

PROJET CAMPUS - IMMEUBLE A5

50 avenue Pierre Mendès France
75013 Paris

MAÎTRISE D'OUVRAGE

Caisse des Dépôts et des Consignations

56 rue de Lille
75007 Paris
07 87 18 58 82



AMO

Co-S

36 rue de Bagnolet, 75020 Paris
06 47 08 27 21

CO S

BUREAU DE CONTRÔLE

Qualiconsult

1 bis rue du Petit Clamart
78140 Vélizy-Villacoublay
07 63 32 84 25



Groupe Qualiconsult

MAÎTRISE D'ŒUVRE

ARCHITECTE

architecturestudio

10 rue Lacuée, 75012 Paris
01 43 45 18 00

architecturestudio

BE FLUIDES & ÉLECTRICITÉ

Barbanel

8 avenue Louis Pasteur, 92220 Bagneux
01 82 00 14 53



BE PERFORMANCE ENVIRONNEMENTALE

Oasiis

12 rue des Frigos, 75013 Paris
01 42 01 00 79



ÉCONOMISTE

écocités

9 bis rue Jules César, 75012 Paris
01 40 02 02 00

écocités

BE SÉCURITÉ INCENDIE

Studio Fahrenheit

163 rue du Faubourg Saint-Honoré, 75008 Paris
06 88 21 48 72



ACOUSTICIEN

Studio Fa

9 avenue de la République, 75011 Paris
09 50 49 26 13

STUDIO FA
Acoustique et Vibrations

PAYSAGISTE

Acmé paysage

353 rue des Pyrénées, 75020 Paris
06 10 98 82 09

Acmé paysage

SCÉNOGRAPHE

Scenevolution

88 rue des Hanots
93100 Montreuil

SCENEvolution

DESIGNER SIGNALÉTIQUE

integral designers

5 rue Jules Vallée, 75011 Paris
06 64 75 30 28



BE SMART BUILDING

Urban Practices

91 avenue des Champs-Élysées, 75008 Paris
01 44 86 80 00

urban practices

BE STRUCTURE

CIPB

29 rue Giraudineau, 94300 Vincennes
06 76 40 90 40



5.20 notice acoustique

TITRE

127/03/2026

DATE

ECHELLE

PAPMF2

AFFAIRE

DCE

PHASE

FA

EMETTEUR

BET

LOT

NOT

TYPE DE DOC.

TN

NIVEAU

A

INDICE

-

N° DE FEUILLE

SOMMAIRE

1.	PREMIERE PARTIE : GENERALITES	4
1.1	Préambule.....	4
1.2	Contexte réglementaire et normatif	5
1.2.1	Normes applicables.....	5
1.2.1.1	Procès-verbaux, rapport d'essai acoustique en laboratoire	5
1.2.1.2	Autres normes retenues.....	5
1.2.2	Réglementations acoustiques applicables.....	6
1.2.3	Certifications	7
1.3	Définitions des descripteurs acoustiques	8
1.3.1	Isolement acoustique standardisé pondéré aux bruits aériens : $D_{nT,A}$ et $D_{nT,A,tr}$	8
1.3.2	Indice d'affaiblissement acoustique pondéré : R_A et $R_{A,tr}$	8
1.3.3	Niveau de pression acoustique pondéré du bruit de choc standardisé : $L'_{nT,W}$	9
1.3.4	Réduction du niveau de bruit de choc pondéré : ΔL_W	9
1.3.5	Durée de réverbération T_R	9
1.3.6	Atténuation acoustique de la parole sur place $D_{A,S}$	9
1.3.7	Décroissance spatiale de la parole $D_{2,S}$	10
1.3.8	Niveau de pression acoustique pondéré A de la parole à 4m, $L_{p,A,S,4m}$	10
1.4	Obligations de l'entreprise	10
1.4.1	Obligations de moyens et de résultats	10
1.4.2	Coordination.....	10
1.4.3	Modifications, variantes	10
1.4.4	Documents demandés - Notion d'équivalence	10
1.4.5	Validation de la Maîtrise d'Œuvre	11
1.4.6	Notes de calculs acoustiques	11
1.4.7	Pré réception (auto-contrôle) à la charge des entreprises.....	12
1.4.8	Procédure de réception acoustique	13
2.	DEUXIÈME PARTIE : CONTRAINTES ACOUSTIQUES IMPOSÉES	14
2.1	Cas des espaces des plateaux modulables.....	14
2.1.1	Isolement acoustique (cloisonnement amovible).....	15
2.1.2	Isolement acoustique (cabine fermée).....	20
2.1.3	Niveau de bruit des équipements dans les espaces (cas des cabines fermées)	20
2.1.4	Niveau de bruit des équipements dans les espaces (cas des plateaux, salles de réunions et bureaux)	20
2.1.5	Niveau de bruits de chocs transmis dans les espaces	21
2.1.6	Sonorité à la marche.....	21
2.1.7	Acoustique interne des espaces.....	21
2.1.7.1	Plateau - Résultats de simulation – cas de l'espace ouvert « latéral » – N04.....	24
2.1.7.2	Plateau - Résultats de simulation – cas de l'espace ouvert angle « Seine » :	26
2.1.7.3	Plateau – étude particulière : influence des écrans vidéo des postes de travail :	28
2.1.7.4	Discussions sur la hauteur (des cloisonnettes acoustiques).	30
2.1.7.5	Cas des bureaux mixtes / salles de réunions :	33
2.1.7.6	Cas des bulles fermées	33
2.2	Cas des places fortes	34
2.2.1	Niveau de bruits de chocs transmis dans les espaces	34
2.2.2	Acoustique interne des espaces :	34

2.3	Cas du HUB des territoires niveau 00	35
2.3.1	Isolement acoustique.....	36
2.3.2	Acoustique interne des espaces :	38
2.4	Cas des salles de formations (espace formation) – niveau RJ	38
2.4.1	Isolement acoustique.....	38
2.4.2	Niveau de bruits de chocs transmis dans les espaces	41
2.4.3	Acoustique interne des espaces	41
2.5	Cas du studio vidéo	42
2.5.1	Isolements acoustiques – boîte dans la boîte	42
2.5.2	Acoustique interne	44
2.6	Cas de la salle Polyvalente en RDJ	46
2.7	Cas de la salle événementielle en R+7.....	46
2.7.1	Isolement acoustique.....	46
2.7.2	Niveau de bruits de chocs transmis dans les espaces	46
2.7.3	Acoustique interne des espaces :	46
2.8	Autres espaces – Niveaux 7 et 7M	48
2.8.1	Espaces créatifs avec zone en double hauteur (mezzanine) :	48
2.8.2	Médiathèque R+7 et R+7M :	49
ANNEXE : PROTOCOLES DE MESURES ACOUSTIQUES DE RECEPTION APPLICABLES AU PROJET		52

1. PREMIERE PARTIE : GENERALITES

1.1 Préambule

L'obtention des objectifs fixés sur le plan acoustique dans le cadre de l'opération de travaux d'aménagement pour le compte de la Caisse des dépôts d'un ensemble immobilier dit « Campus Immeuble A5 » à Paris, impose une attention de tous les instants en matière d'acoustique et une mise en œuvre rigoureuse des différents éléments intervenant au niveau de l'isolation acoustique (entre locaux, vis à vis de l'extérieur aux bruits aériens et aux bruits d'impacts) comme en matière de contrôle des bruits d'équipements.

À ce titre, les Entreprises doivent s'assurer à la fois de la parfaite réalisation de leurs ouvrages en regard notamment des sujétions acoustiques imposées mais aussi d'une totale coordination entre corps d'états (gros-œuvre, second œuvre, et lots techniques). Il est enfin rappelé aux Entreprises que les critères acoustiques et les performances des matériels et matériaux comme les sujétions imposées dans les documents acoustiques constituent des obligations de résultats et de moyens.

La présente Notice Acoustique Générale définit et précise tous les critères acoustiques imposés pour le Projet, les différentes modalités prévues dans le cadre du suivi de chantier et des mesures acoustiques de réception destinées à la levée des réserves et les principales performances et sujétions imposées sur le plan acoustique.

Le projet est actuellement en phase travaux bailleur. Le projet comprend des prestations acoustiques qui sont intégrées dans la notice acoustique bailleur réf. « 37.01_AVE_ACO_Notice acoustique _ind A »

La notice acoustique est le reflet des études menées en phase PRO et porte sur les éléments suivants :

- Aménagement preneur d'un quartier type : plateau de bureau comprenant un espace ouvert collectif et des espaces clos (salles de réunions et bureaux mixtes) ;
- Aménagement de salles de formation ;
- Aménagement preneur d'une place forte type : espace convivialité ;
- Hub des territoires – RDC (réalisation bailleur) ;
- Un studio et une régie situés en Rez de quai A5 ;
- La salle événementielle en R+7 ;
- Les espaces « bibliothèque » du R+7 et R+7 Mezzanine.

Ce document fait partie intégrante du dossier consultation et s'avère donc en tous points contractuels.

Toutes les sujétions, tous les matériels et matériaux nécessaires au respect des contraintes acoustiques définies dans la présente notice s'entendent incluses dans les prix remis par les entrepreneurs. En aucun cas ces éléments ne pourront faire l'objet de réclamations ultérieures à la signature des marchés.

En cas de contradiction avec d'autres pièces du dossier de consultation s'agissant des sujets acoustiques, le présent document prime. En cas de contradiction entre deux exigences acoustiques, la plus contraignante prime. L'entreprise doit donc prendre connaissance de l'ensemble des documents acoustiques de la présente consultation.

Pièces acoustiques : Les pièces écrites acoustiques spécifiques au Projet sont constituées de la Notice Acoustique Générale faisant l'objet de ce document. Toutes ces pièces sont contractuelles et ne pourront faire l'objet de contestations après la signature des Marchés. Par ailleurs, des détails spécifiques de mise en œuvre liés aux particularités induites par les éléments nécessaires à la correction acoustique (volume, géométrie, matériaux,) sont intégrés aux documents graphiques réunis par l'architecte. Ils doivent être impérativement respectés.

Prescriptions acoustiques et coûts des ouvrages : Toutes les prestations décrites ou induites par les documents acoustiques sont incluses dans les prix remis par les entreprises mêmes lorsqu'elles ne font pas l'objet de postes spécifiques dans les documents de décomposition du prix.

1.2 Contexte réglementaire et normatif

1.2.1 Normes applicables

1.2.1.1 Procès-verbaux, rapport d'essai acoustique en laboratoire

Les procès-verbaux d'essais (noté aussi PV dans la suite) ou rapports d'essais en laboratoires (notés aussi RE dans la suite) demandés au sein des documents acoustiques doivent être réalisés conformément aux normalisations acoustiques françaises ou européennes en vigueur à la date de passation des marchés. Il appartient donc aux entreprises en charge de la réalisation de s'assurer que les différents PV et RE produits par leurs fournisseurs soient conformes avec les normes Françaises applicables. Seuls les PV et RE issus des organismes suivants seront acceptés dans le cadre de la présente opération : CSTB, CEBTP, FCBA et être accrédités COFRAC pour le domaine du PV, RE présenté (agrément en cours lors des essais réalisés).

Les PV et RE lorsqu'ils sont issus de laboratoires étrangers ne seront admis que s'ils respectent les conditions suivantes :

- Équivalence de la ou des normes utilisées pour les mesurages avec une ou des normes françaises (que les entreprises peuvent se procurer à l'Association Française de Normalisation ou AFNOR).
- Fourniture en langue française des PV accompagnés des procédures de mesures (textes in extenso) également en langue française.

1.2.1.2 Autres normes retenues

Sont notamment retenues dans le cadre de la présente opération :

- NF EN ISO 10052 (2021) : Mesures acoustiques in situ d'isollements aux bruits aériens et de la transmission des bruits de chocs ainsi que du bruit des équipements – méthode de contrôle.
- NF EN ISO 11654 : Absorbants pour l'utilisation dans les bâtiments - Évaluation de l'absorption acoustique.
- NF EN ISO 354 : Mesurage de l'absorption acoustique en salle réverbérante.
- NF EN ISO 140-1 : Mesurage de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie 1 : spécifications relatives aux laboratoires sans transmissions latérales.
- NF EN ISO 140-1/A1 : Mesurage de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie 1 : spécifications relatives aux laboratoires sans transmissions latérales - Amendement 1 : exigences particulières applicables au cadre de l'ouverture d'essai pour cloisons à doubles parements légers.
- NF EN ISO 140-3 : Mesurage de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie 3 : mesurage en laboratoire de l'affaiblissement des bruits aériens par les éléments de construction.
- NF EN ISO 140-3/A1 : Mesurage de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie 3 : mesurage en laboratoire de l'affaiblissement des bruits aériens par les éléments de construction - Amendement 1 : conditions particulières de montage des cloisons à doubles parements légers.
- NF EN ISO 140-4 : Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie 4 : mesurage in situ de l'isolement aux bruits aériens entre les pièces.
- NF EN ISO 140-5 : Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie 5 : mesurages in situ de la transmission des bruits aériens par les éléments de façade et les façades.
- NF EN ISO 140-6 : Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie 6 : mesurage en laboratoire de la transmission des bruits de choc par les planchers.
- NF EN ISO 140-7 : Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie 7 : mesurage in situ de la transmission des bruits de choc par les planchers.
- NF EN ISO 140-8 : Mesurage de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie 8 : mesurages en laboratoire de la réduction de la transmission du bruit de choc par les revêtements de sol sur un plancher lourd normalisé.
- NF EN ISO 140-11 : Mesurage de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie 11 : mesurage en laboratoire de la réduction de la transmission des bruits de choc par les revêtements de sol sur les planchers de référence légers.
- NF EN ISO 10848-1 : Mesurage en laboratoire des transmissions latérales du bruit aérien et des bruits de choc entre des pièces adjacentes - Partie 1 : document cadre.
- NF EN ISO 10848-2 : Mesurage en laboratoire des transmissions latérales du bruit aérien et des bruits de choc entre pièces adjacentes - Partie 2 : application aux éléments légers lorsque la jonction a une faible influence.
- NF EN ISO 10848-3 : Mesurage en laboratoire des transmissions latérales du bruit aérien et des bruits de choc entre pièces adjacentes - Partie 3 : application aux éléments légers lorsque la jonction a une influence importante
- NF EN ISO 717-1 : Évaluation de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie 1 : isolement aux bruits aériens.

- NF EN ISO 717-2 : Évaluation de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie 2 : protection contre le bruit de choc.
- NF EN ISO 3741 : Détermination des niveaux de puissance acoustique et des niveaux d'énergie acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique - Méthodes de laboratoire en salles d'essais réverbérantes.
- NF EN ISO 3822-1 : Mesurage en laboratoire du bruit émis par les robinetteries et les équipements hydrauliques utilisés dans les installations de distribution d'eau - Partie 1 : méthode de mesurage.
- NF EN ISO 3822-2 : Mesurage en laboratoire du bruit émis par les robinetteries et les équipements hydrauliques utilisés dans les installations de distribution d'eau - Partie 2 : conditions de montage et de fonctionnement des robinets de puisage et des robinetteries.
- NF EN ISO 3822-3 : Mesurage en laboratoire du bruit émis par les robinetteries et les équipements hydrauliques utilisés dans les installations de distribution d'eau - Partie 3 : conditions de montage et de fonctionnement des robinetteries et des équipements hydrauliques en ligne.
- NF EN ISO 3822-4 : Mesurage en laboratoire du bruit émis par les robinetteries et les équipements hydrauliques utilisés dans les installations de distribution d'eau - Partie 4 : conditions de montage et de fonctionnement des équipements spéciaux.
- NF S 31-010 : Caractérisation et mesurages des bruits dans l'environnement
- NF S 31-199 : Norme spécifique à la performance acoustique des espaces ouverts de bureaux (travail en open-space)
- NF EN ISO 12354-1 (août 2017) : Calcul de la performance acoustique des bâtiments à partir de la performance des éléments — Partie 1 : Isolation acoustique aux bruits aériens entre des locaux
- NF EN ISO 12354-2 (août 2017) : Calcul de la performance Acoustique des bâtiments à partir de la performance des éléments — Partie 2 : isolation acoustique au bruit de choc entre des locaux
- NF ISO 22955 (octobre 2021) s'agissant de la qualité acoustique des plateaux de bureaux ouverts – valeurs cibles

Liste non exhaustive.

1.2.2 Réglementations acoustiques applicables

Décret du 31 août 2006 - arrêté du 5 décembre 2006 : Le décret n° 2006-1099 du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage et modifiant le code de la santé publique. Ce texte limite l'émergence admissible du bruit perturbateur (niveau ambiant) sur le bruit de fond (niveau résiduel) à +5dB(A) en période diurne et à +3dB(A) en période nocturne à pondérer en fonction de la durée et de la nature du bruit perturbateur. Ce texte limite également les émergences spectrales : les valeurs limites de l'émergence spectrale sont de 7dB dans les bandes d'octave normalisées centrées sur 125Hz et 250Hz et de 5dB dans les bandes d'octave normalisées centrées sur 500Hz, 1 000Hz, 2 000Hz et 4 000Hz. Par ailleurs, l'arrêté du 5 décembre 2006 relatif aux modalités de mesurage des bruits de voisinage définit les méthodologies de mesures applicables et les règles à respecter pour éviter les spectres caractérisés par des émissions tonales marquées.

Arrêté du 23 juin 1978 : Relatif aux installations fixes destinées au chauffage et à l'alimentation en eau chaude sanitaire des bâtiments d'habitation, de bureaux ou recevant du public. (Il limite à 30 dB(A) le bruit des équipements à l'intérieur des établissements recevant du public et à 50 dB(A) le bruit des équipements à l'extérieur de ceux-ci à 2 mètres de la façade.)

Arrêté du 20 août 1985 : Relatif aux bruits aériens émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement. (Dito arrêté du 23 juin 1978 mais pour les installations classées.) Autres textes relatifs aux installations classées dont celui de **janvier 1997**.

Arrêté du 6 Octobre 1978 modifié par l'Arrêté du 23 Février 1983 : Relatif à la protection contre les bruits extérieurs.

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. Ce texte indique une méthode de calcul de l'isolement acoustique minimal en dB des bâtiments d'habitation contre les bruits des transports terrestres à partir des classements au bruit des voies routières et ferroviaires et des données de site.

Arrêté du 20 avril 2017 : Relatif à l'accessibilité aux personnes handicapées des établissements recevant du public et des installations ouvertes au public lors de leur construction ou de leur création. Ce texte impose la mise en œuvre de traitements absorbants minimum, comme indiqué dans l'extrait ci-dessous :

« Article 9. : *Dispositions relatives aux revêtements des sols, murs et plafonds.*

I. - Usages attendus :

Les revêtements de sol et les équipements situés sur le sol des cheminements sont sûrs et permettent une circulation aisée des personnes handicapées. Sous réserve de la prise en compte de contraintes particulières liées à l'hygiène ou à l'ambiance hygrométrique des locaux, les revêtements des sols, murs et plafonds ne créent pas de gêne visuelle ou sonore pour les personnes ayant une déficience sensorielle.

II. - Caractéristiques minimales :

Pour l'application du I du présent article, les dispositions suivantes sont respectées :

- *Qu'ils soient posés ou encastrés, les tapis fixes présentent la dureté nécessaire pour ne pas gêner la progression d'un fauteuil roulant. Ils ne créent pas de ressaut de plus de 2 cm ;*
- *Les valeurs réglementaires de temps de réverbération et de surface équivalente de matériaux absorbants définies par les exigences acoustiques en vigueur sont respectées. Lorsqu'il n'existe pas de texte pour définir ces exigences, quel que soit le type d'établissement concerné, l'aire d'absorption équivalente des revêtements et éléments absorbants représente au moins 25 % de la surface au sol des espaces réservés à l'accueil et à l'attente du public ainsi que des salles de restauration.*

L'aire d'absorption équivalente A d'un revêtement absorbant est donnée par la formule :

$A = S \times \alpha_w$ où S désigne la surface du revêtement absorbant et α_w son indice d'évaluation unique de l'absorption acoustique.».

Avis de la commission d'Études du Bruit du ministère de la Santé publique du 21 juin 1963 : Parfois utilisé comme texte de référence par les experts pour apprécier la gêne de voisinage, ce texte est très contraignant car il prend comme référence les niveaux minima du bruit résiduel pour la prise en compte des émergences. Les émergences sont fixées à 5dB le jour et 3dB la nuit, y compris par bande de fréquence.

NOTA : dans le cas où un critère constituant une obligation de résultat donné dans la suite s'avérerait en contradiction avec un critère issu de l'un de ces textes, on retiendra le critère le plus contraignant.

1.2.3 Certifications

HQE Batiment durable V3 - 2016

Dans le cadre des travaux preneurs et sur la thématique acoustique, il est requis la certification HQE Batiment durable 2016 V3 niveau exceptionnel – ce qui acoustiquement est traduit par l'obtention d'une note C au moins sur le thème acoustique. Ce référentiel est appliqué aux travaux preneurs ici décrits. Les travaux du bailleur, s'agissant du respect de ce référentiel, sont sous la responsabilité du bailleur.

BREEAM

Discussion sur référentiel Breeam : le référentiel Breeam intègre deux cibles acoustiques :

- POL 5 avec 1 crédit disponible – le POL 5 traite de la protection de l'environnement. Ce crédit ne concerne pas les travaux d'aménagement du preneur – le respect des niveaux sonores dans l'environnement est du ressort de la mœ du bailleur ;
- HEA 05 avec deux crédits disponibles :
 - 1 crédit sur la thématique des bruits ambiants et isollements intérieurs entre espaces définis par le preneur comme « sensibles » (Privacy Index).
Ce crédit n'est pas accessible car en contradiction avec les bonnes pratiques en France et en Europe – il n'est accessible qu'avec un usage de bruit masquant : haut-parleurs à intégrer dans les plateaux générant un niveau sonore couvrant, variable en niveau sonore entre 40dB(A) au minimum et 50dB(A) au maximum.
Le référentiel Breeam est fondé sur les pratiques acoustiques anglo-saxonnes qui font notamment usage d'un bruit dit masquant dans les espaces tertiaires. Le bruit masquant consistant alors à générer un niveau sonore

constant et stable dans les espaces ouverts à l'aide de haut-parleurs. Il est donc possible avec un tel système de respecter un niveau sonore maximum imposé pour la CVC et un niveau sonore minimum imposé pour les hauts parleurs du bruit masquant.

Dans le cadre de l'opération et sans recours à un bruit masquant, il sera impossible de garantir un niveau sonore minimum de 40dB(A) tout au long de la journée dans les espaces tertiaires – en sus, qualitativement cet objectif est déconseillé.

En France, l'usage du bruit masquant est très limité car il ne donne pas satisfaction aux utilisateurs et est souvent vécu comme une source de gêne plus qu'une source de bien-être ;

- 1 crédit sur la thématique de la réverbération des espaces dédiés à la parole : respect des limites/ objectifs fixés par d'éventuelles réglementations applicables et à défaut d'exigences respect de durées de réverbération dans des espaces dédiés à la parole ou à la musique.
Ce crédit, dans le cadre de la présente opération et s'agissant purement des travaux preneurs concerne les salles de réunions.

1.3 Définitions des descripteurs acoustiques

1.3.1 Isolement acoustique standardisé pondéré aux bruits aériens : $D_{nT,A}$ et $D_{nT,A,tr}$

Les isollements acoustiques indiqués sont exprimés en dB à partir de l'isolement standardisé pondéré $D_{nT,W}$. Cette notation signifie que la différence des niveaux de pression acoustique mesurée entre deux locaux adjacents doit être corrigée en fonction de la durée de réverbération nominale du local de réception.

Les isollements acoustiques $D_{nT,A}$ et $D_{nT,A,tr}$ sont exprimés sous forme d'isollements standardisés pondérés, exprimés en dB. Ils sont évalués selon la norme NF EN ISO 717-1 (classement français NF S 31-032-1) comme étant égal à la **somme** de l'isolement acoustique standardisé pondéré $D_{nT,W}$ et du terme d'adaptation **C** à un spectre de bruit rose ou **Ctr** à un spectre de bruit route.

Ces isollements s'entendent toujours depuis le local adjacent vers le local concerné et constituent des minimas à atteindre. Les mesurages de réceptions s'effectueront conformément aux prescriptions de la norme NF EN ISO 10052 (2021).

1.3.2 Indice d'affaiblissement acoustique pondéré : R_A et $R_{A,tr}$

Ce critère, noté R_w (C;Ctr) et exprimé en dB, est obtenu à partir de l'indice d'affaiblissement acoustique R caractérise "l'affaiblissement acoustique" apporté par un matériau ou un élément constructif mesuré en laboratoire sous des conditions de mise en œuvre très strictes par octave ou tiers d'octave.

$$R = 10 \log (W_1 / W_2) \text{ où}$$

- W_1 est le niveau de puissance acoustique incidente sur l'élément testé ;
- W_2 est le niveau de puissance acoustique transmise par l'élément testé.

La norme NF EN ISO 717-1 (classement français NF S 31-032-1) permet d'exprimer l'indicateur unique européen R_w et ces termes de pondération C et Ctr.

Les indicateurs R_A et $R_{A,tr}$ sont obtenus de la manière suivante :

- $R_A = R_w + C$ exprimé en dB (caractérise l'affaiblissement acoustique pondéré pour un spectre de bruit rose) ;
- $R_{A,tr} = R_w + Ctr$ exprimé en dB (caractérise l'affaiblissement acoustique pondéré pour un spectre de bruit route).

Il convient de ne pas confondre l'indice d'affaiblissement acoustique pondéré R_w d'un élément constitutif d'une paroi homogène avec l'isolement acoustique de la paroi réalisée, ce dernier tenant compte des pertes propres à la mise en œuvre de l'élément considéré (transmissions latérales et parasites pour l'isolement brut Db) ainsi que des caractéristiques d'absorption et des dimensions du local de réception (pour les isollements standardisés pondérés $D_{nT,A}$ et $D_{nT,A,tr}$).

Dès lors qu'un indice d'affaiblissement acoustique pondéré R_w (C;Ctr) ou R_A ou $R_{A,tr}$ est requis, il s'agit d'une valeur minimale à atteindre par l'élément considéré, la tolérance habituelle de 3dB, admise sur certaines mesures de réception in situ, ne s'applique en aucun cas ici.

Dans tous les cas, les PV d'essais acoustique en laboratoire devront attester du $R_A = R_w + C$ ou $R_{A,tr} = R_w + Ctr$ requis et non de la simple valeur R_w .

1.3.3 Niveau de pression acoustique pondéré du bruit de choc standardisé : $L'_{nt,w}$

Les isollements vis-à-vis des bruits d'impact dus à la marche ou à des excitations solidiennes par les pieds du mobilier sont exprimés sous forme d'un niveau sonore standardisé maximum à ne pas dépasser $L'_{nt,w}$, calculé selon la norme NF EN ISO 717-2, lorsque la machine à choc normalisée excite le plancher considéré. Ce niveau sonore est corrigé en fonction de la durée de réverbération nominale du local de mesure. Les mesurages de réceptions s'effectueront conformément aux prescriptions de la norme NF EN ISO 10052 (2021).

1.3.4 Réduction du niveau de bruit de choc pondéré : ΔL_w

Ce critère noté ΔL_w (delta L_w) et exprimé en dB selon la norme NF EN ISO 717-2, caractérise la réduction du niveau de pression pondéré du bruit de choc standardisé consécutif à la pose d'un revêtement de sol ou la mise en œuvre d'une chape flottante sur une dalle en béton armé de 12cm d'épaisseur. Il s'agit d'une caractéristique propre à un revêtement de sol ou à une chape flottante, elle est donnée par un PV de mesure en laboratoire réalisé selon les normes NF S 31-053 et NF EN ISO 717-2. Ce critère est mesuré en laboratoire par bande de tiers d'octave et ramené ensuite à une valeur globale exprimée en dB.

$$\Delta L_w = L_{n,r,0} - L_{n,r} \text{ où}$$

- $L_{n,r,0}$ est le niveau de pression acoustique défini du bruit de choc normalisé de référence ;
- $L_{n,r}$ est le niveau de pression acoustique calculé du bruit de choc normalisé du plancher de référence recouvert du revêtement soumis à l'essai.

Dès lors qu'une réduction du niveau de bruit de choc pondéré est requise, il s'agit d'une valeur minimale à atteindre par l'élément considéré, la tolérance habituelle de 3dB admise sur certaines mesures de réception in situ ne s'applique en aucun cas ici.

1.3.5 Durée de réverbération T_R

Ce critère traduit la vitesse d'extinction d'un son après interruption de son émission. Pour les locaux de petit volume, la durée de réverbération est le seul critère à prendre en compte pour en décrire la qualité acoustique, car tous les autres critères, à l'exception du bruit de fond, lui sont directement reliés.

Les valeurs demandées dans la Notice Acoustique Générale sont affectées d'une certaine tolérance, néanmoins pour les mesures de réception le T_0 (durée de réverbération de références) est le nominal, celui non affecté de la tolérance. Les valeurs demandées le sont à 500 Hz, locaux meublés et inoccupés sauf précision contraire.

En conséquence, pour la fourniture de notes de calculs justificatives, les adjudicataires doivent se placer dans la configuration la plus défavorable à savoir T_R affecté de la tolérance qui va dans le sens de la durée de réverbération la plus longue. Pour les différentes bandes de fréquences, cette valeur est à multiplier par les rapports donnés ci-dessous :

$$T_{R125}/T_{R500} = 1,4 ; T_{R250}/T_{R500} = 1,2 ; T_{R1000}/T_{R500} = T_{R2000}/T_{R500} = 1 ; T_{R4000}/T_{R500} = 0,8$$

Les mesures de réception relatives aux durées de réverbération seront effectuées selon le cas conformément à la norme NF S 31-057. En l'absence de T_R fixé pour un local, les titulaires prendront pour les calculs et mesures de réception celle déduite des règles de la norme l'ISO 3382-2 (2008).

Pour la standardisation des résultats, il est retenu la norme NF EN ISO 10052 (2021).

NOTA : l'obtention des durées de réverbération dans les différents locaux suppose la mise en œuvre de tous les traitements absorbants décrits (y compris les éventuels traitements en option) - voir chapitre concerné.

1.3.6 Atténuation acoustique de la parole sur place $D_{A,s}$

L'atténuation acoustique de la parole sur place $D_{A,s}$ est la différence, en décibels, entre le spectre d'une source de parole pondérée A à 1 m d'une source omnidirectionnelle dans le champ libre et le niveau de pression acoustique pondéré A à un point de réception

L'atténuation acoustique de la parole sur place $D_{A,s}$ est définie au sein de la norme NF ISO 22955 (octobre 2021).

1.3.7 Décroissance spatiale de la parole $D_{2,s}$

Le taux de décroissance spatiale de la parole du niveau de pression acoustique pondéré A représente l'atténuation par doublement de distance dans le plateau étudié en considérant à l'émission le spectre normalisé de la parole. Ce taux tient donc compte des aménagements spécifiques du local étudié.

Le taux de décroissance spatiale de la parole est défini au sein de la norme NF ISO 22955 (octobre 2021).

1.3.8 Niveau de pression acoustique pondéré A de la parole à 4m, $L_{p,A,S,4m}$

Le niveau nominal de pression acoustique pondéré A de la parole normale à une distance de 4 m de la source sonore.

Le point de mesure n'est pas nécessairement situé à la même distance de la source sonore.

$L_{p,A,S,4m}$ est obtenu à l'aide de l'extrapolation ou de l'interpolation des données de la distribution sonore spatiale du niveau de pression acoustique pondéré A de la parole.

Le niveau de pression acoustique pondéré A de la parole à 4m est défini au sein de la norme NF ISO 22955 (octobre 2021).

1.4 Obligations de l'entreprise

1.4.1 Obligations de moyens et de résultats

Pour le corps d'état qui la concerne, chaque Entreprise est réputée responsable du respect des contraintes acoustiques imposées et doit donc prévoir dans son offre tous les éléments, matériaux et mises en œuvre nécessaires à leur bonne réalisation et à l'obtention des résultats. Elle doit faire toutes les remarques qu'elle jugerait utiles concernant le présent document avant passation des marchés.

L'Entreprise présentera dans son offre tous les éléments complémentaires qui ne seraient pas explicitement décrits dans le dossier de consultation et qu'elle estimerait devoir mettre en œuvre pour obtenir les résultats demandés.

Dans certains cas les éléments décrits dans la suite et dans les différentes pièces pourront sembler trop performants pris individuellement ou en groupes en regard des exigences finales visées ; sachant que c'est en tenant compte des particularités du projet et de la pérennité des performances acoustiques dans le temps que ces éléments ont été choisis, les Entreprises ne pourront en aucun cas présenter des éléments moins performants; ceux demandés constituent les éléments nécessaires pour une qualité minimale requise pour le projet.

L'Entreprise ne pourra se prévaloir d'une méconnaissance quelconque en matière d'acoustique, il lui appartient le cas échéant de faire appel à l'homme de l'art pour l'éclairer. Dans ce cas le professionnel pressenti devra être préalablement agréé par la Maîtrise d'Œuvre.

1.4.2 Coordination

L'Entreprise doit se coordonner avec celles titulaires des corps d'état pouvant influencer sur les performances acoustiques de ses propres ouvrages afin de s'assurer de la non-dégradation de celles-ci. Elle doit s'assurer de la compatibilité des matériaux entre eux et de la conformité de leurs caractéristiques avec les performances acoustiques exigées d'une part et de leur compatibilité avec les contraintes structurelles et de sécurité d'autre part.

1.4.3 Modifications, variantes

Toute modification des matériaux préconisés ainsi que l'emploi de matériaux n'ayant pas fait l'objet d'un procès-verbal précisant leurs caractéristiques acoustiques lorsque celui-ci est demandé sont subordonnés à l'accord préalable écrit de l'acousticien de la MOE.

1.4.4 Documents demandés - Notion d'équivalence

D'une manière générale, l'Entreprise doit fournir à l'approbation de la Maîtrise d'Œuvre tous les documents demandés dans les différentes pièces écrites spécifiques et ce dans des délais compatibles avec le calendrier de l'opération notamment :

- Tous les Procès-verbaux (ou Rapport) d'essais acoustiques en langue française (réalisés suivant les normes françaises ou Européennes (issues du CEN exclusivement) en vigueur) en cours de validité demandés (la validité

des Procès-verbaux doit être certifiée par les fournisseurs lorsqu'il s'agit de matériaux du commerce – par défaut les procès-verbaux admis doivent avoir été réalisés il y a moins de 8 ans) ;

- Les procès-verbaux (ou rapports d'essai) fournis doivent correspondre exactement aux matériels, matériaux et conditions de montage et / ou pose des éléments en question dans le projet. Lorsque des procès-verbaux (ou rapports d'essai) fournis ne correspondent pas aux conditions de montage ou de pose du projet, un procès-verbal (ou rapports) d'essai spécifique pourra être exigé par la MOE pour l'opération soit en laboratoire soit sur prototype ou élément témoins in situ.

En aucun cas de simples extraits de documentations commerciales ne pourront tenir lieu de procès-verbal d'essais acoustiques.

- Toutes les caractéristiques des éléments spécifiques
- Tous les détails de mise en œuvre spécifiques
- Toutes les notes de calculs acoustiques et pièces justificatives demandées dans les pièces acoustiques et en cours de chantier.

Tout ouvrage ou toute partie d'ouvrage réalisé sans respecter ces impératifs sera à reprendre.

Dans la suite de ce document, il est parfois mentionné « ou équivalent » ou « ou similaire » ou « type » ou « exemple » dans la description d'un matériel ou d'un matériau. Sur le plan acoustique, ces notions signifient que tout élément présenté comme équivalent par une Entreprise doit posséder des caractéristiques acoustiques au moins égales pour tous les aspects de cette science.

En tout état de cause, l'acousticien de la Maîtrise d'Œuvre arbitrerait sur ces points.

1.4.5 Validation de la Maîtrise d'Œuvre

Les plans d'exécution d'Ouvrage ne seront réputés approuvés qu'après fourniture de tous les PROCES VERBAUX d'essais, vérification des notes de calculs ou / et des informations préalablement demandées dans les descriptifs acoustiques du corps d'état concerné.

1.4.6 Notes de calculs acoustiques

La méthodologie de calculs acoustiques retenue devra être validée au préalable par l'acousticien de la Moe.

Il est requis des notes de calcul justifiant le respect des objectifs acoustiques notamment pour (liste non limitative) :

- Environnement : tous équipements installés en extérieur, toutes prises ou rejets d'air extérieur ;
- Interne – locaux nobles : pour chaque famille d'espace noble et dans la configuration la plus défavorable (réseau le plus court, débit le plus important...), il sera fourni pour validation de la Moe les notes de calculs de niveaux sonores toutes sources de bruit confondues. Par exemple pour les plateaux, les calculs doivent tenir compte des contributions minimales suivantes :
 - Air neuf ;
 - Air repris.

Les notes de calculs acoustiques devront intégrer l'ensemble de particularité acoustique du réseau et les terminaux ;

- Interne – locaux techniques : pour local technique, il sera fourni pour validation de la Moe les notes de calculs de niveaux sonores toutes sources de bruit confondu ;
- Taux de filtrage : il est requis la fourniture des notes de calculs de taux de filtrage des plots sous équipements pour la vitesse de fonctionnement la plus faible de l'équipement ;
- Anti-téléphonie : il s'agit ici de la perte d'isolement acoustique par mise en communication de deux espaces via le réseau ou d'un espace et de l'extérieur. Les calculs d'anti-téléphonie devront être présentés – le dimensionnement sera réalisé en considérant un objectif « anti-téléphonie » en termes de $D_{nT,A}$ (ou $D_{nT,A,tr}$ pour les cas de mise en communication avec l'extérieur) au moins 8dB supérieur à la valeur requise entre les deux espaces.

Une documentation commerciale ne pourra pas tenir lieu de notes de calculs.

Les notes de calculs acoustiques peuvent être exigées pour tous les lots et particulièrement pour les lots techniques (ventilation, électricité, plomberie, ascenseurs...).

Les plans ne seront pas réputés approuvés sans validation des notes de calculs s'y référant.

Les dispositions minimales suivantes doivent être retenues, à minima, pour l'établissement des notes de calculs acoustiques :

- Les calculs seront menés par octave de 63Hz à 8kHz ;
- Spectres des équipements (tous types) : les niveaux de puissance acoustique des équipements doivent être réhaussés de la tolérance spectrale du fournisseur / constructeur. Lorsque cette tolérance n'est pas précisée, elle sera par défaut retenue comme au moins égale aux valeurs suivantes :
 - + 5dB pour les octaves de 63Hz à 500Hz
 - + 3dB pour les octaves de 1000Hz à 8000Hz
- Lorsque les données acoustiques sont présentées sous forme de courbe globale (NR, NC) tant s'agissant d'un spectre de puissance d'un équipement que de régénération acoustique d'un élément, il sera retenu les valeurs spectrales tangentes à la courbe présentée ;
- Les particularités du réseaux (divergeant, convergeant, clapet, coudes, régulation, terminaux, silencieux...) seront intégrées dans les notes de calculs en termes d'atténuations par octave et de régénérations acoustiques par octave ;
- Les atténuations acoustiques des pièges à son doivent être issues de mesure et garanties par le fournisseur ;
- Pour les locaux de réception, il sera intégré le volume du dit local, le nombre total de terminal, et la constante du local R par octave dépendant de la durée de réverbération. La durée de réverbération prise en compte sera celle requise comme objectif avec application des corrections spectrales présentées ci-avant.

Les calculs de taux de filtrages des plots ponctuels antivibratoires devront intégrer :

- Tout corps d'état devant installer des machines tournantes ou émettrice de vibration, devra prévoir la pose des équipements sur plots ponctuels antivibratoires pour garantir les taux de filtrages requis au sein du présent document. Il s'agira impérativement de plots ponctuels et non de sous-couches continue (ou de bandes) – au minimum il est requis un taux de filtrage de 99% à la fréquence de rotation la plus faible de l'équipement ;
- La masse des équipements, le nombre d'appui et charge par appui. Les caractéristiques des plots seront intégrées aux calculs (raideur, amortissement) – ces caractéristiques devant être garanties par le fournisseur ;
- La déflexion sous charge des supports doit rester inférieure au 1/10^{ème} de la déflexion des plots antivibratoires (1/5^{ème} dans le cas du plancher des terrasses techniques avec imposition dans ce cas de plots à ressort) ;
- Le cas échéant l'entreprise devra prévoir un châssis complémentaire sous l'équipement pour permettre l'installation sur plots ponctuels antivibratoire ;
- Lorsque des plots antivibratoires autres que de type ressort sont admis, il devra être pris en compte le comportement dynamique des matériaux, les facteurs de forme et rigidité horizontale. La déflexion minimale requise avec ce type de plot est de 10mm ;
- Le comportement des plots ne doit pas fluer dans le temps (au moins sur 10 années).

1.4.7 Pré réception (auto-contrôle) à la charge des entreprises

Avant de pouvoir demander la réception officielle des ouvrages à la MOE, chaque entreprise doit réaliser à ses frais les essais acoustiques de pré-réception (ou autocontrôle) jusqu'à obtention du respect des critères requis ($D_{nT,A,tr}$, $D_{nT,A}$, $L'_{nT,W}$, L_{nAT} , durée de réverbération).

Les mesures minimales suivantes sont à prévoir :

- Isolements aériens entre espaces - $D_{nT,A}$: au minimum 12 cas différents pour les espaces bureaux (à charge du lot cloison) ;
- Isolements aériens entre espaces - $D_{nT,A}$: au minimum 8 cas différents pour les espaces « salles de réunions » (à charge du lot Gros-Œuvre réalisant la dalle à ressort) ;
- Isolement pour le STUDIO – toutes mitoyennetés – Isolement aux bruit d'impact et aérien.

Les mesures doivent être réalisées selon les normes en vigueur.

Par ailleurs, en cours de réalisation, la maîtrise d'œuvre pourra demander des essais acoustiques sur des parties d'ouvrage si nécessaire à la validation des éléments proposés par l'entreprise.

L'entreprise présentera, au préalable des essais d'auto-contrôles et pour validation de la Moe, le protocole proposé avec indication du nombre, type et localisation des essais à réaliser.

1.4.8 Procédure de réception acoustique

Rappel - au préalable à la demande officielle de réception acoustique l'entreprise devra :

- S'assurer de la parfaite finition de ses ouvrages ;
- Avoir procédé à tous les réglages nécessaires sur ses ouvrages (mise en jeu des menuiseries, présence des joints dans les menuiseries, réglage CVC, équilibrage des réseaux...) ;
- Présenter le ou les rapports d'autocontrôles acoustiques justifiant de l'atteinte aux performances acoustiques requises (voir ci-avant).

Ces conditions étant réunies, la Moe procédera aux essais acoustiques nécessaires à la réception des ouvrages. Ces essais pourront concerner tout ou partie d'ouvrage. À l'issue de la campagne de mesures de réception acoustique, un rapport sera diffusé par le Moe précisant les conformités et le cas échéant les non-conformités. Pour chaque non-conformité soulevée, l'entreprise devra :

- Reprendre les ouvrages en question pour l'obtention des objectifs (obligation de résultat) ;
- Transmettre le rapport d'auto-contrôle acoustique après son intervention – les mesures acoustiques d'auto-contrôle sont à la charge de l'entreprise.

Si ces impératifs ne sont pas respectés, les frais de la maîtrise d'œuvre engendrés par des campagnes de réception supplémentaires seront à charge de l'entreprise.

2. DEUXIÈME PARTIE : CONTRAINTES ACOUSTIQUES

2.1 Cas des espaces des plateaux modulables

Les espaces livrés par le bailleur intègre :

- Un plancher technique filant – selon les informations du bailleur, il s'agit : d'un plancher technique récupéré sur site. Ce plancher technique devra (à charge travaux preneur) être équipé d'une moquette, justifiant à la fois d'un indice de réduction des bruits d'impacts $\Delta L_w \geq 33$ dB et d'un coefficient d'absorption α_w de 0,3 ;
- Un plafond suspendu filant de type bac lourd – selon les informations du bailleur, il s'agit : plafond de type « bac lourd » PM5 des Ets. PLAFOMETAL, justifiant d'un indice d'isolement latéral $D_{nf,w}+C$ de 46dB, et d'un coefficient d'absorption α_w de 0,7.

Le potentiel d'isolement requis (à charge bailleur) est un $D_{nT,A}$ de 35dB avec cloison séparative (montage de plancher technique filant à plafond suspendu filant) caractérisée par un R_A de 45dB – Nota : nous sommes encore en attente des résultats des essais du bailleur sur cellule témoins – pour mémoire, les essais réalisés en juillet 2024 n'étaient pas concluant du fait d'une fuite importante avec coffre de store filant.

Dans le cadre des aménagements preneurs, les quartiers type sont composés :

- D'un espace ouvert de bureaux ;
- De bureaux mixtes fermés ;
- De salle de réunions fermées ;
- De cabine fermée autonome (5 ou 6 faces) de 1 à 9m² au sol.

Voir illustration en R+4 :



Figure 1 – illustration d'un Quartier type

À noter, selon les quartiers types, il existe des mitoyennetés (liste non exhaustive) :

- Salle de réunions (fermée) / salle de réunions (fermée) ;
- circulation / salle de réunions (fermée) ;
- Bureau mixte (fermé) / salle de réunions (fermée) ;
- Plateau de bureau ouvert / salle de réunions (fermée) ;
- Bureau mixte (fermé) / bureau mixte (fermé) ;
- Plateau de bureau ouvert / bureau mixte (fermé) ;
- circulation / bureau mixte (fermé).

2.1.1 Isolement acoustique (cloisonnement amovible)

Les objectifs sont basés sur les performances indiquées au sein des documents bailleurs, à savoir : Un potentiel d'isolement $D_{nT,A}$ de 35dB entre deux espaces mitoyens de 2 trames en considérant (données bailleur) :

- Un montage de cloison séparative avec plancher technique filant et plafond suspendu filant ;
- Un séparatif caractérisé par un R_A de 45dB ;
- Un plancher technique filant – selon les informations du bailleur, il s'agit : d'un plancher technique récupéré sur site et devant être équipé (à charge preneur) d'une moquette, justifiant à la fois d'un indice de réduction des bruits d'impacts $\Delta L_w \geq 33$ dB et d'un coefficient d'absorption α_w de 0,3 – la notice acoustique bailleur indique un $D_{nf,w}+C$ de 41dB pour le plancher technique filant seul ;
- Un plafond suspendu filant de type bac lourd – selon les informations du bailleur, il s'agit : plafond de type « bac lourd » PM5 des Ets. PLAFOMETAL, justifiant d'un indice d'isolement latéral $D_{nf,w}+C$ de 46dB, et d'un coefficient d'absorption α_w de 0,7 ;
- Jouée verticale au droit des circulations aux changements d'altimétrie du plafond (prestation bailleur) : mise en place (d'une hauteur d'au moins 25cm dépassant le niveau plafond) d'une cloison sèche de 10cm à R_A de 45dB de type Placostil 98/48 ou équivalent ;
- Un bouchon (fermeture acoustique à charge bailleur) entre coffre de store au droit des cloisonnements potentiels de preneurs (toutes trames donc) cohérent avec l'objectif.

Demande CDC du 19.05.2025 - le preneur CDC demande à la moe de prévoir le bouchon acoustique au droit des cloisons amovibles entre les stores existants : il conviendra de réaliser un bouchon acoustique pour éliminer les coffres de store filants au droit des cloisonnements séparatifs réalisés au titre des travaux preneurs – ce bouchon acoustique sera réaliser en tôle acier pliée de sorte à créer un bouchon présentant sur chaque face un parement acier 10/10^{ème} recevant une couche de viscoélastique de 2.5mm à 5kg/m² en face arrière – le volume ainsi créé recevra un remplissage complet en laine minérale.

- Un flasquage (recouvrement) des montants de façade monolithique simple par about de cloison avec parement en tôle acier 20/10^{ème} recevant en face arrière une couche de viscoélastique de 2.50mm à 5kg/m² - remplissage entre parement en laine minérale de 50mm – les parements doivent venir en recouvrement des cloisonnements amovibles entre locaux fermés.

Voir schéma de principe hors échelle ci-dessous :

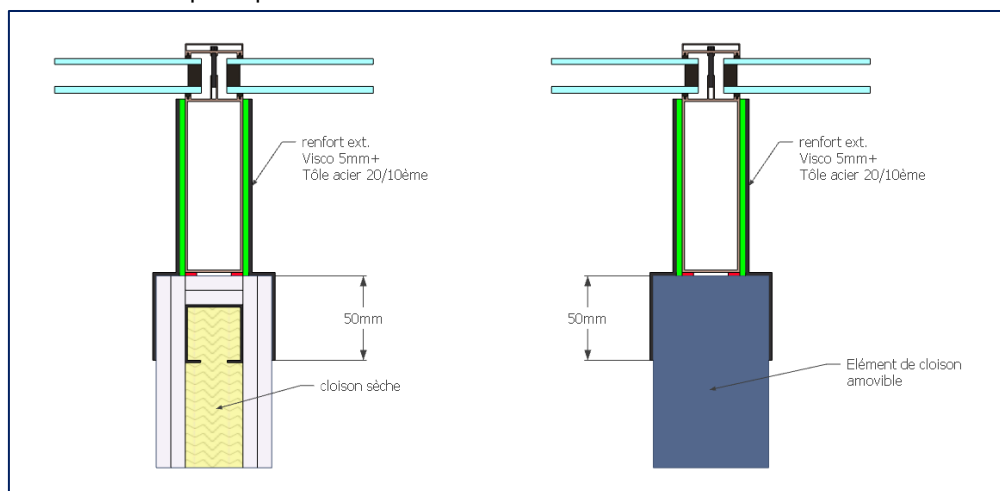


Figure 2 - Principe de renfort des jonctions sur montant de façade (hors échelle) - flasquage

Les durées de réverbération de référence prises en compte pour la normalisation des résultats sont retenues égales à 0,5s. Les objectifs sont repris dans le tableau de synthèse ci-dessous (il n'est prévu des barrières acoustiques qu'au droit des cloisonnements amovibles des salles de réunions (et assimilées) :

Cloisonnement avec montage de plancher technique à plafond suspendu		Objectif isolement in situ ($D_{nT,A}$ en dB)	
Typologies rencontrées (espace du plateau modulable au sens HQE BD 2019 V3)		Sans barrière acoustique en plafond	Avec barrière acoustique en plafond
Cas des bureaux mixtes fermés	Isolement entre bureaux mixtes cloisonnés (fermés)	35 (note B HQE BD V3)	
	Isolement entre un bureau mixte (cloisonné) et une salle de réunions (fermées)		40 (note A HQE BD V3)
	Isolement entre une circulation et un bureau mixte (fermé)	32 (note B HQE BD V4)	
	Isolement entre un plateau ouvert et un bureau mixte (fermé)		
Cas des Salles de réunions fermées	Isolement entre salles de réunions		40 (note A HQE BD V3)
	Isolement entre une salle de réunions et un bureau (fermé)		40 (note A HQE BD V3)
	Isolement entre une circulation et une salle de réunions - présence d'une porte. Isolement entre un plateau ouvert et une salle de réunions (fermé) – présence d'une porte.		35 (note A HQE BD V3)

Principales solutions constructives associées :

- **Barrières acoustiques :**

- Nécessaires au droit de tous les cloisonnements amovibles des **salles de réunions** (entre espaces mitoyens et sur circulation en complément des cloisons 98/48 réalisées par le bailleur et émergeant de 25cm environ) ;
- Mise en œuvre en plénum des plafonds suspendus (dans les cas perpendiculaires aux façades, la barrière doit être posée jusqu'à la façade) et des planchers techniques suspendus (uniquement dans le cas des salles de réunion) ;
- Barrières acoustiques composées de deux panneaux en laine de roche de haute densité de 30mm d'épaisseur chacun et recevant sur chaque face un voile aluminium. Par exemple produit Soundstop (2*30mm) des Ets Rockfon ou équivalent.

Voir illustrations ci-dessous – cas en plancher technique pour les salles de réunions :

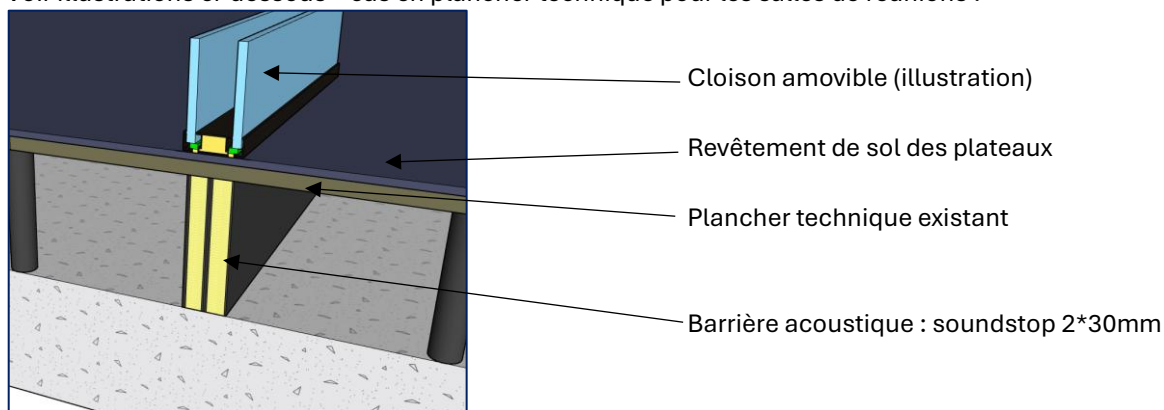
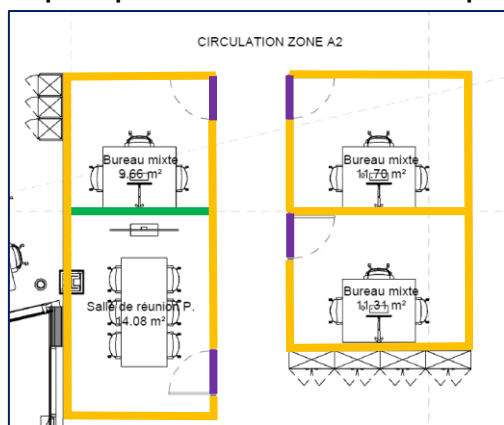


Figure 3 - Coupe de principe – ajout des barrières acoustiques Soundstop (2*30) au droit des cloisons amovibles - hors échelle

- **Cloisonnement séparatif amovible** : indice d'affaiblissement requis ($R_A = R_W + C$) pour les cloisonnements amovibles à mettre entre œuvre dans le cadre des travaux d'aménagement de la Caisse des Dépôts – une croix signifie que ce cas n'est pas autorisé. Les cloisonnements pour ces locaux, sont nécessairement réalisés au droit des ossatures du plafond suspendu.

Cloisonnement séparatif amovible (montage de plancher technique à plafond suspendu)		Cloisonnement amovible (Valeur laboratoire)	
Typologies rencontrées (espace du plateau modulable au sens HQE BD 2019 V3)		Cloison amovible ($R_A = R_W + C$ en dB)	Module amovible avec bloc porte (R_A en dB)
Cas des bureaux mixtes fermés	Cloison amovible entre bureaux mixtes cloisonnés (fermés)	48	
	Cloison amovible entre un bureau mixte (cloisonné) et une salle de réunions (fermée)	51	
	Cloison amovible entre une circulation et un bureau mixte (fermé) Cloison amovible entre un plateau ouvert et un bureau mixte (fermé)	48	38
Cas des Salles de réunions fermées	Cloison amovible entre salles de réunions (fermées)	51	
	Cloison amovible entre une salle de réunions (fermée) et un bureau mixte (fermé)	51	
	Cloison amovible entre une circulation et une salle de réunions (fermée). Cloison amovible entre un plateau ouvert et une salle de réunions (fermée)	48	38

Ce principe est illustré sur l'extrait de plan ci-dessous :



Légende :

- Cloison amovible – module avec porte $R_A \geq 38\text{dB}$
- Cloison amovible $R_A \geq 51\text{dB}$
- Cloison amovible $R_A \geq 48\text{dB}$

Cas particulier : toutes les cloisons amovibles prévues entre une salle de réunion et un espace reprographie sont requises à R_A de 51dB.

- **About de cloison sur façade :** dans les essais acoustiques réalisés sur le témoin bailleur, les montants de façade (existant de type monolithique d'environ 50mm) ont été flasqués (recouverts) par deux plaques de plâtre BA13 de chaque côté.

L'opération intègre d'autre type de montant de façade – par exemple côté scène, les montants sont doubles de type façade bloc.

Cas des façades monolithique – montage de façade simple, monobloc, d'environ 50mm de largeur : about de cloison comprenant deux parements (tôle acier 20/10^{ème} avec en face arrière une couche de viscoélastique de 2,5mm à 50kg/m²) venant enserrer les montants de façade – mise en œuvre d'un remplissage en laine minérale dans les vides résiduels – voir schéma de principe hors échelle ci-dessous :

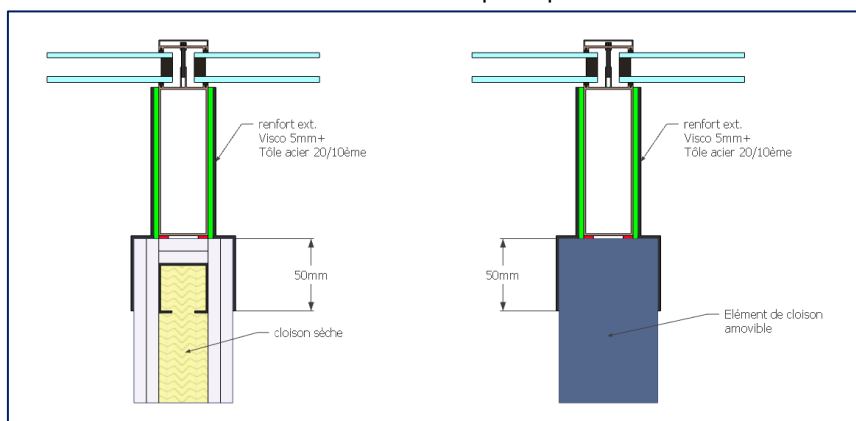
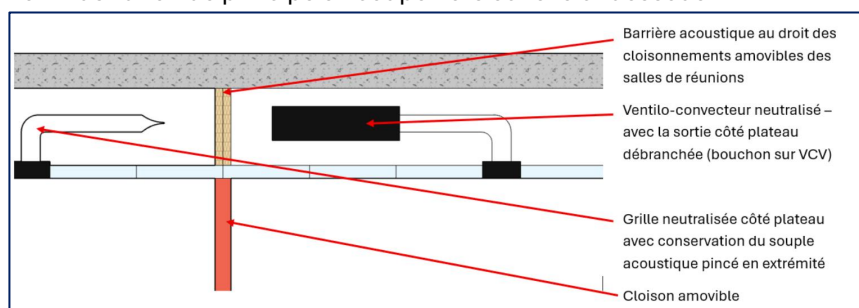


Figure 4 - About de cloison (schéma de principe hors échelle)

- **Cas particulier – salles de réunion avec ventilo-convecteurs – position bailleur en conflit avec cloisonnement preneur (cas à généraliser aux bureaux fermés également) :** Dans le cadre des aménagements preneurs, il sera réalisé :
 - Déplacement du ventilo-convecteur en question pour permettre la réalisation des barrières ;
 - Le ventilo-convecteur en question ne sera plus utilisé - il sera neutralisé ;
 - S'agissant de ses "antennes" connectés au plateau, il convient de débrancher l'antenne et refermer le raccordement sur le ventilo-convecteur via un bouchon ad hoc ;
 - L'antenne ainsi neutralisée aura donc une grille dans les plateaux - il convient de conserver le souple sur cette grille (connecté à la grille) et laisser ce souple en place dans le plénum des plafonds - la gaine souple pouvant être pincée en extrémité.

Voir illustration de principe en coupe hors échelle ci-dessous :



- **Revêtement de sol :**
 - Revêtement de sol de type moquette (à charge preneur) : moquette devant justifier à la fois d'un indice de réduction des bruits d'impacts $\Delta L_w \geq 33$ dB et d'un coefficient d'absorption α_w de 0,3 ;
 - Pour mémoire : plancher technique filant (à charge bailleur) : il s'agit : d'un plancher technique récupéré sur site – la notice acoustique bailleur indique un $D_{n,f,w} + C$ de 41dB pour le plancher technique filant seul (sans moquette).
- **Transfert d'air :** les transferts d'air ne peuvent en aucun cas être réalisé par un simple détalonnage du bloc porte des espaces fermés donnant sur les circulations (ou plateau ouvert). Si un transfert d'air est nécessaire alors, il conviendra d'utiliser un module de cloison amovible intégrant une chicane acoustique pour transfert d'air. Le module intégrant un transfert d'air (via chicane acoustique) devra être caractérisé par un $D_{n,e,w} + C$ d'au moins 39dB – à utiliser uniquement sur les séparatifs vers les circulations et/ou les plateaux ouvertes.

Par exemple : Élément de transfert d'air de type 2 des Ets Clestra ou équivalent

Exemple de cloisonnement séparatif amovible

Performance acoustique requise (R_A en dB)	Exemple de cloison amovible
Module amovible à R_A de 51dB	Fournisseur Cerennn – cloison opaque - cloison Émergence type Plein TTH (parements mélaminé 12mm + stickson 10kg/m² + Laine minérale 70mm) - cloison Ulteem LR type Plein TTH (parements Tôle 0.9mm+plâtre BA10+Stickdon 5kg/m² + laine minérale 45mm) Fournisseur Clestra – cloison opaque - Cloison Synchrone type plein renforcé acoustiquement
Module amovible à R_A de 48dB	Fournisseur Cerennn - cloison opaque - cloison Émergence type Plein TTH (parements Fermacell 13mm+ Stickson 8kg/m²+ Laine minérale 45mm) - cloison Émergence type Plein TTH (parements mélaminé 12mm + BA13 Phonique + Laine minérale 45mm) - cloison Ulteem LE ou LR type Plein TTH (parements Tôle 0.9mm+plâtre BA10+ 2 laine minérale 30mm à 40kg/m³) Fournisseur Clestra – cloison opaque - Cloison Synops type plein renforcé acoustiquement - Cloison Metropolines 1 type plein parement acier Fournisseur Cerennn - cloison vitrée - cloison Émergence parclosé / couvre-joint type Vitrée TTH (feuilleté acoustique 44.2 – lame d'air – feuilleté acoustique 44.2) - cloison Ulteem LE Bord à bord vitré – feuilleté acoustique 66.2 – lame d'air - feuilleté acoustique 66.2 - cloison Ulteem LR parclosé / couvre-joint type Vitrée TTH (feuilleté acoustique 55.2 – lame d'air – feuilleté acoustique 44.2) Fournisseur Clestra – cloison vitrée - Cloison Metropolines 1 double vitrage frameless
Module amovible à avec porte R_A de 38dB	Fournisseur Cerennn – cloison avec bloc porte - Ulteem LR – BP plein bi-affleurant - Ulteem LE – BP plein acier 52mm ou 88mm ou bois renforcé 52mm - Ulteem LE – BP vitré bi-affleurant (feuilleté acoustique 33.2 – lame d'air – verre trempé 6mm) - Emergence – BP vitré bi-affleurant (verre trempé 6mm – lame d'air – verre trempé 6mm) - Emergence – BP Plein bi-affleurant (tôle acier, laine de roche, tôle acier) Fournisseur Clestra – cloison avec bloc porte - Cloison Metropolines 1 porte pleine - Cloison Metropolines 1 porte vitrée bi-affleurante - Cloison Synops porte pleine - Cloison Synops porte vitrée bi-affleurante - Cloison Synchrone porte pleine
Module de transfert d'air	Fournisseur Cerennn - Ulteem LE – transfert (parements tôle + BA10 + stikson 8kg/m² + laine minérale) : module 60 / 180 / 130m³/h - Ulteem LR – transfert (parements tôle + BA10 + laine minérale) Fournisseur Clestra - Module chicane transfert type 2 $D_{n,e,w}$ +C d'au moins 39dB

2.1.2 Isolement acoustique (cabine fermée)

Au sein des plateaux modulables, il est prévu l'installation de cabines fermées de dimensions variables :

- Cabine Solo de 1m^2 ;
- Cabine Duo de 2m^2 ;
- Cabine Quatro de 3m^2 ;
- Cabine de 5m^2 ;
- Cabine de 9m^2 ;
- Cabine de 10m^2 .

Cas des cabines solo à Quatro - Isolement requis $D_{nT,A}(T_{\text{réf}} 0.5\text{s})$ sens de la mesure depuis la cabine, vers l'extérieur :

- Réception à 1m devant la porte : $D_{nT,A} \geq 32\text{dB}$;
- Réception à 1m sur les côtés (sans porte) : $D_{nT,A} \geq 35\text{dB}$.

Cas des cabines de 5m^2 à 10m^2 - Isolement requis $D_{nT,A}(T_{\text{réf}} 0.5\text{s})$ sens de la mesure depuis la cabine, vers l'extérieur :

- Réception à 1m devant la porte : $D_{nT,A} \geq 35\text{dB}$;
- Réception à 1m sur les côtés (sans porte) : $D_{nT,A} \geq 38\text{dB}$.

Systèmes constructifs associés :

- Cas des cabines Duo et Quatro : cabine de type LINK 2p des Ets INTERIOR ou ATOL des Ets CERENN ou équivalent – présentant bloc porte (avec cadre et joints périphériques et plinthe acoustique), cloisonnement vitré ou opaque (avec en sus habillage absorbant intérieur), transfert d'air acoustique, fermeture « plafond » par bac métallique lourds (avec piège à son pour la ventilation) ;
- Cas des cabines de 5m^2 à 10m^2 : cabine de type LINK 4p des Ets INTERIOR ou ATOL des Ets CERENN ou équivalent – présentant bloc porte (avec cadre et joints périphériques et plinthe acoustique), cloisonnement vitré ou opaque (avec en sus habillage absorbant intérieur), transfert d'air acoustique, fermeture « plafond » par bac métallique lourds (avec piège à son pour la ventilation).

2.1.3 Niveau de bruit des équipements dans les espaces (cas des cabines fermées)

Dans le cas des cabines fermées, s'il est nécessaire d'intégrer un système de ventilation spécifique, alors, ce dernier devra respecter :

- Chicanes acoustiques et pièges son pour le maintien des isollements acoustiques ;
- Niveaux sonore maximum à l'intérieur des cabines : L_{nAT} limité à 38dB(A) en vitesse usuelle (vitesse moyenne) ;
- Niveaux sonore maximum à l'extérieur (1m des parois) des cabines : L_{nAT} limité à 35dB(A) en vitesse usuelle (vitesse moyenne).

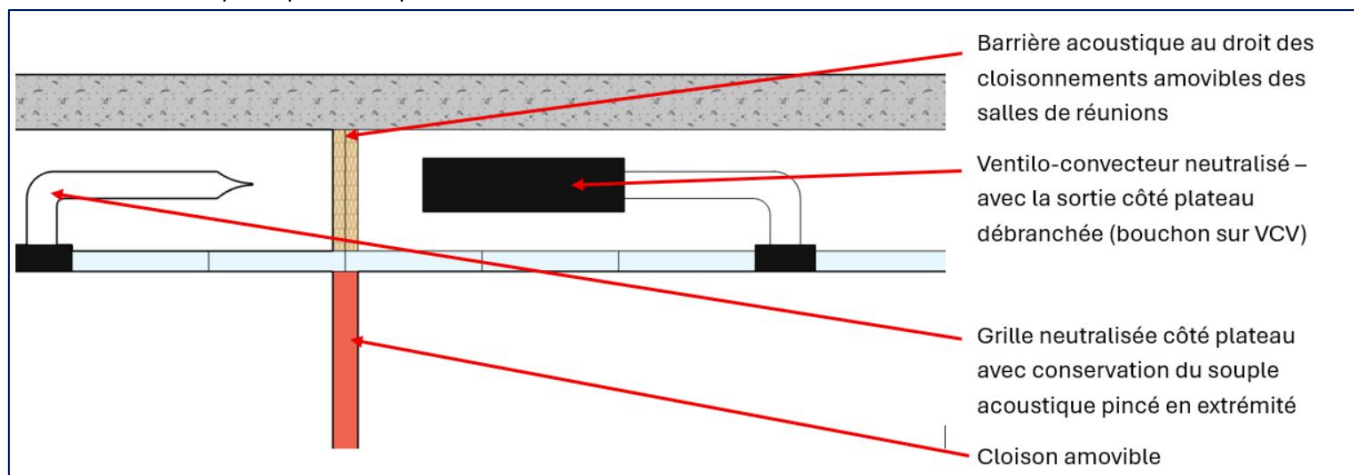
2.1.4 Niveau de bruit des équipements dans les espaces (cas des plateaux, salles de réunions et bureaux)

Les niveaux sonores sont garantis par le bailleur lors de la livraison au preneur.

Cas particulier – salles de réunion avec ventilo-convecteurs – position bailleur en conflit avec cloisonnement preneur (cas à généraliser aux bureaux fermés également) : Dans le cadre des aménagements preneurs, il sera réalisé :

- Déplacement du ventilo-convecteur en question pour permettre la réalisation des barrières ;
- Le ventilo-convecteur en question ne sera plus utilisé - il sera neutralisé ;
- S'agissant de ses "antennes" connectés au plateau, il convient de débrancher l'antenne et refermer le raccordement sur le ventilo-convecteur via un bouchon ad hoc ;
- L'antenne ainsi neutralisée aura donc une grille dans les plateaux - il convient de conserver le souple sur cette grille (connecté à la grille) et laisser ce souple en place dans le plénum des plafonds - la gaine souple pouvant être pincée en extrémité.

Voir illustration de principe en coupe hors échelle ci-dessous :



2.1.5 Niveau de bruits de chocs transmis dans les espaces

Les objectifs sont basés sur les performances existantes et testées par le bailleur sur le témoin acoustique sur site. Les durées de réverbération de référence prises en compte pour la normalisation des résultats sont retenues égales à 0,5s. Les objectifs suivants sont retenus pour les espaces du quartier type :

- Entre niveaux superposés (avec moquette) : $L'_{nT,W} \leq 45\text{dB}$;
- Entre espaces d'un même niveau (avec moquette) : $L'_{nT,W} \leq 58\text{dB}$.

Solutions constructives associées :

- Revêtement de sol de type moquette (à charge preneur) justifiant à la fois d'un indice de réduction des bruits d'impacts $\Delta L_w \geq 33\text{ dB}$ et d'un coefficient d'absorption α_w de 0,3 ;
- Un plancher technique filant (à charge bailleur) : il s'agit : d'un plancher technique récupéré sur site – la notice acoustique bailleur indique un $D_{nf,w}+C$ de 41dB pour le plancher technique filant seul.

2.1.6 Sonorité à la marche

Les revêtements de sols souples devront respecter les classes de sonorité suivantes : Les espaces ouverts : classe B
Ceci impose une moquette (classe de sonorité B) pour les espaces ouverts de bureaux

2.1.7 Acoustique interne des espaces

Pour les qualités acoustiques des espaces ouverts de l'opération, les objectifs retenus reposent sur les cibles de la norme NF ISO 22955 (octobre 2021). La norme propose des valeurs objectives – ces objectifs ont été retenus comme des valeurs vers lesquelles il convient de tendre.

Termes utilisés dans la suite :

- **Cloisonnette** ou écran fixé au plan de travail : élément vertical maintenu par le plan de travail, utilisé pour délimiter visuellement le poste de travail, réduire le bruit entre les postes de travail et pouvant fournir une absorption acoustique à proximité des utilisateurs – Attention ces cloisonnettes ne sont pas intégrés aux présents travaux preneur – il s'agit donc ici d'un cahier des charges pour les futurs marchés de fourniture du preneur ;
- **Séparateur** : cloison verticale qui divise partiellement l'espace et traverse la ligne virtuelle reliant une source sonore (par exemple, une personne qui parle) et un point de réception – dans le cadre des travaux d'aménagement deux types différents de séparateurs acoustiques sont prévus :
 - **Séparateur toute hauteur** : composé d'un cloisonnement amovible ou de tout autre structure pleine installée de plancher technique à sous face de plafond filant – il n'est pas requis de performance minimum en termes d'affaiblissements acoustiques (un R_A d'au moins 20dB sera suffisant dans ces cas, car ces cloisonnements n'ont pas vocation à fermer et donc à isoler des espaces) – en revanche, ces séparateurs reçoivent sur chaque

face un parement absorbant. Ces séparateurs présentent un module vitré contre la façade (largeur d'environ 90cm). Ces séparateurs sont prévus au droit des montants de façade – un raccordement est requis entre le montant et le module vitré ;

- **Séparateur sur pied** : il s'agit de séparateur sur pied (autostable) devant présenter une âme centrale de type panneau bois (ou équivalent) et revêtue sur chaque face d'un parement absorbant. Les pieds, âmes centrales et structure en générale doivent être prévue pour assurer la stabilité des séparateurs qui se présenteront sous forme de module de 1,20m de largeur par 1,80m de hauteur. Ils seront installés côte à côte jointivement par groupe de 3 éléments généralement.

S'agissant des traitements d'acoustique interne au sein des plateaux les principes suivants sont retenus à ce stade :

- Plafond à charge du bailleur : plafond suspendu filant de type bac lourd – selon les informations du bailleur, il s'agit : plafond de type « bac lourd » PM5 des Ets. PLAFOMETAL, justifiant d'un indice d'isolement latéral $D_{n,f,w}+C$ de 46dB, et d'un coefficient d'absorption α_w de 0,7 ;
- Moquette à charge du preneur : moquette devant justifier à la fois d'un indice de réduction des bruits d'impacts $\Delta L_w \geq 33$ dB et d'un coefficient d'absorption α_w de 0,3 ;
- Cloisonnette (Attention ces cloisonnettes ne sont pas intégrés aux présents travaux preneur – il s'agit donc ici d'un cahier des charges pour les futurs marchés de fourniture du preneur) : il a été retenu une cloisonnette dont le point haut est à 1.50m du sol – soit une cloisonnette de 77cm en considérant une hauteur de plan de travail de 73cm. La cloisonnette est absorbante depuis le plan de travail pour une hauteur de 47cm – puis est complétée par un élément translucide de 30cm.

Voir illustration ci-dessous :

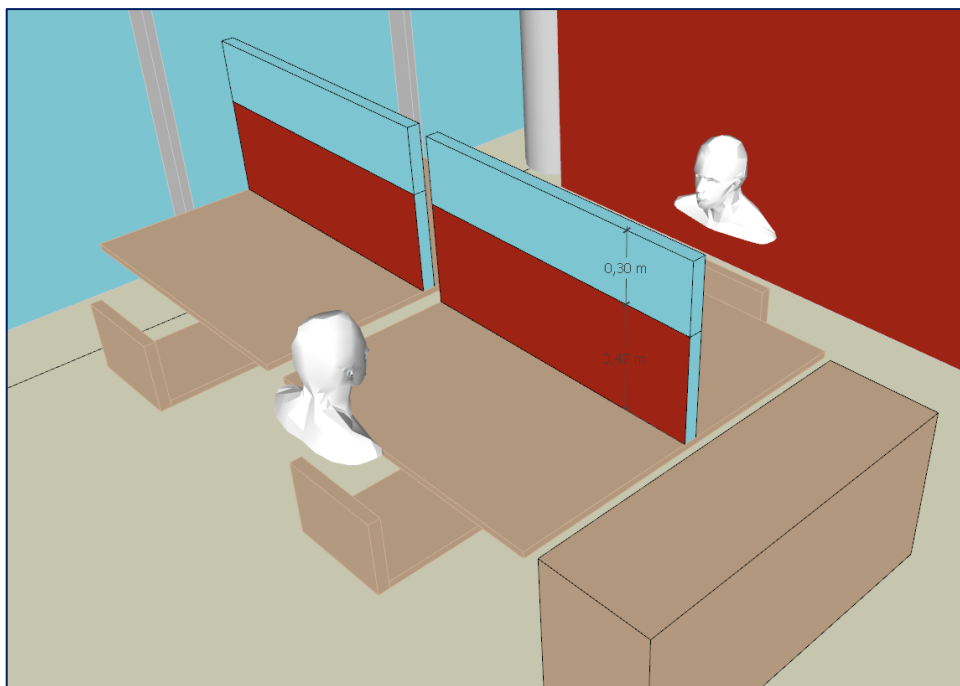


Figure 5 - Cloisonnette entre postes en vis-à-vis (cloisonnette non prévue au titre des présents travaux preneurs)

Pour la partie basse des cloisonnettes (partie absorbante) : Il pourra s'agir d'écran acoustique de type Kora des Ets TEXAA ou équivalent composé d'une âme centrale en MDF de 5mm recevant de part et d'autre une mousse acoustique de l'ordre de 25mm avec finition textile déhoussable – épaisseur complète de l'écran : 55mm. Si les cloisonnettes doivent être dissociées pour permettre un réglage altimétrique dissocié des postes de travail en vis-à-vis alors la cloisonnette individuelle ainsi formée comprendra au minimum un paravent acoustique en mousse acoustique de l'ordre de 25mm avec finition textile déhoussable (encombrement de l'ordre de 30mm) sur un support MDF – dans tous les cas une réhausse translucide de 30cm (ou continuité du parement absorbant) sera intégrée pour atteindre une hauteur totale de 73cm

- Séparateurs :
 - Séparateur toute hauteur : il s'agit de cloisons n'ayant pas pour objet l'obtention d'isolement acoustique ($R_A = R_w + C$ requis de 20dB soit atteignable par tous types d'élément plein) – ces séparateurs, installés toute hauteur depuis la façade (montant) vers la circulation, permettent de diviser l'espace. Ces séparateurs sont le support d'un traitement absorbant (bi-face) qui présentera un coefficient d'absorption Alpha W d'au moins 0,50 – par exemple une mousse acoustique de l'ordre de 25mm avec finition textile (produit Vibrasto Si 30 des Ets TEXAA ou équivalent) – encombrement de l'ordre de 30mm – ce traitement absorbant est déployé entre +0.70m du sol et 180cm du sol . Pour mémoire, les séparateurs toute hauteur présente un module vitré côté façade (largeur de 90cm environ) ;
 - Séparateur sur pied : ces éléments doivent être auto-stables en pose sur pied. Ils présentent un âme centrale (type médium ou autre) recevant de part et d'autre une mousse acoustique de l'ordre de 25mm avec finition textile transonore. Il s'agira de module de 120cm de largeur pour 180cm de hauteur. Ils sont généralement regroupés en ensemble de 3 éléments. Il pourra d'agir de séparateur sur pied de type Kora des Ets TEXAA ou équivalent).
- Paroi opaque disponible : sur les cloisons de recouvrements et cloisons amovibles des espaces fermés, il a été intégré un traitement absorbant qui présentera un coefficient d'absorption Alpha W d'au moins 0,50 – par exemple une mousse acoustique de l'ordre de 25mm avec finition textile (produit Vibrasto Si 30 des Ets TEXAA ou équivalent) – encombrement de l'ordre de 30mm. Ce traitement absorbant sera installé au minimum entre +70cm du sol et 180cm du sol – selon le calepinage, le parement pourra commencer à une côte inférieure et finir à une côte supérieure. Ces traitements ne sont déployés que sur les cloisonnements amovibles formant les espaces fermés mais pas sur les bulles.

Les plateaux types ont été modélisés sous CATT Acoustics – ci-dessous est présenté le modèle saisi (sur base des plans architectes – plan niveau 4 pris en référence)



Figure 6 - Modèle acoustique du plateau type (en rouge = traitement absorbant)

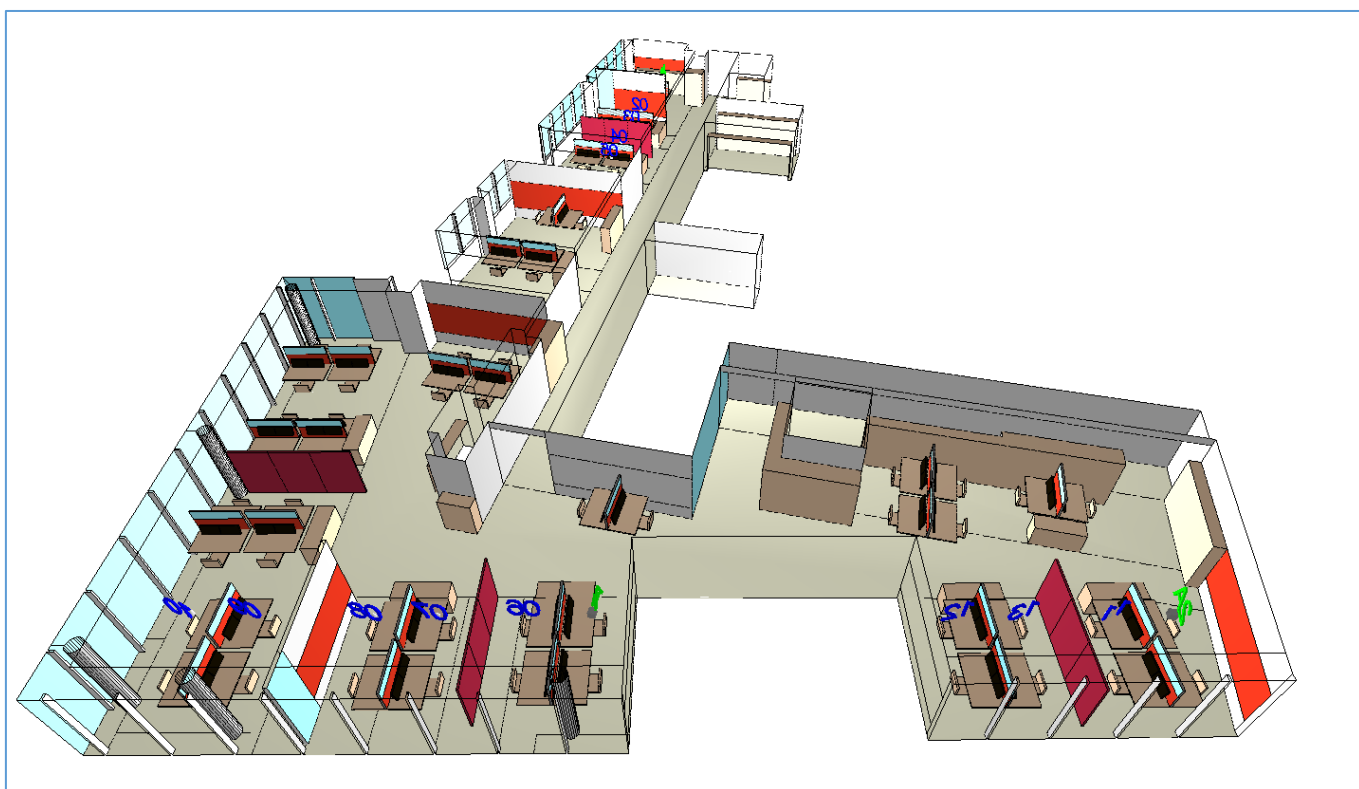


Figure 7 - Modèle acoustique du plateau type (en rouge = traitement absorbant)

2.1.7.1 Plateau - Résultats de simulation – cas de l'espace ouvert « latéral » – N04

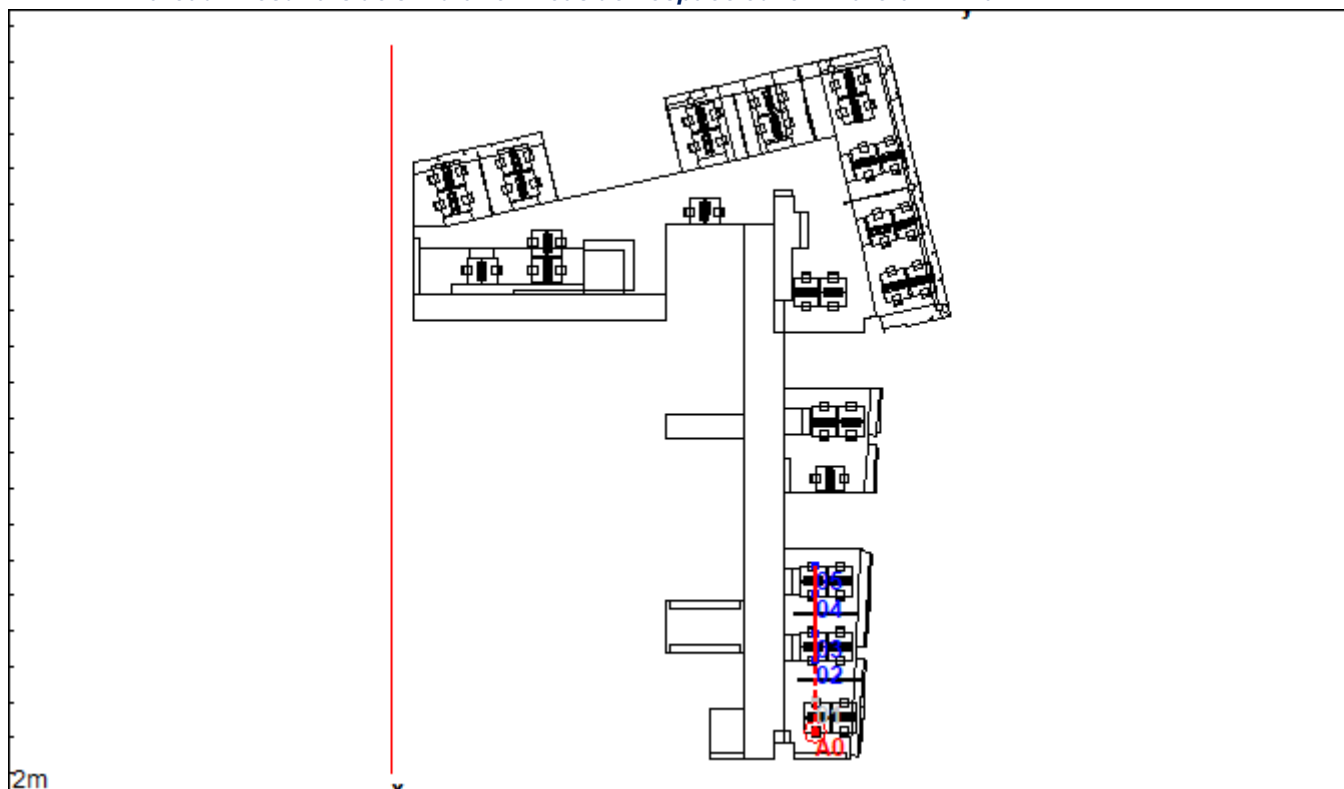


Figure 8 - Ligne acoustique étudiée

Résultat simulé sous CATT Acoustics :

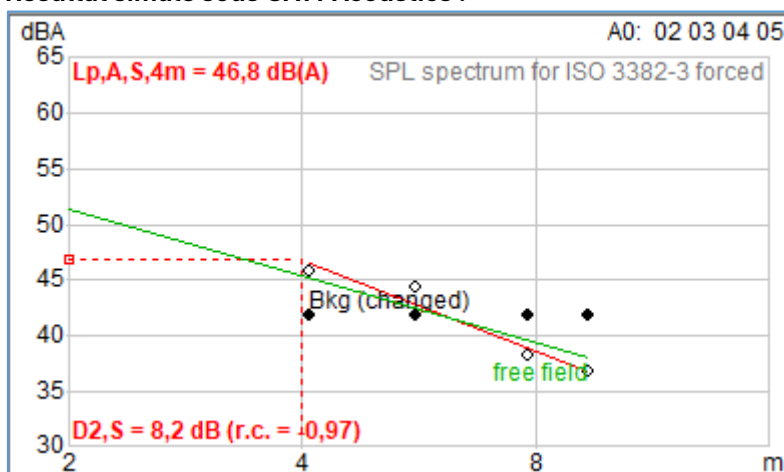
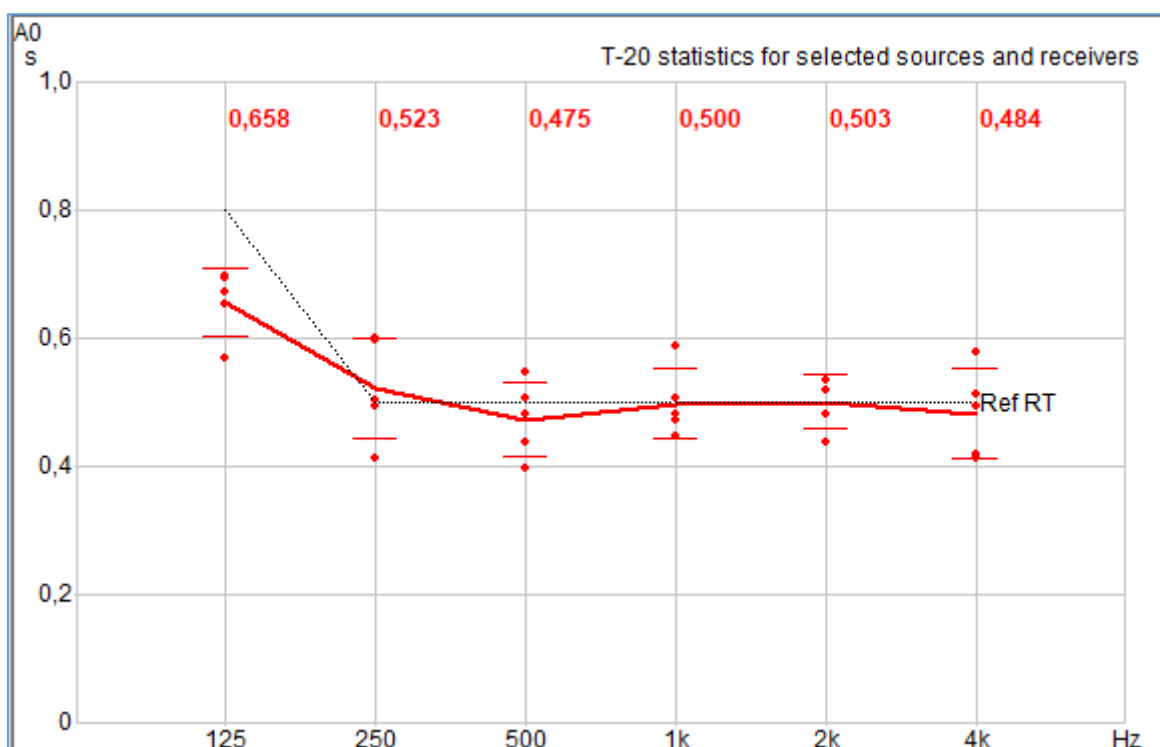
Figure 9 - Estimation CATT Acoustics - $D_{2,S}$, $L_{p,A,S,4m}$ 

Figure 10 - Estimation CATT Acoustics - durée de réverbération

Analyse : Valeur cible la norme NF ISO 22955 (octobre 2021) : activité principalement basée sur une faible quantité de travail collaboratif

Tracé	$D_{2,S}$ estimé	$D_{2,S}$ valeur cible NF ISO 22955	Remarque
Ligne 1 : 2 3 4 5 (source A0)	8,2dB	≥ 7 dB	Excellent résultat qui traduit d'une très forte atténuation au sein du plateau

Tracé	$L_{p,A,S,4m}$ estimé	$L_{p,A,S,4m}$ valeur cible NF ISO 22955	Remarque
Ligne 1 : 2 3 4 5 (source A0)	46,8dB	≤ 47 dB	Excellent résultat

Cas	T _r estimé (s)		T _r valeur cible NF ISO 22955		Remarque
	Moyenne 250-4kHz	125Hz	Moyenne 250-4kHz	125Hz	
Point 2 source A0	0,50	0,66	≤ 0,5	≤ 0,8	Excellent résultat

2.1.7.2 Plateau - Résultats de simulation – cas de l'espace ouvert angle « Seine » :

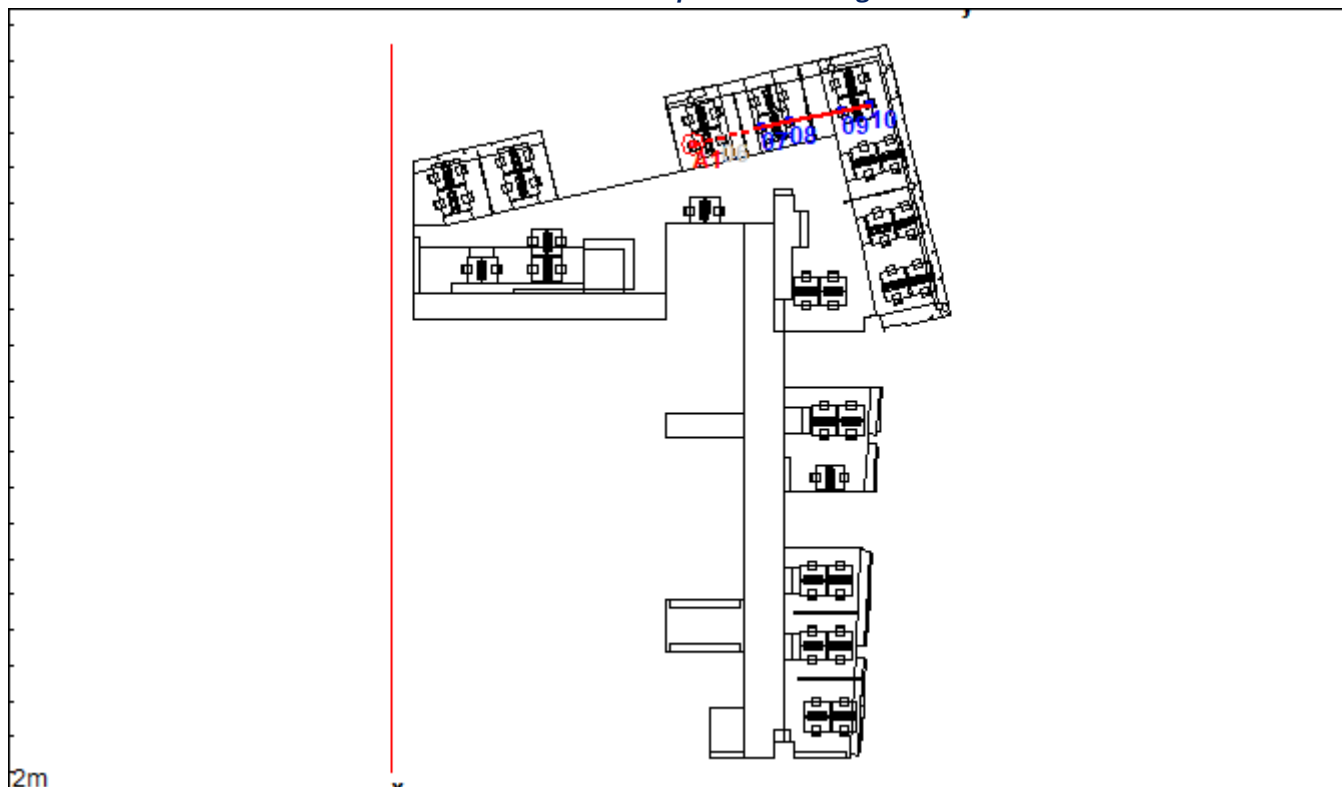


Figure 11 - Ligne acoustique étudiée

Résultat simulé sous CATT Acoustics :

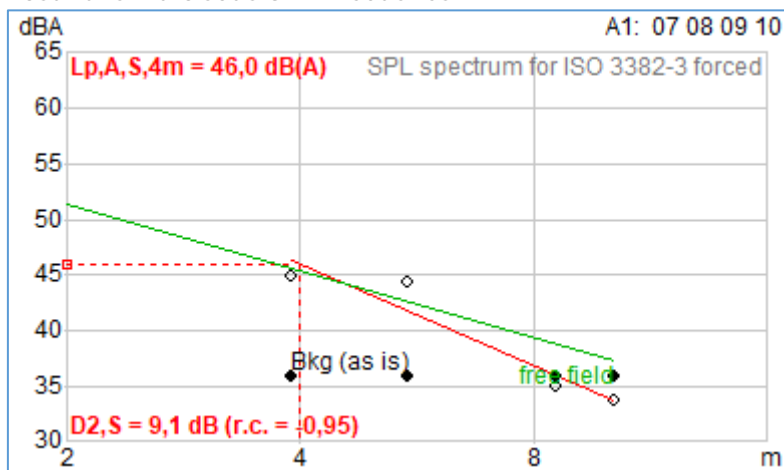


Figure 12 - Estimation CATT Acoustics - $D_{2,S}$, $L_{p,A,S,4m}$

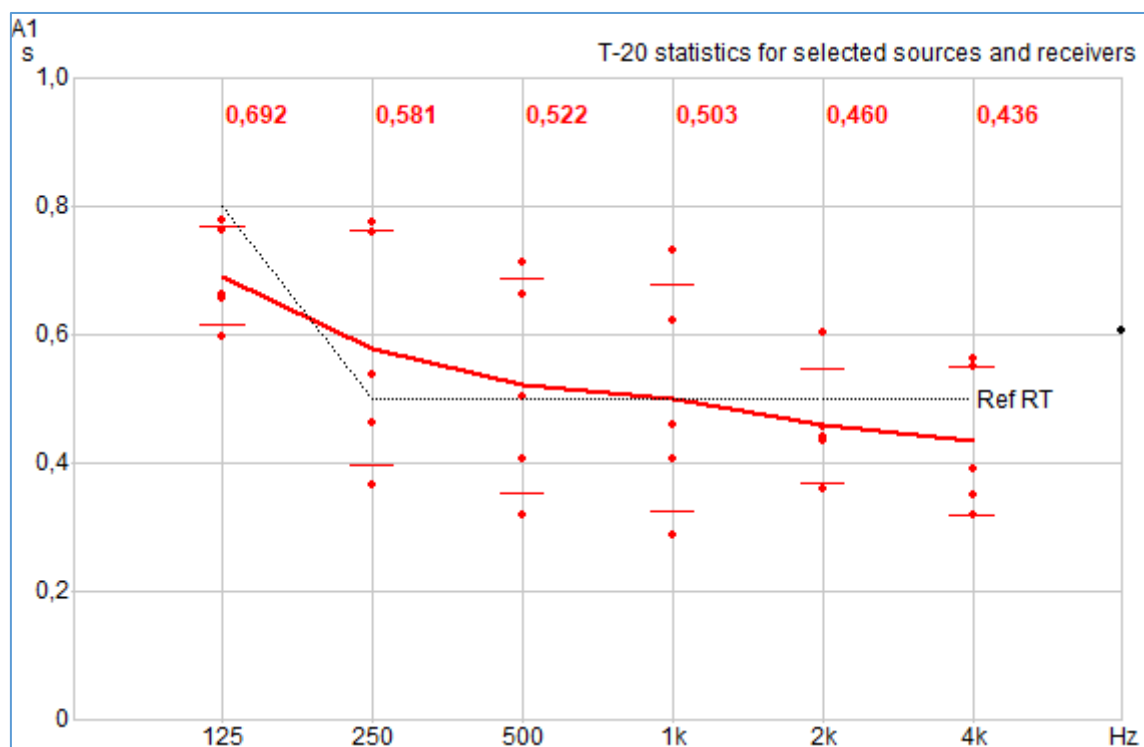


Figure 13 - Estimation CATT Acoustics - durée de réverbération

Analyse : Valeur cible la norme NF ISO 22955 (octobre 2021) : activité principalement basée sur une faible quantité de travail collaboratif

Tracé	D _{2,s} estimé	D _{2,s} valeur cible NF ISO 22955	Remarque
Ligne 2: 6 7 8 9 10 (source A1)	9,2dB	≥ 7dB	Excellent résultat qui traduit d'une très bonne atténuation au sein du plateau

Tracé	L _{p,A,S,4m} estimé	L _{p,A,S,4m} valeur cible NF ISO 22955	Remarque
Ligne 2: 6 7 8 9 10 (source A1)	46dB	≤ 47dB	Très bon résultat traduisant l'efficacité des séparateurs acoustiques

Cas	T _r estimé (s)		T _r valeur cible NF ISO 22955		Remarque
	Moyenne 250-4kHz	125Hz	Moyenne 250-4kHz	125Hz	
Point 6 source A1	0,50	0,69	≤ 0,5	≤ 0,8	Excellent résultat

Conclusions sur qualité acoustique des plateaux :

- À ce stade les valeurs prises comme cibles de la norme NF ISO 22955 sont atteintes ;
- L'efficacité acoustique des séparateurs, cloisonnettes et parois absorbantes est démontrée ;
- La qualité acoustique des plateaux ainsi testée / simulée via CATT Acoustics est très supérieure à celle relevée sur les sites existants de la Caisse des Dépôts (voir diagnostic Studio FA 56RDL, 51RDL et AUS2).

2.1.7.3 Plateau – étude particulière : influence des écrans vidéo des postes de travail :

A la demande du client (Caisse des Dépôts), nous avons pris en compte dans les modélisations acoustiques des plateaux la présence potentielle de deux écrans 24’’ par poste de travail – ces écrans informatiques masquant ainsi partiellement les cloisonnettes acoustiques.

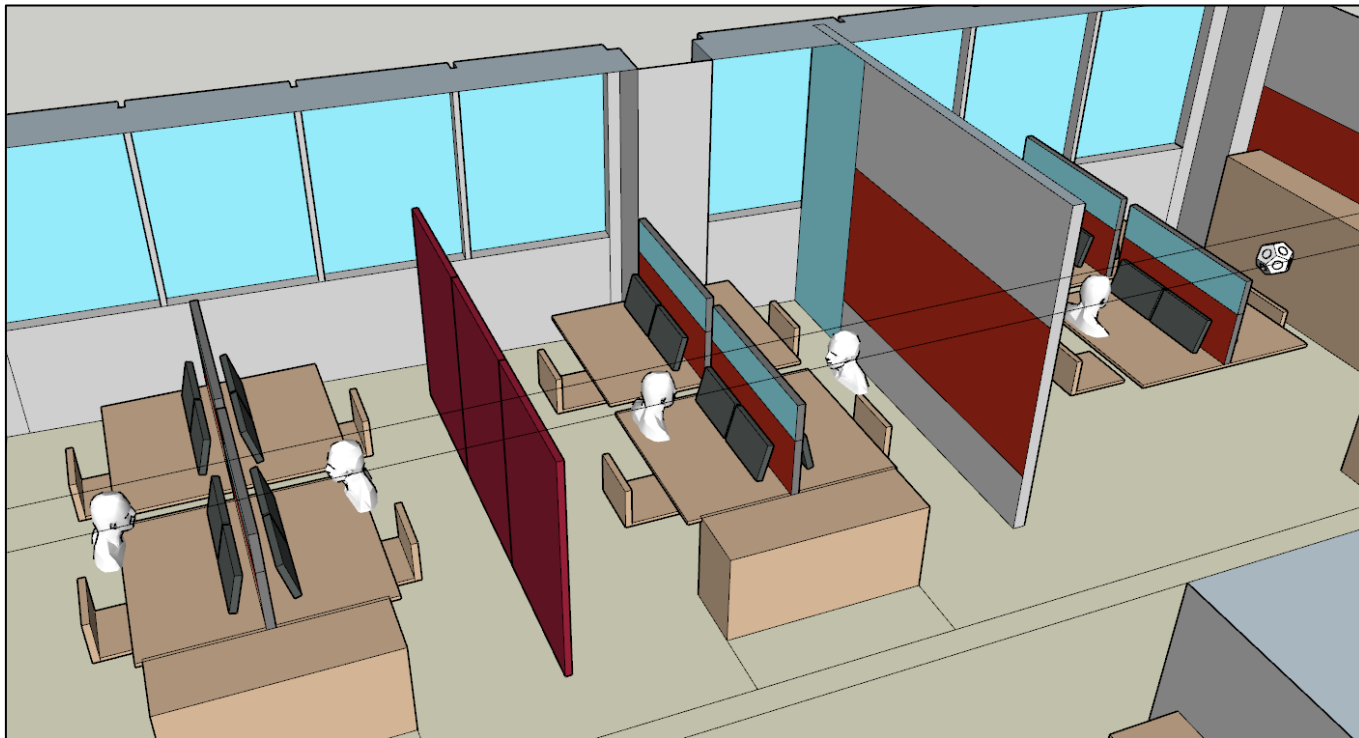


Figure 14 - extrait modèle 3D acoustique avec écrans vidéo sur les postes de travail

Nous avons réalisé les modélisations les écrans informatiques afin de comparer les résultats.

Cette étude particulière est donnée pour information uniquement et est réalisée pour une comparaison sur une zone test du plateau – plateau et modèles acoustiques 3D CATT acoustics réalisés :

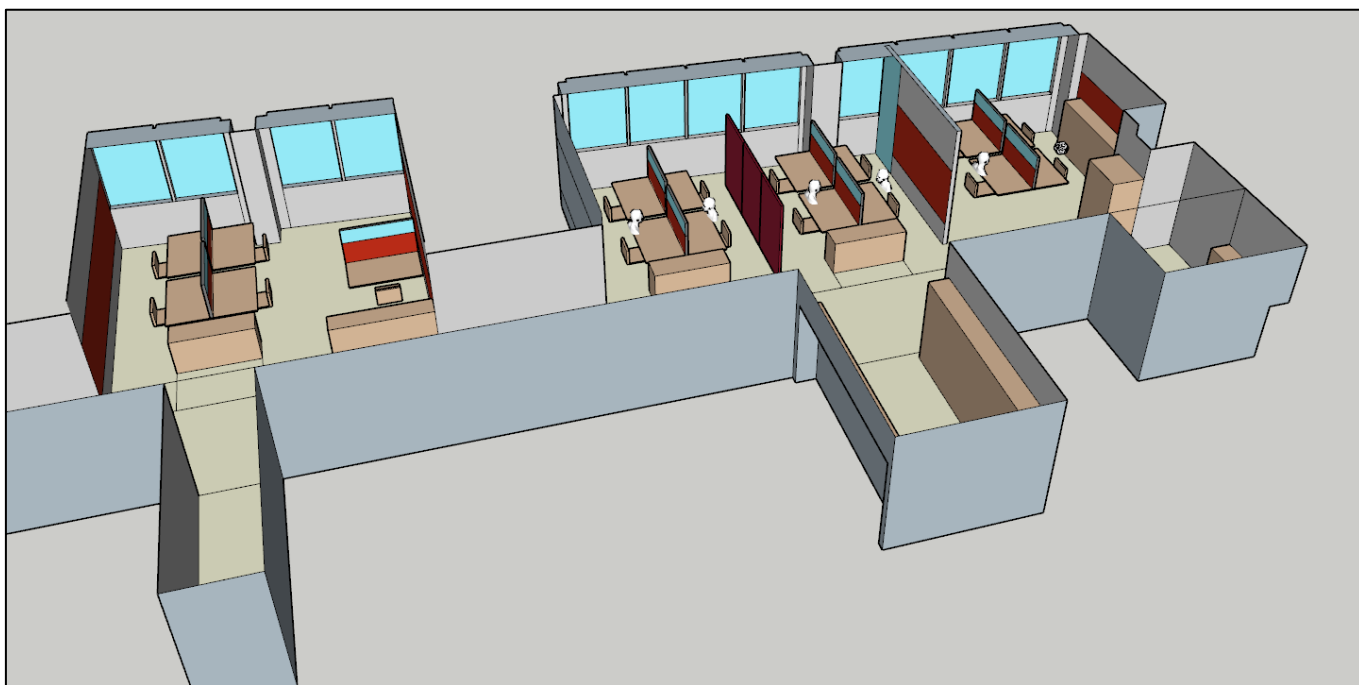


Figure 15 - plateau N04 modélisé - Cas sans écran vidéo

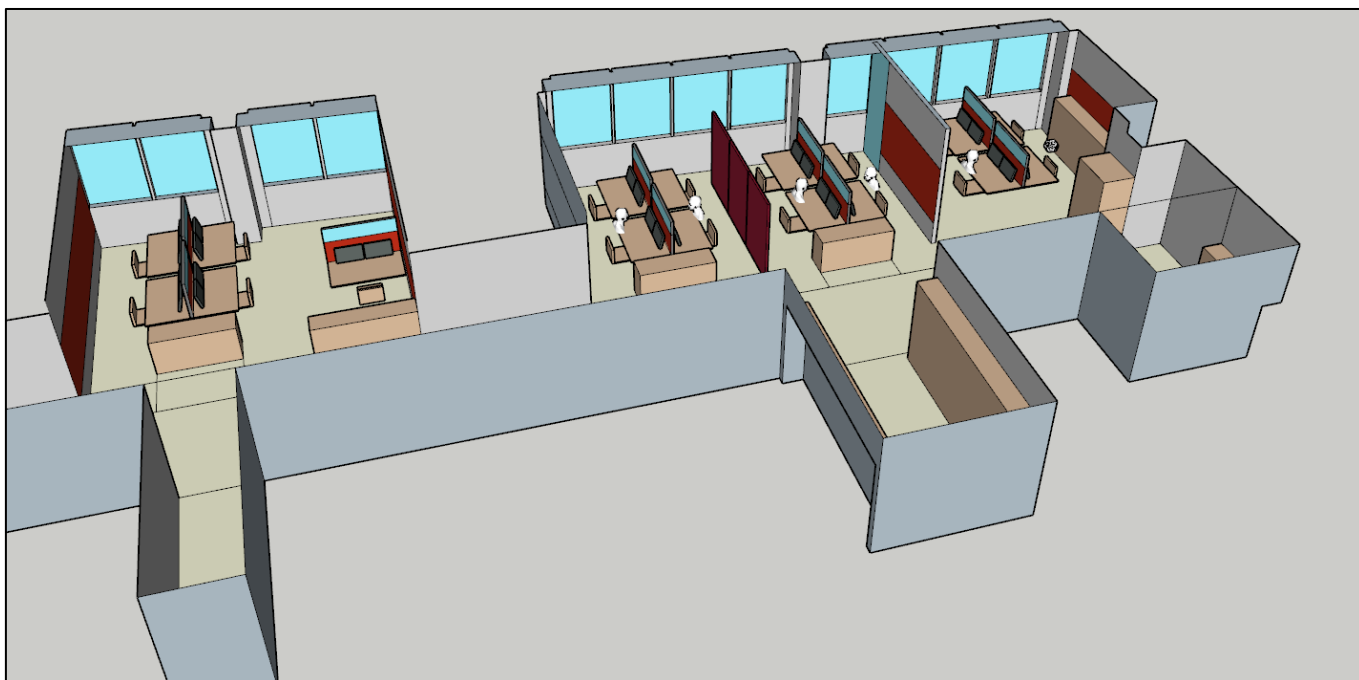
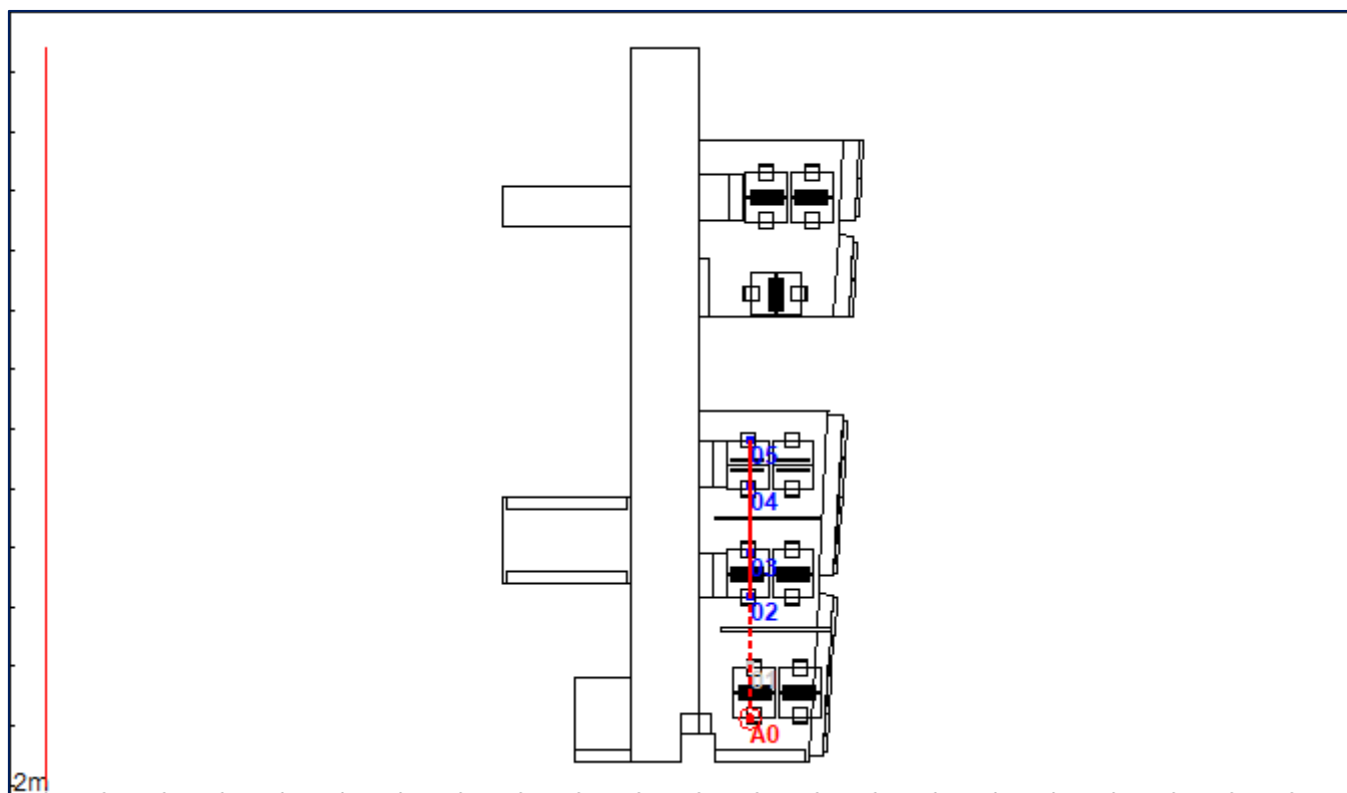


Figure 16 - plateau N04 modélisé - Cas avec écrans vidéo (2 écrans 24" par poste)

Plan des points pris en compte :



Comparaison des résultats : Valeur cible la norme NF ISO 22955 (octobre 2021) : activité principalement basée sur une faible quantité de travail collaboratif

Tracé	D _{2,s} estimé	D _{2,s} valeur cible NF ISO 22955	Conclusions
Ligne 1 (avec écran vidéo) : 2 3 4 5 (source A0)	8,2dB	≥ 7dB	Excellent résultat – la mise en place des écrans vidéo sur les postes de travail dégradent très légèrement le résultat mais ce dernier reste supérieur à la cible
Ligne 1 (sans écran vidéo) : 2 3 4 5 (source A0)	8,6dB	≥ 7dB	

Tracé	L _{p,A,S,4m} estimé	L _{p,A,S,4m} valeur cible NF ISO 22955	Conclusions
Ligne 1 (avec écran vidéo) : 2 3 4 5 (source A0)	46,8dB	≤ 47dB	Très bon résultat – la mise en place des écrans vidéo sur les postes de travail dégradent très légèrement le résultat mais ce dernier reste supérieur à la cible
Ligne 1 (sans écran vidéo) : 2 3 4 5 (source A0)	46,4dB	≤ 47dB	

Cas	T _r estimé (s)		T _r valeur cible NF ISO 22955		Conclusions
	Moyenne 250-4kHz	125Hz	Moyenne 250-4kHz	125Hz	
Point 1 source A0 avec écran vidéo	0,50	0,66	≤ 0,5	≤ 0,8	Excellent résultat – pas de dégradation simulée
Point 1 source A0 sans écran vidéo	0,50	0,66	≤ 0,5	≤ 0,8	

2.1.7.4 Discussions sur la hauteur (des cloisonnettes acoustiques).

La norme NF ISO 22955 demande les atténuations poste-à-poste suivante selon le type d'activité :

- Activité principalement basée sur une faible quantité de travail collaboratif : $D_{A,S} \geq 6\text{dB}$;
- Activité principalement basée sur un travail collaboratif entre postes de travail voisins : $D_{A,S} < 4\text{dB}$.

Nous rappelons que les cloisonnettes ne sont pas intégrés aux présents travaux preneur – il s'agit donc ici d'un cahier des charges pour les futurs marchés de fourniture du preneur.

Nous avons considéré une activité principalement basée sur une faible quantité de travail collaboratif – la cible retenue en atténuation poste à poste en vis-à-vis est donc : $D_{A,S} \geq 6\text{dB}$.

Selon la norme NF ISO 22955, les atténuations suivantes peuvent être atteinte selon la nature du plafond (de pas absorbant à très absorbant) :

Tableau 7 — Valeurs d'atténuation, $D_{A,s}$, (uniquement pour information) mesurées dans une chambre semi-anéchoïque à l'Institut national de recherche et de sécurité (INRS)

Hauteur d'écran séparateur Cm	Atténuation entre les postes de travail sans traitement absorbant (plafond en plâtre) dB	Atténuation entre les postes de travail avec traitement du plafond où Alpha w = 1 dB
110 (35 cm au-dessus de la table)	1,1	3,6
120 (45 cm au-dessus de la table)	1,7	4,5
130 (55 cm au-dessus de la table)	2,4	5,4
140 (65 cm au-dessus de la table)	2,9	6,3
150 (75 cm au-dessus de la table)	3,4	6,5

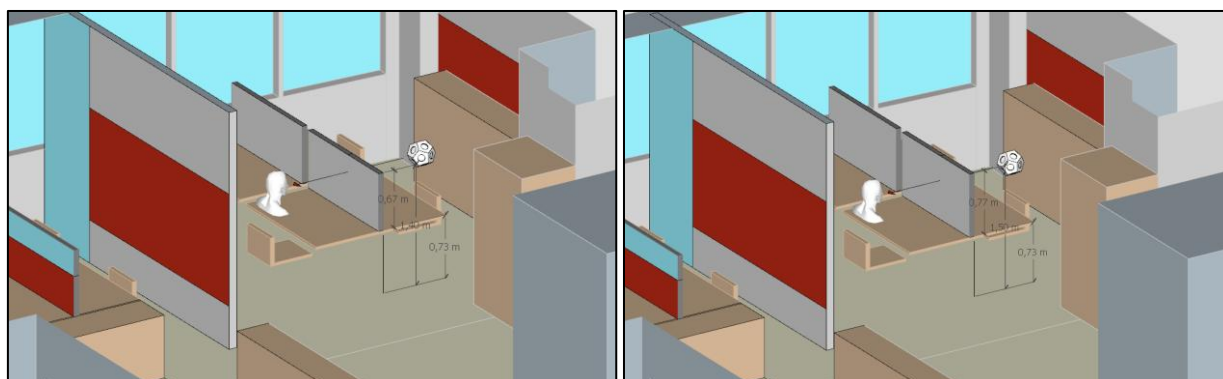
Le projet bailleur intègre un plafond « bas lourd » présentant un coefficient d'absorption Alpha W de 0,70 – le projet ne se situe donc pas dans les cas d'hypothèses de la norme (Alpha W = 0 / Alpha W = 1,00).

Nous avons donc réalisé des simulations d'atténuation $D_{A,s}$ en faisant varier deux paramètres :

- Le traitement acoustique ou non de la surface des cloisonnettes ;
- La hauteur relative au sol des cloisonnettes ;
- Dans tous les cas, il est considéré un point d'émission comme de réception à 1.20m du sol.

Visuel des simulations réalisées





Les résultats des simulations sont les suivants :

Hauteur de l'écran de poste / Sol	D _{A,S} poste à poste (vis-à-vis)		
	écran de poste absorbant Projet Campus A5	écran de poste réfléchissant Projet Campus A5	max atteignable (écran absorbant + plafond à Alpha W de 1,00)
1,2 m	4,4	3,8	4,5
1,3 m	4,8	4,4	5,4
1,4 m	5,2	4,9	6,3
1,5 m	5,8	5,2	6,5
note : émission et réception à 1,20m / sol - plafond suspendu à Alpha W de 0,70			Étude INRS

Aussi, dans le cadre du projet et pour une activité principalement basée sur une faible quantité de travail collaboratif, les cloisonnettes doivent avoir une hauteur se rapprochant le plus possible de 1.50m (en considérant un plan de travail à +0,73cm du sol).

La solution retenue par la maîtrise d'œuvre est de prévoir :

- Pour la partie basse des cloisonnettes (partie absorbante) : Il pourra s'agir d'écran acoustique de type Kora des Ets TEXAA ou équivalent composé d'une âme centrale en MDF de 5mm recevant de part et d'autre une mousse acoustique de l'ordre de 25mm avec finition textile déhoussable – épaisseur complète de l'écran : 55mm. Si les cloisonnettes doivent être dissociées pour permettre un réglage altimétrique dissocié des postes de travail en vis-à-vis alors la cloisonnette individuelle ainsi formée comprendra au minimum un paravent acoustique en mousse acoustique de l'ordre de 25mm avec finition textile déhoussable (encombrement de l'ordre de 30mm) sur un support MDF ;
- Une réhausse translucide de 30cm (ou continuité du parement absorbant) sera intégrée pour atteindre une hauteur totale de 73cm.

2.1.7.5 Cas des bureaux mixtes / salles de réunions :

En complément des revêtements moquette et plafond absorbant (dito plateau), il est retenu l'installation sur une cloison (typiquement cloison perpendiculaire à la circulation) d'un parement de correction acoustique présentant un coefficient d'absorption Alpha W d'au moins 0,50 – par exemple une mousse acoustique de l'ordre de 25mm avec finition textile (produit Vibrasto Si 30 des Ets TEXAA ou équivalent).

Les objectifs sont : BREEAM HE05¹ - T_R selon règle volume BREEAM :

- | | |
|--|---------------------------|
| - Volume V en m ³ de l'espace : $V \leq 50\text{m}^3$ | $T_R \leq 0,40\text{s}$; |
| - Volume V en m ³ de l'espace : $50 < V \leq 100\text{m}^3$ | $T_R \leq 0,50\text{s}$; |
| - Volume V en m ³ de l'espace : $100 < V \leq 200\text{m}^3$ | $T_R \leq 0,60\text{s}$; |
| - Volume V en m ³ de l'espace : $200 < V \leq 500\text{m}^3$ | $T_R \leq 0,70\text{s}$; |
| - Volume V en m ³ de l'espace : $500 < V \leq 1000\text{m}^3$ | $T_R \leq 0,90\text{s}$. |

Le principe a été testé sur un espace de réunion de grande dimension (cas défavorable) - résultat de simulation CATT acoustics :

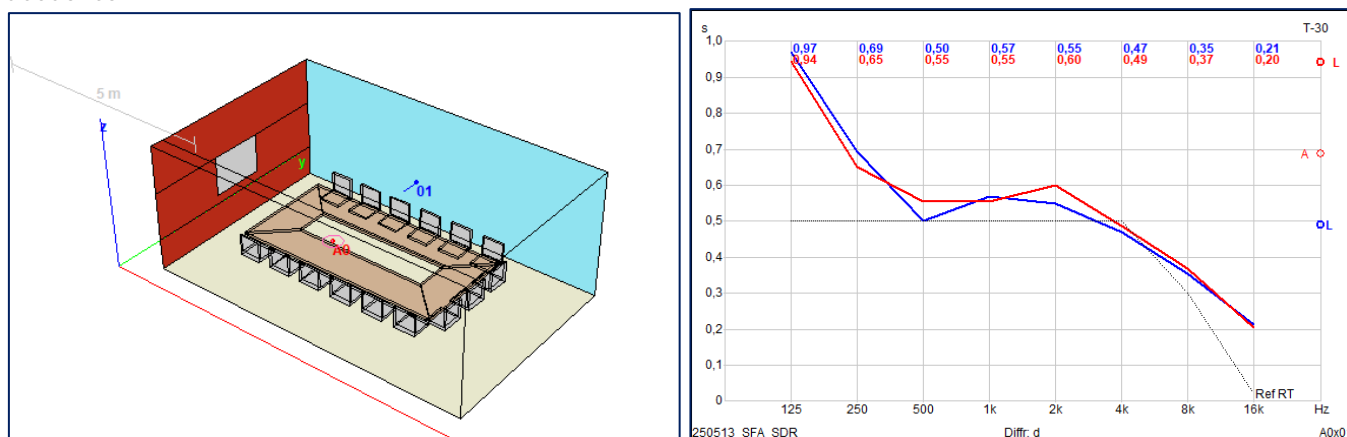


Figure 17 - simulation salle de réunion 36m² au sol environ

Soit pour une salle de réunions de 36m² (soit un volume de l'ordre de 97m³) une durée de réverbération de :

- 0,55s en valeur moyenne (500-2kHz) ce qui correspond aux niveaux dits « performant » et « très performant » de la norme NF S31-080 ;
- 0,525s arrondi à 0,5 à 500Hz conforme à BREEAM HEA05.

2.1.7.6 Cas des bulles fermées

Il est retenu les objectifs suivants (moyenne 500-1000-2000Hz, en seconde) dans les cabines meublées : $T_R \leq 0,50\text{s}$ (+/-0,1).

Ceci implique :

- Moquette au sol dito plateau : moquette devant justifier à la fois d'un indice de réduction des bruits d'impacts $\Delta L_w \geq 33\text{ dB}$ et d'un coefficient d'absorption α_w de 0,3 ;
- Parements verticaux des bulles : traitement absorbant (genre textile devant mousse absorbante) à prévoir :
 - 100% pour la paroi face à la porte ;
 - 33% des parois latérales.
- Plafond selon fournisseur – de type bac lourd perforé masquant laine minérale avec fermeture au dos.

¹ Critère BREEAM HEA05 plus contraignant que note C thème acoustique référentiel HQE BD

2.2 Cas des places fortes

Les espaces livrés par le bailleur intègre :

- Un plancher technique filant (à charge bailleur) ;
- Sous face plancher haut brut – technique apparente.

Les places fortes intègrent dans un volume unique :

- Les espaces de travail alternatifs ;
- La tisanerie ;
- Les espaces détente, lounge.

Il n'y a donc pas d'isolement acoustique entre ces espaces puisqu'ils sont inscrits dans un même volume.

2.2.1 Niveau de bruits de chocs transmis dans les espaces

Les objectifs sont basés sur les performances existantes et testées par le bailleur sur le témoin acoustique sur site

Les durées de réverbération de référence prises en compte pour la normalisation des résultats sont retenues égales à 0,5s.

Les objectifs suivants sont retenus pour les espaces de la place forte :

- Entre niveaux superposés (avec moquette) : $L'_{nT,W} \leq 50\text{dB}$;
- Entre niveaux superposés (sans moquette) : $L'_{nT,W} \leq 58\text{dB}$;
- Entre espaces d'un même niveau (avec moquette) : $L'_{nT,W} \leq 58\text{dB}$.

Solutions constructives associées :

- Revêtement de sol de type moquette (à charge preneur) justifiant à la fois d'un indice de réduction des bruits d'impacts $\Delta L_w \geq 33\text{dB}$ et d'un coefficient d'absorption α_w de 0,3 ;
- Revêtement de sol de type parquet (à charge preneur) : pas de pose flottante – pose collée impérativement sur sous-couche acoustique justifiant d'un indice de réduction des bruits d'impacts $\Delta L_w \geq 18\text{dB}$.

2.2.2 Acoustique interne des espaces :

Le quartier type accueille différentes typologies d'espace réunis dans un seul et même volume :

- Travail alternatif ;
- Tisanerie ;
- Détente, lounge.

Objectifs acoustique retenu : Durée de réverbération (moyenne 500-2kHz) : $T_R \leq 1,20\text{s}$ – espace assimilé ici à un espace de restauration de plus de 250m^3 au sens de HQE BD note C sur le thème acoustique.

Les principes suivants sont retenus au stade DCE :

- Au sol :
 - Revêtement de sol de type moquette devant justifier à la fois d'un indice de réduction des bruits d'impacts $\Delta L_w \geq 33\text{dB}$ et d'un coefficient d'absorption α_w de 0,3 ;
 - Dans la continuité des loggias latérales au place forte – sol dur de type parquet (pose collée sur sous-couche acoustique) – sol à charge bailleur.
- Plafond : Mise en œuvre d'un plafond par le bailleur de type Organic Mineral 50 (25mm de fibre de bois + 25mm de laine minérale) toute surface – Alpha W de 0,85 ;
- Claustra absorbant biface : Parois en lattes bois ajourés (au droit des accès vers les plateaux) ; ces éléments serviront d'atténuateurs acoustiques pour limiter la propagation acoustique depuis les places fortes vers les plateaux mitoyens. Il s'agira donc d'un élément absorbant bi-face présentant sur chaque face un parement en lattes bois ajourés (50%) et une âme centrale absorbante (laine minérale de 50mm) revêtue bi-face par un textile transonore ou un voile acoustique transonore. Il pourra s'agir d'élément réalisé à partir de panneaux types « Rockfon Lamella 39*21mm + absorbant 40mm » ou de type « type Laudesher Linea 4.2.4 » caractérisé par un Alpha W d'au moins 0,85 en installation bi-face ;
- Parois verticales disponibles : complément de traitement absorbant de Laudesher Linea 4.2.4 » caractérisé par un Alpha W d'au moins 0,85.

Illustration compléments muraux :

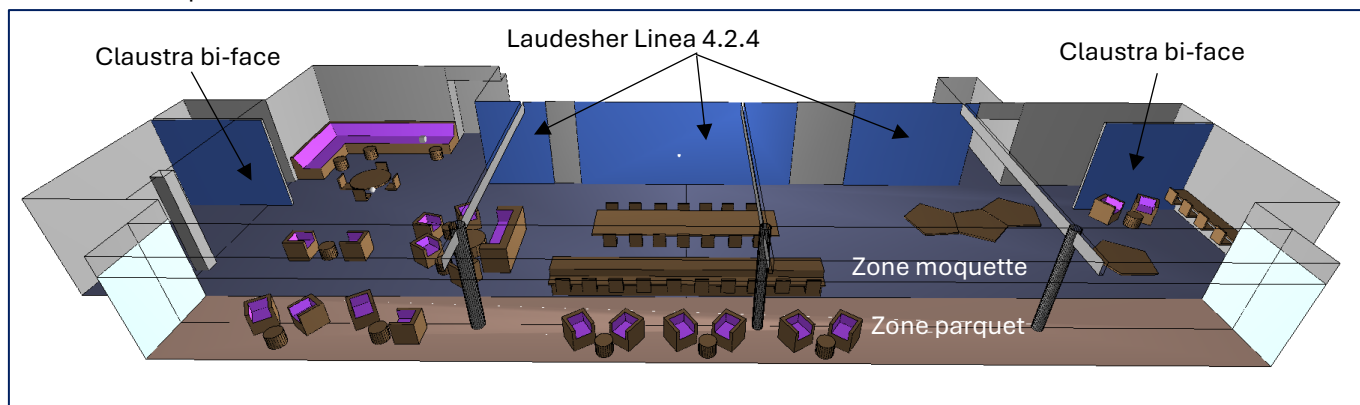
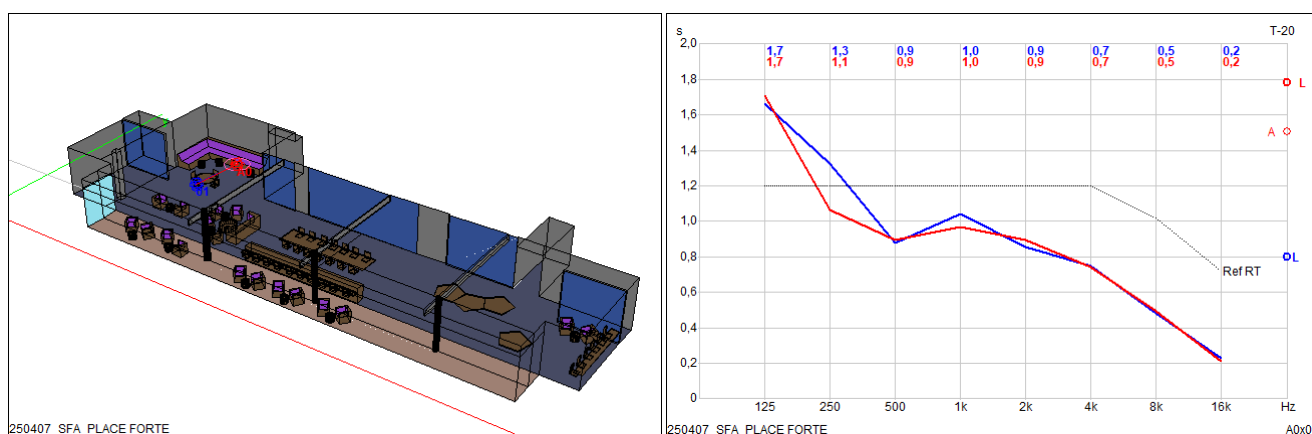


Figure 18 - Illustration, répartition des traitements



Soit une durée de réverbération estimée de 0,95s – l'ensemble des aménagements intérieurs n'étant pas intégré, la durée de réverbération finale sera plus faible – objectif conforme HQE BD note C sur le thème acoustique

2.3 Cas du HUB des territoires niveau 00

Le HUB des territoires intègre :

- Un espace évènementiel ;
- Des espaces collaboratifs ;
- Un café dédié ;
- Des bureaux partagés ;
- Une zone résidence start-Up.

Dans le cadre des travaux d'aménagement du preneur sont prévus :

- Cloisonnement des deux espaces collaboratifs au sein du HUB café – cloison mobile sur rail entre les espaces + cloison amovible vitré sur circulation ;
- Cloisonnement au sein du Hub des territoires de l'espace collaboratif (cloisonnement amovible) et du Hub résidence start-up (cloisonnement amovible) ;
- Les postes en alcôves et autres bureaux sont traités comme des plateaux ouverts de bureaux.

Dans la suite, l'espace du Hub résidence start-up est réalisé d'office les espaces collaboratifs.

2.3.1 Isolement acoustique

Les espaces collaboratifs sont assimilés acoustiquement à des bureaux mixtes, les objectifs retenus sont les suivants
- Les durées de réverbération de référence prises en compte pour la normalisation des résultats sont retenues égales à 0,5s :

- Isolement entre deux espaces collaboratifs (fermés) : $D_{nT,A} \geq 35\text{dB}$;
- Isolement entre circulation et un espace collaboratif (fermé) : $D_{nT,A} \geq 32\text{dB}$;
- Isolement entre hub café et un espace collaboratif (fermé) : $D_{nT,A} \geq 35\text{dB}$;
- Isolement entre accueil hub et un espace collaboratif (fermé) : $D_{nT,A} \geq 35\text{dB}$;

L'opération intègre d'autre type de montant de façade – par exemple côté scène, les montants sont doubles de type façade bloc.

Le bailleur a en charge la réalisation des plafonds suspendus. Aussi, il est considéré dans la suite que les dispositions du bailleur pour garantir un minimum de 35dB d'isolement en potentiel (sans barrière acoustique) sont bien réunies et que le bailleur intègre :

- Un plafond suspendu filant de type bac lourd – selon les informations du bailleur, il s'agit : plafond de type « bac lourd » PM5 des Ets. PLAFOMETAL, justifiant d'un indice d'isolement latéral $D_{nT,w}+C$ de 46dB, et d'un coefficient d'absorption α_w de 0,7 ;
- Jouée verticale au droit des circulations aux changements d'altimétrie du plafond (prestation bailleur) : mise en place (jusqu'en sous face de plancher haut) d'une cloison sèche de 10cm à R_A de 45dB de type Placostil 98/48 ou équivalent ;
- Un bouchon (fermeture acoustique à charge bailleur) entre coffre de store au droit des cloisonnements potentiels de preneurs (toutes trames donc) cohérent avec l'objectif.

Demande CDC du 19.05.2025 - le preneur CDC demande à la moe de prévoir le bouchon acoustique au droit des cloisons amovibles entre les stores existants : il conviendra de réaliser un bouchon acoustique pour éliminer les coffres de store filants au droit des cloisonnements séparatifs réalisées au titre des travaux preneurs – ce bouchon acoustique sera réaliser en tôle acier pliée de sorte à créer un bouchon présentant sur chaque face un parement acier 10/10^{ème} recevant une couche de viscoélastique de 2.5mm à 5kg/m² en face arrière – le volume ainsi créé recevra un remplissage complet en laine minérale ;

- Un plancher technique filant – selon les informations du bailleur, il s'agit : d'un plancher technique récupéré sur site et devant être équipé (à charge preneur) d'une moquette justifiant à la fois d'un indice de réduction des bruits d'impacts $\Delta L_w \geq 33\text{ dB}$ et d'un coefficient d'absorption α_w de 0,3 – la notice acoustique bailleur indique un $D_{nT,w}+C$ de 41dB pour le plancher technique filant seul ;
- Un flasquage (recouvrement) des montants de façade monolithique simple par about de cloison avec parement en tôle acier 20/10^{ème} recevant en face arrière une couche de viscoélastique de 2.50mm à 5kg/m² - remplissage entre parement en laine minérale de 50mm – les parements doivent venir en recouvrement des cloisonnements amovibles entre locaux fermés.

Voir schéma de principe hors échelle ci-dessous :

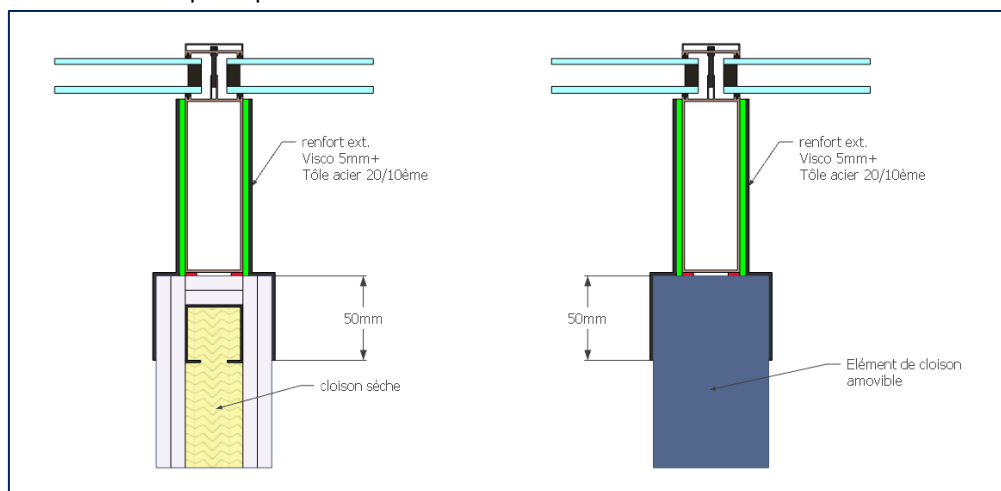


Figure 19 - Principe de renfort des jonctions sur montant de façade (hors échelle) - flasquage

Principales solutions constructives associées :

- **Barrières acoustiques au droit des cloisonnements amovibles** : option non retenue par le preneur pour cette localisation ;
- **Barrières acoustiques au droit des cloisonnements mobiles** : Attention l'intervention pour la réalisation de la cloison mobile ou mur mobile est beaucoup plus conséquente que pour l'installation d'une cloison amovible. Le plafond bailleux devra être déposé localement (et adapté) pour la mise en œuvre de la paroi mobile : notamment son rail et sa barrière acoustique. La barrière acoustique au droit du mur mobile sera réalisée à base de parement comprenant au moins une plaque feuilletée acoustique BA25 Duo'Tech ou équivalent (une plaque de chaque côté de façon à créer une cloison) avec remplissage en laine minérale 70mm au sein de la barrière ainsi formée. La barrière doit être montée jusqu'en sous face de plancher haut et filer de façade à circulation ;
- **Cloisonnement amovible** : indice d'affaiblissement requis ($R_A = R_W + C$) pour les cloisonnements amovibles à mettre entre œuvre dans le cadre des travaux d'aménagement de la Caisse des Dépôts :
 - Cloison amovible (vitrée ou opaque) entre une circulation et un espace collaboratif (fermé) : $R_A \geq 48\text{dB}$;
 - Cloison amovible (vitrée ou opaque) entre hub café et un espace collaboratif (fermé) : $R_A \geq 48\text{dB}$;
 - Cloison amovible (vitrée ou opaque) entre accueil hub et un espace collaboratif (fermé) : $R_A \geq 48\text{dB}$;
 - Module de cloison amovible vers circulation / hub café / accueil hub : $R_A \geq 38\text{dB}$.
- **Transfert d'air** : les transferts d'air ne peuvent en aucun cas être réalisés par un simple détalonnage du bloc porte des espaces fermés donnant sur les circulations (ou hub café / accueil hub). Si un transfert d'air est nécessaire alors, il conviendra d'utiliser un module de cloison amovible intégrant une chicane acoustique pour transfert d'air. Le module intégrant un transfert d'air (via chicane acoustique) devra être caractérisé par un $D_{n,e,W} + C$ d'au moins 39dB – à utiliser uniquement sur les séparatifs vers les circulations et/ou les plateaux ouvertes. Par exemple : Élément de transfert d'air de type 2 des Ets Clestra ou équivalent ;
- **Cloisonnement mobile entre deux espaces collaboratifs** : Cloisonnement mobile (pas de bloc porte installé dans les murs mobiles) Les cloisonnements mobiles doivent impérativement buter contre un élément opaque maçonné ou dans le cas d'une cloison sèche, des renforts d'ossature sont à prévoir. Les cloisons mobiles seront caractérisées par un R_A d'au moins 48dB, PV d'essai à l'appui.
La jonction entre cloison mobile et autres éléments en extrémité doit être soignée, les détails de renforcement doivent être prévus dans les parois perpendiculaires au plan de travail des cloisons mobiles pour recevoir les cloisons mobiles - à ce titre pas d'élément filant en façade. De la même manière des tronçonnages des parements de doublages et cloisons sont à prévoir pour éviter des éléments filants devant un séparatif mobile en position de travail. A ce titre, un élément destiné à recevoir la cloison qui garantisse la continuité des performances acoustique en ces points délicats doit être prévu : cornières, appuis bois et viscoélastiques à 10kg/m². Au droit de la pénétration de la cloison dans son rangement, l'élément doit être monté sur charnières. Par ailleurs en plénum du plafond suspendu au droit des cloisons mobiles doit être prévu un complexe formant barrière qui permette de respecter le $D_{nT,A}$ visé. Ce complexe enserme les rails des cloisons mobiles, il comprend une plaque Duo'Tech BA25, une laine minérale de 75mm et une plaque Duo'Tech BA25. Le parcours des rails des cloisons mobiles ne doit pas être à l'origine de création de "ponts acoustiques" à ce titre aucun "croisement" ou forme en "X" dans les parcours de rail ne sera prévu.
Attention, pas de bloc porte dans le mur mobile.
Pour les cloisons mobiles, il pourra s'agir par exemple des cloisons DORMA HUPPE VARIFLEX ou équivalent des Ets Nüsing ou équivalent
Les plafonds devront donc être réinstallés après les cloisons mobiles
Attention, les éventuels réseaux de CVC traversant les cloisons devront recevoir à la traversée des pièges à son cylindrique d'une longueur d'au moins 1m (genre TROX CA100 ou équivalent)

2.3.2 Acoustique interne des espaces :

S'agissant des aménagement au titre des travaux preneur Le HUB des territoires intègre :

- Des espaces collaboratifs ;
- Une espaces de bureau ouvert.

Objectifs acoustique retenu à ce stade :

- Cas des espaces collaboratifs (ou assimilés) : durée de réverbération limitée à 0.6s en valeur moyenne (500-2kHz) ce qui correspond aux niveaux dits « performant » et « très performant » de la norme NF S31-080 ;
- Espace ouvert de bureau : objectif et traitement dito autres plateaux – voir paragraphe 2.1.4.

Principales solutions constructives associées – cas des espaces collaboratifs (ou assimilés) :

- Plafond à charge du bailleur : plafond suspendu filant de type bac lourd – selon les informations du bailleur, il s'agit : plafond de type « bac lourd » PM5 des Ets. PLAFOMETAL, justifiant d'un indice d'isolement latéral $D_{nf,w}+C$ de 46dB, et d'un coefficient d'absorption α_w de 0,7 ;
- Moquette à charge du preneur : moquette devant justifier à la fois d'un indice de réduction des bruits d'impacts $\Delta L_w \geq 33$ dB et d'un coefficient d'absorption α_w de 0,3 ;
- Complément mural à charge preneur : installation sur une cloison (typiquement cloison perpendiculaire à la circulation) d'un parement de correction acoustique présentant un coefficient d'absorption Alpha W d'au moins 0,50 – par exemple une mousse acoustique de l'ordre de 25mm avec finition textile (produit Vibrasto Si 30 des Ets TEXAA ou équivalent).

2.4 Cas des salles de formations (espace formation) – niveau RJ

Le projet d'aménagement à en charge la réalisation des cloisonnements, les revêtements de sol et aménagement acoustique spécifique.

Les salles de formations sont considérées acoustiquement équivalentes aux salles de réunions en termes d'isollements acoustiques à obtenir

2.4.1 Isolement acoustique

Les objectifs sont basés sur les performances indiquées au sein des documents bailleurs, à savoir : Un potentiel d'isolement $D_{nT,A}$ de 35dB entre deux espaces mitoyens de 2 trames en considérant (données bailleur) :

- Un montage de cloison séparative avec plancher technique filant et plafond suspendu filant ;
- Un séparatif caractérisé par un R_A de 45dB ;
- Un plancher technique filant – selon les informations du bailleur, il s'agit : d'un plancher technique récupéré sur site et devant être équipé (à charge preneur) d'une moquette justifiant à la fois d'un indice de réduction des bruits d'impacts $\Delta L_w \geq 33$ dB et d'un coefficient d'absorption α_w de 0,3 – la notice acoustique bailleur indique un $D_{nf,w}+C$ de 41dB pour le plancher technique filant seul ;
- Un plafond suspendu filant de type bac lourd – selon les informations du bailleur, il s'agit : plafond de type « bac lourd » PM5 des Ets. PLAFOMETAL, justifiant d'un indice d'isolement latéral $D_{nf,w}+C$ de 46dB, et d'un coefficient d'absorption α_w de 0,7 ;
- Jouée verticale au droit des circulations aux changements d'altimétrie du plafond (prestation bailleur) : mise en place (jusqu'en sous face de plancher haut) d'une cloison sèche de 10cm à R_A de 45dB de type Placostil 98/48 ou équivalent ;
- Un bouchon (fermeture acoustique à charge bailleur) entre coffre de store au droit des cloisonnements potentiels de preneurs (toutes trames donc) cohérent avec l'objectif ;
- Un flasquage (recouvrement) des montants de façade monolithique simple par about de cloison avec parement en tôle acier 20/10^{ème} recevant en face arrière une couche de viscoélastique de 2.50mm à 5kg/m² - remplissage entre parement en laine minérale de 50mm – les parements doivent venir en recouvrement des cloisonnements amovibles entre locaux fermés.

Voir schéma de principe hors échelle ci-dessous :

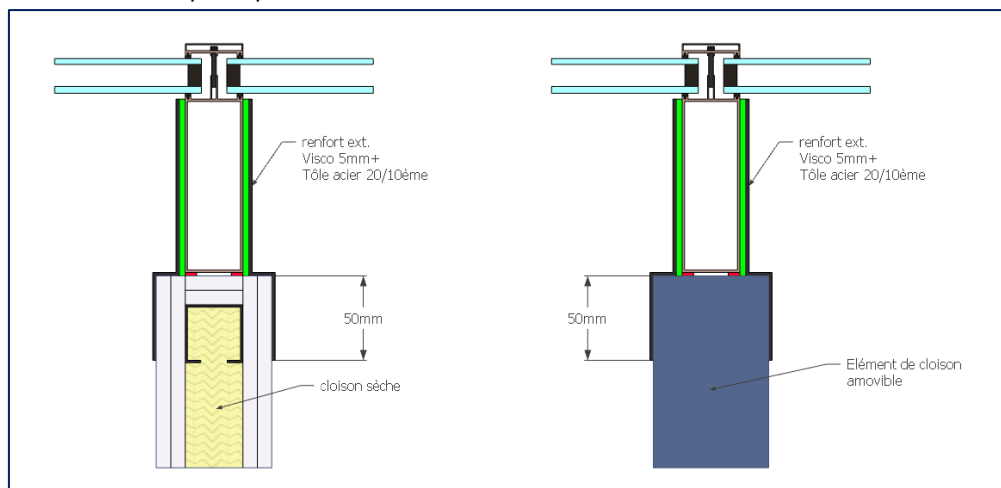


Figure 20 - Principe de renfort des jonctions sur montant de façade (hors échelle) - flasquage

Les durées de réverbération de référence prises en compte pour la normalisation des résultats sont retenues égales à 0,5s. Les objectifs sont repris dans le tableau de synthèse ci-dessous :

Cloisonnement avec montage de plancher technique à plafond suspendu		Objectif isolement in situ ($D_{nT,A}$ en dB)	
Typologies rencontrées (espaces du plateau modulable au sens HQE BD 2019 V3)		Sans barrière acoustique en plafond	Avec barrière acoustique en plafond
Cas des Salles de formations (fermées)	Isolement entre salles de formation		40 (note A HQE BD V3)
	Isolement entre une circulation et une de formation (dito accueil qui est ouvert sur la circulation)		35 (note A HQE BD V3)

Principales solutions constructives associées :

- **Barrières acoustiques :**

- Nécessaires au droit de tous les cloisonnements amovibles des salles de formations (entre espaces mitoyens et sur circulation) ;
- Mise en œuvre en plénum des plafonds suspendus (dans les cas perpendiculaires aux façades, la barrière doit être posée jusqu'à la façade) et des planchers techniques suspendus (*sous réserve des résultats acoustiques en cours du bailleur sur les cellules d'essai*) ;
- Barrières acoustiques composées de deux panneaux en laine de roche de haute densité de 30mm d'épaisseur chacun et recevant sur chaque face un voile aluminium. Par exemple produit Soundstop (2*30mm) des Ets Rockfon ou équivalent.

- **Cloisonnement séparative amovible** : indice d'affaiblissement requis ($R_A = R_W + C$) pour les cloisonnements amovibles à mettre entre œuvre dans le cadre des travaux d'aménagement de la Caisse des Dépôts – une croix signifie que ce cas n'est pas autorisé. Les cloisonnements pour ces locaux, sont nécessairement réalisés au droit des ossatures du plafond suspendu.

Cloisonnement amovible (montage de plancher technique à plafond suspendu)

Typologies rencontrées (espaces du plateau modulable au sens HQE BD 2019 V3)		Cloisonnement amovible (Valeur laboratoire)	
		Cloison amovible ($R_A = R_W + C$ en dB)	Module amovible avec bloc porte (R_A en dB)
Cas des Salles de réunions fermées	Cloison amovible entre salles de formation (fermées)	51	
	Cloison amovible entre une circulation et une salle de formation (fermée) - dito accueil qui est ouvert sur la circulation	48	38

- **About de cloison sur façade** : dans les essais acoustiques réalisés sur le témoin bailleur, les montants de façade (existant de type monolithique d'environ 50mm) ont été flasqués (recouverts) par deux plaques de plâtre BA13 de chaque côté.

L'opération intègre d'autre type de montant de façade – par exemple côté scène, les montants sont doubles de type façade bloc.

Cas des façades monolithique – montage de façade simple, monobloc, d'environ 50mm de largeur : about de cloison comprenant deux parements (tôle acier 20/10^{ème} avec en face arrière une couche de viscoélastique de 2,5mm à 50kg/m²) venant enserrer les montants de façade – mise en œuvre d'un remplissage en laine minérale dans les vides résiduels – voir schéma de principe hors échelle ci-dessous :

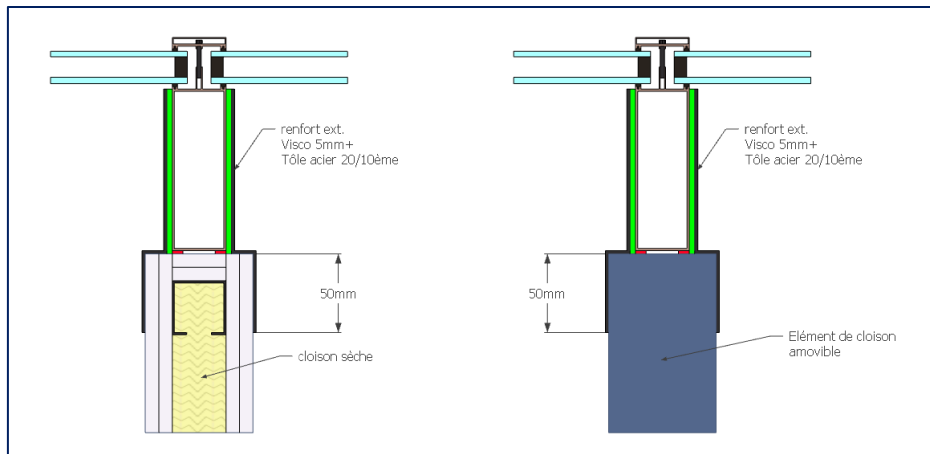


Figure 21 - About de cloison (schéma de principe hors échelle)

- **Revêtement de sol** :
 - Revêtement de sol de type moquette (à charge preneur) : moquette devant justifier à la fois d'un indice de réduction des bruits d'impacts $\Delta L_w \geq 33$ dB et d'un coefficient d'absorption α_w de 0,3 ;
 - Pour mémoire : plancher technique filant (à charge bailleur) : il s'agit : d'un plancher technique récupéré sur site – la notice acoustique bailleur indique un $D_{n,f,w} + C$ de 41dB pour le plancher technique filant seul (sans moquette).
- **Transfert d'air** : les transferts d'air ne peuvent en aucun cas être réalisé par un simple détalonnage du bloc porte des espaces fermés donnant sur les circulations (ou plateau ouvert). Si un transfert d'air est nécessaire alors, il conviendra d'utiliser un module de cloison amovible intégrant une chicane acoustique pour transfert d'air. Le module intégrant un transfert d'air (via chicane acoustique) devra être caractérisé par un $D_{n,e,w} + C$ d'au moins 39dB – à utiliser uniquement sur les séparatifs vers les circulations et/ou les plateaux ouvertes.
Par exemple : Élément de transfert d'air de type 2 des Ets Clestra ou équivalent

2.4.2 Niveau de bruits de chocs transmis dans les espaces

Les objectifs sont basés sur les performances existantes et testées par le bailleur sur le témoin acoustique sur site. Les durées de réverbération de référence prises en compte pour la normalisation des résultats sont retenues égales à 0,5s.

Les objectifs suivants sont retenus pour les espaces du quartier type :

- Entre niveaux superposés (avec moquette) : $L'_{nT,W} \leq 45\text{dB}$;
- Entre espaces d'un même niveau (avec moquette) : $L'_{nT,W} \leq 58\text{dB}$.

Solutions constructives associées :

- Revêtement de sol de type moquette (à charge preneur) justifiant à la fois d'un indice de réduction des bruits d'impacts $\Delta L_w \geq 33\text{ dB}$ et d'un coefficient d'absorption α_w de 0,3 ;
- Un plancher technique filant (à charge bailleur) : il s'agit : d'un plancher technique récupéré sur site – la notice acoustique bailleur indique un $D_{nf,w}+C$ de 41dB pour le plancher technique filant seul.

2.4.3 Acoustique interne des espaces

S'agissant des traitements d'acoustique interne au sein des espaces les principes suivants sont retenus à ce stade :

- Plafond à charge du bailleur : plafond suspendu filant de type bac lourd – selon les informations du bailleur, il s'agit : plafond de type « bac lourd » PM5 des Ets. PLAFOMETAL, justifiant d'un indice d'isolement latéral $D_{nf,w}+C$ de 46dB, et d'un coefficient d'absorption α_w de 0,7 ;
- Moquette à charge du preneur : moquette devant justifier à la fois d'un indice de réduction des bruits d'impacts $\Delta L_w \geq 33\text{ dB}$ et d'un coefficient d'absorption α_w de 0,3.

Cas des salles de formation (assimilées à des salles de réunions) : En complément des revêtements moquette et plafond absorbant (dito plateau), il est retenu l'installation sur une cloison (typiquement cloison perpendiculaire à la circulation) d'un parement de correction acoustique présentant un coefficient d'absorption Alpha W d'au moins 0,50 – par exemple une mousse acoustique de l'ordre de 25mm avec finition textile (produit Vibrasto Si 30 des Ets TEXAA ou équivalent). Le principe a été testé sur une salle de formation de grande dimension (cas défavorable) - résultat de simulation CATT acoustics :

Les objectifs sont : BREEAM HE05 - T_R selon règle volume BREEAM :

- | | |
|--|---------------------------|
| - Volume V en m ³ de l'espace : $V \leq 50\text{m}^3$ | $T_R \leq 0,40\text{s}$; |
| - Volume V en m ³ de l'espace : $50 < V \leq 100\text{m}^3$ | $T_R \leq 0,50\text{s}$; |
| - Volume V en m ³ de l'espace : $100 < V \leq 200\text{m}^3$ | $T_R \leq 0,60\text{s}$; |
| - Volume V en m ³ de l'espace : $200 < V \leq 500\text{m}^3$ | $T_R \leq 0,70\text{s}$; |
| - Volume V en m ³ de l'espace : $500 < V \leq 1000\text{m}^3$ | $T_R \leq 0,90\text{s}$. |

Le principe a été testé sur un espace de réunion de grande dimension (cas défavorable) - résultat de simulation CATT acoustics :

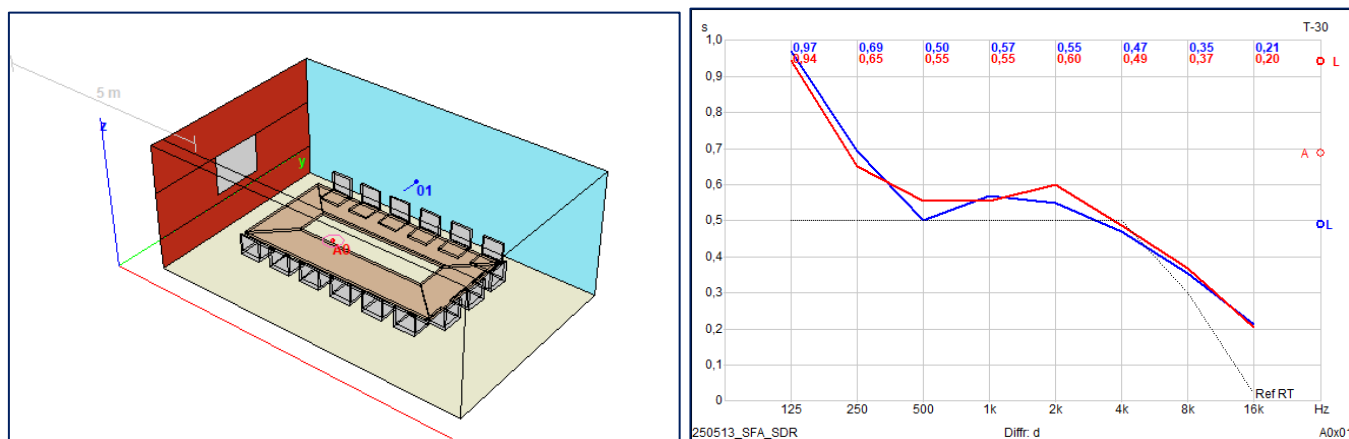


Figure 22 - simulation salle de réunion 36m² au sol environ

Soit pour une salle de réunions de 36m² (soit un volume de l'ordre de 97m³) une durée de réverbération de :

- 0,55s en valeur moyenne (500-2kHz) ce qui correspond aux niveaux dits « performant » et « très performant » de la norme NF S31-080 ;
- 0.525s arrondi à 0,5 à 500Hz conforme à BREEAM HEA05.

2.5 Cas du studio vidéo

2.5.1 Isolements acoustiques – boîte dans la boîte

Il s'agit de la création de d'un studio et une régie située en Rez de quai A5.

Les studios seront réalisés sur le principe de boîte dans la boîte. Le schéma de principe ci-dessous explicite le principe retenu :

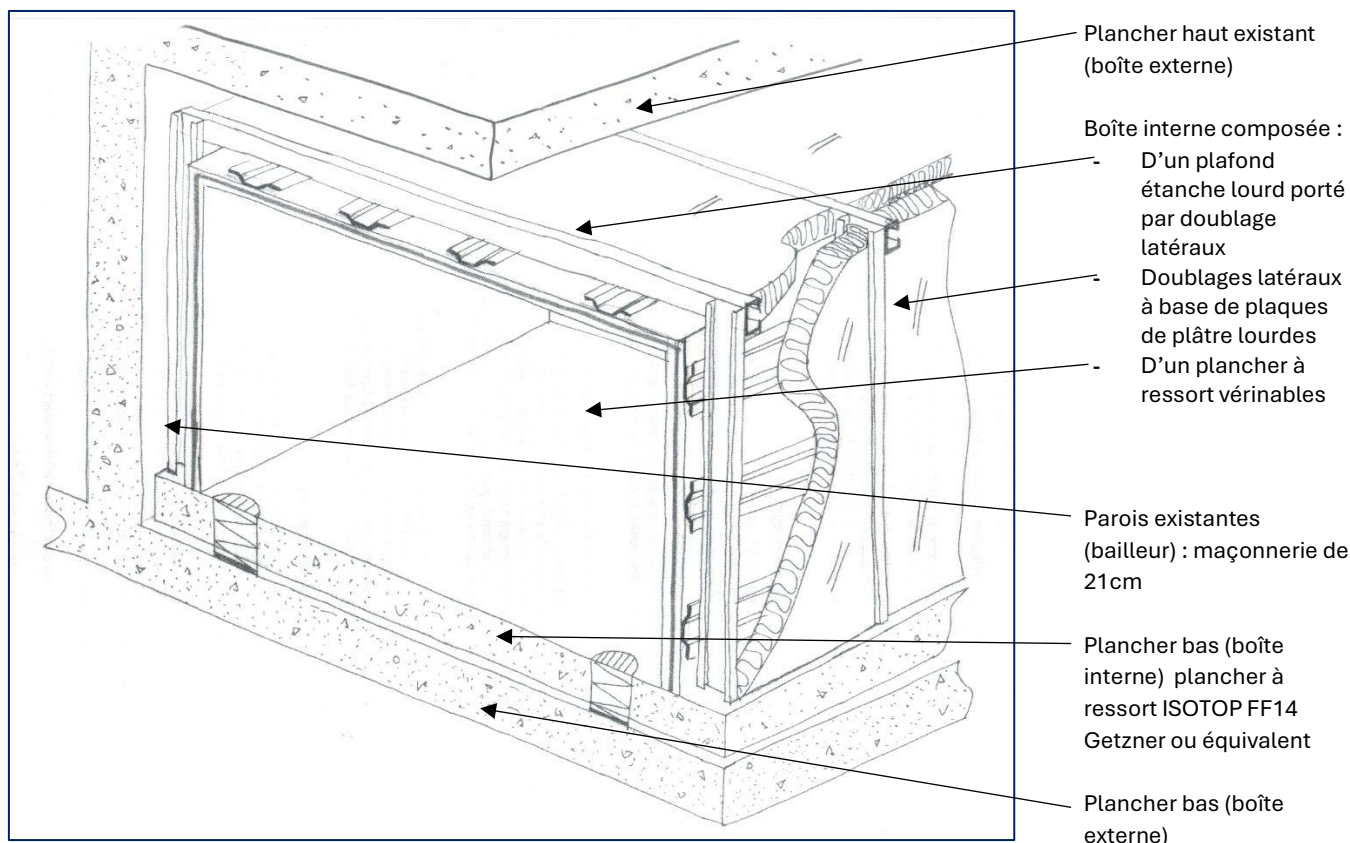


Figure 23 – Illustration principe de boîte dans la boîte pour Studio (schéma de principe hors échelle)

Description de la boîte extérieure :

- Plancher haut et bas existant du projet
- Voile et/ou paroi maçonnée : parpaings pleins d'au moins 20cm enduits une face au moins – prévoir chaînage. Attention le projet bailleur ne prévoit pas le périmètre complet en maçonnerie de 20cm enduits une face au moins ; il convient donc de compléter la prestation bailleur afin que la zone complète du studio (périmètre intégrant le plateau, le sas et la régie) soit effectivement fermée via la maçonnerie.

Description de la boîte intérieure : le principe est la réalisation d'un plancher à ressorts (boîtiers vérinables) qui portera l'ensemble des doublages intérieurs. Les doublages intérieurs porteront la fermeture étanche du plafond.

- Dalle ou plancher à ressorts : plancher(dalle) ferraille, reposant sur des appuis ponctuels à ressort contenus dans des boîtiers acier, vérinables et réglables, genre système ISOTOP FF14 des Ets GETZNER ou équivalent, dimensionnés pour respecter une fréquence propre de 4 à 5Hz. Cette dalle flottante préservera un plénum de 2cm en sous-face recevant une couche de laine minérale dense toutes surfaces (laine minérale de type Domisol ou équivalent de 12mm). Cette dalle flottante recevra des relevés de désolidarisation tous linéaires en laine minérale 50mm ou bandes de résilient.

La dalle aura une épaisseur d'au moins 14cm (intégrant les plots). Ce plancher à ressort est prévu pour reprendre :

- Les parois intérieures périphériques (doublage) ;
- Le plafond étanche ;
- Ainsi que tous les charges des parements de finition et les charges d'exploitation et de scénographe. Les éléments de scénographie seront installés sur des portiques autoportants (sur le plancher à ressorts) afin d'éviter les accroche et suspente sur la boîte intérieure.

- Parois verticales (reposant sur la plancher à ressort) : structure autoportante (devant porter également le plafond lourd de la boîte intérieure) composé d'une structure d'ossature métallique de type Megastil ou équivalent recevant un parement composé de plaques de plâtre BA18 enserrant une couche au moins de viscoélastique de 5mm à 10kg/m². Les systèmes d'ossatures doivent intégrer une laine minérale d'au moins 150mm d'épaisseur. Le plénum (entre la face arrière des plaques de plâtre et le nu intérieur des maçonneries de la boîte extérieure) doit être de 200mm ;
- Fermeture horizontale : plafond lourd installé sur des ossatures métalliques de type Megastil ou équivalent sur les doublages intérieurs du studio – pour des raisons de portée ; il est autorisé des reprises ponctuelles sur la dalle de plancher haut via suspentes à ressort – ces suspentes à ressort devront être sélectionnées pour une fréquence propre de l'ensemble suspendu ainsi créée inférieure à 6Hz. Le parement du plafond lourd devra avoir une masse surfacique d'au moins 40kg/m² et intégrer une couche au moins de viscoélastique de 5mm à 10kg/m². La composition sera alors de deux plaques de plâtre BA18 enserrant une couche au moins de viscoélastique de 5mm à 10kg/m². Une laine minérale de 100mm d'épaisseur sera installée dans le plénum créé – le plénum aura une hauteur minimale de 20cm ;
- Cas particulier du poteau métallique : le poteau métallique fait partie de la boîte externe. il y aura interruption du plancher à ressort et du plafond au droit du poteau. Le poteau sera habillé par un ½ stil installé de plancher à ressort à plafond lourd avec un parement devant avoir une masse surfacique d'au moins 40kg/m² et intégrer une couche au moins de viscoélastique de 5mm à 10kg/m². La composition sera alors de deux plaques de plâtre BA18 enserrant une couche au moins de viscoélastique de 5mm à 10kg/m². Les ossatures sont à sélection en conséquence pour éviter toute reprise sur le poteau. Une laine minérale sera intégrée dans les ossatures.

Description des sas d'accès :

- Au sein de la boîte interne (côté studio) : intégration d'un bloc porte performant acoustiquement caractérisé par un R_A de 40dB au moins ;
- Au sein de la boîte externe (côté circulation) : intégration d'un bloc porte performant acoustiquement caractérisé par un R_A de 40dB au moins ;
- À l'intérieur du sas d'accès, le doublage intérieur du studio (boîte interne) recevra un doublage indépendant comprenant 2 plaques de plâtre BA13 et laine minérale 75mm – formant ainsi une cloison ;
- Cloison entre sas et régie : cloison sèche de 14cm de type Placostil 140/90 (toute hauteur de dalle à dalle) à R_A de 51dB.

Séparatif entre régie et plateau :

- Côté régie, le doublage intérieur du studio (boîte interne) recevra un doublage indépendant comprenant 2 plaques de plâtre BA13 et laine minérale 75mm – formant ainsi une cloison ;
- Bloc porte d'accès entre régie et circulation à R_A de 40dB.
- Double châssis vitré vers régie : Double châssis indépendant équipé (les vitrages sont inclinés de 5°) :
 - d'un premier châssis à R_A de 36dB au moins, équipé de profilés métalliques ou bois très performants, avec joints périphériques et renforcements entre paroi et profilés et complexe vitré à R_A de 36dB au moins, genre feuilleté StadipSilence 4.4/2 ;
 - d'une lame d'air de 150 à 200mm au moins, avec embrasure fermée sur 4 côtés recevant un absorbant sur les 4 faces de l'embrasure de type Texaa Vibrasto 20mm ;
 - d'un second châssis à R_A de 38dB au moins, équipé de profilés métalliques ou bois très performants, avec joints périphériques et renforcements entre paroi et profilés et complexe vitré à R_A de 38dB au moins, genre feuilleté StadipSilence 6.6/2.

Cornièrre acier avec une couche de viscoélastique de 5mm entre plaques de plâtre (des doublages ou maçonnerie) et châssis afin de garantir les performances acoustiques

Sujétion pour CVC :

- Intégration systématique d'un silencieux acoustiques sur les réseaux pénétrant dans le studio (tous types)
- Faible vitesse de passage d'air ;
- Prévoir un fonctionnement avec deux régimes : un régime bas niveaux sonores pour les enregistrements et un régime courant ;

- Le traitement spécifique du studio sera réalisé via des ventilo-convecteurs installés en sous face du plafond étanche (dans le volume acoustique du studio donc). Il sera installé entre le plafond de finition du studio et le plafond étanche. Les fixations prévoiront impérativement un résilient acoustique et les commandes des ventilo-convecteurs devront permettre d'éteindre les équipements pour une captation nécessitant un niveau sonore très faible.

2.5.2 Acoustique interne

L'acoustique du studio doit être :

- Mate ;
- Neutre ;
- Sans défaut de type écho flottant.

Le plafond (de finition) doit être incliné par rapport au sol – au moins 5°.

La coupe de principe est la suivante :

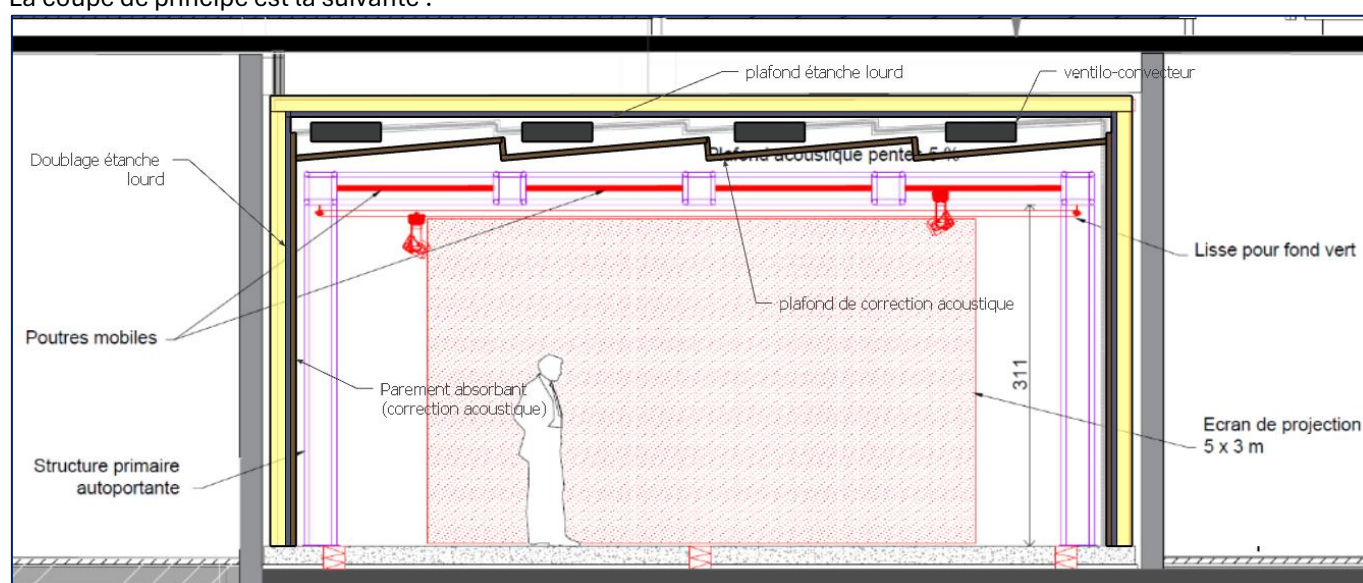
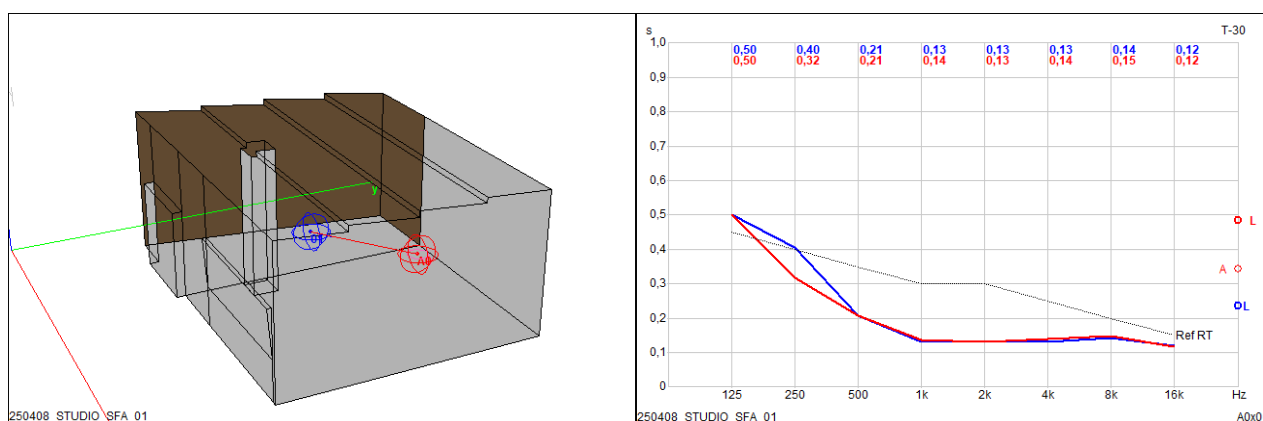
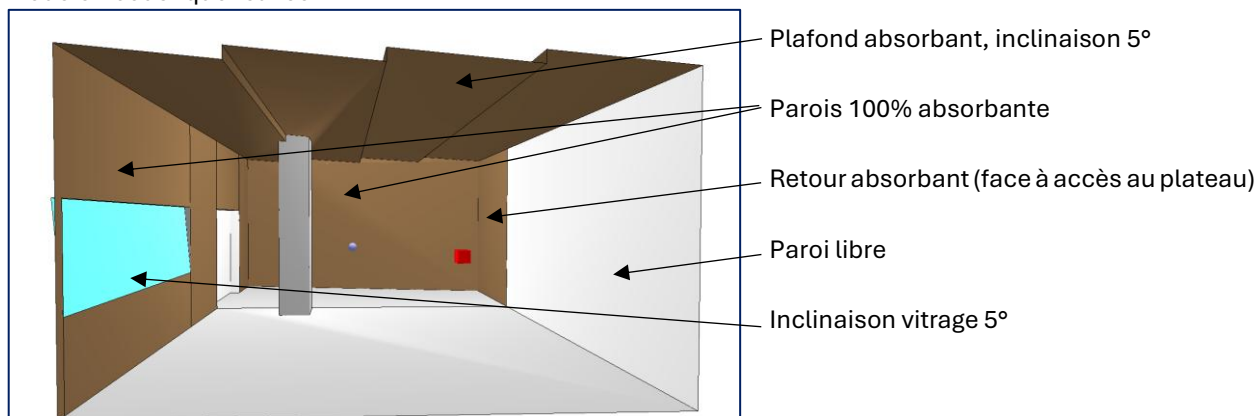


Figure 24 - coupe de principe hors échelle - Plateau Studio

Le principe suivant est retenu à ce stade pour le studio ;

- Sous-face du plafond lourd : intégration d'un plafond de finition absorbant – ce plafond ménageant un plénum au sein duquel les ventilo-convecteurs seront mis en œuvre. Le plafond de de correction acoustique composé de panneau de 35mm comprenant un parement en fibre de bois de 10mm et une âme en laine minérale de 20mm et une fibre de bois de 5mm en face arrière – panneau type Organic TWIN 35 (Alpha W d'au moins 0.90 avec plénum de 20cm)- montage du plafond incliné par rapport au sol (5°) – plénum à préserver pour intégration de la CVC ;
- Sur les parois complètes (toute hauteur) non en regard : mise en place de panneaux absorbants de 100mm comprenant un parement en fibre de bois de 25mm et une laine minérale de 75mm en face arrière – panneau type Organic Mineral 100 ;

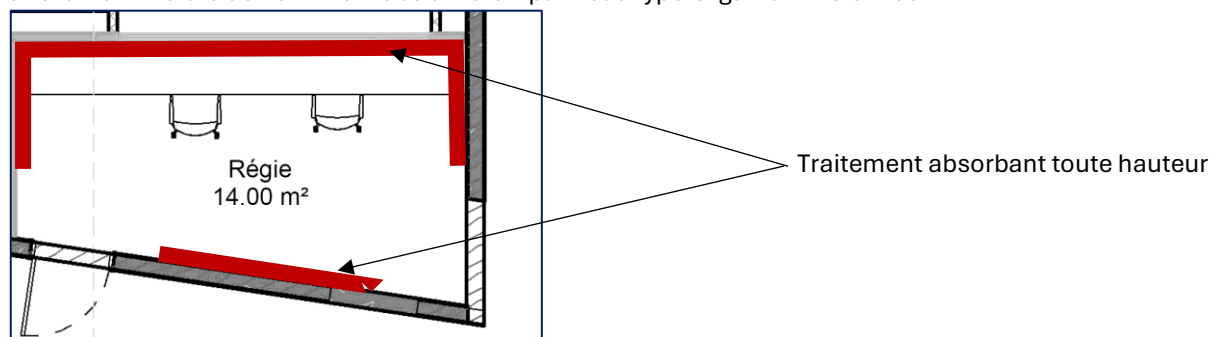
- Modèle Acoustique réalisé :



Le durée de réverbération est inférieure à 0.20s ce qui correspond aux besoins.

Au sein de la régie, prévoir :

- Sol de la régie : moquette anti-statique présentant un coefficient d'absorption Alpha W d'au moins 0,15 ;
- Plafond de correction acoustique – Par exemple panneau type Organic TWIN 35 (Alpha W d'au moins 0.90 avec plénum de 20cm) - montage du plafond incliné par rapport au sol (5°) ;
- Traitement acoustique de parois verticales – calepinage selon destination de la régie (purement vidéo ou avec usage également en mixage son) - panneaux absorbants de 100mm comprenant un parement en fibre de bois de 25mm et une laine minérale de 75mm en face arrière – panneau type Organic Mineral 100.



Au sein du sas , prévoir :

- Plafond de correction acoustique - Par exemple panneau type Organic TWIN 35 (Alpha W d'au moins 0.90 avec plénum de 20cm) ;
- Panneaux muraux absorbants comprenant un parement en fibre de bois de 25mm et une laine minérale de 25mm en face arrière – panneau type Organic Mineral 50.

2.6 Cas de la salle Polyvalente en RDJ

La salle polyvalente et son foyer du RdJ est livrée finie par le bailleur sauf revêtement de sol

- Moquette dans salle polyvalente et foyer ; requis à Alpha W d'au moins 0.20 et delta Lw d'au moins 18dB (y compris sas vers régie) ;
- Revêtement PVC dans régie ; requis à delta Lw d'au moins 18dB ;
- Parquet pour estrade (prestation bailleur) : intégration d'un remplissage en laine minérale dans le volume de l'estrade pour limiter les phénomènes de résonnance parasite.

2.7 Cas de la salle évènementielle en R+7

La salle évènementielle du R+7 est livrée brute par le bailleur sauf plafond suspendu mis en place par le bailleur.

Limite d'utilisation : il est considéré à ce stade que la salle n'entre pas dans le cadre de l'arrêté du 17 avril 2023 relatif à la prévention des risques liés aux bruits et aux sons amplifiés pris en application des articles R. 1336-1 à R. 1336-16 du code de la santé publique et des articles R. 571-25 à R. 571-27 du code de l'environnement. En particulier il est considéré que le niveau sonore généré est inférieur à 80dB(A) en LAeq mesuré sur 8 heures.

2.7.1 Isolement acoustique

Les durées de réverbération de référence prises en compte pour la normalisation des résultats sont retenues égales à 0,5s.

Les objectifs suivants sont retenus dans le cadre des travaux preneurs : Isolement entre circulation et salle évènementielle : $D_{nT,A} \geq 40\text{dB}$

Principales solutions constructives associées : Séparatif circulation (et espaces mitoyens ; espace de travail alternatif) et salle de conférence :

- cloisonnement toute hauteur de dalle à dalle de type cloison sèche de 160mm (genre Placostil SAD 160) à R_A de 59dB – raccordement sur montant de façade avec élément à base de tôle acier et couche de viscoélastique 5mm à 10kg/m^2 - remplissage des vides par laine minérale ;
- Accès par sas composé de deux blocs portes caractérisés par un R_A d'au moins 40dB chacun – Cloison formant sas de type Placostil 98/48 à R_A de 45dB.

2.7.2 Niveau de bruits de chocs transmis dans les espaces

Les durées de réverbération de référence prises en compte pour la normalisation des résultats sont retenues égales à 0,5s.

Les objectifs suivants sont retenus pour les espaces du quartier type :

- Entre niveaux superposés (avec moquette) : $L'_{nT,W} \leq 45\text{dB}$;
- Entre niveaux superposés (sans moquette) : $L'_{nT,W} \leq 62\text{dB}$.

Solutions constructives associées :

- Revêtement de sol de type moquette (à charge preneur) : justifiant d'un indice de réduction des bruits d'impacts $\Delta L_w \geq 20\text{dB}$;
- Autre revêtement de sol :
 - PVC (dans rangement) justifiant d'un indice de réduction des bruits d'impacts $\Delta L_w \geq 18\text{dB}$;
 - Parquet : pose collée impérativement sur sous-couche acoustique justifiant d'un indice de réduction des bruits d'impacts $\Delta L_w \geq 18\text{dB}$.

2.7.3 Acoustique interne des espaces :

Les espaces sont fortement vitrés sur l'espace extérieur.

Les principes suivants sont retenus :

- Sur l'ensemble des parois vitrées sur extérieur : Intégration de rideaux acoustique permettant un apport de correction devant présenter les coefficients d'absorption suivants :

Fréquence, Hz : 125 250 500 1000 2000 4000

Alpha Sabine : 0,05 0,10 0,25 0,45 0,50 0,50 soit un Alpha W de 0,50

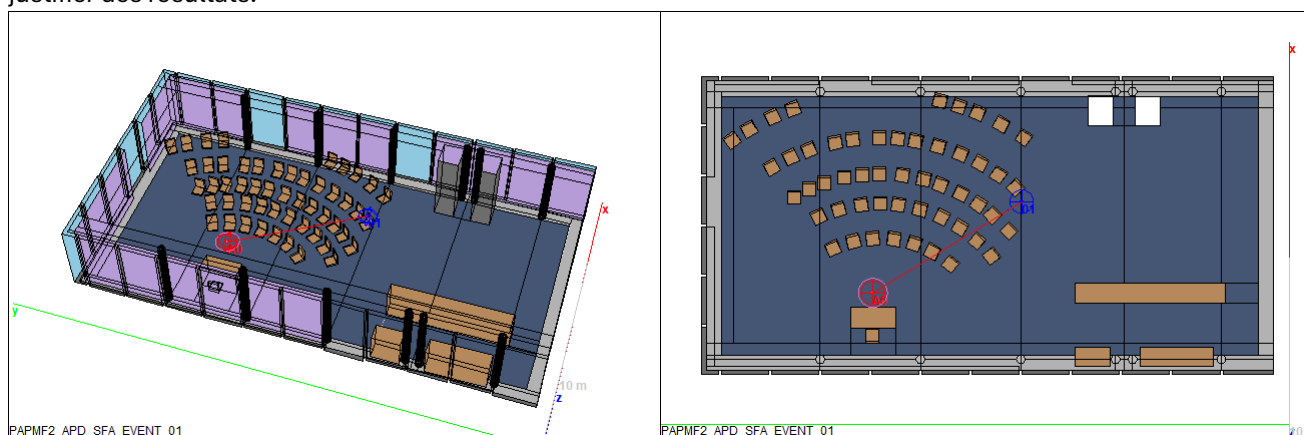
Par exemple rideau Rideau Formoza des Ets Vescom à 10-15cm du vitrage ;

- Un plafond suspendu mise en œuvre par le bailleur : filant de type bac lourd – selon les informations du bailleur, il s'agit : plafond de type « bac lourd » PM5 des Ets. PLAFOMETAL, justifiant d'un indice d'isolement latéral $D_{nf,w}+C$ de 46dB, et d'un coefficient d'absorption α_w de 0,7 ;
- Revêtement de sol selon zone :
 - a) Rive devant façade en parquet en pose collée sur sous-couche acoustique devant justifier d'un indice de réduction des bruits d'impacts $\Delta L_w \geq 19$ dB ;
 - b) Sol moquette : moquette devant justifier à la fois d'un indice de réduction des bruits d'impacts $\Delta L_w \geq 33$ dB et d'un coefficient d'absorption α_w de 0,3.

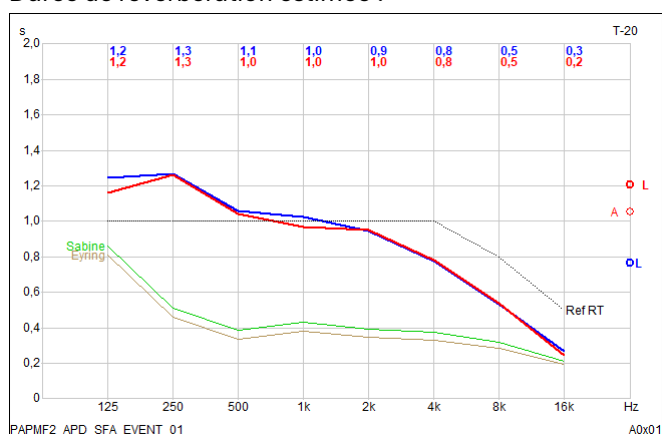
L'espace évènementiel au titre du référentiel HQE BD V4 peut être rattaché aux espaces « Salle de conférence, auditorium, cinéma, amphithéâtre » - le volume de l'espace en double hauteur est supérieur à 250m^3 , ce qui implique, au titre des aménagements CDC, pour le respect d'une note C sur le thème acoustique :

- Retenir un revêtement de sol de classe B de sonorité à la marche ;
- Obtenir une durée de réverbération inférieure à 1,00s (valeur moyenne 500-2kHz).

S'agissant de la durée de réverbération, il a été réalisé une modélisation acoustique 3D sous CATT acoustique afin de justifier des résultats.



Durée de réverbération estimée :



Soit au niveau R7 (point 1), une durée de réverbération moyenne de 1s, conforme à la note C HQE BD

2.8 Autres espaces – Niveaux 7 et 7M

2.8.1 Espaces créatifs avec zone en double hauteur (mezzanine) :

Les prestations d'aménagement (autres les mobiliers) intègrent :

- Revêtement de sol selon zone :
 - a) sol PVC en pose sur sous-couche acoustique devant justifier d'un indice de réduction des bruits d'impacts $\Delta L_w \geq 19$ dB ;
 - b) Sol moquette au sol dito plateau : moquette devant justifier à la fois d'un indice de réduction des bruits d'impacts $\Delta L_w \geq 33$ dB et d'un coefficient d'absorption α_w de 0,3.
- Plafond suspendu en R7 : dito plafond absorbant (dito plateau) - Alpha W de 0.70 pris en compte ;
- Plafond médiathèque niveau R+7 M : Mise en œuvre d'un plafond par le bailleur de type Organic Mineral 50 (25mm de fibre de bois + 25mm de laine minérale) toute surface – Alpha W de 0,85 ;
- Les niveaux R+7 et R+7M intègrent des séparateurs acoustiques dito plateau modulable.

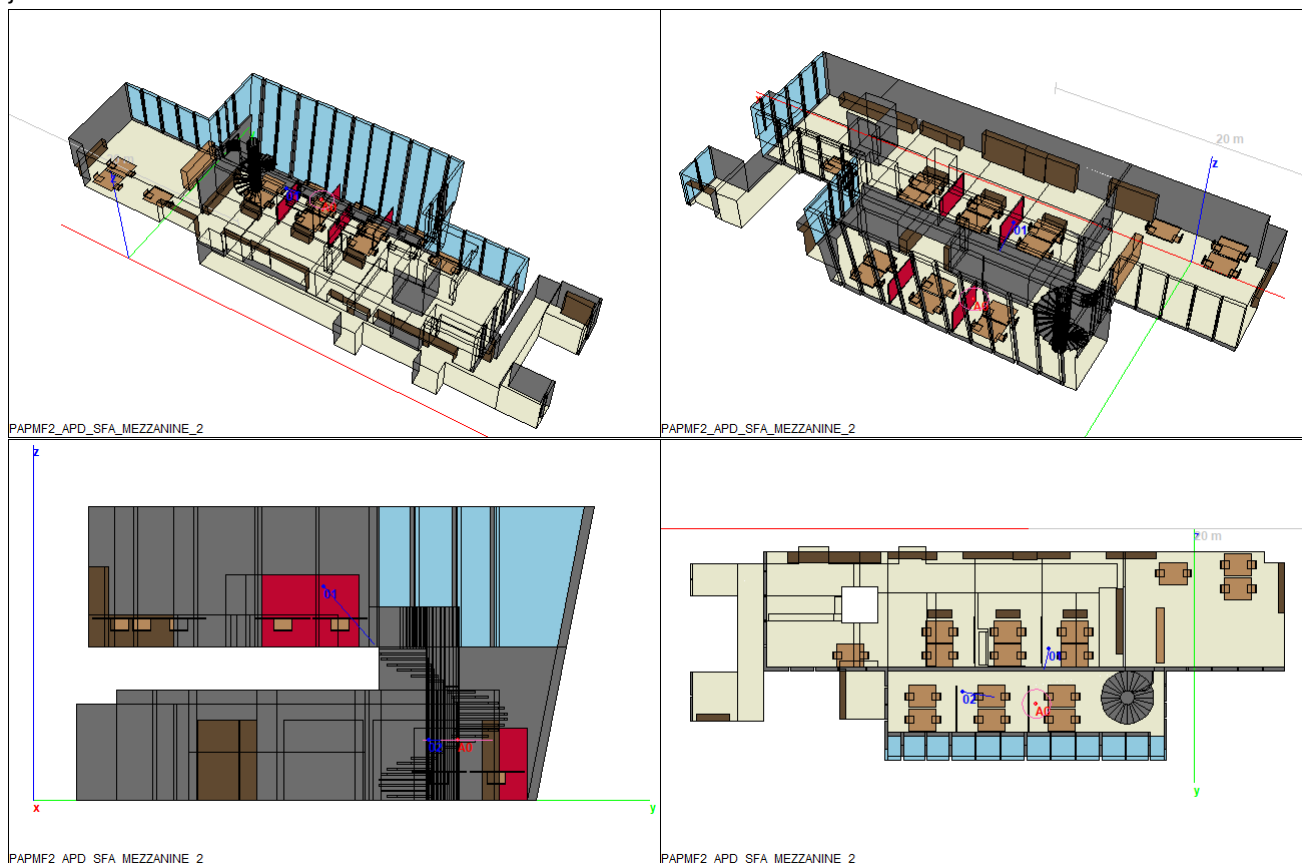
L'espace en double hauteur au titre du référentiel HQE BD V4 peut être rattaché aux espaces « espace ouvert » - le volume de l'espace en double hauteur est supérieur à 250m³, ce qui implique, au titre des aménagements CDC, pour le respect d'une note C sur le thème acoustique :

- Retenir un revêtement de sol de classe B de sonorité à la marche ;
- Obtenir une durée de réverbération inférieure à 1,20s (valeur moyenne 500-2kHz).

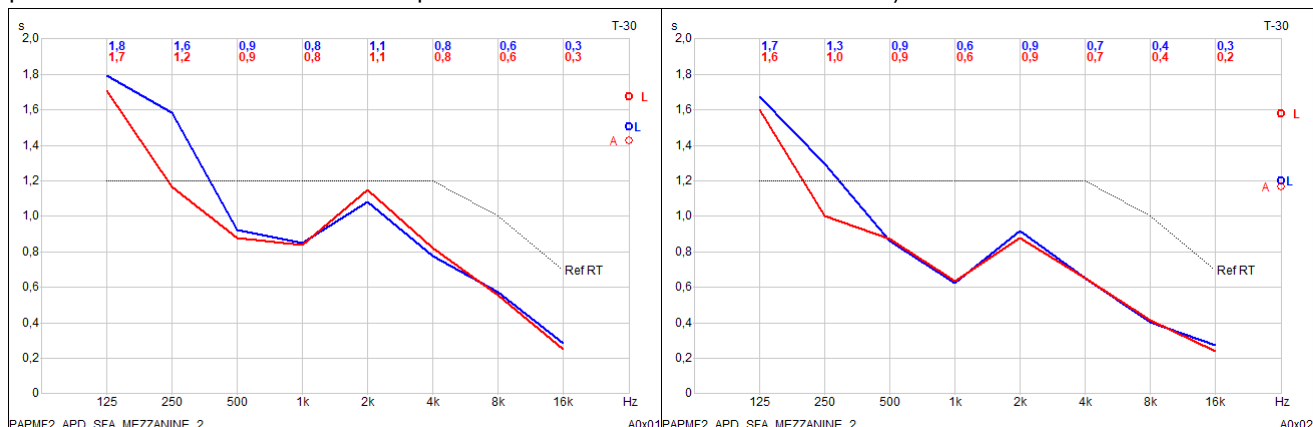
S'agissant de la classe B de sonorité à la marche ($65 \leq L_{ne,W} < 75$ dB) – le respect de cet objectif contraint le choix des revêtements de sol souhaité :

- Pour les revêtements de sol de type moquette, cela ne présente pas de difficulté, une classe A (donc mieux que la classe B) est obtenue par nature ;
- Pour les revêtements de sol de type PVC, cela impose la classe de sonorité B et donc un choix limité.

S'agissant de la durée de réverbération, il a été réalisé une modélisation acoustique 3D sous CATT acoustique afin de justifier des résultats.



Durée de réverbération estimée (émission au niveau 7 sous la double hauteur source A0, réception 01 au niveau R+7M proche de la double hauteur et réception 02 au niveau R+7 sous la mezzanine) :



Soit :

- au niveau R7M (point 1), une durée de réverbération moyenne de 0,95s, conforme à la note C HQE BD ;
- au niveau R7 (point 2), une durée de réverbération moyenne de 0,80s, conforme à la note C HQE BD.

2.8.2 Médiathèque R+7 et R+7M :

Les prestations d'aménagement (autres les mobiliers) intègrent :

- Revêtement de sol selon zone :
 - o sol PVC en pose sur sous-couche acoustique devant justifier d'un indice de réduction des bruits d'impacts $\Delta L_w \geq 19$ dB ;
 - o Sol moquette au sol dito plateau : moquette devant justifier à la fois d'un indice de réduction des bruits d'impacts $\Delta L_w \geq 33$ dB et d'un coefficient d'absorption α_w de 0,3.
- Plafond médiathèque niveau R+7 M : Mise en œuvre d'un plafond par le bailleur de type Organic Mineral 50 (25mm de fibre de bois + 25mm de laine minérale) toute surface – Alpha W de 0,85 ;
- Plafond médiathèque niveau R+7 : plafond suspendu dito plafond absorbant (dito plateau) - Alpha W de 0.70 pris en compte.

L'espace médiathèque au titre du référentiel HQE BD V4 peut être rattaché aux espaces « salle de lecture » - le volume de l'espace en double hauteur est supérieur à 250m³, ce qui implique, au titre des aménagements CDC, pour le respect d'une note C sur le thème acoustique :

- Retenir un revêtement de sol de classe B de sonorité à la marche ;
- Obtenir une durée de réverbération inférieure à 1,20s (valeur moyenne 500-2kHz).

S'agissant de la classe B de sonorité à la marche ($65 \leq L_{ne,W} < 75$ dB) – le respect de cet objectif contraint le choix des revêtements de sol souhaité :

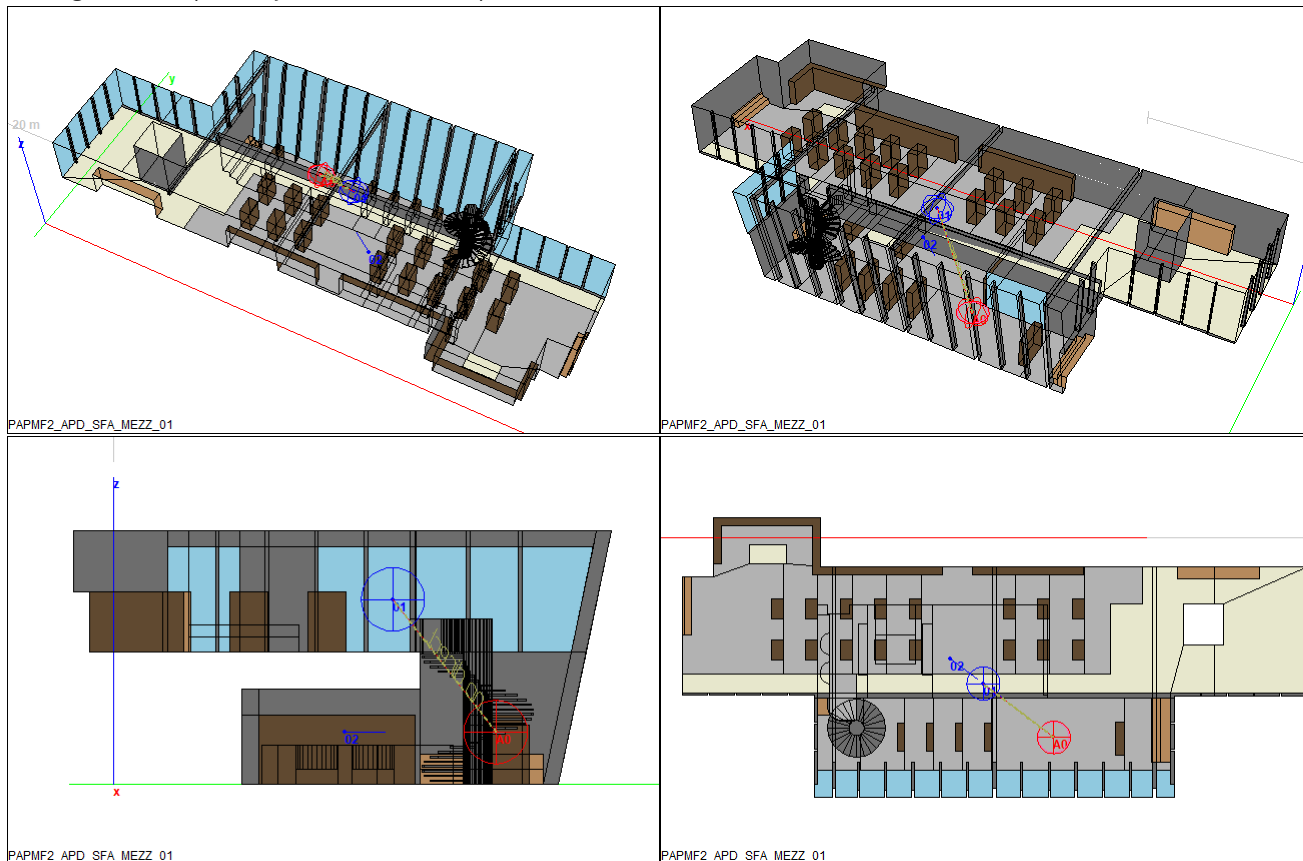
- Pour les revêtements de sol de type moquette, cela ne présente pas de difficulté, une classe A (donc mieux que la classe B) est obtenue par nature ;
- Pour les revêtements de sol de type PVC, cela impose la classe de sonorité B et donc un choix limité.

S'agissant de la durée de réverbération, il a été réalisé une modélisation acoustique 3D sous CATT acoustique afin de justifier des résultats. Deux configurations ont été modélisées :

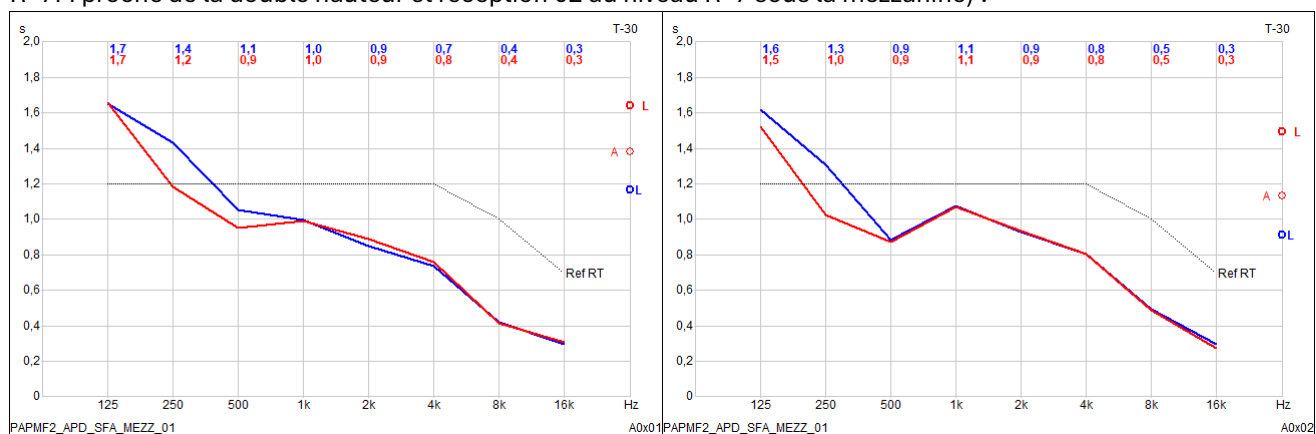
- Configuration 1 : avec majoritaire un sol PVC (non absorbant donc) en R7 et en R7M – la moquette étant située le long de la mezzanine niveau R7M et en fond de mezzanine dito repérage de sol architecte ;
- Configuration 2 : en considérant un sol de type moquette toutes surfaces.

Résultats de modélisation CATT acoustiques

- Configuration 1 (sol majoritairement PVC) :



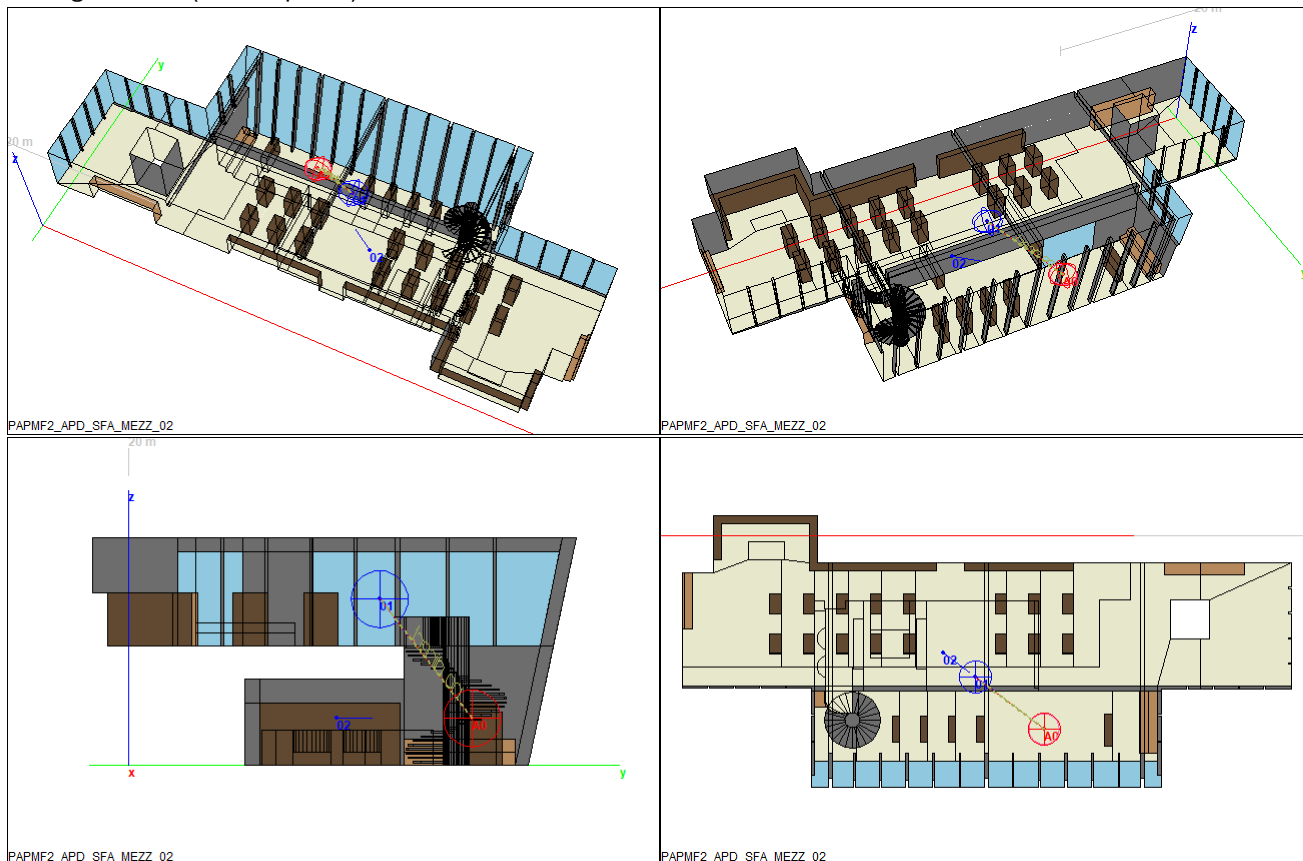
Durée de réverbération estimée (émission au niveau 7 sous la double hauteur source A0, réception 01 au niveau R+7M proche de la double hauteur et réception 02 au niveau R+7 sous la mezzanine) :



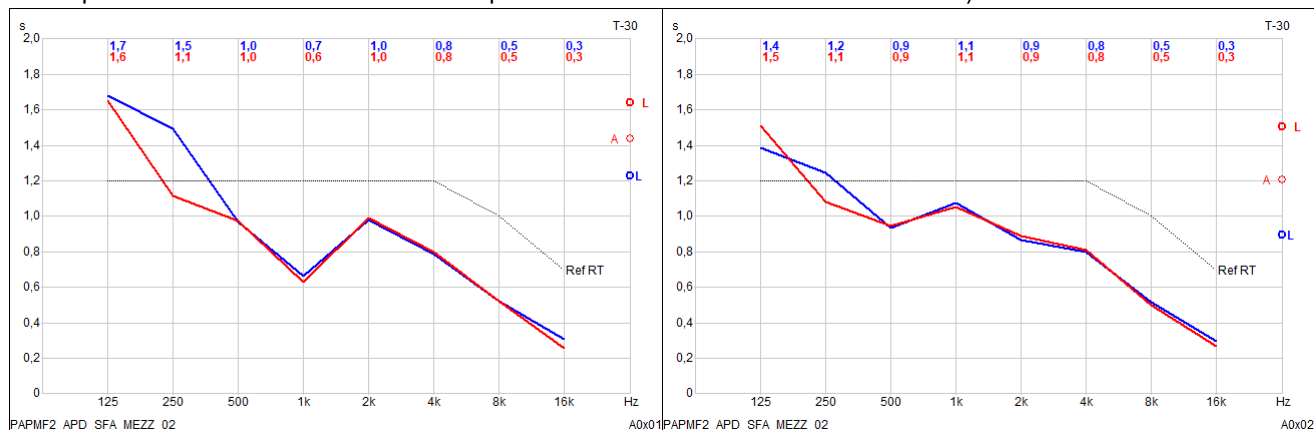
Soit

- au niveau R7M (point 1), une durée de réverbération moyenne de 1s, conforme à la note C HQE BD ;
- au niveau R7 (point 2), une durée de réverbération moyenne de 1s, conforme à la note C HQE BD.

- Configuration 2 (sol moquette) :



Durée de réverbération estimée (émission au niveau 7 sous la double hauteur source A0, réception 01 au niveau R+7M proche de la double hauteur et réception 02 au niveau R+7 sous la mezzanine) :



Soit

- au niveau R7M (point 1), une durée de réverbération moyenne de 0,85s, conforme à la note C HQE BD ;
 - au niveau R7 (point 2), une durée de réverbération moyenne de 1s, conforme à la note C HQE BD.
- Conclusion : les deux configurations permettent le respect de la note C HQE BD – la configuration 2 avec un sol majoritairement de type moquette est plus performante acoustiquement.

ANNEXE : PROTOCOLES DE MESURES ACOUSTIQUES DE RECEPTION APPLICABLES AU PROJET

1. Rappel

Ce chapitre a pour but de préciser les conditions dans lesquelles seront réalisées les mesures de réception acoustique en vue d'apprécier la conformité des résultats obtenus aux exigences de la présente Notice Acoustique Générale à laquelle les entreprises doivent se référer.

Pour demander la réception des ouvrages ou d'une partie des ouvrages qu'elle a réalisés, chaque entreprise doit au préalable avoir fait procéder à des mesures acoustiques de pré-réception **à ses frais** et produire des résultats satisfaisants aux règles fixées ici.

Dans le cas de résultats d'essais non satisfaisants, l'entreprise responsable des défauts constatés devra remédier à ces défauts. Les nouveaux essais de contrôle à faire après réfection des ouvrages, seront à la charge de ou des entreprises responsables et titulaires du ou des lots.

2. Tolérance de mesure

Cette tolérance est fixée à 3dB(A) sauf cas spécifiques précisés. Elle ne doit en aucun cas être prise en compte comme tolérance d'étude.

3. Appareils de mesure

Les appareils utilisés devront être conformes aux spécifications de la norme NFS 31-009 pour les sonomètres de classe 1 et respecter les spécifications données dans les normes citées dans le présent document. Le microphone doit en particulier être étalonné pour les mesures en champ diffus. La lecture sera effectuée généralement avec la caractéristique S (pondération temporelle "lente") du détecteur de l'appareil de mesure sauf cas spécifiques précisés dans les CCTP des lots concernés.

4. Position des points de mesure

Pour toutes les mesures acoustiques (bruits aériens, bruits d'équipements, bruits d'impacts), et le relevé des durées de réverbération, le microphone devra obligatoirement être éloigné d'au moins un mètre des toutes les parois.

5. Correction de durée de réverbération

En général, les niveaux de pression acoustique mesurés dans les pièces de réception seront normalisés en fonction des durées de réverbération T et T_0 selon la formule suivante : $L(\text{normalisé}) = L_m - 10 \log T/T_0$ où

- $L(\text{normalisé})$ est le niveau de pression acoustique normalisé ;
- L_m est le niveau de pression acoustique mesuré ;
- T est la durée de réverbération mesurée dans le local à la fréquence considérée ;
- T_0 est la durée de réverbération du local de réception portée dans la présente Notice Acoustique Générale (aussi appelée T_R).

Les mesures seront effectuées les portes et les fenêtres étant fermées. Les résultats normalisés trouvés, s'ils se terminent par 0,5 seront arrondis à l'unité dans le sens favorable de l'Ouvrage.

6. Mesures de l'isolement standardisé aux bruits aériens des locaux vis-à-vis des sources extérieures

Les mesures d'isolement acoustique des locaux vis-à-vis des sources extérieures seront effectuées toutes portes et fenêtres fermées mais stores et volets ouverts.

Conformément à la norme NF EN ISO 10052, l'émission pourra être celle du trafic routier réel ou celle d'une source électroacoustique (haut-parleur).

Dans le cas du trafic routier réel les deux niveaux de pression acoustique intérieure et extérieure seront mesurés statistiquement pour un nombre de sources de bruit, un espacement et un temps suffisant. Un analyseur pourra être utilisé à cet effet.

L'isolement standardisé sera exprimé en dB et pondéré par rapport à la durée de réverbération nominale du local de réception et il sera calculé de la manière suivante :

$$Li,Ctr = Li + 10 \log T/T_0 \text{ dB avec}$$

- l'indice i , représente la bande d'octave centrée sur la fréquence i (bande d'octave prise en compte : 125 - 250- 500 - 1000 - 2000 Hz) ;
- Li est la différence des niveaux de pression acoustique mesurés à l'extérieur et à l'intérieur dans la bande d'octave centrée sur la fréquence i , à 0,1 dB près. Chacun de ces niveaux est égal au niveau de pression acoustique exprimé en dB qui est dépassé pendant 50% du temps des mesures ;
- Li,Ctr est la différence des niveaux de pression acoustique mesurés (Li défini ci-dessus) pondéré par rapport à la durée de réverbération du local de réception ;
- T est la durée de réverbération à la fréquence « i » ;
- T_0 est la durée de réverbération de référence du local de réception telle que prévue dans la Notice Acoustique Générale.

$$D_{nT,A, tr} = -10 \log \sum 10^{(Li,Ctr-Xi,Ctr)/10} \text{ dB avec :}$$

- $D_{nT,A, tr}$ est l'isolement acoustique standardisé pour un spectre de bruit route ;
- l'indice i , représente la bande d'octave centrée sur la fréquence i (bande d'octave prise en compte : 125 - 250- 500 - 1000 - 2000 Hz) ;
- Xi,Ctr : sont les niveaux donnés par la Norme NF EN ISO 717-1 (classement français NF S 31-032-1) aux fréquences i pour le spectre d'adaptation "Ctr" (spectre d'adaptation pour un bruit de type route) ;
- Li,Ctr : est la différence de Niveau corrigée par rapport à la durée de réverbération, tel que décrit ci-dessus.

7. Mesures de l'isolement standardisé aux bruits aériens entre locaux intérieurs à la construction

Source de bruit : La source de bruit sera un haut-parleur diffusant un bruit large bande (bruit rose). Le haut-parleur sera disposé de façon à ne pas attaquer directement la paroi à tester, mais de manière à obtenir un champ acoustique le plus isotrope possible.

Réception du bruit : Ces mesures seront effectuées pour chacune des bandes d'octave centrées sur les fréquences suivantes : 125 - 250 - 500 - 1000 - 2000 Hz.

Calcul de l'isolement : L'isolement standardisé sera exprimé en dB et pondéré par rapport à la durée de réverbération nominale du local de réception et il sera calculé de la manière suivante :

$$Li,C = Li + 10 \log T/T_0 \text{ dB avec :}$$

- l'indice i , représente la bande d'octave centrée sur la fréquence i (bande d'octave prise en compte : 125 - 250- 500 - 1000 - 2000 Hz) ;
- Li est la différence des niveaux de pression acoustique mesurés à l'extérieur et à l'intérieur dans la bande d'octave centrée sur la fréquence i , à 0,1 dB près. Chacun de ces niveaux est égal au niveau de pression acoustique exprimé en dB qui est dépassé pendant 50% du temps des mesures ;
- Li,C est la différence des niveaux de pression acoustique mesurés (Li défini ci-dessus) pondéré par rapport à la durée de réverbération du local de réception ;
- T est la durée de réverbération à la fréquence « i » ;
- T_0 est la durée de réverbération de référence du local de réception telle que prévue dans la Notice Acoustique Générale.

$$D_{nT,A} = -10 \log \sum 10^{(Li,C-Xi,C)/10} \text{ dB avec :}$$

- $D_{nT,A}$ est l'isolement acoustique standardisé pour un spectre de bruit rose ;
- l'indice i , représente la bande d'octave centrée sur la fréquence i (bande d'octave prise en compte : 125 - 250- 500 - 1000 - 2000 Hz) ;
- Xi,C : sont les niveaux donnés par la NF EN ISO 717-1 (classement français NF S 31-032-1) aux fréquences i pour le spectre d'adaptation "C" (spectre d'adaptation pour un bruit de type rose) ;
- Li,C : est la différence de Niveau corrigée par rapport à la durée de réverbération, tel que décrit ci-dessus.

8. Mesure des niveaux de pression pondérés du bruit de choc standardisé

La machine à chocs utilisée devra être conforme aux spécifications des normes mentionnées.

Elle sera placée près du centre du plancher émetteur en un ou deux points différents proches du centre géométrique du local. Le niveau de pression acoustique L sera mesuré au centre géométrique du local de réception.

Cette mesure sera effectuée pour chacune des bandes d'octave normalisée de 125 à 2000 Hz, et corrigée en fonction des durées de réverbération T et T_0 du local aux mêmes fréquences, selon la formule suivante : $L_{n,i} = L_i + 10 \log T_i / T_0$ en dB (arrondi 0.1dB près) avec :

- L_i est le niveau de pression acoustique mesuré à l'octave i ;
- T_i est la durée de réverbération du local mesuré à l'octave i ;
- T_0 est la durée de réverbération du local prévue dans la Notice Acoustique Générale (à l'octave i).

La courbe de référence par octave (courbe de référence issue de la norme ISO/DIS 717-2.2) est alors décalée par bond de 1dB vers la courbe mesurée ($L_{n,i}$ par octave – voir ci-dessus) jusqu'à ce que la somme des écarts défavorables soit aussi grande que possible, mais sans dépasser 10,0dB.

Après avoir effectué les décalages progressifs conformément à la procédure ci-dessus, le niveau de pression pondéré du bruit de choc standardisé $L'_{nT,W}$ est la valeur de la courbe de référence à 500Hz minoré de 5dB. Le niveau de pression pondéré du bruit de choc standardisé $L_{nT,W}$ est exprimé en dB.

9. Mesures de bruit d'équipements intérieurs à l'Ouvrage

Bruit d'équipement de longue durée : Les mesures seront effectuées dans le local de réception, par bandes d'octave axées sur les fréquences suivantes : 63 - 125 - 250 - 500 - 1000 - 2000 - 4000 - 8000 Hz. Les valeurs mesurées seront pour chaque bande d'octave corrigées en fonction de la durée de réverbération du local.

$$L_{net} = L + 10 \log T/T_0 \text{ où :}$$

- L est le niveau mesuré ;
- T est la durée de réverbération du local lors de la mesure ;
- T_0 est la durée de réverbération du local prévue dans la Notice Acoustique Générale non affectée de tolérances.

Enfin, il sera vérifié l'absence de tonalités marquées au sens défini dans la présente NOTICE dès qu'un doute sur le contenu du bruit émis apparaîtra.

Bruit d'équipements de faible durée : Il s'agit exclusivement des phases de démarrage et d'arrêt des ascenseurs et circulations mécanisées. Ces mesures seront effectuées directement en dB(A) dans le local de réception. Une correction de durée de réverbération de -3dB(A) sera appliquée dans le cas où la mesure serait effectuée dans un local non meublé.

10. Mesures de bruit d'équipements relevés à l'extérieur du bâtiment

Ces mesures, pour les relevés, seront effectuées en s'inspirant de la méthode décrite par la norme française NFS 31-010 pour des points de réception tels que précisés dans les pièces constitutives du Marché. Dans ce cas, la tolérance de 3 dB(A) n'est pas applicable.

11. Appréciation des résultats

Pour chaque type de mesure, niveaux résiduels de bruits d'impacts, bruits d'équipements, durée de réverbération, pris individuellement, il sera effectué au minimum trois points de mesure par cas de figure.

Suivant la dispersion des résultats, un nombre plus important d'essais pourra être effectué.

Dans le cas où la tolérance de 3 dB(A) (ou 3dB selon critère mesuré) est applicable :

- Sur une règle ou une contrainte fixée en termes de courbes NR assujetties d'une contrainte supplémentaire en dB(A) (de niveau global en dB(A)). La conformité sera atteinte si la moyenne algébrique des dépassements positifs, négatifs ou nuls par rapport aux valeurs portées dans la NOTICE ACOUSTIQUE GENERALE, est dans la limite des 3 dB(A) de tolérance, sous réserve qu'aucun des résultats de mesure pris individuellement n'enfreigne la tolérance de 3 dB(A).

- Sur le critère en NR, la tolérance est de 3dB pour les octaves dont les fréquences centrales sont inférieures ou égales à 125Hz, de 2dB de 250 à 4000Hz. Bien entendu ces tolérances sur le NR sont sous réserve du respect de la règle sur le niveau global donné ci avant et de l'absence de tonalités marquées telles que demandées dans la NFS 31-010 (annexes de la version antérieure à celle de décembre 1996).
- Sur un objectif d'isolement, de niveau de bruit d'impact, la tolérance de 3dB est applicable sur les mesures de réception,
- La tolérance n'est pas applicable sur des essais sur témoin ou 1^{er} de série (pour lesquels la tolérance est fixée à 1dB ou 1dB(A) selon le critère testé).

Dans le cas où la tolérance de 3 dB(A) (ou 3dB selon critère mesuré) n'est pas applicable : Toutes les valeurs relevées doivent être strictement conformes aux contraintes définies. Pour les bruits d'équipements, toutes les valeurs relevées doivent être inférieures ou égales aux valeurs fixées en termes de NR.

Cas des cloisonnements amovibles : pour de type de cloisonnement la tolérance en termes d'isolements aérien $D_{nT,A}$ en dB est limitée à :

- 1dB pour les essais sur témoin ou 1^{er} de série
- 2dB pour les essais de pré réception – tolérance admise uniquement dans 25% des cas testés

Cas particuliers : ils sont donnés dans le narratif de la présente NOTICE et dans les CCTP acoustiques lot par lot (intégré au marché), pas de tolérance sur les essais sur témoin ou prototype.

.../...