

TP : montage de roulement préchargés (fiche enseignant)

Objectif pour l'étudiant :

- Comprendre en autonomie l'intérêt et le fonctionnement d'un montage de roulements préchargés.
- Choisir la valeur de la précharge pour répondre à un cahier des charges
- Comprendre l'intérêt de la précharge élastique

Matériel à disposition :

- Sujet intégral (rendre page 3 à 8)
- Document Excel pour les calculs et courbes
- Animation flash (à ouvrir avec un navigateur internet, testé avec Firefox, Chrome et IE)

NB : pour le bon fonctionnement de l'animation, il est nécessaire d'avoir un plugin adobe flash player récent. Pour télécharger la dernière version, rendez-vous sur : <http://get.adobe.com/fr/flashplayer>.

Référentiel : Bac Pro Maintenance

Savoir associé S1.1.2 : Analyse des systèmes mécaniques, étude de leurs comportements – Analyse fonctionnelle et structurelle des biens - Analyse structurelle et solutions constructives - guidage en rotation par éléments roulants.

Prérequis :

- Connaître les différents types de roulements et montages
- Lecture de plans
- Statique du solide

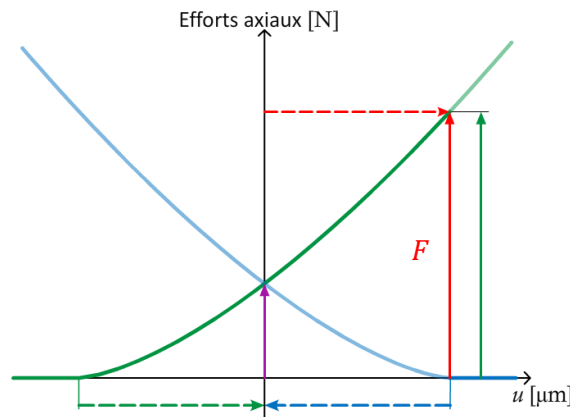
1. Généralités

Montage 1 : précharge rigide.

Q1.1. Que peut-on alors dire du déplacement u de l'arbre par rapport à la déflexion de précharge du palier droit $d_{2,0}$ (= écrasement initial du palier droit dû à l'effort de précharge P). Justifiez votre réponse en vous aidant de la synthèse de l'animation.

$u = d_{2,0}$ car le palier droit n'est plus chargé. En effet, $F_2 = 0 = K_2 |d_{2,0} - u|^{3/2}$

Q1.2. Sur la figure 3 ci-dessous, représenter l'effort F lorsque le système est à la limite du décollement du palier droit. Que dire de la valeur de F_1 ?



$$F_1 = F$$

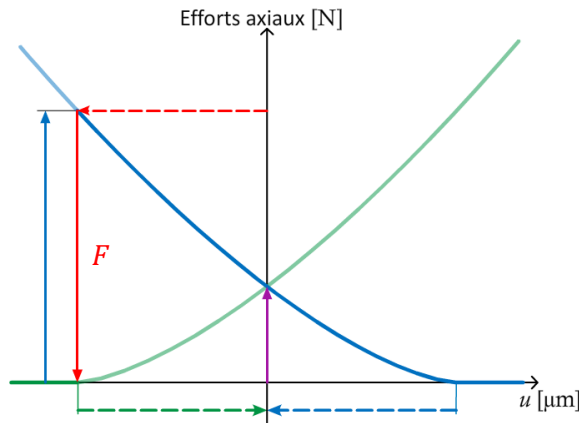
Q1.3. En écrivant l'équilibre de l'arbre, et utilisant la synthèse de l'animation, calculer analytiquement l'effort F à appliquer pour qu'il y ait décollement du palier droit (lorsque $u = d_{2,0}$). On exprimera F en fonction de K_1 , $d_{1,0}$ et $d_{2,0}$.

Le comportement du palier gauche est : $F_1 = K_1 |d_{1,0} + u|^{3/2}$. A la limite du décollement, $u = d_{2,0}$ et $F = F_1$, d'où $F = F_1 = K_1 |d_{1,0} + d_{2,0}|^{3/2}$

Q1.4. Que peut-on alors dire du déplacement u de l'arbre par rapport à la déflexion de précharge du palier gauche $d_{1,0}$ (= écrasement initial du palier gauche dû à l'effort de précharge P). Justifiez votre réponse en vous aidant de la synthèse de l'animation.

$u = -d_{1,0}$ car le palier gauche n'est plus chargé. En effet, $F_1 = 0 = K_1 |d_{1,0} + u|^{3/2}$

Q1.5. Sur la figure 4. ci-dessous, représenter l'effort F lorsque le système est à la limite du décollement du palier gauche. Que dire de la valeur de F_2 ?



$$F_2 = -F$$

Q1.6. En écrivant l'équilibre de l'arbre, et utilisant la synthèse de l'animation, calculer analytiquement l'effort F à appliquer pour qu'il y ait décollement du palier gauche (lorsque $u = -d_{1,0}$). On exprimera F en fonction de K_2 , $d_{1,0}$ et $d_{2,0}$.

Le comportement du palier droit est : $F_2 = K_2 |d_{2,0} - u|^{3/2}$. A la limite du décollement, $u = -d_{1,0}$ et $F = -F_2$, d'où $F = -F_2 = -K_2 |d_{1,0} + d_{2,0}|^{3/2}$

Comparaison entre montages 1 et 2.

Q1.7. A-t-on augmenté ou diminué l'effort de décollement du palier droit en ajoutant un roulement à gauche (montage 2) ?

En manipulant l'animation, on se rend compte que l'effort F nécessaire au décollement du palier droit a augmenté.

Q1.8. A-t-on augmenté ou diminué l'effort de décollement du palier gauche en ajoutant un roulement à gauche (montage 2) ?

En manipulant l'animation, on se rend compte que l'effort F nécessaire au décollement du palier gauche a diminué (en valeur absolue).

Montage 3 : précharge élastique

Q1.9. A partir de la formule donnée, exprimer k_{eq} en fonction de k_2 et k_p . Effectuer l'application numérique pour $k_p = 2N/\mu m$ et $k_2 = 150N/\mu m$.

$$k_{eq} = \frac{k_p k_2}{k_p + k_2}$$

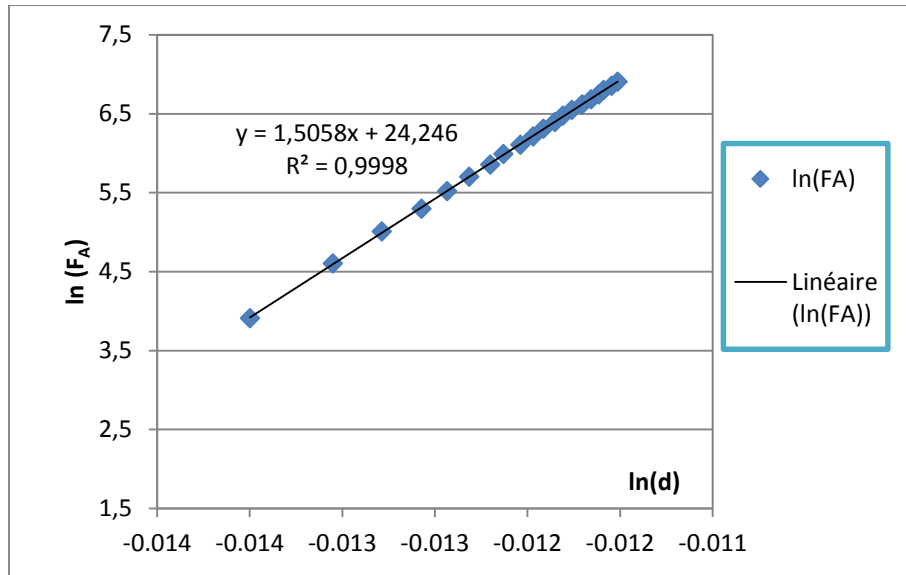
Application numérique : $k_{eq} = 1,97 N/\mu m$

Q1.10. Pourquoi peut-on considérer que le palier droit se comporte quasiment comme s'il n'y avait que les ressorts de précharge ? Expliquer grâce à l'animation que c'est bien le cas.

La raideur équivalente k_{eq} est quasiment égale à la raideur de précharge k_p . Le palier droit se comporte donc comme les ressorts de précharge seuls, d'où la courbe de F_2 ayant l'allure d'une droite de pente faible (quasi horizontale) dans l'animation.

2. Choix de la précharge

Q2.1. Pour cela :



Les valeurs des coefficients K et α grâce à l'ordonnée à l'origine et à la pente de la droite. On trouve :

$$\gamma = 1,51 \approx 3/2$$

et

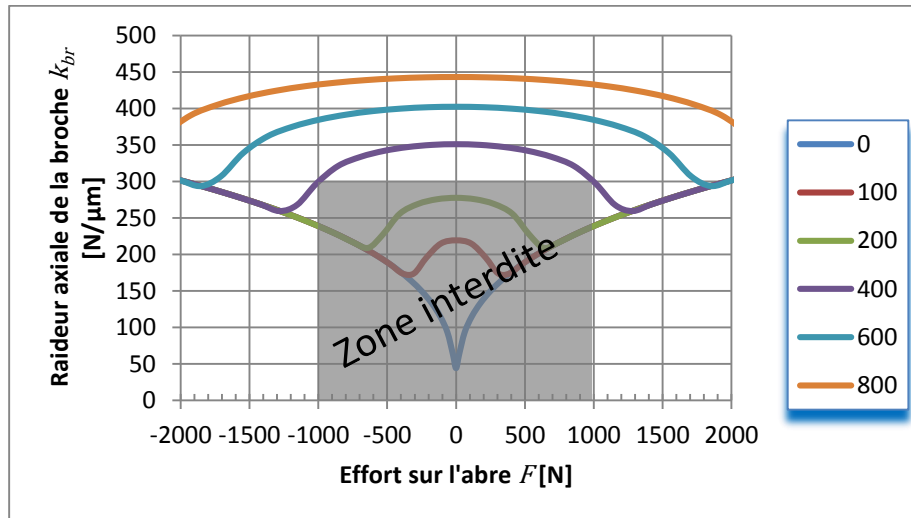
$$\ln K = 24,2$$

Q2.2. Reporter les valeurs de $\ln K$ et γ dans les deux cases du tableur prévues à cet effet. Indiquer la valeur de K obtenue :

$$K = 3,39 \cdot 10^{10}$$

Q2.1. Imprimer l'abaque donnant la raideur k_{br} en fonction de l'effort sur l'arbre F . Grâce à cette abaque et à une construction graphique à effectuer, déterminer la précharge P à appliquer pour que la raideur axiale de la broche soit conforme au cahier des charges :

$$k_{br} \geq 300 \text{ N}/\mu\text{m pour } -1000 < F < 1000.$$



$$P = 400 \text{ N}$$

Q2.2. Grâce aux données du tableur, extraire la valeur de $d_{1,0} + d_{2,0}$ pour la valeur de l'effort de précharge trouvée à la question Q2.1.

En relevant directement les valeurs, on obtient :

$$d_{1,0} + d_{2,0} = 6,86 \text{ } \mu\text{m}$$

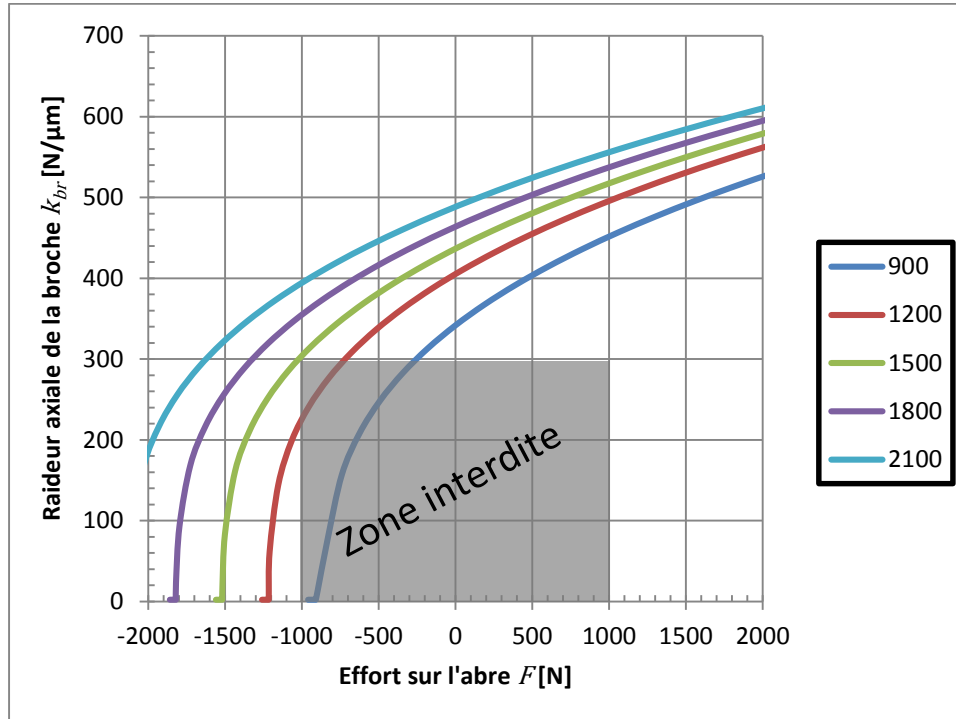
3. Passage en précharge élastique

Q3.1. Grâce à la formule suivante, calculer le différentiel de température ΔT qui annule l'écrasement de précharge (on prendra $d_{1,0} + d_{2,0} = 6,9 \mu\text{m}$).

$$\Delta d = \lambda \Delta T d \quad \Rightarrow \quad \Delta T = \frac{\Delta d}{d \lambda} = \frac{6,9}{256 \cdot 10^{-3} \cdot 11,7} = 2,29^\circ\text{C}$$

Q3.2. Imprimer l'abaque représentant la variation de la raideur k_{br} en fonction de l'effort sur l'arbre F . Grâce à cette abaque, déterminer la précharge P à appliquer pour que la raideur axiale de la broche soit conforme au cahier des charges :

$$k_{br} \geq 300 \text{ N}/\mu\text{m} \text{ pour } -1000 < F < 1000.$$



$$P = 1500 \text{ N}$$

Q3.3. Calculer l'écrasement e des ressorts pour obtenir la précharge P déterminée à la question précédente en considérant la raideur des ressorts $k_p = 2 \text{ N}/\mu\text{m}$

La précharge déterminée précédemment est $P = 1500 \text{ N}$. Le comportement des ressort est exprimé par : $P = k_p e$.

$$\Rightarrow e = \frac{P}{k_p} = \frac{1500}{2 \cdot 10^6} = 7,50 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$