

Université de Lorraine

Direction du Patrimoine Immobilier
Cellule Grands Projets Immobiliers
34, Cours Léopold - CS 25233 - 54000 NANCY

Restructuration de l'IUT Nancy-Brabois
Accueil des départements QLIO et GBS

Notice Acoustique

Bâtiments A - C - D et H0

23 MAI 2025 - Indice 0




Maître d'Ouvrage	
Raison Sociale	Université de Lorraine
Adresse	34, Cours Léopold 54000 NANCY
Interlocuteur	Jean-Marc MAYER
Fonction	Sous-directeur grands projets immobilier
Téléphone	06 70 75 45 53
Courriel	jean-marc.mayer@univ-lorraine.fr

Architecte mandataire	
Raison Sociale	Jean-Michel Jacquet Architectes
Adresse	50, Boulevard Lundy 51100 REIMS
Interlocuteur	Philippe CORRE
Fonction	Chef de projet
Téléphone	03 26 61 17 98
Courriel	ph.corre@jmjacquet.archi

Diffusion	
Version	A
Date	29 avril 2025

Rédacteur Melvin CHARLES


Relecteur SIMON Yann


La diffusion ou la reproduction de ce document n'est autorisée que sous la forme d'un fac-similé comprenant 44 pages. Rédigé par Melvin CHARLES, transmis le 29/04/2025.

Table des matières

1	INTRODUCTION.....	5
1.1	Objet du document	5
1.2	Présentation du projet et principaux enjeux acoustiques	5
1.3	Programme acoustique de l'opération	6
2	NOTES A DESTINATION DES ENTREPRISES	7
2.1	Contenu du présent document.....	7
2.2	Primauté	7
2.3	Engagement des entreprises.....	7
2.4	Justification des performances acoustiques avant travaux	8
2.5	Limitation du bruit et des vibrations émises lors des travaux	11
2.6	Vérification des performances acoustiques in situ	12
2.7	Limites de la réglementation.....	13
3	CONTEXTE REGLEMENTAIRE, NORMATIF ET PROGRAMMATIQUE	14
3.1	Réglementation	14
3.2	Normes.....	15
3.3	Programme technique et environnemental.....	16
4	OBJECTIFS ACOUSTIQUES	17
4.1	Préambule	17
4.2	Isolements aux bruits aériens vis-à-vis de l'extérieur.....	17
4.3	Isolements aux bruits aériens entre locaux	17
4.4	Niveaux de bruit de choc dans les locaux	18
4.5	Correction de la réverbération dans les locaux	18
4.6	Niveaux de bruit des équipements techniques à l'intérieur des locaux.....	18
4.7	Niveaux de bruit des équipements techniques dans l'environnement extérieur.....	19
5	DESCRIPTIF ACOUSTIQUE PAR LOT	21
5.1	LOT 01 : DESAMIANPAGE	21
5.2	LOT 02 : VRD – ESPACE VERT	21
5.3	LOT 03 : DEMOLITION – STRUCTURE.....	21
5.4	LOT 04 : BARDAGE – ITE – ETANCHEITE.....	22
5.5	LOT 05 : MENUISERIES EXTERIEURES – SERRURERIE.....	23
5.6	LOT 06 : CLOISONS – FAUX PLAFONDS – DOUBLAGES	24
5.7	LOT 07 : MENUISERIES INTERIEURES	30
5.8	LOT 08 : CARRELAGE – FAIENCE.....	31
5.9	LOT 09 : PEINTURE	33
5.10	LOT 09bis : REVETEMENTS DE SOLS SOUPLES	33

5.11	LOT 10 : CHAUFFAGE – VENTILATION	34
5.12	LOT 10bis : PLOMBERIE – SANITAIRES.....	38
5.13	LOT 11 : ELECTRICITE	38
5.14	LOT 12 : ASCENSEUR	40
6	GLOSSAIRE.....	41

1 INTRODUCTION

1.1 Objet du document

Le présent document a pour objet de définir et préciser les objectifs et exigences acoustiques relatifs à la restructuration de l'IUT Nancy-Brabois situé au Montet, rue du Doyen Urien à Villers-lès-Nancy (54), phase PRO.

Cette notice acoustique PRO-DCE est un document contractuel au même titre que les autres pièces du marché.

Elle se décompose en deux parties principales :

- La partie « Objectifs acoustiques » qui présente les exigences acoustiques à satisfaire in fine, une fois les travaux réalisés. Ces exigences découlent de la réglementation acoustique applicable, du programme de l'opération et des critères de confort usuellement pratiqués pour ce type d'établissement ;
- La partie « Descriptif acoustique », formulée par lot, qui décrit les performances acoustiques minimales des produits et systèmes à mettre en œuvre, ainsi que leur constitution-type et certaines précautions de mise en œuvre, en vue d'atteindre les exigences fixées.

1.2 Présentation du projet et principaux enjeux acoustiques

Le campus Brabois-Technologies se situe au sud-ouest de l'agglomération nancéienne, installé sur les communes de Villers-lès-Nancy et de Vandœuvre-lès-Nancy, au cœur du technopole Henri Poincaré.

Le site comprend 13 bâtiments :



Plan de localisation des bâtiments du site

Le projet de restructuration concerne uniquement les bâtiments suivants :

- A : Travaux légers (cloisonnement / décroisonnement/sol/faux plafond) ;
- C : Travaux légers (cloisonnement / décroisonnement/sol/faux plafond) ;
- D : Travaux légers (cloisonnement / décroisonnement/sol/faux plafond) ;
- Atelier GMP : Travaux légers (cloisonnement / décroisonnement/sol/faux plafond) ;
- H0 : Travaux légers (cloisonnement / décroisonnement/sol/faux plafond) ;
- H1 : Démolition du bâtiment existant pour construction d'un nouveau.

Les principaux enjeux acoustiques du projet sont :

- L'isolation entre locaux du bâtiment, aux bruits aériens et aux bruits d'impact (salle de cours, bureaux, ateliers, etc) ;
- La maîtrise de la réverbération dans les locaux (salle de cours, bureaux, ateliers, etc) ;
- La maîtrise des bruits d'équipements techniques, tant à l'intérieur des locaux qu'à l'extérieur, vis-à-vis du voisinage

Ici cette notice concerne uniquement les bâtiment A, C, D et H0. Les autres bâtiments sont étudiés dans d'autres notices.

1.3 Programme acoustique de l'opération

Le projet fait l'objet d'un pré-programme fonctionnel et technique en date de novembre 2023.

Ce programme précise le souhait d'améliorer l'acoustique existant et de mettre en place des traitements sans néanmoins préciser d'exigence particulière.

Concernant les bâtiments de cette notice (A, C, D et H0) le préprogramme précise les informations suivantes :

- Bâtiment A, C, D
 - Plancher en béton armé allant de 23 cm à 26 cm ;
 - Façade préfabriquée en béton avec un complexe en fibre de bois de 240mm + revêtement extérieure, céramique.
- Bâtiment H0
 - Façades en agglo de 15cm avec ITE de 80mm + bardage extérieur ;
 - Charpente métallique avec couverture amiante/ciment recouverte par une étanchéité + isolant.

Aucune information plus précise n'est donnée sur les performances acoustiques. Notamment sur les cloisons intérieures existante.

2 NOTES A DESTINATION DES ENTREPRISES

2.1 Contenu du présent document

La présente notice acoustique est le document de référence concernant les objectifs acoustiques à atteindre sur l'opération, et les performances acoustiques des matériaux et systèmes à mettre en œuvre.

Les objectifs acoustiques à atteindre sont contractuels : ce sont des obligations de résultat. Ils résultent d'une synthèse des exigences réglementaires, normatives, programmatiques, et du confort d'usage visé sur l'opération.

Les performances acoustiques des matériaux et systèmes à mettre en œuvre correspondent à des valeurs minimales de performance, qui sont à considérer comme des obligations de moyen minimum. A ces performances acoustiques minimum sont associés un descriptif du système à mettre en œuvre, un ou plusieurs exemples de produit ou solution pouvant satisfaire à cette performance, et des précautions générales ou spécifiques de mise en œuvre.

Les marques et types des produits ou systèmes cités dans la présente notice sont donnés à titre d'exemple. L'entreprise est libre de proposer tout autre produit que ceux cités dans le présent document, à condition de justifier de son équivalence acoustique et d'assurer répondre à toutes les autres contraintes du projet, exprimées dans les pièces écrites et graphiques du DCE.

2.2 Primauté

Sur les performances acoustiques des ouvrages, la notice acoustique prime en cas de contradiction avec les autres pièces écrites ou graphiques du marché.

En cas d'exigence acoustique différente entre différents textes réglementaires, normes, cahier de charges, ou pièces du marché, la performance acoustique maximale sera retenue, sauf avis contraire de l'acousticien de la maîtrise d'œuvre.

2.3 Engagement des entreprises

2.3.1 Respect des contraintes acoustiques

Pour chaque ouvrage dû à son lot, l'entreprise est réputée responsable du respect des contraintes acoustiques imposées dans le présent document et doit par conséquent prévoir dans son offre tout moyen nécessaire et indispensable pour satisfaire aux obligations de résultat qui lui sont imposées : matériaux, ressources humaines, logistique, implication lors des réunions de coordination, essais acoustiques en laboratoire ou sur cellule témoin, sujétions de mise en œuvre, etc.

De manière générale, l'entreprise doit prévoir tout moyen qui ne serait pas explicitement décrit et qu'elle jugerait nécessaire à l'obtention de ses obligations de résultat.

Au stade de l'offre, l'entreprise doit prendre connaissance de toutes les pièces du DCE, en faire la synthèse, et apporter une proposition technique et financière qui permette de répondre à l'ensemble des contraintes. Si l'entreprise décèle des contradictions entre pièces du DCE sur des ouvrages à caractère acoustique, elle est invitée à en informer le maître d'œuvre et son acousticien avant de répondre à l'appel d'offres, et à poser les questions nécessaires à la clarification de toute ambiguïté.

L'omission d'une quelconque recommandation dans la notice acoustique, ou des différences entre la notice acoustique et d'autres pièces du marché (plans, CCTP, etc.), ne saurait diminuer la responsabilité des entreprises quant aux garanties de résultat qui leur sont demandées.

Aucune entreprise ne pourra faire valoir une incompétence en acoustique pour s'affranchir de ses obligations de résultat. Le cas échéant, elle se fera assister d'un bureau d'étude ou d'un ingénieur-conseil en acoustique, à ses frais, que ce soit au stade de l'offre, des études d'exécution ou du déroulement du chantier.

2.3.2 Compétence et qualification des entreprises

Les entreprises titulaires de chaque lot devront posséder les compétences, qualifications professionnelles et assurances correspondant aux travaux et installations qui leur sont demandés.

2.3.3 Coordination entre corps d'état

Les objectifs acoustiques visés sur l'opération s'appliquent à l'ensemble des ouvrages qui seront réalisés, tous lots confondus, de manière transversale.

Chaque entreprise devra donc prendre connaissance du cahier des charges de travaux des autres lots, afin de tenir compte de toutes les sujétions inhérentes aux interfaces entre corps d'état, et s'engage à agir en coordination avec tout autre corps d'état pour obtenir, in fine, le résultat acoustique escompté.

2.3.4 Relation avec l'acousticien de la maîtrise d'œuvre

Chaque entreprise s'engage à fournir à l'acousticien de la maîtrise d'œuvre tous documents justifiant la performance acoustique de ses ouvrages, avant leur mise en œuvre. Elle devra également prévenir l'acousticien, et de manière générale la maîtrise d'œuvre, d'un changement de système constructif, produit ou équipement, intervenu après validation de la solution initialement proposée.

Chaque entreprise s'engage à prendre en compte les observations de l'acousticien lors du chantier, que celles-ci soient formulées sur site, en réunion de chantier, ou au travers de documents écrits tels que les avis sur les systèmes proposés (mission VISA) et les comptes-rendus de visite de chantier (mission DET).

2.4 Justification des performances acoustiques avant travaux

2.4.1 Notion d'équivalence

La description des moyens à mettre en œuvre dans la présente notice acoustique comprend généralement la référence à un produit-type, suivi du terme « ou équivalent ».

Cette notion d'équivalence s'entend pour tous les aspects liés à la qualité acoustique du produit décrit, notamment :

- La performance acoustique intrinsèque du produit, à la fois en valeur globale (indice d'affaiblissement acoustique R_w+C , indice d'amélioration du niveau de bruit de choc ΔL_w , coefficient d'absorption acoustique α_w , niveau de puissance acoustique L_w , etc.) et en valeurs par bandes d'octave sur un spectre fréquentiel établi au minimum de 63 Hz à 4 kHz ; Cette performance acoustique doit avoir été mesurée dans un laboratoire acoustique agréé, suivant les normes en vigueur, et avoir fait l'objet d'un rapport d'essai acoustique ;
- La validité des conditions de mise en œuvre (ou de fonctionnement) lors de l'essai acoustique en laboratoire, au regard des conditions de mise en œuvre (ou de fonctionnement) prévues sur l'opération ;
- La garantie d'une mise en œuvre sur chantier permettant d'obtenir les performances acoustiques visées ;
- La pérennité des performances acoustiques.

Dans tous les cas, c'est le maître d'œuvre et son acousticien qui jugeront du caractère équivalent, ou non, des produits proposés.

2.4.2 Documents à fournir

Les entreprises devront fournir, au maître d'œuvre et à son acousticien, un certain nombre de documents justificatifs permettant de valider les produits, systèmes et équipements proposés. Ces documents seront transmis suffisamment en amont des travaux pour permettre à la maîtrise d'œuvre de réaliser sa mission VISA, et à l'entreprise de prendre ensuite en compte les observations du maître d'œuvre.

De manière générale, il est demandé aux entreprises de fournir ses plans d'exécution, les fiches techniques de ses produits, et les rapports d'essai acoustique attestant de la performance acoustique de ses produits.

Pour chaque lot, l'ensemble devra être communiqué en un seul envoi, dans un dossier unique et complet, sous peine d'être non recevable et non étudié.

Chaque entreprise devra s'organiser pour présenter ce dossier au maître d'œuvre dans les délais compatibles avec le planning de l'opération, en contactant ses fournisseurs et en établissant ses plans d'exécution suffisamment en amont. En cas de retard dans la production de ces documents, il ne pourra être exigé de l'acousticien d'accélérer ses validations pour compenser les manques de l'entreprise.

Concernant spécifiquement le lot CVC, les plans et fiches techniques de matériel ne pourront pas être validés sans la fourniture des notes de calcul acoustiques associées, justifiant du contrôle du bruit des installations techniques.

2.4.3 Plateforme en ligne – boîte à plan

En cas d'adoption d'une plateforme en ligne (boîte à plan) pour la gestion des VISA, l'acousticien de la maîtrise d'œuvre ne réalisera aucun tri entre les différentes pièces déposées (concernant ou non l'acoustique du projet). L'entreprise informera l'acousticien, via un filtre spécifique sur la plateforme, du dépôt d'un document nécessitant un visa acoustique conformément à la liste des pièces attendues par l'acousticien.

En cas de non-respect de cette disposition (absence de filtre spécifique destiné à l'acousticien, dépôt systématique de documents sans incidence acoustique, etc...), les documents déposés seront refusés ou non analysés et cela sous responsabilité de l'entreprise.

2.4.4 Rapports d'essais acoustiques

Pour certains produits, systèmes et équipements décrits dans le présent document, l'entreprise devra fournir, avant toute mise en œuvre, les rapports d'essai acoustique correspondants.

Ces rapports d'essai acoustique seront rédigés en langue française, dateront de moins de dix ans, et auront été réalisés selon les normes françaises ou européennes en vigueur par un laboratoire indépendant du fabricant. Ils devront être transmis complets (toutes pages) et devront comporter, outre le résultat des mesures par octave ou tiers d'octave et en valeur globale, la référence à la norme de mesure, la méthodologie utilisée, un descriptif du poste de mesure et un descriptif exhaustif de l'échantillon testé (nature, constitution, dimensions, montage etc.).

Les rapports d'essai acoustique devront concerner le produit, système ou équipement dans son exacte composition, et dans les conditions de mise en œuvre ou de fonctionnement correspondant à ce qui est prévu sur l'opération.

Seul l'acousticien de la maîtrise d'œuvre sera en mesure d'apprécier la validité et la représentativité des rapports d'essai acoustique présentés par l'entreprise.

Si l'entreprise envisage de mettre en œuvre un produit ne disposant pas de rapport d'essai acoustique en laboratoire, ou dont le rapport d'essai acoustique est estimé non valable, elle devra justifier la performance acoustique requise par un essai acoustique sur ouvrage témoin, dans les conditions correspondant aux conditions de l'opération.

Une simple documentation commerciale ne pourra en aucun cas tenir lieu de rapport d'essai acoustique.

2.4.5 Notes de calcul acoustiques

Un certain nombre de lots doivent des notes de calcul acoustiques, en particulier les lots techniques ayant à mettre en œuvre des équipements générant du bruit et/ou des vibrations, susceptibles de gêner le confort des utilisateurs ou de troubler le voisinage du projet.

Avant établissement de ces notes de calcul, un accord préalable de l'acousticien devra avoir été obtenu sur la méthode utilisée (bruit des équipements, taux de filtrage des vibrations, respect des fréquences propres de suspensions de gaines etc.).

Lorsqu'une entreprise retient un calcul informatique pour les différentes notes demandées, elle doit faire apparaître toutes les hypothèses et formules utilisées sur des exemples significatifs afin que la Maîtrise d'œuvre puisse se prononcer en connaissance de cause.

En aucun cas, de simples extraits de documentations commerciales ne pourront tenir lieu de notes de calculs. Pour le lot CVC, aucun plan d'exécution de réseaux et aucune fiche produit ne seront approuvés sans vérification des notes de calcul acoustiques correspondantes.

• Règles de calculs concernant le bruit rayonné dans les locaux par les réseaux de ventilation

Pour chaque réseau de ventilation (soufflage et reprise) de chaque appareil (CTA, extracteur, insufflateur etc.), une note de calcul sera établie pour le local le plus dimensionnant (généralement le plus proche et/ou le plus petit volume), tenant compte des éléments de calcul suivants :

- Le niveau de puissance acoustique de l'équipement, correspondant à son débit d'air
- Les atténuations et régénérations de bruit par les pièges à son
- Les atténuations et régénérations de bruit lors de l'écoulement d'air dans les gaines, en fonction des caractéristiques des réseaux (diamètre, section, longueur, piquage, coude, etc.) et des éléments équipant les réseaux (clapets coupe-feu, registres, grilles, etc.)
- Le rayonnement du bruit par les parois des gaines en fonction de la vitesse d'écoulement de l'air
- Le niveau de puissance acoustique des terminaux et leur directivité
- Le nombre de terminaux par local
- Les caractéristiques du local (dimensions, durée de réverbération de référence)

Pour toute note de calcul, une majoration d'au moins 3 dB par bande d'octave sera appliquée sur les données acoustiques des fournisseurs d'équipements techniques (CTA, PAC, groupe de production de froid, etc.), afin de prendre en compte l'incertitude de mesure indiquée dans les fiches techniques des fournisseurs.

• Règles de calculs concernant le filtrage vibratoire

Pour chaque équipement technique nécessitant une désolidarisation vibratoire, l'entreprise fournira une note de calcul détaillant les éléments suivants :

- La masse de l'équipement et de son éventuel massif d'inertie, et les descentes de charge sur chaque plot antivibratile ponctuel
- La vitesse nominale de fonctionnement de l'équipement et la fréquence correspondante
- Le taux de filtrage à cette fréquence, en tenant compte des caractéristiques dynamiques réelles des plots antivibratiles proposés (raideurs dynamiques, amortissements,...).

Les caractéristiques de filtrage vibratoire devront être garanties par les fabricants.

Dans tous les cas, pour tous les systèmes générateurs de vibrations, le taux de filtrage vibratoire sera d'au moins 95 % pour la fréquence d'excitation la plus basse des équipements considérés.

2.4.6 Assistance de l'entreprise par un acousticien

Selon le cas, l'entreprise pourra s'adjoindre les conseils d'un bureau d'étude acoustique ou d'un acousticien-conseil indépendant pour le dimensionnement acoustique de ses ouvrages, l'établissement des justificatifs acoustiques, le suivi acoustique de ses travaux, et la réalisation de mesures acoustiques d'auto-contrôle en cours de chantier.

Cette assistance en acoustique est au libre choix de l'entreprise. Elle ne fait pas l'objet d'un poste spécifique dans les éléments de décomposition de prix et doit être inclus dans le prix global et forfaitaire de son marché. Elle ne pourra en aucun cas faire l'objet d'une demande financière supplémentaire auprès du Maître d'ouvrage.

Cependant, l'expérience montre que le lot CVC ne peut se passer d'une assistance en acoustique pour le dimensionnement de ses équipements et de ses réseaux, en vue de satisfaire aux obligations de résultat qui lui sont demandées (niveaux sonores maximum à respecter dans les locaux et dans l'environnement extérieur du projet). Sans assistance technique en acoustique, l'entreprise titulaire du lot CVC s'expose à des non-conformités flagrantes à la réception du chantier.

2.4.7 Mesure du niveau de bruit résiduel environnemental (lot CVC)

Lors des études de conception, il n'a pas été réalisé de mesures de bruit ambiant en espace extérieur. Par conséquent, un niveau de bruit résiduel forfaitaire est imposé à l'entreprise dans le présent document pour l'insonorisation de ses équipements techniques, en vue de respecter les émergences sonores réglementaires spécifiées dans le Code de la santé publique.

Si nécessaire, l'entreprise titulaire du lot CVC réalisera (à ses frais) des relevés de bruit ambiant sur site permettant de déterminer le niveau de bruit résiduel à partir de données réelles mesurées sur site, en période diurne et nocturne. Ce niveau de bruit résiduel servira de référence pour le dimensionnement des atténuateurs de bruit

nécessaires sur les équipements techniques bruyants du projet, afin de respecter les contraintes d'émergences réglementaires (applicables en façade des tiers et en limite de leurs propriétés).

Ces relevés sonores seront effectués conformément à la norme NF S 31-010 relative à la caractérisation et au mesurage des bruits de l'environnement, sur une période de 24 heures consécutive, en au minimum un point de mesure représentatif de l'ambiance sonore du voisinage le plus exposé au bruit des équipements techniques du projet.

Ces relevés sonores feront l'objet d'un rapport de mesure établi conformément aux normes de mesure applicables, qui précisera notamment l'emplacement des points de mesure (sur un plan masse), la date et l'heure des mesures, les coordonnées de l'opérateur, la référence du matériel de mesure utilisé, les conditions météorologiques lors des mesures, et la caractérisation des éventuels événements particuliers mesurés. Ce rapport sera transmis au maître d'œuvre.

La présentation des résultats comprendra l'évolution temporelle du niveau sonore mesuré (avec marquage des événements particuliers), sur toute la période, et des tableaux présentant le niveau sonore mesuré en valeur globale pondérée A et par bande d'octave comprise entre 63 Hz et 8 kHz et, selon les indices L_{Aeq} , L_5 , L_{10} , L_{50} , L_{90} , L_{95} , sur la période complète de 24 h d'une part, et par tranches horaires d'autre part.

Le niveau de bruit résiduel sur les périodes réglementaires 7h-22h et 22h-7h sera déduit de ces mesures à partir de l'indice fractile L_{90} du niveau de bruit ambiant mesuré, sur chaque bande de fréquence et en valeur globale pondérée A.

2.5 Limitation du bruit et des vibrations émises lors des travaux

Afin de limiter les nuisances sonores et vibratoires vis-à-vis des tiers pendant les travaux, le niveau de bruit au sein du chantier devra dans la mesure du possible être inférieur à 85 dBA, et il sera nécessaire de contenir les transmissions de bruit et de vibrations vers les zones voisines ou les bâtiments exploités ou occupés à proximité du chantier.

De manière générale, les entreprises devront respecter le cadre réglementaire et normatif suivant :

- Normes et réglementations relatives à la limitation du bruit des engins de chantier
- Norme ISO 2631 intitulée « Vibrations et chocs mécaniques - Évaluation de l'exposition des individus à des vibrations globales du corps »
- Règles techniques annexées à la circulaire du 23 juillet 1986 relative aux vibrations mécaniques émises dans l'environnement par les installations classées, concernant la sécurité des bâtiments
- Décret relatif à la lutte contre le bruit de voisinage du 31 août 2006

Nota : ce texte ne s'applique pas aux chantiers de manière comparable aux autres activités pouvant troubler le voisinage, mais il mentionne une nécessaire prise en compte de précaution et il conviendra de tenir compte de l'esprit de ce texte (s'agissant de définir une émergence) pour définir des niveaux de bruit acceptables pour les riverains ;

- Directive N°2000/14/CE, du 8 mai 2000, concernant le rapprochement des législations des Etats membres relatives aux émissions sonores dans l'environnement des matériels destinés à être utilisés à l'extérieur des bâtiments
- Arrêté du 21 janvier 2004 relatif au régime des émissions sonores des matériels destinés à être utilisés à l'extérieur des bâtiments
- Marquage CE du matériel employé, et conformité de chaque appareil au niveau de puissance acoustique maximum admissible

Une liste plus exhaustive des textes réglementaires et normatifs applicables est donnée dans le paragraphe détaillant le cadre d'étude de l'opération.

S'agissant des problèmes liés aux propagations solidiennes (vibrations), il conviendra de prévoir les interventions de manière à en limiter les effets (process, phasage, horaires, etc.). L'utilisation de matériel à percussions doit alors être évitée ou limitée à certains horaires dans certaines zones, le recours à des équipements non générateurs de vibrations basses fréquences est systématiquement préféré.

La prise en compte de la protection de l'ensemble des riverains pendant la phase de travaux est nécessaire. Toutes les protections provisoires nécessaires (couvertures, écrans acoustiques, etc.) et les mesurages acoustiques éventuels y afférant doivent être prévus. Des essais préalables pourront être réalisés par le candidat sur le matériel

de chantier, afin de quantifier les transmissions sonores et/ou vibratoires dans les zones exploitées ou occupées les plus proches.

L'entreprise appliquera, le cas échéant, la charte de chantier à faibles nuisances.

2.6 Vérification des performances acoustiques in situ

2.6.1 Visites de chantier par le maître d'œuvre

En cours de chantier, le maître d'œuvre et le cas échéant son acousticien réaliseront des visites de chantier, pour vérifier la bonne mise en œuvre des éléments et discuter des éventuelles difficultés rencontrées par les entreprises.

Suite à ces visites de chantier, un compte-rendu sera rédigé et diffusé aux entreprises qui devront toutes en prendre connaissance. Les éléments mis en exergue dans le compte-rendu seront à intégrer par les entreprises pour la suite de leurs travaux, et les éventuelles demandes de reprises, d'ajustement ou de modifications seront à prendre en considération pour assurer la qualité acoustique de l'ouvrage in fine.

Toute entreprise qui ne prendrait pas en compte les observations du maître d'œuvre en cours de chantier s'expose à reprendre ses ouvrages pour assurer ses obligations de résultat.

2.6.2 Auto-contrôles par l'entreprise

Chaque entreprise est invitée à réaliser un auto-contrôle des performances acoustiques de ses ouvrages. Cet auto-contrôle peut être visuel (photos), dimensionnel (mesures métriques), sonométrique, vibratoire, etc. suivant les cas. De manière générale, l'entreprise ne doit pas attendre la fin du chantier pour réaliser ses auto-contrôles. Elle doit prendre les devants de manière à avoir validé ses ouvrages par elle-même avant la réception acoustique des travaux.

En cours de chantier, en cas de doute sur la qualité acoustique des ouvrages réalisés par l'entreprise, le maître d'œuvre pourra exiger de l'entreprise des mesures acoustiques et/ou vibratoires d'auto-contrôle. Le maître d'œuvre et son acousticien détailleront alors leurs attentes, à la fois en termes de protocole de mesure et de modalités de présentation des résultats.

Dans tous les cas, les auto-contrôles d'ordre acoustique transmis à la maîtrise d'œuvre devront comporter, a minima : la date de l'auto-contrôle, les coordonnées de l'opérateur ayant réalisé l'auto-contrôle (ainsi que sa qualification en acoustique), un jeu de plans localisant les éléments vérifiés et les points de mesures, des photos, un détail des conditions d'intervention sur site, un détail des conditions de mesures et du matériel employé, les normes de référence, et les résultats (en valeurs globales et en valeurs spectrales, par bandes d'octave).

Les mesures devront être effectuées selon les normes en vigueur, et le guide de mesures acoustiques édité par la DGALN (version août 2014).

2.6.3 Réception des travaux

Une fois les travaux achevés, le maître d'œuvre procédera aux opérations préalables à la réception des travaux (OPR) qui incluront une inspection acoustique des ouvrages et, le cas échéant, une campagne de mesures des performances acoustiques sur un échantillon de locaux.

Avant le début des OPR, l'entreprise devra assurer le maître d'œuvre et son acousticien de l'achèvement des travaux et de leur complète finition. Elle devra également s'assurer de la finition des travaux des autres corps d'état, ou tout du moins s'assurer que les travaux restant à faire par les autres corps d'état n'auront pas d'impact sur la qualité acoustique de ses ouvrages. En cas de non-respect de cette procédure, les frais occasionnés par une visite de réception acoustique supplémentaire, et/ou la réalisation de mesures acoustiques supplémentaires, seront à la charge de l'entreprise concernée.

Le lot CVC devra s'assurer d'avoir réglé ces équipements techniques et d'avoir contrôlé ses débits sur les réseaux dans chaque local, avant la réception acoustique.

La réception acoustique fera l'objet d'un compte-rendu détaillé rédigé par l'acousticien de la maîtrise d'œuvre, avec photos et résultats de mesure acoustique le cas échéant, qui mettra en avant les conformités et non-conformités des ouvrages par rapport aux exigences acoustiques de l'opération.

En conclusion de ce compte-rendu sera dressée une liste de réserves d'ordre acoustique, lot par lot, réserves qui seront à lever par chaque entreprise conformément à son marché.

Les entreprises responsables des non-conformités constatées devront prendre à leur charge la mise en conformité acoustique des éléments incriminés. Des mesures acoustiques d'auto-contrôle de ces mises en conformité pourront être demandées aux entreprises concernées par les défauts constatés, à leurs frais.

En cas de litige entre plusieurs entreprises, la répartition des frais sera gérée par la maîtrise d'œuvre.

2.6.4 Conformité des résultats de mesure par rapport aux objectifs visés

La conformité des résultats de mesure par rapport aux exigences acoustiques, que ce soit dans le cadre de mesures d'autocontrôles réalisées par l'entreprise ou dans le cadre de mesures de réception de travaux réalisées par l'acousticien de la MOE, sera prononcée si les valeurs mesurées in situ sont dans une tolérance de ± 3 dB par rapport aux objectifs visés (et concernant les durées de réverbération : ± 10 % à l'octave 500 Hz et au-delà, ± 20 % dans les octaves 125 Hz et 250 Hz). Cette tolérance est liée aux incertitudes de mesure. Elle est appliquée sur les mesures de critères de confort acoustique interne à l'ouvrage, et n'est pas appliquée dans le cadre de la protection acoustique du voisinage (conformément à la réglementation en vigueur).

Cependant, l'entreprise notera que cette tolérance sur les résultats de mesure ne constitue pas un assouplissement des exigences acoustiques du projet, que ce soit les objectifs acoustiques visés (obligations de résultat) et les performances acoustiques minimum des éléments à mettre en œuvre (obligations de moyen).

Par conséquent, si, sur un échantillon de mesures représentatif, tous les résultats sont systématiquement inférieurs à la valeur exigée, tout en étant dans la tolérance (c'est-à-dire entre $- 3$ dB et 0 par rapport à l'objectif visé), le maître d'œuvre se réserve le droit de proposer au maître d'ouvrage de déclarer les ouvrages réalisés non-conformes au cahier des charges acoustiques de l'opération.

2.6.5 Garantie de résultat

Dans les cas où certains ouvrages ne seraient pas conformes aux objectifs acoustiques spécifiés dans la présente notice acoustique, l'entreprise devra la reprise de ses ouvrages autant que nécessaire, ainsi que les mesures acoustiques et/ou vibratoires nécessaires à leur validation, sans délai et sans facturation supplémentaire, afin d'assurer sa garantie de résultat.

A toutes fins utiles, il est rappelé aux entreprises que le défaut d'isolation phonique d'une construction est soumis à la garantie de parfait achèvement (articles L. 111-11 et suivants du Code de la construction et de l'habitation).

2.7 Limites de la réglementation

Il est porté à la connaissance du maître d'ouvrage et des entreprises que la ou les réglementations acoustiques applicables à l'établissement fixent uniquement des exigences acoustiques minimales à respecter. Suivant le contexte et selon certains aspects subjectifs de la nature humaine, le respect de ces exigences acoustiques minimum n'est pas forcément synonyme d'un gage de tranquillité pour le voisinage ou de confort pour les occupants.

Dans le cas d'un trouble de voisinage, ou d'une impropriété à destination, un expert judiciaire, commis par la voie civile cherchera à établir les causes ayant entraîné l'apparition du trouble et le sentiment de gêne ressenti par les plaignants. Il faut bien prendre conscience que la gêne peut apparaître alors que l'établissement ou le site respecte sa ou ses réglementations applicables.

Ainsi, il est de notre devoir de conseil en qualité d'ingénieur acousticien d'alerter sur cette dualité d'interprétation entre une étude d'ingénierie acoustique (objet du présent rapport) et une expertise judiciaire dans le domaine du trouble de voisinage ou des utilisateurs, liée à l'acoustique.

En qualité de bureau d'étude, VENATHEC effectue une prestation d'ingénierie visant à respecter les réglementations applicables aux différents établissements étudiés, prenant en considération les objectifs fixés par le programme soumis par la maîtrise d'œuvre et définis en accord avec la maîtrise d'ouvrage.

3 CONTEXTE REGLEMENTAIRE, NORMATIF ET PROGRAMMATIQUE

3.1 Réglementation

3.1.1 Préambule

Seule le bâtiment H1 est rigoureusement soumis à l'**arrêté du 25 avril 2003** relatif à la limitation du bruit dans les établissements d'enseignement. Néanmoins il a également été proposé de suivre les objectifs de cet arrêté pour les bâtiments en rénovation.

Les textes réglementaires ci-après sont applicables au présent projet.

3.1.2 Loi cadre

- **Loi n°92-1444** du 31 décembre 1992 relative à la lutte contre le bruit

3.1.3 Bâtiment

- **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 que d'habitation
- **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
- **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
- **Arrêté préfectoral 13 aout 2013** relatif au classement sonore des infrastructures de transports terrestres du département de Meurthe et Moselle.
- **Arrêté du 20 avril 2017** relatif à l'accessibilité aux personnes handicapées des établissements recevant du public lors de leur construction et des installations ouvertes au public lors de leur aménagement.
- **Arrêté du 8 décembre 2014** relatif à l'accessibilité aux personnes handicapées des établissements recevant du public et des installations ouvertes au public dans un cadre bâti existant et des installations existantes ouvertes au public.
- **Arrêté du 23 juin 1978** (modifié par l'arrêté du 30 novembre 2005) 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 (ERP)

3.1.4 Environnement et protection du voisinage

- **Décret 2006-1099** relatif à la lutte contre le bruit de voisinage du 31 août 2006 ; cet arrêté a été transcrit dans le Code de la santé publique
- **Arrêté du 5 décembre 2006** relatif aux modalités de mesurage des bruits de voisinage, modifié par l'**arrêté du 1^{er} août 2013**
- **Arrêté préfectoral du 26 décembre 1996** relatif à la lutte contre les bruits de voisinage dans le département de Meurthe-et-Moselle

3.1.5 Limitation des nuisances sonores et vibratoires lors du chantier

- **Article R1336-10** du Code de la santé publique
- **Décret n° 95-79 du 23 janvier 1995**, fixant les prescriptions prévues par l'article 2 de la loi n° 92-1444 du 31 décembre 1992 relative à la lutte contre le bruit et relatives aux objets bruyants et aux dispositifs d'insonorisation
- **Directive Européenne 2000/14/CE du 8 mai 2000** concernant le rapprochement des législations des Etats membres relatives aux émissions sonores dans l'environnement des matériels destinés à être utilisés à l'extérieur des bâtiments

- **Arrêté du 11 avril 1972** relatif à la limitation du niveau sonore des bruits aériens émis par le ou les moteurs à explosion ou à combustion interne de certains engins de chantier
- **Arrêté du 19 décembre 1977** relatif à la limitation du niveau sonore des bruits aériens émis par les groupes motocompresseurs
- **Circulaire du 16 mars 1978** relative aux bruits émis par les engins de chantier
- **Arrêté du 3 juillet 1979** fixant le code général de mesure relatif au bruit aérien émis par les matériels et engins de chantier
- **Arrêté du 6 mai 1982** fixant le code général de mesure relatif au bruit aérien émis par les matériels et engins de chantier, modifiant l'arrêté du 3 juillet 1979
- **Arrêté du 2 janvier 1986** relatif à la limitation du niveau sonore des bruits aériens émis par les groupes électrogènes de puissance
- **Arrêté du 2 janvier 1986** modifiant l'arrêté du 11 avril 1972 relatif à la limitation du niveau sonore des bruits aériens émis par le ou les moteurs à explosion ou à combustion interne de certains engins de chantier
- **Arrêté du 2 janvier 1986** modifiant l'arrêté du 3 juillet 1979 fixant le code général de mesure relatif aux bruits aériens émis par les matériels et engins de chantier
- **Arrêtés du 26 juin 1992, du 3 juillet 1992, du 17 juillet 1992 et du 27 juillet 1992** relatifs à la limitation du niveau sonore des bruits aériens émis par des engins de chantier
- **Arrêtés du 12 mai 1997** fixant les dispositions communes applicables aux matériels et engins de chantier notamment :
 - les émissions sonores des groupes électrogènes de puissance
 - les émissions sonores des motocompresseurs
 - les émissions sonores des groupes électrogènes de soudage
 - les émissions sonores des marteaux piqueurs et des brise-béton
 - les émissions sonores des grues à tour
 - les émissions sonores des pelles hydrauliques, des pelles à câbles, des boteurs, des chargeuses et des chargeuses-pelleteuses
- **Arrêté du 18 mars 2002** relatif aux émissions sonores dans l'environnement des matériels destinés à être utilisés à l'extérieur des bâtiments
- **Arrêté du 21 janvier 2004** relatif au régime des émissions sonores des matériels destinés à être utilisés à l'extérieur des bâtiments
- **Arrêté du 22 mai 2006** modifiant l'arrêté du 18 mars 2002 relatif aux émissions sonores dans l'environnement des matériels destinés à être utilisés à l'extérieur des bâtiments

3.2 Normes

3.2.1 Matériel

- **Norme NF EN 61672-1** (2003) : Electroacoustique – Sonomètres – Partie 1 : spécifications
- **Norme NF EN 60942** (2003) : Electroacoustique – Calibreurs acoustiques

3.2.2 Mesurage

- **Norme NF S 31-010** : Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement
- **Norme NF S 31-110** : Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement – Grandeurs fondamentales et méthodes générales d'évaluation
- **Norme NF EN ISO 10052** (2021) : 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
- **Norme NF EN 717-1 et 2** (2013) : Evaluation de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction. Partie 1 : Isolement aux bruits aériens – Partie 2 : Protection contre les bruits de choc
- **Norme NF EN ISO 354** (2004) : Mesurage de l'absorption acoustique en salle réverbérante
- **Norme NF EN ISO 11654** (1997) : Absorbants pour l'utilisation dans les bâtiments – Evaluation de l'absorption acoustique

3.2.3 Calculs

- **Norme ISO 9613** : Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre
- **Norme NF EN 12354-1 à 6** : Acoustique du bâtiment - Calcul de la performance acoustique des bâtiments à partir de la performance des éléments
- **Norme VDI 2081** (2019) : Air-conditioning - Noise generation and noise reduction

3.3 Programme technique et environnemental

Le projet fait l'objet d'un pré-programme fonctionnel et technique en date de novembre 2023.

Une analyse de ce programme a été faite au paragraphe 1.3.

4 OBJECTIFS ACOUSTIQUES

4.1 Préambule

Les paragraphes suivants présentent les objectifs acoustiques visés sur le projet.

Ces objectifs ont été définis en fonction des textes de référence cités au § 3 et des exigences programmatiques. Pour certains cas, en l'absence d'exigence réglementaire ou programmatique, des objectifs acoustiques ont été retenus en fonction des critères usuels de confort acoustique.

Ces objectifs sont exprimés en utilisant les indicateurs standardisés ci-après, dont les définitions figurent en annexe du présent rapport :

- $D_{nT,A,tr}$ pour l'isolement aux bruits aériens vis-à-vis de l'extérieur
- $D_{nT,A}$ pour l'isolement aux bruits aériens entre locaux
- $L'_{nT,w}$ pour le niveau de bruit d'impact dans les locaux
- Tr pour la durée de réverbération dans les locaux
- AAE pour l'aire d'absorption équivalente d'une paroi ou d'un local
- L_{nAT} pour le niveau de bruit des équipements

Ces indicateurs standardisés sont à considérer pour une durée de réverbération de référence T_0 de 0,5 s.

4.2 Isolements aux bruits aériens vis-à-vis de l'extérieur

Le tableau suivant présente les objectifs d'isolement aux bruits aériens vis-à-vis de l'extérieur selon l'indice $D_{nT,A,tr}$, applicables à l'opération.

Façade	Objectif $D_{nT,A,tr}$ [dB]
Toutes façades du projet	≥ 30 dB

4.3 Isolements aux bruits aériens entre locaux

Le tableau suivant présente les objectifs d'isolement aux bruits aériens minimum entre locaux, selon l'indice $D_{nT,A}$ (exprimé en dB).

Local de réception \ Local d'émission	Local d'enseignement d'études, d'activités pratiques, administration	Atelier peu bruyant, cuisine, local de rassemblement fermé, salle de réunion, sanitaires	Cage d'escalier	Circulation horizontale vestiaire
Bureau, salle de réunion, salle enseignant	≥ 43 ⁽¹⁾	≥ 50	≥ 43	≥ 30
Salles de TD, atelier peu bruyant				

⁽¹⁾ Un isolement de 40 dB est admis en cas de porte de communication.

4.4 Niveaux de bruit de choc dans les locaux

Le tableau suivant présente les objectifs de niveaux de bruit de chocs maximum dans les locaux, selon l'indice $L'_{nT,w}$.

Local de réception	Objectif $L'_{nT,w}$ [dB]
Bureau, salle de réunion, salle enseignant	≤ 60 dB
Salle de TD	
Circulation, hall	Sans objet

4.5 Correction de la réverbération dans les locaux

4.5.1 Durée de réverbération

Le tableau suivant présente les objectifs de durée de réverbération maximum dans les locaux, selon l'indice Tr , exprimé en secondes.

Sauf mention contraire, ces objectifs correspondent à la moyenne arithmétique des valeurs de durée de réverbération aux octaves 500 Hz, 1 kHz et 2 kHz. Ils sont mesurés dans des locaux meublés, non occupés.

Local de réception	Objectif Tr [s]
Salle de repos	$0,4 \text{ s} \leq Tr \leq 0,8 \text{ s}$
Bureau, salle de réunion, salle enseignant	
Salle de TD, d'activités pratiques de volume inférieur à 250 m^3	
Salle de TD, d'activités pratiques de volume supérieur à 250 m^3	$0,6 \text{ s} \leq Tr \leq 1,2 \text{ s}$
Sanitaires	$0,4 \text{ s} \leq Tr \leq 0,8 \text{ s}$

4.5.2 Aire d'absorption équivalente

Conformément à la réglementation acoustique relative aux établissements d'enseignement et à la réglementation relative à l'accessibilité des ERP aux personnes handicapées, les locaux suivants recevront des traitements absorbants dont l'aire d'absorption équivalente (AAE) sera au minimum celle indiquée dans le tableau suivant, en proportion de leur surface au sol :

Local de réception	Objectif AAE [m^2]
Circulations ⁽¹⁾ et hall	$\geq 50 \% S_{\text{sol}}$

⁽¹⁾ Sauf escaliers encloués et ascenseurs

4.6 Niveaux de bruit des équipements techniques à l'intérieur des locaux

Le tableau suivant présente les objectifs de niveaux de bruit maximum à l'intérieur des locaux dû au fonctionnement des équipements techniques, selon l'indice L_{nAT} .

Local de réception	Objectif L_{nAT} [dBA]
Bureau, salle de réunion, salle enseignant	≤ 38 dBA
Salle de TD	

Local de réception	Objectif L_{nAT} [dBA]
Hall	≤ 42 dBA
Circulations, escaliers	≤ 42 dBA
Sanitaires	≤ 45 dBA

4.7 Niveaux de bruit des équipements techniques dans l'environnement extérieur

Le décret n°2006-1099 du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage modifie le Code de la santé publique, et a été intégré dans ses articles R1336-4 à R1336-13.

Critères d'émergence en valeur globale

Le tableau ci-dessous rappelle les valeurs d'émergence sonore réglementaires, en valeur globale pondérée A, selon la période journalière et la durée cumulée d'apparition du bruit perturbateur :

	Émergence maximale admissible [dBA] chez les tiers		Durée cumulée d'apparition du bruit particulier
	Jour (7h - 22h)	Nuit (22h - 7h)	
Code de la santé publique Art. R.1336-7	5 dBA	3 dBA	Supérieure à 8 h
	6 dBA	4 dBA	Comprise entre 4 et 8 h
	7 dBA	5 dBA	Comprise entre 2 et 4 h
	8 dBA	6 dBA	Comprise entre 20 min et 2 h

Critères d'émergence en valeurs spectrales

Le tableau ci-dessous rappelle les valeurs d'émergence sonore réglementaires, en valeurs spectrales, mentionnées dans l'article R1336-8 du Code de la santé publique :

Émergence [dB] maximale admissible chez les tiers à l'intérieur des habitations	
Sur les bandes d'octave centrées sur 125 Hz et 250 Hz	7 dB
Sur les bandes d'octave centrées sur 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz et 4000 Hz	5 dB

Aucun terme correctif fonction de la durée cumulée du bruit particulier ne s'applique aux valeurs limites d'émergence spectrales.

Comme le mentionne l'article R1336-6 du Code de la santé publique, le critère d'émergence spectrale ne s'applique qu'à l'intérieur des pièces principales d'un logement d'habitation, fenêtres ouvertes ou fermées.

Selon cet article R1336-6, l'infraction n'est pas constituée lorsque le niveau de bruit ambiant mesuré, comportant le bruit particulier, **est inférieur à 25 dBA, si la mesure est effectuée à l'intérieur des pièces principales d'un logement d'habitation, fenêtres ouvertes ou fermées, ou à 30 dBA dans les autres cas.**

4.7.1 Niveau de bruit résiduel dans l'environnement du projet

Il est vivement conseillé au maître d'ouvrage de réaliser des sondages sonores sur site pour évaluer le niveau de bruit résiduel servant de base aux dimensionnements des systèmes d'insonorisation des équipements les plus bruyants.

En l'absence de relevés sonores in situ à proximité du projet, le niveau sonore résiduel aux abords du projet sera fixé à 27 dBA, ce qui peut être particulièrement contraignant pour le projet.

5 DESCRIPTIF ACOUSTIQUE PAR LOT

5.1 LOT 01 : DESAMIANTAGE

Sans prescription acoustique particulière.

5.2 LOT 02 : VRD – ESPACE VERT

Sans prescription acoustique particulière.

5.3 LOT 03 : DEMOLITION – STRUCTURE

5.3.1 Murs et planchers existants conservés

5.3.1.1 Façades

D'après le diagnostic, les façades existantes conservées sur l'opération correspondent aux constitutions suivantes :

- Façade préfabriquée en béton avec un complexe en fibre de bois de 240mm + revêtement extérieure, céramique, pour les bâtiments A, B, C et D;
- Façades en agglo de 15cm avec ITE de 80mm + bardage extérieur pour le bâtiment H0 ;

Ces façades sont en adéquation avec les objectifs acoustiques et ne nécessiteront pas de renforcement.

L'entreprise devra faire une inspection de tous ces éléments existants conservés, et reprendre tous les trous, épaufrures, descellements, désalignement, etc, avec un mortier de ciment.

Tous les trous seront à reboucher avec du mortier, à pleine épaisseur de la paroi concernée.

5.3.1.2 Planchers

D'après le diagnostic, les planchers existants conservés sur l'opération correspondent aux constitutions suivantes :

- Planchers de type dalle béton 23cm, dont la performance acoustique peut être estimée à $R_w+C \geq 65$ dB en se référant à des données connues ou à des produits similaires pour les bâtiments A, C et D
- Planchers de type poutrelle hourdis, dont la performance acoustique peut être estimée à un indice d'affaiblissement acoustique $R_w+C \geq 46$ dB et un niveau de bruit de choc $L_{n,w} \leq 92$ dB en se référant à des données connues ou à des produits similaires pour le bâtiment H0.
- Planchers en bois, dont la performance acoustique peut être estimée à un indice d'affaiblissement acoustique $R_{w+C} \geq 34$ dB et un niveau de bruit de choc $L_{nw} \leq 85$ dB, en se référant à des données connues ou à des produits similaires pour le bâtiment H0.

Les planchers en poutrelle hourdis devront recevoir un renforcement acoustique à base de faux plafonds isolant en plaque de plâtre.

L'entreprise devra faire une inspection de tous ces éléments existants conservés, et reprendre tous les trous, épaufrures, descellements, désalignement, etc, avec un mortier de ciment.

Tous les trous seront à reboucher avec du mortier, à pleine épaisseur de la paroi concernée.

5.3.2 Démolition

L'entreprise devra veiller à ne pas dégrader les ouvrages conservés. Elle devra faire une inspection de tous les éléments existants conservés, et reprendre tous les trous, épaufrures, descellements, désalignement, etc, avec un mortier de ciment.

Tous les trous seront à reboucher avec du mortier, à pleine épaisseur de la paroi concernée.

5.3.3 Précautions de mise en œuvre

La mise en œuvre des différents éléments sera conforme aux normes constructives, DTU et avis techniques des fabricants.

Rebouchages et calfeutrements

Tout percement et toute réservation seront impérativement rebouchés au moyen de béton ou de mortier de ciment. Ces rebouchages ne devront créer ni retrait ni fissure une fois séchés. Il ne sera pas incorporé dans ces rebouchages de matériaux légers comme du polystyrène, de la mousse polyuréthane, de la laine minérale etc. En présence de réseau technique (tuyauterie, canalisation, câbles électriques, gaine de ventilation, etc.), l'entreprise vérifiera la présence et la bonne mise en œuvre des fourreaux résilients autour des éléments traversant l'ouvrage en béton avant de faire son rebouchage.

Les évidements créés par les instruments nécessaires à la mise en œuvre devront être rebouchés un fois ces instruments déposés. Dans les voiles béton, les trous de banches doivent être rebouchés au béton à pleine épaisseur, éventuellement en employant des carottes tronconiques préfabriquées. Ce rebouchage devra combler parfaitement le diamètre intérieur du trou de banche (aucun vide ou rebouchage partiel).

Les joints de dilatations et de désolidarisation vibratoire devront être débarrassés de tout gravois et résidus de chantier (polystyrènes, fers métalliques etc.) avant fermeture et mise en œuvre de leurs protections.

Incorporations électriques

Les incorporations électriques dans les séparatifs en béton ne seront en aucun cas mis en œuvre en vis-à-vis de part et d'autre du séparatif. Elles seront impérativement espacées d'au moins 30 cm, avec une profondeur maximale de 7 cm, de façon à ne pas dégrader la performance acoustique du séparatif.

Dans les cloisons maçonnées particulières (brique creuse, béton cellulaire etc), les incorporations électriques et saignées devront respecter les principes décrits dans les notices des fabricants et avis techniques du produit.

5.4 LOT 04 : BARDAGE – ITE – ETANCHEITE

5.4.1 Toitures conservées

D'après le diagnostic, les toitures existantes conservées sur l'opération correspondent aux constitutions suivantes :

- Toiture béton de 23cm, dont la performance acoustique peut être estimée à un indice d'affaiblissement acoustique $R_{w+C_{tr}} \geq 65$ dB en se référant à des données connues ou à des produits similaires, pour les bâtiments A, C et D.
- Charpente métallique avec couverture amiante/ciment recouverte par une étanchéité + isolant pour le bâtiment H0.

L'entreprise devra faire une inspection de tous ces éléments existants conservés, et reprendre tous les trous, épaufrures, descellements, désalignement, etc, avec un mortier de ciment.

Tous les trous seront à reboucher avec du mortier, à pleine épaisseur de la paroi concernée.

5.4.2 Doublages thermo-acoustique des façades

Isolation thermique extérieure en mousse rigide de type PU, XPS, etc. Avec enduit hydraulique de type chaux, ciment, ou mélange chaux/ciment apportant une amélioration de l'affaiblissement acoustique $\Delta(R_{w+C_{tr}}) \geq -5$ dB par rapport à un voile béton de 16 cm.

Localisation : Toutes façades du projet

5.4.3 Précautions de mise en œuvre

La mise en œuvre des différents éléments sera conforme aux normes constructives, DTU et avis techniques des fabricants.

L'entreprise veillera à ce que les différents isolants soient parfaitement jointifs sans trous, écarts etc...

5.5 LOT 05 : MENUISERIES EXTERIEURES – SERRURERIE

5.5.1 Note sur la sélection des menuiseries extérieures

Les châssis vitrés et portes vitrées décrits ci-après sont caractérisés par leur indice d'affaiblissement acoustique R_w+C_{tr} , évalué par un essai en laboratoire et faisant l'objet d'un rapport d'essai acoustique.

Ce rapport d'essai acoustique concerne la menuiserie dans son ensemble (cadre dormant, partie ouvrante, joints, tapées, etc.), doit être adapté au type d'ouverture (à la française, coulissant etc.) et doit préciser toutes les sujétions particulières de mise en œuvre nécessaires à l'obtention de la performance acoustique.

L'entreprise s'assurera que les dimensions des menuiseries du projet correspondent à celles considérées par le rapport d'essai acoustique en laboratoire. En cas de plus grandes dimensions, une diminution des performances acoustiques des menuiseries devra être considérée, selon les conditions de l'annexe B de la norme NF EN 14351-1. Un renforcement des performances acoustiques des vitrages sera à prévoir au besoin.

L'entreprise veillera à sélectionner ses menuiseries vitrées selon l'indice R_w+C_{tr} (et non l'indice R_w).

Cet indice d'affaiblissement acoustique R_w+C_{tr} concerne l'ensemble menuisé, et non le vitrage seul.

Concernant les coffres de volet roulant, les valeurs indiquées sont à considérer tablier relevé.

5.5.2 Châssis vitrés

5.5.2.1 Châssis vitrés conservés

L'entreprise devra une inspection des châssis vitrés existants conservés et le remplacement ou la réparation de tous éléments defectueux engendrant une perte de performance acoustique des ouvrages : vitrage, quincaillerie, joints d'étanchéité, etc. ainsi que la reprise des désalignements ouvrant/dormant, des jeux à la fermeture du vantail, etc.

En présence d'entrée d'air non conservée et non remplacée, la réservation (mortaise) devra être parfaitement isolée et calfeutrée.

5.5.2.2 Châssis vitré $R_w+C_{tr} \geq 30$ dB

Châssis vitré caractérisé par un indice d'affaiblissement acoustique $R_w+C_{tr} \geq 30$ dB, avec vitrage de type 4(16)6, ou équivalent.

Localisation : Toute menuiserie extérieure

5.5.3 Portes vitrées

Les portes vitrées ouvrant sur l'extérieur respecteront les mêmes performances acoustiques que les châssis vitrés.

5.5.4 Bloc-porte métallique $R_w+C_{tr} \geq 30$ dB

Bloc-porte métallique caractérisé par un indice d'affaiblissement acoustique $R_w+C_{tr} \geq 30$ dB, de type MD101 de Malerba, Isoplus 1.5 de Doortal, ou équivalent.

Localisation : Bâtiment H0

5.5.5 Précautions de mise en œuvre

La mise en œuvre des menuiseries extérieures devra être conforme aux DTU et recommandations techniques des fabricants.

Avant mise en œuvre, l'entreprise vérifiera la réservation du gros œuvre et demandera toute reprise nécessaire (horizontalité des linteaux et appuis de fenêtres, dressage des tableaux, équerrage, cotes tableau et diagonales).

Etanchéité à l'air

Un soin particulier devra être apporté à la pose des ouvrages menuisés et tout spécialement à l'étanchéité à l'air entre la menuiserie et sa paroi support. En effet, la performance acoustique d'une menuiserie vitrée dépend de sa composition (vitrage notamment) mais également en grande partie du soin apporté à sa mise en œuvre (calage,

joints d'étanchéité à l'air, raccord avec les plaques de plâtre et/ou le gros œuvre, etc.). De manière générale, des joints en mousse imprégnée (Illmod 600 de Illbruck, Compriband de Tramico, Igas Profile de Sika, etc.) associés à un joint de finition en silicone intérieur et extérieur, seront à prévoir pour assurer l'étanchéité acoustique en périphérie des menuiseries.

L'étanchéité à l'air entre dormants et ouvrants sera assurée par interposition de joints de battement verticaux et horizontaux. Ces joints devront être continus sur toute la périphérie de la menuiserie, avec des coupes d'onglet à chaque angle. Le cas échéant, des barres de seuils ou des seuils « à la suisse » seront nécessaires en bas de porte.

Précadres, tapées

S'il est utilisé des précadres, ceux-ci devront être compatibles avec les objectifs d'isolement aux bruits extérieurs demandés dans le présent document. L'emploi de précadres ne devra pas créer de pont phonique entre intérieur et extérieur. Les précadres seront typiquement en tôle acier d'épaisseur 20/10^{ème}.

Quel que soit le mode de pose retenu (aligné sur l'intérieur, en tableau, ou aligné sur l'extérieur), la performance acoustique devra être obtenue, ce qui peut nécessiter des renforcements acoustiques des tapées ou des précadres en fonction des détails de mise en œuvre.

Fixation des huisseries

Avant mise en œuvre dans les voiles béton, l'entreprise vérifiera la réservation du gros œuvre et demandera toute reprise nécessaire (horizontalité des linteaux, dressage des tableaux, équerrage, cotes tableau et diagonales).

La fixation et le calfeutrement des huisseries devront faire l'objet d'une attention particulière afin d'éviter la création de points de faiblesse acoustique. L'étanchéité acoustique des huisseries avec leur paroi support, béton ou cloison, sera parfaite.

Joints en feuillure de l'huisserie

L'étanchéité entre dormant et ouvrant sera obtenue par des joints en EPDM positionnés en feuillure, qui seront impérativement continus. Afin d'éviter la détérioration de l'étanchéité acoustique des joints lors de la mise en peinture des huisseries et parois des locaux, l'entreprise prévoira soit des joints avec pellicule pelable, soit une pose des joints après intervention du peintre.

Joint en bas de porte

Le détalonnage des portes est proscrit pour toute porte nécessitant un indice d'affaiblissement R_w+C ou R_w+C_{tr} supérieur ou égal à 30 dB. Un joint sera prévu en bas de porte, soit de type « frotteur » à double lèvres qui frottera sur le sol lors de l'ouverture / fermeture de la porte, soit de type « seuil à la suisse » avec un joint en bas de porte qui se comprime sur une barre de seuil. Le cas échéant, il peut également être prévu des joints en bas de porte de type « plinthe automatique ».

Equipements de portes

La quincaillerie mise en œuvre devra être compatible avec celle détaillée dans le rapport d'essai acoustique et/ou la fiche technique du bloc-porte.

Les grilles de transfert d'air dans les portes à contrainte acoustique sont proscrites.

Réglages des portes

L'entreprise devra le réglage de ses portes de manière que les joints en feuillure soient parfaitement comprimés à la fermeture de l'ouvrant, et de façon que le joint en bas de porte soit parfaitement étanche à l'air, sans jour apparent.

Les ferme-portes seront correctement réglés de manière à ne pas faire claquer la porte lors de sa fermeture.

5.6 LOT 06 : CLOISONS – FAUX PLAFONDS – DOUBLAGES

5.6.1 Cloisons

5.6.1.1 Préambule

De façon générale, les cloisons à base de carreaux de plâtre sont proscrites pour la réalisation de cloisonnements entre locaux, du fait de leur faible performance acoustique. Le carreau de plâtre sera réservé aux recouvrements verticaux à l'intérieur des gaines techniques.

Les cloisonnements entre locaux seront réalisés par des cloisons sèches incorporant un isolant en laine minérale entre parements en plaques de plâtre.

Dans le cas général, ces cloisons seront montées de dalle à dalle (ou de dalle à toiture) et il n'y aura pas de faux-plafond filant ou de doublage filant entre locaux.

En fonction des cas considérés et des exigences acoustiques visées, plusieurs types de cloisons sont prévus sur le projet.

Le rebouchage des ouvertures des portes existante devra également suivre ces préconisations.

5.6.1.2 Cloison de performance acoustique $R_w+C \geq 58$ dB à ossature alternée

Cloison sèche caractérisée par un indice d'affaiblissement $R_w+C \geq 58$ dB, d'épaisseur 14 cm et à ossature alternée, avec laine minérale d'épaisseur 70 mm et deux plaques de plâtre BA13 par parement, de type SAA140 de Placoplâtre ou équivalent.

Localisation : Entre salle de TD et sanitaires

5.6.1.3 Cloison de performance acoustique $R_w+C \geq 53$ dB

Cloison sèche caractérisée par un indice d'affaiblissement $R_w+C \geq 53$ dB, d'épaisseur 10 cm, avec laine minérale d'épaisseur 45 mm et une plaque de plâtre BA18 ou BA25 spéciale acoustique par parement, de type 98/48 Duotech de Placoplâtre, 98/62 BA18S Twin de Siniat, ou équivalent.

Localisation :

- Entre salle de TD ;
- Entre bureau sans porte de communication ;
- Entre bureau et salle de TD.

5.6.1.4 Cloison de performance acoustique $R_w+C \geq 45$ dB

Cloison sèche caractérisée par un indice d'affaiblissement acoustique $R_w+C \geq 45$ dB, d'épaisseur 10 cm, avec laine minérale d'épaisseur 45 mm et deux plaques de plâtre BA13 par parement, de type 98/48 de Placoplâtre ou équivalent.

Localisation :

- Entre bureau avec porte de communication
- Entre bureau et stockage
- Entre vestiaires

5.6.2 Plafond isolant

Plafond isolant constitué d'une plaque de plâtre BA13 et 45 mm de laine minérale, sur ossature métallique, dans un plenum total de 200 mm minimum.

Localisation :

- Sous plancher bois du bâtiment H0 ;
- Sous plancher poutrelle hourdis du bâtiment H0.

Mise en œuvre : Ce faux-plafond ne sera pas percé pour incorporation de luminaires, gaines de ventilation et tuyauteries.

5.6.3 Faux-plafonds acoustiques

5.6.3.1 Préambule

Pour les circulations ne pouvant pas accueillir de faux plafond acoustique, il est décrit ci-après un traitement mural à base de plâtre perforé. Ce traitement concerne donc toute circulation ne pouvant pas accueillir de faux plafond et en particulier les circulations des bâtiment A, C et D.

5.6.3.2 Faux-plafond en dalles de laine minérale

Faux-plafond en dalles de laine minérale démontables, d'épaisseur 20 mm, caractérisé par un coefficient d'absorption acoustique $\alpha_w = 1$, et les valeurs minimales par bandes de fréquence suivantes :

Bande d'octave [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
Coefficient d'absorption α_s	0,55	0,80	0,95	1,00	1,00	1,00

Produit type : Blanka Activity de Rockfon, Master A de Ecophon, ou équivalent

Localisation :

- Bureaux
- Salle de TD
- Espace dédié aux étudiants
- Hall, circulations

Mise en œuvre : Plénum de 200 mm minimum

5.6.3.3 Faux-plafond en dalles de laine minérale pour sanitaire

Faux-plafond en dalles de laine minérale démontables, caractérisé par un coefficient d'absorption acoustique $\alpha_w \geq 0,5$, et les valeurs minimales par bandes de fréquence suivantes :

Bande d'octave [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
Coefficient d'absorption α_s	0,35	0,50	0,50	0,45	0,45	0,40

Produit type : Logic de Rockfon, ou équivalent

Localisation : Sanitaires, Vestiaires, Cuisines

Mise en œuvre : Plénum de 200 mm minimum

5.6.3.4 Faux-plafond en dalles de laine minérale collées directement au support

Faux-plafond en dalles de laine minérale d'épaisseur 40 mm collées sous le plancher haut caractérisé par un coefficient d'absorption acoustique $\alpha_w \geq 0,9$, et les valeurs minimales par bandes de fréquence suivantes :

Bande d'octave [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
Coefficient d'absorption α_s	0,20	0,75	0,90	0,95	0,95	0,95

Produit type : Master B de Ecophon (épaisseur 40 mm), ou équivalent

Localisation :

- Atelier bâtiment H0
- Circulation bâtiment H0

Mise en œuvre : Collé au plafond

5.6.4 Habillage mural en plaques de plâtre perforées

Habillage mural en plaques de plâtre perforées, avec matelas de laine minérale, caractérisé par un coefficient d'absorption acoustique $\alpha_w \geq 0,70$, et les valeurs minimales par bandes de fréquence suivantes :

Bande d'octave [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
Coefficient d'absorption α_s	0,60	0,90	0,80	0,70	0,60	0,60

Les plaques de plâtre auront un taux de perforation d'au moins 16 % et seront revêtues sur la face non apparente d'un voile de verre noir. Les perforations seront de type trou carré de 12 mm de côté.

Derrière les plaques de plâtre sera placé un matelas de laine minérale d'épaisseur 70 mm minimum, sans pare vapeur, dans un plénum de 100 mm minimum. Si un pare vapeur est nécessaire, l'isolant sera réalisé en deux couches : une épaisseur sans pare-vapeur plaquée contre la plaque de plâtre perforée, puis un isolant avec pare-vapeur.

Produit type : Gyptone Quattro 41 de Placoplâtre, ou équivalent

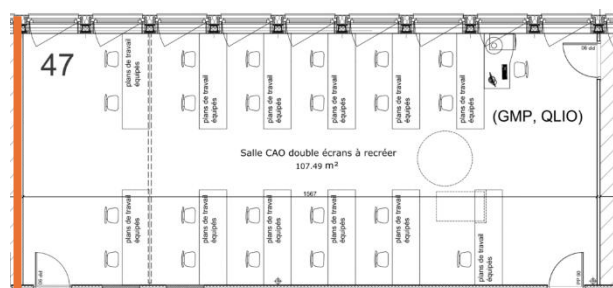
Localisation :

- Circulation sans faux plafond acoustique (bâtiment A, C et D) ;
- Salle CAO, bâtiment C, R+2 ;
- Espace dédié aux étudiants, bâtiment D, RDC.

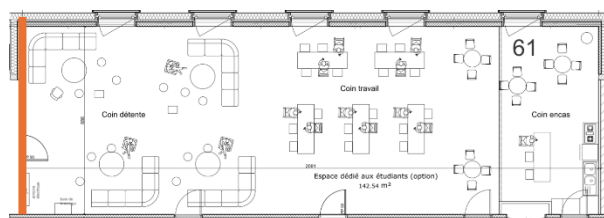
Mise en œuvre :

- Pour les circulations : Surface de traitement devant représenter 70% de la surface au sol, réparti uniformément dans les circulations.
- Pour les autres salles : Traitement sur toute la hauteur des murs (salle CAO environ 17m², espace étudiant environ 17m²).

Plan de localisation :



Salle CAO, bâtiment C R+2



Espace dédié aux étudiants, bâtiment D RDC

5.6.5 Précautions de mise en œuvre

De façon générale, les cloisonnements à base de carreaux de plâtre sont proscrits du fait de leur faible performance acoustique, à l'exception éventuelle des sanitaires individuels entre eux (mais jamais en périphérie des blocs sanitaires), et des recouvrements verticaux à l'intérieur des gaines techniques.

Les cloisons, doublages et faux-plafonds seront réalisés conformément aux DTU et aux avis techniques des fabricants.

Sélection et dimensionnement des ouvrages

Les ouvrages à réaliser devront être sélectionnés et dimensionnés de manière à répondre aux exigences acoustiques, et également aux autres exigences du projet : tenue mécanique, résistance au feu, isolation thermique, classement hygrométrique du local, nécessité de plaques de plâtre haute dureté, protection sismique etc. En particulier, l'entreprise vérifiera dans le cadre de son offre puis de ses études d'exécution le type de cloison et de doublage adapté à la hauteur à franchir, et vérifiera la nécessité ou non d'une ossature primaire pour la réalisation des plafonds.

Cloisons

L'implantation des cloisons devra suivre parfaitement les plans architecte DCE, sauf évolution en cours de chantier validée par la maîtrise d'œuvre.

Toutes les cloisons sèches en plaques de plâtre sur ossature métallique devront s'élever toute hauteur du plancher bas jusqu'au plancher haut (ou de plancher bas à toiture le cas échéant). Elles seront systématiquement installées avant les doublages, avant les faux plafonds et avant les chapes

Dans le cas de cloisons positionnées sous un plancher ou une toiture à forte déformation, il pourra être nécessaire de prévoir un système de coulisse en tête de cloison. Cette coulisse devra assurer l'affaiblissement acoustique requis. L'entreprise se reportera alors aux détails des fabricants de cloisons pour cette mise en œuvre particulière.

Selon les instructions du fabricant, des bandes résilientes adhésives seront mises en œuvre aux dos des rails et montants, en partie basse des cloisons et en départ mural, pour obtenir la performance acoustique visée.

Sauf système monoparement de largeur 90 cm, les plaques de plâtre seront montées à joint décalé, à la fois pour le premier parement et pour le deuxième parement.

Les panneaux ou rouleaux de laine minérale dans les cloisons et doublages seront posés jointifs, entre ossatures, toute hauteur, sans vide. Ils seront tenus en tête.

Plafonds isolants

Les plafonds seront réalisés après les cloisons et doublages.

Les rouleaux de laine minérale seront jointifs, idéalement en deux couches croisées, et couvriront toute la surface du plafond.

Joints

Les joints entre plaques de plâtre de chaque cloison et doublage ainsi qu'à la périphérie seront traités avec des bandes à joints et enduit, y compris en plénum de faux-plafond, y compris en cueillie.

En pied de cloison et de doublage, les plaques de plâtre seront posées à une distance de 5 à 10 mm du sol conformément au DTU et/ou à l'avis technique du fabricant, puis un joint au mastic sera réalisé pour assurer l'étanchéité acoustique.

Incorporations électriques

Les prises, interrupteurs ou toutes autres incorporations dans les cloisons ne devront pas être installés dos à dos, mais à une distance minimale de 60 cm de part et d'autre de la cloison, avec présence continue d'une laine minérale entre les incorporations.

Aucune incorporation électrique ne sera réalisée dans les plafonds isolants.

Portes, trappes et châssis vitrés

La mise en œuvre des éléments menuisés vitrés ne doit en aucun cas être filante devant les séparatifs intérieurs (cloisons notamment) sans la prise de précautions nécessaires vis-à-vis des exigences d'isolement entre locaux.

Toutes les impostes des portes devront être réalisées de la même constitution que la cloison dans laquelle elles sont implantées ou justifieront d'un indice d'affaiblissement acoustique équivalent.

La mise en œuvre des huisseries devra respecter les DTU et spécifications techniques appropriées, avec les calfeutrements nécessaires pour respecter l'affaiblissement acoustique des portes (enduits, joint mousse, finition au joint acrylique, etc).

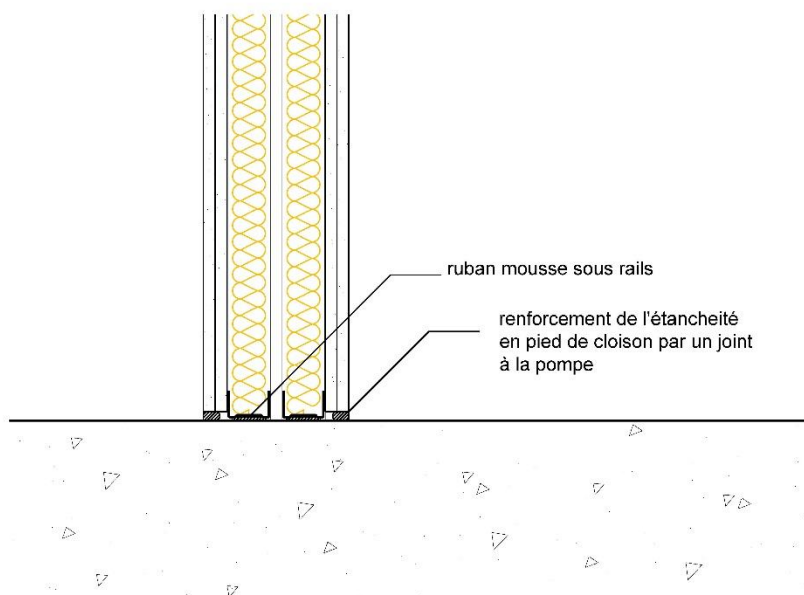
Lorsque des trappes sont prévues au présent corps d'état, leur composition doit être similaire à celle de la paroi les recevant (y compris la laine minérale collée derrière la trappe) et vérifiera un indice d'affaiblissement équivalent.

Rebouchages et calfeutrement

Les calfeutrements autour des traversées par les lots techniques et en raccord avec les autres corps d'état (structure, menuiseries intérieures, etc) seront traités avec précaution (bourrage par laine minérale, joint étanche à l'air, feuille viscoélastique), et parachevés par un joint silicone pour garantir l'étanchéité à l'air de la paroi.

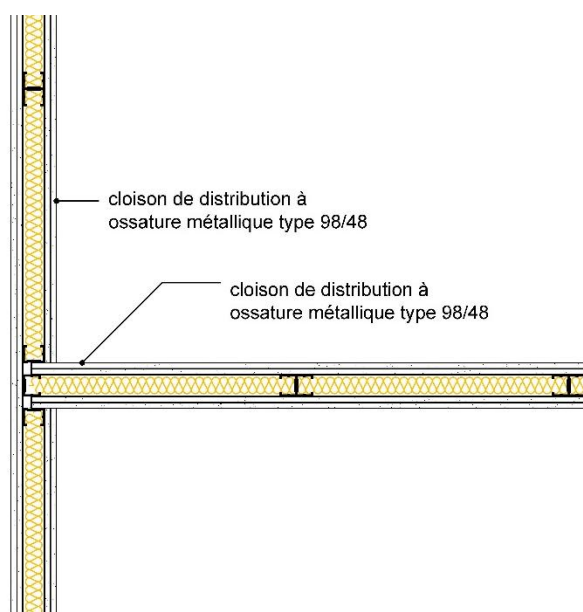
Détails de mise en œuvre

En pied de cloison, l'étanchéité acoustique sera réalisée par un joint à la pompe (les plaques de plâtre étant posées à 5-10 mm du sol, selon DTU), complété selon la notice de pose des fabricants par une bande de mousse à positionner sous les rails, comme illustré ci-après.



Coupe de principe en pied de cloison

Afin de limiter les transmissions latérales entre locaux dans le cas d'une jonction en « T », les parements en plaques de plâtre intérieurs des cloisons sur circulation ou sur autre local seront recoupés au droit des cloisons qui séparent deux locaux, selon les principes illustrés ci-après :

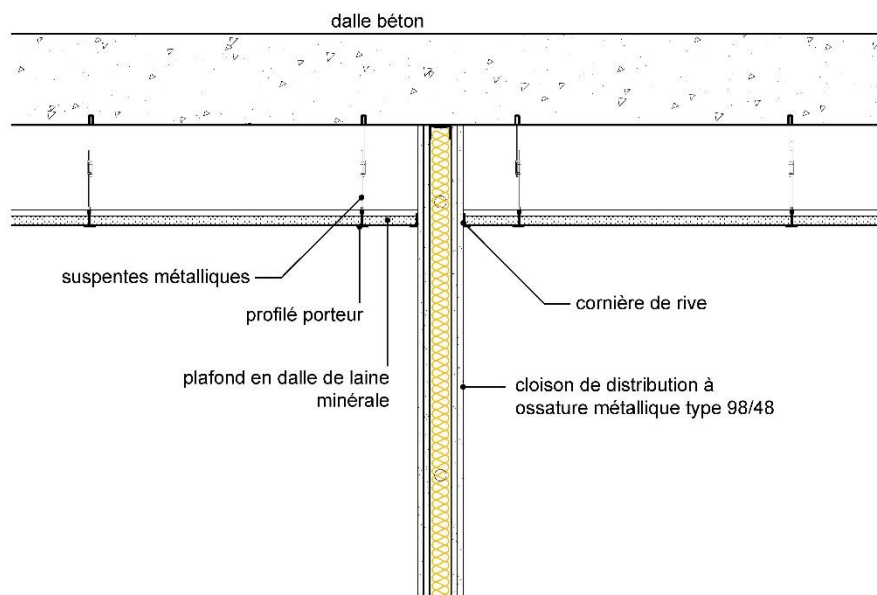


Coupes de principe de jonction entre deux cloisons sèches

Les soffites et encoffrements de réseaux techniques ne seront pas non plus filants entre locaux, mais interrompus au droit des cloisons et planchers.

Faux-plafonds

Les faux-plafonds seront installés après les doublages et cloisons en plaques de plâtre, qui seront mis en œuvre de dalle à dalle. Il n'y aura pas de faux-plafond filant entre locaux.



Coupe de principe de jonction entre cloison et faux-plafond en dalles démontables

5.7 LOT 07 : MENUISERIES INTERIEURES

5.7.1 Bloc-portes

5.7.1.1 Note sur la sélection des bloc-portes

Les bloc-portes décrits ci-après sont caractérisés par leur indice d'affaiblissement acoustique R_w+C , évalué par un essai en laboratoire et faisant l'objet d'un rapport d'essai acoustique.

Ce rapport d'essai acoustique concerne le bloc-porte dans son ensemble (huisserie, ouvrant, joints, imposte démontable éventuelle, oculus vitré, etc) et doit préciser toutes les sujétions particulières de mise en œuvre nécessaires à l'obtention de la performance acoustique.

L'entreprise veillera à sélectionner ses bloc-portes selon l'indice R_w+C (et non l'indice R_w).

Une attention sera portée à la sélection des portes de dimensions non standards (hauteur ou largeur), en rapport aux dimensions maximum indiquées dans les fiches techniques des fabricants pour la performance acoustique annoncée.

5.7.1.2 Bloc-porte $R_w+C \geq 30$ dB

Bloc-porte à âme pleine caractérisé par un indice d'affaiblissement acoustique $R_w+C \geq 30$ dB, de type Uniphone de Malerba ou équivalent.

Localisation :

- Entre salle de TD et circulation
- Entre bureau et circulation
- Entre espace dédié aux étudiants et circulation

5.7.1.3 Bloc-porte $R_w+C \geq 40$ dB

Bloc-porte à âme pleine caractérisé par un indice d'affaiblissement acoustique $R_w+C \geq 40$ dB, de type Soniphone de Malerba, ou équivalent.

Localisation :

- Entre deux salles de TD ;
- Entre deux bureaux.

5.7.2 Précautions de mise en œuvre

Les portes, trappes et châssis vitrés seront mis en œuvre conformément aux DTU et aux avis techniques ou prescriptions techniques des fabricants.

Portes

Les bloc-portes seront sélectionnés de manière à répondre aux exigences acoustiques, et également aux autres exigences du projet : classement au feu, nombre d'unités de passage, accessibilité aux personnes handicapées, nécessité d'un oculus etc.

Avant mise en œuvre dans les voiles béton, l'entreprise vérifiera la réservation du gros œuvre et demandera toute reprise nécessaire (horizontalité des linteaux, dressage des tableaux, équerrage, cotes tableau et diagonales).

La fixation et le calfeutrement des huisseries devront faire l'objet d'une attention particulière afin d'éviter la création de points de faiblesse acoustique. L'étanchéité acoustique des huisseries avec leur paroi support, béton ou cloison, sera parfaite. Des joints en mousse de type Compriband de Tramico, ou équivalent, seront utilisés partout où nécessaire, associés à une finition au mastic acrylique.

L'étanchéité entre dormant et ouvrant sera obtenue par des joints en EPDM positionnés en feuillure, qui seront impérativement continus, avec coupe d'onglet dans les angles. Afin d'éviter la détérioration de l'étanchéité acoustique des joints lors de la mise en peinture des huisseries et parois des locaux, mini) l'entreprise prévoira soit des joints avec pellicule pelable, soit une pose des joints après intervention du peintre.

Le détalonnage des portes est proscrit pour toute porte nécessitant un indice d'affaiblissement R_w+C supérieur ou égal à 30 dB. Un joint à double lèvres sera prévu en bas de porte, qui frottera sur le sol lors de l'ouverture / fermeture de la porte. Le cas échéant, il pourra être prévu une plinthe automatique ou un seuil dit « seuil à la suisse ».

La quincaillerie mise en œuvre devra être compatible avec celle détaillée dans le rapport d'essai acoustique et/ou la fiche technique du bloc-porte.

Les grilles de transfert d'air dans les portes à contrainte acoustique sont proscrites.

L'entreprise devra le réglage de ses portes de manière que les joints en feuillure soient parfaitement comprimés à la fermeture de l'ouvrant, et de façon que le joint en bas de porte soit parfaitement étanche à l'air, sans jour apparent. Le joint entre vantaux devra également être parfaitement comprimé, dans le cas de portes à deux vantaux.

Les ferme-portes seront correctement réglés de manière à ne pas faire claquer la porte lors de sa fermeture.

5.8 LOT 08 : CARRELAGE – FAÏENCE

5.8.1 Carrelage collé sur sous-couche acoustique

Carrelage collé directement sur une sous-couche acoustique caractérisée par un indice d'amélioration de l'isolation au bruit de choc $\Delta L_w \geq 18$ dB, de type, Cermiphonik de Cermix, Okaphone de Kiesel ou équivalent.

Localisation : Bâtiment A, C, D et H0 selon plans architecte

Mise en œuvre : Des relevés périphériques seront mis en œuvre le long des murs et au droit des seuils de portes pour assurer la désolidarisation du carrelage. Attention : Sur ce genre de produit, les spécificités de pose du fabricant devront être scrupuleusement respectées afin d'atteindre la performance acoustique requise.

5.8.2 Faïence

L'entrepreneur devra veiller à réaliser ses revêtements en faïence sans détériorer l'efficacité acoustique des sols carrelés mis en œuvre sur sous-couche acoustique, ni détériorer l'efficacité acoustique de la désolidarisation prévue pour les appareils sanitaires.

5.8.3 Précautions de mise en œuvre

Les revêtements de sols durs sur sous-couche acoustique seront mis en œuvre après les cloisons séparatives, doublages, gaines techniques et bâtis de porte.

Sous-couches acoustiques

La mise en œuvre des sous-couches acoustiques sera conforme aux DTU, avis techniques et notices de pose des fabricants.

Elles devront être sélectionnées de manière à répondre aux exigences acoustiques, et également aux autres exigences du projet : classement SC, surcharge admissible (résistance à l'écrasement), certification CSTBat, typologie de local, classement feu, etc.

Au préalable, le plancher support devra être sec, propre et exempt de toute aspérité. Toute réservation non utilisée aura été rebouchée. Si le support ne présente pas les tolérances de planéité et d'état de surface requis, la mise en œuvre d'un enduit de préparation de sol sera nécessaire.

Selon le procédé du fabricant, les lés de sous-couche acoustique seront positionnés soit avec un recouvrement des lés de 50 mm, soit jointifs bord à bord (espacement inférieur à 2 mm) et scotchés par des bandes adhésives de largeur 5 cm minimum, afin d'assurer la continuité de la sous-couche acoustique mise en œuvre. Il sera utilisé des lés pleine largeur, sans réutilisation des chutes de faible largeur pour éviter toute discontinuité de sous-couche.

Les sous-couches acoustiques non étanches seront recouvertes d'un film de polyéthylène 150 µm minimum, avec un recouvrement minimum de 100 mm entre lés.

Relevés périphériques

Toutes les jonctions avec des surfaces verticales doivent être soigneusement traitées à l'aide d'une bande résiliente (aussi appelé « relevé périphérique »), afin d'éviter le liaisonnement structurel entre le revêtement de sol à désolidariser et les murs, cloisons et doublages. Cette bande résiliente sera de 3 mm d'épaisseur minimum (5 mm minimum en présence de plancher chauffant). Ce relevé périphérique remontera largement au-dessus de la chape flottante ou du carrelage collé (20 mm minimum par rapport au fini selon DTU, 50 mm idéalement), et ne sera arasé qu'après mise en œuvre des plinthes. Elle sera mise en œuvre également en pieds d'hubriserie et autour des poteaux.

Le relevé périphérique pourra être maintenu contre les parois verticales par agrafage ou collage, avant mise en œuvre des carrelages. La jonction entre le relevé périphérique et la sous-couche acoustique sera scotchée.

Ce relevé périphérique pourra être de type Périsol de Isover, Périmousse de Knauf, KBS F 8/80 de KBS AG, ou équivalent. Au droit des seuils de porte, il pourra être employé un profil particulier de type Profilé de joint de dilatation DSD de KBS AG, ou équivalent.

Une fois la sous-couche acoustique et les relevés périphériques en place, l'entreprise sollicitera le maître d'œuvre d'exécution de l'opération pour validation d'une parfaite mise en œuvre avant coulage de la chape.

Le délai entre la pose de la sous-couche acoustique et des relevés périphériques, et la réalisation de la chape, sera le plus court possible afin d'éviter toute dégradation des produits ou de leur mise en œuvre.

Plinthes carrelées

Il sera absolument évité de solidariser le carrelage avec les plinthes via le mortier de pose.

Selon la méthode de pose du fabricant, les plinthes seront désolidarisées du carrelage soit par retournement du relevé périphérique sous la plinthe (ou de la sous-couche acoustique utilisée comme relevé périphérique), soit par la mise en œuvre d'un cordon en mousse de polyéthylène réticulée (type Tramicordon de Tramico par exemple).

Une finition par mastic élastomère sera réalisée entre plinthe et carrelage.

Carrelages collés sur sous-couche acoustique

La mise en œuvre des carrelages sur sous-couche acoustique sera conforme à l'avis technique du fabricant et à sa notice de pose.

Le support sera sec, propre, et ragréé si nécessaire pour obtenir la planéité requise.

La sous-couche acoustique sera découpée, collée et marouflée pour une pose sans aspérité et sans bulle d'air. Les éléments de sous-couche seront mis en œuvre bord à bord, puis scotchées selon les indications du fabricant. Une bande de désolidarisation autocollante sera placée en rives contre toutes les remontées verticales : murs, cloisons, doublages, bâtis de portes, etc. soit avant soit après la pose de la sous-couche acoustique, selon le procédé du fabricant. Ensuite, le carrelage sera collé sur la sous-couche acoustique avec le mortier-colle préconisé par le fabricant, avec interposition éventuelle d'une mini-chape selon le procédé retenu.

Pour la mise en œuvre des plinthes, la bande de désolidarisation sera retournée sur le carrelage et placée entre les plinthes et le carrelage, avant d'être arasée et finie par un mastic élastomère mis en œuvre à la pompe.

Une bande de désolidarisation sera placée au droit des seuils de porte et arasée une fois le revêtement de sol du local adjacent (ou de la circulation) réalisé.

En présence de siphon de sol, le choix du système de carrelage collé sur sous-couche acoustique devra s'effectuer en prenant en compte la contrainte de compatibilité avec le classement du local et l'incorporation de siphon.

Au droit des seuils de porte, le carrelage ne sera pas filant, mais interrompu par un profilé souple, de type Schlüter Dilex BWS ou équivalent.

5.9 LOT 09 : PEINTURE

5.9.1 Principes généraux

Les ouvrages dus au présent lot ne doivent pas détériorer les performances acoustiques des matériaux mis en œuvre par les autres corps d'état.

En particulier, le titulaire du présent lot ne devra en aucun cas peindre des éléments absorbants poreux de même que tous les éléments élastiques (néoprène, caoutchouc, ou autre), ainsi que les divers joints d'étanchéité acoustique (en feuillure des bloc-portes, autour des châssis vitrés, etc.), comme détaillé dans les paragraphes ci-après.

En cas de non-respect de ces impératifs, tous les éléments dégradés ayant des incidences sur l'acoustique du projet devront être repris à la charge du présent corps d'état.

5.9.2 Protection des joints et résilients acoustiques

L'entreprise devra assurer la protection des divers joints d'étanchéité acoustique lors des opérations de peinture (matériaux résilients posés entre les colliers et les canalisations, joints des portes, joints d'étanchéité des menuiseries, plots antivibratiles, etc.).

Les joints de porte ne seront en aucun cas peints. Dans la mesure du possible, ils seront déposés avant peinture, et reposés une fois la peinture parfaitement sèche, sauf dans le cas de joints à protection pelable.

5.9.3 Mise en peinture des parements perforés

La peinture des parements perforés ne doit en aucun cas dégrader les performances d'absorption acoustique des matériaux poreux mis en œuvre derrière ces parements.

La peinture ne devra pas obstruer ou boucher les perforations de ces parements, ni être projetée sur le matériau absorbant à travers les perforations.

A cette fin, les peintures sur parements perforés seront impérativement appliquées au rouleau ou au pinceau. Les applications par projection, que ce soit au pistolet ou avec une machine à projeter, sont proscrites.

5.9.4 Peinture des éléments poreux ou en dalles minérales

La peinture sur chantier des matériaux en dalles de laine minérale, fibres minérales et fibres de bois est proscrite. Ces matériaux devront être pré-peints en usine par le fabricant, garantissant ainsi la performance acoustique du produit, et commandés au fournisseur dans le coloris souhaité par l'architecte.

5.10 LOT 09bis : REVETEMENTS DE SOLS SOUPLES

5.10.1 Sol PVC $\Delta L_w \geq 17$ dB

Sol PVC caractérisé par un indice d'amélioration de l'isolation au bruit de choc $\Delta L_w \geq 17$ dB, de type Taralay Premium Confort 43 de Gerflor, ou équivalent.

Localisation : Bâtiment A, C, D selon plan architecte

5.10.2 Précautions de mise en œuvre

La mise en œuvre des sols souples sera conforme aux DTU et aux avis techniques ou cahiers de prescriptions techniques des fabricants.

Au préalable, le plancher support devra être sec, propre et exempt de toute aspérité. La planéité du support devra être contrôlée avec la pose et une préparation (ragréage) sera prévue le cas échéant.

Les sols souples devront être sélectionnés de manière à répondre aux exigences acoustiques, et également aux autres exigences du projet : classement UPEC, typologie de local, type de pose (lès ou dalles), motif, teinte, etc.

Les revêtements de sols souples sont mis en œuvre après les cloisons séparatives, doublages et bâtis de porte ou de gaine technique.

5.11 LOT 10 : CHAUFFAGE – VENTILATION

5.11.1 Préambule

Concernant les installations techniques ayant une incidence sur la qualité acoustique du projet, il est prévu :

- Chauffage : le site est raccordé au réseau de chauffage urbain. Le système de chauffage ne sera pas changé ;
- Ventilation : L'ensemble des bâtiments sont ventilés par des CTA double flux déjà en place ;
- ECS : La production d'eau chaude est assurée par des chauffe-eau électriques.

5.11.2 Traitement antivibratoire des équipements

Les équipements générant des vibrations feront systématiquement l'objet d'une isolation vibratoire : groupes de production de froid, aéroréfrigérants, pompes à chaleur, VRV, centrales de traitement d'air, extracteurs, ventilateurs, pompes, compresseurs, chauffe-eau thermodynamique etc.

Pour chaque appareil, des systèmes de désolidarisation antivibratiles adaptés seront placés sous les équipements. L'entreprise devra prendre en compte la rigidité du support et pour ce faire effectuer une synthèse avec le lot Gros-œuvre.

Les plots antivibratiles placés sous les appareils devront permettre une efficacité de filtrage des vibrations d'au moins 95 % à la fréquence la plus basse d'excitation. La fréquence propre sous charge des plots antivibratiles ne sera pas supérieure à 12 Hz. Des plots antivibratiles en matériau élastique (caoutchouc, élastomère, PUR) ou ressort seront à employer, selon le cas.

En aucun cas, on ne placera les appareils sur un « tapis antivibratoire » continu ou sur une dalle flottante, du fait que la fréquence de résonance de ces types de système n'est pas compatible avec l'isolation vibratoire recherchée.

Les terminaux émettant des vibrations seront fixés au plancher haut en béton via des tiges filetées équipées de plots antivibratiles en caoutchouc. Les gaines de ventilation seront suspendues via des cerclages avec garniture élastomère.

Les connexions des équipements avec les gaines, les canalisations et les câbles devront intégrer un dispositif de découplage ou de libre débattement afin d'éviter de court-circuiter l'efficacité des appuis de désolidarisation.

Les caractéristiques exactes des dispositifs à mettre en œuvre dépendent fortement du matériel qui sera sélectionné par les entreprises et du montage proposé. Il appartient à ces dernières de justifier leur choix en fournissant les caractéristiques des matériels et des plots antivibratiles, ainsi que les notes de calculs justifiant leurs dimensionnements.

5.11.3 Réseaux de ventilation

Note importante :

L'entreprise titulaire du lot devra apporter une note de calcul justifiant le respect du niveau sonore maximum admissible dans chaque local, défini au chapitre des objectifs acoustiques du présent document.

5.11.3.1 Implantation des réseaux de ventilation

Principes

Les gaines de ventilation primaires et secondaires seront idéalement positionnées en gaines techniques verticales et en plénum des circulations pour les cheminements horizontaux, avec des piquages pour chaque local depuis la circulation vers le local à distribuer. Si tel n'est pas le cas (gainés filantes de local à local), des dispositifs limitant les ponts phoniques entre locaux seront à prévoir par le présent lot. Des notes de calcul acoustiques spécifiques pourront être demandées par la maîtrise d'œuvre, pour s'assurer que cette problématique a bien été prise en compte par l'entreprise.

Les terminaux de soufflage et de reprise d'air seront reliés au réseau de ventilation par des piquages équipés de conduits flexibles acoustiques, placés à l'intérieur des locaux (et non dans les circulations). Ces conduits flexibles seront idéalement placés entre le registre de réglage de débit et le terminal de soufflage ou de reprise d'air.

Une distance de 2 m de gaine minimum sera à respecter entre deux piquages desservant des locaux différents. Il ne sera pas fait de « piquage en croix ».

Il ne sera pas prévu un transfert d'air sous les portes (détalonnage) dès lors qu'une performance acoustique minimum est requise dans le présent document. L'entreprise se référera au § Menuiseries intérieures pour avoir connaissance des portes à contrainte acoustique.

Il n'est pas non plus prévu de bouches de transfert d'air entre locaux à contrainte acoustique, et entre locaux et circulation dès lors qu'un objectif d'isolement acoustique minimum est exigé.

Traversées de parois

Les traversées de parois s'effectueront systématiquement dans un fourreau résilient autour des gaines ou canalisations traversantes et dépassant d'au moins 20 mm de part et d'autre des parois. Tous les percements devront ensuite être rebouchés à l'aide d'un matériau présentant une masse surfacique équivalente à celle de la paroi traversée. La parfaite étanchéité de la paroi doit être préservée.

Fixation des gaines de ventilation

Les gaines de ventilation seront fixées aux parois par l'intermédiaire de suspentes ou de colliers incorporant un matériau élastique, de type Dammgulast de Müpro ou équivalent. Les équipements de ventilation placés en plénum de faux-plafond également.

5.11.3.2 Limitation de l'interphonie entre locaux

La présence de gaines de ventilation et le choix des terminaux (grilles, bouches, diffuseurs, etc.) ne doivent pas créer de ponts phoniques susceptibles de dégrader l'isolement acoustique à obtenir entre les locaux.

A cette fin, l'isolement entre locaux via les gaines de ventilation devra être supérieur à l'objectif d'isolement au bruit aérien D_{nTA} exigé dans la présente notice acoustique :

- de plus de 10 dB dans le cas de locaux adjacents ou superposés
- de plus de 6 dB dans les autres cas

Les dispositifs à prévoir pour limiter les ponts phoniques via les réseaux de ventilation comprendront :

- Parfait rebouchage des traversées de parois (cloisons, murs, poutres, planchers etc.) par un matériau apportant un affaiblissement acoustique compatible avec l'isolement acoustique visé,
- Conduits flexibles acoustiques, ou gaine semi-rigide tapissée intérieurement d'un isolant en laine de roche, pour raccorder les bouches de soufflage et reprise d'air aux gaines de ventilation,
- Lorsque nécessaire, des dispositifs spécifiques tels que piège à son d'interphonie, encoffrement métallique insonorisant (avec laine minérale et/ou feuille de visco-élastique), plénum insonorisé, gaine métallique double peau, etc.

5.11.3.3 Limitation du bruit de ventilation dans les réseaux

Pièges à son

D'une façon générale, les PAC, CTA, ventilateurs et extracteurs seront systématiquement pourvus de pièges à sons primaires sur tous les réseaux de soufflage et de reprise d'air / extraction. Ces pièges à son seront placés le plus

près possible des caissons, voire dans les caissons eux-mêmes. Ils seront assurément implantés en amont de toute dérivation du réseau.

Pour une meilleure efficacité, les pièges à son de section rectangulaire (et non circulaire) seront à privilégier.

Leur dimensionnement acoustique sera à effectuer en fonction des niveaux de puissance acoustique des équipements, des atténuations et régénérations de bruit dans le réseau, et des objectifs de niveau sonore maximum visés dans les locaux. Ce dimensionnement sera effectué sur les bandes d'octave de 63 Hz à 8 kHz, pour un résultat de niveau sonore exprimé par octave et en valeur globale pondérée A. Les calculs menés devront prendre en compte les incertitudes données par les fournisseurs sur les niveaux de puissance acoustique des appareils (en général 3 à 5 dB sur chaque bande d'octave). Les performances acoustiques des pièges à son devront être garanties par leurs fabricants.

La répartition de l'air dans les voies d'air du piège à son devra être uniforme. La vitesse d'air sera limitée à 10 m/s dans les veines des pièges à sons.

Pour éviter une forte régénération de bruit, l'augmentation ou la diminution de section avant et après piège à son ne sera pas brusque mais progressive, grâce à l'emploi de pièces de transformation dont la longueur sera au moins égale à deux fois le diamètre de la gaine. Ces pièces de raccord entre gaines et piège à son seront exécutées pour que l'écoulement soit le plus laminaire possible.

Il sera évité de placer les pièges à son à proximité d'un accident de parcours générant du bruit (coude, clapet coupe-feu, registres, etc.).

Les pièges à son seront capotés partout où nécessaire pour éviter les phénomènes de court-circuit acoustique par leurs enveloppes, notamment en espace extérieur. Ce capotage sera à base de tôle acier et d'un isolant en laine de roche, avec ajout si nécessaire de feuille de visco-élastique collée sur la tôle acier.

L'encombrement des pièges à son dans les locaux techniques ou le long du réseau devra être parfaitement intégré dans l'étude d'exécution de l'entreprise et le plan de maquettage des locaux techniques.

Limitation de la vitesse d'air dans les gaines

Les vitesses d'air dans les gaines devront être contrôlées de manière à limiter le bruit régénéré au travers des différents éléments du réseau provoquant des perturbations du flux d'air : coudes, changement de section, piquages, registres, clapets coupe-feu, etc.

En première approche, on se limitera à 5 m/s dans les gaines primaires, et 3 m/s dans les réseaux secondaires, valeurs à adapter suivant la configuration du réseau et les résultats de calcul acoustique de l'entreprise.

Dans les conduits raccordant aux diffuseurs, les vitesses d'air seront limitées aux valeurs suivantes, en fonction des niveaux sonores recherchés dans les locaux :

Niveau sonore dans le local [dBA]	25 dBA	30 dBA	35 dBA	40 dBA
Vitesse du flux d'air en distribution terminale [m/s]	1,5 m/s	2 m/s	2,5 m/s	3 m/s

Registres / Boîte de débit variable (BDV)

Les registres de réglage ou boîte de débit variable (BDV) employés seront situés suffisamment en amont des bouches de soufflage et de reprise d'air afin d'éviter la perception des bruits créés par l'augmentation de vitesse de l'air à leur passage. Dans le cas courant, il sera prévu un conduit flexible acoustique entre le registre et la bouche de soufflage ou reprise d'air, pour atténuer le bruit généré par le flux d'air au passage du registre, ou tout système équivalent (pièges à son, gaine tapissée à l'intérieur d'un isolant type Climliner de Isover, etc.).

Raccordement des terminaux aux gaines de ventilation

Les cassettes, grilles de reprise, diffuseurs, et tout autre dispositif terminal seront raccordés aux gaines de ventilation par des atténuateurs de bruit, soit de type conduit flexible acoustique (type Phoniflex de France Air ou équivalent, de longueur 1 m minimum), soit de type piège à son cylindrique à baffle central (type Octa baffle de Aldes, Optimum 50 de F2A, ou équivalent).

Ces atténuateurs de bruit seront placés entre les registres de réglage de débit et les terminaux (soufflage ou reprise d'air).

5.11.3.4 Radiateurs

Sans prescription acoustique particulière.

Les traversées de cloisons, doublages et voiles béton par les tuyauteries devront être soigneusement rebouchées.

5.11.3.5 Diffuseurs d'air et grilles de reprise

La sélection des diffuseurs d'air et grilles de reprise d'air devra intégrer les critères acoustiques. Le niveau de puissance L_w de chaque élément, en fonction du débit et de la vitesse d'air considérés, devra permettre d'obtenir le niveau sonore maximum requis dans les locaux.

Ces diffuseurs et grilles de reprise seront raccordés aux gaines de ventilation avec un conduit flexible acoustique de longueur 1 m, de type Phoniflex de France Air ou équivalent.

5.11.3.6 Bouches d'extraction des sanitaires

Les bouches d'extraction de VMC des sanitaires seront caractérisées par les performances acoustiques minimales suivantes :

- Niveau de puissance acoustique $L_w \leq 40$ dBA
- Isolement acoustique (interphonie) par paire de bouches $D_{n,e,w} + C \geq 50$ dB

Type : BAP de Aldès, Borea de France Air, ou équivalent.

5.11.4 Précautions de mise en œuvre

Les éléments seront mis en œuvre suivant les DTU, normes et recommandations techniques des fabricants.

Equipements et réseaux techniques

Tous les éléments susceptibles de générer des vibrations seront désolidarisés de la structure du bâtiment, et seront fixés ou supportés par des parois lourdes.

Toutes les traversées de paroi seront traitées avec un manchon résilient autour de la gaine.

L'exécution des réseaux aérauliques devra permettre d'éviter au maximum les accidents de parcours brutaux pour le flux d'air. Les changements de section seront progressifs. Les changements de direction pourront se faire, si nécessaire, avec des coudes à aubes directrices. Les registres et clapets coupe-feu seront tenus, autant que possible, à distance des changements de direction ou de section.

Avant la fermeture des gaines, l'entreprise vérifiera l'absence de tout élément « parasite » pouvant générer du bruit ou des turbulences lors de la mise en fonctionnement (vis, scotch, câbles, etc.).

L'entreprise devra réaliser l'équilibrage de la pression statique dans les réseaux de ventilation.

Coordination

L'entreprise titulaire du lot devra se coordonner avec le lot gros œuvre et/ou les lots en charges des éléments de construction métallique afin de s'assurer que les planchers et autres supports ne soient pas le siège de déflexions sous charges qui nuisent au bon fonctionnement des appuis antivibratiles nécessaires sous ses équipements. De même, les cadres, châssis métalliques, massifs béton et autres éléments structurels situés au-dessus des plots antivibratiles devront être suffisamment rigides pour ne pas se déformer sous la charge des équipements.

5.11.5 Limitation du bruit émis dans l'environnement

Les équipements générant du bruit vers le voisinage seront insonorisés de manière à respecter les exigences définies dans la présente notice acoustique, et les exigences acoustiques réglementaires.

L'entreprise titulaire du lot devra vérifier par note de calcul le respect du niveau de pression acoustique maximum admissible dans l'environnement défini au chapitre des objectifs acoustiques du présent document. Les calculs tiendront compte du bruit rayonné par l'ensemble des équipements techniques dus au présent lot. Le résultat sera exprimé en dBA et par bandes d'octave entre 63 Hz et 8 kHz, à 2 m en façades des habitations riveraines les plus proches. Les calculs seront effectués à partir des données acoustiques du fournisseur, en prenant une marge de sécurité sur les données des fournisseurs de 3 dB minimum dans chaque bande d'octave.

Les calculs tiendront compte à la fois du bruit rayonné par les équipements (chaudières, groupes de production de froid, pompes à chaleur, CTA, VRV, extracteurs, etc.), du bruit lié aux réseaux d'aspiration d'air et de refoulement (CTA, extracteurs, ventilateurs) et du bruit rayonnant vers l'extérieur au travers des ventilations haute et basse des locaux techniques.

5.12 LOT 10bis : PLOMBERIE – SANITAIRES

Sans prescription acoustique particulière (pas de travaux de plomberie sur ces bâtiments).

5.13 LOT 11 : ELECTRICITE

5.13.1 Traitement antivibratoire des équipements

Tous les appareils générateurs de vibrations tels que les transformateurs, onduleurs, armoires électriques etc. devront être désolidarisés de la structure du bâtiment par un système antivibratile dont le taux de filtrage des vibrations sera au moins de 95 % à la fréquence d'excitation la plus basse.

Ces équipements seront désolidarisés des parois verticales en intercalant des matériaux antivibratiles. L'entreprise veillera à ce que leur implantation ne dégrade pas l'affaiblissement acoustique des parois support.

5.13.2 Bruit des équipements électriques

Le bruit de fond émis par les menus équipements électriques tels que ballast électronique, luminaire, transformateur, contacteur, vidéoprojecteur etc. devra respecter les exigences de niveau de bruit maximum dans les locaux définis dans le présent document.

5.13.3 Précautions de mise en œuvre

Les éléments seront mis en œuvre suivant les DTU, normes et recommandations techniques des fabricants.

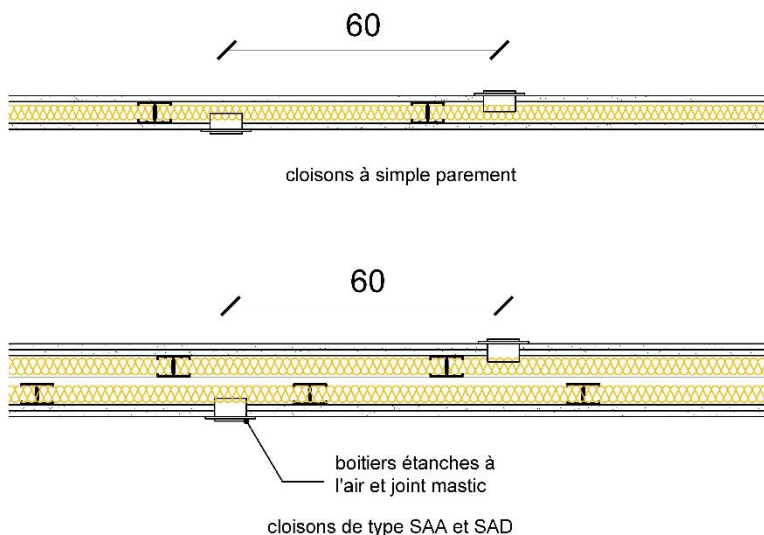
Supports

L'entreprise titulaire du lot devra se coordonner avec le lot gros œuvre et/ou les lots en charges des charpentes et structures métalliques afin de s'assurer que les planchers et autres supports ne soient pas le siège de déflexions sous charges qui nuisent au bon fonctionnement des appuis antivibratiles nécessaires sous ses équipements. De même, les cadres, châssis métalliques, massifs béton et autres éléments structurels situés au-dessus des plots antivibratiles devront être suffisamment rigides pour ne pas se déformer sous la charge des équipements.

Incorporations

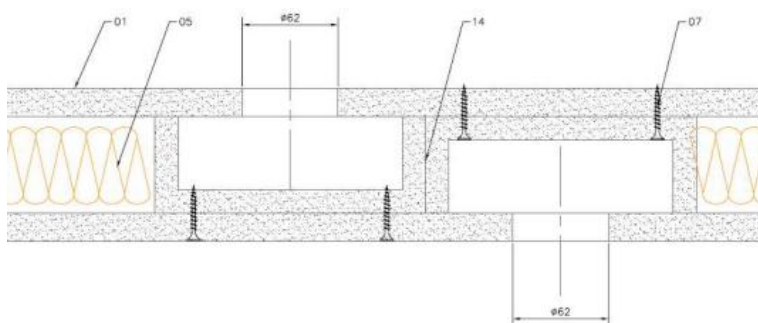
Dans les parois séparatives entre locaux, les incorporations électriques ne seront pas positionnées en vis-à-vis mais toujours décalés de 60 cm minimum dans le cas dans une cloison sèche et de 30 cm minimum dans le cas d'une paroi lourde (béton, maçonnerie), comme illustré sur le schéma ci-après.

Dans les cloisons à haute isolation acoustique, de type SAA et SAD, il sera utilisé des boîtiers étanches à l'air avec étanchéité parachevée au mastic souple.



Principe de mise en œuvre des incorporations électriques dans une cloison

Toute mise en œuvre d'incorporations électriques en vis-à-vis dans une paroi est proscrite, sauf à mettre en œuvre un dispositif annihilant les ponts phoniques, de type boîtier Inclosia de Siniat Design (anciennement Platec) ou feuille coupe-feu acoustique CP617 de Hilti collée au dos des boîtiers, ou solution techniquement équivalente.



Détail de principe de boîtiers « Inclosia » de Siniat, à utiliser lors d'incorporations non distantes de 60 cm minimum

Pour les systèmes constructifs sous avis technique, les incorporations et saignées respecteront les méthodes du fabricant décrites dans l'avis technique.

Rebouchages

Dans toute paroi, doublage et plafond, les percements et réservations pour incorporations électriques ou passages de réseaux seront tous rebouchés et calfeutrés de sorte à respecter les exigences acoustiques de l'opération.

Dans tous les cas, le rebouchage des percements et réservations seront effectués à l'aide d'un matériau présentant une masse surfacique équivalente à celle de la paroi traversée : mortier de ciment dans le cas de parois béton (à pleine épaisseur), plâtre ou map avec bourrage de laine minérale dans le cas de cloisons sèches.

L'utilisation de mousse expansive en polyuréthane pour le rebouchage des réservations est proscrite, excepté dans les cloisons ou doublages sans enjeu acoustique.

Chemins de câbles

Les chemins de câbles seront interrompus de part et d'autre d'une paroi à contrainte acoustique, de manière à ce que seuls les câbles traversent la paroi, dans un fourreau, la réservation étant ensuite rebouchée avec un matériau garantissant l'intégrité acoustique de la paroi.

Si cette solution n'est pas envisageable, la réservation pour le passage des chemins de câbles devra être soigneusement rebouchée avec un matériau restituant l'affaiblissement acoustique de la cloison, garanti par un rapport d'essai acoustique (selon norme EN ISO 20140-10), par exemple de type mousse coupe-feu et acoustique CFS-F FX de Hilti, ou équivalent.

Plinthes

Les plinthes électriques ne seront pas filantes entre locaux. Elles seront interrompues par les cloisons.

5.13.4 Limitation du bruit émis dans l'environnement

Les équipements générant du bruit vers le voisinage seront insonorisés de manière à respecter les exigences définies dans la présente notice acoustique, et les exigences acoustiques réglementaires.

L'entreprise titulaire du lot devra vérifier par note de calcul le respect du niveau de pression acoustique maximum admissible dans l'environnement défini au chapitre des objectifs acoustiques du présent document. Les calculs tiendront compte du bruit rayonné par l'ensemble des équipements techniques dus au présent lot. Le résultat sera exprimé en dBA et par bandes d'octave entre 63 Hz et 8 kHz, à 2 m en façades des habitations riveraines les plus proches. Les calculs seront effectués à partir des données acoustiques du fournisseur, en prenant une marge de sécurité sur les données des fournisseurs de 3 dB minimum dans chaque bande d'octave.

5.14 LOT 12 : ASCENSEUR

Sans prescription acoustique particulière.

6 GLOSSAIRE

Le décibel (dB)

Le son est une sensation auditive produite par une variation rapide de la pression de l'air autour d'une valeur moyenne. L'origine de cette variation est engendrée par la vibration d'un corps qui met en vibration l'air environnant. Ainsi est créée une succession de zones de pression et de dépression qui constitue l'onde acoustique. Quand cette onde arrive à l'oreille, elle fait vibrer le tympan : le son est alors perçu.

La pression acoustique d'un bruit est mesurée en Pascal (Pa). L'oreille est sensible à des pressions comprises entre 20 μ Pa, correspondant au seuil d'audibilité, et 20 Pa, correspondant au seuil de douleur, soit un rapport de 1 à 1 000 000.

Afin de permettre la représentation de cette dynamique de valeurs de pression, elle est représentée sur une échelle correspondant à dix fois le logarithme en base 10, dont l'unité est le décibel noté dB.

A noter, que les valeurs de pression, exprimées en décibel, ne peuvent s'additionner directement.

On pourra retenir les deux règles suivantes :

- 40 dB + 40 dB = 43 dB
- 40 dB + 50 dB \approx 50 dB

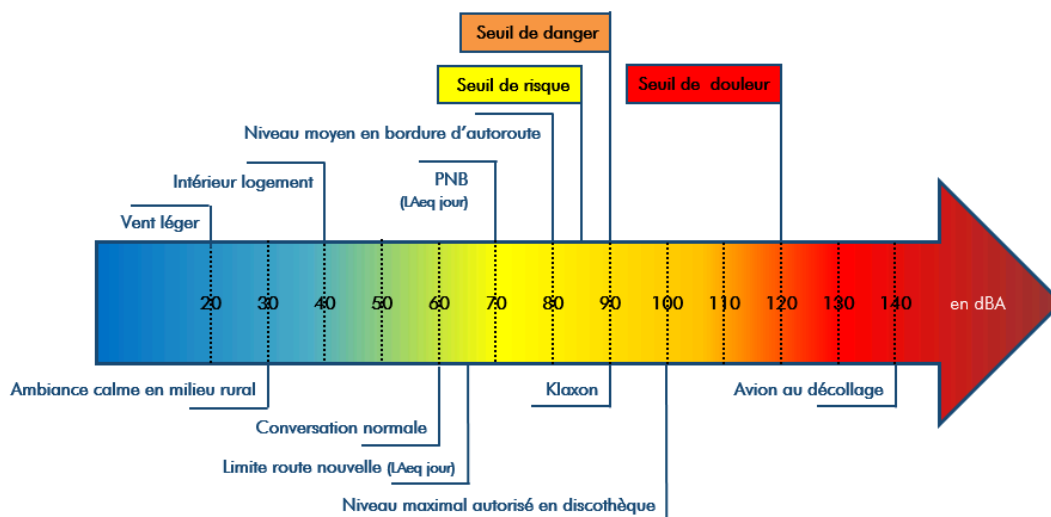
Deux règles simples :

- Une augmentation du niveau sonore de 10 dB est perçue par l'oreille comme un doublement de l'intensité sonore
- Une augmentation du niveau sonore de 3 dB est perçue par l'oreille comme une augmentation de l'intensité sonore de 23%

Le décibel pondéré A (ou dBA)

Pour traduire les unités physiques dB en unités physiologiques dBA prenant en compte la courbe de réponse de l'oreille humaine pour des bas niveaux, il est convenu de pondérer les niveaux sonores pour chaque bande d'octave de fréquence. Le niveau sonore est alors exprimé en décibels A : dBA.

Echelle de niveaux sonores



Fréquence, octave et tiers d'octave

La fréquence d'un son correspond au nombre de variations d'oscillations identiques que réalise chaque molécule d'air par seconde. Elle s'exprime en Hertz (Hz). Pour l'être humain, plus la fréquence d'un son sera élevée, plus le son sera perçu comme aigu. A l'inverse, plus la fréquence d'un son sera faible, plus le son sera perçu comme grave.

En pratique, pour caractériser un son, on utilise des intervalles de fréquence.

Chaque intervalle de fréquence est caractérisé par ses deux bornes dont la plus haute fréquence (f_2) est le double de la plus basse (f_1) pour une octave, et la racine cubique de 2 pour le tiers d'octave.

L'analyse en fréquence par tiers d'octave correspond approximativement à la résolution énergétique de l'oreille humaine.

1/1 octave	1/3 octave
$f_2 = 2 * f_1$	$f_2 = \sqrt[3]{2} * f_1$
$f_c = \sqrt{2} * f_1$	$\Delta f / f_c = 23\%$
$\Delta f / f_c = 71\%$	

f_c : fréquence centrale

$$\Delta f = f_2 - f_1$$

Niveau sonore équivalent L_{eq}

Niveau sonore en dB intégré sur une période de mesure. L'intégration est définie par une succession de niveaux sonores intermédiaires mesurés selon un intervalle d'intégration. Généralement dans l'environnement, l'intervalle d'intégration est fixé à 1 seconde (appelé L_{eq} court). Le niveau global équivalent se note L_{eq} et s'exprime en dB.

Lorsque les niveaux sont pondérés selon la pondération A, on obtient un indicateur noté L_{Aeq} .

Niveau sonore fractile L_n

Le niveau sonore fractile L_n correspond au niveau sonore qui a été dépassé pendant n % du temps du mesurage. L'utilisation des niveaux sonores fractiles permet dans certains cas de s'affranchir du bruit provenant d'événements perturbateurs et non représentatifs.

Bruit ambiant

Bruit provenant de l'ensemble des sources, y compris celle(s) objet(s) de l'étude.

Bruit particulier

Bruit provenant de l'émission de la (des) source(s), objet(s) de l'étude.

Bruit résiduel

Ensemble des bruits ne provenant pas de l'émission de la ou des source(s) objet(s) de l'étude.

Emergence acoustique (E)

Différence arithmétique entre un estimateur de bruit ambiant et un estimateur de bruit résiduel déterminés précisément suivant les modalités décrites dans la méthode d'expertise ou la méthode de contrôle de la norme NFS 31-010.

L'émergence est la différence arithmétique entre les estimateurs de bruit ambiant et résiduel déterminés au même endroit et pour un même instant donné.

Lorsque cette mesure est impossible, les estimateurs de niveaux des bruits ambiant et résiduel sont déterminés à des moments très proches si le bruit résiduel a très peu varié entre le moment où l'on mesure le bruit résiduel et le moment où l'on mesure le bruit ambiant.

Afin de décrire une situation sonore, ces estimateurs doivent être déterminés pour des conditions d'émission et de propagation des bruits résiduel et particulier bien spécifiées.

E = Estimateur de bruit ambiant – Estimateur de bruit résiduel

Bruit rose

Bruit stable qui possède la même énergie dans toutes ses bandes de nième d'octave. Bruit de référence pour réaliser des mesures en acoustique du bâtiment.

Bruit route

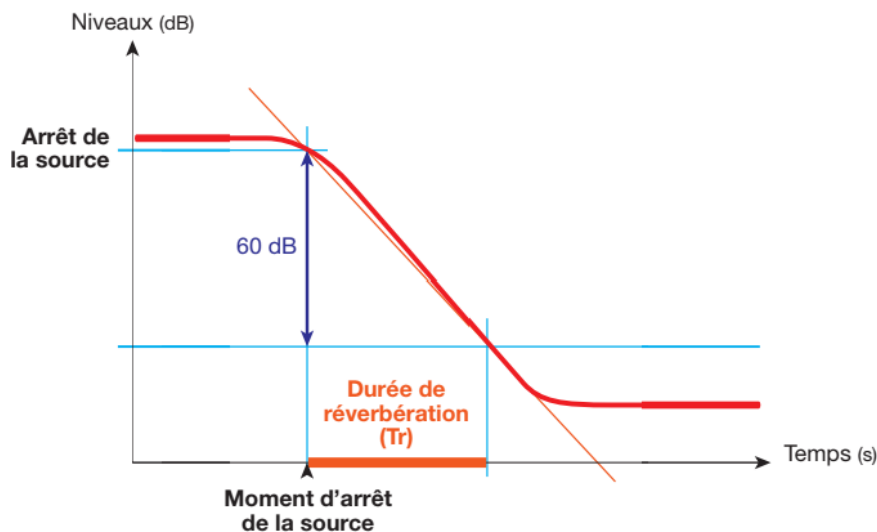
Bruit normalisé qui présente plus d'énergie en basses fréquences, et moins d'énergie en hautes fréquences que le bruit rose, afin de simuler l'impact sur une construction du trafic routier et ferroviaire. Il est utilisé pour quantifier les isollements aux bruits aériens vis-à-vis de l'espace extérieur.

Réverbération

Persistance d'un son dans un espace clos ou semi-clos après interruption de la source sonore.

Durée de réverbération T_r

Durée nécessaire au niveau sonore pour décroître de 60 dB après arrêt instantané d'une source de bruit rose ou d'une source de bruit impulsionnelle.



La durée de réverbération dans un local est fonction de la géométrie du local, des matériaux mis en œuvre sur ces parois, et de son encombrement.

Coefficient d'absorption acoustique « α »

Pour un matériau : rapport entre la quantité d'énergie acoustique absorbée et la quantité d'énergie acoustique incidente. Ce coefficient permet de quantifier par bande d'octave (ou tiers d'octave) la capacité d'un matériau à absorber l'énergie acoustique incidente. Il est mesuré en laboratoire acoustique.

Indice d'absorption acoustique pondéré « α_w »

Indice unique d'absorption acoustique du matériau, indépendante de la fréquence, égale à la valeur à 500 Hz d'une courbe de référence définie dans la norme NF EN ISO 11654.

Indice d'affaiblissement acoustique R

Indice unique tel que défini dans la norme EN ISO 717-1, relatif à une paroi ou un système mesuré en laboratoire acoustique. A considérer avec prudence, car on y trouve en réalité trois valeurs.

Ainsi, on a par exemple : $R_w(C;C_{tr}) = 41 (0;-5)$ dB.

- R_w : niveau global mesuré, en dB et recalé par rapport au spectre w de référence, complété par des termes d'adaptation :
- $R_A = R_w + C$ qui caractérise l'indice d'affaiblissement de la paroi par rapport à un bruit rose
- $R_{A,tr} = R_w + C_{tr}$ qui caractérise l'indice d'affaiblissement de la paroi par rapport à un bruit route

Isolement brut D

On définit l'isolement brut par la définition suivante : $D = L_1 - L_2$

avec

- L_1 : niveau sonore à l'émission
- L_2 : niveau sonore à la réception

Isolement acoustique normalisé $D_{nT,A}$

Valeur caractérisant l'isolement acoustique entre deux locaux, par rapport à une émission de bruit rose, standardisé selon la norme ISO 717-1.

Isolement acoustique normalisé $D_{nT,A,tr}$

Valeur caractérisant l'isolement acoustique entre un local et l'extérieur, par rapport à une émission de bruit route, standardisé selon la norme ISO 717-1.

Isolement acoustique normalisé d'un petit élément $D_{n,e,w}$

Isolement acoustique normalisé pondéré d'un petit élément individuel, typiquement de surface inférieure à 1 m² (entrée d'air, coffre de volet volant, rupteur de pont thermique etc), mesuré en laboratoire.

Isolement acoustique normalisé d'une transmission indirecte $D_{n,s,w}$

Différence de niveau de la pression acoustique moyennée dans l'espace et dans le temps, produite dans deux locaux par une source se trouvant dans l'un des deux locaux, mesuré en laboratoire.

La transmission acoustique est supposée se produire uniquement par un chemin spécifié entre les deux locaux (par exemple des systèmes de ventilation, des couloirs).

Isolement acoustique latérale normalisé $D_{n,f,w}$

Différence de niveau de la pression acoustique moyennée dans l'espace et dans le temps, produite dans deux locaux par une source se trouvant dans l'un des deux locaux, mesuré en laboratoire.

La transmission acoustique est supposée se produire uniquement par un chemin latéral spécifié entre les deux locaux (par exemple un plafond suspendu, un plancher technique, une façade).

Indice d'amélioration de l'isolation au bruit de choc ΔL_w

Valeur caractérisant la réduction du niveau de bruit de choc sur un plancher apportée par un revêtement de sol, mesurée en laboratoire.

Niveau de bruit de choc $L'_{nT,w}$

Valeur caractérisant le niveau de bruit reçu à l'intérieur d'un local lors du fonctionnement d'une machine à chocs dans un local superposé ou adjacent, standardisé selon la norme ISO 717-2.

Niveau de bruit d'équipement L_{nAT}

Niveau de pression acoustique mesuré lorsqu'un équipement est en fonctionnement, pondéré A et standardisé par rapport à une durée de réverbération de référence.

Courbes NR (Noise Rating curves)

Courbes empiriques d'évaluation du bruit, définies dans la norme NF S 30-010, spécifiant une valeur seuil unique pour un niveau sonore exprimé en dB par bandes d'octaves de 63 Hz et 8 kHz.

Niveau de bruit de pluie L_i et $L_{i,A}$

Niveau d'intensité acoustique généré par la pluie mesuré en laboratoire suivant les normes EN ISO 10140-1:2010/A2 et EN ISO 10140-5:2010/A1, d'un élément de toiture.

Aire d'absorption équivalente AAE

Exprimée en m², valeur caractérisant l'absorption acoustique d'un matériau, d'une paroi ou d'un local, à partir de son coefficient d'absorption acoustique normalisé α_w et de sa surface S, selon la formule : $AAE = \alpha_w \times S$.