

<b>td</b>	<b>td ST 5.0</b>	<b>TSH (Période 4)</b>
	<b>Modèle de Coulomb du frottement</b>	<b>1h</b>
	<b>Cycle 9 : Statique</b>	<b>5 semaines</b>

- ANALYSER** Isoler un système et justifier l'isolement.
- ANALYSER** Justifier le choix d'un matériau et/ou d'un procédé.
- MODELISER** Caractériser les grandeurs associées utiles à la modélisation.
- MODELISER** Proposer une modélisation des liaisons avec leurs caractéristiques géométriques.
- MODELISER** Modéliser une action mécanique.
- RESOUDRE** Déterminer les actions mécaniques en statique.
- CONCEVOIR** Dimensionner un composant des chaînes fonctionnelles.

## 1 Equilibre d'une voiture en stationnement

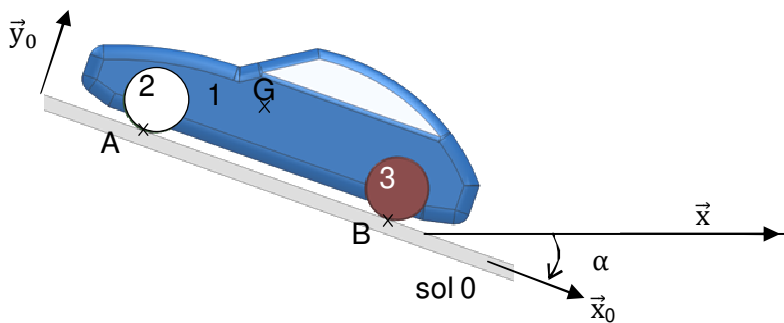
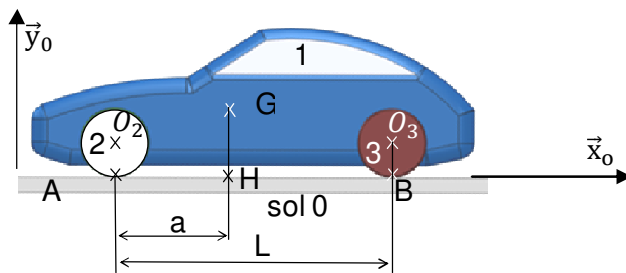
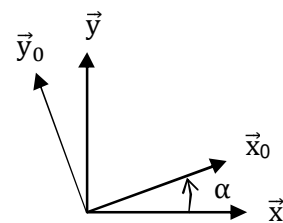


Figure plane :



### Hypothèses et notations :

- Le châssis 1 et les roues sont en liaison pivot d'axe  $(O_2, \vec{z})$  pour la roue 2 et d'axe  $(O_3, \vec{z})$  pour la roue 3.
- La roue arrière 3 est bloquée par le frein à main : couple de freinage  $Cf$  appliqué par 0 sur 3.
- Le sol 0 et les roues sont en liaison linéaire rectiligne de direction  $z$ , de normale  $(A, \vec{y}_0)$  pour la roue 2 et de normale  $(B, \vec{y}_0)$  pour la roue 3 ; le coefficient de frottement au contact vaut  $f = 1$  et les

torseurs transmissibles sont alors de la forme  $\{T_{0 \rightarrow 2}\} = \begin{Bmatrix} X_{02} & L_{02} \\ Y_{02} & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{A, R_0}$  avec  $X_{02} \leq f \cdot Y_{02}$  et  $\{T_{0 \rightarrow 3}\} =$

$\begin{Bmatrix} X_{03} & L_{03} \\ Y_{03} & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{B, R_0}$  avec  $X_{03} \leq f \cdot Y_{03}$ . Seules ces 2 liaisons ne sont pas parfaites.

- seul le poids de la pièce 1 de masse  $m = 1200$  kg est non négligeable et l'accélération de pesanteur vaut  $\vec{g} = -g \cdot \vec{y}$  ( $g = 10$  m/s<sup>2</sup>) et le centre de gravité a comme vecteur position  $\vec{AG} = a \cdot \vec{x}_0 + c \cdot \vec{y}_0$ ,
- dimensions :  $L = 3$  m,  $a = 1,4$  m,  $c = 1,10$  m et  $O_2A = R = 245$  mm.
- le problème admet une symétrie plane  $(A, \vec{x}, \vec{y})$ .

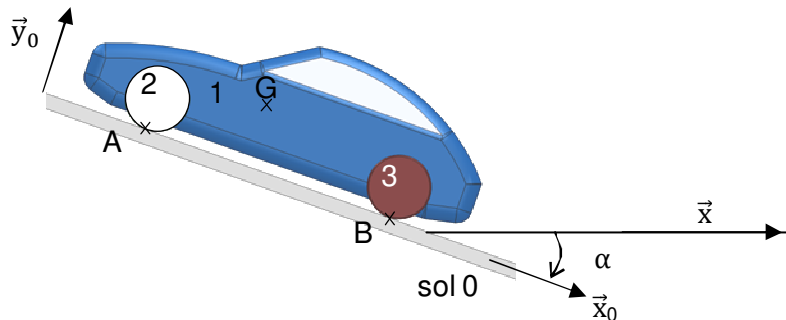
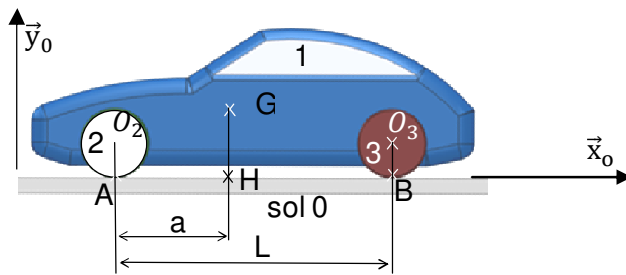
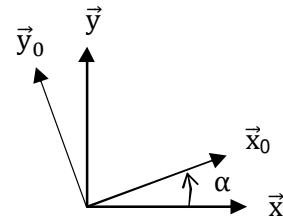
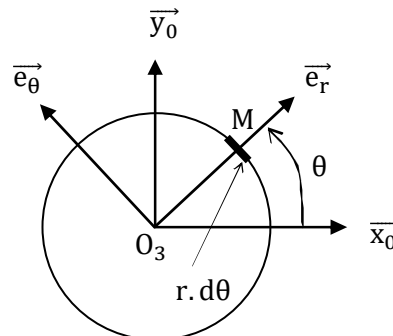


Figure plane :



- 1) Ecrire les torseurs des actions extérieures à la roue 2 non freinée en  $O_2$ . Montrer que la résultante  $\vec{R}_{0 \rightarrow 2}$  est normale au plan de contact.
- 2) Déterminer les inconnues de liaison sur l'ensemble  $\{1, 2, 3\}$  projection sur la base  $R_0$ .
- 3) En déduire l'angle d'inclinaison  $\alpha < 0$  à la limite du glissement sachant que le signe de  $\alpha$  impacte le signe de l'action de frottement.
- 4) Déterminer le couple de freinage minimum  $C_f$  pour maintenir la roue arrière bloquée en précisant le théorème utilisé.

Les joints d'étanchéité de largeur  $h=1\text{cm}$  exerce une pression uniforme  $p=2\text{bar}$  sur l'arbre de la roue de rayon  $r=4\text{cm}$ . Le coefficient de frottement entre l'arbre de la roue et le joint vaut  $f=0,3$ .



- 5) Déterminer le couple  $C_j$  généré par la force élémentaire  $\vec{df} = p \cdot h \cdot r \cdot d\theta \cdot \vec{e}_r + f \cdot p \cdot h \cdot r \cdot d\theta \cdot \vec{e}_\theta$  au point M centre de la portion cylindrique élémentaire d'angle  $d\theta$ .
- 6) Comparer ce couple  $C_j$  au couple de freinage  $C_f$ .

## 2 Roue libre

Une roue libre est constituée d'une bague intérieure 1 et d'une bague extérieure 2 entre lesquelles sont interposés des galets 3 rappelés par ressorts. La roue libre permet le mouvement relatif des deux bagues dans un seul sens de rotation et s'auto verrouille instantanément, sans glissement dans l'autre sens.

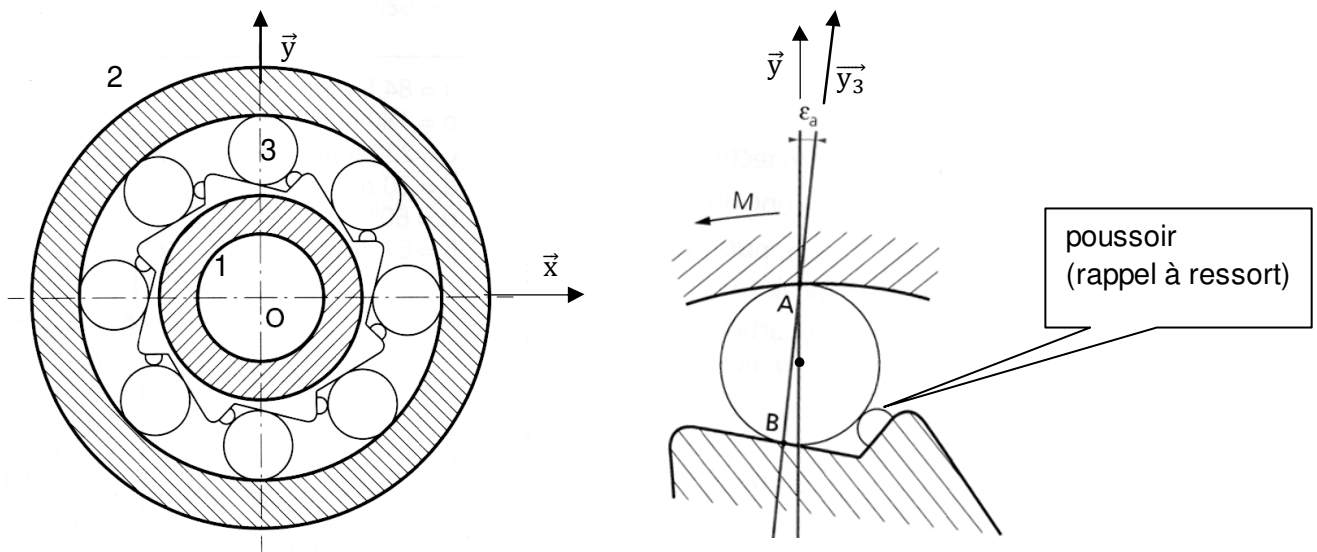
La roue libre est analysée comme un mécanisme plan.

La géométrie des galets et des bagues est telle que la droite AB qui joint les points de contacts entre un galet et les bagues fait un angle  $\varepsilon_a$  avec la verticale.

Par construction :

- la droite (CA) est normale au contact en A,
- la droite (CB) est normale au contact en B.

Le sens de rotation M est le sens de blocage.



### Hypothèses :

- le problème admet une symétrie plane  $(O, x, y)$ .
- l'ensemble des actions mécaniques sont ainsi des forces.
- Le coefficient de frottement au niveau entre les bagues et le rouleau 3 vaut  $f=0,2$ .
- Inertie négligeable devant les actions mécaniques (le problème se résout en statique).

- 7) En négligeant les actions de rappel sur les galets 3, indiquer la direction des actions mécaniques sur le rouleau 3.
- 8) Tracer les composantes normale T et N au point A et au point B sur le rouleau 3 si la résultante en ces points à une longueur de 5cm.
- 9) Tracer le cône de frottement au niveau des points A et B.
- 10) Conclure quant à la condition entre  $\varepsilon_a$  et le coefficient de frottement f entre les matériaux du galet et les bagues pour qu'il y ait arc-boutement dans le sens de "l'autoverrouillage".

La roue libre comporte 8 galets 3 identiques. On note  $C_0$  le moment des efforts transmissibles entre la bague extérieure et la bague intérieure de la roue libre.

- 11) Exprimer le moment  $C_0$  en fonction de la norme de la résultante  $F_A$  du glisseur modélisant l'effort de contact du galet 3 sur la bague 2 sachant que  $\vec{OA} = Re \cdot \vec{y}$ .