Centre d'intérêt 0

Révisions de statique

PSI - MP : Lycée Rabelais

Pré-requis

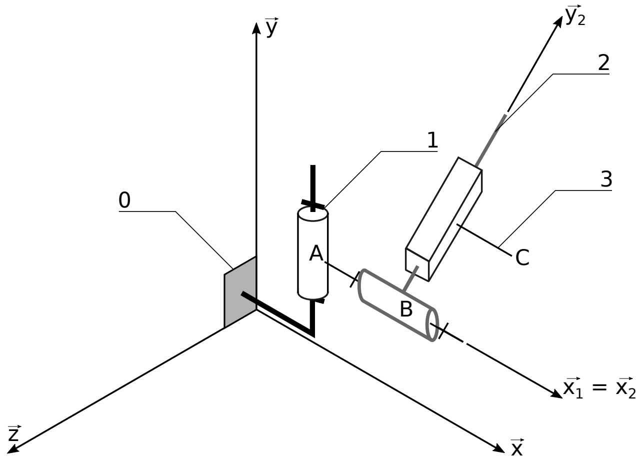
Géométrie vectorielle

Cours de première année sur la statique

Objectifs

Savoir utiliser **efficacement** le principe fondamental de la statique

1 Méthode d'isolement ★



On considère le robot dont la cinématique est définie par le schéma ci-dessus. Le solide 1 a pour centre de gravité A et pour masse m_1 ; le solide 2 a pour centre de gravité B et pour masse m_2 ; le solide 3 a pour centre de gravité C et pour masse m_3.

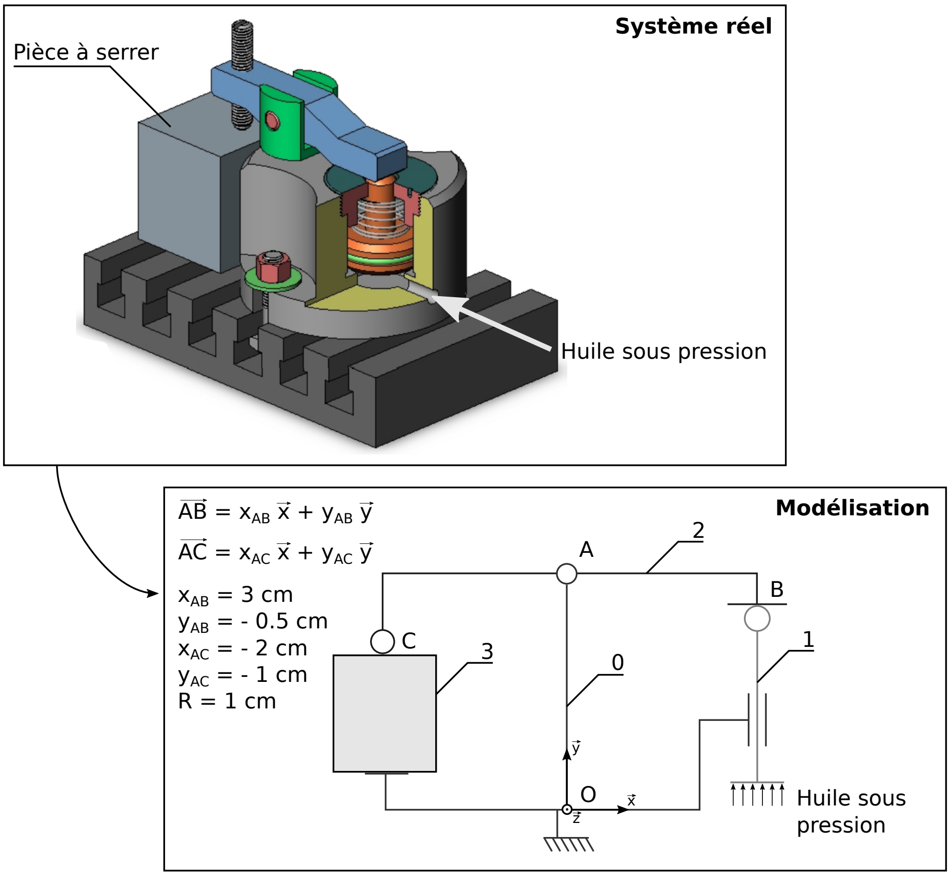
Toutes les liaisons sont motorisées. Les différentes actions de motorisation sont représentées par les torseurs suivants :

$$\{0 \xrightarrow{mot} 1\} = \underset{A}{\left\{ \begin{array}{l} \overrightarrow{R_{0\xrightarrow{mot}1}} = \overrightarrow{0} \\ \overrightarrow{M_{A,0\xrightarrow{mot}1}} = C_{01}\,\overrightarrow{y} \end{array} \right.} \quad ; \quad \{1 \xrightarrow{mot} 2\} = \underset{A}{\left\{ \begin{array}{l} \overrightarrow{R_{1\xrightarrow{mot}2}} = \overrightarrow{0} \\ \overrightarrow{M_{A,1\xrightarrow{mot}2}} = C_{12}\overrightarrow{x_1} \end{array} \right.} \quad \text{et} \quad \{2 \xrightarrow{mot} 3\} = \underset{B}{\left\{ \begin{array}{l} \overrightarrow{R_{2\xrightarrow{mot}3}} = F_{23}\overrightarrow{y_2} \\ \overrightarrow{M_{B,2\xrightarrow{mot}3}} = \overrightarrow{0} \end{array} \right.}$$

Question 1. Mettre au point un graphe d'analyse.

Question 2. Déterminer la stratégie d'isolement pour déterminer C_{01}, C_{12} et F_{23} en fonction notamment des masses des différents solides. Justifier (mais ne pas détailler les calculs).

2 Bride hydraulique ★



Le système étudié ici est une bride hydraulique utilisée pour effectuer le serrage d'une pièce (notée 3) sur le plateau d'une machine outil (noté 0).

L'avantage d'un tel système par rapport à un bridage manuel, est la possibilité de remplacer rapidement la pièce usinée par la nouvelle pièce. Lors de fabrications en série, le gain de temps peut-être très important.

Pour serrer la pièce une alimentation en huile sous pression est nécessaire. Cette huile appuie sur la pièce 1 à travers un piston de rayon R. Le piston pousse ensuite le basculeur 2. Ce basculeur exerce finalement l'action de maintien sur la pièce à serrer.

Les liaisons sont celles indiquées sur le schéma de présentation à savoir :

- Pivot glissant d'axe $(B, \overrightarrow{y})$ entre les solides 0 et 1 ;
- Liaison sphère-plan en B de normale $\overrightarrow{y}$ entre les solides 2 et 1 ;
- Liaison pivot d'axe $(A, \overrightarrow{z})$ entre les solides 0 et 2 ;
- Liaison sphère-plan en C de normale $\overrightarrow{y}$ entre les solides 2 et 3 ;
- Liaison appui-plan de normale $\overrightarrow{y}$ entre les solides 0 et 3.

On négligera l'effet de la pesanteur dans cette étude.

Objectif : On cherche à déterminer la pression p nécessaire pour obtenir un effort de serrage de 500 N. Cet effort de serrage correspond à la force exercée par le solide 2 sur le solide 3.

Problème "version difficile" :

Question : À travers les isolements adéquats, déterminer la pression p nécessaire pour obtenir un effort de serrage de 500 N.

Problème guidé :

Partie 1 : Isolement du piston 1

Question 1. Isoler le piston 1 puis dresser le bilan des actions mécaniques extérieures.

Question 2. Quel théorème faut-il utiliser pour trouver une relation entre la pression p et l'action de 2 sur 1 ?

Question 3. Déterminer cette relation.

Partie 2 : Isolement du basculeur 2

Question 4. Isoler le basculeur 2 puis dresser le bilan des actions mécaniques extérieures.

Question 5. Quel théorème faut-il utiliser pour trouver une relation entre l'action de 1 sur 2 et l'effort de serrage correspondant à l'action de 2 sur 3.

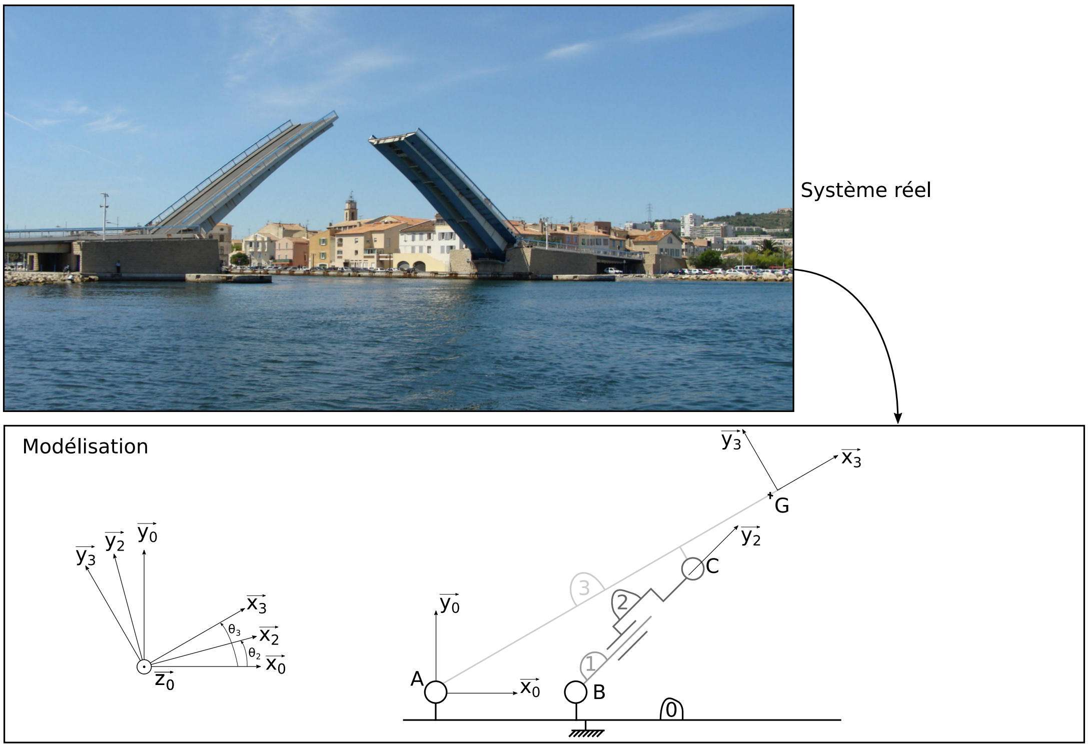
Question 6. Déterminer cette relation.

Conclusion :

Question 7. Déterminer finalement une relation entre la pression p et l'effort de serrage.

Question 8. Conclure en déterminant la pression p nécessaire pour obtenir un effort de serrage de 500 N.

3 Levage d'un pont ★★



Paramétrage :

• $\overrightarrow{AB} = l_0\,\overrightarrow{x_0}$ $\quad\overrightarrow{AC} = l_{3x}\,\overrightarrow{x_3} + l_{3y}\,\overrightarrow{y_3}$ $\quad\overrightarrow{BC} = \lambda(t)\,\overrightarrow{y_2}$ $\quad\overrightarrow{AG} = l_G\,\overrightarrow{x_3}$

• $\theta_2 = (\overrightarrow{x_0},\overrightarrow{x_2}) = (\overrightarrow{y_0},\overrightarrow{y_2})$ $\quad\theta_3 = (\overrightarrow{x_0},\overrightarrow{x_3}) = (\overrightarrow{y_0},\overrightarrow{y_3})$ $\quad\overrightarrow{z_0} = \overrightarrow{z_1} = \overrightarrow{z_2} = \overrightarrow{z_3}$

Hypothèses :

• On néglige l'effet de la pesanteur sur les pièces 1 et 2.

• On considère, compte-tenu des symétries, que l'hypothèse d'un problème dans le plan $(A,\overrightarrow{x_0},\overrightarrow{y_0})$ peut être retenue.

• Le pont a une masse de 325 tonnes. Le centre de gravité du pont est G.

• L'ensemble { 1 , 2 } est un vérin hydraulique à section circulaire dont la pression interne est notée p_v. La section utile du piston, notée S. Cela signifie donc que la liaison pivot glissant entre 1 et 2 est motorisée. On notera l'action de motorisation :

$$\{1 \xrightarrow{mot} 2\} = {}_B\left\{ \begin{array}{l} \overrightarrow{R_{1\xrightarrow{mot}2}} = F_v \overrightarrow{y_2} \\ \overrightarrow{M_{B,1\xrightarrow{mot}2}} = \overrightarrow{0} \end{array} \right.$$

• Les liaisons sont celles indiquées sur le schéma précédent, à savoir :

- une liaison pivot d'axe $(A, \overrightarrow{z_0})$ entre les solides 0 et 3 ;
- une liaison pivot d'axe $(C, \overrightarrow{z_0})$ entre les solides 3 et 2 ;
- une liaison pivot d'axe $(B, \overrightarrow{z_0})$ entre les solides 0 et 1 ;
- une liaison pivot glissant d'axe $(B, \overrightarrow{y_2})$ entre les solides 1 et 2.

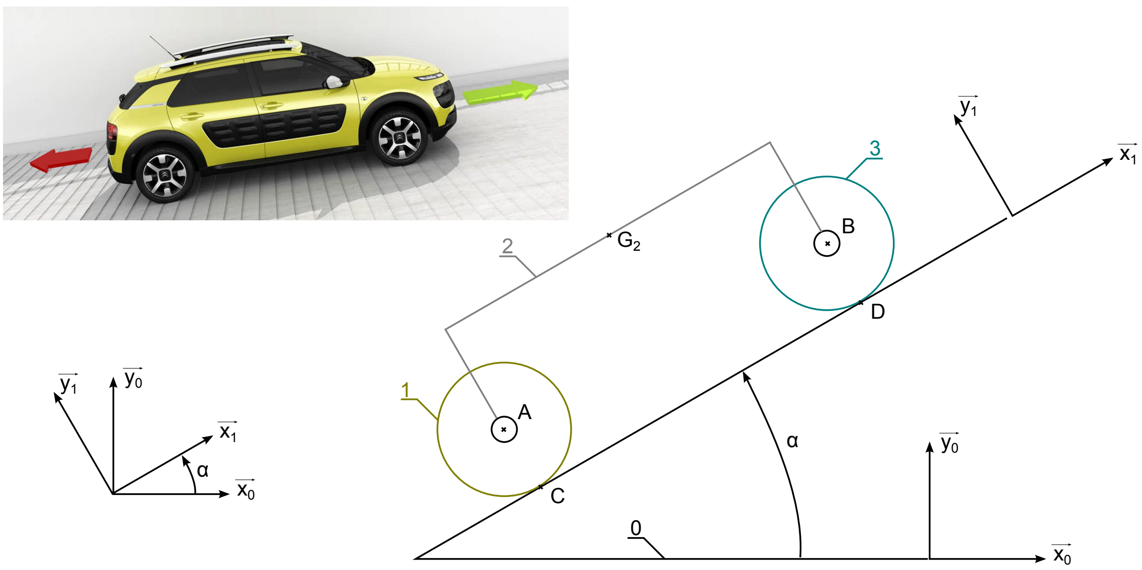
Question 1. Montrer que la résultante du torseur de l'action de 2 sur 3 est portée par le vecteur $\overrightarrow{y_2}$.

Question 2. Déterminer, à travers des isolements judicieux, la relation entre la pression dans le vérin p_v et les autres données du problème (masse, géométrie).

Question 3. Pour un vérin donné, quelle solution technologique pourrait être mise en place pour limiter la pression au sein de celui-ci ?

4 Stationnement d'un véhicule en pente ★★★

On s'intéresse ici à l'étude du stationnement d'un véhicule sur plan incliné. Lors du stationnement, l'usager actionne le frein à main de la voiture. Ce frein à main freine les roues arrières de la voiture. On souhaite déterminer ici le couple de freinage nécessaire pour maintenir le véhicule à l'arrêt. On s'intéressera d'abord au cas d'une voiture seule puis au cas d'une voiture tractant une remorque (ou une caravane).



La figure ci-dessus représente le modèle utilisé pour résoudre le problème. Les pièces sont notées de la manière suivante :

- 0 : route
- 1 : roues arrières
- 2 : châssis de la voiture
- 3 : roues avants

Les hypothèses suivantes sont réalisées :

- le problème est plan ;

- les liaisons entre les roues et le châssis sont des liaisons pivot d'axe $(A, \overrightarrow{z_0})$ pour les roues arrières et $(B, \overrightarrow{z_0})$ pour les roues avants ;
- les contacts roues/sol sont des liaisons sphère-plan ;
- toutes les liaisons sont parfaites hormis les liaisons entre le sol et les roues qui sont des liaisons avec frottement respectant les lois de Coulomb (avec un coefficient route/sol noté $f = 0.8$) ;
- seul le poids du châssis, appliqué en G_2, est pris en compte (la masse de ce châssis est notée $M = 2200$ kg) ;
- le frein à main exerce un couple de freinage modélisé par le torseur suivant :

$$\{2 \xrightarrow{\text{frein}} 1\} = \left\{ \begin{array}{l} \overrightarrow{R_{2 \xrightarrow{\text{frein}} 1}} = \overrightarrow{0} \\ \overrightarrow{M_{A,2 \xrightarrow{\text{frein}} 1}} = C_f \, \overrightarrow{z} \end{array} \right._A$$

Les données géométriques du problème sont les suivantes :

- les roues ont un rayon $r = 0.3$ m ;
- $\overrightarrow{AB} = L \cdot \overrightarrow{x_1}$ avec ($L = 3$ m) ; $\overrightarrow{AG_2} = \frac{L}{2}\overrightarrow{x_1} + h\overrightarrow{y_1}$ avec ($h = 0.5$ m).

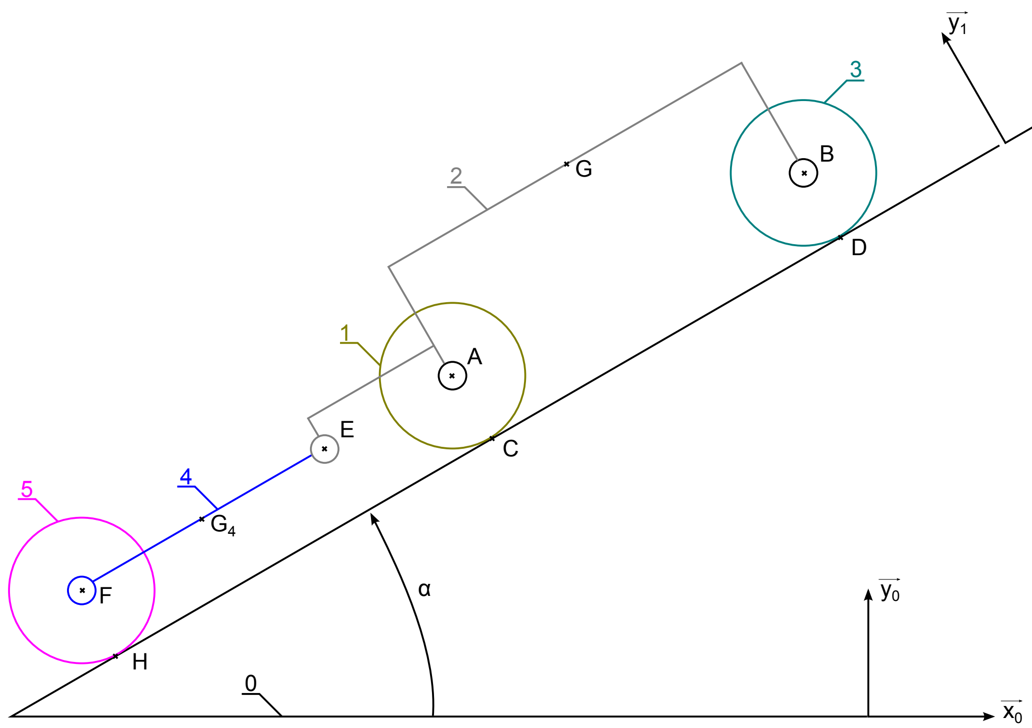
Question 1. En isolant la roue avant, et en écrivant le théorème adéquat, montrer que l'action du sol sur la roue avant n'a pas de composante tangentielle.

Question 2. En se plaçant à la limite du glissement, déterminez la pente maximale sur laquelle la voiture peut rester sans glisser.

Question 3. Dans cette configuration, déterminer le couple de freinage à fournir pour maintenir la voiture en équilibre.

On considère maintenant que la voiture tracte une remorque chargée d'une masse totale de $m = 1000$ kg. Cette remorque est composée d'un châssis noté 4 et d'une roue notée 5. Le point G_4, centre de gravité de la remorque, est défini de telle sorte que $\overrightarrow{AE} = \overrightarrow{EG_4} = \overrightarrow{G_4F} = -l\overrightarrow{x_1}$ avec $l = 1$ m. On néglige la masse de la roue 5.

La liaison entre 4 et 5 ainsi que celle entre 1 et 4 sont des liaisons pivot parfaites. La liaison entre la roue 5 et le sol est une liaison sphère-plan avec frottement de type frottement de Coulomb.



Question 4. Reprendre l'étude réalisée dans les questions 2 et 3.