



SERVICES CULTURE ÉDITIONS  
RESSOURCES POUR  
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel**

**Campagne 2009**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

CRDP Aquitaine

Session 2009

**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**

**ENVELOPPE DU BÂTIMENT**  
**Façades – Étanchéité**

**Sous - épreuve U41 : SCIENCES DU BÂTIMENT**

Durée : 2 heures 40

Coefficient : 2

**La calculatrice (conforme à la circulaire N°99-186 du 16-11-99) est autorisée.**

**Aucun document n'est autorisé**

BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT : FAÇADES ÉTANCHÉITE	SUJET	Session 2009
Épreuve U41 – Sciences du bâtiment	Durée : 2 h 40	Coefficient : 2
CODE : 9EBE4SB1		

## SOMMAIRE

Descriptif du mur rideau	page 2
1 <sup>ère</sup> partie Mécanique	pages 3 et 4
2 <sup>ème</sup> partie Acoustique	page 5
3 <sup>ème</sup> partie Thermique	page 6
DT1 : Coupe	page 7
DT2 : Plan façade	page 8
DT3 : Document technique extrait DTU 39	pages 9 et 10
DT4 : Profilés MX	page 11
DT5 : Valeurs des inerties profilées MX	page 12
DT6 : Formulaire de flexion	pages 13 et 14
DT7 : Valeurs des Ucw	page 15
DR1 : Document réponse	page 16
DR2 : Document réponse	page 17

	Durée indicative	Barème /40
<b>Lecture</b>	<b>15'</b>	
<b>Mécanique</b>	<b>1 H 20'</b>	<b>20</b>
<b>Acoustique</b>	<b>40'</b>	<b>12</b>
<b>Thermique</b>	<b>25'</b>	<b>8</b>

**LES DOCUMENTS RÉPONSES DR1 ET DR2 SERONT  
OBLIGATOIREMENT RENDUS AVEC LES COPIES**

BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT : FAÇADES ÉTANCHÉITÉ	SUJET	Session 2009
Épreuve U41 – Sciences du bâtiment	Durée : 2 h 40	Coefficient : 2
CODE : 9EBE4SB1	Page 1 sur 17	

## Présentation de l'ouvrage à étudier

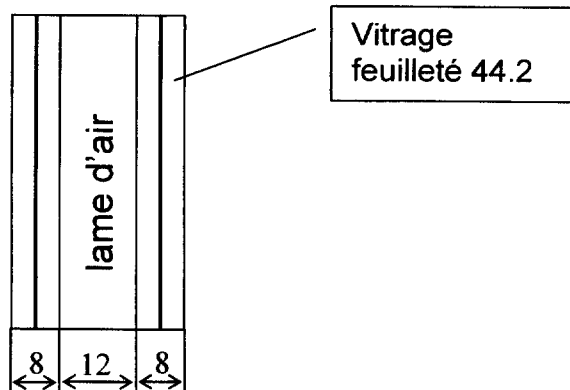
### Description du mur rideau

L'étude portera sur le mur rideau d'un hall d'accueil d'une salle polyvalente.  
Ce mur de longueur 9,2 m et de hauteur 4,56 m est représenté sur la façade DT2 et la coupe DT1. Cet ensemble est réalisé de la façon suivante :

- 8 trames de 1 m,  
2 trames de 0,6 m  
2 traverses intermédiaires

- Conception vitrage :

Vitrage isolant 2 faces **feuilletées 44.2** faiblement émissif :  
Lame d'air épaisseur 12 mm  
Menuiserie série **Technal MX**



BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT : FAÇADES ÉTANCHÉITÉ	SUJET	Session 2009
Épreuve U41 – Sciences du bâtiment	Durée : 2 h 40	Coefficient : 2
CODE : 9EBE4SB1	Page 2 sur 17	

# 1<sup>ère</sup> PARTIE : MÉCANIQUE

## 1. Vérifier mécaniquement l'épaisseur d'un vitrage fixe sous la pression du vent.

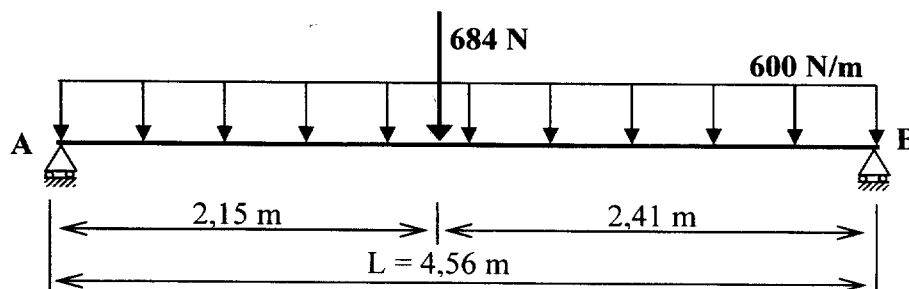
On prendra la pression égale à 600 Pa et on utilisera le calcul du DTU 39 (voir extrait DTU 39 DT3).

Mur rideau trame grille : Vitrages fixes appuyés sur 4 côtés.

## 2. Étude de l'épave AB du mur rideau reprenant le linteau et la porte

Pour ce calcul on prendra une valeur de pression de vent normal égale à 600 Pa.

### 2.1. Justifier simplement le modèle de calcul du montant suivant :

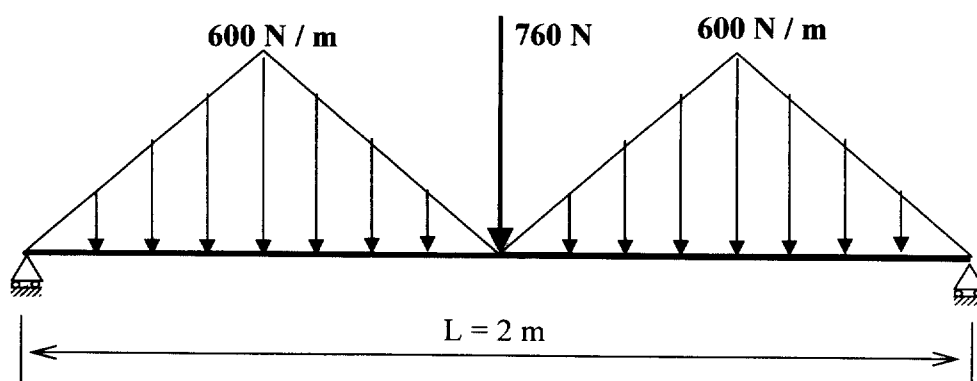


### 2.2. L'épave est en aluminium $E = 70000$ MPa.

Déterminer le moment quadratique  $I_x$  de la section pour limiter la flèche à  $L / 300$  en utilisant le formulaire joint en annexe DT6, et proposer un profilé (voir DT4 et DT5).

## 3. Étude du linteau CD sous l'action du vent

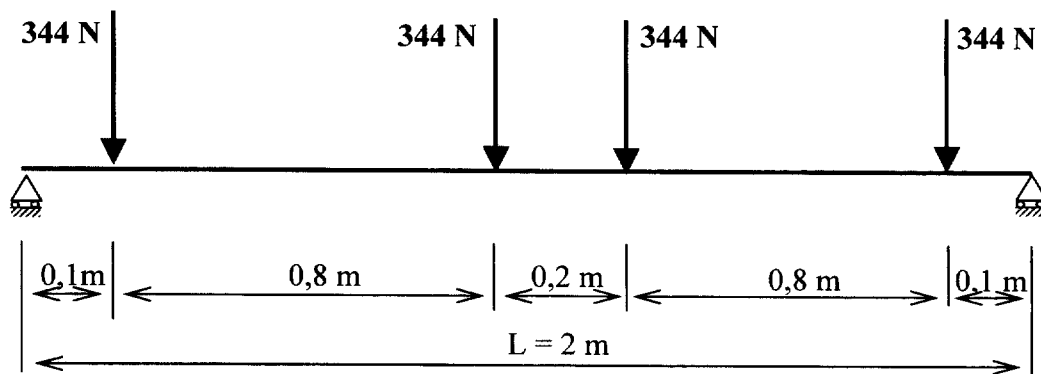
### 3.1. En limitant sa flèche à $L / 300$ , déterminer l'inertie $I_x$ de la section du linteau en aluminium chargé par le vent selon le schéma ci-dessous.



### 3.2. Vérifier que le profil FM002 est convenable.

BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT : FAÇADES ÉTANCHÉITÉ	SUJET	Session 2009
Épreuve U41 – Sciences du bâtiment	Durée : 2 h 40	Coefficient : 2
CODE : 9EBE4SB1		Page 3 sur 17

#### 4. Étude du linteau CD sous l'action du poids du vitrage



Sous l'action du poids du vitrage le linteau CD peut être modélisé de la façon représentée ci-dessus.

- 4.1. Le poids volumique du vitrage étant égal à  $25000 \text{ N/m}^3$ , justifier le modèle de calcul.
- 4.2. Calculer l'inertie  $I_y$  de la section pour limiter la flèche à 3 mm.
- 4.3. Le profil **FM002** convient-il ? (voir **DT5**)
- 4.4. Calculer l'inertie  $I$  du profil en acier ( $E = 21 \cdot 10^4 \text{ MPa}$ ) nécessaire au renforcement.

BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT : FAÇADES ÉTANCHÉITÉ	SUJET	Session 2009
Épreuve U41 – Sciences du bâtiment	Durée : 2 h 40	Coefficient : 2
CODE : 9EBE4SB1	Page 4 sur 17	

## 2<sup>ème</sup> PARTIE : ACOUSTIQUE

On se propose dans cette partie de déterminer l'indice d'isolement de la paroi  $D_{nT_w}$  suivant la norme européenne.

Pour cela on effectue les mesures suivantes :

- Niveau  $L_1$  à l'extérieur (1 mesure).
- 5 mesures à l'intérieur plus le niveau moyen pour chaque fréquence.
- $T_R$  pour chaque fréquence.

Ces valeurs sont données dans le document réponse DR1.

1. Calculer le niveau  $L_2$  moyen pour la bande d'octave 500 Hz.

$$L_{moy} = 10 \text{Log} \frac{1}{5} \sum_{i=1}^{i=5} 10^{\frac{L_i}{10}}$$

2. Effectuer sur le document réponse DR1 les calculs des  $D_i$  et  $D_{nT_i}$ .

3. Tracer sur le diagramme de la courbe de référence la courbe  $D_{nT_i}$  (voir DR2).

4. Tracer la courbe de référence décalée (par bond de 1 dB) de façon à obtenir une somme d'écarts défavorables la plus grande possible sans dépasser 10dB.

5. Donner la valeur du  $D_{nT_w}$  sur le document réponse DR2.

*Rappels :*

- La valeur  $D_{nT_w}$  est la valeur pour la fréquence 500 Hz de la courbe de référence décalée.
- L'écart est défavorable lorsque, pour une fréquence, la valeur de la différence entre la valeur de référence (décalée) et la valeur calculée sur DR1 est positive.

BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT : FAÇADES ÉTANCHÉITÉ	SUJET	Session 2009
Épreuve U41 – Sciences du bâtiment	Durée : 2 h 40	Coefficient : 2
CODE : 9EBE4SB1	Page 5 sur 17	

### 3<sup>ème</sup> PARTIE : THERMIQUE

#### 1. Calculer la température de surface intérieure du vitrage du mur rideau :

Données :

Température intérieure dans le hall = 20°C.

Température extérieure = -4°C.

Le vitrage a un coefficient  $U_g = 2 \text{ W/m}^2\text{K}$

Les valeurs des résistances superficielles sont les suivantes :

- intérieure  $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{KW}$ .
- extérieure  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{KW}$ .

#### 2. Calculer le coefficient surfacique moyen de la façade.

La paroi est divisée en différents modules et le coefficient surfacique moyen de chaque module  $i$  est donné sur le document **DT 7**.

$$U_{CW\text{tot}} = \frac{\sum U_{CW_i} \cdot A_{CW_i}}{\sum A_{CW_i}}$$

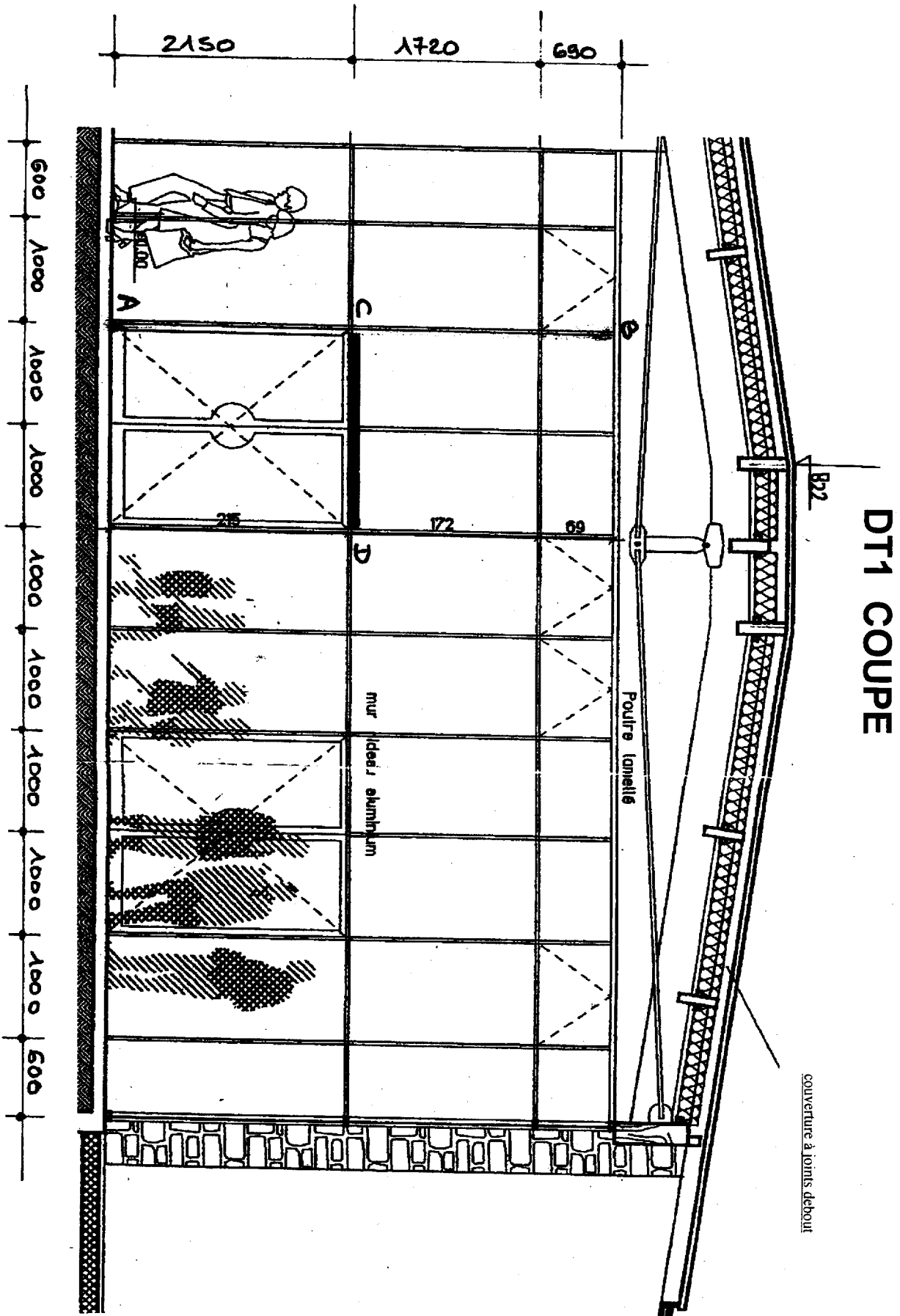
$U_{CW\text{tot}}$  : coefficient surfacique moyen de la façade rideau.

$U_{CW_i}$  : coefficient surfacique moyen d'un module  $i$  en  $\text{W/m}^2\text{K}$ .

$A_{CW_i}$  : l'aire projetée d'un module  $i$  en  $\text{m}^2$ .

BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT : FAÇADES ÉTANCHÉITÉ	SUJET	Session 2009
Épreuve U41 – Sciences du bâtiment	Durée : 2 h 40	Coefficient : 2
CODE : 9EBE4SB1		Page 6 sur 17

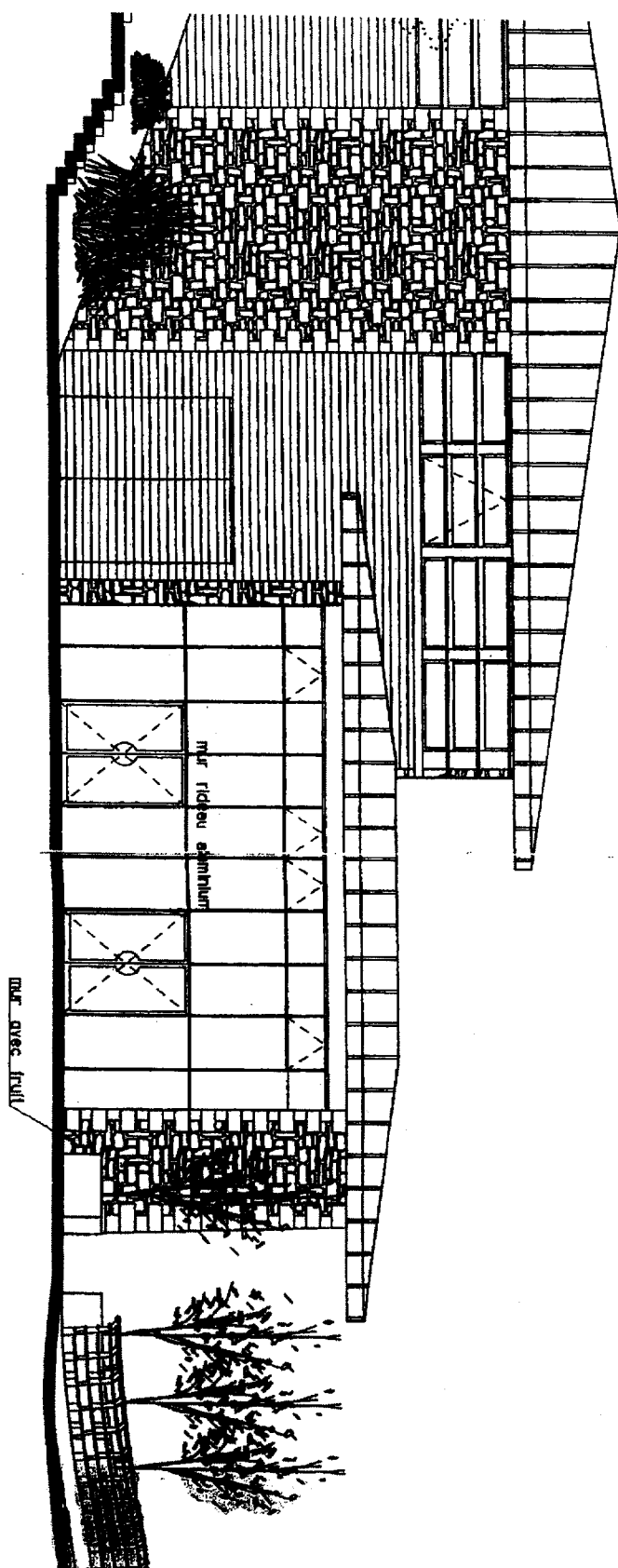




**DT1 COUPE**

BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT : FAÇADES ÉTANCHÉITÉ	SUJET	Session 2009
Épreuve U41 – Sciences du bâtiment	Durée : 2 h 40	Coefficient : 2
CODE : 9EBE4SB1	Page 7 sur 17	

# DT2 FAÇADE



BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT : FAÇADES ÉTANCHÉITÉ	SUJET	Session 2009
Épreuve U41 – Sciences du bâtiment	Durée : 2 h 40	Coefficient : 2
CODE : 9EBE4SB1	Page 8 sur 17	

**EXTRAIT D.T.U. 39****7 Méthodes de calcul.****7.1 Principe.**

La pression de calcul déterminée en fonction des charges appliquées est utilisée, dans les formules ci-après, pour déterminer une épaisseur  $e_1$ .

Un facteur de réduction  $c$  lié au type de châssis est appliqué.

Le produit ( $e_1 \times c$ ) est multiplié par un facteur d'équivalence  $\epsilon_1$ ,  $\epsilon_2$  ou  $\epsilon_3$ , qui dépend du type de vitrage.

La somme  $e_t$  des épaisseurs nominales et/ou équivalentes des composants du vitrage doit être au moins égale au produit ( $e_1 \times c \times \epsilon$ ).

Symboles utilisés :

- P** Pression de calcul, en Pa ;  
 **$e_1$**  Épaisseur calculée, en mm ;  
 **$e_i$**  Épaisseur nominale du composant  $i$  du vitrage, en mm ;  
 **$e_j$**  Épaisseur nominale du composant  $j$  du vitrage, en mm ;  
 **$e_t$**  Somme des épaisseurs nominales, en mm ;  
**L** Grand côté, en m ;  
**l** Largeur, en m ;  
**S** Surface réelle calculée au moyen des dimensions précitées exprimée à deux décimales, en  $m^2$ .

**7.2 Calcul de l'épaisseur  $e_1$ .**

L'épaisseur  $e_1$  est déterminée par application des formules précisées :

— en 7.2.1 pour les vitrages reposant sur leur périphérie ;

La valeur  $e_1$  doit être arrondie à la décimale.

**7.2.1 Vitrage en appui sur toute sa périphérie.**

Vitrage dont le rapport  $L/l$  est inférieur ou égal à 3 :

$$e_1 = \sqrt{\frac{S \times P}{72}}$$

**7.3 Facteur de réduction  $c$ .**

$c = 1$ , sauf dans les cas suivants :

— pour les vitrages monolithiques fixes de surface supérieure à  $5 m^2$  et maintenus sur 4 ou 3 côtés et dont la partie supérieure est à moins de 6 m du sol extérieur :  **$c = 0,8$**  ;

— pour les vitrages monolithiques fixes maintenus sur 2 côtés avec les bords libres supérieurs à 2 m et dont la partie supérieure est à moins de 6 m du sol extérieur :  **$c = 0,8$**  ;

— pour les autres vitrages monolithiques fixes :  **$c = 0,9$** .

**7.4 Facteurs d'équivalence  $\epsilon$ .**

Facteur d'équivalence des vitrages isolants  $\epsilon_1$

Type de vitrage		$\epsilon_1$
	Comportant deux produits verriers	1,50
	Comportant trois produits verriers	1,70

Facteur d'équivalence des vitrages feuilletés  $\varepsilon_2$

	Type de vitrage	$\varepsilon_2$
Vitrage feuilleté de sécurité NF EN ISO 12543-2	Deux composants verriers	1,30
	Trois composants verriers	1,50
	Quatre composants verriers et plus	1,60

## 8 Détermination de la composition

### 8.1 Cas d'un vitrage isolant

Avec deux verres monolithiques (i, j) On doit avoir :

$$e_t = e_i + e_j \geq e_1 \times \varepsilon_1$$

Avec un verre monolithique (i) et un verre feuilleté (j et k)

$$e_t = \frac{e_j + e_k}{\varepsilon_2} + e_i \geq e_1 \times \varepsilon_1$$

Avec un verre feuilleté (i et j) et un verre feuilleté (k et l)

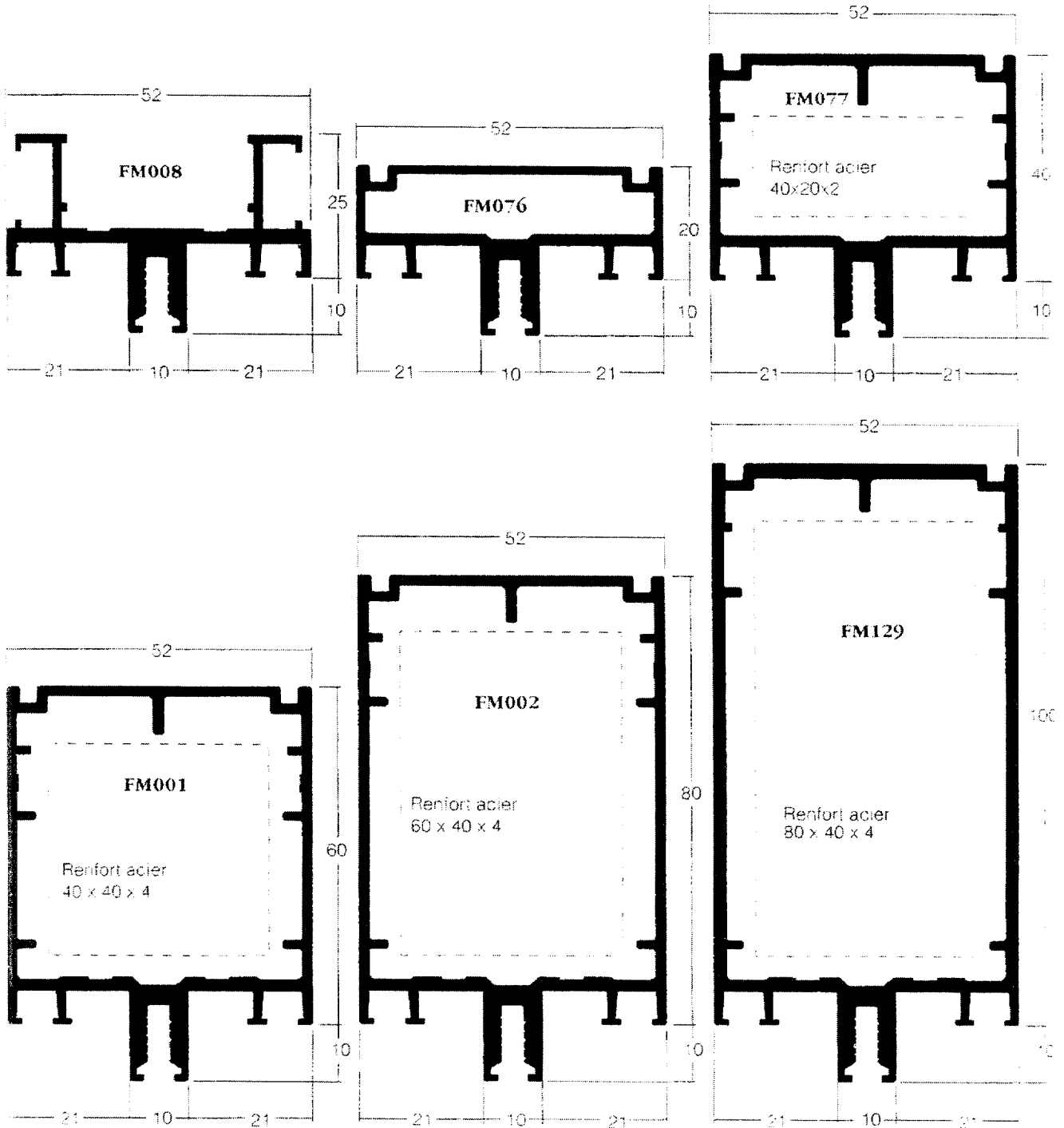
$$e_t = \frac{e_i + e_j}{\varepsilon_2} + \frac{e_k + e_l}{\varepsilon_2} \geq e_1 \times \varepsilon_1$$

BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT : FAÇADES ÉTANCHÉITÉ	SUJET	Session 2009
Épreuve U41 – Sciences du bâtiment	Durée : 2 h 40	Coefficient : 2
CODE : 9EBE4SB1	Page 10 sur 17	

# MX

DT4

## PROFILES



BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT : FAÇADES ÉTANCHÉITÉ	SUJET	Session 2009
Épreuve U41 – Sciences du bâtiment	Durée : 2 h 40	Coefficient : 2
CODE : 9EBE4SB1	Page 11 sur 17	

# Valeur des inerties

DT5

Lors de l'utilisation de renfort acier prendre toutes les précautions nécessaires pour le traitement anticorrosion.

	Réf.	$I_{xx'}$ (cm <sup>4</sup> )	$I_{yy'}$ (cm <sup>4</sup> )	$\frac{I_{xx'}}$ $v$ (cm <sup>3</sup> )	$\frac{I_{yy'}}$ $v$ (cm <sup>3</sup> )
	FM001	30.64	19.36	8.74	7.07

	FM001 avec tube 40x40x4	66.19	54.91		
--	----------------------------------	-------	-------	--	--

	FM002	61.76	24.53	13.48	9.38
--	-------	-------	-------	-------	------

	FM002 avec tube 60x40x4	160.07	75.69		
--	----------------------------------	--------	-------	--	--

	FM003	180.97	38.33	27.75	14.38
--	-------	--------	-------	-------	-------

	FM003 avec tube 100x40x4	543.17	120.73		
--	-----------------------------------	--------	--------	--	--

	FM004	299.16	46.59	37.56	17.74
--	-------	--------	-------	-------	-------

	FM004 avec tube 120x40x4	881.68	144.61		
--	-----------------------------------	--------	--------	--	--

	FM005	598.86	63.75	59.31	24.22
--	-------	--------	-------	-------	-------

	FM005 avec tube 120x40x4 40x40x4	1216.94	197.31		
--	---	---------	--------	--	--

	Réf.	$I_{xx'}$ (cm <sup>4</sup> )	$I_{yy'}$ (cm <sup>4</sup> )	$\frac{I_{xx'}}$ $v$ (cm <sup>3</sup> )	$\frac{I_{yy'}}$ $v$ (cm <sup>3</sup> )
	FM008	2.27	7.81	1.26	3

	FM017	339.54	339.55	40.83	40.83
--	-------	--------	--------	-------	-------

	FM017 avec tube 35x35x4	384.62	384.63		
--	----------------------------------	--------	--------	--	--

	FM033	24	4.65	6.80	2.98
--	-------	----	------	------	------

	FM033 avec plat acier 40x8	36.80	5.16		
--	-------------------------------------	-------	------	--	--

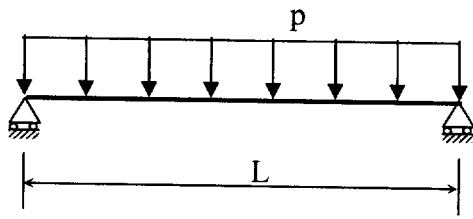
	FM034	47.11	5.68	10.19	3.36
--	-------	-------	------	-------	------

	FM034 avec plat acier 60x8	90.31	6.44		
--	-------------------------------------	-------	------	--	--

	FM035	199.55	8.56	25.62	4.81
--	-------	--------	------	-------	------

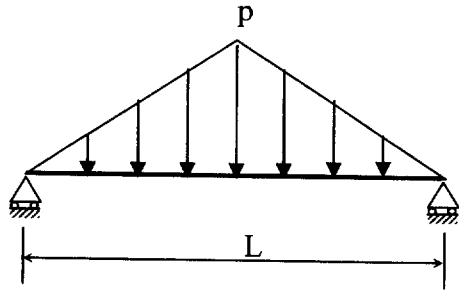
	FM035 avec plat acier 120x8	545.15	10.09		
--	--------------------------------------	--------	-------	--	--

	FM046	21.08	4.40	5.89	2.77
--	-------	-------	------	------	------

**FORMULAIRE DE FLEXION**

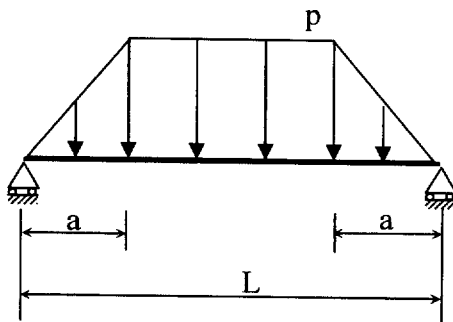
$$f_{\max i} = \frac{5 p L^4}{384 E I}$$

$$M f_{\max i} = \frac{p L^2}{8}$$



$$f_{\max i} = \frac{p L^4}{120 E I}$$

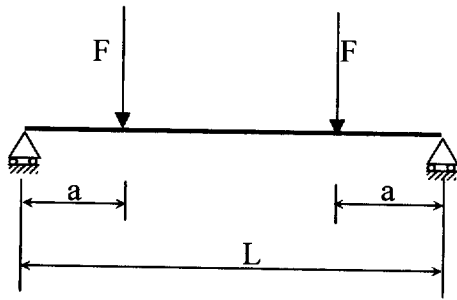
$$M f_{\max i} = \frac{p L^2}{12}$$



$$f_{\max i} = \frac{p L^4}{1920 E I} \left[ 25 - 40 \left( \frac{a}{L} \right)^2 + 16 \left( \frac{a}{L} \right)^4 \right]$$

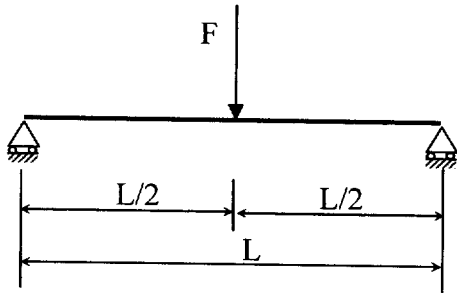
$$M f_{\max i} = \frac{p L^2}{8} \left( 1 - \frac{8 a^2}{6 L^2} \right)$$

BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT : FAÇADES ÉTANCHÉITÉ	SUJET	Session 2009
Épreuve U41 – Sciences du bâtiment	Durée : 2 h 40	Coefficient : 2
CODE : 9EBE4SB1	Page 13 sur 17	

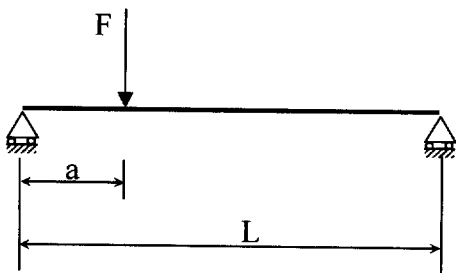


$$f_{\max i} = \frac{Fa}{24EI} (3L^2 - 4a^2)$$

$$Mf_{\max i} = F.a$$

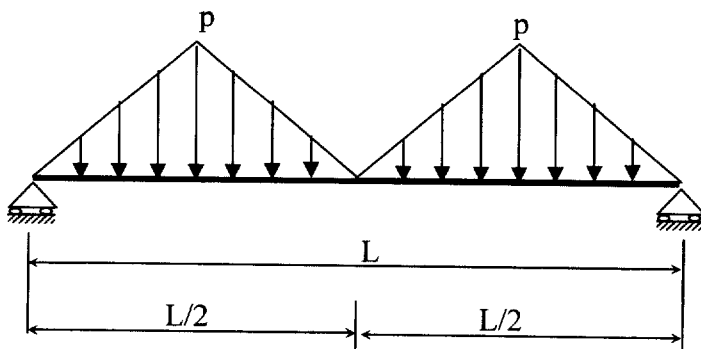


$$f_{\text{milieu}} = \frac{FL^3}{48EI}$$



$$a < \frac{L}{2}$$

$$f_{\text{milieu}} = \frac{Fa}{48EI} (3L^2 - 4a^2)$$

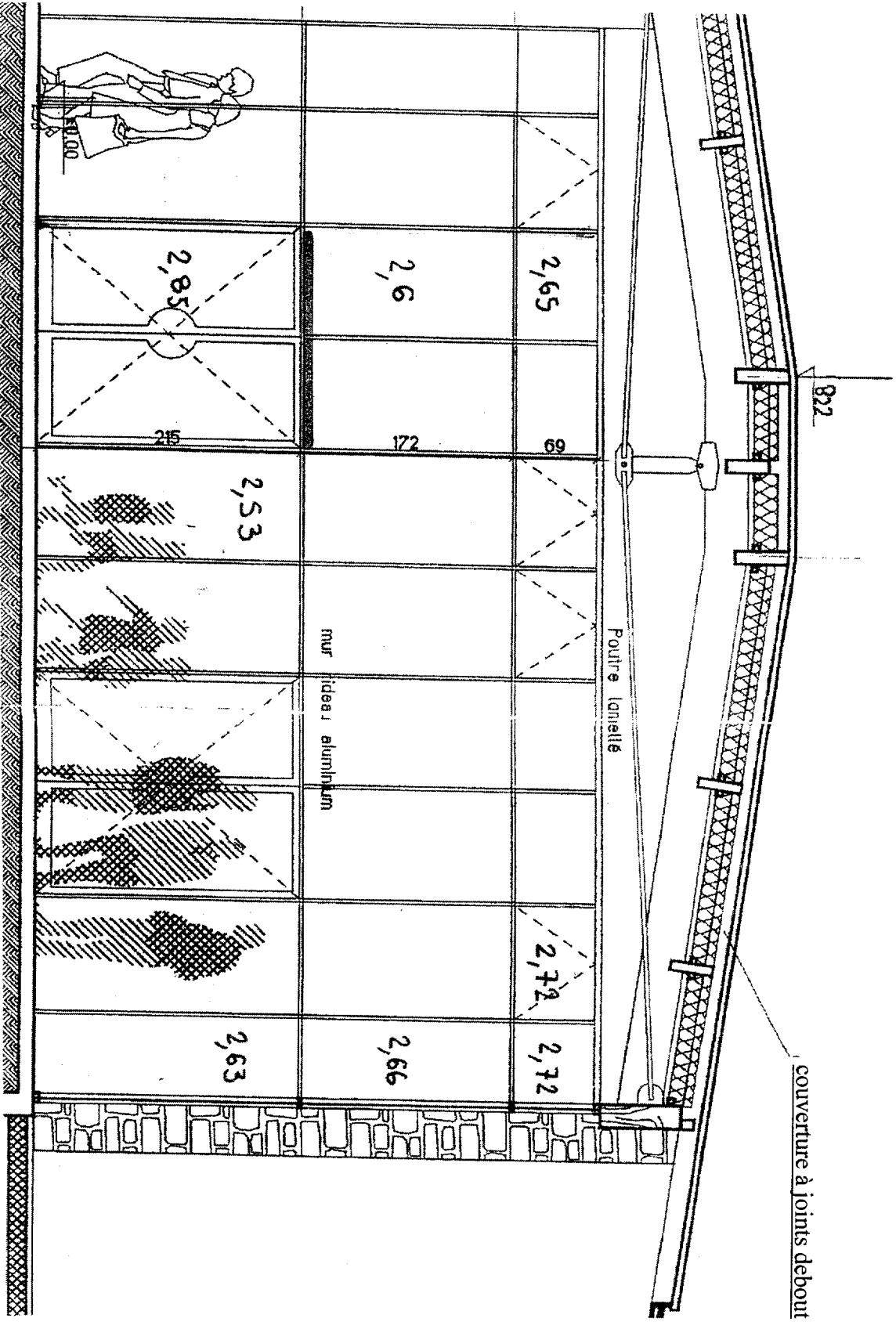


$$f_{\text{milieu}} = \frac{7pL^4}{1024EI}$$

BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT : FAÇADES ÉTANCHÉITÉ	SUJET	Session 2009
Épreuve U41 – Sciences du bâtiment	Durée : 2 h 40	Coefficient : 2
CODE : 9EBE4SB1	Page 14 sur 17	



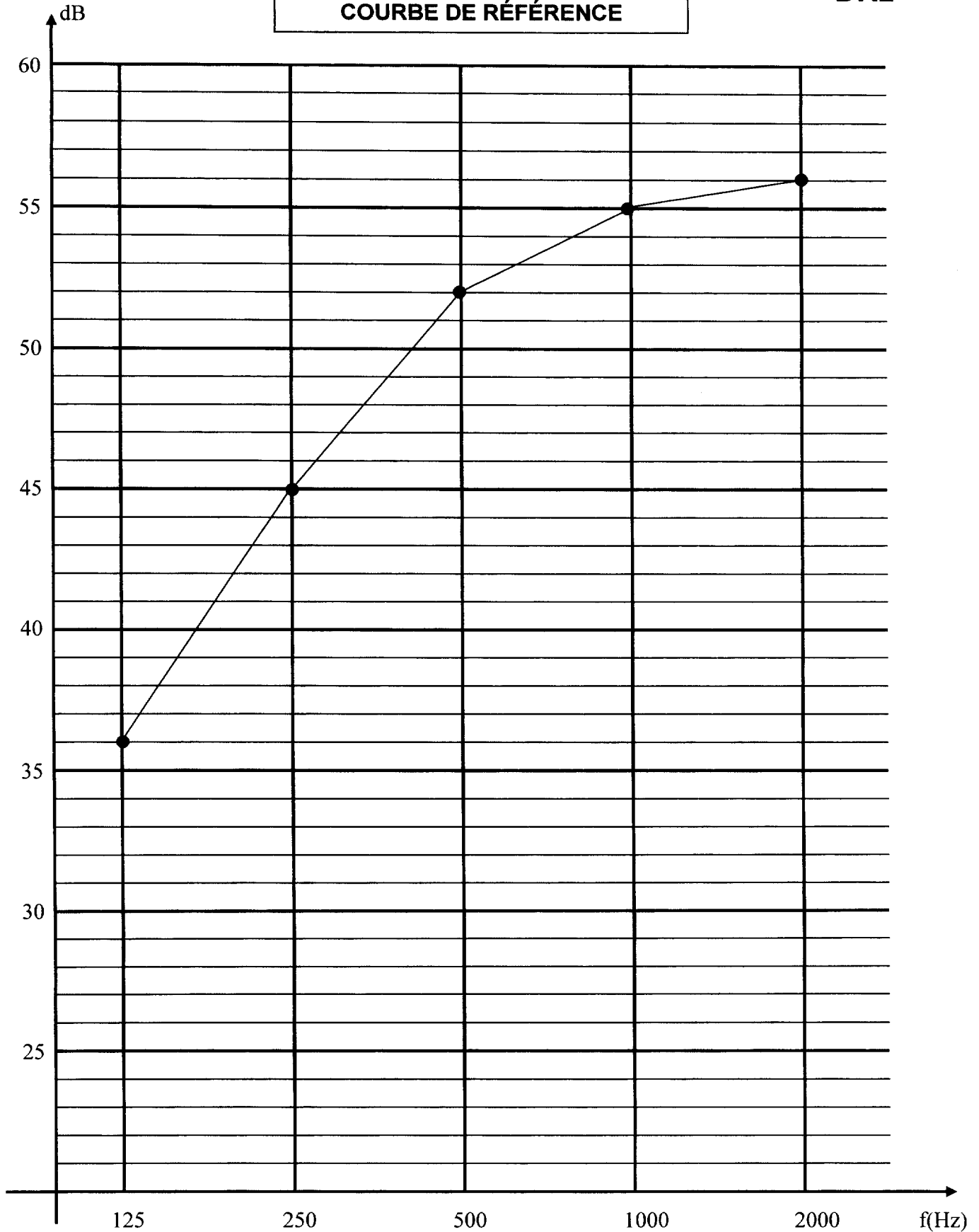
**DT 7** Valeur des  $U_{cw}$   $W/m^2.K$



BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT : FAÇADES ÉTANCHÉITÉ	SUJET	Session 2009
Épreuve U41 – Sciences du bâtiment	Durée : 2 h 40	Coefficient : 2
CODE : 9EBE4SB1	Page 15 sur 17	

**DOCUMENT RÉPONSE 1  
ISOLEMENT ACOUSTIQUE D'UNE PAROI**

		125	250	500	1000	2000
Emission L <sub>1</sub>		80	80	80	80	80
Réception	Position 1			45		
	Position 2			46,6		
	Position 3			44		
	Position 4			45,2		
	Position 5			44		
Réception L <sub>2</sub> (Moy)		56,5	54,2		43,7	39
T <sub>R</sub>		0,8	1,1	1,2	1	1,2
$10 \text{Log} \frac{T_R}{0,5}$						
D <sub>i</sub> = L <sub>1</sub> -L <sub>2</sub> (moy)						
$D_n T_i = D_i + 10 \text{Log} \frac{T_R}{0,5}$						
Valeur unique courbe de référence D <sub>n</sub> T <sub>w</sub> =						



Valeurs  
 Références (dB)

BTS ENVELOPPE DU BÂTIMENT : FAÇADES ÉTANCHÉITÉ	SUJET	Session 2009
Épreuve U41 – Sciences du bâtiment	Durée : 2 h 40	Coefficient : 2
CODE : 9EBE4SB1	Page 17 sur 17	