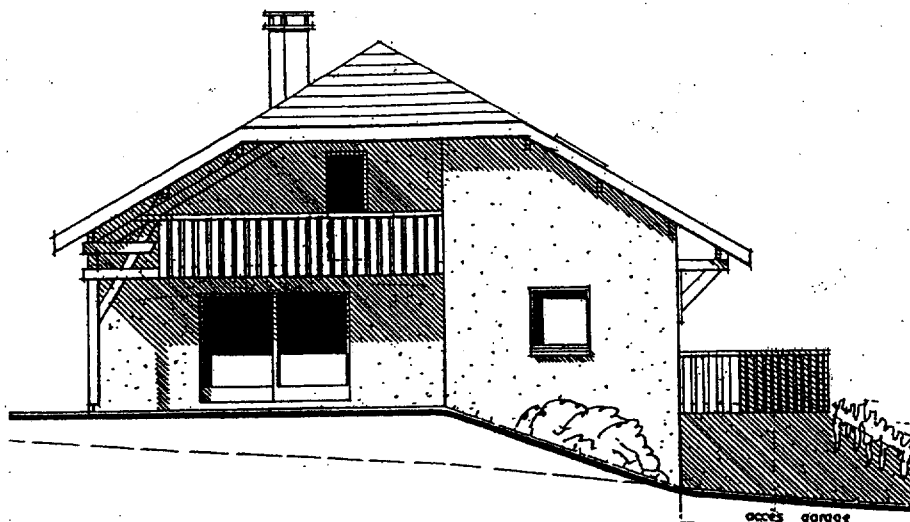


* MAISON INDIVIDUELLE *



DOSSIER CANDIDAT

CONSTITUTION DU DOSSIER :

* Texte de l'épreuve

: Pages 1 / 6 à 6 / 6

TEMPS CONSEILLE (estimation):

* Lecture du sujet	: 20 min.
* Première partie (étude des pannes)	: 60 min.
* Deuxième partie (étude de la ferme centrale)	: 45 min.
* Troisième partie (étude d'assemblages)	: 55 min.

Chaque partie peut se traiter de façon indépendante.

Numéroter les copies rendues: 1 / X, 2 / X ...

**AUCUN DOCUMENT N'EST AUTORISE
L'USAGE DE LA CALCULATRICE EST AUTORISE**

TOUTES ACADEMIES			
EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR		SESSION : 2007	
SPECIALITE : CHARPENTE - COUVERTURE		SUJET :	
EPREUVE E4 : ETUDE DES OUVRAGES		THEME : MAISON INDIVIDUELLE	
SS EPREUVE U4.1. : PREPARATION DU PROJET	DUREE : 3 h	COEF : 2	PAGE : 1 / 6

32

PRÉSENTATION DE LA MAISON

La maison proposée pour cette étude est définie dans le Dossier Technique (plans Architecte DT1, DT2 et DT3). Cette maison comporte un sous sol avec garage (DT2), un rez-de-chaussée avec terrasse et un étage avec balcon en bois (DT3).

La structure porteuse en bois est composée :

- ⇒ D'une ferme traditionnelle (voir DT4), avec entrain retroussé, blochets et jambes de force, symétrique, à deux pans inclinés par rapport à l'horizontale de **30°** et située en file 2. (**objet principal de l'étude demandée**)
- ⇒ D'une demie ferme apparente en façade sud, supportant le balcon en bois et située en file 4. (**non étudiée dans cette épreuve**)

Les pannes de toiture, montées d'aplomb, s'appuient à une de leur extrémité sur cette ferme à entrain retroussé de la file 2 et reposent également sur la maçonnerie avec un débord de toiture.

DESCRIPTIF PARTIEL DU BÂTIMENT

La toiture et la couverture :

- ⇒ Les pannes de toiture, en sapin brut, sont fixées d'aplomb sur les arbalétriers et bloquées au moyen d'échantignolles ajustées.
- ⇒ La couverture est réalisée en tuiles en terre cuite.
- ⇒ Le support de couverture est constitué de liteaux cloués sur chevrons eux-mêmes cloués sur les pannes.

La ferme à entrain retroussé (file 2) : voir document DT4

- ⇒ Cette ferme est à deux pans égaux, inclinés par rapport à l'horizontale de **30°**.
- ⇒ Elle est réalisée avec entrain retroussé et jambes de force pour permettre à l'étage l'aménagement de chambres.
- ⇒ Les assemblages entre les éléments de cette ferme sont réalisés par boulonnage ou par tenon mortaise ou embrèvement.

Le plafond des combles habitables :

- ⇒ Les solives du plafond, en sapin brut, sont fixées sur l'entrain retroussé de la ferme file 2 et sur les murs maçonnés files 1, 3 et 4. Elles supportent un revêtement en plaques de plâtre et une isolation en laine de roche.

TOUTES ACADEMIES			
EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR	SESSION : 2007		
SPECIALITE : CHARPENTE - COUVERTURE	SUJET :		
EPREUVE E4 : ETUDE DES OUVRAGES	THEME : MAISON INDIVIDUELLE		
SS EPREUVE U4.1. : PREPARATION DU PROJET	DUREE : 3 h	COEF : 2	PAGE : 2 / 6

HYPOTHESES DE TRAVAIL et DONNEES

Charges climatiques de neige :

- ⇒ La maison est implantée à une altitude d'environ 800 m, en site normal, dans une région où la neige caractéristique sur le sol a pour valeur: $S_k = 1,53 \text{ kN/m}^2$ de surface en projection horizontale.
- ⇒ On adoptera sur la toiture une disposition de charge sans accumulation.
- ⇒ La charge de neige sera considérée en durée comme une charge à moyen terme.

Ferme centrale, toiture et couverture :

- ⇒ Le poids surfacique des tuiles en terre cuite est de 500 N/m^2 , liteaux compris.
- ⇒ Les chevrons de section $63 \times 75 \text{ (mm}^2\text{)}$ sont espacés entre eux de 600 mm .
- ⇒ Les pannes de toiture toutes de sections $115 \times 250 \text{ (mm}^2\text{)}$, posées d'aplomb sur échantignolles, sont espacées horizontalement les unes des autres de $1,45 \text{ m}$. On suppose qu'elles sont sollicitées en flexion simple sous des charges verticales.
- ⇒ Le bois utilisé est du sapin massif de classe de résistance **C 24**.
- ⇒ L'humidité stabilisée du bois en condition normale est de 12% .
- ⇒ L'humidité de l'air environnant est de 50% .
- ⇒ La flèche maximale autorisée pour les pannes est de $L / 300$ pour la flèche instantanée $w_{\text{inst lim}}$ et de $L / 250$ pour la flèche totale limite $w_{\text{net fin lim}}$.
- ⇒ Toutes les liaisons sont supposées parfaites.
- ⇒ On prendra : $g = 10 \text{ m / s}^2$.

Faux plafond des combles :

- ⇒ Le poids surfacique des plaques de placoplâtre, d'épaisseur 13 mm , est de 100 N/m^2 .
- ⇒ Les solives de plafond, de sections $75 \times 175 \text{ (mm}^2\text{)}$, sont espacées de 600 mm .
- ⇒ Le poids volumique de la laine de roche, d'épaisseur 100 mm , est de 600 N/m^3 .

TOUTES ACADEMIES			
EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR	SESSION : 2007		
SPECIALITE : CHARPENTE - COUVERTURE	SUJET :		
EPREUVE E4 : ETUDE DES OUVRAGES	THEME : MAISON INDIVIDUELLE		
SS EPREUVE U4.1. : PREPARATION DU PROJET	DUREE : 3 h	COEF : 2	PAGE : 3 / 6

TRAVAIL DEMANDE

1. Étude des PANNES de toiture les plus sollicitées

La panne 1 la plus sollicitée est représentée en perspective sur la figure 1 et son modèle d'étude sur la figure 2 du document DR 1.

1.1 Analyse du modèle d'étude et du chargement de la panne 1 :

- 1.1.1 Calculez le degré d'hyperstatisme de ce modèle d'étude, puis expliquez et justifiez les dimensions proposées : **5,24 m** et **5,94 m**.
- 1.1.2 Calculez la charge linéique permanente **g** (en N/m) supportée par la panne de section **115 x 250 (mm²)**, y compris son poids propre.
- 1.1.3 Calculez la charge linéique climatique normale de neige **s** (en N/m) sur la toiture. Voir le document ressource **DR 2**.

1.2 Vérification de la panne aux contraintes normales et tangentielles :

Vous vérifierez la panne 1 avec la combinaison de charges suivante :

▪ **$1,35 g + 1,5 s = 4050 \text{ N/m}$** pour l'étude des contraintes, (E. L. U.)

- 1.2.1 Calculez les actions de liaisons en **A** (liaison Pivot) et en **B** (liaison ponctuelle) exercées sur la panne 1.
- 1.2.2 Calculez les valeurs maximales de l'effort tranchant et du moment de flexion pour la poutre AB ; (le tracé des diagrammes est facultatif).
- 1.2.3 Vérifiez la section de la panne aux contraintes normales de flexion. Conclusion? Voir le document ressource **DR 3**.
- 1.2.4 Vérifiez la section de la panne aux contraintes tangentielles de cisaillement longitudinal. Conclusion? Voir le document ressource **DR 3**.

1.3 Vérification de la panne aux déformations (voir DR 4)

Vous vérifierez la panne 1 avec la combinaison de charges suivante :

▪ **$g + s = 1020 + 1780 = 2800 \text{ N/m}$** pour l'étude des déformations. (E. L. S.)

Le traitement informatique effectué avec la combinaison de charge répartie de **2800 N/m**, donne pour cette panne, une flèche instantanée maximale de **16 mm** située au point d'abscisse **x = 2,594 m** de l'appui **A**.

- 1.3.1 Vérifiez la panne 1 en respectant la condition de la flèche instantanée.
- 1.3.2 Vérifiez la panne 1 en respectant la condition de la flèche totale limite.

TOUTES ACADEMIES			
EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR	SESSION : 2007		
SPECIALITE : CHARPENTE - COUVERTURE	SUJET :		
EPREUVE E4 : ETUDE DES OUVRAGES	THEME : MAISON INDIVIDUELLE		
SS EPREUVE U4.1. : PREPARATION DU PROJET	DUREE : 3 h	COEF : 2	PAGE : 4 / 6

2. Étude de la FERME porteuse centrale (voir DT 4)

La ferme centrale située file 2 est définie sur le document technique DT4, qui est le projet de l'entrepreneur charpentier.

Le modèle d'étude (barres, nœuds, chargement et liaisons **externes**) est proposé sur la figure 3 du document **DR 5**, ainsi qu'un extrait des résultats partiels du traitement informatique de la partie de droite, coté Est, réalisé avec la combinaison de charges pondérée pour E.L.U.

Les semelles ne font pas partie du modèle d'étude, mais du support.

2.1 Analyse du modèle d'étude et du chargement de la ferme :

- 2.1.1 Dessinez le modèle d'étude de la ferme en faisant apparaître toutes les relaxations que vous souhaitez appliquer aux liaisons internes entre les divers éléments de la structure. Les semelles ne sont pas à représenter.
- 2.1.2 Calculez le degré d'hyperstatisme du modèle représentant la structure elle-même pré assemblée.
- 2.1.3 Les liaisons externes définies figure 3 du document **DR 5**, modélisent la fixation de la ferme pré assemblée sur le support (constitué des murs et des semelles). Dessinez le graphe des liaisons puis calculez le degré d'hyperstatisme de cette fixation sur le support. Conclusion?
- 2.1.4 L'entrait retroussé supporte une charge linéique verticale répartie sur toute sa longueur. Expliquez ce que représente cette charge.
Calculez la valeur maximale de cette charge répartie (hors poids propre de l'entrait).

2.2 Vérification de l'arbalétrier aux contraintes normales:

- 2.2.1 Recherchez dans le tableau des résultats informatiques doc **DR5**, les valeurs algébriques maximales en repère local, du torseur de cohésion au centre de gravité de la section dangereuse de l'arbalétrier située au nœud 11.
Ecrivez ce torseur de cohésion, puis faites un croquis en perspective de cette section dangereuse sur lequel vous dessinerez les éléments de réduction du torseur de cohésion dans le repère local associé.
- 2.2.2 Calculez la valeur des contraintes de compression axiale (sans flambement).
- 2.2.3 Calculez la valeur maximale des contraintes de flexion simple.
- 2.2.4 Vérifiez la section de l'arbalétrier aux contraintes normales de flexion composée. Conclusion? Voir le document ressource **DR 6**.

TOUTES ACADEMIES			
EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR	SESSION : 2007		
SPECIALITE : CHARPENTE - COUVERTURE	SUJET :		
EPREUVE E4 : ETUDE DES OUVRAGES	THEME : MAISON INDIVIDUELLE		
SS EPREUVE U4.1. : PREPARATION DU PROJET	DUREE : 3 h	COEF : 2	PAGE : 5 / 6

3. Étude de deux ASSEMBLAGES de la FERME centrale

La ferme centrale située file 2 est définie sur le document technique DT4, qui est le projet de l'entrepreneur charpentier.

Le modèle d'étude (barres, nœuds, chargement et liaisons **externes**) est proposé sur la figure 3 du document DR 5, ainsi qu'un extrait des résultats partiels du traitement informatique de la partie de droite, coté Est, réalisé avec la combinaison de charges pondérée pour le calcul aux Etats Limites Ultimes.

Les deux assemblages à vérifier sont définis sur le document ressource DR 7:

- ⇒ assemblage traditionnel (jambe de force – semelle), figure 4,
- ⇒ assemblage boulonné (jambe de force – blochet), figure 5.

3.1 Analyse de l'assemblage entre Jambe de force et Semelle: (DR7)

- 3.1.1 Recherchez dans le tableau des résultats informatiques (DR5), les composantes algébriques dans le repère global de l'action de liaison exercée au nœud 18, à l'extrémité de la jambe de force par la semelle.
- 3.1.2 Vérifiez, par le calcul, cet assemblage traditionnel bois sur bois, en vous aidant des documents ressource DR 3 et DR 6. Cet assemblage est-il validé? Sinon quelle modification proposez-vous ?

3.2 Analyse de l'assemblage entre Jambe de force et Blochet: (DR7)

L'action mécanique exercée au nœud 17, par le blochet sur la jambe de force est un effort de traction horizontal pondéré pour le calcul E.L.U. qu'on prendra égal à :

$$\overrightarrow{B}_{\text{blochet} \rightarrow \text{jambe}} = + 9915 \text{ N. } \overrightarrow{1}$$

L'assemblage à double cisaillement est réalisé à l'aide d'un boulon de diamètre 16 mm en acier de résistance caractéristique en flexion $f_{m,k} = 400 \text{ MPa}$.

La valeur caractéristique de la capacité résistante par organe et par plan de cisaillement est : $F_{v,Rk} = 9674 \text{ N.}$

- 3.2.1 Rechercher la valeur de calcul de la capacité résistante $F_{v,Rd}$ de cet assemblage boulonné. Utilisez le document ressource DR 3. Vérifiez, par le calcul, si un boulon suffit.
- 3.2.2 Vérifiez les cotes minimales et dessinez le plan coté de cet assemblage. Utilisez le document ressource DR 8.

TOUTES ACADEMIES			
EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR		SESSION : 2007	
SPECIALITE : CHARPENTE - COUVERTURE		SUJET :	
EPREUVE E4 : ETUDE DES OUVRAGES		THEME : MAISON INDIVIDUELLE	
SS EPREUVE U4.1. : PREPARATION DU PROJET	DUREE : 3 h	COEF : 2	PAGE : 6 / 6

* MAISON INDIVIDUELLE *

DOSSIER RESSOURCE

CONSTITUTION DU DOSSIER :

Ce dossier comprend 8 documents :

- * Document Ressource DR1 : Mise en situation, Modèle d'étude des pannes, Valeurs caractéristiques du bois massif
- * Document Ressource DR2 : Charges de neige sur les toitures (Eurocode 1).
- * Document Ressource DR3 : Calcul des contraintes à l'Eurocode 5.
- * Document Ressource DR4 : Calcul des déformations à l'Eurocode 5.
- * Document Ressource DR5 : Modèle d'étude de la ferme et résultats informatiques partiels.
- * Document Ressource DR6 : Calculs des contraintes de compression et de flexion à l'Eurocode 5.
- * Document Ressource DR7 : Assemblage entre jambe de force et semelle.
Assemblage entre jambe de force et blochet.
- * Document Ressource DR8 : Calculs d'assemblages par boulons à l'Eurocode 5.

TOUTES ACADEMIES			
EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR		SESSION : 2007.	
SPECIALITE : CHARPENTE - COUVERTURE		SUJET :	
EPREUVE E4 : ETUDE DES OUVRAGES		THEME : MAISON INDIVIDUELLE	
SS EPREUVE U4.1. : PREPARATION DU PROJET	DUREE : 3 h	COEF : 2	

38

Figure 1

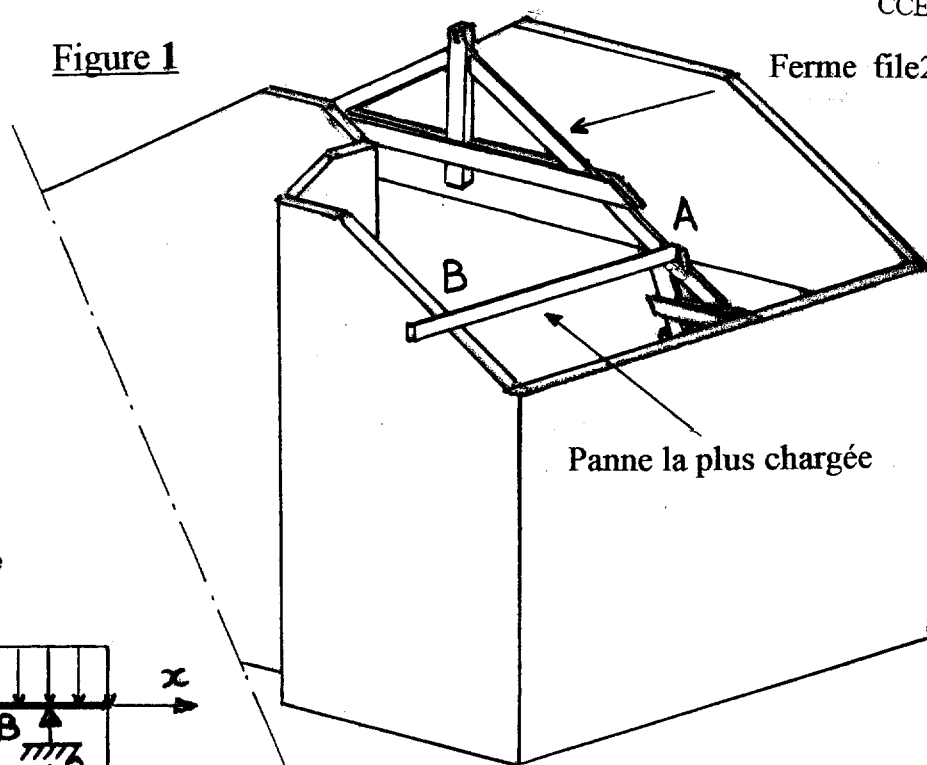
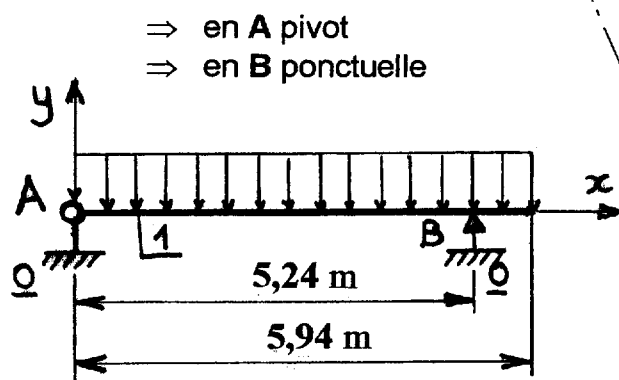


Figure 2



Valeurs caractéristiques du Bois Massif (résineux) selon EN338

Caractéristiques	Symbole	C18	C22	C24	C27	C30	C35
------------------	---------	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Propriétés de résistance en N/mm²

Flexion	$f_{m,k}$	18	22	24	27	30	35
Traction axiale	$f_{t,0,k}$	11	13	14	16	18	21
Traction transversale	$f_{t,90,k}$	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4
Compression axiale	$f_{c,0,k}$	18	20	21	22	23	25
Compression transversale	$f_{c,90,k}$	4,8	5,1	5,3	5,6	5,7	6
Cisaillement	$f_{v,k}$	2	2,4	2,5	2,8	3	3,4

Propriétés de rigidité en kN/mm²

Module moyen d'élasticité axial	$E_{0,moy}$	9	10	11	12	12	13
Module d'élasticité axial au fractile 5%	$E_{0,0.5}$	6	6,7	7,4	8	8	8,7
Module moyen d'élasticité transversal	$E_{90,moy}$	0,3	0,33	0,37	0,4	0,4	0,43
Module moyen de cisaillement	G_{moy}	0,56	0,63	0,69	0,75	0,75	0,81

Masse volumique en Kg/m³

Masse volumique au fractile de 5%	ρ_k	320	340	350	370	380	400
Masse volumique moyenne	ρ_{moy}	380	410	420	450	460	480

EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR	SESSION : 2007		
SPECIALITE : CHARPENTE - COUVERTURE	SUJET :		
EPREUVE E4 : ETUDE DES OUVRAGES	THEME : MAISON INDIVIDUELLE		
SS EPREUVE U4.1. : PREPARATION DU PROJET	DUREE : 3 h	COEF : 2	PAGE : DR 1

5 Charges de neige sur les toitures (sans accumulation)

5.2 Dispositions de charge

(3)P Les charges de neige sur les toitures doivent être déterminées comme suit :

a) pour les situations de projet durables/transitoires :

où :

$$S = \mu_i C_e C_t S_k$$

μ_i est le coefficient de forme pour la charge de neige (voir 5.3) ;

S_k est la valeur caractéristique de la charge de neige sur le sol ;

C_e est le coefficient d'exposition ;

C_t est le coefficient thermique.

(4) Il convient de considérer la charge comme s'exerçant verticalement, et de la rapporter à une projection horizontale de la surface de la toiture.

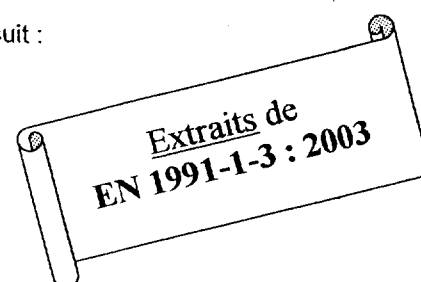


Tableau 5.1 — Valeurs recommandées de C_e en fonction de la topographie

Topographie	C_e
Site balayé par les vents : zone plate, sans obstacles et exposée de tous côtés, pas ou peu protégée par le terrain, par des constructions plus élevées ou par des arbres	0,8
Site normal : zone où il n'y a pas de balayage important de la neige par le vent, à cause de la configuration du terrain, de la présence d'autres constructions ou d'arbres	1,0
Site protégé : zone où la construction considérée est beaucoup plus basse que le terrain environnant, ou entourée de grands arbres ou encore de constructions plus élevées	1,2

(8) Il convient d'utiliser une valeur inférieure à 1 pour le coefficient thermique C_t lorsqu'il y a réduction des charges de neige sur les toitures — notamment certaines toitures vitrées — dotées d'une transmittance thermique élevée ($K > 1 \text{ W/m}^2$) en raison de la fonte de la neige sous l'effet de la chaleur. Pour tous les autres cas : $C_t = 1,0$.

5.3 Coefficients de forme des toitures

5.3.3 Toitures à deux versants

(1) Les dispositions de charge à considérer pour les toitures à deux versants sont données à la Figure 5.3, où les valeurs de μ_1 sont indiquées dans le Tableau 5.2.

Tableau 5.2 — 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

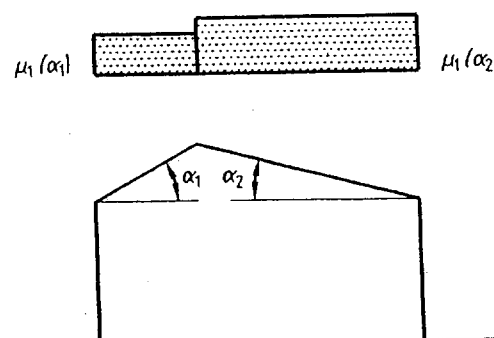
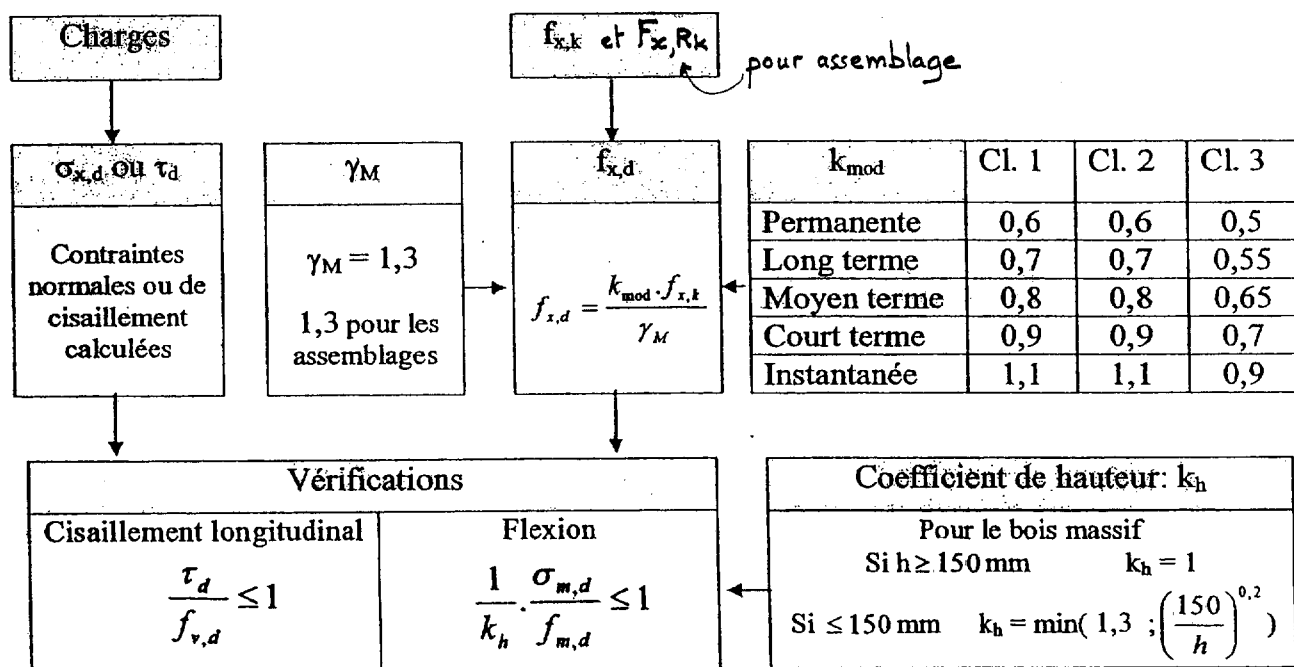
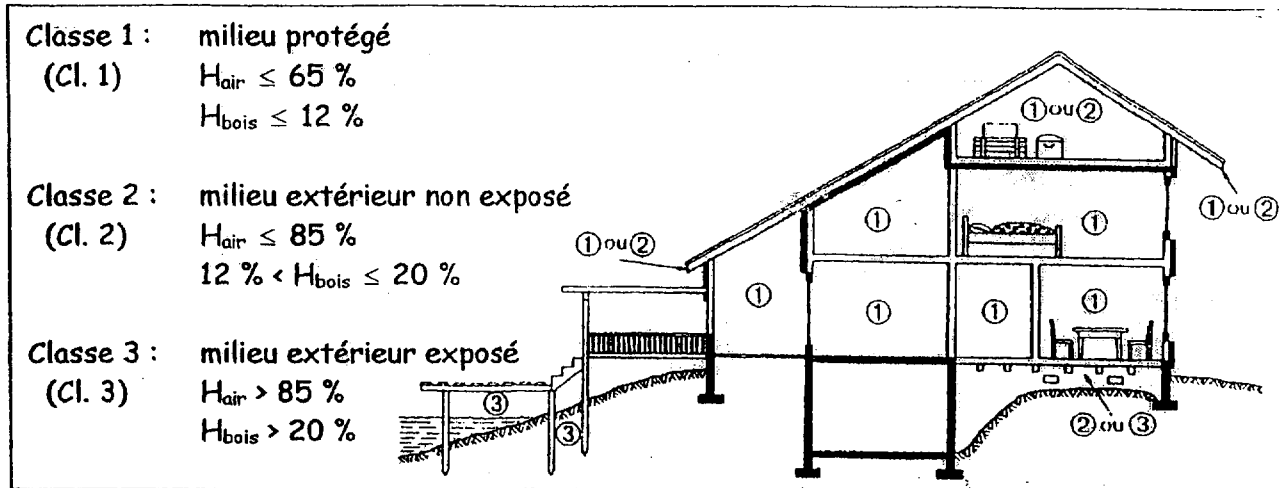


Figure 5.3 —

EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR	SESSION : 2007		
SPECIALITE : CHARPENTE - COUVERTURE	SUJET :		
EPREUVE E4 : ETUDE DES OUVRAGES	THEME : MAISON INDIVIDUELLE		
SS EPREUVE U4.1. : PREPARATION DU PROJET	DUREE : 3 h	COEF : 2	PAGE : DR 2

Calcul des contraintes à l'Eurocode 5

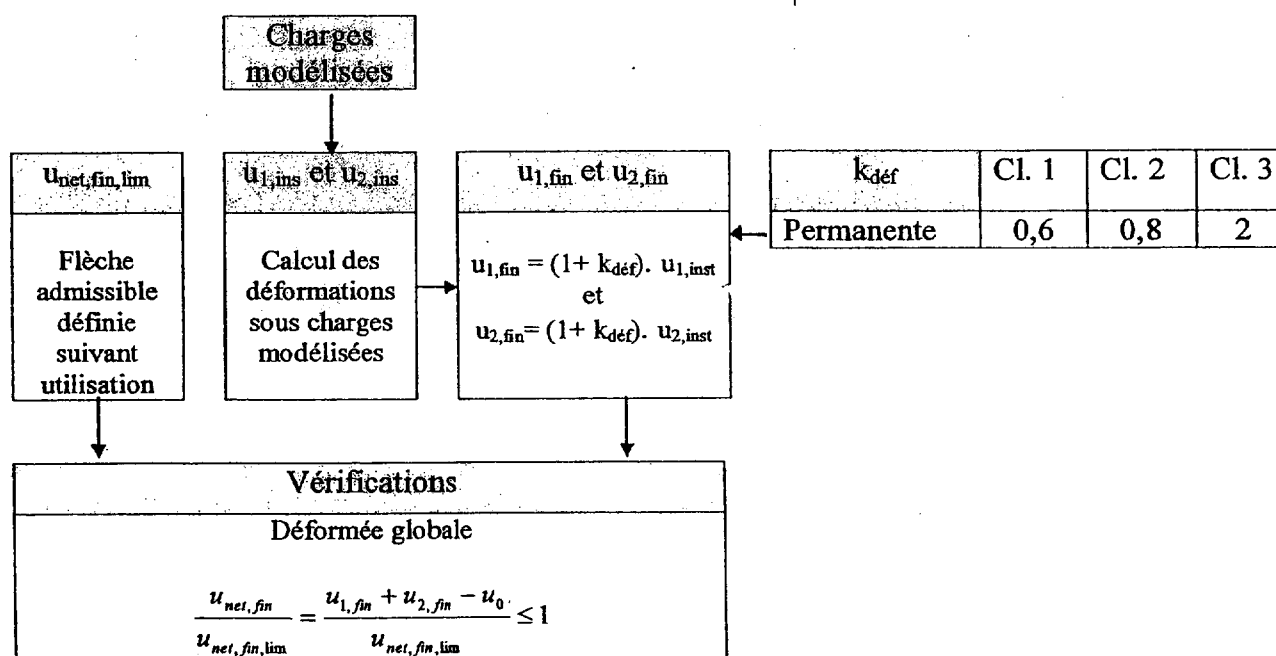
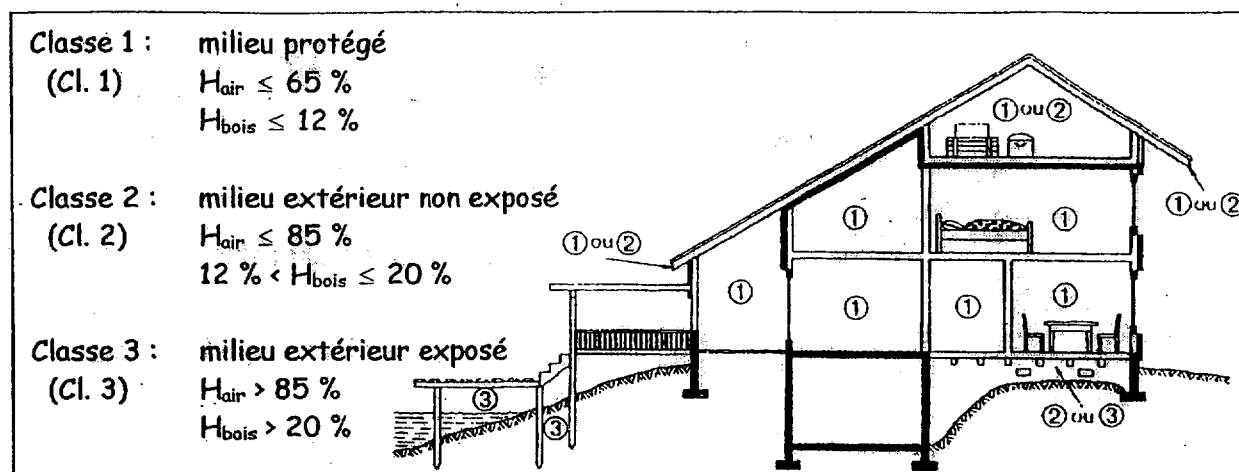


- σ = contrainte normale engendrée par les sollicitations du modèle d'étude.
- τ = contrainte de cisaillement engendrée par les sollicitations du modèle d'étude.
- f = résistance du matériau.
- x = propriété du matériau non définie.
- m = flexion.
- v = cisaillement.
- k = valeur caractéristique ou de rupture du matériau (sans coefficient de sécurité).
- d = valeur calculée de résistance du matériau (avec coefficient de sécurité).
- k_{mod} = coefficient de sécurité du à la classe de service et à la durée d'application de la charge.
- γ_M = coefficient de sécurité.
- k_h = coefficient de sécurité du à la hauteur de la poutre.

EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR	SESSION : 2007		
SPECIALITE : CHARPENTE - COUVERTURE	SUJET :		
EPREUVE E4 : ETUDE DES OUVRAGES	THEME : MAISON INDIVIDUELLE		
SS EPREUVE U4.1. : PREPARATION DU PROJET	DUREE : 3 h	COEF : 2	PAGE : DR 3

40

Calcul des déformations à l'Eurocode 5

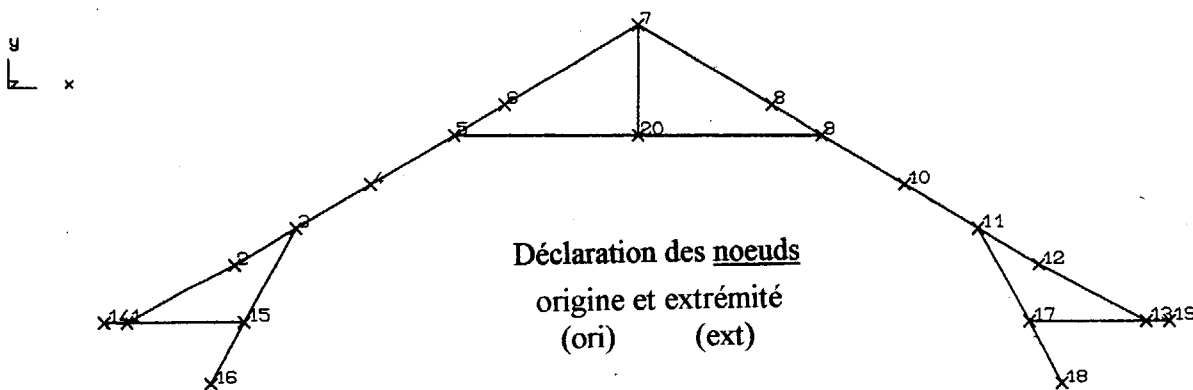
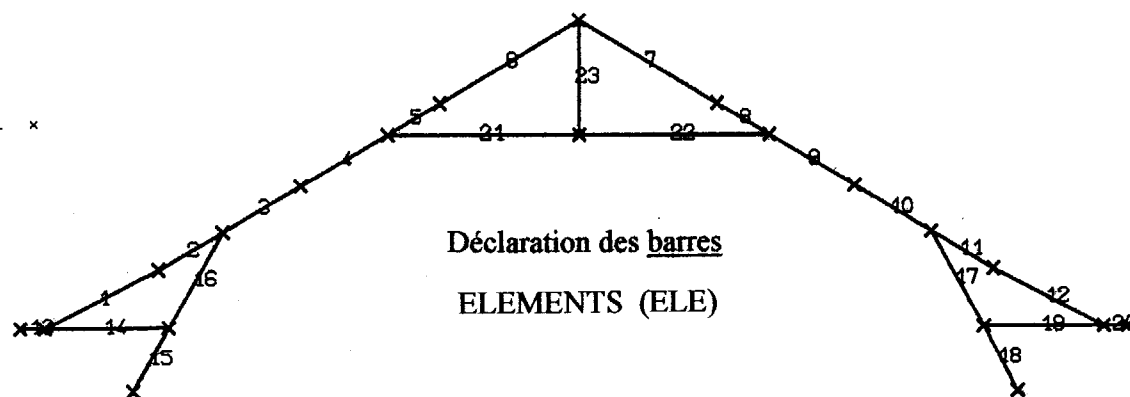
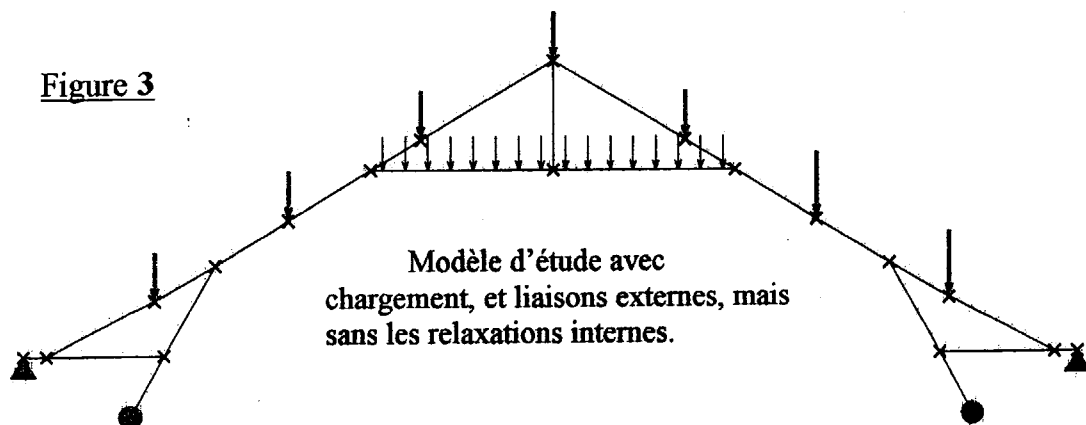


- u = flèche.
- u_1 = flèche sous charge permanente G .
- u_2 = flèche sous charge d'exploitation Q ou climatique (S pour la neige ou W pour le vent).
- u_0 = contre flèche.
- u_{inst} = flèche instantanée calculée sous charges modélisées.
- u_{fin} = flèche finale après fluage.
- $u_{\text{net,fin}}$ = flèche apparente finale.
- $u_{\text{net,fin,lim}}$ = flèche apparente, finale, admissible.
- k_{def} = coefficient de déformation tenant compte du fluage.

EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR	SESSION : 2007		
SPECIALITE : CHARPENTE - COUVERTURE	SUJET :		
EPREUVE E4 : ETUDE DES OUVRAGES	THEME : MAISON INDIVIDUELLE		
SS EPREUVE U4.1. : PREPARATION DU PROJET	DUREE : 3 h	COEF : 2	PAGE : DR 4

42

Figure 3



Action(s) de liaison [N N.m]		x	y
Noeud 14 -	Rx = 0.0	Ry = 9389.6	
Noeud 16 -	Rx = 36026.3	Ry = 40965.4	
Noeud 18 -	Rx = -36026.3	Ry = 54535.1	
Noeud 19 -	Rx = 0.0	Ry = 4459.9	

Efforts intérieurs [N N.m]		x	y
------------------------------	--	---	---

Résultats informatiques partiels :

ELE	ori	No	TYo	MfZo
ext	Ne	TYe	MfZe	

9	9	-42346.5	1316.6	5390.3
	10	-42346.5	1316.6	4022.4
10	10	-51524.1	17180.7	4022.4
	11	-51524.1	17180.7	-11849.5
11	11	-2090.4	-16212.1	-11849.5
	12	-2090.4	-16212.1	316.4
12	12	-11262.2	244.9	316.4
	13	-11262.2	244.9	0.0

17	11	-59534.0	3901.2	-0.0
	17	-59534.0	3901.2	-4329.8
18	17	-65096.6	-5865.0	-4329.8
	18	-65096.6	-5865.0	-0.0
19	17	9912.3	-892.0	0.0
	13	9912.3	-892.0	1115.0
20	13	0.0	4459.9	1115.0
	19	0.0	4459.9	0.0

SESSION : 2007		SUJET :	
EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR		THEME : MAISON INDIVIDUELLE	
SPECIALITE : CHARPENTE - COUVERTURE		DUREE : 3 h	
EPREUVE E4 : ETUDE DES OUVRAGES		COEF : 2	
SS EPREUVE U4.1. : PREPARATION DU PROJET		PAGE : DR 5	

6.1.6 Flexion

CCE4PP

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

(1)P Les équations suivantes doivent être satisfaites :

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

où :

$\sigma_{m,y,d}$ et $\sigma_{m,z,d}$ sont les valeurs de calcul des contraintes de flexion selon les axes principaux

$f_{m,y,d}$ et $f_{m,z,d}$ sont les valeurs de calcul correspondantes pour les résistances en flexion.

NOTE : Le facteur k_m traduit la possibilité de redistribution des contraintes ainsi que l'effet des inhomogénéités du matériau dans une section.

(2) Il convient de prendre pour le facteur k_m la valeur suivante :

Pour le bois massif, le bois lamellé collé et le LVL :

- pour les sections rectangulaires : $k_m = 0,7$
- pour les autres sections : $k_m = 1,0$

6.2.2 Contraintes de compression inclinées par rapport au fil

(2) Les contraintes de compression à un angle α vis-à-vis du fil, (voir Figure 6-7), doivent satisfaire l'équation suivante :

$$\sigma_{c,\alpha,d} \leq \frac{f_{c,0,d}}{\frac{f_{c,0,d}}{k_{c,90} f_{c,90,d}} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}$$

où :

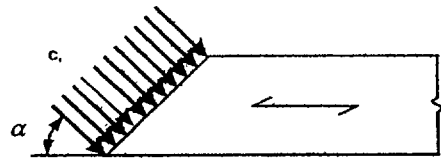


Figure 6-7 -

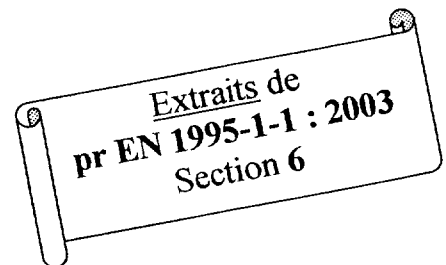
$\sigma_{c,\alpha,d}$ est la contrainte de compression agissant à un angle α vis-à-vis du fil ;
 $k_{c,90}$ est égal à 1.

6.2.4 Flexion et compression axiale combinées

(1)P Les équations suivantes doivent être satisfaites :

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

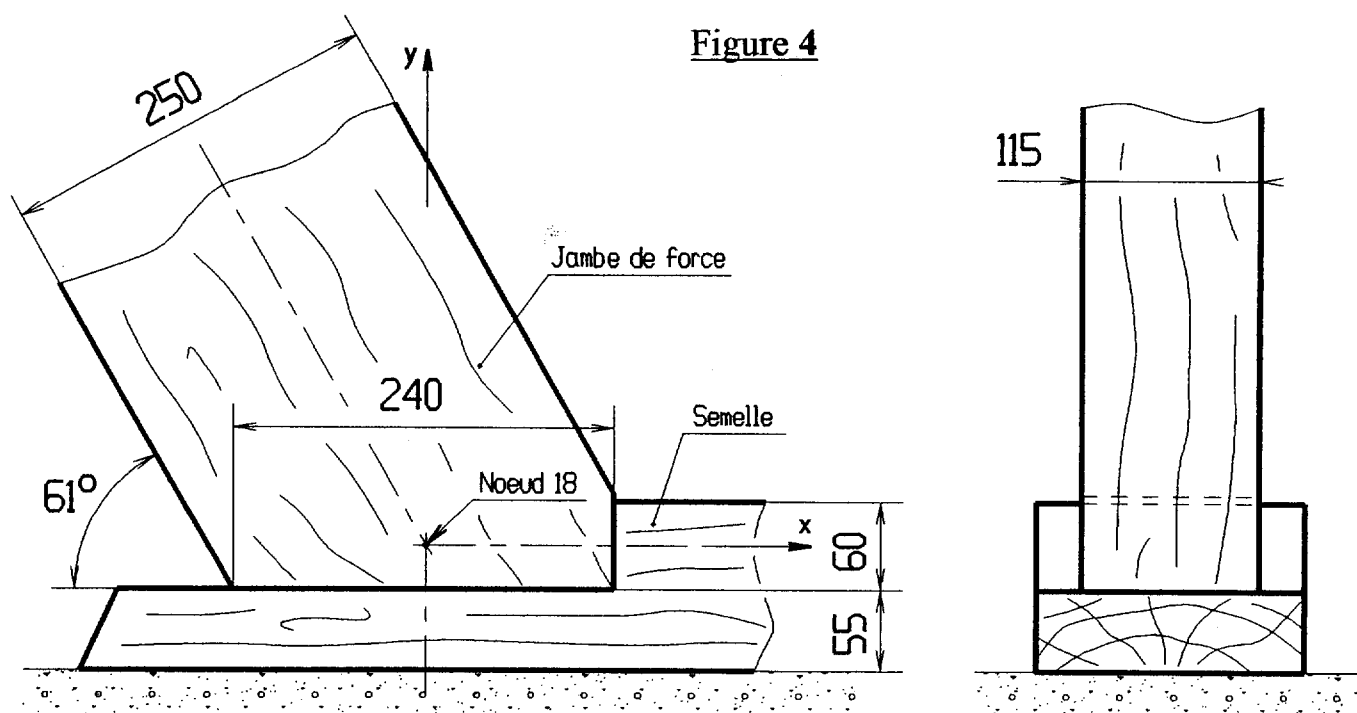


(2)P Les valeurs de k_m données 6.1.6 dans s'appliquent.

EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR	SESSION : 2007		
SPECIALITE : CHARPENTE - COUVERTURE	SUJET :		
EPREUVE E4 : ETUDE DES OUVRAGES	THEME : MAISON INDIVIDUELLE		
SS EPREUVE U4.1. : PREPARATION DU PROJET	DUREE : 3 h	COEF : 2	PAGE : DR 6

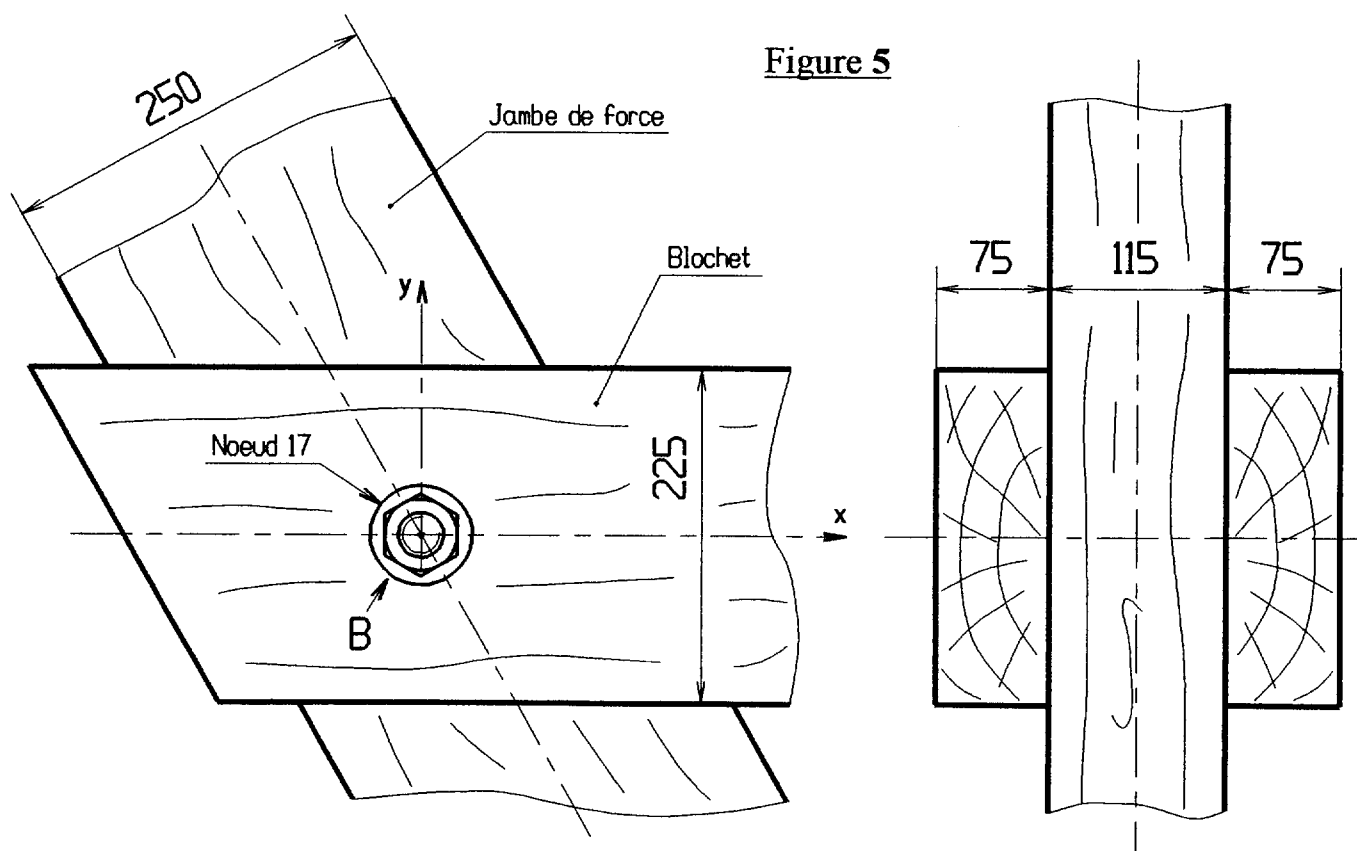
3.1 Assemblage entre jambe de force et semelle

Figure 4



3.2 Assemblage entre jambe de force et blochet

Figure 5



EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR	SESSION : 2007		
SPECIALITE : CHARPENTE - COUVERTURE	SUJET :		
EPREUVE E4 : ETUDE DES OUVRAGES	THEME : MAISON INDIVIDUELLE		
SS EPREUVE U4.1. : PREPARATION DU PROJET	DUREE : 3 h	COEF : 2	PAGE : DR 7

8.5 Assemblages par boulons

8.5.1 Boulons chargés latéralement

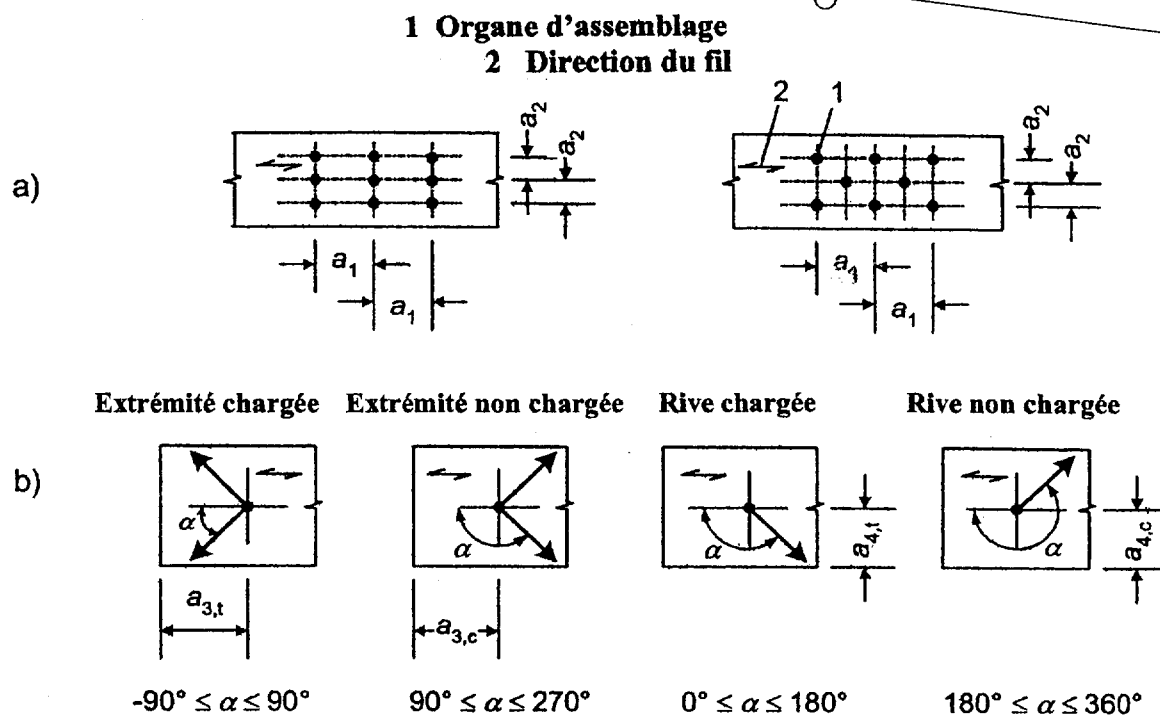
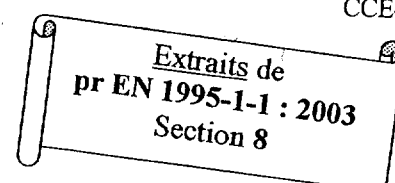


Figure 8-7 – Espacements et distances – définitions

(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

(3) Il convient que les espacements et distances minimum soient pris à partir du Tableau 8.4, avec les symboles illustrés en Figure 8-7

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

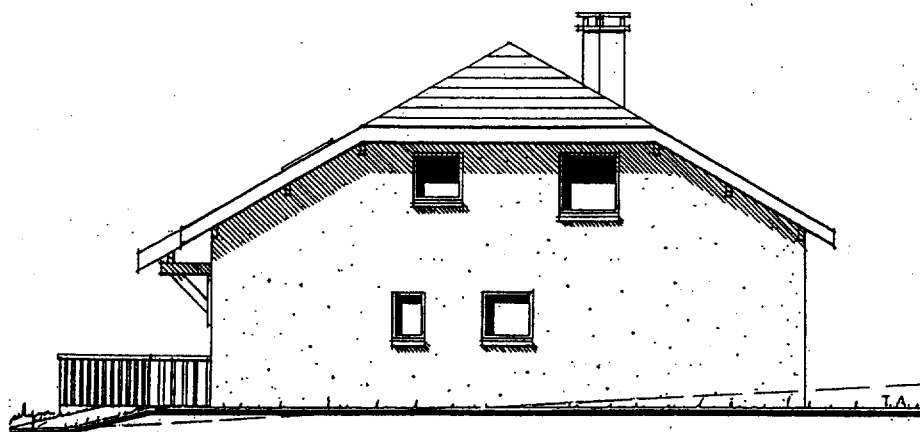
d est le diamètre du boulon, en mm ;

α est l'angle entre l'effort et la direction du fil.

EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR	SESSION : 2007		
SPECIALITE : CHARPENTE - COUVERTURE	SUJET :		
EPREUVE E4 : ETUDE DES OUVRAGES	THEME : MAISON INDIVIDUELLE		
SS EPREUVE U4.1. : PREPARATION DU PROJET	DUREE : 3 h	COEF : 2	PAGE : DR 8

45

* MAISON INDIVIDUELLE *



DOSSIER TECHNIQUE

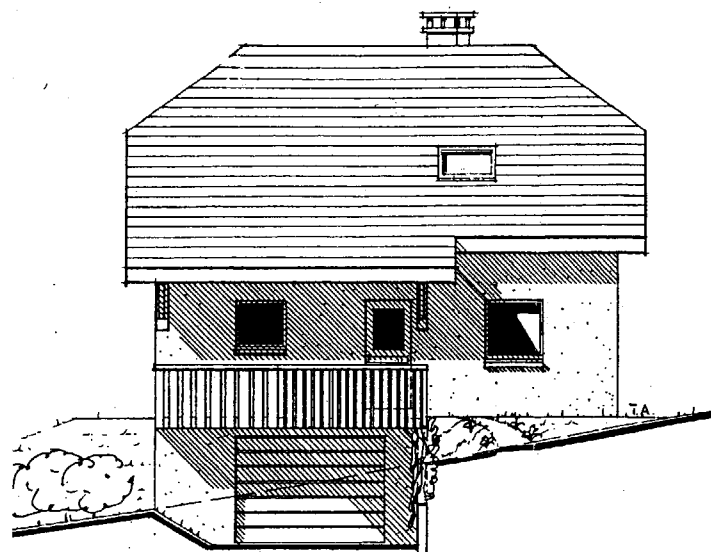
CONSTITUTION DU DOSSIER :

Ce dossier comprend 4 documents :

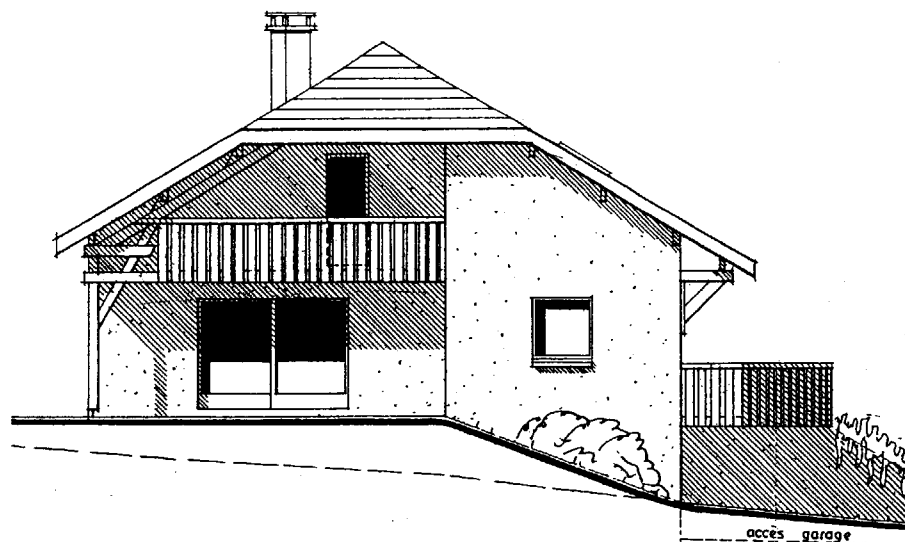
- * Document Technique DT1 : Façades
- * Document Technique DT2 : Etage
- * Document Technique DT3 : Sous-sol et coupe de principe
- * Document Technique DT4 : Structure porteuse

TOUTES ACADEMIES			
EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR		SESSION : 2007.	
SPECIALITE : CHARPENTE - COUVERTURE		SUJET :	
EPREUVE E4 : ETUDE DES OUVRAGES		THEME : MAISON INDIVIDUELLE	
SS EPREUVE U4.1. : PREPARATION DU PROJET		DUREE : 3 h	COEF : 2

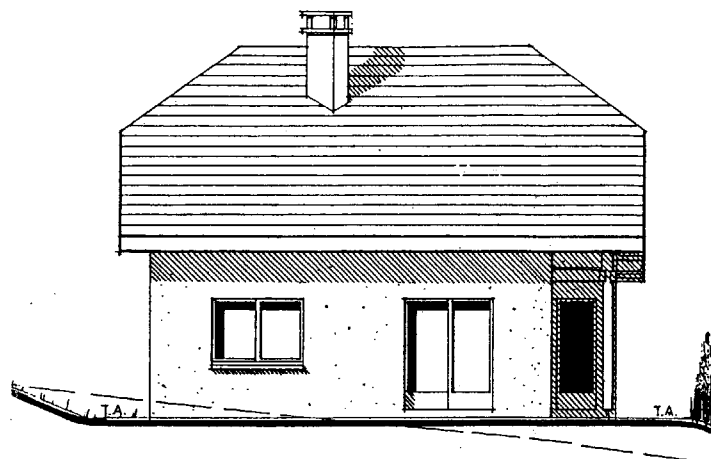
46



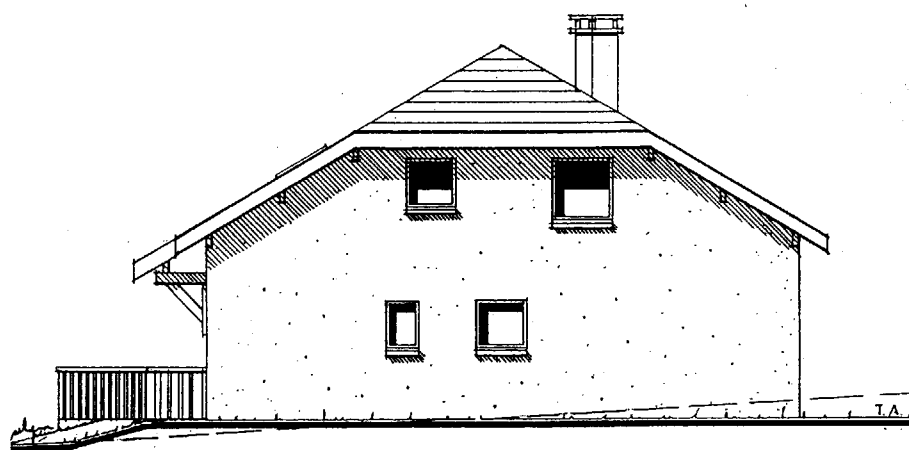
FACADE EST



FACADE SUD



FACADE OUEST



FACADE NORD

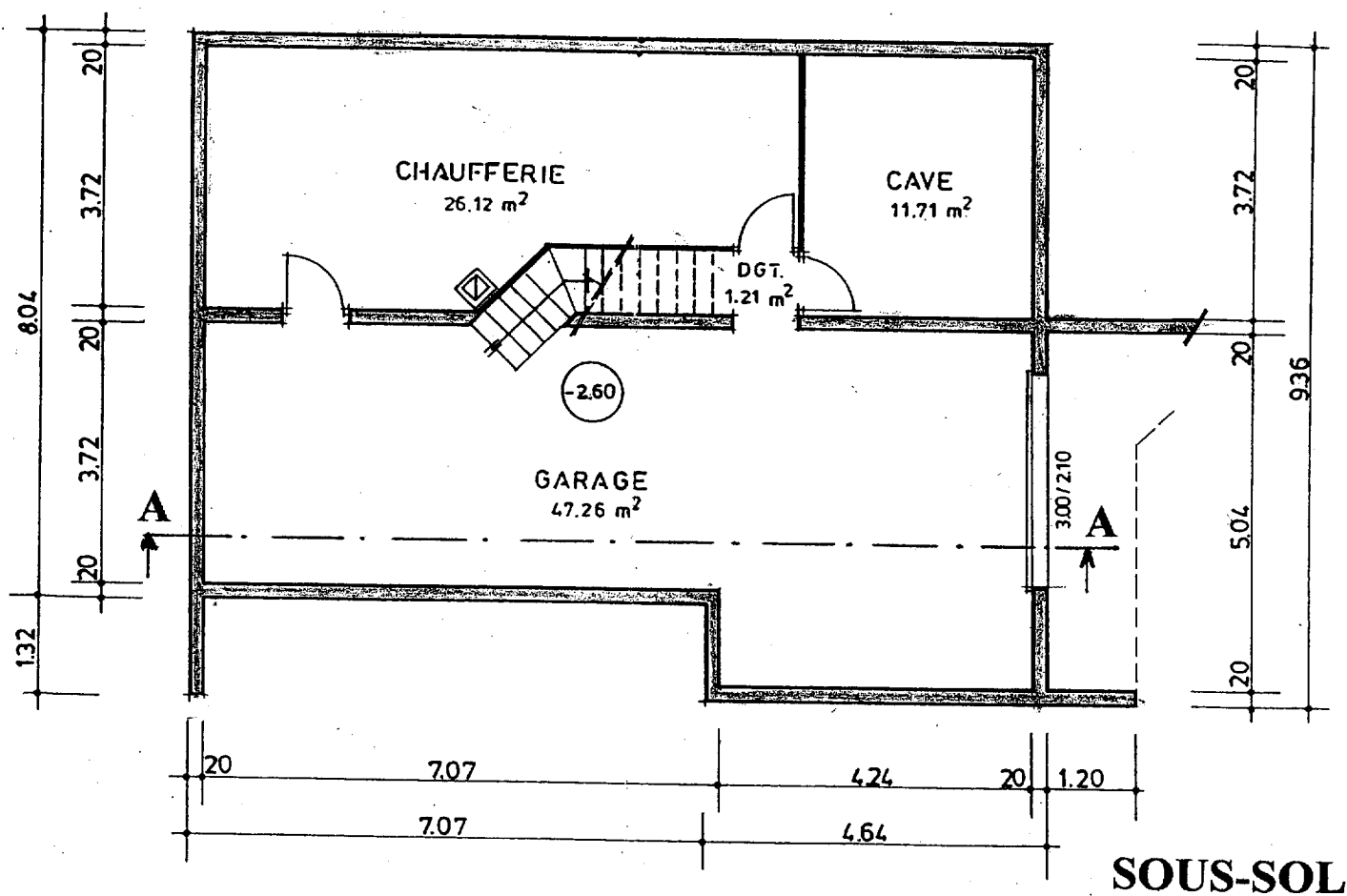
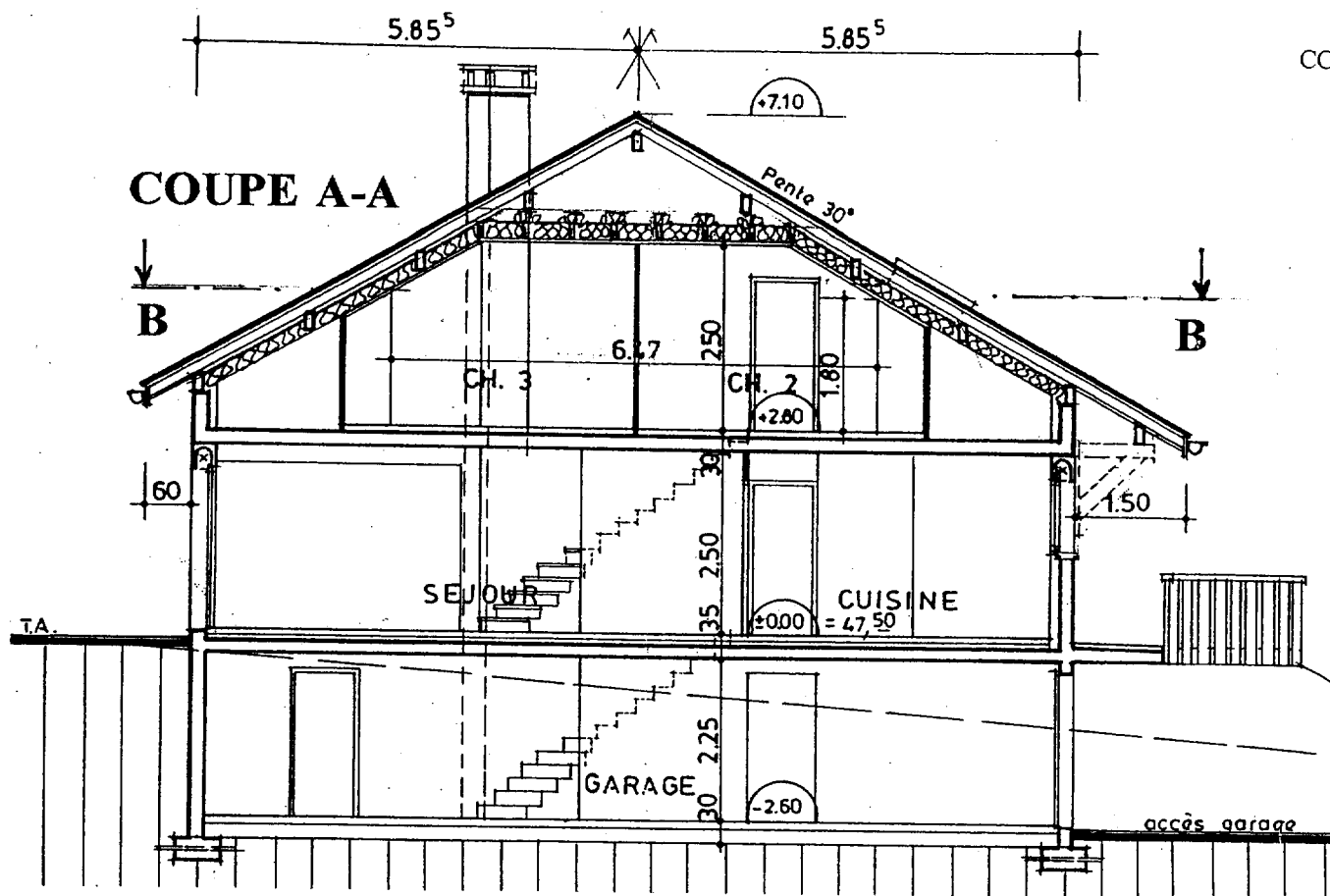
MAISON INDIVIDUELLE (projet architecte)

Façades

Ech. $\approx 1/150$

DOCUMENT TECHNIQUE DT1

42



MAISON INDIVIDUELLE (projet architecte)

Sous-sol et coupe de principe

Ech. 1/100

DOCUMENT TECHNIQUE DT2

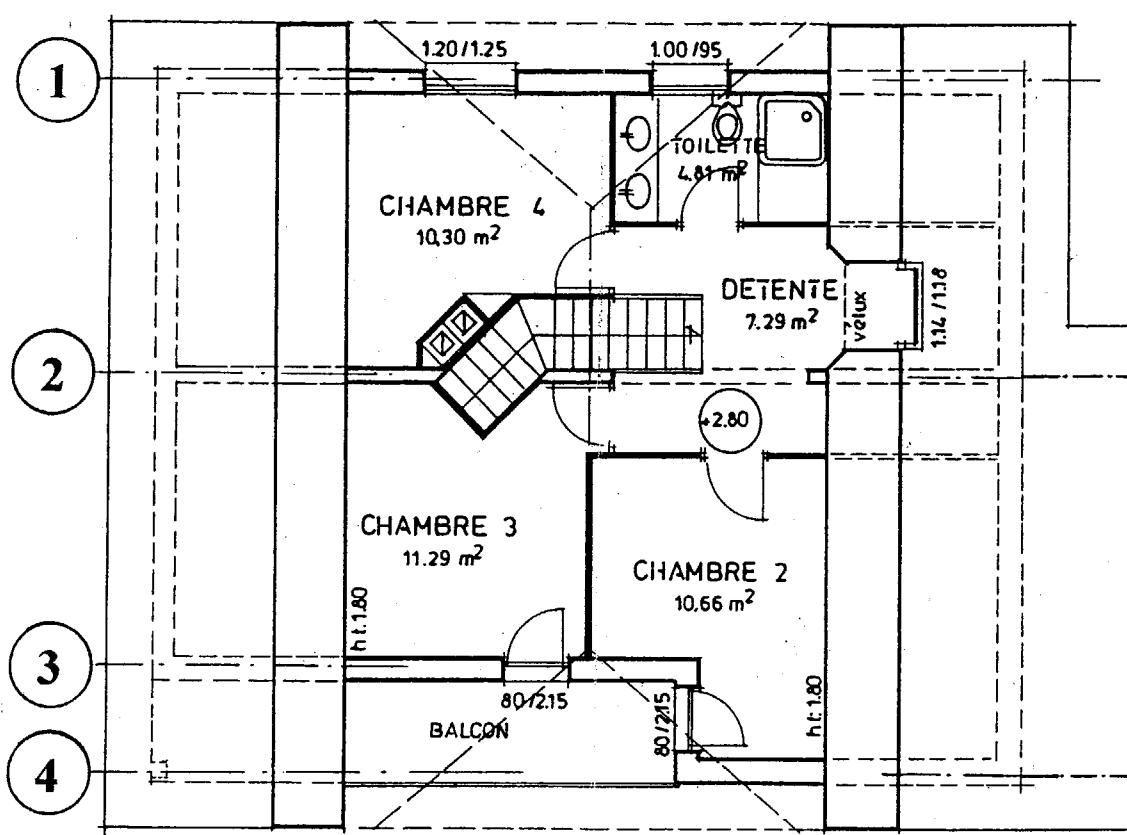
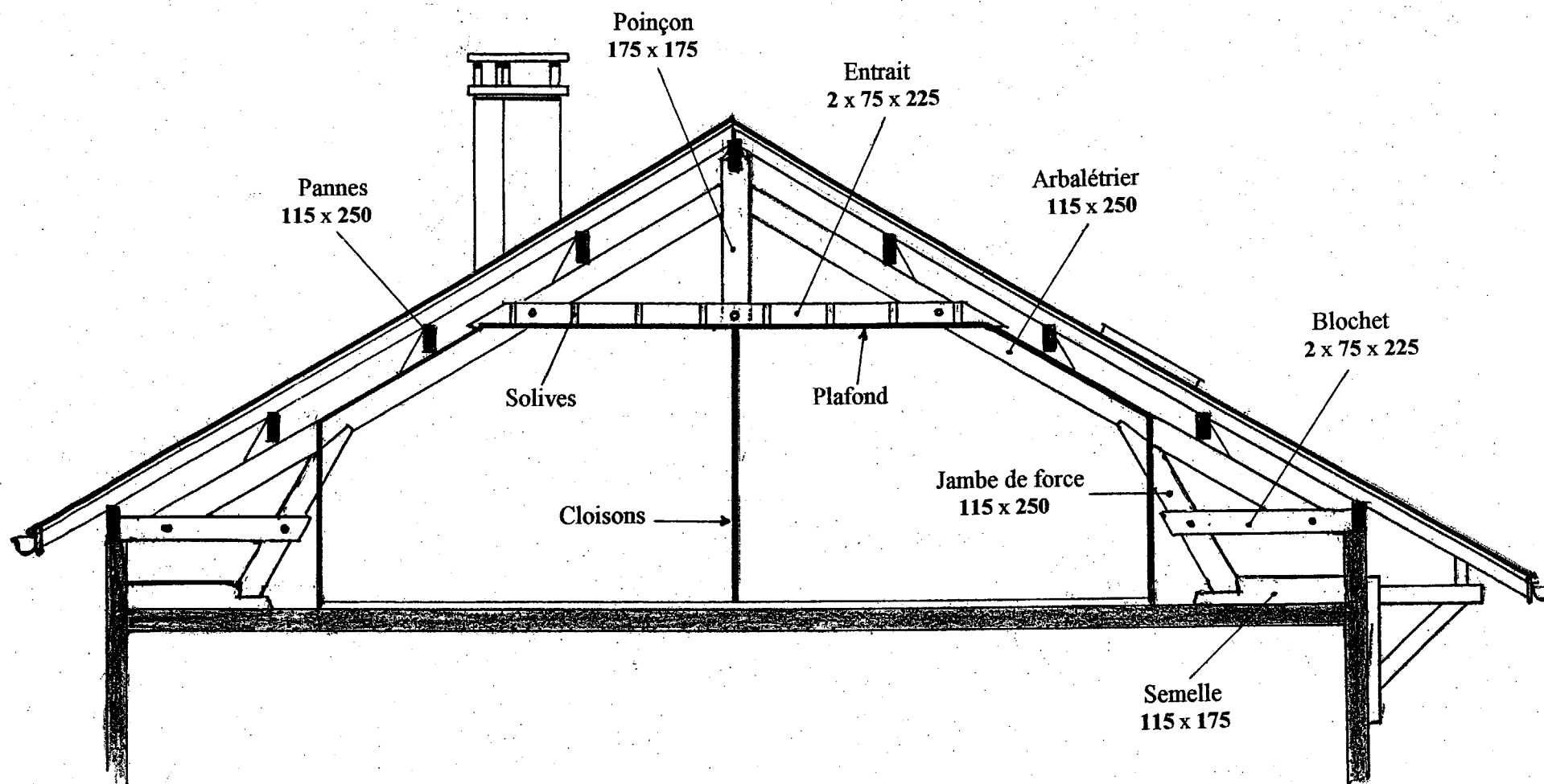


Diagram illustrating the calculation of the average length of a cycle:

- Top line segments: 60, 2.62, 3.20, 7, 3.20, 2.62, 1.50
- Middle line segments: 7.07 (sum of first four segments), 4.64 (sum of last three segments)
- Bottom line segment: 11.71 (total average length)

ETAGE

MAISON INDIVIDUELLE (projet architecte)		
Etage	Ech. 1/100	DOCUMENT TECHNIQUE DT3

**MAISON INDIVIDUELLE (projet entrepreneur)**Structure porteuse file 2Ech. $\approx 1/50$

DOCUMENT TECHNIQUE DT4

52