

# STRUCTURE II - RATRAPAGE

Année 2016-2017 - Sylvain Ebode - Marc Leyral

NOM :

PRENOM :

N° ETUDIANT :

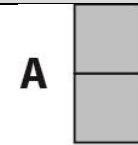
## PARTIE A (5 POINTS) : QUESTIONNAIRE A CHOIX MULTIPLES

1 – Qui a construit le “Duomo” de Florence ? (1point)



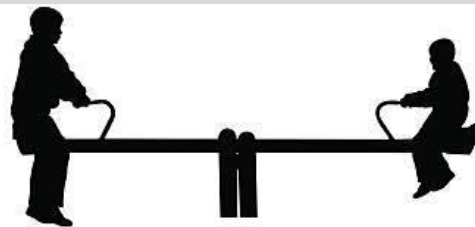
- a. Michel Ange
- b. Palladio
- c. Brunelleschi
- d. La guilde des charpentiers
- e. Personne ne sait

2 – Voici deux sections de poutres (la matière est continue, les subdivisions ne sont là que pour donner l'échelle,  $I=bh^3/12$ ). Laquelle résiste le mieux en flexion ? (1 point)



- a. A
- b. Sans dimensions on ne peut pas savoir
- c. Sans matériau on ne peut pas savoir
- d. B
- e. Elles sont équivalentes

3 – La poutre de cette balançoire est en béton armé, où dois-je placer les aciers ? (1 point)



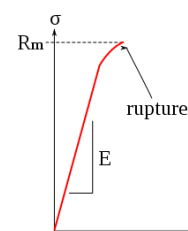
- a. En haut
- b. En bas
- c. En haut et en bas
- d. Au centre
- e. Nulle part

4 – C'est un pont ? (1 point)



- a. Suspendu
- b. A haubans
- c. A trois articulations
- d. Bow string
- e. La forme de l'arc est parabolique
- f. La forme de l'arc est une chaînette

5 – Que montre ce schéma ? (1 point)



- a. Un matériau fragile en traction
- b. Il peut s'agir du verre
- c. Un test de fatigue
- d. Un matériau ductile
- e. Une courbe contrainte / déformation relative
- f. Une courbe force / déformation

## PARTIE B (5 POINTS) : QUESTIONS DE COURS

1 – Expliquer ce qu'est le PFS (1 point)

2 – Qu'est-ce qu'un moment de force ? Illustrez (1 point)

3 – Expliquer en les illustrant les différences entre les contraintes normales dues à un effort normal et les contraintes normales dues à un moment fléchissant ? (1 points)

4 – Qu'est-ce qu'un matériau ductile ? Illustrez et donnez un exemple (1 point).

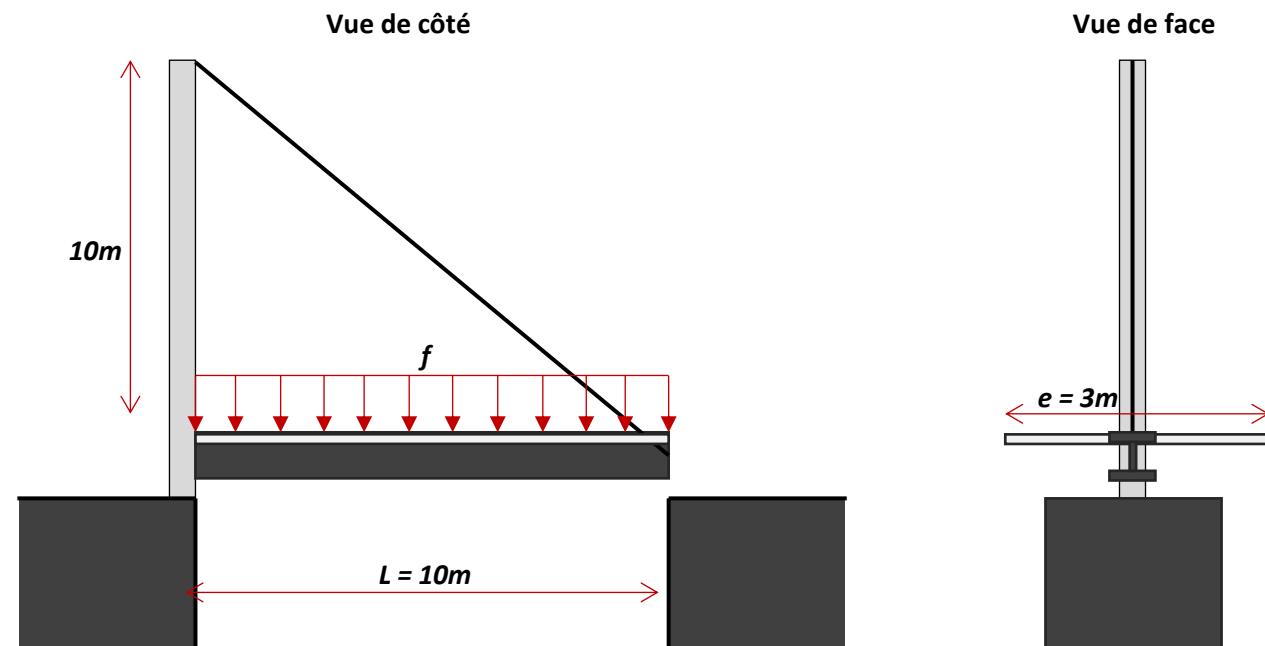
5 – Que signifie la formule :  $\sigma = M \cdot y / I$  (1 point)

## PARTIE C (10 POINTS) : Deux petits problèmes

### PROBLEME 1 (5 Points) : passerelle piétonnière encastrée à un hauban

On considère la passerelle à un hauban ci-dessous :

#### QUESTIONS



- Proposer le schéma statique du problème et calculer le degré de staticité (2 pt)

Indications :

- Il y a trois barres dans le problème
- Le schéma statique est isostatique
- Le schéma statique doit être dessiné en vue de côté

- Sachant que le tablier pèse  $250 \text{ kg/m}^2$  et le poids des piétons est de  $250 \text{ kg/m}^2$ , quelle est la charge linéique  $f$  à l'ELU sur le tablier ? (1 pt)

- Sachant que le moment maximal, au centre de la poutre du tablier, vaut  $M = \frac{q \cdot L^2}{8}$ , déterminer la poutre qu'il convient d'utiliser (1,5 pt)

Indications :

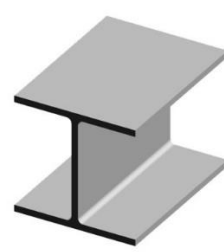
- L'acier du profilé a une limite élastique de  $\sigma_y = 235 \text{ MPa}$
- Nous négligeons le poids propre de la poutre.
- Ci-dessous les inerties des profilés disponibles chez le fournisseur :

IPE 300



h (hauteur profilé) : 300 mm  
I (inertie profilé) :  $8356 \text{ cm}^4$

HEA 300



h (hauteur profilé) : 300 mm  
I (inertie profilé) :  $18260 \text{ cm}^4$

- S'il vous était demandé de dimensionner le mat en acier du pont, quelles seraient les étapes de votre calcul ? (0,5 pt)
- Bonus : S'il vous reste du temps et du courage, dimensionner le mat avec les étapes que vous avez décrites à la question 5. (points à discrétion du correcteur)

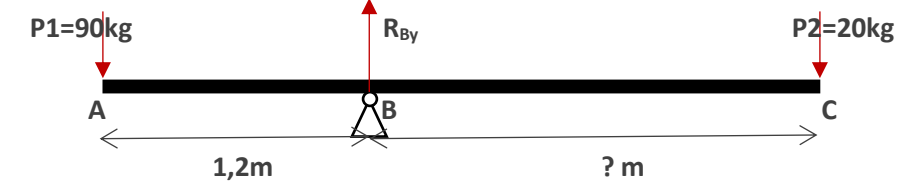
### PROBLEME 2 (6 Points) : Dimensionnement en flexion d'une poutre de balançoire en bois

Il s'agit d'une balançoire en bois que je dois construire dans le jardin d'un ami pour qu'il y joue avec son fils.

Il pèse 90kg et s'assiera au point A.

Je souhaite dimensionner la poutre principale pour qu'il puisse y jouer avec son fils qui pèse 20kg

Voici le schéma statique du linteau en bois :



#### HYPOTHESES SIMPLIFICATRICES

- Nous n'appliquons aucun coefficient ELU ou ELS

#### FORMULAIRE :

- Moment quadratique d'une section rectangulaire de base b et de hauteur h :  $I = bh^3/12$

#### QUELQUES DONNEES

- Bois résineux :
  - Limite d'élasticité en compression :  $\sigma_s = 21 \text{ MPa}$
  - Limite d'élasticité en traction :  $\sigma_s = 14 \text{ MPa}$
  - Module de Young :  $E = 11\,000 \text{ MPa}$  ( $1 \text{ MPa} = 1 \text{ MN/m}^2 = 1 \text{ N/mm}^2$ )

#### QUESTIONS

- Déterminer la longueur de la poutre pour que la balançoire soit à l'équilibre (1 pt)
- Faire les deux coupures et déterminer les diagrammes MNT. (2 pt)
- Où se situe le moment maximal ? Quelle est sa valeur ? (1pt)
- La poutre est de section rectangulaire et sa largeur est de 10cm. Quelle est sa hauteur ? (2 pt).
- Bonus (1 pt)

A l'équilibre le point pivot B peut être assimilé à un encastrement. La valeur de la flèche en A et en C (déformation verticale) peut être donnée par la formule :  $F_{\max} = P \cdot L^3 / 3 \cdot E \cdot I$ , où L est la distance entre B et l'une des extrémités.

Quelle est la valeur de la flèche maximale de la poutre ?

Cette flèche est-elle supérieure au  $1/300^{\text{ème}}$  de la portée ? qu'en conclure ?

# STRUCTURE II - RATTRAPAGE

Année 2016-2017 - Sylvain Ebode - Marc Leyral

NOM : \_\_\_\_\_ PRENOM : \_\_\_\_\_ N° ETUDIANT : \_\_\_\_\_

# CORRIGE

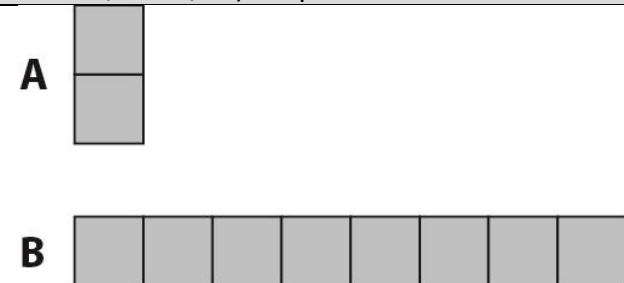
## PARTIE A (5 POINTS) : QUESTIONNAIRE A CHOIX MULTIPLES

1 – Qui a construit le “Duomo” de Florence ? (1point)



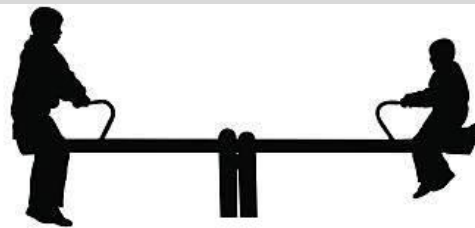
- a. Michel Ange
- b. Palladio
- c. Brunelleschi
- d. La guilde des charpentiers
- e. Personne ne sait

2 – Voici deux sections de poutres (la matière est continue, les subdivisions ne sont là que pour donner l'échelle,  $I=bh^3/12$ ). Laquelle résiste le mieux en flexion ? (1 point)



- a. A
- b. Sans dimensions on ne peut pas savoir
- c. Sans matériau on ne peut pas savoir
- d. B
- e. Elles sont équivalentes

3 – La poutre de cette balançoire est en béton armé, où dois-je placer les aciers ? (1 point)



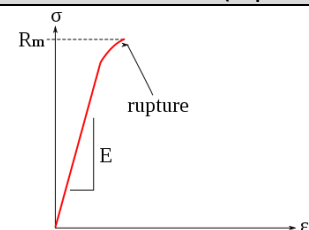
- a. En haut
- b. En bas
- c. En haut et en bas
- d. Au centre
- e. Nulle part

4 – C'est un pont ? (1 point)



- a. Suspendu
- b. A haubans
- c. A trois articulations
- d. Bow string
- e. La forme de l'arc est parabolique
- f. La forme de l'arc est une chaînette

5 – Que montre ce schéma ? (1 point)



- a. Un matériau fragile en traction
- b. Il peut s'agir du verre
- c. Un test de fatigue
- d. Un matériau ductile
- e. Une courbe contrainte / déformation relative
- f. Une courbe force / déformation

## PARTIE B (5 POINTS) : QUESTIONS DE COURS

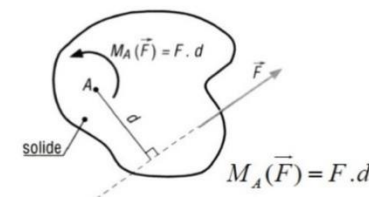
1 – Expliquer ce qu'est le PFS (1 point)

PFS = Principe fondamental de la statique, permet de s'assurer de l'équilibre statique des structures :

- Equilibre en translation par le théorème de la résultante statique  $\sum \vec{F} = 0$
- Equilibre en rotation par le théorème du moment statique  $\sum M_A = 0$

2 – Qu'est-ce qu'un moment de force ? Illustrez (1 point)

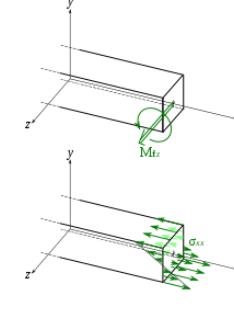
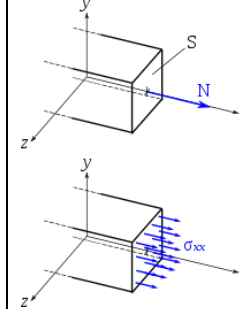
Moment : grandeur physique caractérisant la capacité en rotation.  
Produit de la force par son bras de levier au point de calcul.



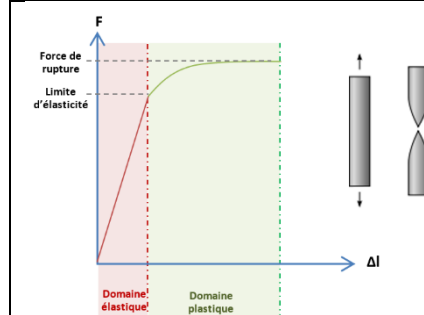
3 – Expliquer en les illustrant les différences entre les contraintes normales dues à un effort normal et les contraintes normales dues à un moment fléchissant ? (1 points)

En traction compression :  $\sigma_{N,N} = N/S$

En flexion :  $\sigma_{N,M} = My/I$



4 – Qu'est-ce qu'un matériau ductile ? Illustrez et donnez un exemple (1 point).



Matériaux ayant – sous certaines conditions – une phase plastique assez nette postérieure à la phase élastique.  
Exemple : acier à température ambiante.

5 – Que signifie la formule :  $\sigma = M*y/I$  (1 point)

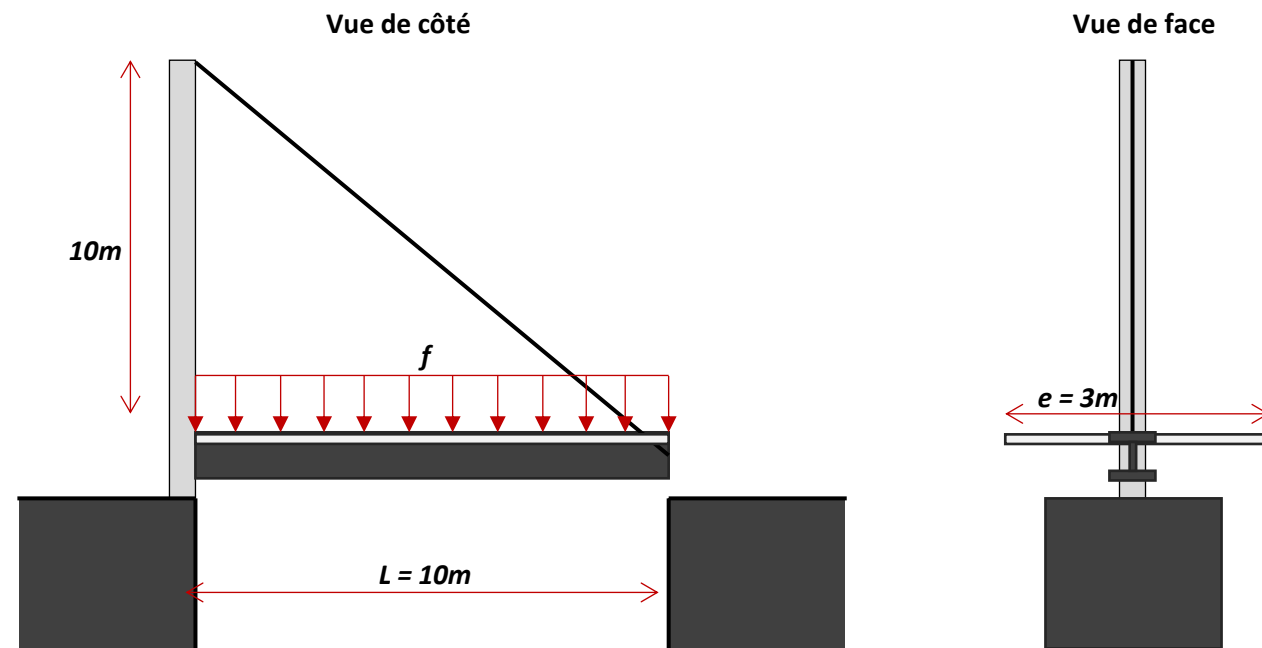
Il s'agit de la formule de la contrainte normale due à la flexion dans un élément.

Elle est proportionnelle au moment fléchissant, à la distance de la membrure par rapport à la fibre neutre et inversement proportionnelle à l'inertie de la section.

## PARTIE C (10 POINTS) : Deux petits problèmes

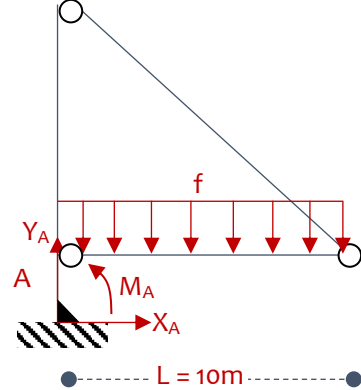
### PROBLEME 1 (5 Points) : passerelle piétonnière encastrée à un hauban

On considère la passerelle à un hauban ci-dessous :



#### QUESTIONS

1. Proposer le schéma statique du problème et calculer le degré de stativité (2 pt)



$$h = i - n = 3 + 2 + 2 + 2 - 3 \times 3 = 0 : \text{isostatique}$$

2. Sachant que le tablier pèse  $250 \text{ kg/m}^2$  et le poids des piétons est de  $250 \text{ kg/m}^2$ , quelle est la charge linéique  $f$  à l'ELU sur le tablier ? (1 pt)

$$f = 1,35 \times 250 \times 3 + 1,5 \times 250 \times 3 = 2137,5 \text{ kg/ml} \approx 21 \text{ kN/ml}$$

3. Déterminer la poutre qu'il convient d'utiliser (1,5 pt)

$$\sigma_{IPE300} = \frac{M \cdot y}{I_{IPE300}} = \frac{0,021 \text{ MN/m} \cdot 10 \text{ m}^2 \cdot 0,15 \text{ m}}{8 \cdot 8356 \cdot 10^{-8}} = 471 \text{ MPa} > \sigma_y = 235 \text{ MPa} \rightarrow \text{ne convient pas}$$

$$\sigma_{HEA300} = \frac{M \cdot y}{I_{HEA300}} = \frac{0,021 \text{ MN/m} \cdot 10 \text{ m}^2 \cdot 0,15 \text{ m}}{8 \cdot 18260 \cdot 10^{-8}} = 215 < \sigma_y = 235 \text{ MPa} \rightarrow \text{convient}$$

4. S'il vous était demandé de dimensionner le mat en acier du pont, quelles seraient les étapes de votre calcul ? (0,5 pt)  
D'abord calculer la contrainte normale N/S et comparer à la limite d'élasticité de l'acier (235 MPa) puis vérifier le flambement en s'assurant que l'effort normal N est inférieur à la force critique d'Euler  $\pi^2 EI/l^2$ .

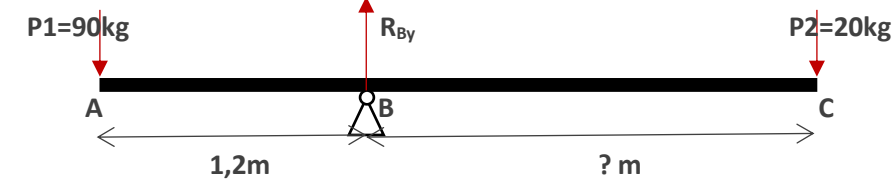
### PROBLEME 2 (6 Points) : Dimensionnement en flexion d'une poutre de balançoire en bois

Il s'agit d'une balançoire en bois que je dois construire dans le jardin d'un ami pour qu'il y joue avec son fils.

Il pèse 90kg et s'assiéra au point A.

Je souhaite dimensionner la poutre principale pour qu'il puisse y jouer avec son fils qui pèse 20kg

Voici le schéma statique du linteau en bois :



#### QUELQUES DONNEES

- Limite d'élasticité en compression :  $\sigma_s = 21 \text{ MPa}$
- Limite d'élasticité en traction :  $\sigma_s = 14 \text{ MPa}$
- Module de Young :  $E = 11\,000 \text{ MPa}$  ( $1 \text{ MPa} = 1 \text{ MN/m}^2 = 1 \text{ N/mm}^2$ )

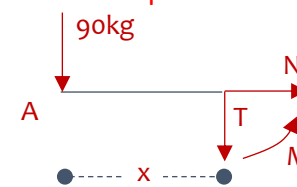
#### QUESTIONS

2. Déterminer la longueur de la poutre pour que la balançoire soit à l'équilibre (1 pt)

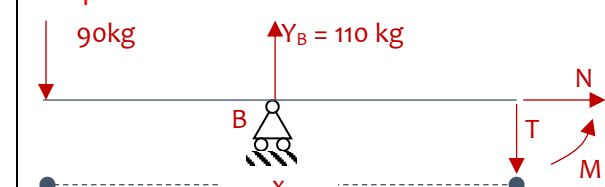
$$\text{À l'équilibre : } 90 \text{ kg} \times 1,2 \text{ m} = 20 \text{ kg} \times L : L = 90 \times 1,2 / 20 = 5,4 \text{ m}$$

3. Faire les deux coupures et déterminer les diagrammes MNT. (2 pt)

Coupe 1 :



Coupe 2 :



PFS sur les forces en X :  $N = 0$

PFS sur les forces en Y :  $-90 \text{ kg} - T \rightarrow T = -90 \text{ kg}$

PFS sur les moments en A :  $-T \cdot x + M = 0$

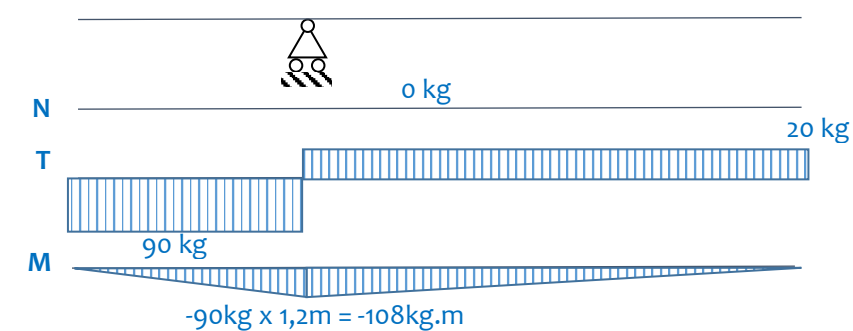
$\rightarrow M = T \cdot x$

PFS sur les forces en X :  $N = 0$

PFS sur les forces en Y :  $-90 \text{ kg} + Y_B - T \rightarrow T = 20 \text{ kg}$

PFS sur les moments en A :  $Y_B \cdot 1,2 \text{ m} - T \cdot x + M = 0$

$\rightarrow M = T \cdot x - 132 \text{ kg} \cdot \text{m}$



4. Ou se situe le moment maximal ? Quelle est sa valeur ? (1pt) : Au pivot, il vaut  $-90 \text{ kg} \times 1,2 \text{ m} = -108 \text{ kg} \cdot \text{m}$

5. La poutre est de section rectangulaire et sa largeur est de 10cm. Quelle est sa hauteur ? (2 pt).

$$\sigma_{N,M} = \frac{M \cdot y}{I_z} = \frac{M \cdot h/2}{\frac{b \cdot h^3}{12}} \leq \sigma_{y,min} = \sigma_s \rightarrow h \geq \sqrt{\frac{6 \cdot M}{b \cdot \sigma_s}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 108000 \text{ N} \cdot \text{mm}}{100 \text{ mm} \cdot 14 \text{ N/mm}^2}} \approx 68 \text{ mm}$$