

DOCUMENT :

RAPPORT TECHNIQUE

PROJET DE RECHERCHE « A PAS DE VELOURS »

EVALUATION DES PERFORMANCES ACOUSTIQUES DE MATERIAUX BIOSOURCES
POUR LE RENFORCEMENT DE PLANCHERS BOIS

BATIMENT

ENVIRONNEMENT

INDUSTRIE

DOCUMENT EMIS PAR :

AGENCE SUD EST

Immeuble le Britannia
20 boulevard Eugène Deruelle
69003 LYON

Tél : +33 (0) 4 26 99 44 25

Fax : +33 (0) 4 26 99 44 27

Mail : sudest@lasa.fr



*L'ingénierie
acoustique et vibratoire
depuis 1978*

AGENCE PARIS

Siège social
236 bis, rue de Tolbiac
75013 PARIS

Tél : +33 (0) 1 43 13 34 00

Fax : +33 (0) 1 43 13 34 09

Mail : contact@lasa.fr

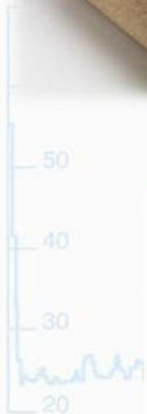


REDIGE PAR	VERIFIE PAR	DATE	INDICE
Pierre BRIE SAMUEL TOCHON DANGUY	SAMUEL TOCHON DANGUY	20/12/2013	0



PROJET R&D « A PAS DE VELOURS »

Evaluation des performances acoustiques de matériaux
bio-sourcés pour le renforcement de planchers bois



L'ingénierie
acoustique et vibratoire
depuis 1975



SOMMAIRE

1	INTRODUCTION.....	5
1.1	PREAMBULE.....	5
1.2	LES ACTEURS.....	5
1.3	MOYENS TECHNIQUES.....	6
2	CELLULE DE TEST	7
2.1	PREAMBULE.....	7
2.2	CONCEPTION DE LA CELLULE	7
2.2.1	Etude du champ acoustique du local de réception	7
2.2.2	Etude des transmissions parasites entre les volumes d'émission et de réception.....	10
2.2.2.1	Propagation aérienne à travers le plancher principal séparatif.....	11
2.2.2.2	Propagation solidienne dans les parois et rayonnement	14
2.2.2.3	Propagation solidienne et rayonnement du chevêtre bois	16
2.3	VALIDATION FONCTIONNELLE	18
2.3.1	Prépondérance du champ direct.....	18
2.3.2	Performance d'isolation du plancher périphérique.....	24
2.4	PROTOCOLE DE TEST	26
2.4.1	CONTRAINTES TECHNIQUES ET PRATIQUES	26
2.4.1.1	Contraintes matérielles et temporelles	26
2.4.1.2	Contraintes techniques	27
2.4.2	PRECONISATIONS ISSUES DE LA NORME.....	28
2.4.2.1	Mesurage de la transmission des bruits de choc.....	28
2.4.2.2	Mesurage de l'affaiblissement aux bruits aériens.....	29
2.4.2.3	Synthèse des préconisations	30
2.4.3	DEFINITION DU PROTOCOLE DE MESURAGE	31
2.5	QUANTIFICATION DE L'ERREUR DE MESURE.....	36
2.5.1	INCERTITUDE MATERIELLE	37
2.5.1.1	Incertitude matérielle sur la mesure d'affaiblissement au bruit aérien.....	37
2.5.1.2	Incertitude matérielle sur la mesure de niveau de bruit de choc	38
2.5.2	INCERTITUDE DE POSITIONNEMENT DES MICROPHONES	40
2.5.2.1	Incertitude de positionnement micro sur la mesure d'affaiblissement au bruit aérien.....	40
2.5.2.2	Incertitude de positionnement micro sur la mesure de niveau de bruit de choc	41
2.5.3	INCERTITUDE DE DIRECTIVITE DE LA SOURCE DE BRUIT	43
2.5.4	ETUDE DU CHAMP ACOUSTIQUE DU LOCAL D'EMISSION	44
3	CAMPAGNE DE TEST	46
3.1	PROGRAMME D'ESSAIS	46
3.2	PRESENTATION DES RESULTATS	47
3.2.1	PLANCHER DE BASE	47
3.2.2	TABLEAU DE SYNTHESE DES RESULTATS.....	50
3.2.3	CONFIGURATIONS COMPAREES	50
4	SYNTHESE ET CONCLUSIONS.....	51
5	DEFINITIONS ET TERMINOLOGIE	53
	ANNEXES.....	56

ANNEXE 1 : GRAPHIQUE DE SYNTHÈSE DES RESULTATS	57
ANNEXE 2 : TABLEAU DE SYNTHÈSE DES RESULTATS.....	58
ANNEXE 3 : FICHES DE COMPARAISON DE RESULTATS	59

1 INTRODUCTION

1.1 PREAMBULE

Le programme de recherche « A pas de velours » est né d'un constat : si les propriétés acoustiques des matériaux conventionnels utilisés dans le bâtiment sont maintenant bien connues et leurs prescriptions de mise en œuvre stables, ce n'est pas le cas pour les éco-matériaux, qu'ils soient d'origine végétale, animale ou minérale. Les mesures et tests disponibles pour les produits d'isolation de planchers sont rarement superposables. Plusieurs raisons à cela : la diversité des provenances, des protocoles de mesurage, des indices utilisés, sans oublier la "pollution" des affirmations commerciales parfois quelque peu fantaisistes ou trop spécifiques pour permettre une mise en regard entre produits.

Or la demande est récurrente et correspond à un besoin. 66% des Français disent éprouver des nuisances sonores à leur domicile et l'éco-construction n'est pas épargnée par cette situation. La construction en ossature bois, notamment, est souvent accusée de mauvaises performances acoustiques. Parmi les insuffisances ou les défauts relevés figure en bonne place la question des séparations d'étages, planchers ou plafonds.

Les constructeurs en ossature bois notamment, mais également tous ceux qui sont amenés à mettre en œuvre des solutions acoustiques dans l'éco-construction, sont donc concernés et demandeurs d'informations validées sur le terrain. En effet, le confort acoustique est souvent évoqué par les occupants de logements, que ce soit en construction ou en rénovation. La question est même récurrente dans les projets d'habitat groupé, où l'isolation acoustique est en tête des priorités.

Pour pouvoir comparer entre elles les performances de planchers et de plafonds, il est indispensable de réaliser des tests de diverses configurations dans une même cellule de mesurage. C'est ce que réalise le programme « A pas de velours », avec la construction d'une cellule de mesurage dédiée.

1.2 LES ACTEURS

Le projet de recherche a pu voir le jour grâce au concours de 4 acteurs :

Jean Louis Beaumier, initiateur et coordinateur du programme, qui est conseiller et formateur sur l'utilisation des matériaux bio-sourcés en acoustique, auteur de l'ouvrage « L'isolation phonique écologique » (Editions Terre Vivante).

Le Gabion, organisme de formation à l'éco-construction installé à Embrun – Hautes Alpes, en région PACA, qui a accueilli le programme et construit la cellule de mesurage. Le Gabion, avec son responsable technique **Laurent Limousin**, souhaite également se positionner à la pointe des travaux de recherche et développement en acoustique de l'éco-construction.

Le LASA, bureau d'études en ingénierie acoustique et vibratoire. Le LASA est un leader référent de l'acoustique du bâtiment en France. Impliqué depuis sa création en 1975 dans des démarches de recherche et développement, il s'est tout particulièrement investi dans des recherches sur l'acoustique et la construction bois ces dernières années, et dans la lignée est très intéressé par les éco - matériaux. Il assure la conception et l'instrumentation de la cellule, la mise au point des protocoles de test et l'analyse des données. Au LASA le projet est coordonné par **Samuel Tochon-Danguy** et fait l'objet d'importants moyens humains et matériels (modélisations, équipement métrologique cellule test,...), ainsi que d'un projet de fin d'études mené par **Pierre Brie** (ingénieur INSA), qui a été suivi d'une embauche pour poursuivre le projet.

Le réseau Les Matériaux Verts, réseau de distribution de matériaux de construction bio-sourcés. Sous l'impulsion de **Pierre Brissaud**, responsable du magasin de Gap, Hautes-Alpes, le réseau s'implique par la fourniture de matériaux et une aide financière au programme.

1.3 MOYENS TECHNIQUES

Pour permettre la bonne réalisation de ce programme de recherche, les 4 acteurs ont investi conjointement les ressources nécessaires. Sans disposer de subventions le projet a été financé en fonds propres :

- Jean-Louis Beaumier, par son investissement tout au long du projet. Il a notamment monté le projet et rassemblé ses acteurs, réalisé une grande partie de la campagne d'essais dans la cellule, et a fourni la source de bruit qui a permis le bon déroulement des tests ;
- Le GABION notamment par le concours de son directeur technique Laurent Limousin. Il a hébergé la cellule d'essais sur son site, et l'a entièrement construite. Il a également fourni une assistance sous forme de main d'œuvre lors de la réalisation des campagnes d'essais.
- Le réseau Les Matériaux Verts par son magasin à Gap géré par Pierre Brissaud, a fourni des matériaux de construction pour la cellule ainsi que la majeure partie des matériaux pour les essais. L'ensemble du réseau a également contribué à la fourniture de matériaux.
- Le LASA par l'investissement de son directeur-adjoint Samuel Tochon-Danguy et de son chargé de projet Pierre Brie (Ingénieur INSA), ainsi que par la mise à disposition d'importants moyens techniques et humains. Le LASA a apporté son expertise technique pour l'aide à la conception de la cellule, sa validation fonctionnelle, la mise au point du protocole d'essai ainsi que l'exploitation des résultats et leur mise en forme. Il a participé à une partie de la campagne de tests dans la cellule, et a mis à disposition l'équipement de mesure nécessaire tout au long du projet :
 - 1 ordinateur PC portable muni des logiciels d'acquisition *dBFA Suite* développés par 01dB
 - 1 système d'acquisition *SYMPHONIE* de 01dB
 - 2 lignes microphones avec trépieds
 - 1 source de bruit RCF, pilotée par le *SYMPHONIE (Jean Louis BEAUMIER)*
 - 1 machine à chocs normalisée *NORSONIC*
 - 1 thermomètre (*GABION*)
 - 1 sonde hygrométrique (*GABION*)
 - Un dispositif de mesure de durées de réverbération
 - 1 calibre de pression normalisé



2 CELLULE DE TEST

2.1 **PREAMBULE**

La conception d'une cellule d'essai poursuit deux objectifs principaux : permettre la mesure des performances d'isolation acoustique des échantillons testés sans parasitage par la structure globale, et anticiper le comportement du champ acoustique du local de réception afin de faciliter le protocole de mesurage et d'étendre le domaine fréquentiel d'étude, notamment en basse fréquence.

Dans le cadre du présent projet, il a fallu prendre en compte des contraintes supplémentaires dont voici un aperçu :

- le budget et le temps réduit disponible pour la construction :
- La cellule de mesurage est construite sur le site du Gabion à Embrun. Cet organisme étant un centre de formation aux techniques de l'éco-construction, prenant en charge la réalisation de la cellule, il s'agit d'une construction temporaire (ne nécessitant pas de permis de construire) dont le début de la construction a été réalisé dans le cadre de stages de formations professionnalisantes sur la construction bois/bottes de pailles.
- Les dimensions maximales envisageables pour la cellule sont donc largement définies par cet état de fait, et restent limitées en emprise au sol et hauteur.
- Il s'agit par ailleurs également de faire une maquette de démonstration de l'éco-construction en plus d'être une cellule de tests acoustiques, et l'absence de budget de construction particulier conduit à utiliser autant que possible des matériaux peu coûteux et disponibles que sont le bois et la paille.
- Le bâtiment est donc construit en structure bois et en remplissage paille. Ce procédé de construction constitue une expérimentation acoustique supplémentaire, étant donné que le comportement acoustique des structures en bois et paille est encore peu documenté, bien que l'on connaisse les enjeux et comportement des constructions en structure bois.

2.2 **CONCEPTION DE LA CELLULE**

Pour comprendre la démarche de conception il faut contextualiser cette étude. Si la conception est réalisée en partie par le LASA sous forme d'audit du projet initial (déjà amorcé lorsque le LASA a rejoint le projet) et de conseils, la construction est quant à elle prise en charge par le Gabion sur leur site à Embrun. Cette construction est réalisée sans la présence permanente d'un référent du LASA. Les délais de construction étant relativement courts, on anticipe le fait que les contraintes de mise en œuvre propres à tout chantier entraîneront des variations sensibles par rapport aux plans de conception. Le procédé de construction en bois et paille est une difficulté supplémentaire : les contraintes d'exécution liées à un tel procédé font que les dimensions exactes du local de réception ne peuvent être connues à l'avance, ce qui exclut toute étude préalable du champ acoustique par modélisation informatique, ainsi on écarte l'utilisation d'outils tels que l'étude modale. Enfin la cellule est soumise à des contraintes de dimensions maximales envisageables liées à des questions de prospect et de permis de construire.

La Norme acoustique encadre la conception et la réalisation de cellules d'essais en proposant des guides, et met en garde vis-à-vis des causes de dysfonctionnement et des limites fonctionnelles traditionnellement rencontrées dans ces ouvrages. Elle propose des garde-fous et des pistes de solutions pour prévenir au maximum ces dysfonctionnements.

2.2.1 **Etude du champ acoustique du local de réception**

Préconisations issues de la Norme

Les qualités recherchées pour le champ acoustique du local de réception sont multiples. Tout d'abord il est important qu'il soit suffisamment diffus pour qu'il soit impossible de mesurer de trop grandes variations de niveau de pression en fonction de la position du micro. Dans l'objectif de mesurer des valeurs moyennes significatives, il est souhaitable que le volume ou ses parois contiennent suffisamment de sources de diffusion pour lisser les variations spatiales. Cette préoccupation est d'autant plus vive aux basses fréquences : il convient de déterminer la fréquence limite en-dessous de laquelle le recouvrement modal n'est plus suffisant et où les trop grandes variations spatiales du niveau empêchent toute mesure représentative. Il est important de se préoccuper de la géométrie du volume et de ses dimensions pour limiter dans la mesure du possible la création de modes propres de vibration d'amplitude importante. Ces différents points sont abordés par les normes européennes relatives à la construction de laboratoires d'essai et sont directement traduits en repères concrets et en guides pratiques à suivre. En voici les éléments les plus pertinents, issus de la norme *NF EN ISO 140-1 de décembre 1997 intitulée « Mesurage de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction », Partie 1 : « Spécifications relatives aux laboratoires sans transmissions latérales »* :

- §3.1 : « Il n'y a généralement pas lieu que le volume et la forme des deux salles d'essais soient absolument identiques. Il est recommandé que le volume des deux salles et/ou leurs dimensions linéaires diffèrent d'au moins 10%. Les salles doivent avoir un volume d'au moins 50 m³. »

« Il convient que la durée de réverbération dans les salles dans des conditions d'essai normales (avec absorption négligeable par l'objet en essai) ne soit ni trop longue ni trop courte. Lorsque la durée de réverbération aux basses fréquences dépasse 2 s, ou est inférieure à 1 s, déterminer si l'indice d'affaiblissement mesuré dépend de la durée de réverbération. Si tel est le cas, même en présence de diffuseurs dans les salles, celles-ci doivent être modifiées pour ajuster la durée de réverbération, T, en secondes, aux basses fréquences de telle manière que

$$1 \text{ s} \leq T \leq 2 \cdot \frac{V^{\frac{2}{3}}}{50} \text{ s}$$

Où V est le volume de la salle en mètres cubes. »

« Le niveau de bruit de fond dans la salle de réception doit être suffisamment bas pour permettre un mesurage du bruit transmis depuis la salle d'émission, compte tenu de la puissance émise dans la salle d'émission et de l'isolation acoustique des échantillons pour lesquels le laboratoire est prévu. »

- §3.2.1 « Il convient que l'aire d'ouverture d'essai pour les planchers soit comprise entre 10 m² et 20 m², avec la plus courte longueur d'arête d'au moins 2,3m. »

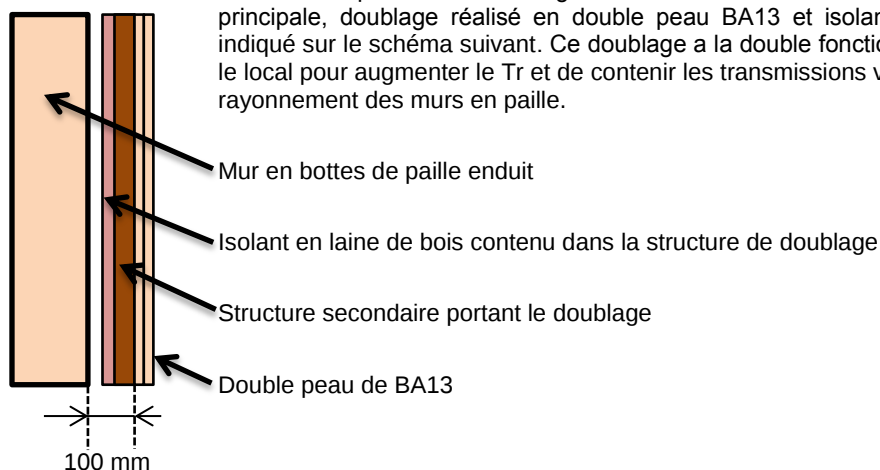
« Il est possible d'utiliser une surface plus petite si la longueur d'onde des vibrations libres en flexion à la plus basse fréquence considérée est inférieure à la moitié de la dimension minimale de l'échantillon. Plus l'échantillon est petit, plus les résultats seront sensibles aux conditions de fixation et aux variations locales des champs acoustiques. L'isolation acoustique de l'échantillon lui-même dépend aussi de la dimension de l'ouverture d'essai. »

Adaptation des préconisations

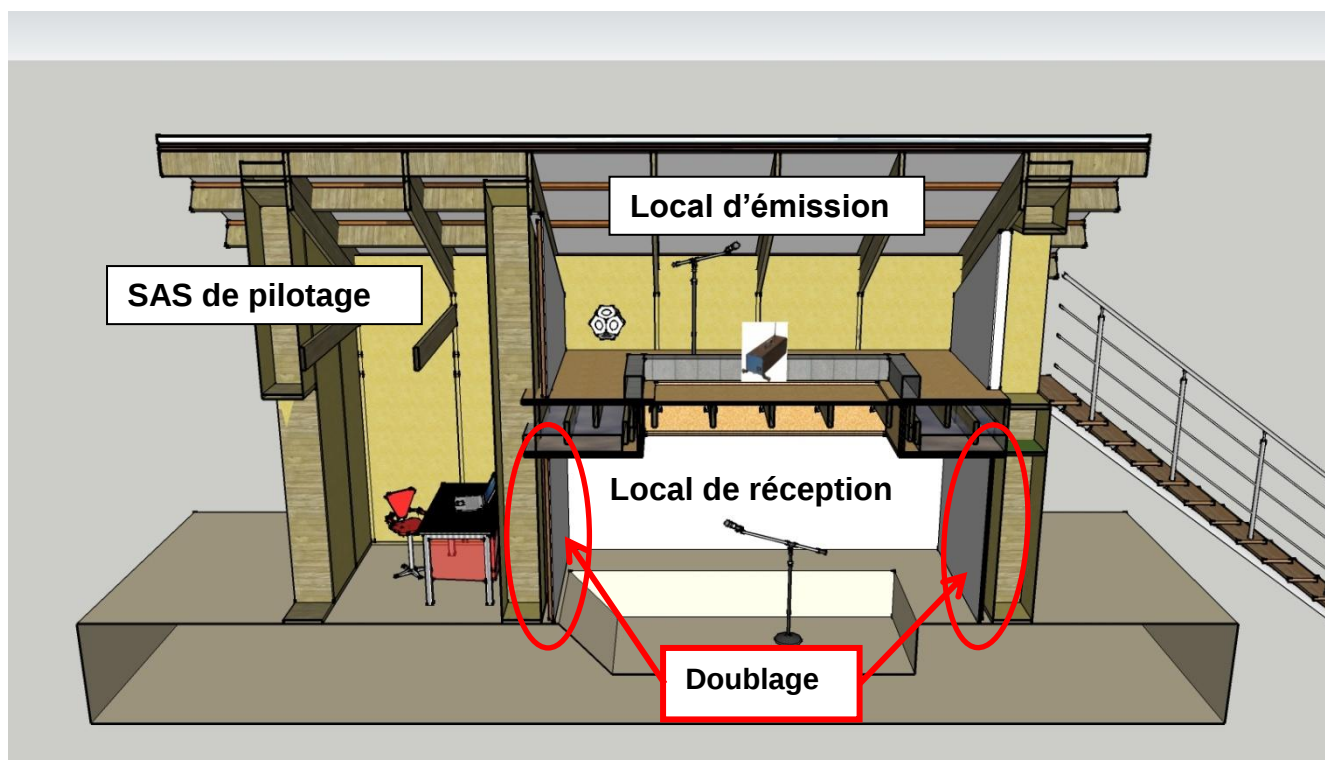
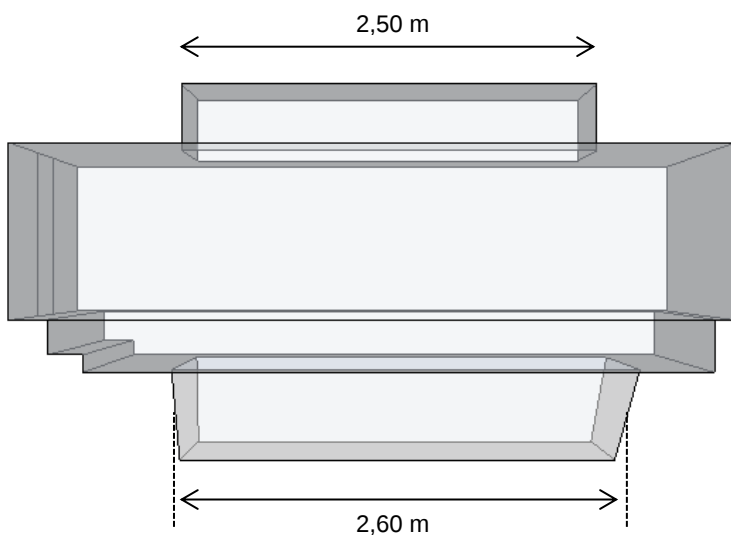
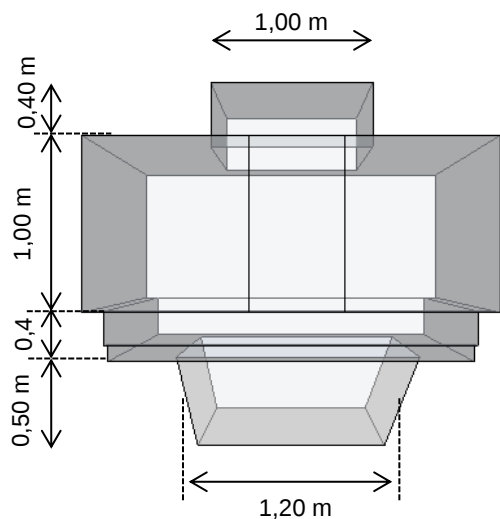
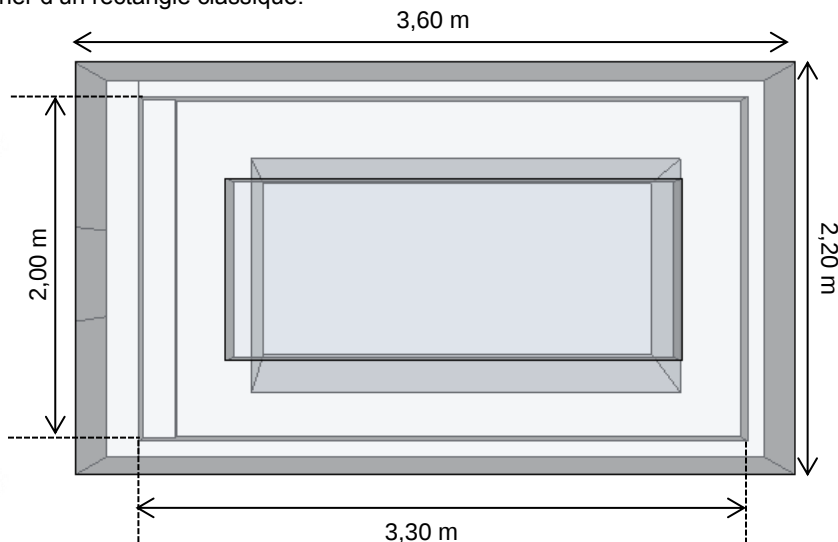
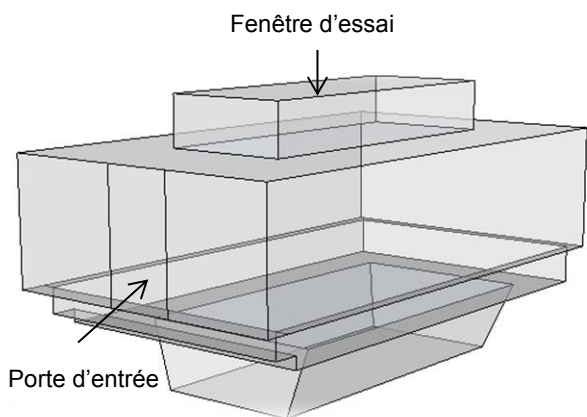
Dans le cadre du présent projet, nombre des recommandations ici prescrites ne peuvent être suivies du fait des différentes contraintes externes ou par souci de mise en œuvre. Par exemple la construction en bois et paille et le statut de construction temporaire, implique des contraintes de hauteur de construction qui ne permettent pas d'assurer le volume minimal de 50 m³ pour le local de réception, tout en conservant une surface au sol raisonnable et cohérente avec l'ensemble de l'édifice. L'encombrement total de la cellule de test ne doit pas dépasser une certaine limite par ailleurs, en raison de contraintes propres à l'exploitation du site du GABION et aux autorisations constructives (maquette temporaire). Ainsi on définit l'encombrement maximal que peut occuper le bâtiment, puis on fait le choix de répartir le volume intérieur disponible entre la pièce d'émission et la pièce de réception en maximisant le volume de réception (20 m³) au dépend de celui d'émission (15 m³) dans la limite du praticable.

Une conséquence de l'emploi de volumes restreints est la réduction de la durée de réverbération du local de réception. Afin de respecter les prescriptions relatives à la durée de réverbération ainsi qu'au caractère diffus du champ acoustique, on envisage deux solutions techniques :

- Le décaissement du sol afin d'augmenter le volume ;
- La mise en place d'un doublage des murs via une structure bois indépendante de la structure principale, doublage réalisé en double peau BA13 et isolant pour amortir la lame d'air comme indiqué sur le schéma suivant. Ce doublage a la double fonction d'apporter de la réverbération dans le local pour augmenter le Tr et de contenir les transmissions vibratoires latérales et par extension le rayonnement des murs en paille.



Les dimensions des arêtes du volume de réception sont ajustées afin de ne pas être multiples entre elles, dans un souci de ne pas créer de modes stationnaires trop marqués. Dans la lignée, le volume est sensiblement complexifié pour s'éloigner d'un rectangle classique.

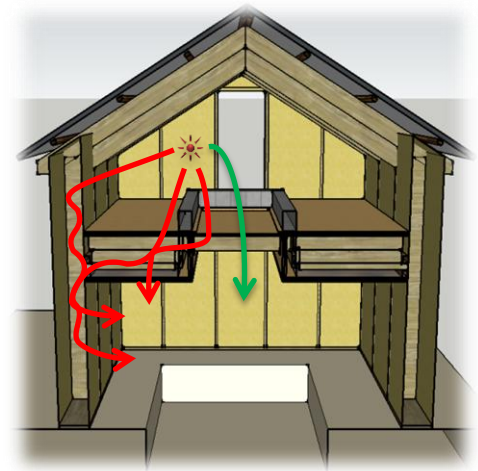


La taille de la fenêtre d'essai est fixée à 2,50 par 1 m, par commodité pour la manipulation ultérieure des échantillons : cette cote correspond aux dimensions de nombreux panneaux trouvables en grande distribution. Etant donné le grand nombre d'échantillons à tester, on privilégie l'aspect pratique et économique plutôt que le respect de la norme préconisant que les planchers recouvrent la totalité de la surface séparant les volumes d'émission et de réception.

2.2.2 Etude des transmissions parasites entre les volumes d'émission et de réception

Après les dispositions de conception prises afin d'avoir un champ acoustique exploitable dans le local de réception, le second enjeu majeur de l'étude de conception réside dans le comportement vibro-acoustique de l'ensemble de la structure. L'objectif poursuivi est de pouvoir mesurer de façon fiable les performances d'isolation aux bruits aériens ainsi qu'aux bruits de choc des échantillons placés dans la fenêtre d'essai. Pour cela, il est indispensable de s'assurer que les différentes voies vibratoires de la structure ne parasitent pas les mesures. Ces différentes voies sont les suivantes :

- Propagation aérienne à travers le plancher séparatif principal (hors fenêtre) ;
- Propagation solidienne depuis le plancher séparatif principal vers les parois du local de réception puis rayonnement ;
- Propagation solidienne depuis les parois du local d'émission vers les parois du local de réception puis rayonnement ;
- Propagation solidienne depuis la fenêtre d'essai vers la sous-face du plancher séparatif principal (hors fenêtre) puis rayonnement.



Pour anticiper le parasitage des mesures résultant de ces diverses voies de transmission vibratoire, on trouve plusieurs préconisations dans la norme *NF EN ISO 140-1 de décembre 1997 intitulée « Mesurage de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction », Partie 1 : « Spécifications relatives aux laboratoires sans transmissions latérales »* :

- §3.1 « Dans les laboratoires utilisés pour le mesurage de l'indice d'affaiblissement acoustique, le son transmis par une quelconque voie indirecte doit être négligeable par rapport au son transmis à travers l'échantillon. Un moyen pour obtenir cela dans de telles installations est de réaliser une isolation de la structure suffisante entre la salle d'émission et la salle de réception. Une autre méthode consiste à couvrir toutes les surfaces des deux salles d'un doublage qui réduit suffisamment les transmissions latérales. »

« L'indice d'affaiblissement mesuré d'un échantillon est affecté par le facteur de perte interne des structures qui entourent cet échantillon. Il est nécessaire de tenir compte du rapport de la masse de la structure en essai à celle des structures environnantes. Pour l'essai de structures légères ($m < 150 \text{ kg/m}^2$), il n'y a pas d'obligations particulières à prévoir. [...] »

- §4.1 relatif aux laboratoires de mesure de bruit de choc.
« L'isolation aux bruits aériens entre la salle de réception et la salle d'émission doit être suffisamment importante pour que le champ acoustique mesuré dans la salle de réception soit uniquement celui qui est généré par l'excitation solidienne du plancher soumis à l'essai. »
- Annexe B.1 « Il convient que l'indice d'affaiblissement acoustique apparent du mur complémentaire, y compris les éléments de construction latéraux, calculé par rapport à la surface de l'ouverture d'essai, soit supérieur d'au moins 6 dB à l'indice d'affaiblissement de l'échantillon à toutes les fréquences. »

Synthèse et adaptation des préconisations

Tout d'abord, il faut souligner le fait que l'ensemble des configurations de renforcement acoustique des planchers qui font l'objet du programme de recherche peuvent être qualifiées de *configurations légères* du fait que leur masse surfacique est inférieure à 150 kg/m². Il n'y a donc pas lieu de quantifier la dissipation d'énergie mécanique au sein de la structure, cette fuite d'énergie acoustique étant négligeable par rapport à l'énergie qui sera transmise dans le volume de réception.

Il s'agit donc d'étudier les différentes voies de transmission vibratoire et d'estimer leur impact sur la mesure.

2.2.2.1 Propagation aérienne à travers le plancher principal séparatif.

La première voie de propagation indésirable évidente est la propagation aérienne à travers le plancher principal séparant, c'est-à-dire le plancher entourant la fenêtre d'essai. La mesure d'isolement d'une telle configuration donne accès à un indice d'affaiblissement composé, c'est-à-dire à l'affaiblissement combiné de l'échantillon placé dans la fenêtre d'essai et du plancher principal périphérique. Si l'on souhaite pouvoir mesurer avec précision les performances d'affaiblissement des échantillons dans la fenêtre, il est nécessaire que les performances du plancher principal soient nettement supérieures, et quantifiées. Cette nécessité est illustrée dans la formule théorique de l'indice d'affaiblissement d'une paroi composée de deux éléments :

$$R_{tot} = 10 \cdot \log\left(\frac{S_{tot}}{S_1 \cdot 10^{-\frac{R_1}{10}} + S_2 \cdot 10^{-\frac{R_2}{10}}}\right)$$

Avec R_{tot} et S_{tot} les valeurs d'affaiblissement et la surface de la totalité de la paroi composée ;

R_i et S_i les valeurs d'affaiblissement et la surface de chacun des éléments.

On remarque qu'à surface égale, un écart de performance de 10 dB entre R_1 et R_2 implique un rapport de 10 entre les deux termes du dénominateur. Sur une échelle logarithmique, la contribution de l'indice d'affaiblissement le plus élevé dans le calcul du R_{tot} devient négligeable, et on peut avoir facilement accès au R de l'échantillon testé. Naturellement, cette simplification détériore tout de même la précision des valeurs obtenues, et dans une démarche de recherche appliquée on préférera limiter les approximations de calcul étant donné le grand nombre d'incertitudes inhérentes au protocole de mesurage, depuis la topographie imparfaite du champ acoustique en réception jusqu'aux imprécisions technologiques de la chaîne d'acquisition. Ainsi, on souhaite mesurer aussi précisément que possible l'indice d'affaiblissement du plancher principal périphérique, ce préalablement à l'ensemble de la campagne de tests, afin d'inclure cette donnée dans les calculs. Il n'en reste pas moins que les performances de ce plancher principal périphérique doivent être bien supérieures à celles des échantillons testés afin de garantir une plus grande précision de résultat.

Constitution du plancher principal séparatif hors fenêtre d'essai

On conçoit donc un plancher principal qui soit le plus isolant possible sur le plan acoustique, ce qui est un défi en soi étant donné le type de matériaux utilisés et les procédés de mise en œuvre afférents. L'expérience du bureau d'étude acoustique permet d'affirmer plusieurs grands principes à suivre afin de maximiser l'efficacité des planchers :

- Sa structure doit être du type masse-ressort-masse, c'est-à-dire être constituée de deux parements espacés par une lame d'air, laquelle est amortie par un isolant de faible densité.
- Toute plaque, quel que soit le matériau dont elle est constituée, possède une *fréquence critique* : une fréquence de résonance pour laquelle ses performances d'isolation sont détériorées. Pour des plaques moyennement épaisses voire épaisses, cette *fréquence critique* tombe dans les fréquences de la parole (principalement entre 500 et 2000 Hz) et c'est là qu'elle est la plus dérangeante. On privilégiera donc un empilement de plusieurs plaques minces (10 à 18 mm) pour lesquelles la *fréquence critique* s'élève aux alentours de 4000 Hz.
- Afin de lisser les défauts d'isolement des parements liés aux *fréquences critiques*, il est préférable que les parements combinent plusieurs épaisseurs de plaques, ainsi ces défauts se compensent entre plaques.
- Plus les parements sont espacés et la lame d'air grande, meilleures sont les performances, notamment aux basses fréquences qu'il est difficile de « parer » autrement. Dans le même temps, plus l'épaisseur d'isolant basse densité est importante, plus le plancher est performant. L'isolant ne doit cependant pas entrer en contact avec le parement haut, au risque de créer des liaisons mécaniques entre les deux parements et de détériorer l'effet d'amortissement des vibrations.

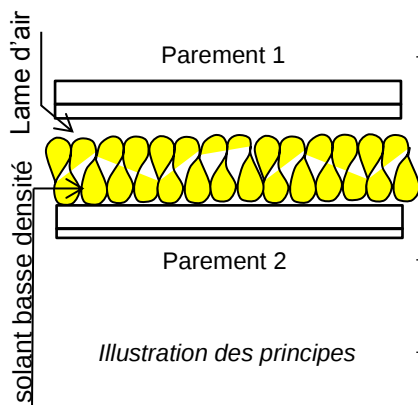
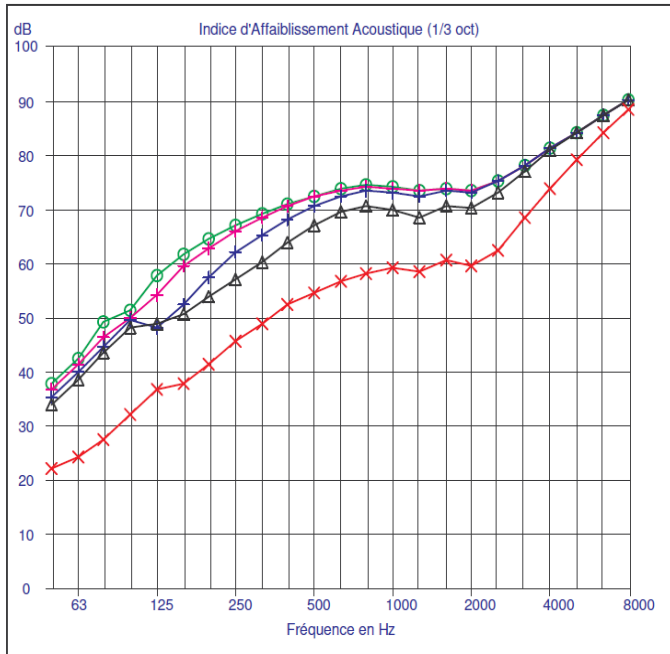


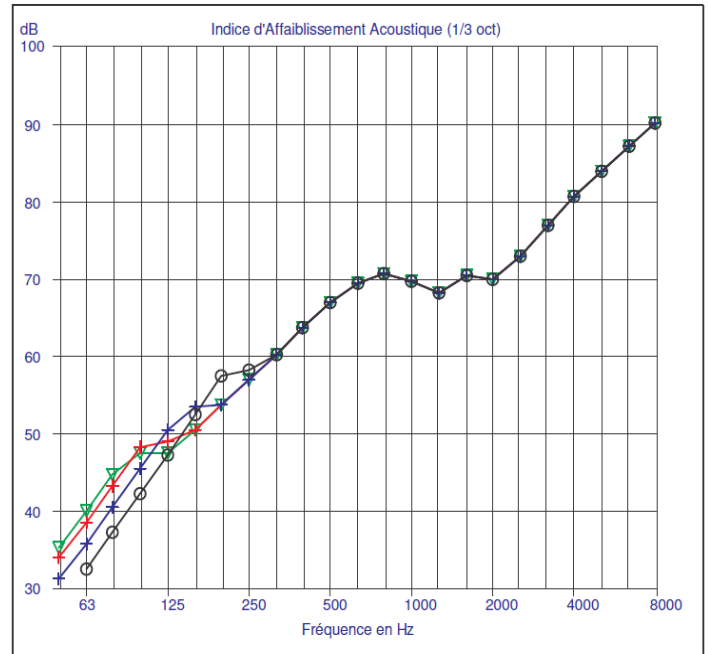
Illustration des principes

Sur la base de ces principes, plusieurs simulations de planchers ont été réalisées à l'aide du logiciel AcouS-STIFF. Ces simulations ont d'une part confirmé les principes de constitution issus de l'expérience, et d'autre part ont permis de converger vers une solution optimale.



Rw(C;Ctr) dB

- 2OSB22+AIR20+LR400+3OSB12 : 73 (-1;-5)
- 2OSB22+AIR120+LR300+3OSB12 : 73 (-2;-7)
- 2OSB22+AIR270+LR150+3OSB12 : 70 (-2;-7)
- 2OSB22+AIR370+LR50+3OSB12 : 67 (-2;-6)
- 2OSB22+AIR420+3OSB12 : 55 (-2;-7)

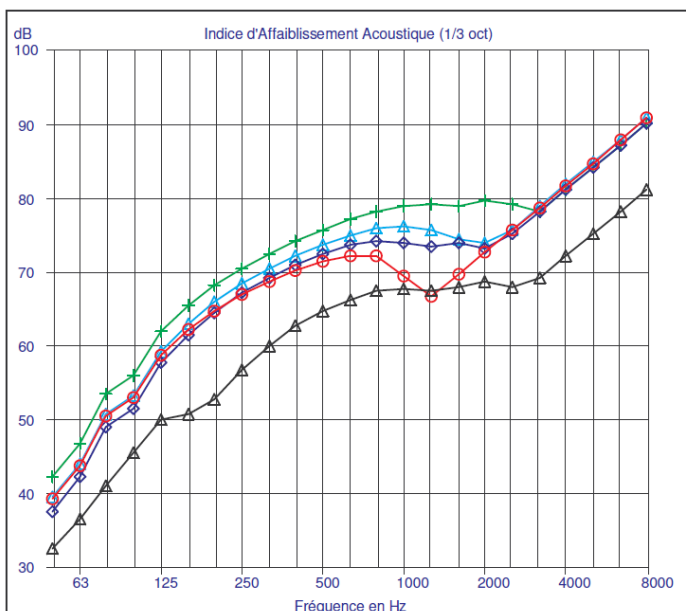


Rw(C;Ctr) dB

- 2OSB22+AIR450+LR50+3OSB12 : 67 (-2;-6)
- 2OSB22+AIR370+LR50+3OSB12 : 67 (-2;-6)
- 2OSB22+AIR250+LR50+3OSB12 : 67 (-1;-6)
- 2OSB22+AIR150+LR50+3OSB12 : 67 (-2;-8)

Sur les courbes ci-dessus, issues des modélisations, les parements haut et bas des planchers considérés sont toujours les mêmes. Dans la modélisation de gauche, l'épaisseur d'une laine de roche contenue dans la lame d'air varie, et il apparaît une amélioration continue des performances au fur et à mesure que la laine est plus épaisse. Elles sont maximales lorsque presque tout l'espace est rempli, mais qu'une mince lame d'air subsiste afin que les deux parements ne soient pas en contact.

Dans la modélisation de droite, l'espacement des parements varie, c'est-à-dire l'épaisseur de la lame d'air. Les parements haut et bas restent les mêmes, ainsi que l'épaisseur de laine minérale contenue dans la lame d'air. Il apparaît clairement que l'écartement progressif permet d'augmenter les performances aux basses fréquences. Il est pressenti qu'une augmentation simultanée de l'écartement des parements et de l'épaisseur de l'isolant basse densité augmenterait significativement les performances d'affaiblissement à toutes les fréquences.



Rw(C;Ctr) dB

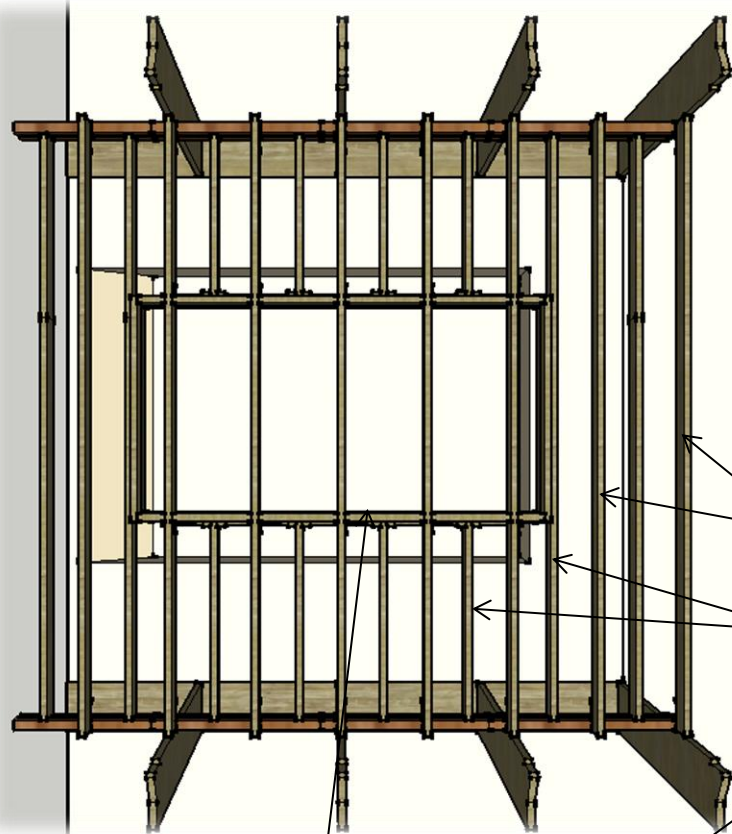
- 2OSB16+OSB22+AIR20+LM400+2FERMACELL12 : 77 (-1;-5)
- 2OSB16+OSB22+AIR20+LM400+3OSB12 : 75 (-2;-6)
- 2OSB22+AIR20+LM400+3OSB12 : 73 (-1;-5)
- 2OSB22+AIR20+LM400+2OSB22 : 72 (-2;-5)
- éch.OSB18+liege6+OSB22+AIR200+LR100+2BA13_antiv : 66 (-2;-6)

Ci-contre plusieurs simulations pour lesquelles l'écartement entre parements ainsi que l'épaisseur d'isolant basse densité restent identiques. La nature et les épaisseurs des plaques constituant les parements varient. La courbe rouge permet d'apprécier les performances d'un plancher où les deux parements sont chacun constitués de deux plaques d'OSB de 22 mm, pour lesquels la *fréquence critique* se situe à 1250 Hz. Les autres simulations varient les épaisseurs de plaque utilisées, le lissage des *fréquences critiques* est alors notable. La courbe noire représente une estimation de l'affaiblissement d'un des échantillons les plus performants prévus dans le programme de test, il est ainsi possible de valider théoriquement la supériorité des performances du plancher principal périphérique (hors fenêtre) de 10 dB pour chaque bande de tiers-octave. La solution de plancher retenue est représentée par la courbe verte, elle est constituée de 2 plaques de Fermacell en sous face et de 2 plaques d'OSB de 16 mm couplées à un OSB de 22 mm pour le parement haut.

Finalement, le parement haut sera plutôt constitué de 3 plaques d'OSB de 15 mm pour des raisons de disponibilité, donc les performances sont très voisines de la configuration initialement envisagée.

Désolidarisation des structures porteuses

Dans la démarche de conception visant à assurer l'obtention de performances d'isolation acoustique maximales pour le plancher principal périphérique (hors fenêtre), il est nécessaire d'étudier la structure supportant les deux parements. En outre, il est nécessaire afin d'optimiser l'effet masse-ressort-masse de désolidariser au maximum les deux structures porteuses. Pour cela, on met en place deux réseaux distincts de solives, à deux niveaux. Le premier réseau est filant, c'est lui qui supportera également les échantillons placés dans la fenêtre d'essai. Quant au second réseau, il sera en partie filant et en partie entrecoupé par la fenêtre d'essai. Au droit de l'ouverture dans le plancher principal, un chevêtre en bois solide du solivage principal constitue l'intérieur de la fenêtre, et c'est sur ce chevêtre que vient s'appuyer le solivage secondaire via un matériau résilient limitant les transmissions vibratoires.

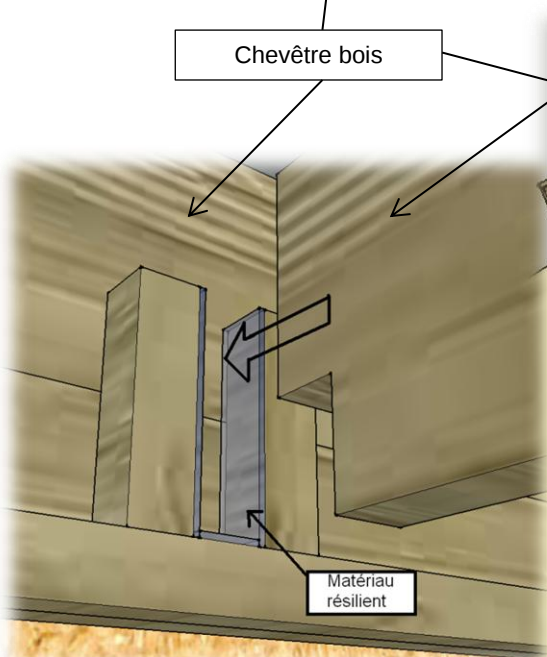


Vues extraites d'une modélisation Sketchup de la cellule. N'est laissée apparente que l'ossature porteuse (fermes exceptées). Le réseau de solives principal est filant entre les montants et supporte le parement haut du plancher. Un chevêtre (cadre) en bois constitue l'intérieur de la fenêtre d'essai. Le réseau de solivage secondaire supporte quant à lui le parement bas du plancher (soit le plafond du local de réception) qui est vissé par-dessous. Ces solives secondaires sont fixées plus bas sur les montants latéraux, et une partie d'entre elles est entrecoupée par la fenêtre et repose donc sur le chevêtre via un matériau résilient.

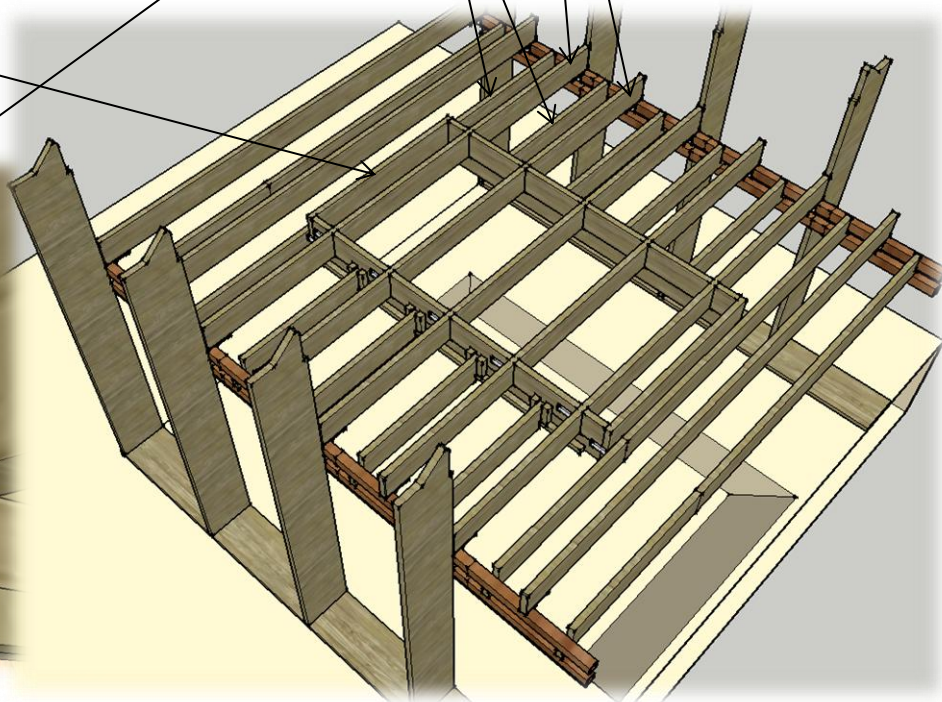
Solivage principal

Solivage secondaire

Chevêtre bois



Matériau résilient



L'étude combinée de la constitution des parements du plancher principal, de leur écartement et du remplissage de la lame d'air, enfin de la désolidarisation des structures supportant les parements, permet d'espérer raisonnablement pouvoir atteindre les performances d'affaiblissement souhaitées, malgré que l'ensemble de la structure soit de constitution légère. Il faut toutefois étudier les autres voies de propagation vibro-acoustique.

2.2.2.2 Propagation solidienne dans les parois et rayonnement

Les parois qui définissent le volume de réception jouent un rôle prépondérant dans la génération du champ acoustique final. D'une part par leurs propriétés intrinsèques d'absorption et de diffusion acoustique, mais également par leur capacité de rayonnement. Il convient donc d'étudier les différentes voies de propagation vibratoire susceptibles de transmettre l'excitation du local d'émission jusqu'aux murs de la pièce de réception.



Ci-contre une photo d'une paroi du local de réception avant doublage. Elle est constituée des montants de la structure porteuse principale, remplis en botes de paille enduites grossièrement. Le parement bas du plancher principal séparatif est visible, constitué de deux plaques de *Fermacell* (mélange de plâtre renforcé par des fibres).

On distingue deux voies de propagation solidienne principales conduisant à la mise en vibration des murs de la pièce de réception :

- L'excitation du plancher principal (hors fenêtre) depuis la pièce d'émission, transmise au solivage principal, puis aux montants de la structure porteuse, jusqu'au botes de paille ;
- L'excitation des parois de la pièce d'émission, directement transmise aux parois de la pièce de réception dans le prolongement des premières. Cet effet est notamment présent au niveau des deux murs portant sur les pignons structurels qui encadrent les locaux d'émission et de réception.



Pignons structurels

Pour la première voie de transmission vibratoire, la mise en œuvre d'un découplage vibratoire entre le plancher principal et les montants de la structure porteuse serait bien trop lourde et coûteuse, voire non viable. La seule solution efficace et raisonnable du point de vue de la mise en œuvre est le doublage des murs du local de réception pour contenir le rayonnement du mur.

Pour le second groupe de voies vibratoires, plusieurs solutions techniques ont été anticipées. Il a été mis en œuvre d'une part un doublage des parois de la pièce d'émission afin de recréer un système masse-ressort-masse, pour absorber l'excitation vibro-acoustique quasi à la source et ainsi limiter le niveau vibratoire transmis. D'autre part il a été réalisé de la même manière un doublage des murs du local de réception afin de contenir le rayonnement des murs mis en vibration.



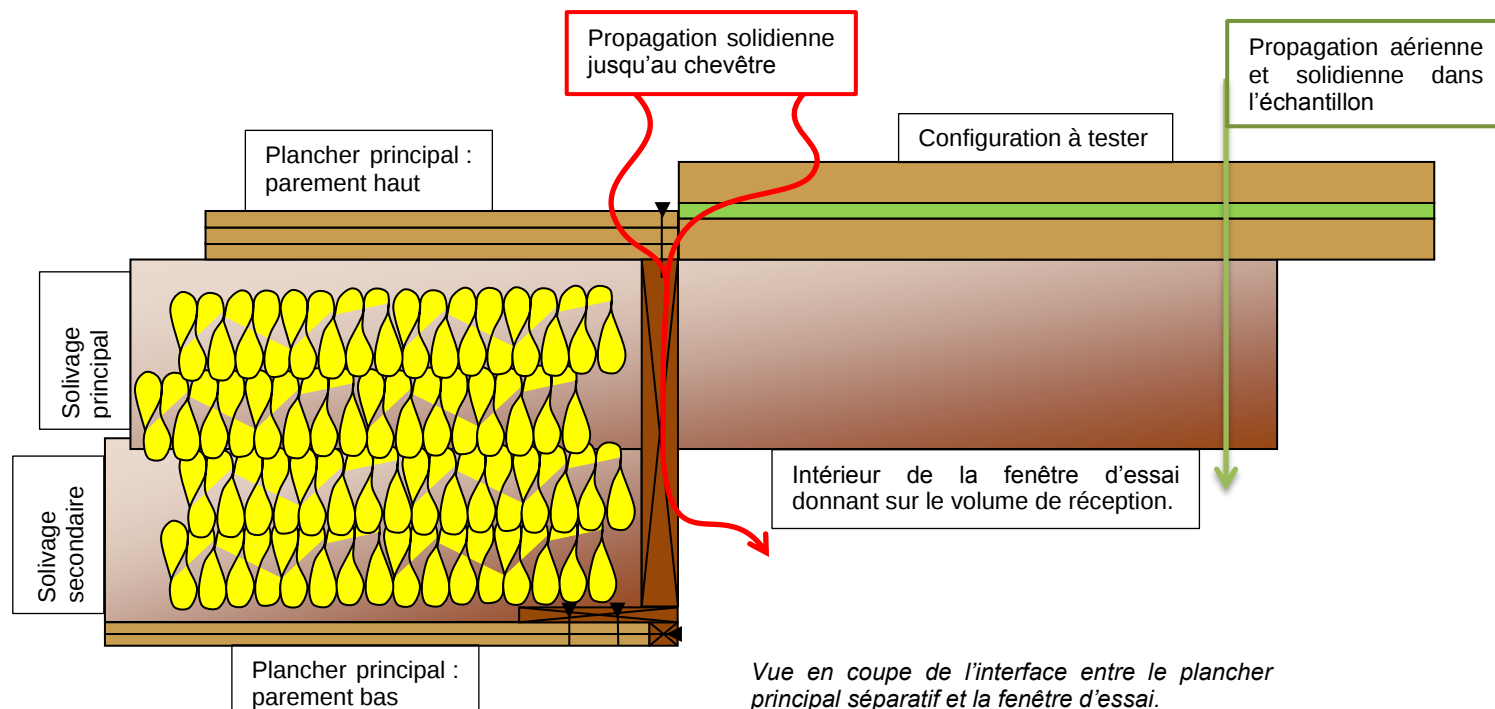
Photos ci-dessus : doublage des pignons dans le local d'émission.



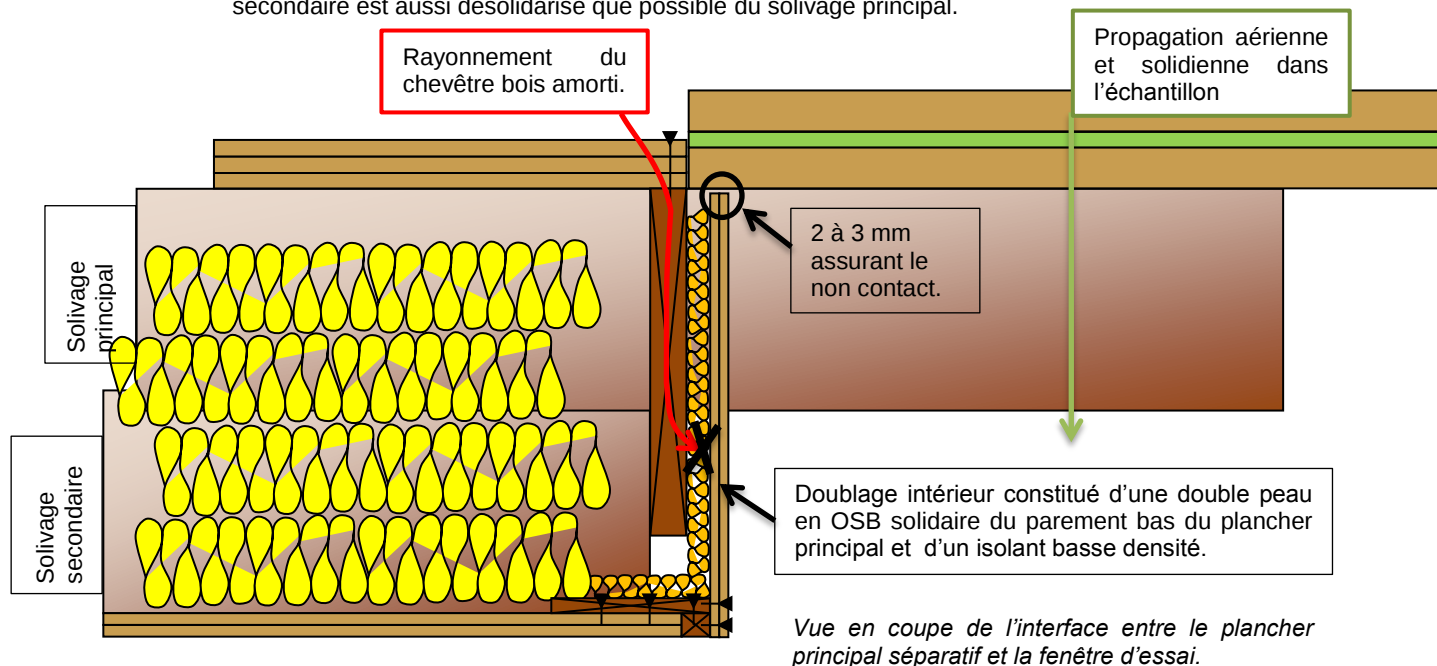
Photo ci-dessus : décaissement du local de réception et doublage des murs.

2.2.2.3 Propagation solidienne et rayonnement du chevêtre bois

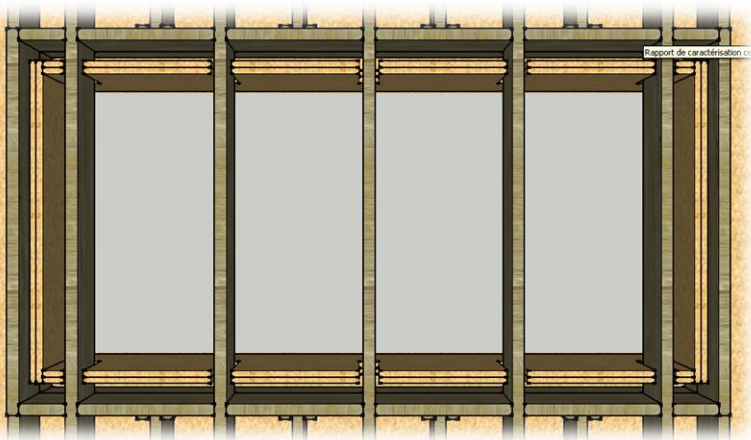
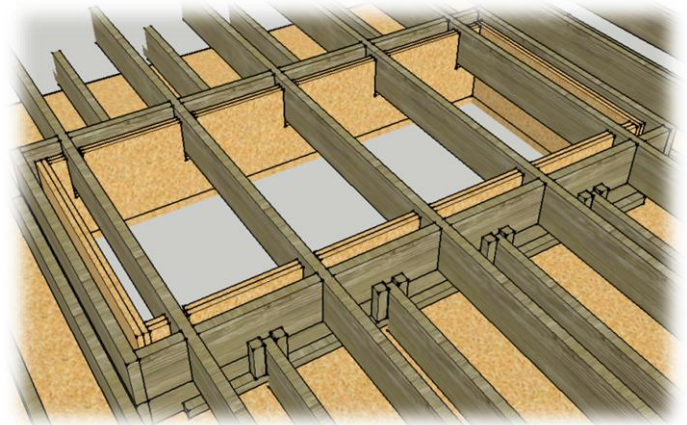
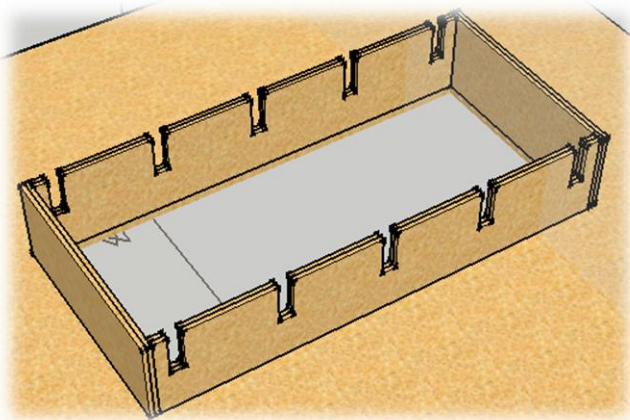
Outre les voies de propagation vibratoire classiques, il est une problématique supplémentaire liée au mode de réalisation de la fenêtre d'essai : le rayonnement du chevêtre bois. Celui-ci constitue l'intérieur de la fenêtre de test, donnant sur le volume de réception. Or, du fait qu'il est totalement solidaire du réseau de solivage principal, il est susceptible d'être mis en vibration par l'excitation issue du local d'émission et de contribuer directement au champ acoustique résultant dans le volume de réception par son rayonnement, ceci indépendamment de l'échantillon testé dans la fenêtre.



Le chevêtre bois risque de parasiter la mesure des performances d'isolation des échantillons testés par son rayonnement, il est pourtant un élément de structure indispensable à la tenue de l'ensemble. Le BET LASA a donc conçu un élément de doublage du chevêtre par l'intérieur afin de contenir le rayonnement de celui-ci. Le défi réside dans la conservation du découplage vibratoire entre le doublage et la structure « haute » constituée par le réseau de solivage principal, les échantillons qui seront posés dessus, ainsi que le chevêtre bois. Par extension, il apparaît que l'élément de doublage par l'intérieur doit reposer sur le parement bas du plancher principal, lui-même étant fixé au réseau secondaire de solives, étant donné que le solivage secondaire est aussi désolidarisé que possible du solivage principal.



L'élément de doublage intérieur requiert un travail de menuiserie de précision, du fait qu'il comporte une partie haute en créneaux : de la même manière qu'il arase les échantillons sans les toucher, il doit contourner l'ensemble des solives principales filantes au plus près sans les toucher toutefois. L'étanchéité à l'air est réalisée par l'intermédiaire d'un matériau résilient, un feutre de mouton de 2mm.



Ces trois vues sont extraites de modélisations Sketchup de la structure et du doublage intérieur de la fenêtre d'essai constitué d'une double peau en OSB. En haut à gauche est représenté le doublage seul, reposant sur le parement bas du plancher principal constitué de deux plaques de *Fermacell*. En haut à droite et ci-contre, le doublage est représenté une fois inséré à l'intérieur du chevêtre.

Ci-dessous deux photos prises *in situ* une fois la construction réalisée. La photo de droite met en évidence l'emploi d'un feutre de mouton mince entre les solives principales et le doublage de la fenêtre, ainsi que d'un isolant basse densité entre celui-ci et le chevêtre bois (lequel se situe au droit de la découpe délimitant la fenêtre d'essai). Les différents échantillons viennent se loger dans la fenêtre et reposent sur les solives principales sans entrer en contact avec le doublage, ne lui transmettant donc aucune vibration.



La mise en œuvre de ce doublage de la fenêtre constitue le dernier élément de conception visant à rendre la cellule fonctionnelle. Elle permettra la bonne mesure des performances d'isolation aux bruits aériens ainsi qu'aux bruits d'impact des différentes configurations de renforcement acoustique de planchers prévues dans le programme de recherche.



2.3

VALIDATION FONCTIONNELLE

Du fait que la cellule de test n'est pas normalisée et a fortiori qu'elle soit construite en structure légère, il est impératif d'étudier ses propriétés acoustiques pour pouvoir définir ses modalités d'exploitation. La fenêtre de test a été refermée et remplie de sorte à recréer le plancher principal périphérique, ce qui constitue le cas le plus défavorable dans le rapport entre transmission directe et transmissions parasites. En effet toutes les configurations de planchers prévues à tester sont des configurations plus légères que le plancher principal périphérique à la fenêtre d'essai. Dans ces conditions une campagne de caractérisation a été menée préalablement à la campagne de tests, poursuivant plusieurs objectifs :

- Vérifier que les multiples voies de transmission latérales induisent des contributions au champ acoustique du local de réception négligeables par rapport à la contribution aérienne directe à travers le plancher principal séparatif ;
- Quantifier les performances d'isolation du plancher principal séparatif en périphérie de la fenêtre d'essai ;

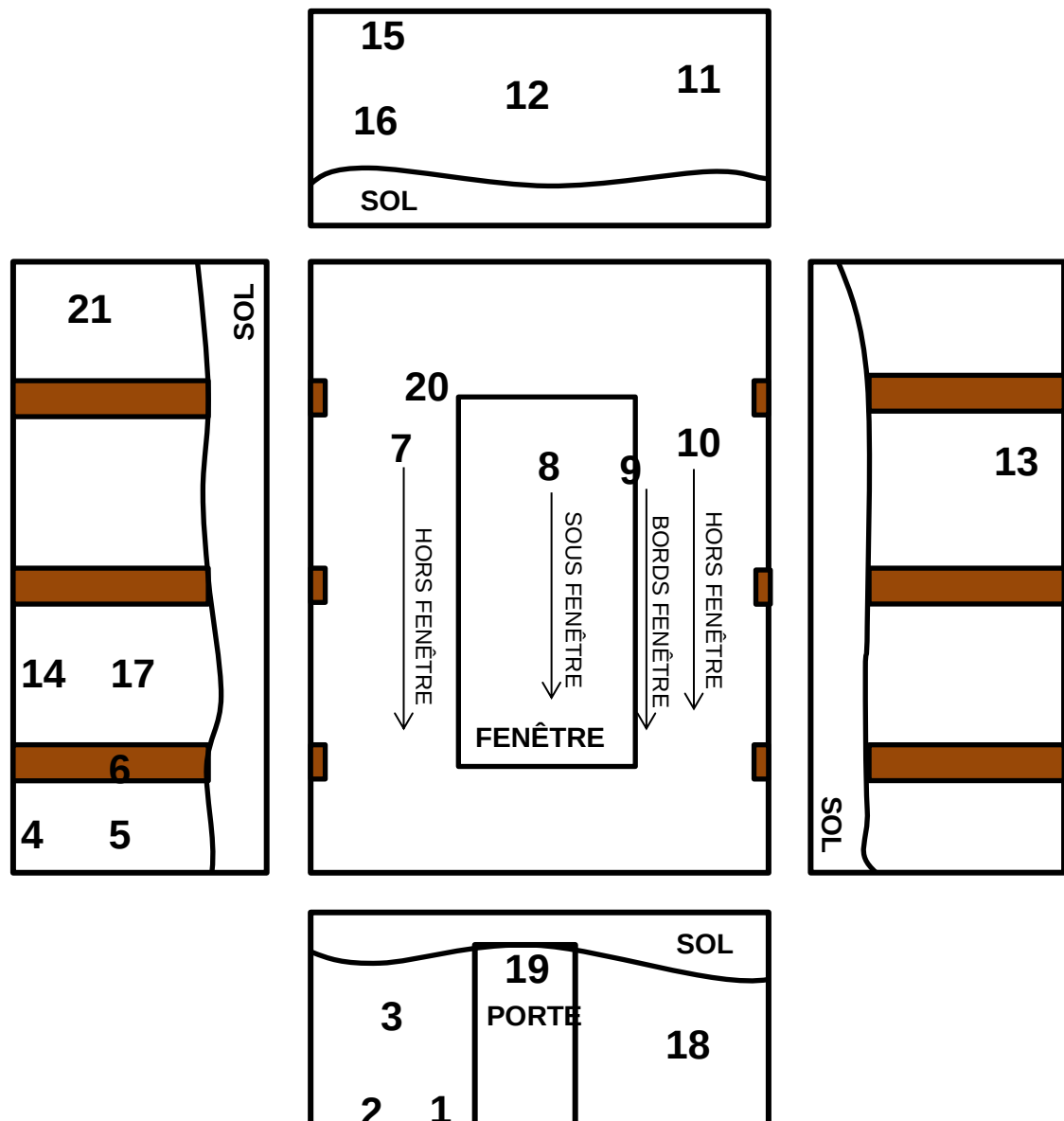
Les résultats de cette campagne de caractérisation conditionnent directement l'exploitation et l'interprétation des résultats des essais.

2.3.1

Prépondérance du champ direct

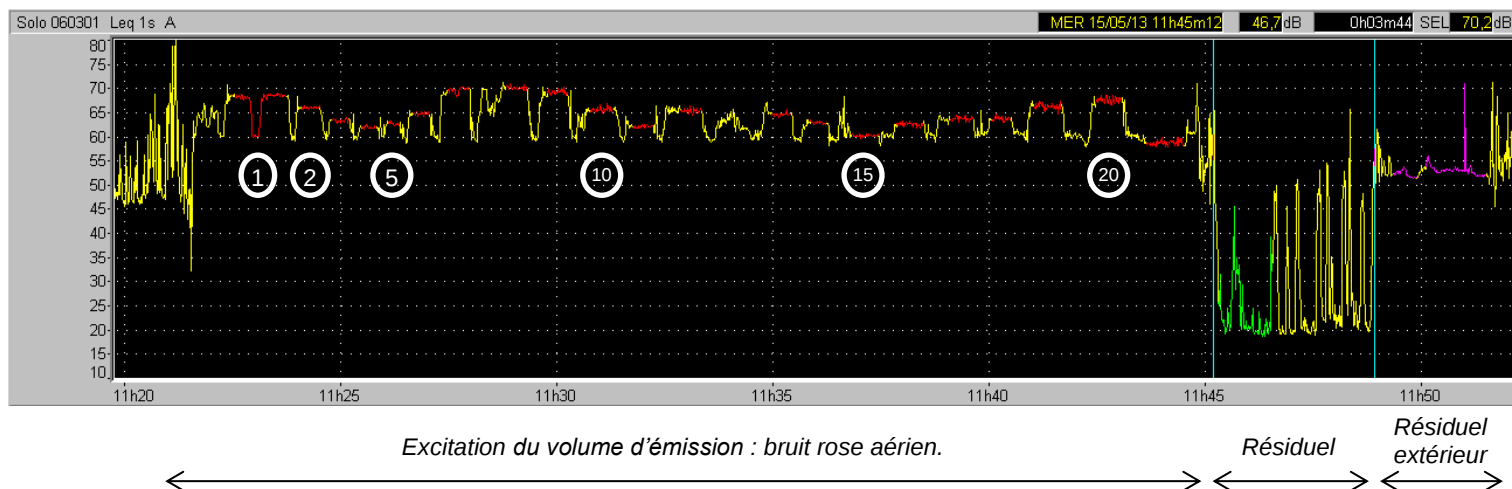
Etude de champ proche

Des mesures de champ proche sont réalisées à travers tout le volume de réception, le local d'émission étant sollicité par une émission de bruit rose. Ces mesures de niveau de pression acoustique localisées ont pour objectif d'une part de hiérarchiser qualitativement les parois suivant leur potentiel de rayonnement, d'autre part de déceler des éventuelles fuites acoustiques locales. Réalisées à l'aide d'un sonomètre intégrateur de classe 1, le fichier de données obtenu est une évolution temporelle contenant toutes les positions de mesures de champ proche, répertoriées de la façon suivante :

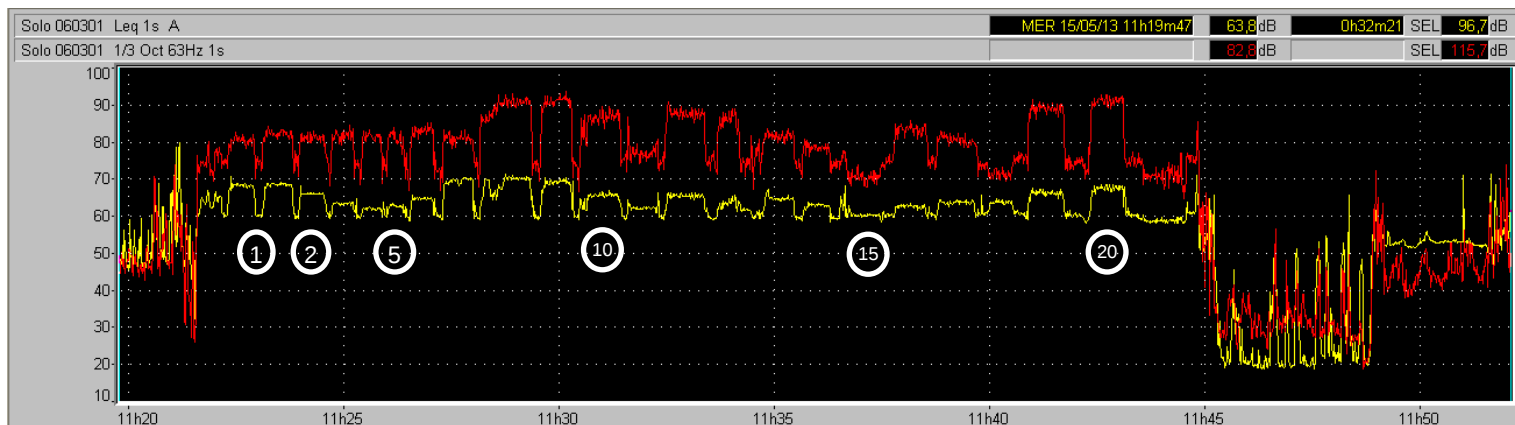


Chaque position numérotée correspond à une portion de l'évolution temporelle. En étudiant les spectres du signal mesuré position par position, il est possible d'étudier la topographie du champ acoustique du volume de réception et notamment de détecter les potentielles fuites locales.

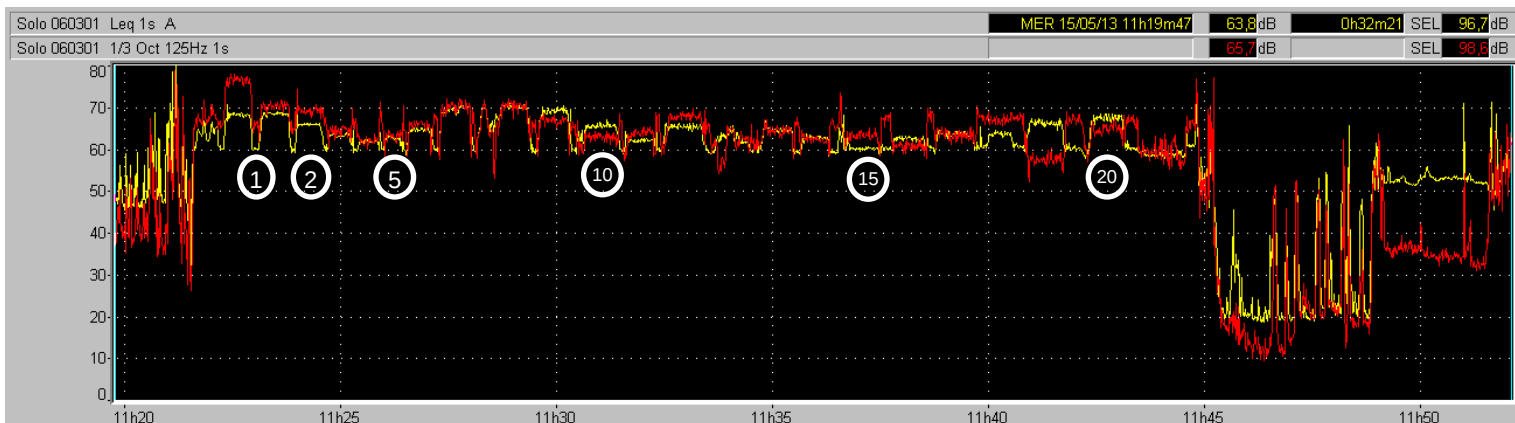
Evolution temporelle de l'ensemble des mesures de champ proche. En rouge : codage pour chaque position.



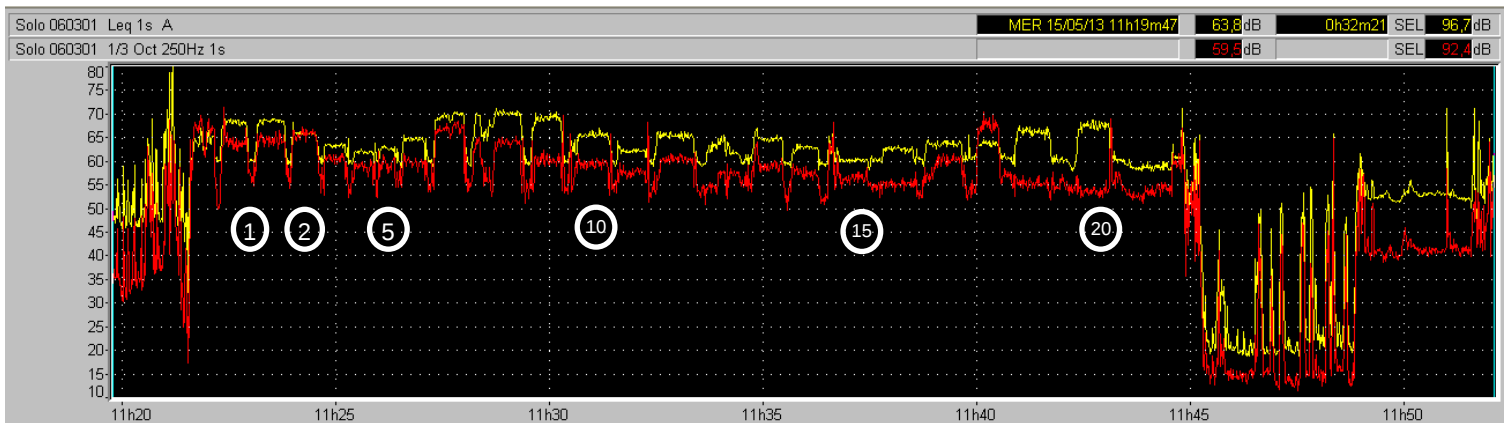
Chaque créneau correspond à la mesure réalisée à un emplacement. Afin d'avoir une vision globale de l'ensemble de ces mesures, on compare les spectres pour chaque position. Pour cela une visualisation de l'évolution temporelle par bande spectrale active permet de visualiser les écarts de niveau de contribution entre les différentes positions.



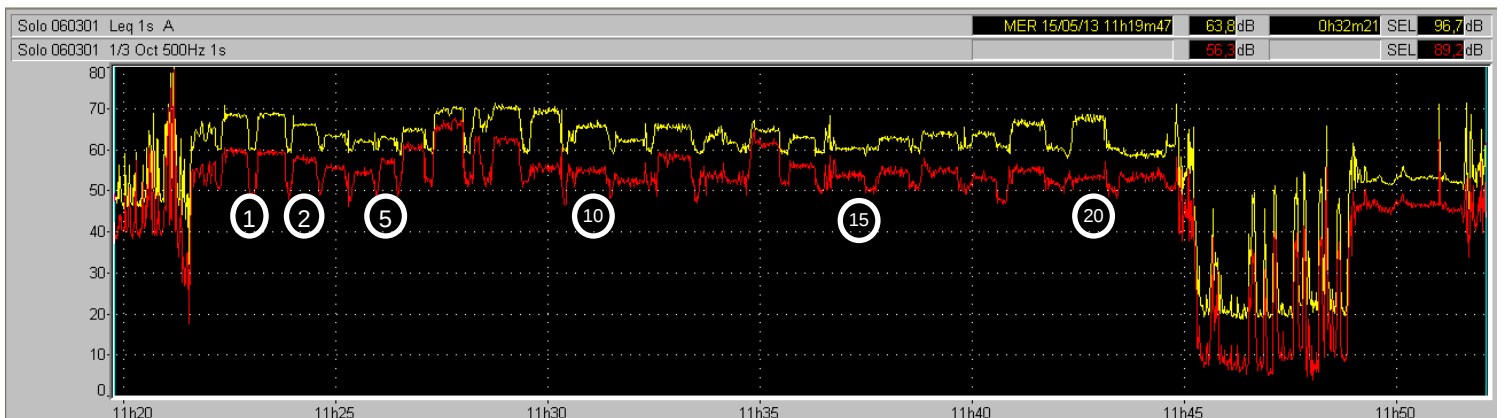
Evolution temporelle du niveau global des champs proches (jaune) et bande spectrale 63Hz active (rouge).



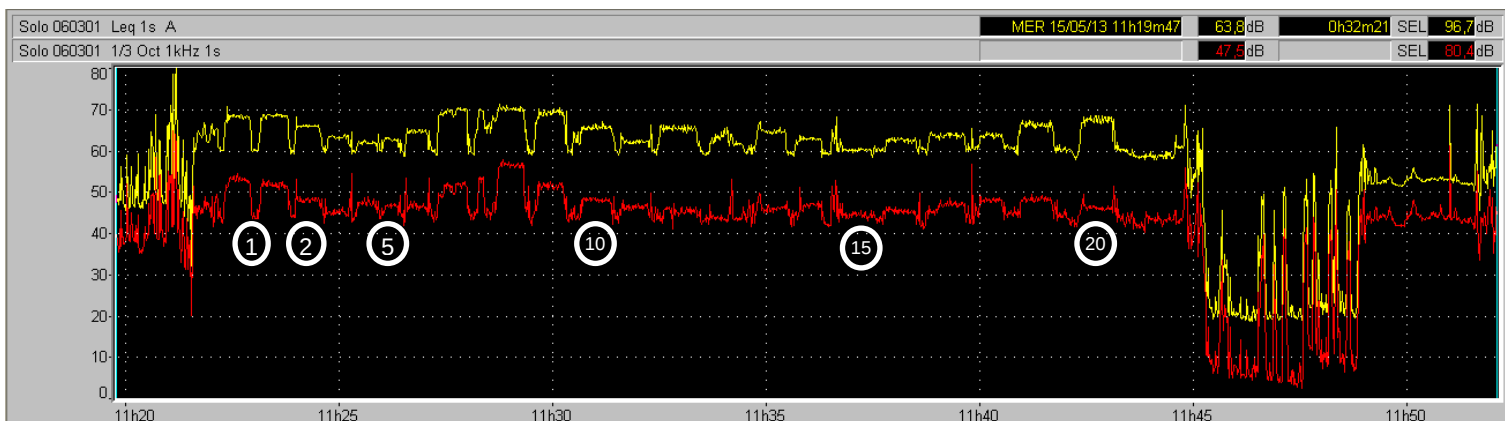
Evolution temporelle du niveau global des champs proches (jaune) et bande spectrale 125Hz active (rouge).



Evolution temporelle du niveau global des champs proches (jaune) et bande spectrale 250Hz active (rouge).



Evolution temporelle du niveau global des champs proches (jaune) et bande spectrale 500Hz active (rouge).



Evolution temporelle du niveau global des champs proches (jaune) et bande spectrale 1000Hz active (rouge).

Ces mesures de champ proche nous ont permis de constater qualitativement la bonne prépondérance du champ direct aérien à travers la fenêtre d'essai par rapport aux autres sources de rayonnement, le rayonnement des parois du local de réception étant contenu par les différents doublages.

Des mesures de niveau vibratoire ont été réalisées pour compléter plus finement l'analyse des potentiels de rayonnement des parois.

Etude vibratoire

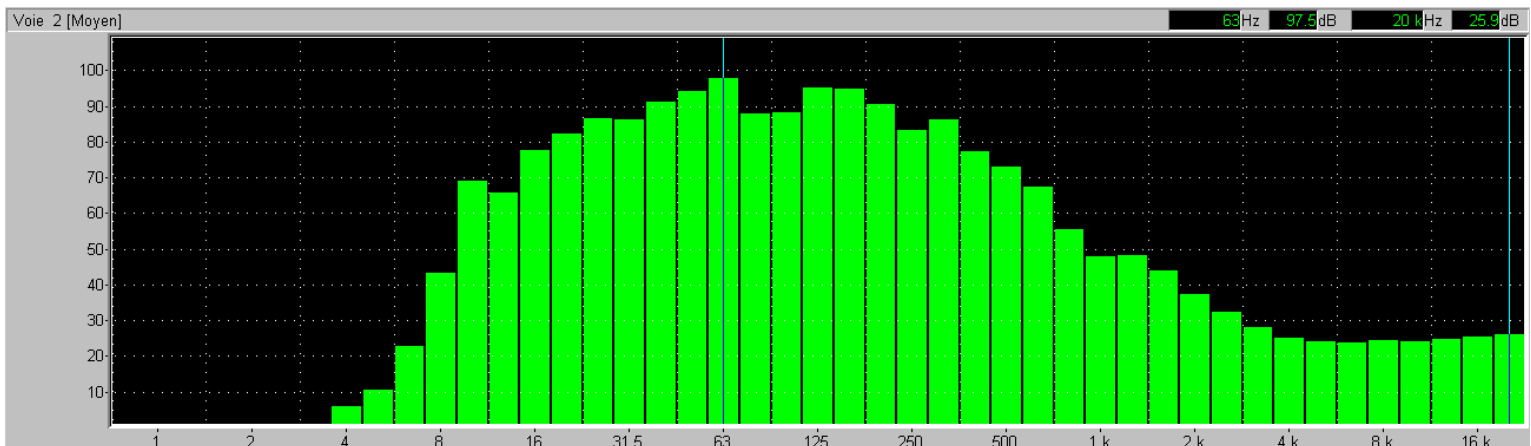
Dans l'objectif de hiérarchiser finement les voies de propagation débouchant dans le local de réception et susceptible de faire rayonner les parois, on réalise une série de mesures vibratoires sur les différentes parois de la pièce. On sollicite le solivage principal en vibration en faisant fonctionner une machine à choc sur le plancher recouvrant la fenêtre d'essai, puis on réalise les différentes mesures sur la bande fréquentielle 1 Hz-20 kHz.



Un accéléromètre DJB 1V/g est fixé aux différentes parois et relié au système d'acquisition SYMPHONIE.

La mesure est réalisée sur une durée d'acquisition de 20 secondes, après un délai de fonctionnement de la machine à choc d'une minute pour avoir la certitude que le complexe de plancher ait atteint un régime vibratoire stationnaire.

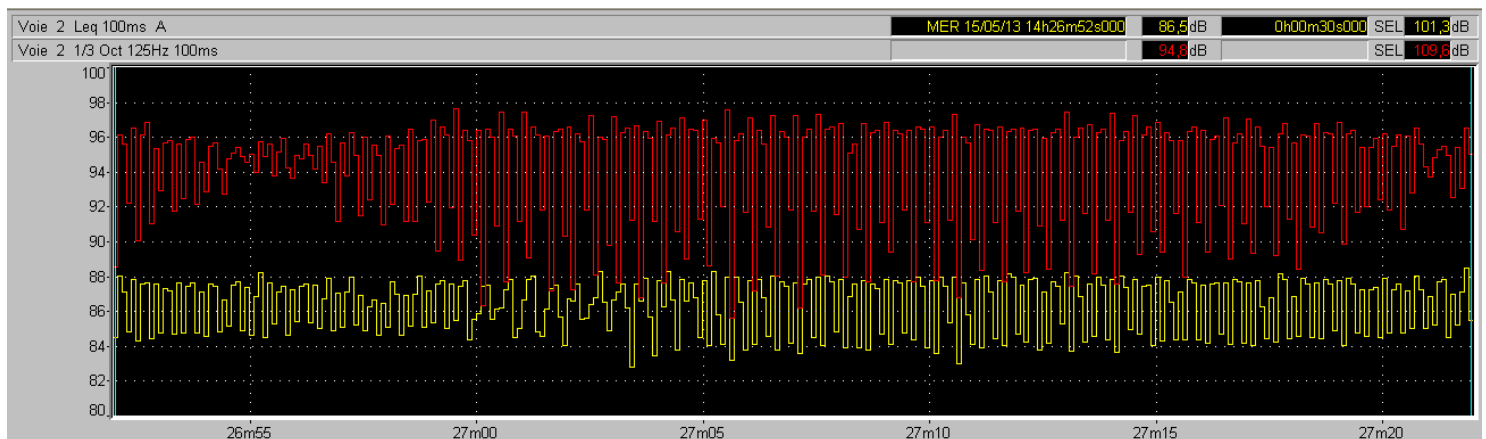
L'autospectre obtenu permet une estimation quantitative des bandes de fréquence préférentiellement transmises puis rayonnées par les parois. Une analyse plus fine par « bande spectrale active » permet une étude des niveaux vibratoires atteints par tiers d'octave.



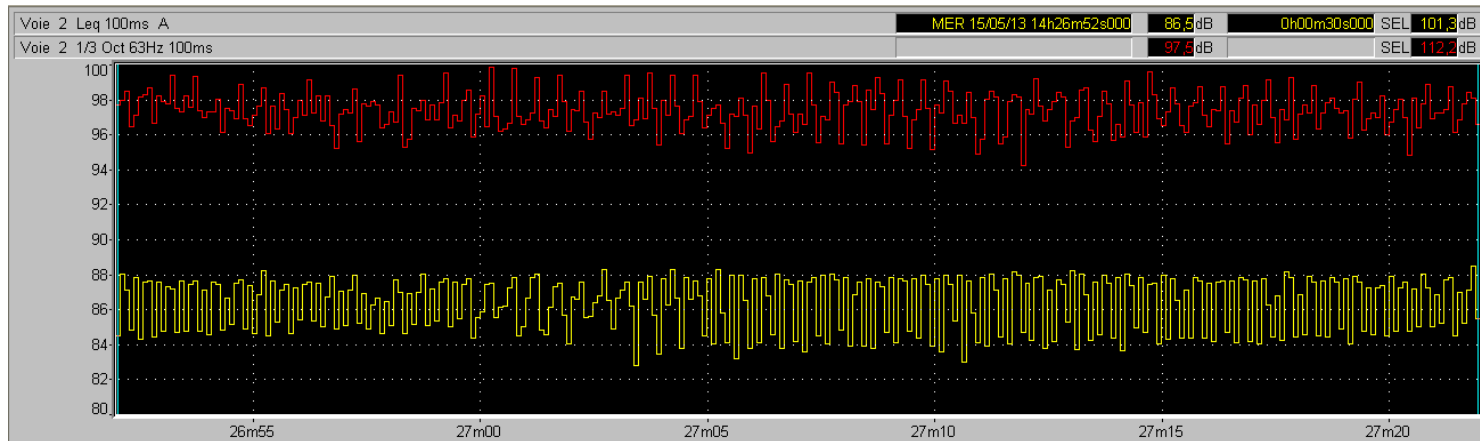
Autospectre moyen sur toute la durée d'acquisition du niveau vibratoire du plafond Fermacell.

Etude par bande spectrale active

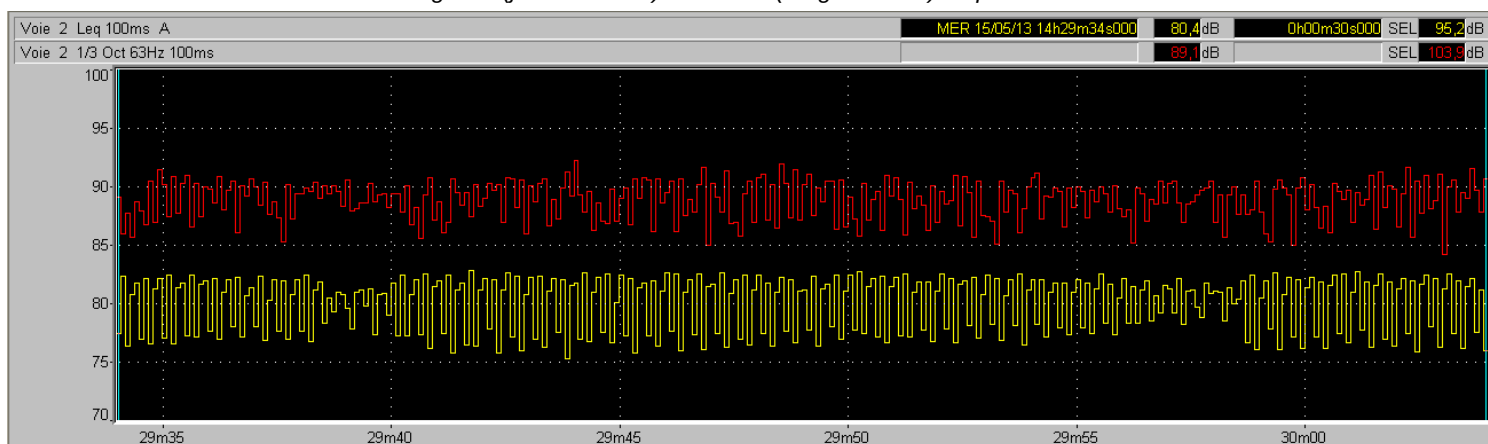
L'analyse par bande spectrale active permet de visualiser la contribution d'un tiers d'octave sur le niveau global pondéré. La courbe jaune représente l'évolution temporelle du niveau global pondéré (A), tandis que les courbes rouges correspondent aux évolutions temporelles des niveaux bandes de tiers-octave choisies.



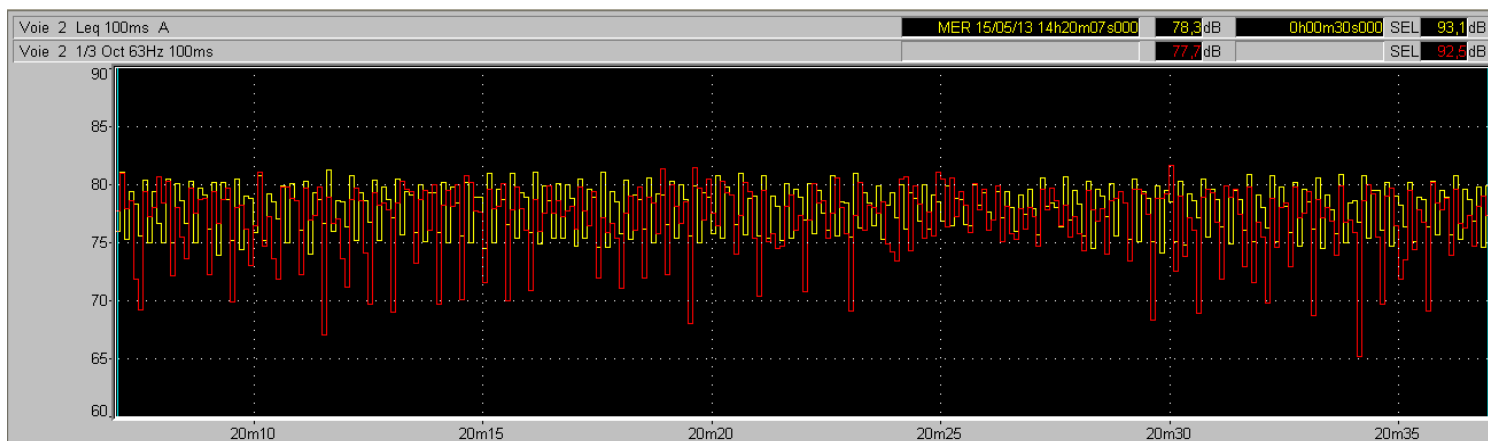
Exemple d'évolution temporelle du niveau vibratoire global pondéré (jaune) et de la bande tiers-octave 125Hz.



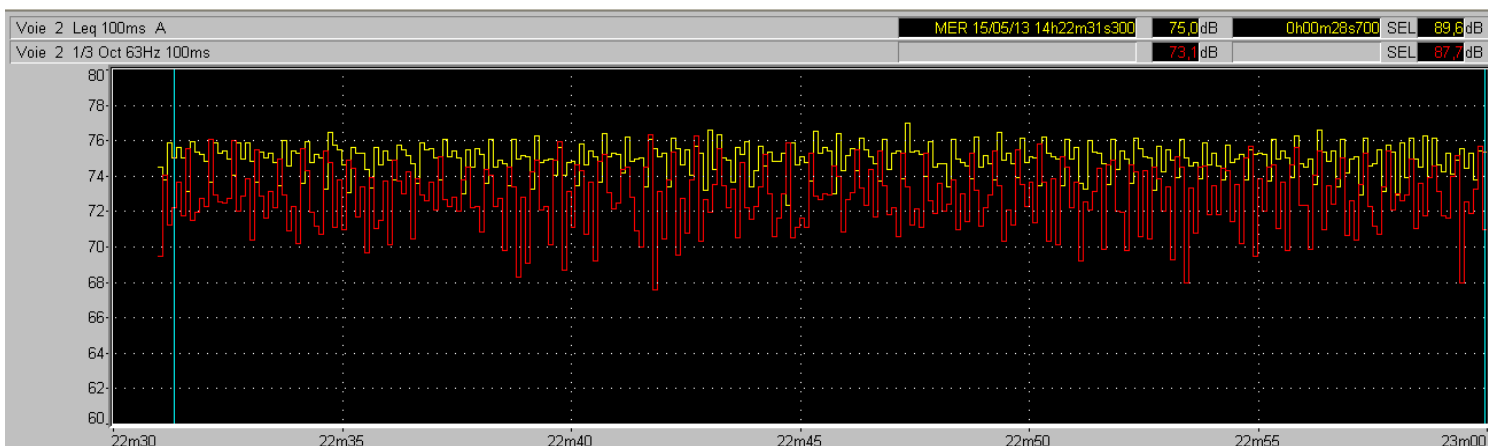
Niveau vibratoire global (jaune : 87 dB) et à 63Hz (rouge : 98 dB) du plafond Fermacell.



Niveau vibratoire global (jaune : 80 dB) et à 63Hz (rouge : 89 dB) de la cloison Nord.



Niveau vibratoire global (jaune : 78 dB) et à 63Hz (rouge : 78 dB) du mur Sud.



Niveau vibratoire global (jaune : 75 dB) et à 63Hz (rouge : 73 dB) des murs latéraux.

Conclusion sur la fonctionnalité de la cellule de mesure

Les mesures couplées de champ proche et de niveaux vibratoires des parois du local de réception permettent d'affirmer le caractère relativement négligeable des contributions parasites au niveau global.

Il convient de garder à l'esprit que ces vérifications ont été réalisées dans des conditions défavorables, à savoir que la fenêtre était refermée avec des constituants reproduisant le plancher principal périphérique à la fenêtre. Pour la majorité des essais la voie de propagation aérienne directe sera d'autant prépondérante que les éléments constitutifs testés seront légers.

De ce fait, la cellule de mesure est propre à son usage qui ne vise pas, rappelons-le, à caractériser finement les performances acoustiques des solutions de renforcements du plancher bois, mais à proposer un lieu unique de mise en œuvre dont l'étude autorise la comparaison entre elles.

2.3.2 Performance d'isolation du plancher périphérique

L'objectif du programme de recherche « A pas de velours » est la comparaison entre différentes solutions de renforcement acoustique de planchers bois, comparaison possible par la mise en œuvre de ces solutions dans une même cellule de mesure. Le plancher de la cellule séparant les locaux d'émission et de réception est mixte, il est constitué d'un plancher principal dans lequel une fenêtre d'essai a été découpée.

Une condition *sine qua non* pour pouvoir quantifier les performances acoustiques des constituants placés dans la fenêtre d'essai est que ces performances soient bien inférieures (de l'ordre de 10 dB) à celles du plancher principal périphérique.

Pour cette raison une mesure d'isolation aux bruits de chocs ainsi qu'aux bruits aériens a été réalisée pendant que la fenêtre était refermée par des constituants reproduisant le plancher périphérique épais.

Cette donnée permettra de plus de traduire par la suite les valeurs d'isolement mesurées en indices d'affaiblissement apparent R' .

Dix mesures sont réalisées puis moyennées suivant le protocole défini en § 2.4.3. Les résultats sont présentés dans la fiche de dépouillement page suivante.



ISOLEMENT ACOUSTIQUE STANDARDISE PONDERE



L'ingénierie
acoustique et vibratoire
depuis 1975

Dossier :
PROJET R&D "A PAS DE VELOURS"

Fiche
C02-03-02

Date
03/06/13

Local émission : Salle 1
Local réception : Salle 2
Durée de réverbération de référence : 0.5 s

Remarque : fenêtre rebouchée par une constitution équivalente au plancher périphérique.
Mesure des performances du plancher principal périphérique.

Fréquence Centrale en Hz							
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000

Niveaux à l'émission [dB / oct]
Niveaux à la réception [dB / oct]
Niveaux de bruit de fond [dB / oct]

95.8	105.7	98.6	99.9	101.1	96.9	95.2	92.5
61.3	67.5	52.9	48.6	40.8	31.7	24.0	13.0
26.3	19.0	19.0	18.3	16.5	11.3	10.1	11.0

Durées de réverbération [s]

0.79	0.72	0.57	0.47	0.40	0.40	0.40	0.40
------	------	------	------	------	------	------	------

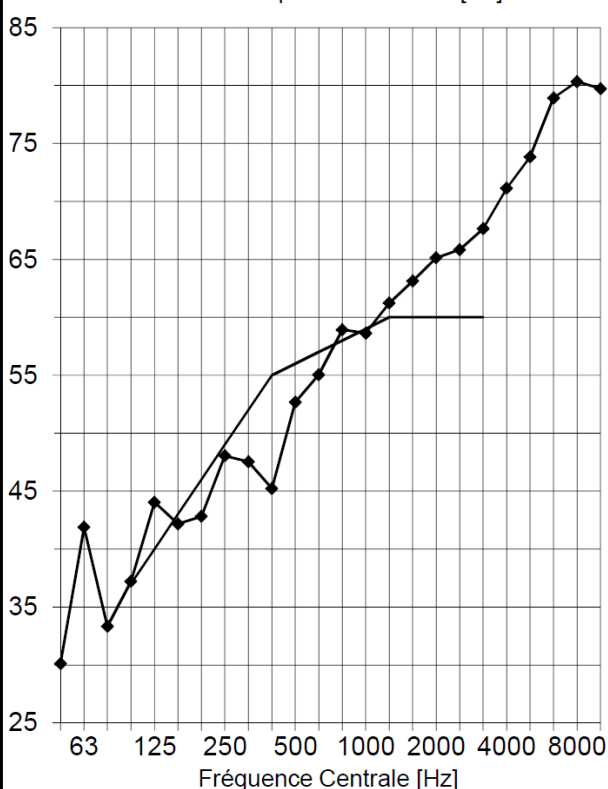
Niveaux à la réception corrigés
DnT [dB / oct]

61.3	67.5	52.9	48.6	40.8	31.7	24.0	12.0
36.5	39.8	46.3	51.0	59.3	64.2	70.2	79.5

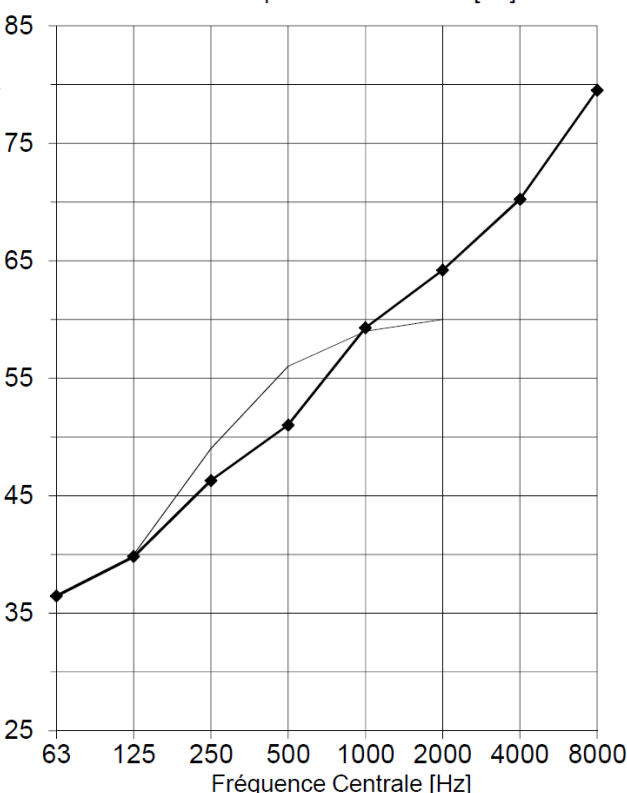
Correction du bruit de fond et de la réverbération selon la norme NFS 31-057

	C [125-4000 Hz]	Ctr [125-4000 Hz]
DnT,w = 56 dB	-1	-5
DnAT = 56 dB(A)		
D_{n,T,w} + C [125-4000 Hz] = 55 dB		

Isolement par 1/3 d'Octave [dB]



Isolement par bande d'octave [dB]



PARIS

236 Bis, rue de Tolbiac
75 013 PARIS
TEL. 33(0) 1 43 13 34 00
FAX.33(0) 1 43 13 34 09
contact@lasa.fr
Siret 302 506 480 00037

LYON

20,Bd Eugène Deruelle
69003 LYON
TEL. 33(0) 4 26 99 44 25
FAX.33(0) 4 26 99 44 27
sudest@lasa.fr
Siret 302 506 480 00045

<http://www.lasa.fr>

S.A.R.L au capital de 31902 €
R.C.S. PARIS B 302 506 480
APE 7112B
TVA FR62 302 506 480



2.4 PROTOCOLE DE TEST

L'objectif du programme de recherche « A pas de velours » n'est pas de caractériser de façon normalisée les performances d'affaiblissement aux bruits aériens ainsi qu'aux bruits de choc des différentes configurations de renforcement acoustique des planchers bois, mais bien de pouvoir les **comparer** entre elles. C'est pourquoi l'utilisation d'une cellule de test ne répondant pas de façon exhaustive aux qualifications requises par la norme est possible, du moment qu'elle permet de réaliser des mesures valides et fiables autorisant la comparaison.

Une fois que la cellule est jugée apte à accueillir les essais, une campagne de mesures est menée afin d'optimiser le protocole de mesurage mis en œuvre tout au long des essais.

2.4.1 CONTRAINTES TECHNIQUES ET PRATIQUES

Le protocole de mesurage est soumis à deux types de contraintes. D'une part, il doit prendre en compte les spécificités acoustiques de la cellule de mesurage afin de permettre une mesure fiable et robuste, d'autre part il doit en réaliser la synthèse avec un certain nombre de contraintes temporelles et matérielles, liées aux ressources limitées dont dispose le programme de recherche financé en fonds propres par l'ensemble des collaborateurs.

2.4.1.1 Contraintes matérielles et temporelles



La cellule de test est intégralement équipée avec du matériel fourni par le BET acoustique LASA, à l'exception de l'enceinte acoustique faisant office de source de bruit rose qui est fournie par Jean Louis BEAUMIER. La liste du matériel comprend :

- 1 ordinateur PC portable muni des logiciels d'acquisition *dBFA Suite* développés par 01dB
- 1 système d'acquisition *SYMPHONIE* de 01dB
- 2 lignes microphones avec trépied
- 1 source de bruit RCF, pilotée par le *SYMPHONIE* (Jean Louis BEAUMIER)
- 1 machine à chocs normalisée *NORSONIC*
- 1 thermomètre (*GABION*)
- 1 sonde hygrométrique (*GABION*)
- Des ballons gonflables pour les mesures de Tr
- 1 calibre de pression normalisé

Les locaux d'émission et de réception sont donc équipés d'un seul microphone chacun, la pièce d'émission contient de plus la machine à choc et la source de bruit aérien, le tout pilotable depuis le poste d'acquisition (PC portable et système *SYMPHONIE*) situé dans le sas d'entrée de la cellule.

Le programme de recherche prévoit le test de plus de 70 configurations de renforcement de plancher bois, par le dessus (planchers multicouches), par le dessous (faux-plafond), et des solutions combinées. La campagne de mesurage de l'ensemble de ces configurations est planifiée sur deux mois et demi. Ce délai relativement court, ainsi que le grand nombre d'échantillons devant être manipulés et mis en œuvre, exigent que la durée d'une session de mesures (donc la mesure de l'affaiblissement aux bruits aériens ainsi qu'aux bruits de choc d'un même échantillon) soit suffisamment courte pour permettre d'enchaîner rapidement les essais. On estime le temps nécessaire pour la préparation et la mise en place d'une configuration à 2h, la durée maximale d'une session de mesure est fixée à 15 minutes.

2.4.1.2 Contraintes techniques

Le protocole de mesurage doit par ailleurs répondre à un certain nombre de contraintes techniques, prenant en compte d'une part les spécificités du comportement acoustique de la cellule, d'autre part les procédés de mise en œuvre des échantillons communément retenus, afin de fiabiliser la mesure.

La préoccupation principale pour fiabiliser la mesure afin de la rendre reproductible, conduit à rechercher tous les facteurs potentiels de dérive d'une mesure. Il faut porter une attention toute particulière à :

- La topographie du champ acoustique du local de réception. On cherche à s'éloigner des variations spatiales et temporelles trop importantes du niveau de pression acoustique.
- Directement liées au point précédent, les positions des sources d'excitation aérienne et solidienne.
- De même, la position des microphones.

Derrière ces problématiques pratiques, on trouve plusieurs notions statistiques : dispersion statique d'une mesure, dispersion aléatoire, moyenne, écart-type et intervalle de confiance. Cependant les délais accordés par le programme pour la phase de caractérisation de la cellule étant très réduits, il est impossible de réaliser suffisamment d'essais pour pouvoir bénéficier d'un échantillonnage représentatif du champ acoustique et réaliser une étude statistique significative.

Par ailleurs, afin de pouvoir exploiter les résultats des mesures issues de la campagne de plus de 70 tests qui suit la phase d'optimisation du protocole, il est nécessaire d'avoir préalablement caractérisé le « plancher de base ». Ce plancher consiste en une plaque d'OSB de 18mm posé sur solives, qui sera la base de l'ensemble des configurations du programme de recherche. Il sera la référence à partir de laquelle il sera possible d'estimer les performances des différentes configurations, les gains d'isolation apportés. La mesure des performances d'isolation de l'OSB 18 de base fait ainsi l'objet d'un soin tout particulier, du fait qu'il servira de repère pour l'ensemble des essais. En outre, on réalise une série de mesures que l'on moyennera ensuite pour déduire les performances d'affaiblissement aux bruits aériens et aux bruits de choc du plancher de base.



2.4.2 PRECONISATIONS ISSUES DE LA NORME

La norme anticipe les problématiques liées à la fiabilité de la mesure et propose un certain nombre de pistes de solutions pratiques. La liste des préconisations relatives aux protocoles de mesurage suivante est issue des différentes normes :

- NF EN ISO 717-1 intitulée *Evaluation de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction : Isolement aux bruits aériens.*
- NF EN ISO 717-2 intitulée *Evaluation de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction : Protection contre le bruit de choc*
- NF EN ISO 140-2 intitulée *Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction : Détermination, vérification et application des données de fidélité.*
- NF EN ISO 140-4 intitulée *Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction : Mesurage in situ de l'isolement aux bruits aériens entre les pièces.*
- NF EN ISO 140-7 intitulée *Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction : Mesurage in situ de la transmission des bruits de choc par les planchers.*
- NF EN ISO 10052 intitulée *Mesurages in situ de l'isolement aux bruits aériens et de la transmission des bruits de choc ainsi que du bruit des équipements.*

2.4.2.1 Mesurage de la transmission des bruits de choc

NF EN ISO 140-7 § 5.2

« La machine à chocs doit être placée à au moins quatre emplacements différents, répartis aléatoirement sur le plancher essayé. La distance entre la machine à chocs et les bords du plancher doit être d'au moins 0,5m. Dans le cas de constructions de sols anisotropes (présence de nervures, poutres etc), il peut être nécessaire de retenir un plus grand nombre de positions. Il convient d'orienter la ligne des marteaux à 45° par rapport à la direction des poutres ou nervures. »

« Les niveaux du bruit de choc peuvent se révéler dépendants du temps, une fois que la machine à chocs est démarrée. Dans ce cas, il est recommandé de n'entamer les mesurages qu'après stabilisation du niveau de bruit. Si les conditions ne sont pas devenues stables au bout de 5 min, il convient d'effectuer les mesurages pendant une période de mesurage bien définie. Cette période de mesurage doit être consignée. »

NF EN ISO 140-7 § 5.3.2

« Utiliser au moins quatre positions de microphones qui doivent être réparties dans l'espace maximal autorisé dans la salle et uniformément espacées. Chaque position de machine à chocs doit faire l'objet d'une mesure à partir de deux positions de microphones. Il est possible d'appairer deux positions de la machine avec deux positions de microphones.

Les distances de séparation suivantes sont des valeurs minimales :

- 0,7m entre les positions de microphones ;
- 0,5m entre une position quelconque de microphone et les limites de la salle ou les diffuseurs ;
- 1,0m entre une position quelconque de microphone et la surface supérieure du plancher mise en excitation par la machine à chocs. »

NF EN ISO 140-7 § 5.3.3.a

« Lorsqu'on utilise des positions de microphone fixe, le nombre minimal de mesurages est six ; une combinaison d'au moins quatre positions de microphone et d'au moins quatre positions de la machine de chocs doit être utilisée. »

NF EN ISO 140-7 § 5.3.4

« A chaque position de microphone, la durée de moyennage doit être d'au moins 6s pour chacune des bandes de fréquences dont les fréquences centrales sont inférieures à 400Hz. Pour les bandes de fréquences dont les fréquences centrales sont supérieures, il est admis de diminuer cette durée jusqu'à une valeur non inférieure à 4s. Lorsqu'on utilise un microphone mobile, la durée de moyennage doit correspondre à un nombre entier de déplacements et ne doit pas être inférieure à 30s. »

NF EN ISO 140-7 § 5.6

« Les niveaux de bruit de fond doivent être mesurés pour s'assurer que les observations faites dans la salle de réception ne sont pas influencées par un bruit perturbateur comme celui provenant de l'extérieur de la salle d'essai ou le bruit électrique du système récepteur. Pour vérifier ce dernier point, remplacer le microphone par un microphone fictif. Veiller à ce que le bruit aérien émis par la machine à chocs et transmis dans la salle de réception n'influence pas le niveau du bruit de choc dans la salle de réception.

Le niveau de bruit de fond doit être inférieur au niveau du signal et du bruit de fond combinés, d'au moins 6dB (et, de préférence, de plus de 10dB). Si la différence de niveaux est inférieure à 10dB mais supérieure à 6dB, calculer les corrections sur le niveau du signal d'après l'équation suivante :

$$L = 10 \log 10^{\frac{L_{sb}}{10}} - 10^{\frac{L_b}{10}} \quad dB$$

Où L est le niveau du signal corrigé, en décibels ;

L_{sb} est le niveau du signal et du bruit de fond combinés, en décibels ;

L_b est le niveau du bruit de fond, en décibels. »

2.4.2.2 Mesurage de l'affaiblissement aux bruits aériens.

NF EN ISO 140-4 § 6.2

« Le son produit dans la salle d'émission doit être stable et avoir un spectre continu dans la gamme de fréquences considérée. Utiliser le cas échéant des filtres ayant une largeur de bande d'au moins d'au moins un tiers d'octave. Lorsque l'on utilise un bruit à large bande, le spectre de la source d'émission peut être modifié pour assurer un rapport signal/bruit adéquat aux hautes fréquences dans la salle de réception (un bruit blanc est alors recommandé). Autrement, le spectre acoustique dans la salle d'émission ne doit pas présenter de différences de niveau supérieures à 6dB entre bandes adjacentes d'un tiers d'octave.

Il convient que la puissance acoustique soit suffisante pour que le niveau de pression acoustique dans la salle de réception soit supérieur d'au moins 10dB au niveau du bruit de fond dans toutes les bandes de fréquence. Si cette condition n'est pas remplie, une correction telle que décrite en 6.6 doit être appliquée. »

NF EN ISO 140-4 § 6.3.2

« Les distances de séparation suivantes sont des valeurs minimales :

- 0,7m entre les positions de microphone ;
- 0,5m entre une position quelconque de microphone et les limites de la pièce ou les diffuseurs ;
- 1,0m entre une position quelconque de microphone et la source sonore. »

NF EN ISO 140-4 § 6.3.2.a

« Cinq positions de microphone fixe au minimum doivent être utilisées ; elles doivent être réparties dans l'espace autorisé pour le mesurage dans la salle de manière uniforme. »

NF EN ISO 140-4 § 6.3.3.a

« Lorsqu'on utilise un microphone fixe, le nombre minimal de mesurages est dix (par exemple un mesurage à chaque position de microphone correspondant à chaque position du haut-parleur). »

NF EN ISO 140-4 § 6.3.4

« Pour chaque position individuelle de microphone, la durée de moyennage doit être au minimum de 6s pour chacune des bandes de fréquence dont les fréquences centrale sont inférieures à 400 Hz. Pour les bandes de fréquences dont les fréquences centrales sont supérieures, ce temps peut être diminué jusqu'à une valeur non inférieure à 4s. »

« Mesurer les niveaux de bruit de fond pour s'assurer que les observations dans la salle de réception ne sont pas influencées par un bruit perturbateur tel le bruit provenant de l'extérieur de la salle d'essai, le bruit électrique du système récepteur ou les interférences électriques entre les systèmes d'émission et de réception.

Le niveau de bruit de fond doit être au minimum de 6dB (et de préférence de plus de 10dB) inférieur au niveau du signal et du bruit de fond combiné. Si la différence de niveau est inférieure à 10dB, mais supérieure à 6dB, calculer les corrections conformément à l'équation suivante :

$$L = 10 \log 10^{\frac{L_{sb}}{10}} - 10^{\frac{L_b}{10}} \quad dB$$

Où L est le niveau du signal corrigé, en décibels ;

Lsb est le niveau du signal et du bruit de fond combinés, en décibels ;

Lb est le niveau du bruit de fond, en décibels. »

2.4.2.3 Synthèse des préconisations

Les extraits précédents issus de la norme sont une compilation de préconisations destinées pour partie à des mesurages en laboratoire, pour partie à des mesurages *in situ*. La démarche du programme de recherche « A pas de velours » se situe à la rencontre des deux : il s'agit de réaliser des tests sur des échantillons dans un contexte vibro-acoustique maîtrisé, sans toutefois bénéficier d'un laboratoire de mesurage normalisé.

C'est pourquoi un certain nombre de recommandations relatives au protocole de mesurage ne pourront être suivies, y compris en raison des contraintes matérielles et temporelles liées au projet (cf. § 2.4.1.1).

Sont retenues entre toutes les exigences suivantes :

- La machine à choc doit être positionnée au centre de l'échantillon, la ligne des marteaux à 45° par rapport à l'alignement des solives ;
- La durée de stabilisation du niveau de bruit de choc généré dans le volume de réception devra être étudiée afin que la mesure se déroule systématiquement en régime vibratoire stationnaire ;
- Les positions des micros doivent être choisies au sein d'un « volume éligible » défini par les contraintes suivantes :
 - 0,5m entre une position quelconque de microphone et les limites de la salle ou les diffuseurs ;
 - 1,0m entre une position quelconque de microphone et la surface supérieure du plancher mise en excitation par la machine à chocs ;
 - 1,0m entre une position quelconque de microphone et la source sonore ;
- La durée d'acquisition doit être d'au moins 6 secondes ;
- Les niveaux de bruit de fond doivent être systématiquement mesurés, et permettront de corriger les niveaux ambiants dans le cas où l'émergence ne serait pas d'au moins 10 dB ;
- La puissance acoustique développée par l'enceinte à l'émission doit être suffisante pour que le niveau de pression acoustique dans la pièce de réception soit au moins supérieur de 10dB au bruit de fond.

Une partie de ces exigences sont dépendantes du comportement acoustique de la cellule (par exemple le régime transitoire lors de la sollicitation par machine à choc), et une étape d'étude par mesurage permettra d'optimiser ainsi le protocole de test.

2.4.3 DEFINITION DU PROTOCOLE DE MESURAGE

Suite au premier bilan des enjeux et des contraintes établi, il s'agit de fixer les points suivants :

- Durée de fonctionnement de la machine à choc avant mesure ;
- Durée d'acquisition ;
- Positions des micros ;
- Durée de réverbération de référence du volume de réception ;
- Plan de mesure.

Plusieurs mesures sont réalisées afin de pouvoir quantifier plusieurs paramètres. L'échantillon en place dans la fenêtre est un panneau d'OSB 18mm simple. On réalise également une série de mesures de durées de réverbération afin de déterminer T_{ref} . La durée de réverbération de référence ainsi définie permettra d'ajuster les résultats des essais tout au long de la campagne en cas de modifications significatives des propriétés du champ acoustique (température, hygrométrie, variation sensible de volume liée à la mise en place de faux-plafond ...).

Etude du régime transitoire

Une série de cinq mesures de bruit de choc est réalisée, on lance l'acquisition avant de mettre en marche la machine à choc. Les cinq évolutions temporelles révèlent que le régime vibratoire transitoire de la cellule est relativement court, après cinq secondes de fonctionnement le spectre en réception a déjà atteint son état stationnaire. Ces cinq secondes peuvent être corrélées au régime transitoire de la machine à choc elle-même, régime transitoire perceptible à l'oreille avant que les marteaux ne parviennent à une fréquence d'excitation stable.

La durée de fonctionnement de la machine à choc avant une mesure de bruit de choc est fixée à 10 secondes.



Par ailleurs, on cherche à estimer l'impact de l'orientation de la machine à choc sur le niveau de pression acoustique généré dans le volume de réception. Il apparaît de faibles variations : lorsque la machine est positionnée parallèlement aux solives le niveau de bruit de choc généré est sensiblement plus faible, lorsque la machine est placée perpendiculairement aux solives le niveau est plus élevé (+3 dB), enfin lorsqu'elle est placée à 45° le niveau généré se situe entre les deux extrêmes et constitue la valeur moyenne. L'allure des spectres du bruit de choc mesuré reste quant à elle inchangée, seul le niveau global est sensiblement modifié.

Cette étude conforte donc la préconisation de la norme sur la position de la machine à choc.

Variations liées à la durée d'acquisition

On réalise une même mesure d'isolement avec quatre durées d'acquisition différentes : 5 s, 10s, 30s et 1 min. Il apparaît que seule la mesure de 5s diffère des autres, dans de faibles proportions (< 10%).

On fixe tout de même arbitrairement la durée d'acquisition à 20s, afin de bénéficier d'un signal suffisamment long pour pouvoir effectuer un auto-contrôle quant à la validité de la mesure. Cela permet notamment de mettre en évidence la plupart des *événements ponctuels* qui seraient susceptibles de venir perturber la mesure : passage d'une voiture, cri, présence d'une mouche dans le local, etc.



Mesure de la durée de réverbération de référence

En même temps que l'on réalise une mesure fine de l'affaiblissement aux bruits aériens et aux bruits de choc du plancher de base constitué d'une plaque d'OSB 18, on réalise une série de mesures de durée de réverbération du local de réception, afin d'en déduire un TR moyen. Cette valeur servira de référence pour toute la campagne de tests, afin de pouvoir corriger les niveaux de pression acoustique mesurés en cas de variations significatives. Ces ajustements entre autre autoriseront la comparaison des différents essais au plancher de base.

Durée de réverbération moyenne de référence :

Freq (Hz)	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800
TR (s)	1,01	0,76	0,56	0,66	0,52	0,57	0,56	0,54	0,52	0,47	0,54	0,43	0,41

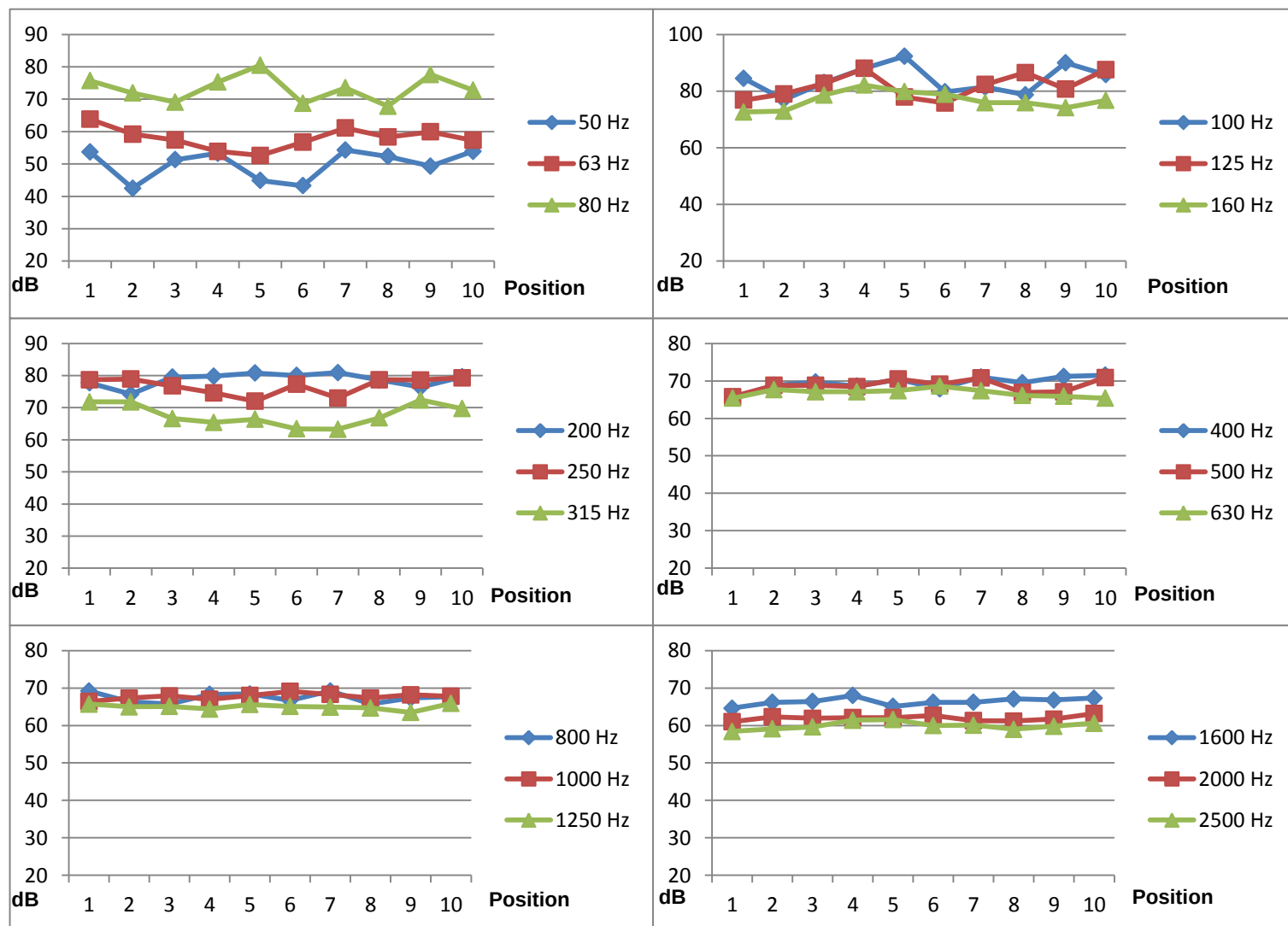
Freq (Hz)	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10k
TR (s)	0,39	0,36	0,39	0,37	0,35	0,32	0,30	0,29	0,29	0,26	0,23

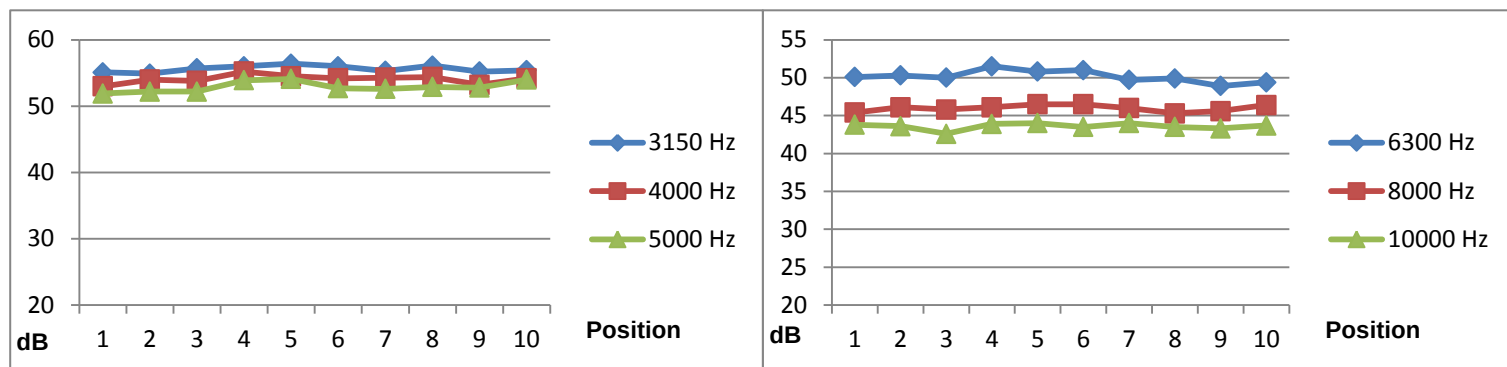
Ces mesures ont été réalisées avec une température ambiante intérieure de 15°C et un degré d'hygrométrie de 75%.

Etude de la position du microphone de réception

On définit dans un premier temps le *volume admissible* pour le positionnement du microphone du local de réception, formé par l'ensemble des contraintes spatiales définies dans la norme, c'est-à-dire principalement à 0,5 m de toute paroi. Ensuite, on choisit arbitrairement 10 positions réparties dans ce volume de façon régulière, et on réalise une même mesure d'isolement.

L'ensemble des résultats est ensuite comparé entre toutes les positions pour chaque bande de tiers-octave.





Comparaison des niveaux par bande d'octave en fonction des positions de microphone.

Ces courbes explicitent clairement les effets d'un recouvrement modal insuffisant aux très basses fréquences, on observe des variations importantes de niveau à travers le volume de réception jusqu'à 160 Hz. De 200 à 315 Hz les variations de niveau sont contenues dans une plage de 5dB ce qui est également conséquent, puis à partir de 400 Hz les variations ne deviennent plus significatives.

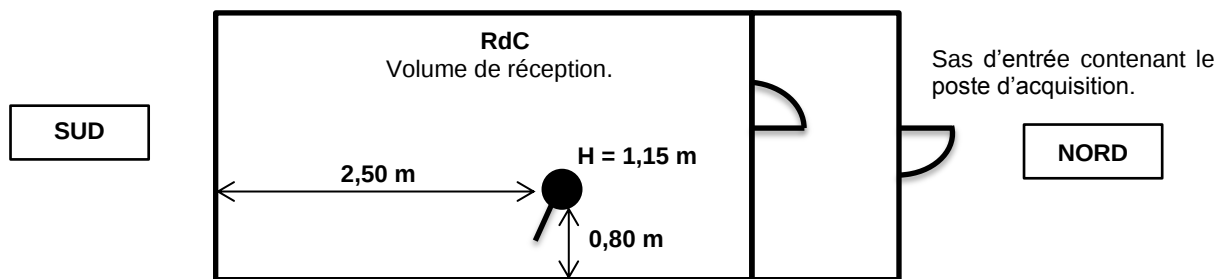
On cherche ainsi le point de l'espace susceptible de relever un niveau moyen dans toutes les bandes de tiers-octave, y compris aux basses fréquences. Pour cela on calcule d'une part la moyenne arithmétique des niveaux pour chaque tiers-octave, d'autre part l'écart entre la moyenne et le niveau relevé à chaque fréquence et pour chaque position de l'espace. Enfin on somme les différences et on élit la position totalisant le moins d'écart aux moyennes.

Niveau moyen	Ecart à la moyenne									
	Pos.1	Pos.2	Pos.3	Pos.4	Pos.5	Pos.6	Pos.7	Pos.8	Pos.9	Pos.10
49,88	3,82	7,38	1,42	3,42	4,98	6,58	4,42	2,42	0,58	4,02
58,02	5,78	1,18	0,62	4,12	5,42	1,32	3,08	0,28	1,88	0,72
73,29	2,41	1,39	4,19	2,01	7,21	4,59	0,21	5,49	4,31	0,49
84,04	0,46	7,04	1,04	3,96	8,26	4,34	2,64	5,34	5,96	1,76
81,73	4,93	2,73	0,97	6,27	3,83	5,93	0,57	4,77	1,03	5,87
76,75	4,15	3,85	1,85	5,35	3,05	2,15	0,85	0,85	2,65	0,05
78,75	1,05	4,55	0,75	1,05	2,05	1,25	2,15	0,15	2,35	0,85
76,79	1,91	2,11	0,01	2,19	4,79	0,51	3,79	1,91	1,81	2,51
67,76	4,04	4,04	1,16	2,36	1,36	4,36	4,46	0,96	4,64	1,94
69,41	3,91	0,61	0,29	0,81	0,99	1,51	1,59	0,09	1,79	2,09
68,72	2,92	0,08	0,08	0,22	1,78	0,38	2,08	1,82	1,62	2,18
66,81	1,41	0,89	0,29	0,29	0,59	1,79	0,59	0,71	0,91	1,41
67,45	1,75	1,15	1,75	0,85	0,95	0,75	1,75	1,75	0,15	0,25
67,73	1,33	0,43	0,17	0,73	0,27	1,37	0,57	0,43	0,47	0,07
64,99	0,71	0,01	0,11	0,59	0,61	0,11	0,09	0,29	1,49	0,91
66,39	1,79	0,19	0,01	1,61	1,29	0,19	0,19	0,71	0,41	0,91
61,95	0,95	0,35	0,05	0,15	0,15	0,75	0,65	0,75	0,25	1,25
59,96	1,56	0,86	0,36	1,44	1,64	0,04	0,14	0,96	0,16	0,64
55,61	0,51	0,71	0,09	0,39	0,79	0,39	0,31	0,49	0,41	0,21
54,08	1,08	0,08	0,28	1,12	0,42	0,12	0,22	0,32	0,88	0,12
52,93	1,03	0,73	0,73	0,97	1,17	0,23	0,33	0,03	0,13	1,07
50,16	0,06	0,14	0,16	1,34	0,64	0,84	0,46	0,26	1,26	0,76
45,97	0,57	0,13	0,17	0,13	0,53	0,53	0,03	0,67	0,37	0,43
43,59	0,21	0,01	0,99	0,31	0,41	0,09	0,41	0,09	0,29	0,11

Somme des différences à la moyenne :

48,34	40,64	17,54	41,68	53,18	40,12	31,58	31,54	35,8	30,62
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------

La position susceptible de transcrire le plus fidèlement le spectre moyen du champ acoustique du volume de réception est donc la position n°3 qui est retenue comme point de mesure unique en réception pour toute la campagne de tests.



Localisation de la position microphone n°3 au sein du local de réception.

PLAN DE MESURAGE

A l'issue de l'ensemble du travail de conception de la cellule, de validation fonctionnelle et d'optimisation du protocole de mesurage, on réalise un plan de mesure qui définit l'ensemble des manipulations à réaliser par l'opérateur au cours de toute la campagne de tests. Les opérateurs principaux sont Jean Louis BEAUMIER - qui se consacre bénévolement à la campagne de mesures pendant deux mois- et Pierre BRIE.

PROTOCOLE DE MESURAGE

Avant chaque demi-journée de mesures :

- S'assurer que la ligne micro du local d'émission est bien raccordée à la voie 1 du SYMPHONIE.
- S'assurer que la ligne micro du local de réception est bien raccordée à la voie 2 du SYMPHONIE.
- S'assurer que les micros 1 et 2 sont correctement positionnés aux emplacements définis dans les locaux d'émission et de réception.
- Réaliser une mesure de durée de réverbération dans le local de réception.

Pour chaque configuration d'essai :

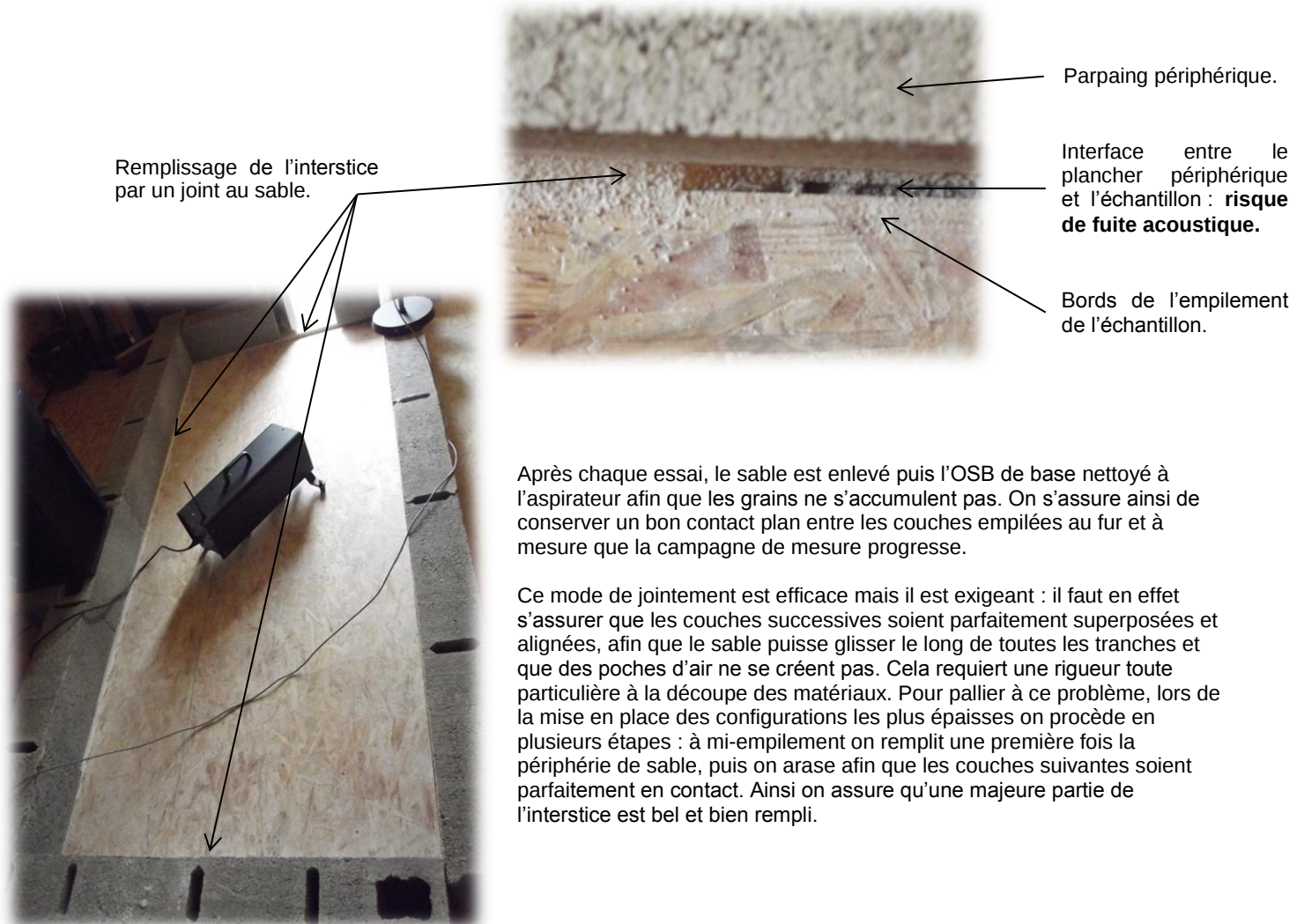
- Pendant le montage de la configuration, **prendre des photos à chaque étape**.
- Faire un relevé de la température et de l'hygrométrie du local de réception :
 - Allumer la sonde et attendre 1 minute qu'elle se stabilise, lire et reporter les valeurs sur la fiche de suivi « LISTE CONFIG TEST » située dans /CAMPAGNE MESURE/03-ESSAIS.
- Réaliser une mesure d'isolement :
 - S'assurer que la source de bruit soit positionnée à l'emplacement défini dans le local d'émission ;
 - Excitation avec la source de bruit rose pilotée par le logiciel, mesure simultanée du niveau de pression acoustique en émission et en réception ;
 - Enregistrer le fichier de résultats dans le dossier du jour et de la configuration ;
 - Mesure du bruit de fond en émission et en réception ;
 - Enregistrer le fichier de résultats dans le dossier du jour et de la configuration.
- Réaliser une mesure de bruits de choc :
 - S'assurer que la machine à choc soit positionnée au centre de la fenêtre de test, orientée à 45° par rapport aux solives.
 - Mettre la machine à choc en fonctionnement pendant 10 secondes ;
 - Mesure simultanée du niveau sonore en émission et en réception ;
 - Arrêter la machine à choc ;
 - Enregistrer le fichier de résultats dans le dossier du jour et de la configuration.

En plus du plan de mesurage dont un extrait est présenté ci-contre à destination de l'opérateur lors des essais, le travail d'optimisation du protocole de mesurage a permis d'affiner les paramètres logiciels d'acquisition. Ces paramètres sont enregistrés dans un fichier de configuration qu'il suffit d'ouvrir à chaque démarrage du logiciel d'acquisition, ainsi par exemple les durées d'acquisition ou de mise en fonctionnement de la source de bruit rose avant mesure sont automatiquement pris en compte.

A ce stade, l'étude préliminaire s'achève, le protocole de mesurage est défini de façon à fidéliser les mesures.

Mise en œuvre des échantillons

La mise en place des échantillons suit une procédure rigoureuse. L'empilement des couches successives formant les configurations de renforcement du plancher de base peut finalement être plus épais que le parement haut du plancher principal périphérique constitué de 3 OSB de 15mm. Ainsi afin de prévenir la création de toute fuite périphérique et afin de correctement solliciter l'ensemble de l'échantillon, on dispose tout autour de la fenêtre d'essai des parpaings. Ces derniers permettent d'assurer la bonne étanchéité entre les échantillons et le plancher périphérique grâce à l'emploi d'un joint au sable.



2.5

QUANTIFICATION DE L'ERREUR DE MESURE

Le projet de recherche « A pas de velours » n'a pas vocation à caractériser finement les performances acoustiques des éléments constitutifs des solutions de renforcement acoustique des planchers bois, mais à comparer ces solutions entre elles en les mettant en œuvre au sein d'une même cellule de mesure. Néanmoins pour permettre cette comparaison il est nécessaire de quantifier l'erreur totale de mesure assujettie d'une part aux propriétés du champ acoustique des volumes d'émission et de réception et donc aux emplacements de mesure retenus, d'autre part au protocole de mesure.

L'enjeu est d'être capable de quantifier l'écart minimum entre deux mesures pour pouvoir dissocier leurs résultats, écart inhérent au cumul des incertitudes de mesure.

Cette quantification peut s'opérer par l'étude de l'influence de 3 paramètres :

- L'incertitude aléatoire éventuellement engendrée par le matériel d'acquisition ;
- L'incertitude de manipulation liée au positionnement des micros (haut et bas) ;
- L'incertitude de manipulation éventuelle liée au positionnement angulaire de la source.

Suite aux campagnes de validation du caractère fonctionnel de la cellule, une étude de répétabilité a été réalisée, qui consiste en la réalisation de 3 séries de mesures, en faisant varier un seul des paramètres au sein de chaque série.

Ces séries de mesure ont été effectuées sur la configuration P5e qui consiste en un renforcement du plancher de base par-dessous, par la mise en œuvre d'un faux-plafond en OSB 18mm vissé entre solives à mi-hauteur, et ménageant un plénum de 80 mm environ garni de panneaux de 45 mm de laine de chanvre Florapan à 40 kg/m³ de ISOVER.



2.5.1 INCERTITUDE MATERIELLE

Cette étude consiste à réaliser 30 mesures consécutives, en ne changeant pas la configuration testée, ni la position des micros d'acquisition à l'émission et à la réception.

Chacune des 30 mesures comprend une mesure d'isolement au bruit aérien ainsi qu'une mesure de bruit de choc.

Cet échantillon de 30 mesures fait ensuite l'objet d'une étude statistique afin de déterminer l'intervalle de confiance type avec un risque de 5%. L'hypothèse est faite que la variation aléatoire éventuelle autour de la valeur exacte à mesurer due à la précision du matériel suit une loi normale de Laplace-Gauss.

Ce plan d'étude ainsi que les hypothèses formulées sont les mêmes pour tous les essais de répétabilité.

Pour $n = 30$ échantillons on définit :

$$S_e = \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{p=1}^n (x_p - m)^2$$

« m » la moyenne empirique

« μ » l'espérance de la moyenne

« S_e » l'écart-type corrigé

« F_n » la fonction de répartition de la loi normale de Laplace-Gauss

« L » la largeur de l'intervalle de confiance à 95%

« α » le risque fixé à 5%

$$L = \frac{S_e}{\sqrt{n}} \cdot F_N^{-1} \left(1 - \frac{\alpha}{2} \right)$$

$$F_N^{-1}(97.5 \%) = 1.96$$

« L » est l'erreur de mesure : $L_p = m \pm L$ dB

$$Proba(m - L < \mu < m + L) = 95 \%$$

In fine, on obtient la variation de mesure maximale en comparant les courbes d'affaiblissement obtenues sur la base des valeurs :

$L_{p \text{ émission}} = m_{\text{émission}} + L_{\text{émission}}$ et $L_{p \text{ réception}} = m_{\text{réception}} - L_{\text{réception}}$ qui conduit à la valeur d'affaiblissement maximal ;

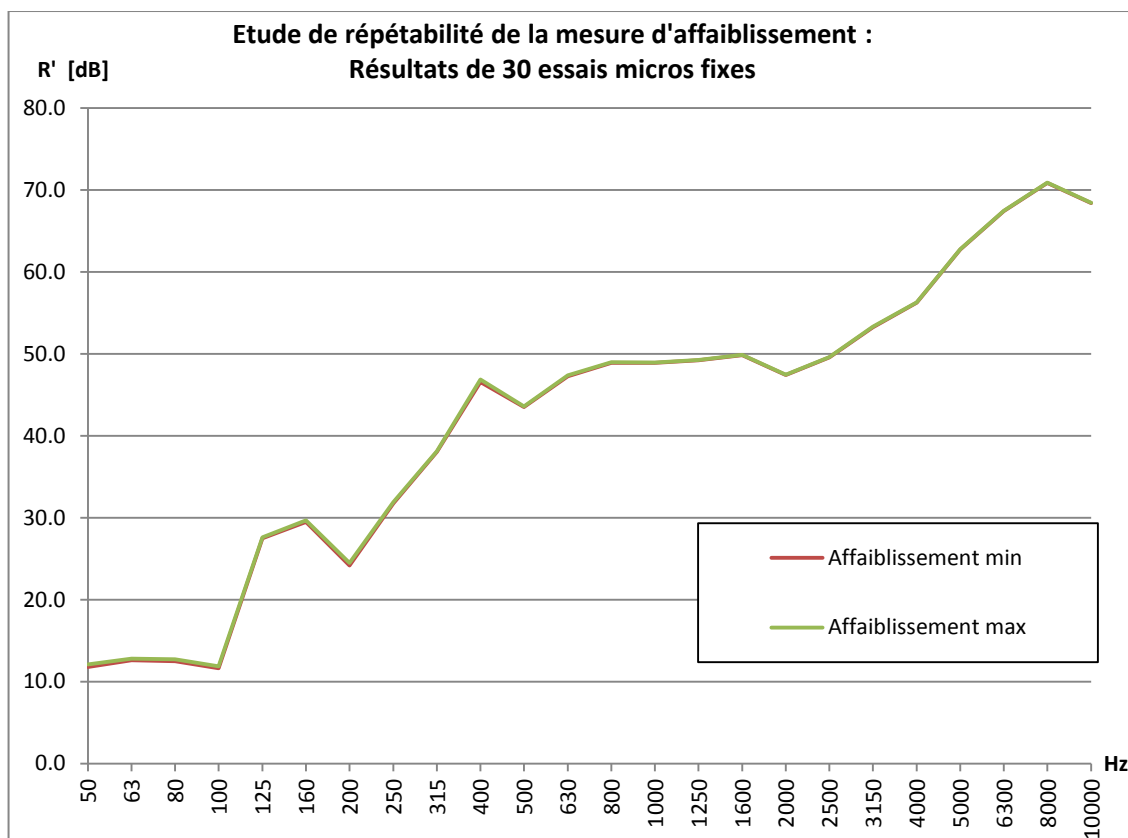
$L_{p \text{ émission}} = m_{\text{émission}} - L_{\text{émission}}$ et $L_{p \text{ réception}} = m_{\text{réception}} + L_{\text{réception}}$ qui conduit à la valeur d'affaiblissement minimal ;

2.5.1.1 Incertitude matérielle sur la mesure d'affaiblissement au bruit aérien

A l'issue de cette première étude on obtient la variabilité des mesures d'affaiblissement due à la précision matérielle :

Fréquence [Hz]	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
Affaiblissement mini [dB]	11.8	12.6	12.5	11.6	27.5	29.5	24.2	31.7	38.0	46.6	43.5	47.3
Affaiblissement maxi [dB]	12.1	12.8	12.7	11.9	27.6	29.7	24.5	31.9	38.1	46.9	43.6	47.4
Variabilité [dB]	± 0.15	± 0.09	± 0.12	± 0.11	± 0.05	± 0.09	± 0.15	± 0.07	± 0.05	± 0.16	± 0.05	± 0.05

Fréquence [Hz]	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10k
Affaiblissement mini [dB]	48.9	48.9	49.2	49.8	47.4	49.6	53.2	56.2	62.7	67.4	70.8	68.4
Affaiblissement maxi [dB]	49.0	48.9	49.3	49.9	47.4	49.6	53.3	56.3	62.8	67.4	70.9	68.4
Variabilité [dB]	± 0.03	± 0.02	± 0.04	± 0.02	± 0.02	± 0.02	± 0.03	± 0.03	± 0.02	± 0.01	± 0.03	± 0.01



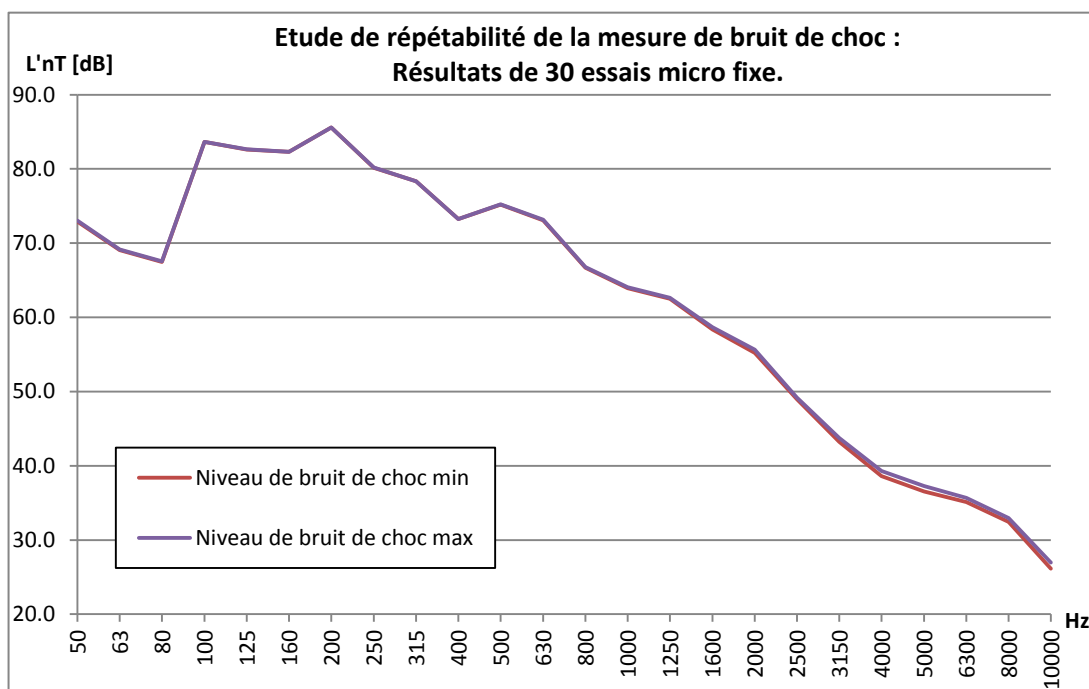
L'incertitude matérielle est très faible : inférieure à $\pm 0,2$ dB pour chaque bande de tiers octave, et nulle sur l'indice global R'_w (C ; Ctr) = 43 (-5 ; -12) dB. Elle est largement négligeable devant d'autres sources de variabilité de la mesure, étudiées ci-après.

2.5.1.2 Incertitude matérielle sur la mesure de niveau de bruit de choc

Une étude similaire à la précédente est menée dans les mêmes conditions pour les bruits de choc, 30 mesures sont réalisées sans modifier le placement de la machine à choc ni celui du microphone en réception :

Fréquence [Hz]	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
Niveau de bruit de choc mini [dB]	72.9	69.0	67.4	83.6	82.6	82.3	85.6	80.1	78.3	73.2	75.2	73.1
Niveau de bruit de choc maxi [dB]	73.0	69.2	67.5	83.7	82.7	82.3	85.6	80.2	78.3	73.3	75.2	73.2
Variabilité [dB]	± 0.06	± 0.06	± 0.05	± 0.01	± 0.02	± 0	± 0.01	± 0.02	± 0	± 0.01	± 0.01	± 0.05

Fréquence [Hz]	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10k
Niveau de bruit de choc mini [dB]	66.7	63.9	62.5	58.4	55.2	49.0	43.2	38.6	36.5	35.1	32.4	26.1
Niveau de bruit de choc maxi [dB]	66.8	64.1	62.6	58.6	55.7	49.2	43.7	39.3	37.3	35.7	32.9	27.0
Variabilité [dB]	± 0.04	± 0.08	± 0.06	± 0.14	± 0.21	± 0.11	± 0.24	± 0.34	± 0.36	± 0.28	± 0.26	± 0.41



L'incertitude matérielle demeure très faible pour la mesure de bruit de choc, bien qu'elle soit sensiblement plus importante en haute fréquence : inférieure à $\pm 0,1$ dB jusqu'à 1250 Hz, inférieure à $\pm 0,2$ dB jusqu'à 2500 Hz, et inférieure à $\pm 0,4$ dB jusqu'à 10000 Hz. L'indice global L'_{nTW} varie quant à lui de $\pm 0,5$ dB (il vaut respectivement 70 et 71 dB), ce qui reste négligeable devant d'autres sources de variabilité de la mesure, étudiées ci-après.

2.5.2 INCERTITUDE DE POSITIONNEMENT DES MICROPHONES

Cette étude consiste à réaliser 30 mesures consécutives, en ne changeant pas la configuration testée, mais en modifiant sensiblement la position des micros d'acquisition à l'émission et à la réception. Le volume balayé par les micros au cours de leurs changements de position est une sphère de diamètre 20 cm, ce qui correspond pratiquement à l'ensemble des positions qui ont pu être jugées correctes par les opérateurs tout au long de la campagne de mesure.

Chacune des 30 mesures comprend une mesure d'isolement au bruit aérien ainsi qu'une mesure de bruit de choc.

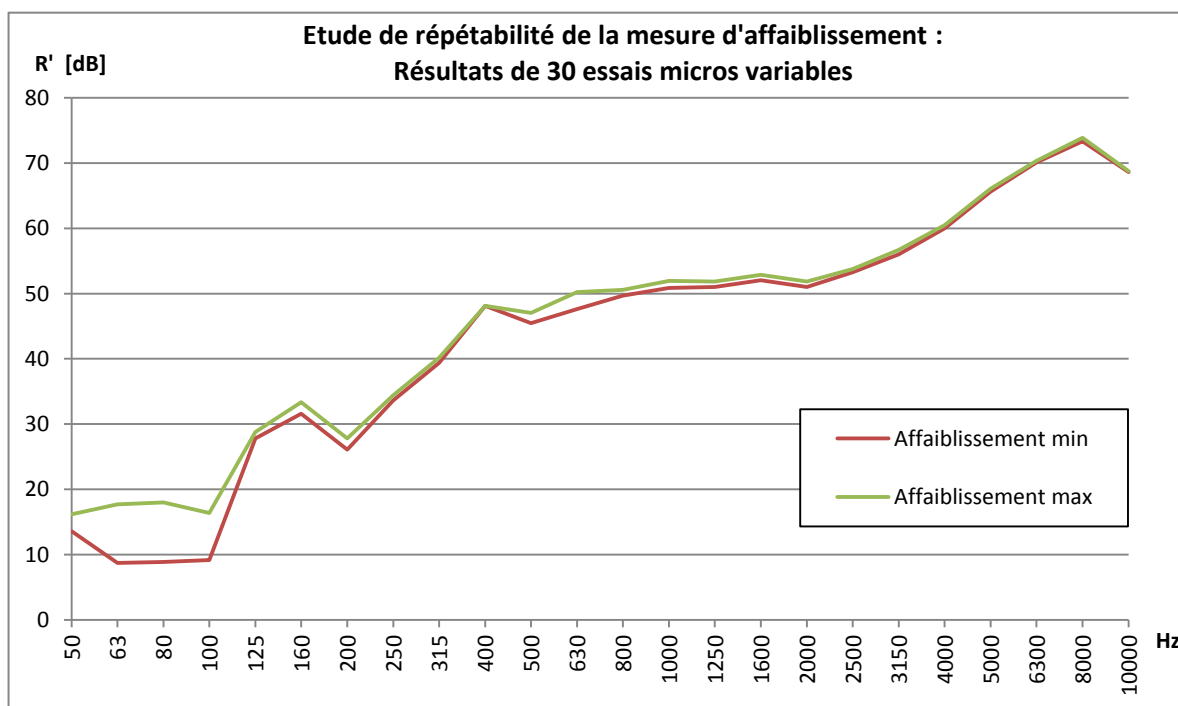
Cet échantillon de 30 mesures fait ensuite l'objet d'une étude statistique afin de déterminer l'intervalle de confiance type avec un risque de 5%, de la même manière que pour l'étude d'incertitude matérielle (cf. § 2.5.1).

2.5.2.1 Incertitude de positionnement micro sur la mesure d'affaiblissement au bruit aérien

A l'issue de cette seconde étude de répétabilité, on obtient la variabilité des mesures d'affaiblissement due à la précision de positionnement des micros :

Fréquence [Hz]	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
Affaiblissement mini [dB]	13.6	8.7	8.8	9.2	27.8	31.6	26.1	33.6	39.4	48.1	45.5	47.6
Affaiblissement maxi [dB]	16.2	17.7	18.0	16.4	28.8	33.3	27.8	34.4	40.2	48.1	47.0	50.2
Variabilité [dB]	± 1.28	± 4.5	± 4.56	± 3.61	± 0.51	± 0.88	± 0.85	± 0.41	± 0.41	± 0	± 0.78	± 1.3

Fréquence	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10k
Affaiblissement mini	49.7	50.9	51.0	52.1	51.0	53.3	56.0	60.0	65.6	70.1	73.3	68.6
Affaiblissement maxi	50.6	51.9	51.8	52.9	51.8	53.7	56.7	60.5	66.1	70.3	73.9	68.8
Variabilité	± 0.44	± 0.53	± 0.41	± 0.4	± 0.43	± 0.24	± 0.33	± 0.26	± 0.24	± 0.12	± 0.28	± 0.08



L'incertitude liée au positionnement des micros est prépondérante sur les autres facteurs de variabilité de la mesure d'affaiblissement au bruit aérien. L'erreur de mesure est importante aux très basses fréquences puis diminue progressivement, à partir de 250 Hz elle est uniformément inférieure à ± 0.5 dB si l'on excepte une petite anomalie à 630 Hz.

Les indices globaux limites de cette série d'essais sont $R'w$ (C ; Ctr) = 44 (-2 ; -7) dB pour l'affaiblissement minimal et $R'w$ (C ; Ctr) = 46 (-1 ; -6) dB pour l'affaiblissement maximal, d'où une incertitude de ± 1.5 dB sur les indices R_A et $R_{A,lr}$.

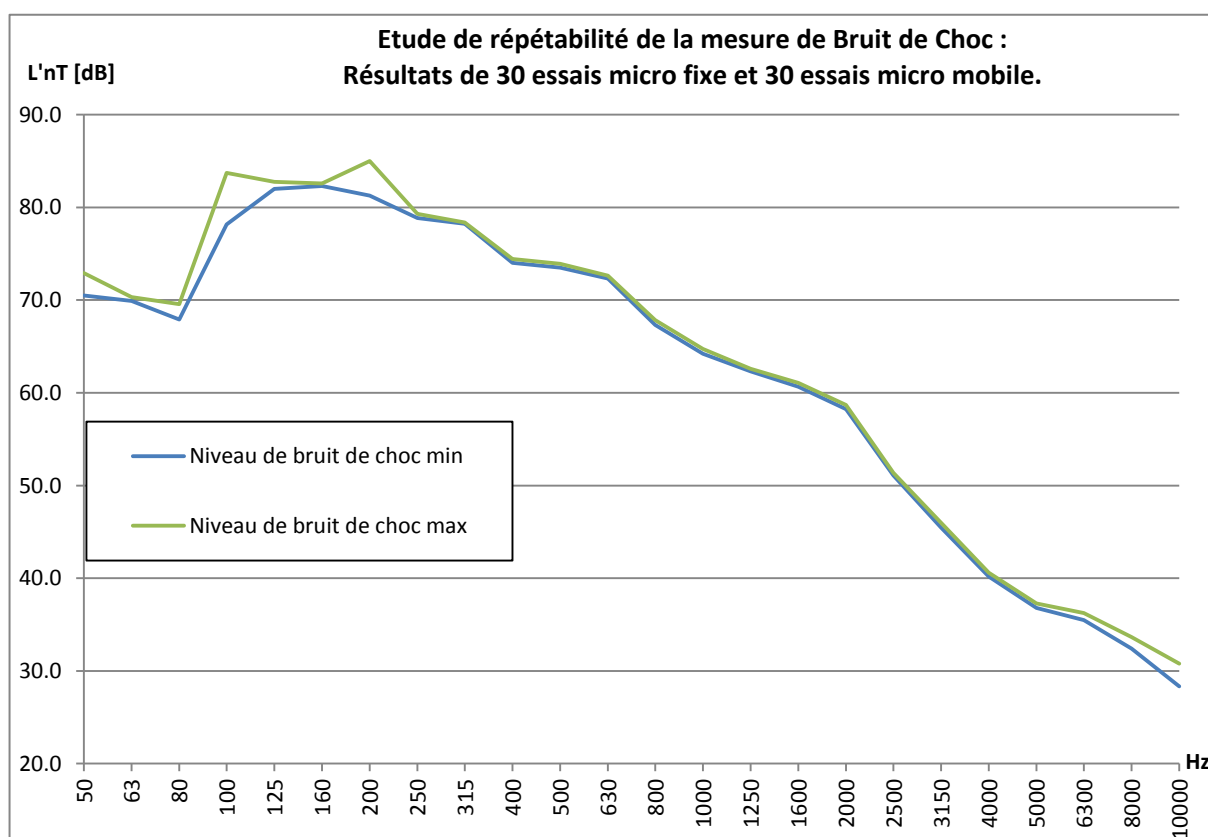
D'une manière générale, cette dernière valeur sera retenue sur l'ensemble du projet : deux résultats de mesure seront strictement dissociables si la différence absolue de leurs indices d'affaiblissement pondéré respectifs est supérieure à 3 dB.

2.5.2.2 Incertitude de positionnement micro sur la mesure de niveau de bruit de choc

Une étude similaire à la précédente est menée dans les mêmes conditions pour les bruits de choc, 30 mesures sont réalisées en modifiant sensiblement le placement du microphone en réception afin de couvrir le volume au sein duquel il a pu effectivement être placé durant l'ensemble de la campagne de tests.

Fréquence	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
Niveau de bruit de choc mini	70.5	69.9	67.9	78.2	82.0	82.3	81.3	78.9	78.2	74.0	73.5	72.3
Niveau de bruit de choc maxi	72.9	70.3	69.6	83.7	82.8	82.6	85.0	79.3	78.4	74.4	73.9	72.6
Variabilité	± 1.2	± 0.21	± 0.83	± 2.79	± 0.38	± 0.13	± 1.87	± 0.22	± 0.07	± 0.21	± 0.21	± 0.15

Fréquence	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10k
Niveau de bruit de choc mini	67.3	64.2	62.3	60.6	58.2	51.1	45.5	40.2	36.8	35.5	32.4	28.3
Niveau de bruit de choc maxi	67.8	64.7	62.6	61.1	58.7	51.4	46.0	40.6	37.3	36.2	33.7	30.8
Variabilité	± 0.26	± 0.26	± 0.14	± 0.2	± 0.22	± 0.14	± 0.26	± 0.2	± 0.23	± 0.38	± 0.63	± 1.24



Pour la mesure de bruit de choc l'incertitude liée au positionnement des micros est prépondérante sur les autres facteurs de variabilité. L'erreur de mesure est significativement moins importante que pour la mesure d'affaiblissement au bruit aérien, il faut cependant noter une incertitude marquée à 100 et 200 Hz, respectivement de ± 2.79 dB et ± 1.87 dB.

L'incertitude sur les indices globaux L'_{nTw} est remarquable, puisqu'elle est nulle pour cette série d'essais de répétabilité. On retient donc pour l'ensemble du projet la valeur de 1dB comme différence minimale entre deux indices globaux L'_{nTw} afin qu'ils puissent être considérés comme strictement dissociables.

2.5.3 INCERTITUDE DE DIRECTIVITE DE LA SOURCE DE BRUIT

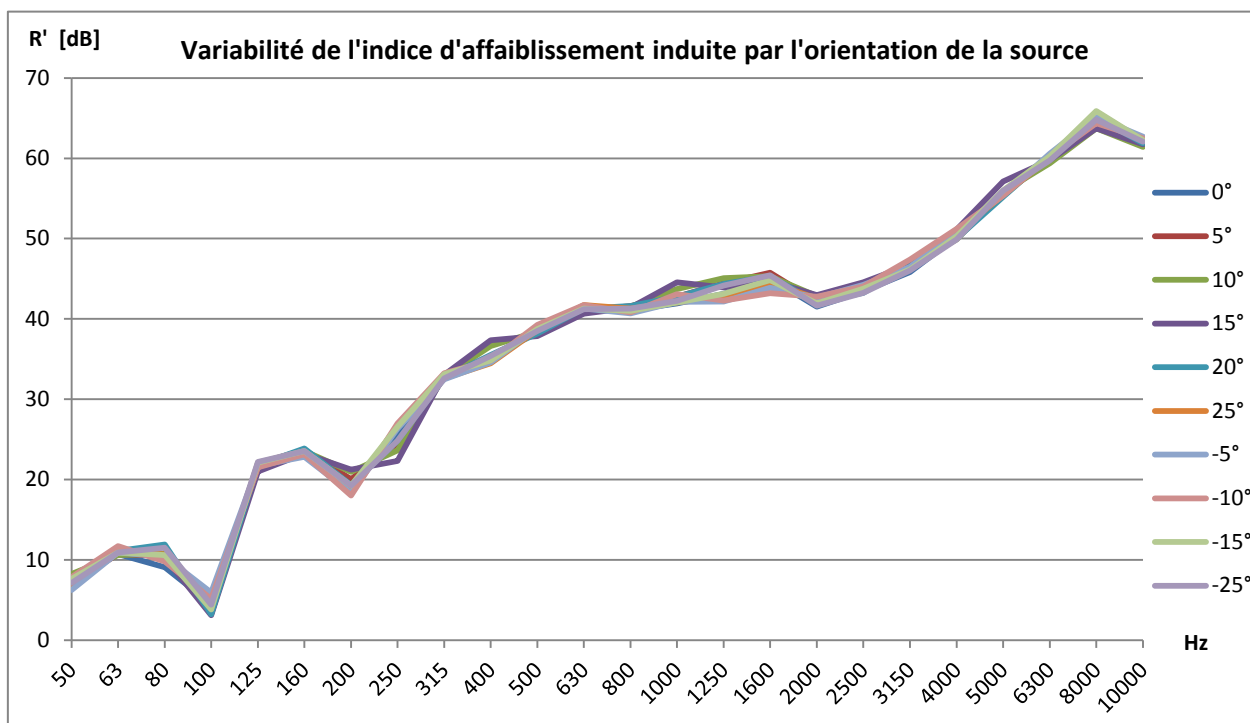
Aux incertitudes de mesure étudiées précédemment et liées à la précision du matériel de mesure ainsi qu'au protocole de test (placement des microphones d'acquisition notamment) il faut ajouter une imprécision de mesure liée à la directivité de la source et à son placement tout au long de la campagne de mesures.

Par 10 reprises on modifie l'orientation de la source entre deux positions extrêmes par pas de 5°.

On obtient l'incertitude de mesure d'indice d'affaiblissement au bruit aérien due à l'orientation de la source :

Fréquence [Hz]	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
Ecart-type [dB]	0.6	0.3	0.8	1.0	0.4	0.3	1.0	1.5	0.3	0.9	0.4	0.3

Fréquence [Hz]	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10 k
Ecart-type [dB]	0.3	0.9	1.0	0.8	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.3	0.8	0.4



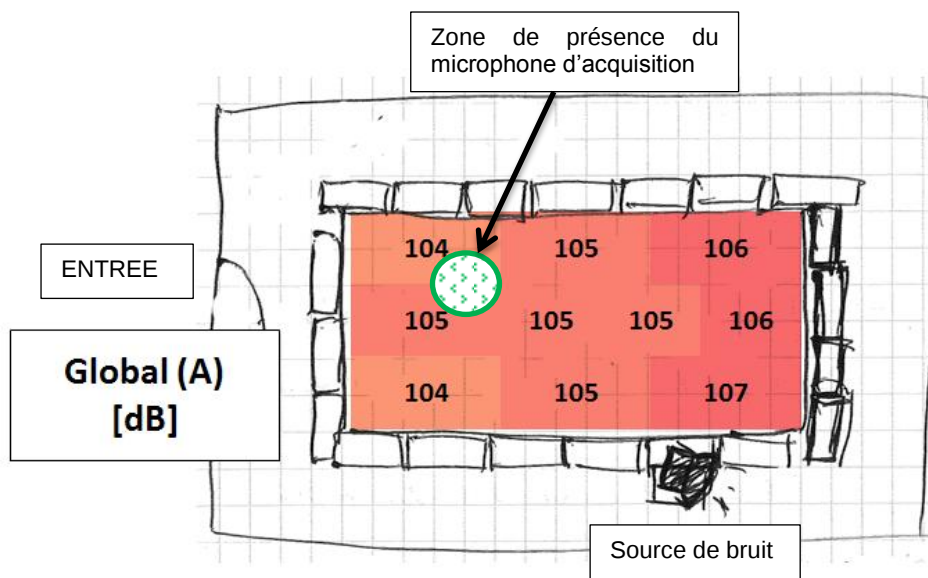
On constate une incertitude sur la mesure d'affaiblissement au bruit aérien de ± 0.5 dB pour tous les tiers d'octave excepté 250 Hz où l'incertitude est sensiblement plus importante. Etant donné que la plage d'orientation angulaire balayée par cette étude est largement supérieure à la plage qu'a réellement pu occuper la source de bruit tout au long de la campagne de mesures, on considère ce facteur d'incertitude négligeable devant l'incertitude liée au positionnement des microphones d'acquisition.

2.5.4 ETUDE DU CHAMP ACOUSTIQUE DU LOCAL D'EMISSION

Les multiples contraintes inhérentes au programme de recherche « A pas de velours » n'ont pas permis de réaliser une cellule de test dont les volumes d'émission et de réception présentent un champ acoustique diffus. Au cours de la phase d'optimisation du protocole de mesurage, une position fixe de microphone a été définie pour chacun des locaux. Par ailleurs, l'impact sur la mesure des petites variations de position qu'ont pu prendre les micros au cours de la campagne de test a déjà été quantifié lors des études de répétabilité (cf. § 2.5.2).

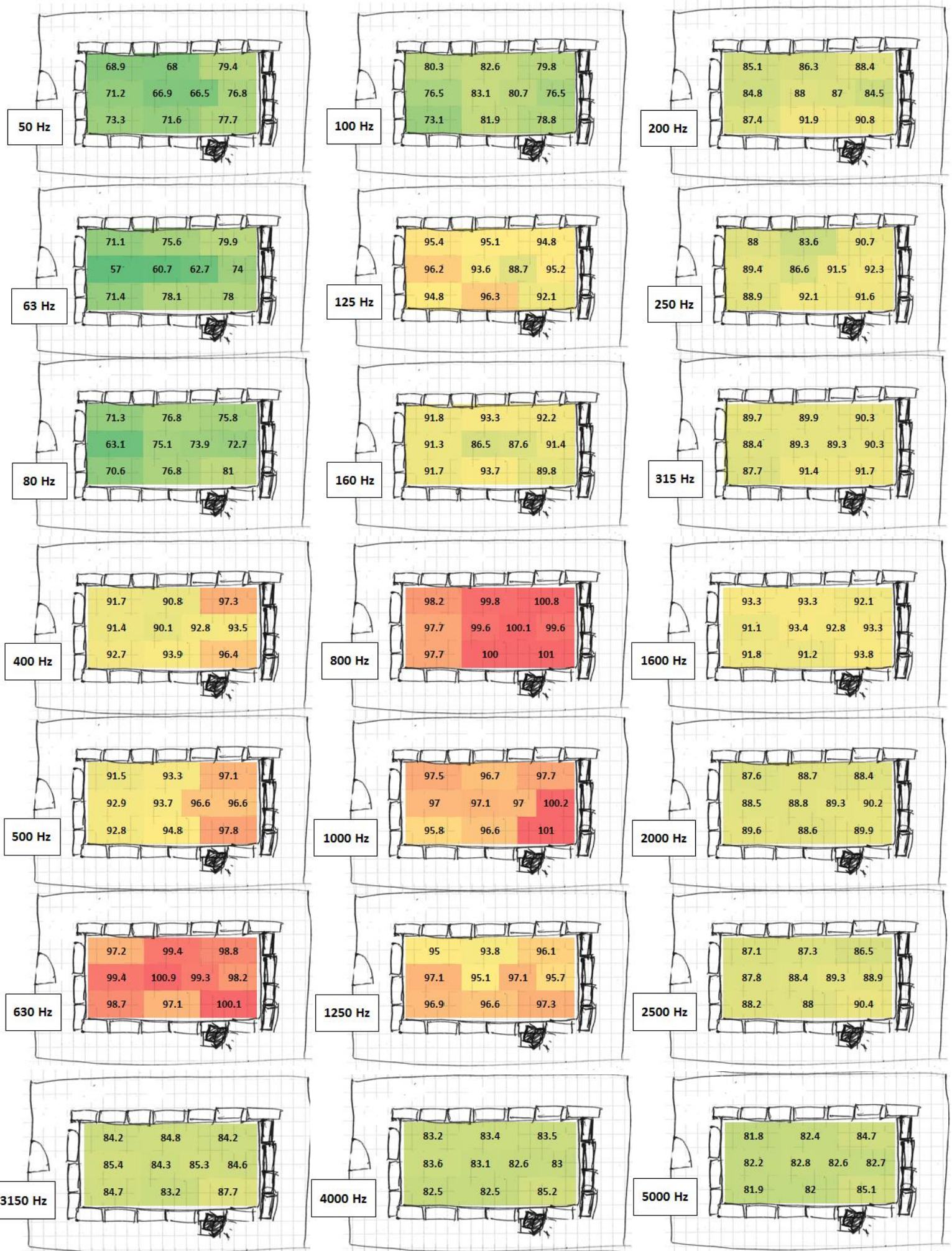
Néanmoins, à titre informatif une étude supplémentaire du champ acoustique du local d'émission a été réalisée, l'étude du champ acoustique du local de réception ayant par ailleurs déjà été réalisée lors de la validation fonctionnelle de la cellule (cf. § 2.3).

Dix points de mesure ont été retenus dans le volume afin de réaliser une cartographie à 1 m au-dessus de la fenêtre d'essai :



Commentaire sur les cartographies fréquentielles présentées page suivante :

Naturellement le niveau est globalement plus élevé à toutes les fréquences dans la région proche de la source de bruit. Si l'on s'intéresse au voisinage immédiat de la zone de mesure, on observe une forte variation spatiale du niveau aux basses fréquences, variation qui est grandement limitée dès 200 Hz et qui diminue constamment en progressant vers les hautes fréquences.



3 **CAMPAGNE DE TEST**

3.1 **PROGRAMME D'ESSAIS**

Le programme des essais a été composé conjointement par Jean Louis BEAUMIER et par Samuel TOCHON DANGUY. Il a pour objectif de répondre à des questions récurrentes d'architectes comme d'auto-constructeurs quant à la mise en œuvre de solutions techniques à base de matériaux bio-sourcés. D'autre part, il espère pouvoir lancer un appel aux organismes institutionnels (CSTB, LNE, CTBA ...), en suggérant l'équivalence de performances acoustiques entre des matériaux d'utilisation courante (laines minérales par exemple) et des matériaux d'origine biologique (laine de mouton, laine de bois ...).

Toutes les configurations envisagées ont une base commune, une plaque d'OSB posée sur solives. Plus de la moitié d'entre elles sont des solutions de renforcement par le dessus, c'est-à-dire des planchers composés. Une partie de la liste comprend des solutions de renforcement par le dessous, donc la mise en place de faux-plafond tantôt laissant une partie des solives apparentes, tantôt les masquant complètement. Enfin une petite fraction de la liste propose des essais de solutions combinées de planchers et de plafonds.

La liste des essais est fournie en annexe 2, à chaque configuration est attribué un code qui permet la manipulation et le suivi des fichiers de mesure et des fiches de calcul associés :

3.2 PRESENTATION DES RESULTATS

3.2.1 PLANCHER DE BASE

La mise en œuvre de l'ensemble des configurations listées précédemment au sein d'une unique cellule de test dédiée, ainsi que l'ensemble des précautions prises et des études menées afin de maîtriser les propriétés acoustiques de la cellule, autorise la comparaison entre ces différentes solutions constructives avec les hypothèses détaillées dans le présent rapport.

Les configurations sont étalonnées par comparaison avec une configuration de référence, qui sert de base à la totalité des solutions constructives.

Ce plancher de base consistant en une plaque d'OSB 18 mm flottant sur solives de section 50x200 mm² et d'entraxe 500 mm a fait l'objet d'une série de 10 mesures afin de caractériser finement ses performances d'isolement au bruit aérien ainsi qu'aux bruits de choc.

Les résultats sont présentés dans les fiches de dépouillement page suivante.

ISOLEMENT ACOUSTIQUE STANDARDISE PONDERE



L'ingénierie
acoustique et vibratoire
depuis 1975

Dossier :
PROJET R&D "A PAS DE VELOURS"

Fiche
C02_04_BASE

Date
04/06/13

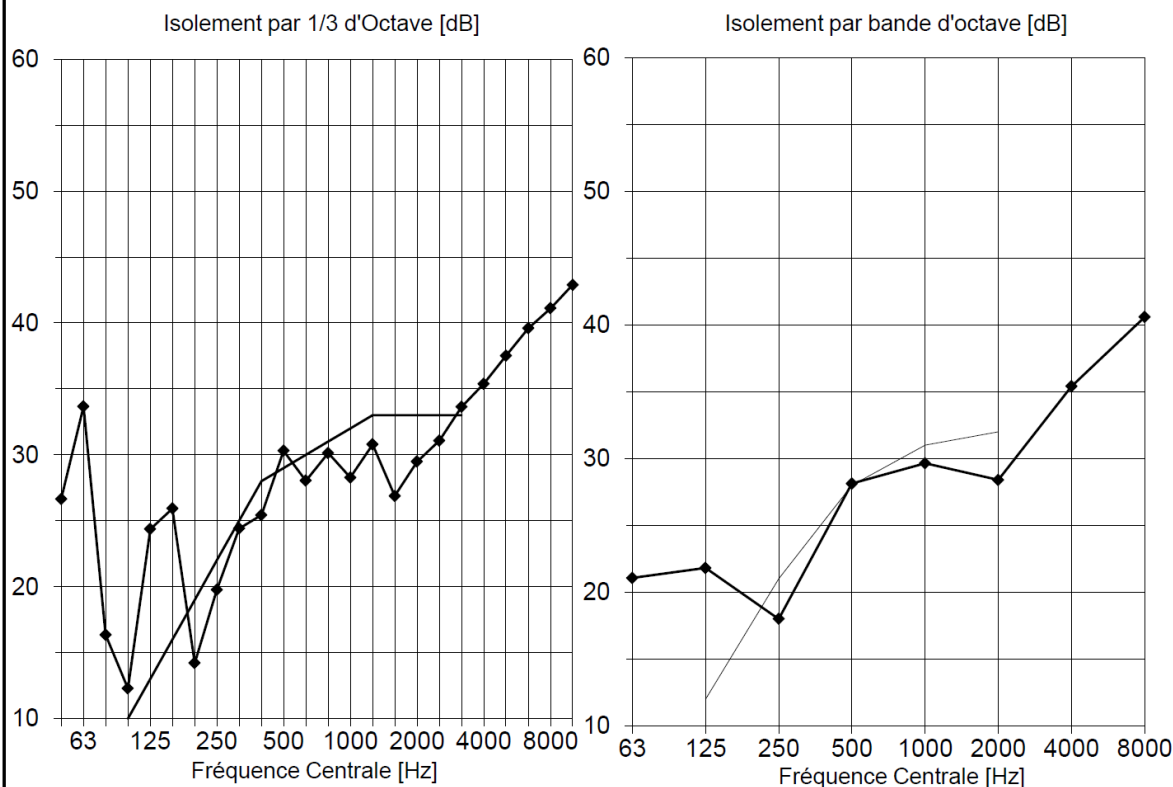
Local émission : Salle 1
Local réception : Salle 2
Durée de réverbération de référence : 0,4 s

Remarque : Niveaux d'émission, de réception, et de TR issues de 10 essais consécutifs moyennés.

	Fréquence Centrale en Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Niveaux à l'émission [dB / oct]	91,6	106,7	97,8	100,5	101,3	96,8	94,5	92,8
Niveaux à la réception [dB / oct]	73,4	86,5	81,1	73,2	71,7	68,4	59,1	52,2
Niveaux de bruit de fond [dB / oct]	34,8	33,4	24,5	14,3	11,2	11,1	10,2	11,1
Durées de réverbération [s]	0,77	0,59	0,54	0,48	0,40	0,40	0,40	0,40
Niveaux à la réception corrigés	73,4	86,5	81,1	73,2	71,7	68,4	59,1	52,2
DnT [dB / oct]	21,1	21,8	18,0	28,1	29,6	28,4	35,4	40,6

Correction du bruit de fond et de la réverbération selon la norme NFS 31-057

	C [125-4000 Hz]	Ctr [125-4000 Hz]
DnT,w = 28 dB	-1	-3
DnAT = 28 dB(A)		
D_{n,T,w} + C [125-4000 Hz] = 27 dB		



PARIS

236 Bis, rue de Tolbiac
75 013 PARIS
TEL. 33(0) 1 43 13 34 00
FAX.33(0) 1 43 13 34 09
contact@lasa.fr
Siret 302 506 480 00037

LYON

20,Bd Eugène Deruelle
69003 LYON
TEL. 33(0) 4 26 99 44 25
FAX.33(0) 4 26 99 44 27
sudest@lasa.fr
Siret 302 506 480 00045

<http://www.lasa.fr>

S.A.R.L au capital de 31902 €
R.C.S. PARIS B 302 506 480
APE 7112B
TVA FR62 302 506 480



NIVEAU DE PRESSION PONDEREE DU BRUIT DE CHOC STANDARDISE



L'ingénierie
acoustique et vibratoire
depuis 1975

Dossier : PROJET R&D "A PAS DE VELOURS"

Fiche
C02_04_06

Date
04/06/13

Local d'émission : R+1
Local de réception : RdC
Sens de transmission : Vertical descendant _ MàC 45°
Revêtement de sol : OSB 18
Durée de réverbération de référence : 0,4 s

Fréquence Centrale en Hz					
125	250	500	1000	2000	4000

Niveaux à la réception [dB / oct]	94,6	95,7	96,5	95,2	90,9	74,7
Niveaux de bruit de fond [dB / oct]	33,4	24,5	14,3	11,2	11,1	10,2

Durées de réverbération [s]	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4
-----------------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----

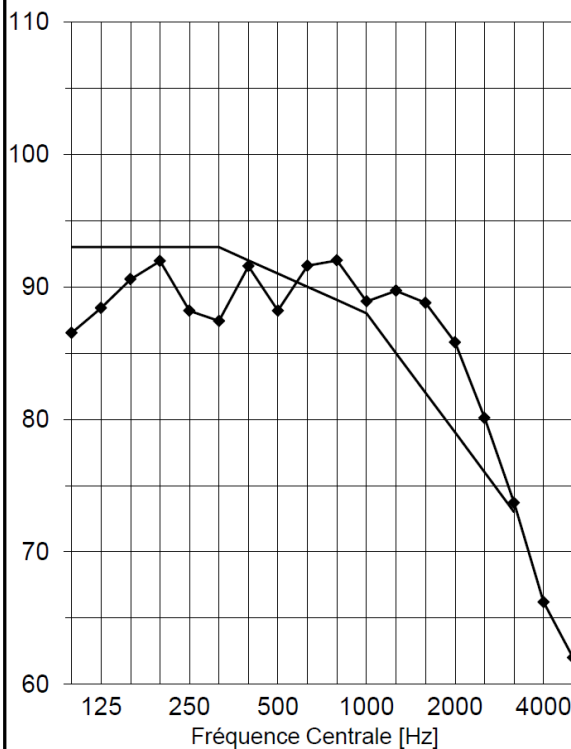
LnT [dB / oct]	93,6	94,4	95,5	95,2	90,9	74,7
----------------	------	------	------	------	------	------

Correction du bruit de fond et de la réverbération selon la norme NFS 31-057

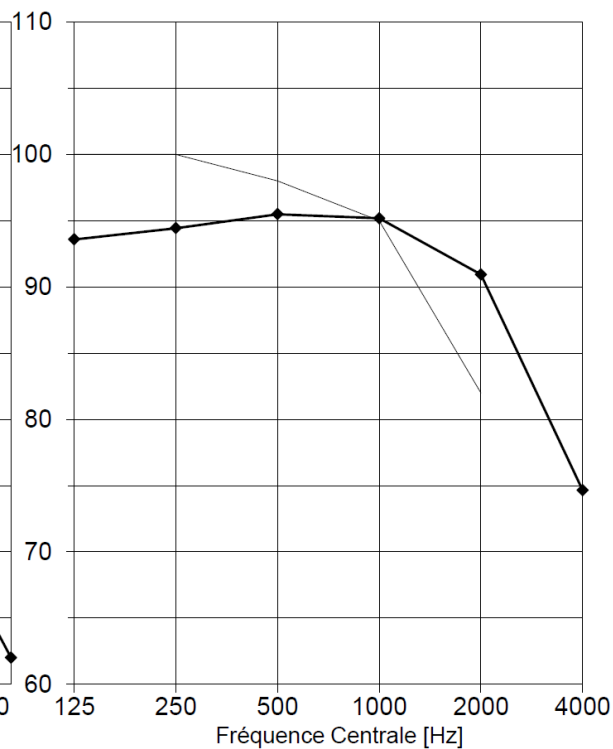
LnAT = 98 dB(A)

L'_{nT,w} = 91 dB

LnT par bande de 1/3 d'octave [dB]



LnT par bande d'octave [dB]



PARIS

236 Bis, rue de Tolbiac
75 013 PARIS
TEL. 33(0) 1 43 13 34 00
FAX.33(0) 1 43 13 34 09
contact@lasa.fr
Siret 302 506 480 00037

LYON

20,Bd Eugène Deruelle
69003 LYON
TEL. 33(0) 4 26 99 44 25
FAX.33(0) 4 26 99 44 27
sudest@lasa.fr
Siret 302 506 480 00045

<http://www.lasa.fr>

S.A.R.L au capital de 31902 €
R.C.S. PARIS B 302 506 480
APE 7112B
TVA FR62 302 506 480



3.2.2 TABLEAU DE SYNTHÈSE DES RESULTATS

Le tableau récapitulant la liste des configurations testées ainsi que leurs performances d'isolation au bruit aérien, au bruit de choc, et une estimation du gain apporté par les solutions est joint en Annexe n°2.

3.2.3 CONFIGURATIONS COMPAREES

Une série de courbes comparatives entre plusieurs solutions constructives est présentée en Annexe n°3.

Les caractéristiques acoustiques des matériaux de construction conventionnels sont maintenant relativement bien connues et leurs prescriptions de mise en œuvre sont stables.

Il n'en n'est pas de même pour les matériaux thermo acoustiques bio-sourcés, dont la généralisation de l'emploi est plus récente. Leurs caractéristiques thermiques sont généralement connues ou en cours de caractérisation, mais leurs caractéristiques acoustiques et les performances obtenues dans des configurations de mise en œuvre semblables à celles des matériaux conventionnels sont le plus souvent encore mal documentées.

Les constructeurs en ossature bois notamment, mais également tous ceux qui sont amenés à concevoir ou mettre en œuvre des solutions acoustiques dans l'éco-construction, sont concernés et demandeurs d'informations validées sur le terrain. En effet, le confort acoustique est souvent évoqué par les occupants de logements, ou de bâtiments tertiaires (bureaux, enseignement, ...) que ce soit en construction ou en rénovation. La question est même récurrente dans les projets d'habitat groupé, où l'isolement acoustique est en tête des priorités.

Il n'existait lors du démarrage de ce programme de recherche aucun moyen fiable de comparer les performances acoustiques de planchers et de plafonds utilisant des matériaux d'isolation bio-sourcés. En effet, les données disponibles sont souvent issues de laboratoires différents, souvent à l'étranger, utilisant des protocoles de mesurage divers, et des planchers support variables, qui rendent aléatoires les comparatifs.

L'objet du projet de recherche « A pas de velours » visait donc à caractériser et comparer les performances acoustiques d'un panel d'éco-matériaux (fibre de bois, feutre mouton, liège, cellulose, chanvre, etc., en épaisseurs et densités diverses...).

Ceci en testant et en comparant entre 60 et 80 configurations de solutions d'amélioration des performances acoustiques d'un plancher bois minimaliste classique (OSB 18 mm sur solives de section 50 x 200 mm et d'entraxe 500 mm), en terme de bruits aériens et de bruits d'impacts.

Un comparatif pertinent ne peut être assuré que sur un site unique de test. La disponibilité d'une cellule de mesurage commune à tous les échantillons est une base indispensable. La construction d'une cellule de mesurage a donc été entreprise à l'automne 2012 sur le site du Gabion, à Embrun, Hautes-Alpes. Il s'agit d'un local de 20m² au sol, comportant 2 niveaux : local d'émission en étage et local de réception en rez-de-chaussée. Le plancher séparatif comporte une « fenêtre de tests » de 2,50m x 1m, où ont été positionnées les diverses configurations à mesurer.

Les essais réalisés dans cette cellule au cours du programme de recherche « A pas de velours » ont permis d'obtenir les performances d'amélioration en terme d'indice d'affaiblissement des bruits de chocs et des bruits aériens d'un panel important de configurations (voir tableau de synthèse en annexes) :

- Solutions d'amélioration par le dessus uniquement (parquets sur sous couches plus ou moins épaisses, sur lambourdes + remplissage,...)
- Solutions d'amélioration par le dessous (doublages par plaques de plâtre ou bois, + remplissage du plénum avec isolant biosourcé. Doublages vissés a mis solives, sous solives, sur ossatures désolidarisées,...).
- Solutions combinées (sous couche sous parquet par le dessus + doublage par le dessous)

Ces essais ont également permis de confirmer ou mettre en évidence les points suivants :

- Les performances acoustiques des matériaux bio-sourcés sont en général équivalentes à celles des matériaux conventionnels, notamment dans leur utilisation en sous-couche de parquets et en remplissage de plénums de doublages par le dessous (laines de bois, de chanvre, de mouton, de cellulose équivalentes aux laines minérales, etc.);
- Les fibres de bois et de cellulose présentent des performances en remplissage de plénum de doublage sensiblement supérieures aux autres matériaux bio-sourcés.
- Les fibres de bois présentent des performances sensiblement supérieures aux autres matériaux bio-sourcés dans leur utilisation en sous-couche de plancher pour atténuer les bruits d'impact (meilleure résilience et élasticité ?);
- Les sous-couches en liège présentent des performances légèrement en retrait par rapport aux autres matériaux pour atténuer les bruits d'impact, du moins dans leur utilisation sur support plancher bois léger (OSB 18) (trop rigides pour atténuer les basses et moyennes fréquences qui sont le problème ?) ;
- Enfin, il est primordial de garder à l'esprit que pour les constructions bois (dont la principale problématique acoustique est le traitement des basses fréquences), pour le traitement des bruits d'impact en plancher, la mise en œuvre de sous-couches sous parquets est bien moins efficace que les solutions de renforcement par-dessous (faux-plafonds isolants). Et dans la mesure du possible, il est judicieux de privilégier les traitements combinés par-dessus et par-dessous et apportant également de la masse, si l'on souhaite atteindre des performances acceptables.

- D'une manière générale, la gamme des matériaux bio-sourcés apporte aujourd'hui une capacité de réponse acoustique efficace à un grand nombre de situations, et ces matériaux sont des acteurs essentiels du devenir du bâtiment.

Les apports de ce projet :

Les nombreux résultats obtenus nous ont permis d'améliorer de manière conséquente notre connaissance des performances acoustiques de ces matériaux spécifiques.

Ceci nous permet notamment de les préconiser de manière optimisée à nos clients lorsqu'ils le souhaitent, d'améliorer nos réponses aux demandes des utilisateurs : architectes, concepteurs, promoteurs, artisans constructeurs et applicateurs.

Les suites de ce projet pourraient notamment être :

- Au-delà des résultats bruts obtenus, nous souhaitons intéresser les organismes institutionnels, CSTB, CTBA, LNE, afin de susciter des recherches plus approfondies pouvant déboucher sur des outils de modélisation de solutions constructives.
- Dans la perspective de développements ultérieurs, la cellule de mesurage peut aussi être mise en œuvre pour répondre à des demandes spécifiques émanant de professionnels ou de particuliers, qui souhaiteraient connaître les caractéristiques de planchers envisagés dans une construction ou une rénovation à venir. Elle sera également un outil de formation et de communication pour le Gabion.

DEFINITIONS ET TERMINOLOGIE

Cette liste non exhaustive de définitions a pour but de préciser la signification de quelques termes et grandeurs acoustiques utilisés dans le présent rapport. Elle a été rédigée en partie grâce aux notices acoustiques générales établies par le LASA.

Perception du bruit

Niveau sonore

D'une manière générale, on évalue la force d'un bruit par l'amplitude de la variation de la pression par rapport à la pression atmosphérique moyenne.

L'oreille humaine transforme la pression acoustique en sensation auditive par l'intermédiaire d'un mécanisme très complexe dont la sensibilité, non linéaire, est limitée. En fait, la sensation perçue varie comme le logarithme de l'excitation. On exprime alors le niveau sonore en décibel [dB]. Ce niveau se caractérise par le rapport logarithmique entre la pression acoustique p et une pression acoustique de référence p_0 comme suit :

$$L_p = 20 \log p/p_0$$

p pression acoustique en Pascal [Pa]

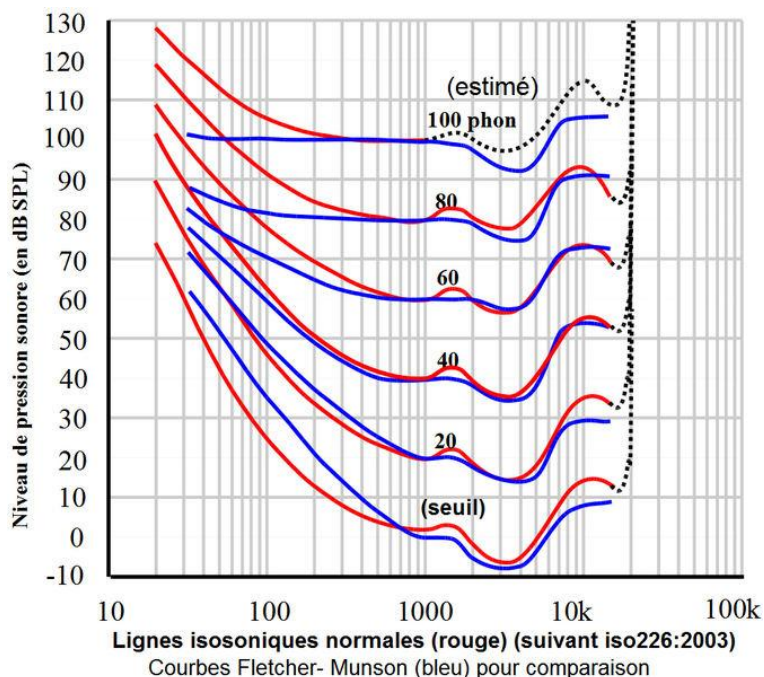
p_0 pression acoustique de référence en Pascal : 2×10^{-5} [Pa]

Afin de réaliser une mesure représentative du niveau physiologique perçu, à l'aide d'un appareil de mesure (sonomètre), il est nécessaire d'introduire un filtre disposant d'une courbe de pondération correspondant à la sensibilité de l'oreille. Toutes les fréquences composant le bruit sont alors évaluées sensiblement de la même manière qu'elles le seraient par l'oreille humaine. Le bruit est ainsi caractérisé par son niveau sonore global pondéré A ou niveau en dB(A).

Courbes isosoniques :

Les courbes isosoniques permettent de prendre en compte la sensibilité de l'oreille humaine aux niveaux sonores en fonction de la fréquence. A la lecture de ces courbes statistiques, on peut déterminer les niveaux sonores à mettre en œuvre pour des fréquences différentes afin qu'elles soient entendues à la même intensité (subjective) par un auditeur.

Ainsi, un son pur de 1kHz un niveau de pression acoustique de 10 dB est entendu à la même intensité qu'un son pur de 100Hz à 30 dB. Ces courbes sont issues d'essais psychoacoustiques et sont donc empiriques. L'exemple ci-contre compare les toutes premières courbes isosoniques tracées en 1933 par Fletcher et Munson avec celles issues de l'actuelle norme ISO226 :2003.



Bruit ambiant

Bruit total existant dans une situation donnée pendant un intervalle de temps donné. Il est composé de l'ensemble des bruits émis par toutes les sources proches et éloignées.

Bruit particulier

Composante du bruit ambiant qui peut être identifiée spécifiquement et que l'on désire distinguer du bruit ambiant notamment parce qu'il est l'objet d'une requête.

Bruit résiduel

Bruit ambiant, en l'absence du (des) bruit(s) particulier(s), objet(s) de la requête considérée.

Emergence

L'émergence est définie dans 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.

L'émergence est la différence entre le niveau de bruit ambiant, comportant le bruit particulier en cause, et celui du bruit résiduel constitué par l'ensemble des bruits habituels, extérieurs et intérieurs, dans un lieu donné, correspondant à l'occupation normale des locaux et au fonctionnement normal des équipements.

Courbe NR

Les courbes de critère de bruit de fond (NC pour Noise Criteria) ou plus communément les courbes de niveau de bruit (NR pour Noise Rating) ont été instaurées par une norme ISO qui leur confère ainsi un caractère international. La législation française des normes acoustiques l'inscrit sous la référence NF S 30-010.

Ces courbes constituent une figure unique d'étalon pour la mesure d'ambiances sonores intérieures et la comparaison de gêne acoustique pour des bruits de spectre différent. Elles sont aussi employées dans le cas où l'on désire évaluer la réduction des nuisances sonores.

On doit l'établissement de ces courbes à L. Beranek à la suite de nombreuses corrélations de mesures expérimentales de bruit effectuées dans un grand nombre de situations diverses. Les calculs prennent évidemment pour base la plus faible pression acoustique détectable par le système auditif, soit 20 μ Pa. Elles sont établies à partir de mesures psycho acoustiques.

Lorsqu'on impose une condition de bruit ambiant maximum correspondant à l'indice NR35, cela signifie que l'ensemble des bruits (bruits intérieurs et bruits provenant de l'extérieur) ne dépassera jamais la courbe NR35 pour chaque bande d'octave dans le local de réception. Pour indication, le niveau limite sur la bande d'octave centrée sur 1 000 Hz pour la courbe NR25 est de 25 dB, pour la courbe NR30 de 30 dB etc...

Acoustique du bâtiment

Durée de réverbération

Entre autres critères caractérisant l'acoustique d'un local, on utilise la notion de durée de réverbération, notée T_r et exprimée en secondes [s]. Par définition, la durée de réverbération T_r correspond au temps nécessaire pour qu'un son décroisse de 60 dB après extinction d'une source sonore émettant dans le local.

Le T_r défini ainsi est également appelé TR60.

Par analogie, le TR30 et les TR15 correspondent au temps nécessaire pour qu'après l'arrêt d'une source sonore, l'intensité acoustique décroisse respectivement de 30 et 15 dB.

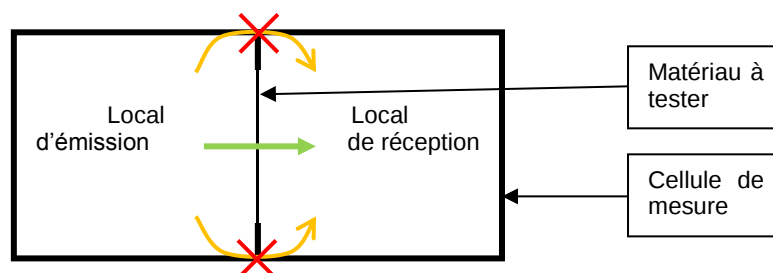
La durée de réverbération dépend essentiellement :

- de la forme et du volume du local,
- de la nature et de la surface des matériaux recouvrant les murs, le plafond, le sol.

Indice d'affaiblissement acoustique

Pour qualifier les performances d'isolation d'un matériau, on définit un indice noté R appelé indice d'affaiblissement acoustique comme étant la différence des niveaux sonores mesurés de part et d'autre de la paroi, pondérée de la surface de l'échantillon testé. Il est exprimé en décibel [dB].

R se mesure principalement en laboratoire (garantie de moyen).



Isolement acoustique au bruit aérien

L'isolement brut au bruit aérien entre locaux, noté D , est défini comme étant la différence entre le niveau sonore émis dans un local et le niveau sonore reçu dans le local mitoyen.

D dépend principalement de :

- l'indice d'affaiblissement acoustique et la surface de la paroi mitoyenne,
- l'indice d'affaiblissement acoustique et la surface des parois latérales,
- le volume et la durée de réverbération du local de réception.

Afin de pouvoir comparer les valeurs d'isolement mesurées dans différentes conditions, il est nécessaire de corriger (ou de normaliser) ces résultats par la durée de réverbération du local de réception, ramenée à une valeur de référence (généralement 0,5 s).

On parle alors d'isolement standardisé pondéré entre locaux, noté $D_{nT,A}$ et d'isolement standardisé pondéré vis-à-vis de l'espace extérieur, noté $D_{nT,A,tr}$.

D , $D_{nT,A}$ et $D_{nT,A,tr}$ se mesurent in situ (garantie de résultat). Ils sont exprimés en décibel [dB].

Niveau de bruit de chocs

L'isolement acoustique au bruit d'impact est défini par la valeur du niveau sonore mesuré dans un local lorsque les planchers des autres locaux sont excités par une machine à chocs normalisée.

Le niveau mesuré est corrigé par la durée de réverbération du local récepteur, ramenée à une valeur de référence (généralement 0,5 s).

Le niveau de pression pondéré du bruit de choc standardisé, noté $L'_{nT,w}$ et exprimé en décibel [dB], est défini comme étant le niveau de bruit reçu dans un local lorsqu'une machine à chocs normalisée (norme NF S 31-052) est placée au centre du plancher testé.



Indices fractiles

A partir de l'évolution temporelle du niveau sonore, est calculé le niveau acoustique fractile correspondant au niveau de pression acoustique pondéré A qui est dépassé pendant N% de l'intervalle de temps considéré. Il est noté $L_N\%$. Il peut être exprimé en décibel [dB] ou en décibel pondéré A [dB(A)].

Par conséquent, l'indice fractile L1 correspond au niveau sonore atteint ou dépassé pendant 1% du temps d'observation, L50 pendant 50% du temps.... Des calculs statistiques permettent de déterminer les niveaux de pression acoustique fractiles L1, L5, L10, L50, L90 et L95.

On considère que les L5, L50 et L95 représentent respectivement les niveaux maximum, moyen et minimum perçus à chaque point d'observation pendant l'intervalle de mesurage considéré. Il est communément admis que le L90 et le L95 représentent le bruit de fond existant sur le lieu des mesures.

Echogramme :

Les échogrammes permettent de repérer les différentes caractéristiques des réflexions sonores perçues par un récepteur dans une configuration spécifique. L'analyse du nombre, de l'intensité et du décalage dans le temps des réflexions perçues permet de juger de la qualité d'écoute d'un lieu.

Ainsi, lorsque le récepteur perçoit deux réflexions, d'intensité similaire :

- à moins de 50 ms d'intervalle : elles sont perçues comme une seule onde sonore ;
- entre 50 et 80 ms d'intervalle : elles renforcent l'intelligibilité de la parole ou de la musique ;
- à plus de 150 ms d'intervalle : elles provoquent un écho défavorable à l'intelligibilité.

De même, lorsque le récepteur perçoit une onde sonore directe et une onde sonore réfléchie, si l'onde réfléchie a un niveau d'intensité :

- inférieur de 20dB au niveau d'intensité de l'onde directe : la gêne est minime ;
- supérieur de 20dB au niveau d'intensité de l'onde directe : la gêne est sensible.

De tels échogrammes sont fournis automatiquement par le logiciel de modélisation CATT Acoustics.

ANNEXES

Annexe 1 : graphique de synthèse des résultats

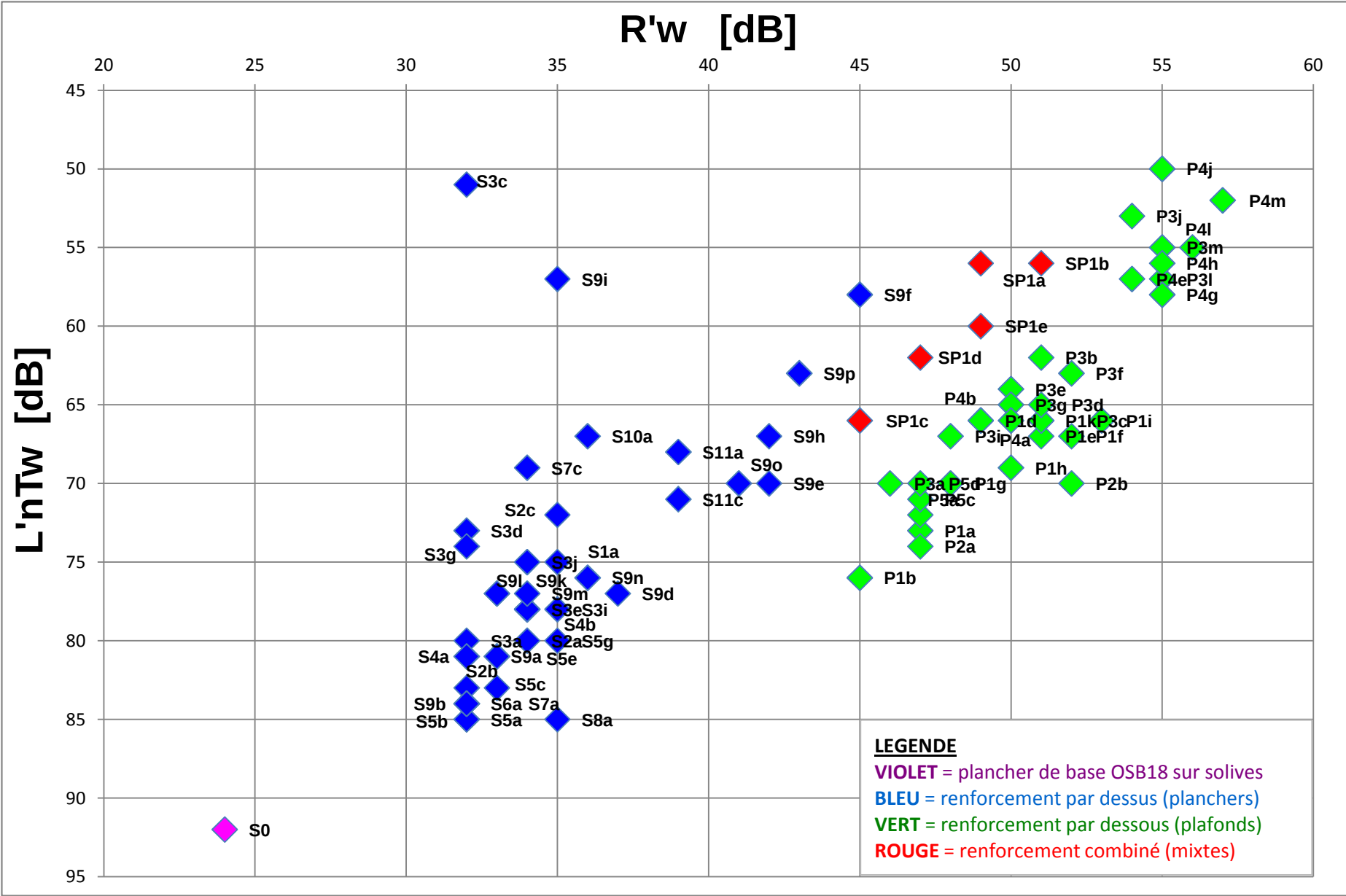
Annexe 2 : tableau de synthèse des résultats

Annexe 3 : fiches de comparaison de résultats

ANNEXE 1 : GRAPHIQUE DE SYNTHÈSE DES RESULTATS



L'ingénierie
acoustique et vibratoire
depuis 1975



ANNEXE 2 : TABLEAU DE SYNTHÈSE DES RESULTATS

PROJET DE RECHERCHE "A PAS DE VELOURS" : EVALUATION DES PERFORMANCES ACOUSTIQUES DE PLANCHERS BOIS

FICHE : T01	MISE EN GARDE : Ce document fait partie intégrante d'un projet de recherche visant à comparer qualitativement des solutions de renforcement acoustique de planchers bois. Les résultats présentés ne sont pas issus d'essais en cellule normalisée. Ce document ne peut en aucun cas être utilisé à des fins de prescription. Se référer au rapport technique présentant les conditions de test et les hypothèses de validité des résultats.	DATE : 21/11/2013
-----------------------	---	-----------------------------

Code	Description de la configuration	Indice d'affaiblissement aérien R'w (C;Ctr) [dB]	Gain obtenu par rapport au plancher de base en R'a [dB]	Niveau de bruit d'impact normalisé L'nTw [dB]	Gain obtenu par rapport au plancher de base en L'nTw [dB]	Epaisseur totale rajoutée [mm]	Coût estimatif des fournitures au m²
Planchers flottants sur plancher de base							
S0	Plancher de base OSB 18mm (environ 700 kg/m3) sur solives de section 50x200 mm et d'entraxe 500 mm	24 (-1 ; -4)	-	92	-	-	-
S2a	2 sous-couche laine de mouton Fibranatur 5mm 65 kg/m3 + 1 OSB 18mm	34 (-5 ; -10)	6	80	12	28	20.72
S2b	1 sous-couche laine de mouton Fibranatur 5mm 65 kg/m3 + 1 OSB 18mm	32 (-3 ; -7)	6	83	9	23	17.17
S2c	1 sous-couche laine de mouton Fibranatur 5mm 65 kg/m3 + fibre de bois 20mm 140 kg/m3 + 1 OSB 18mm	35 (-4 ; -10)	8	72	20	43	22.87
S3a	1 sous-couche fibre de bois Kronotex 5mm 135 kg/m3 + 1 OSB 18mm	32 (-2 ; -7)	7	80	12	23	17.12
S3c	1 sous-couche fibre de bois Kronotex 5mm 135 kg/m3 + OSB 18mm + moquette bouclée en dalles	32 (-2 ; -6)	7	51	41	30	17,12 base
S3d	1 sous-couche fibre de bois Kronotex 5mm 135 kg/m3 + OSB 18mm + linoleum en rouleau	32 (-2 ; -6)	7	73	19	30	17,12 base
S3e	1 sous-couche fibre de bois Kronotex 5mm 135 kg/m3 + 2 OSB 18mm	34 (-2 ; -7)	9	78	14	41	30.74
S3g	1 sous-couche fibre de bois Kronotex 5mm 135 kg/m3 + parquet massif chataigner 660 kg/m3 21mm	32 (-2 ; -6)	7	74	18	26	50
S3i	1 sous-couche fibre de bois Kronotex 5mm 135 kg/m3 + Fermacell sol 20mm	35 (-4 ; -8)	8	78	14	25	22.31
S3j	2 sous-couche fibre de bois Kronotex 5mm superposées 135 kg/m3 + 1 OSB 18mm	34 (-6 ; -11)	5	75	17	28	20.62
S1a	1 sous-couche Isosol Isover 13mm 95 kg/m3 + 1 OSB 18mm	35 (-8 ; -13)	4	75	17	31	22.58
S4a	1 sous-couche fibre de chanvre Fibranatur 5mm 140 kg/m3+ 1 OSB 18mm	32 (-2 ; -7)	7	81	11	23	16.47
S4b	1 sous-couche fibre de chanvre Fibranatur 5mm 140 kg/m3 + liège 20mm 120 kg/m3 + OSB 18mm	34 (-4 ; -9)	7	78	14	43	24.42
S5a	2 sous-couche liège 2mm Amorim 180 kg/m3 + 1 OSB 18mm	32 (-1 ; -5)	8	85	7	22	20.96
S5b	1 sous-couche liège 2mm Amorim 180 kg/m3 + 1 OSB 18mm	32 (-2 ; -5)	7	85	7	20	17.29
S5c	1 sous-couche liège 2mm Amorim 180 kg/m3 + 2 OSB 18mm	33 (-2 ; -5)	8	83	9	38	30.91
S5e	1 sous-couche liège 2mm Amorim 180 kg/m3 + parquet massif chataignier 21mm 660 kg/m3	33 (-2 ; -6)	8	81	11	23	50.17
S5g	1 sous-couche liège 2mm Amorim 180 kg/m3 + Fermacell sol 20mm	35 (-2 ; -6)	10	80	12	22	22.48
S6a	1 sous-couche liège Amorim 10mm 120 kg/m3 + OSB 18mm	32 (-2 ; -5)	7	84	8	28	19.76
S7a	1 sous-couche Assour Siplast 3mm 215 kg/m3 + OSB 18mm	32 (-2 ; -7)	7	84	8	21	25.62



L'ingénierie
acoustique et vibratoire
depuis 1975



PROJET DE RECHERCHE "A PAS DE VELOURS" : EVALUATION DES PERFORMANCES ACOUSTIQUES DE PLANCHERS BOIS

FICHE : T02	MISE EN GARDE : Ce document fait partie intégrante d'un projet de recherche visant à comparer qualitativement des solutions de renforcement acoustique de planchers bois. Les résultats présentés ne sont pas issus d'essais en cellule normalisée. Ce document ne peut en aucun cas être utilisé à des fins de prescription. Se référer au rapport technique présentant les conditions de test et les hypothèses de validité des résultats.	DATE : 21/11/2013
-----------------------	---	-----------------------------

Code	Description de la configuration	Indice d'affaiblissement aérien R'w (C;Ctr) [dB]	Gain obtenu par rapport au plancher de base en R'a [dB]	Niveau de bruit d'impact normalisé L'nTw [dB]	Gain obtenu par rapport au plancher de base en L'nTw [dB]	Epaisseur totale rajoutée [mm]	Coût estimatif des fournitures au m²
S7c	2 sous-couche Assour Siplast 3mm 215 kg/m3 + 1 OSB 18 + parquet massif 15mm	34 (-4 ; -8)	7	69	23	39	77.62
S8a	1 sous-couche fibre de bois Isonat 20mm 140 kg/m3 + OSB 18mm	35 (-4 ; -8)	8	85	7	38	19.32
S9a	2 sous-couche liège 20mm Amorim 120 kg/m3 + OSB 18mm	33 (-3 ; -8)	7	81	11	58	29.52
S9b	1 sous-couche liège 20mm Amorim 120 kg/m3 + OSB 18mm	32 (-2 ; -6)	7	84	8	38	21.57
S9d	1 sous-couche liège 20mm Amorim 120 kg/m3 + lambourdes 35mm + parquet massif pin 23mm 520 kg/m3	37 (-3 ; -7)	11	77	15	78	39.98
S9e	1 sous-couche liège 20mm Amorim 120 kg/m3 + OSB 18mm + lambourdes 35mm + 20mm sable entre lambourdes + parquet pin 23mm 520 kg/m3	42 (-3 ; -7)	16	70	22	96	53.8
S9f	1 sous-couche liège 20mm Amorim 120 kg/m3 + OSB 18mm + lambourdes 35mm + 35mm fibre de sous-couche fibre de bois panneau entre lambourdes + parquet pin 23mm 520 kg/m3	45 (-2 ; -6)	20	58	34	96	58.8
S9h	1 sous-couche liège 20mm 120 kg/m3 + OSB 18mm + lambourdes 35mm + bandes résilientes sur/sous lambourdes + parquet pin 23mm 520 kg/m3	42 (-2 ; -6)	17	67	25	100	52.6
S9i	1 sous-couche liège 20mm Amorim 120 kg/m3 + Fermacell sol 20mm + sous-couche laine de moutonFibranatur 5mm 65kg/m3 + parquet massif 15mm	35 (-5 ; -9)	7	57	35	60	70.31
S9k	1 sous-couche liège 20mm 120 kg/m3 + sous-couche laine de mouton Fibranatur 5mm 65 kg/m3 + OSB 18mm	33 (-3 ; -7)	7	77	15	43	25.12
S9l	1 sous-couche liège 20mm Amorim 120 kg/m3 + chanvre 5mm 140 kg/m3 + OSB 18mm	33 (-2 ; -7)	8	77	15	43	24.42
S9m	1 sous-couche liège 40mm Amorim 120 kg/m3 + OSB 18mm	34 (-3 ; -7)	8	77	15	58	28.35
S9n	1 sous-couche liège 60mm Amorim 120 kg/m3 + OSB 18mm	36 (-3 ; -7)	10	76	16	78	36.42
S9o	1 sous-couche liège 20mm Amorim 120 kg/m3 + OSB 18mm + lambourdes 35 mm + parquet pin 23mm 520 kg/m3	41 (-2 ; -6)	16	70	22	96	53.6
S9p	1 sous-couche liège 20mm Amorim 120 kg/m3 + OSB 18mm + lambourdes 35mm + bandes résilientes + sable 20mm + parquet pin 23mm 520 kg/m3	43 (-3 ; -7)	17	63	29	100	54
S10a	1 sous-couche Domisol Isover 40mm 120 kg/m3 + OSB 18mm	36 (-4 ; -9)	9	67	25	58	28.03
S11a	1 sous-couche fibre de bois Isonat 40mm 110 kg/m3 + 1 OSB 18mm	39 (-3 ; -8)	13	68	24	58	24.06
S11c	1 sous-couche fibre de bois Isonat 40mm 180 kg/m3 + 1 OSB 18mm	39 (-4 ; -8)	12	71	21	58	28.62



L'ingénierie
acoustique et vibratoire
depuis 1975



PROJET DE RECHERCHE "A PAS DE VELOURS" : EVALUATION DES PERFORMANCES ACOUSTIQUES DE PLANCHERS BOIS

FICHE : T03	MISE EN GARDE : Ce document fait partie intégrante d'un projet de recherche visant à comparer qualitativement des solutions de renforcement acoustique de planchers bois. Les résultats présentés ne sont pas issus d'essais en cellule normalisée. Ce document ne peut en aucun cas être utilisé à des fins de prescription. Se référer au rapport technique présentant les conditions de test et les hypothèses de validité des résultats.	DATE : 21/11/2013
-----------------------	---	-----------------------------

Code	Description de la configuration	Indice d'affaiblissement aérien R'w (C;Ctr) [dB]	Gain obtenu par rapport au plancher de base en R'a [dB]	Niveau de bruit d'impact normalisé L'nTw [dB]	Gain obtenu par rapport au plancher de base en L'nTw [dB]	Epaisseur totale rajoutée [mm]	Coût estimatif des fournitures au m²
------	---------------------------------	--	---	---	---	--------------------------------	--------------------------------------

S0	Plancher de base OSB 18mm (environ 700 kg/m3) sur solives de section 50x200 mm et d'entraxe 500 mm	24 (-1 ; -4)	-	92	-	-	-
----	--	--------------	---	----	---	---	---

Plafonds vissés sous solives de 200mm

P1a	1 BA13 + bandes résilientes sous solives + plénum 200mm vide	47 (-3 ; -9)	21	73	19	236	2.75
P1b	1 BA13 + plénum 200mm vide	45 (-2 ; -8)	20	76	16	231	2.55
P1d	1 BA13 + plénum 200mm garni avec panneau cellulose 60mm Isonat 50 kg/m3 entre solives	49 (-3 ; -7)	23	66	26	231	11.83
P1e	1 BA13 + plénum 200mm garni avec panneau cellulose 80mm Isonat 50 kg/m3 entre solives	51 (-2 ; -7)	26	67	25	231	14.93
P1f	1 BA13 + plénum 200mm garni avec panneau cellulose 185 mm Isonat 50 kg/m3 entre solives	52 (-2 ; -7)	27	67	25	231	30.72
P1g	1 BA13 + plénum 200mm garni avec panneau laine de bois 60mm Isonat 55 kg/m3 entre solives	48 (-5 ; -9)	20	70	22	231	9.81
P1h	1 BA13 + plénum 200mm garni avec laine minérale Isover Isoconfort 35 60 mm	50 (-3 ; -7)	24	69	23	231	6.75
P1i	1 Fermacell 12,5 + plénum 200mm garni avec panneau cellulose 60mm Isonat 50 kg/m3 entre solives	53 (-3 ; -8)	27	66	26	231	18.28
P1k	1 BA13 + bandes résilientes sous solives + plénum 200mm garni avec panneau cellulose 80mm Isonat 50 kg/m3	51 (-3 ; -8)	25	66	26	236	15.13

P2a	2 BA13 + plénum 200mm vide	47 (-2 ; -7)	22	74	18	244	10.2
P2b	2 BA13 + plénum 200mm garni avec panneau cellulose 60mm 50 kg/m3 entre solives	52 (-2 ; -6)	27	70	22	244	35.95

Plafonds sur rails et suspentes rigides à 60mm sous solives de 200mm

P3a	1 BA13 + plénum 260mm vide	46 (-2 ; -5)	21	70	22	273	
P3b	1 BA13 + plénum 260mm garni avec 60mm cellulose Isonat 50 kg/m3	51 (-3 ; -7)	25	62	30	273	
P3c	1 BA13 + plénum 260mm garni avec 60mm laine de mouton Sotextho 25 kg/m3	51 (-1 ; -5)	27	66	26	273	
P3d	1 BA13 + plénum 260mm garni avec 60mm chanvre Isonat 35 kg/m3	51 (-3 ; -7)	25	65	27	273	
P3e	1 BA13 + plénum 260mm garni avec 60mm laine de bois Isonat 55 kg/m3	50 (-2 ; -6)	25	64	28	273	



L'ingénierie
acoustique et vibratoire
depuis 1975



PROJET DE RECHERCHE "A PAS DE VELOURS" : EVALUATION DES PERFORMANCES ACOUSTIQUES DE PLANCHERS BOIS

FICHE : T04	MISE EN GARDE : Ce document fait partie intégrante d'un projet de recherche visant à comparer qualitativement des solutions de renforcement acoustique de planchers bois. Les résultats présentés ne sont pas issus d'essais en cellule normalisée. Ce document ne peut en aucun cas être utilisé à des fins de prescription. Se référer au rapport technique présentant les conditions de test et les hypothèses de validité des résultats.	DATE : 21/11/2013
-----------------------	---	-----------------------------

Code	Description de la configuration	Indice d'affaiblissement aérien R'w (C;Ctr) [dB]	Gain obtenu par rapport au plancher de base en R'a [dB]	Niveau de bruit d'impact normalisé L'nTw [dB]	Gain obtenu par rapport au plancher de base en L'nTw [dB]	Epaisseur totale rajoutée [mm]	Coût estimatif des fournitures au m²
P3f	1 BA13 + plénum 260mm garni avec laine minérale Isover PAR CONFORT 60mm (2 x 30mm) 11 kg/m3	52 (-3 ; -7)	26	63	29	273	
P3g	1 BA13 + plénum 260mm garni avec 60mm panneau laine de bois Isonat 40 kg/m3	50 (-3 ; -7)	24	65	27	273	
P3i	2 BA13 + plénum 260mm 260mm vide	48 (-1 ; -4)	24	67	25	286	

Plafonds sur rails et suspentes rigides à 120mm sous solives de 200mm							
P3j	2 BA 13 + plénum 320mm garni avec 120mm de laine de verre ISOVER Isoconfort ~30 kg/m3	54 (-2 ; -8)	29	53	39	346	
P3l	2 BA 13 + plénum 320mm garni avec 120mm de laine de bois Isonat 55 kg/m3	55 (-2 ; -8)	30	57	35	346	
P3m	2 BA 13 + plénum 320mm garni avec 120mm de cellulose Isonat 50 kg/m3	55 (-2 ; -8)	30	55	37	346	
P4b	2 BA13 + plénum 320mm vide	49 (-1 ; -5)	25	66	26	346	

Plafonds sur rails et suspentes antivibratiles à 120mm sous solives de 200mm							
P4a	2 BA13 + plénum 320mm vide	50 (-1 ; -5)	26	66	26	346	
P4e	1 BA 13 + plénum 320mm garni avec 120mm de laine de verre ISOVER Isoconfort ~30 kg/m3	54 (-3 ; -10)	28	57	35	333	
P4g	1 BA 13 + plénum 320mm garni avec 120mm de laine de bois Isonat 55 kg/m3	55 (-3 ; -10)	29	58	34	333	
P4h	1 BA 13 + plénum 320mm garni avec 120mm de cellulose Isonat 50 kg/m3	55 (-3 ; -9)	29	56	36	333	
P4j	2 BA 13 + plénum 320mm garni avec 120mm de laine de verre ISOVER Isoconfort ~30 kg/m3	55 (-2 ; -8)	30	50	42	346	
P4l	2 BA 13 + plénum 320mm garni avec 120mm de laine de bois Isonat 55 kg/m3	56 (-2 ; -7)	31	55	37	346	
P4m	2 BA 13 + plénum 320mm garni avec 120mm de cellulose Isonat 50 kg/m3	57 (-2 ; -7)	32	52	40	346	

Plafonds vissés à mi-hauteur entre les solives de 200mm							
P5a	1 OSB 18 + plénum 80mm garni avec 60mm de laine de verre ISOVER Isoconfort ~30 kg/m3	47 (-4 ; -12)	20	72	20		17.82
P5c	1 OSB 18 + plénum 80mm garni avec 60mm de laine de bois Isonat 55 kg/m3	47 (-4 ; -12)	20	71	21		20.88
P5d	1 OSB 18 + plénum 80mm garni avec 60mm de cellulose Isonat 50 kg/m3	47 (-4 ; -12)	20	70	22		22.9



L'ingénierie
acoustique et vibratoire
depuis 1975



PROJET DE RECHERCHE "A PAS DE VELOURS" : EVALUATION DES PERFORMANCES ACOUSTIQUES DE PLANCHERS BOIS

FICHE : T05	MISE EN GARDE : Ce document fait partie intégrante d'un projet de recherche visant à comparer qualitativement des solutions de renforcement acoustique de planchers bois. Les résultats présentés ne sont pas issus d'essais en cellule normalisée. Ce document ne peut en aucun cas être utilisé à des fins de prescription. Se référer au rapport technique présentant les conditions de test et les hypothèses de validité des résultats.	DATE : 21/11/2013
-----------------------	---	-----------------------------

Code	Description de la configuration	Indice d'affaiblissement aérien R'w (C;Ctr) [dB]	Gain obtenu par rapport au plancher de base en R'a [dB]	Niveau de bruit d'impact normalisé L'nTw [dB]	Gain obtenu par rapport au plancher de base en L'nTw [dB]	Epaisseur totale séparation d'étage (mm)	Coût estimatif des fournitures au m²
------	---------------------------------	--	---	---	---	--	--------------------------------------

S0	Plancher de base OSB 18mm (environ 700 kg/m3) sur solives de section 50x200 mm et d'entraxe 500 mm	24 (-1 ; -4)	-	92	-	-	-
----	--	--------------	---	----	---	---	---

Renforcements mixtes plancher + plafond							
SP1a	Plafond : 1 BA13 vissé sous solives + plénum 200mm avec cellulose Isonat 60mm 50 kg/m3 entre solives Sol : sous-couche liège Amorim 20mm 120 kg/m3 + OSB 18mm	49 (-3 ; -7)	23	56	36	251	33.4
SP1b	Plafond : 2 BA13 vissés sous solives + plénum 200mm avec cellulose Isonat 60mm 50 kg/m3 entre solives Sol : sous-couche liège Amorim 20mm 120 kg/m3 + OSB 18mm	51 (-2 ; -6)	26	56	36	264	35.95
SP1c	Plafond : lambris 7mm sur tasseaux à mi-hauteur des solives ménageant un plénum 80mm vide Sol : 1 liège Amorim 20mm + OSB 18mm	45 (-4 ; -8)	18	66	26		39.94
SP1d	Plafond : lambris 7mm sur tasseaux à mi-hauteur des solives + plénum 80mm garni avec 60mm laine de chanvre Isonat 35 kg/m3 Sol : 1 liège Amorim 20mm + OSB 18mm	47 (-3 ; -7)	21	62	30		50.15
SP1e	Plafond : OSB 18mm sur tasseaux à mi-hauteur des solives + plénum 80mm garni avec 60mm laine de chanvre Isonat 35 kg/m3 Sol : 1 liège Amorim 20mm + OSB 18mm	49 (-3 ; -7)	23	60	32		45.4



L'ingénierie
acoustique et vibratoire
depuis 1975



ANNEXE 3 : FICHES DE COMPARAISON DE RESULTATS

PROJET DE RECHERCHE "A PAS DE VELOURS"

EVALUATION DES PERFORMANCES ACOUSTIQUES DE PLANCHERS BOIS



L'ingénierie
acoustique et vibratoire
depuis 1975

Fiche	COMPARAISON DES PERFORMANCES DE NIVEAU DE BRUIT DE CHOC	Date
C01_1		13/11/2013

Ce document est issu d'un projet de recherche visant à comparer qualitativement les performances d'isolation acoustique de solutions de renforcement de planchers bois. Il doit être utilisé conjointement aux rapports d'essais individuels correspondants, et notamment les fiches :

L_S2b ; L_S3a ; L_S4a ; L_S5a ; L_S7a



Les courbes et diagrammes suivants comparent les performances de plusieurs matériaux isolants de natures différentes dans un contexte structurel particulier.

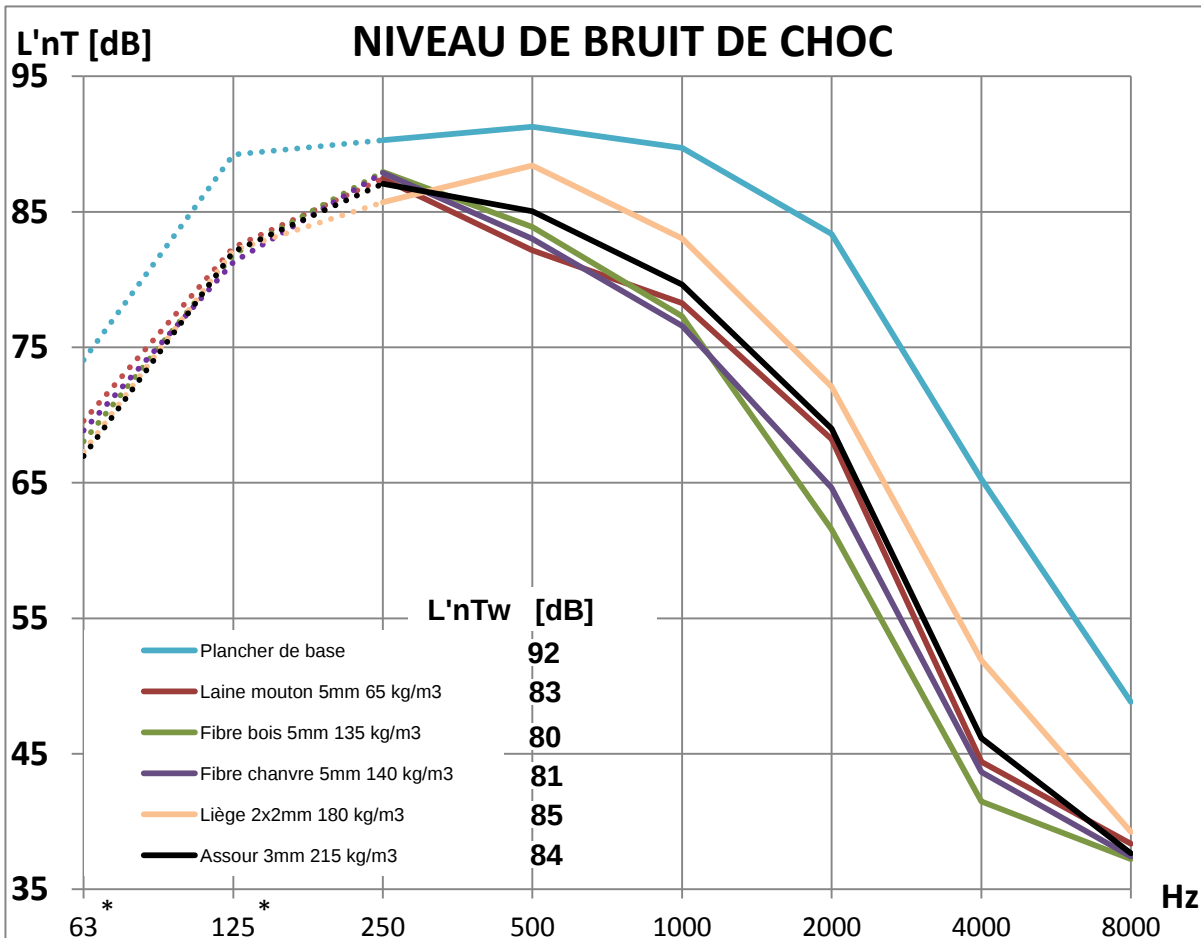
Plancher de base : Il est constitué d'une plaque d'OSB 18mm flottante posée sur solives. Les solives ont une section de 50x200 mm² et sont espacées de 500mm. Les dimensions de la fenêtre d'essai sont 1 x 2.50 m².

Solution de renforcement :

Pour chacune des configurations comparées dans ce document, un OSB 18mm flottant est posé sur sous-couche mince.

Paramètres variables :

	L'nTw [dB]
Un OSB 18mm sur laine de mouton FIBRANATUR 5mm à 65 kg/m ³	83
Un OSB 18mm sur fibre de bois KRONOTEX 5mm à 135 kg/m ³	80
Un OSB 18mm sur fibre de chanvre FIBRANATUR 5mm à 140 kg/m ³	81
Un OSB 18mm sur liège AMORIM 4mm (2x2) à 180 kg/m ³	85
Un OSB 18mm sur ASSOUR de SIPLAST 3mm à 215 kg/m ³	84



* Les valeurs indiquées en pointillés sont soumises à imprécision. Elles sont issues de mesures estimatives dans une cellule d'essai ne satisfaisant pas à l'ensemble des recommandations de la norme, et présentant un champ insuffisamment diffus dans ces fréquences.

MISE EN GARDE :

Les résultats présentés ne sont pas issus d'essais en cellule normalisée. Ce document ne peut en aucun cas être utilisé à des fins de prescription, et fait partie intégrante d'un projet de recherche visant à comparer qualitativement des solutions de renforcement acoustique de planchers bois. Se référer aux rapports d'essai individuels pour plus de précisions.



PROJET DE RECHERCHE "A PAS DE VELOURS"

EVALUATION DES PERFORMANCES ACOUSTIQUES DE PLANCHERS BOIS



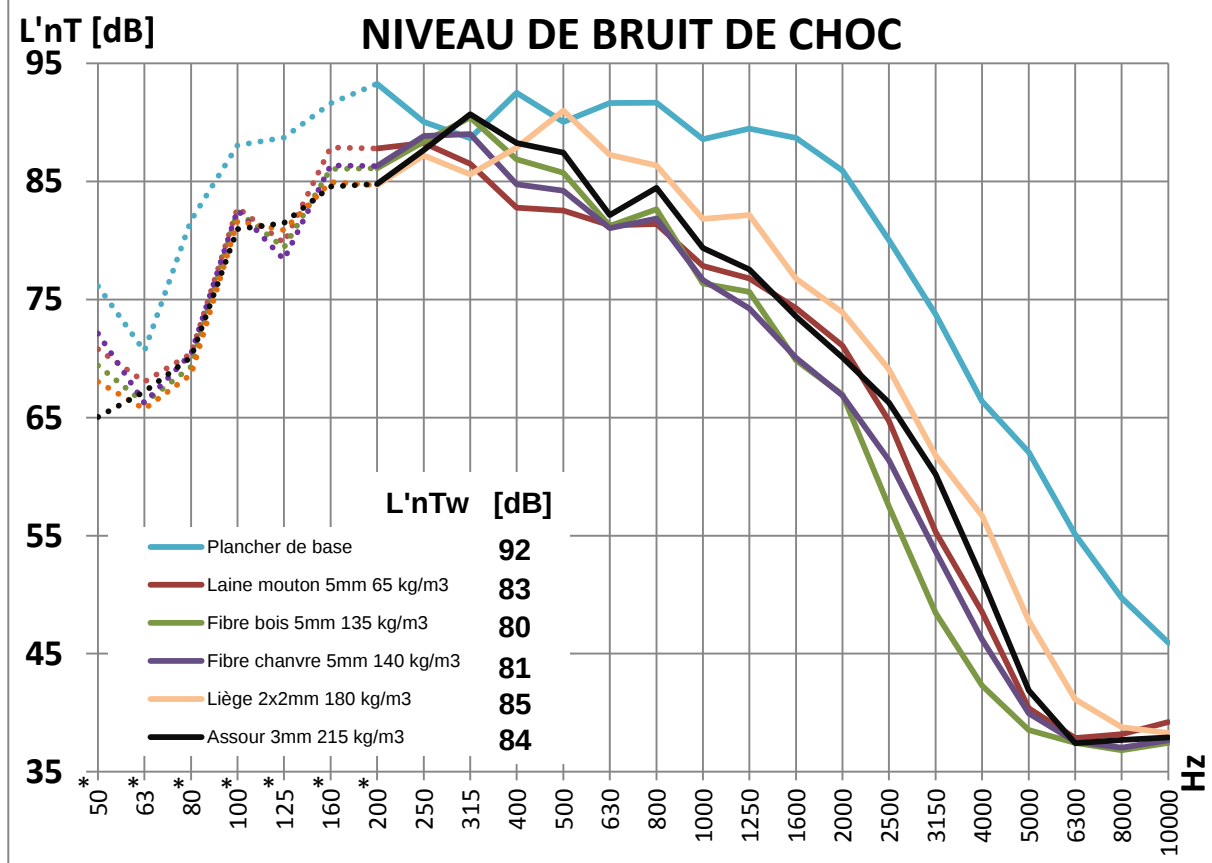
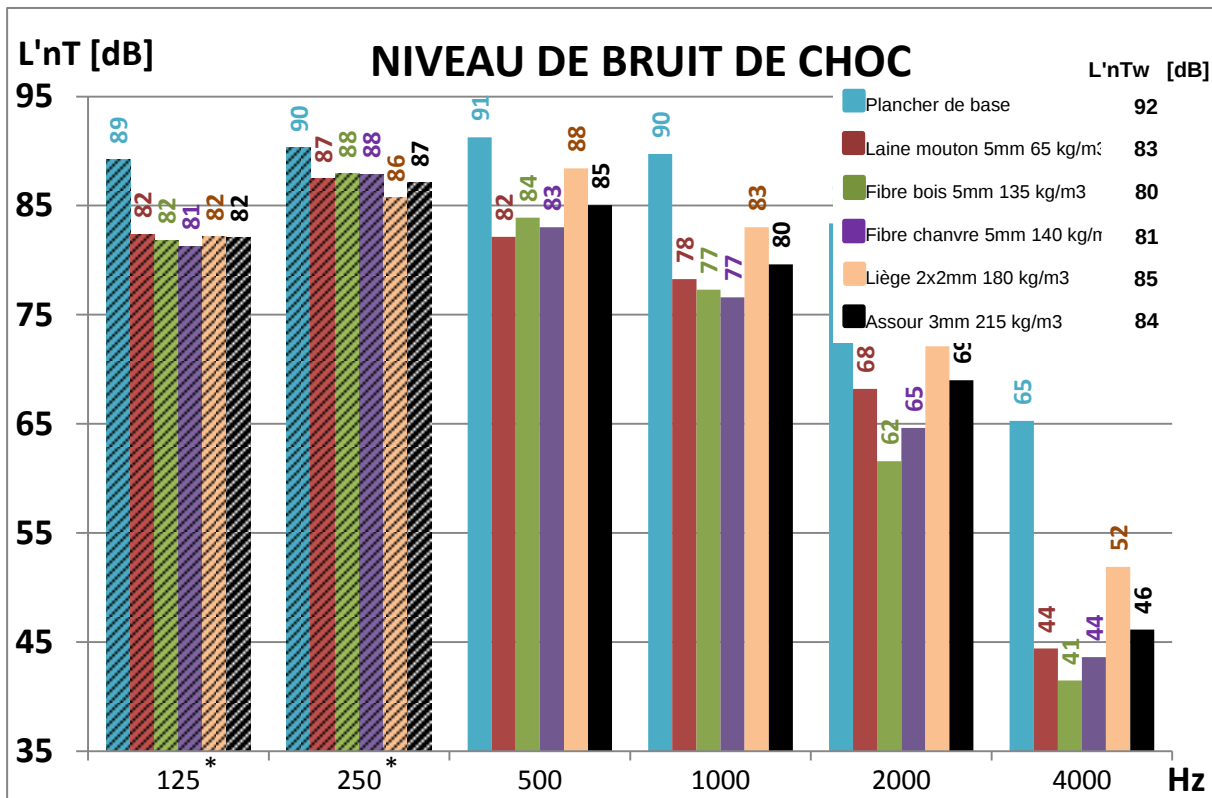
L'ingénierie
acoustique et vibratoire
depuis 1975

Fiche	COMPARAISON DES PERFORMANCES DE NIVEAU DE BRUIT DE CHOC	Date
C01_2		13/11/2013

Configurations comparées : Renforcement du plancher de base par-dessus par un parement sur sous-couche mince.

Base commune : 1 OSB18 sur sous-couche mince.

Variations : Laine de mouton ; fibre de bois ; fibre de chanvre ; liège ; assour (fibre minérale + bitumineux)



* Les valeurs indiquées en pointillés ou hachurées sont soumises à imprécision. Elles sont issues de mesures estimatives dans une cellule d'essai ne satisfaisant pas à l'ensemble des recommandations de la norme, et présentant un champ insuffisamment diffus dans ces fréquences.

MISE EN GARDE :

Les résultats présentés ne sont pas issus d'essais en cellule normalisée. Ce document ne peut en aucun cas être utilisé à des fins de prescription, et fait partie intégrante d'un projet de recherche visant à comparer qualitativement des solutions de renforcement acoustique de planchers bois. Se référer aux rapports d'essai individuels pour plus de précisions.



PROJET DE RECHERCHE "A PAS DE VELOURS"

EVALUATION DES PERFORMANCES ACOUSTIQUES DE PLANCHERS BOIS



L'ingénierie
acoustique et vibratoire
depuis 1978

Fiche	COMPARAISON DES PERFORMANCES DE NIVEAU DE BRUIT DE CHOC	Date
C02_1		13/11/2013

Ce document est issu d'un projet de recherche visant à comparer qualitativement les performances d'isolation acoustique de solutions de renforcement de planchers bois. Il doit être utilisé conjointement aux rapports d'essais individuels correspondants, et notamment les fiches :

L_S1a ; L_S2a ; L_S3j ; L_S6a ; L_SP1b



Les courbes et diagrammes suivants comparent les performances de plusieurs matériaux isolants de natures différentes dans un contexte structurel particulier.

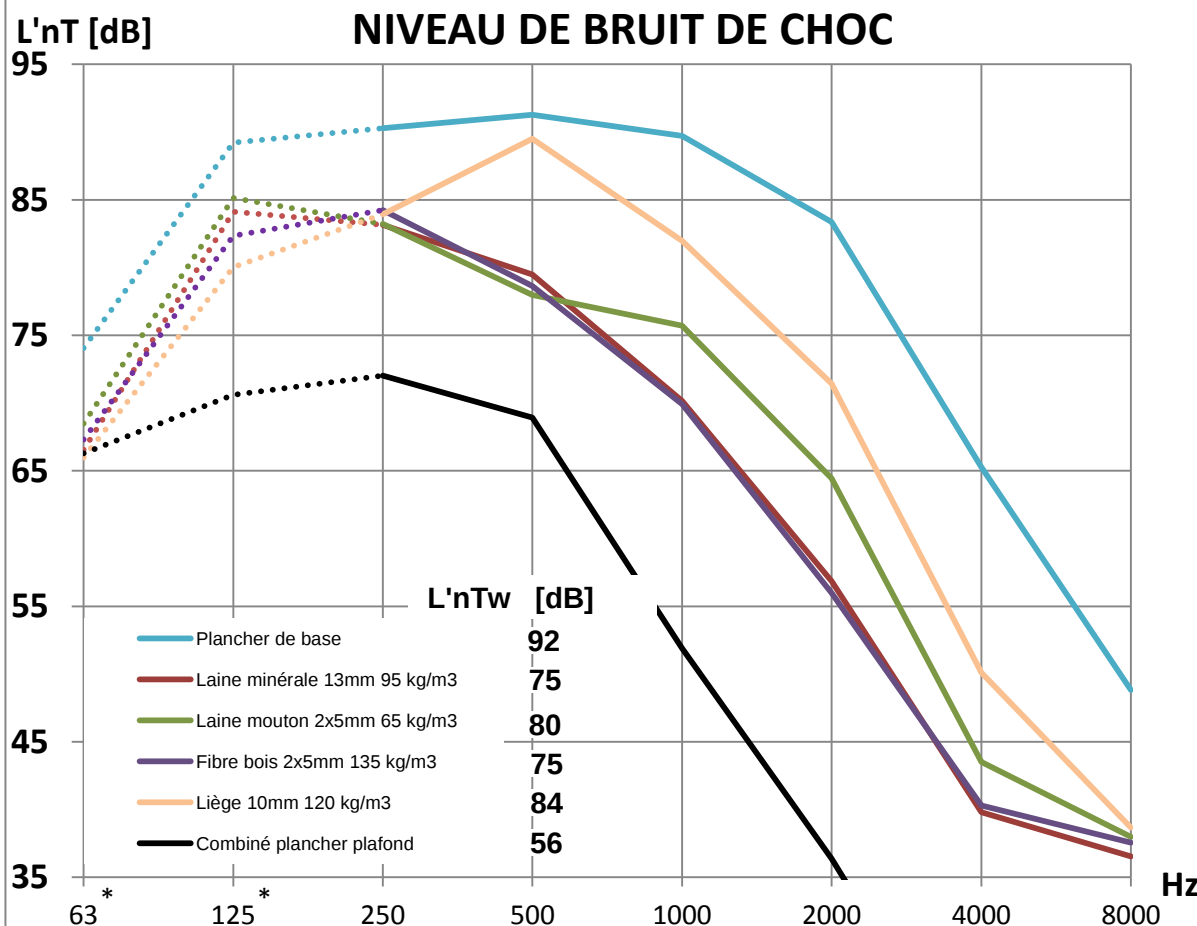
Plancher de base : Il est constitué d'une plaque d'OSB 18mm flottante posée sur solives. Les solives ont une section de 50x200 mm² et sont espacées de 500mm. Les dimensions de la fenêtre d'essai sont 1 x 2.50 m².

Solution de renforcement :

Pour chacune des configurations comparées dans ce document, un OSB 18mm flottant est posé sur sous-couche mince.

Paramètres variables :

	L'nTw [dB]
Un OSB 18mm sur laine minérale ISOSOL de ISOVER 13mm à 95 kg/m ³	75
Un OSB 18mm sur laine de mouton FIBRANATUR 2x5mm à 65 kg/m ³	80
Un OSB 18mm sur fibre de bois KRONOTEX 2x5mm à 135 kg/m ³	75
Un OSB 18mm sur liège AMORIM 10mm à 120 kg/m ³	84
Un OSB 18mm sur liège AMORIM 20mm à 120 kg/m ³ + plafond constitué de 2 BA13 vissées sous solives + remplissage cellulose 60mm	56



* Les valeurs indiquées en pointillés sont soumises à imprécision. Elles sont issues de mesures estimatives dans une cellule d'essai ne satisfaisant pas à l'ensemble des recommandations de la norme, et présentant un champ insuffisamment diffus dans ces fréquences.

MISE EN GARDE :

Les résultats présentés ne sont pas issus d'essais en cellule normalisée. Ce document ne peut en aucun cas être utilisé à des fins de prescription, et fait partie intégrante d'un projet de recherche visant à comparer qualitativement des solutions de renforcement acoustique de planchers bois. Se référer aux rapports d'essai individuels pour plus de précisions.



PROJET DE RECHERCHE "A PAS DE VELOURS"

EVALUATION DES PERFORMANCES ACOUSTIQUES DE PLANCHERS BOIS



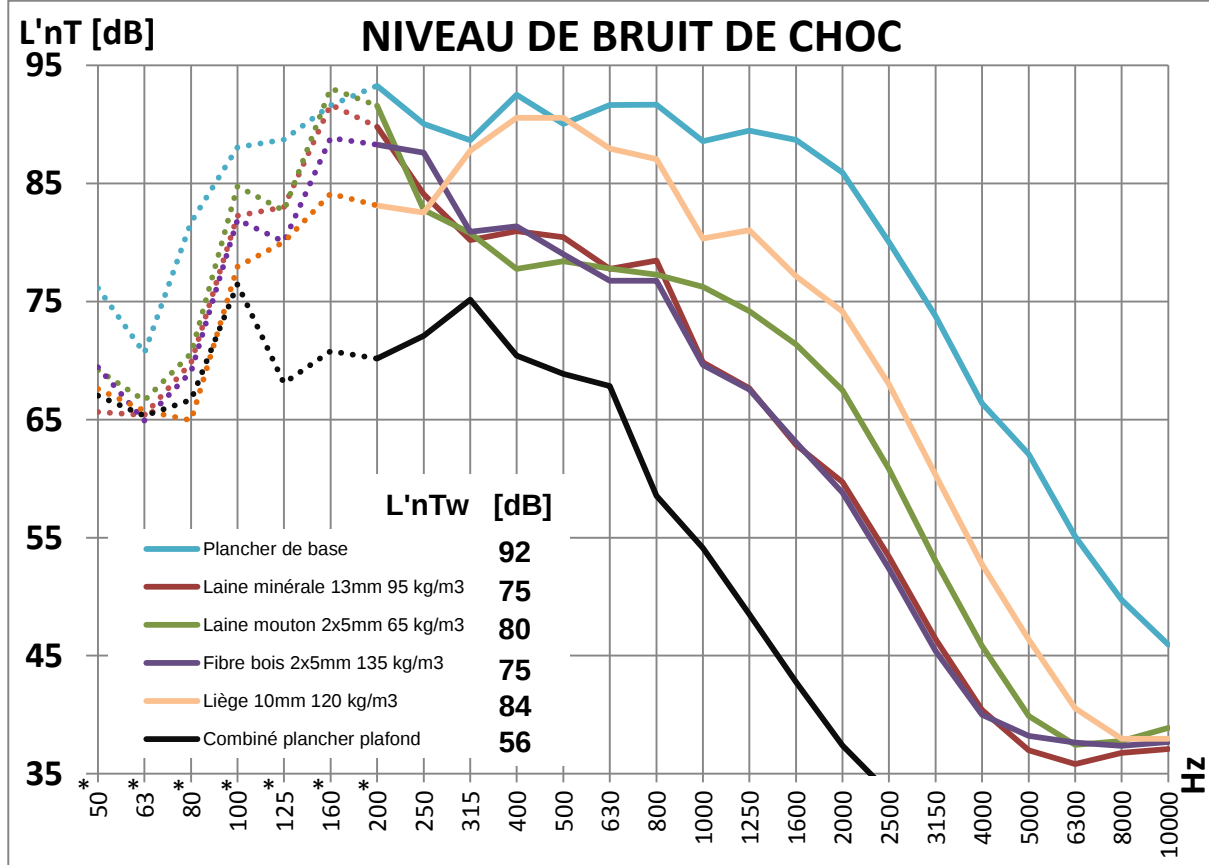
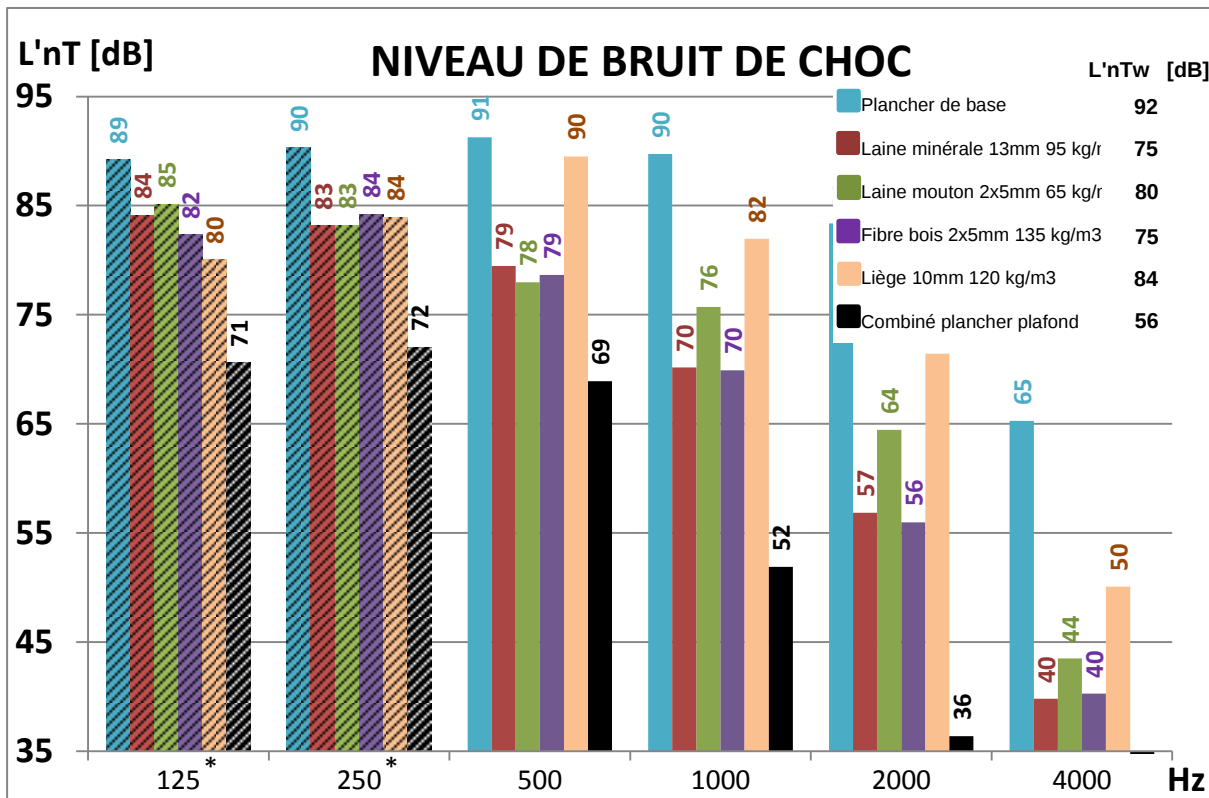
L'ingénierie
acoustique et vibratoire
depuis 1978

Fiche	COMPARAISON DES PERFORMANCES DE NIVEAU DE BRUIT DE CHOC	Date
C02_2		13/11/2013

Configurations comparées : Renforcement du plancher de base par-dessus par un parement sur sous-couche mince.

Base commune : 1 OSB18 sur sous-couche mince.

Variations : Laine minérale ; laine de mouton ; fibre de bois ; liège ; combinaison plancher sur liège + plafond.



* Les valeurs indiquées en pointillés ou hachurées sont soumises à imprécision. Elles sont issues de mesures estimatives dans une cellule d'essai ne satisfaisant pas à l'ensemble des recommandations de la norme, et présentant un champ insuffisamment diffus dans ces fréquences.

MISE EN GARDE :

Les résultats présentés ne sont pas issus d'essais en cellule normalisée. Ce document ne peut en aucun cas être utilisé à des fins de prescription, et fait partie intégrante d'un projet de recherche visant à comparer qualitativement des solutions de renforcement acoustique de planchers bois. Se référer aux rapports d'essai individuels pour plus de précisions.

PROJET DE RECHERCHE "A PAS DE VELOURS"

EVALUATION DES PERFORMANCES ACOUSTIQUES DE PLANCHERS BOIS



L'ingénierie
acoustique et vibratoire
depuis 1975

Fiche	COMPARAISON DES PERFORMANCES D'AFFAIBLISSEMENT AU BRUIT AERIEN	Date
C03_1		13/11/2013

Ce document est issu d'un projet de recherche visant à comparer qualitativement les performances d'isolation acoustique de solutions de renforcement de planchers bois. Il doit être utilisé conjointement aux rapports d'essais individuels correspondants, et notamment les fiches :

R_P3b ; R_P3c ; R_P3d ; R_P3e ; R_P3f



Les courbes et diagrammes suivants comparent les performances de plusieurs matériaux isolants de natures différentes dans un contexte structurel particulier.

Plancher de base : Il est constitué d'une plaque d'OSB 18mm flottante posée sur solives. Les solives ont une section de 50x200 mm² et sont espacées de 500mm. Les dimensions de la fenêtre d'essai sont 1 x 2.50 m².

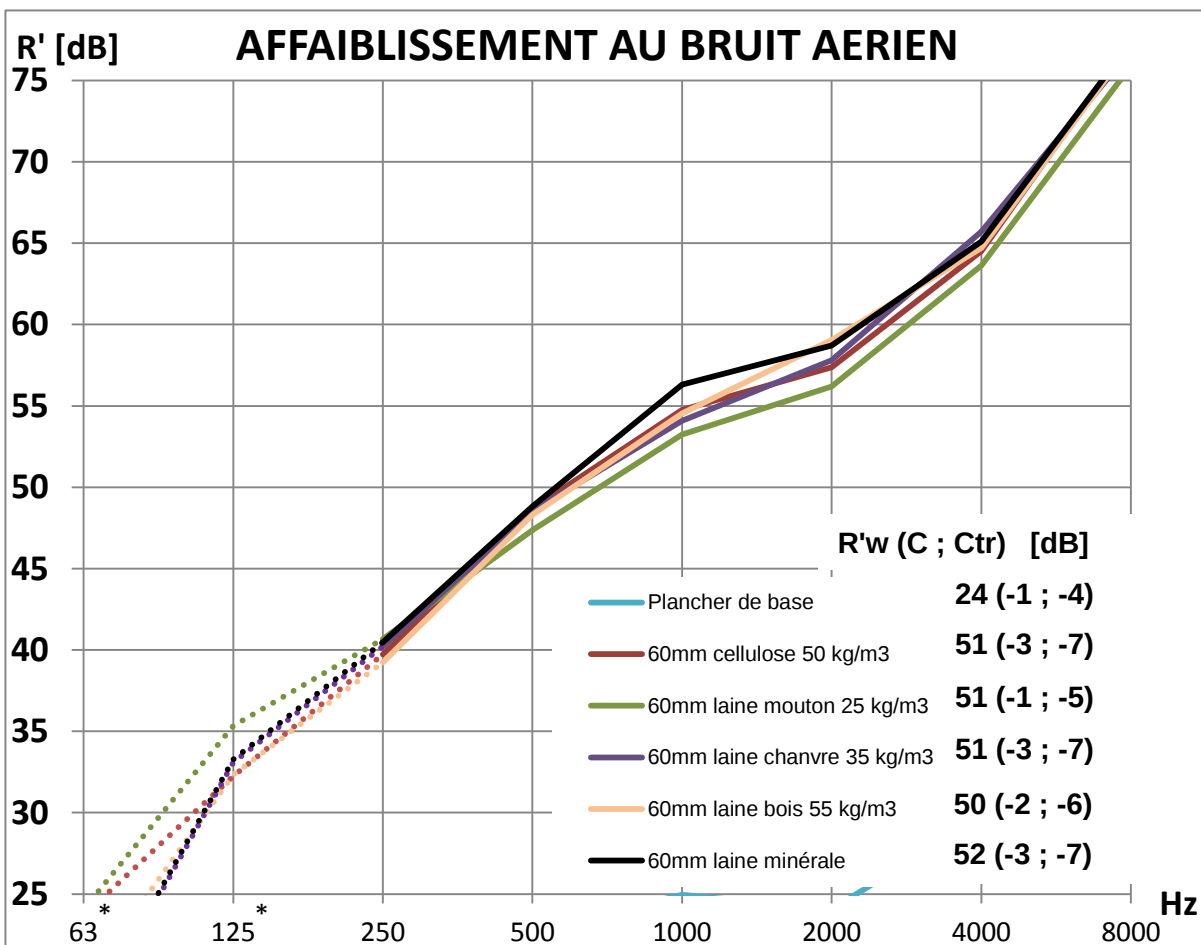
Solution de renforcement :

Pour chacune des configurations comparées dans ce document, une plaque de BA13 est suspendue via suspentes standards et rails à 60mm sous solive.

On fait varier la nature de l'isolant en remplissage du plénum.

Paramètres variables :

Plénum garni de 60mm de cellulose à 50 kg/m ³	R' _w (C ; Ctr) [dB]
Plénum garni de 60mm de laine de mouton à 25 kg/m ³	51 (-3 ; -7)
Plénum garni de 60mm de laine de chanvre à 35 kg/m ³	51 (-1 ; -5)
Plénum garni de 60mm de laine de chanvre à 35 kg/m ³	51 (-3 ; -7)
Plénum garni de 60mm de laine de bois à 55 kg/m ³	50 (-2 ; -6)
Plénum garni de 60mm de laine minérale	52 (-3 ; -7)



* Les valeurs indiquées en pointillés sont soumises à imprécision. Elles sont issues de mesures estimatives dans une cellule d'essai ne satisfaisant pas à l'ensemble des recommandations de la norme, et présentant un champ insuffisamment diffus dans ces fréquences.

MISE EN GARDE :

Les résultats présentés ne sont pas issus d'essais en cellule normalisée. Ce document ne peut en aucun cas être utilisé à des fins de prescription, et fait partie intégrante d'un projet de recherche visant à comparer qualitativement des solutions de renforcement acoustique de planchers bois. Se référer aux rapports d'essai individuels pour plus de précisions.



PROJET DE RECHERCHE "A PAS DE VELOURS"

EVALUATION DES PERFORMANCES ACOUSTIQUES DE PLANCHERS BOIS



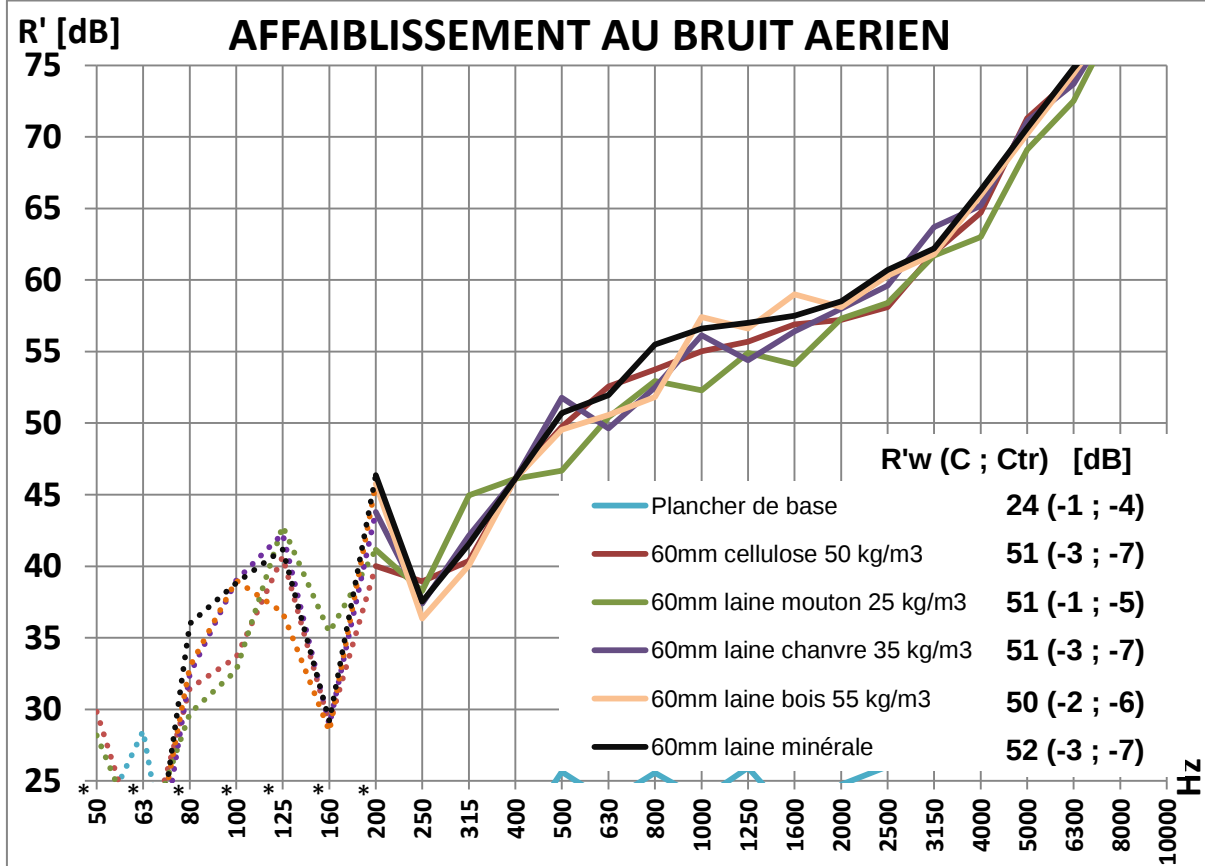
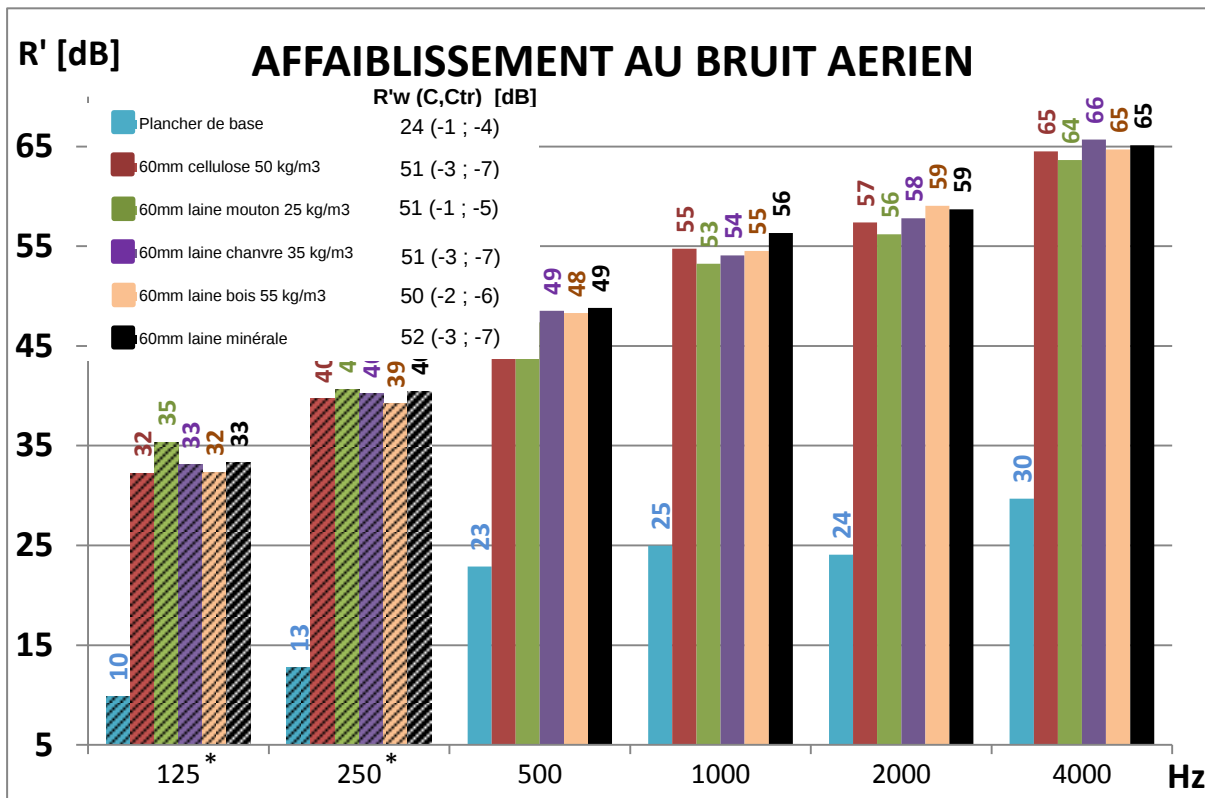
L'ingénierie
acoustique et vibratoire
depuis 1975

Fiche	COMPARAISON DES PERFORMANCES D'AFFAIBLISSEMENT AU BRUIT AERIEN	Date
C03_2		13/11/2013

Configurations comparées : Renforcement du plancher de base par-dessous par un BA13 suspendu à 60mm sous solive.

Base commune : 1 BA13 suspendu (suspentes standards) à 60mm sous solive.

Variations : Cellulose ; laine de mouton ; laine de chanvre ; laine de bois ; laine minérale.



* Les valeurs indiquées en pointillés ou hachurées sont soumises à imprécision. Elles sont issues de mesures estimatives dans une cellule d'essai ne satisfaisant pas à l'ensemble des recommandations de la norme, et présentant un champ insuffisamment diffus dans ces fréquences.

MISE EN GARDE :

Les résultats présentés ne sont pas issus d'essais en cellule normalisée. Ce document ne peut en aucun cas être utilisé à des fins de prescription, et fait partie intégrante d'un projet de recherche visant à comparer qualitativement des solutions de renforcement acoustique de planchers bois. Se référer aux rapports d'essai individuels pour plus de précisions.

PROJET DE RECHERCHE "A PAS DE VELOURS"

EVALUATION DES PERFORMANCES ACOUSTIQUES DE PLANCHERS BOIS



L'ingénierie
acoustique et vibratoire
depuis 1975

Fiche	COMPARAISON DES PERFORMANCES DE NIVEAU DE BRUIT DE CHOC	Date
C03_3		13/11/2013

Ce document est issu d'un projet de recherche visant à comparer qualitativement les performances d'isolation acoustique de solutions de renforcement de planchers bois. Il doit être utilisé conjointement aux rapports d'essais individuels correspondants, et notamment les fiches :

L_P3b ; L_P3c ; L_P3d ; L_P3e ; L_P3f



Les courbes et diagrammes suivants comparent les performances de plusieurs matériaux isolants de natures différentes dans un contexte structurel particulier.

Plancher de base : Il est constitué d'une plaque d'OSB 18mm flottante posée sur solives. Les solives ont une section de 50x200 mm² et sont espacées de 500mm. Les dimensions de la fenêtre d'essai sont 1 x 2.50 m².

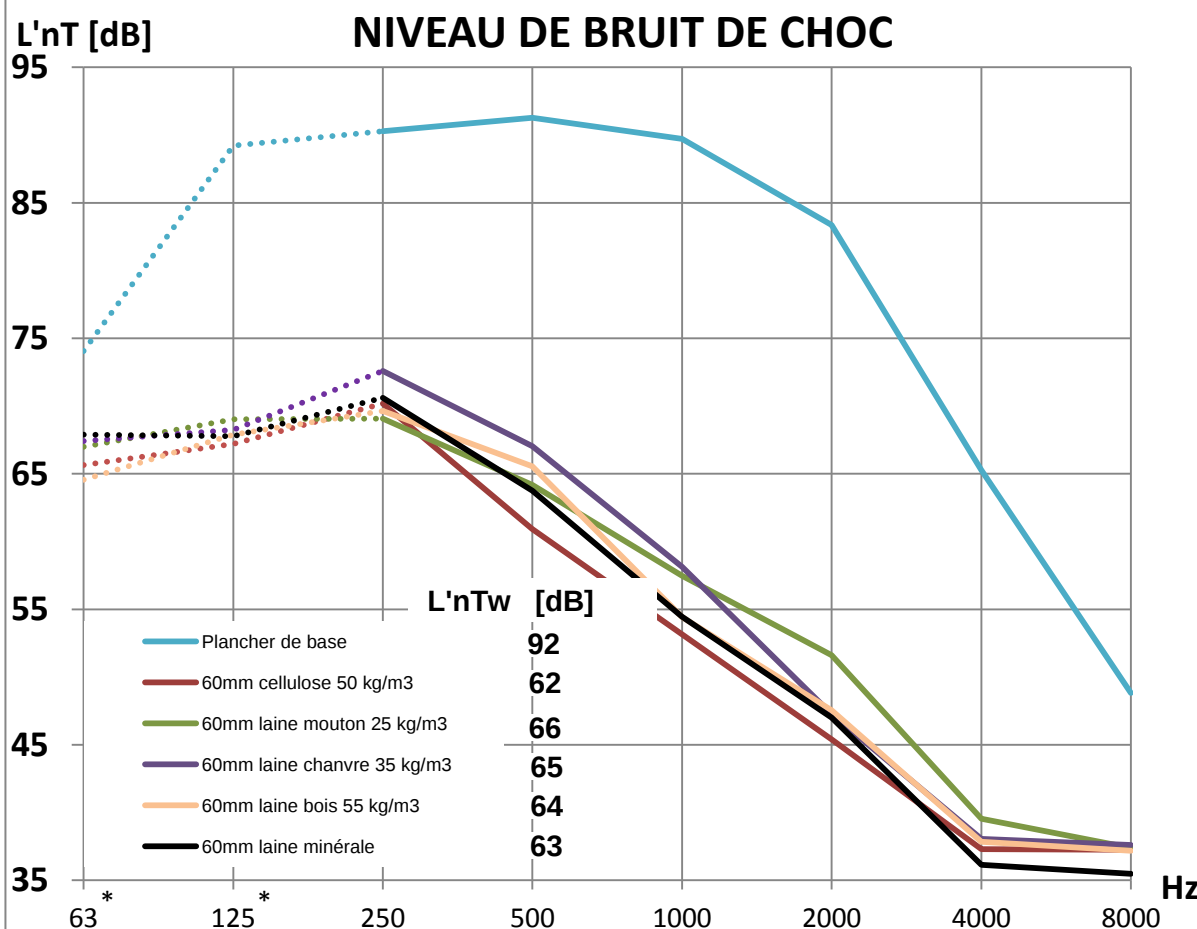
Solution de renforcement :

Pour chacune des configurations comparées dans ce document, une plaque de BA13 est suspendue via suspentes standards et rails à 60mm sous solive.

On fait varier la nature de l'isolant en remplissage du plénum.

Paramètres variables :

Plénum garni de 60mm de cellulose à 50 kg/m ³	L'nTw [dB]
Plénum garni de 60mm de laine de mouton à 25 kg/m ³	62
Plénum garni de 60mm de laine de chanvre à 35 kg/m ³	66
Plénum garni de 60mm de laine de bois à 55 kg/m ³	65
Plénum garni de 60mm de laine minérale	64
	63



* Les valeurs indiquées en pointillés sont soumises à imprécision. Elles sont issues de mesures estimatives dans une cellule d'essai ne satisfaisant pas à l'ensemble des recommandations de la norme, et présentant un champ insuffisamment diffus dans ces fréquences.

MISE EN GARDE :

Les résultats présentés ne sont pas issus d'essais en cellule normalisée. Ce document ne peut en aucun cas être utilisé à des fins de prescription, et fait partie intégrante d'un projet de recherche visant à comparer qualitativement des solutions de renforcement acoustique de planchers bois. Se référer aux rapports d'essai individuels pour plus de précisions.



PROJET DE RECHERCHE "A PAS DE VELOURS"

EVALUATION DES PERFORMANCES ACOUSTIQUES DE PLANCHERS BOIS



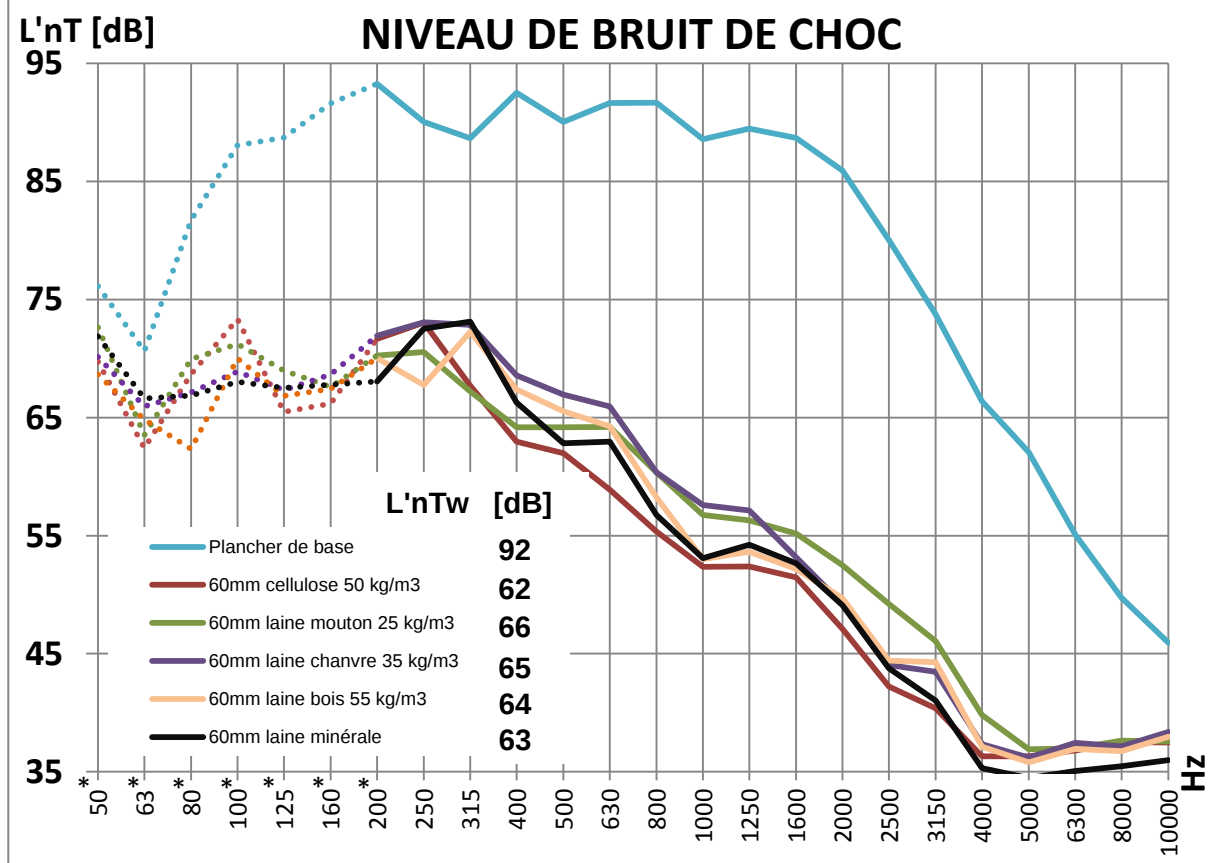
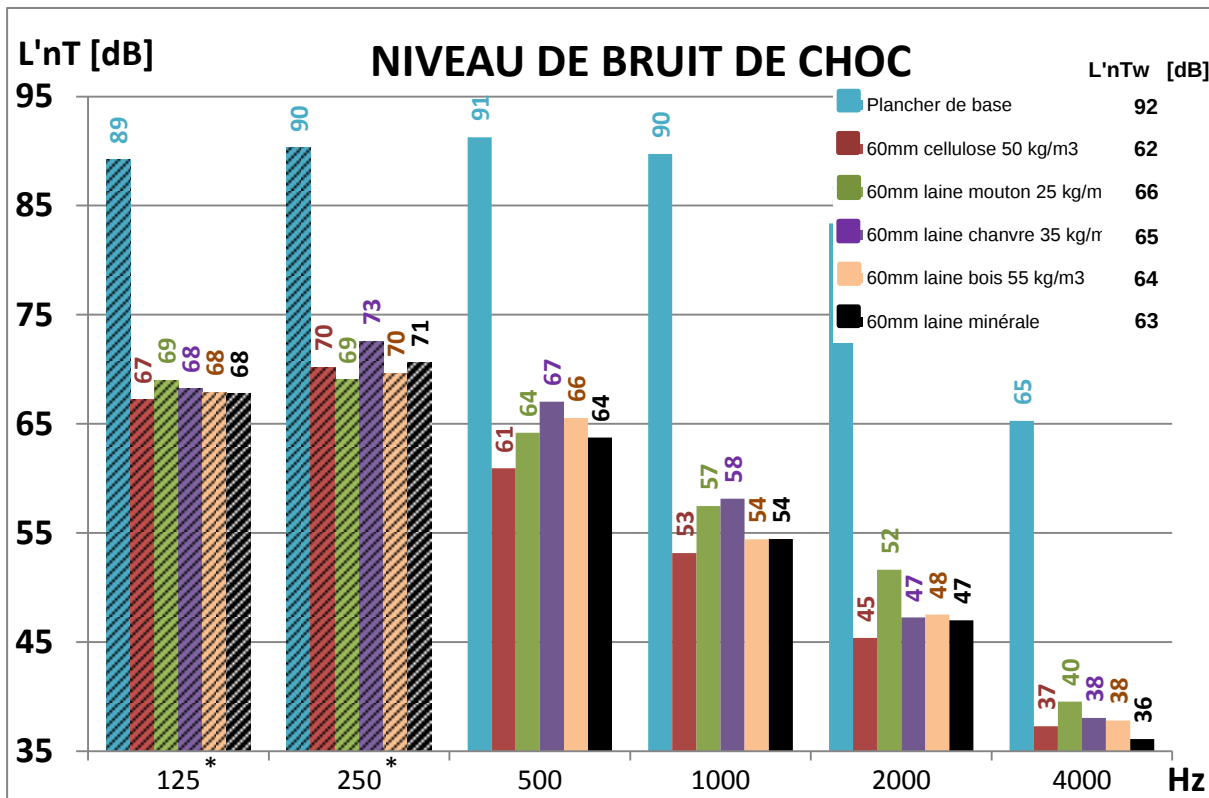
L'ingénierie
acoustique et vibratoire
depuis 1975

Fiche	COMPARAISON DES PERFORMANCES DE NIVEAU DE BRUIT DE CHOC	Date
C03_4		13/11/2013

Configurations comparées : Renforcement du plancher de base par-dessous par un BA13 suspendu à 60mm sous solive.

Base commune : 1 BA13 suspendu (suspentes standards) à 60mm sous solive.

Variations : Cellulose ; laine de mouton ; laine de chanvre ; laine de bois ; laine minérale.



* Les valeurs indiquées en pointillés ou hachurées sont soumises à imprécision. Elles sont issues de mesures estimatives dans une cellule d'essai ne satisfaisant pas à l'ensemble des recommandations de la norme, et présentant un champ insuffisamment diffus dans ces fréquences.

MISE EN GARDE :

Les résultats présentés ne sont pas issus d'essais en cellule normalisée. Ce document ne peut en aucun cas être utilisé à des fins de prescription, et fait partie intégrante d'un projet de recherche visant à comparer qualitativement des solutions de renforcement acoustique de planchers bois. Se référer aux rapports d'essai individuels pour plus de précisions.



PROJET DE RECHERCHE "A PAS DE VELOURS"

EVALUATION DES PERFORMANCES ACOUSTIQUES DE PLANCHERS BOIS



L'ingénierie
acoustique et vibratoire
depuis 1975

Fiche	COMPARAISON DES PERFORMANCES DE NIVEAU DE BRUIT DE CHOC	Date
C04_1		13/11/2013

Ce document est issu d'un projet de recherche visant à comparer qualitativement les performances d'isolation acoustique de solutions de renforcement de planchers bois. Il doit être utilisé conjointement aux rapports d'essais individuels correspondants, et notamment les fiches :

L_S10a ; L_S11a ; L_S9m ; L_S9o ; L_S9f



Les courbes et diagrammes suivants comparent les performances de plusieurs matériaux isolants de natures différentes dans un contexte structurel particulier.

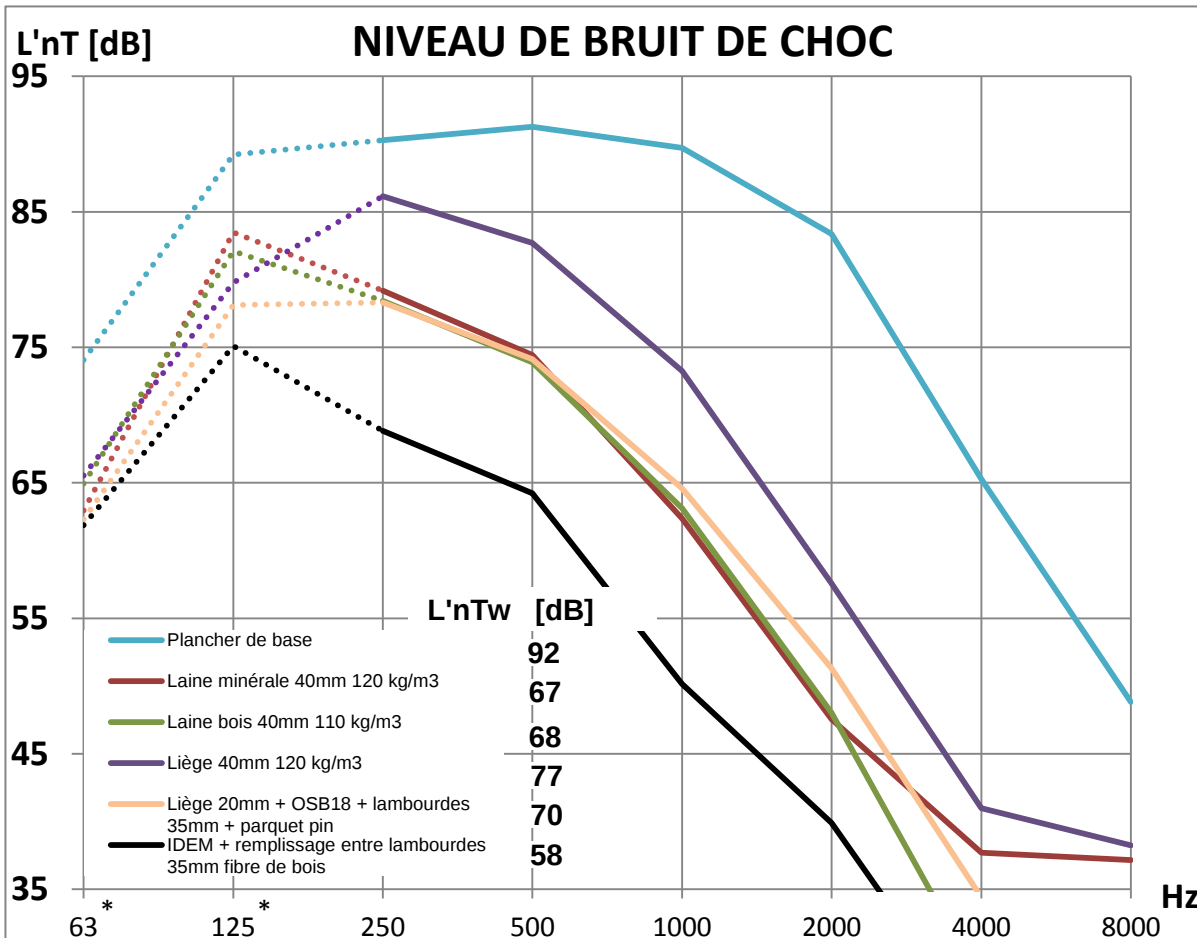
Plancher de base : Il est constitué d'une plaque d'OSB 18mm flottante posée sur solives. Les solives ont une section de 50x200 mm² et sont espacées de 500mm. Les dimensions de la fenêtre d'essai sont 1 x 2.50 m².

Solution de renforcement :

Pour chacune des configurations comparées dans ce document, un OSB 18mm est posé flottant sur une sous-couche épaisse dont on fait varier la nature. Les deux dernières configurations mettent de plus en œuvre un parquet sur lambourdes.

Paramètres variables :

	L'nTw [dB]
OSB 18mm sur 40mm de laine minérale à 120 kg/m ³	67
OSB 18mm sur 40mm de laine de bois à 110 kg/m ³	68
OSB 18mm sur 40mm de liège à 120 kg/m ³	77
Parquet pin sur lambourdes 35mm sur OSB 18mm sur liège 20mm	70
IDEM précédent + remplissage des lambourdes par 35mm de fibre de bois	58



* Les valeurs indiquées en pointillés sont soumises à imprécision. Elles sont issues de mesures estimatives dans une cellule d'essai ne satisfaisant pas à l'ensemble des recommandations de la norme, et présentant un champ insuffisamment diffus dans ces fréquences.

MISE EN GARDE :

Les résultats présentés ne sont pas issus d'essais en cellule normalisée. Ce document ne peut en aucun cas être utilisé à des fins de prescription, et fait partie intégrante d'un projet de recherche visant à comparer qualitativement des solutions de renforcement acoustique de planchers bois. Se référer aux rapports d'essai individuels pour plus de précisions.



PROJET DE RECHERCHE "A PAS DE VELOURS"

EVALUATION DES PERFORMANCES ACOUSTIQUES DE PLANCHERS BOIS



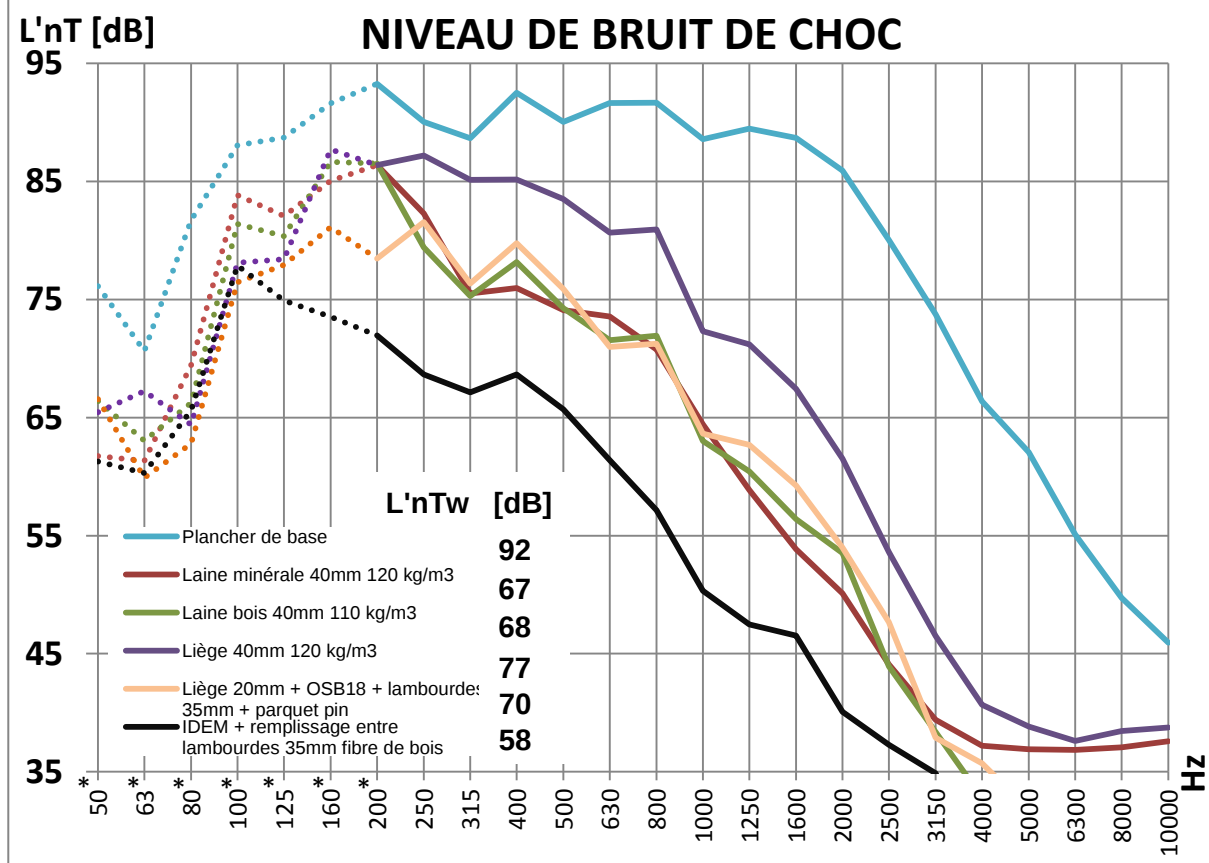
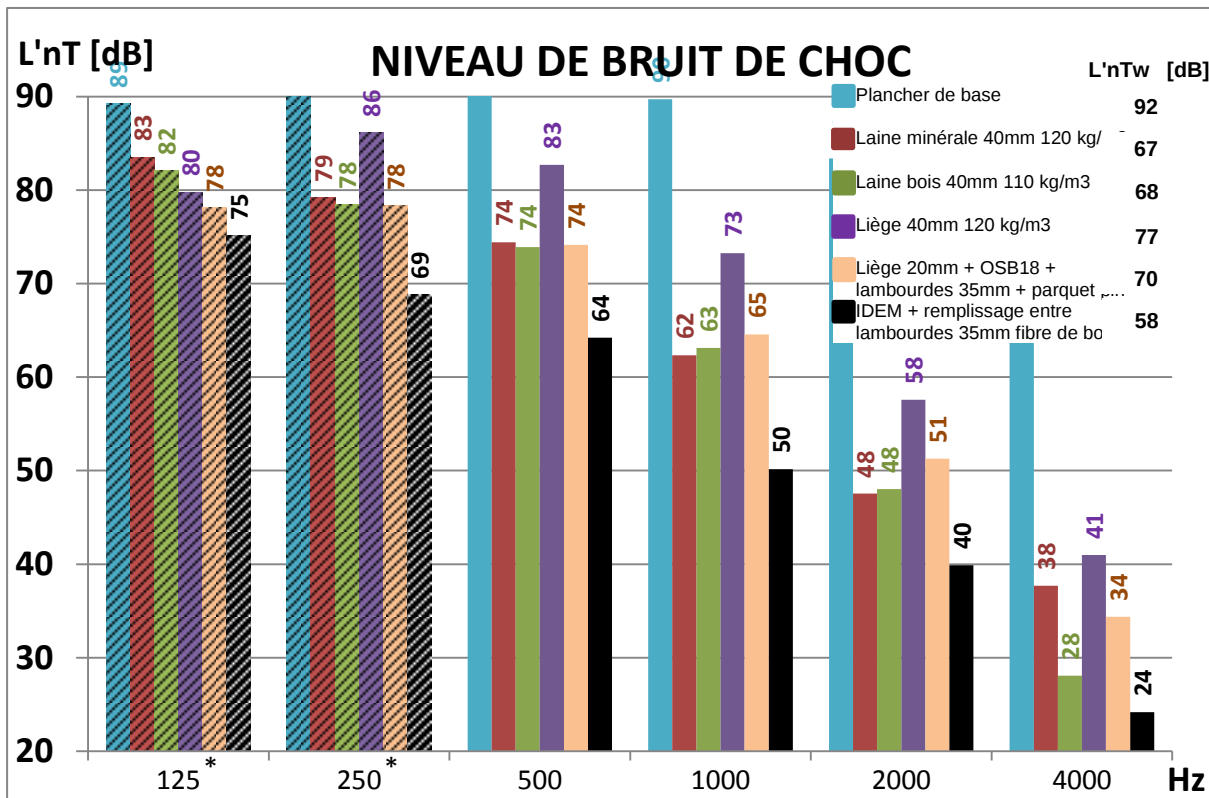
L'ingénierie
acoustique et vibratoire
depuis 1975

Fiche	COMPARAISON DES PERFORMANCES DE NIVEAU DE BRUIT DE CHOC	Date
C04_2		13/11/2013

Configurations comparées : Renforcement du plancher de base par-dessus par un OSB 18mm sur sous-couche épaisse.

Base commune : 1 OSB 18mm flottant sur sous-couche épaisse (+ parquet sur lambourdes pour 2 derniers).

Variations : Laine minérale ; laine de bois ; liège ; liège + OSB + parquet sur lambourdes ; IDEM + remplissage lambourdes.



* Les valeurs indiquées en pointillés ou hachurées sont soumises à imprécision. Elles sont issues de mesures estimatives dans une cellule d'essai ne satisfaisant pas à l'ensemble des recommandations de la norme, et présentant un champ insuffisamment diffus dans ces fréquences.

MISE EN GARDE :

Les résultats présentés ne sont pas issus d'essais en cellule normalisée. Ce document ne peut en aucun cas être utilisé à des fins de prescription, et fait partie intégrante d'un projet de recherche visant à comparer qualitativement des solutions de renforcement acoustique de planchers bois. Se référer aux rapports d'essai individuels pour plus de précisions.



PROJET DE RECHERCHE "A PAS DE VELOURS"

EVALUATION DES PERFORMANCES ACOUSTIQUES DE PLANCHERS BOIS



L'ingénierie
acoustique et vibratoire
depuis 1975

Fiche	COMPARAISON DES PERFORMANCES D'AFFAIBLISSEMENT AU BRUIT AERIEN	Date
C05_1		13/11/2013

Ce document est issu d'un projet de recherche visant à comparer qualitativement les performances d'isolation acoustique de solutions de renforcement de planchers bois. Il doit être utilisé conjointement aux rapports d'essais individuels correspondants, et notamment les fiches :

R_P1b ; R_P1c ; R_P1d ; R_P1e ; R_P1f



Les courbes et diagrammes suivants comparent les performances de plusieurs matériaux isolants de natures différentes dans un contexte structurel particulier.

Plancher de base : Il est constitué d'une plaque d'OSB 18mm flottante posée sur solives. Les solives ont une section de 50x200 mm² et sont espacées de 500mm. Les dimensions de la fenêtre d'essai sont 1 x 2.50 m².

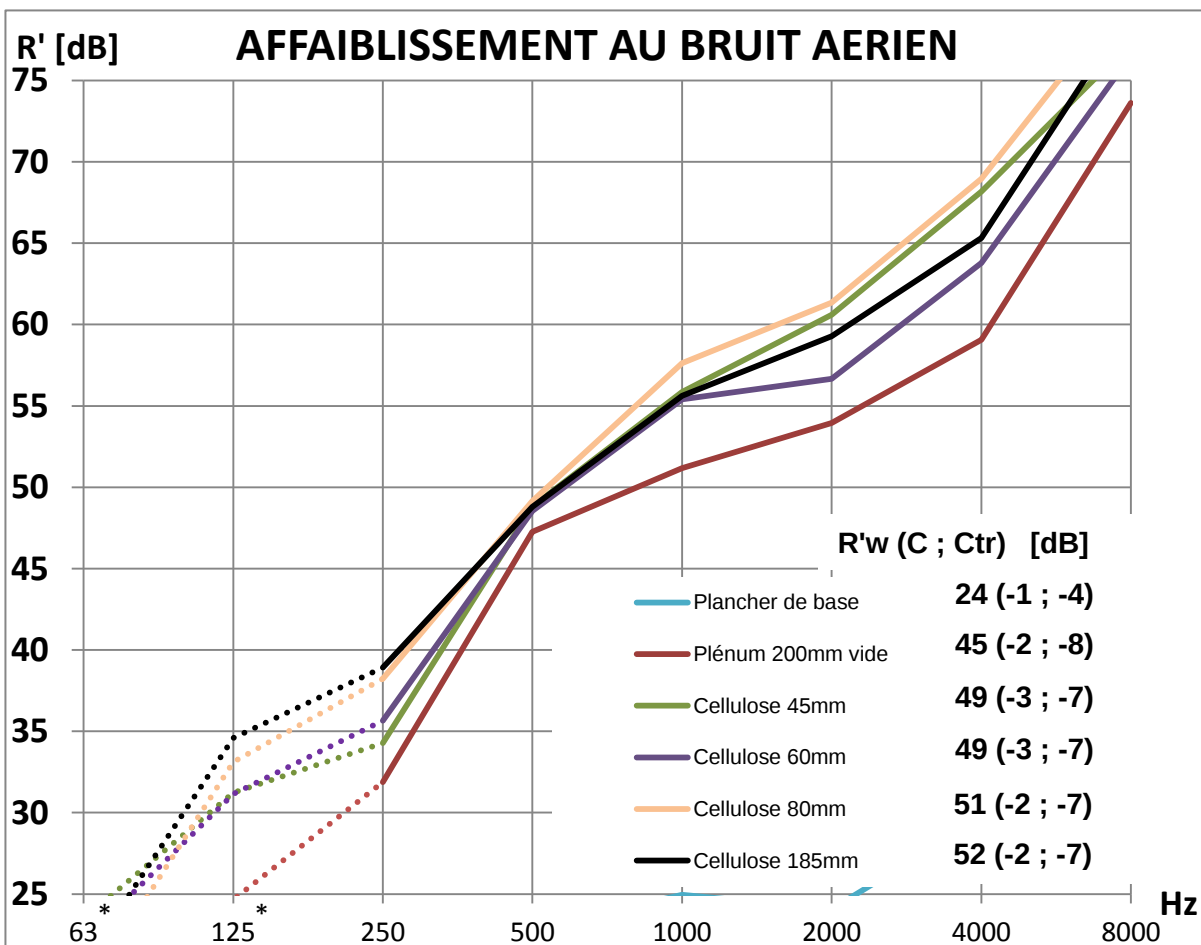
Solution de renforcement :

Pour chacune des configurations comparées dans ce document, une plaque de BA13 est vissée sous solive ménageant un plénum fermé de 200mm. On fait varier l'épaisseur d'isolant en remplissage du plénum.

Paramètres variables :

- Plénum de 200mm vide
- 45mm de cellulose à 50 kg/m³
- 60mm de cellulose à 50 kg/m³
- 80mm de cellulose à 50 kg/m³
- 185mm de cellulose à 50 kg/m³

R' _w (C ; Ctr) [dB]
45 (-2 ; -8)
49 (-3 ; -7)
49 (-3 ; -7)
51 (-2 ; -7)
52 (-2 ; -7)



* Les valeurs indiquées en pointillés sont soumises à imprécision. Elles sont issues de mesures estimatives dans une cellule d'essai ne satisfaisant pas à l'ensemble des recommandations de la norme, et présentant un champ insuffisamment diffus dans ces fréquences.

MISE EN GARDE :

Les résultats présentés ne sont pas issus d'essais en cellule normalisée. Ce document ne peut en aucun cas être utilisé à des fins de prescription, et fait partie intégrante d'un projet de recherche visant à comparer qualitativement des solutions de renforcement acoustique de planchers bois. Se référer aux rapports d'essai individuels pour plus de précisions.



PROJET DE RECHERCHE "A PAS DE VELOURS"

EVALUATION DES PERFORMANCES ACOUSTIQUES DE PLANCHERS BOIS



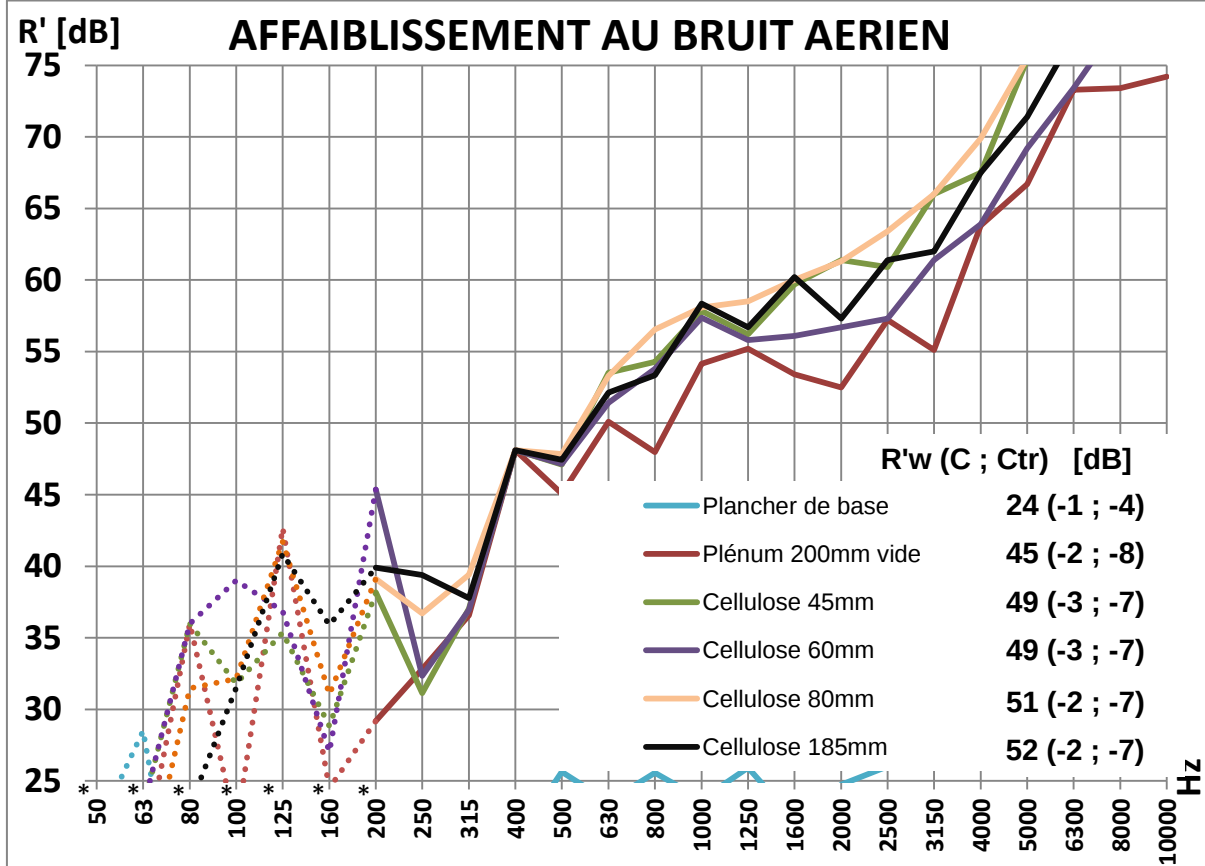
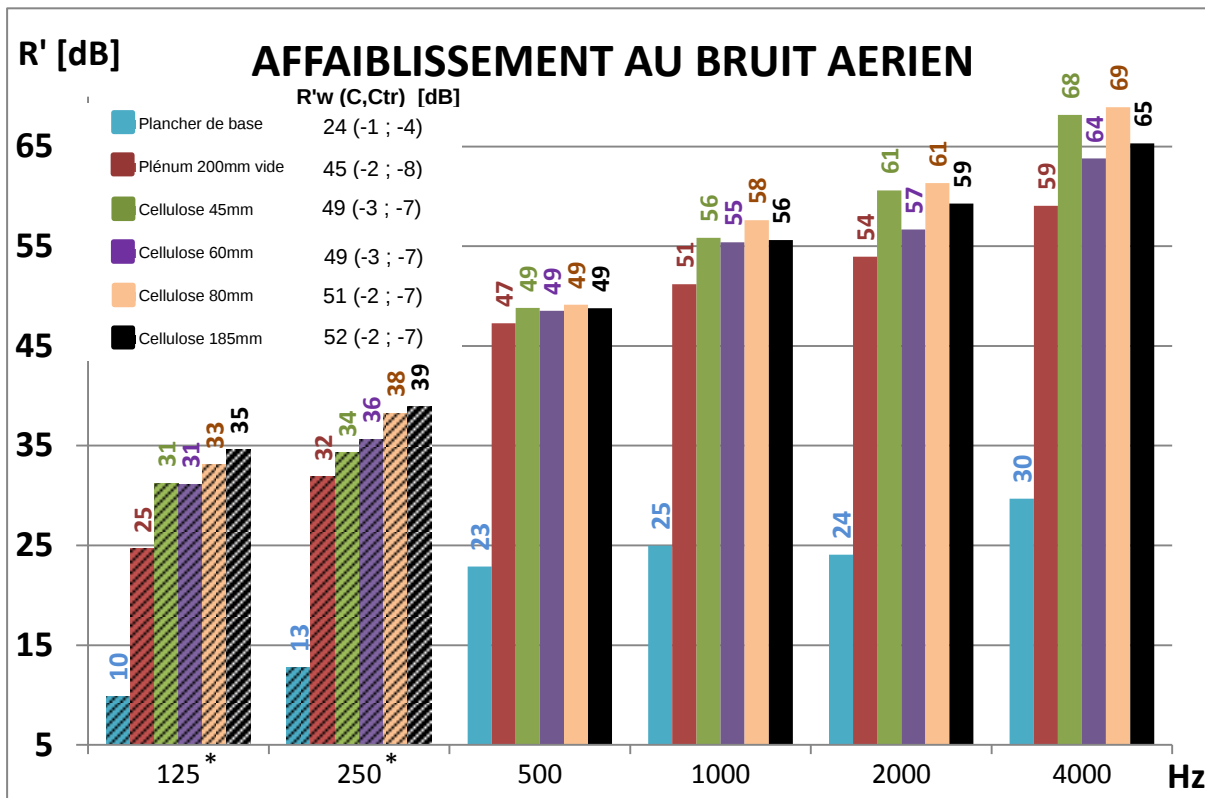
L'ingénierie
acoustique et vibratoire
depuis 1975

Fiche	COMPARAISON DES PERFORMANCES D'AFFAIBLISSEMENT AU BRUIT AERIEN	Date
C05_2		13/11/2013

Configurations comparées : Renforcement du plancher de base par-dessous par une plaque de BA13 vissée sous solive.

Base commune : 1 BA13 vissé sous solive et plénum garni d'isolant.

Variations : Plénum 200mm vide ; 45mm cellulose ; 60mm cellulose ; 80mm cellulose ; 185mm cellulose.



* Les valeurs indiquées en pointillés ou hachurées sont soumises à imprécision. Elles sont issues de mesures estimatives dans une cellule d'essai ne satisfaisant pas à l'ensemble des recommandations de la norme, et présentant un champ insuffisamment diffus dans ces fréquences.

MISE EN GARDE :

Les résultats présentés ne sont pas issus d'essais en cellule normalisée. Ce document ne peut en aucun cas être utilisé à des fins de prescription, et fait partie intégrante d'un projet de recherche visant à comparer qualitativement des solutions de renforcement acoustique de planchers bois. Se référer aux rapports d'essai individuels pour plus de précisions.