

**TD STATIQUE****Un limiteur de couple**

Un limiteur de couple a pour fonctions :

- de transmettre le moment du couple moteur en conditions normales,
- de signaler une augmentation excessive du moment du couple, et dans cette situation, de ne plus transmettre le couple moteur tant qu'un technicien n'intervient pas pour réenclencher le limiteur.

**Description du limiteur de couple étudié :**

Le moyeu 1 est lié à l'élément moteur, le flasque 2 est lié au récepteur.

**Réglage du couple limite de déclenchement :**

L'écrou de réglage 4 comprime : le ressort constitué des 5 rondelles Belleville 15 contre la pièce de commande 3, les 3 billes 14 et le flasque de pression 2.

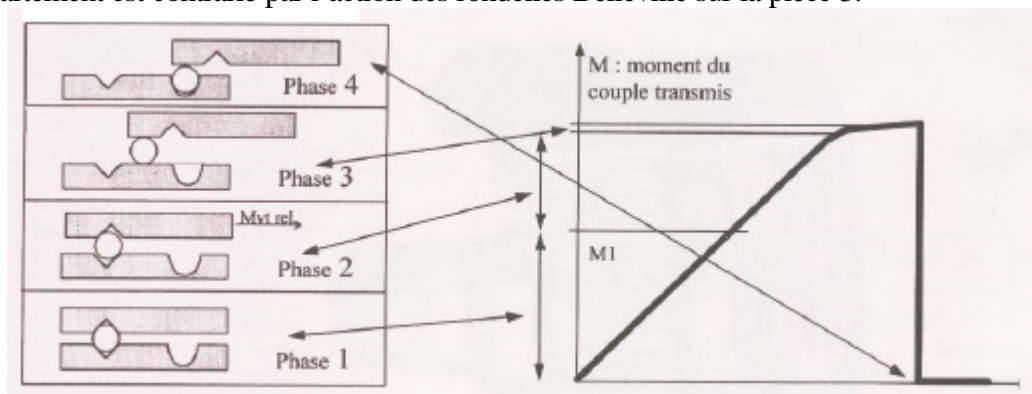
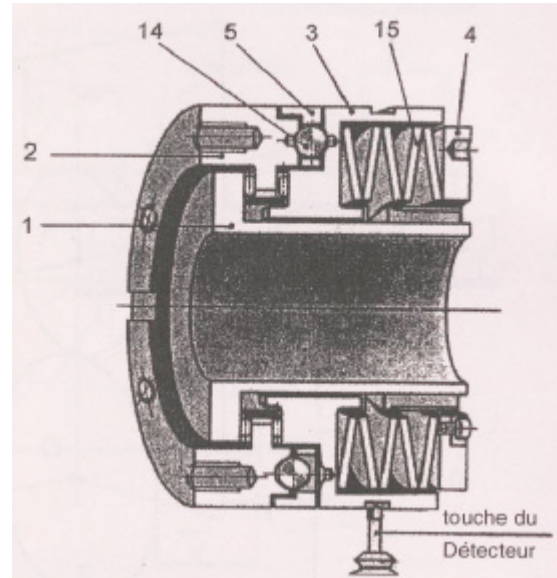
**Fonctionnement normal :**

Les 3 billes 14 sont logées dans les évidements des pièces 2 et 3 qui se font face.

Le moment du couple transmis n'est pas suffisant pour qu'un décalage angulaire des pièces 2 et 3 se produise.

Ce décalage se produit lorsque les billes sortent de leur logement et ceci provoque en même temps un écartement des pièces 2 et 3.

Cet écartement est contrarié par l'action des rondelles Belleville sur la pièce 3.

**Déclenchement :**

La pièce 1 entraîne la pièce 3 dans un décalage angulaire par rapport à la pièce 2.

Les billes 14 sortent de leur logement de repos et poussent la pièce de commande 3 vers la droite (voir la moitié supérieure de la figure de gauche ci-contre : phases 3 et 4).

Le contacteur de fin de course est ainsi actionné.

En même temps, il n'y a plus transmission du couple (voir la moitié inférieure de la figure de gauche ci-contre : phases 1 et 2).

Le décalage entre 2 et 3 augmente, les billes roulant entre les deux pièces, jusqu'à ce qu'elles

« tombent » dans les évidements profonds du flaque 2. La pièce de commande 3 s'est déplacée pendant ce temps vers la gauche jusqu'à s'appuyer sur la butée à aiguilles 12. Le moyeu 1 peut alors tourner librement par rapport à 2.

Réenclenchement :

En agissant sur la cage à billes 5, il est possible de ressortir les billes 14 des évidements profonds pour les ramener dans les évidements de fonctionnement normal.

**Etude du déclenchement du limiteur de couple :**

On se place dans la situation suivante : le couple transmis a dépassé la valeur  $M_1$  de début de décalage et les billes 14 (c'est-à-dire 14a, 14b et 14c) sont en contact de type sphère-plan avec 2 et avec 3 (les billes roulent sans glisser sur 2 et 3 et sont en train de sortir des évidements de fonctionnement normal). On ne prend pas en compte la cage à billes 5.

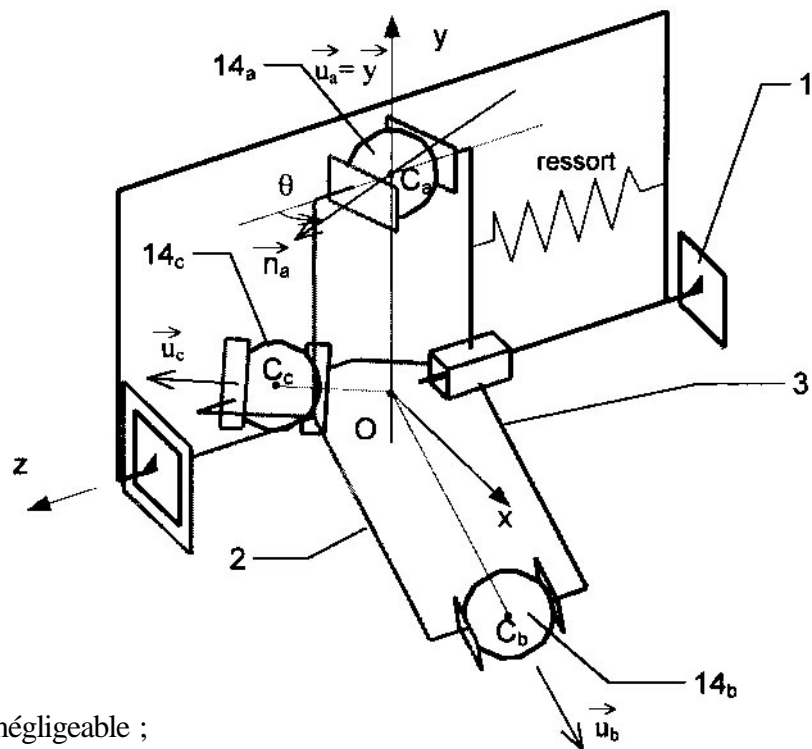
Soient les hypothèses simplificatrices qui permettent de réaliser le schéma cinématique ci-contre :

$$OC_a = OC_b = OC_c = R$$

$$\vec{u}_a = \frac{\overrightarrow{OC_a}}{\|OC_a\|} ;$$

$$\vec{u}_b = \frac{\overrightarrow{OC_b}}{\|OC_b\|} ;$$

$$\vec{u}_c = \frac{\overrightarrow{OC_c}}{\|OC_c\|}$$

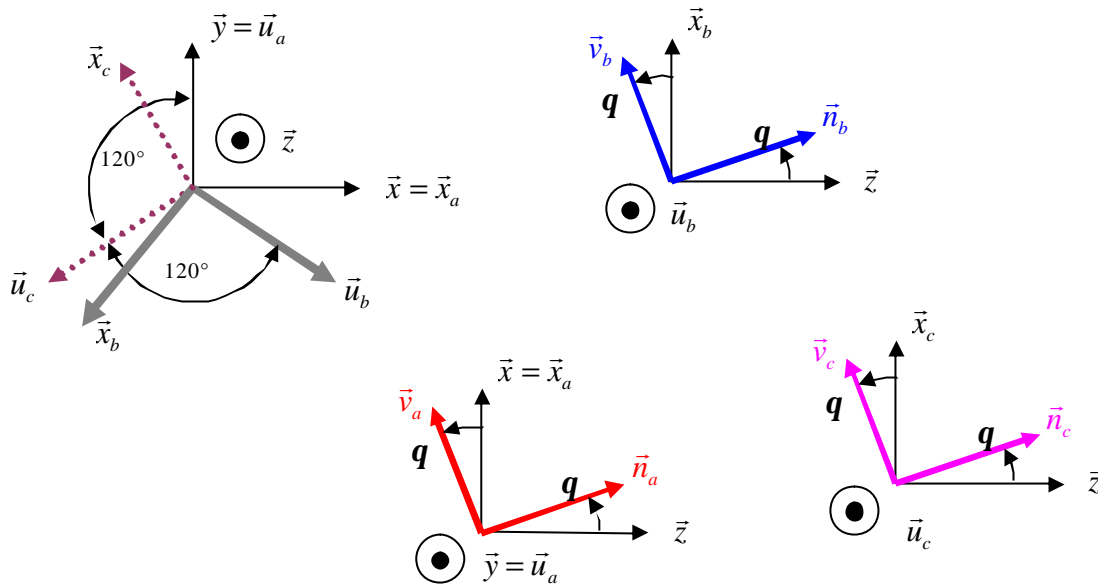


- le poids des pièces est négligeable ;
- on se place à l'équilibre ;
- les liaisons sont parfaites (donc sans frottement) ; les contacts ponctuels 14a - 2 et 14a - 3 se font selon le diamètre ( $C_a$  et  $\vec{n}_a$ ) ;  $\vec{n}_a$  forme un angle ? avec  $\vec{z}$  et  $\vec{n}_a \perp \vec{u}_a$  ; idem pour les billes 14b, 14c ;
- l'action d'un récepteur sur 2 est modélisée par un couple de moment  $M_2 \cdot \vec{z}$  ;
- l'action du ressort sur 3 est modélisée par un glisseur de résultante  $F \cdot \vec{z}$  et d'axe central ( $O; \vec{z}$ ) ;  $F = F_0 + K \cdot \Delta\alpha$  où  $F_0$  est la précharge du ressort,  $K$  la raideur du ressort et  $\Delta\alpha$  le décalage angulaire de 2 par rapport à 3.

**Notation :** On notera l'action mécanique exercée par le solide i sur le solide j exprimée au point P et

projetée dans la base  $(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$  selon le modèle suivant :  $\{T(i \rightarrow j)\}_P = \begin{Bmatrix} X_{ij} & L_{ij} \\ Y_{ij} & M_{ij} \\ Z_{ij} & N_{ij} \end{Bmatrix}_{(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})}$

Figures de calculs :



- Tracer le graphe des liaisons du mécanisme en faisant apparaître les actions mécaniques extérieures au limiteur de couple.
- Trouver une relation entre  $F_0$ ,  $K$ ,  $\Delta a$  et  $Z_{12}$  (relation 1). On précisera la partie du mécanisme isolée (la faire apparaître entourée en bleu sur le graphe des liaisons tracé pour répondre à la question 1) pour appliquer le principe fondamental de la statique, ainsi que le théorème employé pour obtenir cette relation.
- Isoler le solide 2 et faire le bilan des actions mécaniques extérieures appliquées à 2.
- Trouver une relation entre  $Z_{14a2}$ ,  $Z_{14b2}$ ,  $Z_{14c2}$  et  $Z_{12}$  (relation 2). On précisera la partie du mécanisme isolée (la faire apparaître entourée en rouge sur le graphe des liaisons tracé pour répondre à la question 1) pour appliquer le principe fondamental de la statique, ainsi que le théorème employé pour obtenir cette relation.
- Trouver une relation entre  $Z_{14a2}$ ,  $Z_{14b2}$ ,  $Z_{14c2}$  et  $M_2$  (relation 3). On précisera la partie du mécanisme isolée (la faire apparaître entourée en rouge sur le graphe des liaisons tracé pour répondre à la question 1) pour appliquer le principe fondamental de la statique, ainsi que le théorème employé pour obtenir cette relation.
- Dédire des trois relations obtenues précédemment l'expression de  $M_2$  en fonction de F, R et  $q$

