

CORRIGE TRAVAUX PRATIQUES
Guidage en rotation

T.P. Composants
Guidage en rotation
par roulements

Secteur d'activité :

PARKING - PEAGE

Support :

BARRIERE SYMPACT

Sujet du TP

- **ANALYSER UNE SOLUTION CONSTRUCTIVE DE GUIDAGE**
- **VALIDER UN CHOIX DE COMPOSANTS (ROULEMENTS)**

Connaissances visées

- **MODELISER UN MONTAGE DE ROULEMENT**
- **ISOLER UNE PIECE ET APPLIQUER LE P.F.S.**
- **VERIFIER LA DUREE DE VIE DU MONTAGE DE ROULEMENT**

Pré-requis :

- **MODELISATION DES LIAISONS (TORSEUR)**
- **PRINCIPE FONDAMENTAL DE LA STATIQUE**

MATERIEL ET DOCUMENTS UTILES

Barrière Sympact avec Logiciel associé et CD Rom version 4.0

Matériel classique de montage, démontage

Références bibliographiques :

- **Mémotech Conception et dessin mécanique de Barlier et Bourgeois Ed Casteilla Educalivre**

But du TD-TP : Ce premier TD-TP de validation d'une solution constructive (guidage en rotation par roulements) de l'ensemble axe-lisse de la barrière Sympact vise à :

- Etudier le produit existant (maquette Sympact assemblée). Analyser le fonctionnement en manœuvrant manuellement le système,
- Mettre en œuvre une procédure de démontage pour observer le montage de l'ensemble axe-lisse sur deux roulements,
- Analyser la solution constructive réalisant la fonction guidage en rotation,
- Associer le composant réel à un modèle de liaison (modélisation du montage de roulement),
- Procéder à l'isolement de l'axe et définir les torseurs des actions extérieures,
- Appliquer le Principe Fondamental de la Statique et résoudre le système,
- Déterminer les charges sur les roulements,
- Valider le choix de la solution adoptée.

1 – ETUDE DU PRODUIT (BARRIERE SYMPACT)

Documents à consulter :

- Voir ([lien avec CD](#)) « Le produit » puis « Changement ressort ».

Activité de TP : **Faire fonctionner manuellement la barrière,
Procéder au démontage de l'ensemble axe-lisse.**

1-1 : A partir de la maquette de la Barrière Sympact, faire fonctionner la barrière en manœuvrant le volant situé sur la face arrière. Observer l'amplitude angulaire de l'ensemble axe-lisse. Commenter au niveau du fonctionnement (en dynamique ou en statique).

L'amplitude angulaire de l'ensemble axe-lisse est d'environ 90°, celui de l'axe du moteur d'environ 240°. Le fonctionnement est lent, on peut l'assimiler à un fonctionnement « quasi statique ». Les calculs ultérieurs se feront donc en statique.

1-2 : Procéder au démontage des deux paliers de l'ensemble axe-lisse en utilisant la vidéo ([lien avec CD](#)) de remplacement du ressort. Faire une gamme succincte de démontage de façon à pouvoir remonter aisément le mécanisme. Observer bien le montage des deux roulements.

Il faut observer le montage des roulements dans leur palier et le montage des paliers sur la platine standard.

1-3 : Démontez l'ensemble axe-lisse par rapport aux deux paliers. Observez les ajustements et le type de roulements utilisés.

Les ajustements utilisés au niveau de la bague intérieure des roulements par rapport à l'axe de l'ensemble axe-lisse sont montés glissants alors que la logique voudrait qu'ils soient montés serrés. Ceci s'explique par le fait qu'il faut pouvoir changer aisément le ressort et que le fonctionnement est lent et de faible amplitude.

2 – ETUDE DU MONTAGE DE L'ENSEMBLE AXE-LISSE

Documents à consulter :

- Voir ([lien avec CD](#)) « Les constituants » puis « Partie opérative » puis cliquer à la souris sur le constituant désiré.

Activité de TP :

2-1 : A partir de l'observation des deux paliers (palier Y à semelle et palier Y à applique) et en cliquant sur les composants au niveau de la maquette virtuelle du CD Rom, donnez le nom des roulements utilisés et leurs caractéristiques (voir fiche technique en format PDF).

Il s'agit de roulement à une rangée de billes à contact radial avec bague extérieure rotulée. Ils permettent l'utilisation d'arbre en acier étiré et compensent des défauts d'alignement de l'ordre de 5°.

2-2 : Pourquoi avoir choisi ce type de palier ? Observez le montage des paliers sur la platine universelle et sur la plaque avant porte moteur. Que constatez-vous quant à la mise en position de ces deux paliers ? Ceci justifie-t-il le choix du couple roulement / palier ?

La réponse est donnée ci-dessus. La mise en position des paliers en fonte (réalisée à l'aide des deux vis) ne nécessite pas une précision de positionnement importante car les défauts angulaires sont compensés par le rotulage important. D'où une économie au niveau de la fabrication.

2-3 : Comment s'effectuent les arrêts axiaux de l'axe de l'ensemble axe-lisse par rapport aux roulements et des roulements par rapport aux paliers ? Que peut-on en conclure au niveau de l'effort axial encaissé par les roulements ?

Les arrêts axiaux sont réalisés par les vis de pression situées sur la bague intérieure. Les roulements sont arrêtés axialement par leur forme sphérique. Le débattement angulaire est limité par un ergot.

On peut conclure que les efforts axiaux supportés par les roulements sont faibles (problème du glissement au niveau de contact des vis de pression sur l'axe de l'ensemble axe-lisse).

2-4 : Modéliser chaque roulement et faire un schéma d'architecture en 3D de ce montage de roulements.

Chaque roulement peut se modéliser en liaison rotule mais l'arrêt axial ne s'effectue que sur un seul des deux roulements donc le deuxième roulement est modélisé par une liaison linéaire annulaire. On a donc un montage isostatique : rotule + linéaire annulaire.

La modélisation 3D est la suivante :

- **En A on modélise la liaison linéaire annulaire, en B la liaison rotule,**
- **En E, l'action du roulement sur la manivelle,**
- **En G l'action de la gravité sur la lisse.**



2-5 : Remonter le palier Y à applique sans la plaque moteur et le bloquer sur la platine universelle. Faire de même avec l'autre palier mais sans serrer complètement les vis de fixation sur la platine universelle. Mesurer, par une méthode de votre choix, le débattement angulaire maximal (dans le plan horizontal) de l'axe de l'ensemble axe-lisse, qu'autorise le jeu de montage des vis de fixation du palier Y à semelle sur la platine universelle.

On utilise un support de comparateur magnétique que l'on immobilise sur la platine universelle. A l'aide d'un comparateur à cadran au 1/100 mm équipé d'une touche plate, on palpe une génératrice de l'axe de l'ensemble axe-lisse et on déplace, dans le plan de la platine, le palier. On lit le débattement linéaire du palier D'où, par un calcul simple, on peut en déduire le débattement angulaire correspondant.

On s'aperçoit que l'on reste dans les limites admissibles du rotulage des roulements.

2-6 : A l'aide d'instruments de métrologie classiques (pied à coulisse, micromètre d'extérieur, d'intérieur, jauge de profondeur, comparateur + socle magnétique, etc...), déterminer le jeu diamétral de l'ajustement de l'axe au niveau des deux roulements. Ce type d'ajustement vous semble-t-il correct compte tenu du fonctionnement et des règles de montage classiques (répondre en tenant compte aussi de la réponse à la question 2-3) ?

Le jeu diamétral entre l'axe de l'ensemble axe-lisse et la bague intérieure des roulements est relativement important. Ceci s'explique par le fait que l'on a utilisé un arbre brut d'étirage (qualité h9 à h10), ce que préconise d'ailleurs le fabricant de palier auto-aligneur (voir document ressources).

Ce type d'ajustement n'est pas conforme aux règles classiques de montage des roulements. La bague intérieure devait être montée serrée sur l'axe de l'ensemble axe-lisse. Nous sommes dans le cas d'utilisation particulière des roulements : fonctionnement quasi statique, faible amplitude de rotation, vitesse de rotation faible. Les roulements sont peu sollicités d'où un type d'ajustement qui favorise le démontage aisé du ressort dans le cas où celui-ci casse.

2-7 : A l'aide d'un comparateur à cadran et d'un support de comparateur (éventuellement magnétique), mesurer le défaut le parallélisme de l'axe de l'ensemble axe-lisse avec le plan supérieur de la platine universelle. Donner l'expression du résultat avec son incertitude (uniquement celle due à l'instrument lui même). Quelle touche de comparateur doit-on utiliser ? Que peut-on conclure de la valeur trouvée ? Comment peut-on corriger ce défaut ?

On utilise le même matériel que précédemment. La touche du comparateur doit être plate pour pouvoir palper toujours la même génératrice et non palper une hélice.

Le défaut de parallélisme a une influence sur la position de la lisse par rapport au sol. La lisse ne sera pas verticale en position levée ce qui n'est pas esthétique.

On ne peut pas corriger directement ce défaut sur le mécanisme. On peut éventuellement mettre des clinquants (tôle fine calibrée) sous le palier pour rattraper ce défaut.

2-8 : Il existe d'autres types de composants pour le guidage en rotation d'un arbre. Pourquoi ne pas avoir utilisé des bagues autolubrifiantes compte tenu du mouvement oscillant de l'ensemble axe-lisse ?

On aurait pu utiliser des bagues en bronze autolubrifiantes qui conviennent parfaitement à ce type de fonctionnement. Dans le cas d'un choc sur la lisse (passage en force du péage) ces bagues sont beaucoup plus fragiles que des roulements d'où une détérioration plus importante et une maintenance plus coûteuse.

3 – CALCUL RELATIF AU DIMENSIONNEMENT DES ROULEMENTS

Documents à consulter :

- Voir ([lien avec CD](#)) « Le mécanisme » puis « Modélisation du mécanisme complet » puis « Etude paramétrable (en bas de l'écran) » puis « Etude statique (en bas de l'écran) ».

Activité de TD : Compléter le schéma d'architecture pour l'étude quasi statique.

Activité de TP : Effectuer les calculs en utilisant un logiciel de calcul des roulements type RB2 ou RB3 ou autre.

3-1 : Reporter sur le schéma d'architecture les efforts dans les roulements compte tenu de leur modélisation. Reportez vous à l'étude statique du mécanisme sur le CD Rom. Se placer en mode plan (vue suivant x), dans le cas d'une lisse de 4 m, à l'horizontale ($\theta_{31} = 45^\circ$), sans ressort, pour avoir les valeurs des efforts extérieurs et couple les plus défavorables. On ne modifie pas la géométrie (rayon manivelle et entraxe lisse/manivelle).

Noter la valeur numérique de l'effort de la pesanteur sur la lisse, de l'effort de la manivelle sur la lisse et celle du couple moteur.

On lit, au niveau des données du logiciel, un couple moteur (sans ressort) de module 19,2 Nm, le module de l'action de la pesanteur de 39,2 N, le module de l'action de la manivelle sur la lisse de 770 N.

3-2 : Par un isolement de l'ensemble axe-lisse + lisse, calculer les composantes axiales et radiales des roulements A et B. En déduire les charges radiales F_{rA} , F_{rB} et les charges axiales F_{aA} , F_{aB} sur chaque roulement. En déduire la charge statique équivalente P_0 . Vérifier que $P_0 \leq 0,5 C_0$ (pour un fonctionnement normal).

Au niveau du roulement A, on modélise l'action mécanique du bâti sur l'axe l'ensemble axe-lisse + lisse par deux composantes \vec{Y}_A et \vec{Z}_A . Au niveau du roulement B, par trois composantes \vec{X}_B , \vec{Y}_B et \vec{Z}_B . En E, on modélise l'action mécanique de la manivelle sur la lisse par une composante portée par \vec{Z}_3 .

On écrit ensuite le PFS en résultante et en moment en projection sur les trois directions du repère 1.

On constate après calcul que la composante axiale \vec{X}_B est nulle et on vérifie bien que la charge statique équivalente $P_0 < 0,5 C_0$ (charge de base statique).

3-3 : L'ensemble axe-lisse a un fonctionnement de type rotatif, oscillant avec une vitesse angulaire de rotation par rapport au bâti faible. En utilisation télépéage (cas du télépéage du tunnel Prado-Carénage situé sous le vieux port à Marseille), la barrière s'ouvre (et se ferme) en moyenne 2000 fois par heure pendant 8h sur 300 jours de l'année.

Calculer le nombre d'heures de fonctionnement par an.

2000 x 8 = 16000 cycles par jour sur 300 jours soit 4 800 000 cycles par an.

4 – REMONTAGE DE L'ENSEMBLE AXE-LISSE

On désire procéder au remontage de tout l'ensemble de transformation de mouvement (partie opérative). Pour éviter l'usure trop rapide du chemin de roulement dans la pièce nommée « bielle de l'ensemble axe-lisse, il est nécessaire de garantir un contact linéique entre le roulement rigide et cette bielle.

4-1 : Comment effectuez vous le montage de l'ensemble axe-lisse pour garantir ce contact ? Il est nécessaire de placer la bielle dans une configuration particulière pour pouvoir effectuer correctement ce réglage.

On place la bielle en position horizontale et on regarde le contact du galet (roulement) sur la bielle. On s'assure que ce contact est linéique sinon on utilise le jeu qu'il y a entre les vis de fixation du palier coté fixation de la lisse et leur trou de passage dans la platine universelle pour rattraper angulairement.

4-2 : Compte tenu de la question précédente, est-il nécessaire de garantir, en fabrication, des tolérances géométriques d'orientation très précises sur les pièces participant à la réalisation de ce contact linéique ? Si non, pourquoi ?

Non, car tous les réglages angulaires (dans le plan horizontal) peuvent se faire au niveau du positionnement (jeu au niveau des vis de fixation) des paliers sur la platine universelle.