoustic Tonga, ou techniquement équivalent.

Localisation :

- salle des professeurs ;
- vestiaires ;
- sanitaires ;
- local ménage.

5.8.2 Limites de prestations et précautions de mise en œuvre

La rangée de dalles de faux plafonds, située contre les parois intérieures ou extérieures des locaux, ne sera pas posée sans que la maîtrise d'œuvre n'ait été invitée à vérifier les rebouchages en plénum.

La fermeture totale des plafonds ne se fera qu'après validation et délivrance d'un bon « à fermer » de la part de la maîtrise d'œuvre.

En cas de faux plafond filant, les luminaires incorporés auront leur face arrière fermée par une tôle de 1 mm d'épaisseur minimum ou devront être encoffrés à l'aide de capots en laine de roche haute densité surfacée par un film aluminium.

5.8.3 Documents demandés aux entreprises

Tous les documents demandés ci-dessous doivent être transmis simultanément. Dans le cas contraire, une liste des documents manquants accompagnée d'un avis défavorable sera retournée.

Plans de repérage des différents types de faux plafonds ;

Procès verbaux acoustiques donnant l'indice α_w des faux plafonds.

5.9 Lot n°9 – Équipements sportifs

Pas de disposition spécifique.

5.10 Lot n°10 – Chauffage – Ventilation – Plomberie – Sanitaire

5.10.1 Centrales et appareils de ventilation

Les centrales de ventilation seront posées sur supports antivibratiles et équipées de silencieux en sortie de caisson (au soufflage et à la reprise mais aussi à la prise d'air neuf et au rejet d'air vicié), qui seront déterminés par l'entrepreneur pour respecter les niveaux contractuels du chapitre 4.5 et du chapitre 4.6.

En première approximation, des silencieux rectangulaires seront installés en amont et en aval des centrales (soit 4 silencieux par centrale double flux). La longueur des silencieux sera de l'ordre de 2,5 m côté intérieur et de l'ordre de 1,5 m à 2 m côté extérieur (bruits de voisinage). Le taux de passage d'air sera compris entre 50 % et 25 %. Les sections des silencieux seront donc d'environ 3 fois celles des gaines.

D'une manière générale la vitesse frontale dans les veines d'air des silencieux ne devra pas dépasser 6 m/s pour éviter toute régénération acoustique.

Les centrales seront choisies de sorte que le niveau sonore à l'intérieur du local ventilation soit inférieur à 75 dB(A).

Les centrales seront raccordées par des manchettes souples non tendues et suffisamment longues

pour qu'il n'y ait aucun contact entre les centrales et le réseau de gaines.

Le raccordement des batteries des centrales avec leur tuyauterie d'alimentation sera effectué par des flexibles.

Les silencieux doivent être positionnés en sortie ou en entrée des locaux techniques (afin d'éviter tout by-pass). Dans le cas contraire, les portions de réseaux situées entre le silencieux et la paroi considérée doivent être caissonnées ou constituées d'un matériau d'efficacité supérieure ou égale à celle du silencieux.

Si des silencieux sont nécessaires en traversée de parois pour reconstituer les isollements, ils sont à la charge du présent lot. Ces silencieux doivent être précédés d'une longueur droite de gaine d'au moins 5 fois leur diamètre (ou leur plus grande dimension). S'ils ne sont pas situés au droit de la traversée de la paroi, l'entrepreneur devra mettre en œuvre des raccords ou une gaine double peau (tôle 15/10 / laine minérale 50 mm / tôle 15/10) de la sortie du silencieux jusqu'à la paroi concernée.

Les tourelles d'extraction seront totalement proscrites (car impossibilité de les capoter ni d'adapter des silencieux). Seuls des caissons d'extraction isolés (donc double peau) recevant des silencieux en amont et en aval seront autorisés.

L'attention de l'entrepreneur sera attirée sur le choix des grilles, tant de soufflage que de reprise, qui ne devront pas créer des bruits de régénération.

5.10.2 Bouches de ventilation

Les bouches d'extraction et de ventilation seront choisies de manière à respecter les niveaux sonores du chapitre 4.5 Niveaux de bruit des équipements techniques à l'intérieur du bâtiment.

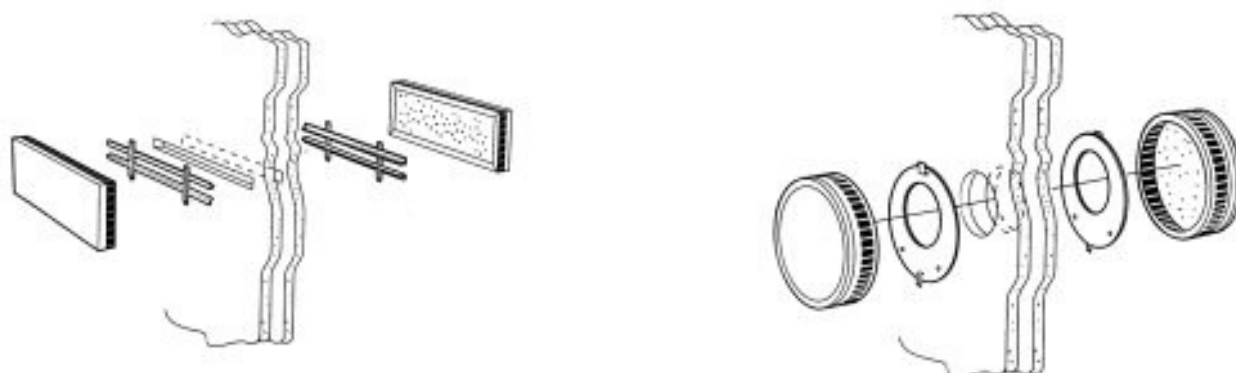
Afin de limiter l'interphonie entre locaux et d'atténuer le bruit régénéré par les modules de régulation ou les registres, les conduits situés avant les bouches de soufflage ou de reprise seront constitués d'un conduit souple isolé par un matelas de laine minérale et revêtu intérieurement d'aluminium micro-perforé de type *FRANCE-AIR Phoniflex* ou techniquement équivalent.

Localisation : conduit de 1 m de longueur minimum : tous locaux courants.

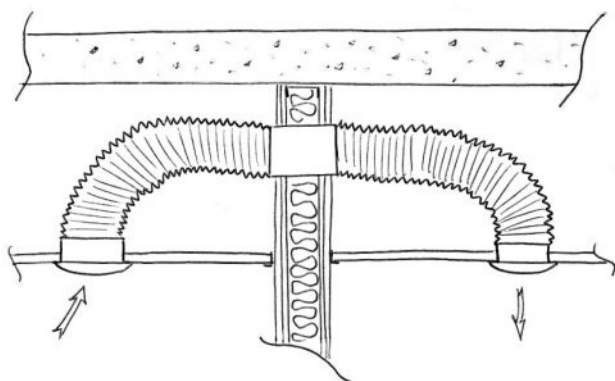
5.10.3 Transfert d'air

Les portes étant équipées de joints périphériques, il est évidemment exclu de les détalonner.

En cas de nécessité de transfert d'air par la paroi concernée, celui-ci sera réalisé à travers des grilles de transfert acoustiques de type *FRANCE AIR GFV 90 ou 91* ou techniquement équivalent, insérées dans les cloisons. La fourniture et l'installation de ces grilles seront à la charge du présent lot. La performance acoustique de ces grilles sera adaptée à l'isolement acoustique recherché entre les locaux.



À défaut, il sera prévu deux bouches de ventilation dans le plafond de part et d'autre de la paroi séparative concernée, reliées par un conduit souple d'une longueur totale minimale de 1 m, isolé par un matelas de laine minérale et revêtu intérieurement d'aluminium microperforé de type *FRANCE-AIR Phoniflex* ou techniquement équivalent. La traversée de la paroi séparative se fera au moyen d'un conduit rigide en tôle d'acier galvanisé dont l'étanchéité périphérique sera réalisée au moyen d'un manchon résilient de faible épaisseur.

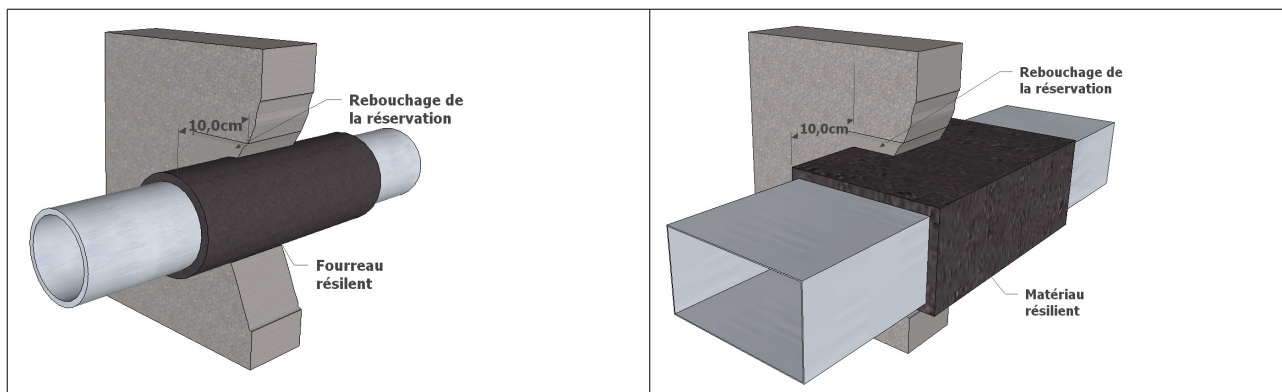


5.10.4 Gaines et canalisations

Les gaines situées entre les registres et les bouches auront une longueur d'au moins 5 fois leur diamètre (ou leur plus grande dimension) et seront revêtues intérieurement de matériaux absorbants (fibre minérale).

Pour les tubes de petits diamètres, les traversées de cloisons en plaques de plâtre, de murs et de planchers se feront au moyen d'une gaine en PVC parfaitement ajustée au diamètre du tube de chauffage, la gaine étant elle-même soigneusement insérée dans la cloison.

Pour les tubes de petits diamètres, les traversées de cloisons en plaques de plâtre, de murs et de planchers se feront au moyen d'un manchon résilient de faible épaisseur, de type *ARMACELL Armaflex* ou techniquement équivalent, parfaitement ajusté au diamètre du tube de chauffage, le manchon étant lui-même soigneusement inséré dans la cloison. Ce matériau sera largement plus grand que la traversée. Il sera arasé après rebouchage des réservations et peinture éventuelle.



Pour les gaines de ventilation, les traversées de cloisons, de murs et de planchers se feront au moyen d'un matériau résilient. Ce matériau sera largement plus grand que la traversée. Il sera arasé après rebouchage des réservations et peinture éventuelle.

Le passage des gaines devra se faire uniquement entre circulation et locaux. Il ne doit pas y avoir de passage de gaines de local à local. Dans le cas contraire, des pièges à son seront prévus à chaque traversée.

Les canalisations et les gaines seront équipées de colliers antivibratiles dont la garniture insonorisante dépassera le collier et sera adaptée à la charge à porter (les garnitures en feutre sont à proscrire ainsi que tout type de suspension par câble). Ces colliers seront de type *MUPRO* ou techniquement équivalent soigneusement dimensionnés et **serrés au minimum**.



Colliers antivibratiles pour canalisations



Colliers antivibratiles pour gaines à spirale

La désolidarisation des gaines rectangulaires ainsi que des centrales de ventilation suspendues, se fera à l'aide de supports antivibratiles. Ces supports devront être adaptés au poids des appareils.

La désolidarisation des systèmes de support des conduits et des gaines se fera par interposition de matériau résilient, soit directement sous les conduits, soit sous les pieds des supports qui ne seront pas fixés dans le sol.

Toutes les installations techniques susceptibles de produire des vibrations seront désolidarisées de la structure porteuse au moyen de matériau résilient ou de boîtes à ressort.

Les pompes, surpresseurs, etc. seront équipés de raccords antivibratiles en élastomère. S'ils sont équipés de limiteurs d'élongation, ceux-ci seront logés dans des rondelles en caoutchouc.

5.10.5 Silencieux d'interphonie

Mise en place de silencieux d'interphonie, d'indice $R_{125\text{Hz}} \geq 12$ dB. Ces silencieux seront systématiquement mis en œuvre dans les gaines CVC au droit des traversées de cloisons à double ossature et de dalles hautes/murs séparatifs entre locaux CTA et locaux adjacents.

5.10.6 Socles et massifs de désolidarisation

Le titulaire du présent lot devra fournir au titulaire du 5.2 tous les plots et bandes antivibratiles permettant la désolidarisation des dalles flottantes des socles et massifs supports d'équipement (voir 5.2 Lot n°2 – Gros œuvre). Le dimensionnement de ces antivibratiles devra permettre un filtrage des vibrations d'au moins 90% (soit 20 dB) pour la fréquence d'excitation la plus basse de l'appareil.

5.10.7 Appareillages

Toutes les installations techniques susceptibles de produire des vibrations seront désolidarisées de la structure porteuse au moyen de matériau résilient ou de boîtes à ressort.

Les pompes, surpresseurs, etc. seront équipés de raccords antivibratiles en élastomère. S'ils sont équipés de limiteurs d'élongation, ceux-ci seront logés dans des rondelles en caoutchouc.

La désolidarisation des systèmes de support des conduits se fera par interposition de matériau résilient, soit directement sous les conduits, soit sous les pieds des supports qui ne seront pas fixés dans le sol.

Les robinetteries seront classées dans le groupe acoustique II.

5.10.8 WC

Les chasses d'eau seront équipées de robinet à contre pression avec tube plongeur conformément à la norme NF D 12-203.

Les bâtis autoportants, qu'ils soient pour les urinoirs, à chasse réservoir ou à chasse directe seront désolidarisés du sol par un matériau antivibratile et fixés à l'aide de chevilles antivibratiles à collerette.

Toutes les installations techniques susceptibles de produire des vibrations seront désolidarisées de la structure porteuse au moyen de matériau résilient ou de boîtes à ressort.

Les pompes, surpresseurs, etc. seront équipés de raccords antivibratiles en élastomère. S'ils sont équipés de limiteurs d'élongation, ceux-ci seront logés dans des rondelles en caoutchouc.

La désolidarisation des systèmes de support des conduits se fera par interposition de matériau résilient, soit directement sous les conduits, soit sous les pieds des supports qui ne seront pas fixés dans le sol.

5.10.9 Canalisations

Les installations de plomberie répondront aux dispositions prévues par le DTU 60.11, relatif au dimensionnement des canalisations d'alimentation en eau froide et eau chaude.

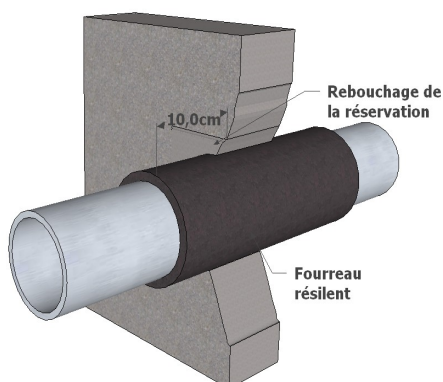
La vitesse d'eau dans les canalisations sera inférieure à 1,5 m/s. La pression de l'eau sera inférieure ou égale à 3 bars. Les réducteurs de pression seront certifiés NF.

Les canalisations seront équipées de colliers antivibratiles de type *MUPRO* ou techniquement équivalent, soigneusement dimensionnés et **serrés au minimum**. Dans la mesure du possible, ces canalisations ne seront pas fixées sur les parois légères (masse surfacique < 200 kg/m²) mais contre les parois lourdes du bâtiment.



Collier antivibratile pour canalisations

Pour les tubes de petits diamètres, les traversées de cloisons en plaques de plâtre, de murs et de planchers se feront au moyen d'un manchon résilient de faible épaisseur, de type *SOMECA Gainojac*, *ARMACELL Armaflex* ou techniquement équivalent, parfaitement ajusté au diamètre du tube, le manchon étant lui-même soigneusement inséré dans la cloison.



Les descentes d'eaux pluviales, eaux usées et eaux vannes seront en fonte ou en PVC multidensité de type *WAVIN Isophon Sitech 3M* ou techniquement équivalent.

En cas de dévoiement, les fixations seront du type *MUPRO* ou techniquement équivalent, soigneusement dimensionnés et **serrés au minimum**. Les coudes de dévoiement, seront enrobés d'une épaisseur de 2 cm minimum de bande plâtrée sur un linéaire de 30 cm.

Sur les chutes, les embranchements de même section seront inclinés à 45 degrés, les embranchements réduits pourront être raccordés à 90 degrés.

5.10.10 Limites de prestations et précautions de mise en œuvre

L'atténuation procurée par les systèmes antivibratiles doit être suffisante pour respecter les niveaux définis ci-dessus au chapitre 4.5, minorés de 10 unités pour tenir compte du fait que ces niveaux doivent être respectés tous les équipements de tous les lots étant en fonctionnement.

L'entrepreneur vérifiera que les charges appliquées aux systèmes antivibratiles ne dépassent pas la charge maximale admissible.

L'entrepreneur n'utilisera pas les réservations déjà occupées par un autre corps d'état.

L'attention de l'entrepreneur sera attirée en cours de chantier sur la qualité des rebouchages des réservations de passage de conduites pour respecter les préconisations d'isolement acoustique.

Lors du rebouchage, l'entreprise devra faire en sorte qu'aucun contact solidien n'existe entre les parois et les gaines et/ou canalisations. Le rebouchage se fera à l'aide d'un matériau possédant une masse surfacique équivalente à celle de la paroi considérée.

L'entrepreneur devra prévoir sur les entrées d'air des locaux techniques bruyants des silencieux à l'intérieur des locaux pour respecter les niveaux sonores à 5 m des façades et/ou en limite de propriété.

Pour atteindre les objectifs de niveaux sonores **en extérieur**, les appareils seront choisis de façon à respecter les valeurs limites et/ou équipés de silencieux.

5.10.11 Documents demandés aux entreprises

Tous les documents demandés ci-dessous doivent être transmis simultanément. Dans le cas contraire, une liste des documents manquants accompagnée d'un avis défavorable sera retournée.

Plans des réseaux ;

Documentation des colliers antivibratiles ;

Documentation des matériaux antivibratiles/boîtes à ressorts et leurs notes de calculs ;

Niveaux de puissance acoustique des centrales (par bande de fréquence) ;

Niveaux de régénération des clapets coupe feu ; des registres ; des grilles ;

Notes de calcul des niveaux sonores dus à la ventilation de chaque local définis au chapitre 4.5;

Notes de calcul justifiant le respect des objectifs à l'extérieur définis au chapitre 4.6 tenant compte de l'ensemble des installations techniques du bâtiment.

Les notes de calculs et les plans de chantier devront être communiqués à la maîtrise d'œuvre pour approbation.

5.11 Lot n°11 – Électricité

5.11.1 Encastremets

Dans la mesure du possible, la distribution en plafond devra se faire uniquement entre circulation et locaux.

Il ne doit pas y avoir de passage de câbles entre locaux de réception.

Si toutefois des câbles doivent traverser une paroi, les chemins de câbles s'arrêteront à environ 10 cm de part et d'autre de la paroi quelle que soit sa nature, y compris planchers et dalles. Seuls les câbles pénétreront dans la réservation qui sera correctement rebouchée par un bourrage de laine de roche et de mortier de colle.

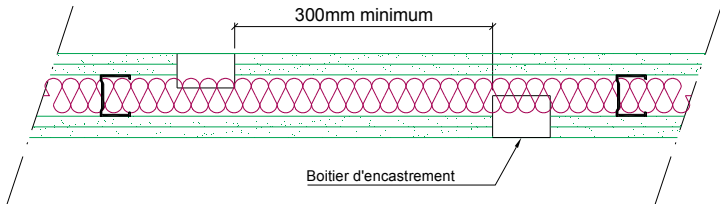
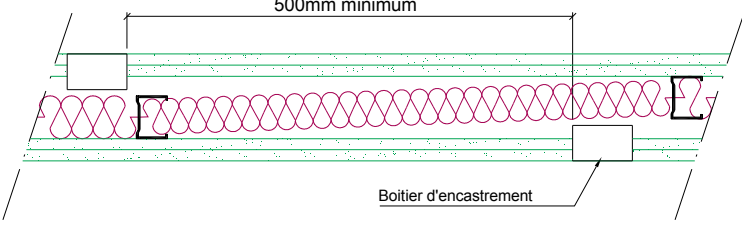
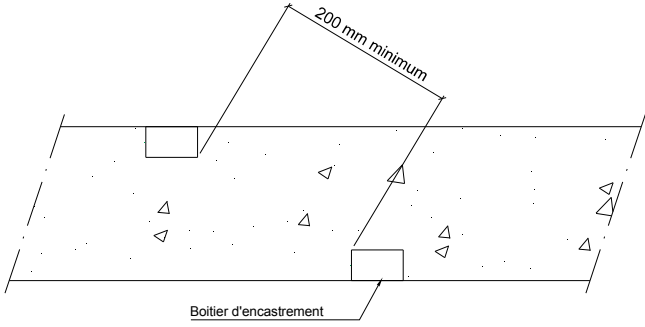
Les chemins de câble ne devront pas être en contact avec des éléments générateurs de vibration (CTA, extracteurs...).

Les appareillages dont la surface n'excède pas 200 cm² pourront être encastrés. S'ils sont disposés de part et d'autre d'une même cloison en plaques de plâtre, devront être distants d'au moins :

- 30 cm (bord à bord) lorsque l'indice R_A de la cloison est inférieur à 51 dB (de type 72/48, 84/48, 98/62, 98/48...);
- 50 cm (bord à bord) lorsque l'indice R_A de la cloison est supérieur ou égal à 51 dB (de type 98/48 Duo'Tech, 123/62 dB, cloison à ossature double ou alternée...).

Dans le cas d'une paroi béton, les appareillages situés de part et d'autre de la paroi seront disposés de telle sorte qu'il y ait au moins 20 cm de béton entre eux-ci.

Distance minimale entre appareillages encastrés :

<p>Cloison d'indice $R_A < 51$ dB</p>	
<p>Cloison d'indice $R_A \geq 51$ dB</p>	
<p>Paroi béton</p>	

Tous les appareillages d'une surface supérieure à 200 cm² devront être posés en applique.

Au cas où l'entrepreneur constaterait des problèmes ou incohérences avec les contraintes définies ci-dessus, il devra en avertir la maîtrise d'œuvre avant tout commencement d'exécution, pour un nouveau choix d'implantation.

5.11.2 Luminaires

Tous les équipements électriques, et notamment les luminaires, installés dans les locaux de réception visés au chapitre 4.2.1, devront justifier d'un niveau de pression acoustique L_p , mesuré in situ dans le local à une distance de 1 m de l'appareil dans toutes les directions, inférieur de 10 dB(A) à la limite de niveau de bruit intérieur des équipements techniques définie au chapitre 4.5.1.

Afin d'éviter tout phénomène de ronronnement des luminaires de type fluorescent, les ballasts seront préférablement choisis de type électronique ou électromagnétique à faibles pertes.

5.11.3 Limites de prestations et précautions de mise en œuvre

Lorsque des câbles doivent traverser une paroi, les chemins de câbles s'arrêteront à environ 10 cm de part et d'autre de la paroi quelle que soit sa nature, y compris planchers et dalles. Seuls les câbles et la continuité de la mise à la terre pénétreront dans la réservation qui sera correctement rebouchée. Afin de limiter le niveau de bruit des équipements électriques, l'entrepreneur prendra tous les moyens nécessaires notamment :

- la désolidarisation des appareils et des armoires contenant des contacteurs et autres éléments pouvant vibrer, de leur support au moyen de fixations résilientes ;
- la suppression des vibrations de toutes pièces du luminaire par notamment le réglage des liaisons mécaniques entre les différentes pièces et l'amortissement des tôles ;
- le remplacement des ballasts par des modèles plus silencieux.

Les tuyaux cannelés ou équivalents pour passage de câbles au travers des parois sont totalement proscrits dès que les isollements de ces parois sont supérieurs à 40 dB.

Les plans d'atelier et de chantier devront être communiqués à la maîtrise d'œuvre pour avis.

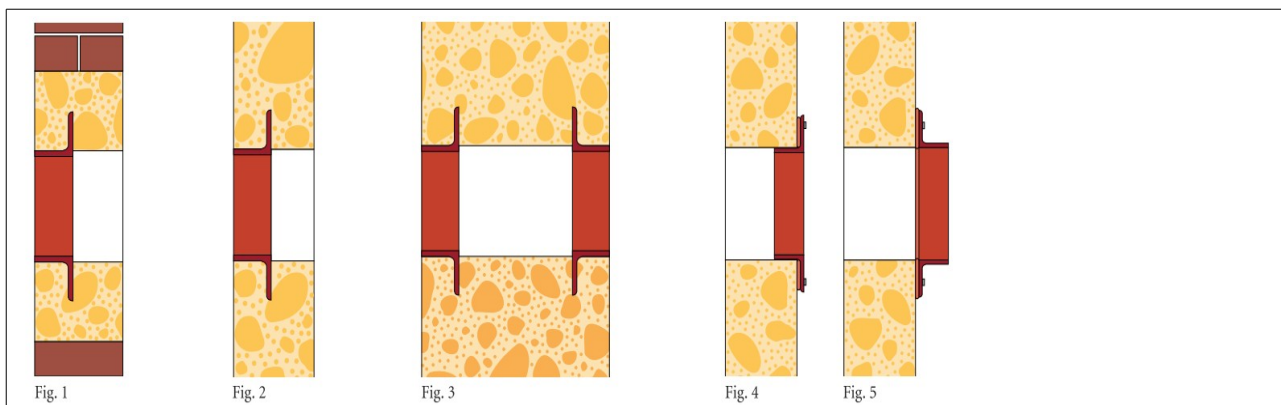
L'entrepreneur n'utilisera pas les réservations déjà occupées par un autre corps d'état.

L'attention de l'entrepreneur sera attirée en cours de chantier sur la qualité des rebouchages des réservations de passage de câbles pour respecter les préconisations d'isolement acoustique.

Lors du rebouchage, l'entreprise devra faire en sorte qu'aucun contact solidien n'existe entre les parois et les gaines et/ou canalisations. Le rebouchage se fera à l'aide d'un matériau possédant une masse surfacique équivalente à celle de la paroi considérée.

Les passe-câbles seront montés comme suit :

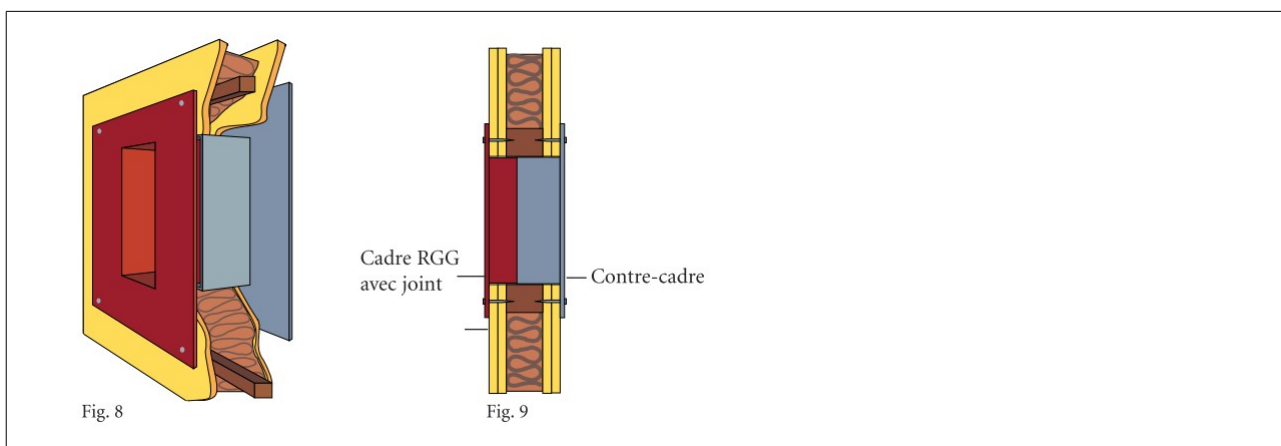
- dans des parois maçonnées :



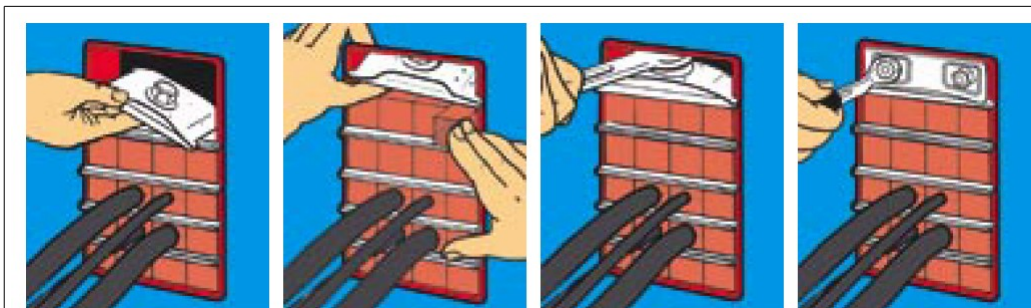
Le cadre peut être noyé directement dans le béton des parois (Fig 1, 2 et 3) ou bien scellé ultérieurement dans une réservation. Pour un coupe-feu 4 heures, l'emploi d'un montage double est obligatoire (Fig 3).

Le montage de la Fig 4 est le seul montage recommandé en coupe-feu.

– dans des parois en plaques de plâtre :



Les cadres RGG et leurs contre-cadres sont vissés en applique sur la cloison sèche (Fig 8 et 9). Un joint à la pompe doit être utilisé pour assurer l'étanchéité, il doit être placé entre le cadre RGG et la cloison. Le contre-cadre en acier galvanisé est disponible en 3 profondeurs différentes qui sont appropriées pour toutes les épaisseurs de cloisons.



Principe de mise en œuvre

5.11.4 Documents demandés aux entreprises

Tous les documents demandés ci-dessous doivent être transmis simultanément. Dans le cas contraire, une liste des documents manquants accompagnée d'un avis défavorable sera retournée.

Plans des réseaux ;

Puissance acoustique des appareils d'éclairage à transformateur et à décharge.

5.12 Lot n°12 – Photovoltaïque

Pas de disposition spécifique.

5.13 Lot n°13 – Désamiantage – Démolition

Pas de disposition spécifique.

6 ANNEXE 1 - DÉFINITIONS

6.1 Correction acoustique

6.1.1 Durée de réverbération : T

La durée de réverbération (T ou TR) d'un local est le temps nécessaire pour qu'un son décroisse de 60 dB après coupure brusque de sa source.

Cette grandeur est exprimée en secondes.

6.1.2 Facteur d'absorption : α

Dans une bande de fréquences déterminées, le facteur d'absorption α est le rapport de la puissance acoustique incidente qui est absorbée à la surface de cet élément. Cette grandeur est exprimée par un nombre compris entre 0 et 1.

6.1.3 Indice d'absorption acoustique pondéré : α_w

C'est la valeur unique, obtenue par comparaison du spectre d'absorption d'un matériau avec le spectre d'absorption de référence. Elle est exprimée par un nombre compris entre 0 et 1.

6.1.4 Aire d'absorption équivalente : A

L'aire d'absorption équivalente A d'un matériau est le produit de l'indice α_w par la surface du matériau de correction acoustique. Cette grandeur est exprimée en m².

6.2 Isolements aux bruits aériens

6.2.1 Indice d'affaiblissement acoustique standardisé : R_w (C;C_{tr})

C'est l'affaiblissement obtenu par un élément (paroi, porte...) testé en laboratoire.

Il faut distinguer cette valeur (obtenue dans des conditions spécifiques) de l'isolement acoustique standardisé pondéré (obtenu sur chantier) qui tient compte des transmissions indirectes provenant des autres parois (sol, plafond, façade...). Des différences allant jusqu'à 15 dB peuvent être constatées.

Cet indice dépend du type de bruit considéré :

- pour le bruit rose : $R_A = R_w + C$;
- pour le bruit routier : $R_{A,tr} = R_w + C_{tr}$.

Cette grandeur est exprimée en décibels (dB).

Pour la suite de notre étude, nous utiliserons les indices R_A et $R_{A,tr}$

6.2.2 Isolement acoustique brut : D

L'isolement acoustique brut d'une paroi se caractérise par la différence entre le niveau sonore émis d'un côté d'une paroi et le niveau sonore reçu de l'autre côté de cette même paroi :

$$D = L_{\text{émis}} - L_{\text{reçu}}$$

Cette grandeur est exprimée en décibels (dB) par bande d'octave.

6.2.3 Isolement acoustique standardisé : D_{nT}

L'isolement acoustique standardisé d'une paroi est l'isolement brut, corrigé de la durée de réverbération du local de réception : $D_{nT} = D + 10 \log \frac{T}{T_0}$

Avec D : l'isolement acoustique brut ;

T_0 : la durée de réverbération du local de référence ;

T : la durée de réverbération du local de réception.

Cette grandeur est exprimée en décibels (dB) par bande d'octave.

6.2.4 Isolement acoustique standardisé pondéré : $D_{nT,w} (C;C_{tr})$

Ces valeurs sont obtenues en comparant la courbe d'isolement acoustique standardisé avec des courbes de référence, qui dépendent du type de bruit considéré :

– pour le bruit rose : $D_{nT,A} = D_{nT,w} + C$;

– pour le bruit routier : $D_{nT,A,tr} = D_{nT,w} + C_{tr}$

Cette grandeur est exprimée en décibels (dB).

Pour la suite de notre étude, nous utiliserons les indices $D_{nT,A}$ et $D_{nT,A,tr}$ en fonction du type d'isolement acoustique standardisé pondéré recherché.

6.2.5 Isolement normalisé d'un petit élément de construction : $D_{n,e,w} (C;C_{tr})$

Cet indice concerne les petits éléments de construction participant à l'isolement (bouches d'extraction, entrées d'air en façade, coffres de volets roulants...).

Le calcul de la valeur s'effectue en prenant comme référence un bruit rose ou un bruit routier, selon que l'élément participe à la transmission aérienne entre logements ou vers l'espace extérieur.

6.3 Isolement aux bruits de chocs

6.3.1 Niveau du bruit de choc : L_j

C'est le niveau de pression acoustique dans le local de réception lorsque le plancher en essai est excité par la machine à chocs normalisée.

Cette grandeur est exprimée en décibels (dB) par bande d'octave.

6.3.2 Niveau du bruit de choc standardisé : L'_{nT}

C'est le niveau de pression brut du bruit de chocs corrigé de la durée de réverbération du local de réception :

$$L'_{nT} = L_j - 10 \log \frac{T}{T_0}$$

Avec L_j : le niveau du bruit de choc ;

T_0 : la durée de réverbération de référence ;

T : la durée de réverbération du local de réception.

Cette grandeur est exprimée en décibels (dB) par bande d'octave.

6.3.3 Niveau pondéré du bruit de chocs standardisé : $L'_{nT,w}$

C'est le niveau du bruit de choc standardisé comparé à la courbe de référence.

Cette grandeur est exprimée en décibels (dB).

6.3.4 Réduction du niveau du bruit de chocs pondéré : ΔL_w

Cette valeur exprime l'efficacité de réduction des bruits de chocs des revêtements de sol.
Cette grandeur est exprimée en décibels (dB).

6.4 Niveaux de bruits des équipements

6.4.1 Niveau de bruit d'un équipement : L_{nA}

Le niveau de bruit d'un équipement est le niveau de pression acoustique dans le local de réception lorsque l'équipement est en fonctionnement. Cette grandeur est exprimée en décibels pondérés A (dB(A)).

6.4.2 Niveau de bruit normalisé d'un équipement : L_{nAT}

Le niveau de bruit normalisé maximal admissible dans un local : L_{nAT} est le niveau maximal obtenu lorsque toutes les sources dues aux équipements du bâtiment sont en fonctionnement simultanément.

$$L_{nAT} = L_{nA} - 10 \log \frac{T}{T_0}$$

Avec L_{nA} : le niveau de pression acoustique ;

T_0 : la durée de réverbération de référence ;

T : la durée de réverbération du local de réception.

Cette grandeur est exprimée en décibels pondérés A (dB(A)).

6.4.3 Niveau de bruit à l'extérieur : L_p

C'est le niveau de pression acoustique maximal admissible en limite de propriété pour les bruits émis par les installations techniques du présent projet.

Cette grandeur est exprimée en décibels pondérés A (dB(A)).

6.4.4 Niveau de puissance acoustique d'une source sonore : L_w

C'est la quantité d'énergie acoustique que la source sonore rayonne par unité de temps. Contrairement au niveau de pression acoustique, le niveau de puissance ne dépend pas de l'environnement de mesure (distance par rapport à la source, réverbération du site, directivité de la source...).

Cette grandeur est exprimée en décibels pondérés A (dB(A)).

6.5 Tolérances de mesurages

Réglementairement les valeurs d'isolement seront mesurées avec une tolérance de 3 dB et de niveaux de bruit avec une tolérance de 3 dB(A).

La tolérance sur la mesure de la durée de réverbération sera de $\pm 10 \%$ de l'objectif.

Néanmoins l'objectif fixé par la maîtrise d'œuvre sera la valeur d'objectif définie par le maître d'ouvrage et ne comporte pas de tolérance au niveau de la conception.

7 ANNEXE 2 - RÉGLEMENTATIONS

7.1 Dispositions générales

- Loi n° 92-1444 du 31 décembre 1992 relative à la lutte contre le bruit (modifiée par la loi n° 92-1476 du 31 décembre 1992 et la loi n° 95-101 du 2 février 1995).
- Articles L 111-11 à L 111-20, R 111-23-1 à R 111-23-3 du code de la construction et de l'habitation.
- Loi n° 78-12 du 4 janvier 1978 relative à la responsabilité et à l'assurance dans le domaine de la construction.
- Arrêté du 23 juin 1978 relatif aux installations fixes destinées au chauffage et à l'alimentation en eau chaude sanitaire des bâtiments d'habitation, de bureaux ou recevant du public.
- Décret n° 95-20 du 9 janvier 1995 pris pour l'application de l'article L 111-11-1 du code de la construction et de l'habitation et relatif aux caractéristiques acoustiques de certains bâtiments autres que d'habitation et de leurs équipements.
- Arrêté du 30 mai 1996 – « Version consolidée au 2 août 2013 » relatif aux modalités de classement des infrastructures de transports terrestres et à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit.
- Arrêté du 1er août 2006 fixant les dispositions prises pour l'application des articles R. 111-19 à R. 111-19-3 et R. 111-19-6 du code de la construction et de l'habitation relatives à l'accessibilité aux personnes handicapées des établissements recevant du public et des installations ouvertes au public lors de leur construction ou de leur création.
- Arrêté du 26 janvier 2007 modifiant l'arrêté du 17 mai 2001 modifié, fixant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique.
- Arrêté du 23 juillet 2013 modifiant l'arrêté du 30 mai 1996 relatif aux modalités de classement des infrastructures de transports terrestres et à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit.

7.2 Établissements d'enseignement

- Arrêté du 25 avril 2003 relatif à la limitation du bruit dans les établissements d'enseignement.
- Circulaire du 25 avril 2003 relative à l'application de la réglementation acoustique des bâtiments autres qu'habitations.

7.3 Protection du voisinage

- Décret n° 2006-1099 du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage et modifiant le code de la santé publique.
- Arrêté du 5 décembre 2006 relatif aux modalités de mesure des bruits de voisinage.
- Circulaire du 27 février 1996 relative à la lutte contre les bruits de voisinage.

8 ANNEXE 3 - NORMES

- NF P 90-270 Acoustique des salles sportives.
- NF S 30-010 Courbes NR d'évaluation du bruit.
- NF S 31-010 Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement - Méthodes particulières de mesurage.
- NF S 31-014 Mesurage en laboratoire du bruit des robinetteries et des équipements hydrauliques utilisés dans les installations d'eau.
- NF S 31-045 Mesurage du pouvoir d'isolation acoustique des éléments de construction et de l'isolement des immeubles. Mesurage en laboratoire du pouvoir d'isolation acoustique au bruit aérien des éléments de construction de petites dimensions.
- NF S 31-050 Mesurage du pouvoir d'isolation acoustique des éléments de construction et de l'isolement des immeubles. Spécifications relatives aux postes d'essais.
- NF S 31-051 Mesurage du pouvoir d'isolation acoustique des éléments de construction et de l'isolement des immeubles. Mesurage en laboratoire du pouvoir d'isolation acoustique au bruit aérien des éléments de construction.
- NF S 31-053 Mesurage du pouvoir d'isolation acoustique des éléments de construction et de l'isolement des immeubles. Mesurage en laboratoire de la réduction de la transmission du bruit de choc par les revêtements de sol et les dalles flottantes.
- NF S 31-057 Vérification de la qualité acoustique des bâtiments (code d'essais).
- NF EN ISO 3382-1 : 2009 Mesurage des paramètres acoustiques des salles – Partie 1 : Salles de spectacles.
- NF EN ISO 3382-2 : 2008 Mesurage des paramètres acoustiques des salles – Partie 2 : Durée de réverbération des salles ordinaires.
- NF EN ISO 3822-1 Mesurage en laboratoire du bruit émis par les robinetteries et les équipements hydrauliques utilisés dans les installations de distribution d'eau – Partie 1 : méthode de mesurage.
- NF EN ISO 3822-2 Mesurage en laboratoire du bruit émis par les robinetteries et les équipements hydrauliques utilisés dans les installations de distribution d'eau – Partie 2 : conditions de montage et de fonctionnement des robinets de puisage et des robinetteries.
- NF EN ISO 3822-3 Mesurage en laboratoire du bruit émis par les robinetteries et les équipements hydrauliques utilisés dans les installations de distribution d'eau – Partie 3 : conditions de montage et de fonctionnement des robinetteries et des équipements hydrauliques en ligne.
- NF EN ISO 3822-4 Mesurage en laboratoire du bruit émis par les robinetteries et les équipements hydrauliques utilisés dans les installations de distribution d'eau – Partie 4 : conditions de montage et de fonctionnement des équipements spéciaux.
- NF EN ISO 717-1 Évaluation de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction. Isolement aux bruits aériens.
- NF EN ISO 717-2 Évaluation de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction. Protection contre le bruit de choc.
- NF EN ISO 140-3 Mesurage de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction. Mesurage en laboratoire de l'affaiblissement des bruits aériens par les éléments de construction.
- NF EN ISO 140-4 Mesurage de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction. Mesurage in situ de l'isolement aux bruits aériens entre pièces.

- NF EN ISO 140-5 Mesurage de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction. Mesurage in situ de la transmission des bruits aériens par les éléments de façade et les façades.
- NF EN ISO 140-6 Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction. Mesurage en laboratoire de l'isolation des sols aux bruits de chocs.
- NF EN ISO 140-7 Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction. Mesurage sur place de l'isolation des sols aux bruits de chocs.
- NF EN ISO 140-8 Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction. Mesurage en laboratoire de la réduction de la transmission des bruits de chocs par les revêtements de sol sur plancher normalisé.
- NF EN ISO 10052 Mesurages in situ de l'isolement aux bruits aériens et de la transmission des bruits de choc ainsi que du bruit des équipements – Méthode de contrôle.
- NF EN 20140-9 Mesurage de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction. Mesurage en laboratoire de l'isolation au bruit aérien de pièce à pièce par un plafond suspendu surmonté d'un vide d'air.
- NF EN 20140-10 Mesurage de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction. Mesurage en laboratoire de l'isolation au bruit aérien de petits éléments de construction.