

Session 2003

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.

Aucun document réponse n'est à remettre avec la copie

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	SUJET	Session 2003
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		Page : 1/28

SOMMAIRE

NOTE AUX CANDIDATS :	Page 3 / 28
PRESENTATION DE L'OUVRAGE :	Page 4 / 28 à 10 / 28
TRAVAIL DEMANDE :	Page 11 / 28 à 15 / 28
ANNEXES :	
Eléments de calculs : méthode des 3 moments et formulaire	Page 16 / 28
Note de calcul pour une panne IPE 240	Page 17 / 28
Caractéristiques des profilés aluminium	Page 18 / 28
Documentation bacs acier	Page 19 / 28
Extraits D.T.U. 39	Page 20 / 28 et 21 / 28
Documentation châssis fixe FB	Page 22 / 28
Extraits réglementation thermique 2000	Page 23 / 28 à 28 / 28

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	SUJET	Session 2003
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		Page : 2/28

NOTE AUX CANDIDATS

	Durée indicative	Barème
Lecture du sujet	15 min	
1. Vérification d'une panne en phase de construction	60 min	15 points
2. Dimensionnement mécanique d'un châssis composé	30 min	8 points
3. Dimensionnement mécanique du vitrage	20 min	7 points
4. Etude thermique des châssis fixes de la façade Sud	35 min	10 points

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

Aucun document personnel n'est autorisé.

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	SUJET	Session 2003
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		Page : 3/28

PRESENTATION DE L'OUVRAGE

L'étude porte sur la construction d'ateliers pour un centre d'aide par le travail.

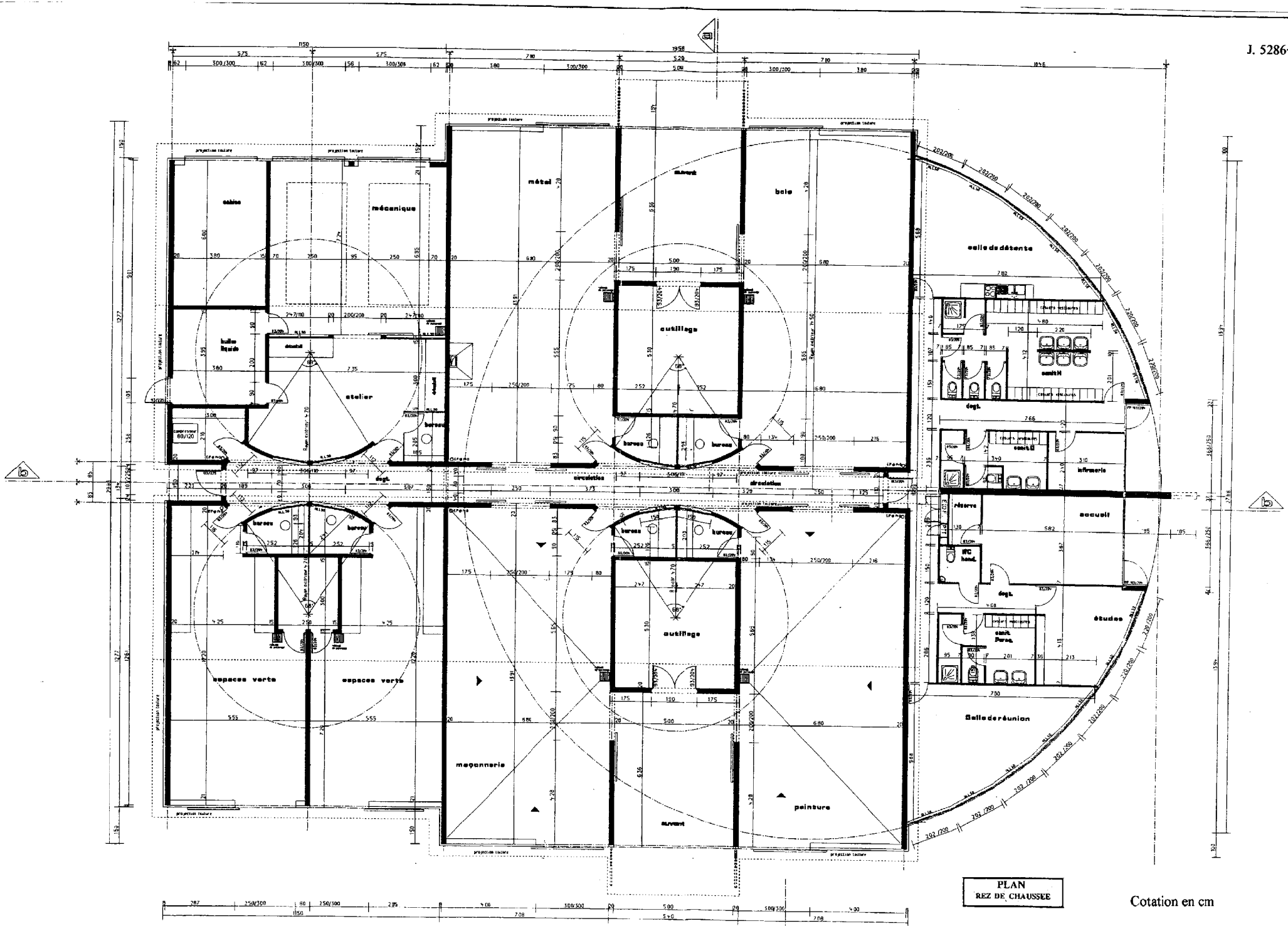
Ce bâtiment comprend :

- ☞ en Rez de chaussée :
 - ◇ des ateliers pour chaque corps de métier,
 - ◇ une zone bureaux.
- ☞ à l'étage, des mezzanines servant au stockage.

Vous disposez pour réaliser vos études, des documents de base suivants :

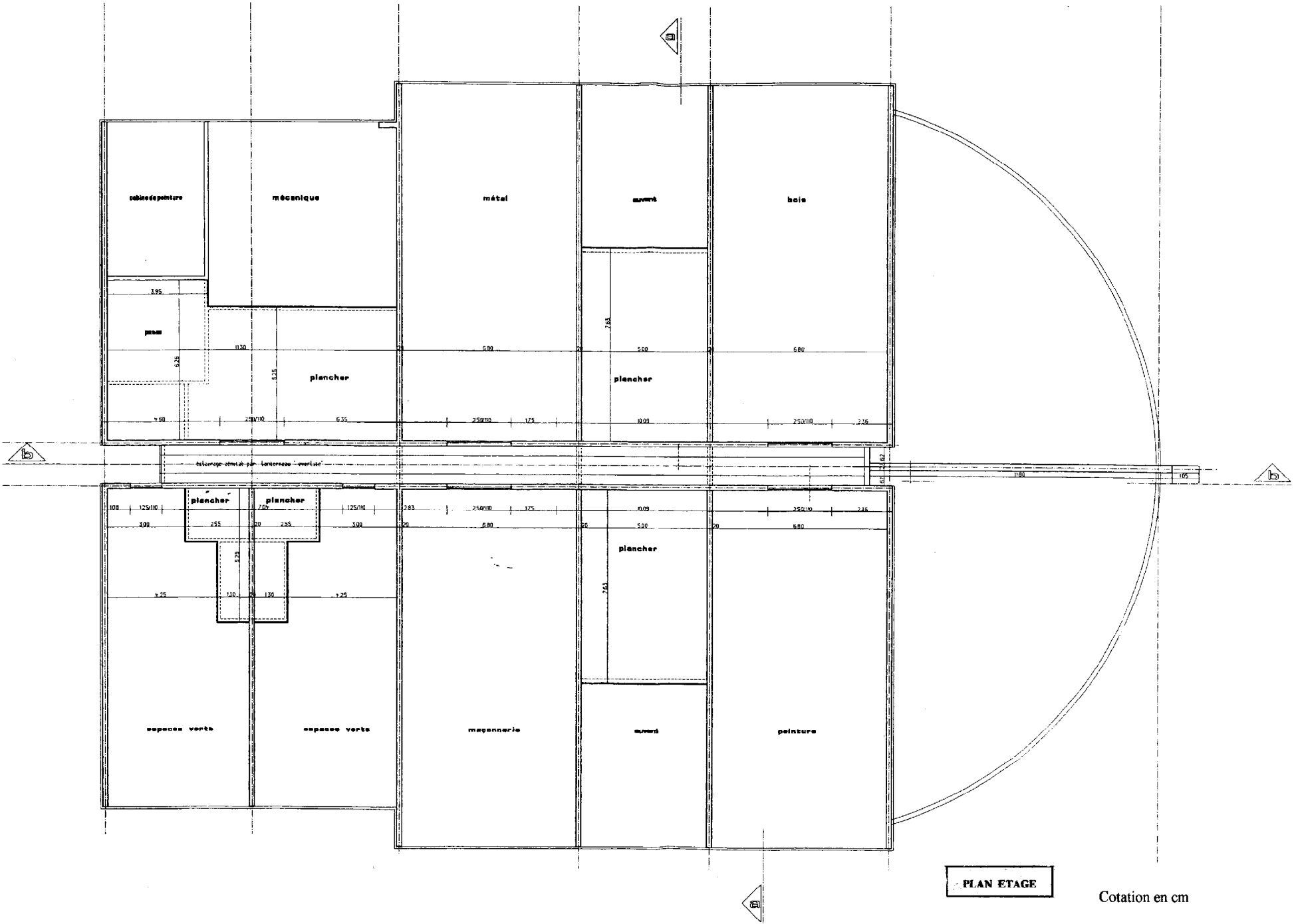
<i>Plans d'architecte</i>	<i>Repère du document</i>
Plan Rez-de-chaussée	page 5
Plan Etage	page 6
Coupes AA et BB	page 7
Façades Nord et Ouest	page 8
Façades Sud et Est	page 9
Plan de charpente (zone bureaux)	page 10

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	SUJET	Session 2003
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		Page : 4/28



BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	SUJET	Sesssion 2003
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB	Page : 5/28	

PLAN REZ DE CHAUSSEE

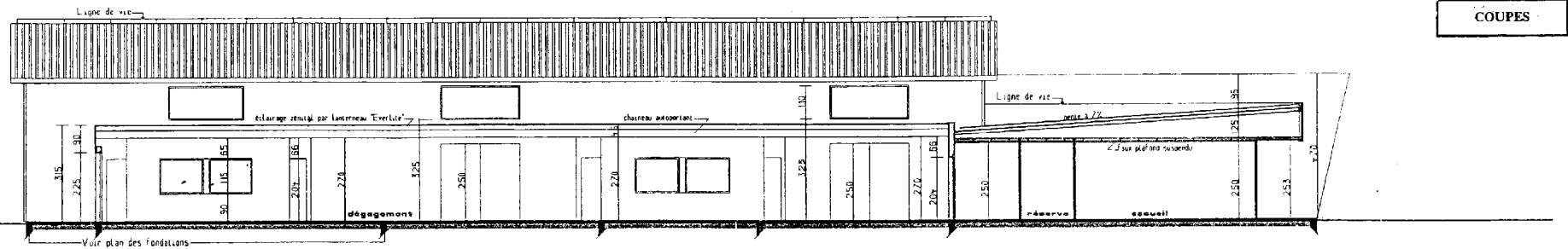


PLAN ETAGE

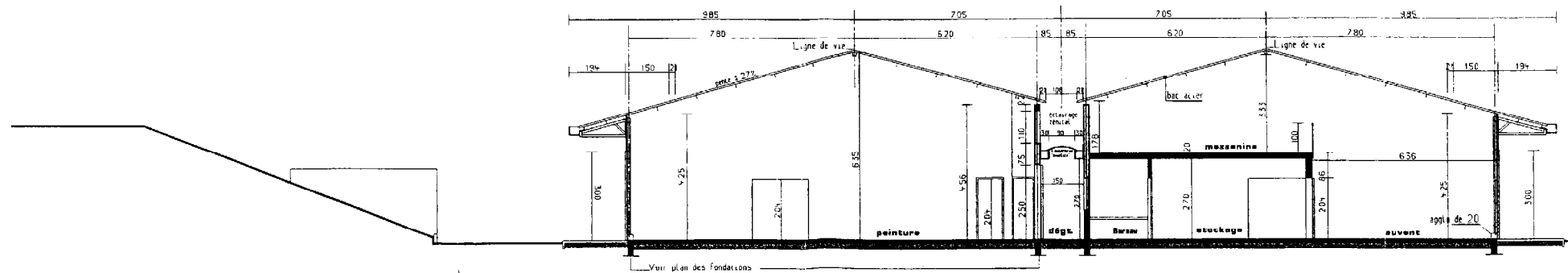
Cotation en cm

Echelle non normalisée

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	SUJET	Session 2003
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		Page : 6/28



COUPE BB

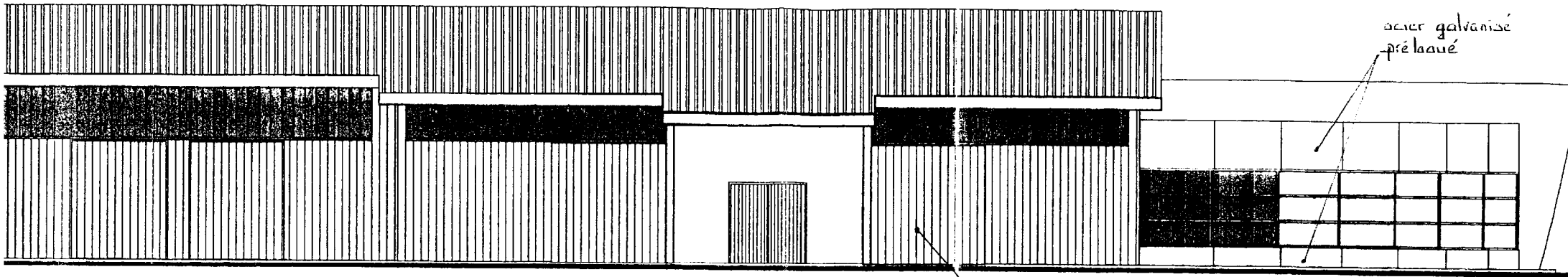


COUPE AA

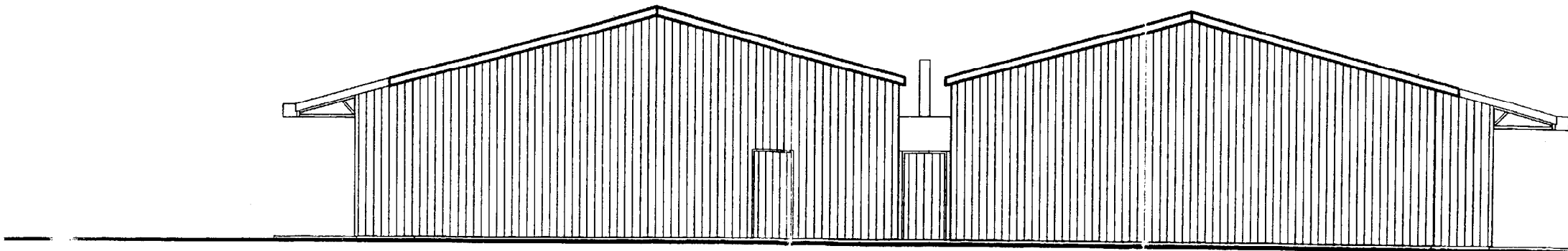
Cotation en cm

Echelle non normalisée

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	SUJET	Session 2003
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		Page : 7/28

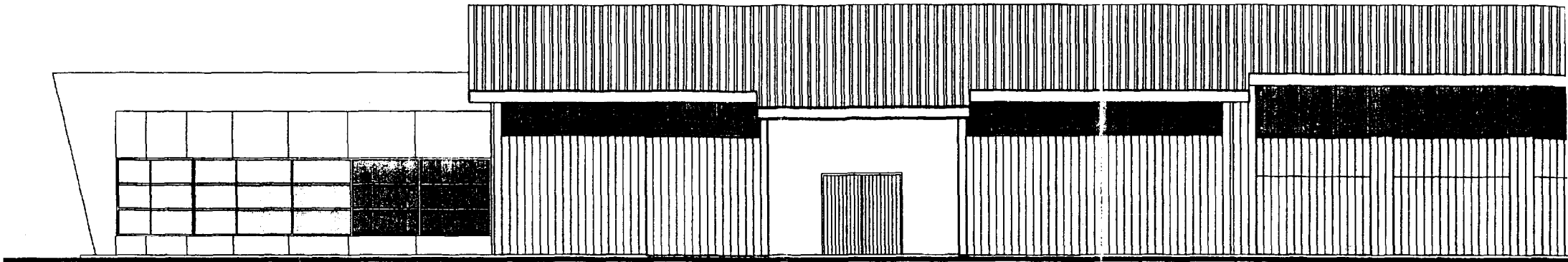


bardage vertical
acier S. 267 323 **FACADE OUEST**

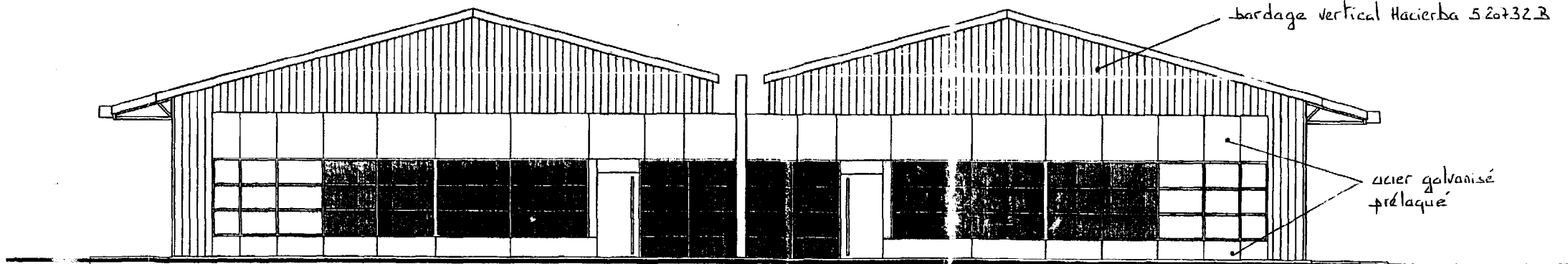


FACADE NORD

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	SUJET	Session 2003
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		Page : 8/28

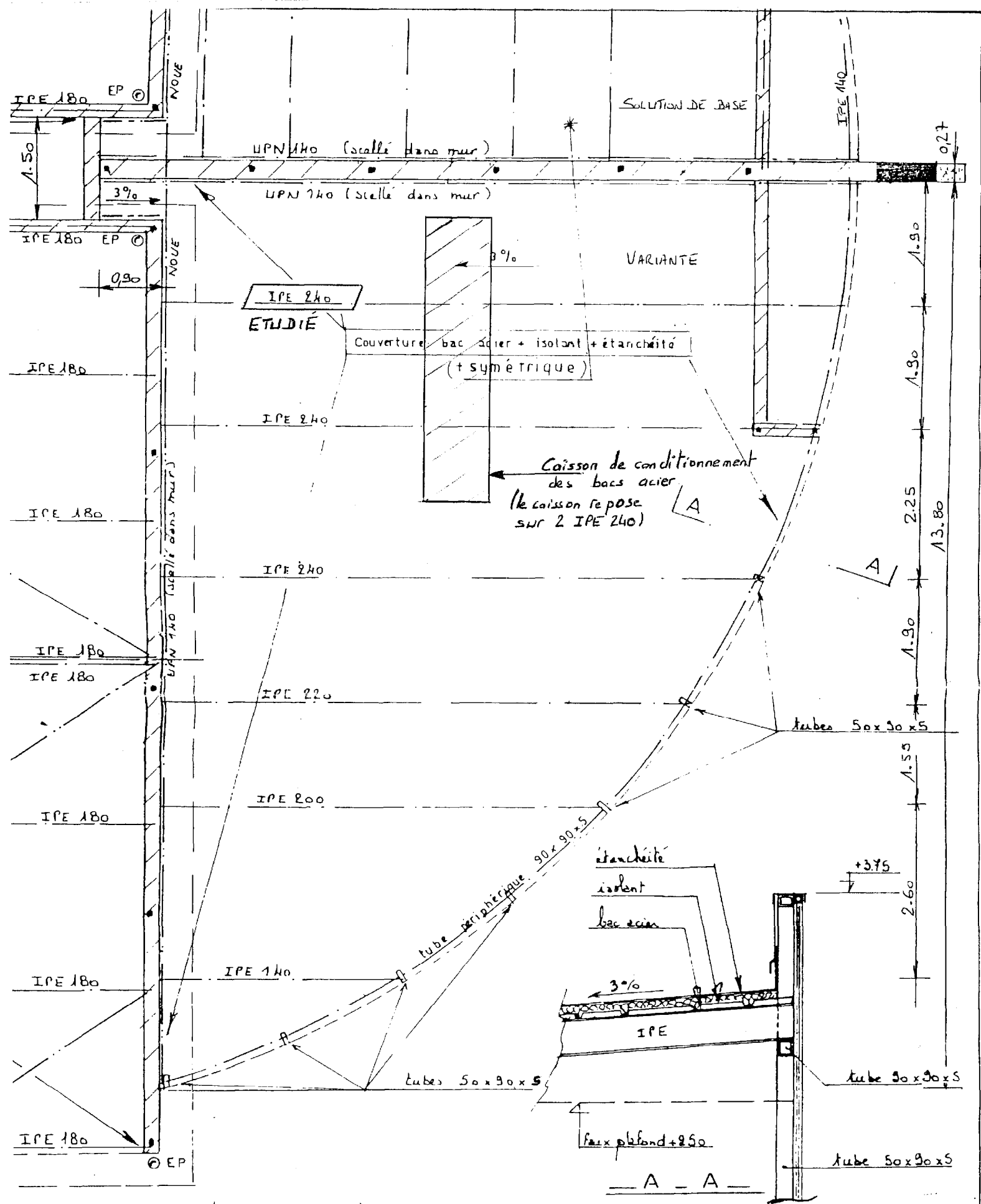


FACADE EST



FACADE SUD

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	SUJET	Session 2003
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		Page : 9/28



Plan de Charpente (Zone Bureaux)
 échelle : 1/50

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	SUJET	Session 2003
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		Page : 10/28

SCIENCES DU BATIMENT

Travail demandé

Vous travaillez dans une entreprise spécialisée dans les travaux de couverture et de bardage, et vous allez devoir étudier la façade Sud de la zone de bureaux.

1. Vérification en contrainte et déformation d'une panne en phase de construction de l'ouvrage.

Pour les travaux de couverture de la zone bureaux, on envisage de poser les bacs acier HACIERCO en colis sur les pannes IPE 240.

La longueur moyenne des bacs acier ainsi entreposés est de 6.20 mètres.

La tôle a une épaisseur de 63/100^{ème}.

Les pannes devront pouvoir supporter une pile de 46 bacs acier.

On considèrera que les bacs reposeront sur 2 profilés IPE 240 (cf. page 10)

Conformément à la réglementation, les charges ne seront pas pondérées, et on limitera la flèche admissible du profilé au 1/200^{ème} de la portée.

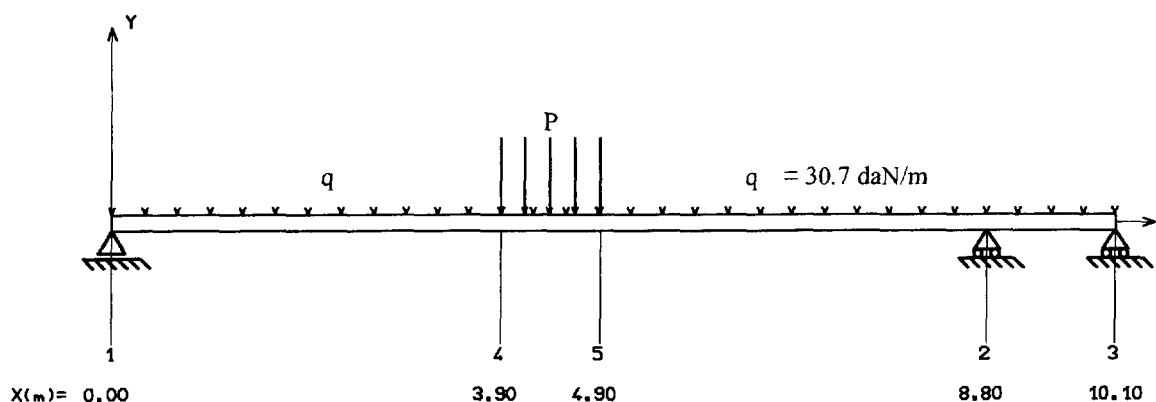
Les hypothèses et les données retenues pour le calcul de cet élément seront les suivantes :

- hypothèses générales de la Résistance des Matériaux vérifiées .
- Poids propre du profilé I.P.E. 240 : 30.7 daN/m .
- On négligera la pente de la toiture.
- Matériau acier :

limite élastique $\sigma_e = 235$ MPa et module d'élasticité $E = 2,1 \cdot 10^5$ MPa

caractéristiques IPE 240 : $I_z = 3892$ cm⁴ $I_z / V_z = 324$ cm³

Le schéma mécanique de la panne I.P.E. 240 est le suivant :

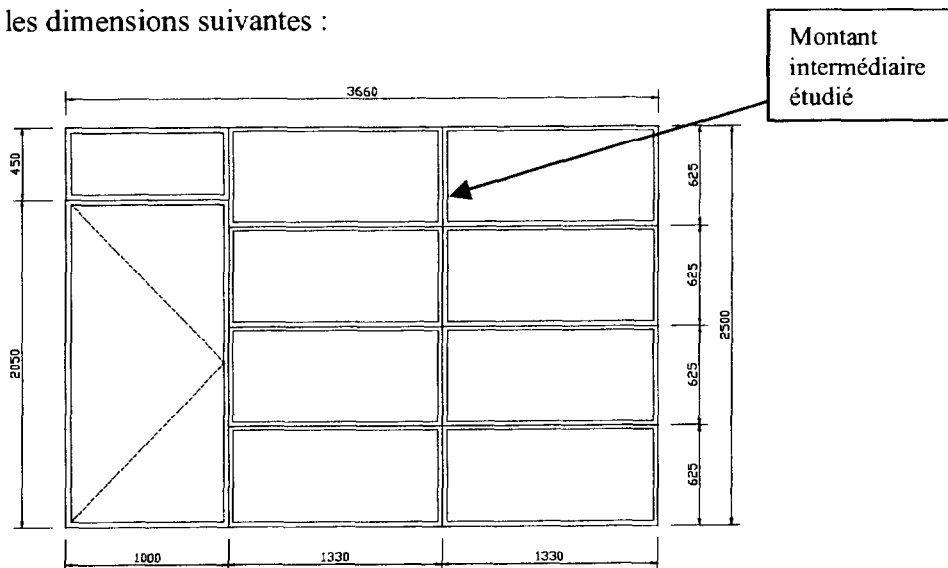


BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	SUJET	Session 2003
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		Page : 11/28

- 1.1 Démontrez que la charge P qui s'applique sur le profilé I.P.E. 240 étudié (en phase provisoire de travaux) est de 845 daN (charge uniformément répartie sur 1 m entre les abscisses 3.90 et 4.90).
- 1.2 Afin d'évaluer les efforts en tête du mur support de l'I.P.E., vérifiez, par la méthode des 3 moments, la valeur de la réaction d'appui au nœud 2 (cf. note de calcul page 17).
- 1.3 Vous disposez de la note de calcul donnant les diagrammes de sollicitations le long de la panne et les valeurs de la déformée et des actions de liaison (cf. note de calcul page 17). Dans ce profilé I.P.E. 240, situez et calculez la contrainte normale de flexion maximale. Comparez le résultat obtenu à la valeur limite et concluez.
- 1.4 Dans ce profilé I.P.E. 240, comparez la flèche maximale obtenue à la valeur imposée et concluez.

2. Dimensionnement mécanique d'un châssis composé.

Vous allez devoir vérifier le dimensionnement mécanique du châssis composé du local accueil de la zone bureaux. Il a les dimensions suivantes :



Châssis série FB de Technal :dormants référence 8690

montants intermédiaires référence 8671 avec renfort tube 40x40x3

traverses intermédiaires référence 8670

Module d'élasticité longitudinale de l'aluminium : 70 000 MPa

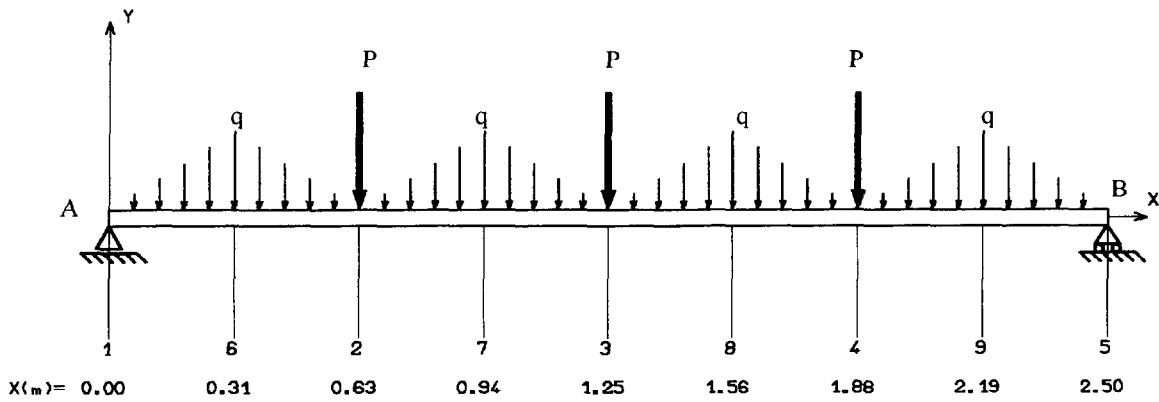
Caractéristiques mécaniques des profilés : page 18

Rappels réglementaires :

La déformation sous les effets du vent, quelle que soit la destination de la fenêtre, est limitée au $1/200^{\text{ème}}$ de la portée sous 500 Pa.

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	SUJET	Session 2003
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		Page : 12/28

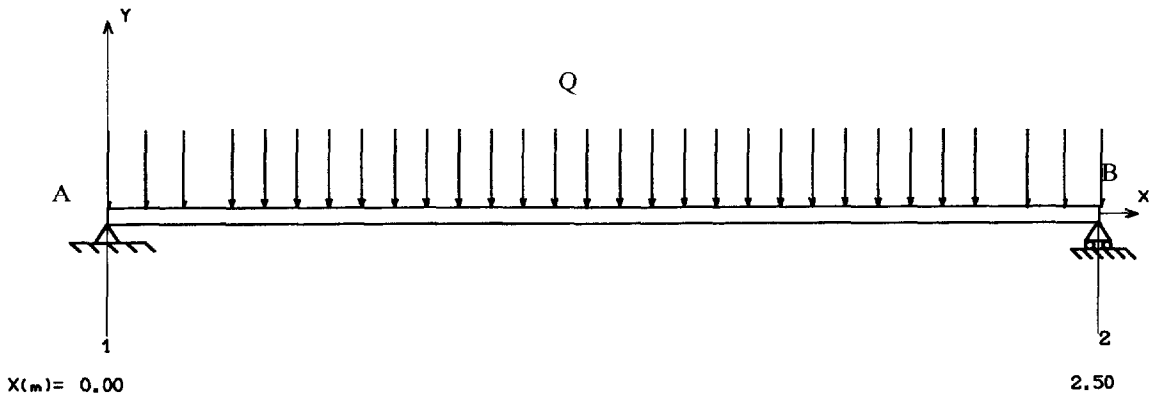
La modélisation du montant intermédiaire vertical de la partie fixe est la suivante :



- 2.1 Calculez, pour une pression de vent de 500 N/m^2 , la valeur de l'effort P transmis par les traverses sur le montant.
- 2.2 Calculez pour une pression de vent de 500 N/m^2 la valeur q de la charge triangulaire transmise par le vitrage sur le montant.

La flèche maximale calculée avec ce cas de charge est de 9.9 mm .

- 2.3 Par simplification, on considère un cas de charge rectangulaire uniformément répartie.
 - 2.31 Calculez la charge Q donnant un total de charge équivalent au chargement précédent.
 - 2.32 Calculez la flèche maximale



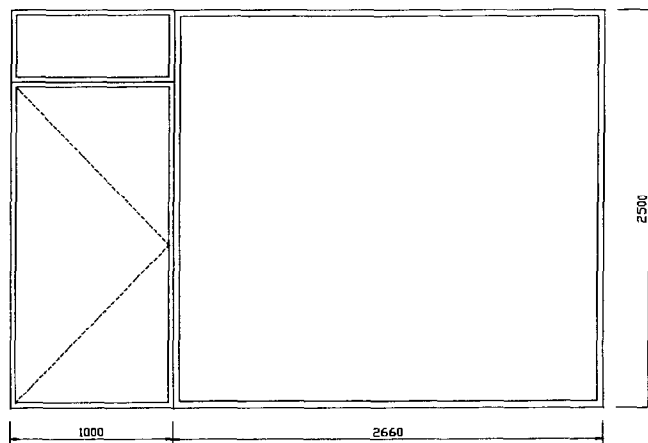
- 2.4 Quantifiez le pourcentage d'erreur commis sur la flèche en utilisant une méthode simplifiée.
- 2.5 Analysez le résultat obtenu.

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	SUJET	Session 2003
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		Page : 13/28

3. Dimensionnement mécanique du vitrage.

L'architecte a proposé une variante pour le châssis composé du local accueil de la zone bureaux ou il supprime le montant et les traverses intermédiaires de la partie fixe.

Vous allez devoir vous prononcer quant au dimensionnement mécanique du vitrage fixe dans ce cas de figure. Le châssis a les dimensions suivantes :



Le vitrage de la partie droite de dimensions 2660 x 2500 est un double vitrage 4-10-44.2.

La construction se situe en région A, dans une ville moyenne en périphérie d'un grand centre urbain (situation b).

La glace claire de 4 mm à une tolérance de fabrication de ± 0.2 mm.

Vérifiez si ce vitrage permet de résister aux pressions de vent conformément aux extraits du D.T.U. 39 fournis.

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	SUJET	Session 2003
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		Page : 14/28

4. Etude thermique des châssis fixes de la façade Sud.

Vous allez devoir étudier le comportement thermique des châssis fixes aluminium de la salle de réunion sur la façade Sud .

Cette façade est composée de châssis fixes et de châssis coulissants de 2020 x 2000 surmontant une allège de 50 cm de hauteur (dimensions de fabrication : H = 1990 et L = 2010).

L'architecte avait prévu d'équiper ces châssis fixes avec un double vitrage peu émissif CLIMALIT PLANITHERM 4-10-44.2 clair.

La couche peu émissive est déposée sur le verre intérieur de 4 mm.

Les doubles vitrages seront assemblés avec intercalaire aluminium délimitant une lame d'air.

L'émissivité normale de la couche planitherm est de **0.09**

Vous prendrez pour le coefficient surfacique moyen de la menuiserie $U_f = 4.0 \text{ W/m}^2\text{K}$

Les profilés prévus de la série FB de la société Technal ne sont pas des profilés à rupture thermique. Vous allez devoir calculer le coefficient U_w d'un châssis fixe, pour le fournir au bureau d'étude thermique qui vérifiera la conformité de l'ouvrage par rapport à la réglementation thermique 2000.

Vous allez devoir :

- 4.1 Calculer le coefficient surfacique du vitrage U_g .
- 4.2 Déterminer le coefficient linéique Ψ_g pour le vitrage.
- 4.3 Calculer le coefficient moyen de l'ensemble menuisé nu U_w

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	SUJET	Session 2003
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		Page : 15/28

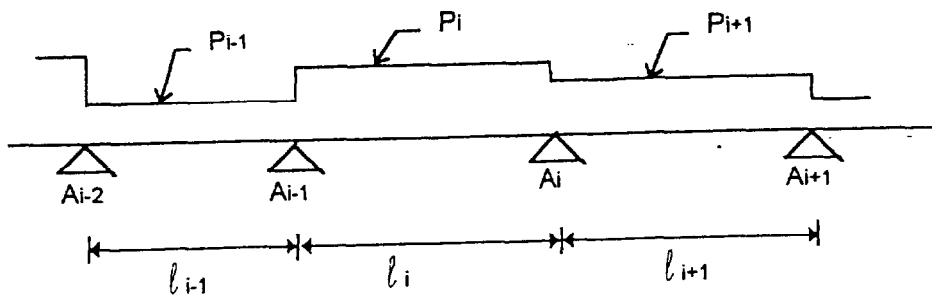
SCIENCES DU BATIMENT

Annexes

J. 5286-E

Définition des indices:

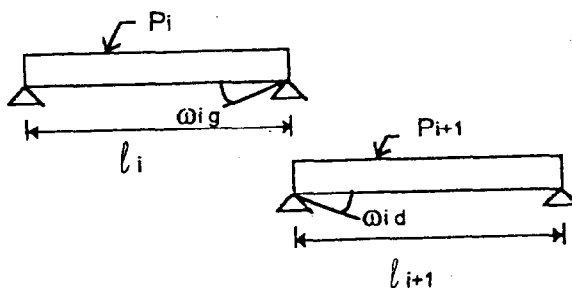
Méthode des 3 moments



Rotations sur l'appui i :

$$\omega_{ig} = \frac{P_i \cdot l_i^3}{24 \cdot E \cdot I_i}$$

$$\omega_{id} = -\frac{P_{i+1} \cdot l_{i+1}^3}{24 \cdot E \cdot I_{i+1}}$$

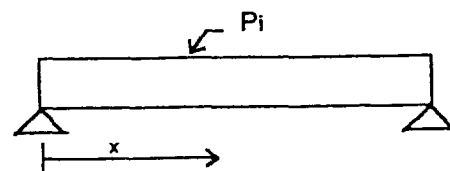


Théorème des trois moments appliqué à l'appui Ai.

$$6 \cdot E \cdot (\omega_{id} - \omega_{ig}) = \frac{l_i}{I_i} \cdot M_{A_{i-1}} + 2 \cdot \left(\frac{l_i}{I_i} + \frac{l_{i+1}}{I_{i+1}} \right) \cdot M_{A_i} + \frac{l_{i+1}}{I_{i+1}} \cdot M_{A_{i+1}}$$

Pour la travée de poutre de longueur l_i , comprise entre les appuis A_{i-1} et A_i .

Equations des sollicitations.



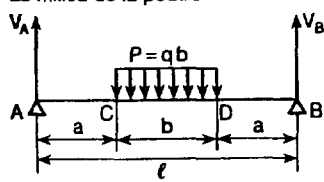
Soient $V_{iso\ i}(x)$ et $M_{iso\ i}(x)$ les sollicitations dans une poutre isostatique (sur deux appuis en extrémités) de longueur l_i et soumise au chargement P_i .

Les équations des sollicitations dans la travée de poutre hyperstatique concernée sont données par les formules suivantes:

$$V_i(x) = V_{iso\ i}(x) + \frac{M_{A_{i-1}} - M_{A_i}}{l_i}$$

$$M_i(x) = M_{iso\ i}(x) + M_{A_{i-1}} \cdot \left(1 - \frac{x}{l_i}\right) + M_{A_i} \cdot \left(\frac{x}{l_i}\right)$$

SOLLICITATIONS ET DÉFORMATIONS DES POUTRES DROITES

Nature des charges	V_A	V_B	T	T_m	M	M_0	f_c	f	ω_A	ω_B
Charge répartie symétriquement au milieu de la poutre 	$V_A = \frac{P}{2}$	$V_B = \frac{P}{2}$	de A à C $\frac{P}{2}$	$\frac{P}{2}$	de A à C $\frac{P}{2}x$ de C à D $\frac{P}{2}x - \frac{P}{2b}(x-a)^2$	$\frac{P(2\ell - b)}{8}$	$-\frac{Pa(\ell^2 + 2ab)}{24EI}$	$-\frac{P[2(\ell - b)(4\ell^2 + 2b(\ell - b)^2)]}{384EI}$	$\theta_A = -\frac{P(3\ell^2 - b^2)}{48EI}$	$\theta_B = +\frac{P(3\ell^2 - b^2)}{48EI}$

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	SUJET	Session 2003
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		Page : 16/28

Extrait de la note de calcul des sollicitations - Panne IPE 240

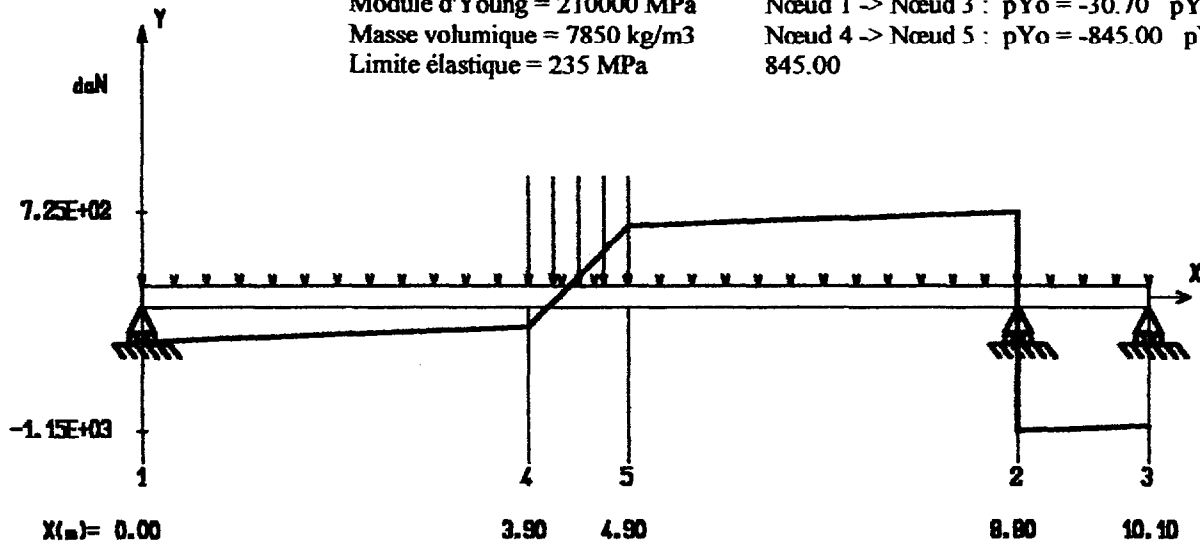
Sollicitations :

Données du problème

Matériau :

Charge(s) répartie(s) linéairement [daN/m] :

EFFORT TRANCHANT



Nom du matériau = Acier
 Module d'Young = 210000 MPa
 Masse volumique = 7850 kg/m³
 Limite élastique = 235 MPa

Nœud 1 → Nœud 3 : $p_{Yo} = -30.70$ $p_{Ye} = -30.70$
 Nœud 4 → Nœud 5 : $p_{Yo} = -845.00$ $p_{Ye} = -845.00$

Résultats

Déplacements nodaux [mm , radian] :

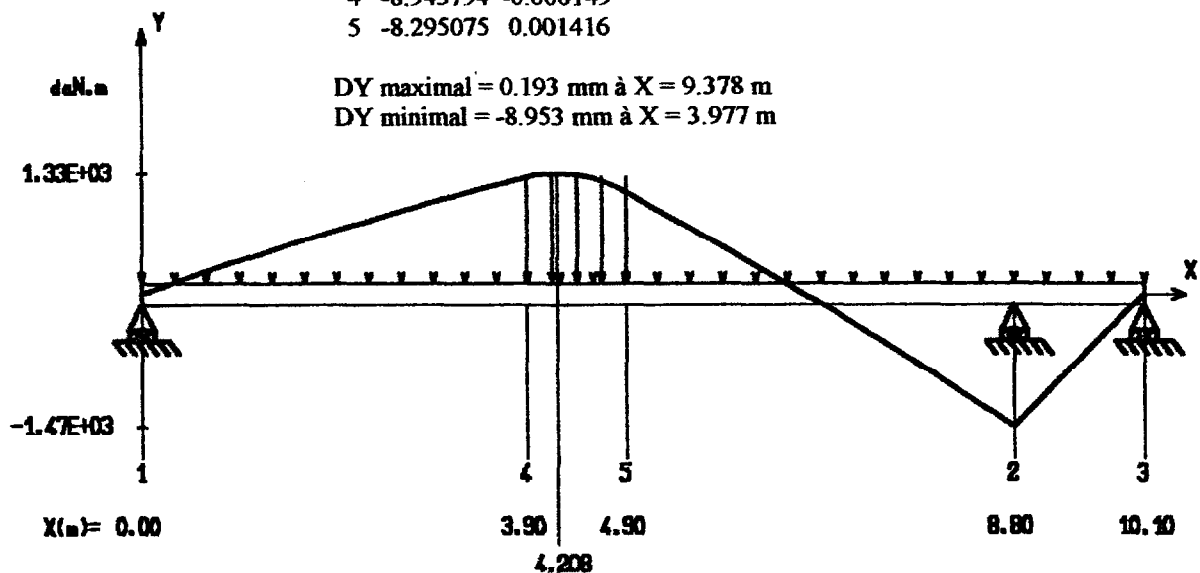
Action(s) de liaison [daN daN.m] :

Nœud Flèche Pente

Nœud 1 $R_Y = 390.61$ daN
 Nœud 2 $R_Y = 1874.75$ daN
 Nœud 3 $R_Y = -1110.29$ daN

1	0.000000	-0.003413
2	0.000000	0.000776
3	0.000000	-0.000386
4	-8.945794	-0.000149
5	-8.295075	0.001416

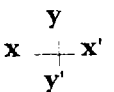
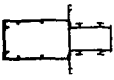
MOMENT FLECHISSANT




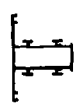
DY maximal = 0.193 mm à X = 9.378 m
 DY minimal = -8.953 mm à X = 3.977 m


BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	SUJET	Session 2003
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		Page : 17/28

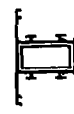
Caractéristiques mécaniques des profilés

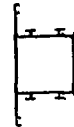
	Réf.	$I_{xx'}$ (cm ⁴)	$I_{yy'}$ (cm ⁴)	$\frac{I_{xx'}}{v}$ (cm ³)	$\frac{I_{yy'}}{v}$ (cm ³)
	8689	25,76	115,60	6,88	18,47


	8690	4,07	7,69	1,31	3,00
-----------------------------------------------------------------------------------	------	------	------	------	------

	8669	6,80	9,10	2,02	3,22
-----------------------------------------------------------------------------------	------	------	------	------	------

	8670	10,14	10,59	2,70	3,80
-------------------------------------------------------------------------------------	------	-------	-------	------	------

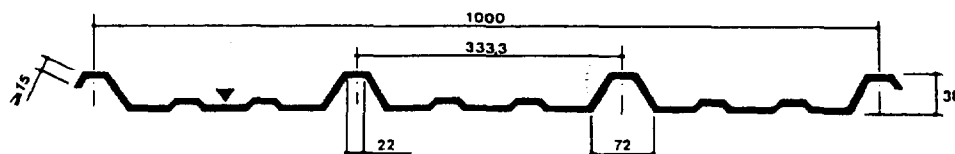
	8670 avec renfort tube 40x40x3		23,70		
-------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------	--	-------	--	--

	8671	25,67	15,12	5,43	5,59
-------------------------------------------------------------------------------------	------	-------	-------	------	------

	8671 avec renfort tube 40x40x3		46,80		
-------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------	--	-------	--	--

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	SUJET	Session 2003
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		Page : 18/28

Schéma côté de la plaque



▼ Face prélaquée

I - IDENTIFICATION

CARACTÉRISTIQUES DU MATERIAU DE BASE		NORME
TYPE	ACIER GALVANISÉ EN CONTINU	NF EN 10147
	ACIER GALVANISÉ PRELAQUÉ EN CONTINU	NF P 34301
	CLASSE D'ACIER : Fe E 350 G	Tolérances normales
	CARACTÉRISTIQUES DIMENSIONNELLES	NF P 34401

PV VERITAS N° DLC L 7.84295

Informations techniques établies conformément aux dispositions de la norme NF P 34-205-1 DTU 40.35.

II - CARACTÉRISTIQUES EXPÉRIMENTALES

		ÉPAISSEUR (en mm)								
		0,63	0,75	0,88	1,00					
		MASSE SURFACIQUE (kg/m ²)								
		m	5,93	7,06	8,29	9,42				
ACTIONS DES CHARGES DESCENDANTES		Moments d'inertie (cm ⁴ /ml)	Travée simple		I2	17,06	15,88	18,63	21,17	
		Deux travées égales		I3	10,96	14,06	16,49	18,74		
		Continuité		I _m	14,01	14,97	17,56	19,96		
		Moments de flexion (m.daN/ml)	en travée	Système élastique	Md2T	124,44	152,30	178,69	203,06	
				Système élasto-plastique	Md3T	153,89	207,64	243,63	276,86	
				sur appui	Md3A	148,36	161,90	189,96	215,87	
				sous charge concentrée	Mc	105,72	146,60	172,01	195,47	
				Réaction d'appui (daN/ml)	Rd	574,62	669,97	786,09	893,29	
ACTION DES CHARGES ASCENDANTES		Fixation complète	Moments de flexion (m.daN/ml)	en travée	Système élastique	Ma2T	110,15	180,12	211,34	240,16
					Système élasto-plastique	Ma3T	127,58	199,30	233,84	265,73
					sur appui	Ma3A	91,21	150,78	176,92	201,04
				Efforts d'arrachement sur appui (daN/ml)		Sa	511,27	658,55	772,70	878,07
		Fixation réduite	Moments de flexion (m.daN/ml)	en travée	Système élastique	Ma2Tr	73,44	120,08	140,90	160,11
					Système élasto-plastique	Ma3Tr	86,07	213,64	250,67	284,86
					sur appui	Ma3Ar	61,82	95,91	112,53	127,88
				Efforts d'arrachement sur appui (daN/ml)		Sar	340,30	483,21	566,97	644,28
		Fixations en pliage	Moments de flexion (m.daN/ml)	en travée	Système élastique	Ma2T	110,15	180,12	211,34	240,16
					Système élasto-plastique	Ma3T	127,58	199,30	233,84	265,73
			sur appui	Ma3A	91,21	150,78	176,92	201,04		
		Efforts d'arrachement sur appui (daN/ml)		Sa	635,61	748,38	878,10	997,85		
Fixation réduite	Moments de flexion (m.daN/ml)	en travée	Système élastique	Ma2Tr	73,44	120,08	140,90	160,11		
			Système élasto-plastique	Ma3Tr	86,07	213,64	250,67	284,86		
			sur appui	Ma3Ar	61,82	95,91	112,53	127,88		
		Efforts d'arrachement sur appui (daN/ml)		Sar	535,69	731,62	858,44	975,50		

Les caractéristiques utiles de la plaque données ci-dessus ont été déterminées par essais conformément à la Norme NFP 34503. Ces essais ont été réalisés à la station d'essai d'Haironville, sous contrôle VERITAS PV N° DLC L 7.84295.

III - PORTÉES UTILES SOUS L'ACTION DES CHARGES DESCENDANTES (pour travées égales)

TYPE DE PROFILÉ	CHARGES D'EXPLOITATION NON PONDÉRÉES EN daN/m ²	2 APPUIS				3 APPUIS				4 APPUIS			
		▲		▲		▲		▲		▲		▲	
		0,63	0,75	0,88	1,00	0,63	0,75	0,88	1,00	0,63	0,75	0,88	1,00
PROFILÉ HACIERCO 3.333.39 T	45	2,15	2,55	2,95	3,30	2,40	3,20	3,70	4,10	2,40	3,20	3,70	4,00
	55	2,15	2,55	2,95	3,10	2,40	3,20	3,70	4,05	2,40	3,20	3,65	3,75
	65	2,15	2,55	2,85	2,95	2,40	3,20	3,70	3,85	2,40	3,20	3,45	3,60
	75	2,15	2,55	2,70	2,85	2,40	3,20	3,55	3,70	2,40	3,15	3,30	3,45
	90	2,15	2,45	2,60	2,70	2,40	3,20	3,35	3,50	2,40	3,00	3,15	3,25
	100	2,15	2,35	2,50	2,60	2,40	3,10	3,25	3,40	2,40	2,90	3,05	3,15
	125	2,15	2,20	2,35	2,40	2,40	2,85	3,05	3,15	2,40	2,70	2,85	2,95
	150	2,05	2,10	2,20	2,30	2,30	2,60	2,85	3,00	2,30	2,55	2,70	2,80
	175	1,90	2,00	2,10	2,20	2,10	2,45	2,65	2,80	2,15	2,40	2,55	2,65
	200	1,80	1,90	2,00	2,10	1,85	2,15	2,45	2,60	2,00	2,30	2,45	2,55
	225	1,65	1,85	1,95	2,00	1,65	1,95	2,25	2,50	1,80	2,10	2,35	2,45
	250	1,50	1,75	1,85	1,95	1,50	1,75	2,05	2,30	1,65	1,90	2,20	2,35

POUR LES CHARGES ASCENDANTES : NOUS CONSULTER.

POSSIBILITÉS DE CINTRAGE :

CINTRAGE	CONVEXE	CONCAVE
Naturel à la pose (R mini en mètres)	40	NON
Lisse	OUI	NON
Hairgalbe	OUI	OUI

POSSIBILITÉS DE PARACHÈVEMENT :

Relevé	OUI
Larmier	OUI
Haircotherm	OUI

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	SUJET	Session 2003
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		Page : 19/28

EXTRAITS D.T.U. 39

3.1.1.2 tableau des pressions de vent

Les pressions de vent exprimées en pascals , à prendre en compte, fonction des éléments énumérés en 3.1.1.1 , sont données par le tableau ci-dessous .

Hauteur du vitrage au-dessus du sol (m)	Région A				Région B		
	Situation				Situation		
	a	b	c	d	a	b	c
≤ 6	600	600	900	1 400	800	900	1 300
6 à 18	600	800	1 100	1 600	900	1 100	1 600
18 à 28	700	900	1 200	1 700	1 000	1 300	1 800
28 à 50	900	1 100	1 300	1 800	1 300	1 600	2 000
50 à 100	1 100	1 300	1 500	1 900	1 700	2 000	2 300

tableau sans légende dans: 3.1.1.2 tableau des pressions de vent

3.1.3 calcul de l'épaisseur des vitrages rectangulaires

3.1.3.1 vitrages monolithiques plans

COMMENTAIRE

Les formules indiquées ci-après ont été établies en se basant sur la théorie générale de la flexion des plaques confirmée par la pratique.

3.1.3.1.1 vitrages pris en feuillure sur 4 côtés

Pour un vitrage monolithique, recuit, plan, non armé, l'épaisseur minimale théorique e est déterminée par les formules suivantes en fonction des pressions conventionnelles définies en 3.1.1.2 .

Dans ces formules :

e est exprimée en mm,

P est exprimée en Pa,

S est exprimée en m^2 ,

L et l sont exprimées en m.

- a) Vitrage dont le rapport L/l est inférieur ou égal à 3 : $e = \sqrt{\frac{SP}{72}}$
- b) Vitrage dont le rapport L/l est supérieur à 3 : $e = \frac{1\sqrt{P}}{4,9}$

3.1.3.1.2 vitrages pris en feuillure sur 3 côtés

Ce vitrage est équivalent à un vitrage fictif pris en feuillure sur ses quatre côtés, dont l'une des dimensions serait égale à la longueur du bord libre et l'autre dimension à 3 fois la longueur du côté adjacent au bord libre :

- a) si le bord libre est le plus grand côté L :

- si $L/l \leq 9$, on utilise la formule du 3.1.3.1.1. (a) avec $S = L \times 3 l$, soit : $e = \sqrt{\frac{L * 3 l * P}{72}}$

- si $L/l > 9$, on utilise la formule du 3.1.3.1.1 (b) en remplaçant l par $3 l$, soit : $e = \frac{3 l \sqrt{P}}{4,9}$

- b) si le bord libre est le plus petit côté l :

on utilise la formule 3.1.3.1.1 (b) , soit : $e = \frac{1\sqrt{P}}{4,9}$

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	SUJET	Session 2003
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		Page : 20/28

3.1.3.1.3 vitrages pris en feuillure sur 2 côtés opposés

Ce vitrage est équivalent à un vitrage fictif pris en feuillure sur 4 côtés, dont le plus petit côté l serait égal à la longueur du bord libre (portée entre appuis) et le plus grand côté L serait de longueur infinie :

a) si le bord libre est le plus grand côté L :

on utilise la formule 3.1.3.1.1 (b) avec $l = L$, soit :
$$e = \frac{L \sqrt{P}}{4,9}$$

b) si le bord libre est le plus petit côté l :

on utilise la formule 3.1.3.1.1 (b), soit :
$$e = \frac{l \sqrt{P}}{4,9}$$

3.1.3.1.4 facteur de réduction pour les vitrages fixes

- Les épaisseurs calculées selon les dispositions ci-avant sont multipliées dans le cas de vitrages fixes par 0,9.
- Pour les vitrages fixes de grandes dimensions :
 - dont la surface est supérieure à 5 m², pour les vitrages maintenus sur 4 ou 3 côtés, ou le bord libre supérieur à 2 m, pour ceux maintenus sur 2 côtés,
 - et dont la partie supérieure est à moins de 6 m du sol extérieur,
 le facteur de réduction est pris égal à 0,8.

3.1.3.2 facteur d'équivalence ϵ pour les autres vitrages

Tous les types de vitrages n'ayant pas, à épaisseur égale, la même résistance, on est amené, pour certains d'entre eux, à utiliser un facteur d'équivalence ϵ permettant, à partir de l'épaisseur calculée en 3.1.3.1 de déterminer l'épaisseur minimale théorique du vitrage considéré e_t : $e_t = \epsilon \times e$

COMMENTAIRE

Pour les vitrages feuilletés ou les vitrages isolants thermiques, l'épaisseur à prendre en considération est la somme des épaisseurs des verres à l'exclusion de celles des films d'assemblage ou des espaces d'air.

Pour les vitrages habituels, ϵ est donné par le tableau ci-dessous :

Type de vitrage		ϵ
Vitrages simples plans recuits armés		
Glaces non colorées armées		1,20
Verres imprimés armés		
Vitrages simples plans en verre ou glace trempés	$P \leq 900 \text{ Pa}$	0,80
	$P > 900 \text{ Pa}$	0,75
Vitrages feuilletés *	comportant deux constituants verriers de même épaisseur	1,30
	comportant trois constituants verriers de même épaisseur	1,60
Vitrages isolants thermiques *	comportant deux produits verriers	1,50
	comportant trois produits verriers	1,70

Pour les calculs, les constituants trempés des vitrages feuilletés ou isolants thermiques sont considérés comme recuits.

tableau sans légende dans: 3.1.3.2 facteur d'équivalence [epsilon] pour les autres vitrages

COMMENTAIRE

Les coefficients ϵ des vitrages composites, feuilletés ou isolants préfabriqués en usine, repris du précédent DTU tenaient compte du fait que les épaisseurs des constituants sont presque toujours les mêmes ou diffèrent au plus de 2 mm.

Dans le cas des vitrages isolants doubles, des études récentes ont montré que le coefficient ϵ pouvait être appliqué pour des différences d'épaisseurs supérieures à 2 mm si les conditions suivantes sont réunies :

- différence d'épaisseur des constituants verriers au plus égale à 6 mm ;
- épaisseur de la lame d'air au plus égale à 10 mm ;
- épaisseur maximale de chacun des composants verriers égale à 10 mm ;
- plus petite dimension du vitrage supérieure ou égale à 0,40 m.

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	SUJET	Session 2003
	Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB	Durée : 2 Heures 40	Page : 21/28

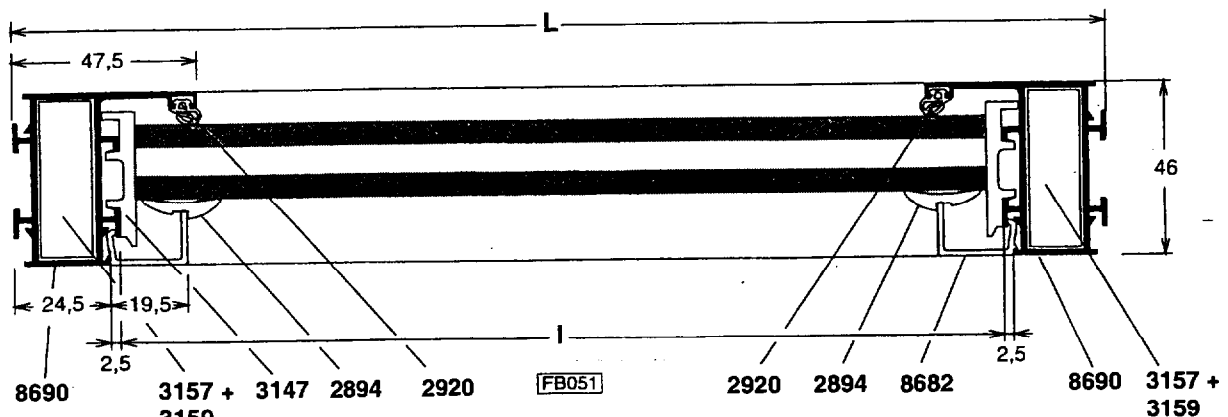
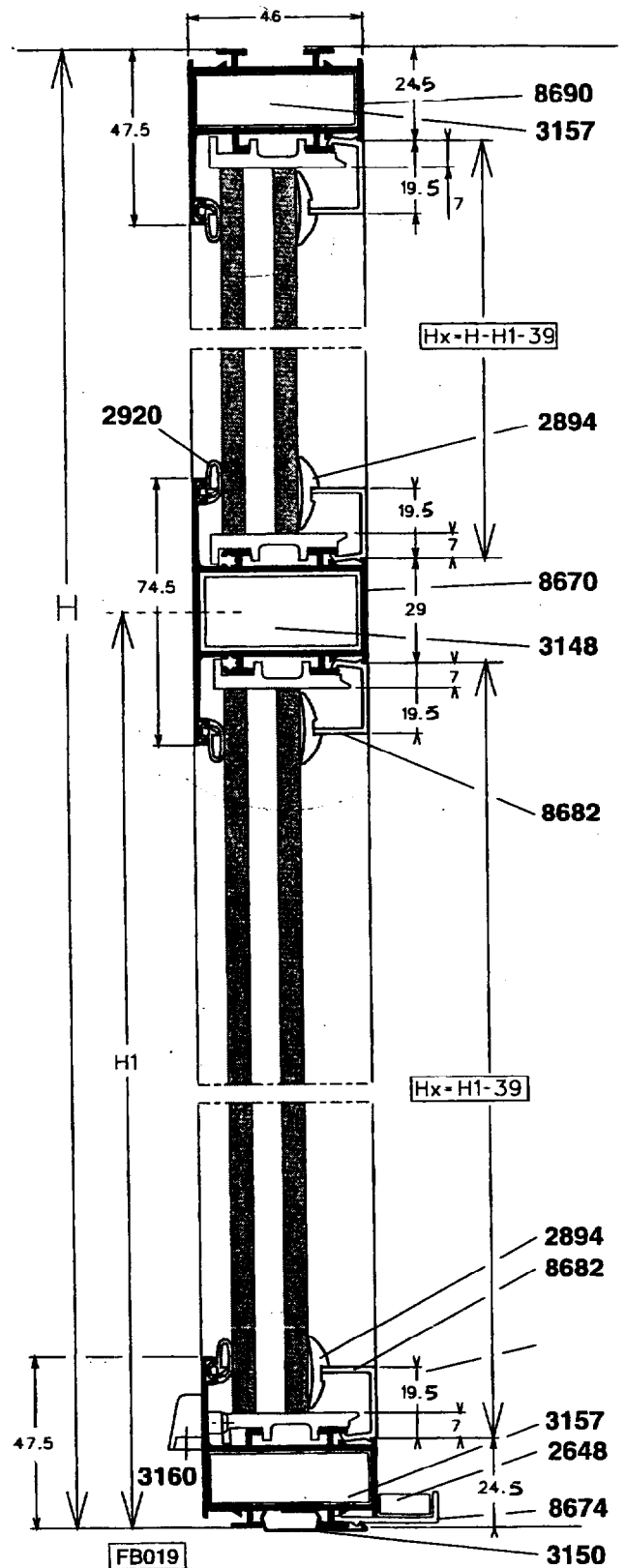
Châssis fixe

Descriptif avec vitrage 20 mm

Réf.	Désignation	Quantité
2894	Joint intérieur	1
2920	Joint multifonction	1
3147	Support cale de vitrage	1
3157	Equerre à sentir-goupiller 43 x 15	1
3159	Coupille Ø8	1
3160	Défecteur	1
8682	Profilé parcloze 14 mm	1
8690	Profilé dormant de 15	1



Coupe horizontale échelle 1/2



Chapitre II Méthodes de calcul

Une alternative à la méthode de calcul décrite ci-après est la mesure de la paroi vitrée ou de ses composants conformément aux normes d'essai citées au § 1.1.

2.1 Principe

Une paroi vitrée nue est généralement constituée de deux composants principaux qui sont, l'élément de remplissage, et la menuiserie.

Cependant, pour le calcul thermique du coefficient moyen de la paroi, celle-ci doit être décomposée en trois parties distinctes :

1 – la partie courante de l'élément de remplissage

Elle se caractérise par un coefficient de transmission surfacique qui exclut l'effet de bord, et qui est valable sur toute la surface visible de l'élément de remplissage.

2 – la jonction entre la menuiserie et l'élément de remplissage

Elle se caractérise par un coefficient linéique dû à l'effet thermique combiné du bord de l'élément de remplissage et de la menuiserie. Ce coefficient s'applique au périmètre de la partie visible de l'élément de remplissage.

3 – la menuiserie.

Elle se caractérise par un coefficient de transmission surfacique moyen valable sur toute la surface de la menuiserie.

Pour calculer le coefficient moyen de la paroi nue, on procède tout d'abord au calcul des trois coefficients correspondants aux trois zones, puis on détermine le coefficient moyen de la paroi par la pondération respective de chaque coefficient par l'aire ou le linéaire correspondant.

EXTRAITS RT 2000

Quant au coefficient moyen $U_{\text{jour-nuit}}$, il sera calculé après détermination de la résistance additionnelle totale ΔR apportée à la paroi vitrée par la résistance thermique propre de la fermeture et celle de la lame d'air située entre la fermeture et la paroi (voir § 2.22 et 2.23).

2.2 Calcul de la paroi vitrée

Ce paragraphe donne les formules générales pour le calcul du coefficient moyen de la paroi vitrée nue en fonction des caractéristiques thermiques de ses éléments. Le § 2.3 est consacré aux méthodes de calcul des différents éléments.

2.21 Fenêtres, portes, et portes-fenêtres

a – simple paroi

Le coefficient de transmission surfacique moyen de la fenêtre, porte ou porte-fenêtre, peut être déterminé soit par calcul conformément à la norme NF EN ISO 10077 parties 1 et 2, soit par mesure à la boîte chaude gardée selon la norme ISO 12567.

En absence de valeurs mesurées ou calculées selon ces normes, des valeurs par défaut sont données aux § 3.3 et 3.5.

Les dimensions à prendre en compte pour le calcul du coefficient surfacique moyen U_w , sont les dimensions hors tout de la fenêtre, de la porte ou de la porte-fenêtre, prises indépendamment de la mise en œuvre. Tout débordement dû aux recouvrements éventuels est à exclure (voir figure 1).

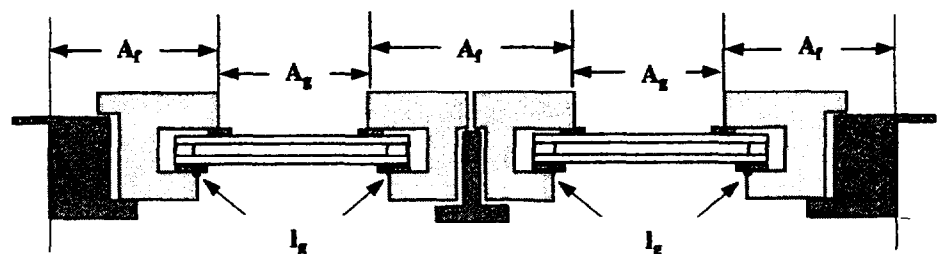


Figure 1

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	SUJET	Session 2003
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		Page : 23/28

Le coefficient de transmission thermique U_w de la fenêtre, de la porte ou de la porte-fenêtre peut être calculé selon la formule suivante :

$$U_w = \frac{U_g A_g + U_f A_f + \psi_g l_g}{A_g + A_f} \quad (1)$$

où

A_g est la plus petite des aires visibles du vitrage, vues des deux côtés de la paroi en m^2 . On ne tient pas compte des débordements des joints.

A_f est la plus grande aire projetée de la menuiserie prise sans recouvrements (incluant la surface de la pièce d'appui éventuelle), vue des deux côtés de la paroi, en m^2 .

l_g est la plus grande somme des périmètres visibles du vitrage, vus des deux côtés de la paroi en m.

U_g est le coefficient surfacique en partie centrale du vitrage en $W/(m^2.K)$. La méthode de calcul correspondante est donnée au § 2.31.

U_f est le coefficient surfacique moyen de la menuiserie en $W/(m^2.K)$ calculé selon la formule suivante :

$$U_f = \frac{\sum U_{fi} A_{fi}}{A_f} \quad (2)$$

U_{fi} étant le coefficient surfacique du montant ou de la traverse numéro i . La méthode de calcul des coefficients U_{fi} est donnée au § 2.32.

A_{fi} étant son aire projetée correspondante. La largeur des montants en partie courante est supposée se prolonger sur toute la hauteur de la fenêtre.

ψ_g est le coefficient linéique dû à l'effet thermique combiné de l'intercalaire du vitrage et du profilé, en $W/(m.K)$. La méthode de calcul de ψ_g est donnée au § 2.33.

Lorsque le vitrage est remplacé en partie par un panneau opaque, U_w doit être calculé par la formule ci-après :

$$U_w = \frac{U_g A_g + U_f A_f + U_p A_p + \psi_g l_g + \psi_p l_p}{A_g + A_f + A_p} \quad (3)$$

où

U_p est le coefficient surfacique en partie centrale du panneau opaque en $W/(m^2.K)$. La méthode de calcul correspondante est donnée au § 2.31.

ψ_p est le coefficient linéique dû à l'effet thermique combiné du cadre du panneau et du profilé, en $W/(m.K)$. La méthode de calcul de ψ_p est donnée au § 2.33.

l_p est la plus grande somme des périmètres visibles du panneau, vus des deux côtés de la paroi en m.

b – double paroi

Il s'agit d'un système constitué de deux fenêtres, deux portes ou deux portes-fenêtres, séparées par une lame d'air. Le coefficient surfacique moyen résultant se calcule en fonction des coefficients surfaciques individuels des deux parois U_{w1} , U_{w2} et de la résistance thermique de la lame d'air R_s :

$$U_w = \frac{1}{\frac{1}{U_{w1}} - (R_{si} + R_{se}) + (R_s) + \frac{1}{U_{w2}}} \quad (4)$$

R_{si} et R_{se} étant les résistances superficielles, intérieure et extérieure, données au § 2.31 tableau 3.

Cette méthode n'est pas applicable lorsque la lame d'air communique avec l'extérieur par le biais d'ouvertures dont l'aire équivalente dépasse 500 mm^2 par mètre de longueur de paroi pour les lames verticales (pour une lame horizontale voir fascicule « parois opaques »), sans qu'aucune disposition ne soit entreprise pour limiter les échanges d'air avec l'extérieur.

Tableau 1 : Résistance thermique des lames d'air non ventilées – surfaces à forte émissivité

Epaisseur de la lame d'air e mm	Résistance de la lame d'air R_s $m^2.K/W$
0	0.00
5	0.11
7	0.13
10	0.15
15	0.17
25 et > 25	0.18

NOTE – Les valeurs intermédiaires peuvent être obtenues par interpolation linéaire

Les valeurs de R_s correspondant à une lame verticale sont données dans le tableau suivant :

2.22 Paroi vitrée avec fermetures et stores

Ce paragraphe donne la méthode de calcul du coefficient U des parois vitrées équipées de fermetures et stores. Cette méthode reprend les principes établis par la norme NF EN ISO 10077-1 et NF EN 13125.

2.221 – Fermetures extérieures

Les fermetures extérieures sont réparties du point de vue de leur perméabilité à l'air en cinq classes.

Le critère d'évaluation de la perméabilité peut être exprimé par la somme des largeurs des interstices de montage de la fermeture par rapport au gros œuvre. Cette largeur totale est exprimée par e_{tot} en mm et est donnée par l'expression :

$$e_{tot} = e_1 + e_2 + e_3 \quad (\text{mm}) \quad (5)$$

e_1 , e_2 et e_3 sont les largeurs moyennes des interstices : haut, bas et latéral. Ces valeurs sont définies sur la figure ci-après.

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	SUJET	Session 2003
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		Page : 24/28

2.3 Calcul des éléments de la paroi vitrée

2.3.1 Eléments de remplissage

Le coefficient surfacique du vitrage U_g ou du panneau opaque U_p caractérise le transfert thermique en partie centrale sans les effets de bords. Il se définit comme étant le flux, en régime stationnaire, par unité de surface et pour une différence de température d'un Kelvin entre les deux ambiances situées de part et d'autre du vitrage. Il s'exprime en Watt par mètre carré par Kelvin, $W/(m^2.K)$.

La méthode de calcul détaillée est décrite dans la norme NF EN 673.

Le principe de calcul est donné ci-après :

a – vitrage isolant

Le coefficient de transmission thermique U_g exprimé en $W/(m^2.K)$ se calcule d'après la formule suivante :

$$U_g = \frac{1}{R_{se} + \sum_j \frac{d_j}{\lambda_j} + \sum_k R_{s,k} + R_{si}} \quad (16)$$

où

- R_{se} est la résistance superficielle extérieure, en $m^2.K/W$
- R_{si} est la résistance superficielle intérieure, en $m^2.K/W$
- d_j est l'épaisseur du verre ou de la couche du matériau j (à l'exception de l'air ou du gaz), en m
- λ_j est la conductivité thermique du verre ou de la couche de matériau j , en $W/(m.K)$
- $R_{s,k}$ est la résistance thermique de la lame d'air ou du gaz, en $m^2.K/W$.

Elle se calcule d'après la formule suivante :

$$R_{s,k} = \frac{1}{h_r + h_g} \quad (17)$$

où

h_r est la conductance thermique radiative de la lame de gaz, en $W/(m^2.K)$

$$h_r = 4 \sigma \left(\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} - 1 \right)^{-1} T_m^3 \quad (18)$$

où

σ est la constante de Stefan-Boltzmann, en $W/(m^2.K^4)$

T_m est la température moyenne absolue de la lame de gaz, en K

ϵ_1 et ϵ_2 sont les émissivités corrigées à la température T_m

h_g est la conductance thermique du gaz, en $W/(m^2.K)$

$$h_g = Nu \frac{\lambda}{s} \quad (19)$$

où

s est l'épaisseur de la lame, en m

λ est la conductivité thermique du gaz, en $W/(m.K)$

Nu est le nombre de Nusselt (si $Nu < 1$ prendre $Nu = 1$)

$$Nu = A (Gr Pr)^n \quad (20)$$

où

A est une constante qui dépend de l'inclinaison du vitrage.

n est un exposant qui dépend de l'inclinaison du vitrage

Gr est le nombre de Grashof

Pr est le nombre de Prandtl

$$Gr = \frac{9.81 s^3 \Delta T \rho^2}{T_m \mu^2} \quad (21)$$

$$Pr = \frac{\mu c}{\lambda} \quad (22)$$

où

ΔT est la différence de température entre les surfaces situées de part et d'autre de la lame de gaz, en K.

ρ est la masse volumique du gaz, en kg/m^3 .

μ est la viscosité dynamique du gaz, en $kg/(m.s)$

c est la capacité thermique massique du gaz, en $J/(kg.K)$

T_m est la température moyenne absolue du gaz, en K

En cas où le vitrage comporte N lames de gaz avec $N > 2$, plusieurs itérations sont nécessaires pour le calcul des résistances $R_{s,k}$.

Ces itérations se font en fonction d'un seul paramètre (ΔT) et avec l'hypothèse d'une température moyenne constante $T_m = 283$ K. La valeur de départ de ΔT est $15/N$, N étant le nombre de lames.

A chaque itération de nouvelles valeurs de ΔT sont calculées et ainsi de suite jusqu'à la convergence de $\Sigma R_{s,k}$ au troisième chiffre significatif.

b – panneau opaque

Le calcul de U_p s'effectue en utilisant la formule (16) où $R_{s,k}$ désigne la résistance thermique de la lame d'air éventuelle faisant partie du panneau.

A défaut d'un calcul détaillé de $R_{s,k}$ conforme au fascicule « parois opaques » les valeurs par défaut, données au tableau 1 peuvent être utilisées pour des lames verticales si leur épaisseur n'excède pas 300 mm.

c – données d'entrée

c.1 – résistances superficielles

Les résistances superficielles extérieure et intérieure dépendent de l'inclinaison de la paroi :

Tableau 3 : Résistances superficielles

Inclinaison de la paroi	R_{si} $m^2.K/W$	R_{se} $m^2.K/W$
$\geq 60^\circ$ (paroi verticale et flux horizontal)	0.13	0.04
$< 60^\circ$ (paroi horizontale et flux descendant)	0.10	0.04

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	SUJET	Session 2003
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		Page : 25/28

c.2 – émissivité corrigée

L'émissivité corrigée, ϵ , est obtenue en multipliant l'émissivité normale par le rapport figurant dans le tableau ci-après :

Tableau 4 : Emissivité corrigée

Emissivité normale ϵ_n	Rapport ϵ/ϵ_n
0.05	1.18
0.10	1.14
0.20	1.10
0.30	1.06
0.40	1.03
0.50	1.00
0.60	0.98
0.70	0.96
0.80	0.95
0.90	0.94

Des valeurs intermédiaires peuvent être obtenues avec une précision suffisante par interpolation linéaire

L'émissivité normale utile ϵ_n à utiliser pour le calcul doit être prise égale à l'émissivité déclarée majorée de :

- 0.0 si le coefficient U_g du vitrage isolant fait l'objet d'une certification menée par un organisme accrédité COFRAC ou équivalent sur la base d'une émissivité certifiée par un membre de l'UEATC.
- x si la paroi vitrée est certifiée ACOTHERM ou équivalent, où x est déterminé au cas par cas par le comité de la marque (x = 0 ou 0.02)
- 0.02 dans les autres cas

L'émissivité normale déclarée doit être justifiée par un rapport d'essai émanant d'un laboratoire indépendant sinon considérer le vitrage comme non traité.

c.3 – valeurs de la constante A et de l'exposant n

Tableau 5 : Valeurs de A et de n

	vitrage vertical	vitrage incliné à 45°	vitrage horizontal
A	0.035	0.1	0.16
n	0.36	0.31	0.28

Pour des angles intermédiaires, une interpolation linéaire est possible pour retrouver les valeurs correspondantes de A et de n.

c.4 – propriétés des gaz de remplissage

Il s'agit de quatre propriétés données en fonction de la température moyenne de la lame de gaz et qui servent au calcul de la conductance de gaz h_g .

Le tableau suivant récapitule les valeurs pour les quatre gaz : Air, Argon, Xénon et Krypton.

En cas où la lame de gaz contient deux ou plusieurs gaz à la fois, les propriétés résultantes du mélange sont obtenues par pondération proportionnelle aux volumes correspondants, F1, F2,...

$$\text{Gaz1} : P1 \quad \text{Gaz2} : P2 \quad \text{etc} \quad \rightarrow P = P1 F1 + P2 F2 + \dots$$

Où P représente la propriété concernée : masse volumique, viscosité dynamique, conductivité thermique ou chaleur massique.

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	SUJET	Session 2003
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		Page : 26/28

Pour les gaz autres que l'air, le taux de remplissage doit être justifié à l'état initial et dans le temps, par un Avis Technique ou une certification délivrée par un organisme accrédité COFRAC, ou équivalent sinon un taux de remplissage d'air de 100 % doit être utilisé.

Tableau 6 : Propriétés des gaz

Gaz	Température T_m °C	Masse volumique ρ Kg/m ³	Viscosité dynamique μ Kg/(m.s)	Conductivité thermique λ W/(m.K)	Chaleur massique à pression constante c J/(Kg. K)
Air	-10	1.326	1.661×10^{-5}	2.336×10^{-2}	1.008×10^3
	0	1.277	1.711×10^{-5}	2.416×10^{-2}	
	10	1.232	1.761×10^{-5}	2.496×10^{-2}	
	20	1.189	1.811×10^{-5}	2.576×10^{-2}	
Argon	-10	1.825	2.038×10^{-5}	1.584×10^{-2}	0.519×10^3
	0	1.782	2.101×10^{-5}	1.634×10^{-2}	
	10	1.738	2.164×10^{-5}	1.684×10^{-2}	
	20	1.695	2.227×10^{-5}	1.734×10^{-2}	
Xénon	-10	6.121	2.078×10^{-5}	0.494×10^{-2}	0.161×10^3
	0	5.897	2.152×10^{-5}	0.512×10^{-2}	
	10	5.689	2.226×10^{-5}	0.529×10^{-2}	
	20	5.495	2.299×10^{-5}	0.546×10^{-2}	
Krypton	-10	3.832	2.287×10^{-5}	0.342×10^{-2}	0.245×10^3
	0	3.690	2.330×10^{-5}	0.370×10^{-2}	
	10	3.550	2.373×10^{-5}	0.397×10^{-2}	
	20	3.410	2.416×10^{-5}	0.424×10^{-2}	

c.5 – valeurs par défaut

Les valeurs suivantes doivent être utilisées quand il s'agit d'un calcul effectué dans le but de comparer les produits entre eux ou en absence de toute autre source de donnée.

Tableau 7 – Valeurs par défaut

Paramètres	valeur	unité
R_{se} résistance superficielle extérieure pour un verre sans couche particulière	0.04	m ² .K/W
R_{si} résistance superficielle intérieure pour un verre sans couche particulière	0.13	m ² .K/W
λ_g conductivité thermique du verre	1.0	W/(m.K)
ϵ_n émissivité normale d'une surface de verre, non peinte	0.89	
T_m température moyenne de la lame de gaz	283	K
ΔT différence de température entre les surfaces chaudes de part et d'autre de la lame de gaz	15	K
σ constante de Stefan-Boltzmann	5.67×10^{-8}	W/(m ² .K ⁴)
A constante	0.035	
n exposant	0.38	

d – Présentation des résultats

d.1 – expression des valeurs

- La valeur de U_g vitrage doit être arrondie à un chiffre après la virgule.
- L'émissivité normale doit être arrondie à deux chiffres après la virgule.
- Les autres valeurs intermédiaires des paramètres servant au calcul de U_g ne doivent pas être arrondies.

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	SUJET	Session 2003
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		Page : 27/28

3.2 Coefficient ψ de la jonction élément de remplissage – menuiserie, en $W/(m.K)$

Les valeurs par défaut ci-après peuvent être utilisées en absence de valeurs plus précises obtenues en appliquant la méthode décrite au § 2.33.

a – l'élément de remplissage est un vitrage double à intercalaire aluminium, pris dans une feuillure (fenêtres et portes-fenêtres uniquement).

Tableau 17

Matériaux de la menuiserie*	Vitrage double ou triple, verre non traité, lame d'air ou de gaz	Vitrages doubles à faible émissivité, vitrage triple avec deux couches à faible émissivité, lame d'air ou de gaz
	ψ_0 $W/(m.K)$	ψ_0 $W/(m.K)$
Bois ou plastique	0.05	0.08
Métal à coupure thermique	0.07	0.10
Métal sans coupure thermique	0.0	0.02

* Si le vitrage est tenu dans la feuillure par un élément métallique, la menuiserie doit être considérée comme métallique

b – l'élément de remplissage est un panneau opaque avec cadre.

Tableau 18

Type de panneau	Conductivité thermique du cadre λ $W/(m.K)$	Coefficient linéique de la jonction panneau – menuiserie ψ_0 $W/(m.K)$
Aluminium/Aluminium	0.2 0.4	0.17 0.26
Aluminium/Verre	0.2 0.4	0.14 0.20
Acier/Verre	0.2 0.4	0.12 0.17

3.3 Coefficient U_w des parois vitrées courantes

Définition des parois vitrées courantes

- vitrages : ils sont constitués de verres d'épaisseurs 4 mm. Le coefficient de transmission surfacique en partie courante varie entre 1.2 et 2.9 $W/(m^2.K)$
- menuiseries métalliques : pour les menuiseries métalliques à rupture de pont thermique, trois valeurs du coefficient U_f de menuiserie sont envisagées : 3.0 – 4.0 et 5.0 $W/(m^2.K)$
- menuiseries PVC : trois valeurs du coefficient U_f de menuiserie sont envisagées : 1.5 – 1.8 et 2.5 $W/(m^2.K)$

- menuiseries bois : deux essences sont envisagées correspondant à deux conductivités thermiques utiles : 0.13 et 0.18 $W/(m.K)$
- intercalaires : Les valeurs utilisées correspondent à des intercalaires en aluminium (voir tableau 17).
- rapport de la surface de clair à la surface hors tout de la fenêtre σ'
- Dimensions conventionnelles hors tout de la fenêtre ou de la porte-fenêtre (2 vantaux).

Tableau 19

	σ'	Dimensions conventionnelles Hauteur x Largeur (m)
Métal avec coupure thermique		
- Fenêtre battante	0.66	1.48 x 1.45
- Porte-fenêtre battante	0.71	2.18 x 1.45
- Fenêtre coulissante	0.74	1.48 x 1.85
- Porte-fenêtre coulissante	0.8	2.18 x 1.85
PVC		
- Fenêtre battante	0.63	1.48 x 1.45
- Porte-fenêtre battante sans soubassement	0.65	2.18 x 1.45
- Fenêtre coulissante	0.67	1.48 x 1.85
- Porte-fenêtre coulissante sans soubassement	0.69	2.18 x 1.85
Bois		
- Fenêtre battante	0.66	1.48 x 1.45
- Porte-fenêtre battante sans soubassement	0.71	2.18 x 1.45
- Porte-fenêtre battante avec soubassement	0.60	2.18 x 1.45
- Porte-fenêtre coulissante sans soubassement	0.71	2.18 x 1.85

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	SUJET	Session 2003
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : EBE4SB		Page : 28/28