

GÉNÉRALISATION DES PERFORMANCES ACOUSTIQUES DES DALLES ALVÉOLÉES

Publication Technique
PT 126 - 1999
novembre 1999

par
Pierre ARCÉ
Francis DRAN

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.*

© CERIB - Épernon - Novembre 1999

ISBN 2-85-755-162-2

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés réservés pour tous pays

La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite » (alinéa 1^{er} de l'article 40).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.

SOMMAIRE

RÉSUMÉ	5
1. SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE	7
1.1 ORIGINE DE L'ÉTUDE	7
1.2 OBJECTIF DE L'ÉTUDE	7
1.3 MÉTHODOLOGIE.....	7
1.4 RÉSULTATS.....	7
1.5 INTÉRÊT POUR L'INDUSTRIE DU BÉTON	8
2. DOSSIER RECHERCHE	9
2.1 CRITÈRES DE CHOIX DES DALLES ALVÉOLÉES	9
2.2 DESCRIPTIF DES DALLES	9
2.3 PERFORMANCES ACOUSTIQUES DES DALLES ALVÉOLÉES.....	10
2.4 TRANSMISSIONS LATÉRALES.....	14
2.5 CONCLUSION	14
ANNEXE 1 - COUPES SUR DALLES ALVÉOLÉES DE 16 CM D'ÉPAISSEUR.....	17
ANNEXE 2 - COUPES SUR DALLES ALVÉOLÉES DE 24 ET 26,5 CM D'ÉPAISSEUR	18
ANNEXE 3 - COURBES DE COMPARAISON DES INDICES D'AFFAIBLISSEMENT ACOUSTIQUE ET DES NIVEAUX NORMALISÉS DE BRUITS D'IMPACT	19

Résumé

La présente étude présente un comparatif des performances acoustiques de dalles alvéolées de formes d'alvéoles différentes. Au vu de ces résultats et après confirmation par une méthode de calcul prévisionnel, il apparaît que les dalles alvéolées ont un comportement acoustique dit "générique".

Hollow-Core Slab Acoustical Performance Overview

Summary

This study compares the acoustical performance of hollow-core slabs with different shapes of honey combs. After reviewing the results and confirming them with a forecasting calculation method, it appears that hollow-core slabs have a « generic » behaviour.

Generalisierung der akustischen Leistungen der Hohlplatten

Zusammenfassung

Die vorliegende Studie präsentiert einen Vergleich der akustischen Leistungen von Hohlplatten mit unterschiedlich geformten Einzelzellen. Angesichts dieser Ergebnisse und nach Bestätigung durch eine Prognosenrechenmethode ergibt sich, dass die Hohlplatten ein sogenanntes « generisches » akustisches Verhalten haben.

Generalización de las cualidades acústicas de las losas alveoladas

Resumen

Presentamos seguidamente un estudio comparativo de las cualidades acústicas de las losas alveoladas en formas de alveolos diferentes. A la vista de estos resultados y después de confirmación mediante un método de cálculo previsional, resulta que las losas alveoladas tienen un comportamiento acústico llamado « genérico ».

1. SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE

1.1 ORIGINE DE L'ÉTUDE

Une première étude avait montré que les exigences de la Nouvelle Réglementation Acoustique (NRA) et que des labels de l'association QUALITEL pouvaient être atteints avec un type de dalles alvéolées donné.

Il s'agissait dès lors de confirmer ces résultats aux autres types de dalles alvéolées existant sur le marché.

1.2 OBJECTIF DE L'ÉTUDE

Il s'agit de démontrer que les différents types de planchers à base de dalles alvéolées ont un comportement acoustique similaire tant sur le plan du chemin direct de transmission que sur le plan des transmissions latérales.

L'objectif final est ainsi de voir les dalles alvéolées intégrer la base de données du logiciel Acoubat en tant que produit générique.

D'une manière générale, une famille de produits est dite générique lorsque les produits qui la composent se ressemblent sur le plan de leur composition (matériaux), de leurs conditions de mise en œuvre et bien entendu dans le cas présent au niveau de leurs performances acoustiques.

1.3 MÉTHODOLOGIE

Un choix de dalles alvéolées existant sur le marché a été effectué. Des planchers à base de dalles alvéolées de formes d'alvéoles différentes mais de même masses surfaciques ont été retenus.

Un comparatif des performances acoustiques mesurées en laboratoire accrédité (indice d'affaiblissement acoustique, niveau normalisé de bruits d'impact) pour ces planchers a ensuite été réalisé.

De manière à apprécier plus précisément le comportement acoustique de ce type de planchers, des calculs prévisionnels d'indice d'affaiblissement acoustique ont été réalisés à l'aide du logiciel PIAA.Win.

1.4 RÉSULTATS

La comparaison des performances acoustiques de ces différents planchers a montré un comportement acoustique similaire quelque soit la forme des alvéoles.

Ces résultats ont été confirmés par le calcul prévisionnel.

Après examen de l'ensemble de ces données, le CSTB a donné son accord de principe pour intégrer les dalles alvéolées en tant que produit générique dans la base de données du logiciel Acoubat.

1.5 INTÉRÊT POUR L'INDUSTRIE DU BÉTON

Cette étude montre que les dalles alvéolées, quelle que soit la forme des alvéoles, ont un comportement acoustique similaire.

Cela ne peut que faciliter leur prescription en terme d'acoustique et ainsi favoriser le développement de leur utilisation dans le secteur du logement par exemple.

2. DOSSIER RECHERCHE

2.1 CRITÈRES DE CHOIX DES DALLES ALVÉOLÉES

Une première campagne de mesures en laboratoire avait été réalisée avec un type de dalles avec alvéoles circulaires (voir annexes 1 et 2).

Les planchers à base de dalles alvéolées ainsi testées sont :

- une dalle alvéolée de 16 cm d'épaisseur ;
- une dalle alvéolée de 26,5 cm d'épaisseur ;
- une dalle alvéolée de 26,5 cm d'épaisseur associée à une chape en béton de 6 cm d'épaisseur.

De manière à réaliser une étude comparative, d'autres dalles de formes d'alvéoles différentes conduisant à des planchers de même masses surfaciques ont été retenues et testées en laboratoire. Les coupes de ces planchers sont détaillées en annexes 1 et 2.

Il s'agit des planchers suivants :

- une dalle alvéolée de 16 cm d'épaisseur ;
- une dalle alvéolée de 24 cm d'épaisseur ;
- une dalle alvéolée de 24 cm d'épaisseur associée à une chape en béton de 6 cm d'épaisseur.

2.2 DESCRIPTIF DES DALLES

Matériau constitutif

Il s'agit ici de détailler les dispositions constitutives et de mise en œuvre des dalles alvéolées.

Béton. Résistance à la compression minimale à 28 jours : 50 - 60 MPa.

Mise en œuvre

Pose des éléments

Les dalles sont posées jointivement sur les appuis et généralement sans étalement intermédiaire.

Les longueurs d'appuis et d'ancrages sont calculées pour assurer la reprise de la composante horizontale de la bielle d'effort tranchant.

Solidarisation des éléments

Les joints entre éléments sont soigneusement bourrés au béton fin après humidification préalable, de façon à assurer le clavetage par clef en béton.

Cas des montages avec dalle de béton collaborante

Après pose des éléments dont la surface a été traitée en usine pour être rugueuse, on commence par solidariser les éléments par bourrage des joints avec un béton fin, puis sur les éléments nettoyés et humidifiés, on coule une dalle de 6 cm d'épaisseur, armée d'un treillis soudé anti-retrait.

Toutes ces dispositions sont communes aux dalles alvéolées.

2.3 PERFORMANCES ACOUSTIQUES DES DALLES ALVÉOLÉES

Les tableaux 1, 2 et 3 ci-dessous détaillent les résultats globaux des différents planchers à base de dalles alvéolées décrits ci-dessus.

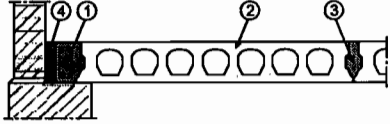
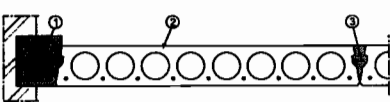
Descriptif des planchers	Épaisseur (cm)	Masse surfacique (kg/m ²)	Indice d'affaiblissement acoustique	Niveau de bruit de choc normalisé	Référence
 ① chaînage horizontal périphérique ② dalle alvéolée de 16 cm d'épaisseur ③ béton de clavetage ④ sable	16	235	$R_{rose} = 53 \text{ dB(A)}$ $R_w = 54 \text{ dB}$	$L_n = 86 \text{ dB(A)}$ $L_{nw} = 82 \text{ dB}$	PV CSTB AC97-185
 ① chaînage périphérique en béton ② dalle alvéolée de 16 cm d'épaisseur ③ béton de clavetage	16	238	$R_{rose} = 55 \text{ dB(A)}$ $R_w = 55 \text{ dB}$	$L_n = 86 \text{ dB(A)}$ $L_{nw} = 83 \text{ dB}$	PV CSTB n° 35985

Tableau 1 - Performances acoustiques des dalles alvéolées de 16 cm d'épaisseur

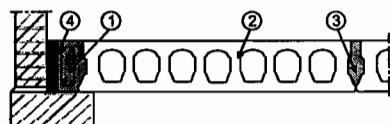
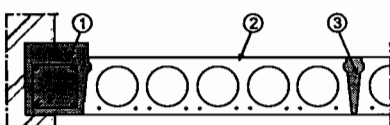
Descriptif des planchers	Épaisseur (cm)	Masse surfacique (kg/m ²)	Indice d'affaiblissement acoustique	Référence
 ① chaînage périphérique en béton ② dalle alvéolée de 24 cm d'épaisseur ③ béton de clavetage ④ sable	24	340	$R_{rose} = 56 \text{ dB(A)}$ $R_w = 57 \text{ dB}$	PV CSTB AC97-180
 ① chaînage périphérique en béton ② dalle alvéolée de 26,5 cm d'épaisseur ③ béton de clavetage	26,5	345	$R_{rose} = 58 \text{ dB(A)}$ $R_w = 59 \text{ dB}$	PV CSTB n° 35515

Tableau 2 - Performances acoustiques des dalles alvéolées de 24 et 26,5 cm d'épaisseur

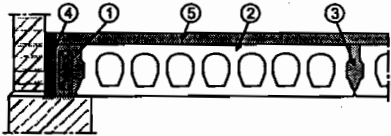
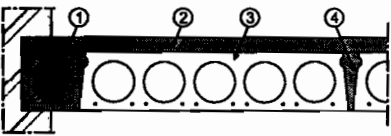
Descriptif des planchers	Épaisseur (cm)	Masse surfacique (kg/m ²)	Indice d'affaiblissement acoustique	Niveau de bruit de choc normalisé	Référence
 ① chaînage périphérique en béton ② dalle alvéolée de 24 cm d'épaisseur ③ béton de clavier ④ sable ⑤ dalle en béton armé de 6 cm d'épaisseur	24 + 6	485	$R_{rose} = 60 \text{ dB(A)}$ $R_w = 60 \text{ dB}$	$L_n = 78 \text{ dB(A)}$ $L_{nw} = 73 \text{ dB}$	PV CSTB AC97-180
 ① chaînage périphérique en béton ② chape en béton de 6 cm d'épaisseur ③ dalle alvéolée de 26,5 cm d'épaisseur ④ béton de clavier	26,5 + 6	483	$R_{rose} = 62 \text{ dB(A)}$ $R_w = 63 \text{ dB}$	$L_n = 82 \text{ dB(A)}$ $L_{nw} = 77 \text{ dB}$	PV CSTB n° 35515

Tableau 3 - Performances acoustiques des dalles alvéolées de 24 et 26,5 cm d'épaisseur associées à une chape en béton de 6 cm d'épaisseur

Au vu de ces résultats, quelques tendances apparaissent.

Dalles alvéolées de 16 cm

Indices d'affaiblissement acoustique R

Au niveau des résultats globaux, un écart de 2 dB(A) existe.

L'analyse des résultats par bandes de tiers d'octave montre :

- des fréquences critiques voisines ;
- une même pente des courbes au-delà des fréquences critiques ;
- une confirmation des résultats globaux et par bandes de tiers d'octave par le calcul prévisionnel réalisé à l'aide du logiciel PIAA.Win.

Les courbes sont données en annexe 3.

Niveaux normalisés de bruits d'impact L_n

Les indices globaux sont identiques ainsi que les courbes par tiers d'octave.

Dalles alvéolées de 24 et 26,5 cm

Indices d'affaiblissement acoustique R

Au niveau des résultats globaux, un écart de 2 dB(A) existe.

L'analyse des résultats par bandes de tiers d'octave montre :

- des fréquences critiques positionnées à 160 Hz ;
- une même pente des courbes au-delà des fréquences critiques ;

- une confirmation des résultats globaux et par bandes de tiers d'octave par le calcul prévisionnel réalisé à l'aide du logiciel PIAA.Win.

Dalles alvéolées de 24 et 26,5 cm associées à une chape en béton de 6 cm

Indices d'affaiblissement
acoustique R

Au niveau des résultats globaux, un écart de 2 dB(A) existe.

L'analyse des résultats par bandes de tiers d'octave montre :

- des fréquences critiques positionnées à 160 Hz ;
- une même pente des courbes au-delà des fréquences critiques ;
- une confirmation des résultats globaux et par bandes de tiers d'octave par le calcul prévisionnel réalisé à l'aide du logiciel PIAA.Win.

Niveaux normalisés de bruits
d'impact L_n

Pour cette configuration, on constate un écart de 4 dB(A) au niveau des résultats globaux. Le comportement acoustique constaté est cependant spécifique aux dalles alvéolées à savoir : niveaux basses fréquences plus faibles qu'une dalle pleine de même masse surfacique et pente des courbes plus raide.

En ce qui concerne les bruits d'impacts, les mesures réalisées sur site ont montré que si les valeurs globales entre les dalles béton pleines nues et les dalles alvéolées nues sont très voisines, on observe une différence sensible des spectres (voir figure 1).

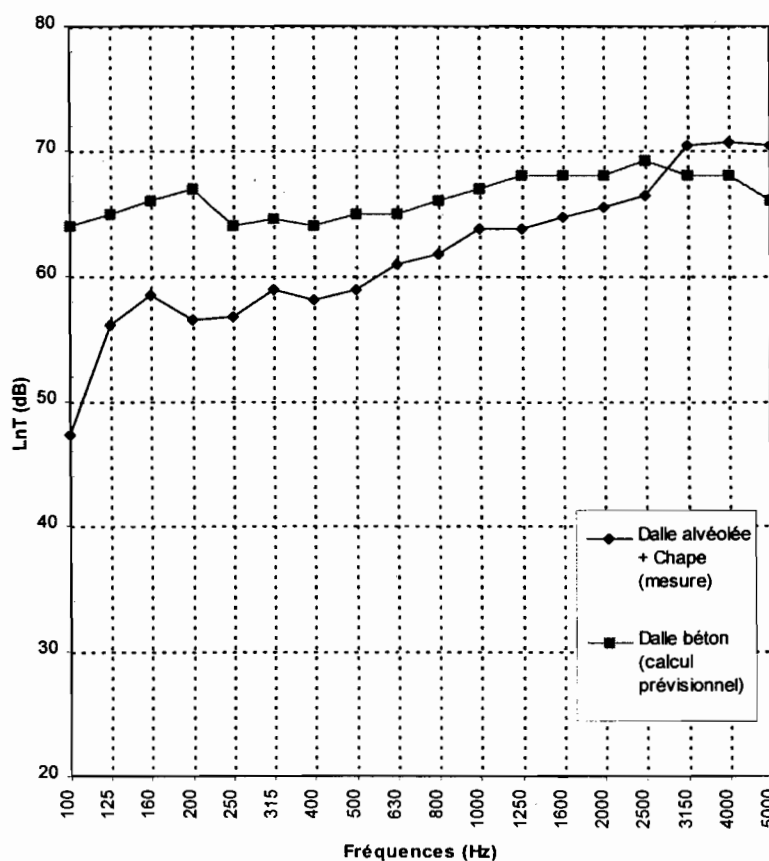


Figure 1

La pente des courbes par tiers d'octave est plus prononcée pour la solution dalle alvéolée avec chape, ce qui donne des niveaux basses fréquences pratiquement de 10 dB plus faibles.

Ainsi, la pose d'un revêtement de sol (qui agit en filtre passe-bas sur le spectre de bruit de chocs) sur dalles alvéolées (20 + 8 cm) produira une atténuation globale de 5 à 10 dB(A) supérieure à celle obtenue sur une dalle de béton de 18 cm.

D'autre part, une mesure de niveau normalisé de bruits de chocs a été réalisée entre deux appartements adjacents de même hauteur d'étage. Cela pour évaluer la transmission dalle alvéolée-refend (béton de 20 cm). Le résultat obtenu est de 66 dB(A) sans revêtement de sol.

Cas d'une jonction dalles courantes-refend en béton de 20 cm.

Mesure	Pièce émission	Pièces réception	Position dalles/jonction	Détails voir annexes	L_{nAT} (dB(A))
5	R + 1 - Apt T5 103 - Séj	R + 1 - Apt T3 102 - Ch1	Perpendiculaires	2,3	66,1

Avec revêtements de sols

Quand ils sont associés à un plancher, certains revêtements de sols apportent une amélioration au niveau normalisé de bruits 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 un revêtement de sol, ce dernier étant une sous-couche résiliante pour carrelage du type ASSOURV ($\Delta L = 17$ dB(A)).

Fréquences	Dalles alvéolées 20 cm + chape 8 cm + AssourV	Dalle pleine béton 18 cm + AssourV
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
	$L_{nAT} = 55,7$ dB(A)	$L_{nAT} = 63,3$ dB(A)

Tableau 4

L'efficacité dans les fréquences basses permet d'obtenir un gain de plus 7,6 dB(A) pour la dalle alvéolée avec revêtement par rapport à la dalle pleine béton de 18 cm avec le même revêtement. Les écarts de 2 à 4 dB(A) constatés entre les différents types de dalles alvéolées sans revêtement seront largement compensés par leur efficacité dans les basses fréquences.

2.4 TRANSMISSIONS LATÉRALES

Toutes les performances acoustiques présentées jusqu'à présent dans cette étude ne concernent que le chemin direct de transmission. Or, les réglementations acoustiques fixent des exigences d'isollements qui prennent en compte non seulement le chemin direct de transmission mais aussi les chemins latéraux de transmission.

Sur ce dernier point, une précédente étude réalisée par le CERIB sur un type de dalles avait montré que les dalles alvéolées vis-à-vis des transmissions latérales sont :

- aussi performantes que des dalles pleines de même masse surfacique pour les jonctions dalles/refend et dalles/façade (dans le cas où les dalles sont perpendiculaires à la façade) ;
- moins performantes que des dalles pleines en béton de même masse surfacique pour les jonctions dalles/façade (dans le cas où les dalles sont parallèles à la façade).

Par ailleurs, l'approche théorique de détermination des indices K_{ij} selon la norme pr EN 12354-1 est établie selon des relations fonction de la masse surfacique des éléments constitutifs des jonctions. C'est pourquoi, il apparaît au vu :

- des performances acoustiques similaires observées en laboratoire accrédité pour des dalles de même masses surfaciques ;
- du bon comportement des dalles alvéolées déjà observé vis-à-vis des transmissions latérales par rapport à des dalles pleines de mêmes masses surfaciques ;

que l'approche européenne basée sur la seule masse surfacique des éléments constitutifs d'une jonction peut aussi s'appliquer aux dalles alvéolées.

C'est d'ailleurs pourquoi le CSTB a donné son accord de principe pour intégrer les dalles alvéolées comme produit générique dans la future version du logiciel Acoubat.

2.5 CONCLUSION

Cette étude comparative confirme tout d'abord, si cela était nécessaire, qu'en ce qui concerne leur constitution et leurs conditions de mise en œuvre les dalles alvéolées appartiennent à une même famille de produits.

Sur le plan des performances acoustiques, plusieurs enseignements peuvent être dégagés des comparaisons réalisées.

Les dalles alvéolées de même masses surfaciques mais de formes d'alvéoles différentes bien qu'ayant des indices d'affaiblissement

acoustique avec un écart moyen de 2 dB(A)*, ont la même allure de spectre et un même positionnement des fréquences critiques. Cela est d'ailleurs vérifié par le calcul prévisionnel.

C'est pourquoi, le CSTB, après examen de ces résultats, a confirmé que les dalles alvéolées remplissent bien les critères d'une famille de produits génériques. Les dalles alvéolées intégreront donc le logiciel Acoubat en tant que tel.

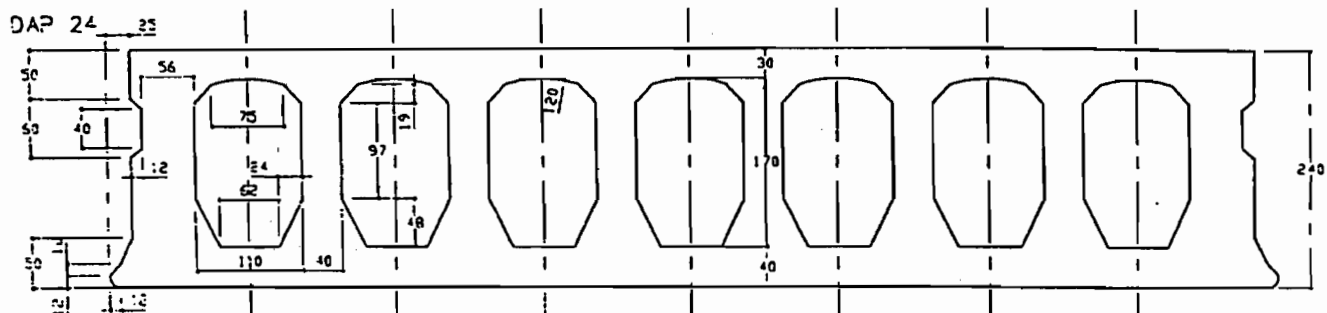
Cela ne pourra que faciliter la prescription acoustique pour ces produits.

* Compris dans la plage de tolérance ± 3 dB(A).

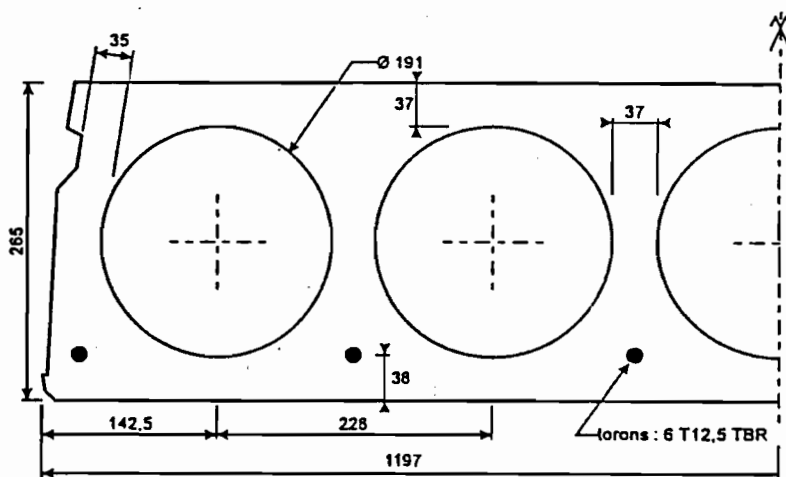
[illegible]

- 17 -

**ANNEXE 2 - COUPES
SUR DALLES
ALVÉOLÉES DE 24 ET
26,5 CM D'ÉPAISSEUR**



Coupe sur dalle de 24 cm d'épaisseur

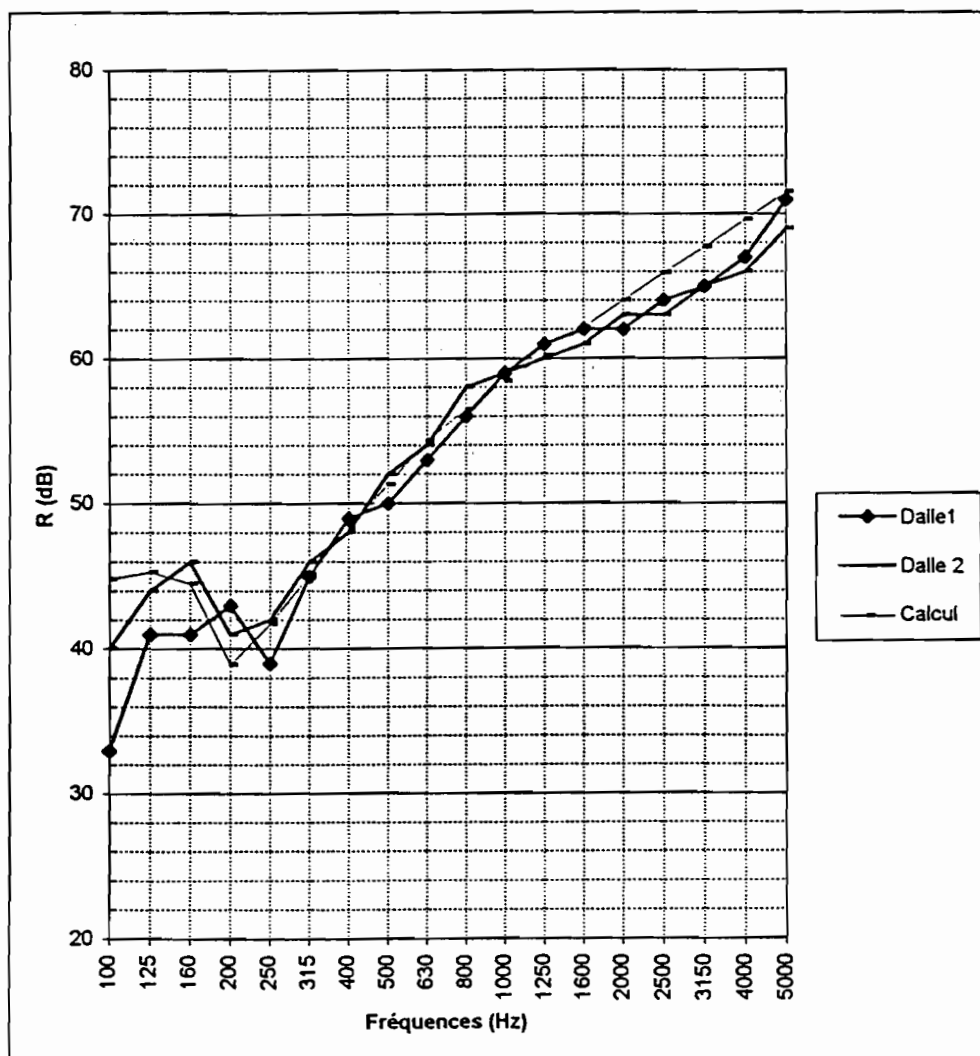


Coupe sur dalle 26,5 d'épaisseur

**ANNEXE 3 - COURBES
DE COMPARAISON
DES INDICES
D'AFFAIBLISSEMENT
ACOUSTIQUE ET DES
NIVEAUX NORMALISÉS
DE BRUITS D'IMPACT**

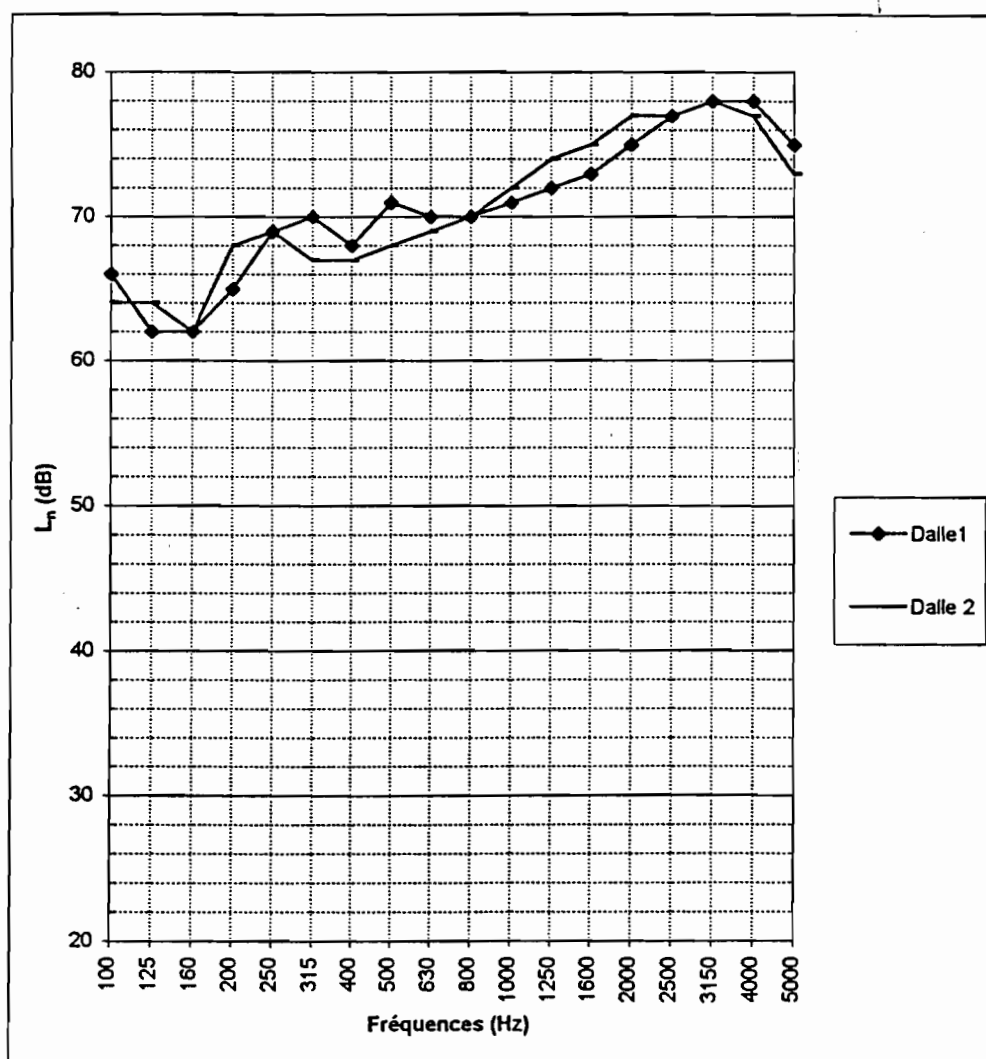
**COMPARAISON DE L'INDICE
D'AFFAIBLISSEMENT
ACOUSTIQUE POUR DEUX
DALLES ALVÉOLÉES DE 16 CM
D'ÉPAISSEUR**

Fréquences (Hz)	Dalle1	Dalle2	Calcul
100	33	40	44.8
125	41	44	45.3
160	41	46	44.5
200	43	41	38.9
250	39	42	41.7
315	45	46	45.1
400	49	48	48.3
500	50	52	51.3
630	53	54	54.3
800	56	58	56.5
1000	59	59	58.4
1250	61	60	60.2
1600	62	61	62.1
2000	62	63	64
2500	64	63	65.9
3150	65	65	67.7
4000	67	66	69.6
5000	71	69	71.5
R (dB(A))	53	55	54
R _w (dB)	54	55	55
Extrait PV CSTB	n° AC97-185	n° 35985	



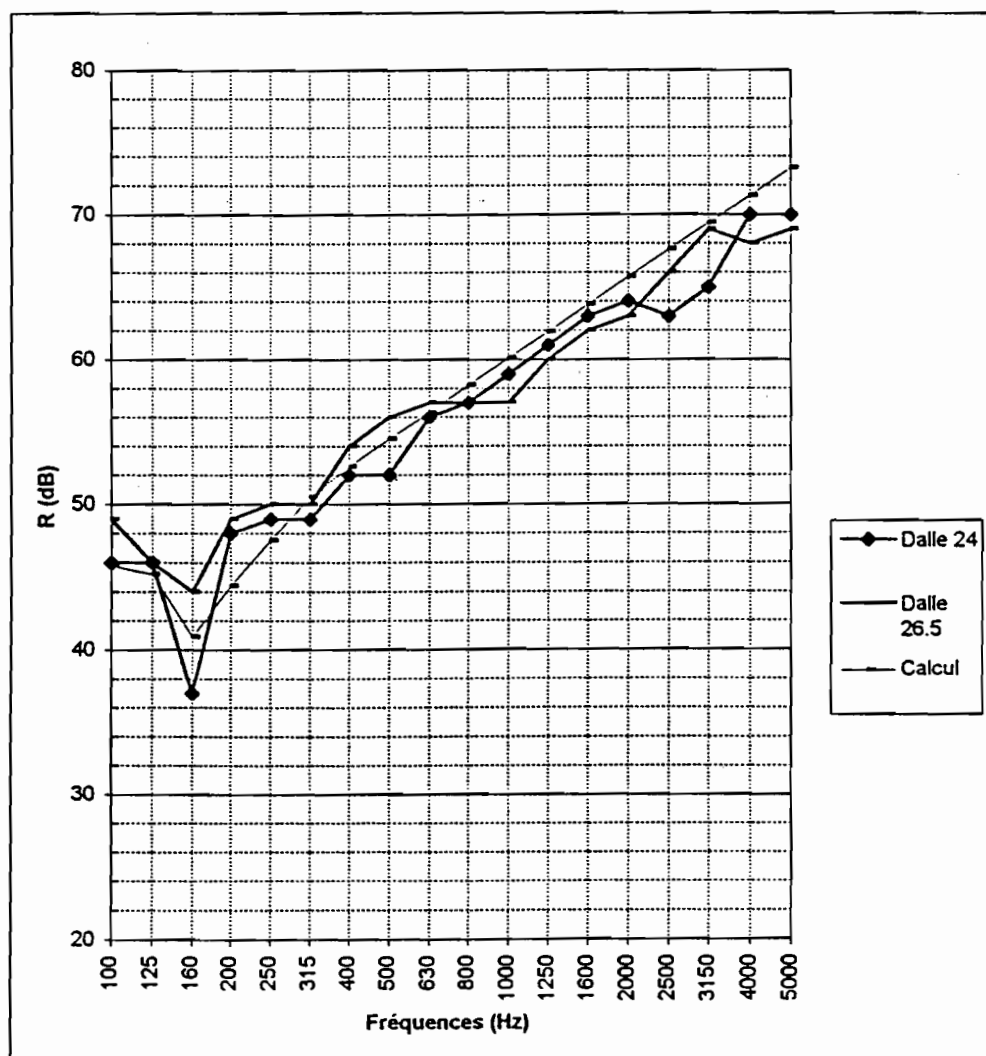
**COMPARAISON DES NIVEAUX
NORMALISÉS DE BRUITS D'IMPACT
POUR DEUX DALLES ALVÉOLÉES DE
16 CM D'ÉPAISSEUR**

Fréquences (Hz)	Dalle1	Dalle2
100	66	64
125	62	64
160	62	62
200	65	68
250	69	69
315	70	67
400	68	67
500	71	68
630	70	69
800	70	70
1000	71	72
1250	72	74
1600	73	75
2000	75	77
2500	77	77
3150	78	78
4000	78	77
5000	75	73
L_n (dB(A))	86	86
$L_{n,w}$ (dB)	82	83
Extrait PV CSTB	n° AC97-185	n° 35985



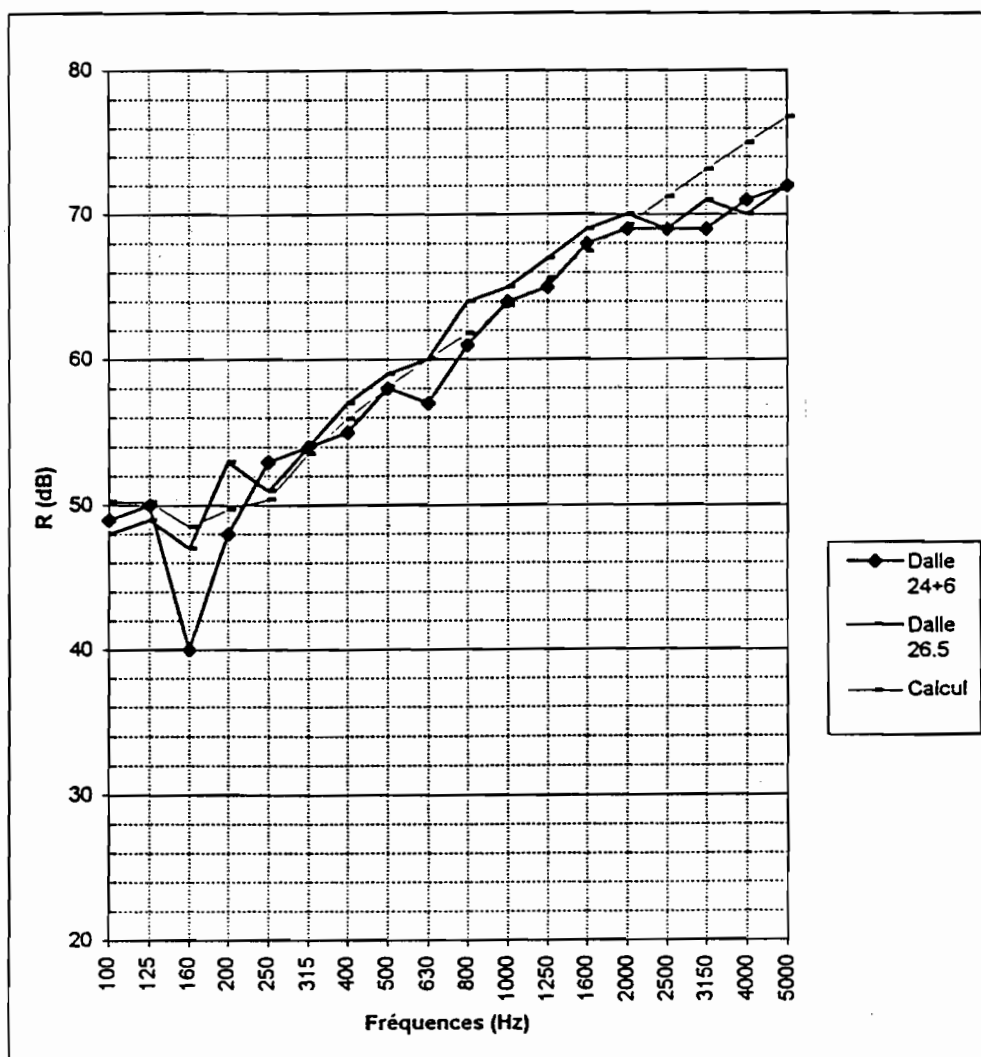
**COMPARAISON DE L'INDICE
D'AFFAIBLISSEMENT
ACOUSTIQUE POUR DEUX
DALLES ALVÉOLÉES DE
24 CM ET 26.5 CM D'ÉPAISSEUR**

Fréquences (Hz)	Dalle 24	Dalle 26.5	Calcul
100	46	49	45.8
125	46	46	45.2
160	37	44	40.9
200	48	49	44.4
250	49	50	47.5
315	49	50	50.5
400	52	54	52.6
500	52	56	54.5
630	56	57	56.3
800	57	57	58.2
1000	59	57	60.1
1250	61	60	61.9
1600	63	62	63.8
2000	64	63	65.7
2500	63	66	67.6
3150	65	69	69.4
4000	70	68	71.3
5000	70	69	73.2
R (dB(A))	56	58	58
Rw (dB)	57	59	58
Extrait PV CSTB	n° AC97-180	n° 35515	



**COMPARAISON DE L'INDICE
D'AFFAIBLISSEMENT
ACOUSTIQUE POUR DEUX
DALLES ALVÉOLÉES DE
24 CM ET 26.5 CM D'ÉPAISSEUR
ASSOCIÉES À UNE CHAPE EN
BÉTON DE 6 CM D'ÉPAISSEUR**

Fréquences (Hz)	Dalle 24+6	Dalle 26.5+6	Calcul
100	49	48	50.2
125	50	49	50.2
160	40	47	48.5
200	48	53	49.7
250	53	51	50.4
315	54	54	53.5
400	55	57	55.9
500	58	59	58.1
630	57	60	60
800	61	64	61.8
1000	64	65	63.7
1250	65	67	65.6
1600	68	69	67.4
2000	69	70	69.3
2500	69	69	71.2
3150	69	71	73.1
4000	71	70	75
5000	72	72	76.8
R (dB(A))	60	62	62
Rw (dB)	60	63	62
Extrait PV CSTB	n° AC97-180	n° 35515	



**COMPARAISON DES NIVEAUX
NORMALISÉS DE BRUITS D'IMPACT
POUR DEUX DALLES ALVÉOLÉES DE
24 CM ET 26.5 CM D'ÉPAISSEUR
ASSOCIÉES À UNE CHAPE EN BÉTON
DE 6 CM D'ÉPAISSEUR**

Fréquences (Hz)	Dalle24+6	Dalle26.5+6
100	57	57
125	56	53
160	64	57
200	58	57
250	57	62
315	59	58
400	59	58
500	62	60
630	62	64
800	63	64
1000	64	65
1250	64	67
1600	66	67
2000	66	70
2500	67	73
3150	71	72
4000	70	75
5000	70	74
L_n (dB(A))	78	82
$L_{n,w}$ (dB)	73	77
Extrait PV CSTB	n° AC97-180	n° 35515

