

FICHE DE MATIERE D'ŒUVRE
BTS ENVELOPPE DU BATIMENT

Session 2004

ETUDE D'UN SYSTEME ENVELOPPE
Sous épreuve : U41 – SCIENCES DU BATIMENT
Durée : 2 heures 40
Coefficient : 2

A fournir par le centre d'examen:

Feuilles de copie
Feuilles de brouillon

A fournir par le candidat:

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

Documents interdits:

Tous les documents sont interdits.

EBE4SB

Session 2004

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 rendre avec la copie.

| | | |
|---|-----------------------|------------------------|
| BTS ENVELOPPE DU BATIMENT | SUJET | Session 2004 |
| Epreuve U41 - Sciences du Bâtiment | Durée : 2 h 40 | Coefficient : 2 |
| CODE : EBE4SB | | Page : 1/17 |

GRANDE SURFACE DE BRICOLAGE.

SOMMAIRE

| | Pagination |
|--|------------|
| SUJET : | |
| Sommaire, présentation de l'ouvrage | 2 / 17 |
| Barème | 3 |
| Partie 1 : Mécanique | 4 à 5 |
| Partie 2 : Thermique | 6 |
| DOSSIER TECHNIQUE : | |
| Façades | 7 |
| Plan d'ensemble Rez-de-chaussée | 8 |
| Façade sud de la serre chaude | 9 |
| Coupe du mur rideau : traverse | 10 |
| Coupes du mur rideau : fixation basse | 11 |
| ANNEXES : | |
| Extraits des règles simplifiées NV 65 | 12 |
| Méthode de calcul de fixation : HILTI | 13 |
| Fiche technique : fixation Hilti HSA-K | 14 |
| Documentation Schüco et OTUA | 15 |
| Extraits de la réglementation RT 2000 | 16 et 17 |
| Diagramme de l'air humide | 17 / 17 |

PRESENTATION DE L'OUVRAGE

L'étude porte sur la construction d'une **GRANDE SURFACE DE BRICOLAGE**.

Il s'agit d'une structure métallique avec des bardages double peau et une couverture en bac acier support d'étanchéité.

La partie principale du magasin : 54.5 m x 65.5 m ne comprend aucun poteau.

Le sas d'entrée comprend des ensembles menuisés en Aluminium.

La serre chaude est fermée sur trois faces par des murs rideau.

Les clients ont accès à deux zones couvertes : l'auvent végétaux, et le "bâti couvert" (matériaux de construction).

Les locaux Réserve et Scie Découpe ne sont pas accessibles aux clients.

| | | |
|------------------------------------|----------------|-----------------|
| BTS ENVELOPPE DU BATIMENT | SUJET | Session 2004 |
| Epreuve U41 - Sciences du Bâtiment | Durée : 2 h 40 | Coefficient : 2 |
| CODE : EBE4SB | | Page : 2/17 |

**L'étude qui suit portera sur le mur rideau de la serre chaude,
gamme Schüco Fw 50.**

SUJET

BAREME

| | Points | Temps indicatif |
|--|---------------|-------------------|
| Lecture du dossier | | 10 min |
| Partie I : Mécanique | 24 pts | 1 h 20 min |
| A) Dimensionnement d'une fixation | 12 pts | |
| B) Vérification d'une traverse renforcée | 12 pts | |
| Partie II : Thermique – Hygrométrie : | 16 pts | 1 h 10 |
| 1) Caractéristique du vitrage : Ug | 10 pts | |
| 3) Risques de condensation | 6 pts | |
| TOTAL : | 40 pts | 2 h 40 min |

Partie 1 : ETUDE MECANIQUE DU MUR RIDEAU

A - DIMENSIONNEMENT D'UNE FIXATION.

L'étude concerne le mur rideau en façade sud de la serre chaude.
Dans cette partie, nous nous intéresserons aux fixations basses d'une épine courante.

Remarque : cette liaison n'est pas un point de dilatation comme l'indique la remarque sur la vue en plan de la fixation basse : plat acier de 8mm soudé en partie basse du tube. (Le tube acier de 120x60x3 étant un renfort de l'épine ref. 161 340)

TRAVAIL DEMANDE :

- 1) **Calculer la pression dynamique extrême de vent applicable à une épine courante.**
Vous utiliserez la méthode simplifiée du règlement NV 65.

En déduire le schéma mécanique d'une épine courante avec :

- la charge la plus défavorable pour la fixation,
- une répartition de charge simplifiée : constante sur toute l'épine (charge rectangulaire).

| | | |
|------------------------------------|----------------|-----------------|
| BTS ENVELOPPE DU BATIMENT | SUJET | Session 2004 |
| Epreuve U41 - Sciences du Bâtiment | Durée : 2 h 40 | Coefficient : 2 |
| CODE : EBE4SB | | Page : 3/17 |

- DONNEES :**
- le site est considéré comme normal,
 - le bâtiment se situe en région 2,
 - perméabilité des façades : la construction est considérée fermée.
 - Dimensions façade Sud : longueur : 65.00 m - hauteur moyenne : 8.75 m

- DOCUMENTS :**
- extraits du règlement Neige et Vent 65,
 - élévation de la façade sud,
 - coupes du mur rideau.

2) En déduire l'effort de cisaillement sur une des 2 fixations (chevilles) basses d'une épine courante.

- DONNEES :**
- l'épine est considérée suspendue,
 - chaque platine d'ancrage comprend 2 fixations.

3) Déterminer le diamètre minimal des fixations.

Vous utiliserez la méthode de calcul établie selon les règles professionnelles.

- DONNEES :**
- vous prendrez un effort par excès de 180 daN sur une cheville,
 - qualité du béton : B 25
 - type de la fixation : Hilti HSA.K

- DOCUMENTS :**
- méthode de calcul de fixation : Hilti
 - fiche technique : fixation Hilti HSA-K

B - VERIFICATION D'UNE TRAVERSE.

On se propose de vérifier la traverse la plus chargée du mur rideau de la façade sud :

- en déformation,
- dans les deux plans de chargement,

Traverse référence 162540 avec renfort en U : 40 x 20 x 4 (voir documentation page 15 / 17), et vitrage retenu pour ce calcul est celui indiqué sur le plan de l'élévation de la façade sud : 44/2 – 10 – 5.

TRAVAIL DEMANDE :

1) Quelle est la traverse la plus sollicitée ? Justifiez votre réponse.

Calculer les charges appliquées à cette traverse, et proposer les schémas mécaniques complets dans les deux plans de chargement.

| | | |
|------------------------------------|----------------|-----------------|
| BTS ENVELOPPE DU BATIMENT | SUJET | Session 2004 |
| Epreuve U41 - Sciences du Bâtiment | Durée : 2 h 40 | Coefficient : 2 |
| CODE : EBE4SB | | Page : 4/17 |

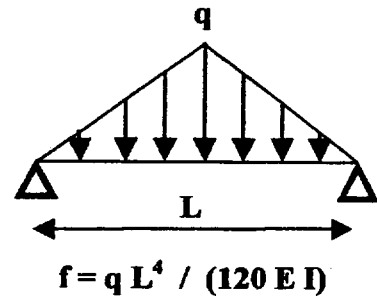
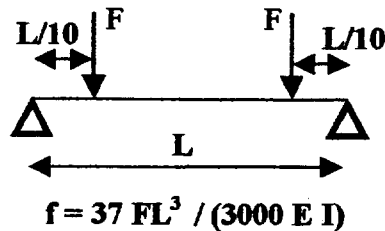
- DONNEES : • vous prendrez une pression normale de vent de : 500 Pa,
 • les traverses sont supposées bi-articulées,
 • poids propre du verre : 2,5 daN/m² pour 1mm d'épaisseur,
 • les cales de vitrage sont placées à 1/10^{ème} de la portée (DTU 39).

DOCUMENTS : • élévation de la façade sud (avec la définition des produits verriers)

- 2) Calculer l'inertie équivalente du profilé renforcé suivant les deux axes principaux. Effectuer la vérification de service (calcul des déformations) pour chaque plan de chargement.

- DONNEES : • on supposera que les centres de gravité du profilé Schüco, et du renfort sont confondus,
 • modules d'élasticité : E acier = 210 000 MPa, E alu. = 70 000 MPa.
 • flèches admissibles :
 → au vent : L / 300 (XP P 28-004 juin 95 Annexe K.4)
 → verticale : L/300 limitée à 4 mm (NF P 20.302)

• formulaire :



- DOCUMENTS : • coupe type du mur rideau sur traverse renforcée,
 • extrait de documentation Schüco.
 • extrait de documentation OTUA.

- 3) Le renfort est-il nécessaire vis à vis des déformations ?
 Justifiez votre réponse par le calcul.

| | | |
|------------------------------------|----------------|-----------------|
| BTS ENVELOPPE DU BATIMENT | SUJET | Session 2004 |
| Epreuve U41 - Sciences du Bâtiment | Durée : 2 h 40 | Coefficient : 2 |
| CODE : EBE4SB | | Page : 5/17 |

Partie 2 : THERMIQUE - HYGROMETRIE

Afin de limiter les besoins en chauffage de la serre chaude, et les risques de condensation, l'architecte préconise l'utilisation du produit verrier suivant : 4 – 16 – 4 : Planistar / air / Planilux de Saint-Gobain.

Vous êtes chargé de vérifier les caractéristiques thermiques de ce produit verrier vis à vis de la Nouvelle Réglementation Thermique : RT 2000.

TRAVAIL DEMANDE :

1) Calculer le coefficient de transmission surfacique du vitrage U_g en partie centrale du vitrage.

On montrera que les valeurs intermédiaires sont :

$$h_r = 0.2403 \text{ W/m}^2\text{K} \text{ et } h_g = 1.6136 \text{ W/m}^2\text{K}$$

- DONNEES :
- Conditions climatiques :
 - serre chaude : 20°C, Humidité relative : $H_r = 80\%$
 - extérieur : - 5°C, $H_r = 60\%$
 - verre planistar extérieur : traité en face 2 : $\epsilon_{n1} = 0.05$
 - verre planilux intérieur : non traité : $\epsilon_{n2} = 0.89$

DOCUMENTS : • extrait des règles Th-U 2000,

2) Calculer la température de surface intérieure du vitrage.

Faut-il craindre le phénomène de condensation superficielle sur ce vitrage ?

Si c'est le cas quelles solutions préconisez-vous ?

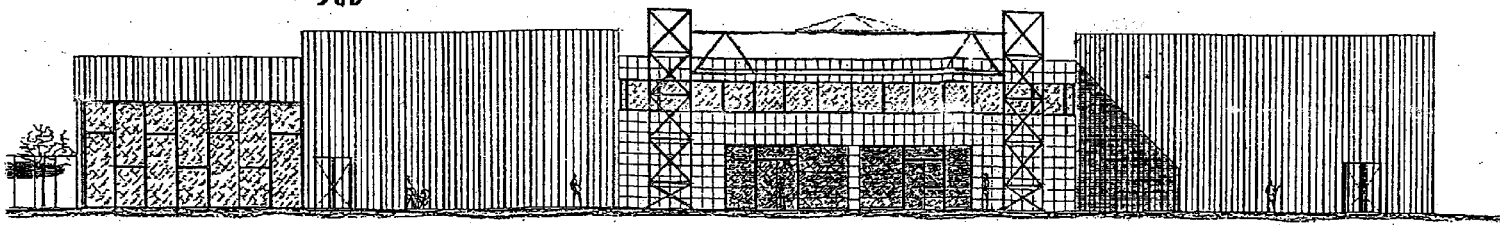
DOCUMENTS : • extrait des règles Th-U 2000,

DONNEES : • vous prendrez comme valeur de calcul : $U_g = 1.4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

DOCUMENTS : • Diagramme de l'air humide.

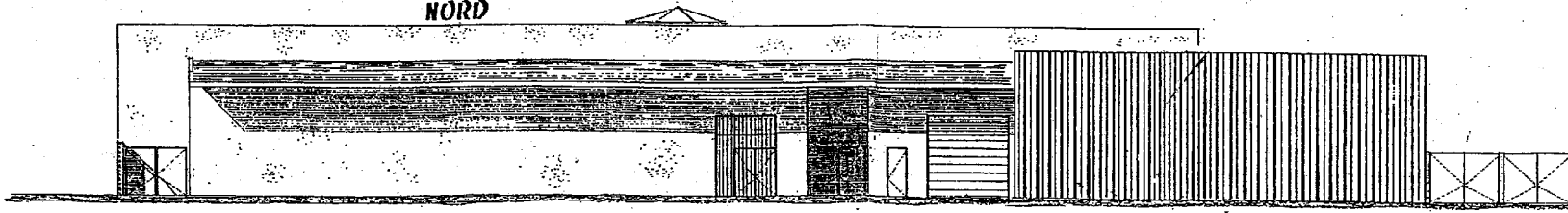
| | | |
|------------------------------------|----------------|-----------------|
| BTS ENVELOPPE DU BATIMENT | SUJET | Session 2004 |
| Epreuve U41 - Sciences du Bâtiment | Durée : 2 h 40 | Coefficient : 2 |
| CODE : EBE4SB | | Page : 6/17 |

SUD

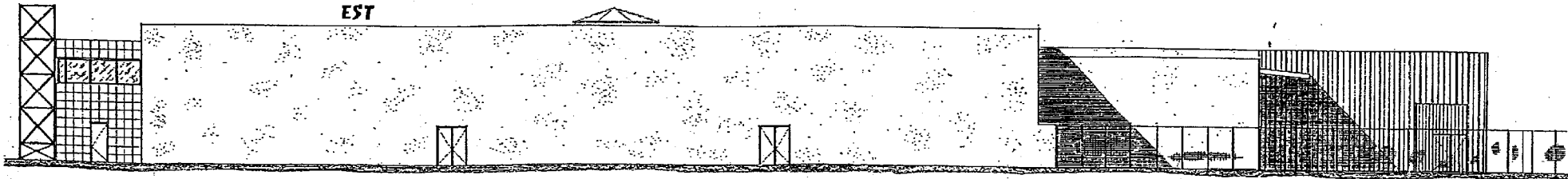


Grande Surface de Bricolage

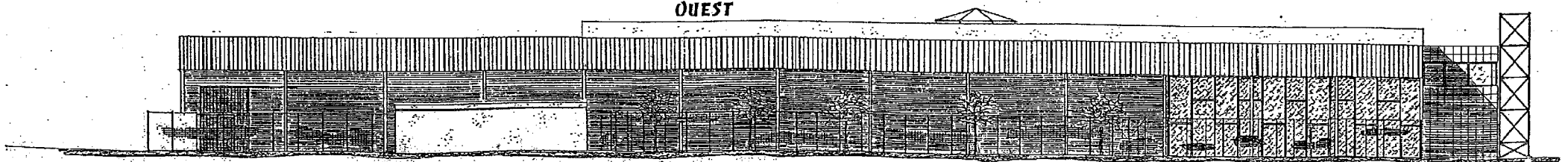
NORD



EST

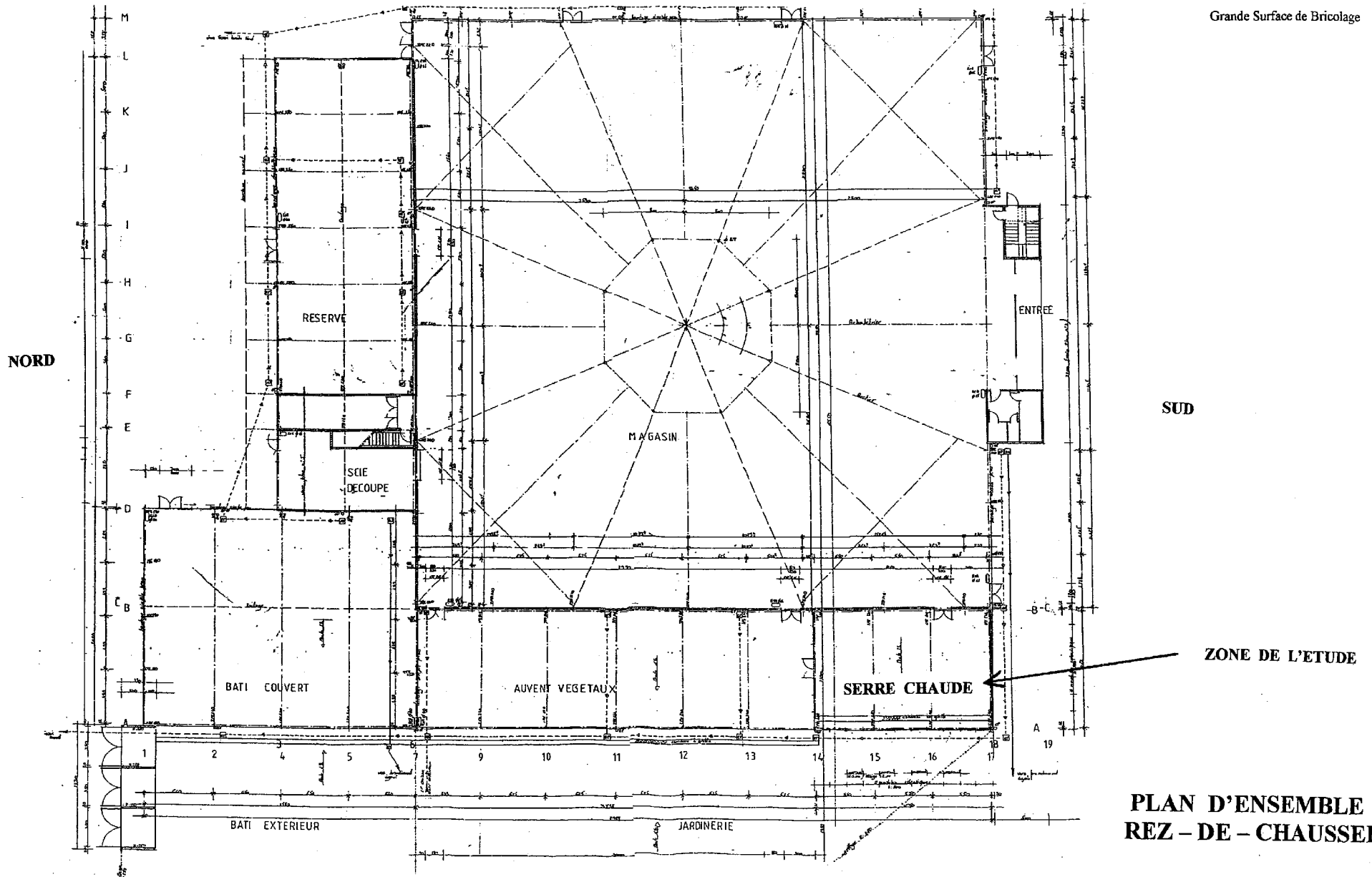


OUEST



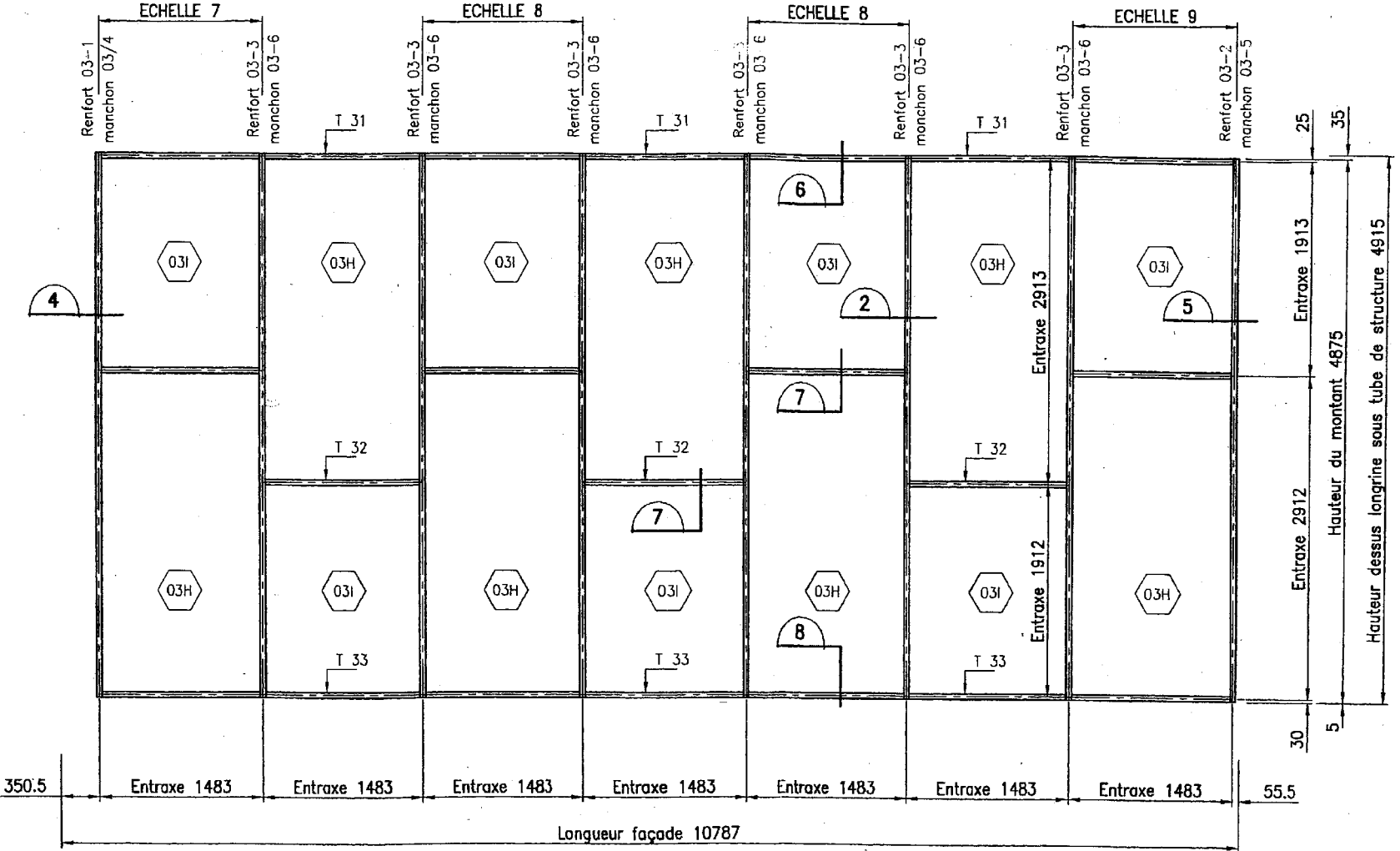
FACADES

| | | |
|------------------------------------|----------------|-----------------|
| BTS ENVELOPPE DU BATIMENT | SUJET | Session 2004 |
| Epreuve U41 - Sciences du Bâtiment | Durée : 2 h 40 | Coefficient : 2 |
| CODE : EBE4SB | | Page : 7/17 |



**PLAN D'ENSEMBLE
REZ - DE - CHAUSSEE**

| | | |
|------------------------------------|----------------|-----------------|
| BTS ENVELOPPE DU BATIMENT | SUJET | Session 2004 |
| Epreuve U41 - Sciences du Bâtiment | Durée : 2 h 40 | Coefficient : 2 |
| CODE : EBE4SB | | Page : 8/17 |



Structure Mur-rideau

- Poteau Aluminium Ral 6018 ref. 161340
- Traverse Aluminium Ral 6018 ref 162540
- Barrière isolante ref. 204602
- Joint de vitrage intérieur ref. 224662 & 204507
- Joint de vitrage extérieur ref. 204648
- Serreur aluminium brut ref. 112700
- Vis serreur inox TCBC ref. 205453
- Vis traverse inox ref. 205522
- Support cale VI ref. 217580

Vitrage isolant sur Mur rideau

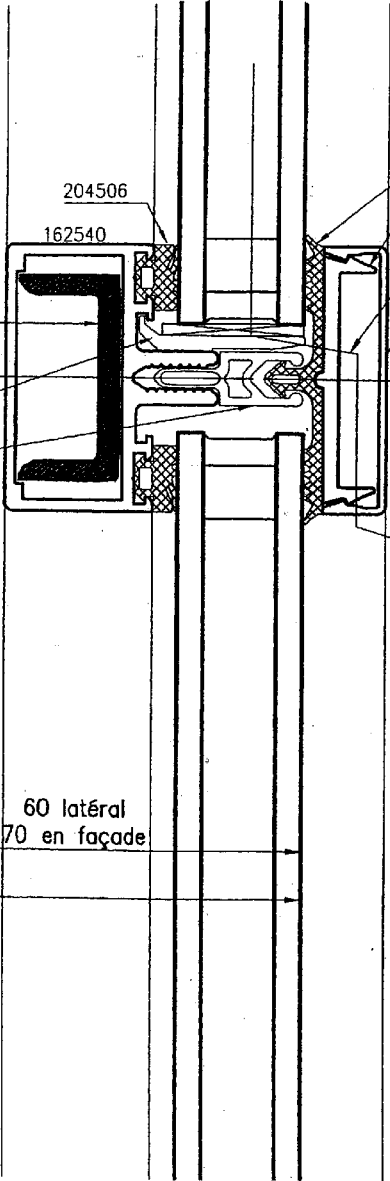
- 44/2 clair + 10 de vide
- + 5mm Clair à l'intérieur

Élévation Mur rideau FACADE SUD SERRE CHAUDE
Façade SUD

| | | |
|------------------------------------|----------------|-----------------|
| BTS ENVELOPPE DU BATIMENT | SUJET | Session 2004 |
| Epreuve U41 - Sciences du Bâtiment | Durée : 2 h 40 | Coefficient : 2 |
| CODE : EBE4SB | | Page : 9/17 |

Axe IPE 240

Renfort traverse en
acier galvanisé 40/10e
montage en Atelier



Entraxe traverse
Entraxe traverse

80.6

Tube de renfort acier
de 120x60x3 galvanisé
et thermolaqué Ral 6018

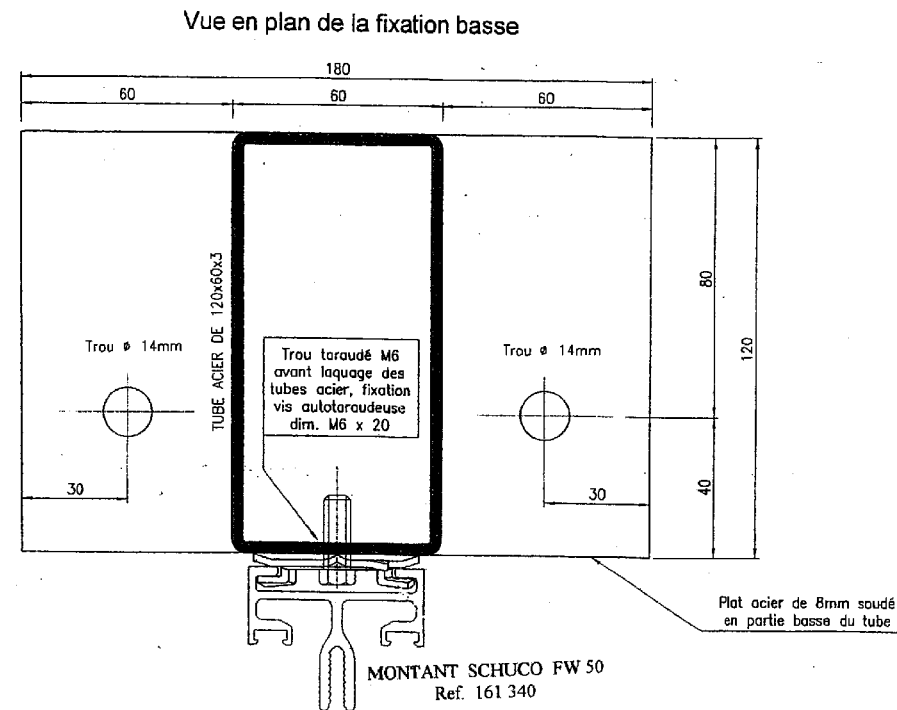
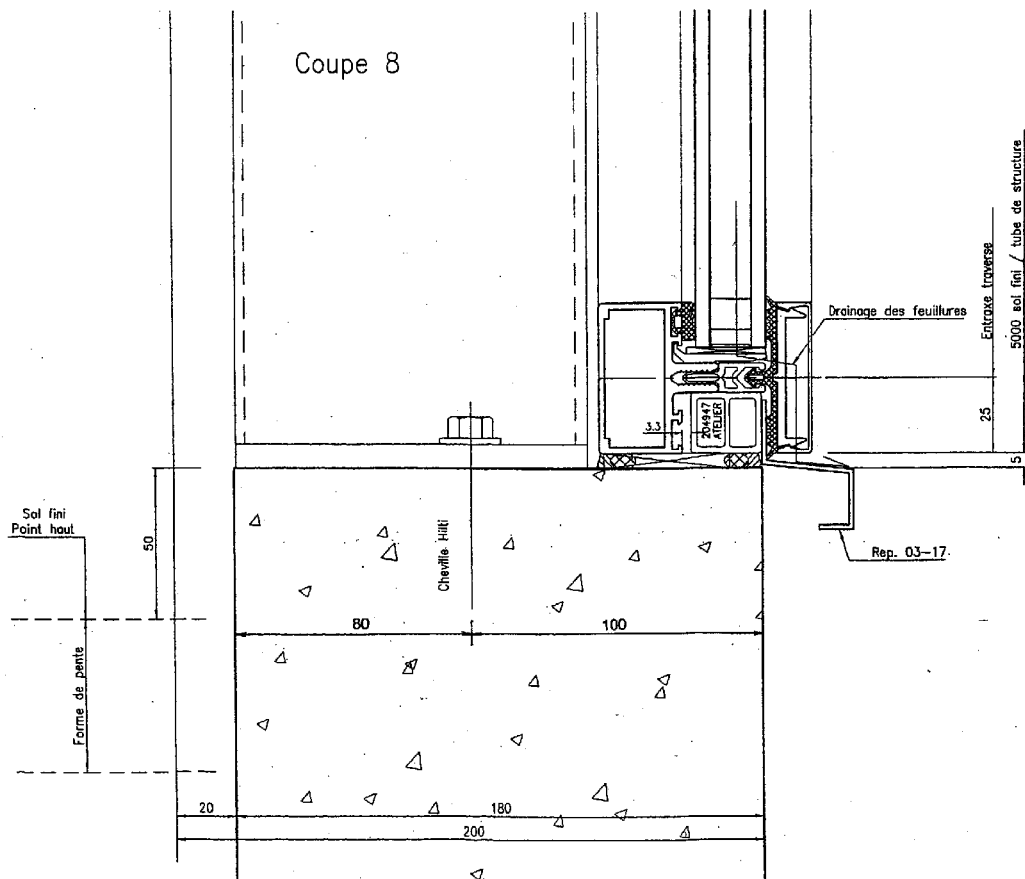
60 latéral
70 en façade

261.5

Coupe 7

**COUPE DU MUR RIDEAU
TRAVERSE**

| | | |
|------------------------------------|----------------|-----------------|
| BTS ENVELOPPE DU BATIMENT | SUJET | Session 2004 |
| Epreuve U41 - Sciences du Bâtiment | Durée : 2 h 40 | Coefficient : 2 |
| CODE : EBE4SB | | Page : 10/17 |



**COUPES DU MUR RIDEAU
FIXATION BASSE**

| | | |
|------------------------------------|----------------|-----------------|
| BTS ENVELOPPE DU BATIMENT | SUJET | Session 2004 |
| Epreuve U41 - Sciences du Bâtiment | Durée : 2 h 40 | Coefficient : 2 |
| CODE : EBE4SB | | Page : 11/17 |

2,9 CONSTRUCTIONS COURANTES A BASE RECTANGULAIRE
MÉTHODE SIMPLIFIÉE

Dans le cas où les constructions prismatiques à base rectangulaire présenteraient les caractéristiques définies en R-III-2,91, les règles simplifiées ci-après peuvent être appliquées.

2,92 PRESSIONS DYNAMIQUES

2,921 Valeurs

Les pressions dynamiques sont constantes sur toute la hauteur de la construction et sont données par la formule : $q = (46 + 0,7 h) k_s k_z$ daN/m²,

k_z coefficient de zone, ayant pour valeur :

| | Pression normale | Pression extrême |
|--------|------------------|------------------|
| Zone 1 | 1,00 | 1,75 |
| Zone 2 | 1,20 | 2,10 |
| Zone 3 | 1,50 | 2,63 |
| Zone 4 | 1,80 | 3,15 |
| Zone 5 | 2,40 | 4,20 |

k_s coefficient de site (R.III. 1.242) ayant pour valeur :

| | Zone 1 | Zone 2 | Zone 3 | Zone 4 | Zone 5 |
|--------------|--------|--------|--------|--------|------------------|
| Site protégé | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | (¹) |
| Site normal | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Site exposé | 1,35 | 1,30 | 1,25 | 1,20 | 1,20 |

1. La notion de site protégé n'est pas prise en compte dans cette zone.

2,922 Réductions

- 1 Les pressions dynamiques relatives aux surfaces abritées (R-III-1,243) peuvent être réduites de 25 %.

- 2 Les pressions dynamiques déterminées suivant la règle III-2,921, doivent être affectées d'un coefficient de réduction δ donné par le diagramme de la figure R-III-9, en fonction de la plus grande dimension horizontale ou verticale de la surface offerte au vent (maître-couple R-III-1,13) afférente à l'élément considéré dans le calcul.

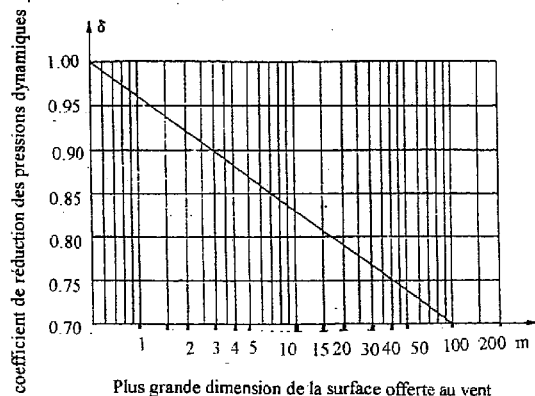


Fig. R-III-9.
Coefficient de réduction δ des pressions dynamiques pour les grandes surfaces.

Pour les éléments continus, le coefficient δ à adopter est celui correspondant à la plus grande dimension de la surface offerte au vent afférente à chaque travée considérée comme librement appuyée.

- 3 La totalité des réductions (R-III-2,922-1 et 2) ne doit en aucun cas dépasser 33 %, et compte tenu de ces réductions et de l'effet de site, la pression dynamique normale de calcul ne doit jamais descendre au-dessous de 30 daN/m² et la pression dynamique extrême de calcul au-dessous de 52,5 daN/m².

2,93 ACTIONS EXTÉRIEURES

La direction du vent étant supposée normale aux parois verticales de la construction, les coefficients à prendre en compte sont les suivants :

2,931 Actions moyennes

- 1 Parois verticales

au vent $c_s = + 0,8$,
sous le vent $c_s = - 0,5$.

2,94 ACTIONS INTÉRIEURES

Constructions fermées : $c_i = \pm 0,3$

Constructions ouvertes : ouverture au vent : $c_i = + 0,8$,
ouverture sous le vent : $c_i = - 0,5$.

2,95 ACTIONS RÉSULTANTES UNITAIRES SUR LES PAROIS ET LES VERSANTS

Elles sont déterminées en combinant de la façon la plus défavorable pour chaque élément, les actions extérieures moyennes et les actions intérieures (R-III-2,931-2,94). Elles sont exprimées par $(c_s - c_i) q$.

2,96 ACTIONS D'ENSEMBLE

Elles sont obtenues par la composition géométrique des actions résultantes totales sur les différentes parois de la construction.

Elles sont susceptibles de l'application de la règle III-2,923 relative aux actions dynamiques.

Les actions extérieures locales (R-III-2,932) ne sont pas à retenir pour l'évaluation des actions d'ensemble.

| | | |
|------------------------------------|----------------|-----------------|
| BTS ENVELOPPE DU BATIMENT | SUJET | Session 2004 |
| Epreuve U41 - Sciences du Bâtiment | Durée : 2 h 40 | Coefficient : 2 |
| CODE : EBE4SB | | Page : 12/17 |

Pour déterminer la charge de service pleine masse (R_{ds}) de la cheville, il faut suivre les étapes ci-dessous.

ETAPE 1 → **EVALUER LE RISQUE**

- RISQUE ÉLEVÉ*** : Risque de perte en vies humaines. Conséquences économiques notables. Aptitudes de l'ouvrage à remplir ses fonctions compromises.
 - RISQUE MODÉRÉ*** : Risque de perte en vies humaines faible. Conséquences économiques faibles. Dommages localisés.
 - SANS RISQUE*** : Pas d'exigence vis-à-vis de la sécurité des personnes et de l'ouvrage.
- * des exemples sont donnés à titre indicatif dans les règles professionnelles.

ETAPE 2 → **EVALUER L'ETAT DU BETON**

Classification des ouvrages selon règles professionnelles.

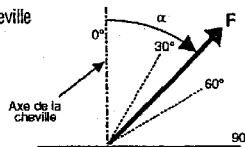
| Ouvrages ou partie d'ouvrage support d'ancrage | Etat du béton | |
|--|---------------|---------|
| | Non Fissuré | Fissuré |
| Mur intérieur | O | |
| Poteau de rive ou d'angle | | O |
| Poteau intérieur | O | |
| Dallage radier | | |
| Extrémité d'éléments fléchis (nez de balcon ...) | O | |

* Dans le cas où le poseur ne peut avoir la connaissance de la nature du béton (précontraint, armé), ce béton sera considéré comme fissuré.
 ** Sur prescription du bureau d'étude, le classement peut être modifié (cas par exemple de poteau intérieur participant au contreventement des bâtiments).

ETAPE 3 → **DIRECTION DE L'EFFORT**

Direction par rapport à l'axe principal de la cheville

- Traction = $0^\circ \leq \alpha < 30^\circ$
- Traction oblique = $30^\circ \leq \alpha < 60^\circ$
- Cisaillement = $60^\circ \leq \alpha < 90^\circ$



ETAPE 4 → **CHOISIR LA CLASSE DU BETON**

Si la classe de béton support n'apparaît pas dans ce tableau, prendre par défaut la valeur inférieure.

| Type de béton selon P 18-305 | B15 | B20 | B25 | B30 | B35 |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| Classe de béton selon eurocode 2 | C12/15 | C16/20 | C20/25 | C25/30 | C30/37 |
| Résistance moyenne Cylindre 16x32 (MPa) | 15 | 20 | 25 | 30 | 37 |

ETAPE 5 → **DETERMINATION DE LA CHARGE DE SERVICE PLEINE MASSE**

Après analyse systématique de tous les paramètres précédents, on obtient la valeur de résistance de la cheville en pleine masse de béton.

$$R_{ds} = \dots \text{ daN}$$

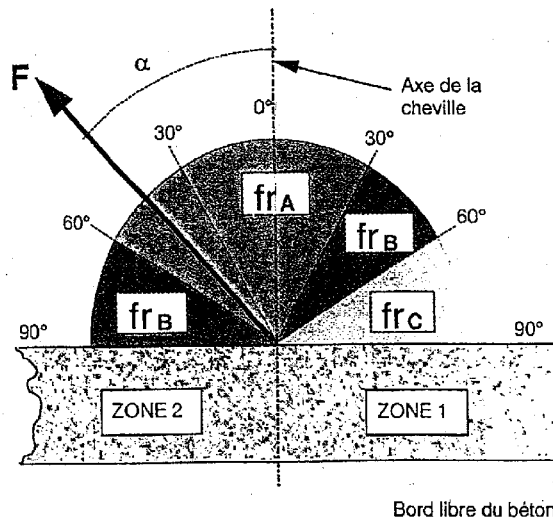
Pour déterminer la charge finale R_d réduit et la comparer à S_d (solicitation réelle que doit reprendre la cheville sur le chantier), il faut suivre les étapes ci-dessous.

ETAPE 6 → **DETERMINATION DU OU DES COEFFICIENTS DE REDUCTION D'ENTRAXE f_a**

(ou Ψ_s selon règles professionnelles) - Ψ se prononce psi -

ETAPE 7 → **DETERMINATION DU OU DES COEFFICIENTS DE REDUCTION DE DISTANCE AU BORD f_r**

(ou Ψ_c selon règles professionnelles)



| | | Appellation selon règles professionnelles | |
|-------------------------|--------------------------------|---|--|
| TRACTION | $0^\circ < \alpha < 30^\circ$ | | |
| Zone 1 | utiliser f_{rA} | $\Psi_c N$ | |
| Zone 2 | utiliser f_{rA} | $\Psi_c N$ | |
| TRACTION OBLIQUE | $30^\circ < \alpha < 60^\circ$ | | |
| Zone 1 | utiliser f_{rB} | $\Psi_c V$ | |
| Zone 2 | utiliser f_{rA} | $\Psi_c N$ | |
| CISAILLEMENT | $60^\circ < \alpha < 90^\circ$ | | |
| Zone 1 | utiliser f_{rC} | $\Psi_c V \times Rep$ | |
| Zone 2 | utiliser f_{rB} | $\Psi_c V$ | |

ETAPE 8 → **CALCUL DE LA CHARGE FINALE R_d réduit**

$$R_d \text{ réduit} = R_{ds} \times f_a \times f_r \text{ (A, B ou C)}$$

ETAPE 9 → **VERIFICATION**

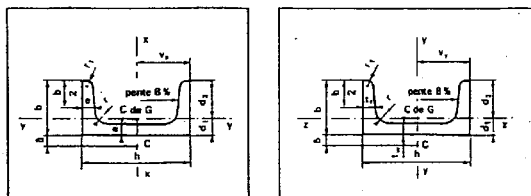
$$\text{Si } S_d \leq R_d \text{ réduit} : \text{cheville OK}$$

METHODE DE CALCUL DE FIXATION HILTI

| | | |
|------------------------------------|----------------|-----------------|
| BTS ENVELOPPE DU BATIMENT | SUJET | Session 2004 |
| Epreuve U41 - Sciences du Bâtiment | Durée : 2 h 40 | Coefficient : 2 |
| CODE : EBE4SB | | Page : 13/17 |

DOCUMENTATION OTUA

PETITS FERS U



Norme de référence :
dimensions : NF A 45-007 (sept. 83)

| Dimensions | | | | | | Masse par mètre P kg | Section A cm ² | Surface de peinture | |
|------------|---------|----------------------|----------------------|---------|----------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------|-------------------|
| h mm | b mm | t _w mm | t _f mm | r mm | r ₁ mm | | | m ² /m | m ² /t |
| 30 | 15 | 4 | 4,5 | 4,5 | 2 | 1,74 | 2,21 | 0,108 | 60,9 |
| 40 | 20 | 4 | 4 | 4 | 2 | 2,25 | 2,87 | 0,145 | 64,5 |
| 40 | 20 | 5 | 5,5 | 5 | 2,5 | 2,87 | 3,66 | 0,142 | 49,6 |
| 40 | 35 | 5 | 5 | 5 | 2,5 | 3,88 | 4,95 | 0,200 | 51,5 |
| 50 | 25 | 4 | 4 | 4 | 2 | 2,87 | 3,66 | 0,185 | 64,3 |
| 50 | 25 | 5 | 6 | 6 | 3 | 3,86 | 4,92 | 0,181 | 46,9 |
| 50 | 25 | 6 | 6 | 6 | 3 | 4,15 | 5,28 | 0,179 | 43,1 |
| 50 | 38 | 5 | 6 | 6 | 3 | 5,04 | 6,42 | 0,231 | 45,7 |
| 60 | 30 | 6 | 6 | 6 | 3 | 5,07 | 6,46 | 0,215 | 42,5 |
| 60 | 40 | 6 | 6 | 6 | 3 | 5,98 | 7,81 | 0,256 | 42,9 |
| 65 | 42 | 5,5 | 6 | 6 | 3 | 6,19 | 7,89 | 0,275 | 44,4 |
| 70 | 40 | 6 | 6,5 | 6,5 | 3,25 | 6,77 | 8,62 | 0,280 | 41,4 |

| Dimensions | | | Position du centre de gravité | | Caractéristiques rapportées à l'axe neutre | | | | | | Distance du centre de flexion pure à la face externe de l'âme δ | |
|------------|---------|----------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|---|-------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|----------------------|--|--|
| h mm | b mm | t _f mm | d ₁ cm | d ₂ = v _z cm | I _y cm ⁴ | W _{elr} cm ³ | I _z cm ⁴ | I _x cm ⁴ | W _{elx} cm ³ | i _z cm | i _x cm | |
| 30 | 15 | 4 | 0,52 | 0,98 | 2,53 | 1,69 | 1,07 | 0,38 | 0,39 | 0,42 | 0,30 | |
| 40 | 20 | 4 | 0,61 | 1,39 | 6,24 | 3,12 | 1,47 | 0,89 | 0,64 | 0,56 | 0,40 | |
| 40 | 20 | 5 | 0,67 | 1,33 | 7,58 | 3,79 | 1,44 | 1,14 | 0,86 | 0,56 | 0,35 | |
| 40 | 35 | 5 | 1,19 | 2,31 | 11,69 | 5,84 | 1,54 | 5,19 | 2,25 | 1,02 | 0,98 | |
| 50 | 25 | 4 | 0,71 | 1,79 | 12,90 | 5,16 | 1,88 | 1,80 | 1,01 | 0,70 | 0,57 | |
| 50 | 25 | 5 | 0,81 | 1,69 | 16,80 | 6,73 | 1,85 | 2,49 | 1,48 | 0,71 | 0,54 | |
| 50 | 25 | 6 | 0,80 | 1,70 | 17,26 | 6,90 | 1,81 | 2,51 | 1,47 | 0,69 | 0,42 | |
| 50 | 38 | 5 | 1,30 | 2,60 | 24,16 | 9,68 | 1,94 | 8,10 | 3,24 | 1,12 | 1,10 | |
| 60 | 30 | 6 | 0,91 | 2,09 | 31,60 | 10,50 | 2,21 | 4,51 | 2,16 | 0,84 | 0,60 | |
| 60 | 40 | 6 | 1,25 | 2,75 | 40,00 | 13,33 | 2,29 | 10,15 | 3,70 | 1,15 | 1,03 | |
| 65 | 42 | 5,5 | 1,31 | 2,89 | 50,04 | 15,40 | 2,52 | 11,81 | 4,08 | 1,22 | 1,15 | |
| 70 | 40 | 6 | 1,32 | 2,68 | 61,80 | 17,60 | 2,68 | 13,00 | 4,85 | 1,22 | 1,00 | |

DOCUMENTATION SCHUCO

Grande Surface de Bricolage



SYSTÈME FW 50

Profilés de base

Traverses

avec poteaux :
112 660
112 860
161 080 /
161 090
162 490
162 520

avec poteaux :
112 570
160 120
161 100 /
161 110
161 470
162 500
162 530

avec poteaux :
112 650
160 060
160 110
161 060 /
161 070
161 480
161 490

avec poteaux :
112 880
161 500

avec poteaux :
112 650
160 060
160 110
161 060 /
161 070
161 480
161 490

160 080 Profilé de liaison pour raccordements à la maçonnerie

| Profilé Art.-N° | Moment d'inertie | | Périmètre (mm) à polir | | Profilé Art.-N° | Moment d'inertie | | Périmètre (mm) à polir | |
|-----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------|------|-----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------|------|
| | I _x (cm ⁴) | I _y (cm ⁴) | ext. | int. | | I _x (cm ⁴) | I _y (cm ⁴) | ext. | int. |
| 160 080 | - | - | - | - | 162 580 | 135,03 | 30,56 | 272 | 421 |
| 160 200 | 3,76 | 9,16 | 93 | 241 | 162 640 | 201,42 | 35,38 | 312 | 461 |
| 162 540 | 6,30 | 10,97 | 106 | 255 | 162 950 | 308,81 | 41,41 | 372 | 511 |
| 162 550 | 17,46 | 15,06 | 140 | 289 | | | | | |
| 162 560 | 27,35 | 17,30 | 162 | 311 | | | | | |
| 162 570 | 84,17 | 25,74 | 232 | 381 | | | | | |

| | | |
|------------------------------------|----------------|-----------------|
| BTS ENVELOPPE DU BATIMENT | SUJET | Session 2004 |
| Epreuve U41 - Sciences du Bâtiment | Durée : 2 h 40 | Coefficient : 2 |
| CODE : EBE4SB | | Page : 15/17 |

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 :

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

où

- $R_{s,e}$ est la résistance superficielle extérieure, en $m^2.K/W$
- $R_{s,i}$ est la résistance superficielle intérieure, en $m^2.K/W$
- d_j est l'épaisseur du verre ou de la couche de 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 :

$$R_{s,k} = \frac{l}{h_1 + h_2} \quad (17)$$

où

h_1 est la conductance thermique radiative de la lame de gaz, en $W/(m^2.K)$

$$h_1 = 4 \sigma \left(\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} - 1 \right)^{-1} T_m^3 \quad (18)$$

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_2 est la conductance thermique du gaz, en $W/(m^2.K)$

$$h_2 = Nu \frac{\lambda}{s} \quad (19)$$

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 $\sum R_{s,k}$ 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 |
|--|--|--|
| ≥ 60° (paroi verticale et flux horizontal) | 0.13 | 0.04 |
| < 60° (paroi horizontale et flux ascendant) | 0.10 | 0.04 |

c.2 - émissivité corrigée

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

Tableau 4 : Emissivité corrigée

| Emissivité normale en | Rapport ϵ_c / 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 |
| 0.89 | 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 | 0.38 | 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.

EXTRAITS DE LA REGLEMENTATION RT 2000

| | | |
|------------------------------------|----------------|-----------------|
| BTS ENVELOPPE DU BATIMENT | SUJET | Session 2004 |
| Epreuve U41 - Sciences du Bâtiment | Durée : 2 h 40 | Coefficient : 2 |
| CODE : EBE4SB | | Page : 16/17 |

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,...

$$G_{m1} \cdot P_1 + G_{m2} \cdot P_2 \text{ etc } \rightarrow P = P_1 F_1 + \dots$$

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

Réglementation Thermique 2000

10

Règles Th-U

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} | |

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 |
|---|-----------------------|-------------------------------------|
| λ_j conductivité thermique du verre | 1 | W/(m.K) |
| ϵ_n émissivité normale d'une surface de verre non traitée | 0.89 | |
| T_m température moyenne de la lame de gaz | 283 | °K |
| ΔT différence de température entre les surfaces situées 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.

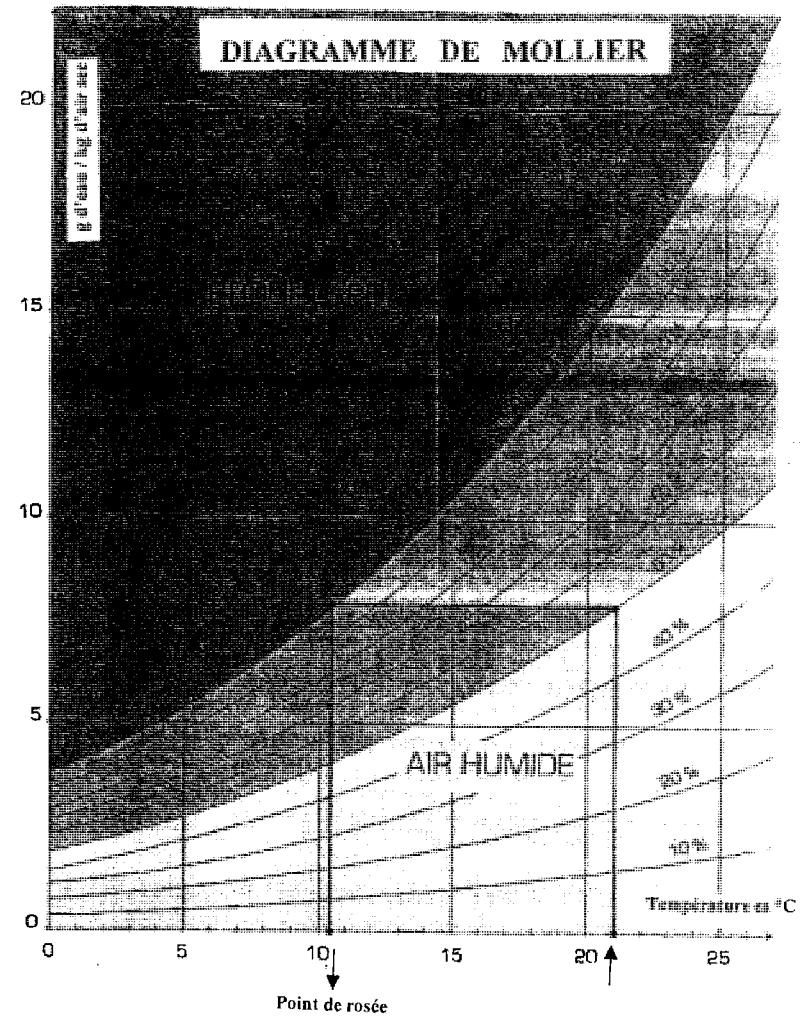


DIAGRAMME DE L'AIR HUMIDE

| | | |
|------------------------------------|----------------|-----------------|
| BTS ENVELOPPE DU BATIMENT | SUJET | Session 2004 |
| Epreuve U41 - Sciences du Bâtiment | Durée : 2 h 40 | Coefficient : 2 |
| CODE : EBE4SB | | Page : 17/17 |