

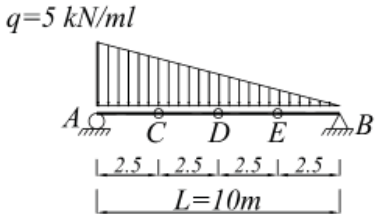
EXAMEN DE STRUCTURE I

Année 2014-2015 - Raphaël Arlot - Sylvain Ebodé

Nom: Prénom: N°de carte étudiant :

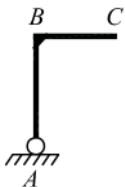
PREMIERE PARTIE (5 pts): QUESTIONNAIRE A CHOIX MULTIPLES (QCM)

Question 1 - Déterminer la force ponctuelle équivalente à la force linéique proposée:



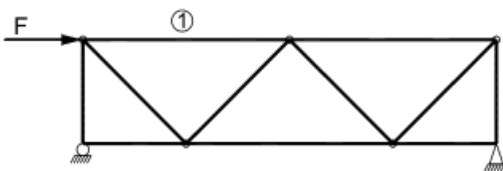
- 1 - force d'intensité de 25 kN, placée en D
- 2 - force d'intensité de 25 kN, placée en C
- 3 - force d'intensité de 25 kN, placée en E
- 4- La réponse n'est pas précédemment mentionnée

Question 2 - Définir la staticité de la structure suivante:



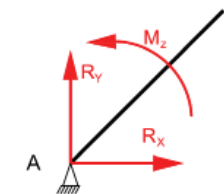
- 1 - Isostatique
- 2 - Hypostatique
- 3 - Hyperstatique
- 4- La réponse n'est pas précédemment mentionnée

Question 3 - Quel est le type d'effort transisant dans la membrure supérieure 1 de la poutre treillis. nota: $F>0$.



- 1 - Flexion
- 2 - Traction
- 3 - Compression
- 4- La réponse n'est pas précédemment mentionnée

Question 4 - Quelles sont les iconnues statiques nulles?



- 1 - R_x , R_y et M_z
- 2 - R_x , M_z
- 3 - R_y
- 4 - M_z

Question 5 - Quelle est la masse linéaire d'une poutre en acier d'une section de 10cm²? Poids volumique de l'acier = 7850kg/m³

- 1 - 0.78 kg/ml
- 2 - 785 kN/ml
- 3 - 78.5 N/ml
- 4 - 7.85 kg/ml

DEUXIEME PARTIE (5pts): QUESTIONS DE COURS.

Question 1 - Décrire qualitativement et mécaniquement les trois principaux organes de liaison dans le plan.

Question 2 - Définir la compression et la traction. Quelle est la différence entre ces deux sollicitations du point de vue des instabilités?

Question 3 - Pourquoi les barres d'une poutre treillis sont-elles rotulées entre elles?

Question 4 - Expliquer comment se comporte le vent sur les différentes parois d'un bâtiment?

Question 5 - Définir le concept de moment en mécanique?

TROISIÈMEMENT PARTIE: PROBLÈME.

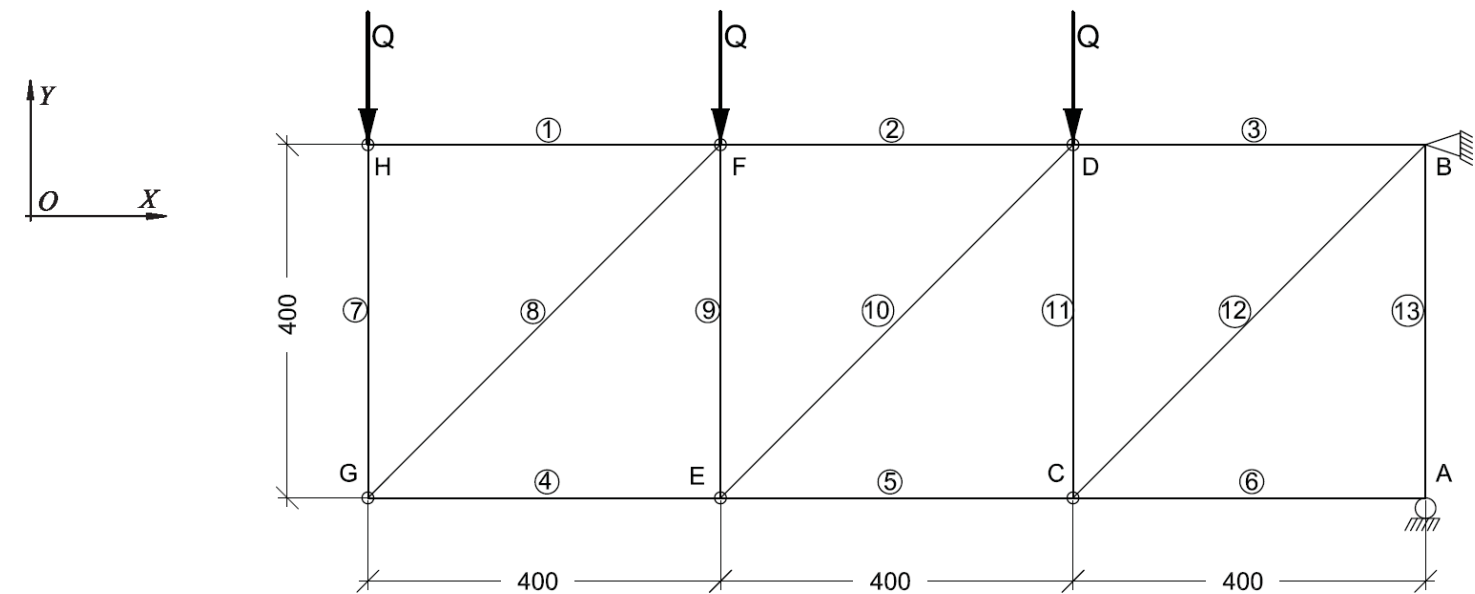
Hypothèse: $Q=100\text{ kN}$. Les dimensions sont données en cm. Structure en acier Module de Young $E:210\text{ 000Mpa}$

$$F = \frac{\pi^2 EI}{l_k^2}$$

- 1- Définir quelle est le degré de staticité de la poutre treillis suivante? Quelle est la longueur de la barre 8?
- 2- Que vaut la longueur de flambement de la barre 8? Expliciter votre réponse en explicitant le concept de flambement.
- 3- Déterminer les réactions aux appuis.
- 4- Calculer les valeurs des efforts des barres 6 et 13.
- 5- Calculer l'effort dans les barres 3 et 12.
- 6- Calculer l'effort dans la barre 2 par la méthode de votre choix?
- 7- Calculer les efforts dans les barre 1 et 7?
- 8- Faire un schéma récapitulatif présentant les efforts dans les barres. Indiquer par un code couleur les barres comprimées et tendues?
- 9- Considérant un acier S235, ie une contrainte admissible limite de 235 Mpa (=N/mm²), déterminer la section d'acier minimum (ie le coté minimum du profil) nécessaire pour résister aux efforts de la barre 12. On considère un profil de section carré plein.
- 10- Considérant un acier S235, ie un module de young de **E:210 000 Mpa**, déterminer la section d'acier minimum (ie le côté minimum du profil) nécessaire pour résister aux efforts de la barre 6. On considère un profil de section carré plein.

EXAMEN DE STRUCTURE I

Année 2014-2015 - Raphaël Arlot - Sylvain Ebodé



PREMIERE PARTIE (5 pts): QUESTIONNAIRE A CHOIX MULTIPLES (QCM)

Question 1 : réponse 4.

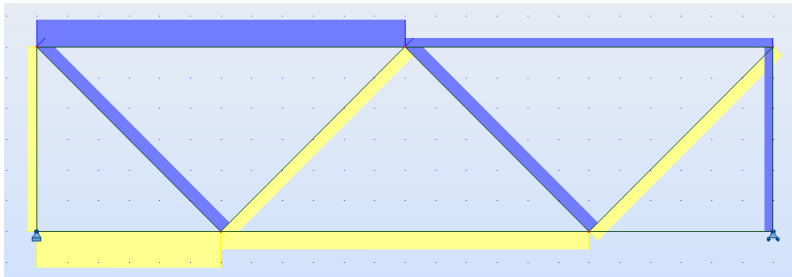
La réponse n'est pas mentionnée car la charge est triangulaire et sa résultante se situe donc au tiers de la barre en partant de A, où la force est maximale (donc ni au quart, ni à la moitié, ni aux trois quarts).

Question 2 : réponse 2.

$h = i - n = (2+3) - 6 = -1$: structure hypostatique, en effet la potence peut tourner en pied et s'effondrer

Question 3 : réponse 3.

La preuve (compression en bleu et traction en jaune) :



Question 4 : réponse 4.

La rotule laisse s'exprimer seulement le moment. Il n'y a donc pas de réaction en moment, mais il y a bien les réactions en translation.

Question 5 : réponses 3 et 4.

Volume d'un mètre de poutre : $1m \cdot (10 \cdot 10^{-4})m^2 = 0.001 m^3$. Masse : $0.001 \cdot 7850 = 7.85 kg \approx 78.5 N$.

DEUXIEME PARTIE (5pts): QUESTIONS DE COURS.

Question 1 :

L'Appui simple ou Appui glissant		
Représentation	DDL : 1 translation + 1 rotation	1 Réaction en force = 1 inconnue
Appui		
La Rotule ou Articulation		
Représentation	DDL : 1 rotation	2 Réactions en force = 2 inconnues
Appui Liaison		
L'Encastrement		
Représentation	DDL : aucun	2 Réactions en force + 1 Réaction en moment = 3 inconnues
Appui Liaison		

Question 2 :

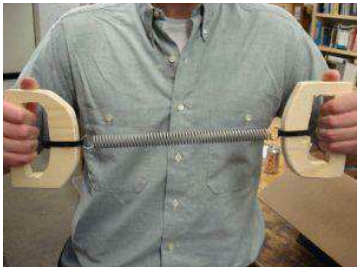
- **La compression**
 - La compression intervient lorsqu'on « **pousse** » sur un matériau
 - La compression implique le **raccourcissement** du matériau
 - Inversement, si un matériau se raccourcit alors un effort de compression est en jeu en son sein.

Exemple : une éponge.



- **La traction**
 - La traction intervient lorsqu'on « **tire** » sur un matériau
 - La traction implique l'**allongement** du matériau
 - Inversement, si un matériau s'allonge alors un effort de traction est en jeu en son sein.

Exemple : un élastique.



La compression peut provoquer le flambement de la structure (instabilité), la traction non.

Question 3 :

Les rotules laissent s'exprimer le moment puisqu'elles permettent de laisser les barres tourner les unes par rapport aux autres. Elles ne transmettent donc ni effort tranchant, ni moment, cela permet de n'avoir que de la compression ou de la traction dans les barres, ce qui est plus facile à gérer.

Question 4 :

Le vent est une force surfacique horizontale dont la pression dépend de nombreux facteurs (augmente avec l'altitude, la rugosité du terrain, les constructions environnantes). Il implique la mise en place de contreventements dans les trois plans de l'espace.

Question 5 :

Le moment est une grandeur physique qui quantifie la capacité à tourner (rotation). Elle provoque le basculement des structures.
La valeur du moment est le produit d'une force par un bras de levier (distance séparant la force du point de calcul par projection orthogonale).

MOMENT [N.m] = FORCE [N] x DISTANCE [m]

TROISIÈME PARTIE: PROBLÈME.

Question 1 :

$$H = i - n$$

$$13 \text{ barres} : n = 13 \times 3 = 39$$

$$\text{Nombre d'inconnues} : i = 39$$

$$\text{Donc } H = 39 - 39 = 0 : \text{structure isostatique}$$

Longueur de la barre 8 :

$$\sqrt{400^2 + 400^2} = 565 \text{ cm}$$

Question 2 :

La barre 8 est rotulée – rotulée (car on est dans un treillis). Le coefficient à appliquer à sa longueur pour obtenir sa longueur de flambement est donc 1.

Donc :

$$l_f = 1 * l = 565 \text{ cm}$$

Question 3 :

Il s'agit d'une poutre treillis isostatique :

Appui simple B : une seule réaction R_{BX}

Rotule en A : deux réactions R_{AX} et R_{AY}

Le sens des flèches est pris au hasard.

On applique le PFS sur les forces projeté en X :

$$\sum F_X = 0$$

Donc :

$$-R_{BX} - R_{AX} = 0$$

$$R_{BX} = -R_{AX}$$

Puis on applique le PFS sur les forces projeté en Y :

$$\sum F_Y = 0$$

Donc :

$$-3Q + R_{AY} = 0$$

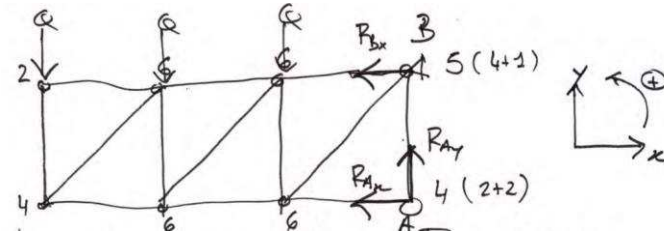
$$R_{AY} = 3Q = 300 \text{ kN}$$

Puis on applique le PFS sur les moments au point A (pour éliminer R_{AX} et R_{AY}) :

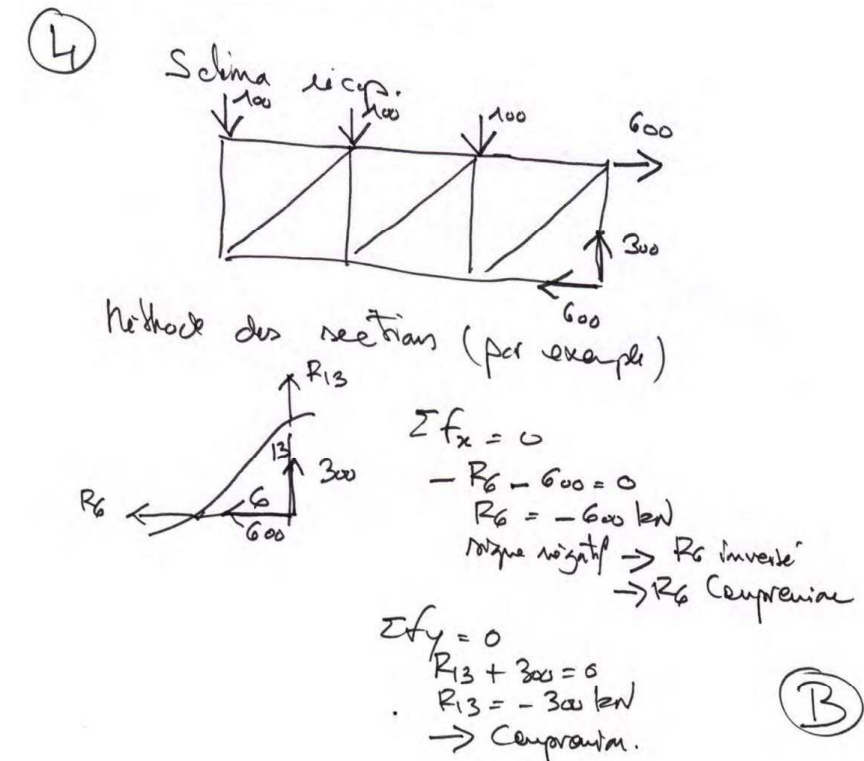
$$\sum M_A = 0$$

$$\sum M_A = Q * 3l + Q * 2l + Q * l + R_{BX} * l = 0$$

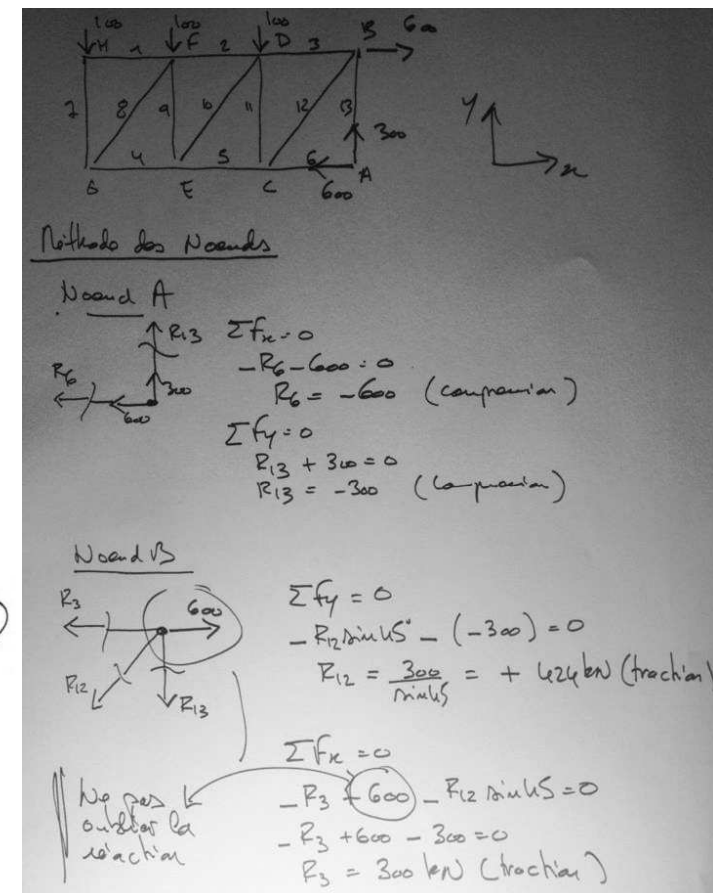
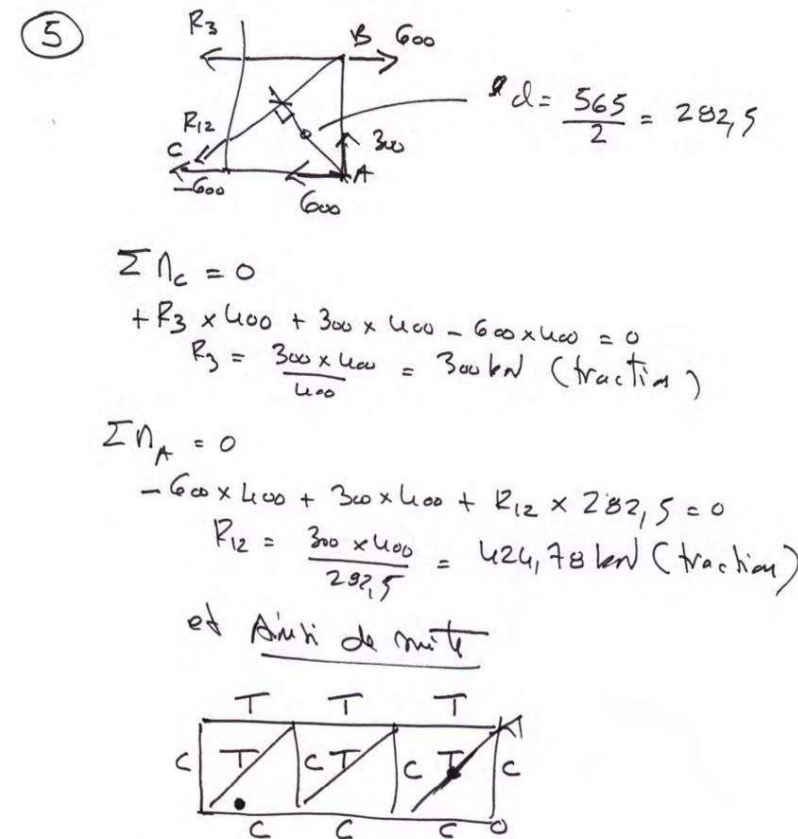
$$R_{BX} = -6Q = -600 \text{ kN}$$



Question 4 :

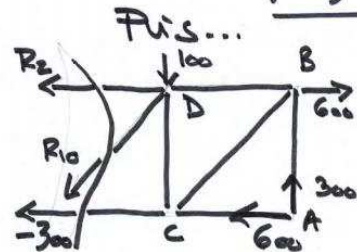
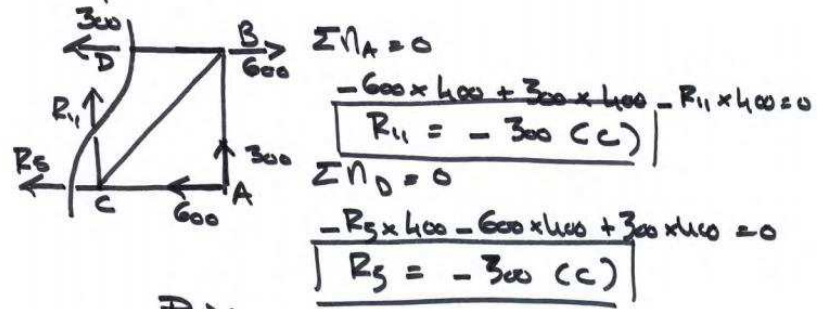


Question 5 :



Question 6 :

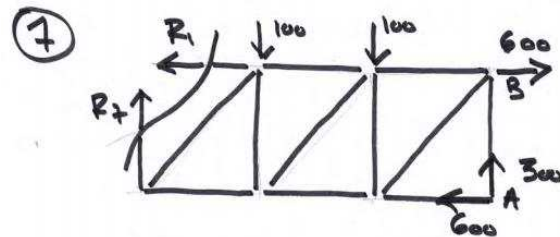
⑥ Pour calculer l'offat dans la borne 2, on commence par 11 et 5 (c'est pas d'inconnues on peut le faire)



Méthode
des Noeuds
perilleux et
+ rapide ?
ou Noeud ?

$$\begin{aligned} \sum \Pi_B &= 0 \\ R_0 \times 282,5 + 400 \times 400 - (-300) \times 400 \\ - 600 \times 400 &= 0 \\ \underline{R_0 = 283,2 \text{ (T)}} \end{aligned}$$

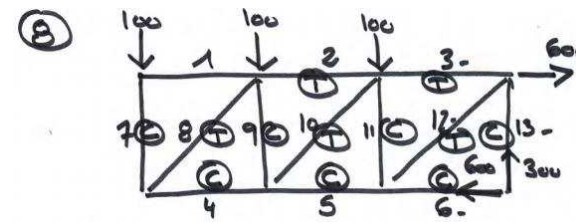
Question 7 :



$$\begin{aligned} \sum F_x &= 0 \\ -R_7 \times 1200 - 600 \times 400 + 100 \times 400 + 100 \times 800 &= 0 \\ R_7 &= -100 \text{ (C)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma \Pi_A &= 0 \\ R_1 \times 400 - (-100) \times 1200 + 100 \times 800 + 100 \times 400 \\ - 600 \times 400 &= 0 \\ R_1 &= 0 \end{aligned}$$

Question 8 :



13 - C - 300
6 - C - 600
3 - T - 300
12 - T - 424,78

2 - T - 99,9
4 - C - 100
1 - / - 0

→ Dans cette configuration de poutre et de charges, la borne 1 est inutile...

Barre 12 : 424,78 kN en traction

$$\frac{235 \text{ N}}{1 \text{ mm}^2} = \frac{424780 \text{ N}}{5 (\text{cm}^2)}$$

$$S = 1807,4 \text{ mm}^2$$

$\Rightarrow$ base carrée pleine de côté c
 $c = \sqrt{1807,4} = 42,5 \text{ mm}$

Base 6: Goo kn en compression

1) compression mangle

$$\frac{235}{1 \text{ mm}^2} \text{ N} = \frac{600,000}{5} \text{ N}$$

$$S = 2.553,2 \text{ mm}^2$$

boue caillée de café $c = \sqrt{2.553,2} = 50,5 \text{ mm}$

2) Avec glissement

$$F = \frac{u^2 EI}{l_k^3}$$

an derb I

$$F = 600 \text{ kN}$$

$$E = 210.000 \text{ N/mm}^2$$

$$l_k = 4000 \text{ mm}$$

On cherche I ($I_e = 4000 \text{ m}^4$)
(le moment quadratique)

$$I = \frac{Fe_k^2}{u^2 E}$$

$$= \frac{600.000 \times (4.000)^2}{3,14^2 \times 210.000} = 4.636.525,4 \text{ mm}^4$$

Le moment quadratique d'une section
canalée est $I = \frac{c^4}{12}$ (dans l'axe du
partiel)

$$\rightarrow \frac{C^4}{12} = 4.636\ 525.4$$

④ $c = \sqrt{12 \times 4636,525,4} = 86,3 \text{ mm}$