

# STRUCTURE I- PARTIEL

Année 2018-2019 - Sylvain Ebode - Marc Leyral

NOM :

PRENOM :

N° ETUDIANT :

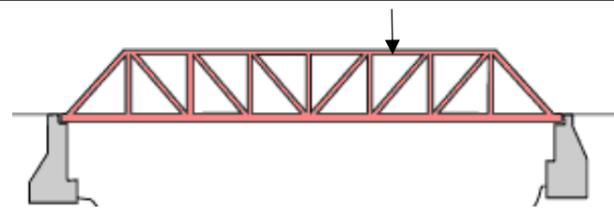
## PARTIE A / 5 POINTS : QUESTIONNAIRE A CHOIX MULTIPLES

1 – Qu'est-ce qui est vrai à propos de cette formule ? (1point)

$$1,35*(G + G') + 1,5*Q$$

- C'est une combinaison de charges
- Elle est utilisée pour calculer les déformées
- Elle correspond à un ELU
- Elle est utilisée pour vérifier la résistance
- Elle correspond à un ELS

2 – Que peut-on dire si une charge est appliquée sur une poutre treillis comme sur le dessin ? (1 point)



- Le PFS n'est plus applicable
- Toutes les barres fonctionneront en traction ou en compression simple
- Elle n'est plus isostatique
- Une barre sera mise en flexion
- Toutes les barres sont rotulées entre elles

3 - Ces lampadaires sont encastrés au sol. Quel est leur degré de staticité ?



- 0, ils sont hyperstatiques
- 0, ils sont isostatiques
- 0, ils sont hypostatiques
- +1, ils sont hyperstatiques
- La réponse n'est pas dans les choix proposés

4 – Qu'est-ce qui est vrai à propos du moment d'une force ? (1 point)

- Il peut provoquer une translation
- Il peut provoquer un basculement
- Il est le produit de la force par la distance au point de calcul
- Il s'exprime en N/m<sup>2</sup>
- Il ne dépend pas de la force

5 – Quelles sont les réactions d'appuis possibles pour le schéma statique de cette poutre en porte-à-faux ? (1 point)



- {R<sub>x</sub>, R<sub>y</sub>, M<sub>z</sub>}
- {M<sub>z</sub>}
- {R<sub>x</sub>, R<sub>y</sub>}
- {R<sub>x</sub>, M<sub>z</sub>}
- Aucune, voici ma proposition :

## PARTIE B / 5,5 POINTS : QUESTIONS DE COURS

1 – Que signifient ces équations ? Sous quelle appellation les connaît-on ? (1 point)

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

$$\sum MA(F) = 0$$

2 – Qu'est-ce que l'état limite ultime, quand l'utilise-t-on et donnez un exemple de combinaison de charges qui y correspond ? (1 points)

3 – Citez les principales classes de charges ? Quelles lettres leur sont associées (1 points)

4 - Qu'est-ce qu'une poutre isostatique ? Sur quels types d'appuis repose-t-elle ? (1 point)

5 - Qu'est-ce que la charge critique d'Euler ? Donnez sa formule en la commentant. (1,5 point)

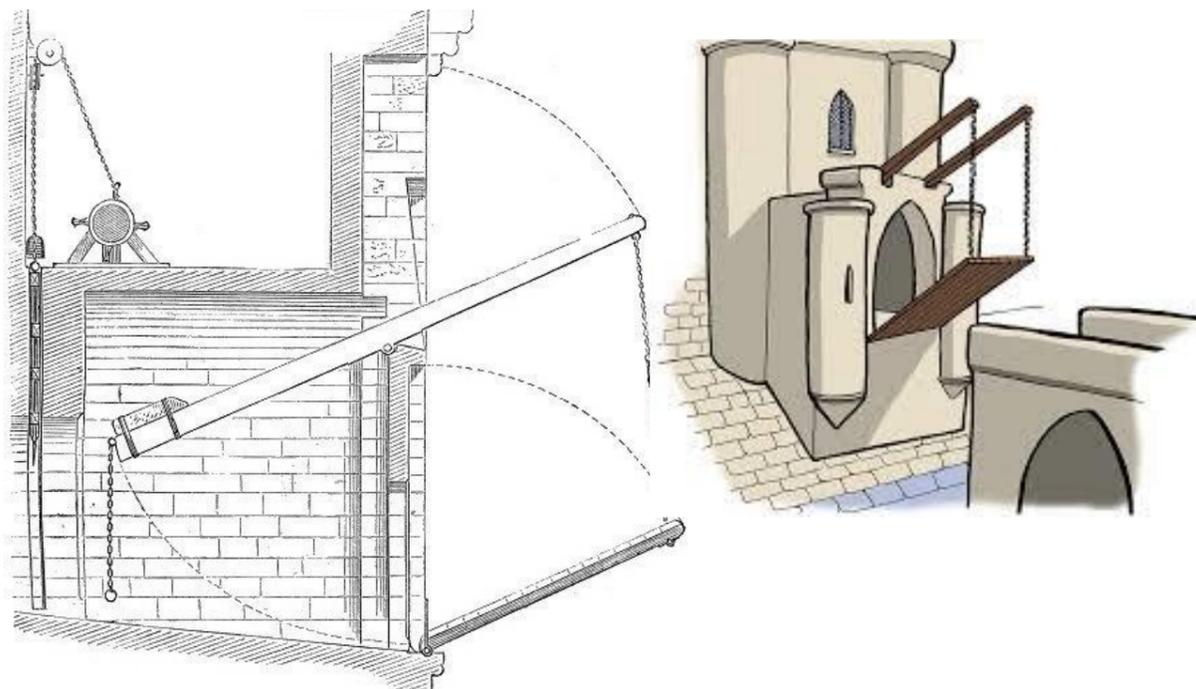
## PARTIE C 11 POINTS : DEUX PETITS PROBLEMES

### PROBLEME 1 / LES MOMENTS / LE PONT-LEVIS (4,5 POINTS)

Un pont-levis est un type de pont mobile défensif qui se baisse et se lève pour ouvrir ou fermer le passage au-dessus d'un fossé encerclant un ouvrage fortifié.

- Le pont est composé de 2 poutres latérales et d'un platelage. Il mesure 5m de long et 2m de large. Il est en bois et pèse 100kg/m<sup>2</sup>
- Les deux bras mesurent 11m de long et sont saillants vers l'extérieur de 5m
- Les bras sont positionnés à 4m de hauteur

L'objectif est de déterminer le nombre d'hommes nécessaires pour manipuler le pont-levis

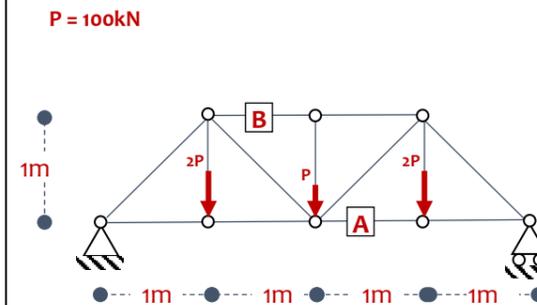


#### QUESTIONS

1. Quelle est la charge linéique sur chacune des poutres du pont ? (0,5 pt)
2. En fonction de la coupe donnée, proposez un schéma statique pour une poutre du pont, pont baissé (1 pt)
3. A l'aide du PFS déterminer les réactions aux appuis de cette poutre (0,5 pt).
4. Sachant qu'une pierre est accrochée à l'extrémité de chaque bras et que l'ensemble du pont doit être manipulé par seulement deux hommes de 70kg chacun, faire le schéma statique d'un bras (1 pt)
5. Quelle est la masse minimum de la pierre pour que le pont fonctionne avec deux hommes au total ? (1,5 pt)

### PROBLEME 2 / POUTRE TREILLIS (6,5 POINTS)

On considère la poutre treillis d'un pont ferroviaire du Pacifique Sud, qui fait maintenant partie du sentier régional Iron Horse dans le comté de Contra Costa, en Californie :



#### QUESTIONS

1. Comment s'appelle ce type de treillis ? (0,5 pts)
2. Résoudre par la méthode de votre choix la totalité du treillis (calculs des efforts dans toutes les barres) (3 pts)
3. Dimensionnez la barre A en tube rond plein sachant que l'effort est de 250kN en traction (sans coefficients ELU) (1 pt), avec un acier de résistance 235 MPa (rappel :  $1\text{ MPa} = 1\text{N}/1\text{mm}^2 = 1\text{MN}/1\text{m}^2$ ).
4. Dimensionnez la barre B en tube rond plein sachant que l'effort est de 300kN en compression (sans coefficients ELU) (2 pt), avec un acier de résistance 235 MPa.

PM :

$$I = \text{moment quadratique d'une section circulaire} = \frac{\pi \cdot D^4}{64}$$

E = module d'élasticité de l'acier : 210 000 MPa

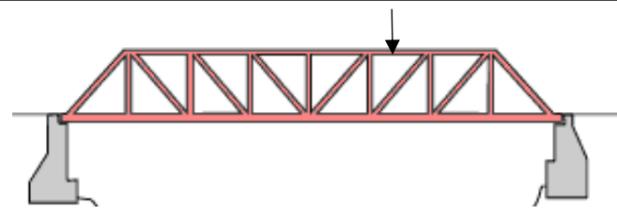
**PARTIE A / 5 POINTS : QUESTIONNAIRE A CHOIX MULTIPLES**

1 – Qu'est-ce qui est vrai à propos de cette formule ? (1point)

$$1,35*(G + G') + 1,5*Q$$

- a. C'est une combinaison de charges
- b. Elle est utilisée pour calculer les déformées
- c. Elle correspond à un ELU
- d. Elle est utilisée pour vérifier la résistance
- e. Elle correspond à un ELS

2 – Que peut-on dire si une charge est appliquée sur une poutre treillis comme sur le dessin ? (1 point)



- a. Le PFS n'est plus applicable
- b. Toutes les barres fonctionneront en traction ou en compression simple
- c. Elle n'est plus isostatique
- d. Une barre sera mise en flexion
- e. Toutes les barres sont rotulées entre elles

3 - Ces lampadaires sont encastrés au sol. Quel est leur degré de staticité ?



- a. 0, ils sont hyperstatiques
- b. 0, ils sont isostatiques
- c. 0, ils sont hypostatiques
- d. +1, ils sont hyperstatiques
- e. La réponse n'est pas dans les choix proposés

4 – Qu'est-ce qui est vrai à propos du moment d'une force ? (1 point)

- a. Il peut provoquer une translation
- b. Il peut provoquer un basculement
- c. Il est le produit de la force par la distance au point de calcul
- d. Il s'exprime en N/m<sup>2</sup>
- e. Il ne dépend pas de la force

5 – Quelles sont les réactions d'appuis possibles pour le schéma statique de cette poutre en porte-à-faux ? (1 point)



- a. {R<sub>x</sub>, R<sub>y</sub>, M<sub>z</sub>}
- b. {M<sub>z</sub>}
- c. {R<sub>x</sub>, R<sub>y</sub>}
- d. {R<sub>x</sub>, M<sub>z</sub>}
- e. Aucune, voici ma proposition :

**PARTIE B / 5,5 POINTS : QUESTIONS DE COURS**

1 – Que signifient ces équations ? Sous quelle appellation les connaît-on ? (1 point)

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

$$\sum MA(F) = 0$$

Equation du Principe fondamental de la statique : une structure est en équilibre en translation si et seulement si la somme des forces est nulle (valable aussi en projection sur X et Y) – théorème de la résultante statique – et en équilibre rotationnel si et seulement si la somme des moments en tout point est nulle.

2 – Qu'est-ce que l'état limite ultime, quand l'utilise-t-on et donnez un exemple de combinaison de charges qui y correspond ? (1 points)

L'état limite ultime est une combinaison de charge utilisée à l'ELU pour vérifier la condition de sécurité des usagers (résistance de la structure), par exemple 1,35 (G + G') + 1,5 Q

3 – Citez les principales classes de charges ? Quelles lettres leur sont associées (1 points)

- Charges permanentes : structurelles (G) et non structurelles (G')
- Charges variables : climatiques (vent W, neige S) et d'exploitation (Q)
- Charges accidentelles : séisme, choc de véhicule, etc.

4 - Qu'est-ce qu'une poutre isostatique ? Sur quels types d'appuis repose-t-elle ? (1 point)

Une poutre isostatique est une poutre qui possède un équilibre unique. Elle est par exemple posée sur une rotule d'une part et un appui simple d'autre part.

5 - Qu'est-ce que la charge critique d'Euler ? Donnez sa formule en la commentant. (1,5 point)

Charge au-delà de laquelle un élément en compression va flamber, elle croît avec l'élasticité du matériau et son inertie, et décroît avec le carré de la longueur de flambement :

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{l_f^2}$$

PARTIE C 12 POINTS : DEUX PETITS PROBLEMES

PROBLEME 1

1. Quelle est la charge linéique sur chacune des poutres du pont ? (0,5 pt)

Surface totale du pont :  $5 \times 2 = 10\text{m}^2$

Charge totale du pont :  $10\text{m}^2 \times 100\text{kg/m}^2 = 1000 \text{ kg}$

Chaque poutre prend la moitié de cette charge soit :  $500 \text{ kg}$

Les poutres mesurent 5m de longueur, la charge linéique de chaque poutre est donc :  $500\text{kg}/5\text{m} = 100\text{kg/m}$

2. En fonction de la coupe donnée, proposez un schéma statique pour une poutre du pont, pont baissé (1 pt)

Poutre isostatique sur une rotule et un appui simple



3. A l'aide du PFS déterminer les réactions aux appuis de cette poutre (0,5 pt)

$R_{Ay} = R_{By} = 250\text{kg}$

4. Sachant qu'une pierre est accrochée à l'extrémité de chaque bras et que l'ensemble du pont doit être manipulé par seulement deux hommes de 70kg chacun, faire le schéma statique d'un bras (1 pt)



5. Quelle est la masse minimum de la pierre pour que le pont fonctionne avec deux hommes au total ? (1,5 pt)

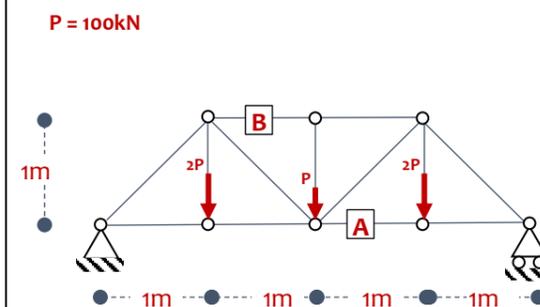
Soit  $m$  la masse d'une pierre, l'équilibre des moments par rapport au centre de rotation s'écrit :

$$70 \times 6 + m \times 6 - 250 \times 5 = 0$$

$$m = 138,3 \text{ kg}$$

PROBLEME 2 / POUTRE TREILLIS (6 POINTS)

On considère la poutre treillis d'un pont ferroviaire du Pacifique Sud, qui fait maintenant partie du sentier régional Iron Horse dans le comté de Contra Costa, en Californie :

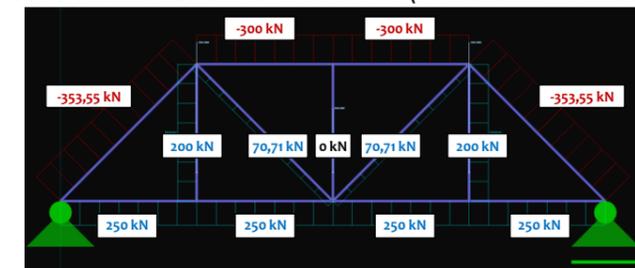


RÉPONSES

1. Comment s'appelle ce type de treillis ? (0,5 pts)

Treillis de type Warren avec montants

2. Résoudre par la méthode de votre choix la totalité du treillis (calculs des efforts dans toutes les barres) (3 pts)



3. Dimensionnez la barre A en tube rond plein sachant que l'effort est de 250kN en traction (sans coefficients ELU) (1 pt), avec un acier de résistance 235 MPa (rappel :  $1 \text{ MPa} = 1\text{N}/1\text{mm}^2 = 1\text{MN}/1\text{m}^2$ ).

$$\sigma = \frac{N}{S} = \frac{N}{\pi \cdot r^2} \leq \sigma_y = 235 \text{ MPa} \quad \text{donc} : r = \sqrt{\frac{N}{\pi \cdot \sigma_y}} = \sqrt{\frac{250\,000 \text{ N}}{\pi \cdot 235 \text{ MPa}}} \approx 19 \text{ mm}$$

4. Dimensionnez la barre B en tube rond plein sachant que l'effort est de 300kN en compression (sans coefficients ELU) (1 pt), avec un acier de résistance 235 MPa.

$$\sigma = \frac{N}{S} = \frac{N}{\pi \cdot r^2} \leq \sigma_y = 235 \text{ MPa} \quad \text{donc} : r = \sqrt{\frac{N}{\pi \cdot \sigma_y}} = \sqrt{\frac{300\,000 \text{ N}}{\pi \cdot 235 \text{ MPa}}} \approx 21 \text{ mm}$$

Il s'agit d'une membrure en compression, susceptible de flamber. La charge critique d'Euler s'écrit :

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{l^2} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot \frac{\pi \cdot d^4}{64}}{l^2} \geq 300 \text{ kN} \quad \rightarrow d \geq \sqrt[4]{\frac{300\,000 \text{ N} \cdot 64 \cdot (1000 \text{ mm})^2}{\pi^3 \cdot 210\,000 \text{ MPa}}} \approx 42 \text{ mm}$$

Le flambement est dimensionnant, il s'agira donc de choisir une membrure de 42mm.