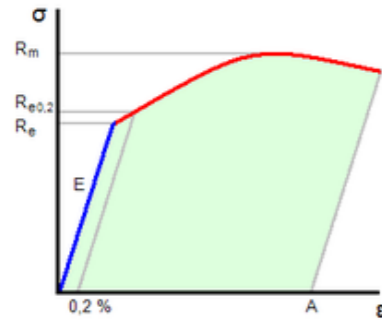


PARTIE A 6 POINTS : QUESTIONNAIRE A CHOIX MULTIPLES

1 – Que représente la pente de la courbe bleue ? 1point



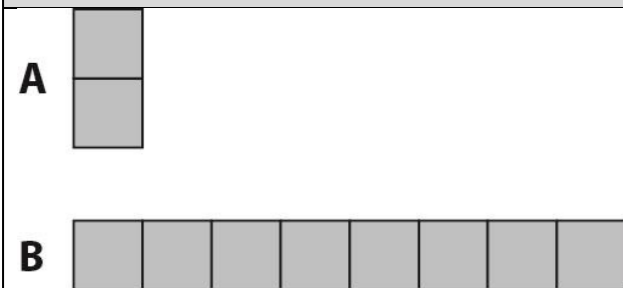
- a. Le module de Young d'un matériau
- b. Le rapport entre la contrainte et la déformation d'un matériau
- c. La phase élastique d'un matériau
- d. La limite entre traction et compression

2 – Que représente ce diagramme ? 1,5 points



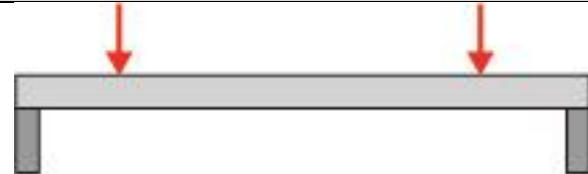
- a. Le moment fléchissant d'une poutre sur appuis simples avec 2 forces ponctuelles
- b. Le moment fléchissant d'une poutre bi-encastree avec 2 forces ponctuelles
- c. Le moment fléchissant d'une poutre sur appuis simples avec 1 force répartie au milieu
- d. L'effort tranchant d'une poutre sur appuis simples avec 1 force répartie au milieu

3 – Laquelle de ces deux sections de poutres résiste le mieux en flexion ? 1,5 points



- a. A
- b. B
- c. Elles sont équivalentes
- d. A de peu
- e. B de peu

4 – Poutre en béton armé sur appuis simples : placer les aciers ? 1 point



- a. En bas entre les flèches
- b. En bas de part et d'autre des flèches
- c. En haut en dehors des flèches et en bas entre les flèches
- d. En bas en dehors des flèches et en haut entre les flèches

5 – Quel ingénieur a pu dessiner ce hangar en béton ? 1 point



- a. Eugène Freyssinet
- b. Jurg Konzett
- c. Jean Prouvé
- d. Auguste Perret

PARTIE B 6 POINTS : QUESTIONS DE COURS

1 - Qu'est-ce que la contrainte normale de flexion ? Illustrez (1 point)

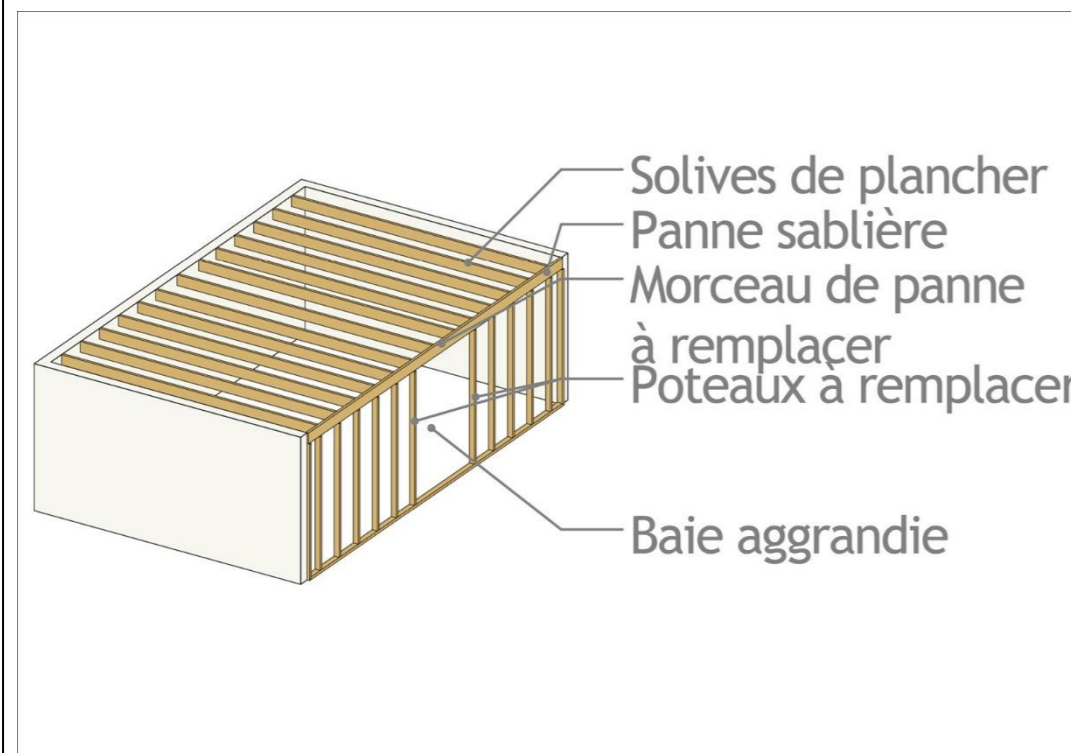
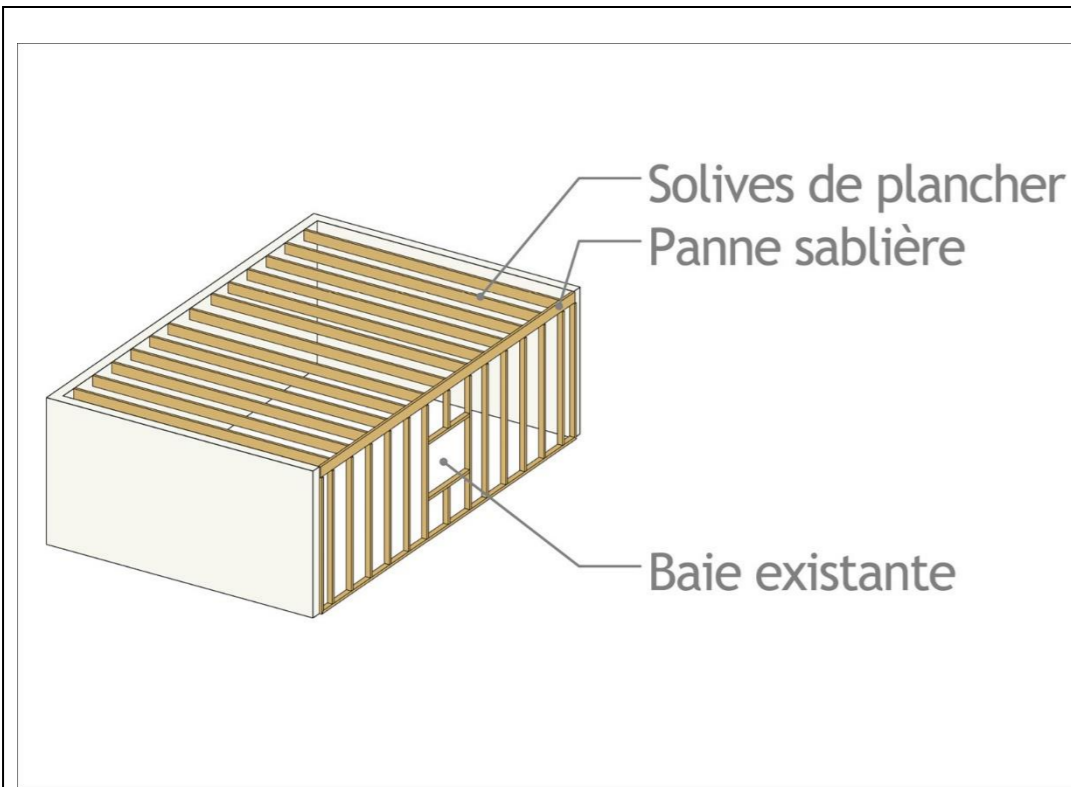
2 - Qu'est-ce que le moment quadratique d'une section ? Illustrez (1 point)

Positionner les aciers d'une poutre bi encastree chargée ponctuellement au milieu. Faire des schémas en coupe (2 points)

4 – Qu'est-ce que la phase plastique d'un matériau ? Existe-elle pour tous les matériaux ? (1point)

5 – Qu'est-ce que le flambement d'un élément ? Illustrez (1 point)

PARTIE C 11 POINTS : PROBLEME – PREMIERE COMMANDE



Je suis un jeune architecte fraîchement diplômé et je viens de remporter ma première commande. Il s'agit de la rénovation d'une maison à colombages. La première partie de la mission consiste à agrandir une baie existante.

Les honoraires sont comme d'habitude serrés, je n'ai donc pas les moyens de m'adjoindre le soutien d'un bureau d'études structure.

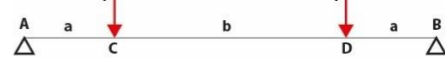
Mais bon, à bien y regarder, il ne s'agit que de dimensionner un linteau limité à la future baie et deux poteaux, avec les super cours que j'ai eu, un peu de bon sens et de la méthode, je devrais m'en sortir...

Je me rappelle qu'avec le bois, on ne parvient pas à faire des encastresments réels et je vois que les solives de plancher apportent des efforts ponctuels sur la panne sablière

Quelques données :

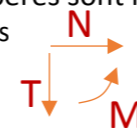
- Entraxe entre poteaux et solives : 60cm
- Longueur des solives : 5m
- Hauteur poteaux : 270cm
- Section existante des poteaux : 63 x 175mm
- Type de bois : C18 (Cf fiche pour les caractéristiques)
- Plancher sur solive Sapin C24, 23mm : 10kg/m²
- Surcharges d'exploitation plancher : 150kg/m²

- Moment quadratique section rectangulaire : $I = \frac{1}{12}bh^3$

- Fleche maximale : $F = \frac{Fa}{24EI}(4a^2 - 3L^2)$ pour ce cas : 

- Contrainte de flexion : $\sigma = \frac{1}{I}My$, Charge critique d'Euler : $F = \frac{\pi^2}{l^2}EI$

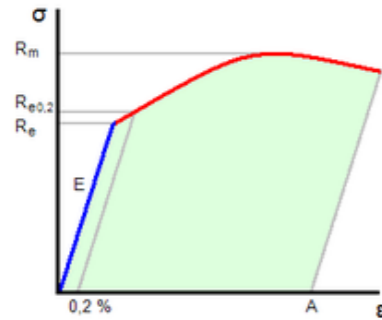
Les repères sont imposés : Repère trigonometrique pour le schéma statique, et repère du cours pour les efforts internes



1. Tracer le schéma statique de la nouvelle panne sablière (1 point)
2. Calculer les réactions aux appuis (1 point)
3. Calculer les efforts MNT de la nouvelle panne sablière (2 point)
4. Tracer les diagrammes MNT de la nouvelle panne sablière (1 point)
5. La largeur de la nouvelle panne sablière étant fixée à 15cm, calculer sa hauteur théorique à l'ELS, en prenant comme contrainte de flèche 1/250^{ème} (1 point)
6. Vérifiez la contrainte normale de flexion à l'ELU de cette nouvelle panne sablière (1 point)
7. Donnez la section standard la plus proche (1 point)
8. Déterminer le moment quadratique d'un des deux poteaux à l'ELU en prenant en compte le flambement (1 point)
9. Proposer une dimension pour ce poteau rectangulaire (1 point)
10. Faire la liste des éléments à commander et le cubage de bois nécessaire (1 point)
11. Quel est le montant des honoraires ? (0 points)

PARTIE A 6 POINTS : QUESTIONNAIRE A CHOIX MULTIPLES

1 – Que représente la pente de la courbe bleue ? 1point



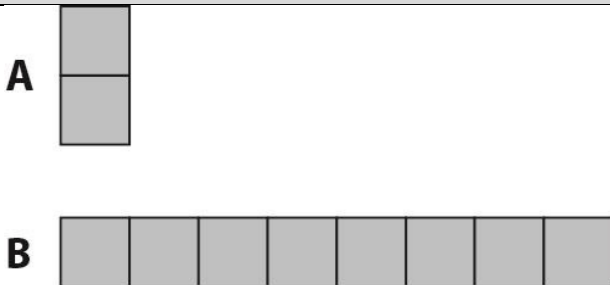
- a. Le module de Young d'un matériau
- b. Le rapport entre la contrainte et la déformation d'un matériau
- c. La phase élastique d'un matériau (« faux » mais accepté)
- d. La limite entre traction et compression

2 – Que représente ce diagramme ? 1,5 points



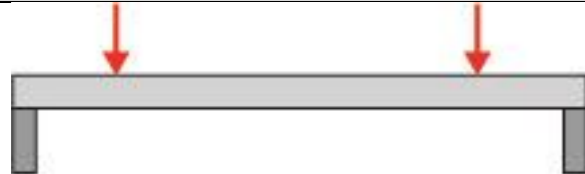
- a. Le moment fléchissant d'une poutre sur appuis simples avec 2 forces ponctuelles
- b. Le moment fléchissant d'une poutre bi-encastree avec 2 forces ponctuelles
- c. Le moment fléchissant d'une poutre sur appuis simples avec 1 force répartie au milieu
- d. L'effort tranchant d'une poutre sur appuis simples avec 1 force répartie au milieu

3 – Laquelle de ces deux sections de poutres résiste le mieux en flexion ? 1,5 points



- a. A
- b. B
- c. Elles sont équivalentes
- d. A de peu
- e. B de peu

4 – Poutre en béton armé sur appuis simples : placer les aciers ? 1 point



- a. En bas entre les flèches
- b. En bas de part et d'autre des flèches
- c. En haut en dehors des flèches et en bas entre les flèches
- d. En bas en dehors des flèches et en haut entre les flèches

5 – Quel ingénieur a pu dessiner ce hangar en béton ? 1 point

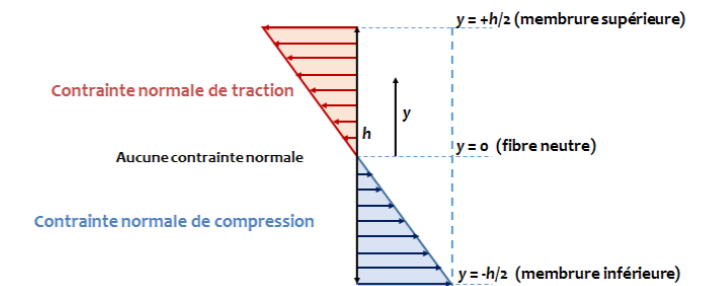


- a. Eugène Freyssinet
- b. Jurg Konzett
- c. Jean Prouvé
- d. Auguste Perret

PARTIE B 6 POINTS : QUESTIONS DE COURS

1 - Qu'est-ce que la contrainte normale de flexion ? Illustrez (1 point)

$$\sigma_{N, flexion} = \frac{M \cdot y}{I_z}$$



2 - Qu'est-ce que le moment quadratique d'une section ? Illustrez (1 point)

L'inertie (moment quadratique) est une grandeur physique qui quantifie la capacité d'un élément à résister à la flexion.

Elle ne dépend que des dimensions et de la forme de la section de cet élément.

$$I_z = \frac{b \cdot h^3}{12} \text{ pour une poutre prismatique largeur } b \text{ et hauteur } h, \text{ en flexion dans le plan.}$$

Positionner les aciers d'une poutre bi-encastree chargée ponctuellement au milieu. Faire des schémas en coupe (2 points)



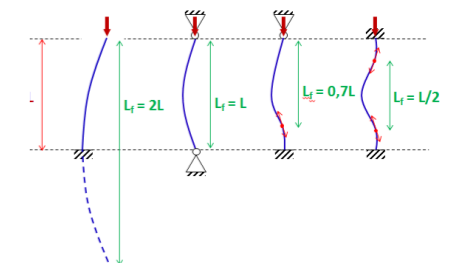
4 – Qu'est-ce que la phase plastique d'un matériau ? Existe-elle pour tous les matériaux ? (1point)

Phase consécutive à la phase élastique (donc pour un matériau sollicité au-delà de sa limite d'élasticité). Grandes déformations pour de petits accroissements de la contrainte, une partie de la déformation (celle dans le domaine plastique) est irréversible.

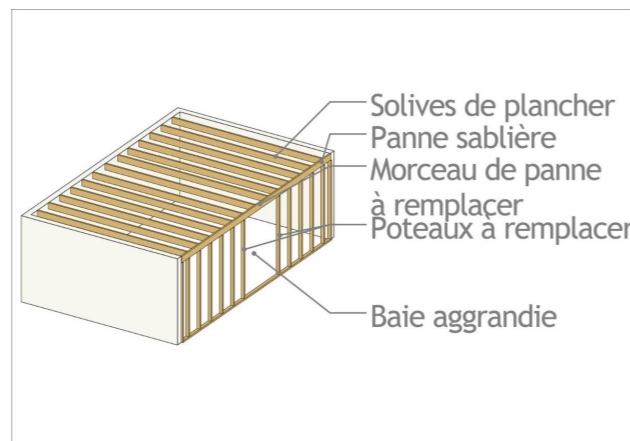
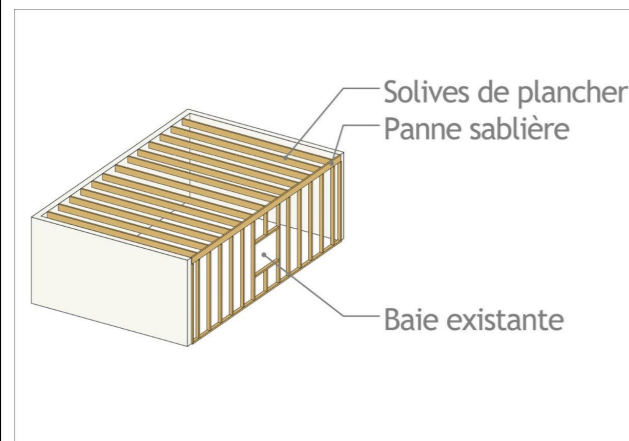
Les matériaux ductiles ont une phase plastique importante, les matériaux fragiles n'ont pas ou presque de phase plastique.

5 – Qu'est-ce que le flambement d'un élément ? Illustrez (1 point)

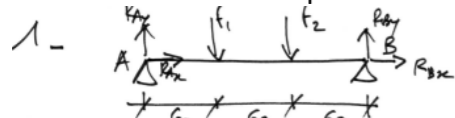
Instabilité autoentretenu d'un matériau qui, soumis à une compression supérieure à la force limite d'Euler, se met brutalement à chercher un équilibre en flexion, ce qui conduira à ruine.



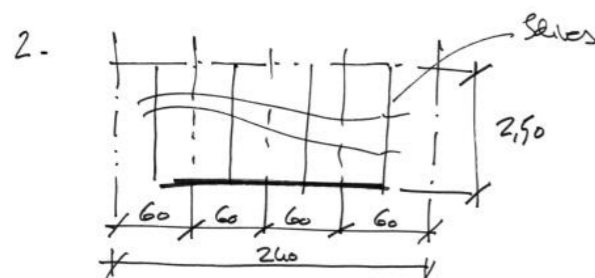
PARTIE C 11 POINTS : PROBLEME – PREMIERE COMMANDE



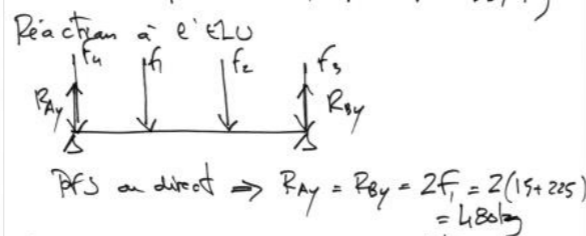
1. Tracer le schéma statique de la nouvelle panne sablière (1 point)



2. Calculer les réactions aux appuis (1 point)

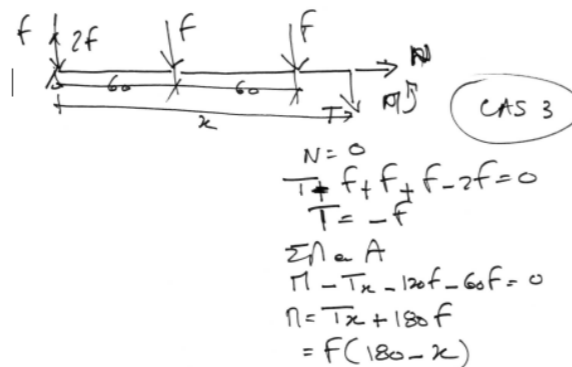
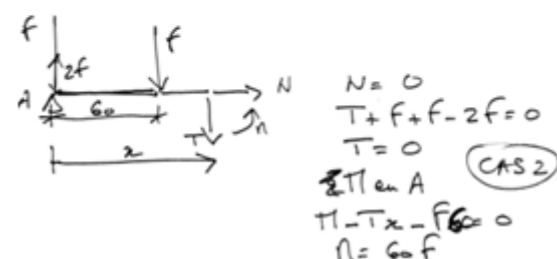
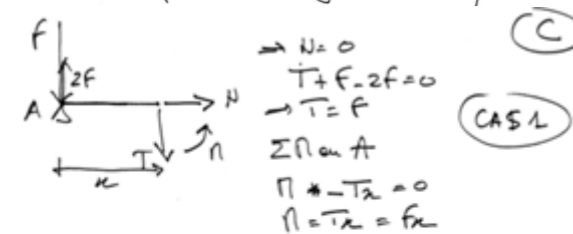


Surface concernée : $2,40 \times 2,50 = 6 \text{ m}^2$
Chaque Solive porte sur la panne $6/4 = 1,5 \text{ m}^2$
Charges plancher/Solive : $1,5 \times 10 = 15 \text{ kg}$
Charges exploitation/Solive : $1,5 \times 150 = 225 \text{ kg}$

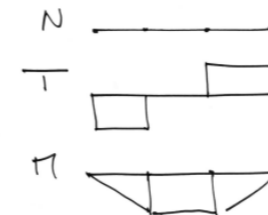


3. Calculer les efforts MNT de la nouvelle panne sablière (2 point)

3 - 3 coupures \rightarrow au fait 2 car équilibre du schéma



4. Tracer les diagrammes MNT de la nouvelle panne sablière (1 point)



5. La largeur de la nouvelle panne sablière étant fixée à 15cm, calculer sa hauteur théorique à l'ELS, en prenant comme contrainte de flèche $1/250^{\text{ème}}$ (1 point)

5 - $f_l = \frac{F a (l a^2 - 3L^2)}{24 E I}$
 $h = \sqrt[3]{\frac{12 F a (l a^2 - 3L^2)}{24 E f_l b}}$
à l'ELS $F = 15 + 225 = 240 \text{ kg} = 2400 \text{ N}$
 $a = 600 \text{ mm}$
 $L = 1800 \text{ mm}$

$f_l = \frac{1800}{250} = 7,2 \text{ mm}$
 $b = 150 \text{ mm}$
 $E = 3000 \text{ N/mm}^2$
 $h = \sqrt[3]{\frac{12 \times 2400 \times 600 \times (4 \times 600^2 - 3 \times 1800^2)}{24 \times 3000 \times 7,2 \times 150}}$
 $= 84,9 \text{ mm}$
ou change $b \neq 150$
 $b = 80$
 $\Rightarrow h = 104,76 = 105 \text{ mm}$

6. Vérifiez la contrainte normale de flexion à l'ELU de cette nouvelle panne sablière (1 point)

$I = \frac{b h^3}{12} = \frac{100 \times 105^3}{12} = 9.646.875 \text{ mm}^4$
 $\sigma = \frac{M y}{I} = \frac{600 F \times 52,5}{9.646.875}$
à l'ELU $F = 1,35 \times 15 + 1,5 \times 225 = 357,75 \text{ kg} = 3577,5 \text{ N}$
 $\sigma = 11,68 \text{ N/mm}^2$

7. Donnez la section standard la plus proche (1 point)

75x150mm ou 100x100mm

8. Déterminer le moment quadratique d'un des deux poteaux à l'ELU en prenant en compte le flambement (1 point)

Proposer une dimension pour ce poteau rectangulaire (1 point)

$F = \frac{\sigma E I}{l^2}$
 $I = \frac{F l^2}{\sigma E}$
 $F = 2 \times 3577,5 = 7155 \text{ N}$
 $= \frac{7155 \times 2700^2}{3,14 \times 9000} = 1.846.716 \text{ mm}^4$
Poteau carré $a = \sqrt[4]{\frac{I}{\sigma E}} = 68 \text{ mm} \approx 7 \text{ cm}$

9. Faire la liste des éléments à commander et le cubage de bois nécessaire (1 point)

1 poutre 100x100mm (l = 1,80m) + 2 poteaux 75x75mm (l = 2,70m)
Cubage : $0,1 \times 0,1 \times 1,80 = 0,018 \text{ m}^3 + 2 \times (0,075 \times 0,075 \times 2,70) = 0,035 \text{ m}^3$