

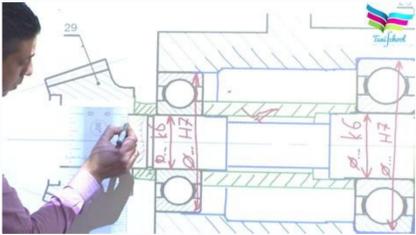
I'm not robot  reCAPTCHA

**I am not robot!**

## Exercice corrigé guidage en rotation pdf

### Guidage en rotation par roulement exercice corrigé pdf.

Sequences\_guidage.xlsAnalyse fonctionnelle des guidagesCritères de dimensionnementFamille de solutions technologiqueGuidage par contact directGuidage par éléments roulantsModélisation des contactsModélisation des roulementsArchitectures de guidage en rotationArchitectures de guidage en translationBorne de parking; dimensionnement de paliers lissesTD Palier Lisse.pdfRoue\_cremaillere\_calque.pdfTD Palier Lisse corrigé.pdfRoue cremaillere.pdfGuidage rotation\_calque.pdfGuidage rotation.pdfCompresseur (guidage par paliers lisses)TD Compresseur\_calque.pdfCompresseur corrigé.pdfAffuteuse (guidage par roulements)TD Affuteuse.pdfAffuteuse\_calque\_ensemble.pdfAffuteuse\_corps\_mecano\_soude.pdfModification du corps suite à un changement de procédé de fabrication: fonderie à la place de mécano-soudéCalque\_corps.pdfCorps\_moule.pdfPoulie folle (guidages par roulements et paliers lisses)TD Enrouleur\_courroie.pdfenrouleur\_calque\_frayse\_2.pdfRéducteur à axes concourants (guidages par roulements)TD Reducteur.pdfCalque\_Reducteur.pdfCorrige\_Reducteur.pdfMotoréducteur à axes parallèlesTD Moto\_reducteur.pdfMoto\_reducteur\_calque.pdfTD Moto\_reducteur\_corrigé.pdfTD\_Malaxeur.pdfmalaxeur\_calque.pdfTD\_Malaxeur\_corrigé.pdfmalaxeur\_corrigé.pdfTD\_Variateur\_courroie.pdfensemble\_variateur\_A4.pdfCalque\_variateur\_A3.pdfensemble\_variateur\_corrigé.pdfTD\_Robot\_Acma.pdfsujet Acma LT.pdf 100%(4)100% ont trouvé ce document utile (4 votes)2K vues1 pageEnregistrerEnregistrer Guidage en rotation Exercice corrigé N°1 ( type B... pour plus tard Sequences\_guidage.xlsAnalyse fonctionnelle des guidagesCritères de dimensionnementFamille de solutions technologiqueGuidage par contact directGuidage par éléments roulantsModélisation des contactsModélisation des roulementsArchitectures de guidage en rotationArchitectures de guidage en translationBorne de parking; dimensionnement de paliers lissesTD Palier Lisse.pdfRoue cremaillere\_calque.pdfTD Palier Lisse corrigé.pdfRoue cremaillere.pdfGuidage rotation\_calque.pdfGuidage rotation.pdfCompresseur (guidage par paliers lisses)TD Compresseur\_calque.pdfCompresseur corrigé.pdfAffuteuse (guidage par roulements)TD Affuteuse.pdfAffuteuse\_calque\_ensemble.pdfAffuteuse\_corps\_mecano\_soude.pdfModification du corps suite à un changement de procédé de fabrication: fonderie à la place de mécano-soudéCalque\_corps.pdfCorps\_moule.pdfPoulie folle (guidages par roulements et paliers lisses)TD Enrouleur\_courroie.pdfenrouleur\_calque\_frayse\_2.pdfRéducteur à axes concourants (guidages par roulements)TD Reducteur.pdfCalque\_Reducteur.pdfCorrige\_Reducteur.pdfMotoréducteur à axes parallèlesTD Moto\_reducteur.pdfMoto\_reducteur\_calque.pdfTD Moto\_reducteur\_corrigé.pdfTD\_Malaxeur.pdfmalaxeur\_calque.pdfTD\_Malaxeur\_corrigé.pdfmalaxeur\_corrigé.pdfTD\_Variateur\_courroie.pdfensemble\_variateur\_A4.pdfCalque\_variateur\_A3.pdfensemble\_variateur\_corrigé.pdfTD\_Robot\_Acma.pdfsujet Acma LT.pdf L'usage de la calculatrice est interdit. Citer 2 fonctions à assurer par un guidage en rotation en phase d'utilisation - Positionner l'arbre et le logement - Permettre un mouvement relatif (rotation) - Transmettre les efforts Citer 3 solutions constructives différentes pour la réalisation d'une liaison pivot 2.1) Citer et représenter graphiquement (à main levée ou aux instruments) 2 solutions pour assurer l'arrêt axial d'un roulement Solution 1 : Anneau élastique 2.2) Citer trois types de roulements différents. - à rouleaux cylindriques Pour les systèmes représentés ci-dessous : 1) déterminer, en le JUSTIFIANT, quelles sont les bagues montées serrées et/ou avec jeu pour les roulement en ③ et en ② ; 2) symboliser, sur les dessins, les arrêt axiaux nécessaires. 3.1) Système roue et vis sans fin Dans le système représenté ci-dessous, la vis sans fin entraîne en rotation la roue dentée.

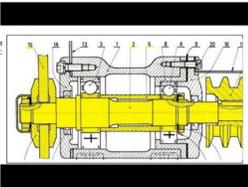


Justification(s) : La charge est fixe par rapport à l'arbre, donc tournante par rapport au bâti, lui-même solidaire des bagues extérieures en ③ et en ② 1 Généralité au sujet du Guidage en Rotation La solution constructive qui réalise une liaison pivot est appelée guidage en rotation. Le guidage en rotation est nécessaire dans de nombreux cas (moteurs, roues de véhicules, hélices d'avion ou de turbine...). On appelle arbre le contenu, logement ou alésage le contenant. Représentation normalisée en projection orthogonale 1 Fonctions à assurer Le guidage en rotation en phase d'utilisation doit assurer les fonctions suivantes : Positionner l'arbre et le logement : notions de jeu et de précision de guidage ; Permettre un mouvement relatif (rotation) : notions de rendement et de vitesse de rotation ; Transmettre les efforts : dimensionnement des pièces et durée de vie du montage ; Résister au milieu environnant : fiabilité, matériaux, étanchéité, protection, etc... Etre d'un encombrement adapté (voire minimal) ; Minimiser les niveaux de bruit et de vibrations. Il existe 4 solutions principales permettant de réaliser un guidage en rotation : par interposition d'une bague de frottement - par interposition d'éléments roulants - par interposition d'un film d'huile Type de guidage en rotation par interposition de bague de frottement par interposition d'éléments roulants par interposition d'un film d'huile 1 Les solutions constructives Le guidage en rotation est obtenu par contact direct des surfaces cylindriques arbre/logement (figure 1). Des arrêts suppriment les degrés de liberté en translation. Ce guidage est peu précis, mais le coût est très faible. Son utilisation est limitée à des vitesses de rotation faibles et des efforts faibles. A cause des risques d'échauffement, cette solution est à réserver aux domaines suivants : F Efforts transmissibles peu élevés. Le principe du contact direct est amélioré en interposant des bagues de frottement qui vont : Diminuer le coefficient de frottement ; Augmenter la durée de vie de l'arbre et du logement ; Reporter l'usure sur les bagues. Les coussinets sont des bagues cylindriques en bronze ou en matière plastique (figure 2), montées serrées dans l'alésage. L'arbre est monté glissant dans le coussinet. Lorsque le coussinet dispose d'une collerette (comme celui représenté à gauche) il supporte des efforts axiaux. A) Coussinets nécessitant une lubrification continue (en bronze, fonte, ...) Il est nécessaire de prévoir un dispositif de graissage afin d'assurer une présence continue de lubrifiant pendant le fonctionnement B) Coussinets sans graissage (carbone-graphite, nylon, PTFE) Ils sont très pratiques mais sont constitué de matériaux peu résistants. Ils ne supportent que des efforts très faibles. C) Coussinets autolubrifiants Il est constitué de poudre de bronze (cuivre + étain) ou encore d'alliages ferreux (fer + cuivre +plomb) compactée. Cette poudre est dans un premier temps comprimée à température élevée dans un moule, puis chauffée dans un four pour rendre le coussinet poreux. Cette opération de fabrication s'appelle le frittage. Avant le montage, on imprègne le coussinet d'huile (environ 25 % du volume de métal), lors du fonctionnement, la rotation de l'arbre crée une aspiration de l'huile, et la création d'un film d'huile entre le coussinet et l'arbre.

A l'arrêt, la porosité du coussinet permet une réabsorption de l'huile. Les caractéristiques de ces coussinets autolubrifiants sont les suivantes : F Vitesse tangentielle maximale 8 m/s ; F Température maximale d'utilisation : 200°C (varie selon la nuance) ; F Fonctionnement silencieux ; D) Coussinets en tôle roulée Il s'agit d'une bague constituée d'une tôle roulée recouverte de bronze fritté et d'une couche de résine PTFE (Polytétrafluoroéthylène) imprégnée du lubrifiant solide (graphite ou plomb) dont le coefficient de frottement avec l'acier est très faible (0.01 à 0.05). Vitesse tangentielle maximale : 3m/s. Montage des coussinets Le coussinet est monté serré dans l'alésage et glissant sur l'arbre. Lorsque l'effort à transmettre n'est par purement radial, il est conseillé d'utiliser un coussinet à collerette. Avantages et limites d'utilisation des coussinets - réduction du coefficient de frottement et fonctionnement sans lubrification - augmentation de la durée de vie des pièces par report de l'usure sur le coussinet - fonctionnement silencieux - encombrement radial réduit - encombrement en longueur - sensibilité aux défauts d'alignement - capacité de charge inversement proportionnelle à la vitesse figure 3. Exemple de montage 1.1 Dimensionnement des coussinets Pour choisir un coussinet (palier lisse), il faut déterminer trois paramètres : d : Diamètre intérieur, L : Longueur du coussinet, F : effort dans la liaison (en N) • L : Longueur du coussinet, • En général, le diamètre intérieur du coussinet d, est fixé par le diamètre de l'arbre utilisé dans la liaison pivot. Une fois que ce diamètre d est connu, il est possible de connaître la vitesse périphérique V au niveau du contact coussinet-arbre : En fonction de leur « type », un coussinet supporte une Vitesse maximale admissible (Voir tableau en page 3). Il nous est alors possible de choisir un type de coussinet compatible avec la valeur de V. • La longueur L du coussinet est déterminée par rapport aux efforts transmis par la liaison. Ce calcul fait intervenir la notion de Pression diamétrale p. Pour un type donné de coussinet, correspond une pression diamétrale admissible Padm (voir tableau ci-dessus).

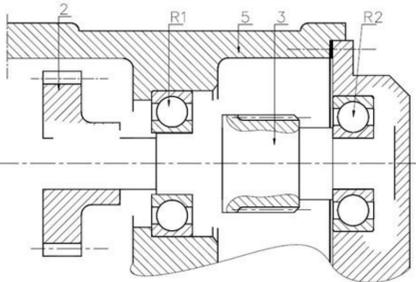
On montre que, pour qu'un coussinet remplisse sa fonction, l'inéquation suivante doit être vérifiée : Avec F : effort dans la liaison (en N) d : diamètre intérieur du coussinet (en mm) L : Longueur du coussinet (en mm) Padm : Pression diamétrale admissible (en Mpa ou N/mm2) • De plus, le critère p.V permet de mesurer la capacité du matériau à supporter l'énergie engendrée par le frottement. En cas de dépassement de la valeur admissible, la température du coussinet augmente et sa destruction est rapide. Il faut, également, que l'équation suivante soit vérifiée : Avec V : Vitesse périphérique au contact (en m/s) En remplaçant le frottement de glissement par du frottement de roulement, on diminue la puissance absorbée. Le rendement du guidage en rotation est donc meilleur. On place alors des éléments de roulement (billes, rouleaux ou aiguilles) entre deux bagues. L'une (la bague intérieure) est ajustée sur l'arbre, l'autre (la bague extérieure) est ajustée sur l'alésage. figure 5. Constitution d'un roulement 1.2.2 Angle de rotulage d'un roulement à billes Il existe toujours un jeu, aussi minime soit-il, entre les billes et leur chemin de roulement. Ce jeu a pour conséquence de permettre une rotation relative des bagues du roulement, autour des axes perpendiculaires à l'axe principal du roulement. L'amplitude de cette rotation est appelée : angle de rotulage. Par conséquent, un unique roulement à billes ne réalise pas une liaison pivot. 1.2.3 Liaisons réalisées par l'intermédiaire des roulements à billes En fonction de l'existence d'arrêt axiaux O placés entre le roulement et l'arbre ou l'alésage, la liaison ainsi réalisée sera assimilable à : • Une liaison linéaire annulaire à Arrêts axiaux sur une seule bague ; • Une liaison rotule à Arrêts axiaux sur les deux bagues ; 1.2.4 Réalisation d'une liaison pivot Les seules associations des deux liaisons qui conduisent à une liaison pivot sont les associations suivantes : (isostatique) (Hyperstatique d'ordre 1) 1.2.5 Montage des roulements Pour minimiser le phénomène de laminage (écrasement de matière) entre les surfaces soumises à des charges importantes, il faut supprimer le jeu au niveau de la bague tournante par rapport à la charge. La bague qui tourne par rapport à la direction de la charge appliquée sur le roulement est ajustée avec serrage. Cette même bague doit être complètement immobilisée axialement. La bague fixe par rapport à la direction de la charge appliquée sur le roulement, doit être ajustée avec jeu. Elle doit assurer le positionnement axial de l'ensemble tournant par rapport à la partie fixe. Il faut éviter toute fixation surabondante. Le tableau en page suivante propose des associations possibles d'arrêt axiaux.

Le nombre important de paramètres intervenants dans le choix d'un montage ou d'un autre ne permet pas de faire un tableau exhaustif. Les associations représentées ici ne sont données qu'à titre d'exemples. Bague intérieure tournante par rapport à la direction de la charge (bagues intérieures montées serrées sur l'arbre) - charge fixe sur le logement - charge tournante avec le logement rotule + linéaire annulaire Bague extérieure tournante par rapport à la direction de la charge (bagues extérieures montées serrées dans l'alésage) - charge fixe sur l'arbre - charge tournante avec l'arbre Montage à alésage tournant rotule + linéaire annulaire 1.2.6 Réalisation matérielle des arrêts axiaux (a) (c) Arrêt axial usiné sur l'arbre Arrêt axial de la bague intérieure par écrou à encoches. (b) Arrêt axial de la bague intérieure par rondelle maintenue par une vis en bout d'arbre. Dans le cas d'un arbre tournant, il est recommandé de centrer la rondelle pour éviter les phénomènes de balourd. Pour des arbres de diamètre important, la rondelle peut être fixée par plusieurs vis réparties sur une circonférence. Arrêt axial de la bague intérieure par entretoise. Cette solution est aussi applicable pour la bague extérieure. (c) Arrêt axial de la bague intérieure par anneau élastique. (d) Arrêt axial de la bague intérieure par anneau élastique chanfreiné. Cette solution permet d'éliminer le jeu axial entre le roulement et sa portée sur l'arbre.

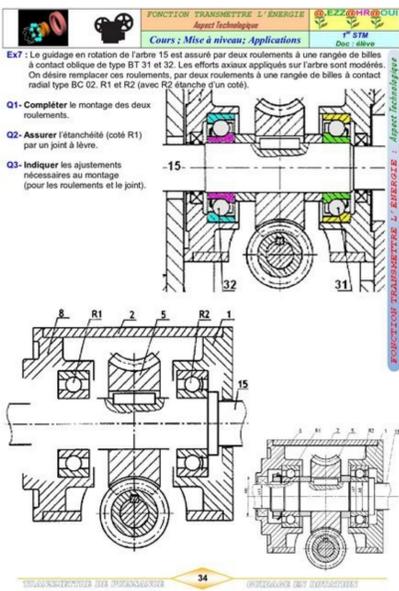


L'effort représente l'action de la roue sur la vis sans fin. Cet effort est relativement constant en direction. Justification(s) : La charge est tournante par rapport à la vis sans fin, elle-même solidaire des bagues intérieures en ③ et en ② Une masse excentrée est fixée sur l'arbre tournant. Le bâti est fixe. L'arbre tournant est entraîné en rotation par une roue dentée dont on ne tiendra pas compte.

Justification(s) : La charge est fixe par rapport à l'arbre, donc tournante par rapport au bâti, lui-même solidaire des bagues extérieures en ③ et en ② 1 Généralité au sujet du Guidage en Rotation La solution constructive qui réalise une liaison pivot est appelée guidage en rotation. Le guidage en rotation est nécessaire dans de nombreux cas (moteurs, roues de véhicules, hélices d'avion ou de turbine...). On appelle arbre le contenu, logement ou alésage le contenant. Représentation normalisée en projection orthogonale 1 Fonctions à assurer Le guidage en rotation en phase d'utilisation doit assurer les fonctions suivantes : Positionner l'arbre et le logement : notions de jeu et de précision de guidage ; Permettre un mouvement relatif (rotation) : notions de rendement et de vitesse de rotation ; Transmettre les efforts : dimensionnement des pièces et durée de vie du montage ; Résister au milieu environnant : fiabilité, matériaux, étanchéité, protection, etc... Etre d'un encombrement adapté (voire minimal) ; Minimiser les niveaux de bruit et de vibrations. Il existe 4 solutions principales permettant de réaliser un guidage en rotation : par interposition d'une bague de frottement - par interposition d'éléments roulants - par interposition d'un film d'huile Type de guidage en rotation par interposition de bague de frottement par interposition d'éléments roulants par interposition d'un film d'huile 1 Les solutions constructives Le guidage en rotation est obtenu par contact direct des surfaces cylindriques arbre/logement (figure 1). Des arrêts suppriment les degrés de liberté en translation. Ce guidage est peu précis, mais le coût est très faible. Son utilisation est limitée à des vitesses de rotation faibles et des efforts faibles. A cause des risques d'échauffement, cette solution est à réserver aux domaines suivants : F Efforts transmissibles peu élevés. Le principe du contact direct est amélioré en interposant des bagues de frottement qui vont : Diminuer le coefficient de frottement ; Augmenter la durée de vie de l'arbre et du logement ; Reporter l'usure sur les bagues. Les coussinets sont des bagues cylindriques en bronze ou en matière plastique (figure 2), montées serrées dans l'alésage. L'arbre est monté glissant dans le coussinet. Lorsque le coussinet dispose d'une collerette (comme celui représenté à gauche) il supporte des efforts axiaux. A) Coussinets nécessitant une lubrification continue (en bronze, fonte, ...) Il est nécessaire de prévoir un dispositif de graissage afin d'assurer une présence continue de lubrifiant pendant le fonctionnement B) Coussinets sans graissage (carbone-graphite, nylon, PTFE) Ils sont très pratiques mais sont constitué de matériaux peu résistants. Ils ne supportent que des efforts très faibles. C) Coussinets autolubrifiants Il est constitué de poudre de bronze (cuivre + étain) ou encore d'alliages ferreux (fer + cuivre +plomb) compactée. Cette poudre est dans un premier temps comprimée à température élevée dans un moule, puis chauffée dans un four pour rendre le coussinet poreux.



Le bâti est fixe. L'arbre tournant est entraîné en rotation par une roue dentée dont on ne tiendra pas compte. Justification(s) : La charge est fixe par rapport à l'arbre, donc tournante par rapport au bâti, lui-même solidaire des bagues extérieures en ③ et en ② 1 Généralité au sujet du Guidage en Rotation La solution constructive qui réalise une liaison pivot est appelée guidage en rotation. Le guidage en rotation est nécessaire dans de nombreux cas (moteurs, roues de véhicules, hélices d'avion ou de turbine...). On appelle arbre le contenu, logement ou alésage le contenant. Représentation normalisée en projection orthogonale 1 Fonctions à assurer Le guidage en rotation en phase d'utilisation doit assurer les fonctions suivantes : Positionner l'arbre et le logement : notions de jeu et de précision de guidage ; Permettre un mouvement relatif (rotation) : notions de rendement et de vitesse de rotation ; Transmettre les efforts : dimensionnement des pièces et durée de vie du montage ; Résister au milieu environnant : fiabilité, matériaux, étanchéité, protection, etc... Etre d'un encombrement adapté (voire minimal) ; Minimiser les niveaux de bruit et de vibrations. Il existe 4 solutions principales permettant de réaliser un guidage en rotation : par interposition d'une bague de frottement - par interposition d'éléments roulants - par interposition d'un film d'huile Type de guidage en rotation par interposition de bague de frottement par interposition d'éléments roulants par interposition d'un film d'huile 1 Les solutions constructives Le guidage en rotation est obtenu par contact direct des surfaces cylindriques arbre/logement (figure 1). Des arrêts suppriment les degrés de liberté en translation. Ce guidage est peu précis, mais le coût est très faible.



3.1) Système roue et vis sans fin Dans le système représenté ci-dessous, la vis sans fin entraîne en rotation la roue dentée. L'effort représente l'action de la roue sur la vis sans fin. Cet effort est relativement constant en direction. Justification(s) : La charge est tournante par rapport à la vis sans fin, elle-même solidaire des bagues intérieures en ① et en ②. Une masse excentrée est fixée sur l'arbre tournant. Le bâti est fixe. L'arbre tournant est entraîné en rotation par une roue dentée dont on ne tiendra pas compte. Justification(s) : La charge est fixe par rapport à l'arbre, donc tournante par rapport au bâti, lui-même solidaire des bagues extérieures en ③ et en ④. Généralité au sujet du guidage en rotation La solution constructive qui réalise une liaison pivot est appelée guidage en rotation. Le guidage en rotation est nécessaire dans de nombreux cas (moteurs, roues de véhicules, hélices d'avion ou de turbine...). On appelle arbre le contenu, logement ou alésage le contenant. Représentation normalisée en projection orthogonale 1 Fonctions à assurer Le guidage en rotation en phase d'utilisation doit assurer les fonctions suivantes : Positionner l'arbre et le logement : notions de jeu et de précision de guidage ; Permettre un mouvement relatif (rotation) : notions de rendement et de vitesse de rotation ; Transmettre les efforts : dimensionnement des pièces et durée de vie du montage ; Résister au milieu environnant : fiabilité, matériaux, étanchéité, protection, etc... Etre d'un encombrement adapté (voire minimal) ; Minimiser les niveaux de bruit et de vibrations. Il existe 4 solutions principales permettant de réaliser un guidage en rotation : par interposition d'une bague de frottement - par interposition d'éléments roulants - par interposition d'un film d'huile Type de guidage en rotation par interposition de bague de frottement par interposition d'éléments roulants par interposition d'un film d'huile 1 Les solutions constructives Le guidage en rotation est obtenu par contact direct des surfaces cylindriques arbre/logement (figure 1). Des arrêts suppriment les degrés de liberté en translation.

SYNTHÈSE		GUIDAGE EN ROTATION		Feuille 1/7	
<b>I. GÉNÉRALITÉS :</b>					
Le guidage en rotation consiste à réaliser une liaison PIVOT entre un arbre et un alésage/roqueteau.					
Articulations (mécanismes de liaison) assurant le guidage en rotation :					
Fig. 1	Fig. 2	Fig. 3	Fig. 4	Fig. 5	
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Liaison DIRECTE (Fig. 1) :</b> Les pièces sont en contact direct.</li> <li><b>Liaison INDIRECTE avec ÉLÉMENTS AUTOLUBRIFIANTS (Fig. 2) :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Coussinets en métal tôle autolubrifiants (Fig. 2) : Poudre de bronze agglomérée à chaud imprégnée d'huile.</li> <li>Coussinets composites (Fig. 3) : Couche de PTFE - liaison - à l'intérieur d'une bague métallique.</li> </ul> </li> <li><b>Liaison INDIRECTE avec ÉLÉMENTS ROULANTS (roulements) (Fig. 4) :</b> Cette solution constructive développée à la suite est très utilisée. Le guidage est assuré avec précision avec un frottement minimal.</li> <li><b>Liaison INDIRECTE élastique (Silentbloks) (Fig. 5) :</b> Deux bagues métalliques reliées par une bague en caoutchouc.</li> </ul>					
<b>II. LES ROULEMENTS :</b>					
<b>II.1. CONSTITUTION D'UN ROULEMENT :</b>					
1. Bague extérieure, liée à l'alésage (logement du roulement)					
2. Bague intérieure, liée à l'arbre					
3. Cage, assure le maintien des éléments roulants					
4. Éléments roulants, situés entre les deux bagues					

Cet effort est relativement constant en direction. Justification(s) : La charge est tournante par rapport à la vis sans fin, elle-même solidaire des bagues intérieures en ① et en ②. Une masse excentrée est fixée sur l'arbre tournant. Le bâti est fixe. L'arbre tournant est entraîné en rotation par une roue dentée dont on ne tiendra pas compte. Justification(s) : La charge est fixe par rapport à l'arbre, donc tournante par rapport au bâti, lui-même solidaire des bagues extérieures en ③ et en ④. Généralité au sujet du guidage en rotation La solution constructive qui réalise une liaison pivot est appelée guidage en rotation. Le guidage en rotation est nécessaire dans de nombreux cas (moteurs, roues de véhicules, hélices d'avion ou de turbine...). On appelle arbre le contenu, logement ou alésage le contenant. Représentation normalisée en projection orthogonale 1 Fonctions à assurer Le guidage en rotation en phase d'utilisation doit assurer les fonctions suivantes : Positionner l'arbre et le logement : notions de jeu et de précision de guidage ; Permettre un mouvement relatif (rotation) : notions de rendement et de vitesse de rotation ; Transmettre les efforts : dimensionnement des pièces et durée de vie du montage ; Résister au milieu environnant : fiabilité, matériaux, étanchéité, protection, etc... Etre d'un encombrement adapté (voire minimal) ; Minimiser les niveaux de bruit et de vibrations. Il existe 4 solutions principales permettant de réaliser un guidage en rotation : par interposition d'une bague de frottement - par interposition d'éléments roulants - par interposition d'un film d'huile Type de guidage en rotation par interposition de bague de frottement par interposition d'éléments roulants par interposition d'un film d'huile 1 Les solutions constructives Le guidage en rotation est obtenu par contact direct des surfaces cylindriques arbre/logement (figure 1). Des arrêts suppriment les degrés de liberté en translation. Ce guidage est peu précis, mais le coût est très faible. Son utilisation est limitée à des vitesses de rotation faibles et des efforts faibles. A cause des risques d'échauffement, cette solution est à réserver aux domaines suivants : F Efforts transmissibles peu élevés. Le principe du contact direct est amélioré en interposant des bagues de frottement qui vont : Diminuer le coefficient de frottement ; Augmenter la durée de vie de l'arbre et du logement ; Reporter l'usure sur les bagues. Les coussinets sont des bagues cylindriques en bronze ou en matière plastique (figure 2), montés serrés dans l'alésage. L'arbre est monté glissant dans le coussinet. Lorsque le coussinet dispose d'une collerette (comme celui représenté à gauche) il supporte des efforts axiaux. A) Coussinets nécessitant une lubrification continue (en bronze, fonte, ...) Il est nécessaire de prévoir un dispositif de graissage afin d'assurer une présence continue de lubrifiant pendant le fonctionnement B) Coussinets sans graissage (carbone-graphite, nylon, PTFE) Ils sont très pratiques mais sont constitués de matériaux peu résistants. Ils ne supportent que des efforts très faibles. C) Coussinets autolubrifiants Il est constitué de poudre de bronze (cuivre + étain) ou encore d'alliages ferreux (fer + cuivre + plomb) compactée. Cette poudre est dans un premier temps comprimée à température élevée dans un moule, puis chauffée dans un four pour rendre le coussinet poreux. Cette opération de fabrication s'appelle le frittage. Avant le montage, on imprègne le coussinet d'huile (environ 25 % du volume de métal), lors du fonctionnement, la rotation de l'arbre crée une aspiration de l'huile, et la création d'un film d'huile entre le coussinet et l'arbre. A l'arrêt, la porosité du coussinet permet une réabsorption de l'huile. Les caractéristiques de ces coussinets autolubrifiants sont les suivantes : F Vitesse tangentielle maximale 8 m/s ; F Température maximale d'utilisation : 200°C (varie selon la nuance) ; F Fonctionnement silencieux ; D) Coussinets en tôle roulée Il s'agit d'une bague constituée d'une tôle roulée recouverte de bronze fritté et d'une couche de résine PTFE (Polytétrafluoroéthylène) imprégnée du lubrifiant solide (graphite ou plomb) dont le coefficient de frottement avec l'acier est très faible (0.01 à 0.05). Vitesse tangentielle maximale : 3m/s. Montage des coussinets Le coussinet est monté serré dans l'alésage et glissant sur l'arbre. Lorsque l'effort à transmettre n'est par purement radial, il est conseillé d'utiliser un coussinet à collerette. Avantages et limites d'utilisation des coussinets - réduction du coefficient de frottement et fonctionnement sans lubrification - augmentation de la durée de vie des pièces par report de l'usure sur le coussinet - fonctionnement silencieux - encombrement radial réduit - encombrement en longueur - sensibilité aux défauts d'alignement - capacité de charge inversement proportionnelle à la vitesse figure 3. Exemple de montage 1.1 Dimensionnement des coussinets Pour choisir un coussinet (palier lisse), il faut déterminer trois paramètres : • d : Diamètre intérieur, • L : Longueur du coussinet, • En général, le diamètre intérieur du coussinet d, est fixé par le diamètre de l'arbre utilisé dans la liaison pivot. Une fois que ce diamètre d est connu, il est possible de connaître la vitesse périphérique V au niveau du contact coussinet-arbre : • En fonction de leur « type », un coussinet supporte une Vitesse maximale admissible (Voir tableau en page 3). Il nous est alors possible de choisir un type de coussinet compatible avec la valeur de V. • La longueur L du coussinet est déterminée par rapport aux efforts transmis par la liaison. Ce calcul fait intervenir la notion de Pression diamétrale p. Pour un type donné de coussinet, correspond une pression diamétrale admissible Padm (voir tableau ci-dessus). On montre que, pour qu'un coussinet remplisse sa fonction, l'inéquation suivante doit être vérifiée : Avec F : effort dans la liaison (en N) d : diamètre intérieur du coussinet (en mm) L : Longueur du coussinet (en mm) Padm : Pression diamétrale admissible (en Mpa ou N/mm2) • De plus, le critère p.V permet de mesurer la capacité du matériau à supporter l'énergie engendrée par le frottement. En cas de dépassement de la valeur admissible, la température du coussinet augmente et sa destruction est rapide. Il faut, également, que l'équation suivante soit vérifiée : Avec V : Vitesse périphérique au contact (en m/s) En remplaçant le frottement de glissement par du frottement de roulement, on diminue la puissance absorbée. Le rendement du guidage en rotation est donc meilleur.

On place alors des éléments de roulement (billes, rouleaux ou aiguilles) entre deux bagues. L'une (la bague intérieure) est ajustée sur l'arbre, l'autre (la bague extérieure) est ajustée sur l'alésage, figure 5. Constitution d'un roulement 1.2.2 Angle de rotulage d'un roulement à billes Il existe toujours un jeu, aussi minime soit-il, entre les billes et leur chemin de roulement. Ce jeu a pour conséquence de permettre une rotation relative des bagues du roulement, autour des axes perpendiculaires à l'axe principal du roulement. L'amplitude de cette rotation est appelée : angle de rotulage. Par conséquent, un unique roulement à billes ne réalise pas une liaison pivot. 1.2.3 Liaisons réalisées par l'intermédiaire des roulements à billes En fonction de l'existence d'arrêts axiaux O placés entre le roulement et l'arbre ou l'alésage, la liaison ainsi réalisée sera assimilable à : • Une liaison linéaire annulaire à Arrêts axiaux sur une seule bague ; • Une liaison rotule à Arrêts axiaux sur les deux bagues ; 1.2.4 Réalisation d'une liaison pivot Les seules associations des deux liaisons qui conduisent à une liaison pivot sont les associations suivantes : (Isostatique) (Hyperstatique d'ordre 1) 1.2.5 Montage des roulements Pour minimiser le phénomène de laminage (écrasement de matière) entre les surfaces soumises à des charges importantes, il faut supprimer le jeu au niveau de la bague tournante par rapport à la charge. La bague qui tourne par rapport à la direction de la charge appliquée sur le roulement est ajustée avec serrage. Cette même bague doit être complètement immobilisée axialement. La bague fixe par rapport à la direction de la charge appliquée sur le roulement, doit être ajustée avec jeu. Elle doit assurer le positionnement axial de l'ensemble tournant par rapport à la partie fixe. Il faut éviter toute fixation surabondante. Le tableau en page suivante propose des associations possibles d'arrêts axiaux. Le nombre important de paramètres intervenants dans le choix d'un montage ou d'un autre ne permet pas de faire un tableau exhaustif. Les associations représentées ici ne sont données qu'à titre d'exemples. Bague intérieure tournante par rapport à la direction de la charge (bagues intérieures montées serrées sur l'arbre) - charge fixe sur le logement - charge tournante avec le logement rotule + linéaire annulaire Bague extérieure tournante par rapport à la direction de la charge (bagues extérieures montées serrées dans l'alésage) - charge fixe sur l'arbre - charge tournante avec l'arbre Montage à alésage tournant rotule + linéaire annulaire 1.2.6 Réalisation matérielle des arrêts axiaux (a) (c) (d) Arrêt axial usiné sur l'arbre. Arrêts axiaux rapportés pour Bague Extérieure (a) Arrêt axial de la bague intérieure par écrou à encoches. (b) Arrêt axial de la bague intérieure par rondelle maintenue par une vis en bout d'arbre. Dans le cas d'un arbre tournant, il est recommandé de centrer la rondelle pour éviter les phénomènes de balourd. Pour des arbres de diamètre important, la rondelle peut être fixée par plusieurs vis réparties sur une circonférence. Arrêt axial de la bague intérieure par entretoise. Cette solution est aussi applicable pour la bague extérieure. (c) Arrêt axial de la bague intérieure par anneau élastique. (d) Arrêt axial de la bague intérieure par anneau élastique chanfreiné. Cette solution permet d'éliminer le jeu axial entre le roulement et sa portée sur l'arbre. (e) Arrêt axial de la bague intérieure par anneau élastique. (f) Arrêt axial de la bague intérieure par manchon conique. Cette solution permet d'éviter l'usinage d'un épaulement sur un arbre long.

1.2.7 Typologie des roulements Il existe différents types de roulements. On peut les classer en fonction du type de charges (Axiale et/ou Radiale) qu'ils peuvent supporter. charges axiales et radiales Roulements à rouleaux cylindriques Roulements à rouleaux coniques Butée à rotule sur rouleaux 1.2.8 Lubrification des roulements Lubrification à la graisse En version « étanche », les roulements sont lubrifiés à vie. En version « non étanche » et dans le cas de vitesses de rotation élevées, les roulements sont lubrifiés au montage en respectant la quantité de graisse préconisée par le constructeur (risque d'échauffement). Dans le cas de vitesses de rotation basses ou l'excès de graisse ne provoquera pas d'échauffement, on peut prévoir un graisseur qui permettra d'injecter de la graisse neuve, celle-ci poussant la graisse usagée vers l'extérieur (figure a). Pour des vitesses de rotations élevées, la graisse sera maintenue au voisinage du roulement, par des déflecteurs placés de chaque côté du roulement (figure b). Le niveau d'huile ne doit pas dépasser le centre de la bille la plus basse. Pour les roulements qui ne se situent pas en partie basse du mécanisme, il faudra prévoir des récupérateurs appelés larmiers (figure a) qui seront remplis par projection, ou assurer une circulation d'huile par pompage (figure c). Si les projections d'huile sont trop importantes, elles pourront être limitées par un déflecteur (figure b).

Ce type de lubrification nécessite une installation importante (pulvérisation d'un mélange air+huile). Il est réservé aux broches de machines outils tournant à grande vitesse. EXEMPLE : ROULEMENT 30 BC 02 Roulement rigide à billes Ø30 série 02. 30 : Diamètre de l'arbre supportant le roulement. 02 : Série qui permet de déterminer le diamètre extérieur et la largeur. Le roulement est choisi en fonction de plusieurs critères : Vitesse de rotation ; Direction et intensité des efforts.

Les types de charges supportées par un roulement sont présentés ci-dessous. - Vitesse élevée Roulements à billes, à rouleaux cylindriques, à aiguilles. - Effort radial Faible ou moyen : Roulements à billes Important : Roulements à rouleaux ou à aiguilles - Effort axial Faible : Roulements rigide à billes Moyen : Roulements à billes à contact oblique Important : Roulements à rouleaux coniques Très important : Roulements + Butée Guidage particuliers Paliers hydrodynamiques Ils sont constitués de coussinets comportant une rainure permettant l'arrivée d'un lubrifiant sous pression. La formation d'un film d'huile n'est possible qu'à partir d'une certaine vitesse relative arbre/logement.

Paliers hydrostatiques L'arbre est en suspension au centre du mécanisme sous l'effet d'un fluide envoyé sous pression. Le coefficient de frottement devient alors très faible. Le coût élevé de ce type de montage le réserve à des systèmes particuliers.