

Session

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

ENVELOPPE DU BÂTIMENT

Façades - Etanchéité

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.

4 documents réponses sont à rendre avec la copie.

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	Sujet	Session
Épreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : 7EBE4SB1		Page 1/24

SOMMAIRE

NOTE AUX CANDIDATS :	Page 3 / 24
PRÉSENTATION DE L'OUVRAGE :	Page 4 / 24 à 9 / 24
SUJET :	Page 10 / 24 à 13 / 24
ANNEXES :	
1. Traitement acoustique des bardages double peau	Page 14 / 24
2. Résistances superficielles	Page 15 / 24
3. Données thermiques sur les matériaux	Page 16 / 24
4. Diagramme de l'air humide	Page 17 / 24
5. Eléments d'hygrothermie	Page 18 / 24
6. Courbe d'effort tranchant $V(x)$	Page 19 / 24
7. Tableau des inerties des profilés d'ossature	Page 20 / 24
DOCUMENTS RÉPONSES :	
DR 1 : Note de calcul des durées de réverbérations	Page 21 / 24
DR 2 : Diagramme des températures	Page 22 / 24
DR 3 : Diagrammes des pressions de vapeur	Page 23 / 24
DR 4 : Elévation du mur rideau	Page 24 / 24

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	Sujet	Session
Épreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : 7EBE4SB1		Page 2/24

NOTE AUX CANDIDATS

Travail demandé	Durée indicative	Barème
Lecture du sujet	15 min	
1. Étude acoustique de la partie atelier située au Rez-de-chaussée.	30 min	8 points
2. Étude thermique du mur de façade situé dans le vestiaire.	55 min	17 points
3. Étude mécanique d'un montant du mur rideau.	60 min	15 points

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	Sujet	Session
Épreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : 7EBE4SB1		Page 3/24

PRÉSENTATION DE L'OUVRAGE

Le présent projet a pour but la construction d'un bâtiment industriel de 22.47 m x 54.34 m comportant trois zones (Bureau, atelier et stockage) destiné à la confection d'éléments en aluminium.

Ce bâtiment comprend :

- au Rez-de-Chaussée :
 - o un espace de stockage
 - o un atelier de fabrication
 - o une zone de bureaux, vestiaire, salle de repos et chaufferie
- à l'étage espace mezzanine et trois bureaux.

L'étude proposée comporte trois parties :

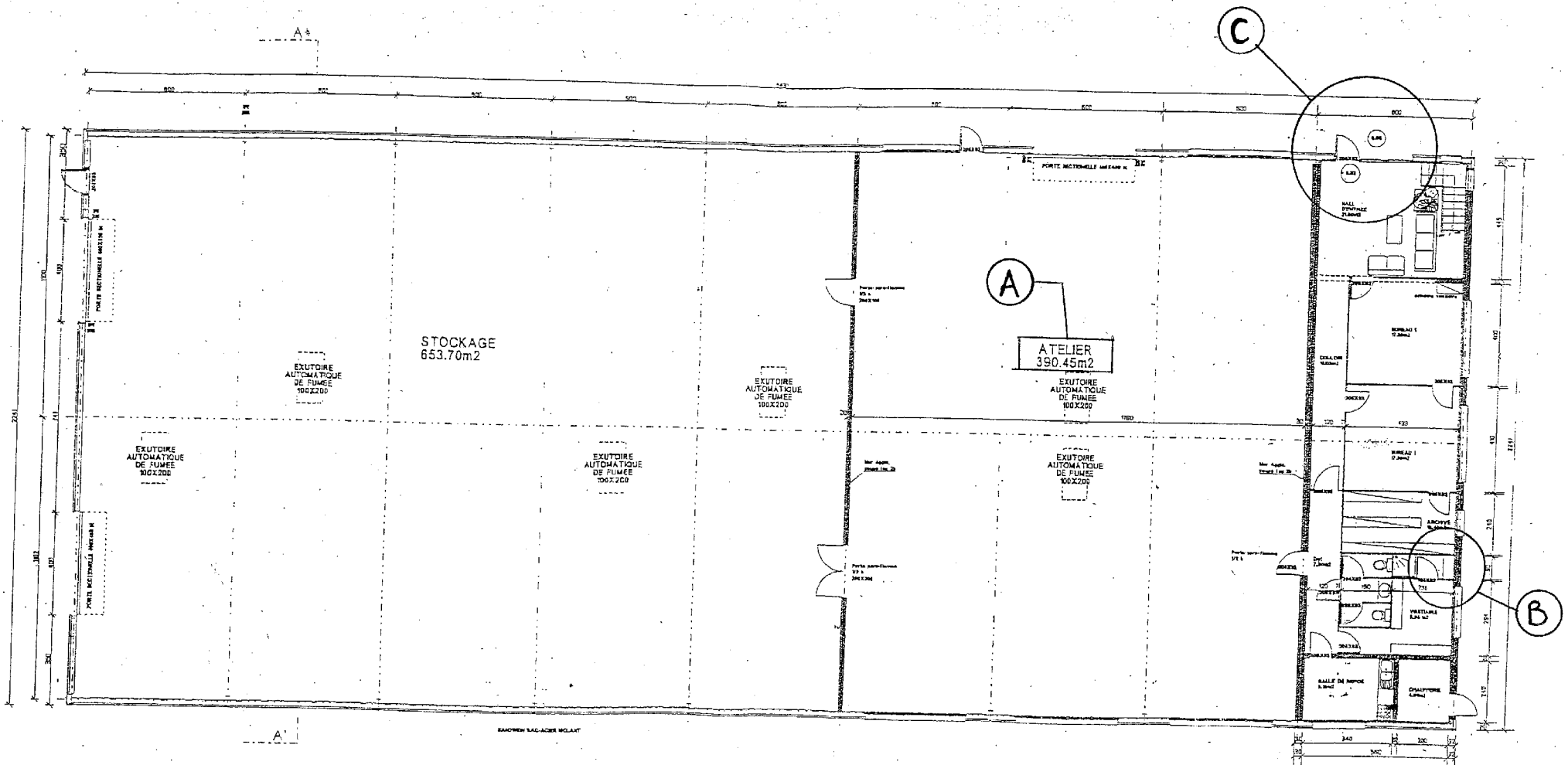
1. Étude de l'isolation acoustique de l'atelier repéré « A » sur le plan du Rez-de-Chaussée.
2. Étude de l'isolation thermique du mur de façade situé dans la partie douche du vestiaire repéré « B » sur le plan Rez-de-Chaussée.
3. Étude du mur rideau repéré « C » sur le plan du Rez-de-Chaussée et sur le niveau 1.

Vous disposez pour cela des documents de base suivants :

<i>Plans architectes</i>	<i>Repère du document</i>
Plan d'ensemble du Rez-de-chaussée	page 5 / 24
Extrait plan du rez-de-chaussée au 1/100 ^e	page 6 / 24
Plan Niveau 1 au 1/100 ^e	page 7 / 24
Coupe AA' au 1/100 ^e	page 8 / 24
Façades	page 9 / 24

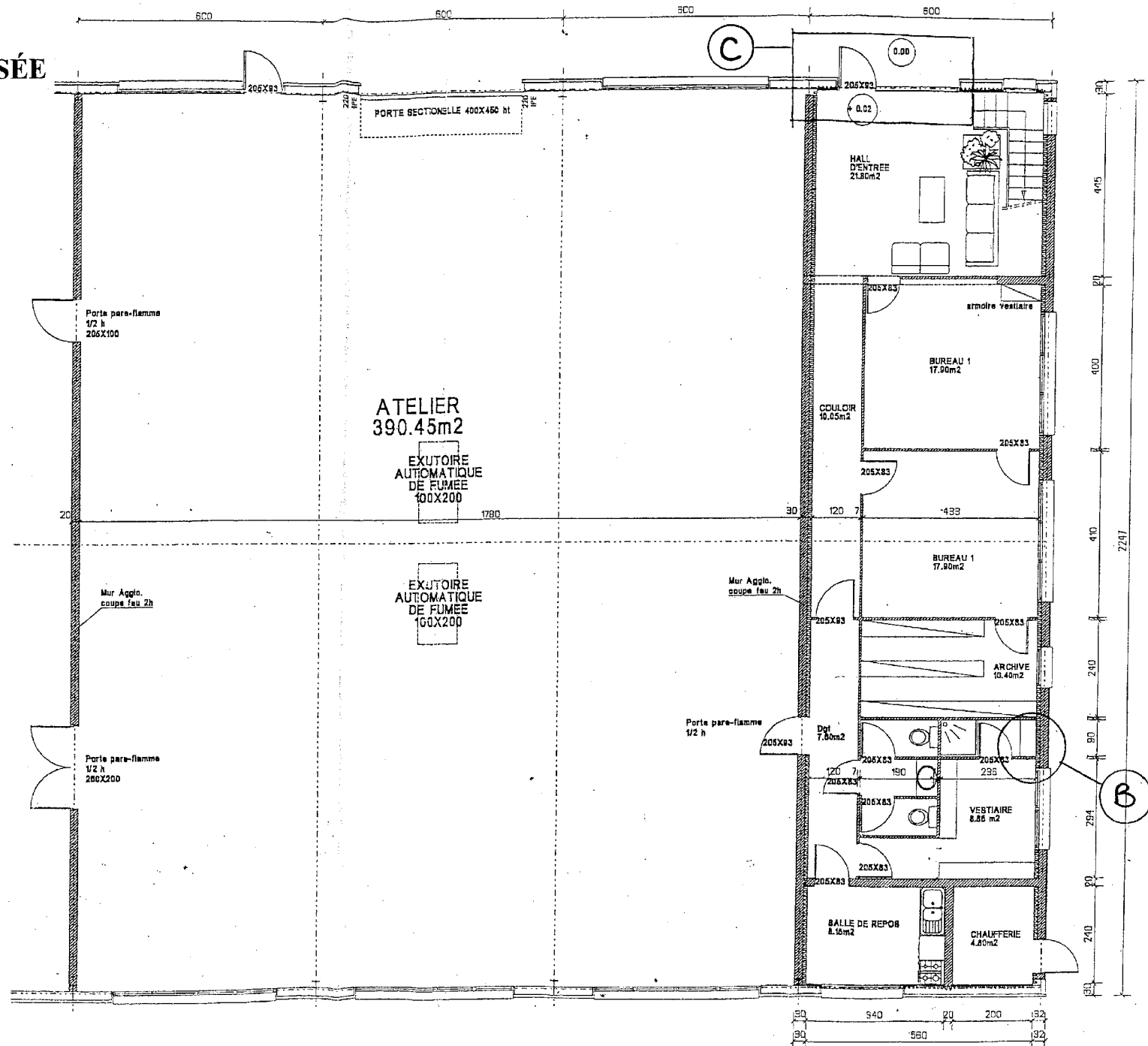
BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	Sujet	Session
Épreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : 7EBE4SB1		Page 4/24

PLAN D'ENSEMBLE DU REZ DE CHAUSSEE



BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	Sujet	Session
Épreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : 7EBE4SB1		Page 5/24

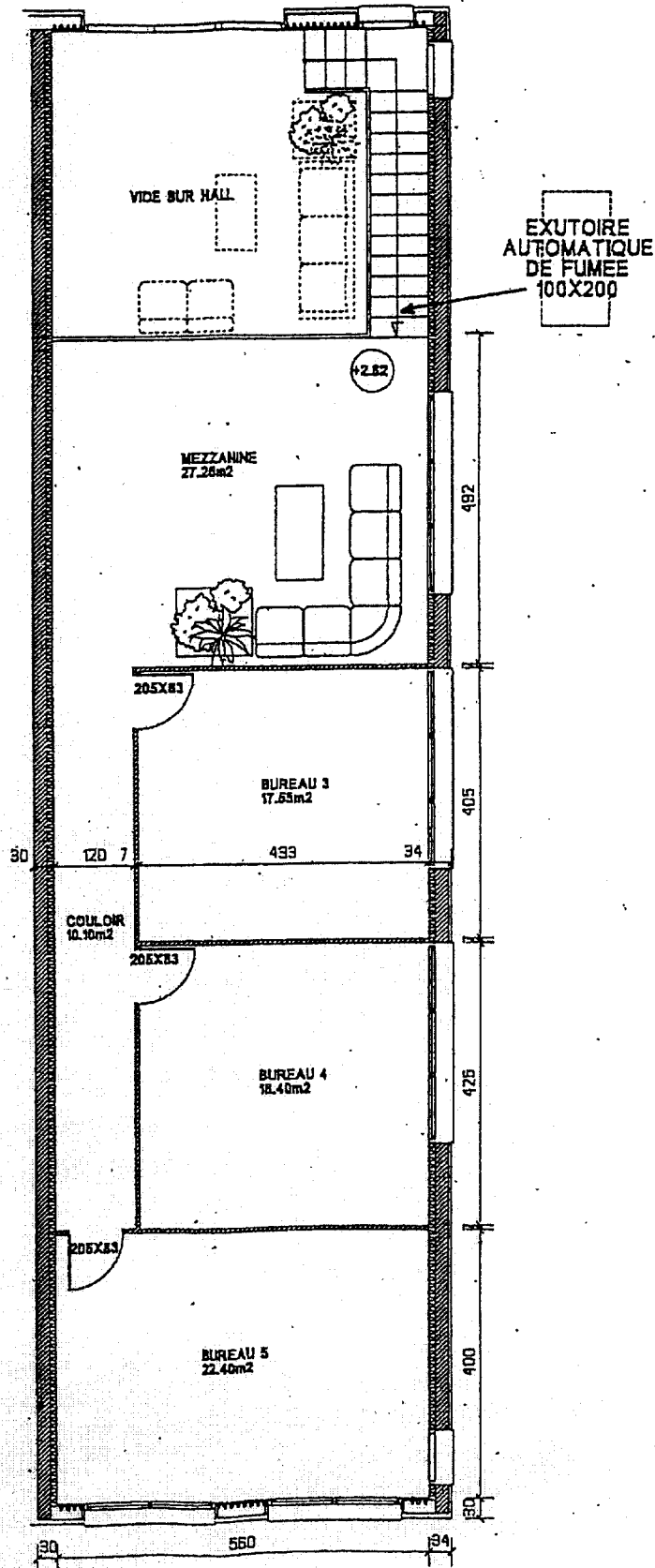
EXTRAIT PLAN DU REZ DE CHAUSSÉE
Échelle : 1 / 100^e



BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	Sujet	Session
Épreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : 7EBE4SB1		Page 6/24

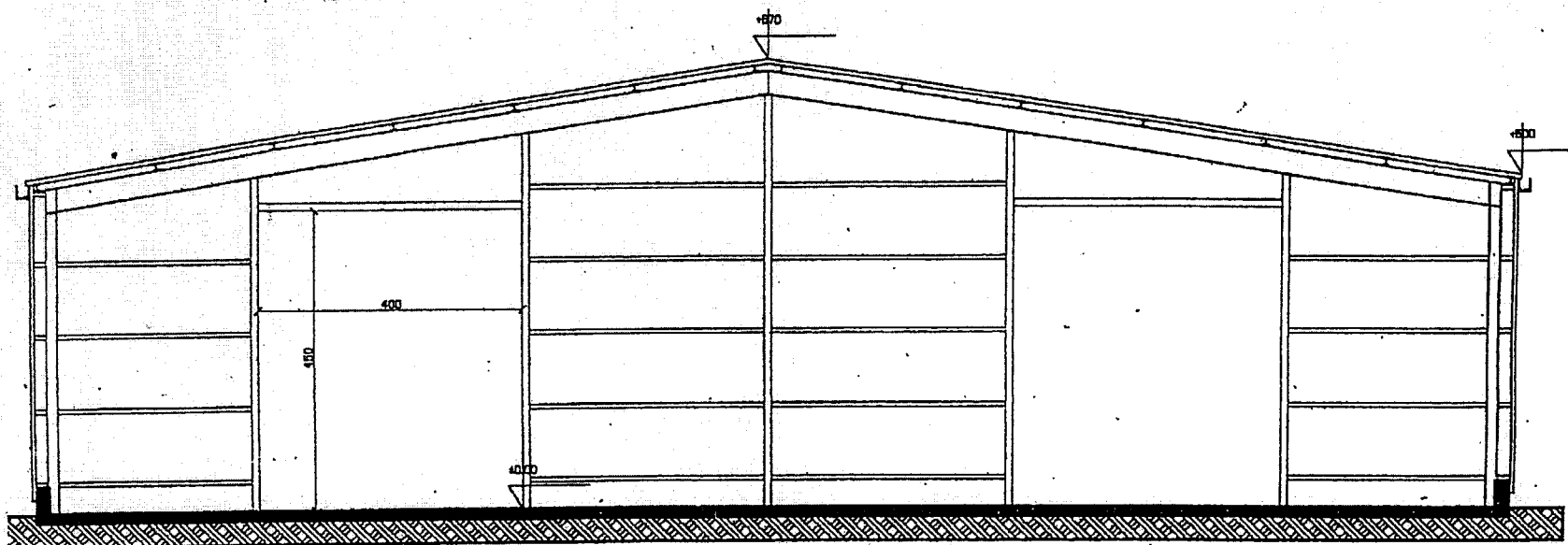
PLAN NIVEAU 1

Echelle : 1 / 100^e



BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	Sujet	Session
Épreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : 7EBE4SB1		Page 7/24

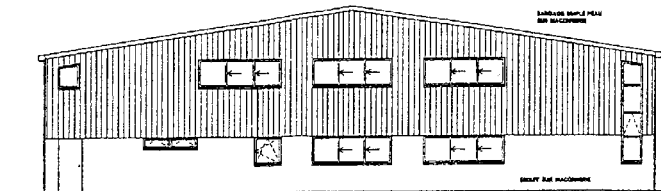
COUPE A - A
Echelle : 1 / 100^e



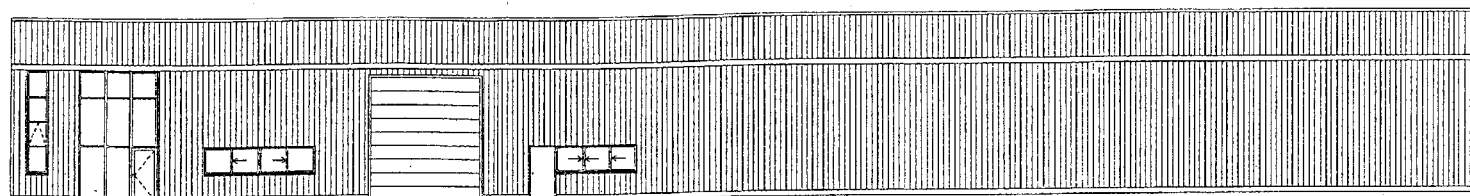
COUPE AA'

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	Sujet	Session
Epreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : 7BBF4SBI		Page 8/24

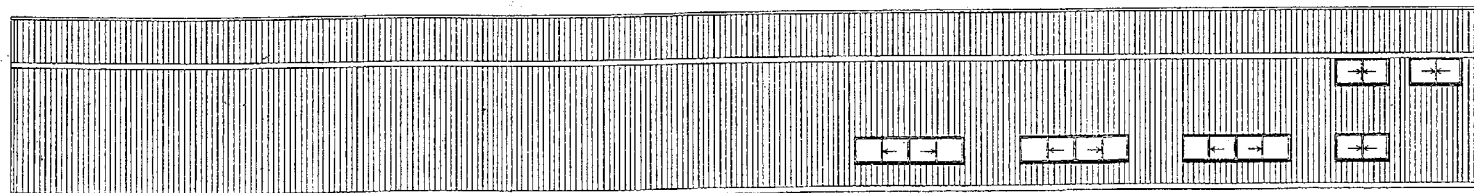
FAÇADES



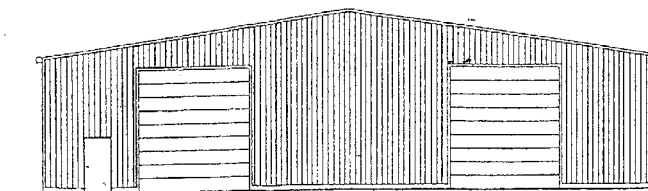
FACADE EST



FACADE NORD



FACADE SUD



FACADE OUEST

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	Sujet	Session
Épreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : 7EBE4SB1		Page 9/24

SUJET

PARTIE 1 : Acoustique

On s'intéresse maintenant à l'atelier situé au Rez-de-Chaussée (voir repère A). Le but est d'étudier l'absorption des parois de l'atelier ainsi que la conformité.

Données :

- Documentation ISOVER « Traitement acoustique des bardages métalliques double peau » (Annexe 1)
- Note de calcul des durées de réverbération initiale. DR 1
- Extrait de la norme NF P S31-057

11 – Pouvoir d'absorption des parois de l'atelier :

11.1 – Sur le document réponse DR 1, calculez le temps de réverbération de l'atelier avec les matériaux initialement prévus au marché.

Nous prendrons comme valeur de coefficient d'absorption acoustique α de Sabine les valeurs suivantes :

Fréquence	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Bardage vertical	0.13	0.16	0.28	0.39	0.32	0.17
Toiture	0.05	0.05	0.07	0.08	0.08	0.06

Extrait de la norme NF P S31-057 :

Les valeurs quantifiant la qualité d'isolation acoustique des bâtiments sont normalisées par rapport à une durée de réverbération de référence T_0 qui peut être différente selon la destination des locaux.

La définition de T_0 relève généralement d'une réglementation ou d'un cahier des charges ; cependant, en l'absence de spécification de l'utilisation des locaux, on prendra :

- pour les locaux de volumes inférieurs à 50 m^3 : $T_0 = 0,5 \text{ s}$
- pour les locaux de volumes supérieurs à 50 m^3 : $T_0 = t_0 V/V_0$

avec $t_0 = 1 \text{ s}$ et $V_0 = 100 \text{ m}^3$

Les résultats doivent être exprimés en secondes, arrondis à l'unité la plus proche dans le sens favorable à l'ouvrage s'ils se terminent par 0,5.

11.2 – Vous avez ci-dessus un extrait de la norme NF P S31-057 qui définit la qualité acoustique d'un bâtiment.

- Quelle est la valeur maximale de la durée de réverbération T_0 admise par la norme ?
- Quelles sont vos conclusions vis-à-vis de la valeur du temps de réverbération initiale vis-à-vis de la norme ?

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	Sujet	Session
Épreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : 7EBE4SB1		Page 10/24

11.3 – Il s'avère que le bardage est constitué de bacs acier non perforés dont très réverbérants. Cependant le maître d'ouvrage nous indique qu'étant donnée la destination de ces locaux il souhaite un temps de réverbération de 2 secondes.

On vous demande à l'aide des valeurs du document réponse DR 1 de déterminer « Le concept SEC d'Isover » (voir annexe 1) qui convient.

Remarque : Pour cela vous utiliserez la formule de Sabine $T = 0.16 V / A$, et vous effectuerez les calculs pour la fréquence de 1000 Hz uniquement.

PARTIE 2 : Thermique

La maîtrise d'œuvre nous demande de nous intéresser au mur de façade de l'espace douche situé dans le vestiaire au Rez-De-Chaussée (voir repère B). Cette requête fait suite à une remarque du client sur la nécessité d'un pare vapeur.

Données :

- Résistances superficielles (Annexe 2)
- Données thermiques sur les matériaux (Annexe 3)
- Diagramme de l'air humide (Annexe 4)
- Eléments d'hygrothermie (Annexe 5)
- Composition du mur de façade (DR 2)
- Humidité relative intérieure : $H_{r_{int}} = 80 \%$
- Humidité relative extérieure : $H_{r_{ext}} = 90 \%$

21 – Evolution de la température au travers de la paroi.

21.1 – Calculer la résistance thermique du mur de façade. En déduire le coefficient de transmission surfacique U de ce mur.

21.2 – Tracez le diagramme des températures à travers ce mur sur le document réponse **DR 2**.

21.3 – Faut-il craindre un phénomène de condensation superficielle sur ce mur ? Justifiez votre réponse.

22 – Evolution des pressions de vapeur au travers de la paroi.

22.1 – À l'aide du Document Réponse n° 3 fournissant les tracés de l'évolution des p_v et p_{vs} , concluez sur les risques de condensation dans ce mur.

22.2 – Pour y remédier un pare vapeur est à placer (voir caractéristiques en Annexe 5). Recalculez la courbe de pression réelle et complétez celle-ci sur le document réponse **DR 3**.

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	Sujet	Session
Épreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : 7EBE4SB1		Page 11/24

PARTIE 3 : Mécanique

On désire dans cette partie, dimensionner et choisir le profilé montant d'intégration du mur rideau (voir repère C). Pour ce faire, on dimensionnera ce profil aluminium en déformation, puis on le vérifiera ensuite en contrainte normale de flexion.

Données :

- Flèches admissibles pour les montants et les traverses des façades (norme XP P 28-004) seront prises égales à $L/300$.
- Pression du vent normal à prendre en compte pour les calculs :

$w_n = 625 \text{ N/m}^2$

- Le montant est supposé attaché en partie haute (liaison de type articulation) et simplement fixé en partie basse (liaison de type appui simple).
- On néglige le poids propre des montants et traverses.
- Matériaux : aluminium 6060 R :
 - $E = 70\,000 \text{ MPa}$
 - $\sigma_e = 150 \text{ MPa}$
- Pour la vérification en contrainte du montant, on prendra comme pondération de charges un coefficient de 1,7.
- Courbe d'effort tranchant $V(x)$ (Annexe 6).

31 – Dimensionnement du montant soumis au vent :

Le but de cette partie est de choisir dans une gamme le profilé capable de résister aux efforts de vent, sans dépasser une certaine flèche admissible.

31.1 – À l'aide des renseignements donnés précédemment et du plan fourni (voir DR4 - montant repéré « 2 »), proposez un schéma mécanique du montant nécessaire à son dimensionnement au vent. Pour cette étude nous prendrons un chargement uniformément réparti sur toute la hauteur du montant.

31.2 – En déduire l'inertie minimale du profilé. Nous rappelons que l'expression de la flèche pour une poutre sur deux appuis, de portée L et de charge uniformément répartie p est :

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

31.3 – Choisir dans la gamme proposée à l'annexe 7, le profilé qui convient.

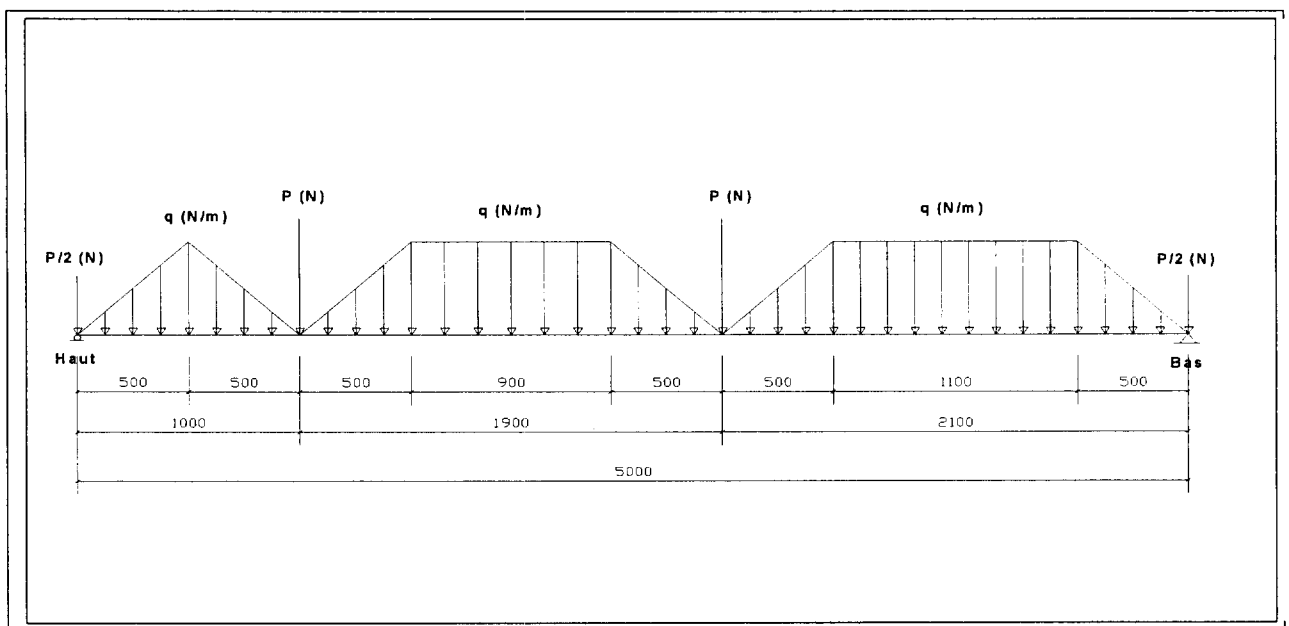
BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	Sujet	Session
Épreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : 7EBE4SB1		Page 12/24

32 – Vérification du montant choisi en contrainte :

Dans cette partie, on suppose que le profilé retenu est le montant renforcé référence **FM 157 + Tube acier 100x40x4**. Le but de cette partie est de vérifier ce profil en contrainte normale de flexion.

32.1 - Sur le document réponse **DR 4**, tracez les surfaces d'influences du vent appliqué sur le montant repéré « 2 ».

Soit le schéma mécanique du montant suivant :



32.2 – Vérifiez sous une pression de vent pondérée de $1062,5 \text{ N/m}^2$, les valeurs des charges réparties $q = 1062,5 \text{ N/m}$ et ponctuelles $P = 531,25 \text{ N}$.

Remarque : Les calculs suivants seront faits avec les valeurs de q et P données ci après :

$$q = 1100 \text{ N/m et } P = 550 \text{ N}$$

Le montant est schématisé sous la forme d'une poutre sur deux appuis.

32.3 – A l'aide de la courbe d'effort tranchant fournie en annexe 6, calculez la valeur de M_f (maxi).

32.4 – Calculez la contrainte normale maximum de flexion et conclure quant au profil choisi.

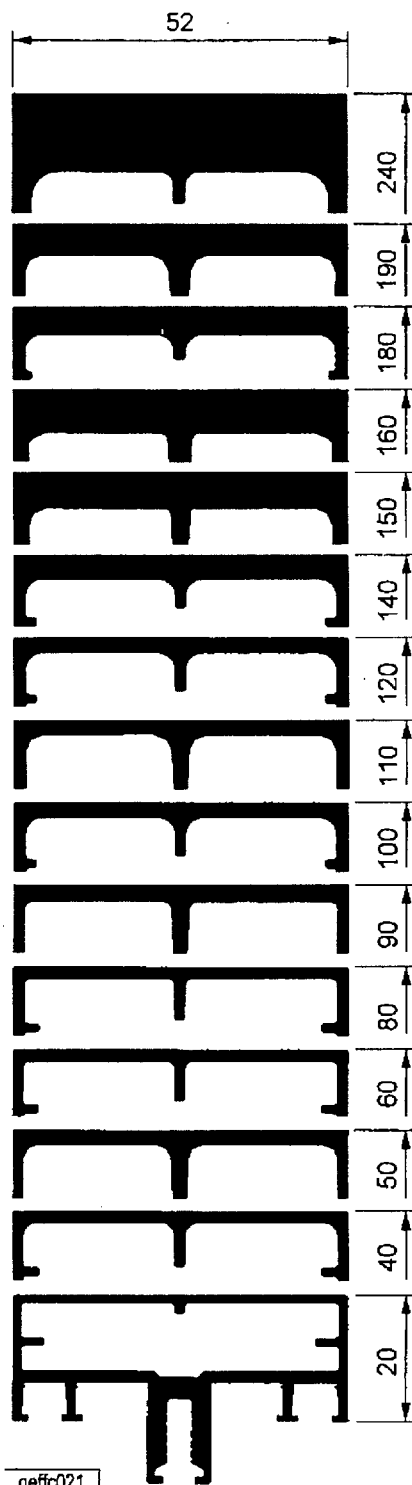
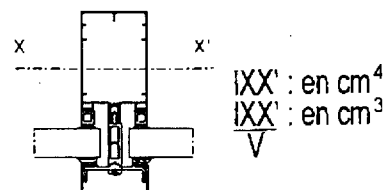
BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	Sujet	Session
Épreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : 7EBE4SB1		Page 13/24

ANNEXE 7

Les inerties

Profils montants et traverses d'ossature

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



geffc021

Référence	Plein	Traverse sans renfort	Inertie avec renfort
FM150	0.690 ml	1698.8 cm ⁴ 114.7 cm ³	Tubes acier soudés 140x40x4 et 70x40x4 4439.99 cm ⁴ 336.45 cm ³
FM257	0.590 ml	706.12 cm ⁴ 65.58 cm ³	Tubes acier soudés 120x40x4 et 40x40x4 2092.57 cm ⁴ 202.19 cm ³
FM159	0.570 ml	589.52 cm ⁴ 58.87 cm ³	Tubes acier soudés 120x40x4 et 40x40x4 1974.97 cm ⁴ 197.41 cm ³
FM256	0.530 ml	504.95 cm ⁴ 50.64 cm ³	Tube acier 120x40x4 1065.62 cm ⁴ 117.69 cm ³
FM255	0.510 ml	403.44 cm ⁴ 44.64 cm ³	Tube acier 120x40x4 964.11 cm ⁴ 113.04 cm ³
FM158	0.490 ml	298.30 cm ⁴ 37.56 cm ³	Tube acier 120x40x4 858.97 cm ⁴ 107.75 cm ³
FM157	0.450 ml	181.89 cm ⁴ 27.87 cm ³	Tube acier 100x40x4 528.96 cm ⁴ 77.98 cm ³
FM254	0.430 ml	152.65 cm ⁴ 24.69 cm ³	Tube acier 80x40x4 347.02 cm ⁴ 56.98 cm ³
FM169	0.410 ml	116.05 cm ⁴ 20.95 cm ³	Tube acier 80x40x4 310.42 cm ⁴ 53.70 cm ³
FM253	0.390 ml	93.13 cm ⁴ 17.80 cm ³	Tube acier 60x40x4 186.07 cm ⁴ 36.37 cm ³
FM156	0.370 ml	61.65 cm ⁴ 13.41 cm ³	Tube acier 60x40x4 154.59 cm ⁴ 32.13 cm ³
FM155	0.330 ml	30.99 cm ⁴ 8.84 cm ³	Tube acier 40x40x4 64.20 cm ⁴ 17.12 cm ³
FM252	0.310 ml	22.42 cm ⁴ 6.83 cm ³	Tube acier 20x40x2 26.71 cm ⁴ 8.34 cm ³
FM166	0.290 ml	12.11 cm ⁴ 4.53 cm ³	Tube acier 20x40x2 16.40 cm ⁴ 5.85 cm ³
FM165	0.250 ml	2.24 cm ⁴ 1.28 cm ³	

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	Sujet	Session
Épreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : 7EBE4SB1		Page 20/24

CONDITION DE BASE (Proposition du marché)														
Parois		Surfaces m ²	125 Hz		250 Hz		500 Hz		1000 Hz		2000 Hz		4000 Hz	
			α	S. α	α	S. α	α	S. α	α	S. α	α	S. α	α	S. α
Sol	Dallage béton	390,45	0,01	3,90	0,01	3,90	0,02	7,81	0,03	7,81	0,04	19,52	0,04	27,33
Bardage		143,10												
Mur	Blocs creux	253,55	0,02	5,07	0,02	5,07	0,03	7,61	0,04	10,14	0,05	12,68	0,07	17,75
Menuiserie	Vitrage	19,00	0,08	6,65	0,04	4,75	0,03	3,42	0,03	2,28	0,02	1,33	0,02	0,76
	Porte métallique extérieure	1,90	0,05	0,10	0,05	0,10	0,06	0,11	0,06	0,11	0,05	0,10	0,05	0,10
	Porte sectionnelle	18,00	0,08	1,44	0,08	1,44	0,09	1,62	0,09	1,62	0,08	1,44	0,08	1,44
	Portes Pare Flamme	8,95	0,15	1,34	0,44	3,94	0,45	4,03	0,44	3,94	0,53	4,74	0,59	5,28
Toiture		391,75												
Surfaces d'absorption équivalente A (m ²)														

Volume V (m3)	2335
---------------	------

Durée de réverbération T par bandes d'octaves = 0,16 V/A					
--	--	--	--	--	--

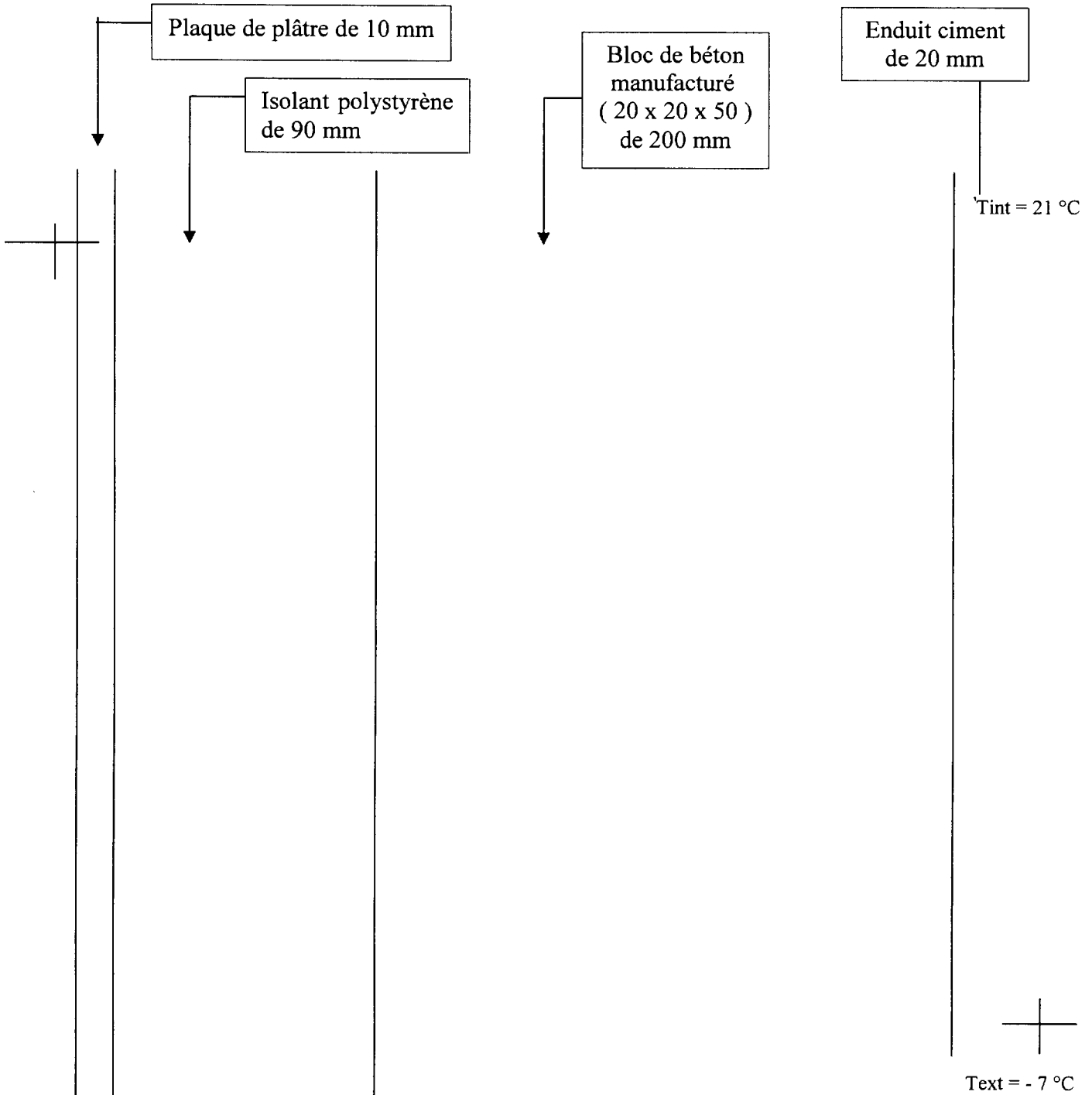
Durée de réverbération moyenne T (s)	s
--------------------------------------	---

DOCUMENT REPONSE DR 1

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	Sujet	Session
Épreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : 7EBE4SB1		Page 21/24

DOCUMENT REPONSE DR 2

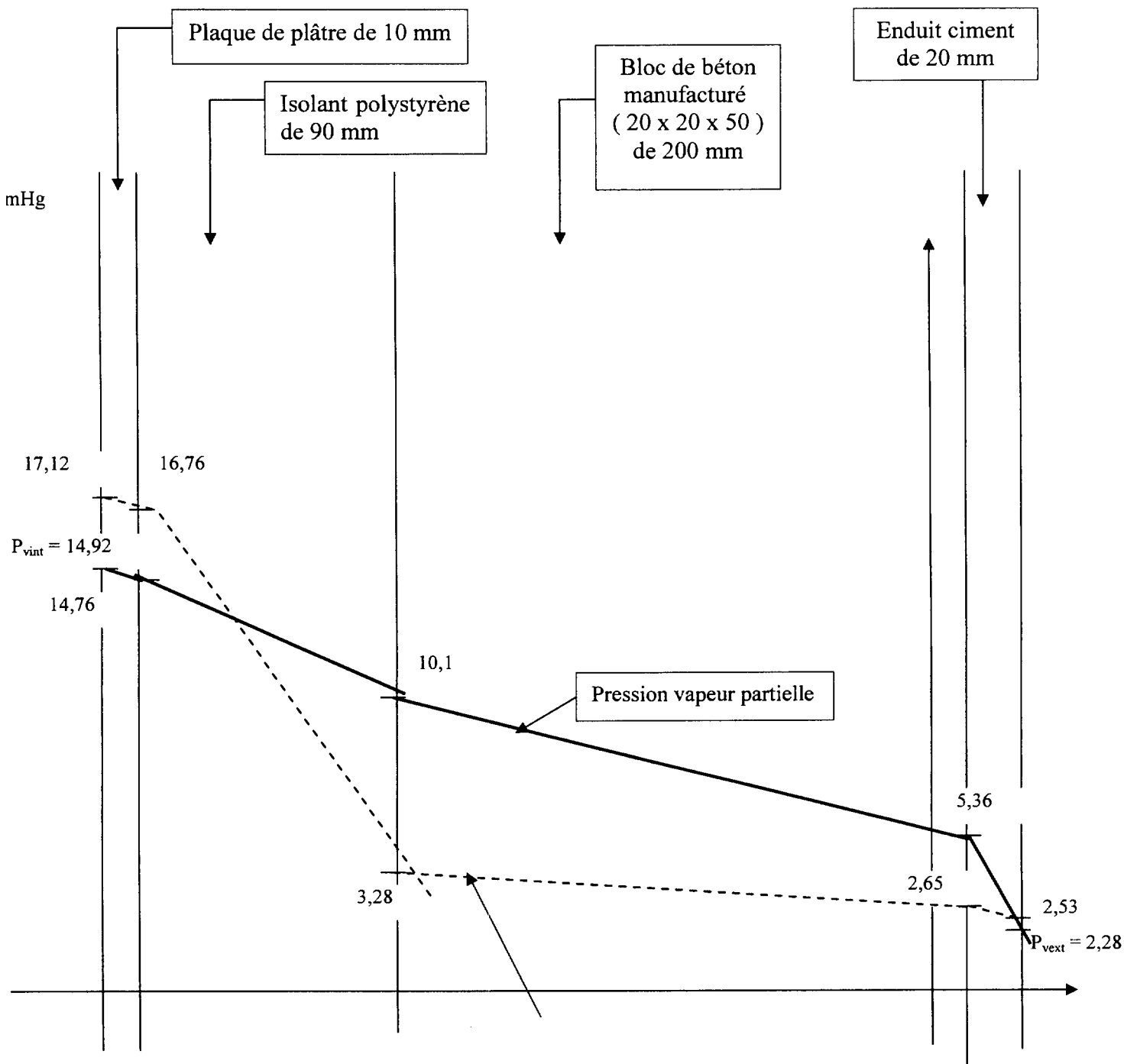
Evolution de la température au travers de la paroi



BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	Sujet	Session
Épreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : 7EBE4SB1		Page 22/24

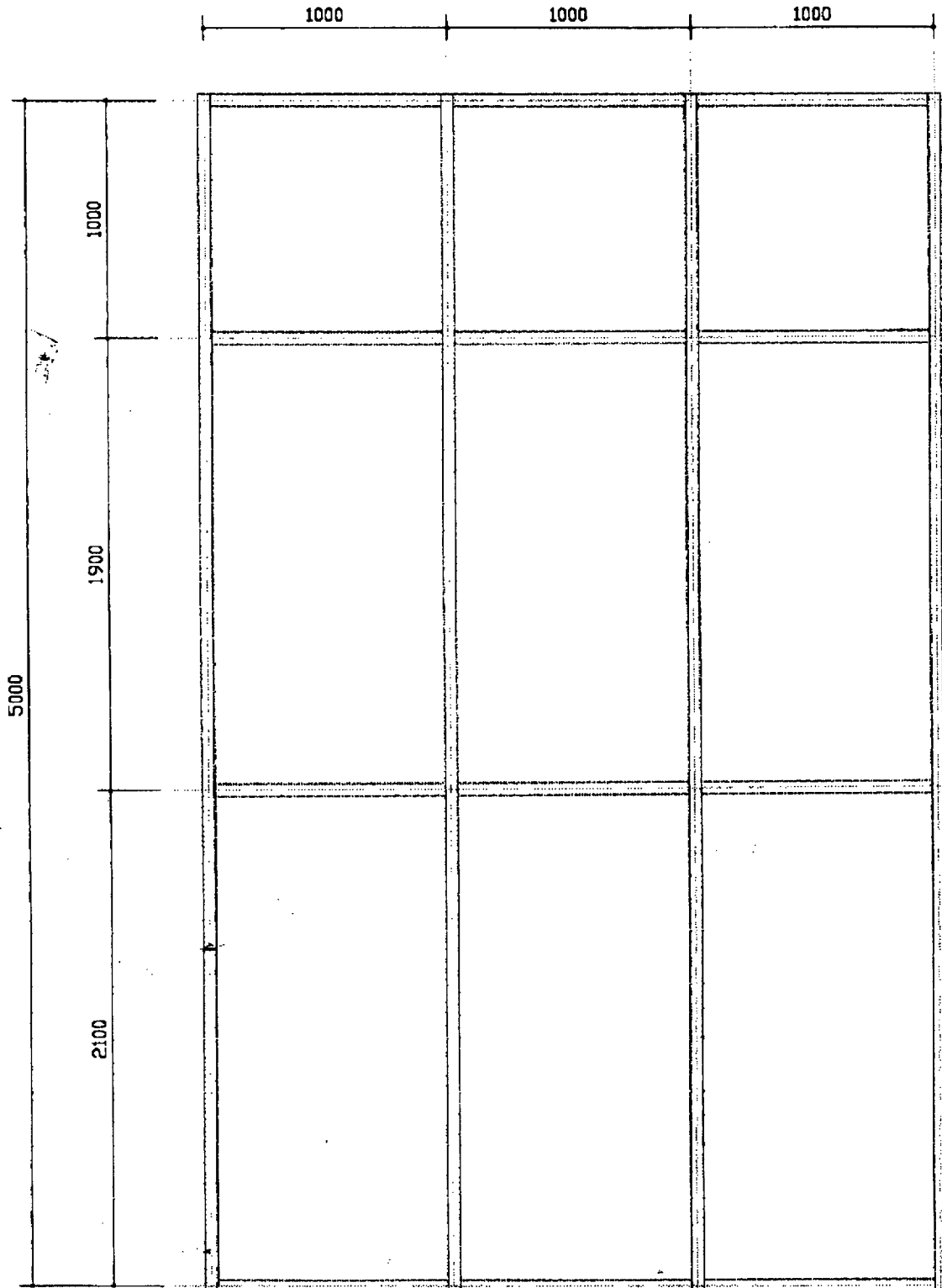
DOCUMENT REPONSE DR 3

Evolution des pressions de vapeur au travers de la paroi



BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	Sujet	Session
Épreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : 7EBE4SB1		Page 23/24

DOCUMENT REPONSE DR 4



2

Echelle 1 / 25

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	Sujet	Session
Épreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : 7EBE4SB1		Page 24/24

CONDITION DE BASE (Proposition du marché)														
Parois		Surfaces m ²	125 Hz		250 Hz		500 Hz		1000 Hz		2000 Hz		4000 Hz	
			α	S. α	α	S. α	α	S. α	α	S. α	α	S. α	α	S. α
Sol	Dallage béton	390,45	0,01	3,90	0,01	3,90	0,02	7,81	0,03	7,81	0,04	19,52	0,04	27,33
Bardage		143,10												
Mur	Blocs creux	253,55	0,02	5,07	0,02	5,07	0,03	7,61	0,04	10,14	0,05	12,68	0,07	17,75
Menuiserie	Vitrage	19,00	0,08	6,65	0,04	4,75	0,03	3,42	0,03	2,28	0,02	1,33	0,02	0,76
	Porte métallique extérieure	1,90	0,05	0,10	0,05	0,10	0,06	0,11	0,06	0,11	0,05	0,10	0,05	0,10
	Porte sectionnelle	18,00	0,08	1,44	0,08	1,44	0,09	1,62	0,09	1,62	0,08	1,44	0,08	1,44
	Portes Pare Flamme	8,95	0,15	1,34	0,44	3,94	0,45	4,03	0,44	3,94	0,53	4,74	0,59	5,28
Toiture		391,75												
Surfaces d'absorption équivalente A (m ²)														

Volume V (m3)	2335
---------------	------

Durée de réverbération T par bandes d'octaves = 0,16 V/A					
--	--	--	--	--	--

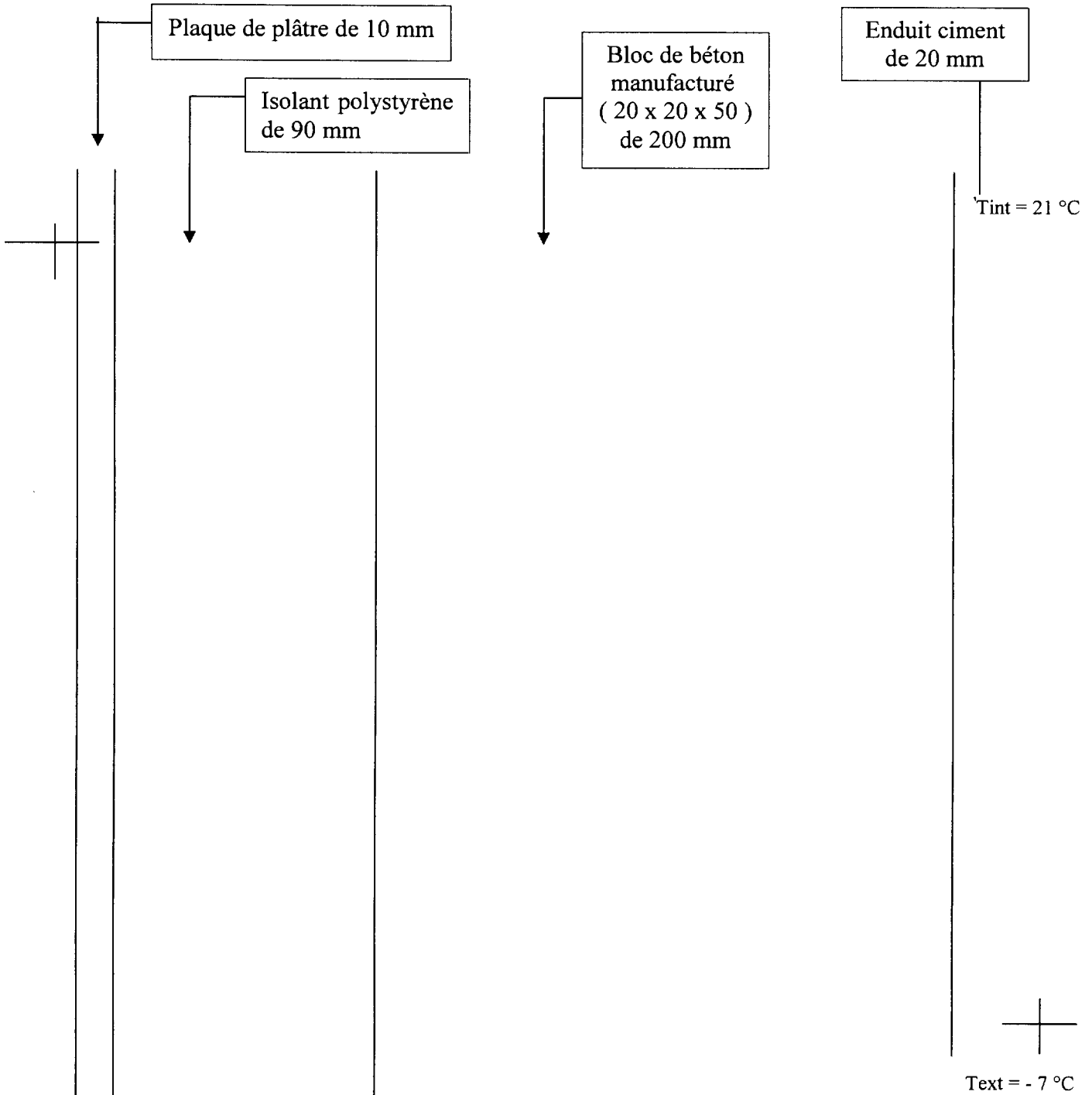
Durée de réverbération moyenne T (s)	s
--------------------------------------	---

DOCUMENT REPONSE DR 1

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	Sujet	Session
Épreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : 7EBE4SB1		Page 21/24

DOCUMENT REPONSE DR 2

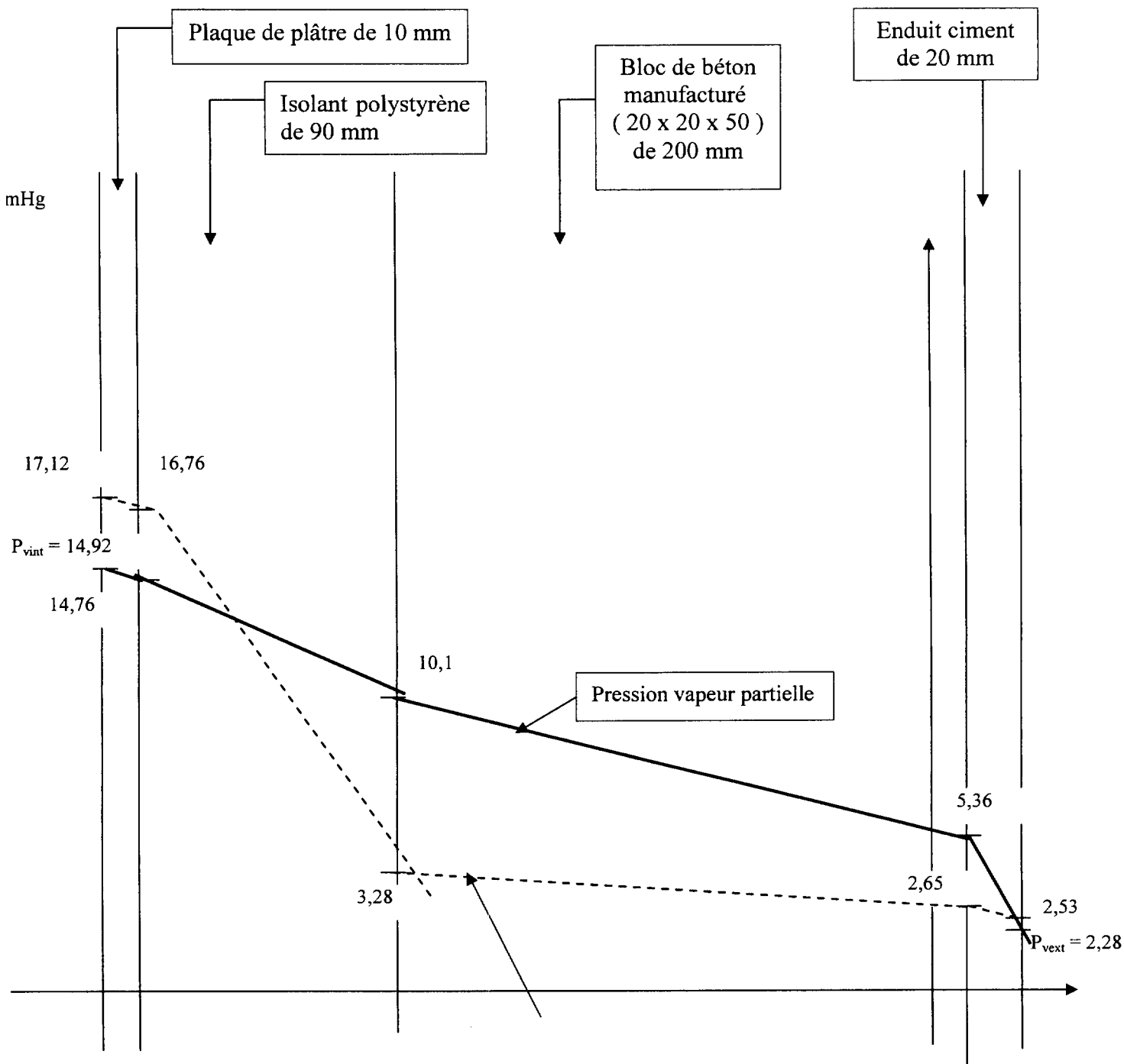
Evolution de la température au travers de la paroi



BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	Sujet	Session
Épreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : 7EBE4SB1		Page 22/24

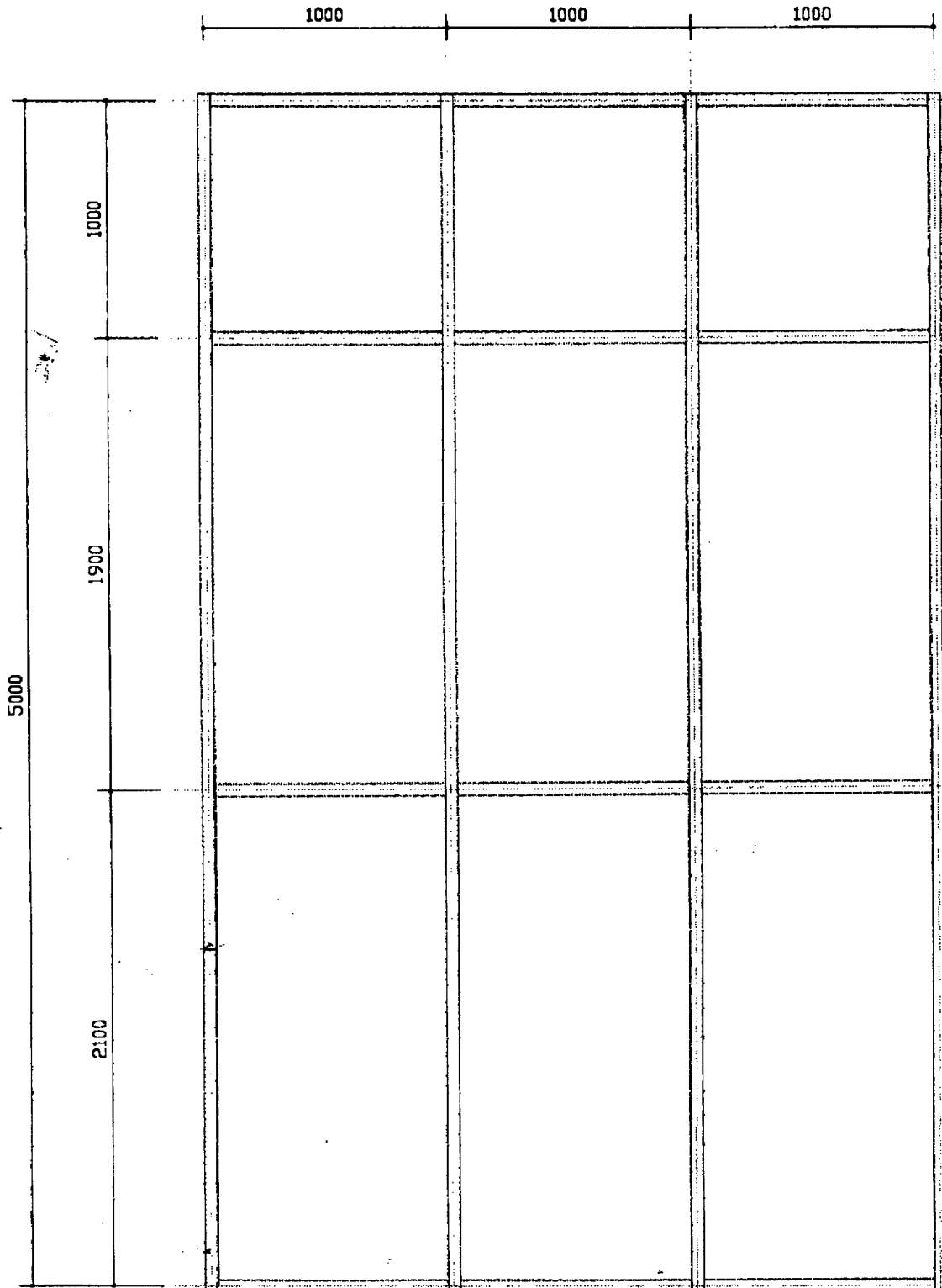
DOCUMENT REPONSE DR 3

Evolution des pressions de vapeur au travers de la paroi



BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	Sujet	Session
Épreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : 7EBE4SB1		Page 23/24

DOCUMENT REPONSE DR 4



2

Echelle 1 / 25

BTS ENVELOPPE DU BATIMENT	Sujet	Session
Épreuve U41 Sciences du Bâtiment	Durée : 2 Heures 40	Coefficient : 2
CODE : 7EBE4SB1		Page 24/24