

Rapport d'essais

Examen de l'isolation acoustique des bruits aériens d'un mur en bottes de paille au banc d'essai de l'Institut pour Acoustique et Physique du bâtiment

Pour :

FASBA
Fédération allemande de la construction en paille
Dirk Scharmer
in de Masch 6
21394 Südergellersen

Référence

1. Offre du 2 avril 2008
2. Contrat du 30 avril 2008
3. Construction du mur du 2 au 4 juin 2008
4. Mesures le 24 juin et 4 août 2008

**INSTITUT D'ACOUSTIQUE
ET DE PHYSIQUE DU
BÂTIMENT**
Professeur Docteur Ernst-Jo. Völker

Mandant	FASBA Fédération allemande de la construction en paille Sieben Linden 1 38486 Poppau Dirk Scharmer in de Masch 6 21394 Südergellersen Tel : 04131/2278649 Fax : 04131/2278648 Email : ds@fasba.de
Détermination du classement au feu	ABP protection au feu : P-3154/4694-MPA BS Institut de contrôle des matériaux de construction Beethovenstraße 52 38106 Braunschweig Tel : 0531/391 5400 Fax : 0531/391 5900 Email : info@mpa.tu-bs.de
Autorisation générale de chantier	Isolation thermique en bottes de paille Institut Allemand de technique de construction Autorisation n° : Z-23.11-1595 du 10 février 2006 Kolonenstraße 30 L 10829 Berlin Tel : 030/78730-332 Fax : 030/78730-320
Mandataire	IAB Institut d'Acoustique et de Physique du bâtiment Kiesweg 22 61440 Oberursel Tel : 06171/75031 Fax : 06171/85483 Email : info@lab-oberursel.de
Chargé d'affaire	W. Teuber portable : 0171/4345821 Email : teuber@lab-oberursel.de

Sommaire

SOMMAIRE	463
1 INTRODUCTION ET MISSION	464
2 DESCRIPTION DU BANC D'ESSAI.....	464
3 CONSTRUCTION ET COMPOSITION DU MUR EN BOTTES DE PAILLE.....	465
4 RÉSULTAT DES MESURES	468
4.1 AFFAIBLISSEMENT ACOUSTIQUE ENDUITS EXTÉRIEUR DES DEUX CÔTÉS.....	468
4.2 AFFAIBLISSEMENT ACOUSTIQUE ENDUITS EXTÉRIEUR REDOUBLÉ D'UN CÔTÉ.....	469
4.3 RÉSISTANCE AU FLUX.....	470
5 PROCÉDURE DE MESURE	472
6 CONCLUSION.....	473
7 DOCUMENTS GRAPHIQUES	474

1 Introduction et mission

Dans le banc d'essai pour parois de l' IAB, il a été érigé un mur en utilisant des bottes de paille. Des recherches sont conduites pour déterminer le degré d'affaiblissement du bruit. Après le montage d'une structure cadre en bois avec ossature secondaire légère, la pose des bottes de paille et l'application d'un enduit de 10 à 21 mm d'épaisseur sur les deux faces, ainsi que le séchage, une première série de d'examen a été conduite pour déterminer l'indice d'affaiblissement acoustique.

Ensuite, une deuxième passe d'enduit a été appliquée sur l'une des faces.

Les résultats, ensemble avec les descriptions de la mise en place du test, sont livrés dans le présent rapport.

La comparaison de chaque série de mesures ainsi des données sur la résistance au flux de la couche d'isolation en bottes de paille sont également incluses.

2 Description du banc d'essai

L'examen a lieu dans la salle de test L1/L2 de l'IAB à Oberursel, banc d'essai pour murs, sans transmission par des voies latérales.

Planche 1 A 53465 plan du banc d'essai

Les deux pièces reposent sur des appuis oscillants et sont désolidarisée l'une de l'autre par un joint de rupture de 10 mm de large. Le banc d'essai répond ainsi aux conditions de la norme DIN EN ISO 140-1:2005 (Mesure de l'affaiblissement acoustique d'éléments de construction à l'intérieur d'un bâtiment — partie 1 Exigence envers les bancs d'essai avec transmission latérale du son réprimée)

La grande fenêtre d'examen, à l'origine 4,12 m de large par 3,56 m de haut a été rétrécie à 4,12 m par 2,99 m, via la construction d'un socle à double paroi.

La fenêtre d'examen est donc maintenant mesurée

$$S = 12,32 \text{ m}^2$$

Le volume de la salle de test L2 utilisée en tant que pièce émettrice est $V = 75,60 \text{ m}^3$

La salle voisine L1, pièce réceptrice, est $V = 67,10 \text{ m}^3$

L'indice d'affaiblissement acoustique a été examiné dans le cadre de l'achèvement des préparatifs du banc d'essai.

Après adjonction d'un mur massif à double paroi d'épaisseur $2 \times 17,5 \text{ cm}$, crépi avec joint de segmentation intermédiaire, l'indice d'affaiblissement acoustique a été calculé à $R_w = 73 \text{ dB}$.

Le socle à double paroi maçonné dans la partie basse possède d'après le calcul DIN 4109 addenda 1, table 6, la valeur $R'_w = 67 \text{ dB}$.

3 Construction et composition du mur en bottes de paille

Les différentes étapes de la construction du mur et les détail techniques sont décrits comme suit:

- Livraison des bottes de paille (paille de blé) le 19 mai 2008, stockage dans une pièce sèche de l' IAB.
- Édification du mur par des collaborateurs de la Fédération de la construction en paille entre le 2 et le 4 juin 2008.
- Montage d'une ceinture en basting d'épicéa avec cloisonnement par 3 bastings verticaux. Disposition d'après :

Planche 2 A 59351 exécution de la construction du cadre de bois

- Transport des bottes de paille vers la salle d'essai, en passant détermination du poids de chaque balle.

Les résultats sont listés :

Planche 3 A 59354 Poids et fonction graphique de répartition

Vingt-six bottes ont été livrées. Deux d'entre elles n'ont pas été utilisées et, de la même manière que la paille en vrac après achèvement du mur, ont été pesées. Les bottes de paille mises en œuvre représentent un poids total de 457,70 kg. Calculé sur la surface intégrale du mur (12,32 m²) cela correspond à une masse rapportée à la surface de $m' = 37,20 \text{ kg/m}^2$

Les bottes de paille sont comprimées et rebouchées, les vides restants remplis avec de la paille en vrac. L'orientation de chaumes est horizontale en direction de l'autre côté du mur/côté crépi.

- Planches d'épicéa comme raccordement au socle et au mur latéral du banc d'essai . En dessous, bande d'isolation Knauf de 50 mm, épaisseur 3 mm, sous forme de deux bandes collées côte à côte. Joint entre les planches de bois et le banc d'essai étanché de manière durablement élastique.
- Raccordement au plafond : joint de 35-40 mm de large, bourré à refus avec de la laine minérale, bordé de chaque côté du mur par des planches de bois de 12 mm d'épaisseur et de 80 mm de haut, contrevisées. Joint entre le plafond du banc d'essai et les planches d'épicéa des bottes de paille, étanché de manière durablement élastique.

Planche 4 A 59352 Photographies : clichés pris lors de montage des bottes de paille

- Fixation de bottes par des liteaux triangulaires, vissés sur les planches d'épicéa
- Adjonction de bandes de feutre de bois épaisseur 18 mm sur la tranche des planches d'épicéa, prévues comme support de l'enduit de terre

- Arasement des chaumes pour obtenir une surface régulière, au nu extérieur des bandes de feutre de bois
- Mise en œuvre de l'enduit de terre de chaque côté de la paroi, Enduit légèrement imprégné dans la botte de paille, épaisseur de l'enduit dépendant de la structure de surface de la paille. Après la série de mesures, l'épaisseur est mesurée :

crépi à une passe $\approx 10 - 21$ mm

crépi à deux passes $\approx 18 - 23$ mm

Planche 5 A 59353 Photographies : mise en œuvre de l'enduit

- Pose d'une trame de jute à maille grossière, améliore la stabilité de l'enduit et évite les fissures

La structure du mur est représentée en coupe horizontale ainsi que le détail de la jonction au plafond dans

Planche 6 A 59355 Coupe horizontale et détail de jonction

En comptant l'épaisseur de l'enduit, la largeur du mur est d'environ 356 mm. Pour accélérer le séchage, deux ventilateurs ont été installés dans chacune des pièces L1/L2 et un séchoir à condensation. Les deux appareils ont fonctionné ces jours-là de 7 heures à 22 heures environ.

Planche 7 B 17215 Évolution dans la durée de la température de la pièce et humidité relative

Pendant que la température de la pièce est restée relativement constante et soumise aux fluctuations de la journée, l'humidité de la pièce montra une diminution continue de 85% à l'origine à 60%, chaque fois mesuré lors de l'arrêt du séchoir à condensation.

L'installation de séchage et les ventilateurs ont été supprimés le 12 juin 2008. Le processus de séchage résiduel jusqu'aux mesures acoustiques le 24 juin 2008 a été réalisé par la circulation d'air, portes du banc d'essai ouvertes.

Lors de la mise en œuvre ultérieure de la deuxième couche d'enduit, les ventilateurs seuls ont fonctionné pendant une période de deux semaines, portes du banc d'essai ouvertes, sans utilisation du séchoir à condensation.

4 Résultat des mesures

L'examen de l'affaiblissement des bruits aériens s'est déroulé de la salle d'essai L2 (salle émettrice) vers la pièce mitoyenne L1 (salle réceptrice).

4.1 Affaiblissement acoustique enduits extérieur des deux côtés

Examen après séchage le plus fort possible des enduits. Date des mesures : 24 juin 2008

Planche 8 A 59343 Résultat des mesures

Indice pondéré de l'affaiblissement acoustique, valeur laboratoire :

$$\mathbf{R_{w,P} = 45 \text{ dB}}$$

En appliquant les critères de DIN 4109 une valeur corrective de 2 dB est à apporter, il en résulte la valeur de calcul

$$\mathbf{R_{w,R} = 43 \text{ dB}}$$

Dans le tracé fréquent de la courbe d'affaiblissement acoustique on constate les valeurs $R = 30$ dB pour le secteur des fréquences de 63 à 250 Hz. Ensuite la courbe d'affaiblissement acoustique augmente très fortement et atteint plus de 80 dB pour les fréquences $f > 2$ kHz. La forte baisse constatée à l'entour de $f = 200$ Hz doit être occasionnée par l'entrée en résonance des deux coques du mur. En raison d'une épaisseur d'enduit identique on part du principe que chaque coque possède une fréquence spécifique identique et une masse semblable. La concordance des fréquences spécifiques induit d'autre part un couplage de résonance et la réduction de l'indice d'affaiblissement acoustique. Il est espéré que des améliorations entreront en jeu quand, par exemple, on aura des épaisseurs d'enduit dissemblables.

4.2 Affaiblissement acoustique enduits extérieur redoublé d'un côté

Description de la structure du mur maintenant examiné au banc d'essai se trouvent en tant que coupe horizontale et détail de jonction

Planche 9 A 59509 Structure du mur modifié

L'indice d'affaiblissement acoustique en laboratoire est obtenu après examen le 4 août 2008

Planche 8 A 59507 Résultat des mesures

Indice pondéré de l'isolation acoustique, valeur laboratoire :

$$\mathbf{R_{w,P} = 46 \text{ dB}}$$

En appliquant les critères de DIN 4109 une valeur corrective de 2 dB est à apporter, il en résulte la valeur de calcul

$$\mathbf{R_{w,R} = 44 \text{ dB}}$$

L'apport de la deuxième couche d'enduit, plus exactement son redoublement, conduit à une amélioration comparativement modeste de 1 dB

Planche 11 A 59508 Comparaison

La valeur entière $R_{w,P}$ ou respectivement $R_{w,R}$ est influencée par la descente en dessous de la courbe de référence déplacée. Comme on le voit, les fréquences de 200 à 500 Hz sont significatives. Des valeurs isolantes plus élevées pour 200 ou bien 250 Hz auraient pour résultat une augmentation de l'indice d'affaiblissement acoustique. Les effets de résonance pour cette bande de tiers d'octave persistent manifestement.

4.3 Résistance au flux

Les propriétés de la couche isolante, ici couche de bottes de paille fortement comprimées et de paille de blé compactée, ont été étudiées. Recherché est la résistance au flux R en tant que propriété d'une couche poreuse employée pour l'absorption du bruit.

Concept et définition

On comprend, sous le terme résistance au flux R d'une couche absorbant le bruit, le quotient de la différence de pression $p_1 - p_2$ de chaque côté de la couche et du volume du flux à travers la couche. L'équation valable est (1) :

$$R = \frac{\Delta p}{q_v} = \frac{p_1 - p_2}{q_v} \frac{Pa \cdot s}{m^3} \quad (1)$$

R $\frac{Pa \cdot s}{m^3}$ résistance au flux spécifique

Δp Pa différence de pression

q_v $\frac{m^3}{s}$ volume du flux

La résistance au flux spécifique R_s est définie par le produit de la

superficie diffusée A avec la résistance au flux R, voir l'équation (2)

$$R_s = R \cdot A \quad (2)$$

R_s $\frac{Pa \cdot s}{m^3}$ résistance au flux spécifique

A m^2 superficie du corps examiné

Quand le matériau peut être considéré comme homogène, la résistance au flux calculée par unité de longueur r est définie par l'équation (3)

$$r = \frac{R_s}{d} = \frac{\Delta p}{q_v d} \cdot A = \frac{p_1 - p_2}{q_v d} \cdot A \cdot \frac{Pa \cdot s}{m^2} \quad (3)$$

r $\frac{Pa \cdot s}{m^2}$ résistance au flux calculée par unité de longueur

d m épaisseur de la couche

Procédure de mesures et désignation

Les mesures sont réalisées suivant la norme DIN EN 29053-1993, point 6.

Un courant d'air alternatif est produit par un piston et se propage de façon sinusoïdale avec une fréquence d'environ 2 hz.

La pression alternative dans le support d'essai est mesurée par un microphone à condensateur fixé sur le côté et qui est relié à un amplificateur et un instrument d'affichage. L'appareil de mesure utilisé indique directement la résistance au flux spécifique.

Matériau d'essai

Des échantillons cylindres sont fabriqués à partir du matériau livré. Ils ont un diamètre de 102 mm. La surface de test est ronde avec une hauteur d'environ 105 mm. Les mesures ont lieu en tout sur trois spécimens. Tous les échantillons ont été pesés pour déterminer leur densité et leur volume.

Planche 12 A 59828 Résultat des mesures de la résistance au flux

La résistance au flux R s'élève en moyenne après 9 mesures sur 3

échantillons

$$\mathbf{R = 22151 Pa s/m^3}$$

La résistance au flux spécifique

$$\mathbf{R_s = 181 Pa s/m}$$

La résistance au flux calculée par unité de longueur r se calcule pour une épaisseur d'échantillon de d = 105 mm

$$\mathbf{r = 1724 Pa s/m^2}$$

5 Procédure de mesure

L'indice d'affaiblissement acoustique R se calcule conformément à la norme DIN EN ISO 140-3 d'après la formule issue des valeurs mesurées.

$$R = D + 10 \lg S/A$$

$$\text{avec } A = 0,16 \times V/T$$

où

D écart de niveau sonore entre pièce émettrice et réceptrice à chaque tiers d'octave (dB)

S surface des éléments de disjonction de la construction (m²)

A surface d'absorption équivalente dans la pièce réceptrice à chaque tiers d'octave (m²)

V volume de la pièce réceptrice (m³)

T temps de réverbération dans la pièce réceptrice à chaque tiers d'octave.

L'indice pondéré d'affaiblissement acoustique R_w , est calculé selon DIN EN ISO 717-1 en nombre entier.

Pour déterminer l'isolation acoustique des bruits aériens, on diffuse un bruit rose au moyen d'une enceinte pour basses (50-160 Hz) ou de haut-parleurs avec un diagramme de directivité en forme de boule (dodécaèdre ; 200-500 Hz). Le niveau sonore moyen dans les pièces

émettrice et réceptrice est mesuré avec un microphone déplacé en circonvolutions obliques et par le calcul de la moyenne énergétique chronologique. La surface équivalente d'absorption de la pièce réceptrice est déterminée par la mesure du temps de réverbération.

Le système de mesures acoustiques du bâtiment Norsonic 840 (étalonné) à été utilisé ici.

C'est un composant de l'IAB en tant que lieu d'exécution de mission d'épreuves techniques générales ABP, VMFA, certification de qualité pour la protection phonique des bâtiments m § 26, 28 BimSchG. L'IAB participe par rotation à des mesures de comparaison auprès de PTB dans le Braunschweig.

Les résistances au flux sont mesurées avec l'appareillage Norsonic 915.

6 Conclusion

Les mesures de l'isolation acoustique dans le banc d'essai pour parois sans transmission par des voies latérales, banc d'essai selon DIN EN ISO 140-1, donna comme résultat pour un mur en bottes de paille de 356 mm d'épaisseur, enduit de terre sur les deux faces, l'indice pondéré d'affaiblissement acoustique en laboratoire

$$\mathbf{R_{w,P} = 45 \text{ dB}}$$

En appliquant les critères de DIN 4109 la valeur de calcul (déduction de la valeur correctrice de 2 dB) qui en résulte est

$$\mathbf{R_{w,R} = 43 \text{ dB}}$$

Après doublement de l'enduit de terre, il a été mesuré

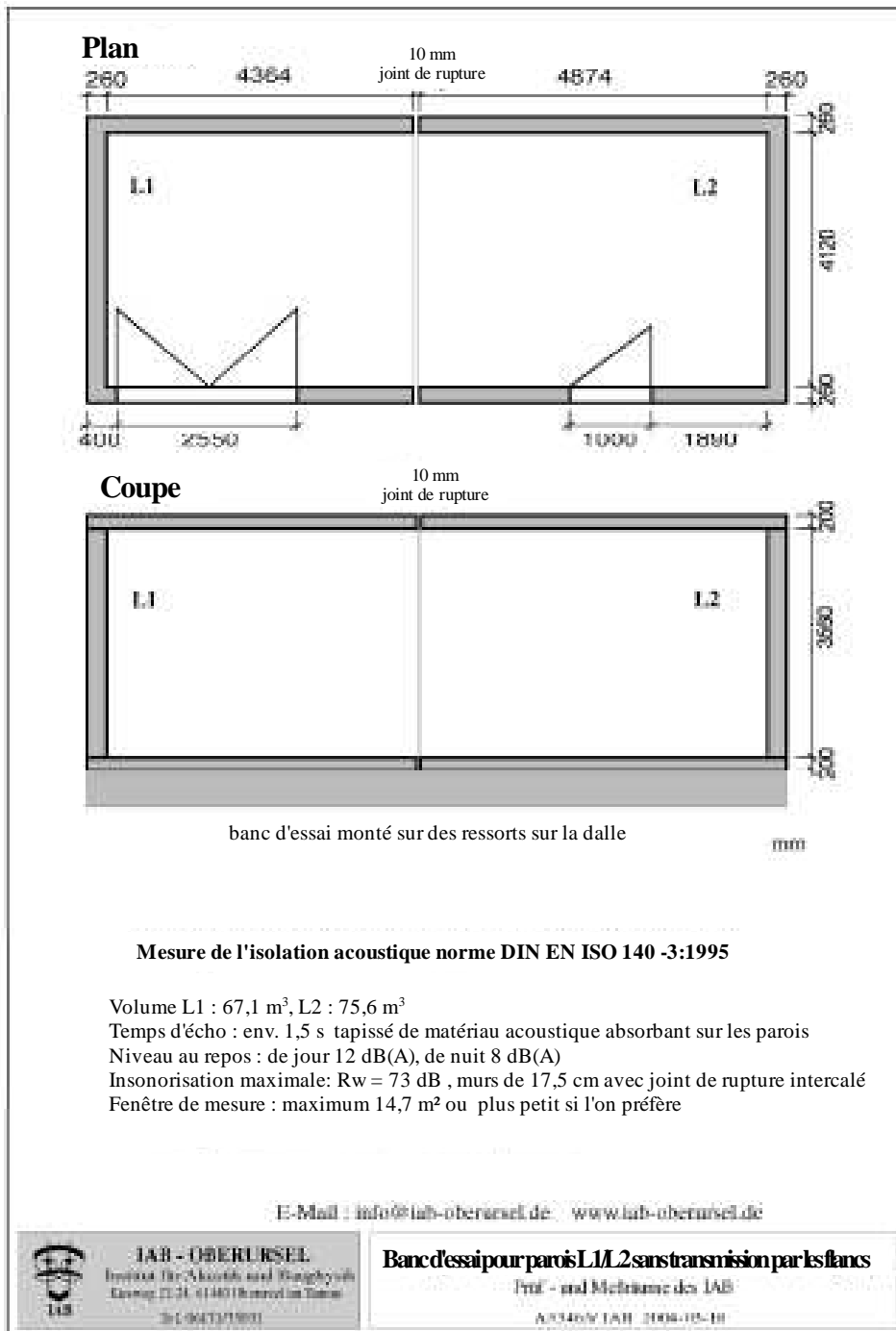
$$\mathbf{R_{w,P} = 46 \text{ dB}}$$

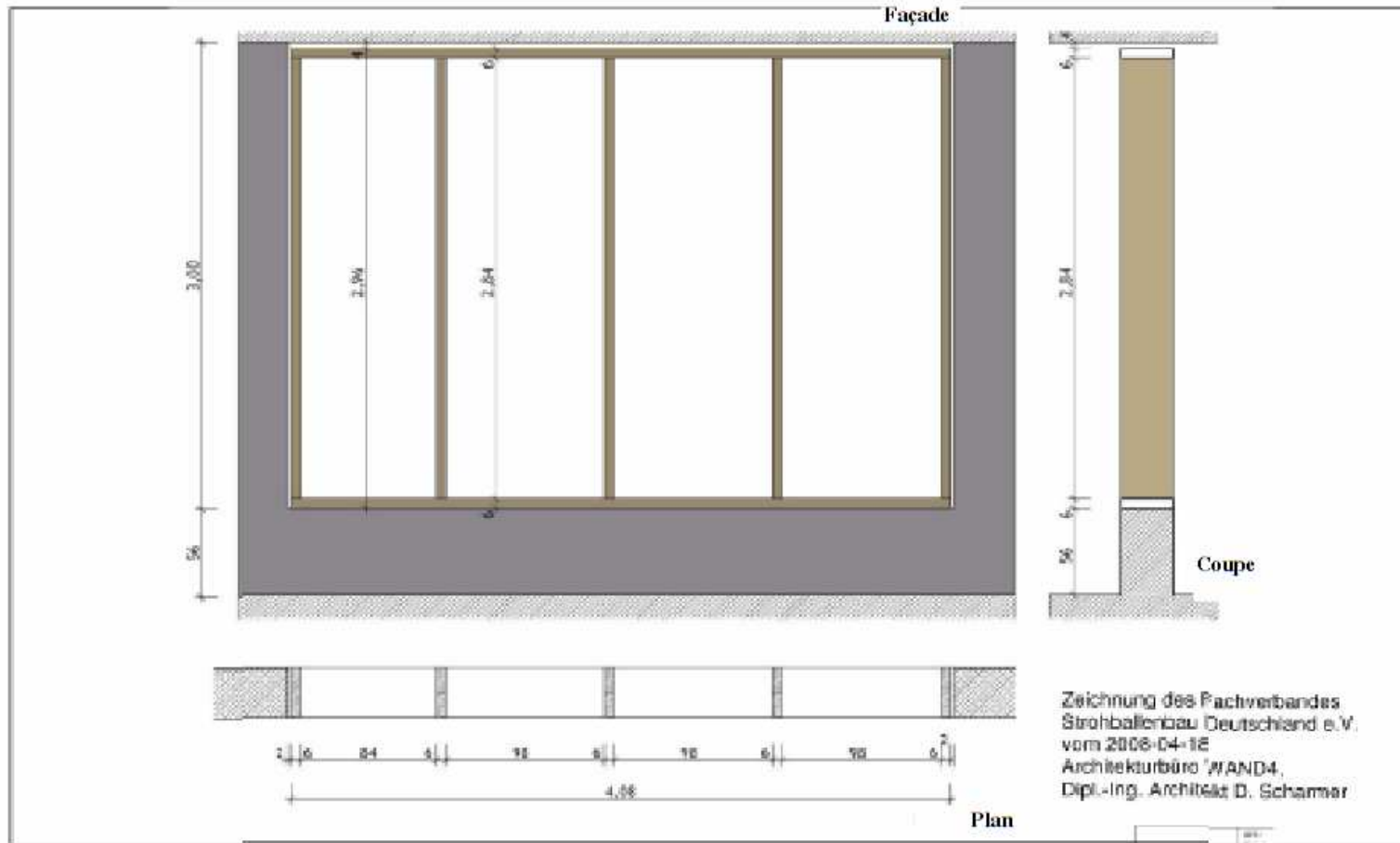
En appliquant les critères de DIN 4109 la valeur de calcul (déduction faite de la valeur correctrice de 2 dB) qui en résulte est

$$\mathbf{R_{w,R} = 44 \text{ dB}}$$

7 Documents graphiques

Planche 1	A 53445
Planche 2	A 59351
Planche 3	A 59354
Planche 4	A 59352
Planche 5	A 59353
Planche 6	A 59355
Planche 7	B 17215
Planche 8	A 59343
Planche 9	A 59509
Planche 10	A 59507
Planche 11	A 59508
Planche 12	A 59828





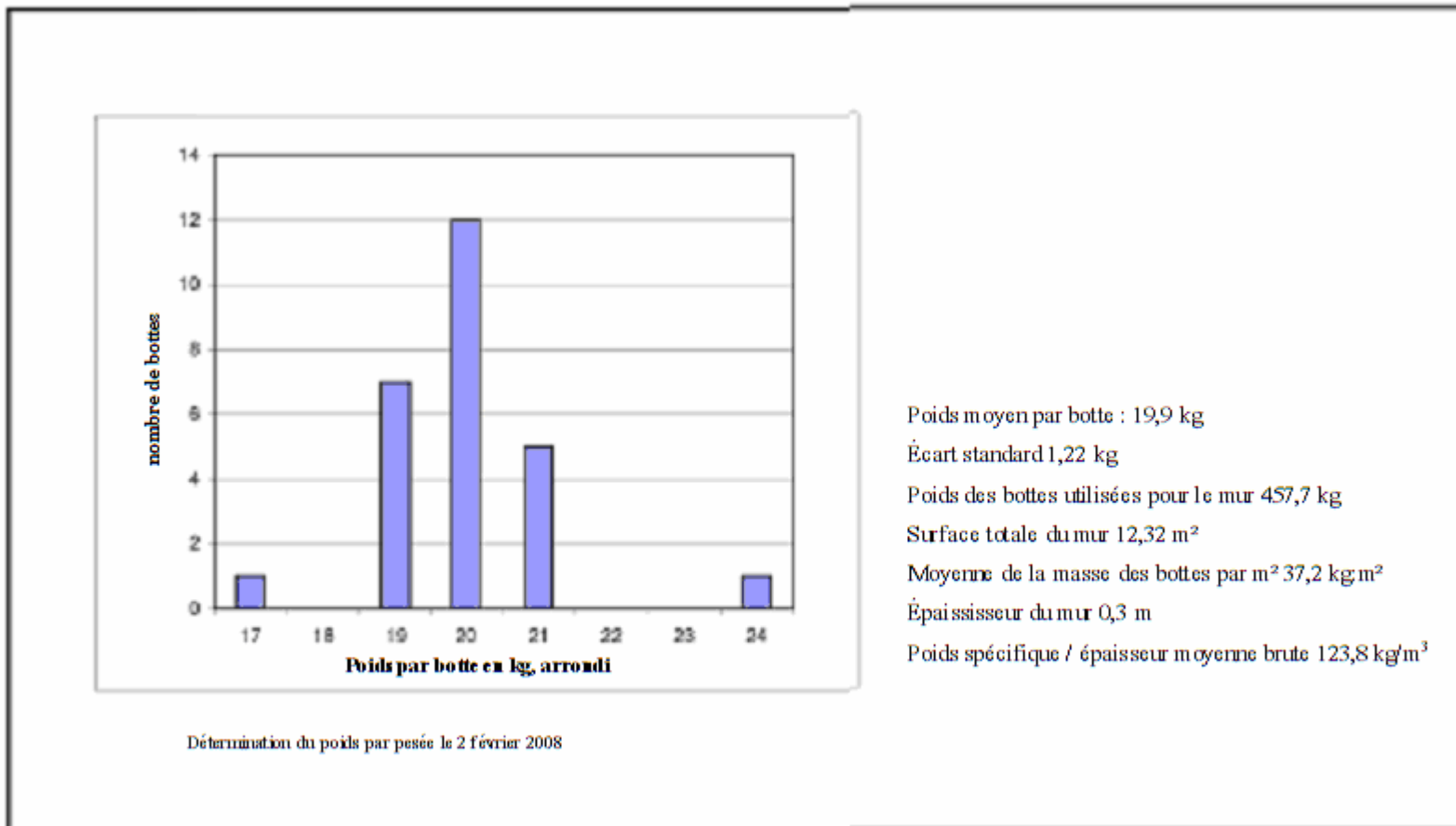
Institut für Akustik und Bauphysik
Königsplatz 22, 91040 Obermerfeld
Haus 2, 20500 Zellhausen
Tel.: 09171 / 7 59 31
www.ia-ba.physik.uni-erlangen.de

Réalisation de la structure cadre en bois

Prüfung der Luftschalldämmung einer Strohballenwand
Auftraggeber: Fachverband Strohballenbau Deutschland e.V. Södeggelsen

A59351 / 3950

06 / 2008









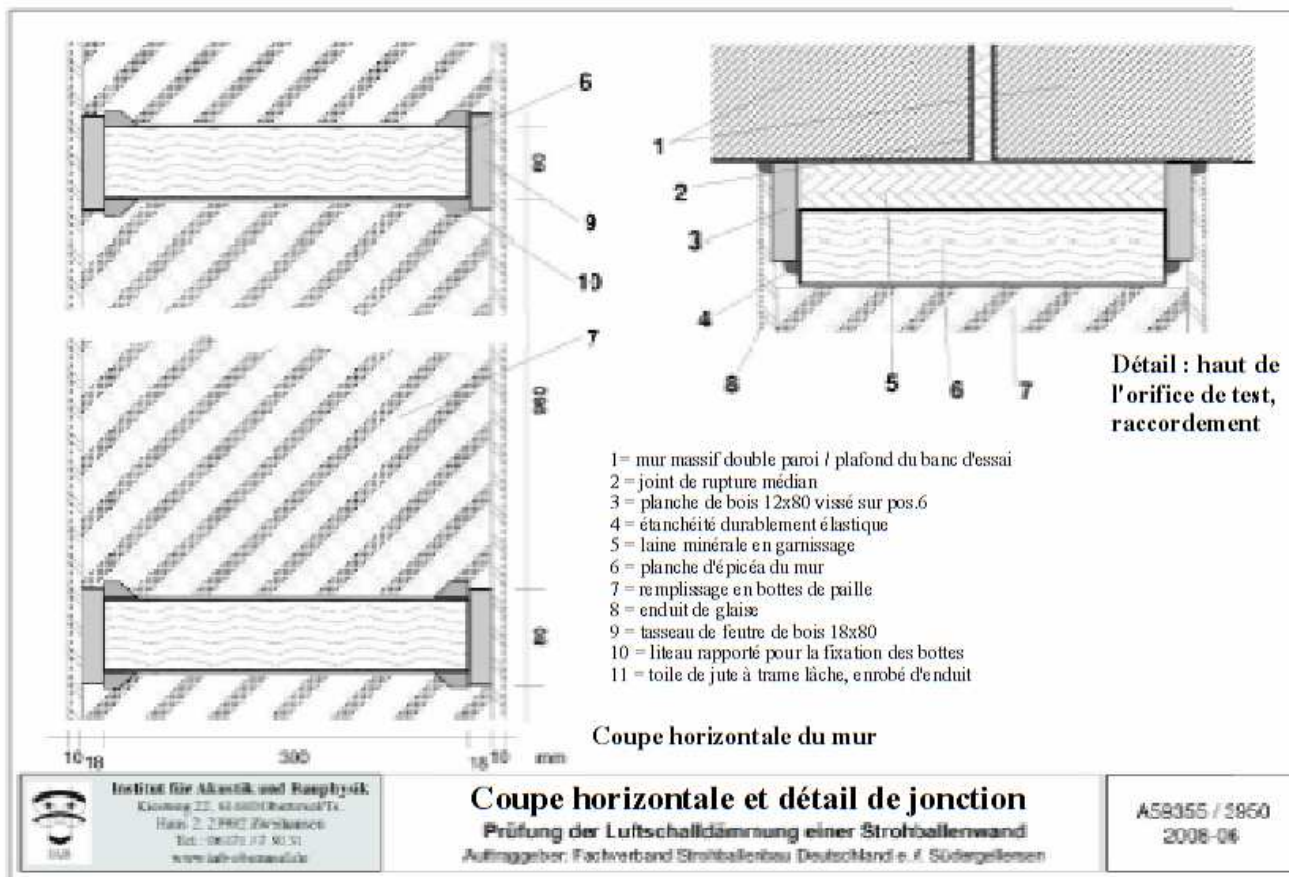
Poids moyen par botte : 19,9 kg
 Écart standard 1,22 kg
 Poids des bottes utilisées pour le mur 457,7 kg
 Surface totale du mur 12,32 m²
 Moyenne de la masse des bottes par m² 37,2 kg/m²
 Épaisseur du mur 0,3 m
 Poids spécifique / épaisseur moyenne brute 123,8 kg/m³

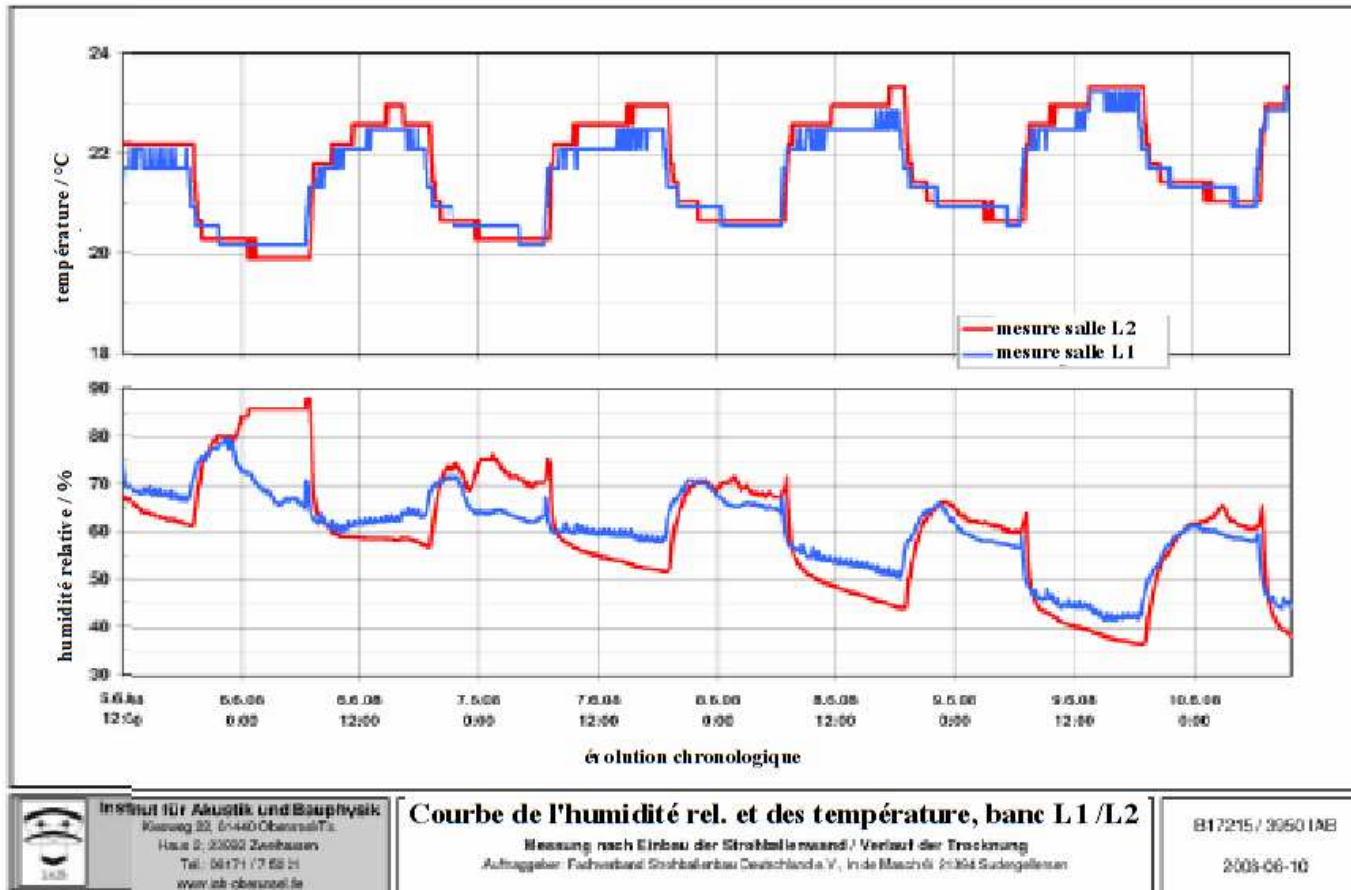
Détermination du poids par pesée le 2 février 2008

 <p>Institut für Akustik und Bauphysik Kiesweg 22, 61440 Oberursel/Ts. Haus 2, 23992 Zwoihausen Tel.: 08171 / 7 50 31 www.iab-oberursel.de</p>	<p>Poids et fonction de répartition des bottes livrées Messungen zur Bestimmung des Schalldämm - Maßes einer Strohballenwand Auftraggeber: Fachverband Strohballebau Deutschland e.V. In de Masch 6; 21394 Südergeversen</p>	<p>A59354 / 3950 06 / 2008</p>
--	--	---

	<p>◀ Cadre de planches d'épicéa, épaisseur 6 cm colombage par 3 bois verticaux, remplissage en bottes de paille, direction des chaumes de paroi à paroi</p>	
	<p>▶ Remplissage en bottes de paille, compression, remplissage et bourrage des vides restants</p>	
	<p>▶ Joint entre cadre en bois et mur du banc : *côté et bas, double rangée d'éanchéité Knauf 50 mm de large -plafond joint 35-40mm bourré de laine minérale planche en bois 12x80 mm de part et d'autre *éanchéité durablement élastique périphérique des 2 côtés</p>	
 <p>Institut für Akustik und Bauphysik Koenigs-Str. 17440 Oberursel/Ts. Haus 2, 33992 Zerkowichen Tel.: 06171 / 7 92 311 www.iab-oberursel.de</p>	<p align="center">Cadre et remplissage en bottes de paille Prüfung der Luftschalldämmung einer Strohballewand Auftraggeber: Fachverband Strohballebau Deutschland e.V. Södingersellen</p>	<p align="center">A59352 / 3950 06 / 2008</p>

	<p>Les botes de paille sont arasées régulièrement, application manuelle de l'enduit</p>		
	<p>L'enduit de glaise est frotté, plus encore pressé pour le faire pénétrer dans la paille</p>		
	<p>Les tasseaux fixés sur les bastings de bois procurent une accroche de l'enduit et une liaison stable</p>		
	<p>Application d'une toile de jute à trame lâche et enduit de finition</p>		
			
	<p>Institut für Akustik und Bauphysik Kopernik-Str. 11440 Osterode/Te Haus 2, 32690 Zornhausen Tel.: 05671 / 7 30 31 www.ia-ba-physik.de</p>	<p>Application de l'enduit de glaise Prüfung der Luftschalldämmung einer Strohballewand Auftraggeber: Fachverband Strohballewände Deutschland e.V. Siedelgellersen</p>	<p>A59353 / 3950 06 / 2008</p>

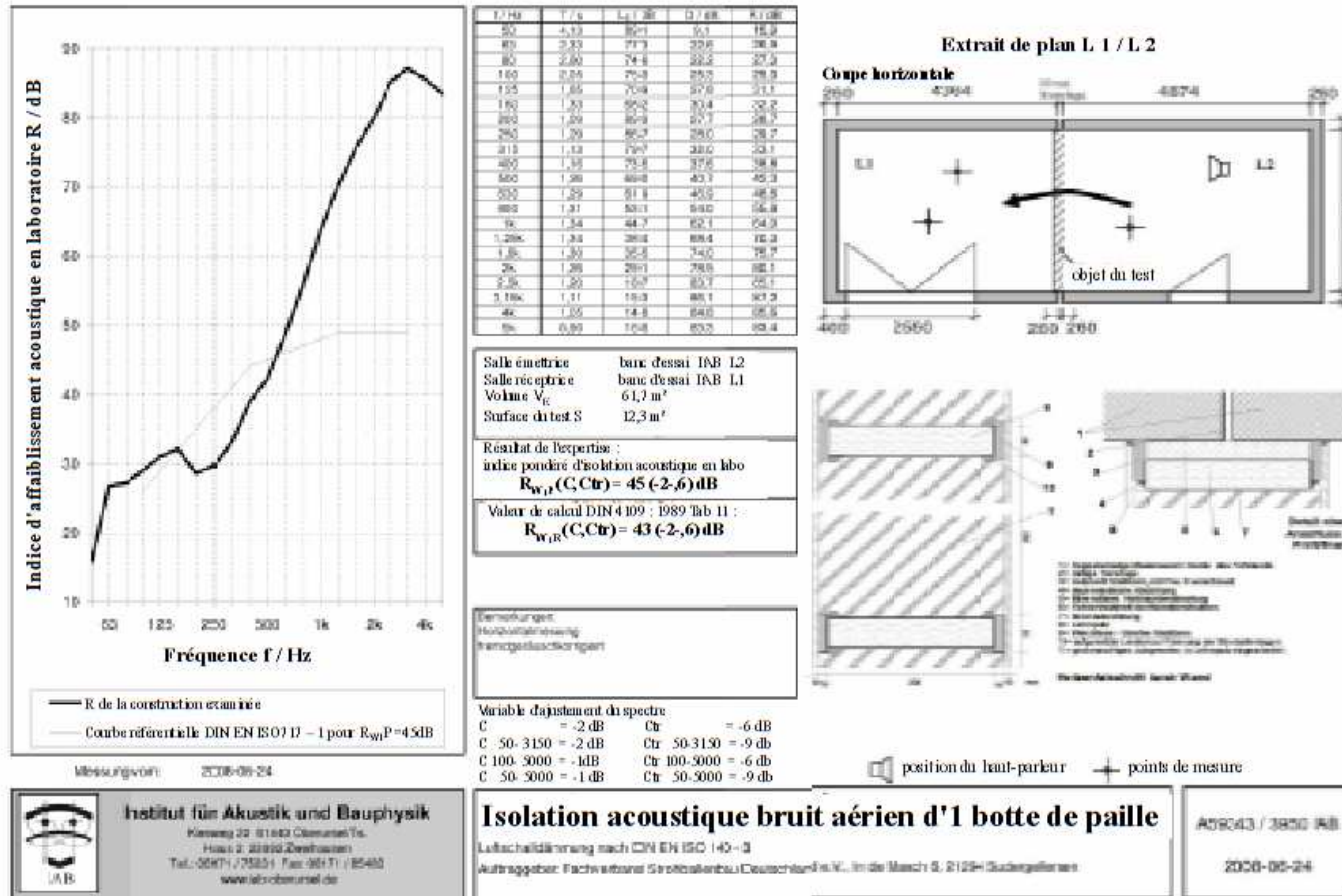


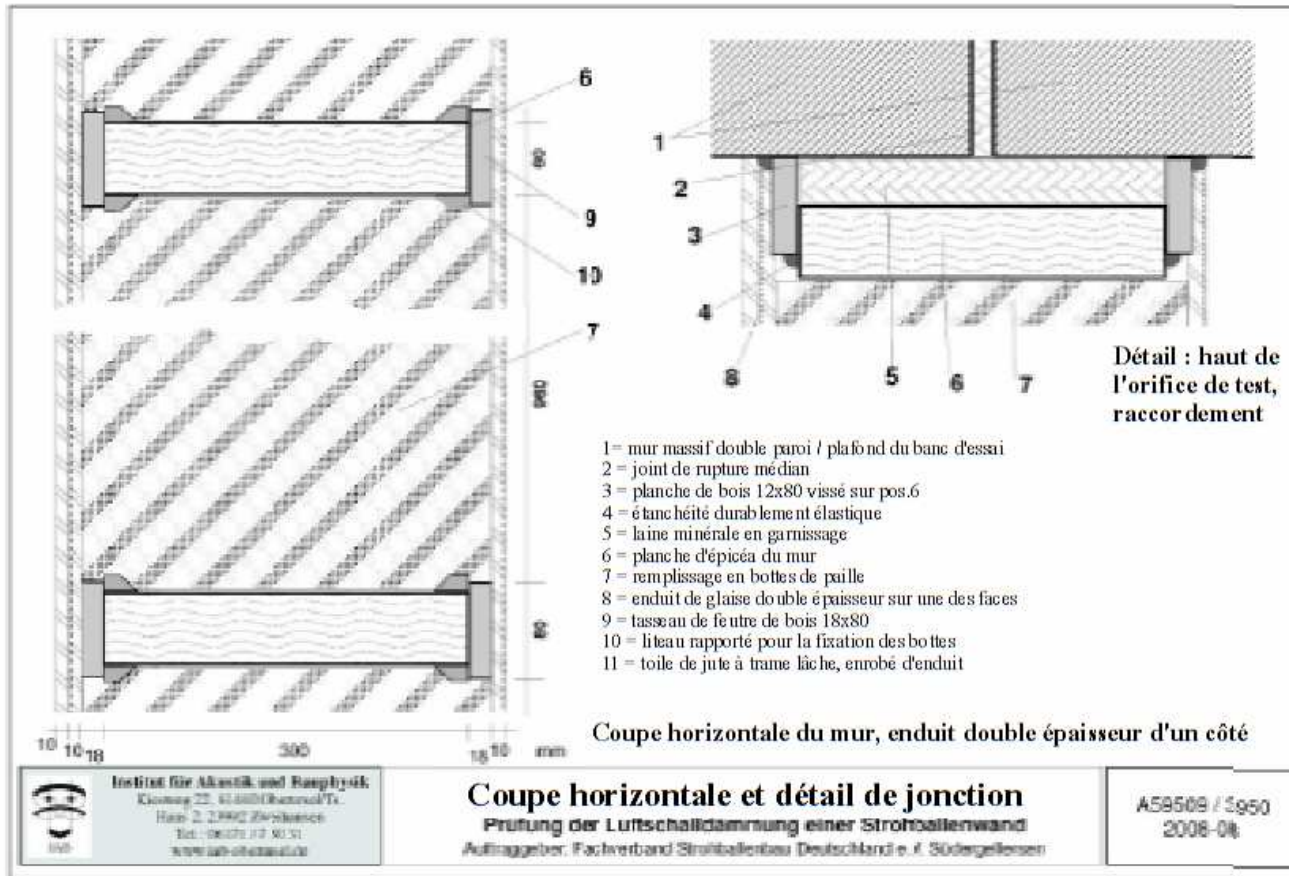


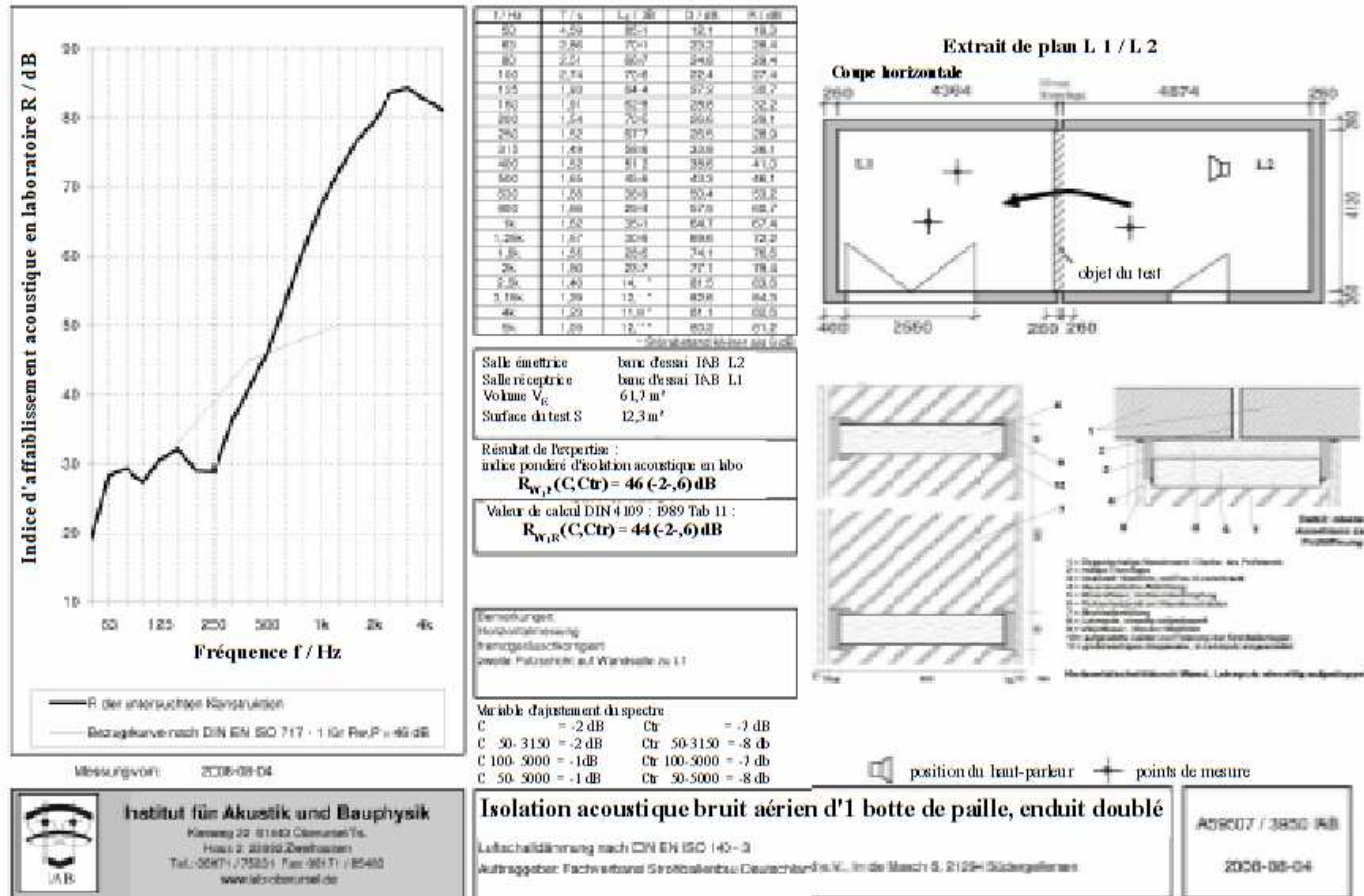
Institut für Akustik und Bauphysik
 Koenigsplatz 32, D-1440 Oberursel/Ta.
 Haus 2, 23002 Zehnhausen
 Tel.: 06471 / 7 65 11
 www.ikb-oberursel.de

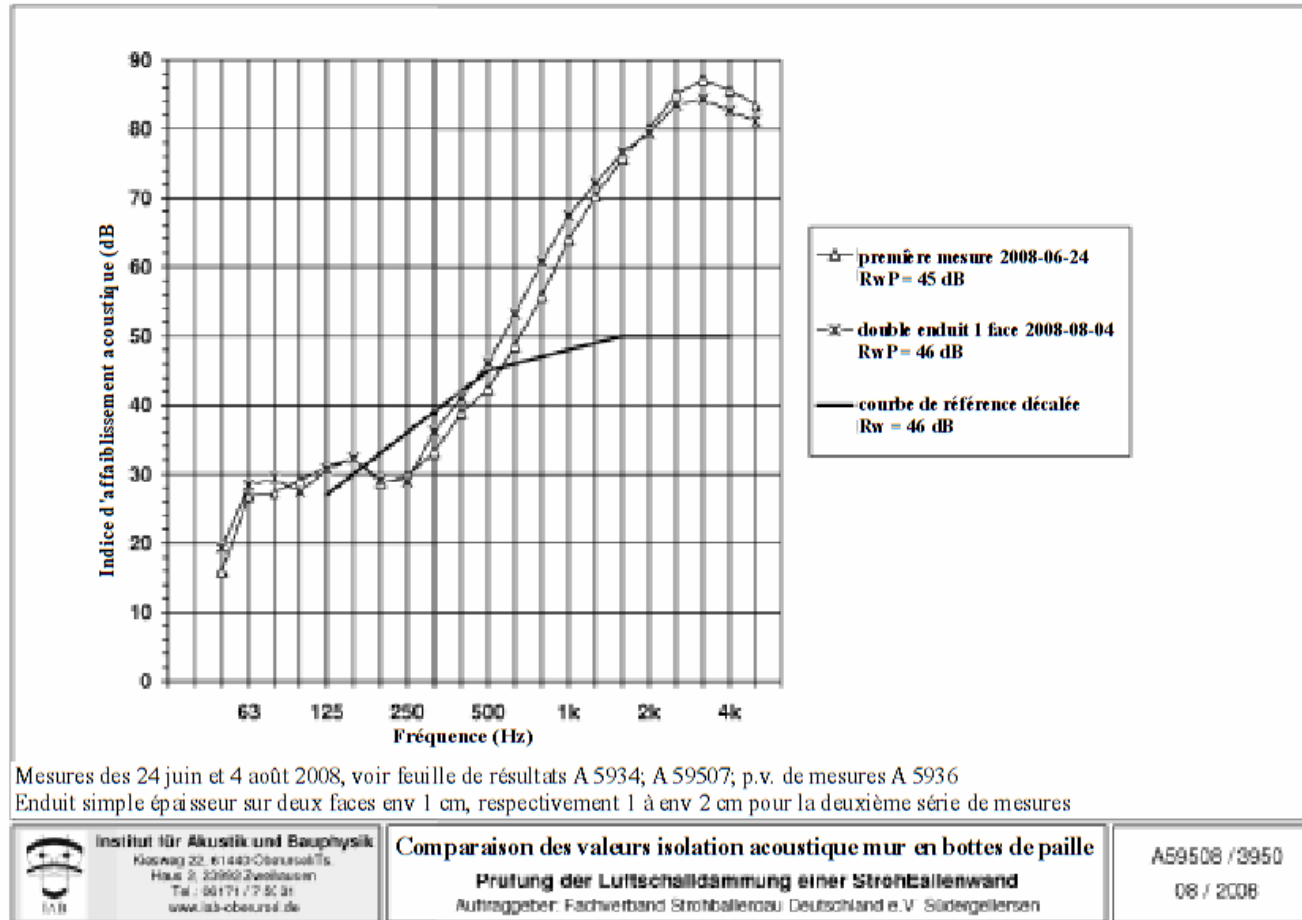
Courbe de l'humidité rel. et des température, banc L1/L2
 Messung nach Einbau der Strohballewand / Verlauf der Trocknung
 Auftraggeber: Fachverband Strohballebau Deutschland e.V., In de Maschli 21004 Sudogelassen

B17215 / 20501AB
 2009-06-10









Annexe épreuves techniques : performance acoustique chapitre 1 mesures d'un mur en bottes de paille : rapport d'essais

<i>Nr</i>	<i>g</i> Poids	<i>d/mm</i> épaisseur	<i>diam/mm</i>	<i>Vol/cm3</i>	<i>kg/m3</i> Densité	<i>Rs Pa s/m</i> spez. Str.w
1	88,7	105	102	858	103,4	224
2	88,8	105	102	858	103,4	205
3	88,9	105	102	858	103,4	248
4	69,7	105	102	858	81,2	88
5	69,8	105	102	858	81,2	90
6	69,9	105	102	858	81,2	88
7	85,6	105	102	858	99,8	260
8	85,6	105	102	858	99,8	231
9	85,6	105	102	858	99,8	195
Moyenne	81,3	105	102	858	94,8	181,0
Ecart positif (%)	9	0	0	0	9	44
Ecart standard	9	0	0	0	10	72
Ecart négatif (%)	14	0	0	0	14	51
Résistance au flux	22151	Pa s/m3		rapporté à la longueur	1724	Pa s/m ²

Mesures pour la résistance à la transmission au flux

Objet des épreuves: mur en bottes de paille