

# Institut Supérieur des Etudes Technologiques de Nabeul

## Département de Génie Mécanique

### EXAMEN DE MECANIQUE GENERALE

Année universitaire : 2009/2010.

Date : le /01/2010

Classe : GM 11, 12, 13, 14,15 et 16.

Nombre de pages : 2

Durée : 1 heure 30 mn.

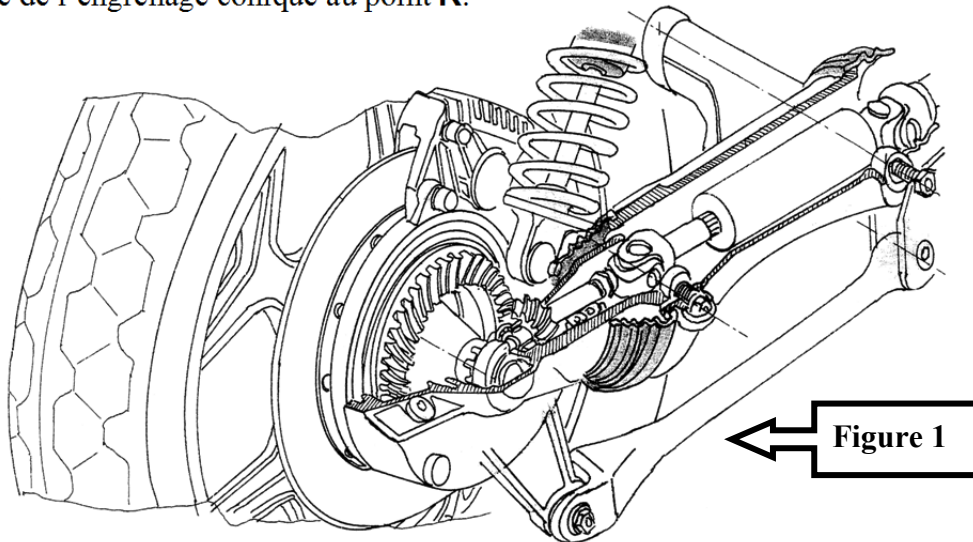
Documents : non autorisés.

Proposé par : H.Amdouni & M.Bouden & S.Mhamed & K.Safieddine

### ETUDE D'UNE TRANSMISSION DE MOTO

Sur certains modèles de moto (BMW, VX800, VMAX, ...), la transmission de puissance à la roue arrière, habituellement réalisée par chaîne, utilise une liaison rigide par cardan et pignons coniques (voir figure 1). Une modélisation simplifiée du mécanisme est proposée en 3D et en vue de dessus sur la page suivante.

Le couple moteur  $\vec{C}_m = C_m \cdot \vec{y}_1$  est appliqué sur l'arbre 2 au point M, puis transmis à la roue 3 par l'intermédiaire de l'engrenage conique au point K.



#### Données :

- Puissance motrice appliquée sur l'arbre 2 en M (1 ch = 736 W)
  - $P_m = 100 \text{ ch}$  à  $N_2 = 4000 \text{ tr/min}$
- Engrenage conique
  - $D_2 = 44 \text{ mm}$  d'angle de cône primitif  $\delta_2$
  - $D_3 = 210 \text{ mm}$  d'angle de cône primitif  $\delta_3$
  - $\alpha = 20^\circ$  (angle de pression)
- Diamètre de la roue  $D = 686 \text{ mm}$
- L'ensemble des pièces {3+la roue} sera noté 3
- ★ L'action de la chassie 1 de la moto sur l'ensemble 3 au niveau de la liaison rotule de centre C est modélisée par le torseur statique suivant (figure2) et (figure 3) :

$${}_{R_1} \{T_{1/3C}\}_C = \begin{Bmatrix} X_C & 0 \\ Y_C & 0 \\ Z_C & 0 \end{Bmatrix}_C$$

- ⊛ L'action de la chassie 1 de la moto sur l'ensemble 3 au niveau de la liaison linéaire annulaire d'axe  $(B, \vec{x}_1)$  au point B est modélisée par le torseur statique suivant (figure2) et (figure 3) :

$${}_{R_1} \{T_{1/3}\}_B = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ Y_B & 0 \\ Z_B & 0 \end{Bmatrix}_B$$

- ⊛ L'action du pignon 2 sur l'ensemble 3 au niveau de la transmission par engrenage au point K est modélisée par le torseur statique suivant (figure4):

$${}_{R_1} \{T_{2/3}\}_K = \begin{Bmatrix} F_{R2/3} & 0 \\ F_{A2/3} & 0 \\ -F_T & 0 \end{Bmatrix}_K$$

- ⊛ En R, l'action de contact de la roue avec le sol est modélisée par un glisseur du type (figure5):

$${}_{R_1} \{T_{sol/3}\}_R = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ F_y & 0 \\ F_y & 0 \\ tg \varphi & 0 \end{Bmatrix}_R$$

*Remarque : les deux parties d'étude (statique et cinématique) sont indépendantes.*

### PARTIE STATIQUE : (10 points)

**But : déterminer l'effort  $F_y$ , au niveau de la roue au point R pour la propulsion du véhicule.**

#### 1. Equilibre de la pièce 3 (figure2) et (figure 3).

- 1.1- Déterminer les expressions analytiques des actions  $F_{R2/3}$  et  $F_{A2/3}$  dues à l'engrènement exercées par 2 sur 3 en fonction de  $F_T$ ,  $\delta_2$  et  $\alpha$  (voir figure 4).
- 1.2- Exprimer alors le torseur de l'action du pignon 2 sur l'ensemble 3 au niveau de la transmission par engrenage au point K,  ${}_{R_1} \{T_{2/3}\}_K$  en fonction de  $P_m$ ,  $N_2$ ,  $D_2$ ,  $\delta_2$  et  $\alpha$  sachant que  $F_T = \frac{60 \cdot P_m}{\pi \cdot N_2 \cdot D_2}$ .
- 1.3- Transférer alors tous les torseurs appliqués sur l'ensemble 3 au point I, sachant que :  
 $\vec{IK} = \frac{D_2}{2} \cdot \vec{x}_1 - \frac{D_3}{2} \cdot \vec{y}_1$ ,  $\vec{IC} = -(c - \frac{D_2}{2}) \cdot \vec{x}_1$ ,  $\vec{IB} = (a + b + \frac{D_2}{2}) \cdot \vec{x}_1$   
 et  $\vec{IR} = (b + \frac{D_2}{2}) \cdot \vec{x}_1 - \frac{D}{2} \cdot \vec{y}_1$
- 1.4- Appliquer le P.F.S. à l'ensemble 3 au point I, puis déterminer et calculer **seulement** l'effort  $F_y$ , au niveau de la roue au point R pour la propulsion du véhicule avec  $tg\varphi=0.5$ .

### PARTIE CINEMATIQUE: (10 points)

**But : déterminer la loi entrée-sortie du mécanisme.**

Le pignon 2 est entraîné en rotation par le moteur au point M non représenté, il transmet son mouvement au pignon intermédiaire 3 qui entraîne ensuite la roue arrière de la moto en rotation (Voir figure 2).

#### 2. Calcul de la vitesse $\vec{V}(K \in 2/1)$ .

**Données :**

- Bâti 1, lié au repère de référence  $R_1(A, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$ .
- La configuration est équivalente à la figure 6.
- Le pignon 2, lié au repère  $R_2(A, \vec{x}_2, \vec{y}_1, \vec{z}_2)$ ,  $\theta_2 = (\vec{x}_1, \vec{x}_2) = (\vec{z}_1, \vec{z}_2)$
- $\vec{AK} = \frac{D_2}{2} \cdot \vec{x}_2 + (L - \frac{D_3}{2}) \cdot \vec{y}_1$ .
- Le paramètre variable du mécanisme est  $\theta_2$ .

**2.1-** calculer la vitesse de rotations :  $\vec{\Omega}(2/1)$

2.2- calculer la vitesse  $\vec{V}(K \in 2/1)$ .

2.3- Calculer alors le module de la vitesse  $\|\vec{V}(K \in 2/1)\|$ .

3. Calcul de la vitesse  $\vec{V}(K \in 3/1)$ .

**Données :**

- Le Bâti 1, est maintenant lié au repère de référence  $R_1(I, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$ .
- La configuration est équivalente à la figure 7.
- Le pignon 3 et la roue sont liés au repère  $R_3(I, \vec{x}_1, \vec{y}_3, \vec{z}_3)$ ,  $\theta_3 = (\vec{y}_1, \vec{y}_3) = (\vec{z}_1, \vec{z}_3)$ .
- $\vec{IK} = \frac{D_2}{2} \cdot \vec{x}_1 - \frac{D_3}{2} \cdot \vec{y}_3$ .
- Le paramètre variable du mécanisme est  $\theta_3$ .

3.1- calculer la vitesse de rotations :  $\vec{\Omega}(3/1)$

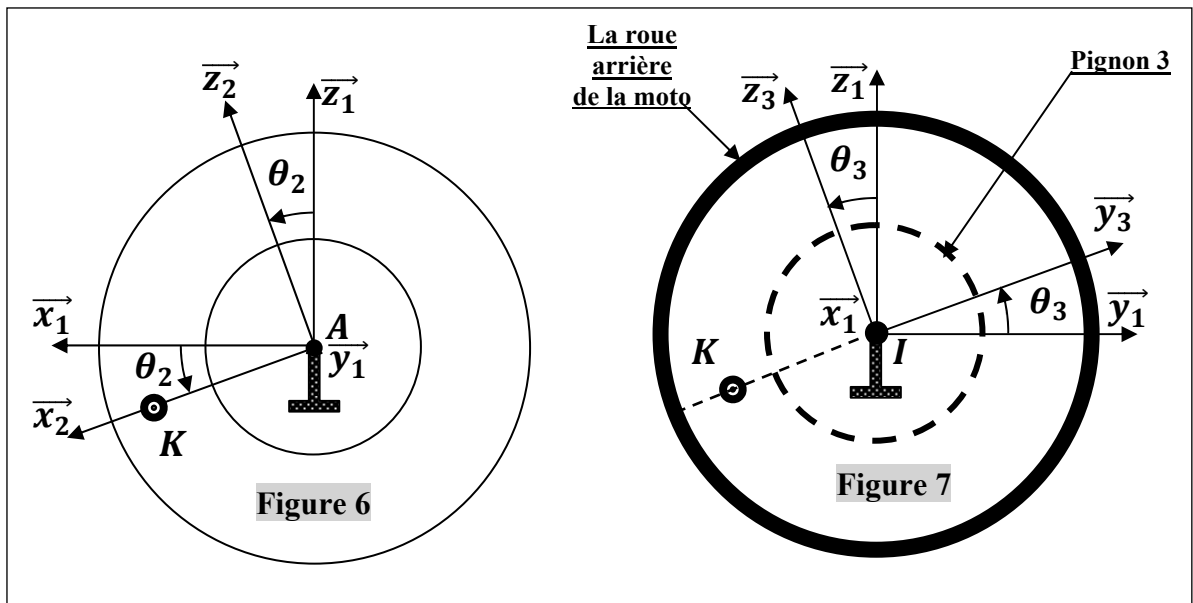
3.2- calculer la vitesse  $\vec{V}(K \in 3/1)$ .

3.3- Calculer alors le module de la vitesse  $\|\vec{V}(K \in 3/1)\|$ .

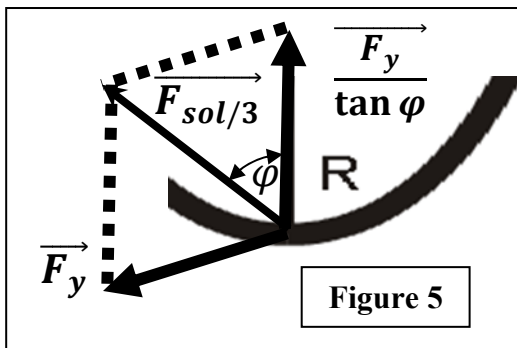
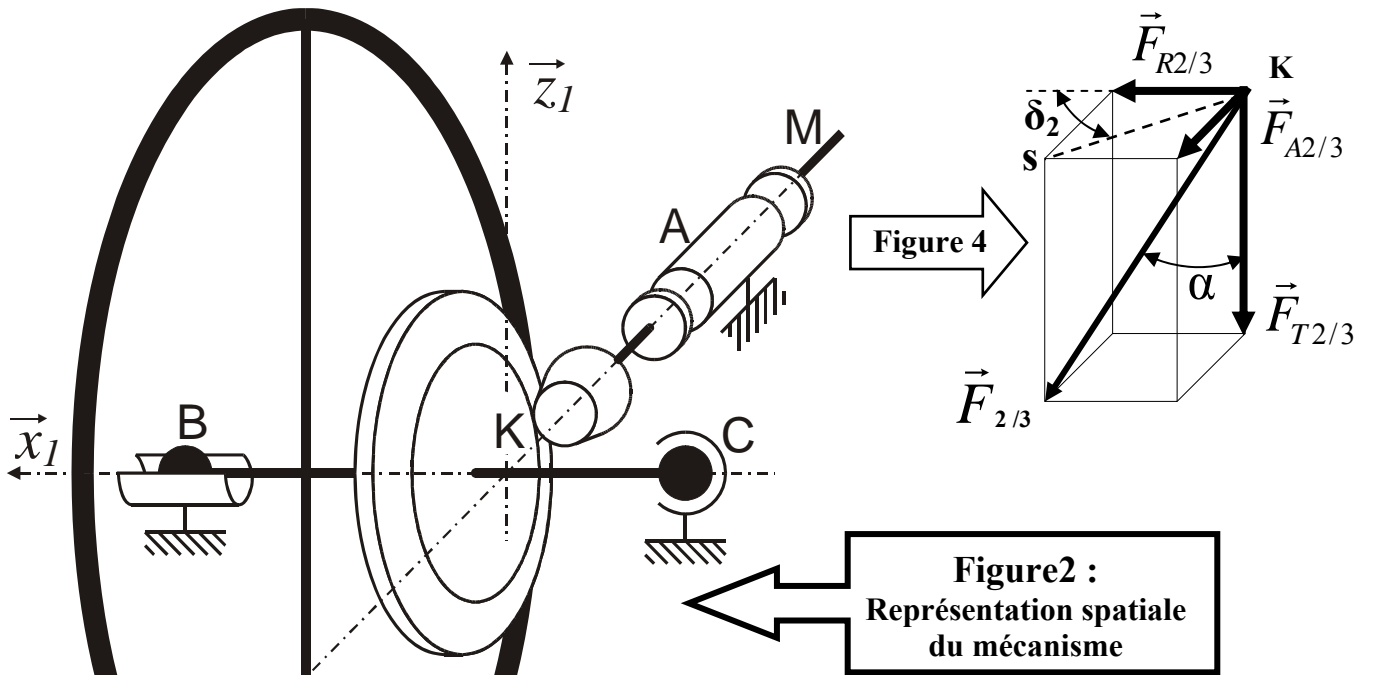
4. Détermination de la loi entrée-sortie du mécanisme.

4.1- Donner la condition de roulement sans glissement au point K.

4.2- Sachant que la condition de roulement sans glissement au point K dans ce cas peut être exprimé par  $\|\vec{V}(K \in 2/1)\| = \|\vec{V}(K \in 3/1)\|$ , donner alors la loi entrée-sortie  $\dot{\theta}_3 = f(\dot{\theta}_2)$ .



Bon travail



**Figure3 :**  
Vue de dessus du mécanisme  
(Les dimensions sont en mm)

