



OFPPT

ROYAUME DU MAROC

مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

*Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail
Direction Régionale Nord Ouest II*

MODULE :

**MONTAGE ET REGLAGE
DES ENSEMBLES
MECANIQUES**

**Spécialité : Technicien en Fabrication
Mécanique**

– TFM –

PORTAIL DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE AU MAROC

Télécharger tous les modules de toutes les filières de l'OFPPT sur le site dédié à la formation professionnelle au Maroc : www.marocetude.com

Pour cela visiter notre site www.marocetude.com et choisissez la rubrique :

MODULES ISTA



The screenshot shows the website interface for Maroc Etude.Com. At the top, a navigation bar contains the following links: HOME, LIVRES, **MODULES ISTA**, ANNUAIRE ECOLES, DOCTORAT, LETTRE DE MOTIVATION, NOUS CONTACTER, and SE CONNECTER. Below the navigation bar is the site logo 'Maroc Etude.Com' and the tagline 'Connaissance - Métier - Technique'. A secondary navigation bar includes links for 'Annonces Google', 'Emploi Maroc', 'Messagerie', 'Telecharger Un Jeu', and 'Maroc Annonces'. A search bar is located on the right side of the page.

The main content area is divided into three columns:

- Left Column:** Contains a notification 'Nous avons 14 invités en ligne', a list of links under 'Annonces Google' (Annonces Google, Emploi Maroc, Jeux Telecharger Gratuit, Jeux PC En Ligne), a 'Connexion' section with a dropdown arrow, and a login form with fields for 'Identifiant' (containing 'sniper') and 'Mot de passe', a 'Se souvenir de moi' checkbox, and a 'Connexion' button. Below the login form are links for 'Mot de passe oublié ?' and 'Identifiant oublié ?'.
- Center Column:** Features a promotional banner for 'MacKeeper' with a '-20%' discount. The text reads: 'Notre Bibliothèque que ...Livres à Télé charger Gratuitement', 'MacKeeper -20%', 'Complete your Purchase Now and save 20% Guaranteed with this Coupon Code', and 'Apply Discount Automatically'. It includes logos for 'Mac' and 'Universal' and an image of a robot. At the bottom of the banner is the quote: '"On ne jouit bien que de ce qu'on partage"' [Madame de Genlis].
- Right Column:** Contains a list of links under 'Annonces Google' (Jeu De Jeux, Jeux Sur Internet, Ecole Ingénieur) and a section titled 'Dépanner et configurer votre réseau à domicile' (Outil de Diagnostic) with sub-links for 'Wi-Fi / Ethernet', 'Console de jeu', 'Imprimante', and 'Messagerie'.

REMERCIEMENTS

L'OFPPT, spécialement la DRIF remercie les personnes qui ont Participé ou permis l'élaboration de ce programme d'études :

Pour la supervision

-
-
-
-

Pour l'élaboration :

M. KEDDAOUI OUAHID

Pour la révision :

• M. KHETTAB ABDELHAK

ISTA ROUTE AEROPORT TANGER

DRNOII

SOMMAIRE

I- GENERALITES DE LA MAINTENANCE.	4
1 - DÉFINITION	4
2 – LES MÉTHODES DE LA MAINTENANCE	5
3 – RÉPARTITION DES ACTIVITÉS DE MAINTENANCE.	6
II- NIVEAUX DE MAINTENANCE	7
III- PREPARATION DU POSTE DE TRAVAIL	8
IV- EXECUTION DU DEMONTAGE	8
1-REGLES GENERALES	8
2-REPERAGE DES PIECES	9
3-NETTOYAGE DES PIECES	9
4-MONTAGE ET DEMONTAGE	9
5-METHODE GENERALE	9
6-PARTICULARITES DE DEMONTAGE	10
V- ELEMENTS DE CONSTRUCTION	11
1-LES ENGRENAGES	11
2-TRANSMISSION PAR CHAINE	20
3-TRANSMISSION PAR POULIES ET COURROIES	24
4- LES ACCOUPLEMENTS	30
5- LES ROULEMENT	32
6- CIRCLIPS	46
7- CLE DYNAMOMETRIQUE	49
8- EMBRAYAGE	50
9- FAUX ROND	50
10- FILET RAPPORTE	50
11- GOUPILLE FENDUE – ELASTIQUE	51
12- JOINT A LEVRE	51
13- PALIER	51
14- PATE A JOINT	52
15- POMPE A HUILE	52
16- PRESSION D’HUILE	53
17- PRODUIT FREIN	53
18- PRODUIT D’ETANCHEITE	54
19- SERRAGE	54
20- VISSERIE	54
VI- MONTAGE – DEMONTAGE	56
VII- LUBRIFICATION ET ENTRETIEN	58
VIII- PROPOSITIONS DE CAUSES POSSIBLES DE PANNES ET DES VERIFICATIONS CORRESPONDANTES.	60
IX- DESIGNATION DES DEFAILLANCES	64
APPLICATIONS PRATIQUES	65
EVALUATION.....	74
BIBLIOGRAPHIE	75

I. GENERALITES DE LA MAINTENANCE :

1. DEFINITIONS :

Maintenance :

La maintenance est définie comme étant "l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifique ou en mesure d'assurer un service déterminé".

Maintenance corrective :

Maintenance effectuée après défaillance. Suivant la nature des interventions, on distingue deux types de remise en état de fonctionnement :

- La réparation : remise en état de fonctionnement conforme aux conditions données.
- Le dépannage : remise en état provisoire qui sera obligatoirement suivi d'une réparation.

Maintenance préventive :

Maintenance ayant pour objet de réduire la probabilité de défaillance ou de dégradation d'un bien ou d'un service rendu. Les activités correspondantes sont déclenchées selon un échéancier établi à partir d'un nombre prédéterminé d'unités d'usage (maintenance systématique) et/ou de critères prédéterminés significatifs de l'état de dégradation du bien ou du service (maintenance conditionnelle).

Maintenance préventive systématique :

Les remplacements des pièces et des fluides ont lieu quel que soit leur état de dégradation, et de façon périodique.

Maintenance préventive conditionnelle :

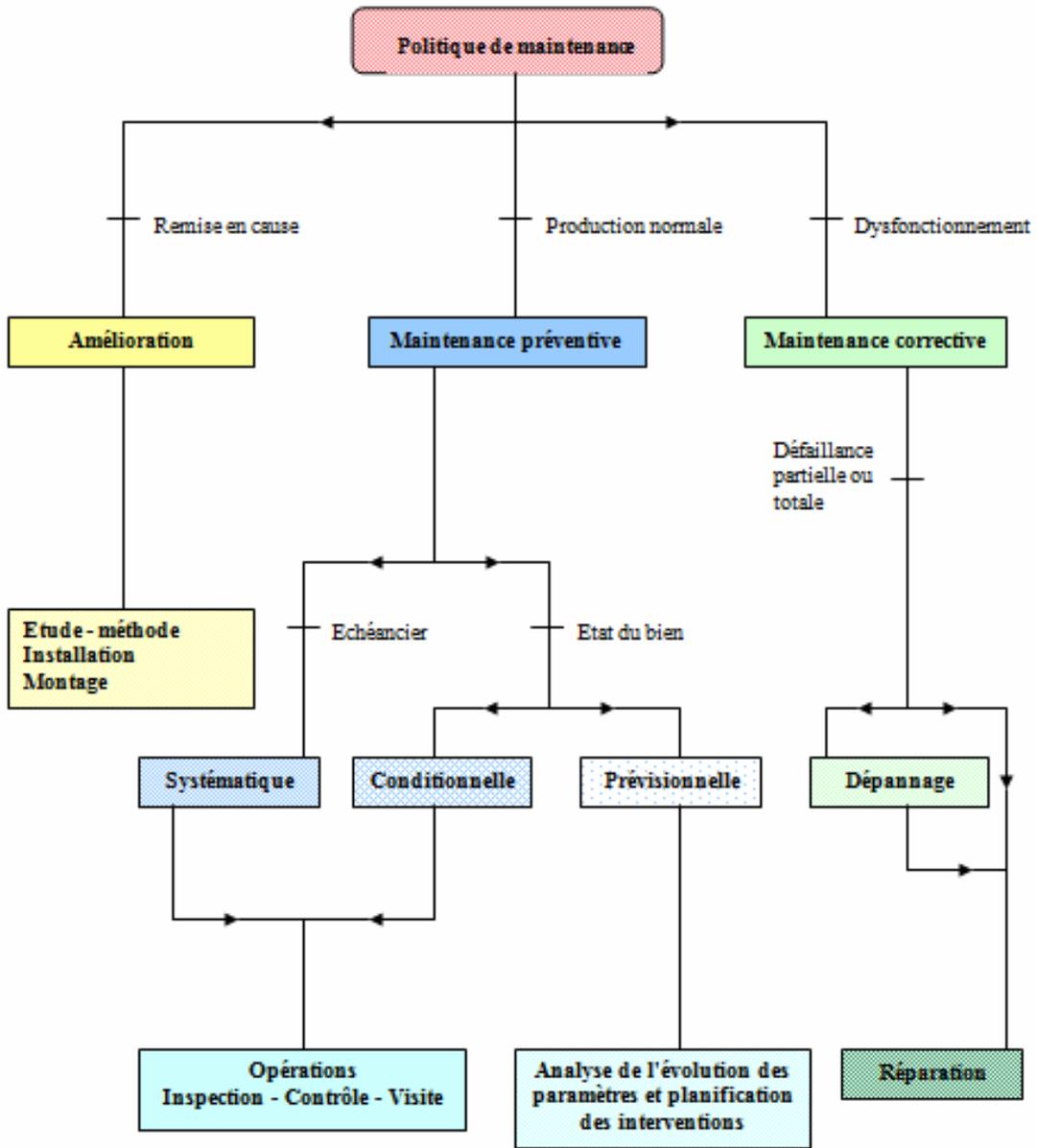
Les remplacements ou les mises en état des pièces, les remplacements ou les appoints en fluides ont lieu après une analyse de leur état de dégradation.

Une décision volontaire est alors prise d'effectuer les remplacements ou les mises en état nécessaires.

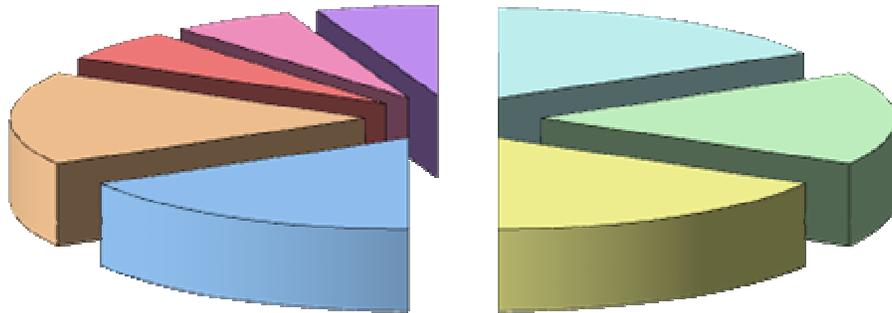
Maintenance prévisionnelle :

Maintenance préventive subordonnée à l'analyse de l'évolution de paramètres significatifs de la dégradation du bien, permettant de retarder et de planifier les interventions. Elle est parfois improprement appelée maintenance prédictive.

2. LES METHODES DE LA MAINTENANCE :



3. REPARTITION DES ACTIVITES DE MAINTENANCE.



- Maintenance préventive systématique
- Maintenance préventive conditionnelle
- Maintenance préventive prévisionnelle
- Maintenance corrective : Dépannage
- Maintenance corrective : Réparation
- Installation - montage
- Etude - méthode
- Amélioration

II. LES NIVEAUX DE MAINTENANCE :

(Extraits de la norme NF X 60-010)

<i>Niv.</i>	<i>Nature de l'intervention</i>	<i>Compétence de l'intervenant</i>	Lieu de l'intervention	<i>Outillage nécessaire à l'intervention</i>	<i>Stock des pièces de rechange</i>
1 ^e	<ul style="list-style-type: none"> - REGLAGES SIMPLES prévus par le constructeur au moyen d'éléments accessibles sans aucun démontage ou ouverture d'équipement. - ECHANGE d'éléments consommables accessibles en toute sécurité (voyants, certains fusibles...) 	Exploitant du bien	Sur place	Instructions d'utilisation sans outillage	Très faible en pièces consommables
2 ^e	<ul style="list-style-type: none"> - DEPANNAGE par échange standard des éléments prévus à cet effet. - OPERATION MINEURES de maintenance préventive (graissage, contrôle de bon fonctionnement...) 	Technicien habilité de qualification (pouvant travailler en sécurité sur une machine présentant certains risques potentiels)	Sur place	Instructions d'utilisation. Outillage portable défini par les instructions de maintenance.	Pièces de rechange nécessaire transportables sans délai et à proximité du lieu d'exploitation
3 ^e	<ul style="list-style-type: none"> - IDENTIFICATION et DIAGNOSTIC des pannes - REPARATIONS par échange de composants ou éléments fonctionnels - REPARATIONS mécaniques mineures. - Toutes opérations courantes de maintenance préventive (réglage général, réaligement...) 	Technicien spécialisé	Sur place ou Local de maintenance	Outillage prévu dans les instructions de maintenance. Appareils de mesure et de réglage. Bancs d'essais et de contrôle des équipements	Pièces approvisionnées par le magasin
4 ^e	<ul style="list-style-type: none"> - Tous les travaux importants de maintenance corrective ou préventive à l'exception de la rénovation et de la reconstruction. - REGLAGE des appareils de mesure utilisés pour la maintenance. - VERIFICATION des étalons de travail. 	Equipe comprenant un encadrement très spécialisé	Atelier spécialisé	Outillage général. Bancs de mesure et étalons. Toute documentation.	
5 ^e	<ul style="list-style-type: none"> - RENOVATION - RECONSTRUCTION ou exécution des réparations importantes 	Constructeur ou Reconstructeur	Atelier central ou Unité extérieure	Moyens proches de la fabrication.	

III. PREPARATION DU POSTE DE TRAVAIL :

Le poste est constitué:

- En groupant et en disposant convenablement, sur les lieux de l'opération, l'outillage et au besoin le matériel de levage, de manutention ainsi que le matériel annexe.
- En consignnant le système.
- En effectuant un rapide nettoyage des pièces et des abords du chantier, afin d'assurer la Sécurité.

Ordre ou plan de démontage

C'est la succession logique, méthodique, des opérations à accomplir pour séparer les organes et les pièces du système.

- Utiliser et suivre le plan de démontage (lorsqu'il existe).
- Etablir, lorsqu'il n'est pas évident, le plan de démontage (mentalement ou par écrit) après consultation des dessins et / ou observations des mécanismes.

IV. EXECUTION DU DEMONTAGE :

1. REGLES GENERALES :

- Opérer avec soin, méthode et au moyen d'outils appropriés.
- Eviter de forcer aveuglément sur les pièces, chercher plutôt les causes de difficultés de d'assemblage.
- Eviter de frapper directement sur les parties fragiles, les portées rectifiées, les extrémités D'arbres. Lorsque l'action de choc est justifié, employer des massettes ou les jets en métal tendre interposés.
- Utiliser les extracteurs appropriés pour les bagues, roulements, poulies, axes,.....
- Utiliser du pétrole ou liquides "dégrippants" pour faciliter le démontage des pièces oxydées.
- Remettre provisoirement en place les éléments d'arrêt ou de fixation après séparation des organes ou des pièces.

2. REPERAGE DES PIECES :

- Les repères sont indispensables pour redonner aux pièces identiques ou symétriques, leur position initiale, lorsqu'on les remonte.
- Vérifier la présence de vos repères avant la dépose des pièces.
- Les repères sont à placer sur des surfaces très visibles, mais autres que les surfaces de contact ou de frottement.

3. NETTOYAGE DES PIECES :

- Utiliser un chiffon sec et non pelucheux pour les pièces peu grasses et peu souillées.
- Pour les autres, employer des produits dégraissants, nettoyant ou du pétrole, puis essuyer au chiffon ou à l'air comprimé

4. MONTAGE ET DEMONTAGE:

Pour la remise en état des mécanismes, on procède au démontage partiel ou total, sur place ou dans des ateliers spécialisés. Quand on ne possède pas de dessin d'ensemble, il est parfois utile d'établir une nomenclature et de noter, sur croquis cotés, la position de certaines pièces, au préalable de tout démontage, il faut:

- Couper le courant électrique.
- Fermer les vannes des canalisations d'eau, d'air, d'huile, de gaz,....
- Vidanger les réservoirs, les bacs, les tuyauteries (observer les liquides et boues recueillis, les corps étrangers et leurs états permet de renseigner sur certains défauts).
- Retirer les courroies et les chaînes de commande.
- Eviter de démonter l'équipement électrique.

5. METHODE GENERALE:

Rassembler autour de la machine le matériel de manutention, le matériel d'assemblage, ainsi que des boîtes ou caisses pour recevoir la visserie et les pièces démontées.

Étudier le dessin d'ensemble et observer le mécanisme pour établir (par écrit ou mentalement) une gamme de démontage.

Nettoyer, essuyer sommairement la machine. Déshabiller le bâti en déposant les carters, les pièces isolées, puis les sous-ensembles, au fur et à mesure, enlever les bavures qui résultent du matage et qui rendent certains démontages difficiles.

6. PARTICULARITES DE DEMONTAGE :

Pièces emmanchées ou non à force : l'une d'elles peut être déposée en frappant au marteau avec interposition d'un jet de métal tendre (aluminium) ou à la presse ou avec un système vis-écrou ou avec un extracteur spécial. La dilatation de la pièce extérieure par chauffage au chalumeau facilite la dépose.

- Pièces frettées: la séparation est obtenue à la presse ou à l'aide d'un extracteur robuste, lorsque la séparation est impossible, la frette sera réduite en copeaux par usinage.
- Pièces soudées à basse température: les séparer en chauffant à une température supérieure à celle de fusion de la soudure.
- Pièces rivées: meuler ou couper au burin les têtes saillantes; percer un trou pour faire disparaître les têtes fraisées, puis chasser le corps du rivet avec un chasse goupille.
- Pièces serties: enlever la sertissure par usinage ou par grattage, puis séparer les pièces.
- Pièces vissées: si les extrémités des filetages sont détériorées (ex: un coup de marteau ou de pointeau interdisant le démontage), il faut retoucher le filet avec un tiers-point à taille douce, ou faire disparaître cette partie de filet. pour les filets oxydés, mettre du pétrole ou du Dégrippant, ne pas forcer sur les clés ou les encoches des écrous et des pièces filetées. observer le sens du filet (à droite ou à gauche).
- Pièces d'arrêt: dévisser complètement les vis à bout pointu, chasser les goupilles coniques en frappant sur le plus petit coté, utiliser un chasse goupille de longueur approprié, redresser l'ailette des freins en tôle ou des rondelles freins, extraire les joncs avec une pointe à tracer, les circlips avec une pince.
- Pieds de centrage cylindriques: ils ne doivent être extraits de leurs logements que si une nouvelle opération d'alignement doit modifier leur position.
- Arbres: déposer les couvercles, écrous, vis et pièces d'arrêt.
- Opérer ensuite suivant la disposition observée : palier unique.
- Déshabiller partiellement l'arbre et l'extraire. paliers à chapeaux.
- Déposer les chapeaux, dégager et déshabiller l'arbre. Montage prisonnier.
- Faire glisser l'arbre parallèlement à son axe, en déposant successivement chaque pièce libérée. arbre fixe.
- Déshabiller l'arbre et l'extraire de son logement.

- Roulements: la pression de démontage doit être appliquée sur la bague monte serre. Si l'extracteur agit sur le chemin de roulement ou que l'effort est transmis par les éléments roulants, le roulement ne pourra être réutilisé. Les joints collés sur une partie fixe seront toujours détériorés lors de la séparation des pièces et devront être changés (il est donc inutile de prendre des précautions particulières lors de leur démontage).

V. ELEMENTS DE CONSTRUCTION :

1. LES ENGRENAGES :

Un engrenage est un système mécanique composé de deux ou plusieurs roues dentées servant à la transmission du mouvement de rotation. Ces deux roues dentées sont en contact l'une avec l'autre et se transmettent de la puissance par obstacle. Un engrenage est composé d'un pignon (c'est ainsi que l'on nomme la seule roue ou la roue la plus petite) et d'une roue, une crémaillère ou une couronne. Quand il y a plus de deux roues dentées, on parle de train d'engrenages.

Il existe plusieurs types de dentures : les dentures droites, hélicoïdales, spirales et en chevron.

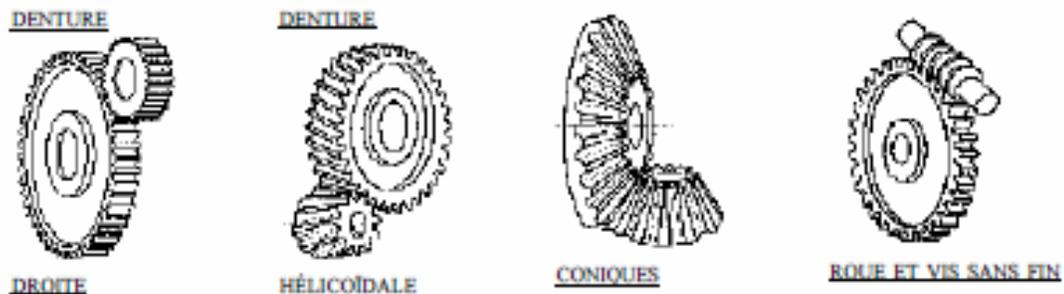
Il existe plusieurs types d'engrenages : les engrenages à axes parallèles, à axes concourants, à axes non concourants (dont font partie les engrenages à roue et vis sans fin) et les engrenages à pignon et crémaillère.

Les trains d'engrenages sont utilisés dans une grande majorité de machines et mécanismes.

Les engrenages cylindriques sont les plus courants.

Les engrenages coniques assurent la transmission entre arbres concourants.

Les engrenages roue et vis sans fin permettent l'irréversibilité et offre une grande réduction de vitesse.



Les dentures droites sont utilisées pour les petits appareils et les engrenages intérieurs.

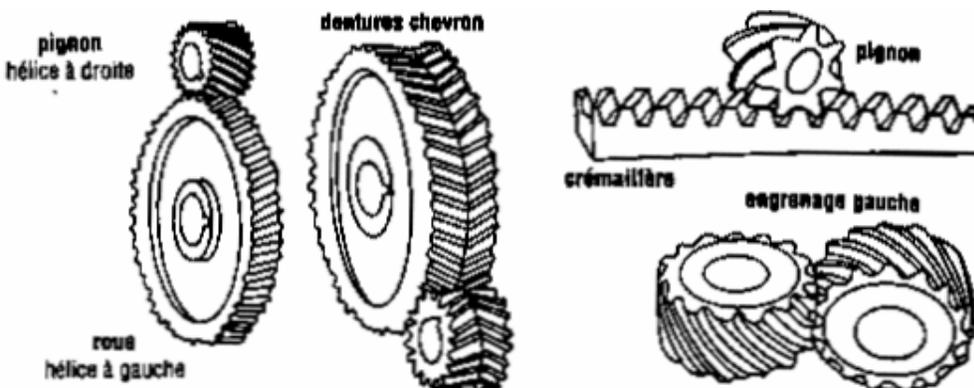
Les dentures hélicoïdales, plus silencieuses, sont utilisées lorsqu'il s'agit de transmettre de la puissance.

en grande majorité, les trains sont employés en réducteur (réduction de la vitesse et augmentation du couple).

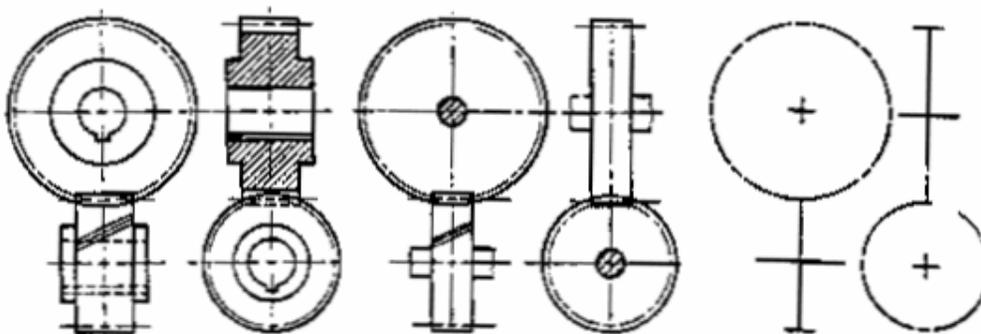
Le sens de rotation d'un train d'engrenages extérieur est facilement déterminé en comptant le nombre de roues en contact. si ce nombre est pair, la roue menée tourne dans le même sens que la roue menante, si ce nombre est impair, la roue menée tourne dans le même sens que la roue menante. Dans le cas de trains d'engrenages intérieurs, cette méthode est inversé. C'est à dire que si le nombre de roues en contact est pair, la roue menée tourne en sens inverse de la roue menante.

Cette méthode vaut quel que soit le nombre de roues du train d'engrenages.

la raison (le rapport de réduction) d'un train d'engrenages est le rapport du produit du nombre de dents des roues menantes et du produit du nombre de dents des roues menées.



Les différents types d'engrenages hélicoïdales



Exemples de représentations d'engrenage cylindrique à denture hélicoïdale

Ils transmettent le mouvement entre deux arbres parallèles. L'angle d'inclinaison de la denture, l'angle d'hélice, est le même pour les deux roues, mais en sens inverse.

angle d'hélice β : il mesure l'inclinaison de la denture, ou de l'hélice, par rapport à l'axe de la roue. Les valeurs usuelles se situent entre 15 et 30°. de grandes valeurs de β amènent plus de douceur et de progressivité mais aussi des efforts axiaux plus grands. un engrenage droit est un engrenage hélicoïdal avec $\beta = 0^\circ$.

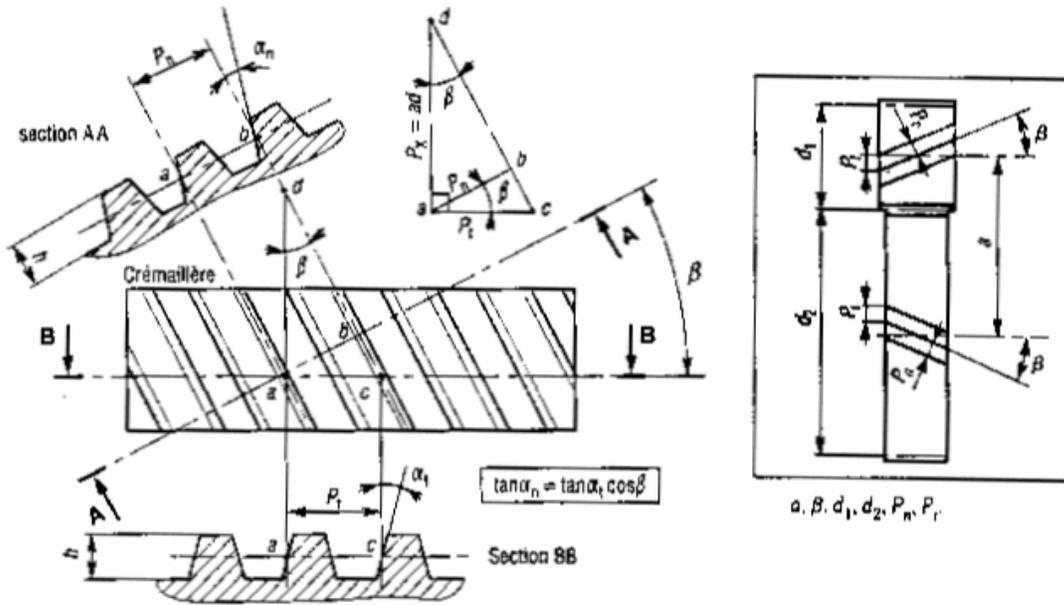
Grandeurs réelles (ou normales): elles sont normalisées et mesurées perpendiculairement à l'hélice.

Grandeurs apparents (ou tangentielles): elles ne sont pas normalisées et dépendent de la valeur β .

elles sont mesurées dans le plan de rotation de la roue (analogie avec une denture droite).

Entraxe e : il dépend de l'angle β . en faisant varier β on peut obtenir n'importe quel entraxe désiré, ce qui est particulièrement intéressant pour les trains d'engrenages.

largeur l : pour des raisons de continuité et de progressivité la largeur l de la roue doit être supérieure au pas axial.



Définitions des principales caractéristiques à partir d'une crémaillère hélicoïdale

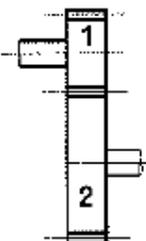
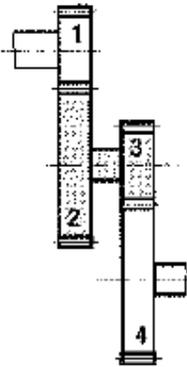
MODULE 11 : MONTAGE ET REGLAGE DES ENSEMBLES MECANIQUES

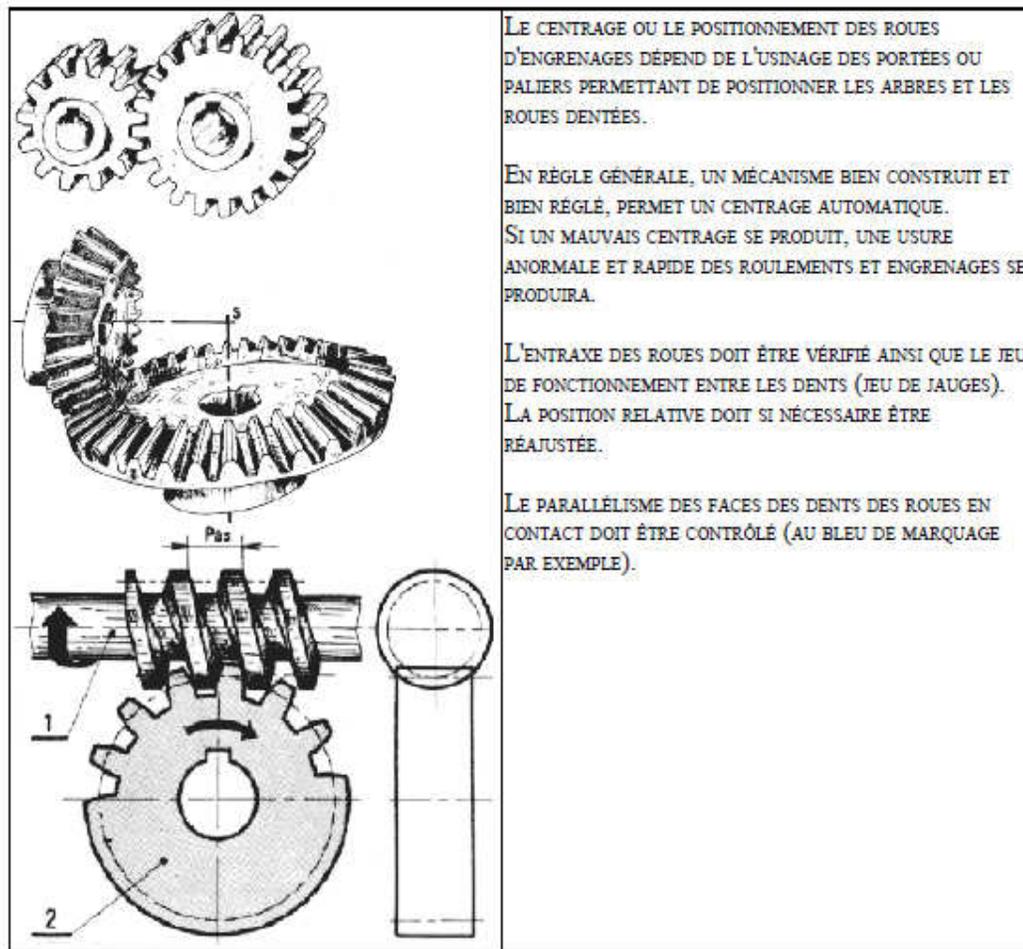
CARACTÉRISTIQUES ET FORMULES DES ENGRENAGES DROITS À DENTURE HÉLICOÏDALE			
CARACTÉRISTIQUES	SYMBOLES	OBSERVATIONS ET FORMULES	
		ISO	IMPÉRIAL
NOMBRE DE DENTS	N (\square -ROUE 1; \square -ROUE 2)		
PAS DIAMÉTRAL RÉEL	\square		À CHOISIR DANS LA SÉRIE DES PAS NORMALISÉS
PAS DIAMÉTRAL APPARENT	\square		$\square = N / (\square * \cos \beta)$
PAS PRIMITIF RÉEL	\square	$\square = \pi * \square$	$\square * \square = \pi$
MODULE RÉEL	\square		À CHOISIR DANS LA SÉRIE DES MODULES NORMALISÉS
MODULE APPARENT	\square	$\square = \square / \cos \beta$	
SAILLIE	A	$A = \square$	$A = 1 / \square$
CREUX	B	$B = 1,25 \square$	$B = 1,25 / \square$
DIAMÈTRE PRIMITIF	D	$D = \square N$	$D = N / \square$
DIAMÈTRE DE TÊTE	\square	$\square = D + 2 \square$	$\square = \frac{1}{P_x} \left(\frac{N}{\cos \beta} + 2 \right)$
DIAMÈTRE DE PIED	\square	$\square = D - 2,5 \square$	$\square = D - 2B$
HAUTEUR DE DENT	H	$H = A + B = 2,25 \square$	$H = 2,25 / \square$
LARGEUR DE LA DENT	L	$L = 2 \square$	$L_x = 1,5708 / P_x$
VITESSE ANGULAIRE	ω	$\omega = \pi N / 30$ (RAD/SEC)	$\omega = \pi N / 30$ (RAD/SEC)
ENTRAXE ENTRE LES 2 ROUES	E	$E = \frac{m_x (N_1 + N_2)}{2 \cos \beta}$	$E = \frac{N_1 + N_2}{2 P_x \cos \beta}$
DIAMÈTRE DE BASE	\square	$D_b = D \cos \alpha$	$D_b = D \cos \alpha$

Avantages de la denture hélicoïdale : transmission plus souple, plus progressive et moins bruyante. 2 ,3 ou 4 couples de dents toujours en prise. Transmission d'efforts importants à vitesses élevées.

Réalisation facile d'un entraxe imposé en faisant varier l'angle d'hélice.

Inconvénients : efforts supplémentaires dus à l'angle d'hélice (force axiale sur les paliers et augmentation des couples de flexion) et rendement un peu moins bon. L'utilisation est impossible sous forme de baladeur. Ces engrenages doivent toujours rester en prise.

<p><u>TRAIN À UN ENGRENAGE.</u></p> $R2/R1 = Z1 / Z2 = n2 / n1$	
<p><u>TRAIN À DEUX ENGRENAGES.</u></p> $R4/R1 = (Z3 \cdot Z1) / (Z4 \cdot Z2) = (n4 \cdot n2) / (n3 \cdot n1)$	



LE CENTRAGE OU LE POSITIONNEMENT DES ROUES D'ENGRENAGES DÉPEND DE L'USINAGE DES PORTÉES OU PALIERS PERMETTANT DE POSITIONNER LES ARBRES ET LES ROUES DENTÉES.

EN RÉGLE GÉNÉRALE, UN MÉCANISME BIEN CONSTRUIT ET BIEN RÉGLÉ, PERMET UN CENTRAGE AUTOMATIQUE. SI UN MAUVAIS CENTRAGE SE PRODUIT, UNE USURE ANORMALE ET RAPIDE DES ROUEMENTS ET ENGRENAGES SE PRODUIRA.

L'ENTRAXE DES ROUES DOIT ÊTRE VÉRIFIÉ AINSI QUE LE JEU DE FONCTIONNEMENT ENTRE LES DENTS (JEU DE JAUGES). LA POSITION RELATIVE DOIT SI NÉCESSAIRE ÊTRE RÉAJUSTÉE.

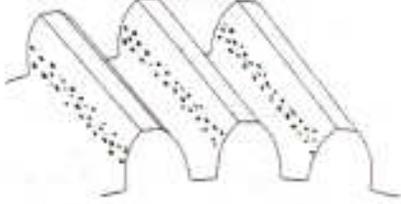
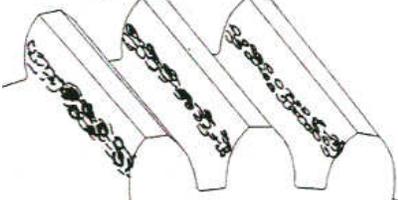
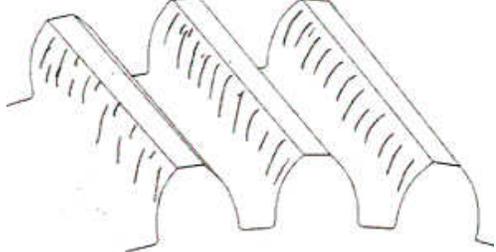
LE PARALLÉLISME DES FACES DES DENTS DES ROUES EN CONTACT DOIT ÊTRE CONTRÔLÉ (AU BLEU DE MARQUAGE PAR EXEMPLE).

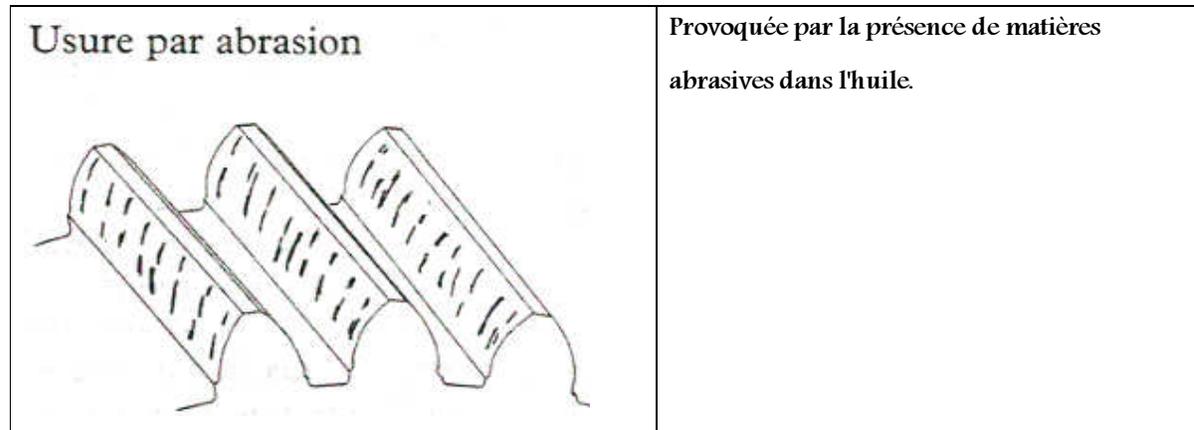
ENDOMMAGEMENTS DES ENGRENAGES :

Il existe trois principales catégories de détériorations des surfaces de denture

- * Altérations du aux particules de métal qui se détachent des dents (écaillage et piqures).
- * Soudure d'aspérités des surfaces de contact (grippage, rides et stries).
- * Usure abrasive.

Les détériorations des deux premières catégories sont engendrées par des charges ou des températures excessives et influencées par la lubrification.

Types de détérioration	Descriptions et causes
<p data-bbox="381 373 479 405">Piqûres</p> 	<p data-bbox="898 342 1307 373">Elles prennent naissance en surface.</p> <p data-bbox="898 384 1209 415">causes de leurs apparitions:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="898 426 1282 457">- phénomène de fatigue du métal. <li data-bbox="898 468 1323 541">- laminage du métal provoqué par le glissement des dents. <li data-bbox="898 552 1404 667">- contrainte de cisaillement en surface provoquant des fissures s'agrandissant peu à peu.
<p data-bbox="373 745 495 777">Écaillage</p> 	<p data-bbox="898 714 1364 829">Il apparaît sur les dentures cémentées ou trempées, à l'intérieur du métal, entre la partie traitée et non traitée.</p> <p data-bbox="898 840 1096 871">causes possibles :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="898 882 1396 913">- épaisseur insuffisante de la couche traitée. <li data-bbox="898 924 1388 997">- transition trop brusque de la dureté entre couche traitée et non traitée.
<p data-bbox="414 1050 535 1081">Grippage</p> 	<p data-bbox="898 1008 1396 1123">Il résulte de la rupture du film de lubrifiant dans la zone d'engrènement. se produit lorsque</p> <p data-bbox="898 1134 1396 1249">les charges et les vitesses de glissement sont élevées ou lorsque la lubrification est mal choisie</p>
<p data-bbox="349 1386 446 1417">Rides</p> 	<p data-bbox="898 1386 1412 1501">Apparaît aux faibles vitesses de glissement dans le cas d'une lubrification insuffisante ou inefficace</p>



Les Réducteur épicycloïdaux

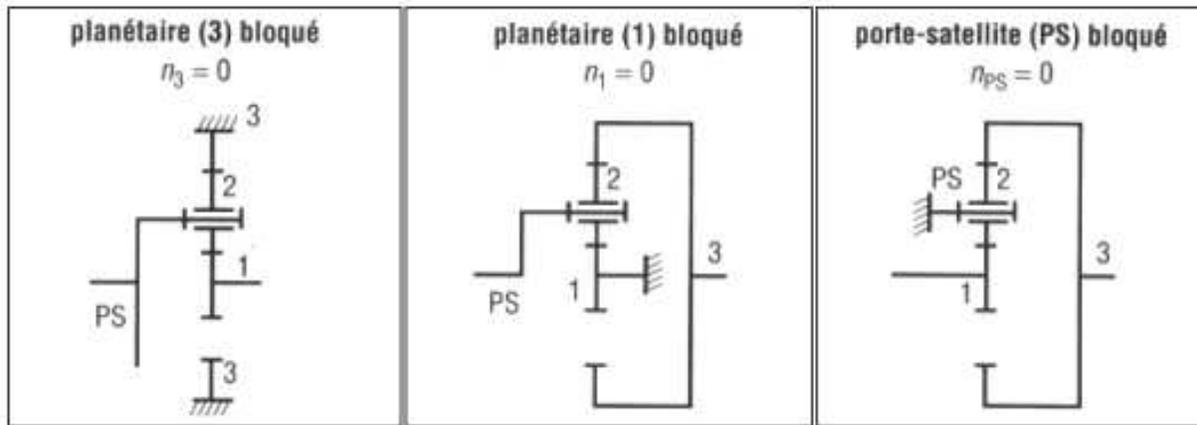
Ce sont des systèmes composés de satellites montés sur un porte-satellite tournant autour de deux planétaires. Ils présentent donc trois éléments mobiles par rapport à un autre fixe. Ils sont utilisés tels quels dans les systèmes différentiels.

En bloquant un élément, on obtient, avec la même géométrie, différents rapports de réduction entre les éléments encore mobiles. C'est d'ailleurs le principe utilisé dans les boîtes de vitesses « automatiques ».

Ces trains sont très utilisés en mécanique car ils peuvent fournir des rapports de réduction énormes, avec des pièces de taille raisonnable, et des rendements acceptables. De plus leur géométrie aboutit souvent à une configuration où l'arbre d'entrée est coaxial avec l'arbre de sortie. On trouve facilement des réducteurs épicycloïdaux dans le commerce compatibles avec des moteurs électriques (devenant du coup motoréducteur

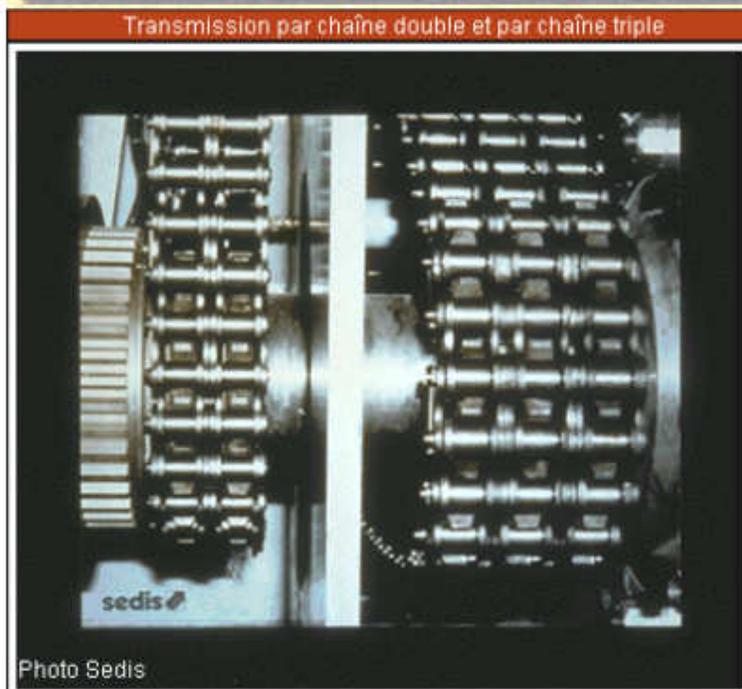
Ils ont enfin une grande aptitude à la réduction de vitesse. En général on dispose trois satellites sur le porte satellite. Ainsi, les efforts dans les engrenages ne sont pas repris par les paliers. De ce fait ces réducteurs sont très adaptés à la transmission de couples importants.

Ces mêmes dispositifs sont parfois utilisés en *multiplicateur*, comme par exemple sur les éoliennes. Là encore, c'est leur compacité et l'absence d'effort radial induit dans les paliers des arbres d'entrée et de sortie qui en justifie l'emploi.



Réducteur à train épicycloïdal dont on a retiré le porte-satellites

2. TRANSMISSION PAR CHAÎNE :



Chaîne simple à rouleaux

NF E 26-102 - ISO 606

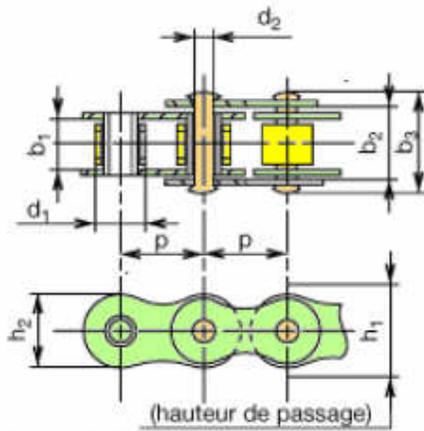
Ces chaînes permettent la transmission d'un mouvement de rotation entre une roue dentée menante et une roue dentée menée sans contact entre elles. L'entraînement est assuré par l'engrènement des maillons de la chaîne avec les dents des roues. L'étude est limitée aux types de chaînes les plus usuels, dérivés des séries américaines (symbole A), européenne (symbole B) et à pas courts.

Afin de répartir les efforts, l'arc d'enroulement de la chaîne doit être supérieur à 90°.

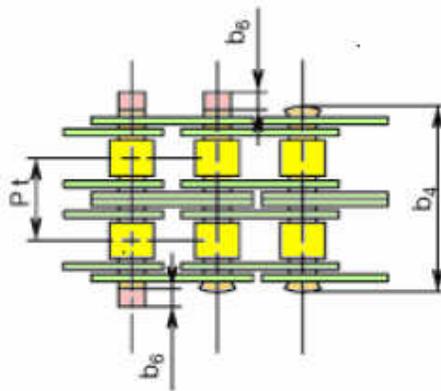
Symbole de la chaîne suivi d'un chiffre correspondant au nombre de brins.

Exemple : chaîne 08 B-1.

CHAINE SIMPLE



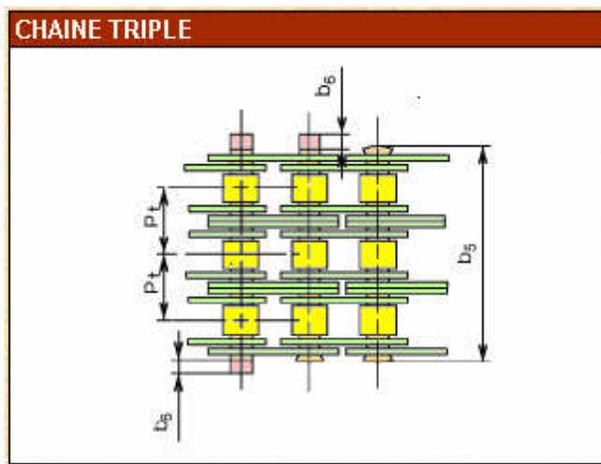
CHAINE DOUBLE



Dimensions									
Symbole	Pas p	b_1	b_2	b_3	d_1	d_2	h_1	h_2	Charge de rupture en daN
08 A	12,70	7,95	11,31	17,8	7,95	3,96	12,33	12,07	1 385
10 A	15,07	9,53	13,97	21,8	10,16	5,00	15,35	15,09	2 175
12 A	19,05	12,70	17,88	26,9	11,91	5,94	18,34	18,08	3 115
16 A	25,40	16,88	22,74	33,6	15,88	7,92	24,39	24,13	6 655
06 B	9,52	5,72	8,66	13,5	6,35	3,28	8,52	8,26	895
08 B	12,70	7,75	11,43	17	8,51	4,45	12,07	11,81	1 785
10 B	15,87	9,65	13,41	19,6	10,16	5,08	14,99	14,73	2 225
12 B	19,05	11,60	15,75	22,7	12,07	5,72	16,39	16,13	2 890
16 B	25,40	17,02	25,50	36,1	15,88	8,28	21,34	21,08	4 225

Dimensions					
Symbole	Pas p	b _e	b _r	p _t	Charge de rupture en daN
08 A	12,70	32,3	3,9	14,38	2 770
10 A	15,87	39,9	4,1	18,11	4 350
12 A	19,05	49,8	4,6	22,78	6 230
16 A	25,40	62,7	5,4	29,29	11 110
08 B	9,52	23,8	3,3	10,24	1 700
08 B	12,70	31	3,9	13,32	3 115
10 B	15,87	36,2	4,1	16,59	4 450
12 B	19,05	42,2	4,6	19,46	5 780
16 B	25,40	58	5,4	31,88	8 450

Exemple : chaîne 08 B-2.



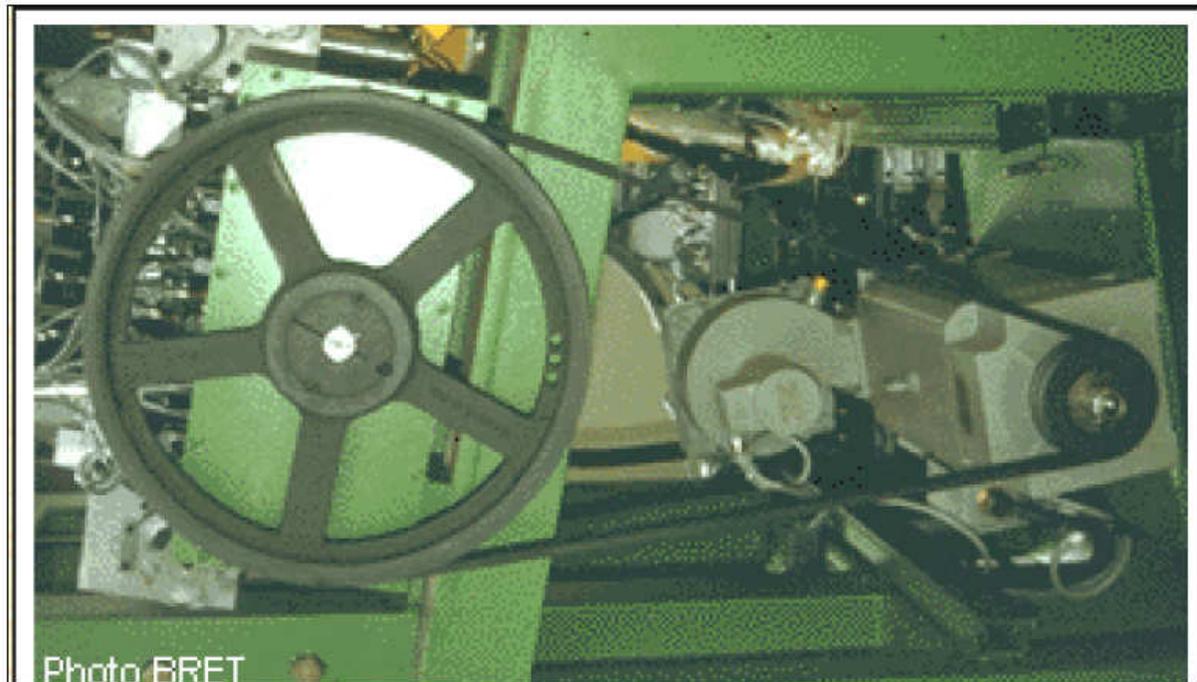
Exemple : chaîne 08 B-3.

Dimensions					
Symbole	Pas p	b _e	b _r	p _t	Charge de rupture en daN
08 A	12,70	46,7	3,9	14,38	4 155
10 A	15,87	57,9	4,1	18,11	6 525
12 A	19,05	72,6	4,6	22,78	9 345
16 A	25,40	91,9	5,4	29,29	16 665
08 B	9,52	34	3,3	10,24	2 490
08 B	12,70	44,9	3,9	13,32	4 450
10 B	15,87	52,6	4,1	16,59	5 675
12 B	19,05	64,7	4,6	19,46	8 670
16 B	25,40	99,9	5,4	31,88	12 675

ROUES POUR CHAÎNES	
CARACTÉRISTIQUES	
Pas de la chaîne :	p
Nombre de dents :	z
Angle au centre :	$2\alpha = \frac{360^\circ}{z}$
Diamètre primitif :	$d = \frac{p}{\sin \alpha}$
Rapport des fréquences de rotation :	$\frac{n_A}{n_B} = \frac{z_B}{z_A}$

ROUE POUR CHAÎNE SIMPLE

3. TRANSMISSION PAR POULIES ET COURROIES :



CONDITION DE FONCTIONNEMENT :

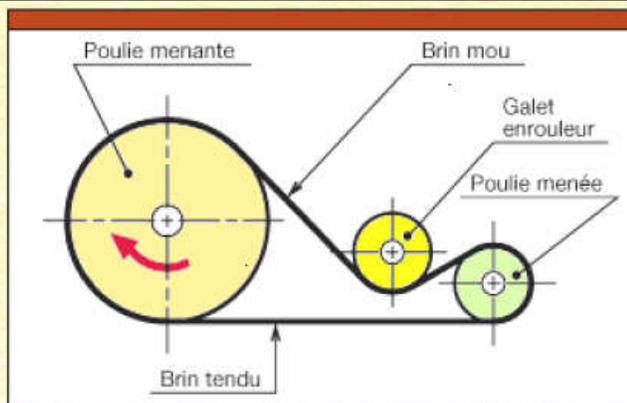
Le plan médian de chaque brin de la courroie doit être situé dans le plan médian de la poulie sur lequel il vient s'enrouler.

GALET ENROULEUR :

Le galet enrouleur augmente les arcs d'enroulement de la courroie sur les poulies. Il est ainsi possible :

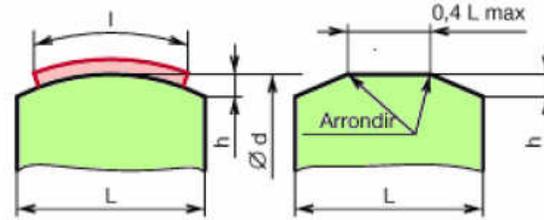
- ▶ soit de transmettre des couples plus importants,
- ▶ soit d'augmenter le rapport entre les diamètres des deux poulies (sans galet, le rapport dépasse rarement 5, avec galet, il peut atteindre 7).

Le galet enrouleur doit être placé sur le brin mou le plus près possible de la petite poulie.



Courroies plates

Les courroies plates permettent de transmettre de grandes fréquences de rotation. Afin de limiter l'action de la force centrifuge sur les courroies, on limite généralement les vitesses circonférentielles aux valeurs ci-dessous.



La partie bombée permet à la courroie de se placer d'elle-même dans le plan médian de la poulie.

Matériau	Vitesse circonférentielle maximale	μ^*	Re_{min}^{**}
Acrylique	50 à 80 m/s	0,4	8
Butadiène + coton	25 m/s	0,2 à 0,5	40-50
Chloroprène + coton	25 m/s	0,5	50
Acier ($e < 1$)	10 à 15 m/s	0,18	-

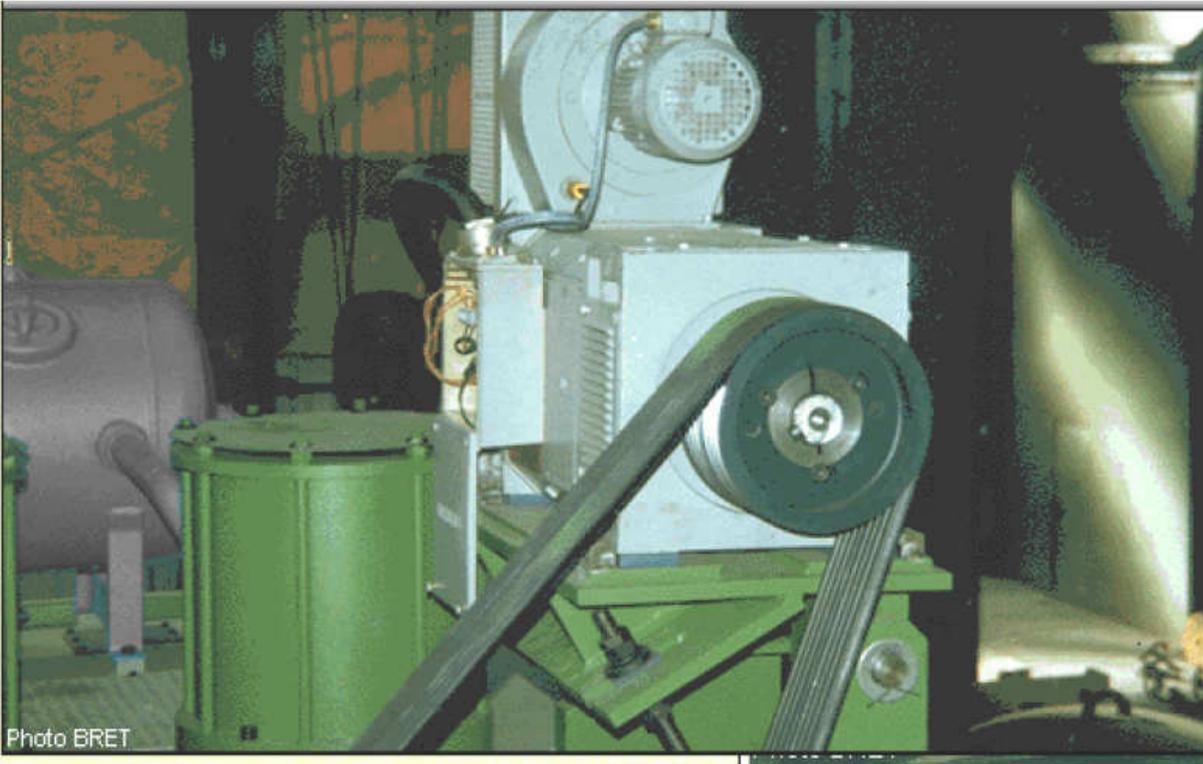
* Facteur de frottement moyen sur fonte.
** Limite minimale apparente d'élasticité (MPa).

Dimensions des courroies										
Largeurs					NF E 24-101 - ISO 22					
I	16	20	25	32	40	50	63	71	80	90
L	20	25	32	40	50	63	71	80	90	100
Longueurs intérieures courroie NF E 24-102 - ISO 63										
400	560	800	1 120	1 600	2 240	3 150	4 500			
450	630	900	1 250	1 800	2 500	3 550	5 000			
500	710	1 000	1 400	2 000	2 800	4 000	5 600			

NF T 47-141 - ISO 4184

COURROIES TRAPÉZOÏDALES

La courroie et la gorge de la poulie sont à section trapézoïdale. On obtient ainsi une forte adhérence par coincement de la courroie dans la gorge de la poulie (environ trois fois plus que pour une courroie plate dans un même matériau). Il est ainsi possible de réduire l'arc d'enroulement et d'avoir des entraxes relativement courts.

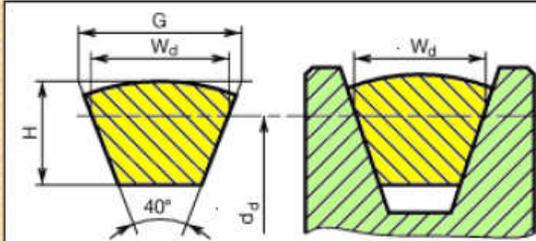


▷ Matière : **matériau composite** (chloroprène + fibres de verre + fils d'acier + ...).

▷ Température d'utilisation : - 25 °C à + 85 °C.

LONGUEUR DE RÉFÉRENCE DE LA COURROIE L_d :

C'est la longueur de la courroie, au niveau de la largeur de référence et sous tension normalisée.



EXEMPLE DE DÉSIGNATION d'une courroie trapézoïdale SPZ de longueur de référence 630 :

Courroie trapézoïdale SPZ, 630
NF T 47-141

Dimensions									
Profil	d_d	a	W_d	b	h	e	t	f	Longueur de référence courroie L_d
A	≠ 118	34°	11	2,75	8,7	15	± 0,3	10	630-700-790-890-990-1100
	> 118	38°							1250-1430-1550-1640-1750-1940
B	≠ 190	34°	14	3,5	10,8	19	± 0,4	12,5	930-1000-1100-1210-1370
	> 190	38°							1560-1760-1950-2180-2300-2500
C	≠ 315	34°	19	4,8	14,3	25,5	± 0,5	17	1565-1760-1950-2195-2420-2715
	> 315	38°							2880-3080-3520-4060-4600-5380
SPZ	≠ 80	34°	8,5	2	9	12	± 0,3	8	630-720-800-900-1000-1120-1250
	> 80	38°							1400-1600-1800-2000-2240-2500
SPA	≠ 118	34°	11	2,75	11	15	± 0,3	10	800-900-1000-1120-1250-1400
	> 118	38°							1600-1800-2000-2240-2500-2800

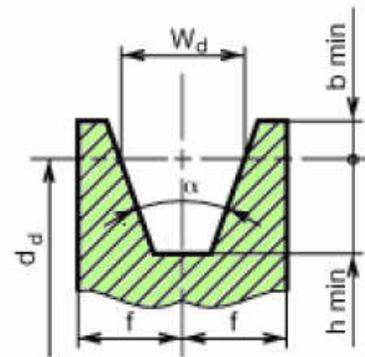
Puissance							
Courroie	dp	Puissance maxiale en kW* à la vitesse					
		en m/s de :					
		5	10	20	25	30	35
A	70	0,55	1,05	1,8	1,45	—	—
	≥ 125	1,2	2	3,1	3,3	3,2	—
B	110	0,8	1,6	2,1	1,7	—	—
	≥ 180	2	3,5	5,5	5,7	5,4	2
C	160	1,45	2,9	4,9	4,8	—	—
	240	3,3	5,8	8,8	9,1	8,4	—
SPZ	70	0,6	1,1	1,8	1,9	1,6	—
	190	1,2	2,2	4	4,6	5	5,1
SPA	100	1,1	2,1	3,5	3,8	3,5	—
	240	1,65	3,1	5,5	6,3	6,6	6,4

POULIES :

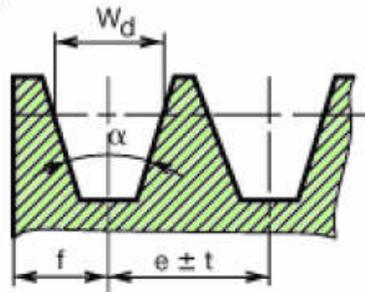
► Les dimensions de la section transversale d'une courroie varient en fonction du rayon d'incurvation auquel elles sont soumises. L'angle α des gorges est donc variable en fonction du diamètre des poulies.

► Afin de réduire la contrainte d'incurvation dans la courroie, choisir un diamètre aussi grand que possible pour la petite poulie. Veiller à ne pas dépasser une vitesse circonférentielle de 25 m/s pour les courroies classiques et 40 m/s pour les courroies étroites.

Gorge unique



Gorge multiple



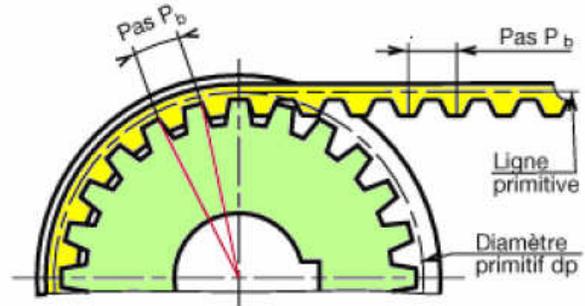
NF ISO 5296

COURROIES SYNCHRONES

La face interne de ces courroies est **dentée**. Elles assurent ainsi une transmission sans glissement permettant la synchronisation ou l'indexage positif requis.

► Matière : **matériau composite** (chloroprène + fibres de verre ou fils d'acier + ...).

► Température d'utilisation : - 25 °C à + 85 °C.



EXEMPLE DE DÉSIGNATION d'une courroie synchrone de longueur primitive* 42 inches, de pas 0,375 inch et de largeur nominale 0,5 inch** :

Courroie synchrone, 420 L 050, NF ISO 5296

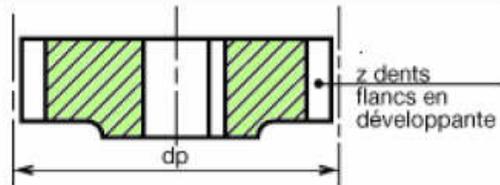
* La longueur primitive est égale au pas multiplié par le nombre de dents.

** 1 inch = 25,4 mm.

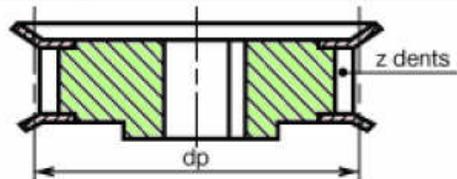
MONTAGE DES COURROIES :

Afin de remédier aux tolérances de longueur sur les courroies et de pouvoir monter les courroies sans contrainte, prévoir un réglage de l'entraxe entre les poulies.

POULIE NON-FLASQUÉE



POULIE FLASQUÉE



4. LES ACCOUPLEMENTS :

JOINT D'OLDHAM :

Un joint d'Oldham est un élément mécanique assurant la transmission d'un mouvement de rotation entre deux axes parallèles. Il a été inventé par l'ingénieur irlandais John Oldham en 1820 pour résoudre un problème de placement de roue à aubes sur un bateau à vapeur.

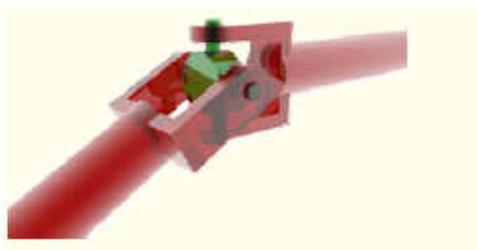
Le disque du milieu tourne autour de son centre à la même vitesse que les arbres d'entrée et de sortie. Ce centre tourne cependant à une vitesse double de celles des arbres, dans une trajectoire circulaire centrée entre les axes de ces arbres.

On peut attribuer certains avantages et inconvénients à ce joint:

- Des frottements internes, qui augmentent lorsqu'on s'éloigne de la situation particulière "axes alignés"
- Une excellente compacité tant que la distance entre les axes est faible
- Homocinétisme, c'est-à-dire qu'à tout instant, les vitesses des deux arbres d'entrée et de sortie sont égales.



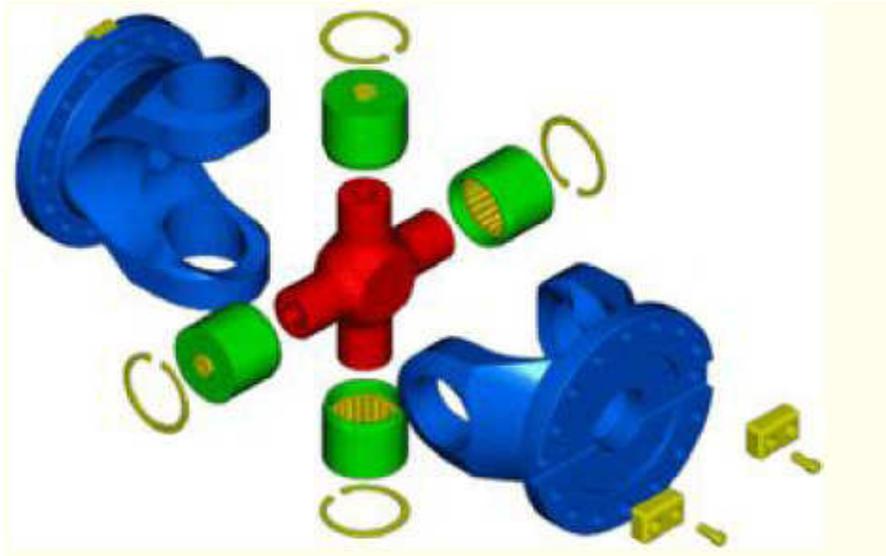
JOINT DE CARDAN :



Le cardan (ou plus précisément le joint de cardan) est un dispositif mécanique qui permet la transmission d'une rotation angulaire entre deux arbres dont les axes géométriques concourent en un même point.

Il est utilisé, par exemple, dans les véhicules pour accoupler deux arbres tournants dont les positions angulaires de l'un par rapport à l'autre peuvent varier ; par exemple l'axe du volant et le boîtier de direction, dans le cas d'un volant réglable en hauteur.

Propriétés mécaniques



Détail des pièces composant un joint de cardan

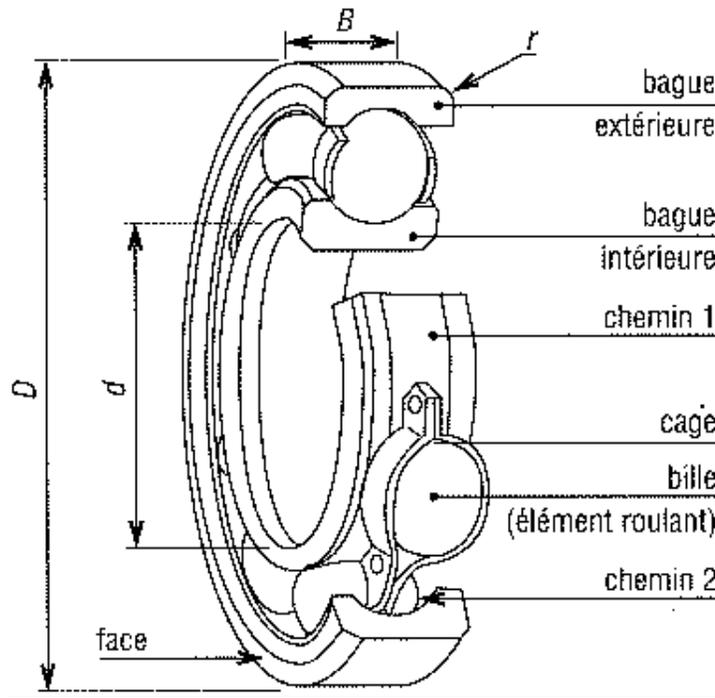
L'angle formé par les «fourchettes» d'un joint de cardan provoque une non-linéarité de la vitesse angulaire d'un arbre par rapport à l'autre. On y remédie en ajoutant un second joint sur l'arbre, les deux fourchettes de l'arbre médian étant décalées d'un angle de 90° . On passe ainsi de l'angle de l'arbre d'entrée à celui de l'arbre de sortie par deux demi-angles identiques.

En effet, le cardan présente l'inconvénient de ne pas être homocinétique, c'est-à-dire que la vitesse de rotation transmise n'est pas constante au cours de la rotation, lorsque les axes ne sont plus alignés¹. En revanche, l'ensemble de deux cardans enchaînés l'est, si toutefois ils sont déphasés.

Par exemple, pour les roues motrices d'un véhicule automobile, afin de les doter d'une suspension, il faut pouvoir modifier la distance de l'axe des roues de l'axe du différentiel. On le réalise par des joints de cardan doublés de chaque côté du véhicule. Le cardan permet aussi d'entraîner des roues directrices et motrices, la fameuse traction avant.

5. LES ROULEMENTS :

Afin d'éliminer le glissement par frottement, le concept du roulement est né très tôt ; dès l'antiquité, Les chariots Egyptiens utilisaient des sortes de roulements à rouleaux. Au 15ème siècle, Léonard de Vinci approcha les formes des roulements actuels. L'industrialisation du 19^{ème} siècle démocratisa le roulement, avec les premières productions en série (en particulier dans l'automobile et les cycles).

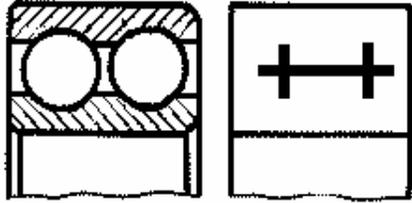
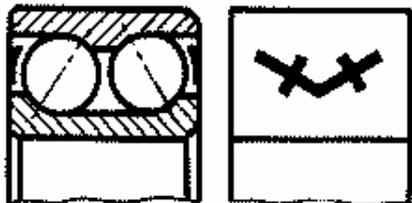
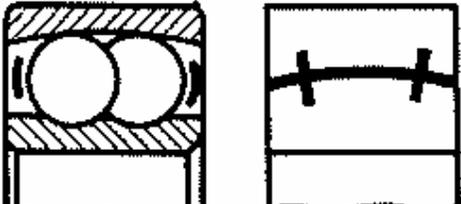


Un roulement est un organe qui assure une liaison mobile entre deux éléments d'un mécanisme roulant l'un sur l'autre. Il permet leur rotation relative, sous charge, avec précision et frottement minimal. un roulement se définit par deux caractéristiques principales: le type et les dimensions.

Les éléments roulants sont des billes ou des rouleaux de différentes formes. la cage assure le maintien des éléments roulants à intervalles réguliers.

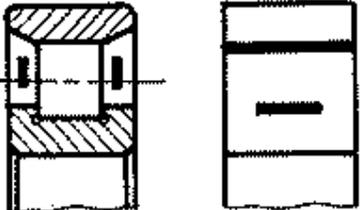
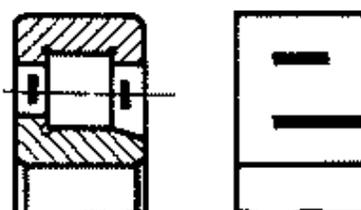
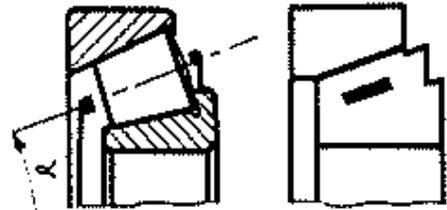
- **Les Roulements à billes :**

Ils supportent des charges radiales lèves, conviennent pour des vitesses lèves et des petits roulements. Ils supportent peu, les chocs. le prix de revient est modéré.

Désignation	Schéma	CHARGE AXIALE(CA) RADIALE(CR)	codification
Roulements à une rangée de billes.		C A: ++ C R: ++	60. 62. 63. 60.. 62.. 63.. 64.. 160.. 622.. 623.. 618.. 619..
Roulements à billes à contacts obliques.		C A: ++ C R: +++	70.. 72.. 73.. 718.. 719..
Roulements à deux rangées de billes.		C A: +++ C R: +++	42.. 43..
Roulements à deux rangées de billes à contact obliques.		C A: +++ C R: ++	32.. 33..
Roulements à rotules sur deux rangées de billes.		C A: + C R: 0	12.. 13.. 22.. 23..

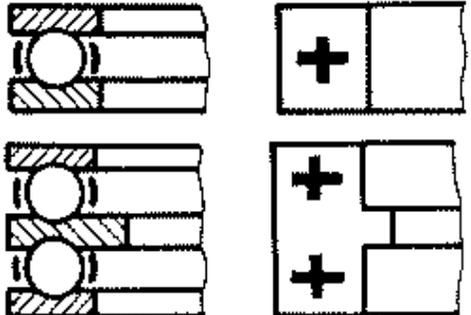
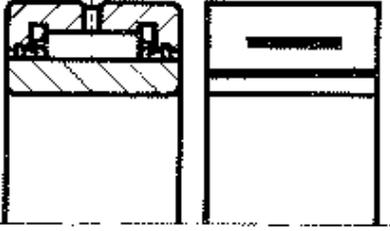
• **Les roulements à rouleaux :**

Ils supportent des charges radiales très importantes avec chocs éventuellement. les roulements à rouleaux coniques supportent des charges axiales très élevées.

Désignation	Schéma	CHARGE AXIALE(CA) RADIALE(CR)	codification
Roulements à rouleaux cylindriques		C A: +++ C R: 0	N2.. N3.. N4.. N22.. N23.. (NU, NJ, NUP SUIVI DE 3 OU 4 CHIFFRES)
Roulements à rouleaux cylindriques (bague épaulée)		C A: +++ C R: +	IDEM
Roulements à rotule sur rouleaux		C A: +++ C R: +	213.. 222.. 223.. 230.. 231.. 232.. 240.. 241..
Roulements à rouleaux coniques		C A: +++ C R: + +	302.. 303.. 313.. 320.. 322.. 323.. 330.. 331.. 332..

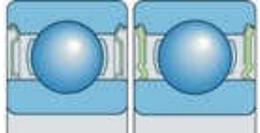
• **Butées à billes – roulements à aiguille :**

Supportent des charges radiales élevées avec choc et ce pour un encombrement réduit

Désignation	Schéma	CHARGE AXIALE(CA) RADIALE(CR)	codification
Butées à bille		C A: +++ C R: 0	511.. 512.. 513.. 522.. 523..
Roulements à aiguille		C A: 0 C R: uniquement	NA RNA SL CN DL DLF DB DBE DBF

Exemples de roulements spéciaux :

<p>Roulement à rouleaux toroïdaux :</p> <p>C'est un type de roulement entièrement nouveau capable de supporter des charges radiales élevées. Il peut également accepter un défaut d'alignement et absorber un déplacement axial de l'arbre et ce, dans un encombrement compact. Il n'avait jusqu'à présent jamais été possible de combiner toutes ces propriétés dans un seul roulement.</p>	
<p>Roulements à section mince</p> <p>Les roulements à section mince comprennent les séries de dimensions légères 18, 19 et 10, telles que données dans l'ISO. Ils sont munis de bagues très fines et d'une petite section transversale, et se caractérisent par un poids et un moment de frottement faibles et une rigidité élevée. Les roulements à section mince sont préconisés pour les applications à plate-forme tournante de robots, machines textiles, presses d'imprimerie et machines-outils.</p>	
<p>Roulements à un seul élément roulant en céramique</p> <p>Roulements auto-régénérateurs</p> <p>Le roulement VU091 est un nouveau type de roulement breveté SKF, capable de réduire les concentrations de contraintes favorisant à la fois l'usure et la fatigue sur les surfaces de roulement. Pour cette exécution, une bille en acier d'un roulement rigide à billes a été remplacée par une bille en céramique, augmentant de façon considérable la résistance à l'usure par rapport à un roulement classique tout acier.</p> <p>Le nouveau roulement VU091 de SKF présente des avantages évidents dans une large gamme d'applications, telles que les boîtes de vitesses industrielles, les machines hydrostatiques et les outils électriques.</p>	

<p>Roulements d'orientation</p> <p>Roulements de grande taille pour mouvements d'orientation utilisés dans des grues et des excavatrices. Les bagues sont boulonnées à la structure et l'une d'elles est souvent munie de dentures pour prendre activement part au système d'entraînement de mouvement d'orientation. Disponible en différentes exécutions, par exemple roulements à billes à quatre points à une rangée, butées sur rouleaux croisés à une rangée ou roulements à rouleaux à trois rangées.</p>	 <p>Roulement à rouleaux le plus grand au monde, construit par SKF, avec un diamètre de 13,3 m et un poids de 70 tonnes.</p>
<p>Roulements de grande taille</p> <p>Cette gamme comprend des roulements standard comme des roulements spéciaux conçus pour des applications spécifiques, pouvant atteindre 3 m de diamètre extérieur.</p>	
<p>Roulements en céramique</p> <p>Roulements dont les bagues et les éléments roulants sont en céramique. Disponibles en roulements à billes ou à rouleaux, avec des versions étanches. Les domaines d'application principaux sont les pompes et les compresseurs, dans lesquels les roulements sont lubrifiés par le liquide de traitement.</p>	
<p>Roulements étanches ou à flasques</p> <p>Les roulements à joints incorporés respectent l'environnement car ils sont, dans la plupart des cas, lubrifiés une fois pour la vie et ne génèrent aucune fuite de graisse. La consommation de graisse est réduite et les roulements sont maintenus propres pendant le montage et le fonctionnement. Les roulements à rotule sur rouleaux étanches peuvent toutefois être relubrifiés par la rainure annulaire et les trous de lubrification prévus dans la bague extérieure.</p>	

<p>Roulements hybrides</p> <p>Roulements dont les bagues sont en acier et les éléments roulants en céramique. Les roulements hybrides ont une durée de service plus longue que les roulements tout en acier et sont isolants. Ils peuvent fonctionner à des vitesses élevées et requièrent une lubrification minimum. Également disponibles sous forme de roulements à billes à contact oblique haute précision pour les broches de machines-outils, etc.</p>	
<p>Roulements instrumentés</p> <p>Composants de machine mécatroniques couvrant à la fois les champs des capteurs et de la construction de roulements. Le corps du capteur, le disque d'impulsions et le roulement sont fixés de façon mécanique les uns aux autres, formant une unité intégrale prête à monter. Lorsque la bague intérieure tourne, le disque d'impulsions passe devant le disque fixe du capteur, générant un champ magnétique de polarité variable. Les roulements instrumentés SKF permettent d'enregistrer le nombre de tours, la vitesse et le sens de rotation, la position relative, l'accélération et la décélération.</p>	
<p>Roulements jointifs</p> <p>Roulements sans cage qui intègrent le nombre maximum d'éléments roulants pour procurer une capacité de charge élevée. Ils ne peuvent pas fonctionner à des vitesses aussi élevées que les roulements avec cage.</p>	
<p>Roulements linéaires</p> <p>Roulements à billes ou paliers lisses conçus pour un mouvement linéaire.</p> <p>Le roulement à billes linéaire comprend une cage en plastique et des segments de chemin de roulement porteurs en acier trempé qui guident les billes. Le roulement se déplace sur un arbre à masse trempé.</p> <p>Le palier fixe linéaire consiste en des coussinets en plastique montés dans un palier en acier, et se déplace sur un arbre de masse.</p>	

Roulements magnétiques

Les paliers magnétiques lèvent l'arbre en générant un champ magnétique contrôlé qui permet de faire pivoter l'arbre sans contact. Le système détecte la position de l'arbre et règle la force en temps réel pour maintenir l'arbre sur la position souhaitée.

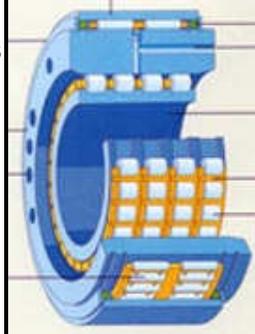
Voici quelques-uns des avantages des paliers magnétiques :

- pas de contamination due à l'usure
- aucune lubrification nécessaire
- fonctionnent dans des environnements exigeants, par ex. à des températures extrêmement élevées ou basses, à vide élevé ou dans des applications immergées
- transfert minimal des vibrations au logement
- commande précise et limitation des excentricités de l'arbre causées par un déséquilibre .
- maintenance conditionnelle intégrée des charges dynamiques du rotor, des vibrations et des forces.



Roulements pour cylindres d'impression

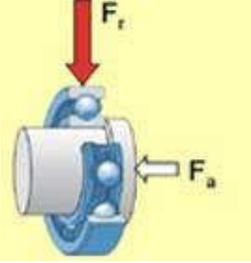
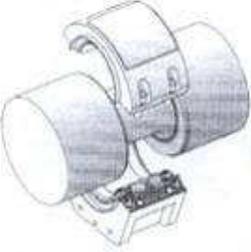
Ensemble autonome compact conçu pour faciliter le réglage des cylindres d'impression, requis pendant le fonctionnement de presses d'imprimerie. Ces ensembles sont disponibles en plusieurs exécutions, basées sur des roulements à rouleaux cylindriques haute précision à plusieurs rangées dans lesquels la bague extérieure est remplacée par une bague d'excentrique. Certaines exécutions comprennent une ou deux bagues d'excentrique intermédiaires, chacune soutenue par une cage à rouleaux à aiguilles à deux rangées.



Roulements pour températures élevées

Roulements rigides à billes qui se caractérisent par un grand jeu interne, des surfaces recouvertes de phosphate de manganèse et des flasques de chaque côté. Selon leur exécution interne, les roulements autorisent des températures de fonctionnement de 250 à 350°C (482 à 662°F). Utilisés dans les cha riots de séchoir, fours tunnels, fours de calcination, etc.



<p>Roulements radiaux</p> <p>Roulements à billes ou à rouleaux conçus principalement pour des charges radiales. Mais de nombreux roulements radiaux peuvent également supporter une certaine charge axiale.</p> <p>Exemples de roulements radiaux : roulements rigides à billes, roulements à billes à contact oblique, roulements à rouleaux coniques et roulements à rotule sur rouleaux.</p>	
<p>Roulements séparés</p> <p>Unités composées d'un palier séparé, d'un roulement séparé et de deux joints à deux lèvres. Il peut s'agir d'un roulement à rotule sur rouleaux ou à rouleaux cylindriques. L'exécution séparée de tous les composants facilite considérablement le remplacement des roulements. Ces unités sont utilisées pour la coulée continue, sur de longs arbres de transmission, etc.</p>	
<p>Roulements stabilisés</p> <p>La structure de l'acier change très progressivement au fil du temps. Après une période de fonctionnement suffisamment longue, généralement bien au-delà de la durée de vie requise, ces changements entraînent à terme des variations dimensionnelles. Ce processus est d'autant plus rapide lorsque les machines fonctionnent en continu à des températures élevées. Ainsi, si les températures de fonctionnement sont supérieures à 120 °C, les roulements doivent être soumis à un traitement thermique spécial, appelé "stabilisation", pour empêcher toute variation inadmissible des dimensions découlant des changements structurels dans l'acier. Les roulements ne doivent pas être stabilisés pour une température supérieure à la température de fonctionnement prévue.</p>	<p>Suffixes de désignation</p> <p>Bagues (ou rondelles) de roulement stabilisées dimensionnellement pour une utilisation aux températures de fonctionnement :</p> <ul style="list-style-type: none"> S0 jusqu'à 150 °C S1 jusqu'à 200 °C S2 jusqu'à 250 °C S3 jusqu'à 300 °C S4 jusqu'à 350 °C
<p>Extracteur</p> <p>Outil spécial conçu pour le démontage des roulements, souvent à ajustement serré sur l'arbre, qui requiert une force importante pour être retiré. Les extracteurs sont des outils mécaniques ou hydrauliques, à deux ou trois griffes.</p>	

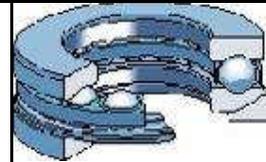
Alignement

Pour qu'un montage de roulements fonctionne de façon fiable, les arbres reliés entre eux doivent être soigneusement alignés. Cet alignement est aujourd'hui souvent réalisé au moyen d'un équipement laser.



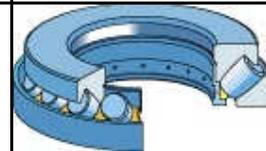
Butées à billes :

Les butées à billes à sens unique comprennent une rondelle-arbre, une rondelle-logement et une cage à billes. Les butées à billes à double sens comprennent une rondelle-arbre, deux rondelles-logements et deux cages à billes. Ces butées sont séparables, ce qui facilite leur montage. Les exécutions de petite taille sont disponibles avec une surface d'appui plane ou sphérique sur la rondelle-logement. Les butées à rondelle-logement sphérique peuvent être utilisées avec une rondelle-support sphérique pour compenser les défauts d'alignement entre la surface de support du logement et de l'arbre.



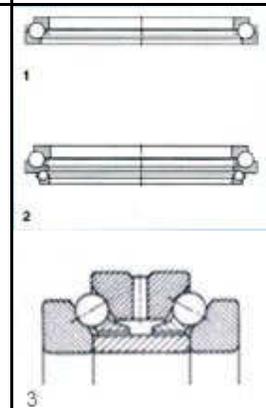
Butées à rotule sur rouleaux :

Butées à une rangée de rouleaux à surfaces de contact sphériques. La charge étant transmise d'un chemin de roulement à l'autre à un angle, elles peuvent reprendre des charges radiales et axiales simultanées. Les butées à rotule sur rouleaux sont séparables et permettent de compenser les défauts d'alignement.



Butées à rotule sur rouleaux à contact oblique

Conçues pour porter des charges axiales, mais peuvent également reprendre des charges radiales simultanément. Les butées à sens unique (1) supportent des charges axiales agissant dans un seul sens. Sur les butées à double sens (2), la rangée supérieure de grosses billes offre une capacité de charge très élevée dans un sens et la rangée inférieure de petites billes localise l'arbre dans l'autre sens. Les butées à double sens d'exécution (3) sont des roulements haute précision conçus pour les machines-outils et ne peuvent porter que des charges axiales.

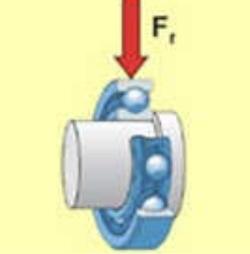


Butées sur rouleaux coniques

Les butées sur rouleaux coniques permettent d'effectuer des montages de roulements très compacts dans le sens axial. Rigides et insensibles aux chocs, elles peuvent supporter des charges axiales très élevées. SKF fabrique des

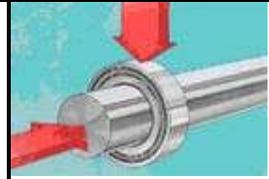


<p>butées sur rouleaux coniques à sens unique et à double sens.</p>	
<p>Butées sur rouleaux coniques croisés Butées sur rouleaux coniques à double sens particulièrement compactes. Elles se composent d'une bague extérieure et d'une bague intérieure en deux parties. Les rouleaux coniques sont disposés entre les bagues, un rouleau sur deux étant à peu près à angle droit par rapport au rouleau adjacent. Des disques en plastique séparent les rouleaux. En plus des charges axiales qui agissent dans les deux sens, les butées sur rouleaux coniques croisés peuvent aussi accepter des charges radiales et de couple. C'est en principe la raison pour laquelle une deuxième butée n'est pas requise dans l'ensemble.</p>	
<p>Butées sur rouleaux cylindriques Ce type de butée se compose d'une rondelle-arbre, d'une rondelle-logement et d'une cage à rouleaux cylindriques, et est adapté pour des charges axiales lourdes.</p>	

<p>Charge radiale Charge exercée sur un roulement dans le sens radial.</p>	
--	---

Charges combinées

Charges radiales et axiales qui agissent simultanément.



Défaillances de roulement

Seule une partie de tous les roulements utilisés s'avèrent défectueux.

En voici les raisons principales :

- Mauvaise lubrification
- Contamination
- Montage incorrect
- Négligence en matière de maintenance
- Fatigue

L'illustration montre un écaillage résultant d'un montage incorrect. La force de montage a traversé les billes et indenté le chemin de roulement, entraînant un écaillage.



Graisse

Graisse lubrifiante

La graisse de lubrification est un mélange de substance gélifiante, d'huile et d'additifs. Composée à 85 - 90% d'huile minérale ou synthétique. Dans la plupart des types de graisse, l'épaississant est un savon métallique qui confère à la graisse sa consistance et augmentent son pouvoir d'adhérence.

Huile de lubrification

Les huiles utilisées pour la lubrification des roulements sont de deux types : minérales ou synthétiques. Les diester, polyalpha-oléfine et polyglycols sont des exemples d'huiles synthétiques. Les huiles sont mélangées à des additifs qui leur confèrent les caractéristiques appropriées.

Additifs

Pour obtenir un lubrifiant présentant des propriétés spéciales, un ou plusieurs additifs y sont inclus. En voici quelques uns des plus fréquents utilisés pour la graisse:

- Additif antirouille pour améliorer la protection contre la corrosion
- Antioxydants pour retarder la dégradation du lubrifiant
- Additifs EP (extrême pression) pour améliorer la capacité de charge très élevée de la couche d'huile.

Additifs les plus fréquents pour les huiles:

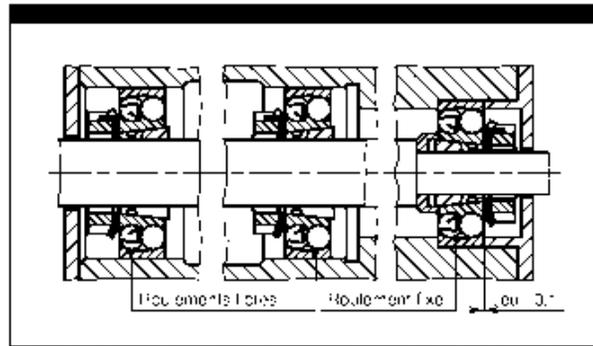
- Antioxydants
- Anti-usure
- Anti-mousse
- EP
- Antirouille



Additifs dans une graisse

1. Montage des roulements :

Afin d'éviter aux roulements d'une même ligne d'arbre une opposition mutuelle due aux tolérances de fabrication ou aux dilatations, un seul roulement appelé «roulement fixe» assure la position axiale de l'arbre. Les autres roulements appelés «roulements libres» prennent d'eux-mêmes leur place.



▷ Le roulement fixe doit être maintenu latéralement à la fois dans son logement et sur sa portée.

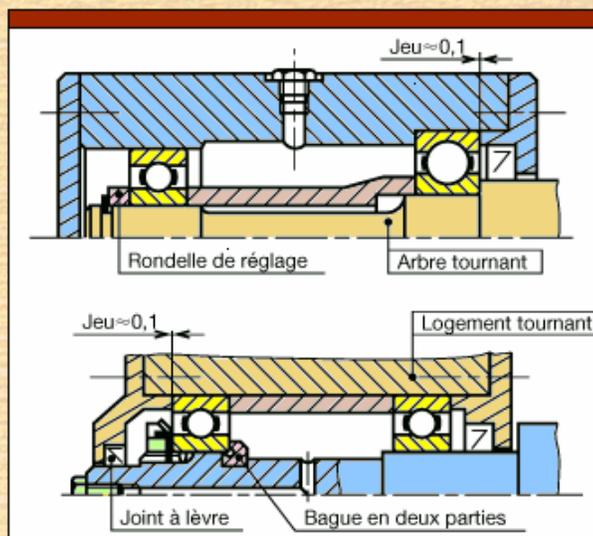
▷ Si les roulements libres utilisés ne permettent pas le déplacement axial relatif de leurs bagues, la bague fixe par rapport à la direction de la charge doit être montée coulissante et non maintenue latéralement.

EXEMPLES D'APPLICATION :

▷ **Arbre tournant, charge de direction fixe.** Les deux bagues intérieures sont maintenues latéralement. Un des roulements a sa bague extérieure coulissante afin de lui permettre de prendre librement sa place.

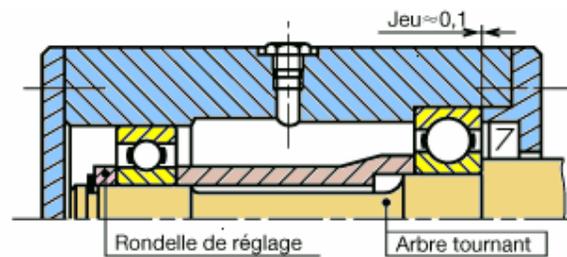
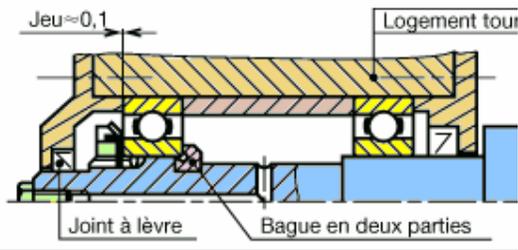
La nécessité de la rondelle de réglage est justifiée au § 19.44.

▷ **Logement tournant, charge de direction fixe.** À l'inverse du cas précédent, ce sont les deux bagues extérieures qui sont maintenues latéralement. La bague intérieure d'un des roulements est coulissante.

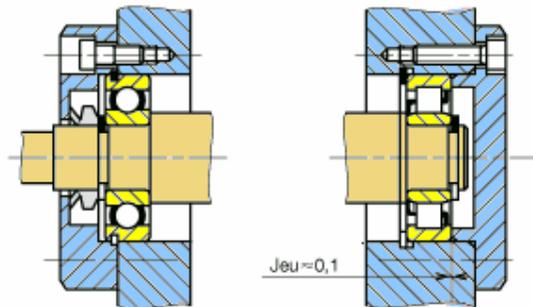


EXEMPLES DE FIXATIONS
LATÉRALES :

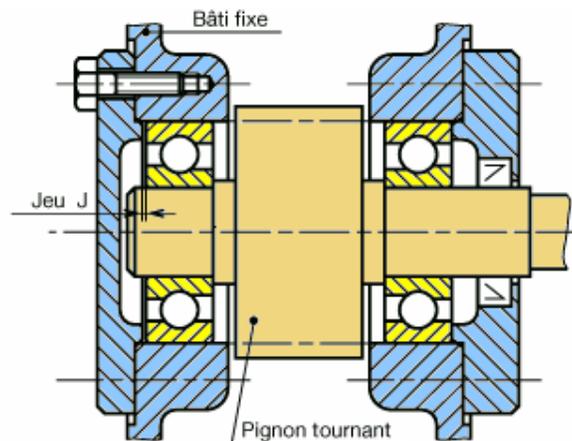
▷ Un maintien latéral économique et particulièrement efficace est réalisé par écrou de blocage à encoches et rondelle frein pour la bague intérieure et à l'aide du couvercle pour la bague extérieure.



▷ Une autre solution également fort simple et peu encombrante, convenant particulièrement dans le cas de faibles charges axiales, peut être réalisée par anneaux élastiques.



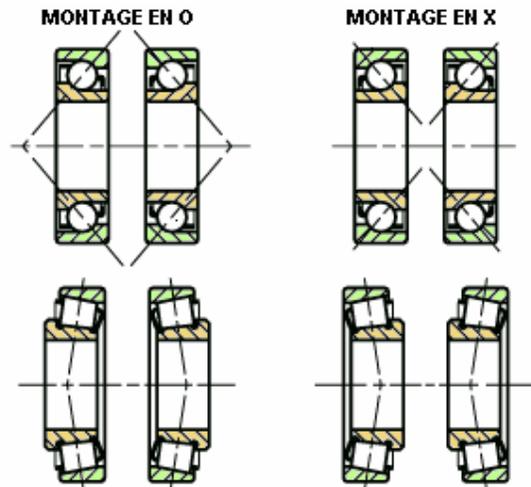
Il est possible, pour simplifier la construction, de se contenter d'appuyer les bagues contre des épaulements. **Les roulements sont montés en opposition.** Le roulement qui supporte la charge axiale a ses deux bagues en contact avec les épaulements correspondants. On prévoit, afin d'éviter des contraintes dues aux tolérances de fabrication ou aux dilatations, un jeu J égal à quelques dixièmes de millimètre entre la bague coulissante et son épaulement.



Ils sont habituellement utilisés par paires et montés en opposition. La position axiale de l'arbre est déterminée par les deux roulements. Les conditions de montage obéissent à des règles particulières. Pour les cas courants, on distingue deux principaux types de montage :

▷ **Le montage en X** (il est habituellement utilisé dans le cas d'un arbre tournant),

▷ **Le montage en O** (il est habituellement utilisé dans le cas d'un logement tournant).



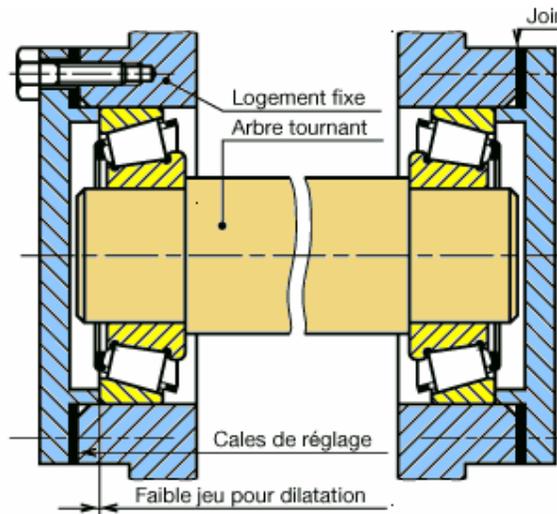
▷ **Le montage en O** (il est habituellement utilisé dans le cas d'un logement tournant).

Le montage de ces roulements nécessite un réglage du jeu de fonctionnement. Il doit être effectué en agissant sur les bagues coulissantes des roulements.

EXEMPLES :

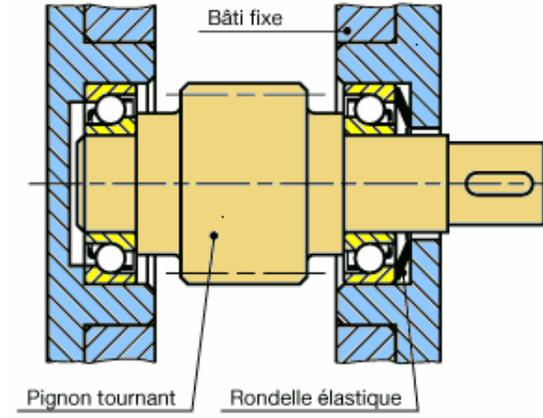
▷ Arbre «court» tournant, charge de direction fixe.

Le réglage du jeu est effectué à l'aide de cales de réglage en clinquant. Ces cales peuvent être avantageusement remplacées par une cale pelable Altermill® (précision du réglage 0,05).



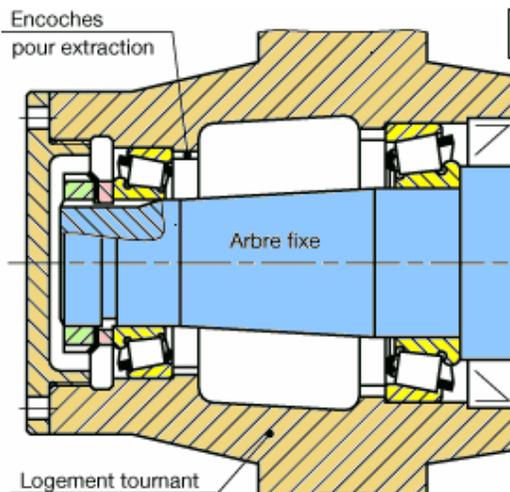
▷ **Arbre «long» tournant, charge de direction fixe.**

Si les roulements sont à grande distance l'un de l'autre, on évitera les contraintes dues à la dilatation en effectuant le serrage axial par l'intermédiaire d'un dispositif élastique (ressort hélicoïdal, rondelle élastique, patin de caoutchouc, etc.). Pour les roulements à billes à contact oblique, il existe dans le commerce des rondelles spécialement étudiées*.



▷ **Logement tournant, charge de direction fixe.**

Un réglage simple et précis est obtenu par écrou à encoches et rondelles frein (tableau 40.78). Afin d'obtenir une pression de contact uniforme il est nécessaire d'interposer entre la rondelle frein et la bague intérieure une rondelle plate. Cette rondelle est également immobilisée en rotation par une languette qui se loge dans une rainure de l'arbre.

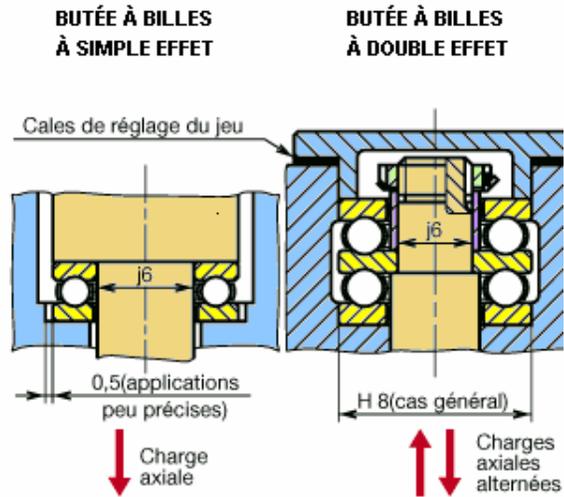


Une butée à billes ne supporte que des charges axiales. Elle ne peut guider un arbre en rotation.

Il en résulte que le support des charges radiales et le guidage en rotation doivent être assurés par des roulements ou par un palier lisse (suivant la valeur des charges et de la vitesse).

La tolérance H8 (tableau § 40.51) détermine avec la (ou les) rondelle-logement un ajustement « libre ».

Le montage d'une butée à billes sur un arbre horizontal nécessite quelques précautions particulières (voir l'exemple suivant).

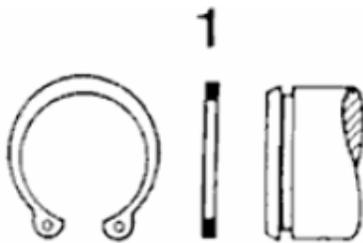


6. LES CIRCLIPS :

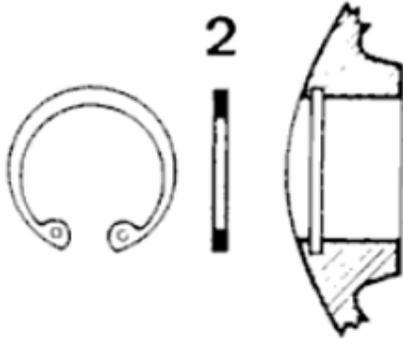
Le rôle d'un circlips est de caler latéralement une pièce, pignon ou autre.

leur élasticité leur permet de se maintenir dans une gorge, tout en résistant à l'effort latéral auquel ils sont soumis.

pour un circlips d'extérieur, utiliser une pince ouvrante. Un circlips est dit "d'extérieur" lorsqu'il est logé dans une gorge périphérique un arbre, un roulement....



Un circlips est dit "d'intérieur", lorsqu'il prend place dans une rainure intérieure. pour un circlips d'intérieur, utiliser une pince fermante



<p>The diagram shows a cross-section of a shaft with a groove. A C-clip (2) is being inserted into the groove. A pin (1) is shown being pushed into the groove from the side (3). A magnified view on the right shows the C-clip's profile fitting snugly into the groove.</p>	<p>un circlips présente toujours une face plane à angles vifs et une face légèrement arrondie: la face à angles vifs doit être placée dans le sens ou s'exerce l'effort latéral.</p>
<p>The diagram shows two views of a C-clip on a grooved shaft. The left view shows the C-clip correctly positioned with its sharp edges (indicated by a circle) facing the direction of lateral force. The right view shows an incorrect orientation with an 'X' above it, where the sharp edges are not aligned with the force direction.</p>	<p>sur un arbre cannelé, l'ouverture du circlips doit être positionnée à l'aplomb d'une cannelure.</p>

Un circlips déformé ou ayant perdu de son élasticité ne peut s'insérer fermement dans sa rainure et risque de se déboîter, il doit impérativement être remplacé.

7. Clé Dynamométrique :

<p>A detailed illustration of a torque wrench, showing its handle, adjustment mechanism, and the square drive end.</p>	<p>Elle permet de mesurer l'effort de serrage avec précision (couple de serrage).</p>
--	---

Elle est indispensable pour le serrage de pièces présentant des risques de déformation et pour s'assurer du parfait serrage des pièces en mouvement. Les modèles les plus simples comportent un index se déplaçant devant un secteur gradué. Les modèles les plus élaborés possèdent un vernier de réglage qui déclenche un signal lorsque le couple désiré est atteint et se réarment automatiquement.

Afin de conserver toute sa précision, une clé dynamométrique doit être étalonnée régulièrement, soit grâce à un appareil spécial, soit dans un laboratoire spécialisé (consulter un spécialiste en outillage, le cas échéant).

8. EMBRAYAGE :

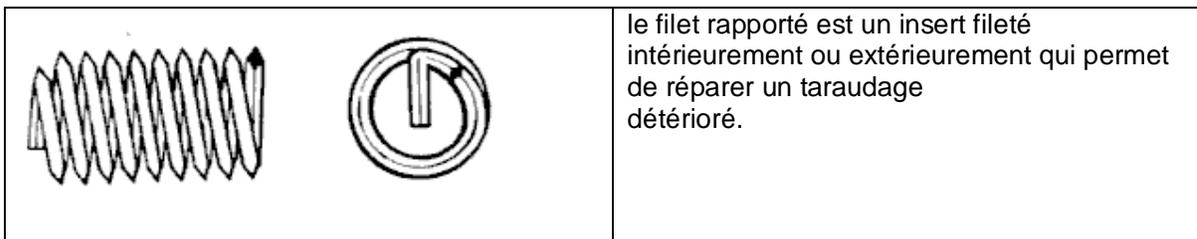
En cas de problème d'embrayage (patinage, broutage...), on contrôlera les points suivants:

- Epaisseur des disques lisses.
- La planéité des disques en métal (poser le disque sur une surface parfaitement plane et glisser une cale d'épaisseur entre la surface et le disque. le jeu mesuré doit être dans les tolérances constructeur.).
- Le jeu entre créneaux de la cloche d'embrayage et les disques garnis. si les créneaux sont légèrement entamés par les disques, les rectifier avec une lime douce.
- L'état des cannelures de la noix sur lesquelles coulisent les disques lisses.

9. FAUX ROND :

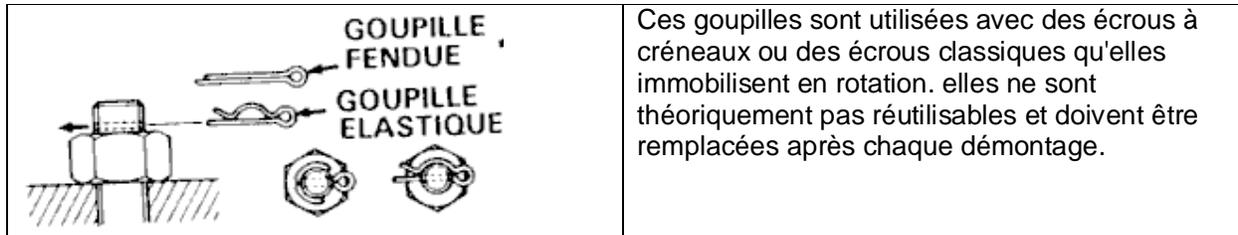
Un arbre ou toute pièce cylindrique dont l'axe n'est pas parfaitement rectiligne tournera avec un faux rond, c'est à dire une certaine excentricité. Pour contrôler le faux rond, la pièce doit être posée sur deux vés reposant sur un marbre ou entre les pointes d'un tour. avec un comparateur, on peut évaluer le faux rond en faisant tourner la pièce. pour des pièces cylindriques (axes, tubes...), le faux rond peut être détecté à l'aide d'une réglette parfaitement rectiligne posée sur la pièce. Un défaut de rectitude se traduira par un jour entre la pièce et la réglette

10. FILET RAPPORTE :

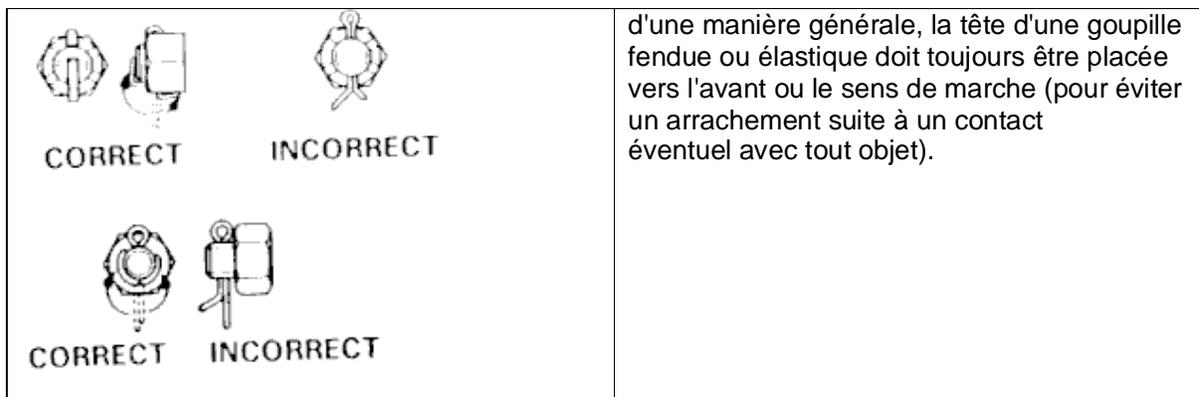


Percer à un $\frac{1}{2}$ légèrement inférieur à celui du filet rapporté puis tarauder et enfin mettre en place le filet rapporté. Cette opération permet de conserver les dimensions des vis d'origine. Lorsque l'emploi de vis d'un $\frac{1}{2}$ supérieur est possible, on peut tarauder à la valeur supérieure si le taraudage n'est pas trop détérioré.

11. GOUPILLE FENDUE – ELASTIQUE :



Dans certains cas, ces goupilles peuvent être avantageusement remplacées par des goupilles élastiques de type bêta, réutilisables.



12. JOINT A LEVRES:

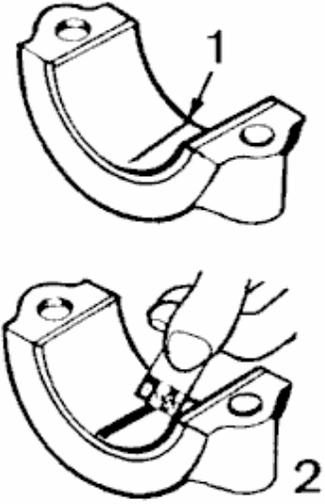
Ces joints, appelés communément joints "spy" sont des bagues d'étanchéité montées autour des arbres. À part le cas des joints nervurés extérieurement ou enfermés, les joints accessibles de l'extérieur peuvent souvent être remplacés sans ouverture du mécanisme. Pour extraire le joint, si l'on ne dispose pas d'un extracteur à inertie percer un petit trou dans sa cage (attention de ne pas détériorer les roulements ou les pièces voisines), puis à l'aide d'un crochet ou d'une vis, tirer le joint. la méthode du tournevis est à la rigueur valable pour un joint monté directement sur un arbre, mais se rappeler que la moindre rayure sur traduira par une fuite.

Pour poser un joint neuf:

- Graisser l'intérieur de la lèvre.
- Respecter le sens de montage (les inscriptions sont généralement dirigés vers l'extérieur. une flèche peut indiquer le sens de rotation de l'arbre.).
- Le pousser dans son logement avec un poussoir de diamètre adéquat, sa mise en place doit être parfaite pour qu'il soit perpendiculaire à son arbre.

13. PALIER :

Le contrôle de jeu peut s'effectuer de manière visuelle (trace d'usure prononcé), par contrôle (micromètre) ou par la méthode de "plastigage" (marque déposée).

	<p>cette dernière méthode permet d'évaluer un faible jeu diamétral ou latéral. poser le brin de plastigage sur le tourillon parfaitement nettoyé (éviter les orifices de lubrification). remonter le mécanisme (sans lui faire exécuter le moindre mouvement de rotation), cela aura pour effet d'aplatir le brin de plastigage. redémonter sans faire le moindre mouvement de rotation. en s'aidant de l'échelle imprimée sur l'emballage du produit, déterminer le jeu correspondant. une différence de largeur entre les deux extrémités dénote une conicité.</p>
---	---

14.PATE A JOINT :

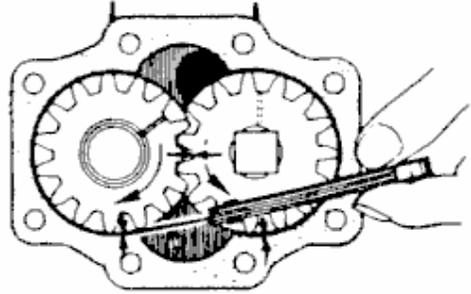
Les pâtes à joints sont utilisées uniquement aux endroits où le constructeur le prescrit ou, le cas échéant, pour remplacer provisoirement un joint.

Choisir correctement le type de pâte en fonction des conditions d'utilisation (pression, température, produit corrosif,).

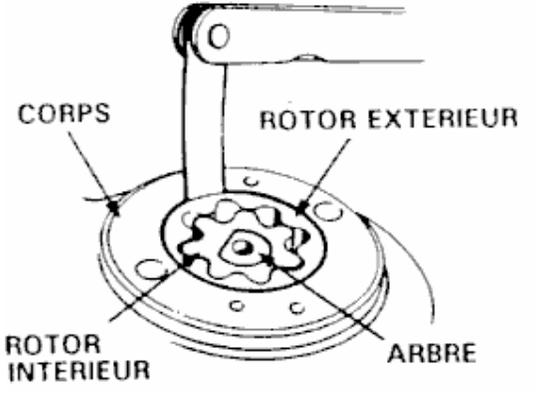
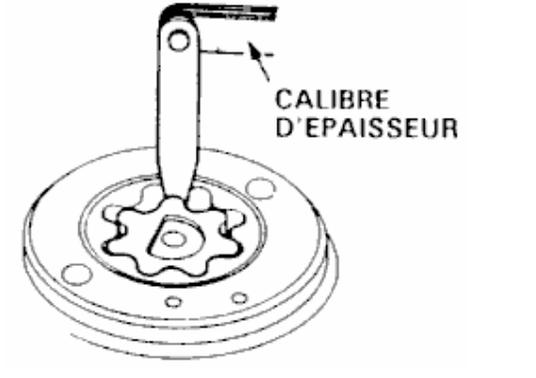
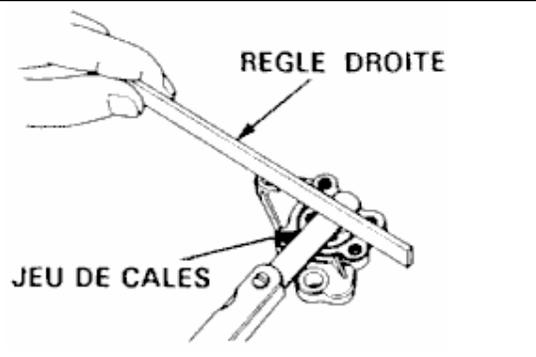
Ne pas mettre de pâte à joint sur un orifice de graissage ou à proximité immédiate. Ne pas mettre de pâte en excès.

15.POMPE A HUILE :

Contrôle d'une pompe à engrenages

	<p>contrôler le jeu entre les dents des pignons et le corps de pompe en utilisant un jeu de cale d'épaisseur.</p>
---	---

Contrôle d'une pompe à huile trochoïdale

	<p>1- jeu entre rotor externe et corps de pompe.</p>
	<p>2- jeu entre rotors. positionner parfaitement une dent du rotor interne dans un creux du rotor externe et mesurer le jeu avec des cales d'épaisseur.</p>
	<p>3- jeu entre faces des rotors et corps de pompe. poser une réglette parfaitement plane sur le plan de joint et insérer les cales d'épaisseur entre cette réglette et les rotors.</p>

Les valeurs trouvées doivent être comparées aux valeurs préconisées par le constructeur.

16.PRESSION D'HUILE :

Si la pression est supérieure, le limiteur de pression (clapet de sécurité) est probablement endommagé et ne s'ouvre pas. Une pression supérieure à la normale entraînera la détérioration des joints et l'apparition de fuites.

Si la pression est inférieure, le circuit est probablement sujet à des fuites internes ou externes (joint, pompe usée,...).

17.PRODUIT FREIN :

On peut enduire les filetages d'un produit frein afin d'éviter tout risque de desserrage et de fuite. Selon le degré de "freinage" désiré, utiliser le produit adapté:

-Freinage normal: (loctite frenetanch, flacon bleu, par exemple), le démontage est relativement aisé par la suite.

-Freinage fort: (loctite frenbloc, flacon rouge, par exemple), le démontage est difficile et nécessite parfois le chauffage de la pièce, d'où risque de détérioration de celle-ci.

-Blocage définitif: (loctite scelbloc, flacon vert, par exemple), autorise le blocage définitif ou le scellement (fixation de roulements, emmanchements, fixation de bagues ou de pignons,.....). ces produits obligent à chauffer la pièce ou à utiliser une presse pour le désassemblage.

18.PRODUIT D'ETANCHEITE :

En plus des pâtes à joints, on peut avoir recours à toute une famille de produits d'étanchéité pour diverses applications (étanchéité de circuits électriques, de raccords hydrauliques et pneumatiques, joints de portes,...).

19.SERRAGE :

Le couple de serrage est l'effort appliqué au serrage d'une vis ou d'un écrou multiplié par le bras de levier offert par la clé, ainsi un effort de 10 kg appliqué au bout d'une clé longue de 0,20 m donne un couple de 2 mkg (1 mkg = 10 newton-mètre = 1 m.dan).

Lorsqu'un serrage doit s'effectuer en plusieurs passes, cela signifie qu'avant d'arriver au serrage final, les écrous ou les vis doivent être serrés à des valeurs intermédiaires (par exemple: 1,8 m.dan, puis 2,8 m.dan, puis 4 m.dan).

Serrage angulaire :

Pour des assemblages particulièrement exigeants pour lesquels le couple de serrage doit être précis, de plus en plus de constructeurs recommandent le serrage angulaire, cette méthode consiste, à partir d'un préserrage à un couple prescrit effectué à la clé dynamométrique, à effectuer un serrage complémentaire en tournant la clé d'un angle précis.

Pour effectuer un serrage angulaire avec précision, utiliser un appareil avec un disque gradué permettant de mesurer l'angle prescrit.

Le fond des taraudages borgne doit être exempt d'impuretés (huile, graisse,....) sous risque de détérioration des pièces sous fortes contraintes (cas des culasses, notamment).

20.VISSERIE :

L'ablocage des vis :

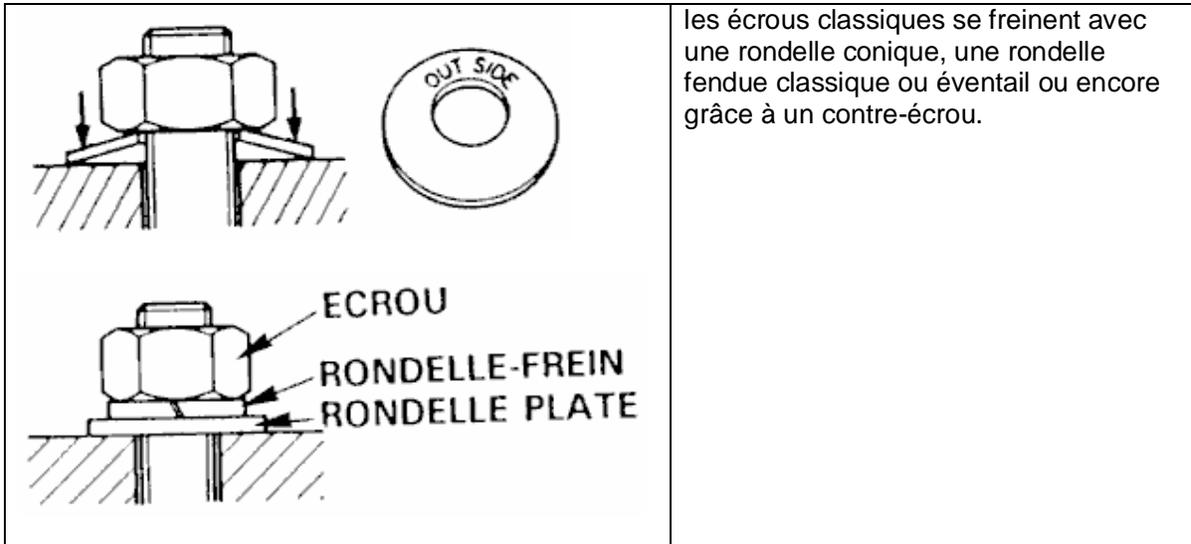
Utiliser impérativement, l'outil adéquat et l'empreinte adaptée (clef, tournevis plat, cruciforme "philips" ou "posidriv, embout "torx" ou "btr",.....).

D'une manière générale et plus particulièrement en cas de difficulté, décoller la vis en tapant sur sa tête avec un jet, si la vis refuse de se débloquer, utiliser un tournevis à choc.

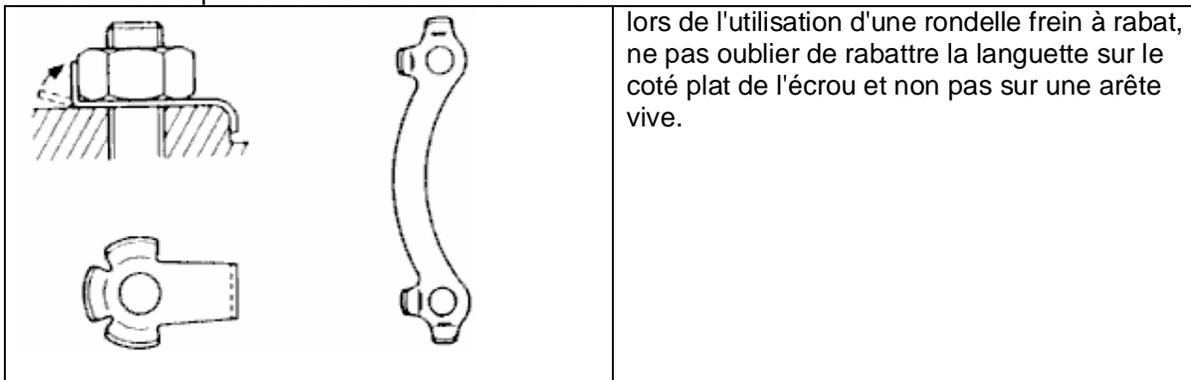
Extraction d'une vis cassée :

Si elle dépasse encore en partie, utiliser une pince étau, scier une fente pour utiliser un tournevis ou limer deux méplats parallèles pour pouvoir utiliser une clef plate, si la vis est cassée au ras de la pièce, percer avec précaution en son centre afin d'utiliser un tourne-à-gauche ou une queue de cochon, si cette méthode est inefficace, percer la vis avec un foret d'un diamètre inférieur afin qu'il ne reste que le filet à extraire. Enfin, si le filet est trop abîmé, tarauder au diamètre supérieur ou poser un filet rapporté.

MODULE 11 : MONTAGE ET REGLAGE DES ENSEMBLES MECANIQUES



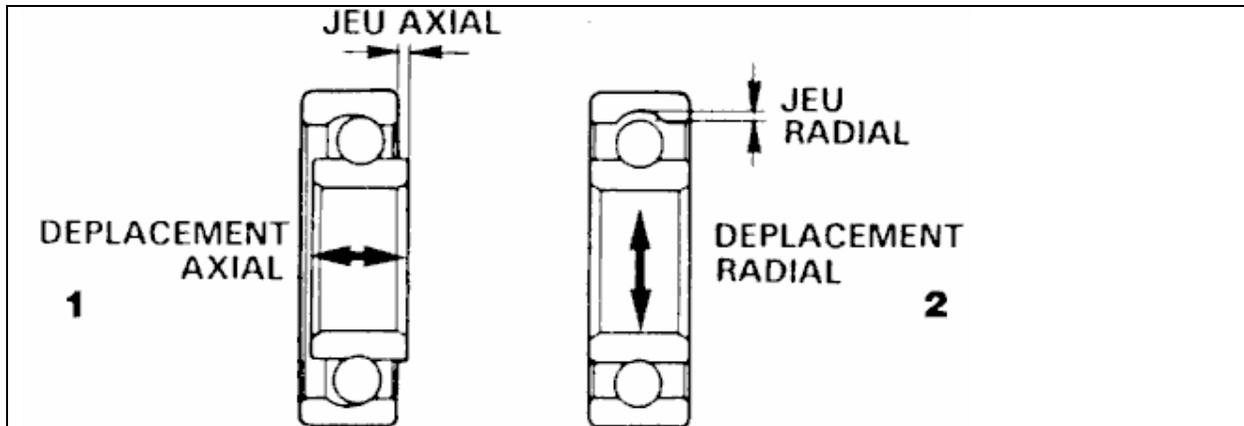
Lors du montage d'un écrou conventionnel sur un arbre cannelé, le freiner avec un coup de pointeau en correspondance du creux d'une cannelure.



Un écrou à créneau s'utilise avec une goupille fendue ou une goupille de type bêta.

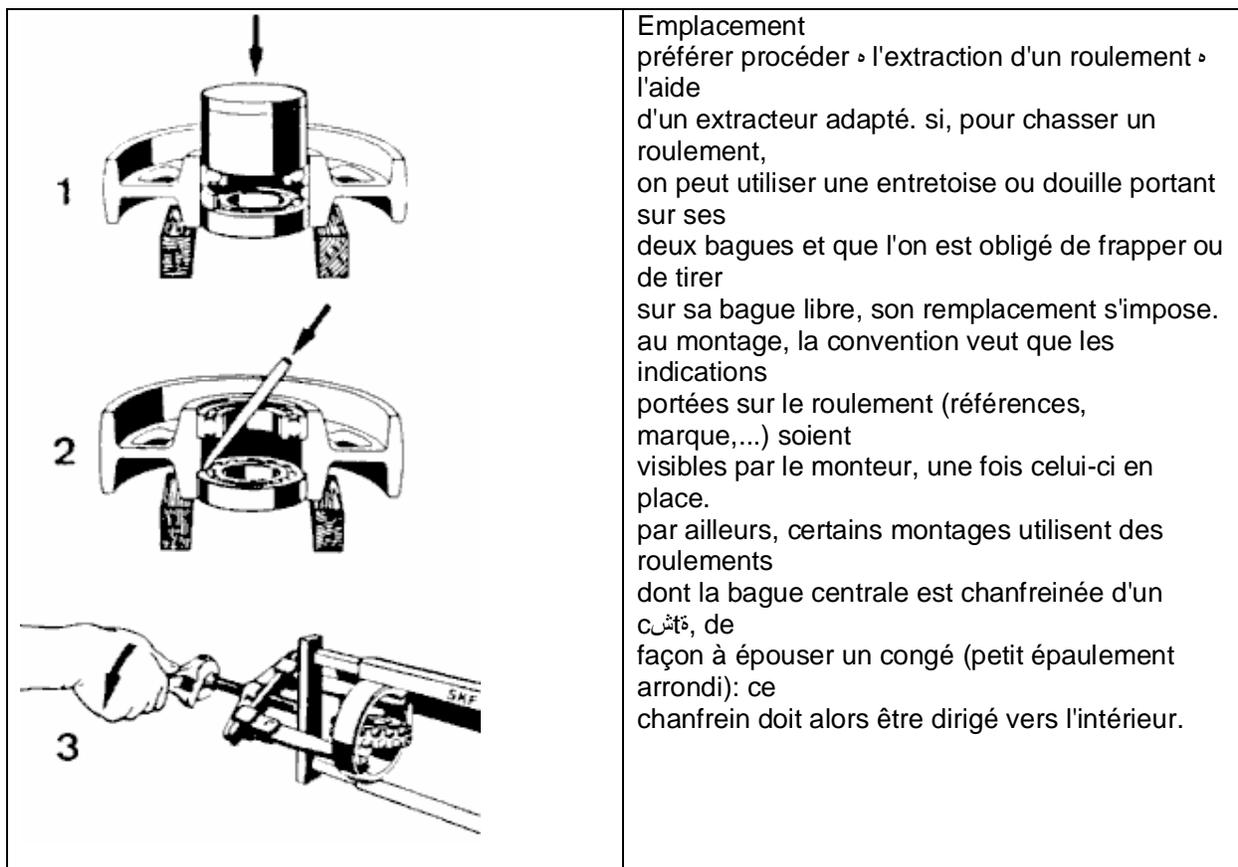
Les roulements :

Un roulement usé prend du jeu, ses billes ne sont plus parfaitement sphériques et les chemins de roulements sont marqués. Son fonctionnement devient bruyant et imparfait, en le faisant rapidement tourner à la main, après l'avoir nettoyé et légèrement huilé, il émet un bruit de crecelle qui trahit son usure, on peut vérifier à l'aide d'une réglette et d'un pied à coulisse que les jeux du roulement soient dans les limites définies par le constructeur.



Des méthodes moins empirique permettent de déterminer et de prévoir l'usure d'un roulement (analyse vibratoire, thermographie, résonance,.....).

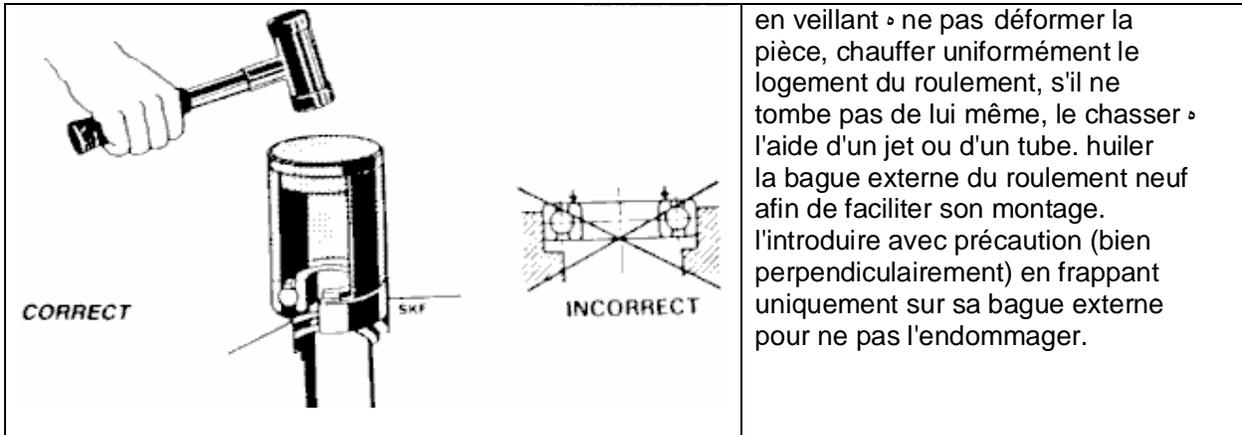
VI. MONTAGE – DEMONTAGE :



Emplacement
 préférer procéder à l'extraction d'un roulement à l'aide d'un extracteur adapté. si, pour chasser un roulement, on peut utiliser une entretoise ou douille portant sur ses deux bagues et que l'on est obligé de frapper ou de tirer sur sa bague libre, son remplacement s'impose. au montage, la convention veut que les indications portées sur le roulement (références, marque,...) soient visibles par le monteur, une fois celui-ci en place. par ailleurs, certains montages utilisent des roulements dont la bague centrale est chanfreinée d'un cشش, de façon à épouser un congé (petit épaulement arrondi): ce chanfrein doit alors être dirigé vers l'intérieur.

roulement installé dans un logement ouvert.

MODULE 11 : MONTAGE ET REGLAGE DES ENSEMBLES MECANIQUES

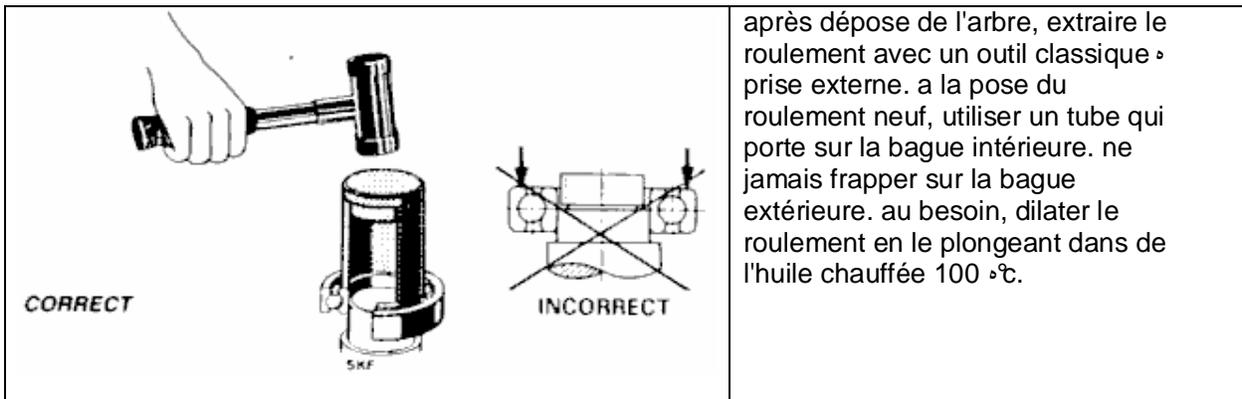


roulement installé dans un logement borgne.

si le fond du logement est ajouré, utiliser une tige pour chasser le roulement. sinon, utiliser un arrache roulement à pinces expansibles qui prendra l'élément derrière sa bague intérieure. au besoin, chauffer le logement.

pour la pose, procéder comme le cas précédent.

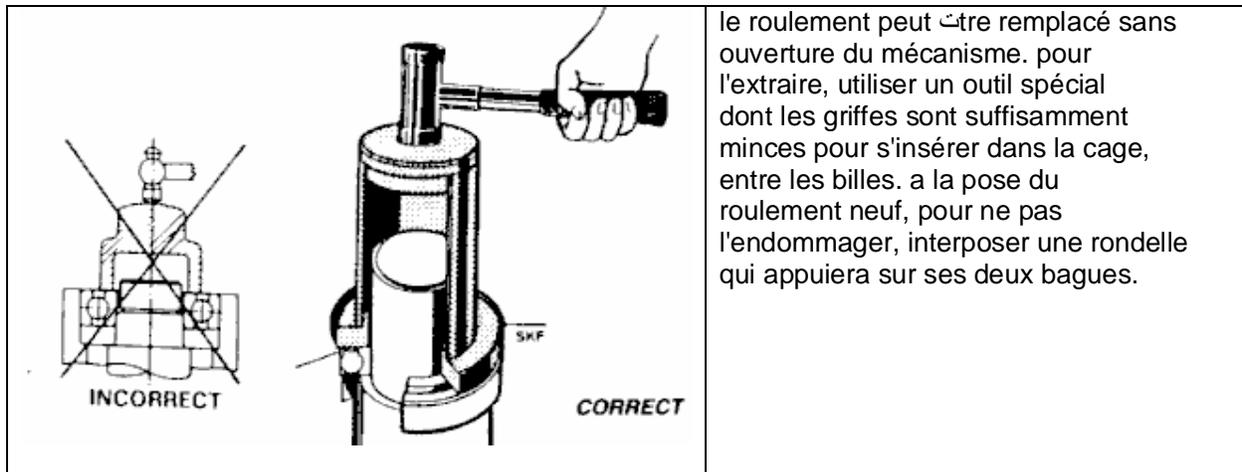
roulement monté sur un arbre.



roulement monté sur un arbre, mais plaqué contre une paroi.

utiliser un arrache roulement muni de 1/2 coquilles amovibles qui enserrant l'élément. autre solution, décoller le roulement avec un décolleur à couteaux puis finir avec un outil classiques à griffes.

roulement encastré, extrayable de l'extérieur avec arbre en place.



VII. LUBRIFICATION ET ENTRETIEN :

pour fonctionner avec fiabilité, les roulements doivent être convenablement lubrifiés, de façon à éviter un contact métallique direct entre éléments roulants (chemins de roulements et cage), à empêcher l'usure et à protéger les surfaces de la corrosion.

les informations et recommandations qui suivent s'appliquent à des roulements sans joints, ni flasques intégrés (ceux-ci étant livrés garnis de graisse).

Il existe un grand nombre de graisses et d'huiles pour la lubrification des roulements, ainsi que des lubrifiants solides (montage soumis à des conditions de températures extrêmes).

le choix du lubrifiant dépend des conditions de fonctionnement (plage de température, vitesse de rotation et influence de l'environnement). on obtient des températures de fonctionnement favorables lorsque le roulement reçoit la quantité de lubrifiant nécessaire. cependant, si le lubrifiant doit remplir des fonctions supplémentaires (étanchéité, dissipation de chaleur), des quantités plus importantes sont requises.

1 lubrification à la graisse

la graisse peut être utilisée pour lubrifier les roulements dans des conditions de fonctionnement normales, avec la majorité des applications. par rapport à l'huile, la graisse présente l'avantage d'être plus facilement retenue dans le montage (surtout si l'arbre est en position verticale ou incliné) et protège le roulement des agents polluants, de l'humidité ou de l'eau.

un excès de graisse entraîne une augmentation rapide de la température de fonctionnement (en particulier aux vitesses de rotations élevées). seul le roulement doit être complètement garni (l'espace libre dans le palier ne doit être rempli qu'entre 30% et 50%).

si les roulements doivent tourner à très faible vitesse, en étant bien protégés contre la corrosion, il est opportun de remplir complètement de graisse, le palier.

les graisses lubrifiantes sont des huiles minérales ou synthétiques épaissies. des additifs peuvent être inclus pour renforcer certaines propriétés.

la viscosité de l'huile est importante pour la formation du film lubrifiant séparant les surfaces de contact et régit la vitesse maximale de rotation du roulement.

la consistance des graisses utilisées pour la lubrification des roulements ne doit pas varier de façon excessive avec la température, ni avec le pétrissage. les graisses qui s'amollissent

risquent de couler hors du montage. celles qui durcissent à basse température peuvent gêner la rotation du roulement.

la plage de température d'utilisation d'une graisse dépend, dans une large mesure, du type d'huile de base et d'épaississant utilisé, ainsi que des additifs.

MODULE 11 : MONTAGE ET REGLAGE DES ENSEMBLES MECANIQUES

Type de graisse (épaississant)	Plage de température d'utilisation en °C
SAVON DE LITHIUM	-30 / +110
LITHIUM COMPLEXE	-20 / +140
SAVON DE SODIUM	-30 / +80
SODIUM COMPLEXE	-20 / +140
SAVON DE CALCIUM	-10 / +60
CALCIUM COMPLEXE	-20 / +130
BARIUM COMPLEXE	-20 / +130
ALUMINIUM COMPLEXE	-30 / +110
EPAISSISSANTS ORGANIQUES (BENTONITE, GEL DE SILICE, ..)	-30 / +130
POLYURÉE	-30 / +140

une graisse vieillit et s'oxyde avec une rapidité croissante • mesure que la température s'élève (les produits d'oxydation ont une influence défavorable sur la lubrification).

les roulements doivent être relubrifiés si la durée de service de la graisse est plus courte que celle prévue du roulement. cette opération doit avoir lieu lorsque le roulement est encore correctement lubrifié. la durée de service d'une graisse dépend de la vitesse de rotation du roulement, des charges supportées, de la température, de la qualité de la graisse, des dimensions du roulements et de l'environnement.

le renouvellement de la graisse peut se faire en démontant le palier (logement en deux parties avec chapeau) ou en utilisant un système de graissage (canal de graissage, raccord et pompe; ou soupape • graisse).

l'orifice d'évacuation de la graisse doit être dégagé pour éviter une accumulation excessive de lubrifiant ou pour éviter que les impuretés et la graisse usagée ne restent • l'intérieur du palier.

lubrification • l'huile

la lubrification • l'huile s'impose lorsque les vitesses de rotation ou les températures de fonctionnement sont trop élevés pour permettre l'emploi de la graisse. il en est de même lorsque le lubrifiant doit contribuer au refroidissement du palier ou si des éléments voisins sont également lubrifiés • l'huile.

pour la lubrification des roulements, on utilise, en général, des huiles minérales pures. celles contenant des additifs destinés • améliorer certaines de leur propriétés, telles que le comportement aux extrêmes pressions, la résistance au vieillissement,..... ne sont utilisées que dans des cas spéciaux. les huiles synthétiques sont prises en compte lors de fonctionnement aux températures très basses ou très élevés.

le choix de l'huile est basé en premier lieu sur la viscosité requise pour assurer une lubrification appropriée au roulement • la température de fonctionnement. la viscosité dépend de la température et décroît lorsque celle-ci augmente. la relation viscosité / température d'huile est caractérisée par l'indice de viscosité ν_i . pour la lubrification des roulements, il est conseillé d'utiliser des huiles ayant un indice de viscosité élevé, au moins 85 (variation faible de la viscosité avec l'accroissement de la température).

le renouvellement de l'huile dépend surtout des contraintes mécaniques, thermiques et des quantités en jeu. dans le cas d'une lubrification par bain; si la température de fonctionnement est toujours inférieure • 80°C et s'il n'y a pas grand risque de pollution, l'huile doit être renouvelée une fois par an. des températures plus élevés, appellent des renouvellements plus fréquents: tous les deux ou trois mois pour une température de 100°C. de fréquents renouvellements sont aussi nécessaires si les conditions de fonctionnement sont difficiles.

dans la lubrification par circulation d'huile et par jet d'huile, les intervalles dépendent de la fréquence de rotation de la quantité totale d'huile dans le circuit et de la présence d'un système de refroidissement.

Dans la lubrification air-huile, le lubrifiant ne traverse le roulement qu'une fois et n'est pas récupéré.

VIII. PROPOSITIONS DE CAUSES POSSIBLES DE PANNES ET DES VERIFICATIONS CORRESPONDANTES.

CAUSES POSSIBLES DES PANNES	VERIFICATION POUR DETECTER CES CAUSES
<p>1) pannes provoques par le grippage d'un organe en mouvement, ce grippage pouvant provenir lui-même:</p> <ul style="list-style-type: none"> -d'un manque de graisse. -d'un lubrifiant mal adapté. -d'un lubrifiant sale. -d'une fuite. -d'une charge exagérée. -d'un mauvais fonctionnement du refroidissement 	<ul style="list-style-type: none"> - vérifier les divers points à graisser. - vérifier les pleins ◦ faire. - vérifier les échauffements des paliers. - contrôler les caractéristiques des lubrifiants employés. - effectuer les vidanges nécessaires. - nettoyer les filtres à huile. - nettoyer les réservoirs ◦ lubrifiants. - effectuer des prélèvements à fin d'analyse. - vérifier les excès de graissage. - rechercher les fuites éventuelles. - contrôler les pressions d'huile. - contrôler les charges accidentelles sur les paliers. - vérifier les pompes de circulation. - contrôler l'entartrage.

<p>2) pannes provoquées par le desserrage des pièces d'assemblage des organes mécaniques et électriques (boulons, clavettes, coins, attaches de courroie,....)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - resserrer les écrous et les vis. - remettre en place coins et clavettes. - ausculter le bruit et les vibrations. - vérifier les attaches de courroie.
<p>3) pannes provoqués par:</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'usure. - l'érosion. - l'oxydation. - les coups de feu. - la corrosion chimique. - l'amorçage d'un arc. 	<ul style="list-style-type: none"> - vérifier les cônes d'embrayages. - vérifier les ferodo. - contrôler les plaques d'usure. - vérifier l'usure des galets. - vérifier l'usure des rails ou chemins de roulements. - vérifier l'usure des bagues et coussinets. - contrôler l'usure des arbres. - vérifier l'usure des coulisseaux. - contrôler les pignons, barbotins et crémaillères. - vérifier l'usure des fourchettes et doigts. - vérifier l'usure des chaînes de transmission. - vérifier les cardans. - vérifier les manchons d'accouplement. - contrôler l'usure des clavettes coulissantes. - contrôler l'usure des bandes transporteuses. - exécuter les contrôles géométriques nécessaires. - rattraper les jeux des organes de réglage. - contrôler l'état de la peinture et de la corrosion.
<p>4) pannes provenant du vieillissement de certains matériaux, comme les isolants électriques.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - vérifier les pièces isolantes des contacteurs. - vérifier les revêtements des câbles. - faire les contrôles d'isolement.
<p>5) déraillements, renversements ou autres accidents provenant d'un défaut des chemins de</p>	<ul style="list-style-type: none"> - vérifier l'écartement des rails. - vérifier le niveau des chemins de roulement.

<p>roulements.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - vérifier les butoirs de fin de course. - vérifier l'ancrage aux rails. - vérifier le calage. - vérifier l'observation des consignes.
<p>6) pannes provoqués par la flexion, l'allongement ou la rupture intempestive d'un organe soit par:</p> <ul style="list-style-type: none"> - mauvaise utilisation du matériel. - fatigue de matériaux. - défaut de conception. - accident prévisible. 	<p>la rupture intempestive d'un organe soit par:</p> <ul style="list-style-type: none"> - mauvaise utilisation du matériel. - fatigue de matériaux. - défaut de conception. - accident prévisible. - examiner les pièces fragiles. - vérifier les pièces flexibles. - contrôler l'emploi correct des machines. - vérifier les câbles et chaînes de levage. - contrôler les crochets et leurs sécurités. - vérifier les manilles. - exécuter les contrôles statiques et dynamiques. - retendre les courroies et les chaînes.
<p>7) pannes provoqués par des défauts d'alimentation tels que surtension ou sous-tension.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - exécuter les contrôles de puissance. - exécuter les contrôles de vitesse.
<p>8) détérioration des systèmes de commande:</p> <ul style="list-style-type: none"> - électrique. - pneumatique. - hydraulique 	<ul style="list-style-type: none"> - vérifier l'état des contacts électriques. - vérifier les ressorts de contact. - vérifier la mise à la terre. - vérifier la protection des transformateurs. - contrôler les jeux de roulements des moteurs. - contrôler l'empoussièrement des moteurs. - faire fonctionner les électro-freins. - faire fonctionner les diverses sécurités. - vérifier l'état des fils d'alimentation. - contrôler le serrage des bornes. - vérifier l'état des balais des bagues

	<p>collecteurs.</p> <ul style="list-style-type: none"> - vérifier l'état diélectrique de l'huile du transformateur. - vérifier les bougies. - vérifier les vis platines. - vérifier les pleins d'huile de commande. - vérifier les fuites éventuelles de fluide. - vérifier le fonctionnement des clapets. - nettoyer les carters d'huile de commande
<p>9) pannes provoqués par l'eau, l'humidité ou l'introduction d'un corps étranger, ce qui peut entraîner:</p> <ul style="list-style-type: none"> - courts-circuits. - encrassement de butées. - filtres inefficaces. - embrayages gras. - freins gras ou humides. - blocage des sécurités 	<ul style="list-style-type: none"> - nettoyer les butées. - nettoyer les glissières. - nettoyer les arbres. - signaler les machines sales. - vérifier les soupapes de sécurité. - vérifier les arrêts automatiques. - faire fonctionner les limiteurs de couple. - vérifier les parachutes. - contrôler les freins. - contrôler les protections thermiques.

IX. DESIGNATION DES DEFAILLANCES :

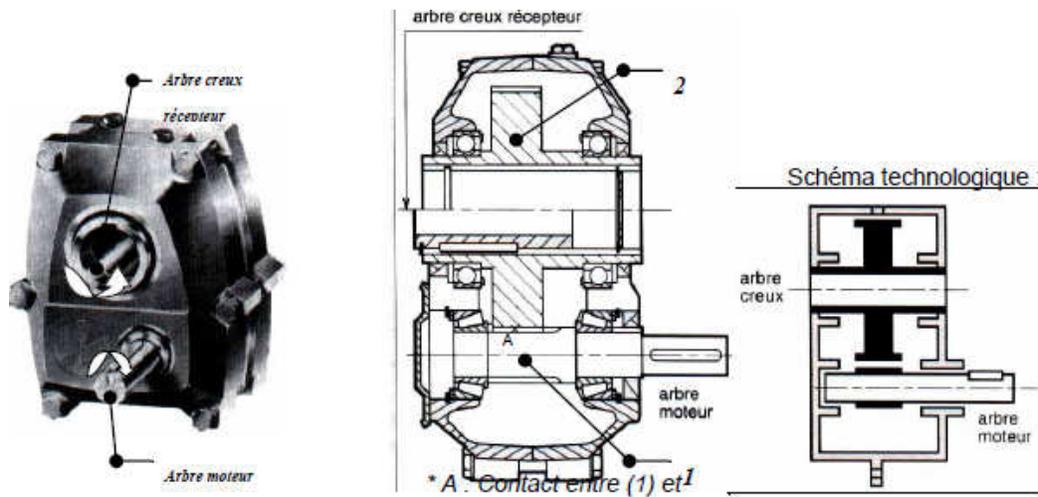
MODES DE DEFAILLANCE (SUIVANT NORME NF X60-510)

1	Défaillance structurelle (rupture).
2	Blocage physique ou coincement.
3	Vibrations.
4	Ne reste pas en position.
5	Ne s'ouvre pas.
6	Ne se ferme pas.
7	Défaillance en position ouverte.
8	Défaillance en position fermée.
9	Fuite interne.
10	Fuite externe.
11	Dépasse la limite supérieure tolérée.
12	Est en-dessous de la limite inférieure tolérée.
13	Fonctionnement intempestif.
14	Fonctionnement intermittent.
15	Fonctionnement irrégulier.
16	Indication erronée.
17	Ecoulement réduit.
18	Mise en marche erronée.
19	Ne s'arrête pas.
20	Ne démarre pas.
21	Ne commute pas.
22	Fonctionnement prématuré.
23	Fonctionnement après le délai prévu (retard).
24	Entrée erronée (augmentation).
25	Entrée erronée (diminution).
26	Sortie erronée (augmentation).
27	Sortie erronée (diminution).
28	Perte de l'entrée.
29	Perte de la sortie.
30	Court-circuit (électrique).
31	Circuit ouvert (électrique).
32	Fuite (électrique).
33	Autres conditions de défaillance exceptionnelles suivant les caractéristiques du système, les conditions

PARTIE PRATIQUE ET EVALUATION

APPLICATION N°1 :

Soit un réducteur de vitesse a roue dentée à arbre creux, compose d'un engrenage parallèle à denture droite. Le réducteur permet la transmission d'un mouvement de rotation des vitesses différentes entre l'arbre moteur (plein) et l'arbre récepteur (creux).



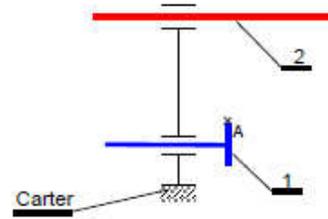
MODULE 11 : MONTAGE ET REGLAGE DES ENSEMBLES MECANIQUES

• **ON DONNE :**

- PIGNON MOTEUR (1) : $Z_1 = 20$ DENTS
- ROUE RÉCEPTRICE (2) : $Z_2 = 90$ DENTS
- MODULE : $m = 2$
- VITESSE DE ROTATION DU MOTEUR : $N_1 = 3000$ TR/MIN

• **ON DEMANDE : RÉPONDRE DIRECTEMENT SUR CE DOCUMENT**

COMPLÉTER LE SCHEMA CINÉMATIQUE DU RÉDUCTEUR
 CI-CONTRE EN UTILISANT DEUX COULEURS DIFFÉRENTES
 (LIAISONS AVEC LE CARTER ET LIAISON ENTRE LES DEUX
 ROUES DENTÉES)



REMPILIR LE TABLEAU CI-DESSOUS EN

DÉTAILLANT LES CALCULS (COLONNE
 « CALCULS ») ET EN DONNANT LA RÉPONSE
 (COLONNE « RÉPONSES »).

		CALCULS	RÉPONSES
PAS	P		
HAUTEUR DE DENT	H		
DIAMÈTRES PRIMITIFS	D1		
	D2		
DIAMÈTRES DE TÊTE	DA1		
	DA2		
ENTRAXE	A		
RAISON	$r(2/1)$		
VITESSE DE ROTATION DE SORTIE	N2		

APPLICATION N°2 :

Un moteur électrique (vitesse de rotation $n_m = 2400$ tr/min) entraîne une vis sans fin (1).

MODULE 11 : MONTAGE ET REGLAGE DES ENSEMBLES MECANIQUES

Le mouvement de rotation de la vis sans fin (1) est transmis à l'arbre de sortie de la roue dentée (7) par la chaîne cinématique composée de **2 sous-ensembles** a et b.

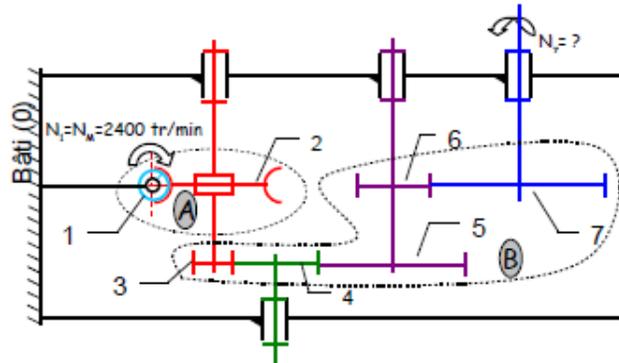
A : un **engrenage roue et vis sans fin** (1) et (2)

B : un **train d'engrenages** parallèles (3), (4), (5), (6), (7)

On donne :

Le schéma cinématique et les caractéristiques des différents éléments de la chaîne cinématique de transmission de mouvement :

7	Z7 = 80 DENTS	$r_{4/3} = \frac{N7}{N3}$
6	Z6 = 40 DENTS	
5	Z5 = 60 DENTS	
4	Z4 = 30 DENTS	
3	Z3 = 20 DENTS	$r_{2/1} = \frac{N2}{N1}$
2	Z2 = 80 DENTS	
1	Z1 = 4 FILETS	
REP.	CARACTÉRISTIQU E	RAPPORT DE TRANSMISSION



· **Objectif** : déterminer la vitesse de rotation de sortie, N7.

· **On demande** : répondre sur feuille

Exprimer littéralement puis calculer le rapport de transmission du sous-ensemble A, $r_{2/1} = (N2/N1)$

Déterminer le rapport de transmission du sous-ensemble B, $R_{7/3} = (N7/N3)$, pour cela :

a) Donner le repère des roues menantes (la roue dentée (4) est à la fois menante et menée)

b) Donner le repère des roues menées.

c) Exprimer littéralement le rapport de transmission $R_{7/3} = (N7/N3)$

d) Calculer le rapport de transmission $R_{7/3} = (N7/N3)$

La roue intermédiaire (4) a-t-elle une influence sur la valeur du rapport de transmission $R_{7/3}$? Justifier.

En fonction du nombre de contacts extérieurs du train d'engrenages B, donner le sens de Rotation de (7) par rapport à (3) (inverse ou identique)

Conclure sur le rôle de la roue intermédiaire (4)

Exprimer puis calculer le rapport de transmission global $R_{7/1} = (N7/N1)$ en fonction de $R_{2/1}$ et $R_{7/3}$. La chaîne cinématique de transmission de mouvement composée des sous-ensembles A et B Est-elle un réducteur ou un multiplicateur de vitesse ? Justifier.

Exprimer littéralement la vitesse de rotation de l'arbre de sortie N7 en fonction de N1 (=Nm) et $R_{7/1}$ puis calculer N7 en tr/min, en prenant $R_{7/1} = 1/120$

Exprimer littéralement la vitesse de rotation angulaire w_7 en fonction de n_7 puis calculer W_7 en rad/s.

APPLICATION N°3 :

Un moteur électrique (puissance $p = 1500 \text{ w}$, vitesse de rotation $n_m = 3500 \text{ tr/min}$) entraîne une vis sans fin (1).

Le mouvement de rotation de la vis sans fin (1) est transmis à

L'arbre de sortie de la poulie (8) par la chaîne cinématique composée de 3 sous-ensembles A, B et C.

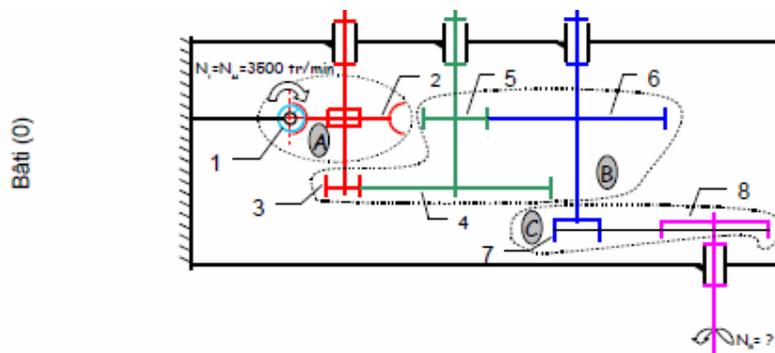
A : un engrenage roue et vis sans fin (1) et (2)

B : un train d'engrenages parallèles (3), (4), (5), (6)

C : un ensemble poulies-courroie (7) et (8)

· On donne :

Le schéma cinématique et les caractéristiques des différents éléments de la chaîne cinématique de transmission de mouvement :



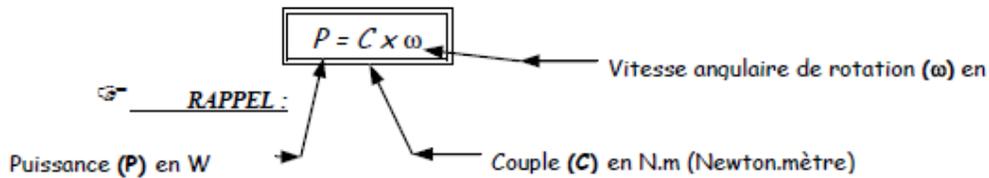
MODULE 11 : MONTAGE ET REGLAGE DES ENSEMBLES MECANIQUES

8	$\varnothing 8 = 70 \text{ MM}$	$r_{8/7} = \frac{N_8}{N_7}$
7	$\varnothing 7 = 35 \text{ MM}$	
6	Z6 = 50 DENTS	$r_{6/3} = \frac{N_6}{N_3}$
5	Z5 = 30 DENTS	
4	Z4 = 60 DENTS	
3	Z3 = 25 DENTS	$r_{2/1} = \frac{N_2}{N_1}$
2	Z2 = 50 DENTS	
1	Z1 = 2 FILETS	
REP.	CARACTÉRISTIQU E	RAPPORT DE TRANSMISSION

- Objectif : déterminer la vitesse de rotation de sortie, N8.
 - On demande : répondre sur feuille
 - Exprimer littéralement puis calculer le rapport de transmission du sous-ensemble a, $R_{2/1} = (N_2/N_1)$
 - Déterminer le rapport de transmission du sous-ensemble b, $R_{6/3} = (N_6/N_3)$, pour cela :
 - e) Donner le repère des roues menantes
 - f) donner le repère des roues menées
 - g) exprimer littéralement le rapport de transmission $R_{6/3} = (N_6/N_3)$
 - h) calculer le rapport de transmission $R_{6/3} = (N_6/N_3)$
 - Exprimer littéralement puis calculer le rapport de transmission du sous-ensemble c , $R_{8/7} = (N_8/N_7)$ en fonction du nombre de contacts extérieurs du train d'engrenages b, donner le sens de rotation de (8) par rapport à (3) (inverse ou identique)
 - Exprimer puis calculer le rapport de transmission global $R_{8/1} = (N_8/N_1)$ en fonction de $R_{2/1}$, $R_{6/3}$ et $R_{8/7}$
 - Exprimer littéralement la vitesse de rotation de l' arbre de sortie N8 en fonction de $N_1 (= N_m)$ et $R_{8/1}$ puis calculer N8 en tr/min, en prenant $R_{8/1} = 1/200$
 - exprimer littéralement la vitesse de rotation angulaire w_8 en fonction de n_8 puis calculer w_8 en rad/s.
 - Exprimer littéralement la vitesse linéaire de la courroie v en fonction de w_8 puis calculer v en m/s.
 - Exprimer littéralement le couple disponible sur l' arbre (8) C8 en fonction de la puissance P et de w_8 puis calculer C8 en N.m.
- Hypothèse : le rendement de la chaîne cinématique est égal à 1, la puissance

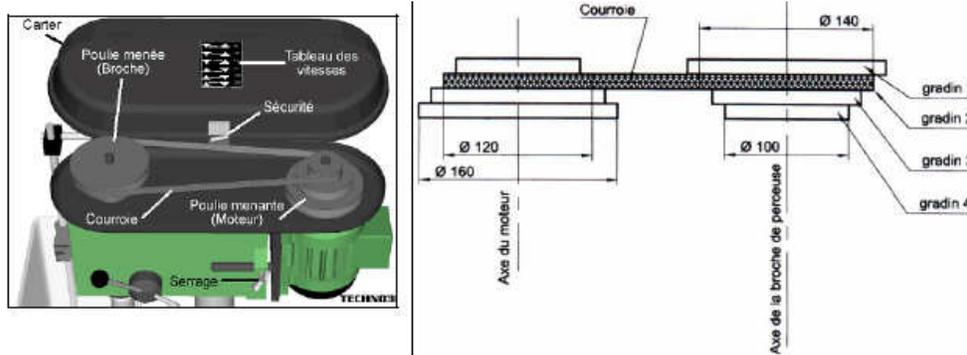
MODULE 11 : MONTAGE ET REGLAGE DES ENSEMBLES MECANIQUES

disponible sur l'arbre (8) est donc égale à la puissance du moteur $P = 1500 \text{ w}$.



APPLICATION N°4 :

Soit le schéma d'une transmission de mouvement par poulies étagées-courroies, d'une broche de perceuse a colonne.



Le moteur commande la rotation de la broche de perceuse à l'aide du système poulies étagées avec courroie. Les 2 poulies étagées sont identiques et leur sens de montage sur l'axe du moteur et l'axe de la broche est inversé. Le réglage de la vitesse de rotation de la broche se fait en plaçant la courroie sur le gradin souhaité. On obtient ainsi quatre rapports de transmission : R_1 , R_2 , R_3 et R_4 avec $R = (N_{broche}/N_{moteur})$.

Pour faire des trous de diamètre 10 mm dans une bride, on règle la position de la courroie sur le **deuxième gradin**. La broche de la perceuse a alors une vitesse de rotation **$N_2 = 600 \text{tr/min}$** .

on demande : répondre sur feuille

Calculer le rapport de transmission du deuxième gradin, **$R_2 = (N_2/N_m)$**

Calculer la vitesse de rotation du moteur, **N_m** en tr/min.

On place la courroie sur le gradin 1.

Calculer alors le rapport de transmission **$R_1 = (N_1/N_m)$**

Calculer la vitesse de rotation de la broche, **N_1** en (tr/min)

APPLICATION N°5 :

Soit une gaine (bande sans fin) entraînée par un système de rouleaux moteurs. La Transmission du mouvement de rotation entre les rouleaux est réalisée par friction, c'est à dire par adhérence entre les rouleaux.

Des anneaux caoutchoutés montés sur les cylindres 1, 2 et 4 permettent le pincement et

L'entraînement de la gaine.

On admet qu'il n'y a pas de glissement entre la bande et les différents éléments qui assurent son déplacement.

□ **o n donne :**

- la vitesse linéaire de la gaine au

Point a, $v_a = 0,4 \text{ m/s}$

- les diamètres des cylindres sont

Respectivement :

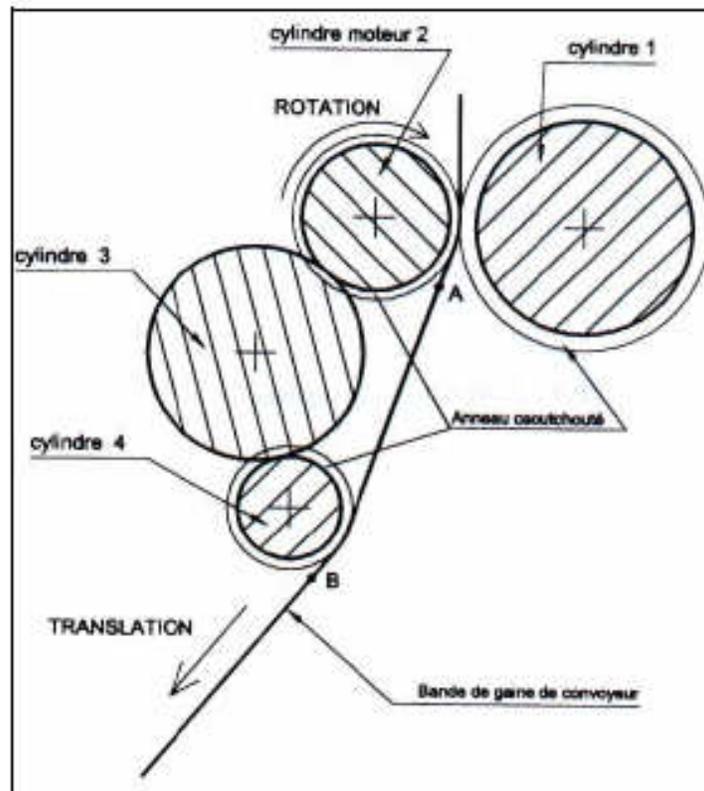
$D_2 = 86 \text{ mm}$

$D_3 = 96 \text{ mm}$

$D_4 = 55 \text{ mm}$

□ **Objectif :**

Vérifier si la gaine, entre les points a et b subit une tension lorsqu'elle est saisie par le système d'entraînement.



□ **On demande : répondre sur feuille**

Indiquer le **sens de rotation** de chaque cylindre sur le schéma ci-dessus

Sans calcul, déduire la vitesse linéaire du cylindre moteur 2, v_2 en m/s.

Calculer la vitesse de rotation angulaire de ce cylindre 2, ω_2 en rad/s

Calculer la vitesse de rotation de ce cylindre 2, N_2 en tr/min

Exprimer littéralement puis calculer le rapport de transmission entre les cylindres 2 et 4,

$R_{4/2} = (N_4/N_2)$.

RAPPEL :

$$r = \frac{N_{\text{sortie}}}{N_{\text{entrée}}} = \frac{\text{Produit des diamètres des roues menantes}}{\text{Produit des diamètres des roues menées}}$$

Calculer la vitesse de rotation du cylindre 4, **N4** en tr/min

Calculer la vitesse linéaire du cylindre 4, **V4** en m/s

Sans calcul, déduire la vitesse linéaire de la gaine au point b, **Vb** en m/s

Comparer les vitesses linéaires **Va** et **Vb**, puis conclure sur la tension de la gaine entre

Les points a et b.

APPLICATION N°6 :

The drawing shows a cross-section of a mechanical assembly. Part 3 is a gear mounted on shaft 12. Shaft 12 is supported by bearings 5 and 6. Shaft 12 is in mesh with gear 3, which is in mesh with gear 11. Gear 11 is on shaft 8. Shaft 8 is in mesh with gear 4, which is on shaft 3. Shaft 3 is in mesh with gear 9, which is on shaft 2. Shaft 2 is supported by bearings 7 and 9. Part 10 is a component on the left side of the housing.

La roue (3) d'un réducteur est clavetée sur l'arbre (12) guidé en rotation par deux roulements (5) et (6).

1) De quel type de roulement s'agit-il ?

2) Le montage de ces roulements est-il à :
 arbre tournants ou «royau tournant» ?

3) Ce montage est-il un montage direct (en «X») ou un montage indirect (en «O») ?

Comparez le dessin du montage ci-dessus au schéma du chapitre 20/22.

4) Quelle pièce assure l'obstacle en (C) ?

5) Comment est effectué le réglage en (D) ?

6) Pourquoi retrouve-t-on un réglage également en (C) ?
 Pensez au bon fonctionnement du couple des pignons coniques.

7) En (A) et en (B) les liaisons avec l'arbre sont-elles directes (d) ou indirectes (di) ?

8) Sachant qu'il s'agit d'un montage «arbre tournants», quelles sont les bagues montées avec serrage ? (intérieures ou extérieures)

9) Quelle tolérance allez-vous donner aux portées qui vont recevoir des bagues ?

10) Quelle tolérance allez-vous donner aux portées qui recevront les autres bagues ?

11) Inscrivez sur le dessin ci-dessous les rugosités de surface et les tolérances des portées du roulement gauche. (charge faible).

APPLICATION N°7 :

L'arbre (2) porte-meule est guidé en rotation par deux roulements (3) et (4).

① De quel type de roulement s'agit-il ?

② Le montage de ces roulements est-il à « arbre tournant » ou à « moyeu tournant » ?

③ En tenant compte de la règle énoncée au chapitre 20/17, quelles sont les bagues montées avec serrage ?
 (intérieures ou extérieures).

④ Chacune de ces bagues doit être liée en translation avec l'arbre tournant, dans les deux sens (4 obstacles). Ces obstacles sont repérés par quelles lettres ?
 A - B - C - D - E - F - G - H
 (Entourez les lettres qui correspondent à la réponse).

⑤ La bague intérieure du roulement (4) est liée indirectement en translation avec l'arbre (2), à gauche en (G), à droite en (H). Établir sur la relation de contact ci-dessous la suite des contacts entre la bague intérieure et l'arbre (2).

⑥ Les bagues extérieures sont-elles montées avec jeu, ou avec serrage ?

⑦ Combien d'obstacles sont nécessaires pour assurer la liaison en translation de l'ensemble des deux bagues extérieures non tournantes avec le bâti (1). Par quelles lettres sont repérés ces obstacles en translation ?
 A - B - C - D - E - F - G - H
 (Entourez les lettres qui correspondent à la réponse).

⑧ La bague extérieure du roulement (3) est-elle liée en translation avec le bâti (1) :
 (OUI ou NON)

⑨ Quel élément est repéré (16) et quelle est sa fonction ?

⑩ Quelle est la rugosité de la surface de l'arbre (2) en contact avec les lèvres du joint d'étanchéité ?
 (Voir Méthode Active - chapitre DT 37/4)

⑪ Inscrivez sur le dessin ci-dessous la rugosité de surface et la tolérance à attribuer à la portée de roulement située à l'extrémité gauche de l'arbre porte-meule (charge modérée). Inscrivez également la rugosité de la surface en contact avec le joint d'étanchéité.

La tolérance de coaxialité des portées de roulement doit être faible, afin d'éviter une rotation irrégulière de la meule.

EVALUATION

Nom :

 Date :

GUIDAGE EN ROTATION

1. GÉNÉRALITÉS

1.1) CITER 3 FONCTIONS À ASSURER PAR UN GUIDAGE EN ROTATION EN PHASE D'UTILISATION

-
-
-

1.2) CITER 3 SOLUTIONS CONSTRUCTIVES DIFFÉRENTES POUR LA RÉALISATION D'UNE LIAISON PIVOT

-
-
-

1.3) A L'AIDE D'UN SCHEMA, MONTRER COMMENT RÉALISER UNE LIAISON PIVOT À L'AIDE DES LIAISONS SUIVANTES. PRÉCISER QUELLES SONT LES CONTRAINTES DE MONTAGE ÉVENTUELLES DE CHACUNE DES LIAISONS PIVOTS PROPOSÉES.

rotule + appui plan	linéaire rectiligne + pivot glissant

2. ROULEMENTS À BILLES

2.1) CITER ET REPRÉSENTER GRAPHIQUEMENT (À MAIN LEVÉE OU AUX INSTRUMENTS) 2 SOLUTIONS POUR ASSURER L'ARRÊT AXIAL D'UN ROULEMENT

Solution 1 :

Solution 2 :

BIBLIOGRAPHIE :

Œuvre	Auteur
Guide du dessinateur	A. Chevalier
Guide des sciences et technologies industrielles	Jean louis Fanchon
Sites internet	