

PARTIEL DE RATRAPAGE - STRUCTURE I

Année 2016-2017 - Marc Leyral - Sylvain Ebodé

Nom: Prénom: N°de carte étudiant :

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

Question 1 - Que valent la composante verticale V et horizontale H de la laisse ?

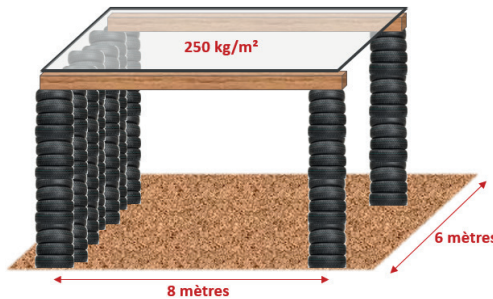


Angle de la laisse avec l'horizontale : 45°

	0°	30°	45°	60°	90°
sin	0	1/2	1/2√2	1/2√3	1
cos	1	1/2√3	1/2√2	1/2	0
tan	0	1/3√3	1	√3	→ ∞
cot	→ ∞	√3	1	1/3√3	0

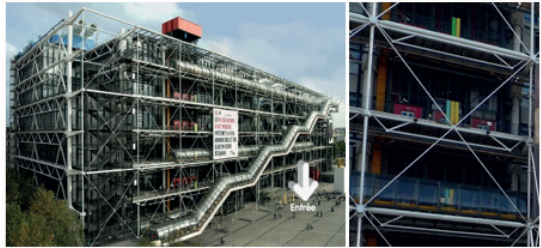
- 1 - V = 86,6 N et H = 50 N
- 2 - V = 70,7 N et H = 50 N
- 3 - V = 70,7 N et H = 70,7 N
- 4 - V = 86,6 N et H = 86,6 N
- 5 - V = 70,7 N et H = 86,6 N
- 6 - V = 50 N et H = 50 N

Question 2 - Quelle est charge linéique reprend chaque poutre de la géonef ?



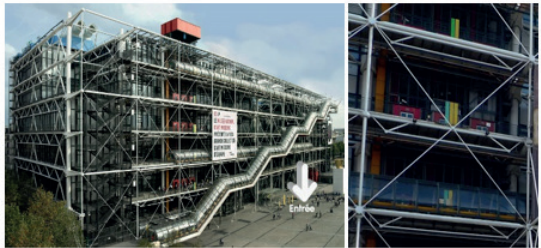
- 1 - 250 kg/ml
- 2 - 12 000 kg/ml
- 3 - 750 kg/ml
- 4 - 10 kN/ml
- 5 - quasiment 2000 kg/ml
- 6 - 7,5 kN/ml

Question 3 - Quel est cet élément en X zoomé sur la photo de droite ?



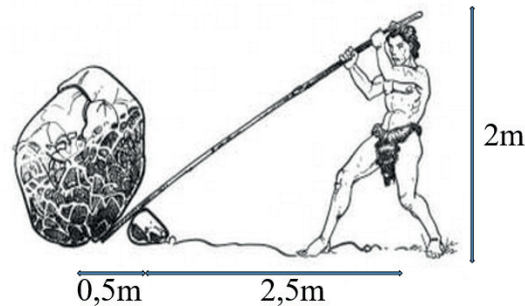
- 1 - Un élément de bardage
- 2 - Un élément de contreventement
- 3 - Une jambe de force
- 4 - Une croix de Saint André
- 5 - Une croix de Saint Georges
- 6 - Sûrement des câbles électriques

Question 4 - puisqu'on parle de ce bâtiment, qui en a été l'ingénieur ?



- 1 - Peter Rice
- 2 - Georges Pompidou
- 3 - Renzo Piano & Richard Rogers
- 4 - Isaac Newton
- 5 - Cecil Balmond
- 6 - Simon Stevin

Question 5 - Le rocher pèse 500 kg. Quel masse doit faire Rahan s'il veut le soulever en se suspendant à son levier ?



- 1 - 125 kg
- 2 - 80 kg
- 3 - 250 kg
- 4 - 100 kg
- 5 - 75 kg
- 6 - 20 kg

Bonus (+0,5 pt) : qui aurait dit « Πα βω και χαριστιωνι ταν γαν κινησω πασαν » ?

(Cela signifie « Donnez-moi un point d'appui, et un levier, je soulèverai le monde »)

DEUXIEME PARTIE (7pts): QUESTIONS DE COURS.



Question 1 (1 Pt) - Qu'est-ce qu'un schéma statique et que y représente-t-on ? Donnez un exemple.

Question 2 (1 Pt) - Quelle équation permet de s'assurer du non basculement d'une structure ?

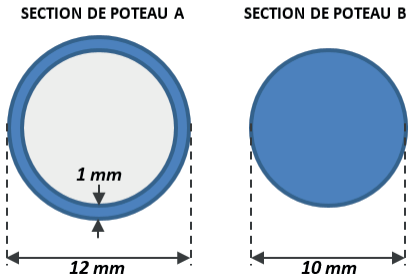
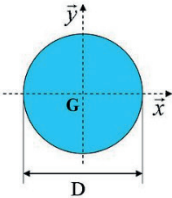
Question 3 (1 Pt) - Citez toutes les méthodes de contreventement que vous connaissez.

Question 4 (1 Pt) - Comment calcule-t-on le degré de staticité d'une structure ? Que donne le résultat de ce calcul ?

Question 5 (3 Pts) - A tous autres facteurs égaux par ailleurs, quelle section de poteau est la plus à même de résister au flambement ? Justifiez par le calcul. Astuce : les moments quadratiques (inerties) s'additionnent et... se soustraient !

Donnée : Moment quadratique (inertie) d'une section en disque de diamètre D :

Iy = (pi * D^4) / 64

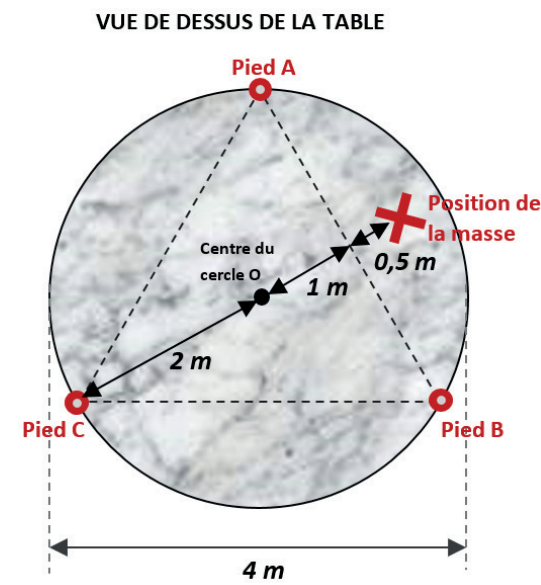


TROIXIEME PARTIE: TROIS PETITS PROBLEMES (10 Pt)

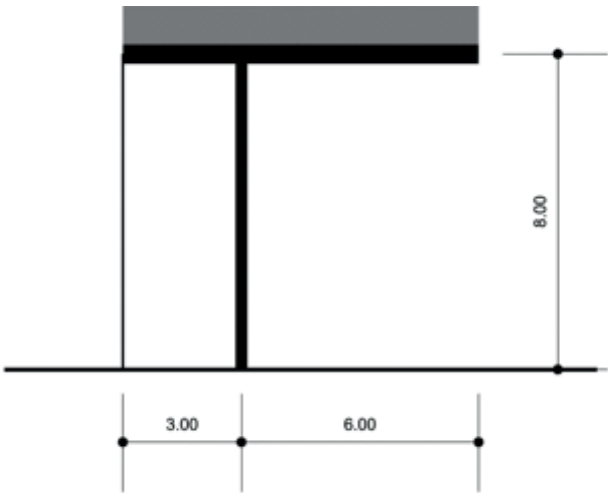
PROBLEME 1 (4 Pt) : LA TABLE RONDE
Les architectes sont souvent amenée à concevoir du mobilier.
Petit entraînement.

- QUESTIONS :**
1 - Autour de quel axe la table va-t-elle se renverser (la masse se situe sur la croix rouge) ? Quelle est la distance de cet axe au centre de gravité de la table ? (1 Pt)
2 - Quel est le moment stabilisant de la table par rapport à cet axe de renversement ? (2 Pt)
3 - En déduire la masse qui, si elle est posée sur la croix rouge, fera basculer la table ? (1 Pt)

DONNEES :
La table est composée d'un disque en bois de 4 cm d'épaisseur (masse volumique $\rho_b = 500 \text{ kg/m}^3$) entièrement recouvert d'une plaque d'acier de 2 mm d'épaisseur (masse volumique $\rho_s = 7\,850 \text{ kg/m}^3$).



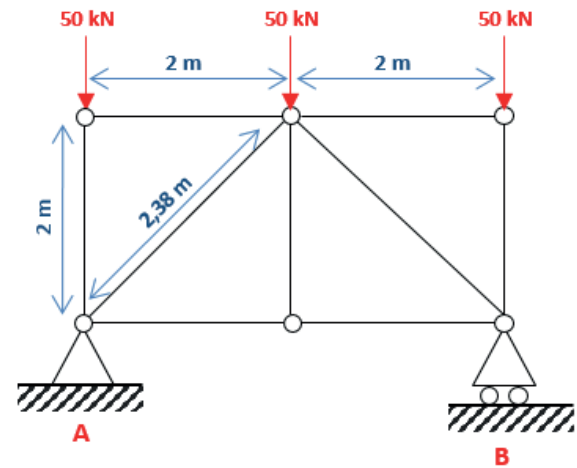
PROBLEME 3 (2 Pt) : La buvette de Jean Prouvé



- QUESTION :**
1 - Réalisez la descente de charge à l'ELU de la structure (trouvez les efforts en pied de poteau et à l'attache du câble au sol) (2 Pts)

DONNEES :
Entraxe des auvents : 4m
Poids de la toiture : 250 kg/m^2
Charge d'entretien : 100 kg/m^2

PROBLEME 2 (4 Pt) : POUTRE TREILLIS DE TYPE HOWE



- QUESTIONS :**
1 - Calculez les réactions aux appuis (1 Pt)
2 - Calculez par la méthode de votre choix les efforts dans toutes les barres de la poutre ci-contre, en précisant bien s'il s'agit de traction ou de compression (2 Pt)
3 - Choisissez la section qui convient pour les diagonales. (1 Pt)

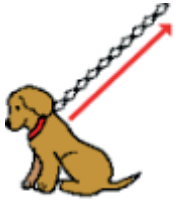
DONNEES :
Acier S235 :
Limite d'élasticité : $\sigma_s = 235 \text{ MPa}$
Module d'Young : $E = 210\,000 \text{ MPa}$
 $1 \text{ MPa} = 1 \text{ MN} / 1 \text{ m}^2 = 1 \text{ N} / 1 \text{ mm}^2$

Equations
Force critique d'Euler : $F = \pi^2 EI / l_f^2$
Contrainte : $\sigma = F / S$

DIAMÈTRE EXTÉRIEUR	ÉPAISSEUR	MASSE LINÉIQUE	AIRE DE SECTION TRANSVERSALE	MOMENT D'INERTIE DE FLEXION	RAYON DE GIRATION
mm	mm	kg/m	cm ²	cm ⁴	cm
21,3	2	0,95	1,21	0,57	0,686
	2,3	1,08	1,37	0,629	0,677
25	2	1,13	1,45	0,963	0,816
26,9	2	1,23	1,56	1,22	0,883
	2,3	1,40	1,78	1,36	0,874
30	2	1,38	1,76	1,73	0,992
33,7	2	1,56	1,99	2,511	1,123
	2,6	1,99	2,54	3,09	1,10
	2,9	2,20	2,81	3,36	1,09
	3	2,27	2,89	3,44	1,09
42,4	2	1,99	2,54	5,189	1,43
	2,6	2,55	3,25	6,46	1,41
	2,9	2,82	3,60	7,06	1,40
	3,2	3,09	3,94	7,62	1,39
45	2	2,12	2,70	6,26	1,52
48,3	2	2,28	2,91	7,806	1,638
	2,5	2,82	3,60	9,455	1,622
	2,9	3,25	4,14	10,70	1,61
	3,2	3,56	4,53	11,60	1,60
50	2	2,37	3,02	8,70	1,70
60,3	2	2,87	3,66	15,573	2,062
	2,5	3,56	4,54	18,983	2,045
	2,9	4,11	5,23	21,60	2,03
	3,2	4,51	5,74	23,50	2,02
70	2,9	4,80	6,11	34,50	2,37
76,1	2	3,65	4,65	31,962	2,621

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

Question 1 - Que valent la composante verticale V et horizontale H de la laisse ?

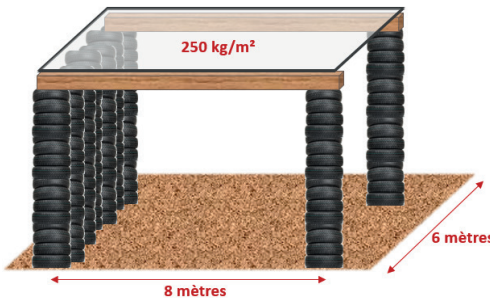


Angle de la laisse avec l'horizontale : 45°

	0°	30°	45°	60°	90°
sin	0	1/2	1/2√2	1/2√3	1
cos	1	1/2√3	1/2√2	1/2	0
tan	0	1/3√3	1	√3	→∞
cot	→∞	√3	1	1/3√3	0

- 1→ V = 86,6 N et H = 50 N
- 2→ V = 70,7 N et H = 50 N
- 3 - V = 70,7 N et H = 70,7 N
- 4→ V = 86,6 N et H = 86,6 N
- 5→ V = 70,7 N et H = 86,6 N
- 6→ V = 50 N et H = 50 N

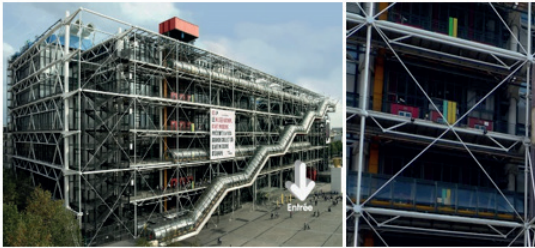
Question 2 - Quelle est charge linéique reprend chaque poutre de la géonef ?



- 1→ 250 kg/ml
- 2→ 12 000 kg/ml
- 3 - 750 kg/ml
- 4→ 10 kN/ml
- 5→ quasiment 2000 kg/ml
- 6 - 7,5 kN/ml

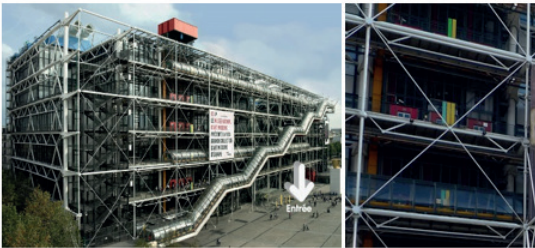
250 kg/m² * (6 mètres / 2 - car il y a deux poutres) = 750 kg/ml

Question 3 - Quel est cet élément en X zoomé sur la photo de droite ?



- 1→ Un élément de bardage
- 2 - Un élément de contreventement
- 3→ Une jambe de force
- 4 - Une croix de Saint André
- 5→ Une croix de Saint Georges
- 6→ Sûrement des câbles électriques

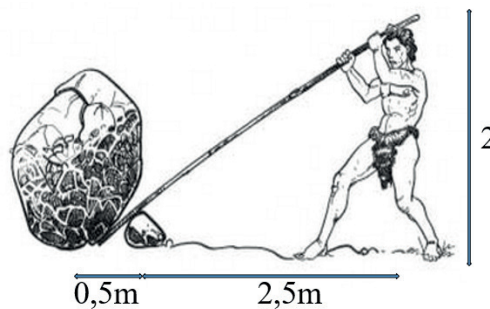
Question 4 - puisqu'on parle de ce bâtiment, qui en a été l'ingénieur ?



- 1 - Peter Rice
- 2→ Georges Pompidou
- 3→ Renzo Piano & Richard Rogers
- 4→ Isaac Newton
- 5→ Cecil Balmond
- 6→ Simon Stevin

Il s'agit du centre culturel Georges Pompidou, dit Beaubourg

Question 5 - Le rocher pèse 500 kg. Quel masse doit faire Rahan s'il veut le soulever en se suspendant à son levier ?



- 1→ 125 kg
- 2→ 80 kg
- 3→ 250 kg
- 4 - 100 kg
- 5→ 75 kg
- 6→ 20 kg

Bonus (+0,5 pt) : qui aurait dit « Πα βω και χαριστιωνι ταν γαν κινησω πασαν » ?

(Cela signifie « Donnez-moi un point d'appui, et un levier, je soulèverai le monde »)
Archimède

DEUXIEME PARTIE (7pts): QUESTIONS DE COURS.



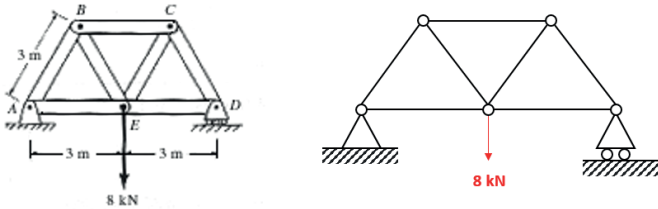
Question 1 (1 Pt) - Qu'est-ce qu'un schéma statique et que y représente-t-on ? Donnez un exemple.

Il s'agit d'un schéma simplifié ne montrant de la structure que ce est qui juste nécessaire à sa résolution.

On trace sur un schéma statique uniquement les points suivants :

- Les éléments structurels dessinés sous forme de barres (un trait)
- Les liaisons et les appuis
- Les forces en jeu et les distances

Exemple : Pont treillis de type Warren



Question 2 (1 Pt) - Quelle équation permet de s'assurer du non basculement d'une structure ?

Le basculement des structures étant dû aux moments, l'équation qui permet de s'assurer de la stabilité en rotation est l'équation du moment statique issue du Principe Fondamental de la Statique (PFS) : la somme des moments en tout point de la structure doit être nulle.

Σ M_A(F) = 0

Question 3 (1Pt) - Citez toutes les méthodes de contreventement que vous connaissez.



Question 4 (1 Pt) - Comment calcule-t-on le degré de staticité d'une structure ? Que donne le résultat de ce calcul ?

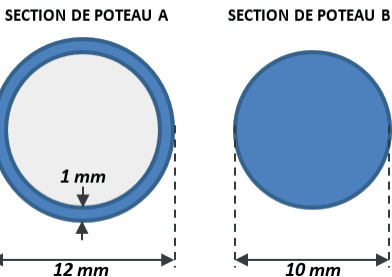
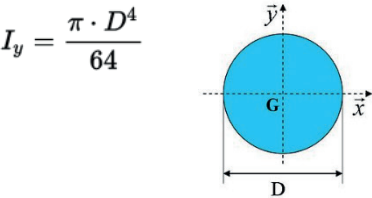
Le degré de staticité *h* vaut *h* = *i* - *n*

i est le nombre d'inconnues statiques au niveau des nœuds

n est le nombre d'équations disponibles pour les éléments de la structure :
Chaque élément de la structure permet de connaître 3 équations.

Question 5 (3 Pts) - A tous autres facteurs égaux par ailleurs, quelle section de poteau est la plus à même de résister au flambement ? Justifiez par le calcul. Astuce : les moments quadratiques (inerties) s'additionnent et... se soustraient !

Donnée : Moment quadratique (inertie) d'une section en disque de diamètre D :

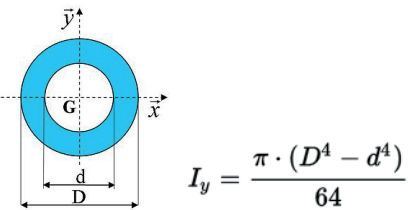


Pour obtenir l'inertie du tube, il s'agit de soustraire l'inertie du vide à l'inertie du plein :

Inertie du poteau A : $\frac{\pi * 12^4}{64} - \frac{\pi * 10^4}{64} = 527 \text{ mm}^4$

Inertie du poteau B : $\frac{\pi * 10^4}{64} = 491 \text{ mm}^4$

Plus la section a une inertie élevée, plus elle résiste au flambement, je choisis donc la section A.



$I_y = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64}$

PARTIEL DE RATRAPAGE - STRUCTURE I / CORRIGE

Année 2016-2017 - Marc Leyral - Sylvain Ebodé

TROISIEME PARTIE: TROIS PETITS PROBLEMES (10 Pt)

PROBLEME 1 (4 Pt) : LA TABLE RONDE

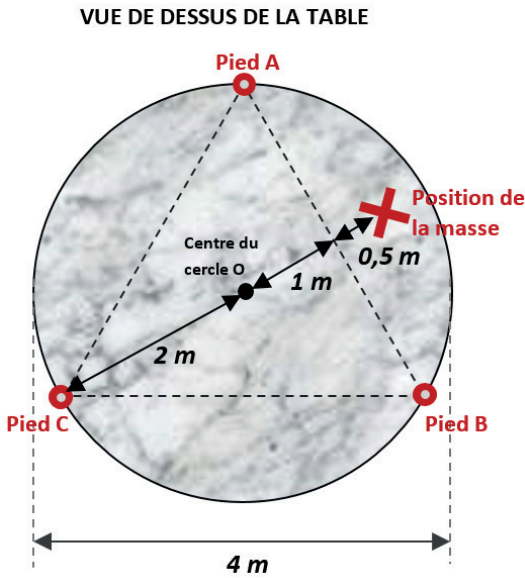
Les architectes sont souvent amenée à concevoir du mobilier.
Petit entraînement.

QUESTIONS :

- 1 - Autour de quel axe la table va-t-elle se renverser (la masse se situe sur la croix rouge) ? Quelle est la distance de cet axe au centre de gravité de la table ? (1 Pt)
2 - Quel est le moment stabilisant de la table par rapport à cet axe de renversement ? (2 Pt)
3 - En déduire la masse qui, si elle est posée sur la croix rouge, fera basculer la table ? (1 Pt)

DONNEES :

La table est composée d'un disque en bois de 4 cm d'épaisseur (masse volumique $\rho_b = 500 \text{ kg/m}^3$) entièrement recouvert d'une plaque d'acier de 2 mm d'épaisseur (masse volumique $\rho_s = 7\,850 \text{ kg/m}^3$).



REPONSES :

- 1 - Autour de quel axe la table va-t-elle se renverser (la masse se situe sur la croix rouge) ? Quelle est la distance de cet axe au centre de gravité de la table ? (1 Pt)

La table basculera autour de l'axe reliant les pieds A et B. La table étant homogène, le centre de gravité est confondu avec le centre du cercle (O). La distance du centre de gravité à l'axe de basculement, vaut donc 1m. Il s'agit ainsi du bras de levier du moment stabilisant.

- 2 - Quel est le moment stabilisant de la table par rapport à cet axe de renversement ? (2 Pt)

Surface de la table : $S = \pi \cdot r^2 = \pi \times 2^2 = 12,6 \text{ m}^2$

Masse du plateau de bois : $S \times e_b \times \rho_b = 12,6 \text{ m}^2 \times 0,04 \text{ m} \times 500 \text{ kg/m}^3 = 252 \text{ kg}$

Masse de la finition acier : $S \times e_s \times \rho_s = 12,6 \text{ m}^2 \times 0,002 \text{ m} \times 7\,850 \text{ kg/m}^3 = 198 \text{ kg}$

Masse totale de la table : $M = 252 \text{ kg} + 198 \text{ kg} = 450 \text{ kg}$ - cette résultante s'exerce au centre de gravité O

Moment stabilisant par rapport à l'axe AB : $M_s = M \times 1 \text{ m} = 450 \text{ kg.m}$

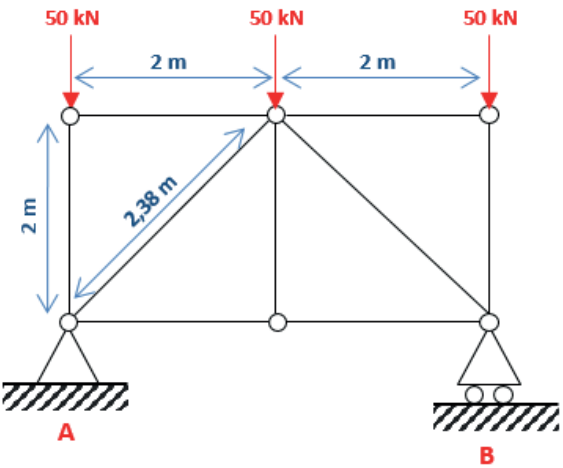
- 3 - En déduire la masse qui, si elle est posée sur la croix rouge, fera basculer la table ? (1 Pt)

Soit m , la masse qui provoque le basculement.

Moment renversant de la table : $M_r = m \times 0,5 \text{ m}$ (= M_s au moment du basculement)

$m = M_s / 0,5 = 900 \text{ kg}$.

PROBLEME 2 (4 Pt) : POUTRE TREILLIS DE TYPE HOWE



QUESTIONS :

- 1 - Calculez les réactions aux appuis (1 Pt)
2 - Calculez par la méthode de votre choix les efforts dans toutes les barres de la poutre ci-contre, en précisant bien s'il s'agit de traction ou de compression (2 Pt)
3 - Choisissez la section qui convient pour les diagonales. (1 Pt)

DONNEES :

Acier S235 :

Limite d'élasticité : $\sigma_s = 235 \text{ MPa}$

Module d'Young : $E = 210\,000 \text{ MPa}$

1 MPa = 1 MN / 1 m² = 1 N / 1 mm²

Equations

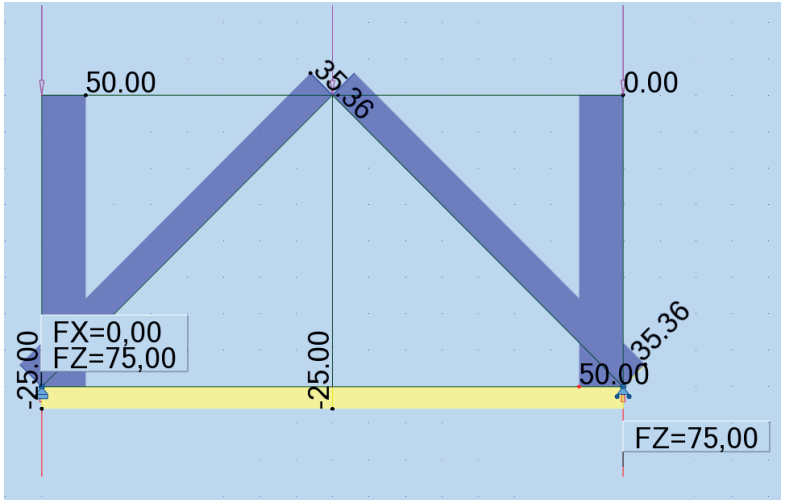
Force critique d'Euler : $F = \pi^2 EI / l_f^2$

Contrainte : $\sigma = F / S$

DIAMÈTRE EXTERIEUR	ÉPAISSEUR	MASSE LINÉIQUE	AIRE DE SECTION TRANSVERSALE	MOMENT D'INERTIE DE FLEXION	RAYON DE GIRATION
mm	mm	kg/m	cm ²	cm ⁴	cm
21,3	2	0,95	1,21	0,57	0,686
	2,3	1,08	1,37	0,629	0,677
25	2	1,13	1,45	0,963	0,816
26,9	2	1,23	1,56	1,22	0,883
	2,3	1,40	1,78	1,36	0,874
30	2	1,38	1,76	1,73	0,992
33,7	2	1,56	1,99	2,511	1,123
	2,6	1,99	2,54	3,09	1,10
	2,9	2,20	2,81	3,36	1,09
	3	2,27	2,89	3,44	1,09
42,4	2	1,99	2,54	5,189	1,43
	2,6	2,55	3,25	6,46	1,41
	2,9	2,82	3,60	7,06	1,40
	3,2	3,09	3,94	7,62	1,39
45	2	2,12	2,70	6,26	1,52
48,3	2	2,28	2,91	7,806	1,638
	2,5	2,82	3,60	9,455	1,622
	2,9	3,25	4,14	10,70	1,61
	3,2	3,56	4,53	11,60	1,60
50	2	2,37	3,02	8,70	1,70
60,3	2	2,87	3,66	15,573	2,062
	2,5	3,56	4,54	18,983	2,045
	2,9	4,11	5,23	21,60	2,03
	3,2	4,51	5,74	23,50	2,02
70	2,9	4,80	6,11	34,50	2,37
76,1	2	3,65	4,65	31,962	2,621

REPONSES :

1 - 2 :



- 3 - Choisissez la section qui convient poutre la diagonale 2. (1 Pt)

Les diagonale reprennent un effort de compression $F = 35,36 \text{ kN}$

Dimensionnement à la compression simple :

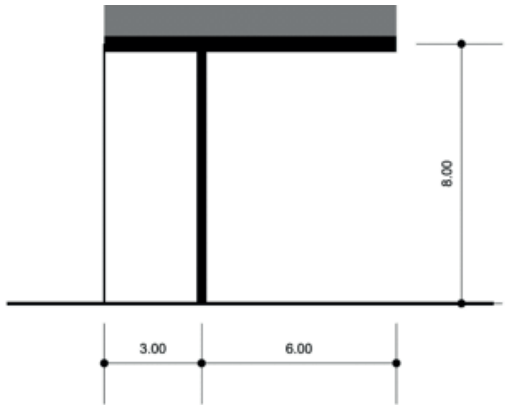
$\sigma = F / S \leq 235 \text{ MPa}$ donc $S = F / 235 = 35\,360 / 235 = 151 \text{ mm}^2 = 1,51 \text{ cm}^2$

Dimensionnement au flambement :

Force critique d'Euler : $F = \pi^2 EI / l_f^2$ donc $I = F l_f^2 / \pi^2 E = 35\,360 \times (1 \times 2\,820)^2 / \pi^2 \times 210\,000 = 135\,810 \text{ mm}^4 = 13,6 \text{ cm}^4$

La section la plus économique est le tube de diamètre 60,3mm d'épaisseur 2mm.

PROBLEME 3 (2 Pt) : La buvette de Jean Prouvé



QUESTIONS :

- 1 - Réalisez la descente de charge à l'ELU de la structure (trouvez les efforts en pied de poteau et à l'attache du câble au sol) (2 Pts)

DONNEES :

Entraxe des auvents : 4m

Poids de la toiture : 250 kg/m²

Charge d'entretien : 100 kg/m²

REPONSES :

Charge surfacique ELU de la toiture : $1,35 \times 200 + 1,5 \times 100 = 420 \text{ kg/m}^2$

Charge linéique sur la poutre : $420 \text{ kg/m}^2 \times 4 \text{ m} = 1\,680 \text{ kg/ml}$

Résultante : $1\,680 \text{ kg/ml} \times (3 + 6) = 15\,120 \text{ kg}$ à $(3 \text{ m} + 6 \text{ m}) / 2 = 4,5 \text{ m}$ des extrémité de la poutre

PFS sur les forces en Y :

$R_{\text{câble}} + R_{\text{poteau}} = 15\,120 \text{ kg}$

PFS sur les moment au niveau du câble :

$-15\,120 \times 4,5 + R_{\text{poteau}} \times 3 = 0$

$R_{\text{poteau}} = 15\,120 \times 4,5 / 3 = 22\,680 \text{ kg}$

$R_{\text{câble}} = 15\,120 - 22\,680 = -7\,560 \text{ kg}$