

SST9 : CALCUL DES STRUCTURES EN BOIS

Contrôle – 11 Décembre 2020

Durée : 2 heures.

Le contrôle est divisé en trois parties indépendantes les unes des autres :

- une partie cours sur 4 points,
- une partie TP sur 4 points,
- une partie prédimensionnement et vérification à l'Eurocode 5 sur 12 points.

Seuls le cours sur le dimensionnement à l'Eurocode 5 + Annexe et une feuille A4 recto manuscrite sont autorisés. La clarté des réponses sera prise en compte dans la notation.

I. Cours (4 pts).

- 1.1 Pourquoi doit-on calculer avec grande précaution les charges climatiques de vent pour les constructions en bois ? (1 pt)
- 1.2. Quelles sont les principales dégradations du bois ? Quelles sont les conditions d'apparition ? (1 pt)
- 1.3. Quel est l'impact de la variation d'humidité extérieure entre l'été et l'hiver sur la forme d'une pièce en bois ? Illustrer votre réponse par une schéma. (1 pt)
- 1.4. Quelle est la différence entre les modules d'élasticité $E_{0,mean}$ et $E_{0,05}$ pour un bois d'une même classe ? (1 pt)

II. Travaux pratiques (4 pts).

- 2.1. Pourquoi utilise-t-on des assemblages en construction bois ? Donner deux grandes familles d'assemblage. (1 pt)
- 2.2. Un assemblage de 3 planches cloué est testé à l'aide d'une presse (figure 1). Le dispositif expérimental est présenté en figure 1. Comment sont sollicitées les planches en bois ? Comment sont sollicités les clous ? Quels sont les modes de rupture envisagés pour cet assemblage ? (2 pt)

Figure 1. Assemblage de 3 planches cloué testé lors du TP SST9



- 2.3. Que signifie le terme « Conditions de Pince ». Faire un schéma explicatif. (1 pt)

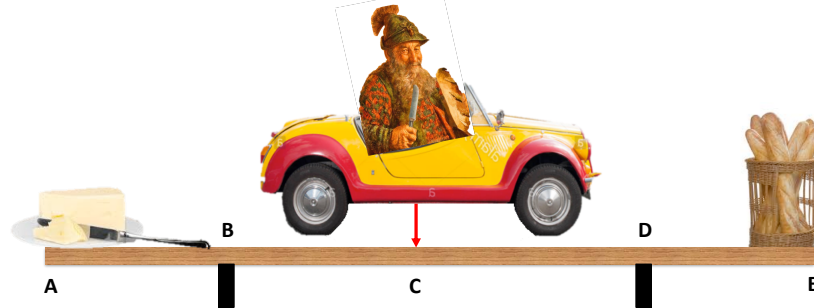
III. Exercice : Vérification ELU et ELS d'une poutre en bois (12 pts).

Contexte. Marc et ses conquêtes (Valérie, Sarah, Orchidée, Claude, Soraya, Angèle, Chataléré, Alexandra ...) ont décidé de fêter la Jean-Guile (figure 2). Afin d'organiser au mieux l'événement, notre boulanger aux petits bras a décidé d'anticiper l'achat du pain et du beurre. Pour cela, il a emprunté la voiture de Oui-oui, roule sur une route en bois pour aller se ravitailler. Cette scène est schématisée sur la figure 2-b.

Figure 2. Marc et ses prétendantes organisent la fête de la Jean-Guile.



a. Maaaaaaaaaaaaaaaaarc, je t'aime



b. Jean-Guile utilise la voiture de Oui-Oui pour aller chercher le beurre et les baguettes sur une poutre en bois

Objectif. Après l'étude RDM (partie 1), cet exercice propose de réaliser une vérification en contraintes à l'ELU (partie 2) et une vérification de flèches à l'ELS (partie 3) de la poutre soumise à une série de 3 forces ponctuelles.

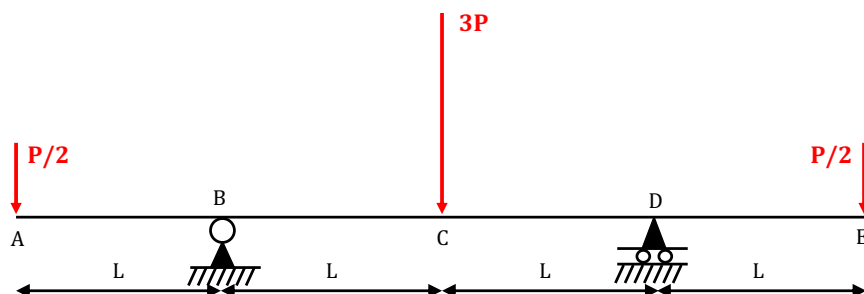
Données techniques.

- Poutre en pin massif de section rectangulaire 400x200mm de classe C30.
- Le tableau 1 donne les valeurs de P dissociées en charges ponctuelles unitaires (G et Q) et en valeurs de combinaisons d'action aux ELU et ELS.

Tableau 1. Charge ponctuelle P (en kN) décomposée en charges unitaires (G et Q) et aux combinaisons ELU et ELS						
G	Q	ELU		ELS		
Charge permanente	Charge exploitation	Situation de projet durable et transitoire	Situation de projet accidentelle	Combinaison caractéristique	Combinaison fréquente	Combinaison quasi-permanente
15 kN	20 kN	$P_u = 50 \text{ kN}$	$P_a = 45 \text{ kN}$	$P_{sI} = 40 \text{ kN}$	$P_{sII} = 38 \text{ kN}$	$P_{sIII} = 35 \text{ kN}$

- La poutre est à l'extérieur soumise à la pluie. La charge dominante est la charge permanente.
- La poutre de longueur 4L (avec $L = 1,5\text{m}$) articulée en B et simplement appuyée en D est représentée par le schéma mécanique en figure 3.

Figure 3. Schéma mécanique de la poutre soumise aux trois forces ponctuelles.



Travail demandé.**Partie A : Étude RDM (3 pts).**

Dans cette première partie, on s'intéresse à **l'étude RDM de la poutre AE** soumise à une série de 3 forces ponctuelles.

3.1. Déterminer les réactions d'appui aux points B et D.

3.2. Tracer les diagrammes de l'effort tranchant et du moment fléchissant le long de la poutre en faisant apparaître les valeurs littérales caractéristiques.

Partie B : Vérifications ELU (5 pts).

Dans cette deuxième partie, on s'intéresse à **vérifier l'élément à l'ELU** à l'aide de valeurs de **contraintes** (σ_m , τ_v et $\sigma_{c,90}$).

3.3. A partir des éléments de RDM données en annexe 1, localiser sur la poutre et calculer la contrainte de flexion maximale ($\sigma_{m,max}$) générée par le chargement.

3.4. A partir des éléments de RDM données en annexe 1, localiser sur la poutre et calculer la contrainte de cisaillement maximale ($\tau_{v,max}$) générée par le chargement.

3.5. A partir des éléments de RDM données en annexe 1, localiser sur la poutre et calculer la contrainte de compression transversale maximale ($\sigma_{c,90,max}$) générée par le chargement. Chaque force ou réaction d'appuis repose sur une surface de 200x200 mm.

3.6. A partir du tableau en annexe 2, calculer la résistance de calcul en flexion ($f_{m,d}$), au cisaillement ($f_{v,d}$) et en compression transversale ($f_{c,90,d}$)

3.7. A l'aide du taux de travail, vérifier la poutre en flexion, cisaillement et compression transversale. Quel est la sollicitation la plus défavorable ?

Partie C : Vérifications ELS (4 pts).

Dans cette troisième partie, on s'intéresse à **vérifier la poutre à l'ELS** avec des valeurs de **flèches** ($w(Q)$ et w_{fin}).

3.8. A partir des éléments de RDM données en annexe 1, localiser sur la poutre et calculer la flèche maximale due à la charge variable ($w(Q)$).

3.9. A partir des éléments de RDM données en annexe 1, localiser sur la poutre et calculer la flèche finale (w_{fin}).

Remarque : pour le calcul de la flèche de fluage, on prendra le coefficient ψ_2 égal à 1.

3.10. A l'aide du taux de travail, vérifier la poutre sur ces deux critères de flèches.

Remarque : Pour les critères d'admissibilité des flèches, prendre la distance entre B et D comme longueur L.

ANNEXE 1 : Données de RDM

Intervalles	AB	BC	CD	DE
Effort tranchant	$+P/2$	$-3P/2$	$+3P/2$	$-P/2$

Points	A	B	C	D	E
Moment fléchissant	0	$-PL/2$	PL	$-PL/2$	0

Points	A	B	C	D	E
Flèche	0	$\frac{PL^3}{12EI}$	$-\frac{PL^3}{6EI}$	$\frac{PL^3}{12EI}$	0

ANNEXE 2 : Tableau des classes de résistance du bois*Fig.7. Valeurs caractéristiques des bois massifs résineux.*

Symbole	Désignation	Unité	C14	C16	C18	C22	C24	C27	C30	C35	C40
$f_{m,k}$	Contrainte de flexion	N/mm ²	14	16	18	22	24	27	30	35	40
$f_{t,0,k}$	Contrainte de traction axiale	N/mm ²	8	10	11	13	14	16	18	21	24
$f_{t,90,k}$	Contrainte de traction perpendiculaire	N/mm ²	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6
$f_{c,0,k}$	Contrainte de compression axiale	N/mm ²	16	17	18	20	21	22	23	25	26
$f_{c,90,k}$	Contrainte de compression perpendiculaire	N/mm ²	2,0	2,2	2,2	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9
$f_{v,k}$	Contrainte de cisaillement	N/mm ²	3,0	3,2	3,4	3,8	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
$E_{0,mean}$	Module moyen axial	kN/mm ²	7	8	9	10	11	11,5	12	13	14
$E_{0,05}$	Module axial au 5 ^e pourcentile	kN/mm ²	4,7	5,4	6,0	6,7	7,4	7,7	8,0	8,7	9,4
$E_{90,mean}$	Module moyen transversal	kN/mm ²	0,23	0,27	0,30	0,33	0,37	0,38	0,40	0,43	0,47
G_{mean}	Module de cisaillement	kN/mm ²	0,44	0,50	0,56	0,63	0,69	0,72	0,75	0,81	0,88
ρ_k	Masse volumique caractéristique	kg/m ³	290	310	320	340	350	370	380	400	420
ρ_{mean}	Masse volumique moyenne	kg/m ³	350	370	380	410	420	450	460	480	500