

STRUCTURE I- PARTIEL

Année 2019-2020 - Sylvain Ebode - Marc Leyral

NOM :

PRENOM :

N° ETUDIANT :

PARTIE A / 5 POINTS : QUESTIONNAIRE A CHOIX MULTIPLES

1 – Qui sont les principaux théoriciens du Principe Fondamental de la Statique ? (1point)

P.F.S.

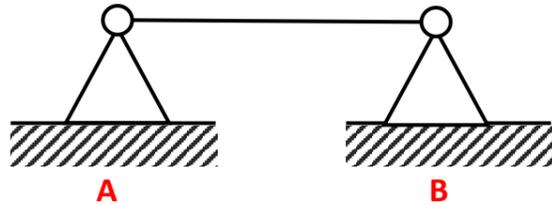
- a. Galilée et Newton
- b. Galilée et Hooke
- c. Newton et Hooke
- d. Les frères Bogdanov
- e. Newton, uniquement

2 – Cette combinaison de charge est incorrecte. Comment la corriger ? (1 point)

$$1,00*(G + G') + 1,5*Q$$

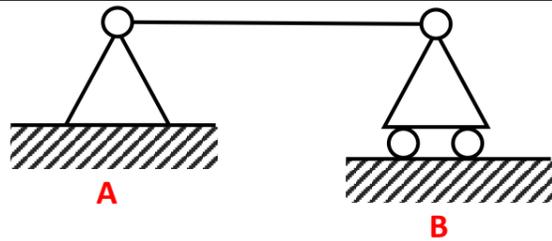
- a. Il s'agit d'une combinaison ELS et 1.35 doit pondérer (G+G')
- b. Il s'agit d'une combinaison ELS et 1.00 doit pondérer Q
- c. Il s'agit d'une combinaison ELU et 1.35 doit pondérer (G+G')
- d. Il s'agit d'une combinaison ELU et 1.00 doit pondérer Q

3 – Que dire de la staticité de cette poutre ? (1 point)



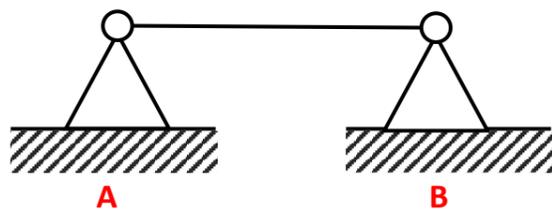
- a. $h = 0$, elle est hyperstatique
- b. $h = 0$, elle est isostatique
- c. $h = 1$, elle est hyperstatique
- d. $h = 1$, elle est isostatique
- e. La réponse n'est pas dans les choix proposés

4 – Par rapport à la question 3 précédente, quel intérêt aurai-je à remplacer l'appui B par un appui simple comme représenté ? (1 point)



- a. Aucun.
- b. La rendre isostatique
- c. La rendre hypostatique
- d. La rendre hyperstatique
- e. Lui permettre de librement se dilater ou se contracter quand la température varie.

5 – Combien de réactions possède l'appui A ? (1 point)



- a. Aucune
- b. Une, en force
- c. Deux, en force
- d. Deux : une en force et une en moment
- e. Trois : deux en force et une en moment
- f. Trois en force
- g. Trois : deux en moment et une en force

PARTIE B / 6 POINTS : QUESTIONS DE COURS

1 – Que signifie P.F.S. et quelles équations lui sont associées ? (1 point)

2 – Expliquer ce qu'est le moment d'une force. (1 point)

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

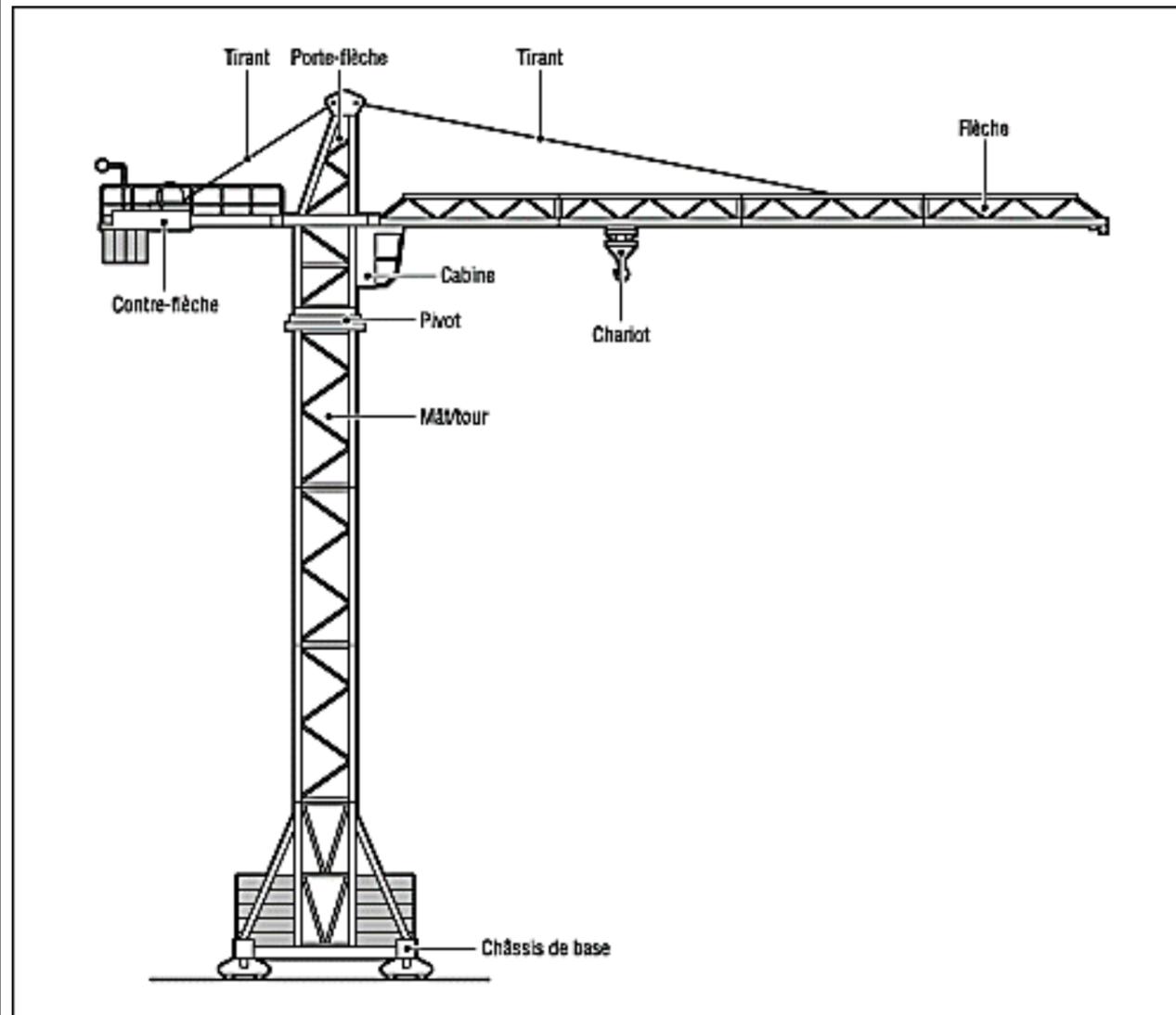
4 – Expliquer comment passer d'une charge surfacique d'un plancher à la charge linéique de la poutre qui le soutient. Donnez un exemple numérique. (2 points)

5 – Citez, en illustrant avec des schémas, au minimum 3 méthodes de contreventement. (1 point)

PARTIE C 11 POINTS : DEUX PETITS PROBLEMES

PROBLEME 1 / LES MOMENTS / LA GRUE (5 POINTS)

Une grue est un système de levage utilisant les notions de moment et de contre-poids.

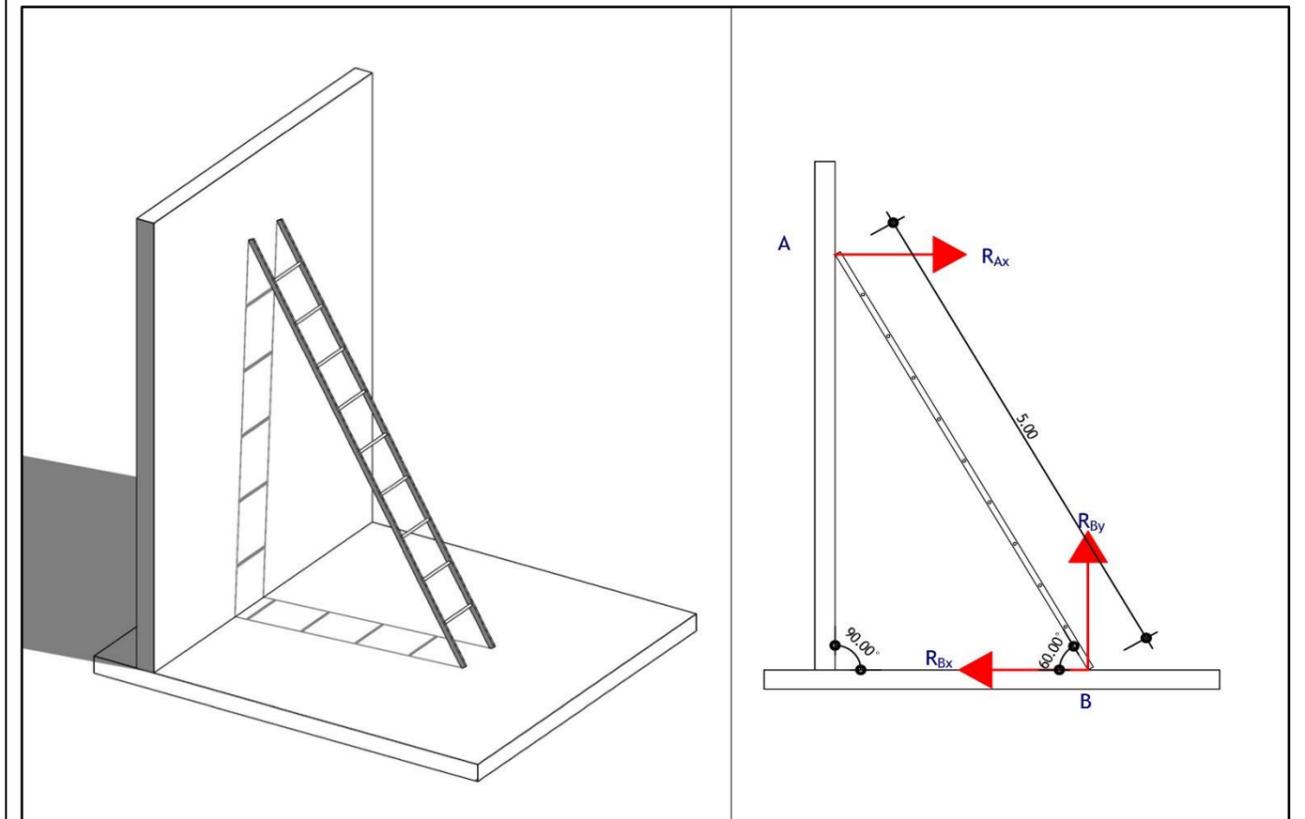


QUESTIONS

1. Si la flèche mesure 20m et la charge à soulever à son extrémité 20T, donner en N.m la valeur du moment au niveau du porte-flèche. (1 pt)
2. En considérant que le contre-poids se situe à l'extrémité de la contre-flèche, et que celle-ci mesure 5m, quelle charge faut-il y placer pour assurer un équilibre parfait ? (1,5 pts)
3. On suppose qu'une charge de 80 tonnes a été placée à la contreflèche et que le charriot recule à mi-parcours de la flèche (10m), quel moment s'exerce au pied de la grue ? (1 pt)
4. En supposant que le châssis de base mesure 2m de part et d'autre du mât, et que les blocs de lestage soient posés à son extrémité, quel poids faut-il y placer pour assurer l'équilibre sous le moment de la question 3 ? Ce poids est-il ici nécessaire à gauche ou à droite du mât ? (1,5 pt)

PROBLEME 2 / MOMENTS, APPUIS ET FROTTEMENTS / L'ECHELLE CONTRE UN MUR (6 POINTS)

La compréhension de l'échelle appuyée a permis à Philippe Starck de réinventer le meuble bibliothèque (Mac Gee)



DONNEES

1. Poids de l'échelle : 100N / Longueur de l'échelle : 5m
2. Poids maximal d'une personne qui utilise l'échelle : 1000N
3. On suppose qu'il n'y a pas de frottement en appui sur le mur, c'est un appui simple vertical
4. Il y a du frottement en appui au sol, le coefficient de frottement vaut 0,6 au maximum

L'échelle est posée avec un angle de $\alpha=60^\circ$ avec le sol, mais on veut connaître l'angle minimum avant qu'elle ne glisse au sol

QUESTIONS

1. Les réactions sont indiquées sur le schéma ; le compléter avec les poids de l'échelle (P_{ech}) et de la personne P_{pers} qui serait sur le dernier barreau en haut. (0,5 pt)
2. Avec la somme des forces, calculer R_{By} ? (0,5 pts)
3. Calculer la distance par rapport au point B de R_{Ax} ? (0,25 pt), P_{ech} (0,25 pt) et P_{pers} (0,25 pt)
4. Avec la somme des moments calculer R_{Ax} et R_{Bx} (1 pts)
5. On doit trouver $R_{Bx} < 0,6 * R_{By}$. Si l'angle α diminue, comment évolue R_{Bx} ? (0,25 pt)
6. Proposer une méthode pour déterminer l'angle minimum avant chute (1point) et le calculer (2 pt)

STRUCTURE I- PARTIEL

Année 2019-2020 - Sylvain Ebode - Marc Leyral

NOM :

PRENOM :

N° ETUDIANT :

PARTIE A / 5 POINTS : QUESTIONNAIRE A CHOIX MULTIPLES

1 – Qui sont les principaux théoriciens du Principe Fondamental de la Statique ? (1point)

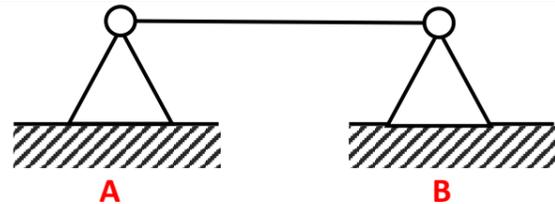
- a. Galilée et Newton
- b. Galilée et Hooke
- c. Newton et Hooke
- d. Les frères Bogdanov
- e. Newton, uniquement

2 – Cette combinaison de charge est incorrecte. Comment la corriger ? (1 point)

$$1,00*(G + G') + 1,5*Q$$

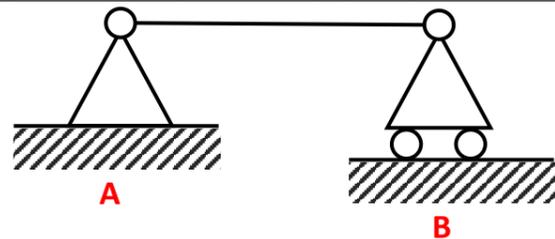
- a. Il s'agit d'une combinaison ELS et 1.35 doit pondérer G+G'
- b. Il s'agit d'une combinaison ELS et 1.00 doit pondérer Q
- c. Il s'agit d'une combinaison ELU et 1.35 doit pondérer G+G'
- d. Il s'agit d'une combinaison ELU et 1.00 doit pondérer Q

3 – Que dire de la staticité de cette poutre ? (1 point)



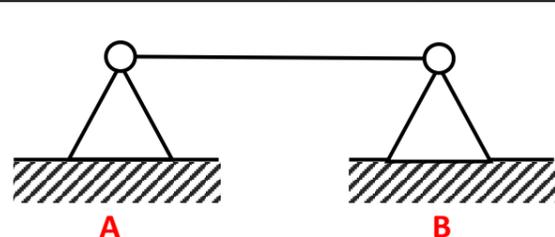
- a. $h = 0$, elle est hyperstatique
- b. $h = 0$, elle est isostatique
- c. $h = 1$, elle est hyperstatique
- d. $h = 1$, elle est isostatique
- e. La réponse n'est pas dans les choix proposés

4 – Par rapport à la question 3 précédente, quel intérêt aurai-je à remplacer l'appui B par un appui simple comme représenté ? (1 point)



- a. Aucun.
- b. La rendre isostatique
- c. La rendre hypostatique
- d. La rendre hyperstatique
- e. Lui permettre de librement se dilater ou se contracter quand la température varie.

5 – Combien de réactions possède l'appui A ? (1 point)



- a. Aucune
- b. Une, en force
- c. Deux, en force
- d. Deux : une en force et une en moment
- e. Trois : deux en force et une en moment
- f. Trois en force
- g. Trois : deux en moment et une en force

PARTIE B / 6 POINTS : QUESTIONS DE COURS

1 – Que signifie P.F.S. et quelles équations lui sont associées ? (1 point)

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.

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

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

2 – Expliquer ce qu'est le moment d'une force. (1 point)

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).

$$\text{MOMENT [N.m]} = \text{FORCE [N]} \times \text{DISTANCE [m]}$$

Le bras de levier est la distance qui sépare la force du point d'étude du moment. Il s'agit de la **plus courte distance entre la droite d'application de la force et le point considéré**.

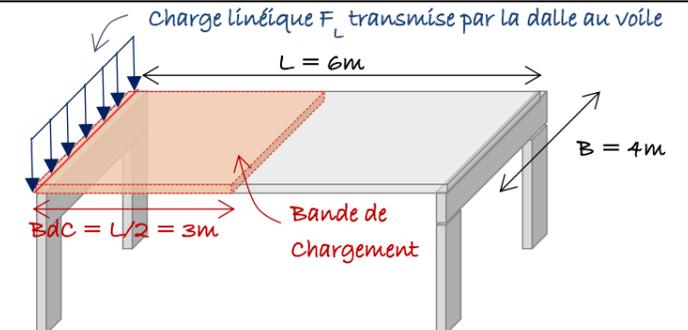
On étudie toujours le moment à partir d'un point particulier que l'on choisit (souvent un point de rotation possible, comme une rotule à un appui ou un pivot).

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

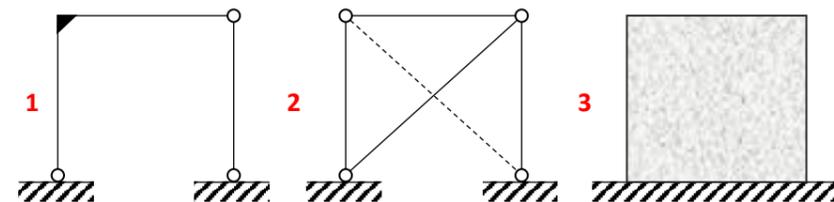
- Charges permanentes : structurales (G) et non structurales (G')
- Charges variables : climatiques (vent W, neige S) et d'exploitation (Q)
- Charges accidentelles : séisme, choc de véhicule, etc.

4 – Expliquer comment passer d'une charge surfacique d'un plancher à la charge linéique de la poutre qui le soutient. Donnez un exemple numérique. (2 points)

On suppose une charge surfacique sur la dalle de 500 kg/m². On sait que la **Bande de Chargement** (= la longueur de dalle que le voile étudié supporte) est égale à la moitié de la longueur de la dalle (l'autre moitié partant sur le voile de droite), soit $BdC = L/2 = 3$ m. On en déduit la charge linéique F_L de la dalle : $F_L = F_s \times BdC = 500 \text{ kg/m}^2 \times 3 \text{ m} = 1500 \text{ kg/ml}$.



5 – Citez, en illustrant avec des schémas, au minimum 3 méthodes de contreventement. (1 point)

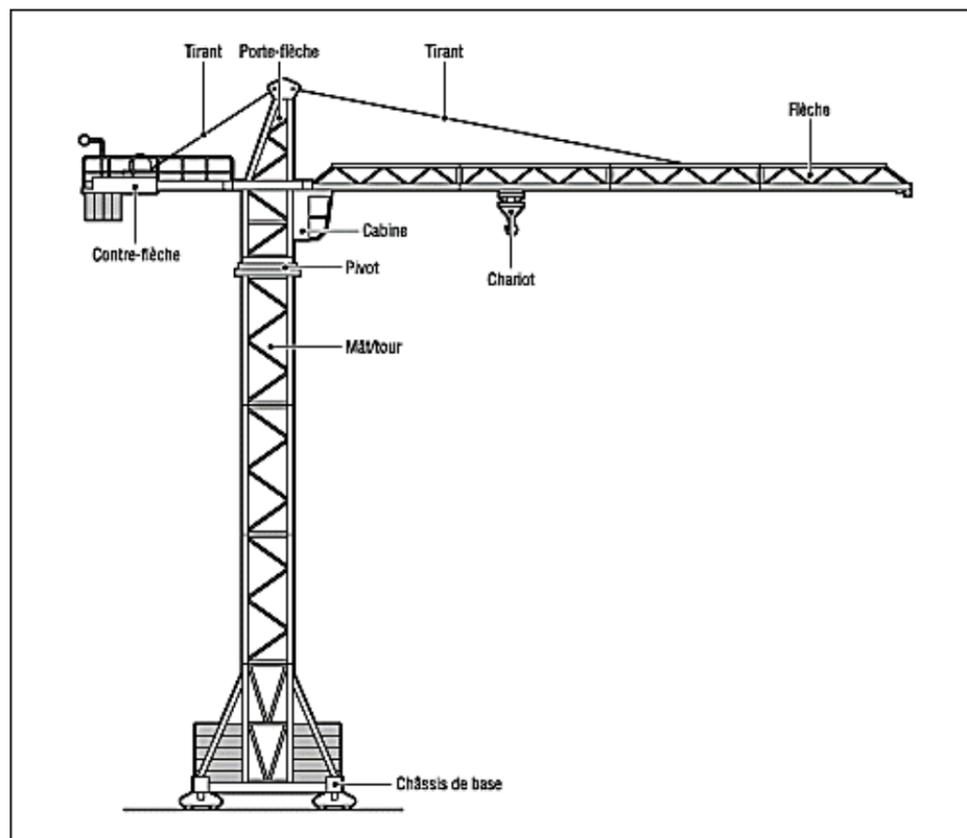


1. Un encastrement à une liaison ou un appui (≈ élément « ponctuel »)
2. Une ou plusieurs barres de contreventement (élément linéique)
3. Un voile ou un noyau de contreventement (élément(s) surfacique(s))

PARTIE C 12 POINTS : DEUX PETITS PROBLÈMES

PROBLÈME 1 / LES MOMENTS / LA GRUE (5 POINTS)

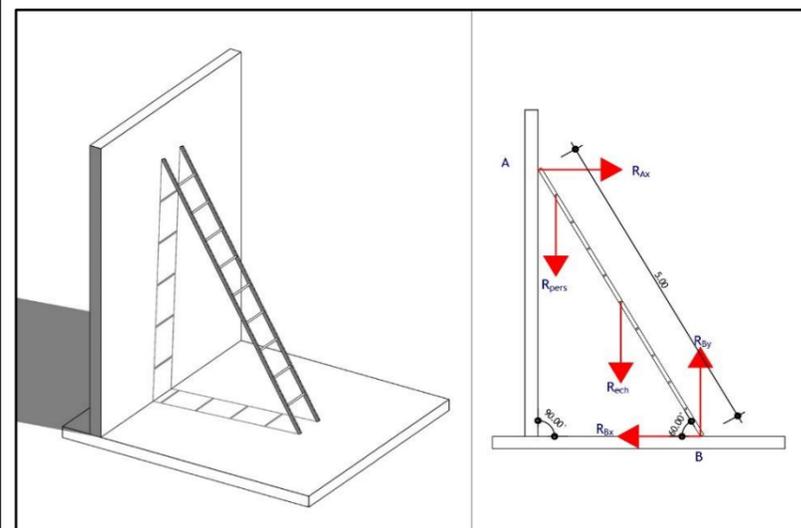
Une grue est un système de levage utilisant les notions de moment et de contre-poids.



- Si la flèche mesure 20m et la charge à soulever à son extrémité 20T, donner en N.m la valeur du moment au niveau du porte-flèche. (1 pt)
 $M_{d,1} = - 200\,000\text{ N} \cdot 20\text{ m} = - 4\,000\,000\text{ N.m}$
- En considérant que le contre-poids se situe à l'extrémité de la contre-flèche, et que celle-ci mesure 5m, quelle charge faut-il y placer pour assurer un équilibre parfait ? (1,5 pts)
 $M_{g,1} = - M_{d,1} = 4\,000\,000\text{ N.m}$
 $P_g = - M_{g,1} / d_g = 4\,000\,000\text{ N.m} / 5\text{ m} = 800\,000\text{ N} = 80\,000\text{ kg} = 80\text{ T.}$
- On suppose qu'une charge de 80 tonnes a été placée à la contreflèche et que le charriot recule à mi-parcours de la flèche (10m), quel moment s'exerce au pied de la grue ? (1 pt)
 $M_{g,1} = 800\,000\text{ N} \cdot 5\text{ m} = 4\,000\,000\text{ N.m}$
 $M_{d,1} = - 200\,000\text{ N} \cdot 10\text{ m} = - 2\,000\,000\text{ N.m}$
 $M_{tot} = M_{g,1} + M_{d,1} = 2\,000\,000\text{ N.m}$
- En supposant que le châssis de base mesure 2m de part et d'autre du mât, et que les blocs de lestage soient posés à son extrémité, quel poids faut-il y placer pour assurer l'équilibre sous le moment de la question 3 ? Ce poids est-il ici nécessaire à gauche ou à droite du mât ? (1,5 pt)
 Il faut placer $P = M_{tot}/2\text{ m} = 1\,000\,000\text{ N} = 100\text{ T}$ à droite du mât.

PROBLÈME 2 / MOMENTS, APPUIS ET FROTTEMENTS / L'ÉCHELLE CONTRE UN MUR (6 POINTS)

La compréhension de l'échelle appuyée a permis à Philippe Starck de réinventer le meuble bibliothèque (Mac Gee)



DONNÉES

- Poids de l'échelle : 100N / Longueur de l'échelle : 5m
- Poids maximal d'une personne qui utilise l'échelle : 1000N
- On suppose qu'il n'y a pas de frottement en appui sur le mur, c'est un appui simple vertical
- Il y a du frottement en appui au sol, le coefficient de frottement vaut 0,6 au maximum

L'échelle est posée avec un angle de $\alpha=60^\circ$ avec le sol, mais on veut connaître l'angle minimum avant qu'elle ne glisse au sol

QUESTIONS

- Les réactions sont indiquées sur le schéma ; le compléter avec les poids de l'échelle (P_{ech}) et de la personne P_{pers} qui serait sur le dernier barreau en haut. (0,5 pt) - Cf schéma
- Avec la somme des forces, calculer R_{By} ? (0,5 pts)
 $-1000 - 100 + R_{By} = 0 ; R_{By} = 1100\text{N}$
- Calculer la distance par rapport au point B de R_{Ax} ? (0,25 pt), P_{ech} (0,25 pt) et P_{pers} (0,25 pt)
 $\text{Distance B} / R_{Ax} = 5 \cdot \cos(90-60) = 4,33\text{m}$
 $\text{Distance B} / P_{ech} = 2,5 \cdot \sin(90-60) = 1,25\text{m}$
 $\text{Distance B} / P_{pers} = 4,5 \cdot \sin(90-60) = 2,25\text{m}$
- Avec la somme des moments calculer R_{Ax} et R_{Bx} (1 pts)
 $\text{Somme des moments en B} : R_{By} \cdot 0 + R_{Bx} \cdot 0 + P_{pers} \cdot 2,25 + P_{ech} \cdot 1,25 - R_{Ax} \cdot 4,33 = 0$
 $R_{Ax} = 548,5\text{N} = R_{Bx}$
- On doit trouver $R_{Bx} < 0,6 \cdot R_{By}$. Si l'angle α diminue, comment évolue R_{Bx} ? (0,25 pt)
 $0,6 \cdot 1100 = 660\text{N} > R_{Bx}$, Si l'angle α diminue, R_{By} va augmenter jusqu'à atteindre et dépasser le frottement maximal qui est constant
- Proposer une méthode pour déterminer l'angle minimum avant chute (1point) et le calculer (2 pt)
 Comme R_{By} est constant, on sait que le frottement maximum est constant et vaut 660N
 On cherche l'angle à partir duquel $R_{Ax} > 660\text{N}$
 On fait la somme des moments en B avec pour variable l'angle α
 $R_{By} \cdot 0 + R_{Bx} \cdot 0 + P_{pers} \cdot 4,5 \cdot \sin(90-\alpha) + P_{ech} \cdot 5 \cdot \sin(90-\alpha) - R_{Ax} \cdot 5 \cdot \cos(90-\alpha) = 0$
 $P_{pers} \cdot 4,5 \cdot \sin(90-\alpha) + P_{ech} \cdot 2,5 \cdot \sin(90-\alpha) - R_{Ax} \cdot 5 \cdot \cos(90-\alpha) = 0$
 $4500 \cdot \sin(90-\alpha) + 250 \cdot \sin(90-\alpha) - 3300 \cdot \cos(90-\alpha) = 0$
 $4750 \cdot \sin(90-\alpha) = 3300 \cdot \cos(90-\alpha)$
 $\tan(90-\alpha) = 3300 / 4750 = 0,694$
 $(90-\alpha) = 34,789^\circ \rightarrow \alpha = 55,210^\circ$