

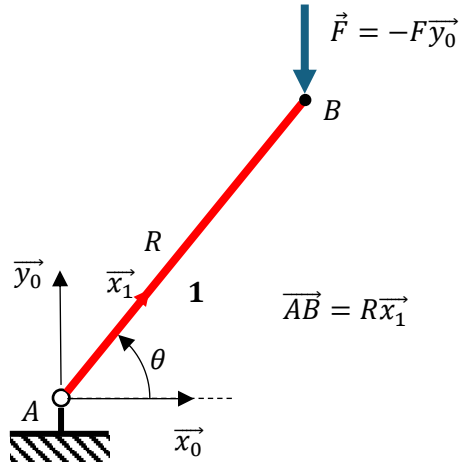
## Exercices de statique des solides (problème plan)

Objectif : déterminer les relations entrée-sortie statique pour les différents exemples.

### Système levier motorisé

On considère le mécanisme schématisé ci-dessous, constitué du levier 1 en liaison pivot avec 0.

Le levier 1 est soumis à un couple moteur  $Cm\vec{z}_0$  et à une force  $-F\vec{y}_0$  en B.



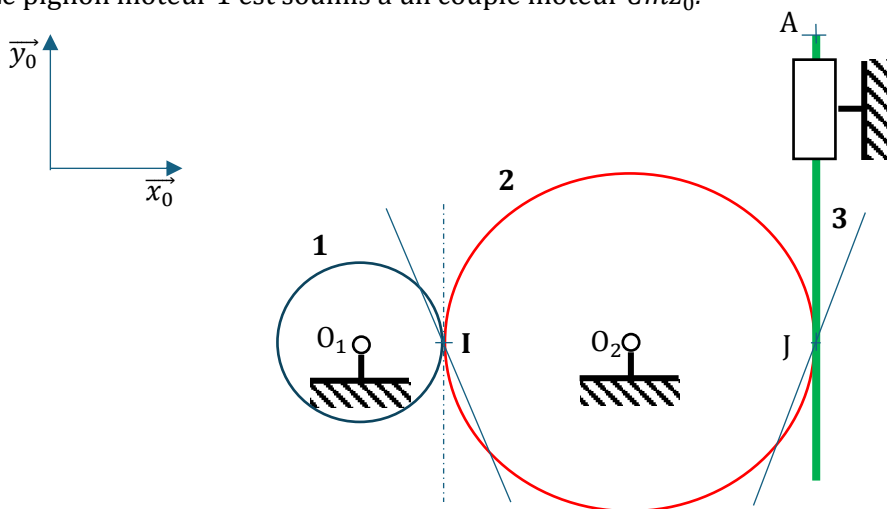
1. Faire le graphe de structure.
2. Exprimer le torseur des AMT par la liaison.
3. Appliquer le PFS à 1. Déterminer la relation entrée-sortie entre F et Cm.

### Système engrenage

On considère le mécanisme schématisé ci-dessous, constitué d'un pignon moteur 1 de rayon primitif  $r_1$ , d'une roue 2 de rayon primitif  $r_2$ , d'une crémaillère 3. L'angle de poussée  $\alpha = 20^\circ$  lié à la forme en développante de cercle des dents est tel que la force transmise en I est que  $\vec{R}_{1 \rightarrow 2} = -Y_{12}\tan\alpha\vec{x}_0 + Y_{12}\vec{y}_0$  et la force transmise en J  $\vec{R}_{2 \rightarrow 3} = Y_{23}\tan\alpha\vec{x}_0 + Y_{23}\vec{y}_0$ .

La crémaillère est soumise à une force  $-F\vec{y}_0$  en A.

Le pignon moteur 1 est soumis à un couple moteur  $Cm\vec{z}_0$ .



1. Faire le graphe de structure.
2. Exprimer le torseur des AMT par la liaison.
3. Appliquer le PFS à 1, puis à 2, puis à 3. Déterminer la relation entrée-sortie entre F et Cm.

### Système bielle-manivelle

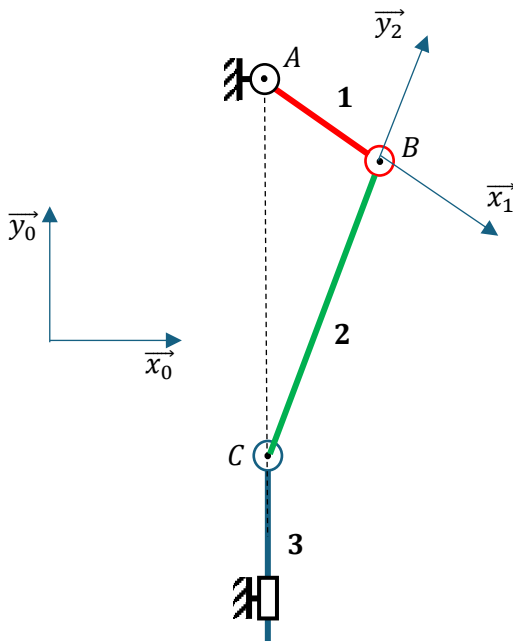
On considère le mécanisme bielle-manivelle, schématisé ci-dessous, constitué de la manivelle 1  $\overrightarrow{AB} = e\overrightarrow{x_1}$ , de la bielle 2  $\overrightarrow{CB} = L\overrightarrow{y_2}$ , du piston 3 .

$$\overrightarrow{AC} = -\lambda\overrightarrow{y_0}.$$

La manivelle 1 est soumise à un couple moteur  $Cm\overrightarrow{z_0}$ .

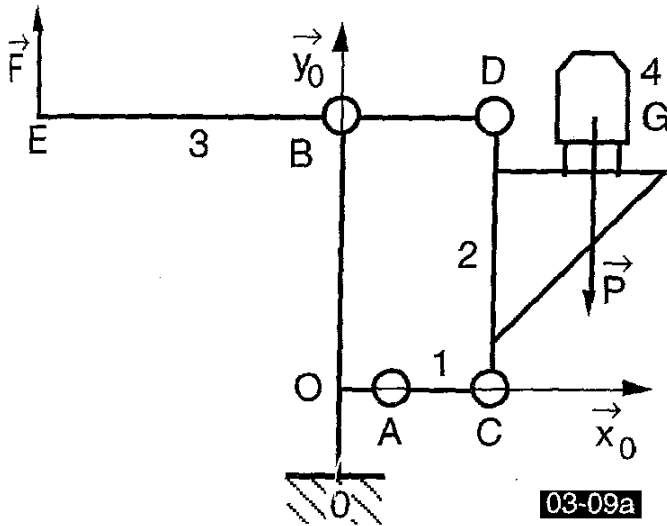
Le piston est soumis à une force  $F\overrightarrow{y_0}$  en C.

$$\theta_1 = (\overrightarrow{x_0}, \overrightarrow{x_1}) = (\overrightarrow{y_0}, \overrightarrow{y_1}); \quad \theta_2 = (\overrightarrow{x_0}, \overrightarrow{x_2}) = (\overrightarrow{y_0}, \overrightarrow{y_2})$$



1. Faire le graphe de structure.
2. Exprimer les torseurs des AMT par les liaisons
3. Appliquer le PFS à 2, exprimer alors les torseurs des AMT simplifiés correspondant (1 seule inconnue restante).
4. Appliquer le PFS à 3 puis à 1 et en déduire la relation entrée-sortie statique.

## Pèse-camion



On considère un bâti 0, auquel est attaché le repère  $R_0(O, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$ . On pose :

$$\vec{OA} = a\vec{x}_0 \quad (a > 0) \quad \text{et} \quad \vec{OB} = b\vec{y}_0$$

Le champ de pesanteur est donné par :  $\vec{g} = -g\vec{y}_0$

La barre 1 est liée au bâti 0 par une liaison pivot parfaite d'axe  $(A, \vec{z}_0)$ . On pose :  $\vec{AC} = c\vec{x}_0$

Le plateau porte camion 2 est lié à la barre 1 par une liaison pivot parfaite d'axe  $(C, \vec{z}_0)$ . On pose :  $\vec{AC} = c\vec{x}_0$

Le levier 3 est lié au bâti 0 par une liaison pivot parfaite d'axe  $(B, \vec{z}_0)$ . On pose :

$$\vec{BD} = (a+c)\vec{x}_0 \quad \vec{BE} = d\vec{x}_0 \quad (d < 0)$$

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. On pose :  $\vec{DG} \cdot \vec{x}_0 = e$

L'action mécanique connue est caractérisée par :  $\{\mathbf{T}_{e \rightarrow 3}\} = \begin{Bmatrix} F\vec{y}_0 \\ 0 \end{Bmatrix}_E$

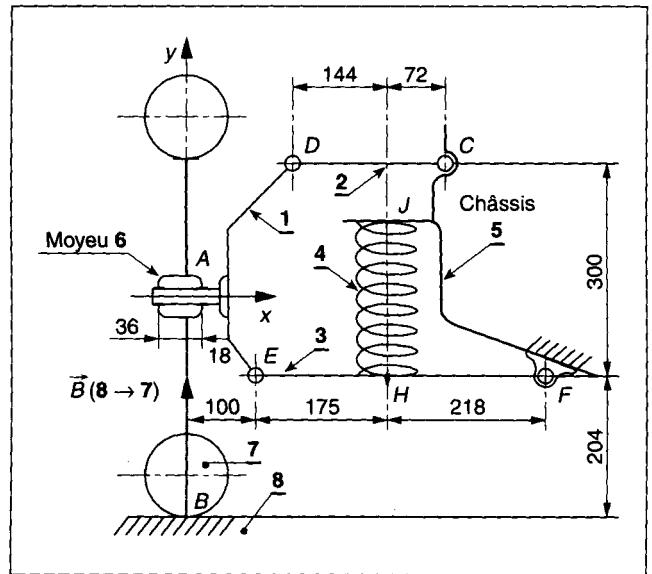
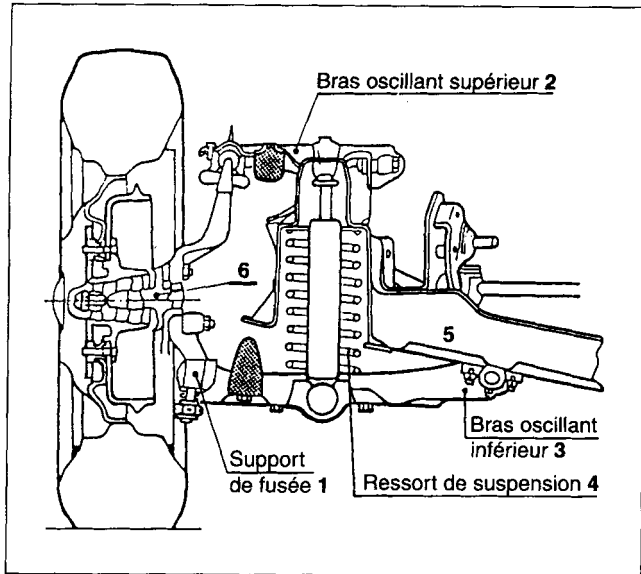
Le problème peut être considéré comme plan. La masse des différents éléments est négligée devant celle du camion.

1. Tracer le graphe des liaisons de ce mécanisme.
2. Caractériser les torseurs d'actions mécaniques associés aux liaisons.
3. À l'équilibre statique, exprimer chaque action mécanique transmise par les liaisons ainsi que F en fonction de M.

On isolera successivement la barre 1, le camion 4, le plateau 2 et la barre 3.

# Suspension d'automobile

La suspension par bras oscillant d'une roue avant non motrice d'automobile est définie par le plan et est modélisée par le schéma cinématique donnés ci-dessous.



La roue (7) est en liaison pivot d'axe  $(A, \vec{x})$  avec la fusée (1).

La fusée (1) est en liaison pivot d'axe  $(D, \vec{z})$  avec la bielle (2) et en liaison pivot d'axe  $(E, \vec{z})$  avec le levier (3).

Le levier (3) est en liaison pivot d'axe  $(F, \vec{z})$  avec le châssis (5) de la voiture. La bielle (2) est en liaison pivot d'axe  $(C, \vec{z})$  avec le châssis (5).

## Hypothèses associées au modèle :

Le plan  $(A, \vec{x}, \vec{y})$  est un plan de symétrie pour l'ensemble des forces appliquées à tous les éléments du mécanisme.

Le poids des pièces est négligé.

Toutes les liaisons sont supposées parfaites et sans frottement.

L'action du sol (8) sur la roue (7) est modélisable au point B par un effort vertical de 3000 N.

Les actions du ressort (4) sur (3) et (5) sont modélisables par des forces verticales selon (HJ).

La force transmise au point M de i à j sera notée  $\vec{M}_{i \rightarrow j}$

1. Tracer le graphe de structure de cette suspension.
2. Donner la forme des torseurs des efforts transmissibles par les liaisons :
  - a. Dans le cas d'une modélisation tridimensionnelle
  - b. Dans le cas d'une modélisation plane
3. Isoler 2 et en déduire la direction des forces en C et D.
4. Isoler l'ensemble 1+6+7 et en déduire la direction des forces en D et E.
5. Isoler 3 et en déduire l'effort du ressort en H.