

**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**  
**ENVELOPPE DU BÂTIMENT**  
**FAÇADES - ÉTANCHÉITÉ**

**Sous-épreuve U41 : Sciences du bâtiment**

**Session 2012**

Durée : 2h40

Coefficient : 2

**Matériel autorisé :**

- Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Circulaire n°99-186, 16/11/1999).

**Tout autre matériel est interdit.**

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.  
Le sujet se compose de 18 pages, numérotées de 1/18 à 18/18

<b>BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT: FACADES ET ÉTANCHÉITÉ</b>	<b>SUJET</b>	<b>Session 2012</b>
Épreuve U41: Sciences du bâtiment	Durée : 2h40	Coefficient : 2
CODE : 12EBE4SB1		Page : 1/18

## BAREME INDICATIF

Désignation	<i>Temps indicatif en min.</i>
<b><i>Lecture complète du dossier</i></b>	15
<b>Étude mécanique de l'ensemble vitré fixe en façade ouest</b>	65
Dimensionnement du montant AB soumis au vent	
Vérification en contrainte de la traverse CD	
<b>Étude Thermique de l'ensemble vitré fixe en façade ouest</b>	25
Coefficient de déperdition surfacique moyen de l'ensemble vitré, et comparaison par rapport à la réglementation	
<b>Étude de l'impact acoustique sur le voisinage</b>	55
Étude du champ acoustique à l'intérieur de la salle	
Traitement acoustique de la salle	
Étude des nuisances sonores vers le voisinage	

BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT: FACADES ET ÉTANCHÉITÉ	SUJET	Session 2012
Épreuve U41: Sciences du bâtiment	Durée : 2h40	Coefficient : 2
CODE : 12EBE4SB1		Page : 2/18

## SALLE POLYVALENTE



## PRÉSENTATION GÉNÉRALE

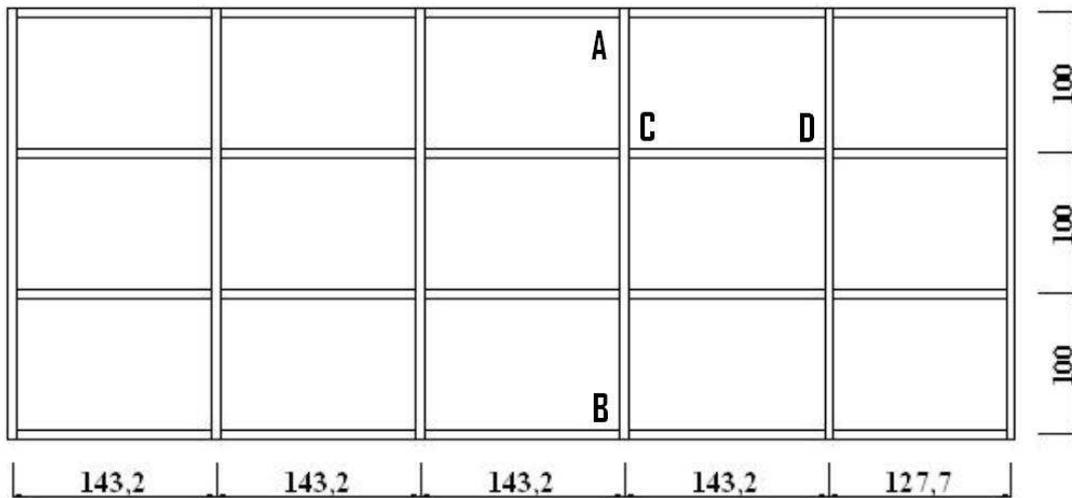
L'étude porte sur la construction d'une salle polyvalente située en région parisienne.

Vous êtes chargé :

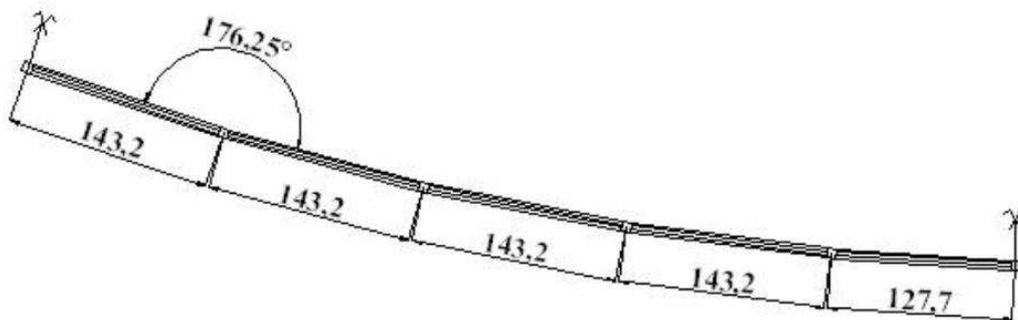
- Partie 1 : de l'étude mécanique de l'ensemble vitré fixe en façade ouest,
- Partie 2 : de l'étude thermique de cet ensemble vitré fixe,
- Partie 3 : de vérifier le respect de la réglementation acoustique.

<b>BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT: FACADES ET ÉTANCHÉITÉ</b>	<b>SUJET</b>	<b>Session 2012</b>
Épreuve U41: Sciences du bâtiment	Durée : 2h40	Coefficient : 2
CODE : 12EBE4SB1		Page : 3/18

## Présentation de l'ensemble vitré fixe en façade ouest (Parties 1 et 2)



Vue en élévation (cotation en cm)



Vue en plan (cotation en cm)

### Éléments de remplissage :

Doubles vitrages fixes de composition :

- Partie basse (jusqu'à 1,00 m): 44.2/10/44.2 (Air)  
Ug = 1,9 W/m<sup>2</sup>.K
- Partie haute (au-dessus de 1,00 m): 6/12/44.2 (air)  
Ug = 1,6 W/m<sup>2</sup>.K

Masse volumique du verre :  $\rho_{\text{verre}} = 2500 \text{ kg/m}^3$

Les axes des cales des vitrages sont placés à 140 mm des appuis de la traverse.

### Profilés :

Gamme Technal MX-Géode , façade architecturale fixe aspect grille.

Matériau : aluminium 6060                      E = 70 000 MPa                       $\sigma = 170 \text{ Mpa}$

BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT: FACADES ET ÉTANCHÉITÉ	SUJET	Session 2012
Épreuve U41: Sciences du bâtiment	Durée : 2h40	Coefficient : 2
CODE : 12EBE4SB1		Page : 4/18

# PARTIE 1

# MÉCANIQUE

## Étude mécanique de l'ensemble vitré fixe en façade ouest

On désire dans cette partie, dimensionner et choisir un montant et vérifier un choix de traverse (gamme Technal MX-Géode) pour constituer l'ensemble fixe.

Pour ce faire :

- ☞ On dimensionnera le montant en flexion simple
- ☞ On vérifiera la traverse en contrainte en flexion déviée

### Contraintes technologiques :

Flèches admissibles selon DTU 33.1 :

- Sous l'effet de la charge de vent déclarée, la flèche maximale des éléments d'ossature (de longueur L) ne doit pas dépasser :

$$(flèche\ maxi)_{vent} \leq \min (L/200, 15\ mm).$$

- La flèche maximale de tout élément horizontal (de longueur L) de l'ossature dûe à des charges verticales ne doit pas dépasser :

$$(flèche\ maxi)_{edr} \leq (L/500, 3\ mm).$$

**Les dimensions des profilés seront toutes calculées entre axes structure.**

Pour la vérification des éléments en contrainte, on prendra comme pondération de charges la plus défavorable :

- Charges permanentes : 1,35
- Charges de vent : 1,5

On néglige le poids propre des profilés devant celui du vitrage.

BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT: FACADES ET ÉTANCHÉITÉ	SUJET	Session 2012
Épreuve U41: Sciences du bâtiment	Durée : 2h40	Coefficient : 2
CODE : 12EBE4SB1		Page : 5/18

## 1. Dimensionnement du montant AB soumis au vent.

Le but de cette partie est de choisir dans la gamme de profilé le montant AB capable de résister aux efforts du vent sans dépasser la flèche admissible.

Pour cette étude, la pression de vent à considérer sera  $W_{AB} = 550 \text{ N/m}^2$ .

Le montant sera fixé en A et B sur la structure porteuse.

**1.1. Établir le schéma mécanique du montant soumis à l'action du vent en précisant les valeurs des actions (aucune simplification n'est admise).**

**1.2. Pour calculer la flèche on prend une charge simplifiée rectangulaire.**

La flèche maximale du montant soumis à l'action du vent a pour expression approchée :

$$f_{\max} = \frac{5 \times p \times l^4}{384EI} \quad \text{avec } p = 790 \text{ N/m}$$

En déduire l'inertie minimale du profilé.

**1.3. Choisir dans la gamme Technal le profilé qui convient (voir DT1).**

## 2. Vérification en contrainte de la traverse CD.

Le dimensionnement en déformation au vent de la traverse CD a conduit au choix du profilé FM 166 (sans renfort) de la gamme Technal MX-Géode (voir DT1-1 et DT1-2).

Le but de cette partie est donc de vérifier ce profilé en contrainte, si on prend en compte aussi les efforts dus au poids propre du vitrage.

Pour cette étude, la pression de vent à considérer sera  $W_{CD} = 600 \text{ N/m}^2$ .

L'action du vent engendre un moment fléchissant d'intensité :

$$Mf_W = 150 \text{ N.m (non pondéré).}$$

L'action du poids du vitrage engendre un moment fléchissant d'intensité :

$$Mf_V = 35 \text{ N.m (non pondéré).}$$

**2.1. Etablir les schémas mécaniques de la traverse soumis à l'action du vent et au poids des éléments verriers (aucune simplification n'est admise).**

**2.2. Calculer les moments maximum pondérés pour la vérification de la traverse en contrainte.**

**2.3. Exprimer la contrainte en flexion déviée. Conclure quant au profilé choisi.**

BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT: FACADES ET ÉTANCHÉITÉ	SUJET	Session 2012
Épreuve U41: Sciences du bâtiment	Durée : 2h40	Coefficient : 2
CODE : 12EBE4SB1		Page : 6/18

## **PARTIE 2**

## **THERMIQUE**

### **Étude Thermique de l'ensemble vitré fixe en façade ouest**

On désire, dans cette partie, déterminer le coefficient de déperdition surfacique moyen  $U_{cw,tot}$  de l'ensemble vitré fixe (aspect grille) en façade ouest et le comparer à la réglementation.

### **3. Coefficient de déperdition surfacique moyen de l'ensemble vitré**

Les performances thermiques des modules du mur rideau  $U_{cwi}$  sont fournies par le gammiste en fonction du type de vitrage (voir DT2).

**3.1. Calculer le coefficient de déperdition surfacique moyen  $U_{cw,tot}$  de l'ensemble vitré fixe en façade ouest (voir DT3).**

Par simplification toutes les surfaces  $A_{cwi}$  des modules du mur rideau seront calculées à partir des côtes entre axes données dans la présentation de l'ensemble vitré (aucune côte n'est à calculer).

**3.2. Comparer cette valeur au coefficient de référence  $a_i$  ainsi qu'au coefficient U maximal donnés dans les règlesTh-U (voir DT4-1 et DT4-2). Concluez.**

La salle est située en zone climatique H1.

<b>BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT: FACADES ET ÉTANCHÉITÉ</b>	<b>SUJET</b>	<b>Session 2012</b>
Épreuve U41: Sciences du bâtiment	Durée : 2h40	Coefficient : 2
CODE : 12EBE4SB1		Page : 7/18

## PARTIE 3

## ACOUSTIQUE

### Étude de l'impact acoustique sur le voisinage

Le cahier des charges de la salle polyvalente prévoit que celle-ci pourra être louée en journée ou en soirée.

Dans le but d'éviter tout contentieux, le maître d'ouvrage veut s'assurer que l'utilisation du bâtiment n'occasionnera pas de gêne de voisinage, même lors d'une utilisation de type « discothèque ».

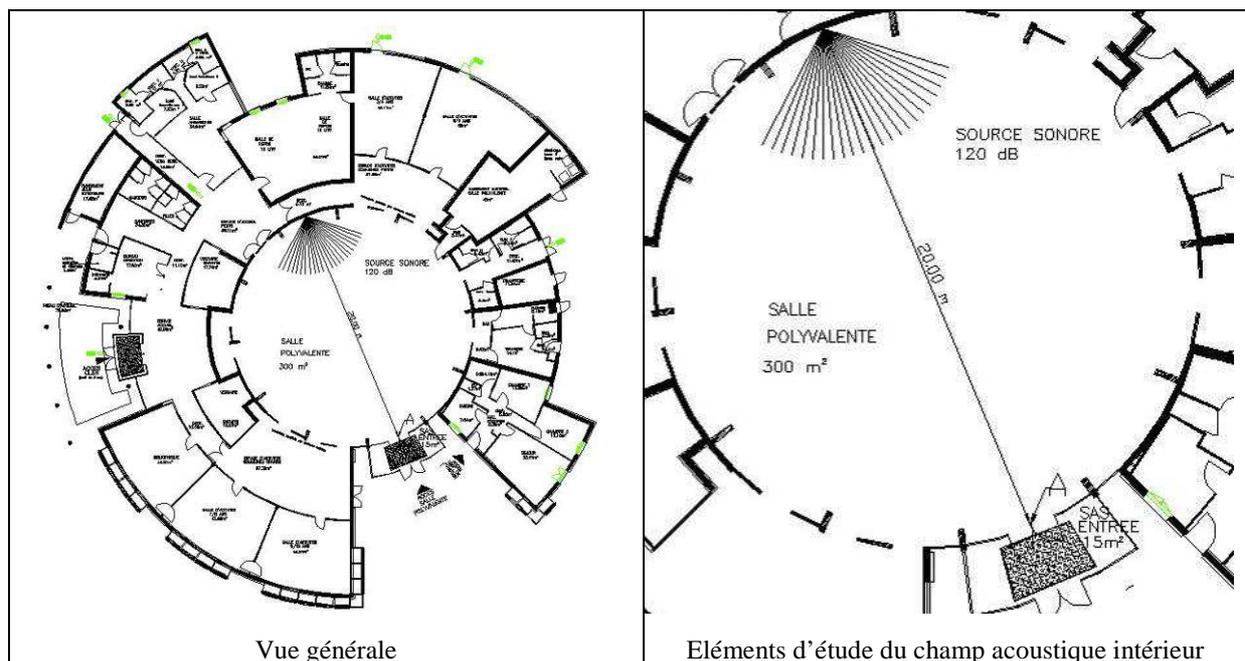
Dans la commune où se situera la salle polyvalente, il existe un arrêté municipal relatif aux prescriptions applicables à ce type de bâtiment : voir DT5.

Formulaire d'acoustique : voir DT5

### 4. Étude du champ acoustique à l'intérieur de la salle polyvalente

Une source sonore de puissance  $L_w = 120$  dB est placée au fond de la salle à l'opposé du sas d'entrée.

Cette source produit un champ acoustique direct d'intensité  $I_D$  et un champ acoustique réverbéré d'intensité  $I_R$ .



#### Caractéristiques de la salle :

Désignation paroi	Surface paroi (m <sup>2</sup> )	Matériau paroi	Coefficient $\alpha$
Sol	300	béton	0,01
Plafond	300	plâtre	0,03
Mur	340	plâtre	0,03
Cloisons amovibles	40	panneaux perforés	0,73

BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT: FACADES ET ÉTANCHÉITÉ	SUJET	Session 2012
Épreuve U41: Sciences du bâtiment	Durée : 2h40	Coefficient : 2
CODE : 12EBE4SB1		Page : 8/18

- 4.1. Calculer l'aire d'absorption de la salle et sa constante R.
- 4.2. Calculer le niveau sonore du champ direct au point A (portes intérieures du SAS).
- 4.3. Calculer le niveau sonore du champ réverbéré au point A (portes intérieures du SAS).
- 4.4. Calculer le niveau sonore total au point A.  
Que constatez-vous ?  
Comparer cette valeur avec la limite réglementaire imposée dans l'article 2 de l'arrêté municipal (voir DT5).

## 5. Traitement acoustique de la salle.

Le champ réverbéré étant prépondérant, le maître d'ouvrage doit le limiter à 104.9 dB (afin que le niveau du champ total soit conforme à l'arrêté municipal).

Pour cela, le bureau d'étude acoustique a calculé qu'une aire d'absorption de 115 m<sup>2</sup> est suffisante.

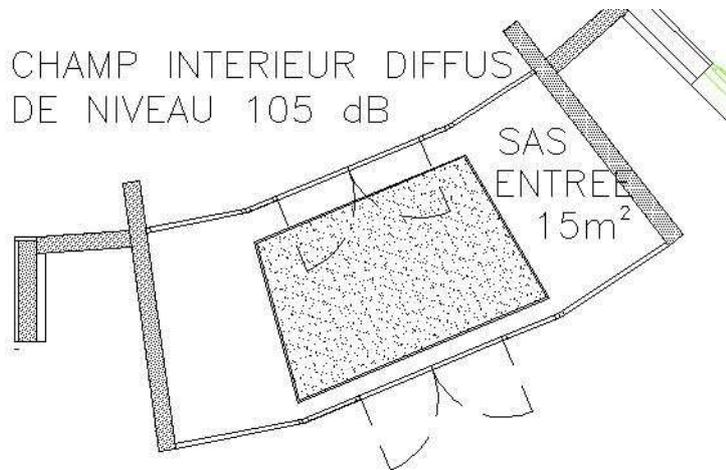
Le bureau d'étude décide de ne traiter que le plafond.

- 5.1. Calculer l'aire d'absorption nécessaire du plafond.
- 5.2. En déduire le coefficient nécessaire  $\alpha$  du plafond.
- 5.3. Vous proposez de placer des bacs porteurs d'étanchéité « acoustiques » (sur la surface totale de la toiture).  
A partir de la documentation technique ARVAL (voir DT6), justifier votre choix parmi les systèmes indiqués.

## 6. Étude des nuisances sonores vers le voisinage.

Les parois de la rotonde étant de masse surfacique élevée, on considère que la transmission du bruit vers l'extérieur se fait uniquement par le SAS (les transmissions latérales sont nulles).

On considère que le champ à l'intérieur de la salle est un champ diffus de niveau 105 dB.



BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT: FACADES ET ÉTANCHÉITÉ	SUJET	Session 2012
Épreuve U41: Sciences du bâtiment	Durée : 2h40	Coefficient : 2
CODE : 12EBE4SB1		Page : 9/18

Les caractéristiques acoustiques du SAS sont les suivantes:

Désignation paroi	Surface paroi (m <sup>2</sup> )	Matériau paroi	$\alpha$ coefficient d'absorption	R (dB) indice d'affaiblissement
Sol	15	Tapis brosse	0,5	sans signification
Plafond	15	Bac perforé	0,3	32
Parois latérales	18	Béton banché	négligeable	40
Porte intérieure	16	Vitrage	négligeable	26
Porte extérieure	20	Vitrage	négligeable	26

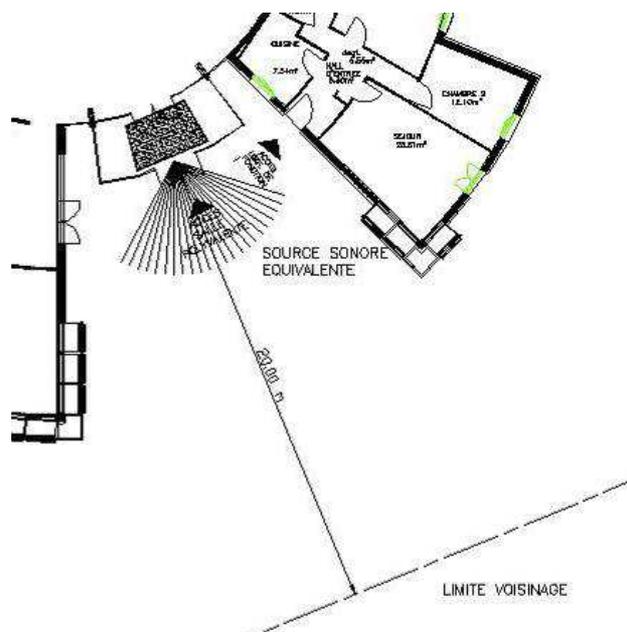
**6.1. Calculer le niveau sonore à l'intérieur du SAS.**

**6.2. Étude du bruit transmis à l'extérieur par le SAS.**

La porte extérieure du SAS se comporte vis-à-vis de l'extérieur comme une source ponctuelle.

La propriété riveraine la plus proche de la salle polyvalente est située à 20 mètres de cette porte et le niveau sonore émis par cette source est alors de 30 dB (en limite de voisinage).

Le bruit ambiant résiduel, lorsque la salle polyvalente est inoccupée, est de 29 dB la nuit.



**Quel est le niveau de bruit total en limite de voisinage (à 20 m ici) ?**

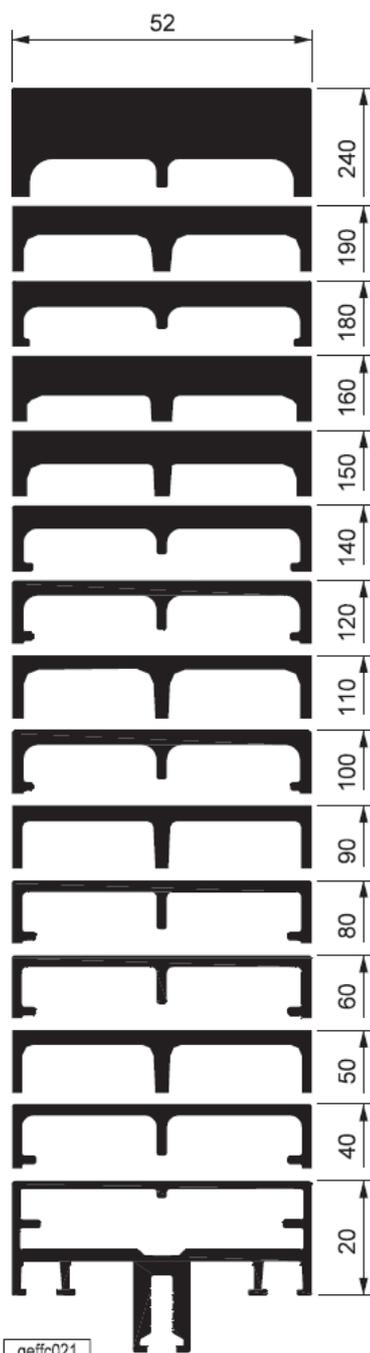
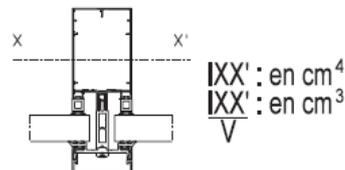
**6.3. Les dispositions de l'article 3 de l'arrêté municipal (voir DT5) sont-elles alors respectées ?**

**Justifier votre réponse.**

BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT: FACADES ET ÉTANCHÉITÉ	SUJET	Session 2012
Épreuve U41: Sciences du bâtiment	Durée : 2h40	Coefficient : 2
CODE : 12EBE4SB1		Page : 10/18

**Profils montants et traverses d'ossature**

Pour un effort perpendiculaire à la façade en pression et dépression du vent Inertie selon l'axe XX'



Référence	Périmètre	Inertie sans renfort	Inertie avec renfort
FM160	0.690 ml	1698.8 cm <sup>4</sup> 114.7 cm <sup>3</sup>	Tubes acier soudés 140x40x4 et 70x40x4 4439.99 cm <sup>4</sup> 336.45 cm <sup>3</sup>
FM257	0.590 ml	706.12 cm <sup>4</sup> 65.58 cm <sup>3</sup>	Tubes acier soudés 120x40x4 et 40x40x4 2092.57 cm <sup>4</sup> 202.19 cm <sup>3</sup>
FM159	0.570 ml	589.52 cm <sup>4</sup> 58.87 cm <sup>3</sup>	Tubes acier soudés 120x40x4 et 40x40x4 1974.97 cm <sup>4</sup> 197.41 cm <sup>3</sup>
FM256	0.530 ml	504.95 cm <sup>4</sup> 50.64 cm <sup>3</sup>	Tube acier 120x40x4 1065.62 cm <sup>4</sup> 117.69 cm <sup>3</sup>
FM255	0.510 ml	403.44 cm <sup>4</sup> 44.64 cm <sup>3</sup>	Tube acier 120x40x4 964.11 cm <sup>4</sup> 113.04 cm <sup>3</sup>
FM158	0.490 ml	298.30 cm <sup>4</sup> 37.56 cm <sup>3</sup>	Tube acier 120x40x4 858.97 cm <sup>4</sup> 107.75 cm <sup>3</sup>
FM157	0.450 ml	181.89 cm <sup>4</sup> 27.87 cm <sup>3</sup>	Tube acier 100x40x4 528.96 cm <sup>4</sup> 77.98 cm <sup>3</sup>
FM254	0.430 ml	152.65 cm <sup>4</sup> 24.69 cm <sup>3</sup>	Tube acier 80x40x4 347.02 cm <sup>4</sup> 56.98 cm <sup>3</sup>
FM169	0.410 ml	116.05 cm <sup>4</sup> 20.95 cm <sup>3</sup>	Tube acier 80x40x4 310.42 cm <sup>4</sup> 53.70 cm <sup>3</sup>
FM253	0.390 ml	93.13 cm <sup>4</sup> 17.80 cm <sup>3</sup>	Tube acier 60x40x4 186.07 cm <sup>4</sup> 36.37 cm <sup>3</sup>
FM156	0.370 ml	61.65 cm <sup>4</sup> 13.41 cm <sup>3</sup>	Tube acier 60x40x4 154.59 cm <sup>4</sup> 32.13 cm <sup>3</sup>
FM155	0.330 ml	30.99 cm <sup>4</sup> 8.84 cm <sup>3</sup>	Tube acier 40x40x4 64.20 cm <sup>4</sup> 17.12 cm <sup>3</sup>
FM252	0.310 ml	22.42 cm <sup>4</sup> 6.83 cm <sup>3</sup>	Tube acier 20x40x2 26.71 cm <sup>4</sup> 8.34 cm <sup>3</sup>
FM166	0.290 ml	12.11 cm <sup>4</sup> 4.53 cm <sup>3</sup>	Tube acier 20x40x2 16.40 cm <sup>4</sup> 5.85 cm <sup>3</sup>
FM165	0.250 ml	2.24 cm <sup>4</sup> 1.28 cm <sup>3</sup>	

aeffc021

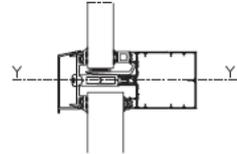
**Extrait gamme Technal MX-Géode**

BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT: FACADES ET ÉTANCHÉITÉ	SUJET	Session 2012
Épreuve U41: Sciences du bâtiment	Durée : 2h40	Coefficient : 2
CODE : 12EBE4SB1		Page : 11/18

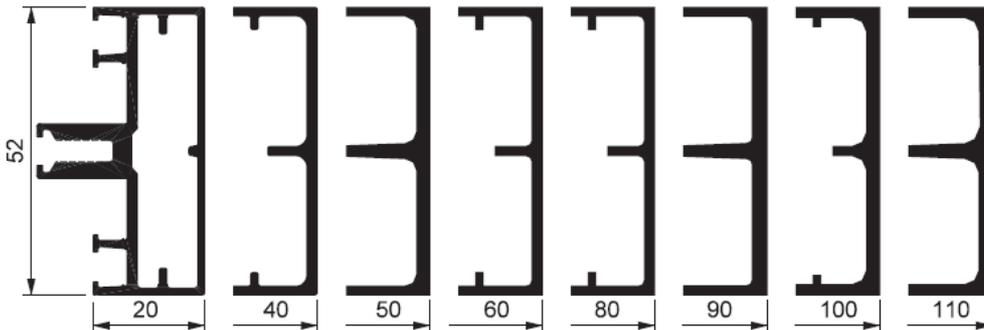
## Profils traverses d'ossature

Pour un effort dans le plan de la façade au poids des remplissage Inertie selon l'axe YY'

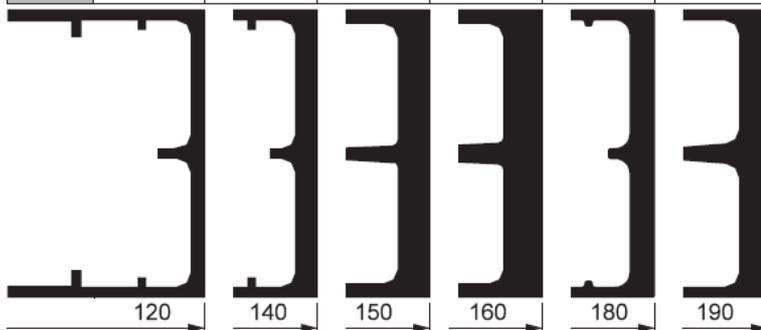
Seuls les abaques sont à utiliser pour le dimensionnement des trames et les reprises de poids du vitrage



$I_{YY'}$  : en  $\text{cm}^4$   
 $I_{YY'}$  : en  $\text{cm}^3$



Référence	FM165	FM166	FM252	FM155	FM156	FM253	FM169	FM254
Inertie sans renfort	8.52 $\text{cm}^4$ 3.27 $\text{cm}^3$	14.24 $\text{cm}^4$ 5.48 $\text{cm}^3$	16.87 $\text{cm}^4$ 6.49 $\text{cm}^3$	19.09 $\text{cm}^4$ 7.34 $\text{cm}^3$	24.17 $\text{cm}^4$ 9.29 $\text{cm}^3$	27.20 $\text{cm}^4$ 10.46 $\text{cm}^3$	32.82 $\text{cm}^4$ 12.62 $\text{cm}^3$	35.73 $\text{cm}^4$ 13.74 $\text{cm}^3$
Inertie avec renfort		Tube acier 20x40x2 27.5 $\text{cm}^4$ 10.6 $\text{cm}^3$	Tube acier 20x40x2 30.1 $\text{cm}^4$ 11.6 $\text{cm}^3$	Tube acier 40x40x4 52.3 $\text{cm}^4$ 20.1 $\text{cm}^3$	Tube acier 60x40x4 73 $\text{cm}^4$ 28.1 $\text{cm}^3$	Tube acier 60x40x4 76 $\text{cm}^4$ 29.2 $\text{cm}^3$	Tube acier 80x40x4 96.3 $\text{cm}^4$ 37.5 $\text{cm}^3$	Tubes acier 80x40x4 100.2 $\text{cm}^4$ 38.5 $\text{cm}^3$



Référence	FM157	FM158	FM255	FM256	FM159	FM257
Inertie sans renfort	38.37 $\text{cm}^4$ 14.76 $\text{cm}^3$	46.80 $\text{cm}^4$ 18 $\text{cm}^3$	52.98 $\text{cm}^4$ 19.99 $\text{cm}^3$	56.18 $\text{cm}^4$ 21.61 $\text{cm}^3$	63.74 $\text{cm}^4$ 24.52 $\text{cm}^3$	66.80 $\text{cm}^4$ 25.69 $\text{cm}^3$
Inertie avec renfort	Tube acier 100x40x4 118.4 $\text{cm}^4$ 45.6 $\text{cm}^3$	Tube acier 120x40x4 142.5 $\text{cm}^4$ 54.8 $\text{cm}^3$	Tube acier 120x40x4 147.7 $\text{cm}^4$ 56.8 $\text{cm}^3$	Tube acier 120x40x4 151.9 $\text{cm}^4$ 58.4 $\text{cm}^3$	Tube acier 120x40x4 et 40x40x4 201.1 $\text{cm}^4$ 77.4 $\text{cm}^3$	Tubes acier 120x40x4 et 40x40x4 204.2 $\text{cm}^4$ 78.5 $\text{cm}^3$

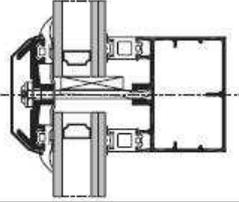
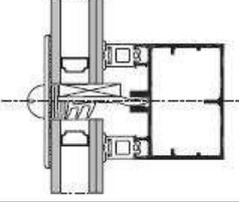
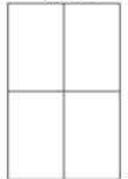
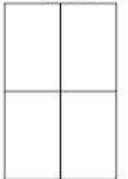
geffc022

**Extrait gamme Technal MX-Géode**

BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT: FACADES ET ÉTANCHÉITÉ	SUJET	Session 2012
Épreuve U41: Sciences du bâtiment	Durée : 2h40	Coefficient : 2
CODE : 12EBE4SB1		Page : 12/18

# Les performances

## Performances thermiques

GÉODE Verrière Serre-tilant	Dessins traverses		vitrage à Intercalaire aluminium	
				
Coefficient $U_{cwi}$ de façade nue (W/m <sup>2</sup> .K)				
Variantes	Aspect grille		Trame verticale	
	fixes	ouvrant seul	fixes	ouvrant seul
Coefficient $U_g$ du vitrage en partie courante (W/m <sup>2</sup> .K)				
1,1 *	1,6	2,6	Voir Nota (argon)	
1,2	1,6	2,7		
1,3	1,7	2,8	1,7	2,9
1,4	1,8	2,8	1,8	2,9
1,5	1,9	2,9	1,9	3,0
1,6	2,0	3,0	2,0	3,1
1,7	2,1	3,1	2,1	3,1
1,8	2,2	3,1	2,2	3,2
1,9	2,2	3,2	2,2	3,3
2,0	2,3	3,3	2,3	3,3
2,1	2,4	3,3	2,4	3,4
2,2	2,5	3,4	2,5	3,5
2,3	2,5	3,5	2,5	3,5
2,4	2,7	3,5	2,7	3,6
2,5	2,8	3,6	2,8	3,7
2,6	2,9	3,7	2,9	3,8
2,7	2,9	3,8	2,9	3,8
2,8	3,0	3,8	3,0	3,9
2,9	3,1	3,9	3,1	4,0
* valeur non validée par le CSTB : valeur obtenue uniquement avec 2 couches basse émissivité				
Nota : le scellement silicone des vitrages trame verticale ne permet pas d'utiliser un remplissage argon				

Extrait gamme Technal MX-Géode

BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT: FACADES ET ÉTANCHÉITÉ	SUJET	Session 2012
Épreuve U41: Sciences du bâtiment	Durée : 2h40	Coefficient : 2
CODE : 12EBE4SB1		Page : 13/18

## Règles Th-U

### Fascicule 1/5

## Coefficient $U_{bât}$

Détermination du coefficient moyen de transmission à travers les parois

### 2.2.5 Façades rideaux

Ne sont concernées par ce paragraphe que les façades rideaux définies au paragraphe 1.2 et par la norme XP P 28-004.

La méthode de calcul détaillée correspondante est décrite dans la norme prEN 13947.

Pour calculer le coefficient surfacique moyen d'une façade rideau, on procède de la manière suivante :

- On divise la façade en modules.  
Les frontières des modules doivent être choisies de façon à obtenir des modules répétitifs juxtaposés simples à calculer. Le plus souvent, ces frontières sont confondues avec les axes de symétrie des profilés (montants ou traverses) de l'ossature de la façade. La norme prEN 13947 donne davantage de précision sur le choix de ces frontières.
- On détermine les coefficients surfaciques et linéiques des éléments de chaque module.  
Chaque module peut contenir à la fois différents types d'éléments : éléments de remplissage vitrés ou opaques, profilés de menuiserie, espaceurs de vitrages ou de panneaux opaques.  
La méthode de calcul de ces éléments est donnée au paragraphe 2.3.
- On détermine le coefficient surfacique moyen  $U_{cwi}$  de chaque module.

$$U_{cwi} = \frac{\sum U_g A_g + \sum U_f A_f + \sum U_p A_p + \sum \psi_g l_g + \sum \psi_p l_p}{\sum (A_g + A_f + A_p)} \quad (14)$$

- On détermine le coefficient surfacique moyen de la façade.  
Le coefficient surfacique moyen de la façade  $U_{cw,tot}$ , se calcule d'après la formule suivante :

$$U_{cw,tot} = \frac{\sum (U_{cwi} \cdot A_{cwi})}{\sum A_{cwi}} \quad (15)$$

où

$U_{cw,tot}$  est le coefficient surfacique moyen de la façade rideau, en  $W/(m^2.K)$

$U_{cwi}$  est le coefficient surfacique moyen du module  $i$ , en  $W/(m^2.K)$

$A_{cwi}$  est l'aire projetée du module  $i$ , en  $m^2$

### 2.2.6 Présentation des résultats

#### a - Expression des valeurs

La valeur de  $U_w$  de la paroi vitrée doit être exprimée avec deux chiffres significatifs.

### Extrait règles Th-U Fascicule 3/5

BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT: FACADES ET ÉTANCHÉITÉ	SUJET	Session 2012
Épreuve U41: Sciences du bâtiment	Durée : 2h40	Coefficient : 2
CODE : 12EBE4SB1		Page : 14/18

**Règles Th-U****Fascicule 1/5****Coefficient  $U_{bat}$** 

Détermination du coefficient moyen de transmission à travers les parois

**3.1 Coefficient  $U_{bat-réf}$** 

Ce paragraphe définit le coefficient  $U_{bat-réf}$  et donne la méthode de calcul correspondante.

**3.1.1 Définition**

$U_{bat-réf}$  est un coefficient de référence, appelé « coefficient moyen de référence de déperdition par les parois du bâtiment ».

Il permet de situer la déperdition par transmission à travers l'enveloppe par rapport à une valeur de référence calculée en fonction de caractéristiques thermiques de référence des composants d'enveloppe.

$U_{bat}$  est le coefficient moyen caractérisant les déperditions thermiques du projet par transmission à travers les parois, il est déterminé selon le chapitre II du présent fascicule et exprimé en  $W/(m^2.K)$ .

**3.1.2 Calcul**

Le mode de calcul de  $U_{bat-réf}$  est similaire à celui de  $U_{bat}$ . Il s'effectue en fonction de coefficients de références, donnés dans l'arrêté de la réglementation thermique, pondérés par les caractéristiques géométriques réelles du bâtiment (mêmes conventions que  $U_{bat}$ ).

**a - Formule**

$U_{bat-réf}$  se calcule d'après la formule suivante :

$$U_{bat-réf} = \frac{a_1 A_1 + a_2 A_2 + a_3 A_3 + a_4 A_4 + a_5 A_5 + a_6 A_6 + a_7 A_7 + a_8 L_8 + a_9 L_9 + a_{10} L_{10}}{A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6 + A_7} \quad (6)$$

**b - Paramètres**

On distingue entre les coefficients de référence  $a_i$  et les surfaces  $A_i$  et linéaires  $L_i$

**b.1 - Coefficients  $a_i$** 

Les coefficients  $a_i$  à  $a_{10}$  dépendent de la zone climatique du lieu de construction du bâtiment, on distingue entre la zone  $H_3$  (altitude inférieure ou égale à 800 m) d'une part et les zones  $H_1$  et  $H_2$  et  $H_3$  (altitude supérieure à 800 m) d'autre part.

Les coefficients  $a_i$  ( $a_1$  à  $a_7$  en  $W/(m^2.K)$ ) et  $a_8$  à  $a_{10}$  en  $W/(m.K)$ ) sont donnés dans le tableau ci-après :

Coefficient $a_i$	Zones $H_1$ , $H_2$ et $H_3 > 800m$	Zone $H_3 \leq 800m$
$a_1$	0,36	0,40
$a_2$	0,20	0,25
$a_3$	0,27	0,27
$a_4$	0,27	0,36
$a_5$	1,50	1,50
$a_6$	2,10	2,30
$a_7$	1,80	2,10
$a_8$	0,40	0,40

**b.2 - Surfaces  $A_i$  ( $m^2$ ) et linéaires  $L_i$  ( $m$ )**

$A_1$  : surface des parois verticales opaques, y compris les parois verticales des combles aménagés et les surfaces projetées des coffres de volets roulants non intégrés dans la baie, à l'exception des surfaces opaques prises en compte dans  $A_5$ ,  $A_6$  et  $A_7$ .

$A_2$  : surface des planchers hauts et toitures autres que ceux pris en compte en  $A_3$  (cette famille regroupe entre autres les planchers légers sous combles perdus et les rampants des combles aménagés).

$A_3$  : surface des planchers hauts donnant sur l'extérieur en béton ou en maçonnerie pour tout bâtiment, et surface des planchers hauts à base de tôles métalliques nervurées des bâtiments non résidentiels.

$A_4$  : surface des planchers bas.

$A_5$  : surface des portes, exception faite des portes entièrement vitrées.

$A_6$  : surface des fenêtres, des portes entièrement vitrées, des portes-fenêtres et des parois transparentes ou translucides des bâtiments non résidentiels.

$A_7$  : surface des fenêtres, des portes entièrement vitrées, des portes-fenêtres ou des parois transparentes et translucides des bâtiments résidentiels.

**Extrait règles Th-U Fascicule 1/5**

<b>BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT: FACADES ET ÉTANCHÉITÉ</b>	<b>SUJET</b>	<b>Session 2012</b>
Épreuve U41: Sciences du bâtiment	Durée : 2h40	Coefficient : 2
CODE : 12EBE4SB1		Page : 15/18

## Règles Th-U

### Fascicule 1/5

## Coefficient $U_{\text{bât}}$

Détermination du coefficient moyen de transmission à travers les parois

### 3.2 Caractéristiques thermiques minimales

#### 3.2.1 Parois

Chaque paroi d'un local chauffé ou considéré comme tel, dont la surface est supérieure ou égale à 0,5 m<sup>2</sup>, donnant sur l'extérieur, sur un volume non chauffé ou est en contact avec le sol, doit avoir un coefficient de transmission thermique U, exprimé en W/(m<sup>2</sup>.K), inférieur ou égal à la valeur maximale donnée dans le tableau suivant.

Sont exclus de ces exigences :

- les verrières,
- les vitrines et les baies vitrées avec une fonction particulière : antiballe (classes FB5 et supérieures telles que définies dans la norme EN 1522), antiéfraction (classes 5 et 6 selon la norme EN 1627), désenfumage,
- les portes d'entrée entièrement vitrées et donnant accès à des locaux recevant du public,
- les lanterneaux, les exutoires de fumée et les ouvrants-pompier,
- les parois translucides en pavés de verre,
- les toitures prévues pour la circulation des véhicules.

Parois	Coefficient U maximal W/(m <sup>2</sup> .K)
Murs en contact avec l'extérieur ou avec le sol	0,45
Murs en contact avec un volume non chauffé	0,45 / b <sup>(1)</sup>
Planchers bas donnant sur l'extérieur ou sur un parking collectif,	0,36
Planchers bas donnant sur un vide sanitaire ou sur un volume non chauffé	0,40
Planchers haut en béton ou en maçonnerie (DTU 43.1), et toitures en tôles métalliques étanchées (DTU 43.3),	0,34
Planchers hauts en couvertures métalliques (panneaux sandwich et DTU 40.35)	0,41
Autres planchers hauts <sup>(2)</sup>	0,28
Fenêtres et portes-fenêtres prises nues donnant sur l'extérieur	2,60
Façades rideaux	2,60
Coffres de volets roulants	3,0

(1) b étant le coefficient de réduction des déperditions vers les volumes non chauffés, défini dans la méthode de calcul de  $U_{\text{par}}$

(2) Cette famille regroupe entre autres les planchers légers sous combles perdus et les rampants des combles aménagés

Tableau VIII : Coefficients surfaciques maximaux admissibles

### Extrait règles Th-U Fascicule 1/5

<b>BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT: FACADES ET ÉTANCHÉITÉ</b>	<b>SUJET</b>	<b>Session 2012</b>
Épreuve U41: Sciences du bâtiment	Durée : 2h40	Coefficient : 2
CODE : 12EBE4SB1		Page : 16/18

## Extrait arrêté municipal concernant les salles polyvalentes dans lesquelles il peut être diffusé de la musique amplifiée.

**Art. 1<sup>er</sup>.** – Les dispositions du présent arrêté s'appliquent aux établissements ou locaux recevant du public et diffusant à titre habituel ou occasionnel de la musique amplifiée, à l'exclusion des salles dont l'activité est réservée à l'enseignement de la musique et de la danse.

Les exploitants de ces établissements et les organisateurs des manifestations se déroulant dans ces locaux sont tenus de respecter les prescriptions générales de fonctionnement ci-après.

**Art. 2.** – En aucun endroit, accessible au public, de ces établissements ou locaux, le niveau de pression acoustique ne doit dépasser 105 dB en niveau moyen et 120 dB en niveau de crête, dans les conditions de mesurage prévues par arrêté.

**Art. 3.** – Lorsque ces établissements ou locaux sont situés à proximité de bâtiments comportant des locaux à usage d'habitation, la valeur maximale d'émergence en limite de voisinage ne pourra être supérieure à 3 dB.

## Formulaire acoustique

Nota : Tous les log sont des logarithmes décimaux

Niveau sonore – champ direct :

$$L_{I_d} = L_W - 10 \log(\pi r^2) \quad \text{Où } r \text{ est la distance du point considéré à la source sonore}$$

Aire d'absorption de la salle :  $\sum_i \alpha_i S_i$

Niveau sonore – champ réverbéré :

$$L_{I_r} = L_W + 10 \log \frac{4}{R} \quad \text{Où } R = \frac{S \times \alpha_m}{1 - \alpha_m} \text{ en } m^2 \text{ est la } \underline{\text{constante de salle}} \text{ avec :}$$

S surface totale des parois de la salle

$$\alpha_m \text{ coefficient d'absorption moyen de la salle } \alpha_m = \frac{\sum_i \alpha_i S_i}{\sum_i S_i}$$

Indice d'affaiblissement d'un élément séparatif :

$$R = L_E - L_R + 10 \log \frac{S_P}{A} \quad \text{Où } R \text{ est l'indice d'affaiblissement de l'élément séparatif}$$

$L_E$  et  $L_R$  sont les niveaux sonores des locaux d'émission et de réception

$S_P$  est la surface de l'élément séparatif

A est l'aire d'absorption du local de réception

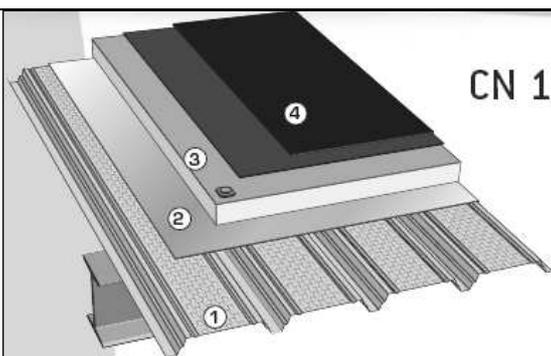
Addition :

Si les deux sources ne produisent pas le même niveau sonore au point d'écoute, on peut calculer le niveau  $L_{\text{total}}$ , par les formules suivantes :

$$L_{\text{total}} = L_{\text{psup}} + K \quad \text{avec } \Delta L = L_{\text{psup}} - L_{\text{pinf}} \quad \text{à lire dans le tableau ci-dessous}$$

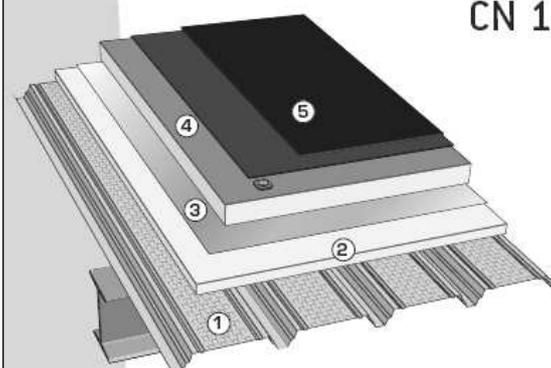
$\Delta L$ (dB)	0	0.5	1	1.5	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20
K (dB)	3	2.8	2.5	2.3	2.1	1.8	1.5	1.2	1	0.8	0.6	0.5	0.4	0.3	0.1	0.04

<b>BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT: FACADES ET ÉTANCHÉITÉ</b>	<b>SUJET</b>	<b>Session 2012</b>
Épreuve U41: Sciences du bâtiment	Durée : 2h40	Coefficient : 2
CODE : 12EBE4SB1		Page : 17/18



**CN 112**

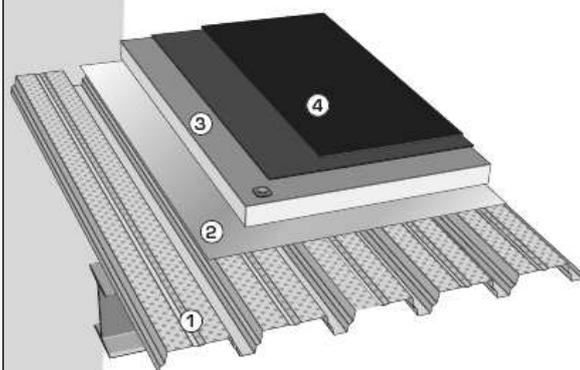
- ① Support HACIERCO type "C" Ep.0,75 mm
- ② Pare-vapeur Ceceal (Siplast)
- ③ Panotoit Ep.60 mm (Isover)
- ④ Etanchéité multicouche bitume



**CN 116**

**CN 116 B**

- ① Support HACIERCO type "C" Ep.0,75 mm
- ② Rockacier Ep.30 mm (Rockwool)
- ③ Pare-vapeur
- ④ Rockacier Ep.60 mm (Rockwool)
- ⑤ Etanchéité multicouche bitume



**CN 116 Pi**

- ① Support HACIERCO type "P" Ep.0,75 mm
- ② Parvason (Isover)
- ③ Panotoit Ep.60 mm (Isover)
- ④ Etanchéité multicouche bitume

**CN 116 PR**

- ① Support HACIERCO type "P" Ep.0,75 mm
- ② Rocksourdine (Rockwool)
- ③ Panneau Rockwool 381 Ep.60 mm (Rockwool)
- ④ Etanchéité multicouche bitume

**ABSORPTION**

Référence	$\alpha$ par octave [conversion d'essais en 1/3 d'octave]						$\alpha$ w	Poids Kg/m <sup>2</sup>	Encombrement en cm	Origine des essais Acoustique	Transmission Thermique* Surfaccique Up [w/m <sup>2</sup> K]
	125	250	500	1000	2000	4000					
CN 112	0,46	0,96	0,78	0,48	0,25	0,20	0,30	24	10	CSTB [06/89]	0,64 maxi
CN 116 B	0,50	0,82	0,87	0,66	0,63	0,47	0,65	30	15	CSTB [09/94]	0,46 maxi
CN 116 Pi	0,37	0,82	0,89	0,70	0,56	0,45	0,60	25	12	CSTB [12/01]	0,64 maxi
CN 116 PR	0,33	0,68	0,81	0,75	0,56	0,45	0,60	25	12	CEDIA [06/99]	0,64 maxi

\* valeur approchée avec  $\lambda = 0,039$  w/[m.K] - Valeur à vérifier sur marquage CE et ACERMI

**Extrait documentation technique ARVAL**

<b>BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT: FACADES ET ÉTANCHÉITÉ</b>	<b>SUJET</b>	<b>Session 2012</b>
Épreuve U41: Sciences du bâtiment	Durée : 2h40	Coefficient : 2
CODE : 12EBE4SB1		Page : 18/18