SUSPENSION DE MOTO

Tous documents autorisés.
Les 3 parties sont indépendantes.

Soit la suspension de moto représentée figure 1.

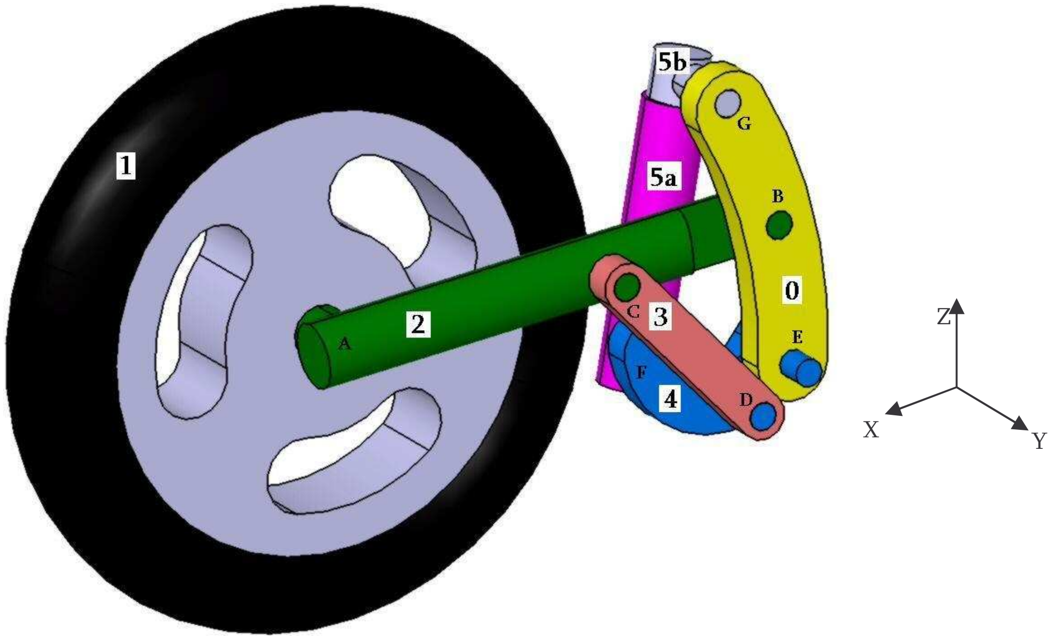


Figure 1

La roue arrière 1 est articulée en A sur le bras 2, lui même articulé en B sur le cadre 0 de la moto. Le mouvement est transmis en C à une biellette 3, puis en D à un renvoi 4 articulé en E sur le cadre. L'amortissement est effectué en F par l'amortisseur (Figure 2) 5a et 5b articulé en G sur le cadre 0.

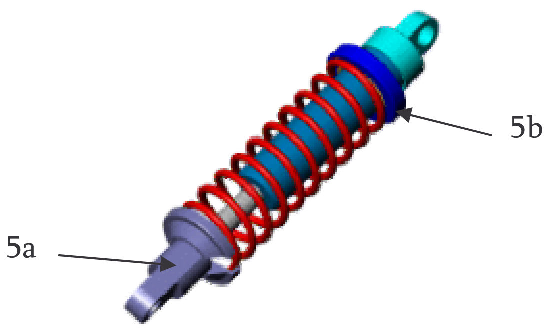


Figure 2

Les liaisons A, B, C, D, E, F et G sont des liaisons pivots de centre respectivement A, B, C, D, E, F et G et d'axe $\vec{y}$. L'amortisseur est une liaison pivot glissant d'axe (FG). On considère que l'étude est plane comme configurée sur la figure 3.

I. CINEMATIQUE GRAPHIQUE

La moto est à l'arrêt de telle sorte qu'il n'y a pas de mouvement relatif entre la roue 1 et le bras 2.

1 / On considère le problème plan (x,z) comme configuré sur la figure 3. Déterminer les trajectoires suivantes :

- $T_{A\in 2/0}$ = ...
- $T_{C\in 2/0}$ = ...
- $T_{D\in 4/0}$ = ...
- $T_{F\in 4/0}$ = ...
- $T_{F\in 5b/0}$ = ...
- $T_{F\in 5a/5b}$ = ...

2 / Tracer sur la figure 3 le support des vitesses $\overrightarrow{V_{A,2/0}}$, $\overrightarrow{V_{C,2/0}}$ et $\overrightarrow{V_{D,4/0}}$.

3 / Le module (norme) de la vitesse $\overrightarrow{V_{A,2/0}}$ étant égal à 1m/s, tracez cette vitesse dans le cas d'une compression de l'amortisseur. (Echelle des vitesses : 1m/s : 50 mm)

4 / Montrez que :

- $\overrightarrow{V_{C,3/0}} = \overrightarrow{V_{C,2/0}}$:

....

....

- $\overrightarrow{V_{D,4/0}} = \overrightarrow{V_{D,3/0}}$:

....

....

- $\overrightarrow{V_{F,5a/0}} = \overrightarrow{V_{F,4/0}}$:

....

....

5 / A partir du tracé de $\overrightarrow{V_{A,2/0}}$, déterminez graphiquement dans l'ordre les vitesses $\overrightarrow{V_{C,3/0}}$, $\overrightarrow{V_{D,4/0}}$, $\overrightarrow{V_{F,5a/0}}$.

6 / La relation de composition des vitesses permet d'écrire : $\overrightarrow{V_{F,5a/0}} = \overrightarrow{V_{F,5a/5b}} + \overrightarrow{V_{F,5b/0}}$. Connaissant $\overrightarrow{V_{F,5a/0}}$, déterminez graphiquement $\overrightarrow{V_{F,5a/5b}}$ et $\overrightarrow{V_{F,5b/0}}$.

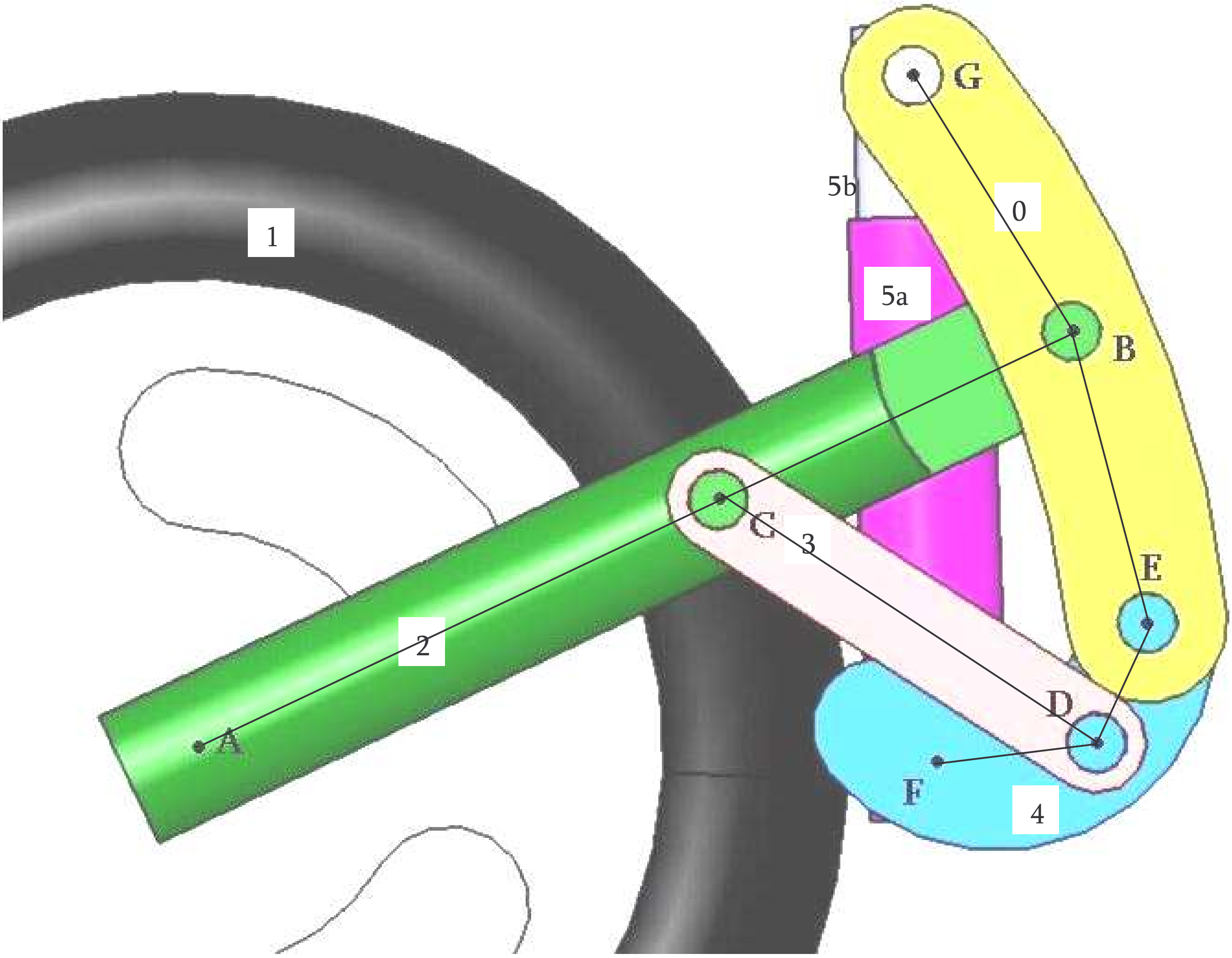


Figure 3 –Etude Cinématique

$\left\|\vec{V}_{C3/0}\right\| =$

$\left\|\vec{V}_{D4/\circ}\right\| =$

$\left\|\vec{V}_{F5a/0}\right\| =$

$\left\|\vec{V}_{F5a/5b}\right\| =$

$\left\|\vec{V}_{F5b/0}\right\| =$

Afin de faciliter la lecture du schéma, représenter :

- au crayon gris les traits de construction
- en bleu les directions des vecteurs vitesses
- en rouge les vecteurs vitesses

II. STATIQUE GRAPHIQUE

On suppose maintenant inconnue l'effort de compression du ressort de l'amortisseur. On se propose de faire une étude graphique pour le déterminer. On néglige l'action du poids des pièces devant l'importance des efforts en présence.

La moto est à l'arrêt (Aucun mouvement relatif entre 1 et 2). On connaît l'action de la route sur la roue que l'on considère vertical (Pas de frottement) et d'intensité 1000 N (Echelle 400N : 10mm). Elle se modélise par un effort appliqué au point A noté $\overrightarrow{F_{route/2}}$. On suppose que toutes les actions sont situées dans le plan définit figure 3.

8 / Isoler la pièce {3} et déterminer la direction de l'action $\overrightarrow{F_{2/3}}$.

……

……

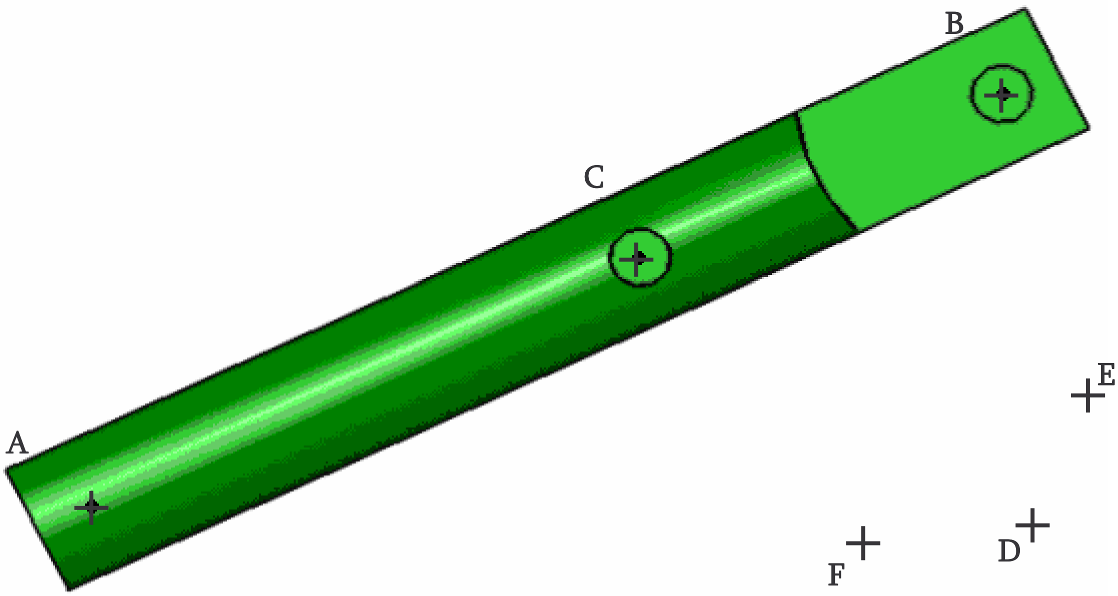
9 / Isoler la pièce {2} et faire le Bilan des Actions Mécaniques Extérieures. Déterminer la direction, le sens et l'intensité des actions $\overrightarrow{F_{3/2}}$ et $\overrightarrow{F_{0/2}}$.

……

……

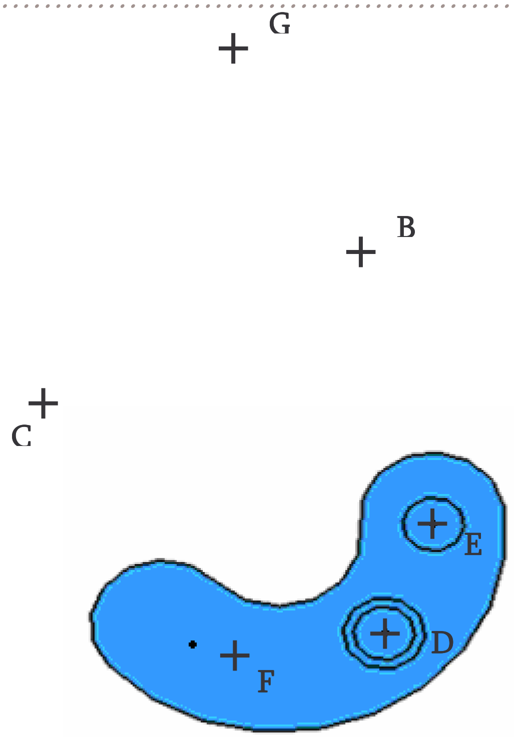
$\left\|\overrightarrow{F_{3/2}}\right\| =$

$\left\|\overrightarrow{F_{0/2}}\right\| =$



10 / Isoler les pièces {5a+5b} et déterminer la direction de l'action $\overrightarrow{F_{4/5a}}$.

11 / Isoler la pièce {4} et faire le Bilan des Actions Mécaniques Extérieures. Déterminer la direction, le sens et l'intensité des actions $\overrightarrow{F_{0/4}}$, $\overrightarrow{F_{3/4}}$ et $\overrightarrow{F_{5a/4}}$.



$\left\|\overrightarrow{F_{0/4}}\right\| =$

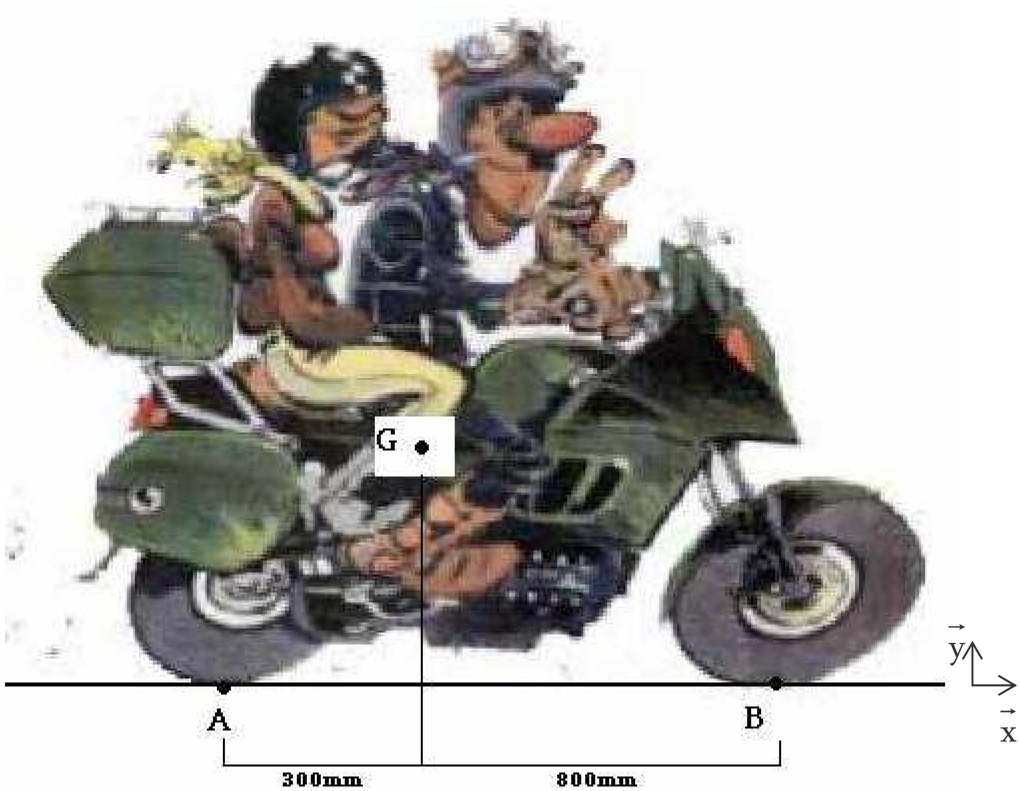
$\left\|\overrightarrow{F_{5a/4}}\right\| =$

12 / Que vaut l'intensité de l'effort de compression $\overrightarrow{F_{5a/5b}}$ du ressort de l'amortisseur.

III. STATIQUE ANALYTIQUE

On souhaite maintenant déterminer la réaction normale (liaison parfaite) au point A et B. La moto est animée d'un mouvement de translation uniforme, ce qui nous autorise à utiliser le Principe Fondamental de la Statique.

On considère le problème plan comme définit sur la figure ci-dessous. Le poids total de la moto et des passagers est modélisable par un effort situé au point G d'intensité 2500N



14 / Isoler la moto et faire le Bilan des Actions Mécaniques Extérieures.

………

………

………

15 / Calculer les réactions aux points A et B : $\overrightarrow{F_{A,sol/moto}}$, noté $\overrightarrow{F_A}$, et $\overrightarrow{F_{B,sol/moto}}$, noté $\overrightarrow{F_B}$, d'une manière littérale puis numériquement

$\sum \overrightarrow{F_{ext}}.\vec{y} = 0$ ……………………………………………………………………………………

………

$\sum \overrightarrow{M_{ext,A}}.\vec{z} = 0$ …………………………………………………………………………………

…………………………………………………………………………………… *(suite au dos)* ….

....

....

....

....

....

....

....

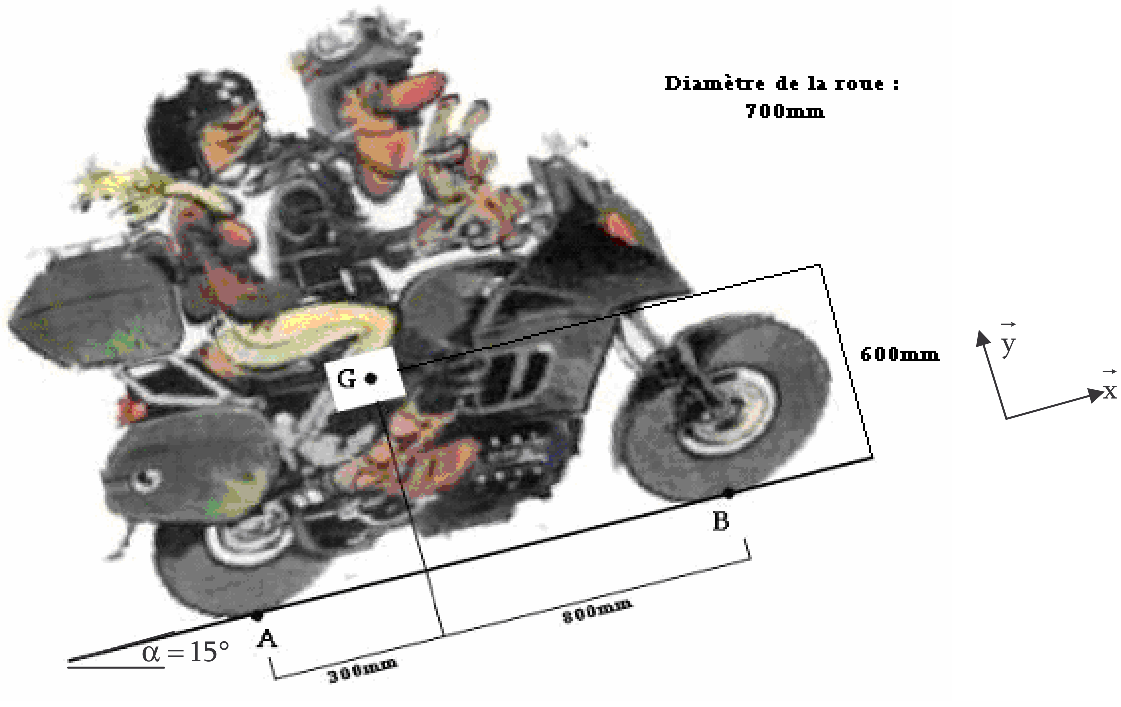
....

La moto monte maintenant une cote dont l'inclinaison est de $\alpha = 15°$. Elle est toujours animée d'un mouvement de translation uniforme.

Hypothèses :

- Au niveau de la roue avant, le contact roue / sol est parfait (réaction normale).
- À l'arrière, le contact roue / sol est réel. On utilisera le modèle de Coulomb pour décrire le frottement au contact sur la roue arrière.

L'objectif de cette partie est de connaître le coefficient de frottement limite du pneu arrière sur la route noté $f = \tan(\varphi)$.



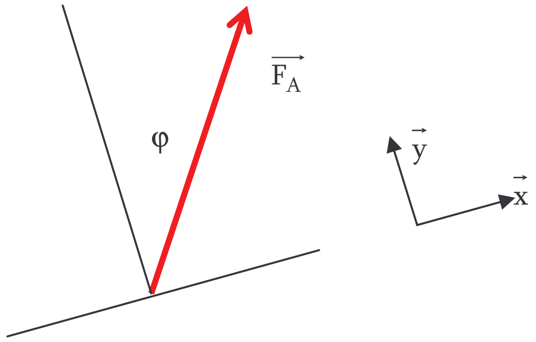
Rappel : On connaît le poids total de la moto et des passagers au point G (2500N).

16 / Isoler à nouveau la moto et faire le Bilan des Actions Mécaniques Extérieures.

....

....

Remarque : Au niveau de la roue arrière, le modèle de Coulomb donne le paramétrage du contact en A de la manière suivante :



17 / Ecrire la projection de la résultante du PFS suivant les axes $\vec{x}$ et $\vec{y}$ ainsi que la projection du moment au point A du PFS par rapport à l'axe $\vec{z}$.

$\sum \overrightarrow{F_{ext}}.\vec{x} = 0$ ....

....

....

$\sum \overrightarrow{F_{ext}}.\vec{y} = 0$ ....

....

....

$$\sum \overrightarrow{M_{ext,A}} = \vec{0} = \overrightarrow{AG} \wedge \overrightarrow{F_G} + \overrightarrow{AB} \wedge \overrightarrow{F_B}$$

$$= \begin{vmatrix} \dots \\ \dots \\ \dots \end{vmatrix} \wedge \begin{vmatrix} \dots \\ \dots \\ \dots \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} \dots \\ \dots \\ \dots \end{vmatrix} \wedge \begin{vmatrix} \dots \\ \dots \\ \dots \end{vmatrix}$$

Exprimer dans la base $(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$

$\sum \overrightarrow{M_{ext,A}}.\vec{z} = 0$ ....
....

....

18 / Déterminer l'effort $\overrightarrow{F_B}$ puis φ et enfin $\overrightarrow{F_A}$. (Indication : $\frac{\sin\theta}{\cos\theta} = \tan\theta$)

....

....

....

....

....

....