



**LE RÉSEAU DE CRÉATION
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES**

**Ce document a été mis en ligne par le Canopé de l'académie de Bordeaux
pour la Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

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

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

CHARPENTE-COUVERTURE

EPREUVE E4 – ETUDE DES OUVRAGES

SOUS-EPREUVE U41 – PREPARATION DU PROJET

SESSION 2015

durée : 3 heures

coefficient : 2

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

BTS CHARPENTE-COUVERTURE		SESSION 2015
U41 – PREPARATION DU PROJET	CODE : CCE4PP	

**ÉPREUVE E4 :
- ÉTUDE DES OUVRAGES -**

**SOUS-ÉPREUVE U4.1. :
- PRÉPARATION DU PROJET -**

Durée : **3 heures**

Coefficient : **2**

- Logements locatifs -

Composition du sujet :

- Dossier Candidat : DC1 à DC2 (PAGE 1/4 à 4/4)
- Dossier Technique : DT1 à DT5
- Dossier Ressource : DR1 à DR8

Nota : traiter chaque partie sur des copies indépendantes et numéroté les copies rendues : 1/x, 2/x...

Matériels autorisés :

Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique sous réserve que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Circulaire n° 99-186, 16/11/1999)

SESSION 2015

**ÉPREUVE E4 :
- ÉTUDE DES OUVRAGES -**

**SOUS-ÉPREUVE U4.1. :
- PRÉPARATION DU PROJET -**

Durée : **3 heures**

Coefficient : **2**

- Logements locatifs -

Dossier Candidat

DC1 : Descriptif général de l'ouvrage

DC2 : Travail demandé

Temps conseillé :

- Lecture du sujet : 20 min
- Première partie : 35 min
- Deuxième partie : 50 min
- Troisième partie : 40 min
- Quatrième partie : 35 min

SESSION 2015

**ÉPREUVE E4 :
- ÉTUDE DES OUVRAGES -**

**SOUS-ÉPREUVE U4.1. :
- PRÉPARATION DU PROJET -**

Durée : **3 heures**

Coefficient : **2**

- Logements locatifs -

Dossier Technique

DT1 : Façade **Ouest**

DT2 : Vues en plan avec zones

DT3 : Zone d'étude File 4

DT4 : Coupe B-B

DT5 : Détails d'assemblages

SESSION 2015

**ÉPREUVE E4 :
- ÉTUDE DES OUVRAGES -**

**SOUS-ÉPREUVE U4.1. :
- PRÉPARATION DU PROJET -**

Durée : **3 heures**

Coefficient : **2**

- Logements locatifs -

Dossier Ressources

DR1 : Règlement de la neige

DR2 : Caractéristiques des matériaux

DR3 : Données générales EC5

DR4 : Vérifications des contraintes à l'Eurocode 5

DR5 : Calcul des déformations à l'Eurocode 5

DR6 : Modélisations panne **rép.1**

DR7 : Modélisation et listing informatique demi-ferme3 File
4 Zone B

DR8 : Calcul des assemblages à l'Eurocode 5

DC1 : Descriptif général de l'ouvrage

- Cet ensemble de **logements locatifs** présenté pour cette étude est un ouvrage proposé par un promoteur en vue de la vente des appartements. L'implantation se situe :
 - ✓ en zone de neige A1 à 50 m d'altitude, pas d'arrêt de neige en toiture
 - ✓ en zone de vent 1, site normal.
- La structure du bâtiment se compose de murs en béton armé. La charpente est sur le modèle « **fermes – pannes** » et propose des combles aménageables sur l'intégralité de la surface. Des murs de refend en béton armé sont également présents afin de servir d'appuis pour la structure bois.
- La couverture est en ardoises naturelles
- **NB : Toutes les sections des bois sont données en mm² sous la forme b/h**

- les murs -

- Les murs sont en béton armé. Ils reprennent les poussées créées par la structure. Ils sont renforcés au droit des descentes de charges verticales.
- Tous les murs ont une épaisseur de 200 mm

- Matériaux utilisés -

- Les éléments de charpente assemblée (fermes) sont en bois massif traité en classe 2 et de classe mécanique C22 sauf les poinçons des fermes qui seront en chêne de classe D30. Les bois sont commercialement secs.
- Tous les autres éléments en bois massif résineux sont de catégorie C22 traité classe 2.
- Toutes les ferrures seront réalisées en acier de 4 mm d'épaisseur.

- La toiture -

- La couverture de pente 34° est en ardoises naturelles de dimensions 32 x 22 cm² et d'épaisseur 3.3 mm posées à pureau entier.
- Les pannes intermédiaires ont une section de 75/225 et reposent coté ferme sur échantignole et côté mur sur sabots à ailes métalliques fixés sur panne de mur de section 36/197.
- Les chevrons sont en bois massif traité classe 2 de section 42/63 posés avec un entraxe de 403 mm

- Les fermes -

- La structure « charpente assemblée » se compose :
 - ✓ De 2 fermes avec doubles arbalétriers au niveau des changements de volumes ;
 - ✓ De 6 demi-fermes en appui sur le refend central.

TOUTES ACADEMIES

EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR		SESSION : 2015	
SPECIALITE : CHARPENTE - COUVERTURE		SUJET :	
EPREUVE E4 : ETUDE DES OUVRAGES		THEME : Logements locatifs	
SS EPREUVE U4.1. : PREPARATION DU PROJET	DUREE : 3 h	COEF : 2	PAGE 1/4

- Les fermes et demi-fermes ont des pièces de sections suivantes (voir DT 4) :

✓ Arbalétriers :	80/220
✓ Entraits :	2 fois 80/220
✓ Fiches :	80/200
✓ Poinçon :	140/140 pour les fermes 80/220 pour les demi-fermes
✓ Blochet :	45/190
✓ Semelle :	70/190
✓ Jambe :	80/200

DC2 : Travail demandé

-1- Étude du chargement

Étude de la **panne repère 1** (demi-ferme 3 file 4 Zone B)

Données : Documents utilisés : **DT3, DT4, DR1 et DR2**

- ☞ Poids surfacique de la couverture (lites et crochets compris) **300 N/m²** ;
- ☞ Chevrons 42/63 en C22 non bloqués en rive et en faitage ;
- ☞ Le poids propre des bois sera pris égal à **4100 N/m³** ;
- ☞ Document ressource utilisé : **DR1**.

Déterminez les charges linéaires en N/m sur la **panne repère 1** dues :

- 1.1 aux charges permanentes de la toiture (poids propre de la panne compris) ;
- 1.2 à la charge de neige, La pente de toiture est de 34° ;
- 1.3 à la charge totale sous la combinaison 1.35 G + 1.5 S.

-2- Vérification de la panne repère 1

Données :

📖 Documents utilisés : **DT3, DT4, DR2, DR3, DR4, DR5, DR6**

Pour la suite vous prendrez en compte les chargements ci-dessous :

- ☞ Poids propre **G = 590 N/m** ;
- ☞ Neige **S = 412 N/m** en projection horizontale.
L'altitude de la construction étant < à 1000 m, S ne crée pas de flèche différée (**action à court terme**) ;
- ☞ Les pannes en bois résineux massif C22 sont considérées **en milieu extérieur non exposé** → **classe de service 2** ;
- ☞ Le modèle d'étude est celui d'une poutre sur 2 appuis.

TOUTES ACADEMIES			
EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR	SESSION : 2015		
SPECIALITE : CHARPENTE - COUVERTURE	SUJET :		
EPREUVE E4 : ETUDE DES OUVRAGES	THEME : Logements locatifs		
SS EPREUVE U4.1. : PREPARATION DU PROJET	DUREE : 3 h	COEF : 2	PAGE 2/4

2.1 Vérification aux contraintes normales sous 1.35 G + 1.5 S

2.1.1 A l'aide du modèle d'étude DR6, calculez la valeur des actions aux d'appuis ainsi que les valeurs maximales des efforts tranchants et moments fléchissant dans la **panne repère 1**.

2.1.2 Vérifiez la section de la panne à la contrainte normale de flexion déviée. Concluez. Se reporter aux documents ressources DR3, DR4.

2.2 Vérification de la panne vis à vis de la déformation (document ressource **DR5**)

2.2.1 Déterminez la flèche instantanée sous charge variable $W_{inst}(S)$.

2.2.2 Déterminez la flèche limite sous charge variable, conclure.

2.2.3 Déterminez la flèche finale sous G + S fluage inclus.

2.2.4 Déterminez la flèche finale limite, conclure.

Rappel : Formule de la flèche pour une poutre sur 2 appuis uniformément chargée

$$w = \frac{5 \times \vec{q} \times l^4}{384 \times E_{moy} \times I}$$

$$\text{avec } I = \frac{b \times h^3}{12}$$

-3- Etude de la demi-ferme 3 file 4 Zone B Sur DT2 et DT3

3.1 Étude statique

Montrez que la structure présentée sur le DR7 est hyperstatique et **définissez le degré d'hyperstaticité**.

3.2 Étude de l'arbalétrier **repère 22 sur DT3** sous 1.35 G + 1.5 S

3.2.1 D'après le listing informatique DR7 donnez le moment fléchissant maximal dans cette barre et l'effort normal dans la même section.

3.2.2 Déterminez la contrainte **en** compression et la résistance de calcul associée.

3.2.3 Déterminez la contrainte **en** flexion et la résistance de calcul associée.

3.2.4 Vérifiez cette section **en sollicitations composées**. Conclure. (Voir le document ressource DR4).

TOUTES ACADEMIES			
EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR	SESSION : 2015		
SPECIALITE : CHARPENTE - COUVERTURE	SUJET :		
EPREUVE E4 : ETUDE DES OUVRAGES	THEME : Logements locatifs		
SS EPREUVE U4.1. : PREPARATION DU PROJET	DUREE : 3 h	COEF : 2	PAGE 3/4

-4- Étude de deux assemblages de la demi-ferme 3 file 4.

Données :

- ☞ Les deux assemblages à vérifier sont définis sur le document technique DT5
- ☞ Les efforts dans les barres sont donnés sur le DR7 (Page 2/2)
- ☞ Les conditions de pinces sont définies sur le DR8

4-1- Étude de l'assemblage Semelle – jambe de force

Etude sous la combinaison **1.35G +1.5S**

4.1.1 Recherchez dans le tableau des résultats informatiques (DR7) et donnez les composantes algébriques de l'action de liaison exercée, au nœud 9, à l'extrémité de la semelle par la jambe de force.

4.1.2 Vérifiez par le calcul cet assemblage bois/bois traditionnel. Est-il satisfaisant ? Sinon, que proposez-vous. (Voir DR4 page 1/2)

4-2 Étude de l'assemblage Blochet – Jambe de force

L'action mécanique exercée au nœud 10 par le blochet sur la jambe de force est un effort de traction horizontal pondéré, pour le calcul ELU, que l'on prendra égal à :

$$F_{\text{blochet/jambe de force}} = +3\,713\text{ N}$$

Remarque : on ne tient pas compte de l'effort tranchant.

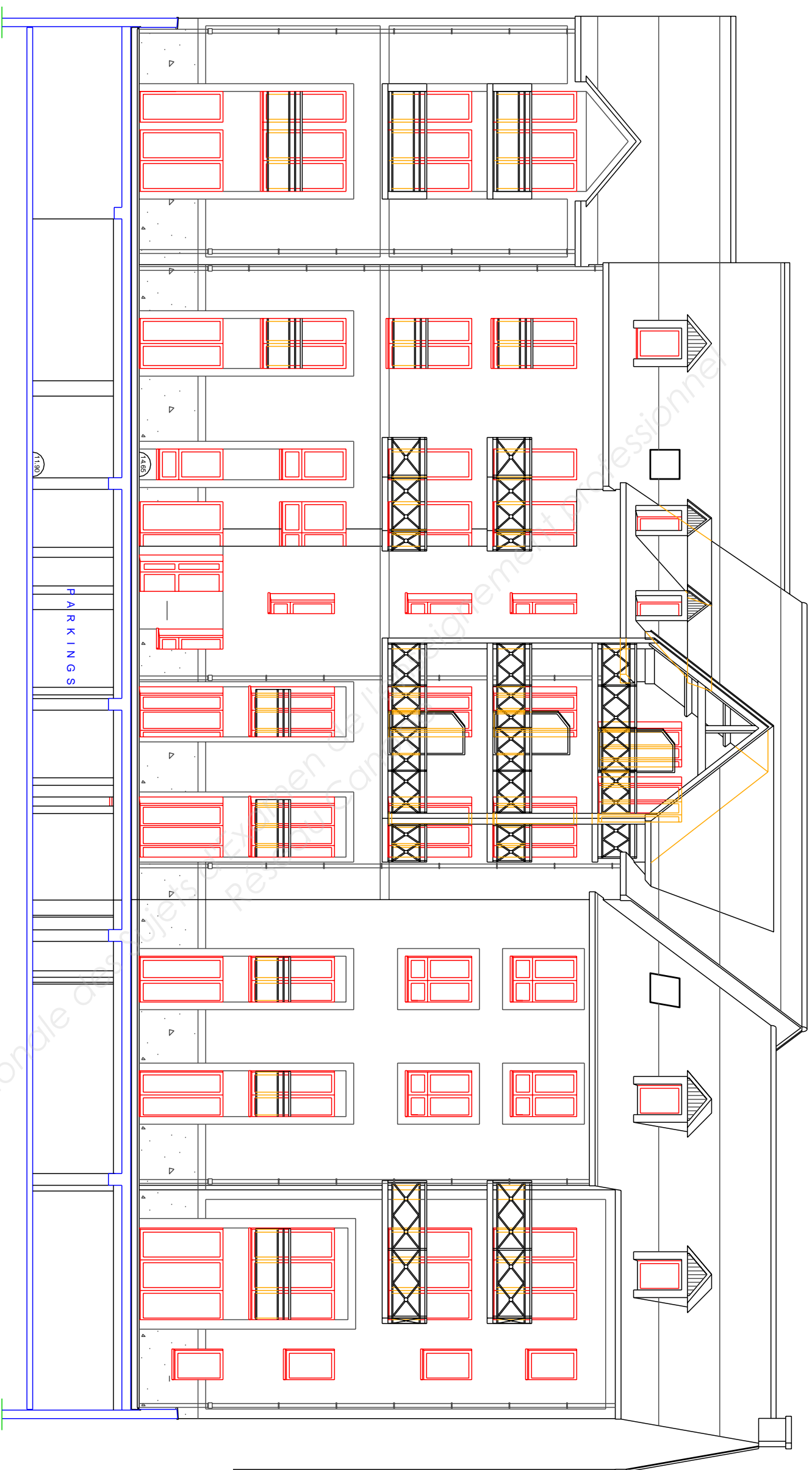
L'assemblage est réalisé par un boulon de diamètre 12 mm, de résistance caractéristique en traction $f_{uk} = 400\text{ MPa}$, travaillant au double cisaillement.

La valeur caractéristique, minimale, de la capacité résistante par organe et par plan de cisaillement est $F_{v,Rk} = 7379\text{ N}$. Il n'y a pas de moment induit au centre de l'assemblage.

4.2.1 Recherchez la valeur de calcul de la capacité résistante $F_{v,rd}$ de cet assemblage boulonné et vérifiez par le calcul si un boulon suffit.

4.2.2. Dessinez le plan coté de cet assemblage vérifiant les conditions de pinces (voir DT5 et DR8)

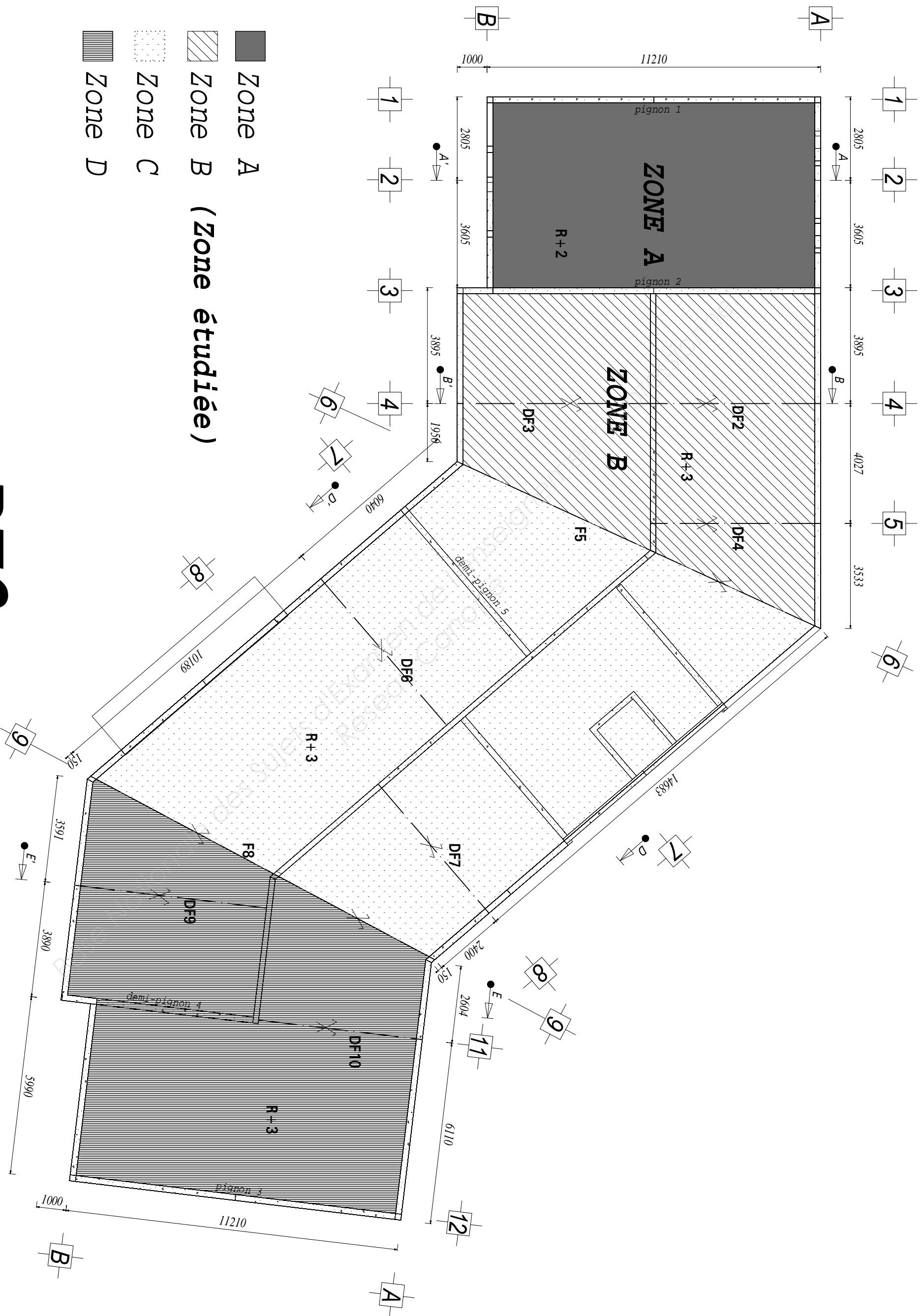
TOUTES ACADEMIES			
EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR	SESSION : 2015		
SPECIALITE : CHARPENTE - COUVERTURE	SUJET :		
EPREUVE E4 : ETUDE DES OUVRAGES	THEME : Logements locatifs		
SS EPREUVE U4.1. : PREPARATION DU PROJET	DUREE : 3 h	COEF : 2	PAGE 4/4



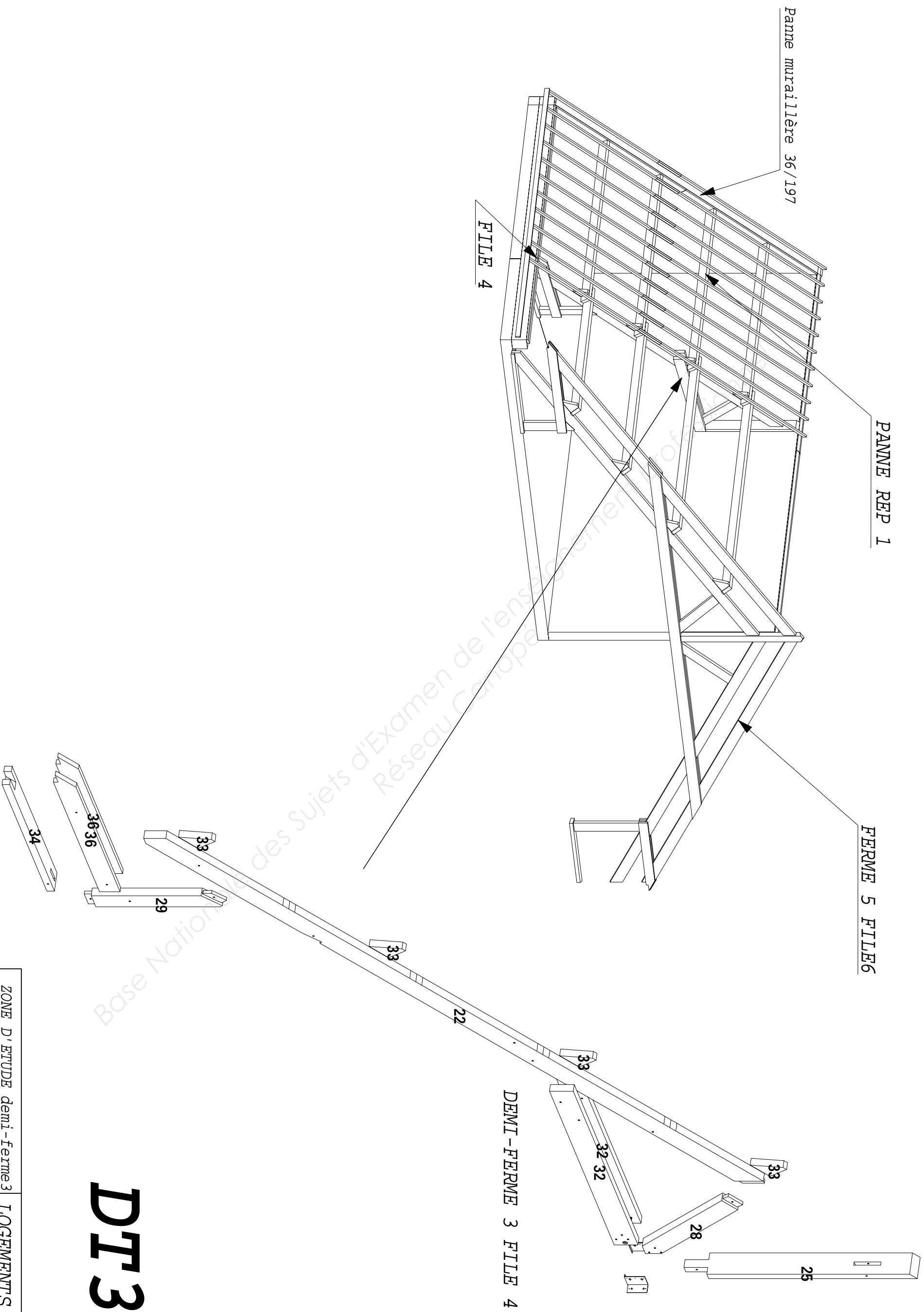
DT1

Façade ouest		LOGEMENTS LOCATIFS	
BTS CC EPREUVE U41		6/10/2012	
		Ech: 1/50	format A3

Vue en Plan avec zone		LOGEMENTS LOCATIFS	
BTS CC EPREUVE U41	6/10/2012	DT3	format A3
		Ech:1/125	



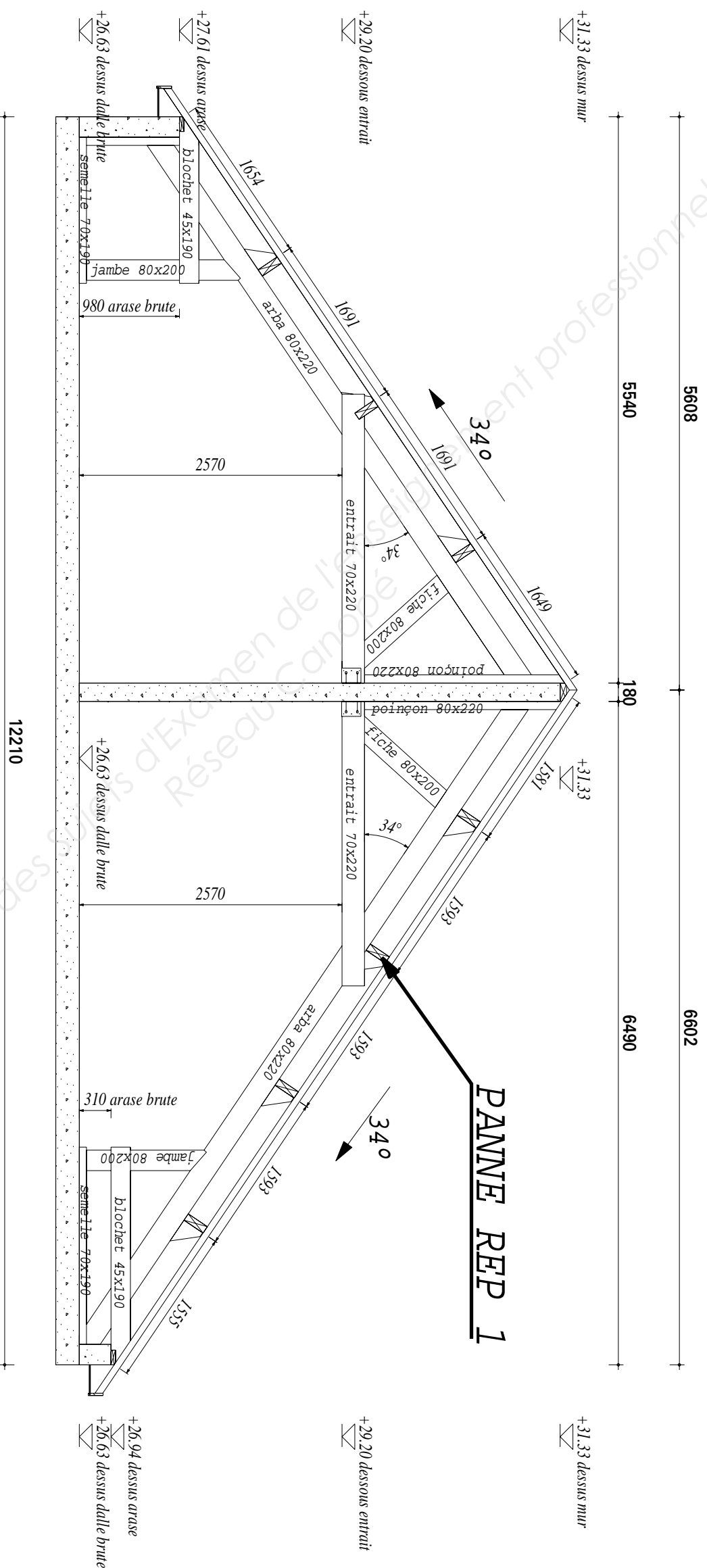
DT2



DEMI-FERME 3 FILE 4

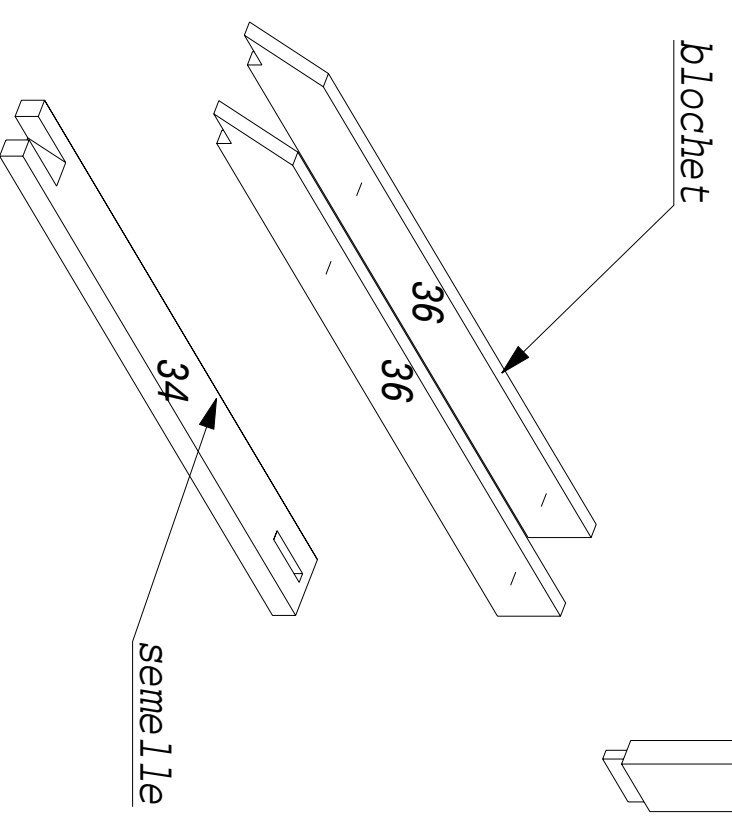
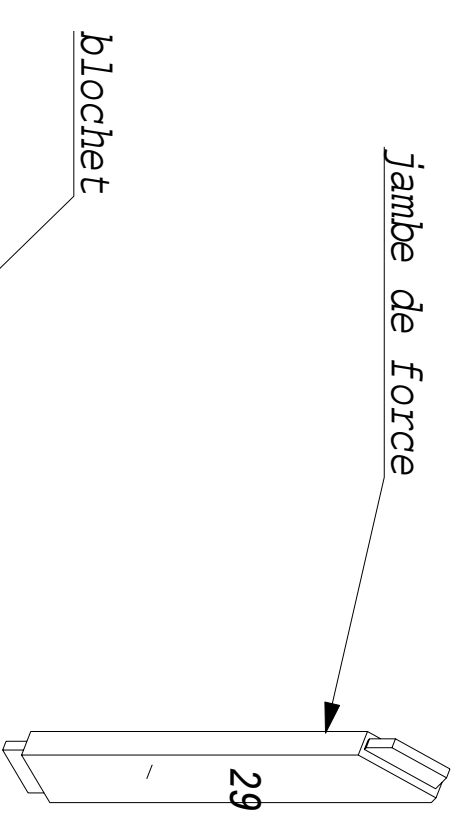
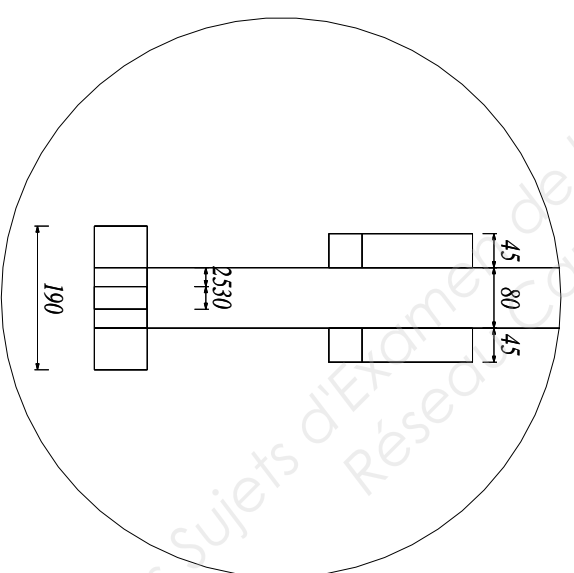
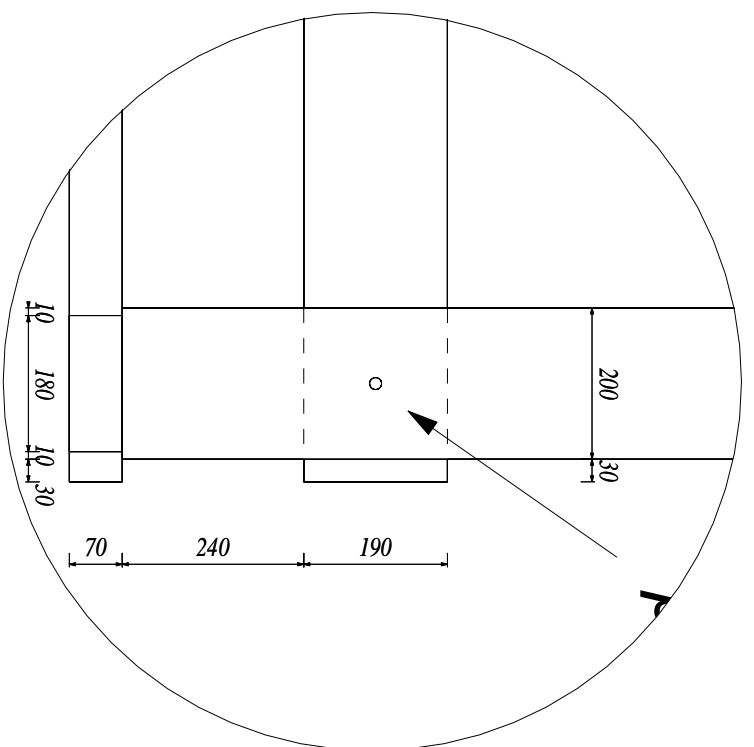
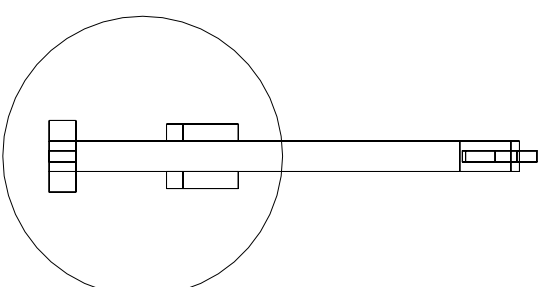
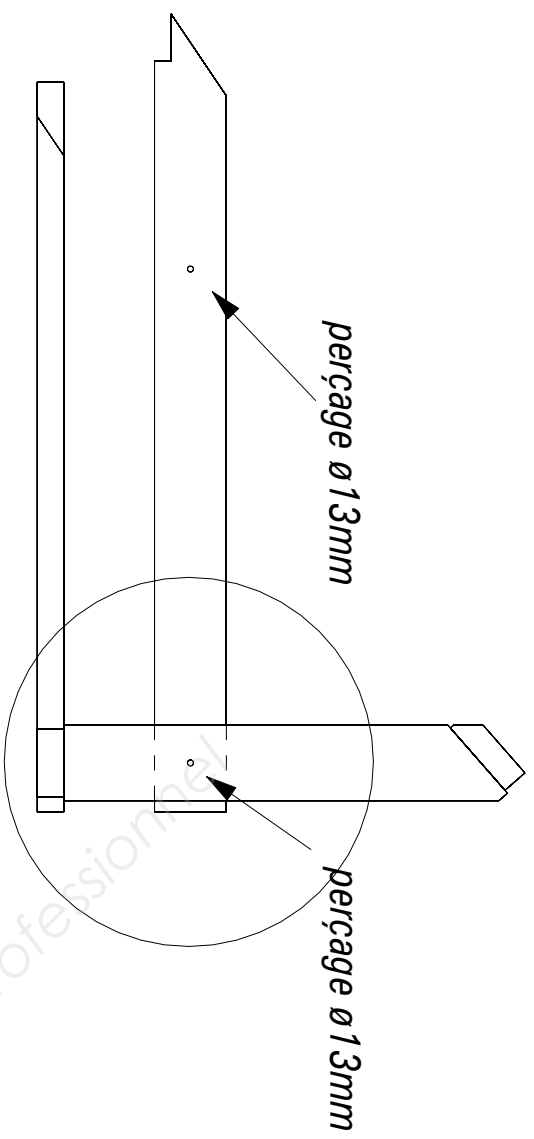
DT3

ZONE D'ETUDE demi-ferme 3		LOGEMENTS LOCATIFS	
BTS CC EPREUVE U41		6/10/2012	Ech:1/50 Ech:1/25
			format A3



DT4

COUPE B-B		LOGEMENTS LOCATIFS	
BTS CC EPREUVE U41	6/10/2012	Ech:1/50	format A3



DT5

détails assemblages		LOGEMENTS LOCATIFS	
BTS CC EPREUVE U41		6/10/2012	
		Ech:1/10	format A3

DR1 : Règlement de la neige

Les charges de neige sur les toitures doivent être déterminées comme suit :

$$S = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k$$

Avec les données suivantes :

✓ **Tableau de valeurs caractéristiques de neige au sol :**

Régions :	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D	E
Valeur caractéristique (s_k) de la charge de neige sur le sol à une altitude inférieure à 200 m :	0,45	0,45	0,55	0,55	0,65	0,65	0,90	1,40
Valeur de calcul (s_{Ad}) de la charge exceptionnelle de neige sur le sol :	-	1,00	1,00	1,35	-	1,35	1,80	-
Loi de variation de la charge caractéristique pour une altitude supérieure à 200 m :	Δs_1							Δs_2

(charges en kN/m^2)

Tableau 5.1 - Coefficients de forme

α (angle du toit avec l'horizontale)	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0,8	$0,8(60 - \alpha)/30$	0,0
μ_2	$0,8 + 0,8 \alpha/30$	1,6	--

✓ Les formules suivantes donnent le supplément de charge caractéristique au sol à considérer pour tenir compte des effets de l'altitude, Δs_2 pour la région E (le nord des Alpes et le Jura), et Δs_1 pour toutes les autres régions

Altitude A [en mètres]	$\Delta s_1(A)$ [en kN/m^2]	$\Delta s_2(A)$ [en kN/m^2]
entre 0 et 200	0	0
entre 200 et 500	$0,10 \frac{A-200}{100}$	$0,15 \frac{A-200}{100}$
entre 500 et 1000	$0,30 + 0,15 \frac{A-500}{100}$	$0,45 + 0,35 \frac{A-500}{100}$
entre 1000 et 2000	$1,05 + 0,35 \frac{A-1000}{100}$	$2,20 + 0,70 \frac{A-1000}{100}$

TOUTES ACADEMIES			
EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR	SESSION : 2015		
SPECIALITE : CHARPENTE - COUVERTURE	SUJET :		
EPREUVE E4 : ETUDE DES OUVRAGES	THEME : Logements locatifs		
SS EPREUVE U4.1. : PREPARATION DU PROJET	DUREE : 3 h	COEF : 2	PAGE 1/2

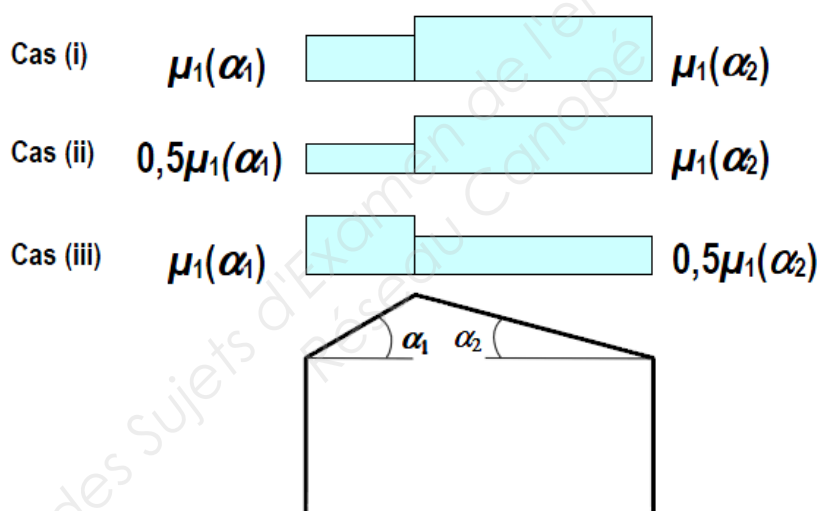
✓ **Tableau de valeurs du coefficient d'exposition :**

	C_e
Lorsque les conditions d'abri quasi permanentes de la toiture dues aux bâtiments voisins conduisent à empêcher pratiquement le déplacement de la neige par le vent	1,25
Dans tous les autres cas	1,0

✓ **Valeur coefficient thermique :**

Les bâtiments normalement chauffés étant systématiquement isolés, il convient de prendre $C_t = 1,0$ sauf spécifications particulières dûment justifiées du projet individuel.

✓ **Coefficient de forme pour toiture à deux versants :**



Coefficients de forme pour une toiture à deux versants

TOUTES ACADEMIES			
EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR	SESSION : 2015		
SPECIALITE : CHARPENTE - COUVERTURE	SUJET :		
EPREUVE E4 : ETUDE DES OUVRAGES	THEME : Logements locatifs		
SS EPREUVE U4.1. : PREPARATION DU PROJET	DUREE : 3 h	COEF : 2	PAGE 2/2

DR2 : Caractéristiques des matériaux

✓ **Tableau 1 : valeurs caractéristiques**

Bois massif (résineux) selon NF EN 338

Bois Lamellé Collé selon NF EN 1194

Caractéristiques	Symbole	C18	C22	C24	GL24h	GL28h	GL32h
Propriétés de résistance en N/mm²							
Flexion	$f_{m,k}$	18	22	24	24	28	32
Traction axiale	$f_{t,0,k}$	11	13	14	16.5	19.5	22.5
Traction transversale	$f_{t,90,k}$	0.5	0.5	0.5	0.4	0.45	0.5
Compression axiale	$f_{c,0,k}$	18	20	21	24	26.5	29
Compression transversale	$f_{c,90,k}$	2.2	2.4	2.5	2.7	3	3.3
Cisaillement	$f_{v,k}$	3.4	3.8	4.0	2.7	3.2	3.8
Propriétés de rigidité en KN/mm²							
Module moyen d'élasticité axial	$E_{0,moy}$	9	10	11	11.6	12.6	13.7
Module d'élasticité axial au fractile 5%	$E_{0,0,5}$	6	6.7	7.4	9.4	10.2	11.1
Module moyen d'élasticité transversal	$E_{90,moy}$	0.3	0.33	0.37	0.39	0.42	0.46
Module moyen de cisaillement	G_{moy}	0.56	0.63	0.69	0.72	0.78	0.85
Masse volumique en Kg/m³							
Masse volumique au fractile de 5%	ρ_k	320	340	350	380	410	430
Masse volumique moyenne	ρ_{moy}	380	410	420	440	480	520

✓ **Tableau 2 : Classe de service suivant l'Eurocode 5**

Classe 1	Milieu protégé Taux d'humidité de l'air < 65% Taux d'humidité du bois H% < 13%
Classe 2	Milieu extérieur non exposé Taux d'humidité de l'air < 85% Taux d'humidité du bois 13 % < H% < 20%
Classe 3	Milieu extérieur exposé Humidité du bois > le plus souvent à 20% Liaisons avec le sol, l'eau

✓ **Tableau 3: Valeur du coefficient Y_M**

ETATS LIMITES ULTIMES		
MATERIAUX	Bois	1,30
	Lamellé collé	1,25
	LVL, OSB, PP	1,20
ASSEMBLAGES		1,30
ETATS LIMITES DE SERVICES		1,00

TOUTES ACADEMIES			
EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR	SESSION : 2015		
SPECIALITE : CHARPENTE - COUVERTURE	SUJET :		
EPREUVE E4 : ETUDE DES OUVRAGES	THEME : Logements locatifs		
SS EPREUVE U4.1. : PREPARATION DU PROJET	DUREE : 3 h	COEF : 2	PAGE 1/1

DR3 : Données générales Eurocode 5

✓ **Tableau 4 : Valeur du coefficient k_{mod}**

Matériau	Classe de durée de charge	Ordre de grandeur	Exemple d'action	Classe de service		
				1	2	3
BM, LC, CP, LVL	Permanente	> 10 ans	poids propre	0.6	0.6	0.5
	Long terme	six mois à 10 ans	stockage	0.7	0.7	0.55
	Moyen terme	une semaine à six mois	charges d'exploitation neige altitude > 1000	0.8	0.8	0.65
	Court terme	< une semaine	neige altitude < 1000	0.9	0.9	0.7
	Instantanée		Vent, action accidentelle	1.1	1.1	0.9

Remarque : lorsque dans une combinaison, on a des charges de durée variable, on prend le k_{mod} de la plus faible durée.

✓ **Tableau 5 : valeurs coefficient de hauteur k_h (effet de dimension sur la résistance)**

Pour le BM on prendra $k_h=1.3$ si $h \leq 150$ mm sinon voir formule de calcul ci-dessous

(3) Pour le bois massif de section rectangulaire et dont la masse volumique caractéristique $\rho_k \leq 700$ kg/m³, la hauteur de référence en flexion ou la largeur (dimension de section maximale) en traction est 150 mm. Pour les hauteurs en flexion ou les largeurs en traction de bois massif inférieures à 150mm, les valeurs caractéristiques pour $f_{m,k}$ et $f_{t,0,k}$ peuvent être augmentées du facteur k_h ,

Pour le BLC on prendra $k_h = 1.1$ si $h \leq 600$ mm sinon voir formule de calcul ci-dessous

(3) Pour les éléments lamellé collé de section rectangulaire, la hauteur de référence en flexion ou la largeur en traction est 600 mm. Pour des hauteurs en flexion ou largeurs en traction de lamellé collé inférieures à 600mm, les valeurs caractéristiques pour $f_{m,k}$ et $f_{t,0,k}$ peuvent être augmentées du facteur k_h ,

Pour le BM

$$k_h = \min \left\{ \left(\frac{150}{h} \right)^{0.2}, 1.3 \right\}$$

Pour le BLC

$$k_h = \min \left\{ \left(\frac{600}{h} \right)^{0.1}, 1.1 \right\}$$

TOUTES ACADEMIES			
EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR		SESSION : 2015	
SPECIALITE : CHARPENTE - COUVERTURE		SUJET :	
EPREUVE E4 : ETUDE DES OUVRAGES		THEME : Logements locatifs	
SS EPREUVE U4.1. : PREPARATION DU PROJET	DUREE : 3 h	COEF : 2	PAGE 1/1

DR4 : Vérifications des contraintes à l'Eurocode 5

LA COMPRESSION :

$$\sigma_{c,0,d} \leq f_{c,0,k} \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \cdot k_{c,y}$$

$f_{c,0,d}$ = résistance de compression de calcul
 $k_{c,y}$ ou $k_{c,z}$ = coef de flambement selon l'axe y ou l'axe z.
 $\sigma_{c,0,d}$ = contrainte de compression axiale.

ou en taux de travail

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,k}} \leq 1$$

$$\text{avec } f_{c,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M}$$

LA COMPRESSION transversale :

$$\sigma_{c,90,d} \leq f_{c,90,k} \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \cdot k_{c,90}$$

$$\text{ou } \frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,k}} \leq 1$$

$$\text{avec } f_{c,90,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,90,k}}{\gamma_M}$$

$k_{c90} = 1$ pour cette étude

TOUTES ACADEMIES			
EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR	SESSION : 2015		
SPECIALITE : CHARPENTE - COUVERTURE	SUJET :		
EPREUVE E4 : ETUDE DES OUVRAGES	THEME : Logements locatifs		
SS EPREUVE U4.1. : PREPARATION DU PROJET	DUREE : 3 h	COEF : 2	PAGE 1/3

DR4 : Vérifications des contraintes à l'Eurocode 5

LA FLEXION simple :

$$\sigma_{m,d} \leq f_{m,k} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \cdot k_h \cdot k_{is} \cdot k_{crit}$$

$f_{m,d}$ = résistance de flexion (valeur de calcul)
 K_{mod} = DT Tableau 1.5
 $f_{m,k}$ = résistance caractéristique en flexion
 γ_M = DT Tableau 1.6

K_h = Coef de hauteur (DT, Tableaux 3.1 et 3.2)
 K_{is} = Coef d'effet de système
 K_{crit} = Coef d'instabilité (déversement)

$$f_{m,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M}$$

LA FLEXION COMPOSEE :

$$\left(\frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d} \cdot k_h} \right) + \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \leq 1$$

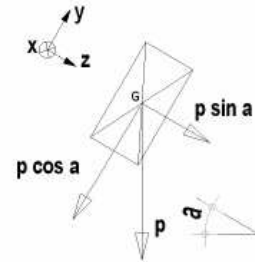
On considérera le risque de flambement comme nul donc $k_{cy}=1$

LA FLEXION DEVIEE :

On vérifiera

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}^{(*)}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}^{(*)}} \leq 1 \quad \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}^{(*)}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}^{(*)}} \leq 1$$

$f_{m,y,d}$ = résistance à la flexion (valeur de calcul selon y)
 $f_{m,z,d}$ = résistance à la flexion (valeur de calcul selon z)
 $\sigma_{m,y,d}$ = contrainte de flexion selon y
 $\sigma_{m,z,d}$ = contrainte de flexion selon z
 k_m = Coef de plastification (voir ci-dessous)
 . $k_m = 0.7$ (section rectangulaire)
 . $k_m = 1$ (autres sections)



avec $(*)f_{m,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} \times k_h$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{6 \cdot M_{y,Ed}}{b \cdot h^2} \quad \text{et} \quad \sigma_{m,z,d} = \frac{6 \cdot M_{z,Ed}}{h \cdot b^2}$$

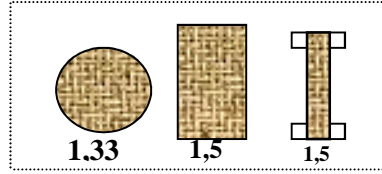
TOUTES ACADEMIES			
EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR	SESSION : 2015		
SPECIALITE : CHARPENTE - COUVERTURE	SUJET :		
EPREUVE E4 : ETUDE DES OUVRAGES	THEME : Logements locatifs		
SS EPREUVE U4.1. : PREPARATION DU PROJET	DUREE : 3 h	COEF : 2	PAGE 2/3

DR4 : Vérifications des contraintes à l'Eurocode 5

LE CISAILLEMENT :

Valeur de la contrainte de cisaillement τ_d : pour une section rectangulaire

$$\tau_d = \frac{1,5.V}{k_{cr} \cdot b \cdot h_{ef}}$$



Avec

- τ_d = contrainte de cisaillement calculée aux ELU.
- 1,5 = coefficient valable pour une poutre de section rectangulaire
- V = valeur de l'effort tranchant aux ELU **voir NB1**
- b = b (largeur de la poutre)
- h_{ef} = hauteur efficace (hauteur utile) **voir NB2**
- k_{cr} = coefficient de réduction de largeur efficace **Voir ci-dessous**

- **NB1** : L'EC5 **donne la possibilité** de réduire l'effort tranchant V dans le cas de charges ponctuelles. L'effort tranchant de calcul sera non pas déterminé au niveau de l'appui mais à une distance **d'une fois la hauteur de la poutre**.

Valeur de k_{cr} :

	BM		LC	
	$h \leq 150$	$h > 150$	$G/\sum \text{charges} < 0,7$	$G/\sum \text{charges} \geq 0,7$
Classe1	1,00	0,67	1,00	1,00
Classe2	1,00	0,67	1,00	0,67
Classe3	0,67	0,67	0,67	0,67

- **NB2** : h_{ef} correspond à la hauteur réelle exposée au cisaillement, voir schéma ci-après. L'EC5 permet de prendre en compte l'influence des réservations de type perçage en considérant h_{ef} comme la distance entre le bord chargé et le perçage le plus éloigné. La justification au cisaillement suffira, elle englobera la rupture par traction perpendiculaire au fil.

$$\tau_d \leq f_{v,d} \quad \text{avec} \quad f_{v,d} = \frac{f_{v,k} \times k_{mod}}{\gamma_M} \times k_v$$

(ou bien taux de charge ≤ 1)

Avec :

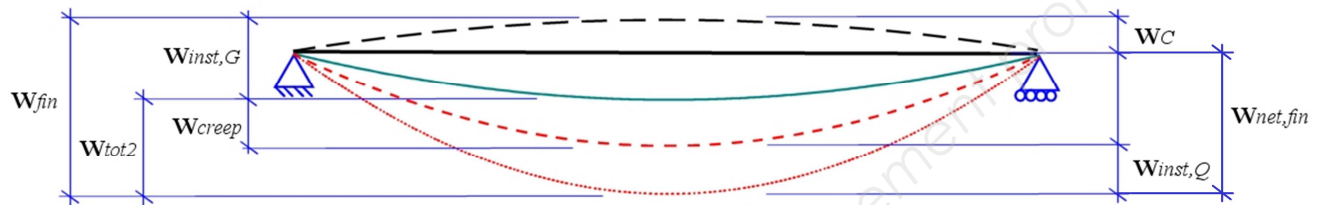
- $f_{v,d}$ = résistance au cisaillement (valeur de calcul)
- k_{mod} = voir DT Tableau 1.5
- $f_{v,k}$ = résistance caractéristique au cisaillement
- γ_M = voir DT Tableau 1.6
- k_v = Coefficient d'entaille = 1 dans notre cas d'étude

TOUTES ACADEMIES			
EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR		SESSION : 2015	
SPECIALITE : CHARPENTE - COUVERTURE		SUJET :	
EPREUVE E4 : ETUDE DES OUVRAGES		THEME : Logements locatifs	
SS EPREUVE U4.1. : PREPARATION DU PROJET	DUREE : 3 h	COEF : 2	PAGE 3/3

DR5 : Calcul des déformations à l'Eurocode 5

✓ Valeurs limites pour les déplacements verticaux et horizontaux :

	Bâtiments courants			Bâtiments agricoles et similaires		
	$W_{inst}(Q)$	$W_{net,fin}$	W_{fin}	$W_{inst}(Q)$	$W_{net,fin}$	W_{fin}
Chevrans	-	L/ 150	L/ 150	-	L/ 150	L/ 150
Eléments structuraux	L/ 300	L/ 250	L/ 125	L/ 200	L/ 150	L/ 100



Critères de déformation ELS :

Les critères de déformation limite portent sur :

- **La déformation instantanée $w_{inst}(Q)$** due aux seules actions variables, c'est à dire la déformation sous la charge

La déformation instantanée $w_{inst}(Q)$ due aux seules actions variables, c'est à dire la déformation sous la charge $Q_{k,1} + \sum_{i>1} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$

- **La déformation instantanée w_{inst}**

La flèche instantanée w_{inst} est obtenue sous la combinaison ELS caractéristique

$$G + Q_{k,1} + \sum_{i>1} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

- **La déformation finale $w_{fin} = w_{inst} + w_{creep}$**

La déformation de fluage w_{creep} est obtenue sous la combinaison quasi permanente, affectée du coefficient k_{def} : $k_{def} \cdot (G + \sum_{i>1} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i})$

- **La déformation nette finale $w_{net,fin} = w_{fin} - w_c$. On notera :**

$$W_{net,fin} = W_{inst}(G) \cdot (1 + K_{def}) + W_{inst}(Q) \cdot (1 + \psi_2 \cdot K_{def})$$

Avec : (voir tableaux ci-après)

TOUTES ACADEMIES			
EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR		SESSION : 2015	
SPECIALITE : CHARPENTE - COUVERTURE		SUJET :	
EPREUVE E4 : ETUDE DES OUVRAGES		THEME : Logements locatifs	
SS EPREUVE U4.1 : PREPARATION DU PROJET	DUREE : 3 h	COEF : 2	PAGE 1/2

DR5 : Calcul des déformations à l'Eurocode 5

- ✓ Facteurs de probabilité pour les charges variables :

Tableau des valeurs Ψ_0 et Ψ_2			
CHARGES D'EXPLOITATION BATIMENTS		Ψ_0	Ψ_2
A Habitations, résidentiels		0.7	0.3
B Bureaux		0.7	0.3
C Lieux de réunion		0.7	0.6
D Commerce		0.7	0.6
E Stockage		1.0	0.8
G Circulation véhicules < 30kN		0.7	0.6
F Circulation véhicules > à 30kN et > à 160kN		0.7	0.3
H Toits		0.0	0
Neige	Altitude H > 1000 m	0.7	0.2
	Altitude H ≤ 1000 m	0.5	0.0
Charges dues au vent		0.6	0.0

- ✓ Valeurs de k_{def} :

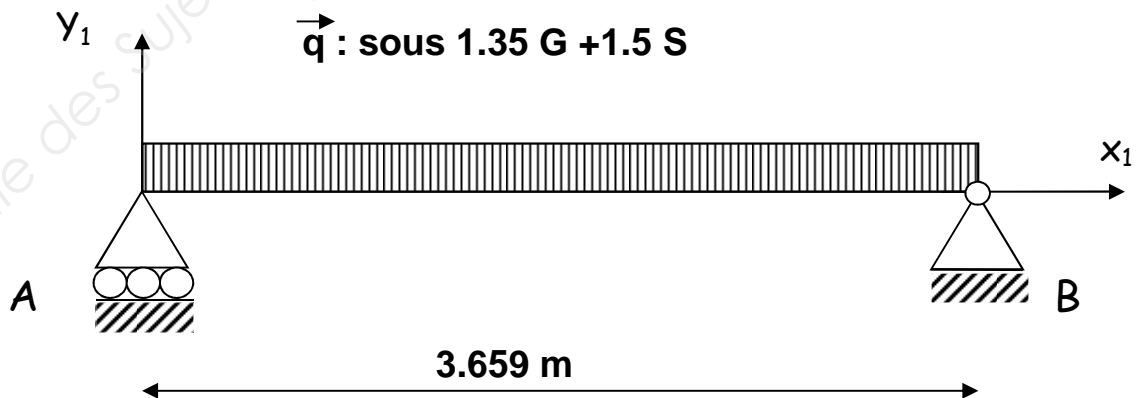
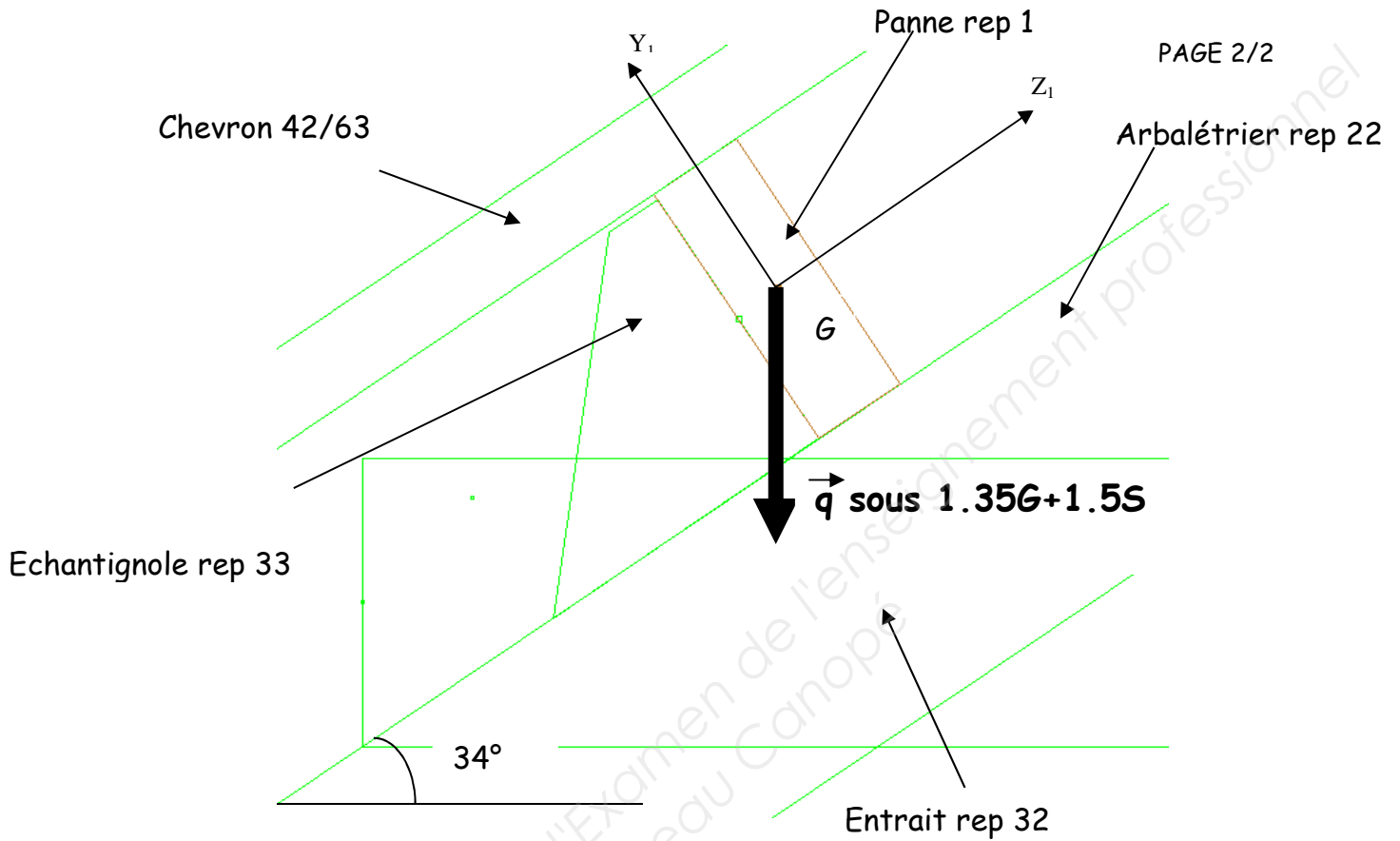
MATERIAU / CLASSE DE DUREE DE CHARGE		Classe de service		
		1	2	3
Bois massif (1),	EN 14081-1	0,60	0,80	2,00

TOUTES ACADEMIES

EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR		SESSION : 2015		
SPECIALITE : CHARPENTE - COUVERTURE		SUJET :		
EPREUVE E4 : ETUDE DES OUVRAGES		THEME : Logements locatifs		
SS EPREUVE U4.1. : PREPARATION DU PROJET		DUREE : 3 h	COEF : 2	PAGE 2/2

DR6 : Modélisations panne repère 1

PAGE 2/2



L'entraxe des pannes est de 1.593 m en rampant

TOUTES ACADEMIES			
EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR	SESSION : 2015		
SPECIALITE : CHARPENTE - COUVERTURE	SUJET :		
EPREUVE E4 : ETUDE DES OUVRAGES	THEME : Logements locatifs		
SS EPREUVE U4.1. : PREPARATION DU PROJET	DUREE : 3 h	COEF : 2	PAGE 1/1

DR7**NOTA : les efforts normaux et tranchants sont exprimés en N les moments en N.m****Sollicitations : demi-ferme file 4, DF3**

Barre	Nœud	N_x en N	V_y en N	Mf_z en N.m
1	1	3519	733	0
	2	3559	790	-544
2	2	1314	4108	424
	3	1360	4176	-3057
3	3	3958	7955	-3057
	4	3993	8005	-8055
4	4	-6240	-9102	-8055
	5	-6187	-9024	706
5	5	-3343	-4876	706
	6	-3255	-4748	8365
6	6	-8477	5546	8365
	7	-8381	5686	-1422
7	7	-608	-886	-1422
	8	-512	-746	0
8	1	-2484	-66	0
	9	-2484	66	0
9	9	-19053	2494	0
	10	-19017	2494	-1010
10	10	-19970	-1219	-1010
	4	-19897	-1219	0
11	11	0	335	0
	2	0	400	-253
12	2	3718	-1066	-1221
	10	3718	-951	0
13	6	10128	-127	0
	12	10128	127	0
14	12	713	0	0
	8	905	0	0
15	12	-12323	64	0
	7	-12236	-64	0

TOUTES ACADEMIES

EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR		SESSION : 2015	
SPECIALITE : CHARPENTE - COUVERTURE		SUJET :	
EPREUVE E4 : ETUDE DES OUVRAGES		THEME : Logements locatifs	
SS EPREUVE U4.1. : PREPARATION DU PROJET	DUREE : 3 h	COEF : 2	PAGE 2/2

DR8 : Calcul des assemblages à l'Eurocode 5

Assemblages boulonnés : boulons chargés latéralement

- | | |
|---------------------------|-----------------------|
| (1) Extrémité chargée | 1 Organe d'assemblage |
| (2) Extrémité non chargée | 2 Direction du fil |
| (3) Rive chargée | |
| (4) Rive non chargée | |

Figure 8.7 – Espacements et distances – définitions

(a) Espacements parallèle et perpendiculaire au fil (b) Distance d'extrémité et distance de rive ; α est l'angle entre l'effort et la direction du fil

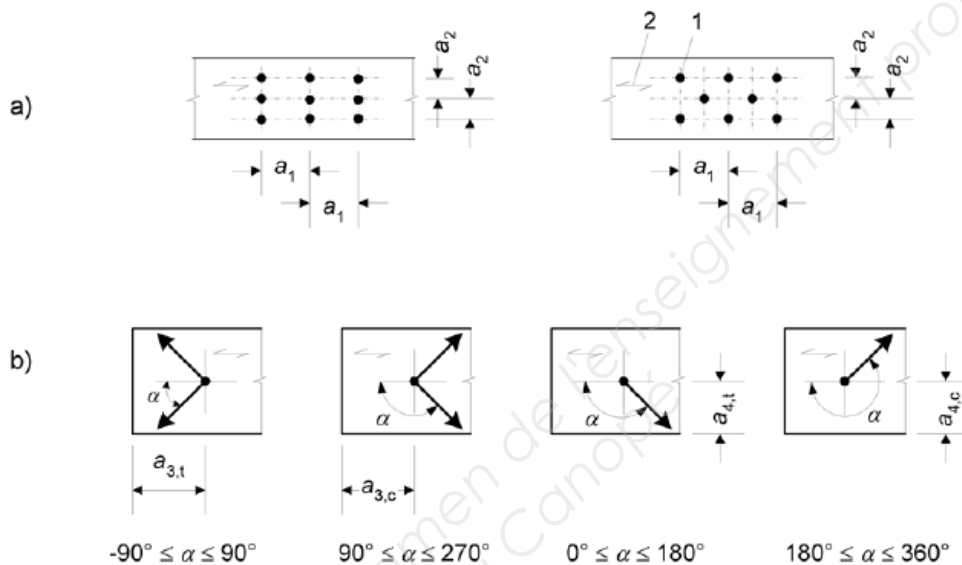


Tableau 8.4 - Espacements et distances minimum pour les boulons

Espacement et distance (voir Figure 8.7)	Angle	Distance minimum
a_1 (parallèle au fil)	$0^0 \leq \alpha \leq 360^0$	$(4 + \cos \alpha) d$
a_2 (perpendiculaire au fil)	$0^0 \leq \alpha \leq 360^0$	$4 d$
$a_{3,t}$ (distance d'extrémité chargée)	$-90^0 \leq \alpha \leq 90^0$	$\max (7 d; 80 \text{ mm})$
$a_{3,c}$ (distance d'extrémité non chargée)	$90^0 \leq \alpha < 150^0$	$(1 + 6 \sin \alpha) d$
	$150^0 \leq \alpha < 210^0$	$4 d$
	$210^0 \leq \alpha \leq 270^0$	$(1 + 6 \sin \alpha) d$
$a_{4,t}$ (distance de rive chargée)	$0^0 \leq \alpha \leq 180^0$	$\max [(2 + 2 \sin \alpha) d; 3d]$
$a_{4,c}$ (distance de rive non chargée)	$180^0 \leq \alpha \leq 360^0$	$3 d$

d est le diamètre du boulon en mm

TOUTES ACADEMIES			
EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR		SESSION : 2015	
SPECIALITE : CHARPENTE - COUVERTURE		SUJET :	
EPREUVE E4 : ETUDE DES OUVRAGES		THEME : Logements locatifs	
SS EPREUVE U4.1. : PREPARATION DU PROJET	DUREE : 3 h	COEF : 2	PAGE 1/1