

## Centre d'intérêt 0

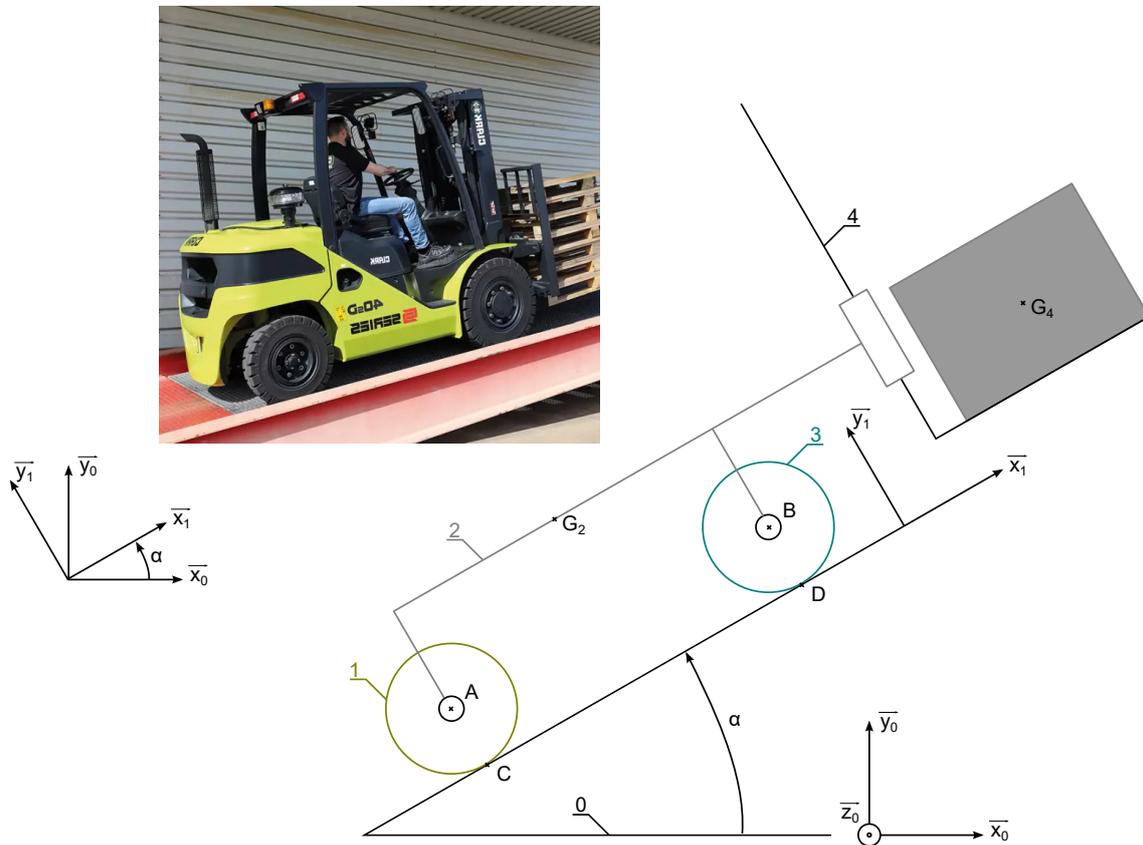
### Exercice de synthèse de statique

PSI - MP : Lycée Rabelais

## Chariot élévateur

### 1 Prédiction du risque pour un chariot élévateur en pente

On s'intéresse ici à l'étude d'un chariot élévateur sur un plan incliné. On se limite à une étude statique correspondant à un fonctionnement à l'arrêt. On suppose ici que seules les roues avant du chariot sont freinées. On souhaite déterminer ici le couple de freinage nécessaire pour maintenir le véhicule à l'arrêt mais aussi vérifier que celui-ci ne risque ni de glisser ni de basculer que ce soit en montée ou en descente (cela signifie que  $\alpha \in [-90^\circ; 90^\circ]$  où  $\alpha = (\vec{x}_0, \vec{x}_1) = \vec{y}_0, \vec{y}_1$ ) représente la pente avec  $\vec{z}_0 = \vec{z}_1$ ).



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 du chariot
- 3 : roues avant
- 4 : système de levage avec sa charge

Les hypothèses suivantes sont réalisées :

- la liaison glissière entre 2 et 4 est motorisée et permet le levage ;
- le problème est plan ;
- les liaisons entre les roues et le châssis sont des liaisons pivot d'axe  $(A, \vec{z}_0)$  pour les roues arrières et  $(B, \vec{z}_0)$  pour les roues avant ;
- 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 et du système de levage sont pris en compte. Les forces de pesanteur sont appliquées respectivement en  $G_2$  en  $G_4$  et les masses associées sont notées  $M_2 = 2200$  kg et  $M_4 = 800$  kg ;
- le frein exerce un couple de freinage modélisé par le torseur suivant :

$$\{2 \xrightarrow{\text{frein}} 3\} = \begin{cases} \vec{R}_{2 \xrightarrow{\text{frein}} 3} = \vec{0} \\ \vec{M}_{B, 2 \xrightarrow{\text{frein}} 3} = C_f \vec{z} \end{cases}$$

Les données géométriques du problème sont les suivantes :

- les roues ont un rayon  $r = 0.3$  m ;
- $\vec{AB} = L \cdot \vec{x}_1$  avec  $(L = 2$  m) ;  $\vec{AG}_2 = \frac{L}{2} \vec{x}_1 + h \vec{y}_1$  avec  $(h = 0.5$  m) ;  $\vec{DG}_4 = L_4 \vec{x}_1 + h_4 \vec{y}_1$  avec  $L_4 = 1.5$  m (environ car dépend de la charge à lever) et on prendra  $h_4 = 1.5$  m mais dans les faits  $h_4$  peut varier.

**Question 1.** En isolant les roues arrières, et en écrivant le théorème adéquat, montrer que l'action du sol sur les roues arrières n'a pas de composante tangentielle.

**Question 2.** En se plaçant à la limite du glissement, déterminez la pente maximale (en montée) sur laquelle le chariot peut rester sans glisser (on supposera que la composante normale du sol sur la roue avant vérifie ici  $Y_{03} > 0$ ).

Les directives de l'UE recommandent de ne pas utiliser de rampes avec une pente supérieure à 30 % (cela signifie que pour 1 mètre parcouru horizontalement, le véhicule parcourt  $1 \times \frac{30}{100}$  m verticalement).

**Question 3.** Est-ce compatible avec le résultat précédent ?

**Question 4.** Dans cette configuration limite de la question 2, et en isolant la roue arrière, déterminer le couple de freinage à fournir pour maintenir le chariot en équilibre.

**Question 5.** Les contacts roues/sol étant unilatéraux, déterminer s'il y aura décollement des roues arrières du sol.

**Question 6.** Reprendre les questions précédente en descente (pente minimale amenant le glissement et déterminer s'il y a risque de basculement).