Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

# 3. ETUDE THERMIQUE ET ACOUSTIQUE DE LA TOITURE DE LA SALLE D'ARTS PLASTIQUES

Votre situation : vous êtes technicien économiste dans un bureau d'études de l'équipe de maîtrise d'œuvre. Vous participez à la phase APD au cours de laquelle il vous est demandé de déterminer les épaisseurs d'isolant de la toiture et de vérifier l'acoustique de la salle d'arts plastiques.

Pour cela vous disposez des informations suivantes :

⇒ Coupes AA et 1-1 (voir présentation de l'ouvrage)

⇒ Vue en plan de la salle d'arts plastiques (voir présentation de l'ouvrage)

⇒ Le projet se situe en zone H1 pour les études thermiques

⇒ Valeurs des déperditions de référence selon les règles Th U de la RT 2000 (DOC. 3.1)

⇒ Définition de la hauteur d'un plénum « feu » et d'un plénum « acoustique » (DOC. 3.2)

⇒ Extrait de l'avis technique du système de couverture utilisé « Kal Zip » : principe de montage et paragraphes 5 et 6 (DOC. 3.3 et DOC. 3.4)

⇒ La lame d'air du comble ne sera pas prise en compte dans les calculs.

Pour assurer la protection vis à vis de l'incendie de la charpente et de la couverture, la réglementation applicable aux ERP impose de mettre en place un faux plafond CF ½ h en sous face de la charpente bois.
Ce faux plafond est constitué d'une plaque de plâtre BA 15 montée sur une ossature métallique fixée sur la charpente à l'aide de suspentes. Le plénum minimal doit être de 250 mm. Un isolant en laine minérale d'épaisseur 60 mm est placé dans le plénum, sur la plaque de plâtre.

## 3.1. Epaisseur d'isolant thermique à prévoir en toiture

Afin de faire un premier choix d'épaisseur d'isolant à placer en toiture, on vous suggère de respecter les exigences thermiques minimales (voir doc. 3.1).

***En utilisant un matériau de conductivité égale à 0,04 W/mK, déterminer l'épaisseur minimale totale d'isolant thermique à mettre en œuvre pour la couverture et le plafonnage.***

## 3.2. Dispositif thermique

***Listez et commentez (sans calculs) quels éléments doivent être pris en compte dans le calcul réel des déperditions par la partie supérieure de la salle d'arts plastiques.***

## 3.3. Etude acoustique de la salle d'arts plastiques

On cherche à valider la correction acoustique de la salle ,vis à vis des prescriptions sur la valeur du temps de réverbération (Tr) demandée par l'arrêté du 9/1/1995.

Pour cette étude vous disposez des documents suivants :

⇒ Extrait de l'arrêté du 9/1/95 concernant la correction acoustique des locaux d'enseignement (valeurs de TR) (DOC. 3.5)

⇒ Mode de calcul du Tr et valeurs des coefficients alpha w ($\alpha_w$) des parois (DOC. 3.6)

⇒ Performances acoustiques des faux plafonds non démontables KNAUF Delta 4 (DOC. 3.7)

⇒ Mise en œuvre des faux plafonds acoustique non démontables KNAUF Delta 4 (DOC. 3.8)

### 3.3.1. Exigence réglementaire

***En vous aidant de l'extrait de l'arrêté du 9/1/95 (DOC. 3.5), déterminez la plage de valeurs dans laquelle doit se situer le Tr pour cette salle. Justifiez votre réponse.***

### 3.3.2. Calcul de Tr

Le mode de calcul du Tr est donné sur le document DOC. 3.6. Vous disposez des coefficients alpha w ($\alpha_w$) des parois de la salle d'arts plastiques présentés dans le tableau ci-dessous.

| LOCALISATION | NATURE DU REVETEMENT | ALPHA W |
|---|---|---|
| PLAFOND COUPE FEU | PLAQUE DE PLATRE | 0.03 |
| SOL | REVETEMENT PLASTIQUE | 0.06 |
| MUR VITRE COTE PATIO | VITRAGE | 0.03 |
| MUR OPPOSE AU MUR VITRE | CLOISON 10 CM | 0.04 |
| MUR COTE DEPOT | CLOISON 10 CM | 0.04 |
| MUR COTE CASIERS ELEVES | CLOISON 10 CM | 0.04 |

***Calculez le Tr pour ce local avec le plafond coupe-feu en plaque de plâtre. Comparez la valeur trouvée avec la réglementation. Conclure.***

### 3.3.3. Choix du faux plafond acoustique

On envisage d'améliorer la correction acoustique de cette salle par la mise en place d'un faux plafond acoustique dont l'objectif est de ramener le Tr à une valeur de 0,75 seconde environ, selon les recommandations du bureau d'études acoustique. Pour cela vous disposez des coefficients alpha w ($\alpha_w$) des parois de la salle d'arts plastiques présentés dans le tableau précédent.

***Calculez la valeur alpha w ($\alpha_w$) du faux plafond.***

***Choisissez un faux plafond qui convient parmi ceux proposés dans la documentation fournie, en tenant compte de l'encombrement de la solution retenue. Justifiez votre choix.***

### 3.4. Représentation graphique de la toiture

A partir de l'amorce de dessin fournie (DOCUMENT REPONSE DR 3.9) sur laquelle on distingue :

- la fermette industrialisée
- le chéneau
- l'axe des pannes recevant les bacs Kal Zip
- le niveau inférieur du faux plafond

et afin de choisir une section de bois appropriée pour les pannes supportant les bacs, vous disposez du tableau présenté ci-dessous :

| **TYPES DE BOIS** (SAPIN TRAITE CLASSE 2) | **SECTIONS (dimensions en mm)** |
|---|---|
| Poutre brute | 100 x 100 |
| Madrier | 75 x 150 / 75 x 225 |
| Bastaing | 50 x 100 / 50 x 150 / 63 x 175 / 75 x 100 |
| Chevron | 63 x 75 / 75 x 75 |
| Demi -chevron | 38 x 63 / 38 x 75 |

***Représentez, avec cotation (éléments, plénum, ...) et annotations (nature des matériaux, ...) :***

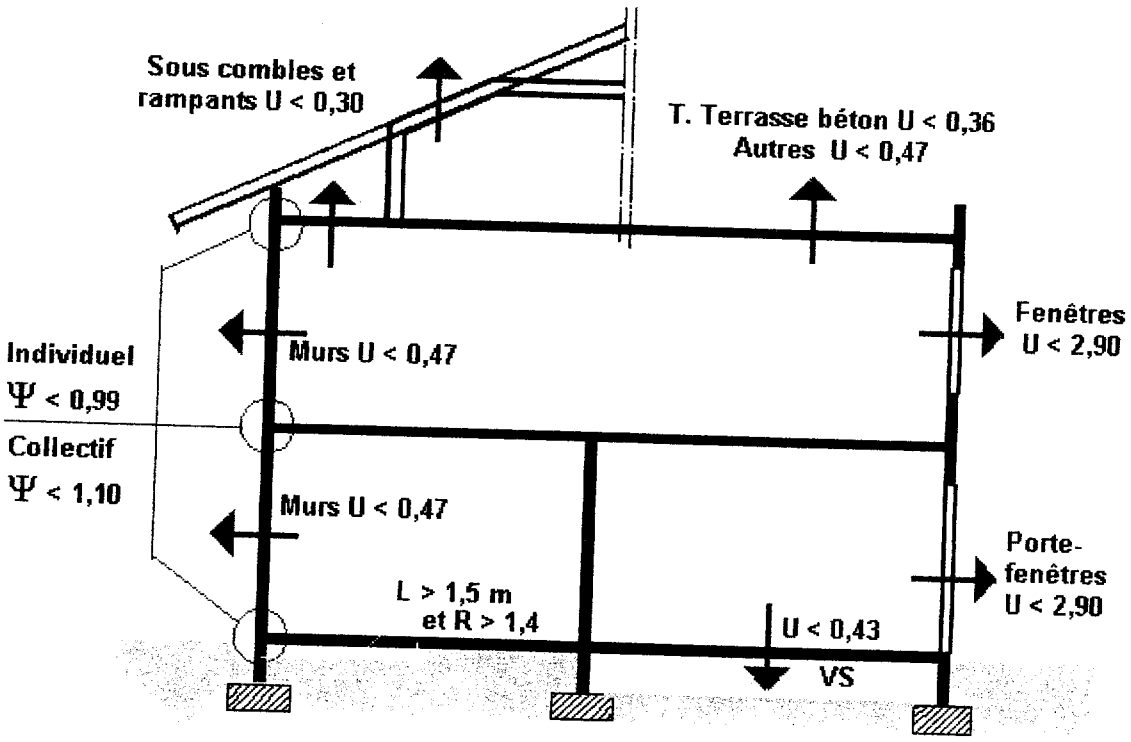
- ***les isolants (y compris le traitement éventuel des ponts thermiques)***
- ***les bacs Kal Zip et les pannes formant support***
- ***le faux plafond « feu »***
- ***le faux plafond acoustique***

# DOC. 3.1

# EXIGENCES THERMIQUES MINIMALES

| Parois | Coefficient U maximal W/(m².K) |
|---|---|
| - Murs opaques en contact avec l'extérieur ou avec le sol(1) | 0.47 |
| - Planchers sous combles et rampants des combles aménagés | 0.30 |
| - Planchers bas donnant sur l'extérieur ou sur un parking collectif, et toitures-terrasses en béton ou en maçonnerie | 0.36 |
| - Autres planchers hauts | 0.47 |
| - Planchers bas donnant sur un vide sanitaire | 0.43 |
| - Fenêtres et portes-fenêtres prises nues | 2.90 |
| - Façades rideaux (voir définition au § 1.4) | 2.90 |

*(1) Cette exigence s'applique également à chaque jouée (face latérale) de lucarnes, dont la surface est supérieure ou égale à 0 5 m²*



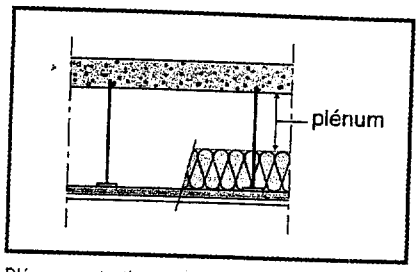
# DOC. 3.2

## Dispositions particulières pour les plafonds non démontables

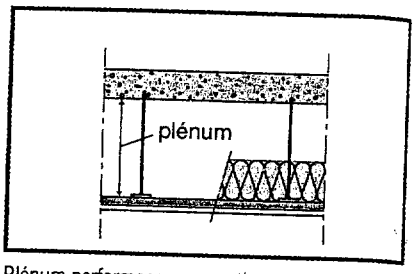
**Définition du plénum d'un faux-plafond**

**Pour la protection au feu,** le plénum comprendra la distance séparant le dessus du matelas de laine minérale à la dalle support.

Pour les performances acoustiques, le plénum s'entend du dessus de la plaque de plâtre à la dalle du support.




Plénum protection au feu

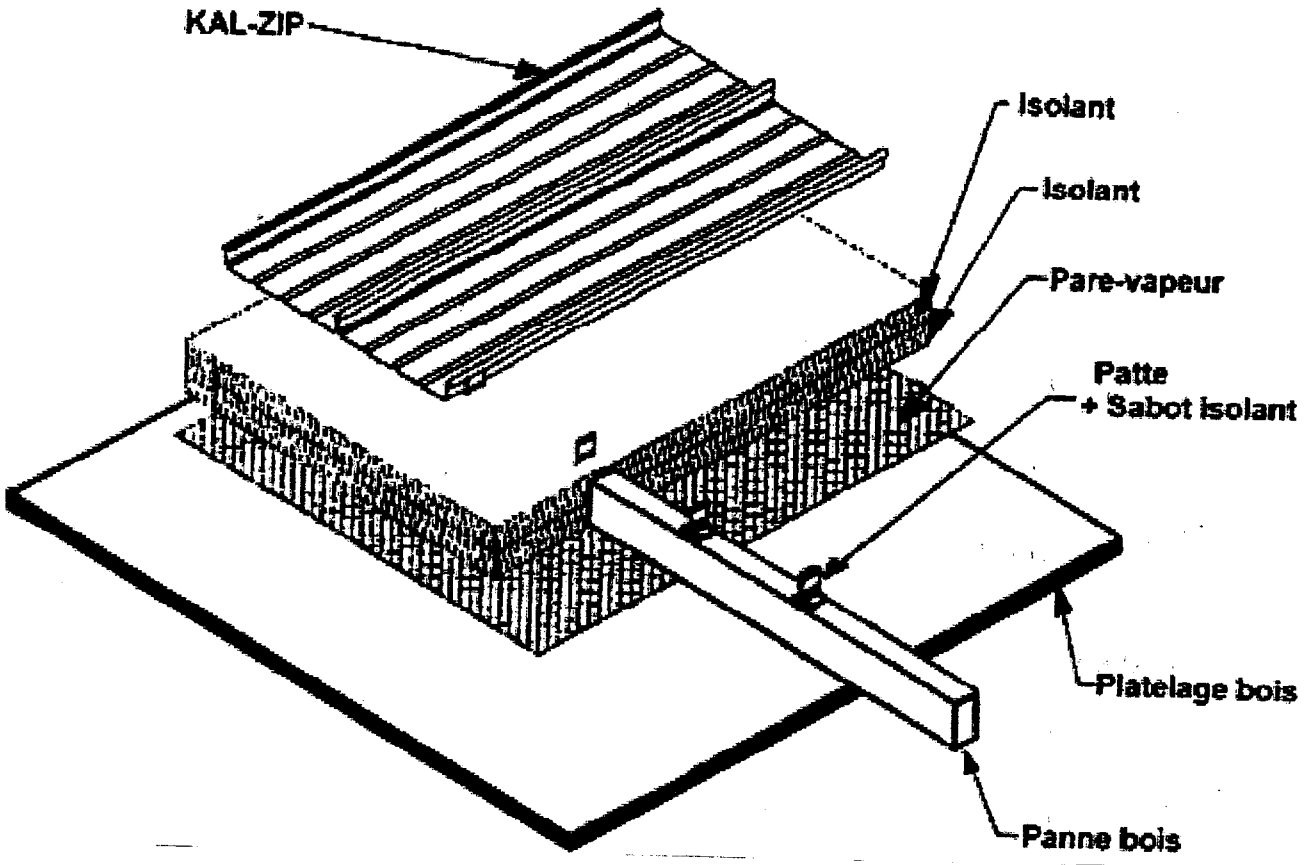



Plénum performances acoustiques

Laines minérales en ERP : utiliser des laines minérales avec pare-vapeur M1 lorsqu'un isolant avec pare-vapeur est nécessaire.

# DOC. 3.3

## PANNEAU DE COUVERTURE KAL-ZIP
### PRINCIPE DE MONTAGE




Le système KAL-ZIP est un système autoporteur de couverture en aluminium à joint debout semi-industrialisé à libre dilatation destiné à la réalisation de bâtiments de toutes destinations. Il est composé de bacs métalliques en aluminium assemblés et sertis longitudinalement, fixés à la structure par l'intermédiaire de fixations non traversantes rendues invisibles par construction. Le système KAL-ZIP peut être mis en œuvre en couverture sèche ou en couverture chaude reconstituée, associé à une isolation thermique

*Largeur utile des bacs :*
305 mm, 333 mm, 400 mm pour le KAL-ZIP standard

*Épaisseurs :*
0,7 mm, 0,8 mm, 0,9 mm et 1,0 mm avec une tolérance de ± 0,03 mm
1,2 mm avec une tolérance de ± 0,04 mm

*Hauteur des relevés latéraux :*
63 mm

*Hauteur des pattes de fixation :*
81 mm

## 5. Cas particulier des « couvertures froides ventilées » (fig. 19)

Le système KAL-ZIP® peut être utilisé pour la réalisation de couvertures dites « sèches », c'est-à-dire sans isolation rapportée en sous face des bacs. Afin de lutter contre les risques d'apparition de condensation en fonction des variations hygro-thermiques de l'environnement, la conception de l'ouvrage devra tenir compte des éléments suivants :

- la charpente devra être réalisée de telle façon que l'air puisse librement circuler dans le comble ;
- une ventilation,suivant les principes et dimensionnement du DTU 40.36 ;
- la mise en place d'un complément intérieur «régulateur de condensation» du type AQUASINE ® ou similaire doit être envisagé afin de réguler les pics instantanés de condensation.

## 6. Cas particulier des « toitures chaudes »

### 6.1 Généralités (fig. 20 à 23)

La toiture chaude est reconstituée par assemblage des éléments constitutifs suivants :

- éléments structurels de charpente ;
- sous-face intérieure, ayant pour simple rôle le maintien en place des divers composants du complexe. Cette sous-face peut être constituée par une dalle béton, un bac métallique, un platelage bois, un panneau isolé ou non, un grillage métallique, un feutre tendu ou toute autre forme de produit capable de reprendre son propre poids et le poids des composants de l'isolation rapportée ;
- matériaux acoustique, lorsque des performances acoustiques sont requises ;
- pare-vapeur indépendant, ayant pour rôle de limiter ou empêcher la migration de vapeur d'eau et donc l'apparition de condensation (point de rosée) dans l'isolant ;
- dispositif écarteur éventuel (type « oméga » métallique ou lisse bois par exemple) solidaire des pannes, permettant de s'affranchir de la sous-face intérieur et de contrôler la répartition des efforts sur la structure porteuse. Les pattes KAL-ZIP® sont alors fixées sur ce dispositif écarteur ;
- isolant thermique, disposé en deux couches parallèles décalées. L'épaisseur de l'isolant dépend des caractéristiques requises pour le chantier. Lorsque cela est possible (laine de verre de densité 20 kg/m³), l'isolant doit être légèrement sur-dimensionné (surépaisseur de 10 % environ) afin de pouvoir être comprimé lors de la pose du bac KAL-ZIP® ;
- bacs KAL-ZIP® extérieurs.

# DOC. 3.5

## • Locaux d'enseignements

• *Arrêté du 9 janvier 1995 relatif à la limitation du bruit dans les établissements d'enseignements.*

Les performances à respecter en matière de construction des établissements d'enseignement sont résumées ci-après. Cet arrêté est applicable pour tous les projets dont le permis de construire a été déposé après le 10 janvier 1996.

### - Correction acoustique

| Locaux meublés non occupés | Durée de réverbération moyenne 500, 1000, 2000 Hz |
|---|---|
| Salles de repos, d'exercice et de jeux des écoles maternelles | 0.4 < TR ⩽ 0.8 seconde |
| Local d'enseignement, de musique, d'études, d'activités pratiques, salle à manger et salle polyvalente de volume V ⩽ 250 m³ | |
| Local médical ou social, infirmerie, sanitaires, administration, foyer, salle de réunion, bibliothèque, CDI | |
| Local d'enseignement, de musique, d'études ou d'activités pratiques de volume V > 250 m³ | 0.6 < TR ⩽ 1.2 seconde |
| Salle à manger et salle polyvalente de volume V > 250 m³ | 0.6 < TR ⩽ 1.2 seconde et étude obligatoire pour avoir une bonne intelligibilité |
| Circulations, halls et préaux | Aire d'absorption Sabine ( moyenne 500, 1000, 2000 Hz ) > 2/3 Ssol |
| Ateliers bruyants ( Lp ≥ 85 dB(A) ) | Étude obligatoire pour limiter la réverbération |
| Salle de sport | Conforme à l'arrêté des salles sportives |

# DOC. 3.6

**• Coefficient d'absorption Alpha ($\alpha$) Sabine**

C'est la quantité d'énergie sonore non réfléchie (absorbée et parfois transmise) par un matériau.

$$0 \leqslant \alpha \leqslant 1$$

Si : $\alpha = 1$ on a un matériau totalement absorbant
Si : $\alpha = 0$ on a un matériau totalement réfléchissant

L'indice $\alpha_w$ est un indice global obtenu par comparaison du spectre du coefficient d'absorption $\alpha$ mesuré avec une courbe de référence standard. $\alpha_w$ est la valeur à 500 Hz de la courbe de référence qui se rapproche le mieux de la courbe mesurée.

**• Aire équivalente d'absorption A**

L'aire équivalente d'absorption A, exprimée en m², caractérise le pouvoir absorbant d'un local. Plus elle est grande, plus le local est « sourd ».

$$A = \Sigma \alpha_i S_i$$

Où les $S_i$ sont les différentes surfaces des parois affectées de leur coefficient d'absorption $\alpha_i$ :

**• Durée de réverbération T ou Tr**

La durée de réverbération caractérise l'absorption d'un local. On peut la définir comme étant le temps mis par un son pour y décroître de 60 dB après arrêt de la source. Elle s'exprime en secondes (s).

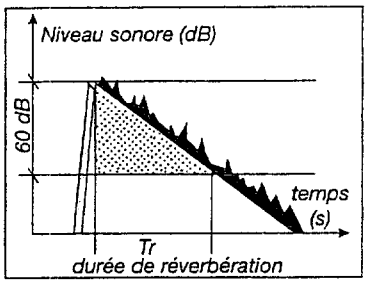



*Figure 11 : durée de réverbération*

La durée de réverbération est fonction du volume du local et des coefficients d'absorption des différents matériaux mis en œuvre sur les parois. Elle peut être calculée par la formule suivante (formule de Sabine) valable pour des locaux faiblement absorbants et avec une bonne diffusion du son. Pour des locaux absorbants ou de forme particulière, il faut utiliser des modèles de type rayons.

$$Tr = \frac{0.161V}{A}$$

où
V : volume du local
A : aire équivalente d'absorption

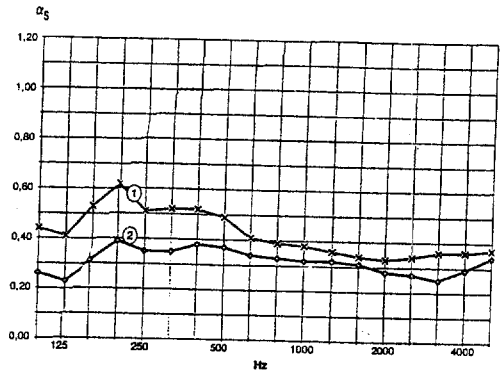
# DOC. 3.7

# KNAUF Delta 4

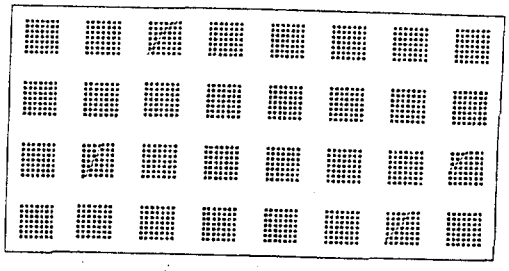
# PL 312

## Gamme

### Delta 4 rond 4

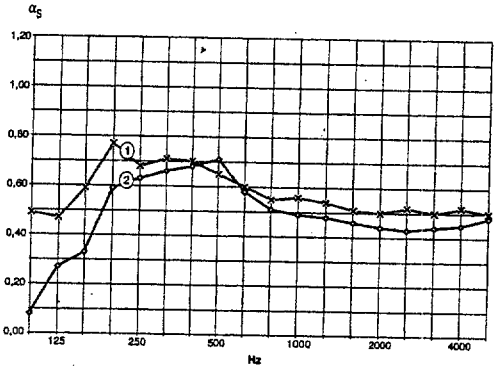



| | Courbe | Fréquences (Hz) 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\alpha_S$ (plénium 200 mm + LM60) | 1 | 0,46 | 0,55 | 0,47 | 0,38 | 0,34 | 0,36 | $\alpha_W = 0,40$ |
| $\alpha_S$ (plénium 200 mm sans LM) e | 2 | 0,27 | 0,36 | 0,36 | 0,32 | 0,29 | 0,29 | $\alpha_W = 0,35$ |

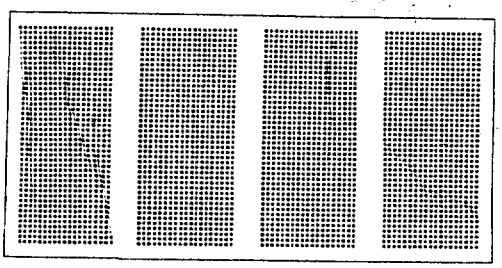


Taux de perforation : 6,15%
Dimensions : 2400 x 1200 mm

### Delta 4 rond 5

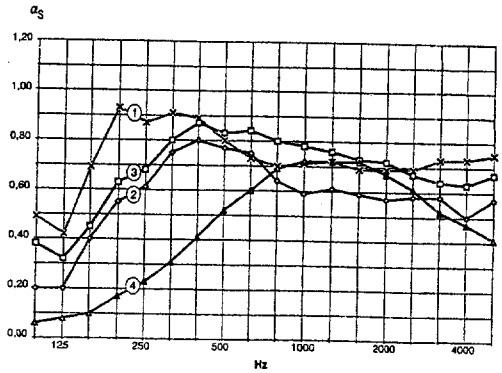



| | Courbe | Fréquences (Hz) 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\alpha_S$ (plénium 20' mm + LM60) e | 1 | 0,52 | 0,72 | 0,65 | 0,55 | 0,51 | 0,51 | $\alpha_W = 0,55$ |
| $\alpha_S$ (plénium 20 mm sans LM) e | 2 | 0,23 | 0,63 | 0,66 | 0,49 | 0,44 | 0,46 | $\alpha_W = 0,50$ |

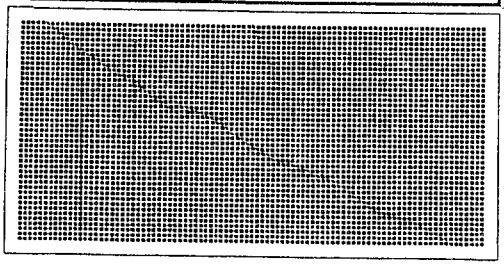


Taux de perforation : 12,83%
Dimensions : 2400 x 1200 mm

### Delta 4 quadril 1




| | Courbe | Fréquences (Hz) 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\alpha_S$ (plénium 200 mm + LM60) | 1 | 0,53 | 0,90 | 0,81 | 0,71 | 0,69 | 0,74 | $\alpha_W = 0,75$ |
| $\alpha_S$ (plénium 200 mm sans LM) | 2 | 0,27 | 0,64 | 0,77 | 0,61 | 0,58 | 0,55 | $\alpha_W = 0,65$ |
| $\alpha_S$ (plénium 50 mm + LM45) | 3 | 0,38 | 0,70 | 0,85 | 0,78 | 0,71 | 0,65 | $\alpha_W = 0,75$ |
| $\alpha_S$ (plénium 50 mm sans LM) | 4 | 0,08 | 0,24 | 0,51 | 0,71 | 0,67 | 0,47 | $\alpha_W = 0,50$ |



Taux de perforation : 19,53%
Dimensions : 2400 x 1200 mm

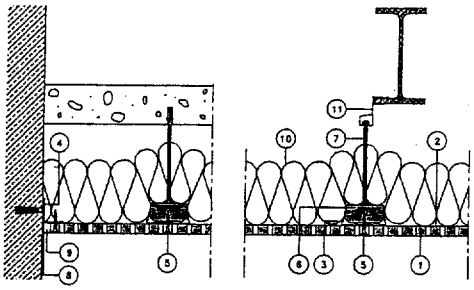
# DOC. 3.8

# KNAUF Delta

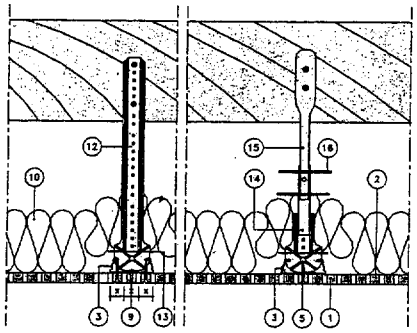
# PL 312

## Mise en oeuvre

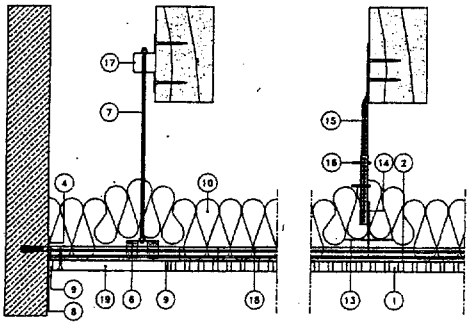
**Coupe AA**



**Coupe BB**



**Coupe CC**



1. Plaque KNAUF Delta *
2. Voile acoustique
3. Fourrure FL55
4. Cornière 25/30
5. Vis TF 25
6. Suspente pivot
7. Tige filetée ø 6mm < 1m
8. Bande adhésive
9. Jeu de 2-3 mm traité à l'UNIFLOTT
10. Isolant fibre minérale
11. Attache M6 TI
12. Suspente bois
13. Support d'isolant
14. Pied de suspente réglable pour FL55
15. Tête de suspente réglable
16. Goupilles
17. Attache universelle
18. Eclisse fourrure
19. Bande de plaque KS BA 13
20. Emplacement des suspentes

* Epaisseur de la plaque : 13 mm

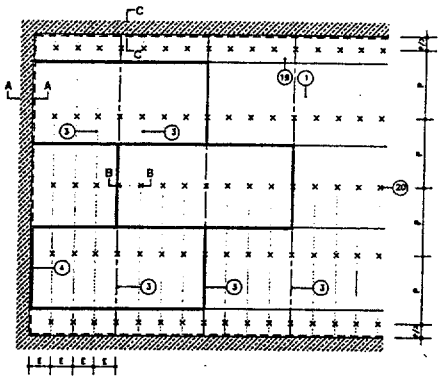


*Fig. 1 : P=portées suspentes<1000 mm et E=entraxe FL55<313 mm*

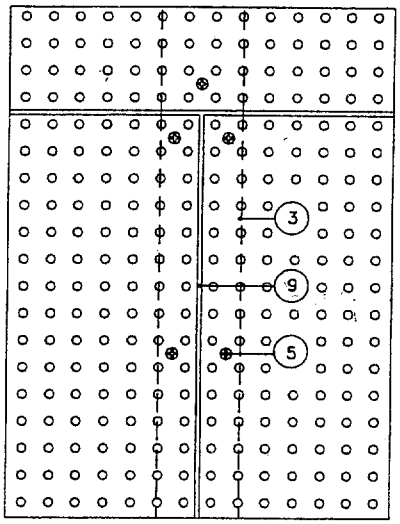


*Fig. 2 Pose des plaques*

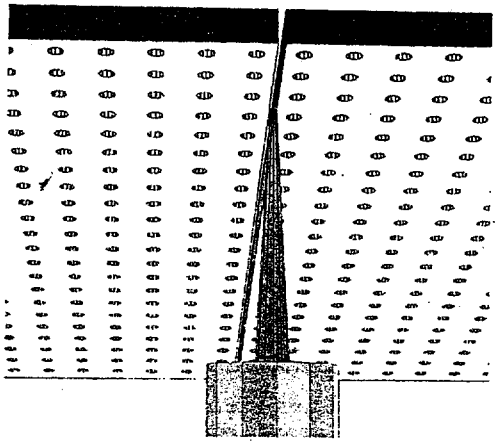
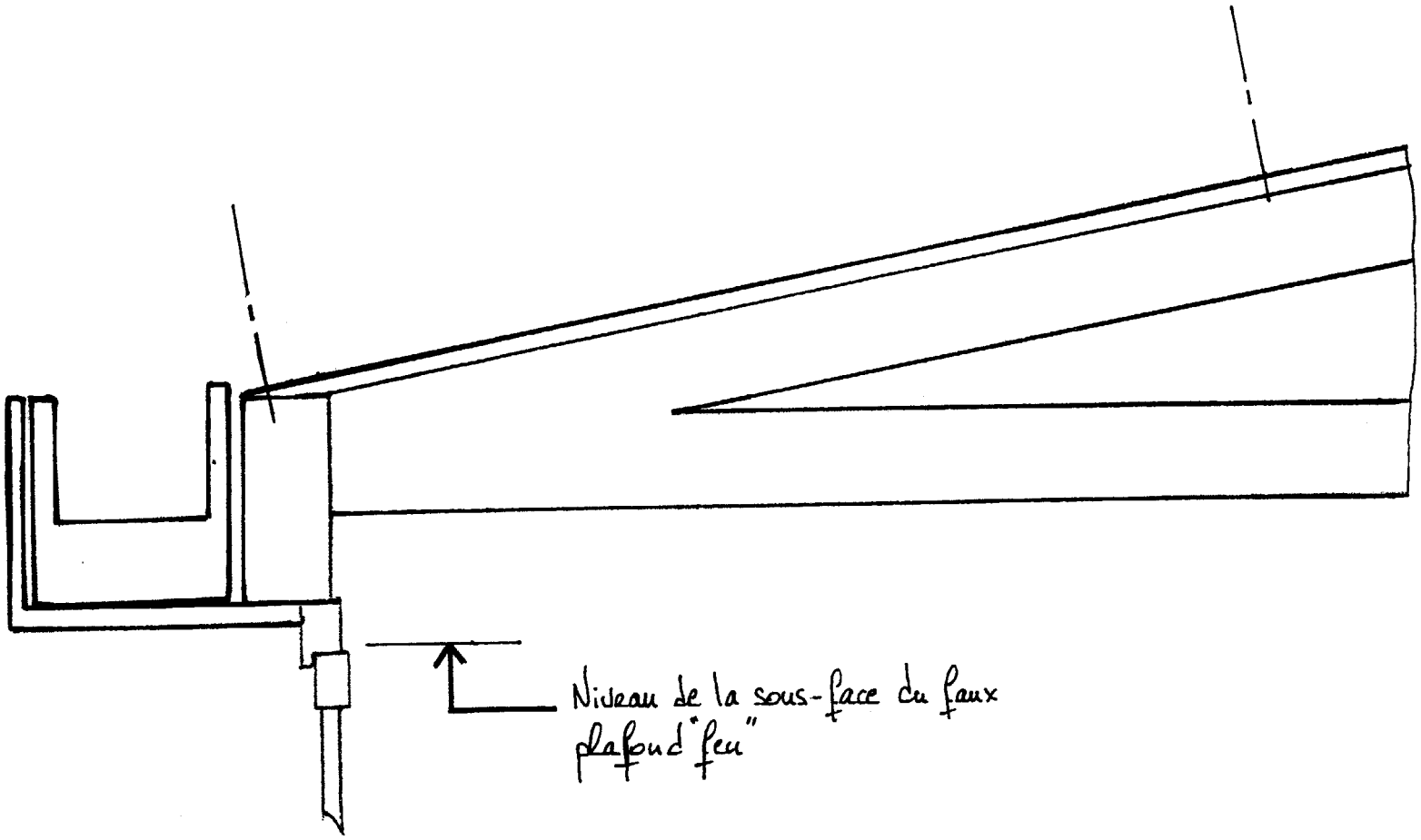


*Fig. 3 Jointoiement*

NE RIEN ÉCRIRE

# DOCUMENT REPONSE 3.9
## ECH : 1 : 10




**Remarque** : on supposera ici la toiture plane et non courbe comme effectuée en réalité.




Examen ou concours : Série* :

Spécialité/option :

Repère de l'épreuve :

Épreuve/sous-épreuve :
*(Préciser, s'il y a lieu, le sujet choisi)*

Note : /20

*Appréciation du correcteur (uniquement s'il s'agit d'un examen) :*

* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

*Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens.*

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.