TD CI-4 AM & STAT : CI-4 MODÉLISER LES ACTIONS MÉCANIQUES PUIS PRÉVOIR ET VÉRIFIER LES PERFORMANCES DE SYSTÈMES SOUMIS À DES ACTIONS MÉCANIQUES STATIQUES.

Exercice 1 : Lève bateau

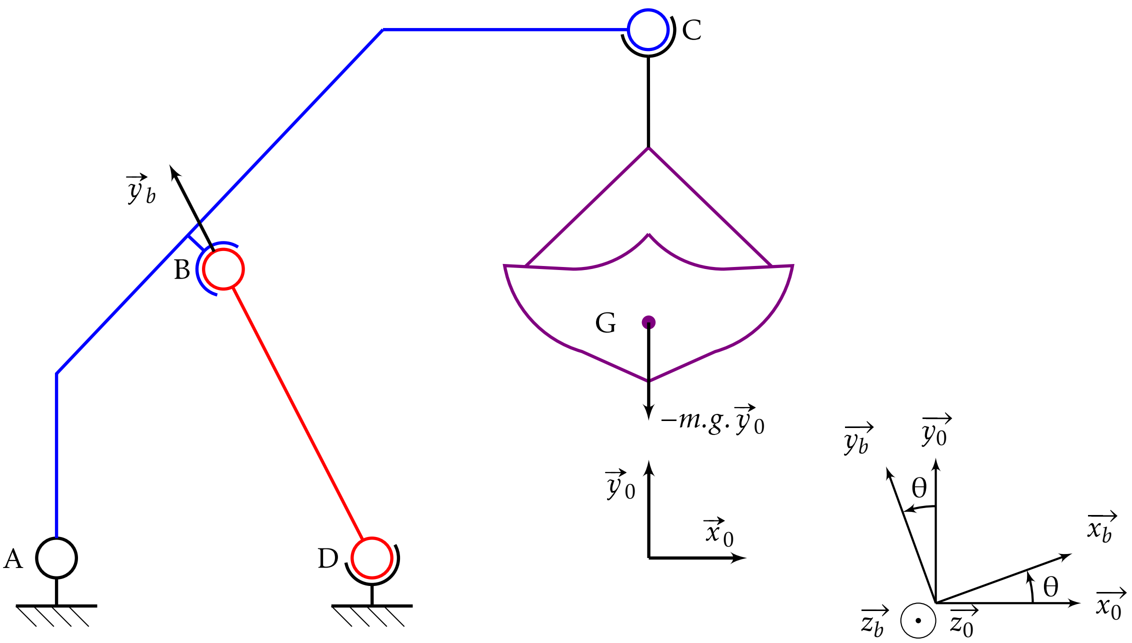
Le système ci-contre est en équilibre. Le bateau est maintenu par l'action du vérin hydraulique. Le problème sera supposé plan, et les liaisons pivot en A, B, C et D parfaites.

L'action du poids sera négligée sauf pour le bateau (glisseur $\vec{g}$ passant par G).

$\overrightarrow{AC} = c_x.\vec{x}_0 + c_y.\vec{y}_0$; $\overrightarrow{AD} = d.\vec{x}_0$; $\overrightarrow{DB} = \lambda.\vec{y}_b$ et $\theta = (\vec{x}_0, \vec{x}_b) = (\vec{y}_0, \vec{y}_b)$

Q - 1 : *Réaliser le graphe des liaisons de ce mécanisme.*

Q - 2 : *Déterminer les actions mécaniques dans les liaisons en A, B, C et D par une étude analytique. Retrouver ces résultats par une étude graphique.*

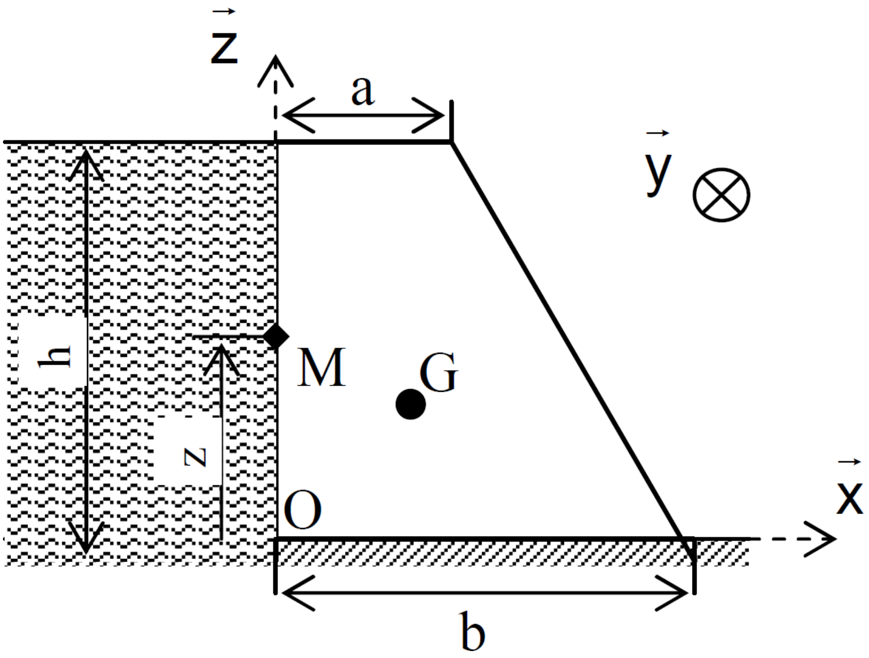


Exercice 2 : Équilibre d'un barrage

Un barrage en béton repose sur le sol. L'eau exerce sur la paroi verticale du barrage une action mécanique de pression hydrostatique définie par la pression : $p(z) = \rho.g.(h-z)$
avec :

- ρ masse volumique de l'eau
- g accélération de la pesanteur
- z altitude du point M

La longueur suivant $\vec{y}$ est L.
La masse volumique du barrage est notée ρ_b barrage.



Q - 1 : *Déterminer au point O le torseur d'action mécanique de l'eau sur le barrage.*

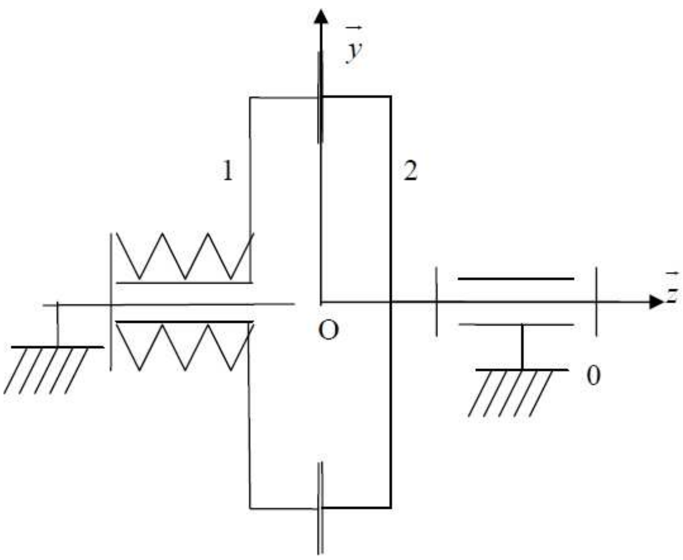
Q - 2 : *Montrer que ce torseur est un glisseur et rechercher son axe central. En déduire la position du centre de poussée.*

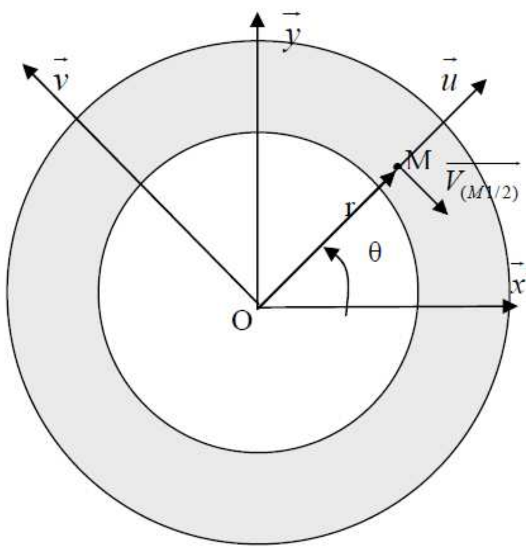
Q - 3 : *Déterminer le poids du barrage et la position de son centre de gravité.*

Q - 4 : *Etudier l'équilibre du barrage, et en déduire la valeur minimale du coefficient de frottement entre le barrage et le sol pour que le barrage ne glisse pas.*

Exercice 3 : Étude d'un frein (avec le modèle de Coulomb)

Objectif : trouver les actions mécaniques due au frottement mutuel des disques **1** et 2





On appelle p la pression surfacique supposée constante et f le coefficient de frottement entre les deux disques. R_{ext} et R_{int} les rayons extérieurs et intérieurs des disques.

Q - 1 : *Exprimer les composantes de l'effort local* $d\overrightarrow{F_{2\to1}}$ *en un point* M *du disque.*

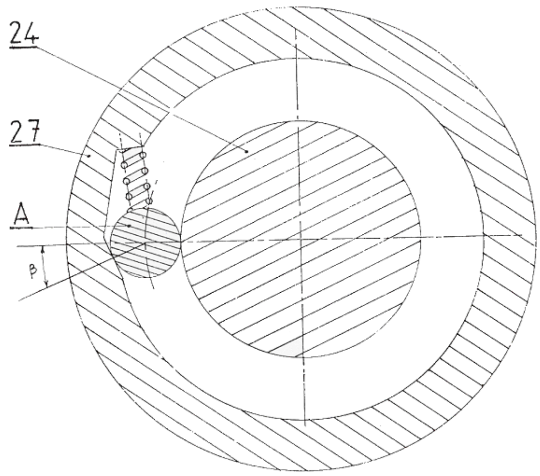
Q - 2 : *Calculer la résultante du torseur des actions mécaniques de* $2 \to 1$ $\overrightarrow{F_{2\to1}}$

Q - 3 : *Calculer le moment en* O *du torseur des actions mécaniques de* $2 \to 1$ $\overrightarrow{M_{(O,2\to1)}}$

Q - 4 : *En déduire la relation entre le couple de frottement* $C_{f2\to1}$ *et l'effort normal* $F_{N2\to1}$

Exercice 4 : Roue Libre

Le système représenté ci-dessous est une roue libre très simplifiée (une seule bille à été représenté). On se propose de vérifier le principe de fonctionnement de ce système.



- Modélisation et paramétrage cinématique :
- Hypothèses de calcul :
  - Tous les solides sont considérés comme indéformables,
  - Tous les contacts s'effectuent avec un frottement de même coefficient,
  - Toutes les masses sont négligées,
  - Du fait de la symétrie du système, l'étude peut se résumer à un problème plan,
  - On néglige l'action du ressort sur la bille.

Q - 1 : *Déterminer le coefficient de frottement minimum nécessaire pour que le système puisse fonctionner.*

Exercice 5 : Radar X-band (D'après sujet CCP 99 - PSI)

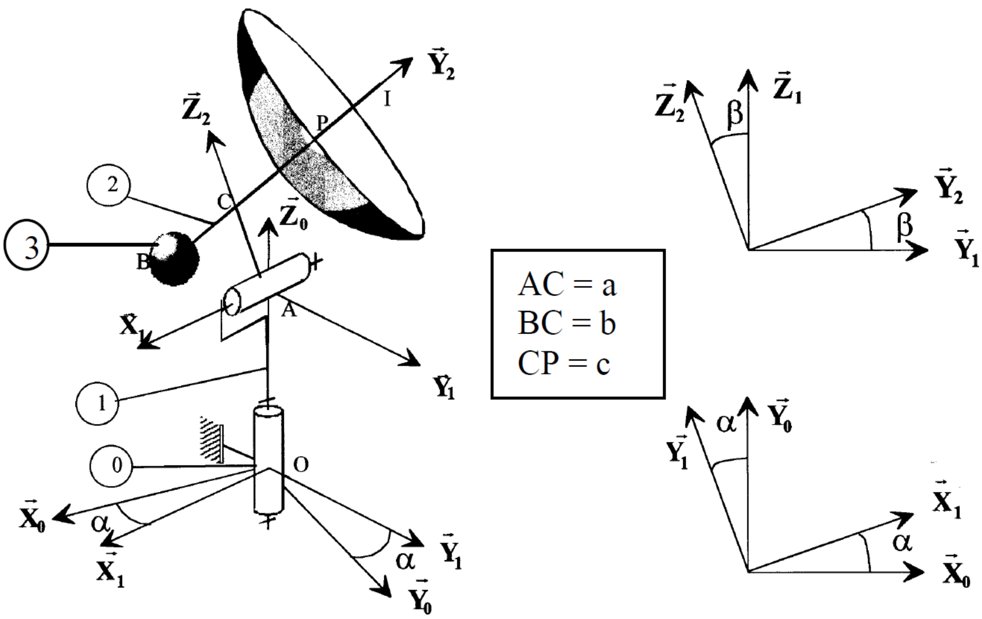
Le radar météorologique bande X est un outil d'aide à l'analyse et à l'observation des masses nuageuses. En France on en compte 14 répartis sur l'ensemble du territoire. Le principe de fonctionnement est basé sur l'émission/réflexion : à intervalles de temps réguliers, le radar émet dans l'atmosphère des ondes électromagnétiques de forte puissance, de durée très brève et de fréquence très élevée. L'énergie contenue dans cette onde est concentrée par une antenne directive. Les cibles qui se trouvent à l'intérieur du faisceau interceptent l'onde émise, une partie de la puissance incidente est alors absorbée, et rayonne dans toutes les directions.

La fraction du signal qui retourne vers l'antenne est le signal utile à la détection. Ainsi, en fonction de l'orientation de l'antenne et du temps écoulé entre l'émission de l'onde et le retour de la puissance réfléchie, on pourra localiser la direction et la distance de la cible. L'antenne balaye l'atmosphère suivant deux axes de rotation : une rotation d'axe vertical nommée " azimut " et une rotation d'axe horizontal nommée " site ". L'étude proposée portera sur l'équilibrage statique de l'axe de " site " correspondant à l'axe $\vec{x}_1$ du schéma.

- Hypothèses de calcul :
  - Tous les solides sont considérés comme indéformables et les liaisons comme parfaites,
  - Le repère $\mathcal{R}$ $(O, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$ est considéré comme galiléen,
  - L'angle d'azimut est nul $\alpha = 0$ et $\beta = cste$,
  - Seules les masses de la parabole (M_P) et de **3** (M_3) sont prises en compte, toutes les autres sont négligées,

- La parabole est soumise à l'action du vent, modélisé par un glisseur de résultante $\overrightarrow{F_V} = -F_V.\vec{y}_0$ appliquée en P,
- Le pilotage de la rotation de l'angle du site β est obtenu par un moteur dont le couple est C_{ms} .

- Modélisation et paramétrage cinématique :



Q - 1 : *Donner la forme du torseur des actions mécaniques transmissibles par la liaison entre **1** et **2**.*

Q - 2 : *Exprimer les actions mécaniques de pesanteur et l'action du vent sous la forme de torseurs.*

Q - 3 : *Écrire tous les torseurs au point* A.

Q - 4 : *En appliquant le principe fondamental de la statique à l'émetteur-récepteur **2** + Masse **3**, exprimer le couple C_{ms} ainsi que les actions mécaniques transmises par la liaison pivot.*

Q - 5 : *L'émetteur-récepteur **2** est équilibré en modifiant la masse M_3 du contrepoids **3** pour obtenir un couple C_{ms} nul pour $\beta = 0$. L'équilibrage est obtenu par vent nul. Déterminer l'expression de la masse M_3 permettant d'obtenir l'équilibrage de l'émetteur-récepteur **2**.*

Q - 6 : *L'émetteur-récepteur **2** est équilibré. En utilisant l'expression trouvée dans la question précédente, et en considérant toujours $F_V = 0$, simplifier l'expression du couple C_{ms}. Tracer l'évolution du couple pour un angle $\beta \in [0, \pi/4]$. Quelle modification géométrique du radar permettrait d'obtenir un équilibrage pour tout angle β ?*