



Performances acoustiques des planchers à dalles alvéolées

Performances acoustiques des planchers à dalles alvéolées

Réf. **124.P**
Novembre 2007

par
Élodie CORDONNIER



Avant-propos

Ce rapport est articulé en deux parties :

- la première partie est destinée au lecteur qui souhaite apprécier très rapidement si l'étude évoquée le concerne, et donc si les méthodes proposées ou si les résultats indiqués sont directement utilisables pour son entreprise ;
- la deuxième partie de ce document est plus technique ; on y trouvera donc tout ce qui intéresse directement les techniciens de notre industrie.

SOMMAIRE

Résumé.....	5
1. Synthèse de l'étude.....	7
1.1. Origine de l'étude.....	7
1.3. Résultats.....	7
2. Dossier de recherche.....	8
2.1. Quelques notions d'acoustique.....	8
2.1.1. Le bruit et les parois.....	8
2.1.2. Les bruits normalisés.....	9
2.1.3. Isolation acoustique.....	10
2.2. Étude Cerib – PT 122 – 1998.....	18
2.2.1. Configurations testées.....	18
2.2.2. Mesures vibratoires.....	21
2.2.3. Mesure d'isolement normalisé au bruit aérien $D_{nT,A}$	21
2.2.4. Mesure de niveaux normalisés de bruit de chocs $L_{nt,w}$	22
2.2.5. Calculs prévisionnels comparaison résultats calculés/mesurés.....	24
2.2.6. Conclusion de l'étude.....	24
2.3. Procès-verbaux disponibles sur Acoubat ou Acoubase.....	25
2.4. Études menées à l'étranger.....	26
2.4.1. Étude n°1 (avril 2001) menée par VTT building and Transport - Finlande.....	26
2.4.2. Étude n°2 menée par VTT building and Transport – Finlande.....	31
2.4.3. Mesures in situ réalisées sur des dalles alvéolées avec divers revêtements.....	35
2.5. Essais sur produits fabriqués à l'étranger.....	36
2.5.1. Produit Monarfloor® (essais sur site).....	36
2.5.2. Gamme E-Cousti – Royaume-Uni (essais en laboratoire).....	37
2.6. Que disent les Avis techniques ?.....	39
2.7. Que disent les normes ?.....	39
2.8. Label Qualitel.....	41
2.9. Les exemples de solutions acoustiques du CSTB.....	41
2.10. Conclusion.....	47
Bibliographie.....	47

Résumé

Les dalles alvéolées sont encore très peu utilisées en France comparativement à certains pays. La performance acoustique des dalles alvéolées est très souvent prise en compte de manière pénalisante dans les documents techniques du fait que ce produit est méconnu et que la base de données acoustiques est assez pauvre.

Cette étude permet de dresser un état des lieux des connaissances sur les performances réelles des dalles alvéolées de façon à mieux valoriser leur utilisation.

1. Synthèse de l'étude

1.1. Origine de l'étude

Les dalles alvéolées, avec 2 millions de mètre carré mis en œuvre chaque année en France, sont surtout utilisées dans les locaux autres que d'habitation. Les bases de données d'essais acoustiques sont malheureusement peu documentées sur ces produits.

Sur le terrain, la performance acoustique des dalles alvéolées est souvent prise en compte d'une manière pénalisante par rapport aux dalles pleines (minoration de 3dB) sans justification particulière

1.2. Objectifs

L'objectif de cette étude est d'établir un état des lieux des connaissances sur les performances acoustiques des dalles alvéolées, de permettre de valoriser l'utilisation des dalles alvéolées et de pouvoir justifier leur comportement acoustique réel dans les ouvrages.

1.3. Résultats

Pour cette étude, nous avons effectué une recherche bibliographique poussée visant à recueillir les données acoustiques existantes à ce jour sur les dalles alvéolées. Les supports sur lesquels nous avons travaillé sont : les études antérieures menées au CERIB, les procès-verbaux d'essais existants, les études menées à l'étranger, la méthode Qualitel ainsi que les Exemples de Solutions Acoustiques du CSTB. Suite à l'analyse de ces documents, nous pouvons conclure que les dalles alvéolées qui existent sur le marché ont de bonnes performances acoustiques en termes d'indice d'affaiblissement aux bruits aériens et en termes de niveau de bruits d'impact. La présente étude a mis en évidence que la pénalisation de 3 à 4 dB souvent prise en compte dans divers documents techniques (avis technique...) pour les dalles alvéolées n'est pas justifiée et que ces produits répondent parfaitement aux exigences de la NRA.

2. Dossier de recherche

2.1. Quelques notions d'acoustique

2.1.1. Le bruit et les parois

Isolation acoustique et correction acoustique

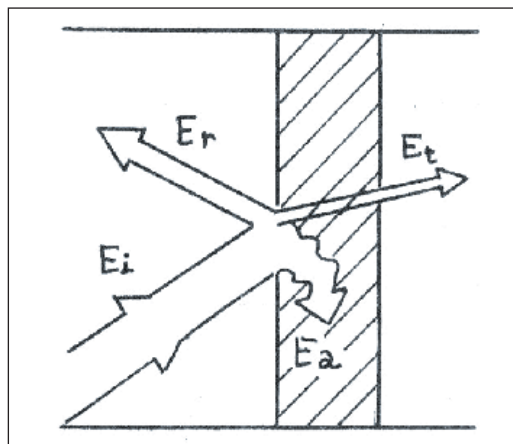


Figure 1

Ei : Onde incidente Et : Onde transmise
Er : Onde réfléchie Ea : Onde absorbée

L'isolement acoustique se définit comme la différence de bruit qui existe entre un premier local où le bruit est produit et un second où le bruit est perçu.

L'isolation acoustique traite de l'énergie transmise par la paroi. Cette énergie est pratiquement indépendante du caractère plus ou moins absorbant des parements.

La correction acoustique traite de l'énergie absorbée et réfléchie par la paroi de manière à diminuer le niveau sonore dans le local où le bruit est produit et ainsi améliorer les qualités d'écoute.

Transmission entre locaux

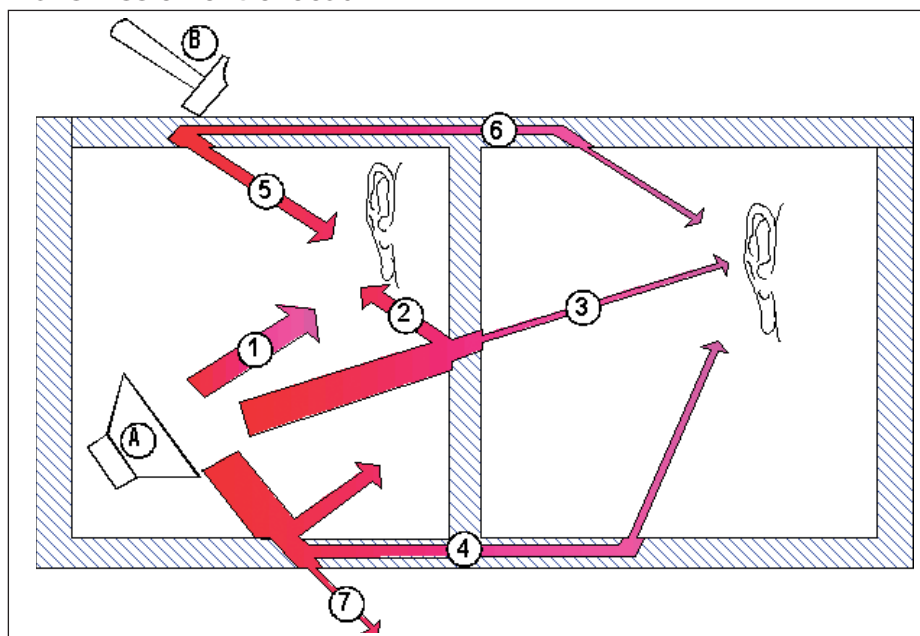


Figure 2

A : source de bruit aérien
B : source de bruit d'impact (ou solidien)
1 : propagation aérienne
2 : réverbération
3 : transmission aérienne directe

4 : transmission latérale d'un bruit aérien
5 : rémission d'un bruit d'impact
6 : transmission d'un bruit d'impact
7 : transmission aérienne directe par le plancher

Les bruits sont transmis du local émission vers le local réception par deux voies principalement :

1. La transmission d'énergie acoustique d'un local vers l'autre paroi de séparation est appelée « transmission directe ». Elle-même dépend de deux facteurs : de l'indice d'affaiblissement de la paroi (voir chapitre 2.1.3.) et de sa surface.
2. Les transmissions d'énergie acoustique par les parois latérales sont appelées « transmission indirecte ». Elles dépendent de la nature des parois latérales et du type de liaison de ces parois de séparation.

Les bruits aériens : sont émis dans un local et se propagent dans l'air (chaînes HI-FI, télévision, conversation, etc.)

Les bruits d'impact : sont émis par une paroi mise en vibration (pas, chute d'objet, déplacement d'objets, etc.).

Nota : La mise en œuvre des ouvrages influe beaucoup sur les résultats acoustiques. Une étude réalisée par le CERIB a permis de vérifier l'influence du montage des dalles alvéolées sur les résultats acoustiques (voir chapitre 2.2).

2.1.2. Les bruits normalisés

Pour permettre une comparaison directe entre toutes les mesures, les pouvoirs publics ont défini des spectres de bruit d'émission standard.

Le bruit rose et le bruit route

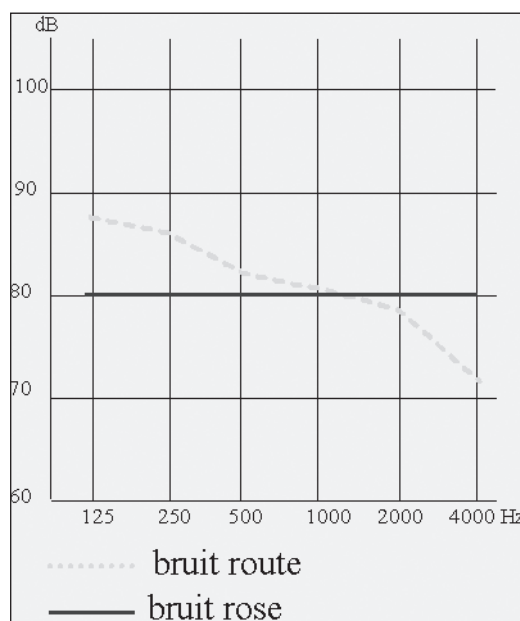


Figure 3

Le bruit rose sert de bruit d'émission de référence pour le bruit émis à l'intérieur des bâtiments. Son niveau sonore est le même pour chaque bande d'octave (son spectre est une droite horizontale).

Le bruit route sert de bruit d'émission de référence pour le bruit émis par le trafic routier. Ce bruit est plus riche en sons graves que le bruit rose.

Le bruit d'impact

Le bruit d'impact normalisé est produit par une machine à choc qui comprend 5 marteaux de 500 g tombant de 4 cm au rythme de 10 coups par seconde.

2.1.3. Isolation acoustique

L'isolation est l'ensemble des techniques et procédés mis en œuvre pour obtenir un isolement acoustique recherché. L'isolement est une performance acoustique souhaitée pour un local par rapport aux locaux voisins.

Les indices normalisés

L'indice d'affaiblissement acoustique « R_w »

L'indice R_w caractérise la qualité acoustique d'une paroi, c'est-à-dire sa difficulté à transmettre les bruits aériens. Il est mesuré uniquement en laboratoire et ne prend en compte que la transmission directe (ne prend pas en compte les transmissions latérales). R_w s'exprime en dB.

Plus R_w est grand, meilleure est la performance.

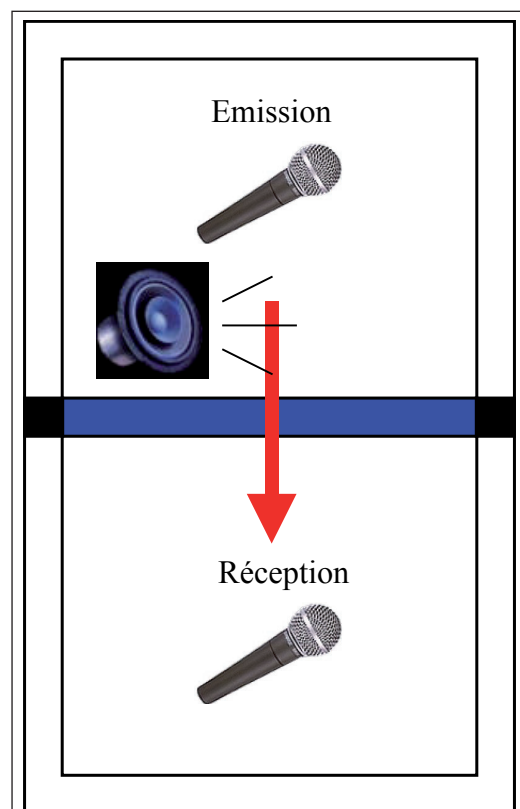


Figure 4

L'isolement acoustique « $D_{nT,w}$ »

L'indice $D_{nT,w}$ représente la valeur en dB de l'isolation acoustique globale, par transmission directe et indirecte entre 2 locaux ou entre un local et l'extérieur. C'est une mesure effectuée in-situ qui prend en compte les pertes par les parois latérales.

L'ouvrage dans lequel est mis en œuvre un produit génère des transmissions latérales. Un écart de 5 dB entre la performance mesurée au laboratoire et la performance mesurée in situ est couramment observé. Autrement dit, pour répondre à la réglementation, il ne faudra pas choisir des produits dont l'indice R_w est égal au minimum réglementaire exigé, mais plutôt 5 à 8 dB supérieurs.

Plus $D_{nT,w}$ est grand, meilleure est la performance.

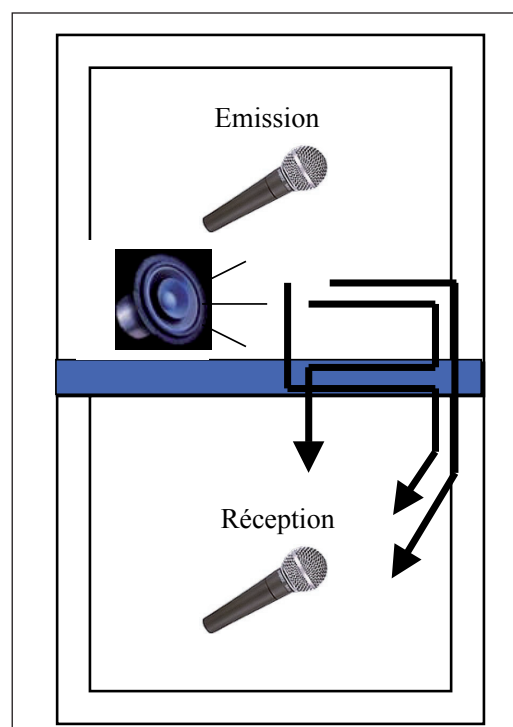


Figure 5

Réduction de la transmission des bruits d'impact ΔL_w et niveau de bruit d'impact $L_{nt,w}$, $L'_{nt,w}$

La performance d'un revêtement de sol ou d'un sol flottant est caractérisée par l'indice d'efficacité ΔL_w mesuré en laboratoire et exprimé en dB.

Le revêtement à étudier est posé sur une dalle de référence en béton dosé à 350 kg/m^2 et $140 \text{ mm} \pm 2 \text{ cm}$ d'épaisseur. ΔL_w est égal à la différence entre le niveau sonore perçu sous la dalle nue et le niveau perçu sous la même dalle revêtue du produit à tester.

Donc plus ΔL_w est grand, meilleure est la performance de réduction de la transmission des bruits d'impact.

Le niveau de bruit d'impact reçu à la réception est caractérisé par le $L_{nt,w}$. Cet indice se mesure en laboratoire et ne prend en compte que la transmission directe. $L_{nt,w}$ s'exprime en dB.

Plus le $L_{nt,w}$ est petit, meilleure est la performance du plancher.

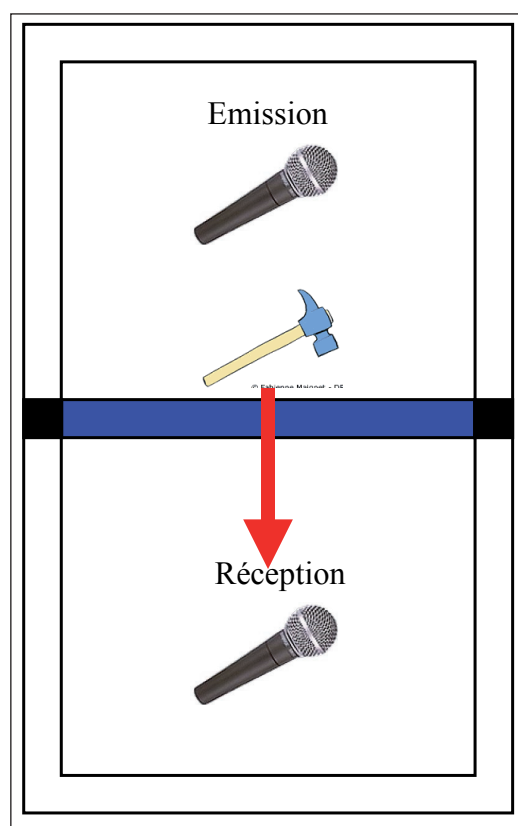


Figure 6

L'indice $L'_{nt,w}$ caractérise le niveau de bruit d'impact mesuré in situ. Il prend en compte les transmissions latérales. Il s'exprime en dB.

Plus le $L'_{nt,w}$ est petit, meilleure est la performance du plancher.

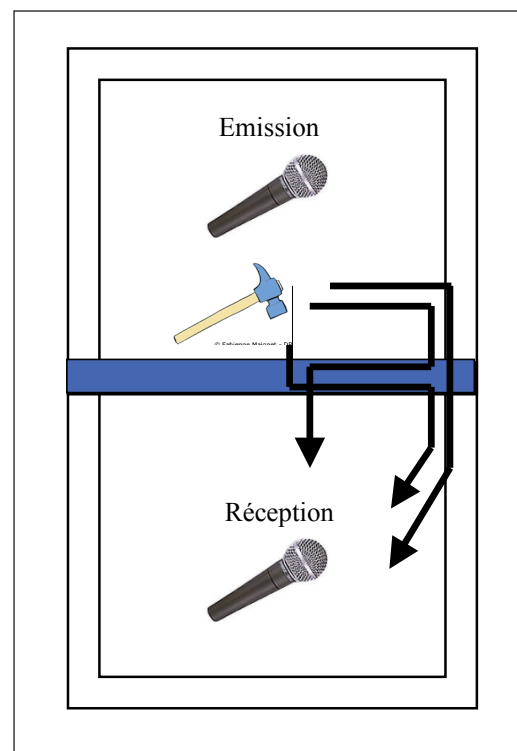


Figure 7

La pondération A

La pondération A est un indicateur unique exprimant la performance globale d'isolement d'un matériau, tel que ressenti physiologiquement. En effet, l'oreille humaine perçoit moins bien les fréquences basses que les autres. La mesure brute réalisée au sonomètre ne tient pas compte de cette particularité de l'oreille. Il faut donc introduire un filtre qui atténue les fréquences basses afin que le résultat obtenu corresponde à la perception humaine. C'est ce que réalise le filtre de pondération A. Lorsque la mesure est faite avec filtre A actif, le sonomètre présente la même sensibilité spectrale que l'oreille et la mesure s'exprime en dB(A). Cette correction est donc appliquée au niveau du « récepteur ».

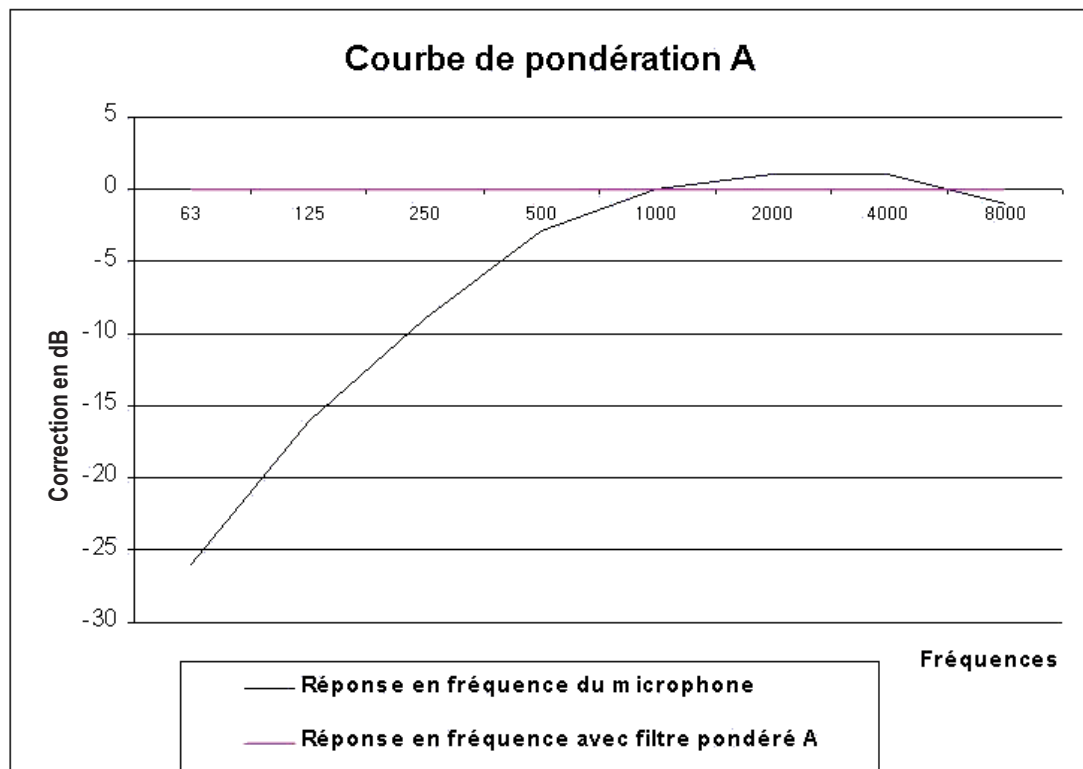


Figure 8

Les termes d'adaptation C et Ctr et la normalisation.

Les spectres sonores servant à effectuer les mesures sont plats : le niveau de pression acoustique est le même quelle que soit la fréquence. Un bâtiment, lui, doit être capable d'isoler toute sorte de bruit. Par exemple, le spectre sonore du bruit du trafic routier diffère beaucoup d'un spectre plat ! Pour évaluer l'isolation des ouvrages dans le bâtiment contre toutes sortes de bruit, la norme NF EN ISO 717-1 définit des termes d'adaptations avec lesquels les indices R_w et $D_{nt,w}$ sont pondérés. Cette pondération s'applique au niveau de l'émetteur en utilisant des spectres de référence.

Les termes d'adaptation de spectre sont des valeurs à ajouter aux indices R_w et $D_{nt,w}$. Deux termes d'adaptation sont utilisés : C pour le spectre de bruit rose pondéré A, et

Ctr pour le spectre de bruit routier pondéré A. Une fois le terme d'adaptation ajouté, les indices R_w et $D_{nt,w}$ deviennent respectivement R_A et $D_{nt,A}$ avec le terme d'adaptation C, $R_{A,tr}$ et $D_{nt,A,tr}$ avec le terme d'adaptation Ctr.

Depuis le 1^{er} janvier 1996, une révision de la réglementation impose des exigences plus sévères en matière d'acoustique dans les nouveaux bâtiments d'habitation (NRA). Ces exigences sont maintenant modifiées pour tenir compte des nouvelles normes de contrôle imposées par la normalisation européenne. Elles doivent s'appliquer depuis le 1^{er} janvier 2000. Les appellations des indices également ont dû être modifiées. Le tableau ci-après permet de faire le lien entre les indices utilisés avant le 1^{er} janvier 2000 (normalisation française) et les indices utilisés depuis.

		Laboratoire (produit)		In situ (bâtiment)	
		Ancien	Nouveau	Ancien	Nouveau
Bruits aériens	Indice	Rose Route	$R_w (C ; C_{tr})$ R_A $R_{A,tr}$	$D_{nAt\ rose}$ $D_{nAt\ route}$	$D_{nT,w}$ $D_{nT,A}$ $D_{nT,A,tr}$
	Nom	Indice d'affaiblissement acoustique.	Indice d'affaiblissement acoustique pondéré.	Isolement acoustique normalisé.	Isolement acoustique standardisé pondéré.
	Unité	dB(A) _{rose ou route}	dB	dB(A) _{rose ou route}	dB
Bruits de chocs	Indice	L_n	$L_{nt,w}$	L_{nAT}	$L'_{nt,w}$
	Nom	Niveau de pression acoustique normalisé.	Niveau de pression pondéré de bruit de choc standardisé.	Niveau de pression acoustique normalisé.	Niveau de pression pondéré du bruit de choc standardisé.
	Unité	dB(A)	dB	dB(A)	dB

Les objectifs de la réglementation acoustique

Les valeurs minimales, indiquées ci-après, sont à respecter avec une tolérance de 3 dB.

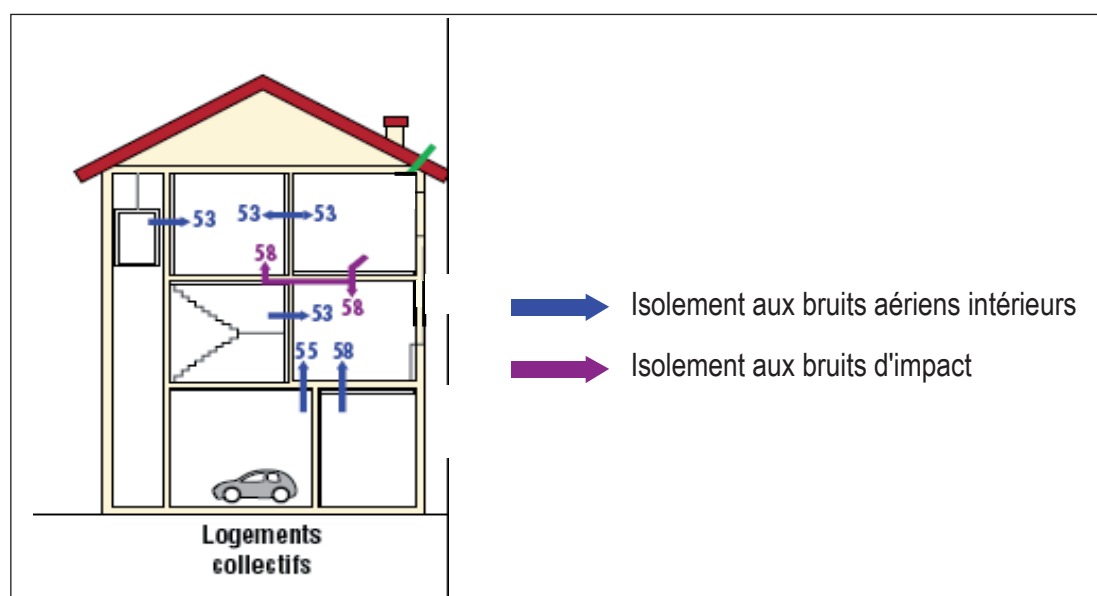


Figure 9

Isolement au bruit aérien dans les bâtiments d'habitation

Isolement acoustique D_{nTA} en dB		Local de réception : pièce d'un autre logement					
		Pièce principale			Cuisine et salle d'eau		
		REGL	LQ	LQCA	REGL	LQ	LQCA
Local d'émission : pièce d'un logement à l'exclusion des garages collectifs.		≥ 53	≥ 53	≥ 55	≥ 50		
Local d'émission : circulation commune intérieure au bâtiment	Lorsque le local d'émission et le local de réception ne sont séparés que par une porte palière et une porte de distribution.	≥ 40	≥ 40	≥ 45	≥ 37		
	Dans les autres cas.	≥ 53	≥ 53	≥ 55	≥ 50		
Local d'émission :	Garage individuel d'un logement ou garage collectif.	≥ 55			≥ 52		
	Local d'activité, à l'exclusion des garages collectifs.	≥ 58			≥ 55		

REGL : Niveau Réglementaire

LQ : Label Qualitel

LQCA : Label Qualitel Confort Acoustique

Isolement au bruit aérien dans les hôtels

Local de réception	Local d'émission	D_{nTA} en dB
Chambre	Chambre voisine, salle de bain d'un autre chambre	50
	Circulation intérieure	38
	Bureau, local de repos du personnel, vestiaire fermé, hall de réception, salle de lecture	50
	Salle de réunion, atelier, bar, commerce, cuisine, garage, parking, zone de livraison fermée, gymnase, piscine intérieure, restaurant, sanitaire collectif, salle de TV, laverie, local poubelles	55
	Casino, salon de réception sans sonorisation, club de santé, salle de jeux	60
	Discothèque, salle de danse	*
Salle de bain	Chambre voisine, salle de bain d'un autre chambre	45
	Circulation intérieure	38

*Les exigences d'isolement sont celles définies dans l'arrêté du 15 décembre 1998 pris en application du décret n°98-1143 du 15 décembre 1998 relatif aux prescriptions applicables aux établissements ou locaux recevant du public et diffusant à titre habituel de la musique amplifiée, à l'exclusion des salles dont l'activité est réservée à l'enseignement de la musique et de la danse.

Isolement au bruit aérien dans les établissements d'enseignement

Local d'émission ⇒ Local de réception ↓	Local d'enseignement d'activités pratiques, administration	Local médical, infirmerie, atelier peu bruyant, cuisine, local de rassemblement fermé, salle de réunions, sanitaires	Cage d'escalier	Circulation horizontale, vestiaire fermé	Salle de musique, salle polyvalente, salle de sports	Salle de restauration	Atelier bruyant
Local d'enseignement d'activités pratiques, administration, bibliothèque, CDI, salle de musique, salle de réunions, salle des professeurs, atelier peu bruyant	43 ⁽¹⁾	50	43	30	53	53	55
Local médical, infirmerie	43 ⁽¹⁾	50	43	40	53	53	55
Salle polyvalente	40	50	43	30	50	50	50
Salle de restauration	40	50 ⁽²⁾	43	30	50		55

(1) Un isolement de 40 dB est admis en présence d'une ou plusieurs portes de communication

(2) À l'exception d'une cuisine communiquant avec la salle de restauration

Isolement au bruit aérien dans les écoles maternelles

Local d'émission ⇒ Local de réception ↓	Salle de repos	Salle d'exercice ou local d'enseignement ⁽⁵⁾	Administration	Local médical, infirmerie	Espace d'activité, salle d'évolution, salle de jeux, local de rassemblement fermé, salle d'accueil, salle de réunions, sanitaires ⁽⁴⁾ , salle de restauration, cuisine, office	Circulation horizontale, vestiaire
Salle de repos	43 ⁽¹⁾	50 ⁽²⁾	50	50	55	35 ⁽³⁾
Local d'enseignement, salle d'exercice	50 ⁽²⁾	43	43	50	53	30 ⁽³⁾
Administration, salle des professeurs	43	43	43	50	53	30
Local médical, infirmerie	50	50	43	43	53	40

(1) Un isolement de 40 dB est admis en cas de porte de communication, de 25 dB si la porte est anti-pince-doigts.

(2) Si la salle de repos n'est pas affectée à la salle d'exercice. En cas de salle de repos affectée à une salle d'exercice, un isolement de 25 dB est admis

(3) Un isolement de 25 dB est admis en présence de porte anti-pince-doigts

(4) Dans le cas de sanitaire affectés à un local, il n'est pas exigé d'isolement minimal

(5) Notamment dans le cas d'un autre établissement voisin d'une école maternelle

Isolement au bruit aérien dans les établissements de santé

Local d'émission ⇒ Local de réception ↓	Locaux d'hébergement et de soins	Salles d'examens et de consultations, bureaux médicaux et soignants, salles d'attente	Salles d'opérations, d'obstétrique et salles de travail	Circulations internes	Autres locaux
Salles d'opérations, d'obstétrique et salles de travail	47	47	47	32	47
Locaux d'hébergement et de soins, salles d'examens et de consultations, salles d'attente (*), bureaux médicaux et soignants, autres locaux ou peuvent être présents des malades	42	42	47	27	42

* Hors salle d'attente des services d'urgence

Niveau de bruit de choc dans les bâtiments d'habitation

Niveau de bruit de choc $L'_{nT,w}$ en dB		Local de réception : pièce principale autre logement		
		Pièce principale		
		REGL	LQ	LQCA
Local d'émission : logement	Dépendances.	≤ 58		
	Pièces principales, pièce de service dégagement.	≤ 58	≤ 55	≤ 52
Local d'émission : circulation commune intérieure au bâtiment.				
Local d'émission : Local d'activités.				

Niveau de bruit de choc dans les bâtiments autres que d'habitation

Locaux de réception	Établissement d'enseignement	Établissement de santé	Hôtels
Tout local autre que circulation, local technique, cuisine, sanitaires	≤ 60		
Tout local autre que circulation, local technique, cuisine, sanitaires, buanderie		≤ 60	
Chambres			≤ 60

Les bases de données Acoubat et Acoubase

ACOUBASE est une base de données des produits de construction réalisée à l'initiative de l'AIMCC. Le CD-ROM ACOUBASE contient plus de 700 procès-verbaux acoustiques des produits de construction.

Acoubat est un logiciel de calcul des isolements aux bruits aériens et des bruits d'impact dans les bâtiments développés par le CSTB. Dans le logiciel, les calculs des performances d'un bâtiment à partir des propriétés des composants sont conformes à la norme NF EN 12354-1 et 2. Ce logiciel contient une base de données des performances acoustiques des produits de construction élaborée à partir de procès-verbaux fournis par les industriels.

2.2. Étude Cerib – PT 122 – 1998

L'objectif de cette étude a consisté à évaluer les performances acoustiques sur site de dalles alvéolées dans différentes configurations de mise en œuvre afin d'enrichir dans un premier temps la base de données des modèles de calcul prévisionnel (Acoubat par exemple), et dans un deuxième temps de contribuer à généraliser l'utilisation des dalles alvéolées dans les bâtiments d'habitation.

Dans le cadre de cette opération, 80 logements ont été construits à Cormontreuil (51) avec deux types de dalles alvéolées :

- dalle alvéolée de 20 cm avec dalle de compression de 8 cm (plancher entre logements) ;
- dalle alvéolée de 26,5 cm avec dalle de compression de 8 cm (plancher entre S/ sol et RDC).

2.2.1. Configurations testées

Jonction n° 1 en T

Dalles de 20 cm d'épaisseur avec une chape de 8 cm perpendiculaires à la façade en béton armé de 18 cm d'épaisseur.

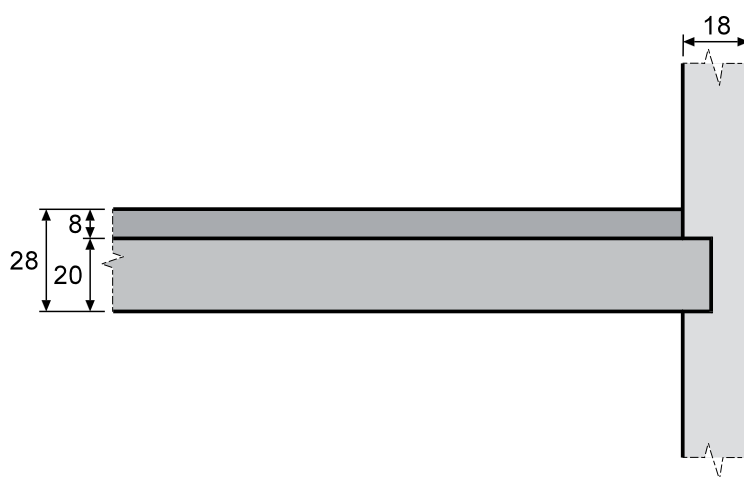
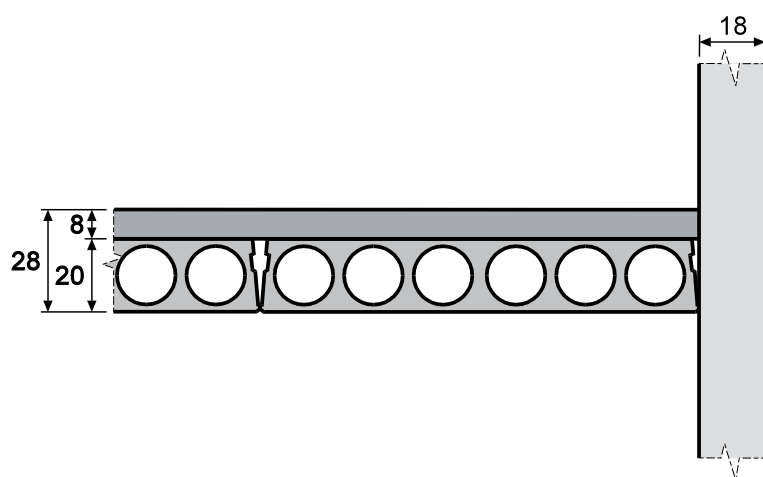


Figure 10

Jonction n° 2 en T

Dalles de 20 cm d'épaisseur avec une chape de 8 cm parallèles à la façade en béton armé de 18 cm d'épaisseur.



Jonction n° 3 en croix

Dalles de 20 cm d'épaisseur avec une chape de 8 cm perpendiculaires au refend en béton armé de 20 cm d'épaisseur.

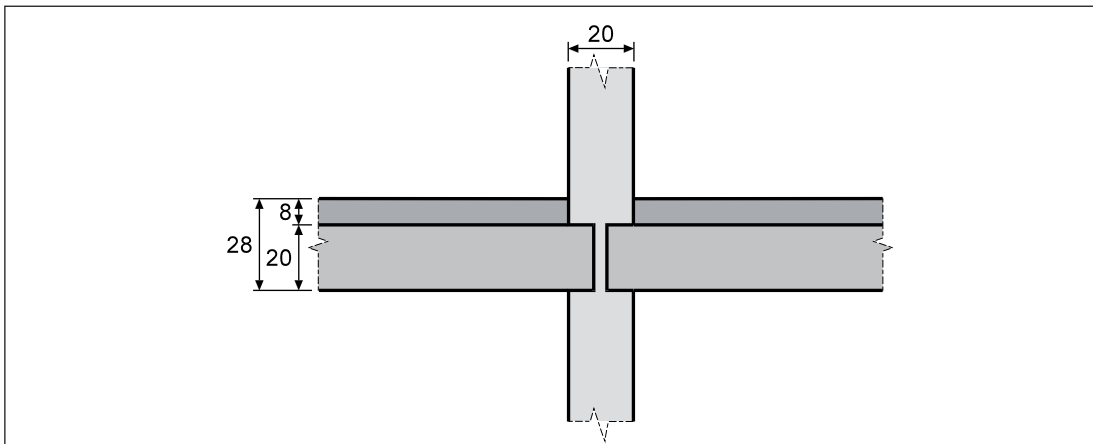


Figure 12

Jonction n° 4 en croix

Dalles de 26,5 cm d'épaisseur avec une chape de 8 cm perpendiculaires au refend en béton armé de 20 cm d'épaisseur.

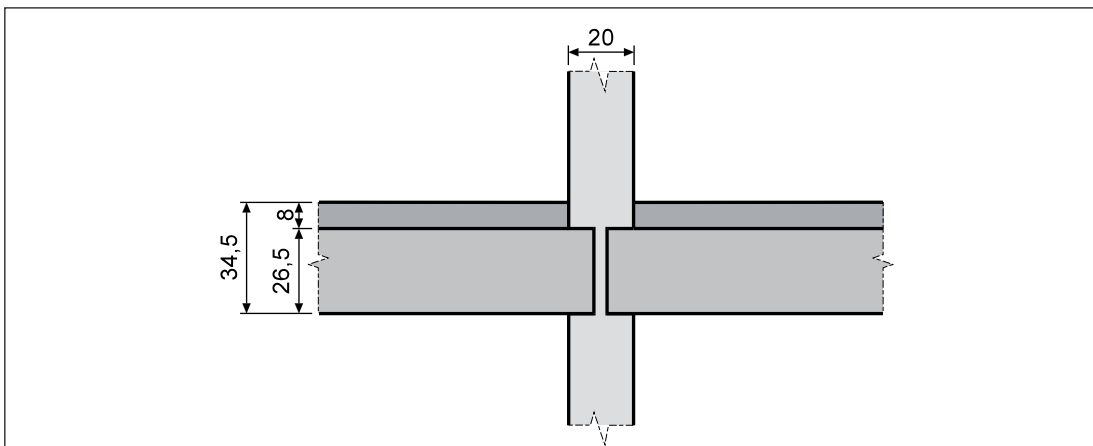


Figure 13

Jonction n° 5 en croix

Dalles de 20 cm d'épaisseur avec une chape de 8 cm parallèles au séparatif léger SAD 160.

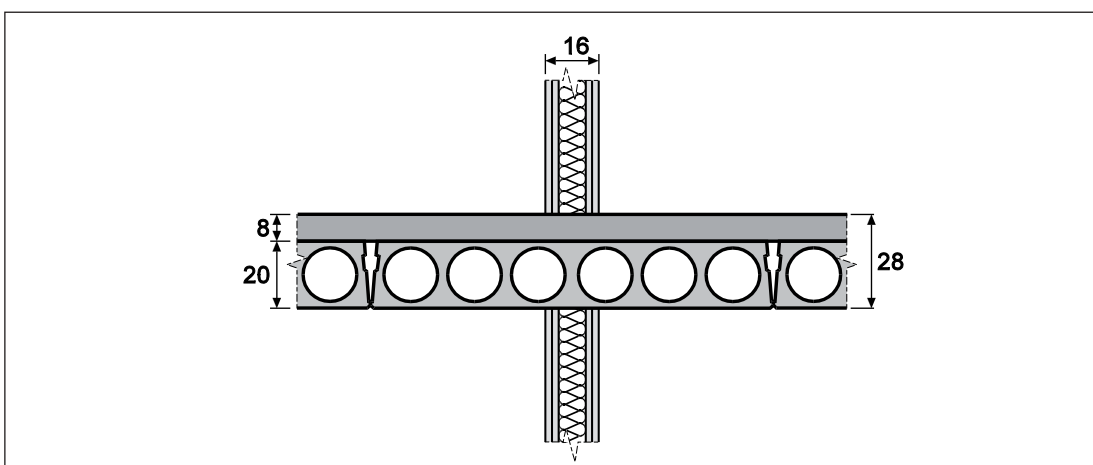


Figure 14

Jonction n° 6 en croix

Dalles de 20 cm d'épaisseur avec une chape de 8 cm parallèles au refend en béton armé de 20 cm d'épaisseur.

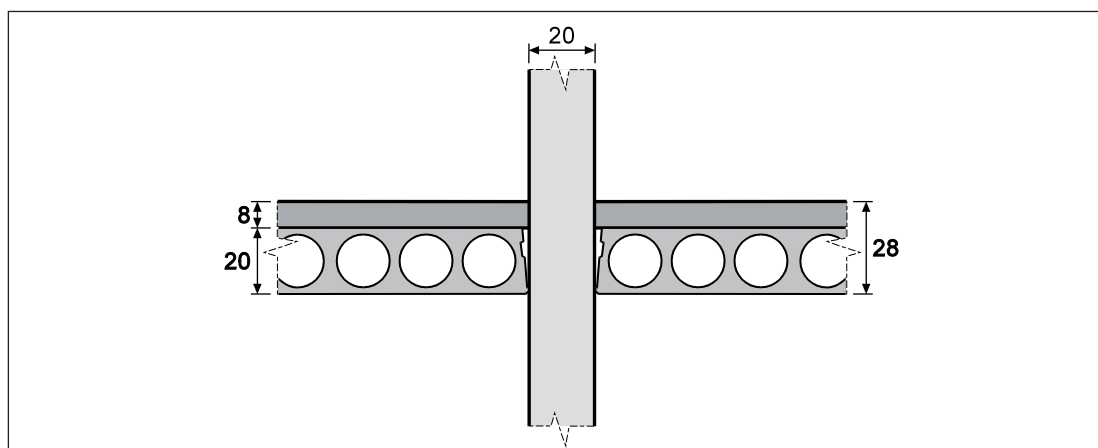


Figure 15

Jonction n° 7 en T

Dalles de 26,5 cm d'épaisseur avec une chape de 8 cm perpendiculaires à la façade en béton armé de 18 cm d'épaisseur.

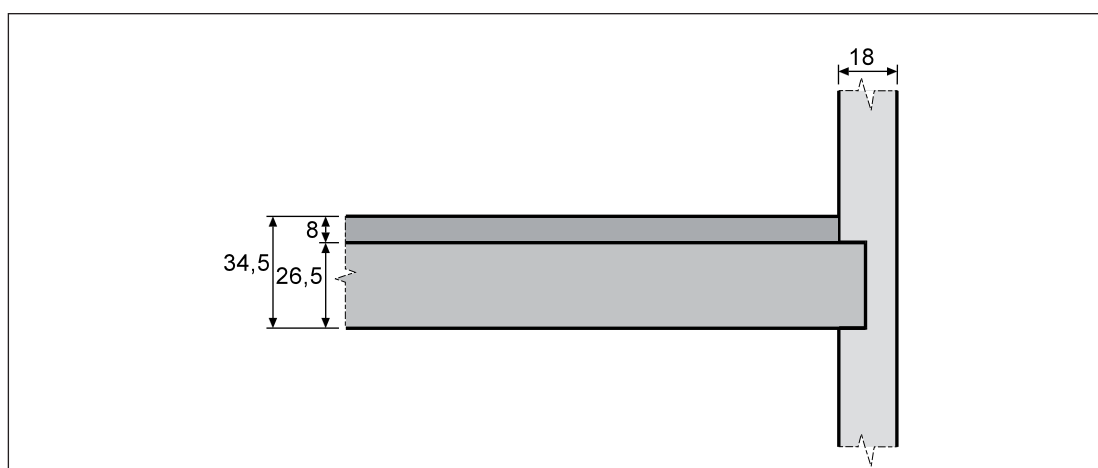


Figure 16

Jonction n° 8 en croix

Dalles de 20 cm d'épaisseur avec une chape de 8 cm parallèles à une façade en retrait en blocs creux de 20 cm.

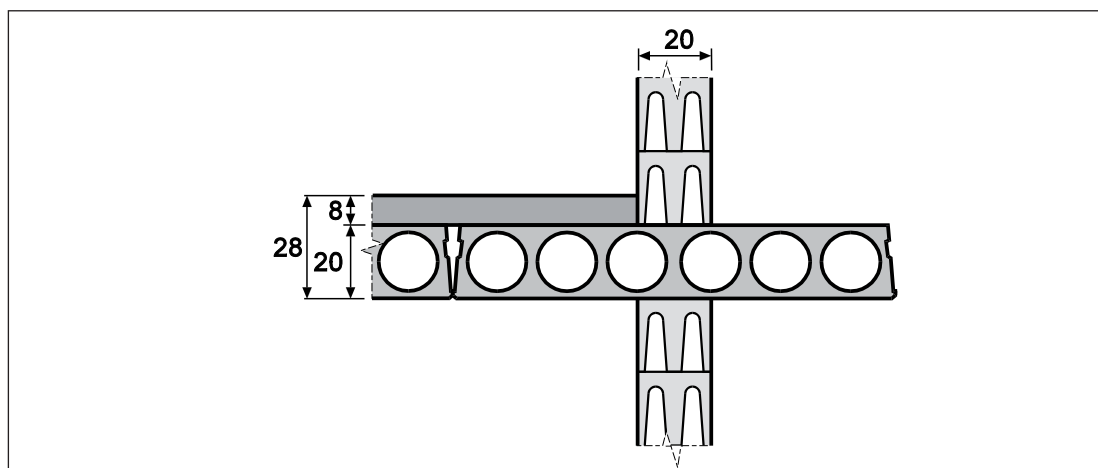


Figure 17

Jonction n° 9 en T

Dalles de 20 cm d'épaisseur avec une chape de 8 cm parallèles à une façade filante en blocs creux de 20 cm.

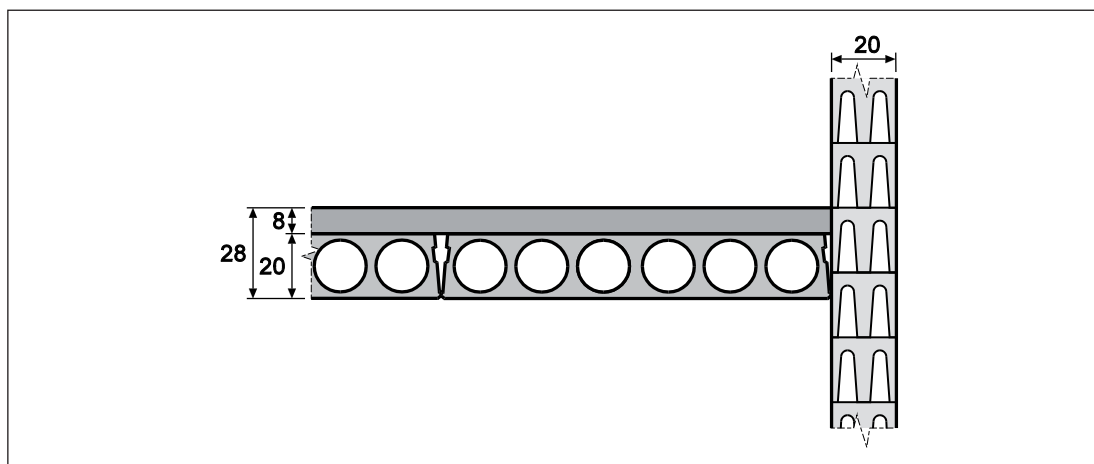


Figure 18

2.2.2. Mesures vibratoires

L'objet des mesures vibratoires a consisté à évaluer pour l'ensemble des configurations présentées ci-dessus, les indices d'affaiblissement de jonction. Ces indices, exprimés en dB, caractérisent l'atténuation de transmission du bruit aux jonctions d'une paroi séparative par rapport à une paroi latérale (appelé indice K_{ij}). Plus la valeur est grande et plus l'atténuation est importante. Les indices d'affaiblissement de jonction peuvent être déterminés selon deux méthodes :

- une méthode théorique proposée dans les normes EN 12354-1 et EN 12354-2 : des formules donnent la valeur en fonction du rapport de la masse surfacique du séparatif et de celles des parois latérales pour un certain nombre de cas ;
- une méthode expérimentale basée sur des mesures de niveaux de vitesse vibratoire sur les parois.

C'est cette seconde méthode qui a été choisie pour cette étude car elle a l'avantage de permettre une caractérisation précise des K_{ij} pour de nouveaux systèmes constructifs.

Ces indices mesurés ont été comparés avec ceux calculés selon la norme EN 12354-1 en prenant pour hypothèse des dalles pleines de même masse surfacique que les dalles alvéolées sur le site.

Résultat des essais vibratoires :

Les isolements latéraux dalle/refend sont soit aussi performants qu'une dalle pleine de même masse surfacique dans le cas des dalles posées parallèlement au refend (jonctions 5 et 6) soit plus performante dans le cas des dalles posées perpendiculairement au refend (jonctions 3 et 4).

Les isolements latéraux dalle/façade sont soit aussi performants qu'une dalle pleine de même masse surfacique dans le cas des dalles posées perpendiculairement au refend (jonctions 1 et 7) soit moins performante de 5 dB pour une façade béton et de 3 dB pour une façade en blocs creux dans le cas des dalles posées parallèlement au refend (jonction 2, 8 et 9).

2.2.3. Mesure d'isolement normalisé au bruit aérien $D_{nT,A}$

Plusieurs campagnes de mesures ont été réalisées dans les quatre bâtiments de la REX Cormontreuil en modifiant les configurations de mise en œuvre des dalles alvéolées.

Toutes ces mesures ont permis d'évaluer les performances acoustiques atteintes pour toutes les jonctions dalles-parois évoquées précédemment.

Isolements verticaux (entre locaux superposés) :

Jonction n°	D_{nTA} (dB)	D_{nTw} (dB)
1	56	59
1	54	57
2	54	56
2	53	56
3	56	59
3	56	58
5	57	59
5	56	58
6	58	60
8	59	61
9	58	60

Globalement, les résultats des mesures varient de 53 dB à 59 dB suivant l'influence des chemins latéraux et des types de jonction. La configuration qui a donné le moins bon résultat est celle testée avec le montage 20 + 8 posée parallèlement au refend béton de 18 cm (jonction n° 2). On obtient 53 dB. La configuration qui a donné le meilleur résultat est celle testée avec le montage 20 + 8 posée parallèlement à la façade en bloc creux de 20 x 20 x 50 (jonctions 8 et 9). Il faut cependant noter que les façades de la REX Cormontreuil possédaient un doublage thermique à base de polystyrène expansé (PSE) qui se comporte mieux avec une façade légère qu'avec une façade lourde. D'où un écart important entre les deux résultats.

Les résultats des autres configurations sont compris entre 56 et 58 dB.

Isolements horizontaux (entre locaux contigus) :

Seulement deux cas mesurés :

- dalle alvéolée 20 + 8 posée perpendiculairement au refend béton de 20 cm → $D_{nTA} = 56$ dB.
- dalle alvéolée 26,5 + 8 posée perpendiculairement à la façade béton de 20 cm (+ doublage PSE) → $D_{nTA} = 53$ dB.

Jonction n°	D_{nTA} (dB)	D_{nTw} (dB)
3	56	58
4	53	58

La performance acoustique globale d'un mur en béton plein diminue en général quand il est associé à un doublage thermique à base de polystyrène. En effet, le polystyrène expansé du fait de sa rigidité, ne peut jouer parfaitement le rôle de « ressort » dans le système masse – ressort – masse constituée par l'ensemble mur en béton – polystyrène – parement en plaque de plâtre. Il en découle une diminution notable de la performance acoustique du système. C'est pourquoi on observe ici une diminution de 3 dB selon le type de séparatif, la configuration avec le séparatif refend en béton étant la plus favorable (car non doublé).

2.2.4. Mesure de niveaux normalisés de bruit de chocs

$L'_{nt,w}$

Sans revêtement de sol

Les mesures ont été réalisées sur des planchers constitués de dalles alvéolées de 20 cm d'épaisseur et d'une chape de 8 cm sans revêtement de sol.

Ces mesures ont eu pour objectif de positionner la performance acoustique de plancher « nu » par rapport à l'exigence réglementaire et de déterminer précisément le système complémentaire le plus adapté (sous-couche sous chape flottante, sous-couche sous carrelage...).

- Résultats compris entre 72 et 73 dB pour des mesures réalisées en vertical sur des montages 20 + 8 (jonctions n° 1, 2, 3 et 5).

Jonction n°	L'_{nTW} (dB)
1	72
2	72
3	73
5	73

Ces résultats sont équivalents à ceux que l'on obtient PAR CALCUL avec une dalle pleine de même masse surfacique. À ce titre, le tableau et les courbes suivants présentent :

- le niveau normalisé de bruits de chocs pour une solution dalle alvéolée de 20 cm d'épaisseur avec une chape de 8 cm ;

- le niveau normalisé de bruits de chocs obtenus pour une même configuration avec une dalle béton de 18 cm d'épaisseur (calcul prévisionnel).

Fréquences	Dalle alvéolée 20 cm + chape 8 cm (ms = 430 kg/m ²)	Dalle pleine béton 18 cm (ms - 425 kg/m ²)
100	47.4	64
125	56.2	65
160	58.6	66
200	56.6	67
250	56.8	64
315	58.9	64.5
400	58.1	64
500	59	65
630	61	65
800	61.8	66
1 000	63.7	67
1 250	63.8	68
1 600	64.7	68
2 000	65.5	68
2 500	66.4	69.2
3 150	70.4	68
4 000	70.7	68
5 000	70.4	66
	$L_{nAT} = 78,1 \text{ dB(A)}$	$L_{nAT} = 78,4 \text{ dB(A)}$
	$L'_{nTW} = 73 \text{ dB}$	$L'_{nTW} = 73 \text{ dB}$

Bien que les valeurs globales soient très voisines, on observe une différence sensible de l'allure des spectres. La pente des courbes par tiers d'octave est plus prononcée avec la solution dalle alvéolée ce qui donne des niveaux basses fréquences de 10 dB plus faibles.

Ainsi la pose d'un revêtement de sol (agissant comme un filtre passe bas sur le spectre de bruit de choc) produira une atténuation globale de 5 à 10 dB supérieure à celle obtenue avec une dalle pleine de 18 cm.

- Une mesure en horizontal a été faite sur le même type de dalles avec un refend béton de 20 cm (jonction n° 3). On obtient un L'_{nTW} de 63 dB.

Jonction n°	L'_{nTW} (dB)
3	63

Avec revêtement de sol

Quand ils sont associés à un plancher, certains revêtements de sol apportent une amélioration importante au niveau normalisé de bruit de chocs.

Pour évaluer cette efficacité, un calcul de niveau normalisé de bruits de chocs est mené pour les deux types de planchers présentés précédemment associés à titre d'exemple, à un revêtement de sol ayant une efficacité $\Delta L_w = 17 \text{ dB}$.

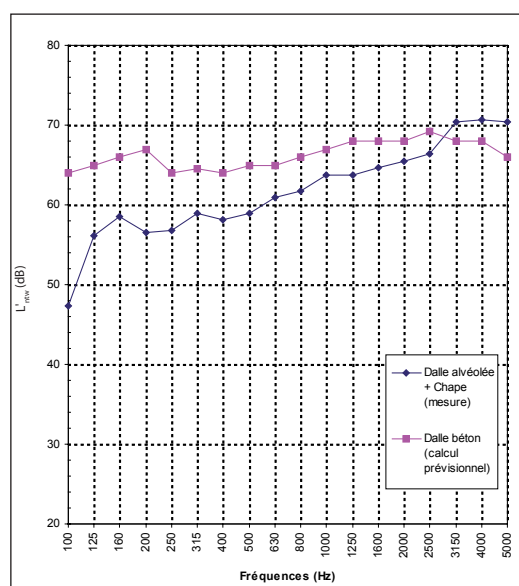


figure 19

Fréquences	Dalle alvéolée 20 cm + chape 8 cm + revêtement de sol à $\Delta L = 17 \text{ dB(A)}$	Dalle pleine béton 18 cm + revêtement de sol à $\Delta L = 17 \text{ dB(A)}$
100	47.4	64
125	54.2	63
160	65.6	73
200	58.6	69
250	53.8	61
315	50.9	56.5
400	46.1	52
500	46	52
630	44	48
800	40.8	45
1 000	38.7	42
1 250	36.8	41
1 600	33.7	37
2 000	30.5	33
2 500	29.4	32.2
3 150	29.4	27
4 000	27.7	25
5 000	24.4	20
	$L_{nAT} = 55,7 \text{ dB(A)}$	$L_{nAT} = 63,3 \text{ dB(A)}$
	$L'_{nTW} = 48 \text{ dB}$	$L'_{nTW} = 57 \text{ dB}$

Cette performance montre que l'exigence de la réglementation est largement atteinte ($L'_{nt,w} \leq 58 \text{ dB}$). Les exigences demandées par le Label Qualité Confort Acoustique (LQCA) sont également atteintes.

2.2.5. Calculs prévisionnels comparaison résultats calculés/mesurés

Tous les essais menés in situ et décrits précédemment ont été simulés sur Acoubat dans le but de comparer les résultats obtenus par le calcul avec ceux réellement mesuré, ceci, afin de vérifier s'il y avait une bonne similitude entre les deux. Les résultats calculés et mesurés sont très proches. On peut donc dire que l'on peut facilement estimer un résultat in situ à partir d'un calcul effectué sur Acoubat pour n'importe quelle configuration.

2.2.6. Conclusion de l'étude

Tous les résultats obtenus, quelle que soit la configuration, sont conformes aux exigences de la réglementation et, dans certains cas, sont supérieurs à ceux que l'on peut obtenir avec une dalle pleine de même masse surfacique.

On constate que quelle que soit la configuration testée (mise à part le cas des façades en bloc creux doublé...), les résultats sont homogènes.

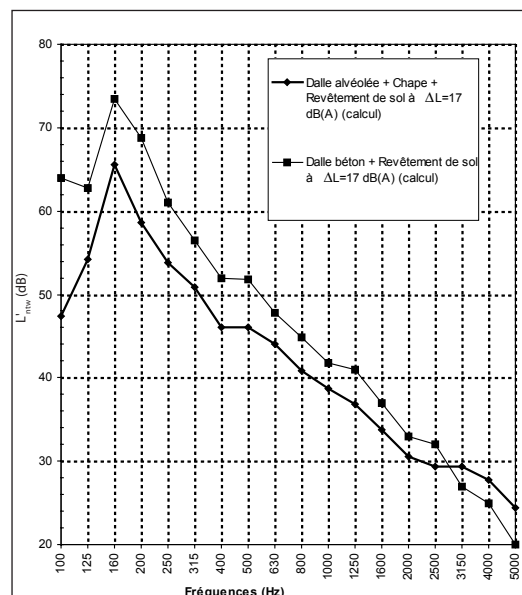


Figure 20

Le niveau de bruit de chocs ainsi obtenu avec la solution dalle alvéolée est bien plus performant : $L'_{nt,w} = 48 \text{ dB}$.

2.3. Procès-verbaux disponibles sur Acoubat ou Acoubase.

Ces procès-verbaux ont été réalisés à la demande individuelle de certains industriels.

PV disponible sur	Dalles alvéolées					Dalle pleine béton Masse surfacique équivalente *			
	Fabricant	Épaisseur	Ms kg/m ²	Rw en dB	L _{nt,w} en dB	Épaisseur	Ms kg/m ²	Rw en dB	L _{nt,w} en dB
Acoubase - Acoubat	Bonna	16 cm nue	283	55 (-2 ; -6)	83	14 cm	325	54 (-2 ; -6)	78
Acoubase	Soprel	16 cm nue	283	54 (-2 ; -6)	82	14 cm	325	54 (-2 ; -6)	78
Acoubase	Webo	16 cm + chape 4 cm	383	58 (-3 ; -7)		17 cm	400	58 (-2 ; -6)	78
Acoubase	Webo	16 cm + chape 8 cm	483	61 (-3 ; -8)		20 cm	470	61 (-2 ; -7)	71
Acoubat	Bonna	20 cm + chape 8 cm	430	64 (-1 ; -5)	73	18 cm	425	59 (-2 ; -6)	73
Acoubase	Soprel	24 cm nue		57 (-2 ; -5)	81				
	Soprel	24 cm + chape 6 cm		61 (-2 ; -6)	73				
Acoubase - Acoubat	Bonna	26,5 cm nue	350	59 (-1 ; -4)	67	15 cm	350	55 (-2 ; -6)	77
Acoubase	Bonna	26,5 cm nue + plafond pregymétal	370	69 (-2 ; -9)	52	Non pertinent (plafond)			
Acoubase	Bonna	DAP type 265 W + chape 6 cm + plafond pregymétal	520	71 (-2 ; -8)	61	Non pertinent (plafond)			
Acoubase - Acoubat	Bonna	26,5 cm + chape 6 cm	500	63 (-1 ; -5)	76	21 cm	495	61 (-1 ; -6)	70

*Données fournies par le logiciel Acoubat

On constate que, le plus souvent, les dalles alvéolées donnent des résultats équivalents en terme d'isolement aux bruits aériens voire supérieurs à ceux d'une dalle pleine en béton à masse surfacique équivalente.

En ce qui concerne les performances au niveau du bruit de choc, on constate que les résultats des dalles alvéolées sont globalement moins bons que ceux des dalles pleines de même masse surfacique.

On voit qu'un plafond suspendu permet d'améliorer d'environ 10 dB les performances acoustiques tant sur le plan de l'isolation aux bruits aériens que sur le niveau du bruit d'impact.

2.4. Études menées à l'étranger

2.4.1. Étude n°1 (avril 2001) menée par VTT building and Transport - Finlande

Au total 65 mesures in situ ont été effectuées pour déterminer les niveaux de pression acoustique normalisés aux bruits d'impact de différents planchers en béton nus (34 mesures sur des planchers en béton massifs et 30 sur des dalles alvéolées). Les données de mesure proviennent essentiellement de Suède (34 mesures), de Finlande (17 mesures) et de Norvège (11 mesures). Le but de cette étude était d'une part de pouvoir estimer in situ les valeurs des planchers mesurés en laboratoire, et d'autre part de vérifier si on pouvait facilement, à partir d'un petit échantillon de revêtement de sol, estimer ses performances de réduction du bruit d'impact sur une plus grande surface.

Les données des planchers massifs sont séparées en cinq groupes, M160, M180, M190-200, M205-220 et M240-260 selon l'épaisseur (le chiffre correspondant à l'épaisseur en mm). Les dalles alvéolées quant à elles sont séparées en trois groupes, HC180-200, HC220 et HC265-280. Les échantillons pour le groupe M240-260 et pour le groupe HC220 sont seulement au nombre de trois, les résultats de ces groupes ne sont donc pas très représentatifs.

Les valeurs moyennes des mesures effectuées en laboratoire sur les planchers nus figurent dans les tableaux ci-dessous :

Groupe	Nombre de cas	Masse surfacique en kg/m ²	L _{nt,w} en dB
M160	8	375	72
M180	11	425	73
M190-200	12	de 445 à 475	73
M205-220	5	de 475 à 515	73
M260	2	620	68
HC180-200	6	≈ 290	78
HC220	3	≈ 320	76
HC265-280	21	≈ 380	79

Nota : Le but de cette étude n'étant pas de mettre en évidence les performances des dalles alvéolées par rapport aux dalles pleines, on ne peut pas comparer les résultats des dalles entre elles puisque les masses surfaciques ne sont pas identiques.

La seconde partie de l'étude consistait à comparer les performances de différents revêtements de sol de petites dimensions (700 x 500 mm) et/ou de grande dimension (12 m²) sur trois types de dalles différentes : une dalle alvéolée de 320 mm testée in situ (ms = 375 kg/m²), une dalle pleine de 200 mm testée in situ (ms = 475 kg/m²) et une dalle pleine de 160 mm testée en laboratoire (ms = 350 kg/m²).

Le tableau ci-dessous présente la réduction ΔL_w (en dB) apportée par les différents revêtements en fonction de la dalle et en fonction de la surface testée.

Revêtements	Test au labo		In situ HC320		In situ M200	
	ISO 140-8 (12 m²)	Petit échantillon	Plancher fini	Petit échantillon	Plancher fini	Petit échantillon
Moquette	20	20	-	19	-	20
Parquet de 14 mm sur sous-couche	18	17	-	17	-	17
Plancher flottant (2 plaques de plâtre de 15 mm) sur matelas de laine minérale	26	27	-	29	-	27
Chape flottante 60 mm sur polystyrène 30 mm	26	31	-	33	-	34
Dalle mixte avec 35 mm de ciment + Polystyrène expansé de 30 mm	-	28	-	31	-	-
Avec parquet	-	28	23	30	-	-
Dalle mixte 25 mm de ciment + 15 mm laine minérale	-	23	-	-	-	25
Avec parquet	-	25	-	-	24	27

Réduction apportée par une moquette sur différents planchers

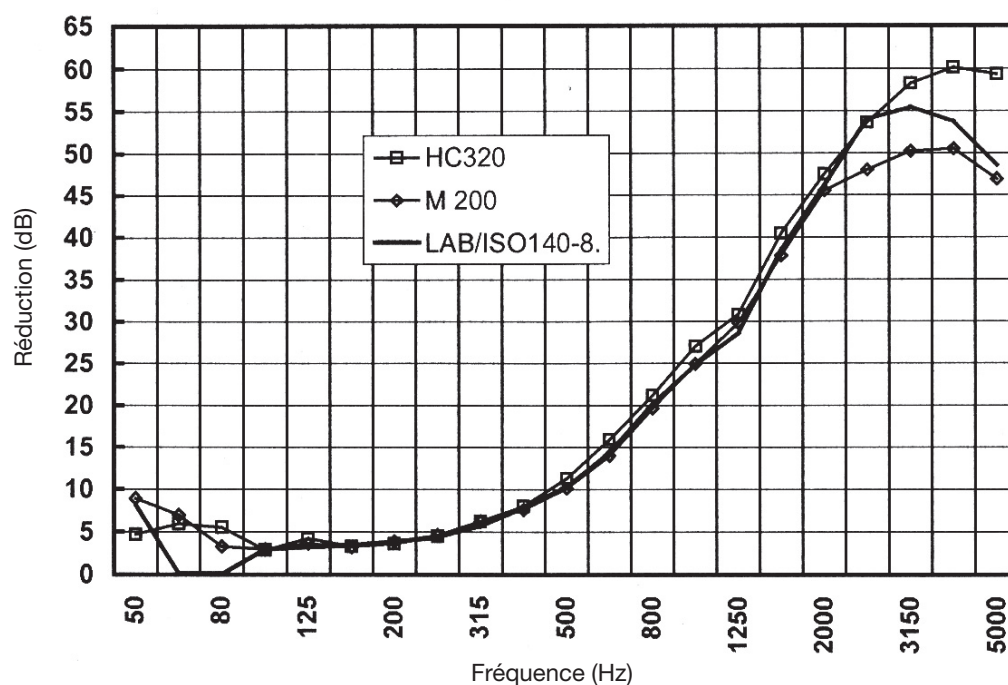


Figure 21
réduction apportée
par une moquette
sur différents
planchers

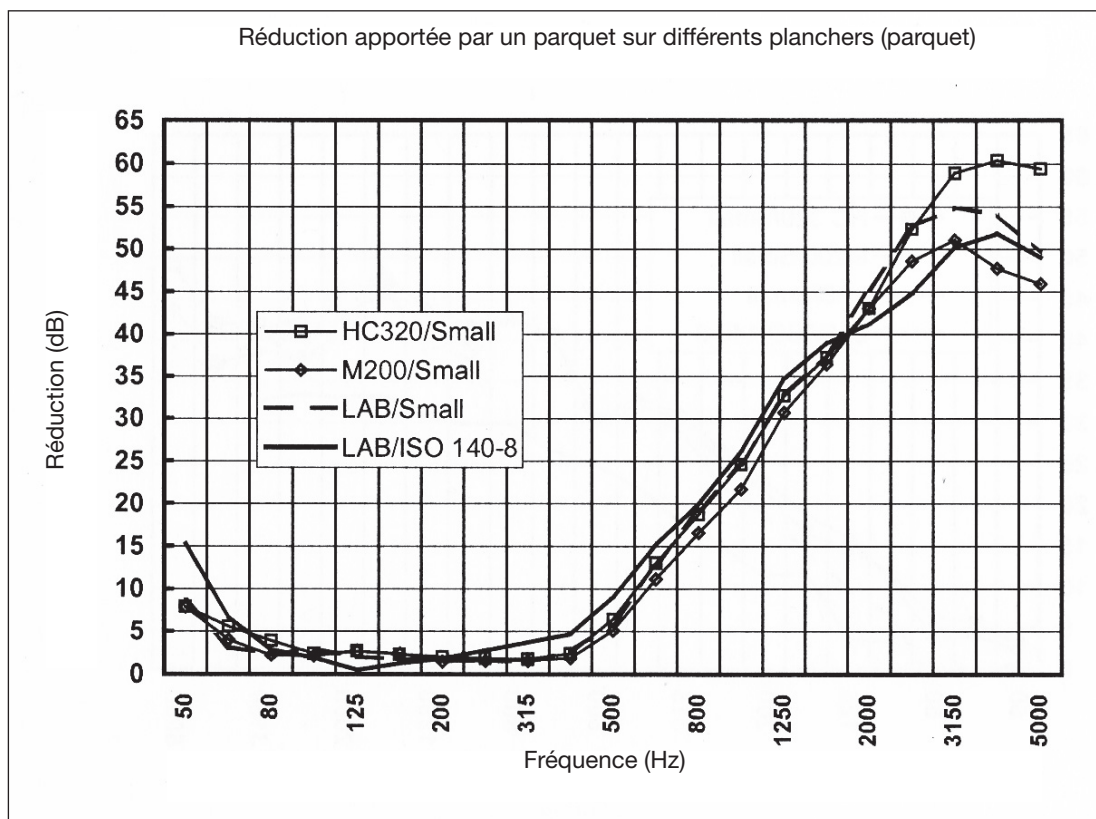


Figure 22
réduction apportée
par un parquet sur
différents planchers

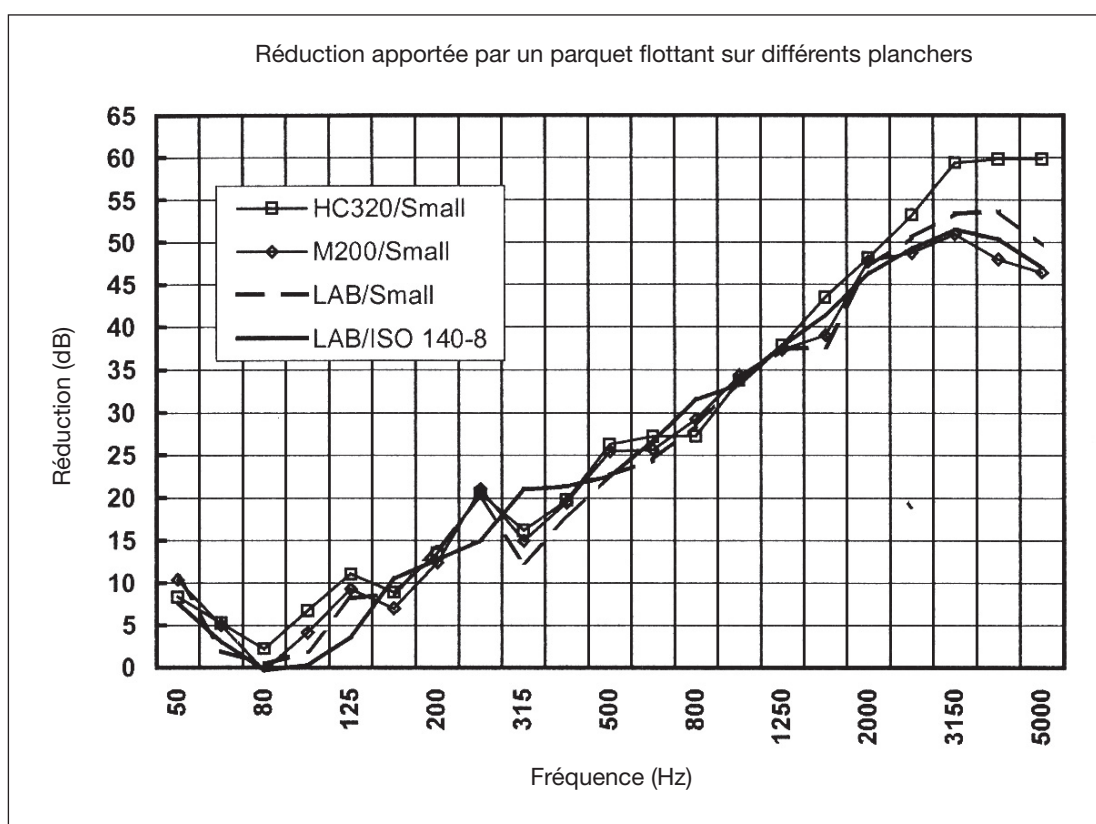


Figure 24
réduction apportée
par une chape
flottante sur
différents planchers

Réduction apportée par une chape flottante sur différents planchers

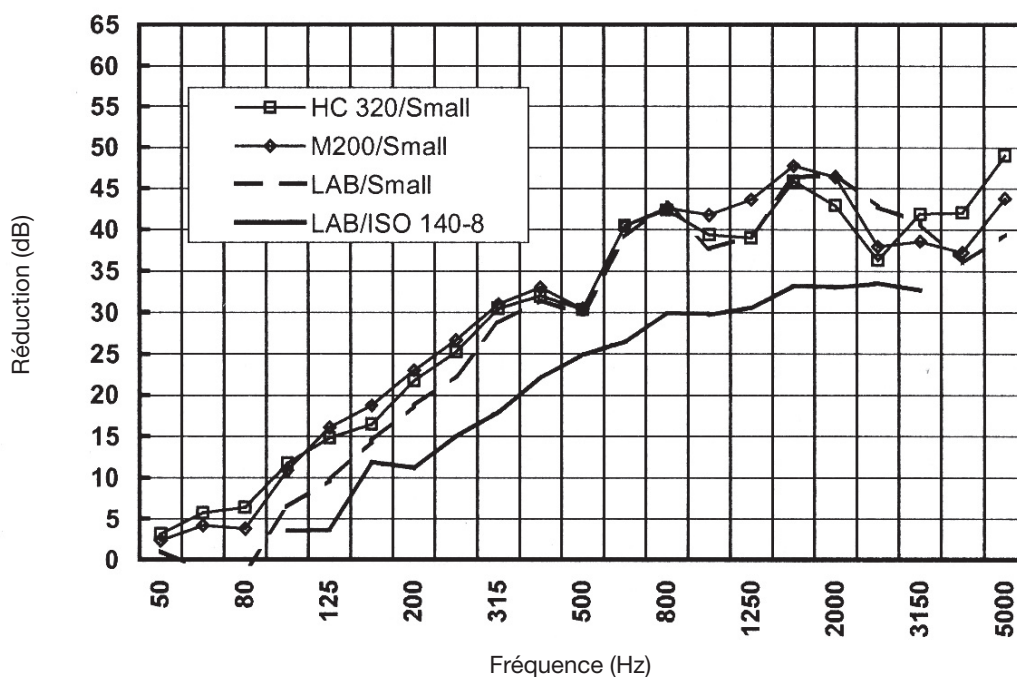


Figure 24
réduction apportée
par une chape
flottante sur
différents planchers

Réduction apportée par une dalle mixte (ciment + PSE) sur différents planchers

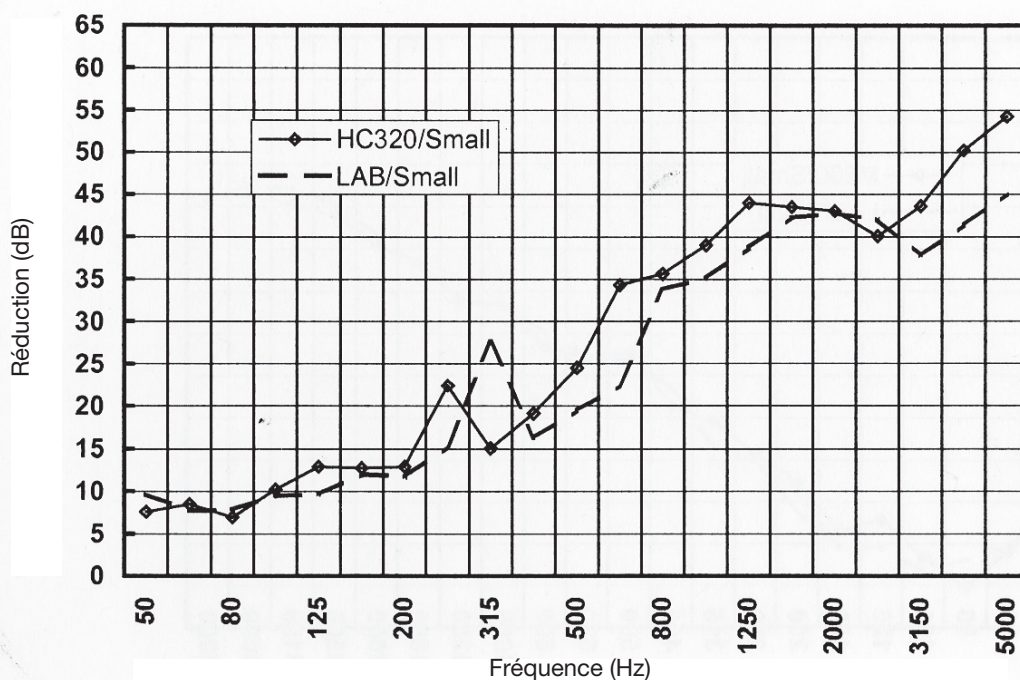


Figure 25
réduction apportée
par une dalle mixte
(ciment + PSE) sur
différents planchers

Réduction apportée par une dalle mixte (ciment + PSE) + parquet sur différents planchers

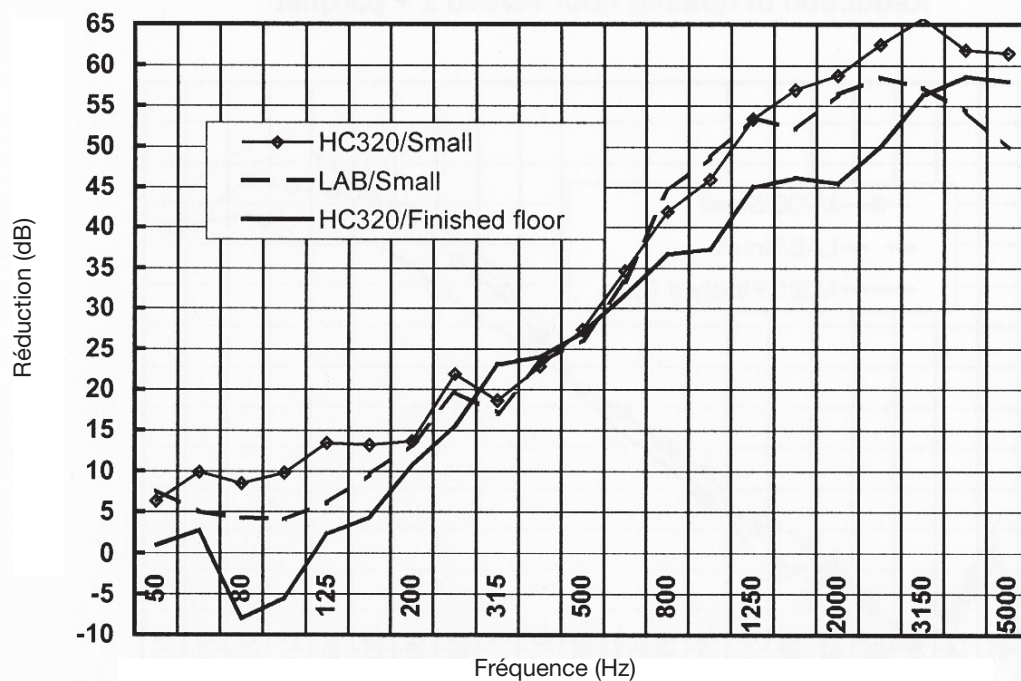


Figure 26
réduction apportée
par une dalle mixte
(ciment + PSE)
+ parquet sur
différents planchers

Réduction apportée par une dalle mixte (ciment + laine minérale) sur différents planchers

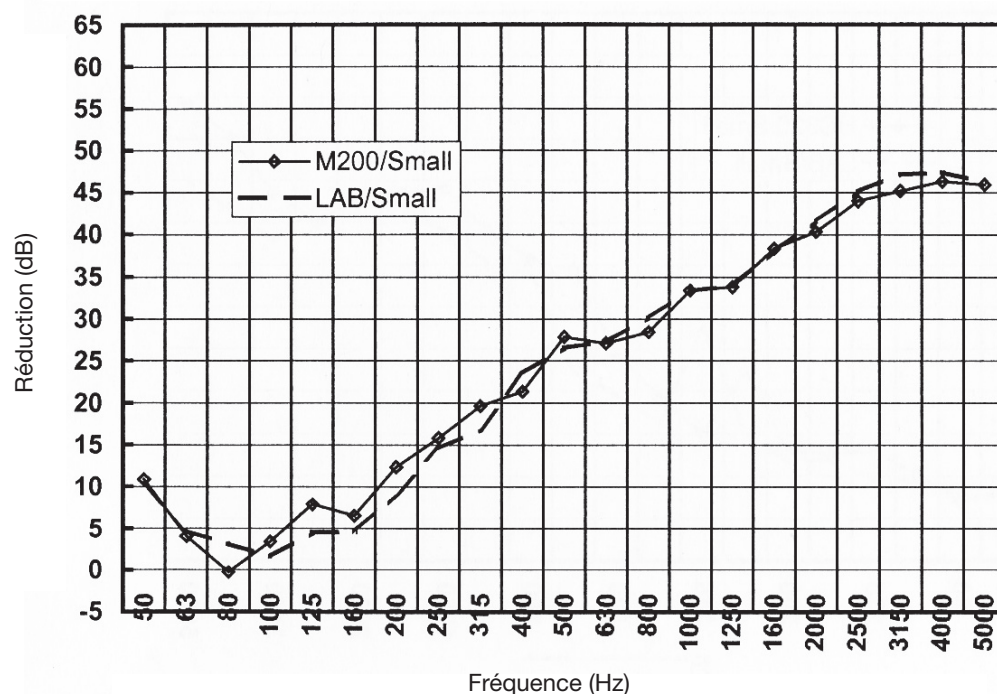


Figure 27
réduction apportée
par une dalle
mixte (ciment +
laine minérale) sur
différents planchers

Réduction apportée par une dalle mixte (ciment + laine minérale) + parquet sur différents planchers

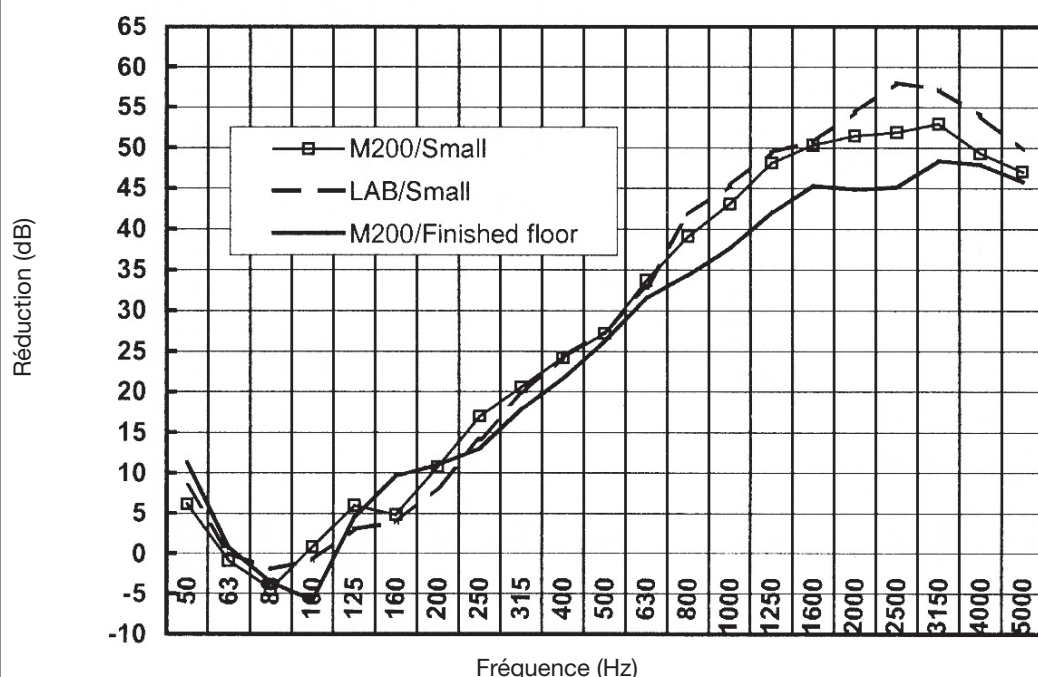


Figure 28
réduction apportée
par une dalle
mixte (ciment +
laine minérale)
+ parquet sur
différents planchers

Ces courbes montrent que quel que soit le plancher support, les revêtements de sol gardent leurs performances acoustiques. On constate que les dalles alvéolées ont même un meilleur comportement que les autres planchers aux fréquences aigües.

2.4.2. Étude n°2 menée par VTT building and Transport – Finlande

Cette étude avait pour but d'étudier d'une part les propriétés d'isolation aux bruits d'impact des systèmes de plancher aux très basses fréquences (< 100 Hz), et d'autre part l'amélioration apportée par les revêtements de sols. En plus des essais normalisés avec la machine à choc d'autres tests ont été menés avec des bruits d'impact créés par de réels bruits de pas. L'idée étant de vérifier si les planchers en béton lourd pouvaient atteindre les objectifs de la réglementation. Les essais ont été conduits en laboratoire et in situ.

Isolement aux bruits aérien et niveau de bruit d'impact

Le tableau ci-dessous décrit les différents planchers testés :

Plancher	Masse surfacique	Code
Dalle pleine d'épaisseur 160 mm	375 kg/m ²	C160
Dalle pleine d'épaisseur 200 mm	470 kg/m ²	C200
Dalle alvéolée d'épaisseur 320 mm	530 kg/m ²	H320H
Dalle alvéolée d'épaisseur 265 mm	380 kg/m ²	H270
Dalle alvéolée d'épaisseur 265 mm + chape béton de 60 mm	530 kg/m ²	H270 + 60

Le tableau ci-dessous décrit les différents revêtements testés :

Revêtement	Spécification	Code
Chape flottante en béton	60 mm sur 30 mm de laine minérale	CW1
	60 mm sur 30 mm de polystyrène élastifié (PSE)	CE
Plancher flottant	2 plaques de plâtre (2 x 15 mm) sur 30 mm de laine minérale	GW2
	22 mm de plaque de plâtre fibrée sur 30 mm de polystyrène élastifié	SE
Plancher surélevé	3 types, non spécifiés	IF1, 2 et 3
	Type 3 avec parquet	IF3P
Parquet	14 mm sur sous-couche souple	P
	14 mm + panneau de fibre aggloméré en sous-couche	P2
Moquette	Moquette souple	C

Résultats des tests en laboratoire :

Plancher	Revêtement	Bruits aériens	Bruits d'impact
		R_w	$L_{nt,w}$
C160	nu	52	77
	CW1		46
	CE	59	49
	GW2	61	52
	SE		56
	P	49	61
	C		59
	IF3		53
	IF3P		51
H320H	Nu	59	78
	P		53
	C		50
H270	Nu	56	82
	CW1		48
	CE	60	51
	GW2	63	48
	SE		54
	P	53	57
	C		56
	P2		53
	IF1	61	57
	IF2	62	52
H270 + 60	Nu	58	81
	P		54
	C		54

Commentaires sur les résultats

– Essais en laboratoire

Bruits aériens

Les résultats obtenus en laboratoire montrent que l'isolation aux bruits aériens des dalles alvéolées dont la masse surfacique est de 530 kg/m² est de 2 à 3 dB meilleure que celles dont la masse surfacique est de 380 kg/m². Les dalles alvéolées de 530 kg/m² sans chape de compression obtiennent de meilleurs résultats que celles ayant la même masse surfacique mais avec une chape. Ceci est dû à une raideur plus importante du système dans le deuxième cas. Les isolements aux bruits aériens obtenus avec la dalle alvéolée de 320 mm sont

meilleurs que ceux obtenus avec la dalle pleine de même masse surfacique. L'indice R_w des dalles alvéolées est toujours supérieur à 56 dB.

Bruits d'impact

Le niveau de bruit d'impact est également meilleur de 1 à 6 dB entre la dalle alvéolée de 530 kg/m² et celle de 380 kg/m². Même remarque que précédemment avec les dalles alvéolées de 530 kg/m² avec et sans chape de compression.

On constate aussi que pour un même revêtement de sol, les résultats sont en général meilleurs avec la dalle alvéolée qu'avec le plancher plein.

Résultats des tests in situ:

Plancher	Revêtement	Bruits aériens	Bruits d'impact
		$D_{nT,w}$	$L'_{nt,w}$
C200	nu		71
	C		49
	P		51
H320H	Nu	57	76
	C	57	48
	P	54	51

Commentaires sur les résultats

– Essais in situ

Bruits aériens

Les résultats, en laboratoire comme sur le site, montrent qu'un parquet peut-faire chuter les performances d'isolation aux bruits aériens d'environ 3dB. Les dalles alvéolées lourdes répondent sans difficultés aux exigences de la réglementation quels que soit le revêtement de sol choisi. Pour les dalles alvéolées plus légères ($m_s < 400 \text{ kg/m}^2$), il faudra prévoir un coefficient de passage du laboratoire au site suffisant (de l'ordre de 3 à 5 dB) pour pouvoir répondre aux exigences de la réglementation.

Bruits d'impact

Les mesures in situ de niveau de bruit de choc montrent qu'avec un revêtement parquet ou moquette, les dalles alvéolées de 320 mm d'épaisseur (530 kg/m²) répondent très bien aux exigences de la réglementation ($\leq 58 \text{ dB}$).

Réduction au bruit d'impact (indice ΔL_w) en laboratoire

Le tableau ci-après présente la réduction apportée par les différents revêtements de sol ΔL_w (selon les normes NF EN ISO 140-8 et NF EN ISO 717-2) pour les essais réalisés en laboratoire. A titre de comparaison le chiffre entre parenthèses donne la réduction « réelle » que l'on obtient en soustrayant le niveau de bruit de choc $L_{nt,w}$ avec revêtement de celui sans revêtement. La différence est que la norme ISO 140-8 applique cette soustraction à partir des bandes de tiers d'octave alors que dans le second cas, la différence se fait sur les niveaux globaux.

Code	Type de dalle		
	C160	H320H	H270 + 60
CW1	30 (31)	29 (34)	
CE	27 (28)	23 (31)	
GW2	25 (25)	22 (34)	
SE	20 (21)	16 (28)	
P	18 (16)	16 (25)	17 (25)
C	19 (18)	19 (28)	19 (25)
IF3	23 (24)		
IF3P	25 (26)		
IF1		15 (25)	
IF2		20 (30)	
P2		18 (29)	

On constate que pour les dalles pleines, la réduction au bruit de choc ΔL_w est pratiquement la même que la réduction « réelle ». Alors que pour les dalles alvéolées, les valeurs diffèrent d'une manière importante. La réduction ΔL_w est moins bonne pour un même revêtement avec une dalle alvéolée alors que le niveau global de bruit d'impact est meilleur. Cela signifie probablement que les courbes de niveau de pression en tiers d'octave doivent avoir de fortes différences. Malheureusement, l'étude ne nous donnant pas les courbes de résultats, nous ne pourrions pas effectuer de comparaison...

Conclusion de cette étude

Les dalles alvéolées sont parfaitement en mesure de satisfaire les objectifs de la réglementation acoustique. Pour les planchers les plus légers, des chapes flottantes ou des plafonds suspendus pourront être ajoutés.

L'efficacité d'un revêtement de sol est pratiquement indépendante du type de dalle support utilisée. On peut donc transférer les valeurs mesurées au labo sur n'importe quelle dalle support choisie sur le site.

2.4.3. Mesures in situ réalisées sur des dalles alvéolées avec divers revêtements

Données issue d'un projet de chapitre acoustique destiné à compléter le document « Recommendation of prestressed hollow core floor slabs » - 1989. Ce projet a été rédigé par Olli Korander et n'est pas encore publié à ce jour.

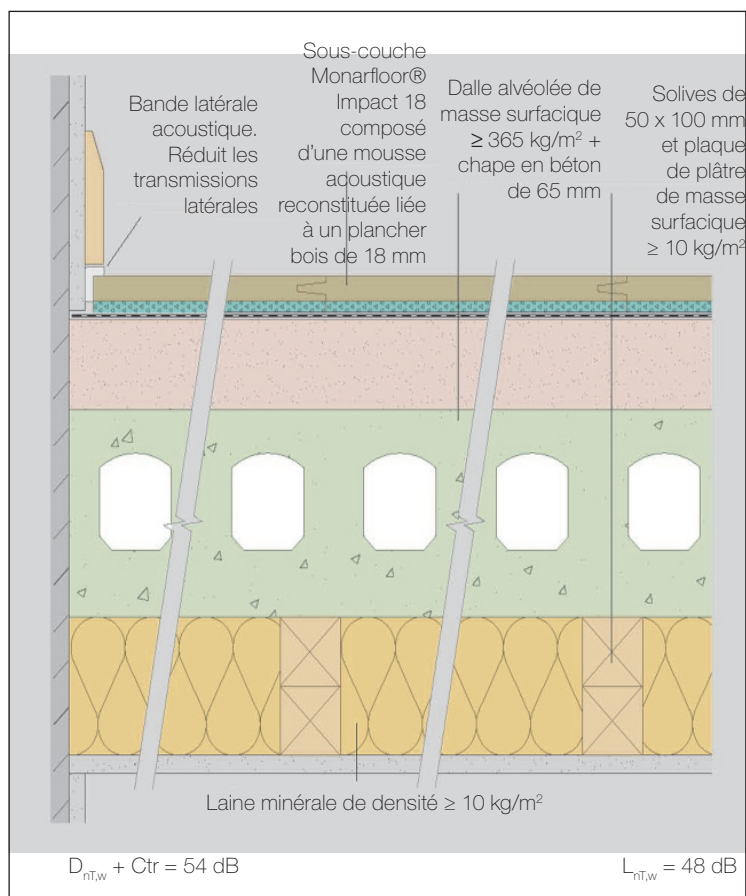
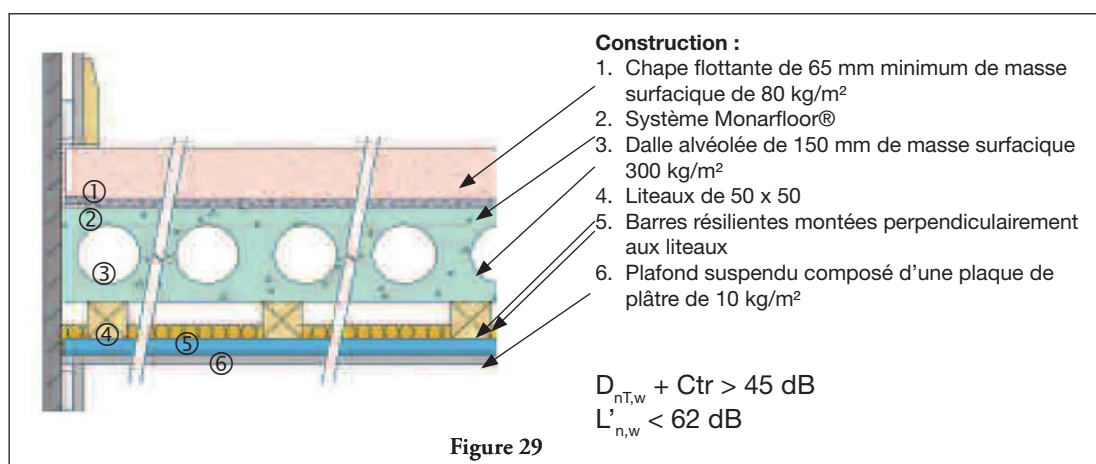
Description du plancher	Revêtement	$L'_{nt,w}$	$D_{nT,w}$
Dalle alvéolée de 320 mm (400 kg/m ²)	revêtement vinyle ($\Delta L_w = 19$ dB)	51	55
Dalle alvéolée de 320 mm (520 kg/m ²)	revêtement vinyle ($\Delta L_w = 17$ dB)	49	55
Dalle alvéolée de 265 mm (380 kg/m ²) + chape de 70 mm	revêtement vinyle ($\Delta L_w = 19$ dB)	48	55
Dalle alvéolée de 320 mm (510 kg/m ²)	parquet sur sous-couche ($\Delta L_w = 18$ dB)	52	55
Dalle alvéolée de 265 mm (380 kg/m ²) + système de plancher surélevé composé d'un panneau d'aggloméré de 22 mm	parquet	52	60
Dalle alvéolée de 265 mm (380 kg/m ²) + système de plancher surélevé composé d'une plaque de plâtre liée avec panneau de particule de 22 mm +	parquet	49	60
Dalle alvéolée de 265 mm (380 kg/m ²) + système de plancher surélevé avec antivibratiles composé d'un panneau d'aggloméré de 22 mm	parquet	48	60
Dalle alvéolée de 265 mm (380 kg/m ²)	parquet collé sur polystyrène 20 mm	50	60
Dalle alvéolée de 265 mm (380 kg/m ²)	parquet collé sur polystyrène 30 mm	45	60
Dalle alvéolée de 265 mm (380 kg/m ²) + chape flottante de 70 mm sur polystyrène 70 mm	revêtement vinyle ($\Delta L_w = 19$ dB)	44	60

Tous ces résultats sont conformes à la réglementation. On constate que le simple fait de poser un revêtement vinyle ou un parquet sur sous-couche permet d'obtenir de très bons résultats de niveau de bruits d'impacts. Le fait de surélever le plancher ou de mettre une chape flottante permet de gagner surtout au niveau de l'isolement aux bruits aériens, pour ce qui est du niveau de bruit d'impact, les résultats sont assez homogènes.

2.5. Essais sur produits fabriqués à l'étranger

2.5.1. Produit Monarfloor® (essais sur site)

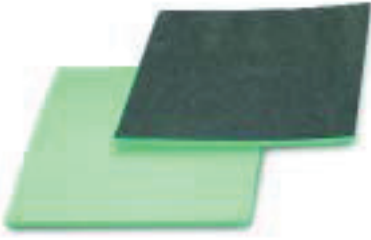
Monarfloor® est fabriqué par la société Monaflex Acoustic Systems appartenant au groupe Icopal – Royaume-Uni. C'est un système de sous-couche pour chape flottante composé de mousse de polyester-polyuréthane reconstituée entre deux couches de polyéthylène.

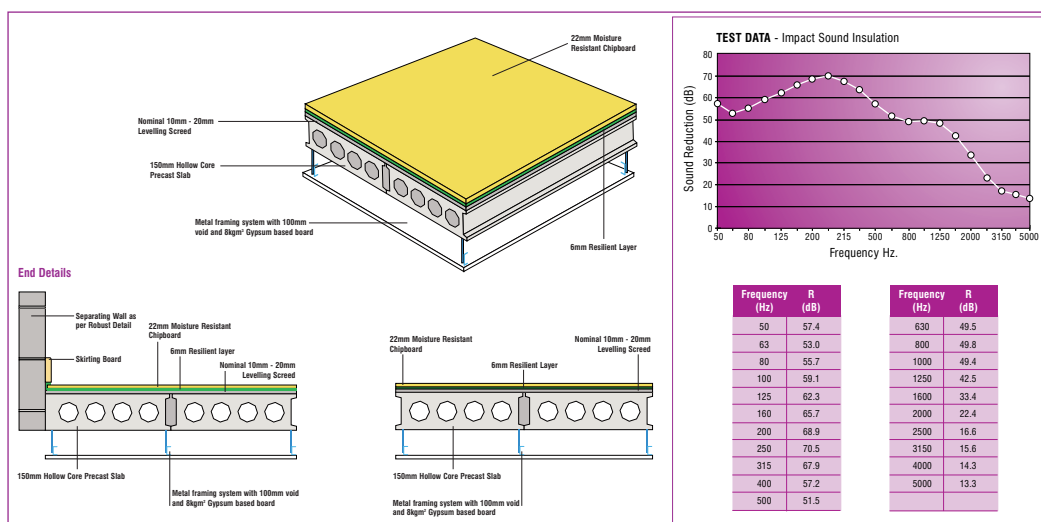


Le plafond suspendu joue un rôle très important sur la performance en isolation aux bruits aériens du plancher. Néanmoins, pour le premier montage, le niveau obtenu est insuffisant pour répondre aux exigences de la réglementation.

2.5.2. Gamme E-Cousti – Royaume-Uni (essais en laboratoire)

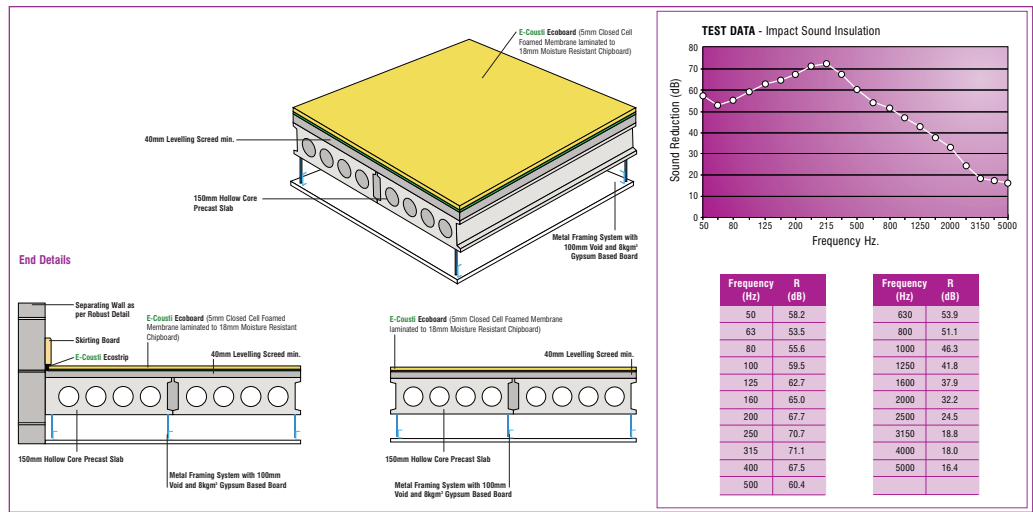
Les sous-couches ont été testées avec des dalles alvéolées de 150 mm.

		
E-COUSTI ECOBORAD	E-COUSTI ECOBASE	E-COUSTIFLOOR
composé de 6 mm d'une membrane plastifiée et de 6 mm de mousse à cellules fermées.	composé de 5 mm de mousse de polyéthylène de 33 kg/m ³	composé de 6 mm d'une membrane plastifiée et de 6 mm de mousse à cellules fermées.



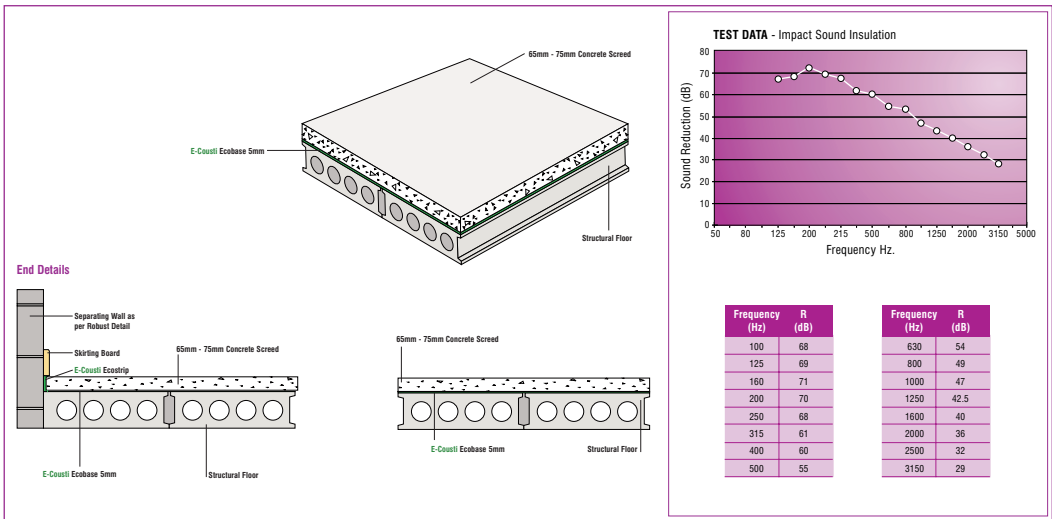
$$L_{nt,w} = 59 \text{ dB}$$

E-COUSTI ECOBORAD CONCRETE OVERLAY SOLUTION



$L_{nt,w} = 61 \text{ dB}$

E-COUSTI ECOBORAD UNDER SCREED SOLUTION



$L_{nt,w} = 61 \text{ dB}$

2.6. Que disent les Avis techniques ?

Dans tous les avis techniques existants, il est dit que les planchers à dalles alvéolées peuvent apporter une diminution de l'indice d'affaiblissement acoustique de l'ordre de 1 à 4 dB(A) selon l'épaisseur de la dalle par rapport à une dalle pleine de même masse surfacique.

Avis technique CSTB n° 3/04-420 (KP1) : *« Les niveaux de bruit de choc obtenus avec une DAP sont inférieurs ou égaux à ceux d'un plancher dalle pleine de même masse surfacique, la diminution pouvant atteindre 8 dB. »*

Un certain nombre d'autres documents ont tendance à pénaliser les dalles alvéolées, c'est notamment le cas du REEF volume 2 et du mémento du CATED « traitement des bruits d'impact ».

Mémento CATED : *« Les dalles alvéolaires (plancher avec évidemment tubulaires) ont généralement des performances inférieures de 2 à 3 dB(A) aux dalles pleines de masse équivalente. Toutefois, lorsque les alvéoles ont des dimensions réduites (ou si exceptionnellement elles sont garnies d'absorbant acoustique) les performances peuvent être sensiblement voisines ».*

Réf. volume 2 page 192 : *« Les parois nervurées simples ou avec hourdis sont d'une complexité telle qu'on est à ce jour incapable d'en prévoir les caractéristiques acoustiques par le calcul ».*

Puis page 193 : *« Parois nervurées avec deux parements – Ces parois creuses sont en général également mauvaises d'un point de vue acoustique, comparativement à une paroi pleine de même masse. Une étude sur des maquettes de planchers creux en béton a montré que l'indice d'affaiblissement se rapproche de celui d'un plancher simple de même masse lorsque l'écart entre nervures se réduit, c'est-à-dire lorsque le plancher se rapproche d'un plancher simple ».*

2.7. Que disent les normes ?

La norme NF EN 1168 (novembre 2005) « Produits préfabriqués en béton – dalles alvéolées », renvoie pour la partie acoustique à la norme NF EN 13369 (décembre 2004) « Règles communes pour les produits préfabriqués en béton » paragraphe 4.3.5 dans laquelle les normes de référence pour les calculs sont les mêmes que pour les autres produits de construction. Il n'est pas fait mention dans les normes de pénalités pour les dalles alvéolées

Extrait de la norme

Propriétés acoustiques

Les propriétés d'isolation acoustique sont l'isolation acoustique au bruit aérien et l'isolation acoustique aux bruits d'impact.

Lorsque demandé, les propriétés acoustiques pertinentes du type de produit doivent être fournies.

L'isolation acoustique au bruit aérien d'un produit est estimée par calcul ou mesurée conformément à l'EN ISO 140-3. Elle doit être exprimée par bande de tiers d'octave de 100 Hz à 3 150 Hz sous la forme d'un indice unique avec des termes adaptés au spectre, conformément à l'EN ISO 717-1.

L'isolation acoustique d'un produit aux bruits d'impact est estimée par calcul ou mesurée conformément à l'EN ISO 140-6. Elle doit être exprimée par la bande de tiers d'octave de 100 Hz à 3 150 Hz sous la forme d'un indice unique avec des termes adaptés au spectre, conformément à l'EN ISO 717-2.

Lorsque les valeurs d'isolation acoustique sont estimées par calcul, les détails des modèles de calcul utilisés ainsi que les données d'entrée doivent être fournis

Une information complémentaire peut être trouvée dans les normes de produits correspondantes.

Note 1 : l'estimation par le calcul peut être conduite selon l'EN 12354-1-2000. Annexe B et selon l'EN 12354-2-2000 annexe B.

Note 2 : les résultats peuvent être exprimés dans la gamme de fréquence plus large 50 Hz à 5 000 Hz selon l'EN ISO 717-1 et l'EN ISO 717-2.

Note 3 : les résultats exprimés par bande de tiers d'octave conviennent pour le calcul

de l'isolation aux bruits aériens et aux bruits d'impact des ouvrages selon le modèle détaillé en l'EN 12354.

Norme 12354-1 et 2 annexe B

Les formules de calcul utilisées dans ces deux normes sont fonction de la masse surfacique des éléments constructifs.

Ces calculs valent pour des éléments monolithes (12354-1) ou des planchers homogènes (12354-2). La norme 12354-2 précise bien que les dalles alvéolées font partie des planchers homogènes.

Extrait de la norme

Niveau pondéré de bruit de choc normalisé équivalent, $L_{n,w,eq}$, pour des planchers homogènes

Le niveau pondéré de bruit de choc normalisé équivalent, $L_{n,w,eq}$, pour des planchers

homogènes, entrant dans le calcul défini en 4.3 peut être déterminé à partir de m' , masse surfacique (plage de 100 kg/m² à 600 kg/m²).

$$L_{n,w,eq} = 164 - 35 \lg \left[\frac{m'}{1 \text{ kg/m}^2} \right] \text{ dB}$$

Cette équation est valable pour les planchers homogènes en béton ; pour le béton léger ou poreux, les valeurs réelles seront un peu plus basses, donc l'équation est du côté de la sécurité dans ces cas-là. La figure B.1 présente des types de plancher qui se comportent comme des constructions homogènes.

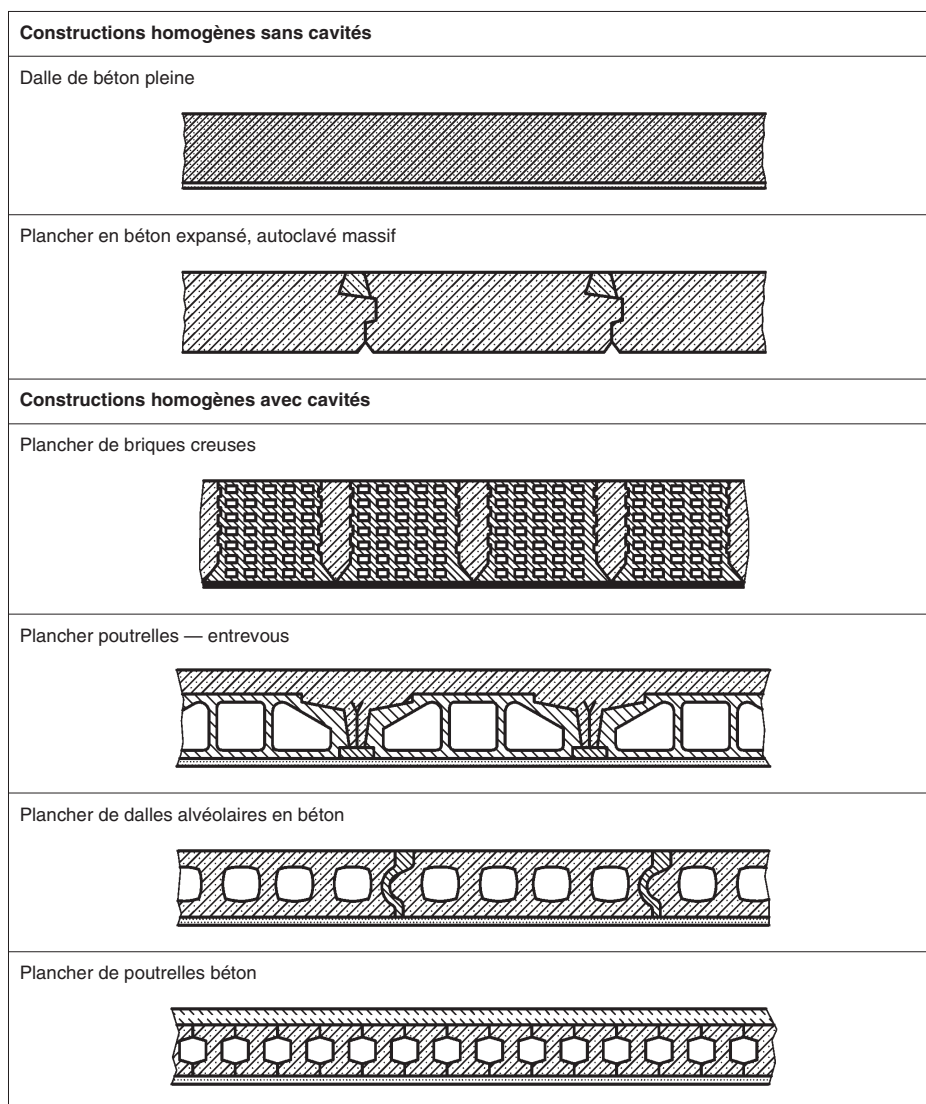


Figure B.1 — Différents types de planchers courants

2.8. Label Qualitel

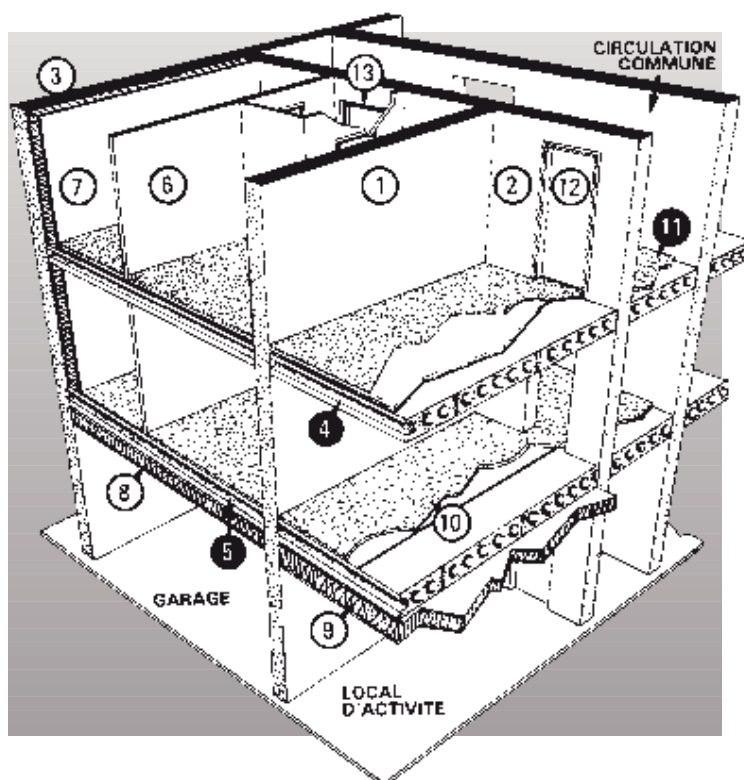
Aujourd'hui la méthode Qualitel ne prévoit pas de méthode de calcul spécifique pour les dalles alvéolées. Ne sont prises en compte que les parois pleines et les planchers du type creux comme les planchers à poutrelles et hourdis. Pour obtenir le label Qualitel avec une dalle alvéolée, Qualitel doit réfléchir à une procédure particulière de qualification. Une dérogation est prise pour attribuer le label non pas à la conception du projet mais à la réalisation en procédant à des mesures in situ. (entretien téléphonique du 16 mars 2006 avec Pascal Locoge).

2.9. Les exemples de solutions acoustiques du CSTB

La solution 9 des ESA du CSTB édition de mai 2002 concerne l'emploi des dalles alvéolées. Les schémas pages suivantes présentent les performances acoustiques demandées aux dalles alvéolées + revêtements de sols et chapes flottantes (Attention car l'objectif visé ici est de 55 dB alors que la réglementation n'exige que 58 dB !). Si on compare la solution n° 9 à la solution 7, on s'aperçoit qu'une dalle alvéolée de 26,5 cm + dalle de compression de 6 cm est équivalente à une dalle pleine en béton de 21 cm, (les masses surfaciques étant équivalentes aucune pénalité n'est prise en compte) et, qu'une dalle alvéolée de 16 cm est équivalente à une dalle pleine en béton de 16 cm ! A priori la différence se fait au niveau des jonctions. Une dalle alvéolée de 16 cm posée avec une jonction en T se comporte mieux qu'une dalle pleine de même masse.

Solution 9 : dalle alvéolée (bruit de choc à 55 dB)

④ ⑤ ⑪
modifiés par rapport
à la solution de base



① ②

Refends (plus doublage ESA 4 ou contre-cloison ESA 4 si nécessaire en thermique) :

- Béton 18 cm
- Blocs de béton NF pleins perforés 20 cm enduits
- Briques pleines de 22 cm apparentes ou enduites.

③ ⑦

Façade avec doublage ESA 4 ou contre-cloison ESA 4 :

- Béton 16 cm
- Blocs de béton NF pleins perforés 20 cm
- Briques perforées en terre cuite de 22 cm apparentes ou enduites.

Façade avec doublage ESA 3 :

- Blocs de béton creux 20 cm non enduits côté doublage
- Briques creuses de 20 cm à gorge de jointoiement verticale non enduites côté doublage

④ Dalle alvéolée 20+8 cm avec revêtement de sol ou chape flottante ESA 4 ou dalle alvéolée 16 cm avec chape flottante ESA 5 et revêtement de sol indifférent

⑤ Dalle alvéolée 26,5 + 6

⑥ Cloison ESA 4

⑧ Plafond ESA 4

⑨ Plafond ESA 5

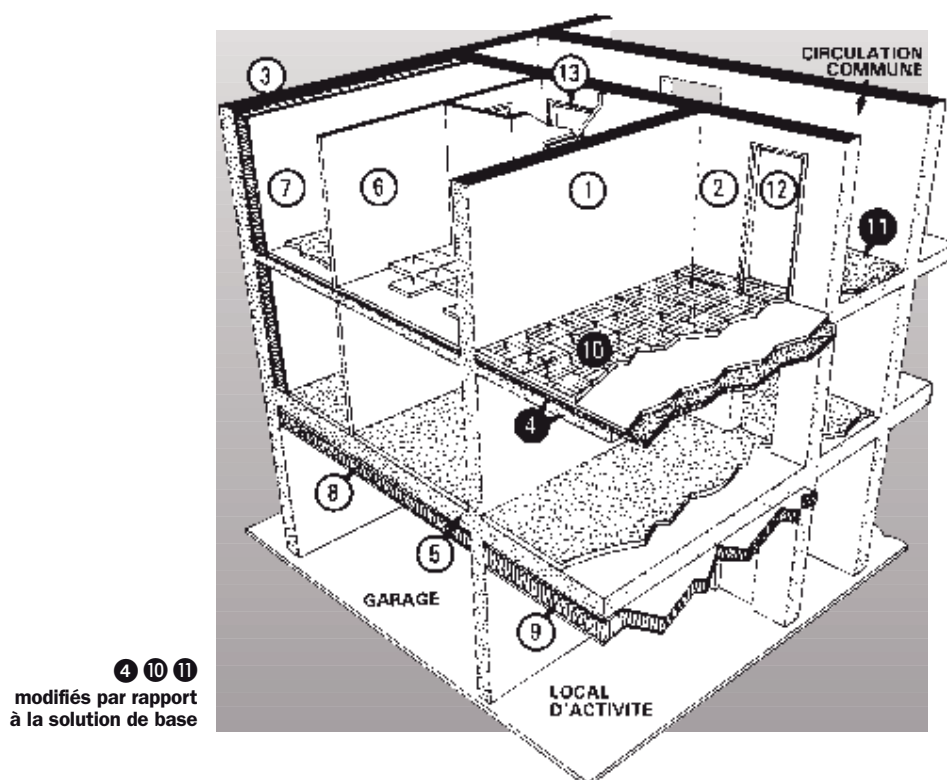
⑩ Revêtement de sol ESA 3

⑪ Revêtement de sol ESA 3

⑫ Porte-palière ESA 4

⑬ Entrée avec sas et porte-palière ESA 3

Solution 7 : chape flottante (bruit de choc à 55 dB)



① ②

Refends (plus doublage ESA 4 ou contre-cloison ESA 4 si nécessaire en thermique) :

- Béton 18 cm
- Blocs de béton NF pleins perforés 20 cm enduits
- Briques pleines de 22 cm apparentes ou enduites.

③ ⑦

Façade avec doublage ESA 4 ou contre-cloison ESA 4 :

- Béton 16 cm
- Blocs de béton NF pleins perforés 20 cm
- Briques perforées en terre cuite de 22 cm apparentes ou enduites.

Façade avec doublage ESA 3 :

- Blocs de béton creux 20 cm non enduits côté doublage
- Briques creuses de 20 cm à gorge de jointoiement verticale non enduites côté doublage

④ Dalle de béton 16 cm avec chape flottante ESA 5 ou dalle de béton de 18 cm avec chape flottante ESA 4

⑤ Dalle de béton 21 cm

⑥ Cloison ESA 4

⑧ Plafond ESA 4

⑨ Plafond ESA 5

⑩ Revêtement de sol indifférent

⑪ Revêtement de sol ESA 3

⑫ Porte-palière ESA 4

⑬ Entrée avec sas et porte-palière ESA 3

Revêtements de sol

La performance du produit ou système se traduit par l'indice ΔL_w en dB défini dans la norme NF EN ISO 717-2, et résulte d'une mesure en laboratoire conforme à la norme NF EN ISO 140-8. La classe ESA 5 est définie en vue d'autres exigences que la réglementation acoustique.

Sols résilients (plastiques, ...)

Type	Produit caractérisé au choix par		
	Certification (NF UPEC.A)	Essai de type de moins de 4 ans	Description
ESA 2	$13 \leq \Delta L_w < 16$	$16 \leq \Delta L_w < 19$	—
ESA 3	$16 \leq \Delta L_w < 19$	$19 \leq \Delta L_w < 22$	—
ESA 4	$19 \leq \Delta L_w < 22$	$22 \leq \Delta L_w < 25$	—
ESA 5	$22 \leq \Delta L_w$	$25 \leq \Delta L_w$	—

La notion "Essai de type..." suppose que l'essai a été réalisé par un laboratoire accrédité reconnu par le COFRAC, suivant les normes en vigueur.

Difficulté pour obtenir une mise en œuvre conforme : —

Sols textiles

Type	Produit caractérisé au choix par		
	Certification	Essai de type de moins de 10 ans	Description
ESA 2	—	$14 \leq \Delta L_w < 17$	
ESA 3	—	$17 \leq \Delta L_w < 21$	• Aiguilleté d'épaisseur $e \geq 4$ mm
ESA 4	—	$21 \leq \Delta L_w < 24$	• Moquette d'épaisseur $e \geq 5$ mm sur envers mousse • Moquette d'épaisseur $e \geq 8$ mm sur envers autre que mousse
ESA 5	—	$24 \leq \Delta L_w$	• Moquette d'épaisseur $e \geq 6$ mm sur envers mousse

La notion "Essai de type..." suppose que l'essai a été réalisé par un laboratoire accrédité reconnu par le COFRAC, suivant les normes en vigueur.

Difficulté pour obtenir une mise en œuvre conforme : ✖

Revêtements de sol

Carrelages sur résilient

Type	Produit ou système caractérisé par		
	Certification	Essai de type de moins de 10 ans	Description
ESA 2	—	$14 \leq \Delta L_W < 17$	—
ESA 3	—	$17 \leq \Delta L_W < 21$	—
ESA 4	—	$21 \leq \Delta L_W < 24$	—
ESA 5	—	$24 \leq \Delta L_W$	—

La notion "Essai de type..." suppose que l'essai a été réalisé par un laboratoire accrédité reconnu par le COFRAC, suivant les normes en vigueur.

Difficulté pour obtenir une mise en œuvre conforme : ❌❌❌

Parquets et revêtements de sol stratifiés ou plaqués

Type	Produit ou système caractérisé par		
	Certification	Essai de type de moins de 10 ans	Description
ESA 2	—	$14 \leq \Delta L_W < 17$	—
ESA 3	—	$17 \leq \Delta L_W < 21$	—
ESA 4	—	$21 \leq \Delta L_W < 24$	—
ESA 5	—	$24 \leq \Delta L_W$	—

La notion "Essai de type..." suppose que l'essai a été réalisé par un laboratoire accrédité reconnu par le COFRAC, suivant les normes en vigueur.

Difficulté pour obtenir une mise en œuvre conforme : ❌❌

Chapes flottantes

La performance du produit au bruit de choc se traduit par l'indice ΔL_w , en dB, défini par la norme NF EN ISO 717-2 et résulte d'une mesure en laboratoire conforme à la norme NF EN ISO 140-8, chape non chargée (Norme NF S 31-053 provisoirement admise).

La performance du produit aux bruits aériens se traduit par l'indice $\Delta(R_w + C)$ en dB et résulte d'une mesure en laboratoire (voir annexe A7).

Type	Essai de type de moins de 10 ans ⁽¹⁾
ESA 3	$15 \leq \Delta L_w$ et $0 \leq \Delta(R_w + C)$
ESA 4	$19 \leq \Delta L_w$ et $\Delta(R_w + C) \geq 3$
ESA 5	$22 \leq \Delta L_w$ et $\Delta(R_w + C) \geq 6$

La notion "Essai de type..." suppose que l'essai a été réalisé par un laboratoire accrédité reconnu par le COFRAC, suivant les normes en vigueur.

(1) L'essai de type comprend une mesure de ΔL_w , de $\Delta(R_w + C)$ et une mesure de rigidité dynamique s' de la sous-couche : voir annexe A6.

De plus, l'industriel devra s'assurer de la constance de la production des produits mis sur le marché (voir annexe A6). Ceci constitue une mesure transitoire dans l'attente d'un règlement de certification de ces produits.

Difficulté pour obtenir une mise en œuvre conforme : ❌❌❌

2.10. Conclusion

Cette synthèse a montré que les dalles alvéolées sont susceptibles de satisfaire les exigences de la réglementation acoustique. Un certain nombre de documents français (avis technique ou autre) pénalisent et sous-estiment les performances acoustiques de

ce type de produits. La présente étude montre que les résultats obtenus avec des dalles alvéolées sont équivalents, voire supérieures aux résultats que l'on obtient avec des dalles pleines de même masse surfacique. Cette étude documentaire pourrait utilement être complétée par de nouvelles expérimentations en laboratoire ou in situ.

Bibliographie

NF EN 12354-1

Calcul des performances acoustiques des bâtiments à partir de la performance des éléments – Partie 1 : Isolement acoustique des bâtiments à partir de la performance des éléments.
Août 2000 - Acoustique des bâtiments

NF EN 12354-2

Calcul des performances acoustiques des bâtiments à partir de la performance des éléments – Partie 2 : Isolement acoustique au bruit de choc entre locaux.
Septembre 2000 - Acoustique des bâtiments

NF EN ISO 717-1

Évaluation de l'isolement acoustique des immeubles et éléments de construction – Partie 1 : Isolement aux bruits aériens.
Août 1997 – Acoustique

NF EN ISO 717-2

Évaluation de l'isolement acoustique des immeubles et éléments de construction – Partie 2 : Protection contre le bruit de choc.
Août 1997 – Acoustique

NF EN ISO 140-6

Mesurage de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction – Partie 6 : Mesurage en laboratoire de la transmission du bruit de choc par les planchers.
Décembre 1998 – Acoustique

NF EN ISO 140-7

Mesurage de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction – Partie 7 : Mesurage in situ de la transmission du bruit de choc par les planchers.
Décembre 1998 – Acoustique

NF EN ISO 140-8

Mesurage de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction – Partie 8 : Mesurage en laboratoire de la réduction de la transmission du bruit de choc par les revêtements de sol sur un plancher lourd normalisé.
Décembre 1997 – Acoustique

NF EN 1168

Produits préfabriqués en béton – Dalles alvéolées
Novembre 2005

NF EN 13369

Règles communes pour les produits préfabriqués en béton.
Décembre 2004

Avis Technique

Plancher alvéolé Précontraint DSP – Titulaire KP1 R & D.
CSTB 3/04-420

Avis technique

Dalle alvéolé DURANDAL – titulaire Sté Wienerberger SAS.
CSTB 3/03-413

REEF

Sciences du bâtiment volume 2
Mars 1984 – CSTB

Méthode Qualitel

Mise à jour de janvier 2000

Exemple de solutions acoustiques pour bâtiment d'habitation.
CSTB – mai 2002

Pierre Arcé

Performances acoustiques des dalles alvéolées sur site.
Publication technique n° 122 – CERIB – juin 1998

Pierre Arcé

Généralisation des performances acoustiques des dalles alvéolées.
Publication technique n° 126 – CERIB – novembre 1999

Studies on impact sound insulation of floors.
VTT Building and transport

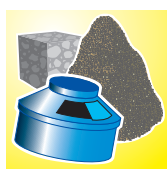
P. SIPARI

Method for measuring the reduction of impact sound pressure level of a floor covering – Experiment for field application.
VTT Building and transport – Nordtest project 151-00 – avril 2001

Systems to treat concrete sub-floors.
MONARFLEX Acoustic System

New E-COUSTI Flooring products & Solutions – supplement to the “E-COUSTI solutions. Guide January 2005” which features the full range of wall and floor solutions

Recomendation of prestressed hollow core floor slabs
1989



Matériau



**Qualité
Sécurité
Environnement**



Process



**Produits
Systèmes**



**Développement
durable**

www.cerib.com



Centre d'Études et de Recherches de l'Industrie du Béton
BP 30059 – Épernon Cedex – France • Tél. 02 37 18 48 00 – Fax 02 37 83 67 39
E-mail cerib@cerib.com – www.cerib.com