

Application 01

Toitures et Plate-formes

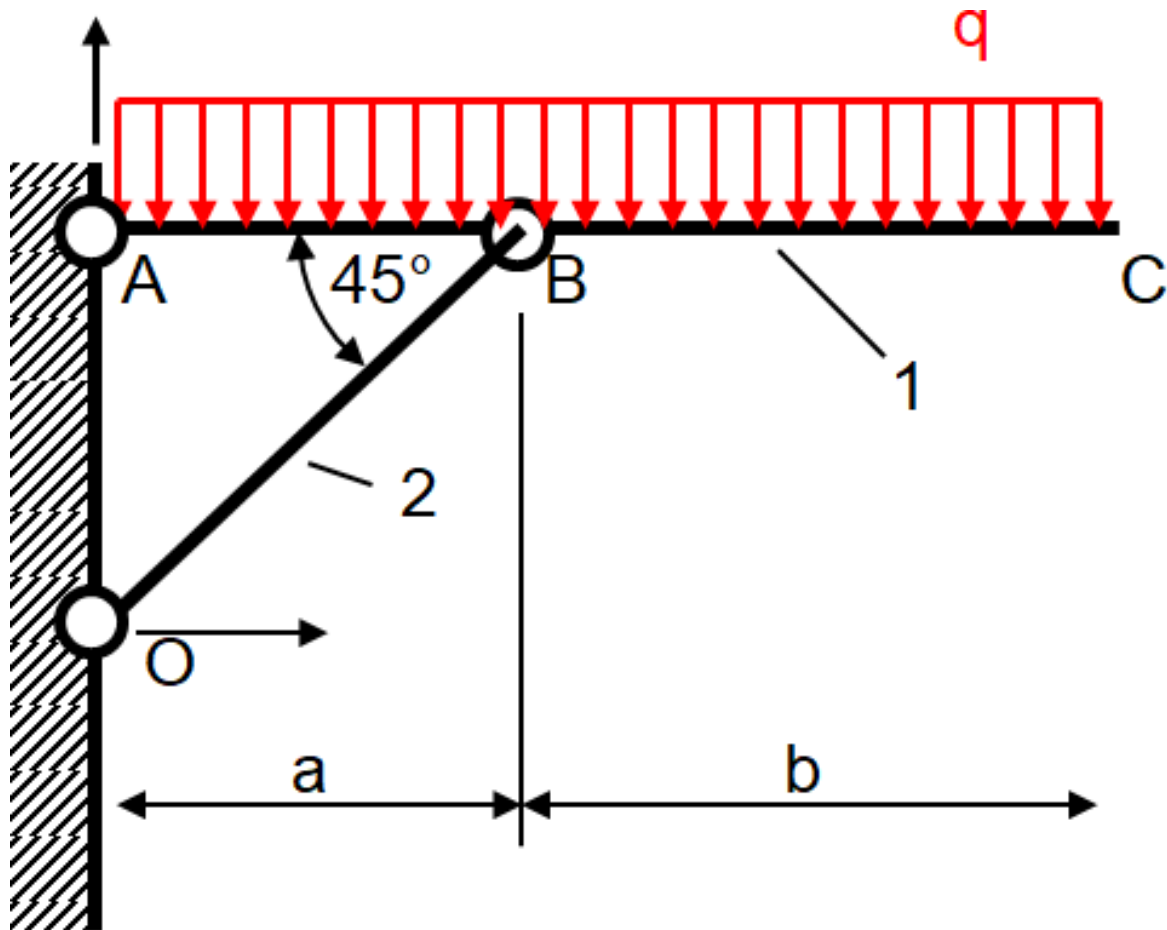
Équipe PT – PT★ La Martinière Monplaisir

Savoirs et compétences :

Toit de stade

Un toit de stade représenté sur la figure suivante est sollicité par son propre poids avec $q = -5 \text{ kN/m}$. On donne $a = 4 \text{ m}$, $b = 5 \text{ m}$. Les liaisons sont supposées être des liaisons pivot parfaites.





Question 1 Tracer le graphe de structure. Définir le nombre d'inconnues statiques.

Correction En faisant l'hypothèse d'un problème plan, il y a 6 inconnues statiques (2 par pivot).

Question 2 Donner la stratégie permettant de déterminer toutes les inconnues de liaisons.

Correction

- On isole le solide (2), soumis à 2 forces et on applique le PFS.
- On isole le solide (1), soumis à 3 forces et on applique le PFS.
- On résout.

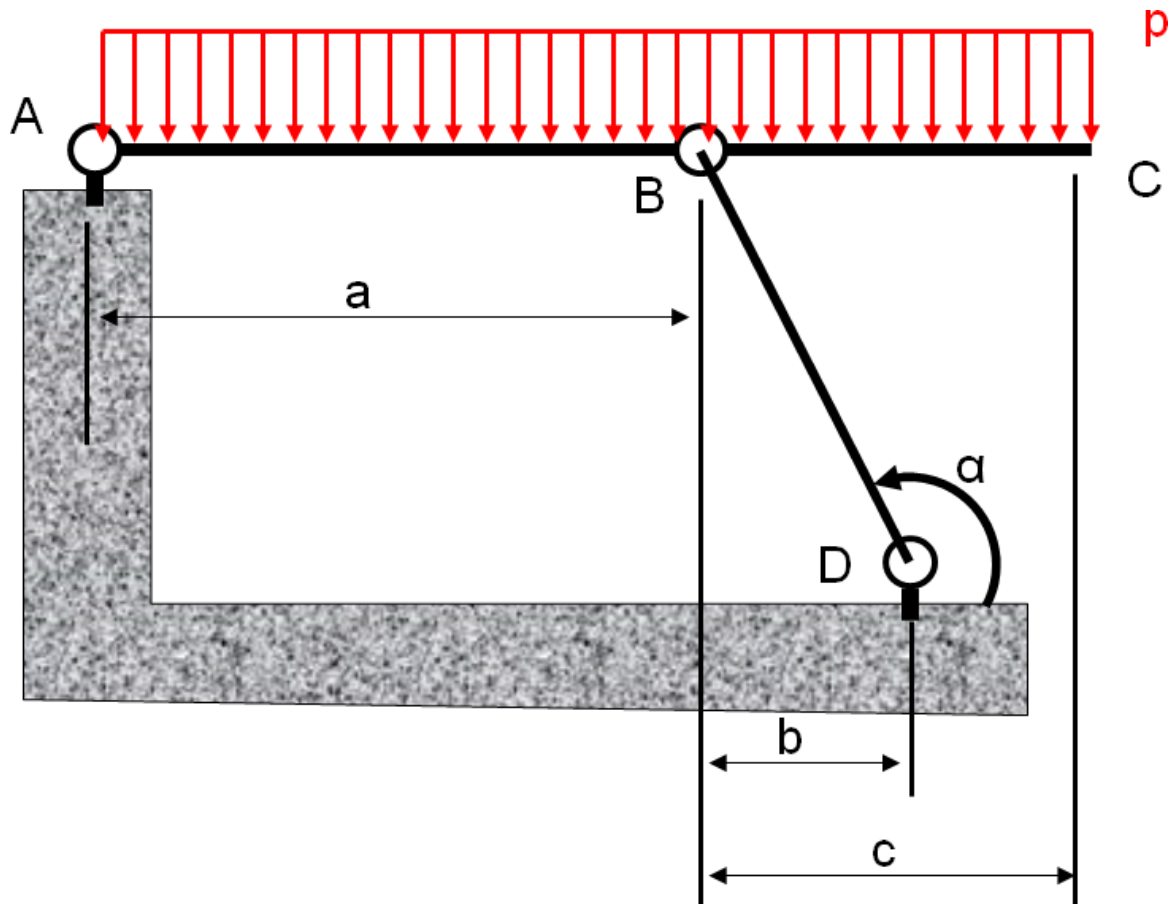
Question 3 Déterminer les actions mécaniques dans toutes les liaisons.

Correction

- On isole le solide (2).
- Bilan des actions mécaniques extérieures :
 - pivot en O de (0) sur (2) $\{\mathcal{T}(S_0 \rightarrow S_2)\}$;
 - pivot en B de (1) sur (2) $\{\mathcal{T}(S_1 \rightarrow S_2)\}$.
- On applique le PFS à (2) (en O ou B).
- (2) étant soumise à 2 glisseurs, les deux forces sont de même direction, de même norme et de sens opposé. On a $\{\mathcal{T}(S_0 \rightarrow S_2)\} = -\{\mathcal{T}(S_1 \rightarrow S_2)\} = \left\{ \begin{array}{c} F\vec{u} \\ 0 \end{array} \right\}_B$ avec $\vec{u} = \cos \alpha \vec{x} + \sin \alpha \vec{y}$ ($\alpha = \frac{\pi}{2}$).
- On isole le solide (1).
- Bilan des actions mécaniques extérieures :
 - pivot en A de (0) sur (1) $\{\mathcal{T}(S_0 \rightarrow S_1)\}$;
 - pivot en B de (2) sur (1) $\{\mathcal{T}(S_2 \rightarrow S_1)\}$;
 - action de la charge répartie en P (milieu de [AC]) sur (1) $\{\mathcal{T}(\text{ext} \rightarrow S_1)\} = \left\{ \begin{array}{c} -q(a+b)\vec{y} = -R\vec{y} \\ 0 \end{array} \right\}_P$.

- On applique le PFS à (2) (en B) et $\{\mathcal{T}(S_0 \rightarrow S_1)\} + \{\mathcal{T}(S_2 \rightarrow S_1)\} + \{\mathcal{T}(\text{ext} \rightarrow S_1)\} = 0$:
 - $X_{01} + F \cos \alpha = 0$;
 - $Y_{01} + F \sin \alpha - R = 0$;
 - $-a Y_{01} + R((a+b)/2 - a) = 0 \Leftrightarrow -a Y_{01} + R(b-a)/2 = 0$.
- On résout :
 - $Y_{01} = R(b-a)/(2a)$
 - $F \sin \alpha = R - R(b-a)/(2a) = R(3a-b)/(2a) \Leftrightarrow F = R(3a-b)/(2a \sin \alpha)$
 - $X_{01} = R(b-3a)/(2a \arctan \alpha)$

Toit en béton armé



Les entrées et sorties d'un garage souterrain sont couvertes par un avant toit en béton armé [ABC]. Ce toit est en appui en A sur un massif et en B sur un mur incliné [BD]. Le toit est soumis à une charge uniformément répartie p . On donne : $a = 5 \text{ m}$; $b = 2 \text{ m}$; $c = 3 \text{ m}$ et $p = -3 \text{ kN/m}$.

- Question 1** Tracer le graphe de structure. Définir le nombre d'inconnues statiques.
- Question 2** Donner la stratégie permettant de déterminer toutes les inconnues de liaisons.
- Question 3** Déterminer les actions mécaniques dans toutes les liaisons.

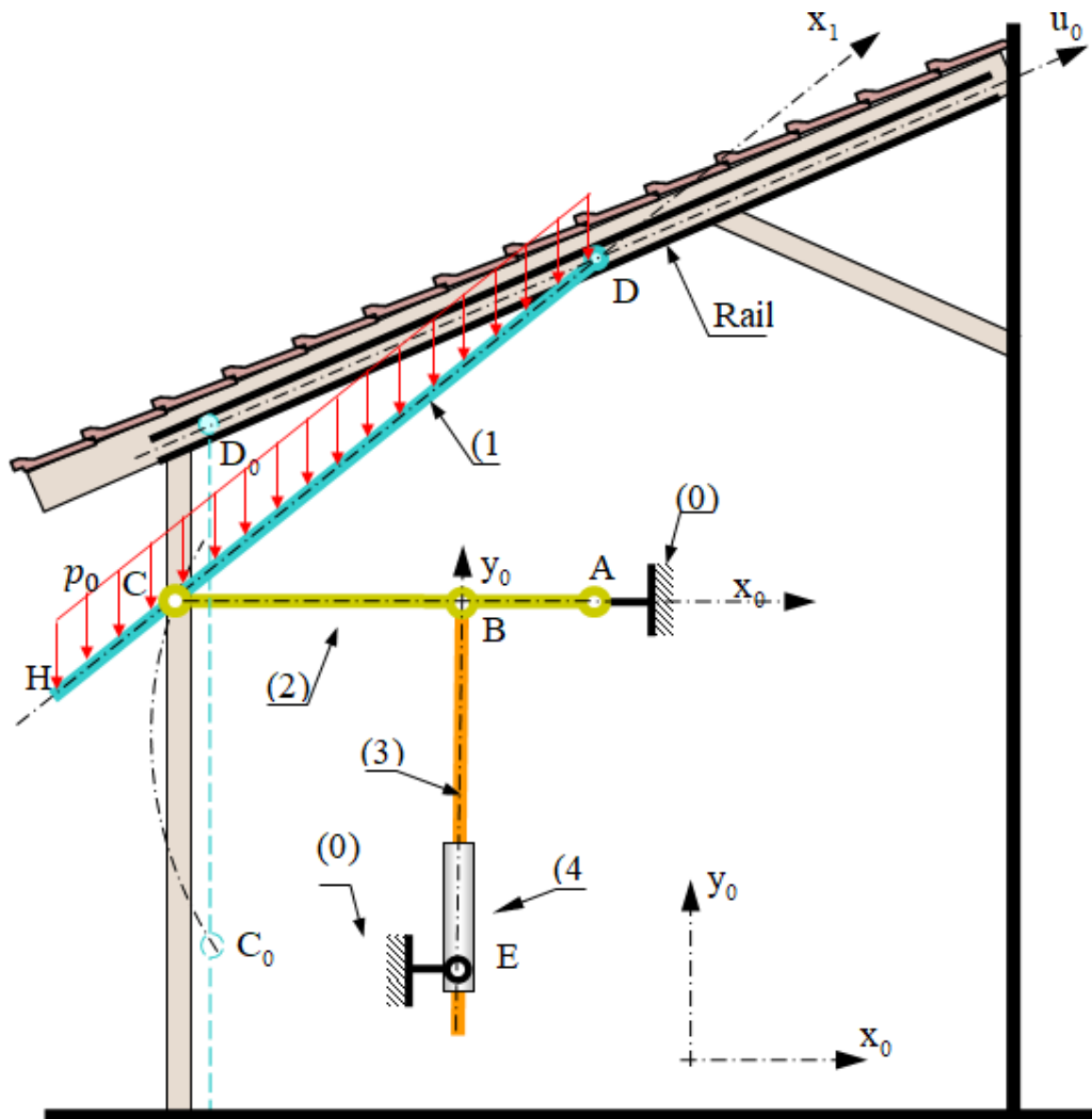
Paroi rigide amovible

La figure ci-dessous représente de profil une véranda équipée d'une paroi amovible. Cette paroi repérée (1) peut être totalement escamotée sous le toit au moyen d'un guidage dans un rail fixé sur la poutre supérieure, par l'intermédiaire d'un galet de centre D non représenté sur le schéma. Le levier (2) permet de soulever la partie inférieure de la paroi (1). Un vérin électrique (3)-(4); articulé en B et E assure la mise en mouvement de l'ensemble.

On a :

- $\vec{EA} = a_0 \vec{x}_0 + b_0 \vec{y}_0$;
- $\vec{BA} = d_2 \vec{x}_2$;
- $\vec{CA} = L_2 \vec{x}_0$;

- $\vec{EB} = d_4 \vec{y}_0$;
- $\vec{CD} = L_1 \vec{x}_1$;
- $\vec{HD} = H_1 \vec{x}_1$;
- $(\vec{x}_0, \vec{x}_2) = \theta_{10}$ et $(\vec{x}_0, \vec{u}_0) = \alpha_0$.



L'action du corps de vérin (4) sur la tige (3) est notée $\vec{F}_{43} \vec{y}_0 = F_m$.

L'action de pesanteur sur la paroi (1) est modélisée par une action répartie p_0 . Le poids des autres éléments est supposé négligeable.

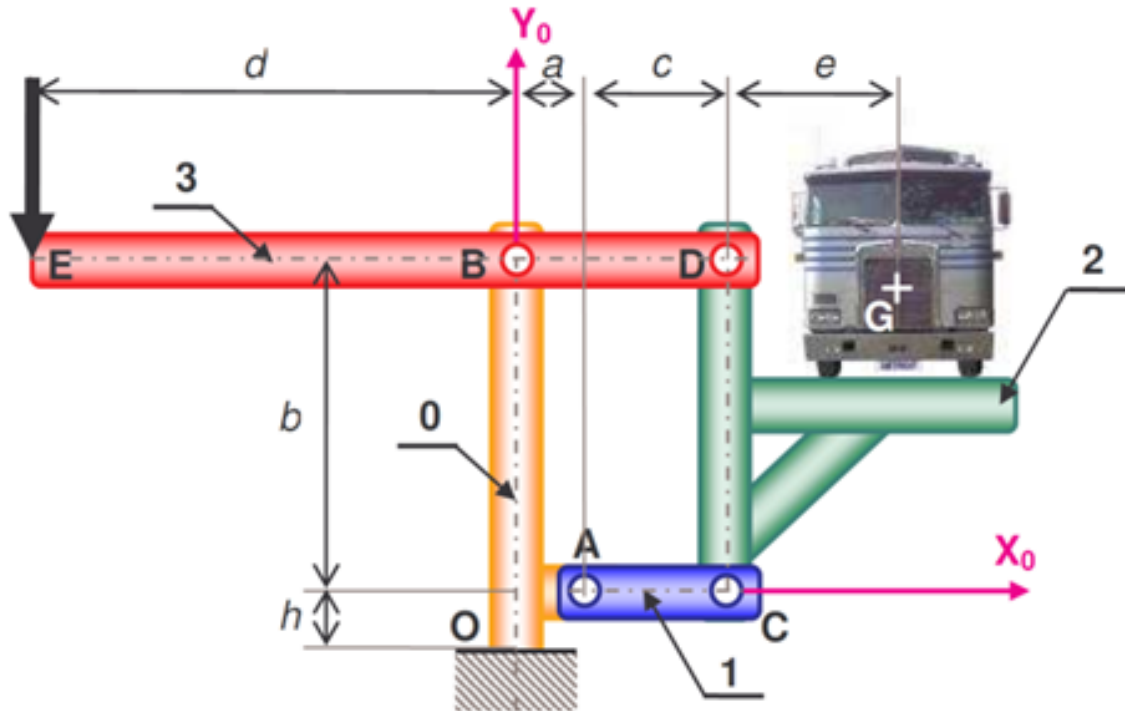
Question 1 Tracer le graphe de structure. Définir le nombre d'inconnues statiques.

Question 2 Donner la stratégie permettant de déterminer la valeur de la poussée F_m en fonction de p_0 .

Question 3 Déterminer la relation entre F_m et p_0 .

Question 4 Déterminer les actions mécaniques dans toutes les liaisons.

Pèse camion



On considère un bâti **0** auquel est attaché le repère $\mathcal{R} = (O; \vec{x}_0; \vec{y}_0; \vec{z}_0)$. Le champ de pesanteur est $g = -g \vec{y}_0$. La barre **1** est liée au bâti **0** par une liaison pivot parfaite d'axe (A, \vec{z}_0) . Le plateau porte camion **2** est lié à la barre **1** par une liaison pivot parfaite d'axe (C, \vec{z}_0) . Le levier **3** est lié au bâti **0** par une liaison pivot parfaite d'axe (B, \vec{z}_0) . Ce levier est également lié au plateau **2** par une liaison pivot parfaite d'axe (D, \vec{z}_0) . Le camion **4**, de centre de masse G et de masse M inconnue, repose sur le plateau **2**. L'action mécanique connue est caractérisée par : $\{\text{ext} \rightarrow 3\} = \left\{ \begin{array}{c} -F \vec{y}_0 \\ 0 \end{array} \right\}_E$.

Question 1 Tracer le graphe de structure. Définir le nombre d'inconnues statiques.

Question 2 Donner la stratégie permettant de déterminer la valeur de la poussée F_m en fonction de p_0 .

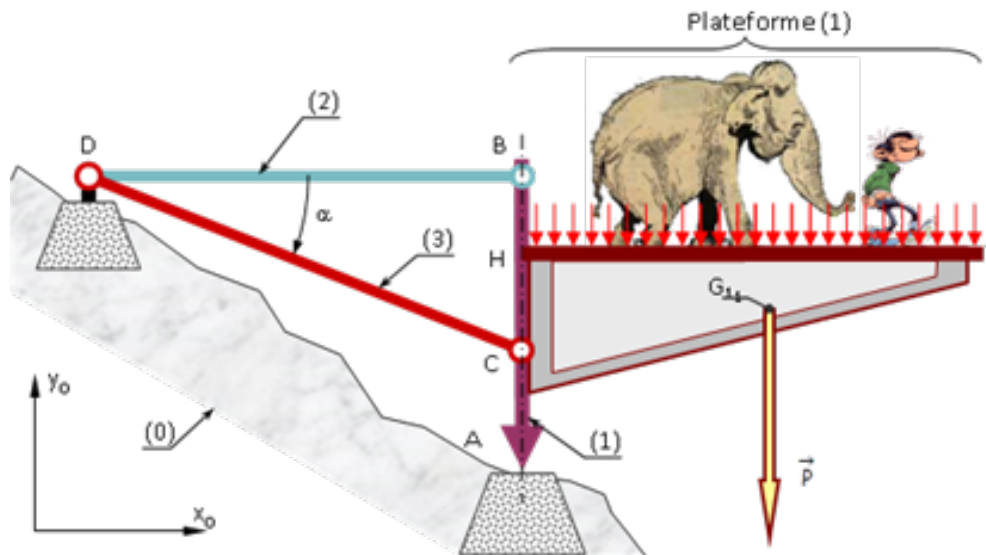
Question 3 Déterminer la relation entre F et M . Que dire de la position du camion sur la plate-forme ?

Question 4 Déterminer les actions mécaniques dans toutes les liaisons.

Plate-forme touristique

La figure ci-dessous représente une plate-forme destinée à recevoir du public. La structure est constituée :

- de la plate-forme proprement dite, repérée (**1**). Elle est liée par une liaison ponctuelle de centre A à un massif en béton ancré dans le sol (**0**) ;
- de deux tirants métalliques repérés (**2**) et (**3**) qui permettent de rigidifier l'ensemble. Ils sont liés à la plate-forme (**1**) par des liaisons pivots de centres respectifs B et C , et au sol (**0**) au moyen d'un second massif en béton, par deux liaisons pivots coïncidentes en D .



On a :

- poids maxi de la plate-forme et de ses occupants $\vec{P} = -qL_1 \vec{y}_0$, équivalent à une force appliquée au point G_1 : $\vec{AG}_1 = a_1 \vec{x}_0 + b_1 \vec{y}_0$;
- tirant (2) : longueur L_2 , section S_2 , $\vec{AB} = d_2 \vec{y}_0$;
- tirant (3) : longueur L_3 , section S_3 , $\vec{AC} = d_3 \vec{y}_0$;
- la direction du tirant (3) est définie par l'angle $\alpha = (\vec{x}_0, \vec{DC})$.

Question 1 Tracer le graphe de structure. Définir le nombre d'inconnues statiques.

Question 2 Donner la stratégie permettant de déterminer les efforts dans les liaisons.

Question 3 Déterminer les actions mécaniques dans toutes les liaisons.