

III - ROUES LIBRES par adhérence (Phénomène d'arc-boutement)

Présentation :

L'exemple figure 1 montre une poulie guidée en rotation sur deux roulements à billes. La partie centrale laissant apparaître le moyeu, le noyau et les galets constitue la roue libre.

Définition :

La roue libre installée sur un guidage en rotation réalise une liaison fixe pour un sens de rotation et conserve la liaison pivot pour le sens inverse.

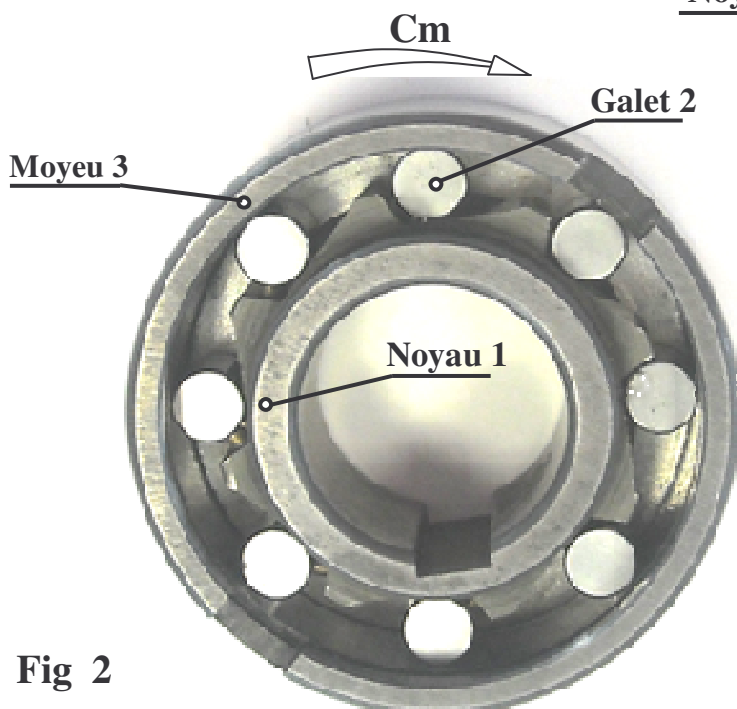


Fig 2

Hypothèses :

- On applique un couple moteur sur le moyeu dans le sens indiqué sur la figure 3. Le noyau est considéré fixe.
- Le poids du galet est négligé et on admet en A et B un coefficient d'adhérence $f = \tan(\varphi)$.
- Le problème est considéré plan.
- On note :
 - R le rayon intérieur du moyeu
 - r le rayon du galet
 - H la distance du plan du tangent en A au centre du noyau

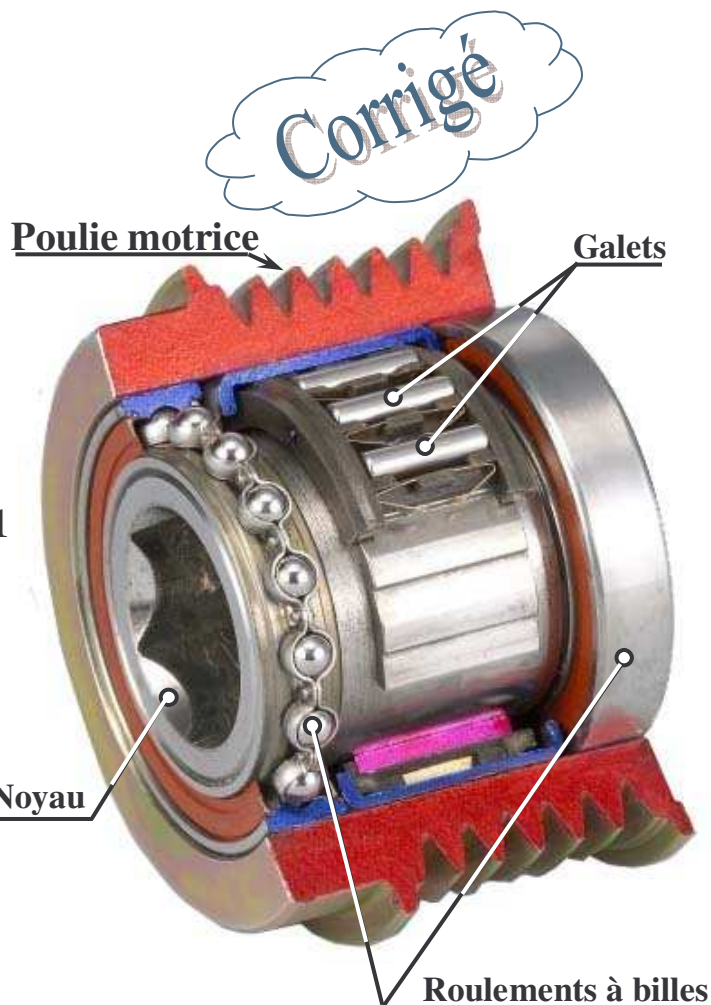


Fig 1

Principe :

Un galet (2) est maintenu en contact avec le noyau (1) en A et le moyeu (3) en B.

Le contact est assuré par un ressort dont l'effort sera négligé.

La géométrie adoptée permet d'éviter tout glissement en A et en B ainsi assure la transmission d'un couple par moyeu 3 au noyau 1.

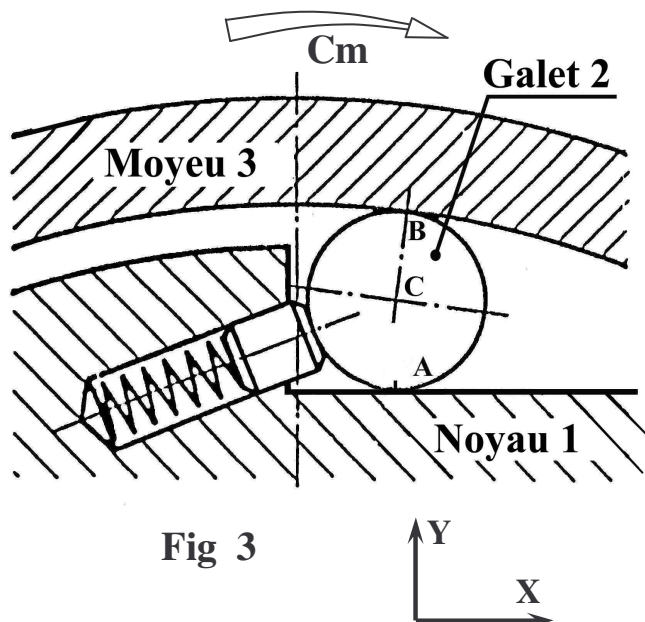
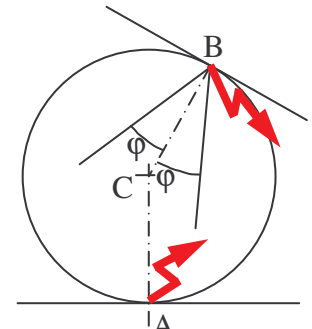


Fig 3

Travail demandé :

- Isoler le galet et en déduire graphiquement la direction des glisseurs des contacts en A et en B.
Conclure sur la condition de glissement en A et B.

- 1 - **On isole** le galet et on mène l'étude dans le plan.
- 2 - **B.a.m.e.** : Actions ponctuelles en A et B avec adhérence.
Ce sont des glisseurs.
On néglige le poids du galet.
On néglige l'action du ressort.

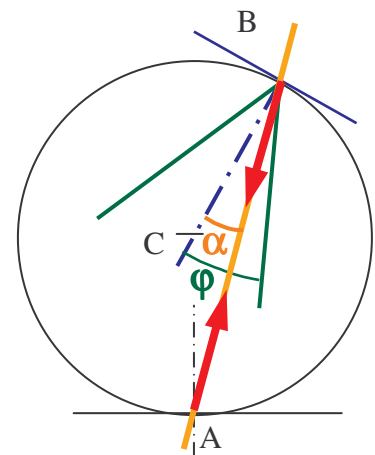


3 - P.F.S.

Théorème : Le galet est en équilibre dans un référentiel galiléen et soumis à deux glisseurs \Rightarrow Ils ont même direction, sont de sens opposés et ont même norme.

4 - Résultat :

On en déduit que le support des actions passe par A et B.
Les actions étant orientées vers la matière du galet, on en déduit les sens.



5 - Analyse de la condition de non glissement :

On trace le cône d'adhérence et on constate ici que $\alpha < \varphi$ L'action en B est donc à l'intérieur du cône d'adhérence.

Il n'y a donc pas glissement en B.

On fait le même raisonnement en A et on en déduit qu'il a arc-boutement.

L'entraînement pourra avoir lieu entre le moyeu et les galets ainsi qu'entre les galets et le noyau et ainsi le couple moteur appliqué au moyeu sera transmis au galet puis au noyau.

- Déterminer l'expression $\alpha = f(H, R, r)$. En déduire la condition à respecter entre H, R et r pour qu'il n'y ait pas glissement (condition d'arc-boutement).

On peut définir la condition d'arc-boutement en fonction des dimensions caractéristiques.

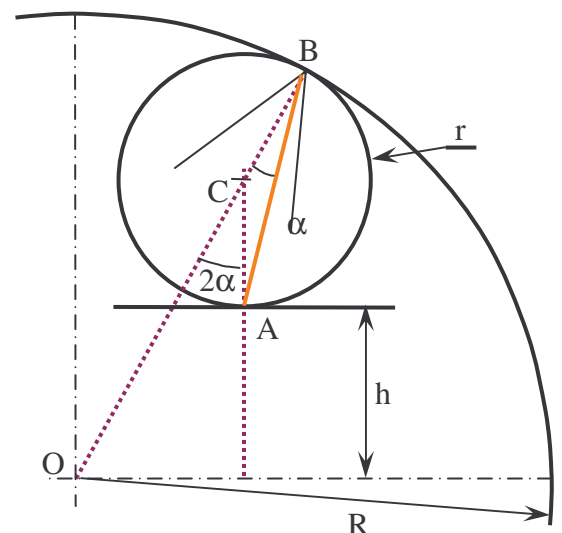
r : le rayon du galet

R : le rayon du moyeu

H : la distance du centre O au plan de contact en B.

On voit que $\cos 2\alpha = \frac{r+H}{R-r}$

Soit $\alpha = \frac{1}{2} \cdot \arccos \left[\frac{r+H}{R-r} \right] < \varphi$



La norme des actions de contact en A et en B admettent une limite maximale notée

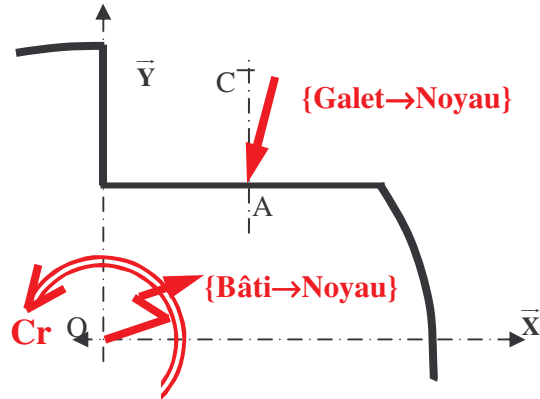
$$F_{MAX} = \left\| \overrightarrow{R}_{\text{galet} \rightarrow \text{Noyau}} \right\|.$$

➤ Déterminer le couple maximal transmissible pour une roue libre comportant n galets en fonction de R_{max} .

1- On isole le noyau.

2 – B.a.m.e. :

- L'action de contact en A
- L'action dans la liaison pivot en O
- Le couple résistant C_r Cr.



3-PFS

$$\overrightarrow{M}_{O \text{ Noyau} \rightarrow \text{Noyau}} \cdot \vec{z} = 0$$

$$\text{Soit : } C_r + n \cdot \overrightarrow{M}_{O \text{ galet} \rightarrow \text{Noyau}} \cdot \vec{z} = 0$$

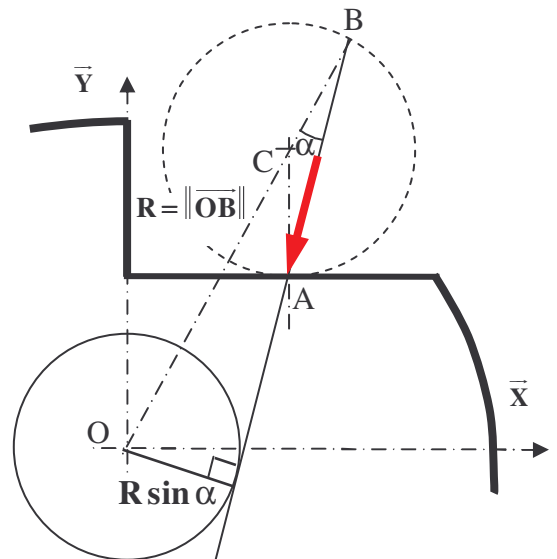
Où n représente le nombre de galets.

On voit sur la figure que

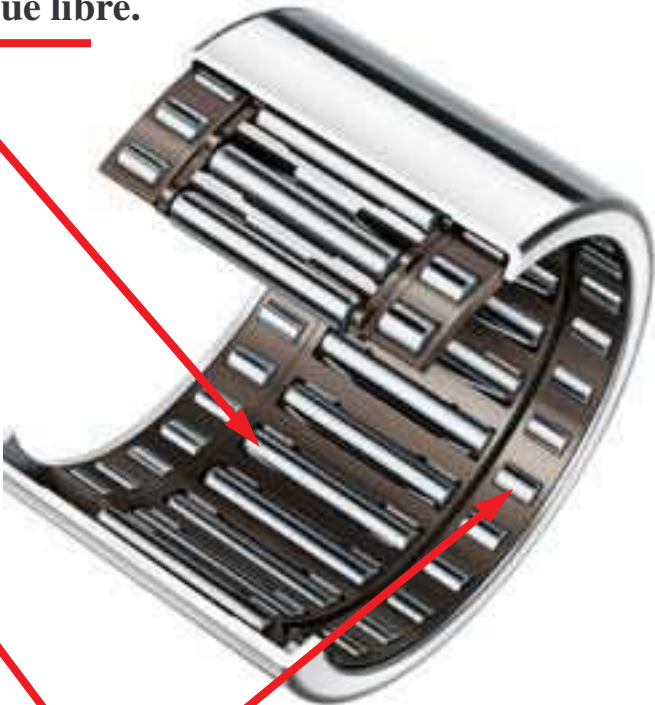
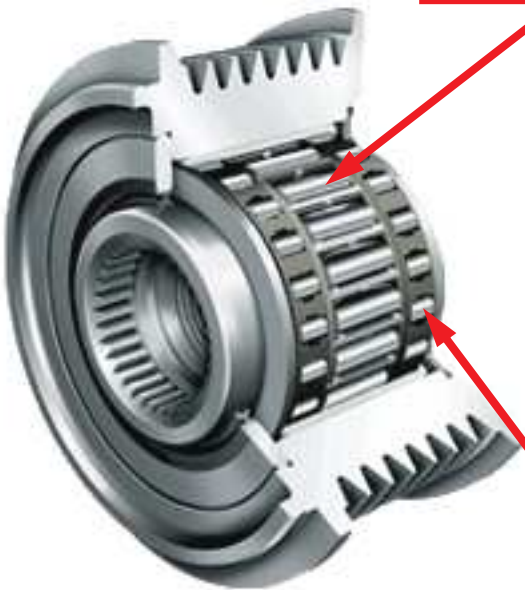
$$\overrightarrow{M}_{O \text{ galet} \rightarrow \text{Noyau}} \cdot \vec{z} = -F_{MAX} \cdot R \cdot \sin \alpha$$

4-Résultat

$$C_m = C_r = n \cdot F_{MAX} \cdot R \cdot \sin \alpha$$



Galets assurant la fonction de roue libre.



Eléments de roulements assurant la fonction guidage en rotation.

