

Session 2001

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR**

**ENVELOPPE DU BATIMENT**

**Façades - Etanchéité**

Sous-épreuve U41 : SCIENCES DU BATIMENT

Durée : 2 heures 40

Coefficient : 2

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

**Deux documents réponse sont à rendre avec la copie**

<b>BTS ENVELOPPE DU BATIMENT : FACADES ETANCHEITE</b>	<b>SUJET</b>	<b>Session 2001</b>
<b>Epreuve U41 Sciences du Bâtiment</b>	<b>Durée : 2 h 40</b>	<b>Coefficient : 2</b>
<b>CODE : EBE4SB</b>		

## SOMMAIRE

**Ce dossier comprend 20 pages**

<i>Notation , barème.</i>	page 1 / 20
<i>Présentation de l'étude</i>	page 2/ 20
<i>Questions posées</i> : Résistance des Matériaux et Thermique Protection solaire	page 3 / 20 pages 4/ 20 et 5 / 20

### *Documentation technique*

* Plan des façades	<b>Plan A2</b>	page 6 / 20
* Plan rez - de - chaussée	<b>Plan A3</b>	page 7 / 20
* Plan étage	<b>Plan A4</b>	page 8 / 20
• Plan du panneau vitré	Document C1	page 9 / 20
• Extrait DTU 39 Calage des vitrages	Document C2	page 10 / 20
• Action climatique Vent sur la façade	Document C3	page 11 / 20
• Catalogue de profilés	Document C4	page 12 / 20
• Déformation des poutres	Document C5	page 13 / 20
• Extrait des Règles AL 76 Pondérations	Document C6	page 14 / 20
• Coupe du vitrage isolant Conditions climatiques	Document C7	page 15 / 20
• Extrait Règles Th- K 77	Document C8	page 16 / 20
• Diagramme de MOLLIER	Document C9	page 17 / 20
• Tableau des pressions de vapeur saturante	Document C10	page 18 / 20

### *Documents réponse*

• Coupe du vitrage pour diagramme des Températures	Document DR1	page 19 / 20
• Coupe châssis courant en face SUD pour la détermination de la largeur L des brise soleil.	Document DR2	page 20 / 20

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT : FACADES ETANCHEITE	SUJET	Session 2001
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 h 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB	<b>SOMMAIRE</b>	

## **BAREME MODULE U 41 : SCIENCES DU BATIMENT**

	<b>Temps indicatifs</b>	<b>Points</b>
1. Lecture du sujet .	15 min	
2. Résistance des Matériaux.	70 min	<b>15 pts</b>
3. Thermique de la façade.	45 min	<b>18 pts</b>
4. Protection solaire.	30 min	<b>7 pts</b>
<b>Total</b>	<b>160 min</b>	<b>40 pts</b>

<b>BTS ENVELOPPE DU BATIMENT : FACADES ETANCHEITE</b>	<b>SUJET</b>	<b>Session 2001</b>
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 h 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		Page 1/20

## **PRESENTATION DE L'ETUDE A REALISER**

L'épreuve **U41** ( sciences du Bâtiment ) portera sur l'étude de la façade panneau réalisée **file 1** du bâtiment entre les repères **A1** et **B1** pour les questions relatives à la Résistance des Matériaux et à la Thermique .Elle portera en outre sur la protection solaire des châssis vitrés de la façade SUD du bâtiment.

La façade **file 1** sert à l'éclairage naturel des bureaux , elle permet également un accès direct à ces locaux depuis l'extérieur.

Cette façade panneau repose sur la dalle du rez de chaussée au niveau  $\pm 0,000$  m et se fixe sous la dalle béton dont le niveau supérieur s'établit à  $+ 2,930$  m.

L'ossature de la façade est réalisée en profilés en **aluminium du type MC**.

Les volumes verriers sont des vitrages isolants de type **33.2 -12 - 6** avec lame d'air.

Les questions porteront sur l'**étude mécanique** de la traverse repérée **AB** sur le document **C1** et sur la **thermique du vitrage** isolant suivant les conditions climatiques fournies dans le document **C7**.

Les renseignements techniques nécessaires à l'étude de la façade panneau sont à rechercher dans l'ensemble des documents repérés de **C1** à **C10**.

<b>BTS ENVELOPPE DU BATIMENT : FACADES ETANCHEITE</b>	<b>SUJET</b>	<b>Session 2001</b>
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 h 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		Page 2/20

## A. QUESTIONS RELATIVES A LA RESISTANCE DES MATERIAUX

1. Réaliser les schémas mécaniques de la traverse **AB** soumise à l'action du poids propre du verre et à l'action du vent ( **chargement non pondéré** )  
Nous négligerons le poids propre du profilé.  
Par ailleurs, aucune simplification ne sera admise quant au chargement.
2. Exprimer les équations des moments fléchissants dus aux actions calculées à la question précédente. Pour le vent, utiliser dans cette question, un chargement rectangulaire par rapport à celui que vous avez déterminé à la question 1.
3. Dessiner les diagrammes des moments fléchissants en faisant apparaître les valeurs particulières.
4. La flèche maximum étant limitée à  $L / 200$  dans le plan horizontal et à **4 mm** dans le plan vertical, choisissez le profilé de la traverse en fonction de ces critères.  
( on conserve le chargement rectangulaire pour le vent ).
5. Le profilé est soumis à la flexion déviée, vérifier le en contrainte en service normal et en circonstances exceptionnelles.  
( Utilisez la pondération **AL 76** ).

## B. QUESTIONS RELATIVES A LA THERMIQUE DES FACADES.

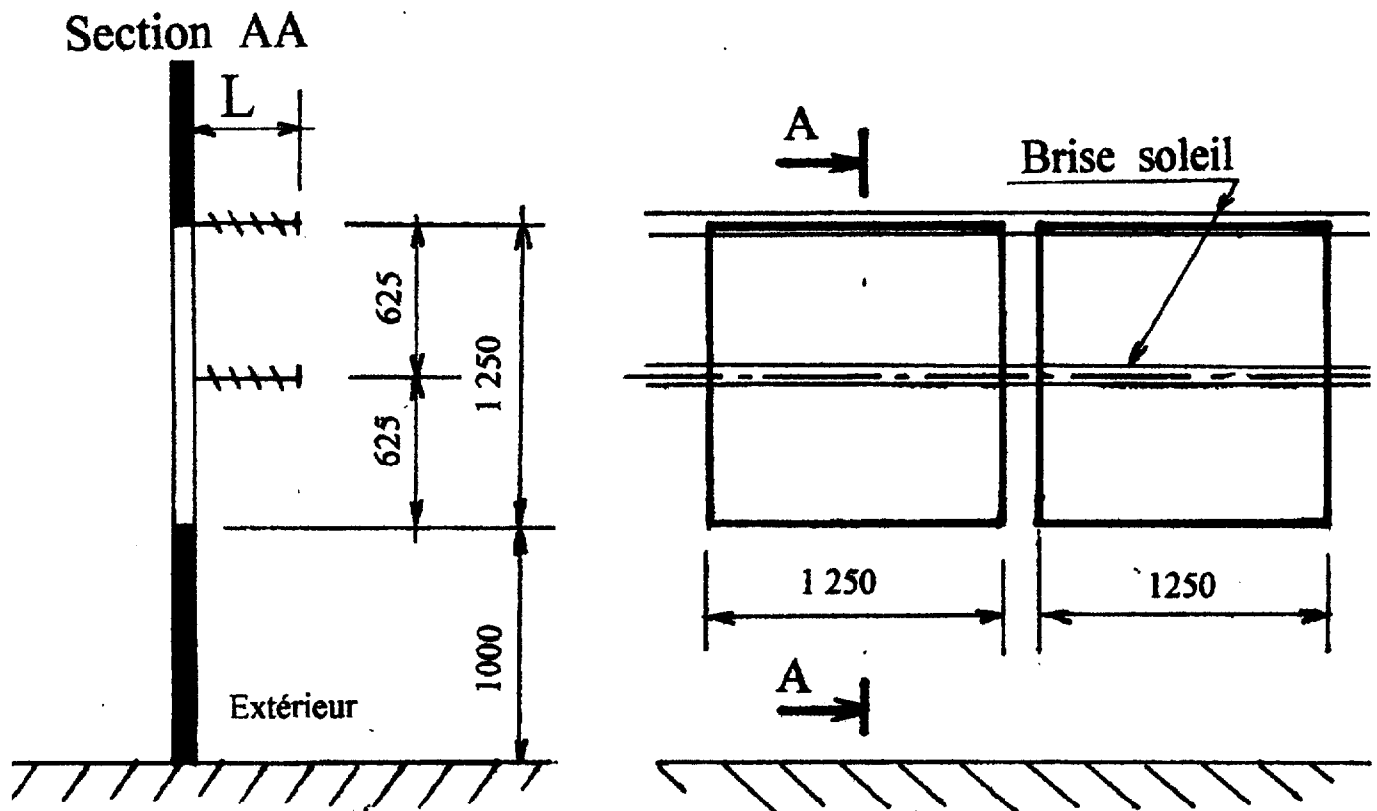
1. Calculer la résistance thermique du vitrage isolant **33.2 - 12 - 6** avec lame d'air.  
En déduire le coefficient K de ce vitrage.
2. Tracer le diagramme des températures à travers ce vitrage sur le document réponse.
3. Faut - il craindre le phénomène de condensation superficielle sur ce vitrage ?  
Justifiez votre réponse.
4. Calculez le coefficient K global de la façade panneau (1 porte et 3 parties fixes )  
suivant la réglementation Th. K 77.  
Le coefficient k moyen linéique des profilés aluminium de la structure est de  $0,3 \text{ W / ml } ^\circ\text{C}$ .
5. Calculer la dilatation linéaire prévisible en mm du profilé aluminium de la traverse **AB** soumis aux conditions de température suivantes. Le profilé a été débité et posé à une température de  $+16 \text{ }^\circ\text{C}$  et en été , la température du profilé peut atteindre  $+ 80^\circ\text{C}$ .

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT : FACADES ETANCHEITE	SUJET	Session 2001
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 h 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		Page 3/20

## C. QUESTION RELATIVE A LA PROTECTION SOLAIRE.

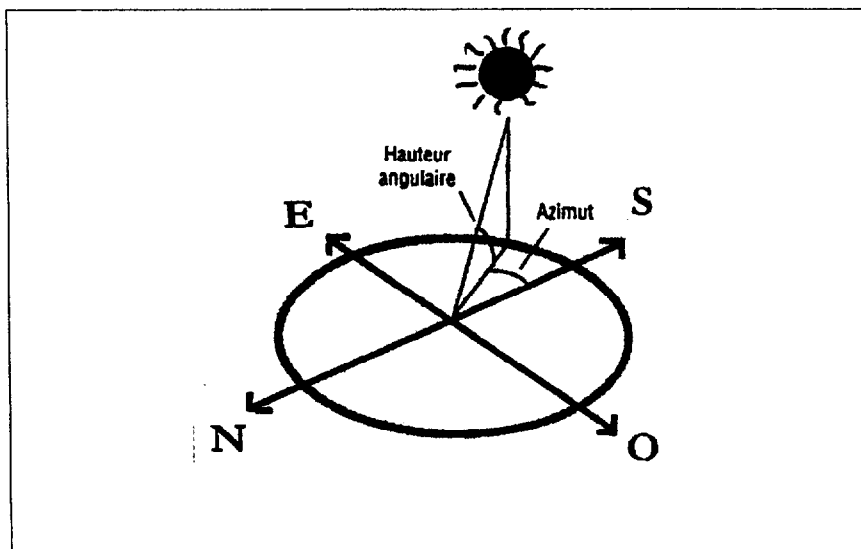
Ce bâtiment est situé à une latitude Nord de  $46^\circ$

Sur la façade SUD, le maître d'œuvre veut limiter les surchauffes dues aux apports solaires en période estivale en plaçant des brise soleil à lamelles à l'extérieur des châssis vitrés. L'objectif visé est d'empêcher que les rayons du soleil frappent directement ces vitrages du 21 mai au 21 juillet et cela de 11 heures à 13 heures.



BTS ENVELOPPE DU BATIMENT : FACADES ETANCHEITE	SUJET	Session 2001
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 h 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		Page 4/20

# COURSE DU SOLEIL



Position du soleil par rapport au sud

Dates	Angles du soleil $\alpha$ = Azimut en degrés $\beta$ = Hauteur angulaire en degrés	Heure solaire
21 Mai et 21 Juillet	$\alpha = -30^\circ$ $\beta = 62^\circ$	11 h
21 Mai et 21 Juillet	$\alpha = -16^\circ$ $\beta = 64^\circ$	11 h 30
21 Mai et 21 Juillet	$\alpha = 0^\circ$ $\beta = 65^\circ$	12 h
21 Mai et 21 Juillet	$\alpha = 16^\circ$ $\beta =$	12 h 30
21 Mai et 21 Juillet	$\alpha = 30^\circ$ $\beta = 64^\circ$	13 h

## QUESTION

Nous vous demandons de déterminer la largeur  $L$  de ces brise soleil de manière à répondre à l'attente du maître d'œuvre en vous servant du document réponse DR 2. Pour cette détermination, nous considérerons que le brise soleil a une épaisseur quasi nulle.

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT : FACADES ETANCHEITE	SUJET	Session 2001
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 h 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		Page 5/20

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR**

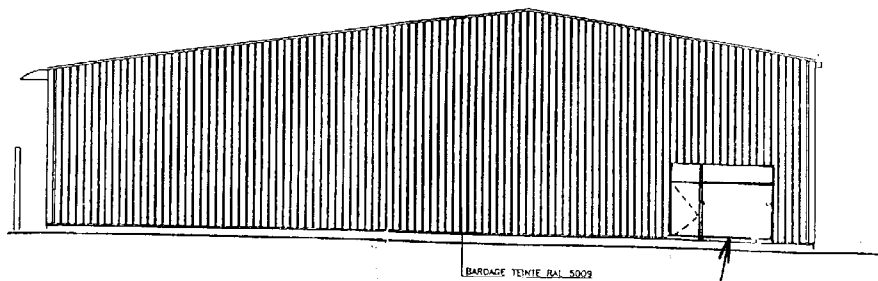
**ENVELOPPE DU BATIMENT**  
**Façades - Etanchéité**

Sous-épreuve U41 : SCIENCES DU BATIMENT

**DOCUMENTATION TECHNIQUE**

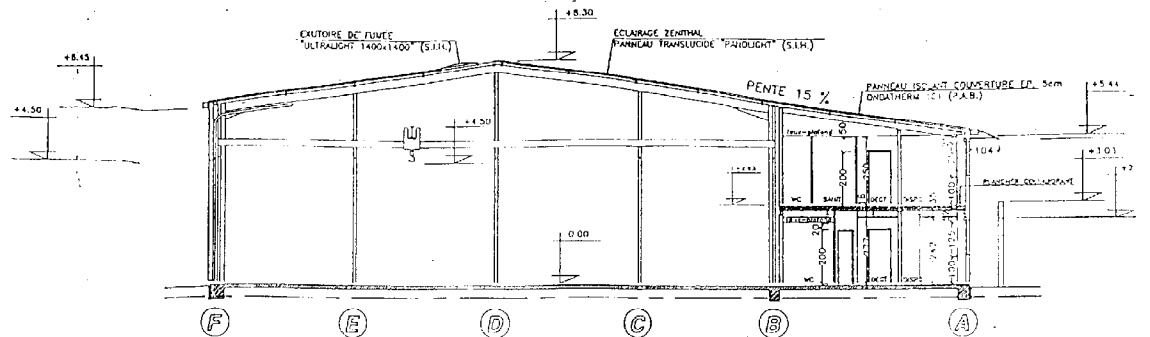
<b>BTS ENVELOPPE DU BATIMENT : FACADES ETANCHEITE</b>	<b>SUJET</b>	<b>Session 2001</b>
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 h 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		



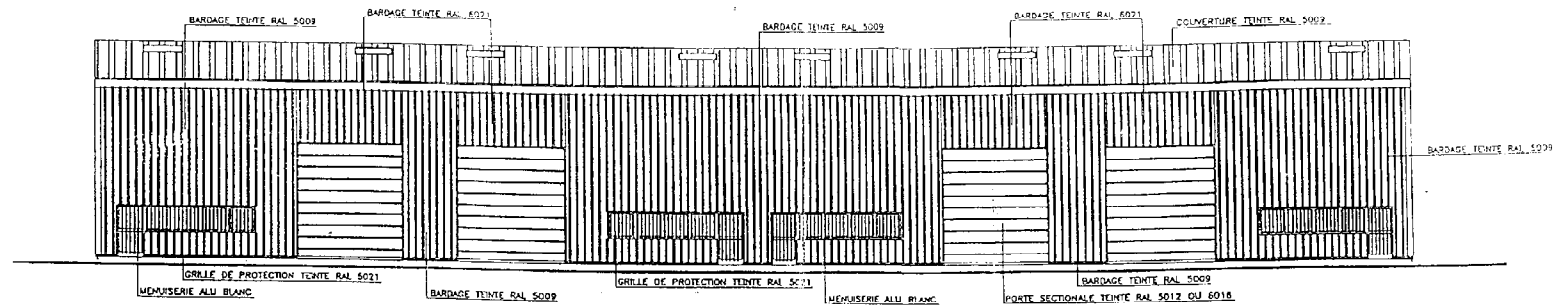


PIGNON EST

**PANNEAU DE FACADE  
A ETUDIER**

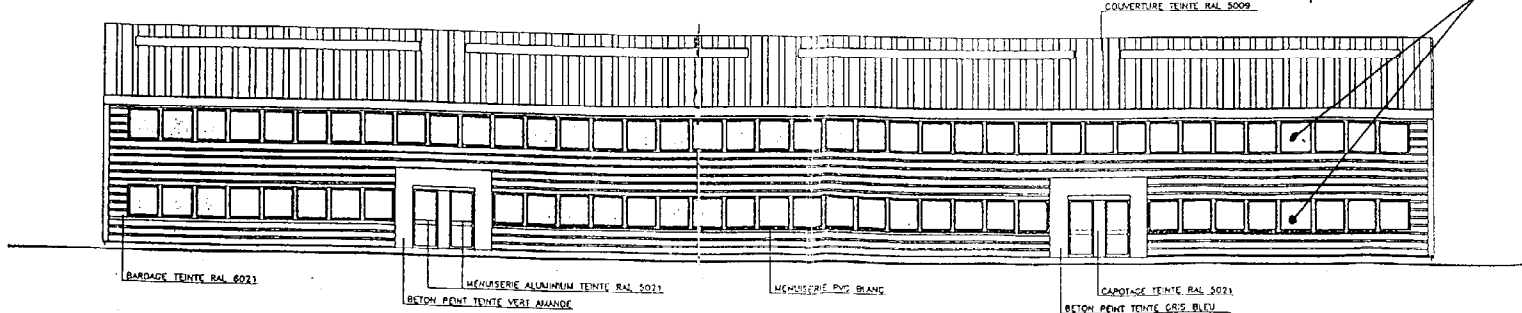


COUPE A-A



FACADE NORD

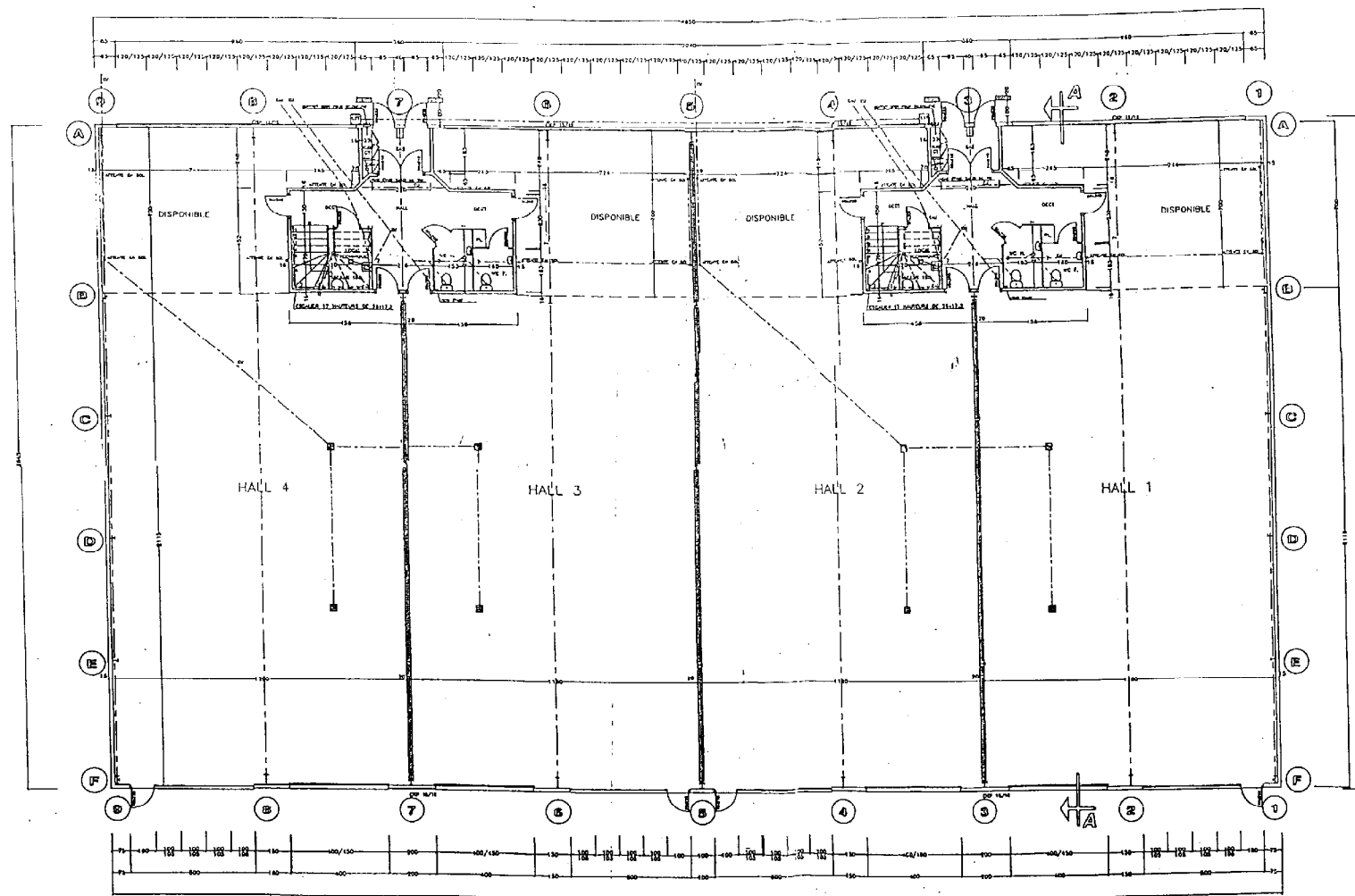
**CHASSIS VITRES  
PROTECTION SOLAIRE  
A ETUDIER**



FACADE SUD

PLAN A2

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT : FACADES ETANCHEITE	SUJET	Session 2001
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 h 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		Page 6/20

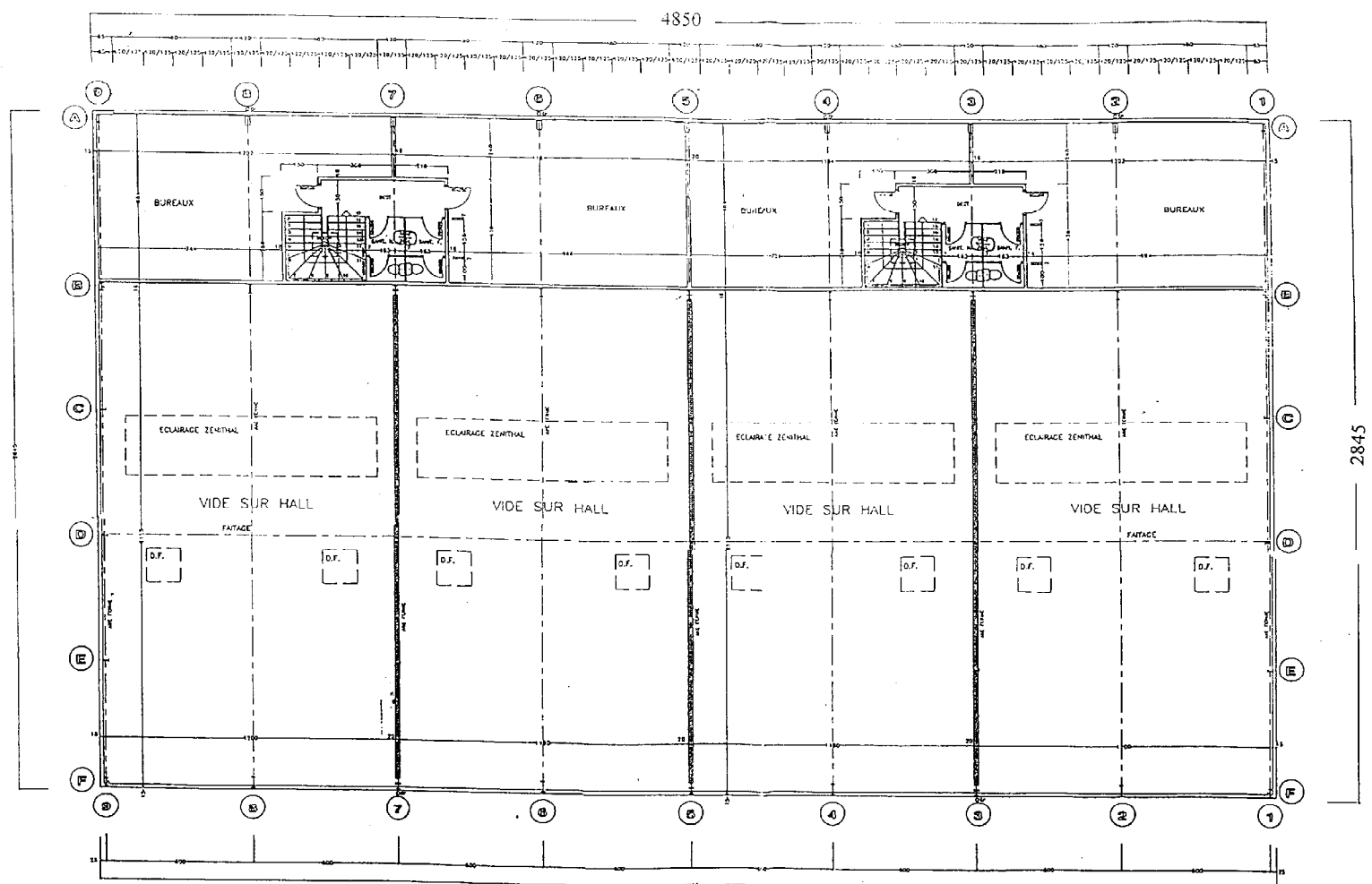


**PLAN A3**

*REZ-DE-CHAUSSEE*

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT : FACADES ETANCHEITE	SUJET	Session 2001
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 h 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		Page 7/20

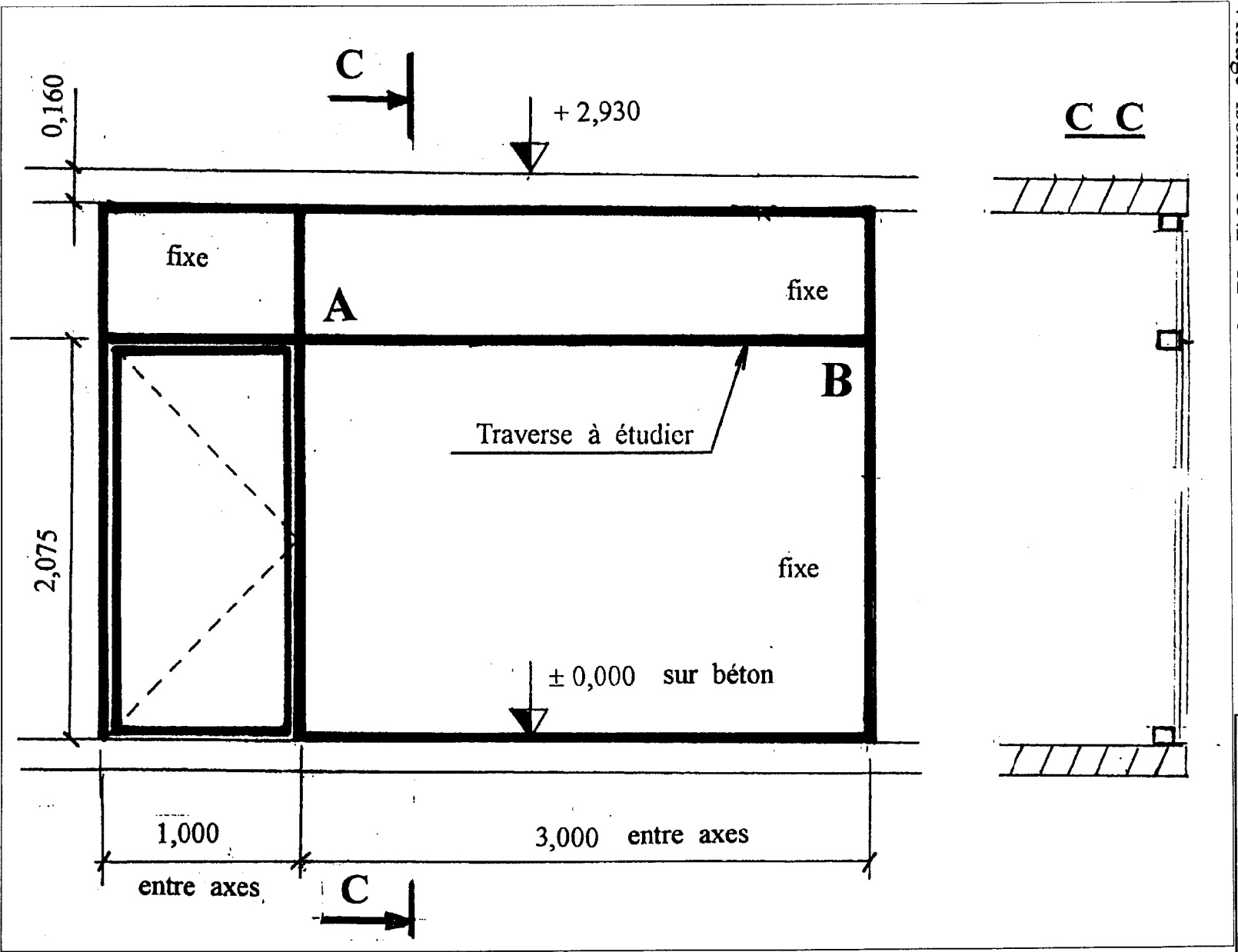
Cotation en cm



ETAGE

PLAN A4

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT : FACADES ETANCHEITE	SUJET	Session 2001
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 h 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		Page 8/20



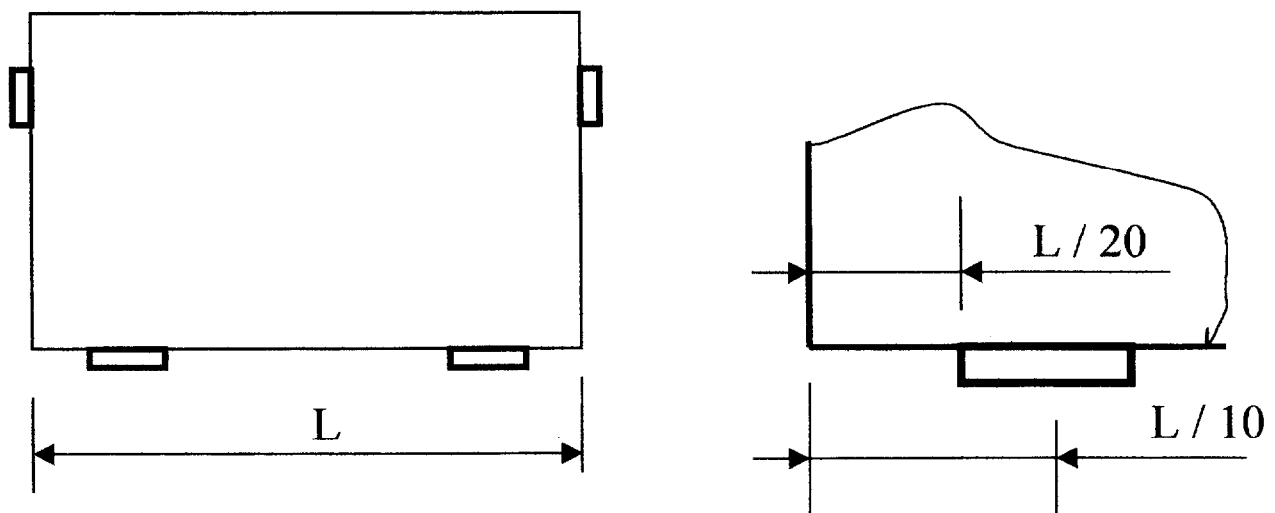
BTS ENVELOPPE DU BATIMENT : FACADES ETANCHETTE	SUJET	Session 2001
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 h 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		Page 9/20

## CALAGE DES VITRAGES

La distance entre l'axe des cales d'assise et le bord du vitrage sera égale à environ  $1 / 10$  De la longueur du vitrage.

La distance entre le bord extérieur de la cale et le bord du vitrage sera égale à environ  $1 / 20$  de la longueur du vitrage.

## CHASSIS FIXE



Deux cales d'assise sont nécessaires ; elles sont placées près des angles à environ  $1 / 10$  De la longueur du vitrage.

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT : FACADES ETANCHEITE	SUJET	Session 2001
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 h 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		Page 10/20

<b>DOCUMENT C3</b>
--------------------

**ACTION CLIMATIQUE : VENT**

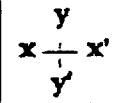
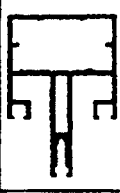
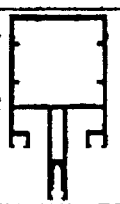
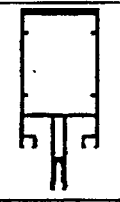
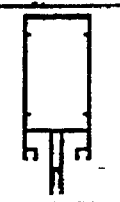
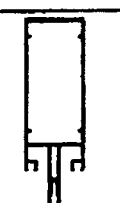
**Pression de vent normale : 70 daN / M2**

**Pression de vent extrême : 122,5 daN / M2**

<b>BTS ENVELOPPE DU BATIMENT : FACADES ETANCHEITE</b>	<b>SUJET</b>	<b>Session 2001</b>
<b>Epreuve U41 Sciences du Bâtiment</b>	<b>Durée : 2 h 40</b>	<b>Coefficient : 2</b>
<b>CODE : EBE4SB</b>		<b>Page 11/20</b>

## CATALOGUE POUR LE CHOIX DE LA TRAVERSE DU MUR RIDEAU

## TRAVERSE DE TYPE MC EN ALLIAGE D'ALUMINIUM 6060

	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> )
	6600	28.48	18.51	6.75	7.12
	6601	65.6	25.3	12.57	9.73
	6602	128.34	31.47	20.35	12.10
	6603	201.13	36.47	28.04	14.03
	6604	294.67	41.18	36.58	15.95

Coefficient de dilatation linéique  $\alpha = 23 \times 10^{-6} \text{ m/m.}^\circ\text{C}$

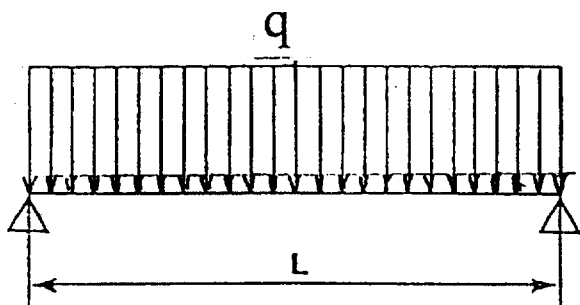
Limite d'élasticité  $\sigma_e = 170 \text{ N/mm}^2$

Module d'Young  $E = 70\,000 \text{ Mpa}$

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT : FACADES ETANCHEITE	SUJET	Session 2001
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 h 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		Page 12/20

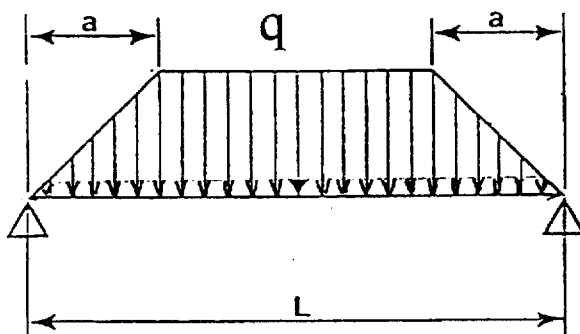
# DEFORMATION DES POUTRES

DOCUMENT C5



Charge uniformément répartie

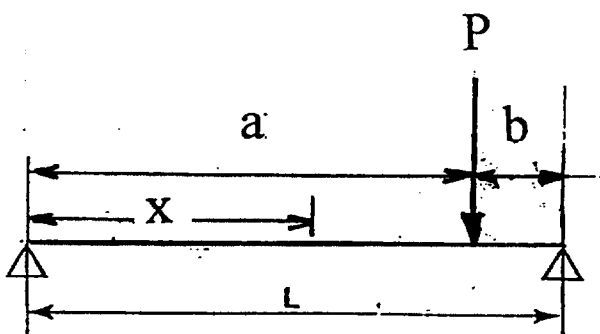
$$f_{\text{Maxi}} = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I}$$



Charge trapézoïdale-

$$f_{\text{Maxi}} = \frac{q \cdot L^4}{1920 \cdot E \cdot I} (25 - 40J^2 + 16J^4)$$

avec  $\frac{a}{L} = J$



Charge concentrée

$$f(x) = \frac{P \cdot b \cdot x \cdot (L^2 - b^2 - x^2)}{6 \cdot E \cdot I \cdot L}$$

$a > b$

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT : FACADES ETANCHEITE	SUJET	Session 2001
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 h 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		Page 13/20



## EXTRAIT DES REGLES AL 76

## 3,32 VALEURS DES COEFFICIENTS DE PONDÉRATION

## 3,321 Ouvrages en service normal

Dans tous les calculs de vérification de la stabilité, les valeurs des effets à prendre en compte (cf. 3,21) doivent être multipliées par les coefficients de pondération suivants :

1. Charges permanentes (poids mort, influence du mode de construction) :
  - soit 1,5
  - soit 1,
 suivant ce qui est le plus défavorable.

2. Surcharges variables {
  - surcharges d'exploitation ou d'essai 1,7.
  - surcharges normales du vent ou de neige 1,7.

Cette valeur peut être réduite respectivement soit à 1,6 soit à 1,5 (cf. 3.34) dans les calculs prenant en compte simultanément des surcharges appartenant soit à deux, soit aux trois des catégories suivantes :

- Surcharges d'exploitation ou d'essai,
- Neige,
- Effets du vent.

## 3,323 Circonstances exceptionnelles

Si la ruine de la construction peut entraîner des conséquences désastreuses, les documents particuliers doivent l'indiquer. Ils fournissent alors les précisions nécessaires sur l'augmentation éventuelle des coefficients de pondération utilisés.

- Pour limiter les dégâts qui pourraient être causés par un phénomène exceptionnel, on peut effectuer une vérification de la stabilité en prenant en compte les valeurs estimées des charges, surcharges et efforts qui seraient appliqués à l'ouvrage par ce phénomène et en les multipliant par des coefficients de pondération adaptés.

C'est ainsi que, dans la vérification des ouvrages sous l'action des surcharges climatiques extrêmes (neige et vent, cf. 3,24), comme dans la vérification de la résistance aux séismes qui peut être éventuellement prescrite (cf. 3,26) tous les effets pris en compte, y compris les charges permanentes, sont affectés d'un coefficient de pondération réduit à 1.1.

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT : FACADES ETANCHEITE	SUJET	Session 2001
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 h 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		Page 14/20

Vitrage isolant 33.2 - 12 - 6

CONDITIONS CLIMATIQUES  
à l'INTERIEUR des bureaux

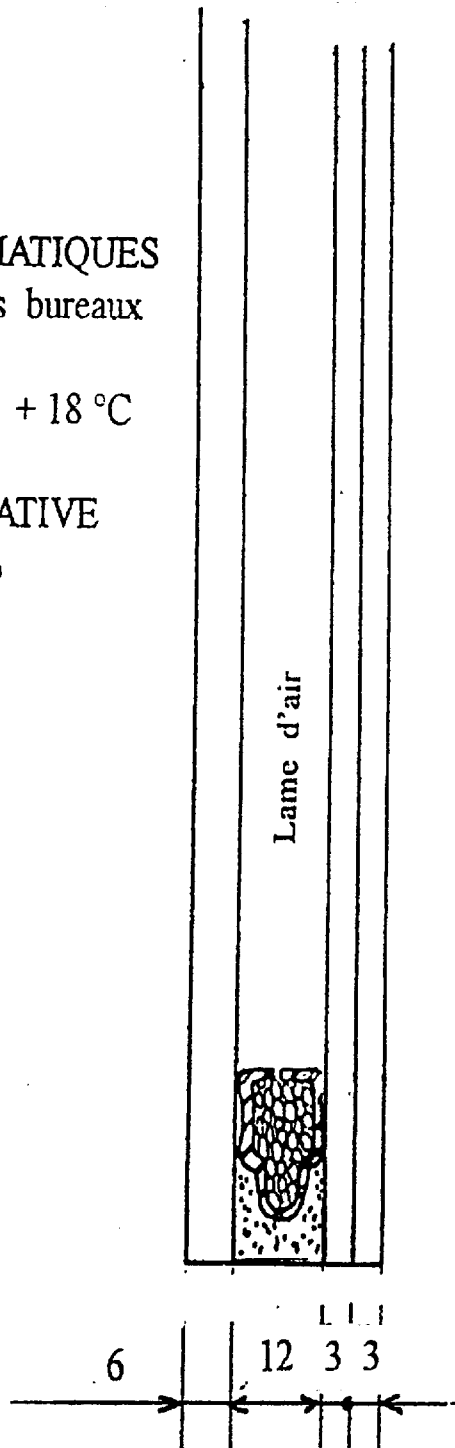
TEMPERATURE = + 18 °C

HUMIDITE RELATIVE  
HR = 55 %

CONDITIONS CLIMATIQUES  
l'EXTERIEUR des bureaux

TEMPERATURE = - 5 °C

HUMIDITE RELATIVE  
HR = 80 %






BTS ENVELOPPE DU BATIMENT : FACADES ETANCHEITE	SUJET	Session 2001
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 h 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		Page 15/20

Matériau	Masse volumique sèche ( $\rho$ ) en kg/m <sup>3</sup>	Conductivité thermique utile ( $\lambda$ ) en W/m.°C
3,85 Verre .....	2700	1,1

## 1.33 Convention d'échanges superficiels

On admet conventionnellement que les résistances thermiques d'échanges superficiels intérieurs ( $1/h_i$ ) et extérieurs ( $1/h_e$ ) ont les valeurs données dans le tableau ci-dessous, tableau où figure également la somme de ces résistances :

	Paroi en contact avec :			Paroi en contact avec :		
	— l'extérieur, — un passage ouvert, — un local ouvert.			— un autre local, chauffé ou non chauffé, — un comble, — un vide sanitaire.		
	$\frac{1}{h_i}$	$\frac{1}{h_e}$	$\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e}$	$\frac{1}{h_i}$	$\frac{1}{h_i}$	$\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_i}$
Paroi verticale ou faisant avec le plan horizontal un angle supérieur à 60° 	0,11	0,06	0,17	0,11	0,11	0,22
Paroi horizontale ou faisant avec le plan horizontal un angle égal ou inférieur à 60°, flux ascendant (toiture) 	0,09	0,05	0,14	0,09	0,09	0,18
flux descendant (plancher bas) 	0,17	0,05	0,22	0,17	0,17	0,34

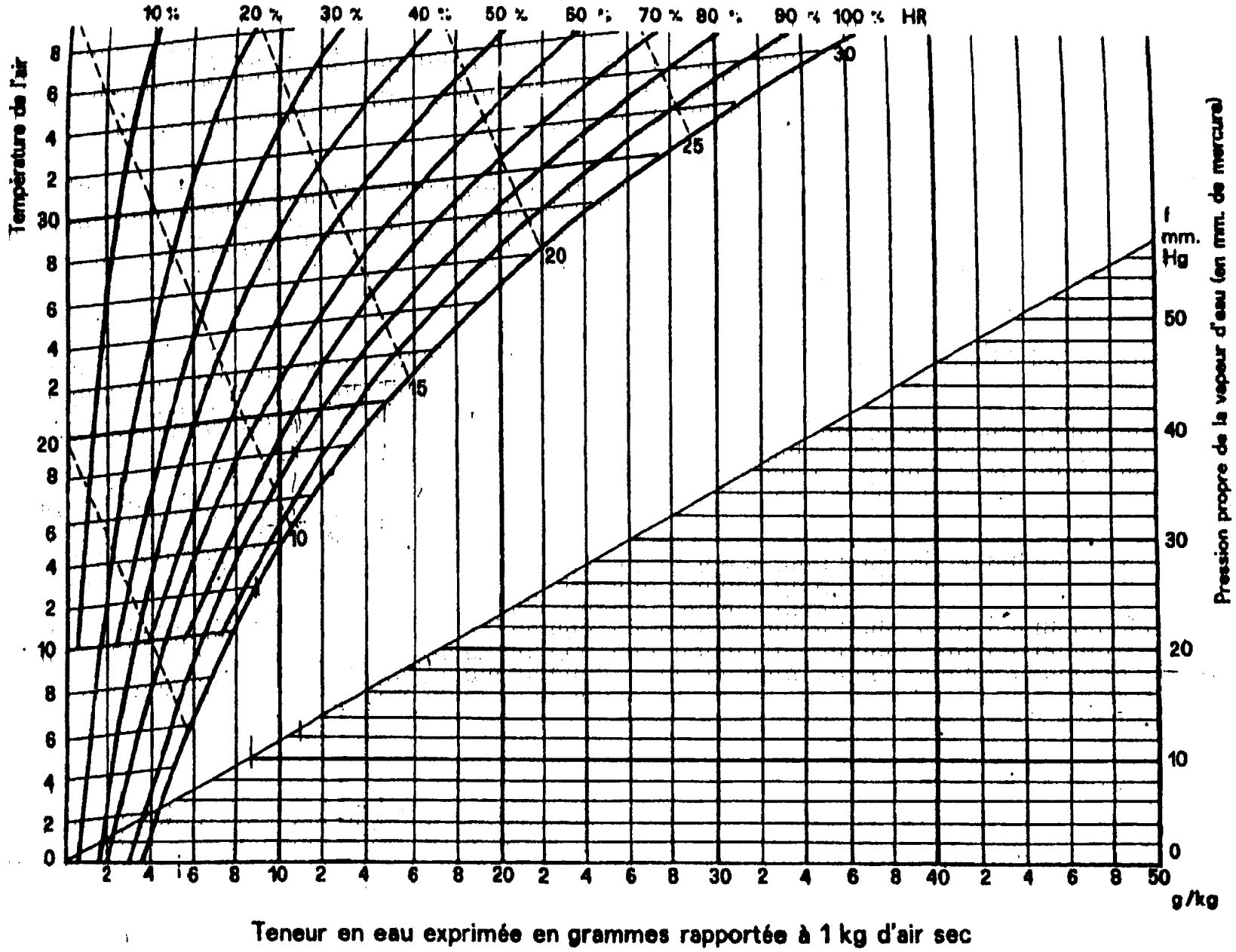
Pour l'air, R a les valeurs suivantes :

- lame d'air limitée par deux faces d'émissivité au moins égale à 0,8 (c'est le cas des lames d'air constituées avec des feuilles de verre courantes). Pour les lames d'air d'épaisseur au plus égale à 13 mm, R est indépendant de l'inclinaison du vitrage ; sa valeur est donnée dans le tableau ci-dessous :

Épaisseur nominale de la lame d'air (mm) (Épaisseur de fabrication en mm)	6 (5 à 7)	8 (7,1 à 9)	10 (9,1 à 11)	12 (11,1 à 13)
Résistance thermique (m <sup>2</sup> .°C/W)	0,12	0,135	0,145	0,15

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT : FACADES ETANCHEITE	SUJET	Session 2001
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 h 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		Page 16/20

# DIAGRAMME DE MOLLIER



BTS ENVELOPPE DU BATIMENT : FACADES ETANCHÉITÉ		SUJET	
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment		Durée : 2 h 40	
CODE : EBE4SB		Session 2001	
		Coefficient : 2	
		Page 17/20	

## PRESSIONS DE VAPEUR SATURANTE

## EN FONCTION DE LA TEMPERATURE

Valeurs numériques pour les calculs concernant l'air humide  
(valable pour une pression barométrique de 760 mm de mercure)

T	PS		WS	T	PS		WS
	Pression de vapeur saturante				Pression de vapeur saturante		
Température sèche de l'air (°C)	(mm Hg)	(Pa)	Teneur en eau à saturation (g/kg)	Température sèche de l'air (°C)	(mm Hg)	(Pa)	Teneur en eau à saturation (g/kg)
-20	0,77	103	0,63	10	9,21	1228	7,63
-19	0,85	113	0,70	11	9,84	1312	8,15
-18	0,94	125	0,77	12	10,52	1402	8,75
-17	1,03	137	0,85	13	11,23	1497	9,35
-16	1,13	151	0,93	14	11,99	1598	9,97
-15	1,24	165	1,01	15	12,79	1705	10,6
-14	1,36	181	1,11	16	13,63	1817	11,4
-13	1,49	199	1,22	17	14,53	1937	12,1
-12	1,63	217	1,34	18	15,48	2063	12,9
-11	1,78	237	1,46	19	16,48	2197	13,8
-10	1,95	260	1,60	20	17,53	2337	14,7
-9	2,13	283	1,75	21	18,65	2486	15,6
-8	2,32	309	1,91	22	19,83	2643	16,6
-7	2,53	337	2,08	23	21,07	2809	17,7
-6	2,76	368	2,27	24	22,38	2983	18,8
-5	3,01	401	2,47	25	23,76	3167	20,0
-4	3,28	437	2,69	26	25,21	3360	21,4
-3	3,57	476	2,94	27	26,74	3564	22,6
-2	3,88	517	3,19	28	28,35	3779	24,0
-1	4,22	562	3,47	29	30,04	4004	25,6
0	4,58	611	3,78	30	31,82	4242	27,2
1	4,93	657	4,07	31	33,70	4492	28,8
2	5,29	705	4,37	32	35,66	4753	30,6
3	5,69	758	4,70	33	37,73	5029	32,5
4	6,10	813	5,03	34	39,90	5319	34,4
5	6,54	872	5,40	35	42,18	5623	36,6
6	7,01	934	5,79	36	44,56	5940	38,8
7	7,51	1001	6,21	37	47,07	6274	41,1
8	8,05	1073	6,65	38	49,69	6624	43,5
9	8,61	1148	7,13	39	52,44	6990	46,0
				40	55,32	7374	48,8

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR**

**ENVELOPPE DU BATIMENT**  
**Façades - Etanchéité**

Sous-épreuve U41 : SCIENCES DU BATIMENT

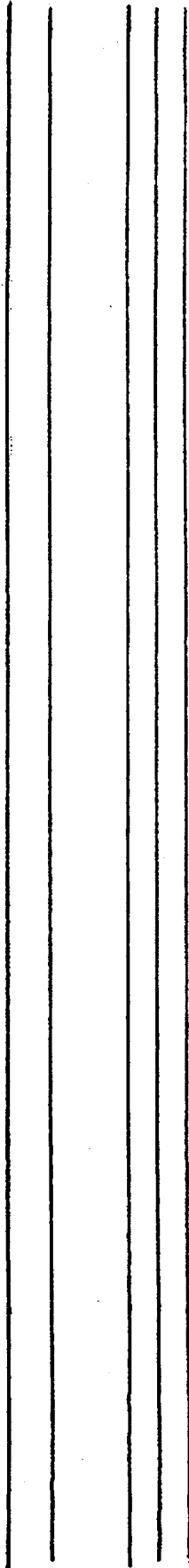
**DOCUMENT REPONSE**

<b>BTS ENVELOPPE DU BATIMENT : FACADES ETANCHEITE</b>	<b>SUJET</b>	<b>Session 2001</b>
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 h 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		

— + 18 °C

**DOCUMENT DR2**

INTERIEUR

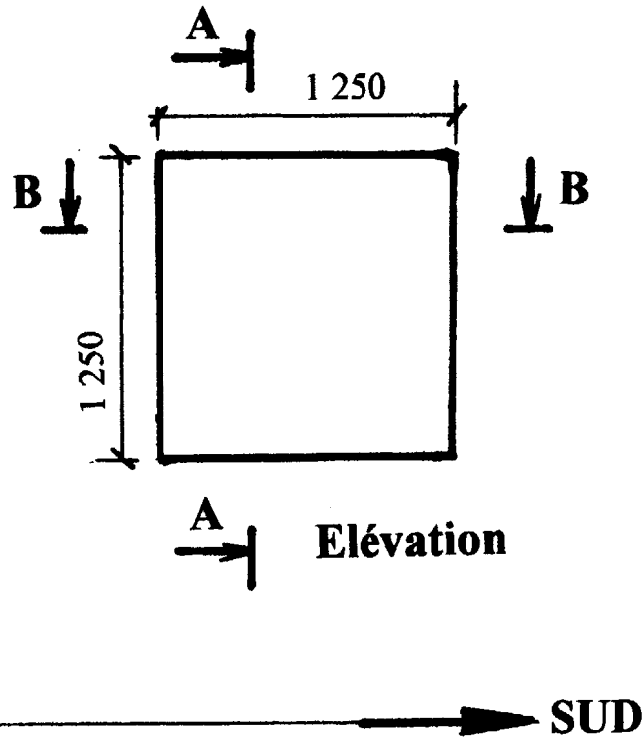


EXTERIEUR

0 °C —

-5 ° —

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT : FACADES ETANCHEITE	SUJET	Session 2001
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 h 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		Page 19/20



Coupe Horizontale  
B B



Coupe Verticale  
A A



ECHELLE : 1 / 10

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT : FACADES ET ANCHETTE	SUJET	Session 2001
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 h 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		Page 20/20