

***Module 18 : DEMONTAGE ET
MONTAGE DES SYSTEMES
MECANIQUES
GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES***

TP1 – Réducteur de vitesse à roues dentées et à arbre creux

1.1. Objectif visé

Apprendre aux stagiaires les principes d'analyse de fonctionnement et le calcul des paramètres d'un réducteur de vitesse.

1.2. Durée du TP

Le travail pratique proposé est d'une durée de 2 heures.

1.3. Equipements et matière d'œuvre par stagiaire

- Dessin ;
- Calculatrice et outils de dessin.

1.4. Description du TP

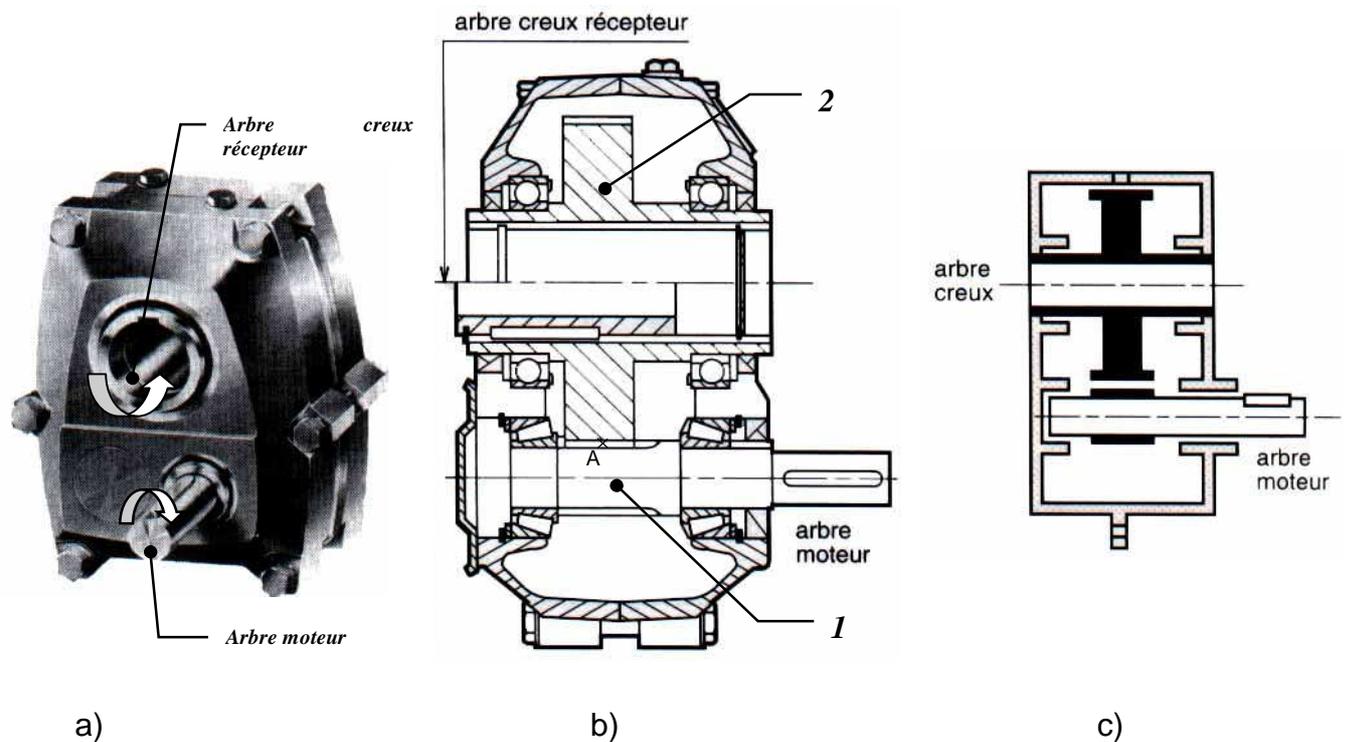


Fig. TP1-1

Le réducteur de vitesse à roue dentée et à arbre creux est composé d'un engrenage parallèle à denture droite (fig. TP1-1a). Le réducteur permet la transmission d'un mouvement de rotation à des vitesses différentes entre l'arbre moteur (plein) et l'arbre récepteur (creux).

1.5. Déroulement du TP

Données (fig. TP1-1b):

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

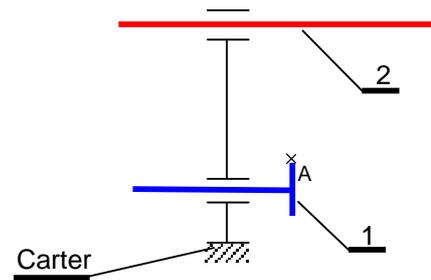


Fig. TP1-2

- A l'aide du schéma technologique (fig. TP1-1c) compléter le schéma cinématique du réducteur (fig. TP1-2) en utilisant deux couleurs différentes (liaisons avec le carter et liaison entre les deux roues dentées).
- Remplir 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	d_1		
	d_2		
Diamètres de tête	da_1		
	da_2		
Entraxe	a		
Raison	$r(2/1)$		
Vitesse de rotation de sortie	N_2		

TP2 – Engrenage

2.1. Objectif visé

Apprendre aux stagiaires les principes de détermination de la vitesse de rotation de sortie d'un engrenage.

2.2. Durée du TP

Le travail pratique proposé est d'une durée de 3 heures.

2.3. Equipements et matière d'œuvre par stagiaire

- Dessin ;
- Calculatrice et outils de dessin.

2.4. Description du TP

Un moteur électrique (vitesse de rotation $N_M = 2400$ tr/min) entraîne une vis sans fin (1) (voir le schéma cinématique et les caractéristiques des différents éléments de la chaîne cinématique de transformation de mouvement sur la fig. TP2-1). 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**.

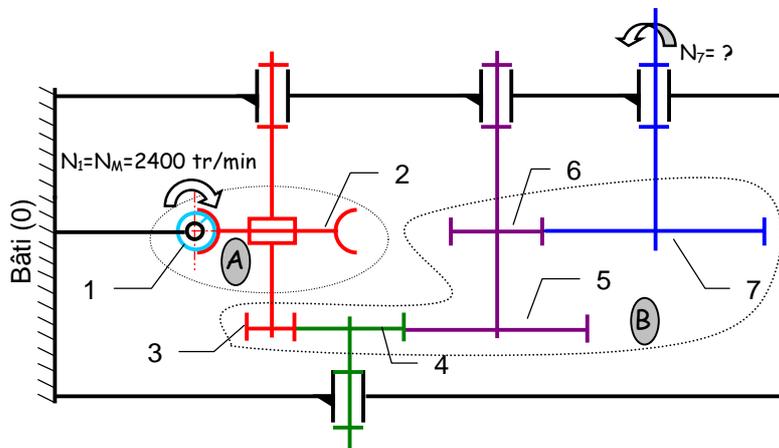


Fig. TP2-1

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

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

2.5. Déroulement du TP

Données :

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.	CARACTERISTIQUE	RAPPORT DE TRANSMISSION

- 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 $r_{7/1} = (N_7/N_1)$ en fonction de $r_{2/1}$ et de $r_{7/3}$
- 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 N_7 en fonction de $N_1 (=N_M)$ et $r_{7/1}$ puis calculer N_7 en tr/min, en prenant $r_{7/1} = 1/120$
- Exprimer littéralement la vitesse de rotation angulaire ω_7 en fonction de N_7 puis calculer ω_7 en rad/s.

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)

3.5. Déroulement du TP

Données

8	Ø8 = 70 MM	$r_{8/7} = \frac{N_8}{N_7}$
7	Ø7 = 35 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	
2	Z2 = 50 DENTS	$r_{2/1} = \frac{N_2}{N_1}$
1	Z1 = 2 FILETS	
REP.	CARACTERISTI QUE	RAPPORT DE TRANSMISSIO N

- 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 :
 - a) Donner le repère des roues menantes ;
 - b) Donner le repère des roues menées ;
 - c) Exprimer littéralement le rapport de transmission $r_{6/3} = (N_6/N_3)$;
 - d) 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 N1 (= 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 ω_8 en fonction de N8, puis calculer ω_8 en rad/s.
- Exprimer littéralement la vitesse linéaire de la courroie V en fonction de ω_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 ω_8 , puis calculer C8 en N.m.

TP4 – Transmission de mouvement par poulie et courroie

4.1. Objectif visé

Apprendre aux stagiaires les principes de calcul des rapports de transmission de mouvement par poulies étagées et courroies.

4.2. Durée du TP

Le travail pratique proposé est d'une durée de 3 heures.

4.3. Equipements et matière d'œuvre par stagiaire

- Dessin ;
- Calculatrice et outils de dessin.

4.4. Description du TP

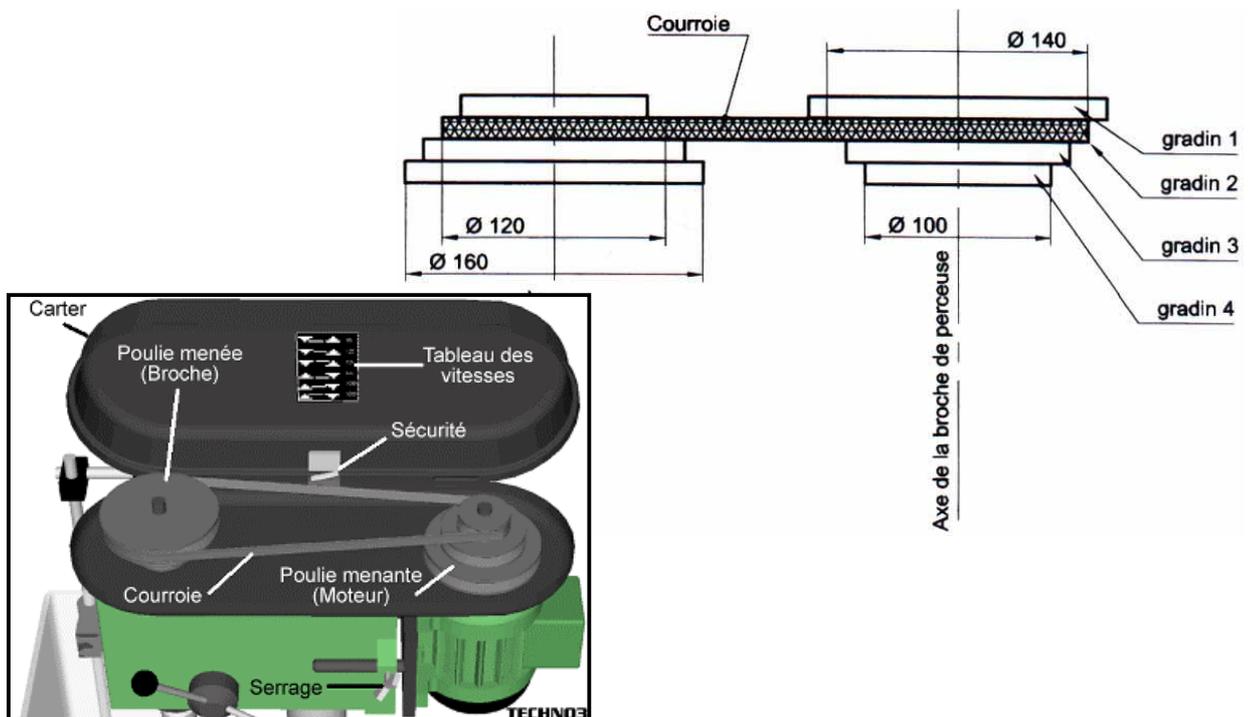


Fig. TP4-1

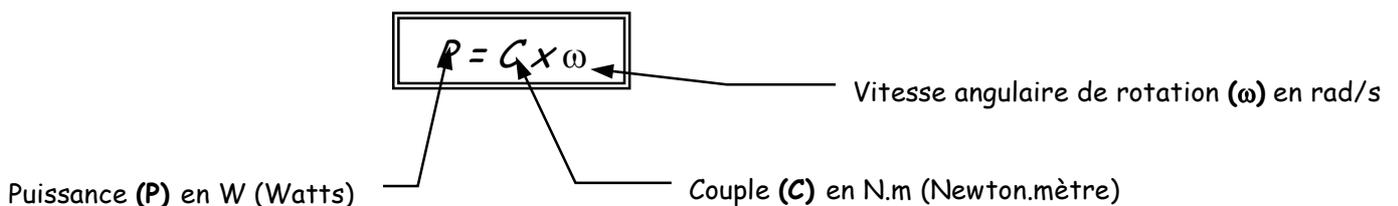
Sur la fig.TP4-1 est présenté le schéma d'une transmission de mouvement par poulies étagées - courroies, d'une broche de perceuse à colonne.

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 $r = (N_{\text{Broche}}/N_{\text{Moteur}})$.

4.5. Déroulement du TP

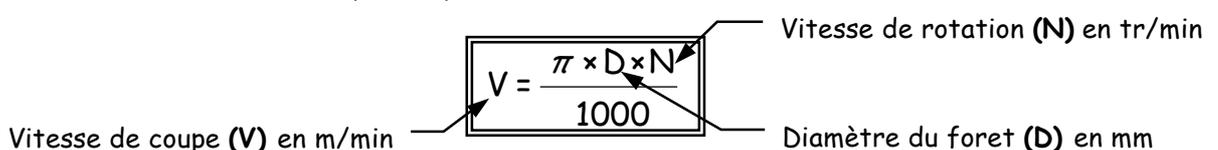
Pour faire des trous de diamètre 10 mm dans une bride, on règle la position de la courroie sur le deuxième gradin. La broche de la perceuse a alors une vitesse de rotation $N_2 = 600$ tr/min.

HYPOTHESE : Le rendement de la chaîne cinématique est égal à 1, la puissance disponible sur l'arbre (8) est donc égale à la puissance du moteur $P = 1500$ W.



- 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
- Calculer la vitesse de coupe du foret, V_F en m/min (vitesse linéaire en m/min d'un point situé sur la périphérie du foret)

VITESSE DE COUPE V (m/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.
- Calculer la vitesse de coupe maximale V_{Fmax} du foret de diamètre 10 mm, pour cela :
 - a) Expliquer sur quel gradin faut-il placer la courroie pour obtenir la vitesse de rotation maximale de la broche, N_{max} .
 - b) Justifier la réponse en calculant le rapport de transmission maximal $r_{max} = (N_{max}/N_M)$, puis la vitesse de rotation maximale du foret N_{max} en tr/min.
- Calculer la vitesse de coupe maximale du foret de diamètre 10 mm, V_F en m/min.

TP5 – Transmission de puissance par friction

5.1. Objectif visé

Apprendre aux stagiaires les principes de la transmission de puissance par friction.

5.2. Durée du TP

Le travail pratique proposé est d'une durée de 2 heures.

5.3. Equipements et matière d'œuvre par stagiaire

- Dessin ;
- Calculatrice et outils de dessin.

5.4. Description du TP

Soit une gaine (bande sans fin) entraînée par un système de rouleaux moteurs (fig. TP5-1). 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.

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

5.5. Déroulement du TP

Données :

- Vitesse linéaire de la gaine au point **A**, $V_A = 0,4$ m/s

- Diamètres des cylindres respectivement : $D_2 = 86 \text{ mm}$, $D_3 = 96 \text{ mm}$,
 $D_4 = 55 \text{ mm}$

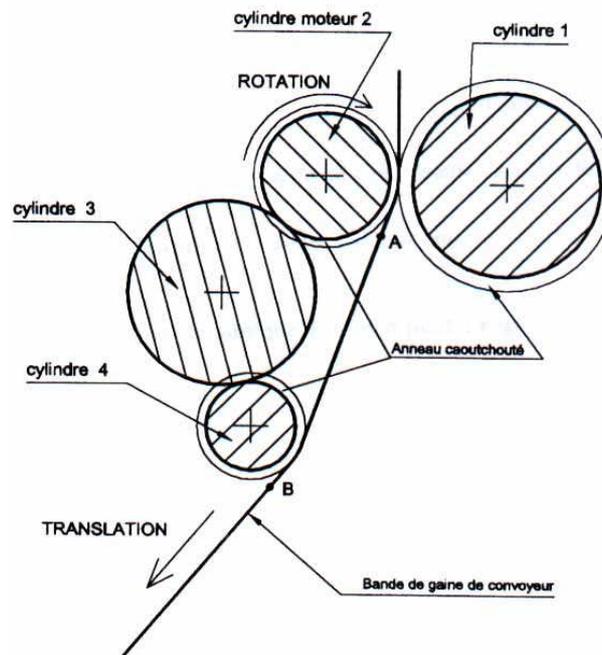


Fig. TP5-1

- 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, N_4 en tr/min ;
- Calculer la vitesse linéaire du cylindre 4, V_4 en m/s ;
- Sans calcul, déduire la vitesse linéaire de la gaine au point **B**, V_B en m/s ;
- Comparer les vitesses linéaires V_A et V_B , puis conclure sur la tension de la gaine entre les points **A** et **B**.

TP6 – Réducteur de vitesse à engrenage conique

6.1. Objectif visé

Apprendre aux stagiaires les principes d'assemblage d'un réducteur de vitesse à engrenage conique.

6.2. Durée du TP

Le travail pratique proposé est d'une durée de 3 heures.

6.3. Equipements et matière d'œuvre par stagiaire

- Dessin ;
- Documents techniques.

6.4. Description du TP

La fig. TP6-1 présente un réducteur de vitesse à engrenage conique.

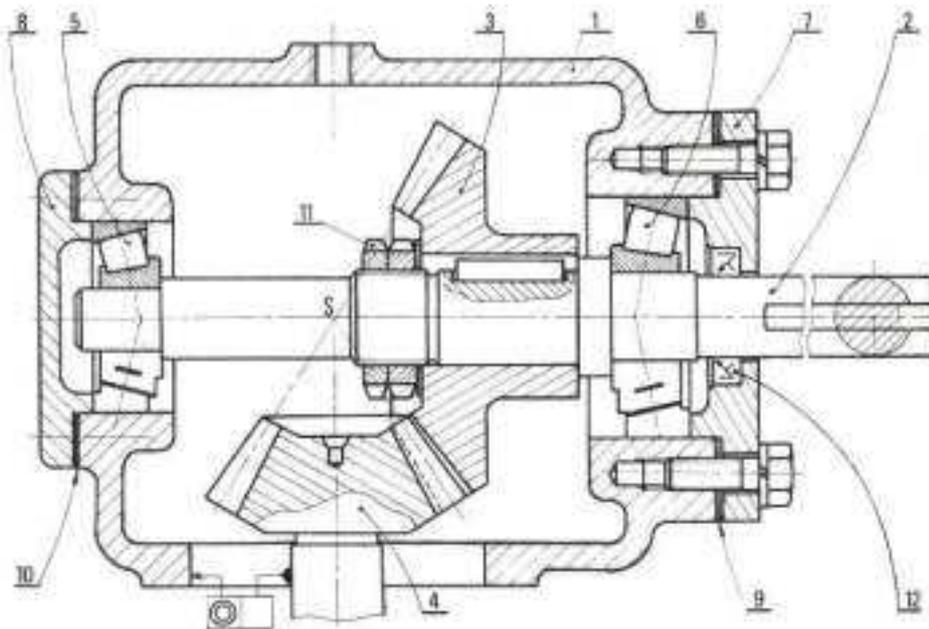


Fig. TP6-1

6.5. Déroulement du TP

- La roue (3) d'un réducteur est clavetée sur l'arbre (2) guidé en rotation par deux roulements (5) et (6). De quel type de roulements s'agit-il ?
- Le montage de ces roulements est-il à « arbre tournant » ou à « moyeu tournant » ?
- Ce montage est-il un montage direct (en « X ») ou indirect (en « O ») ?
- Indiquer les points de réglage en pensant au bon fonctionnement du couple des pignons coniques.
- Sachant qu'il s'agit d'un arbre tournant, quelles sont les bagues montées avec serrage ? Intérieures ou extérieures ?
- Donner les tolérances données aux portées qui vont recevoir ces bagues.
- Donner les tolérances données aux portées qui vont recevoir des autres bagues.
- Sur le dessin (fig. TP6-2) indiquer les rugosités de surface et les tolérances des portées du roulement gauche (faible charge).

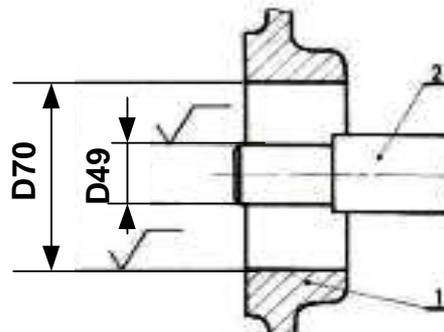


Fig. TP6-2

Le choix de l'ajustement est fonction de la charge (rapport entre charge dynamique de base du roulement et la charge équivalente appliquée) et de la dimension du roulement.

ANNEXE

MONTAGE DES BAGUES	Ø ARBRE	ROULEMENTS A BILLES	ROULEMENTS A ROULEAUX	ROULEMENTS A ROULEAUX CONIQUES	TOLERANCES DE L'ALEPAGE
BAGUES INTERIEURES MONTEES SERREES	< 40 < 140 < 200 > 200	H6 J6 K6 M6	J6 K6 N6 N6	M6 N6 P6 R7	H7
BAGUES EXTERIEURES MONTEES SERREES	TOUS Ø	G6	G6	F6	K7 M7 N7 P7

TP7 – Montage des roulements

7.1. Objectif visé

Apprendre aux stagiaires les principes d'assemblage des roulements qui guident un arbre.

7.2. Durée du TP

Le travail pratique proposé est d'une durée de 3 heures.

7.3. Equipements et matière d'œuvre par stagiaire

- Dessin ;
- Documents techniques.

7.4. Description du TP

Le dessin sur la fig. TP7-1 présente un porte-meule.

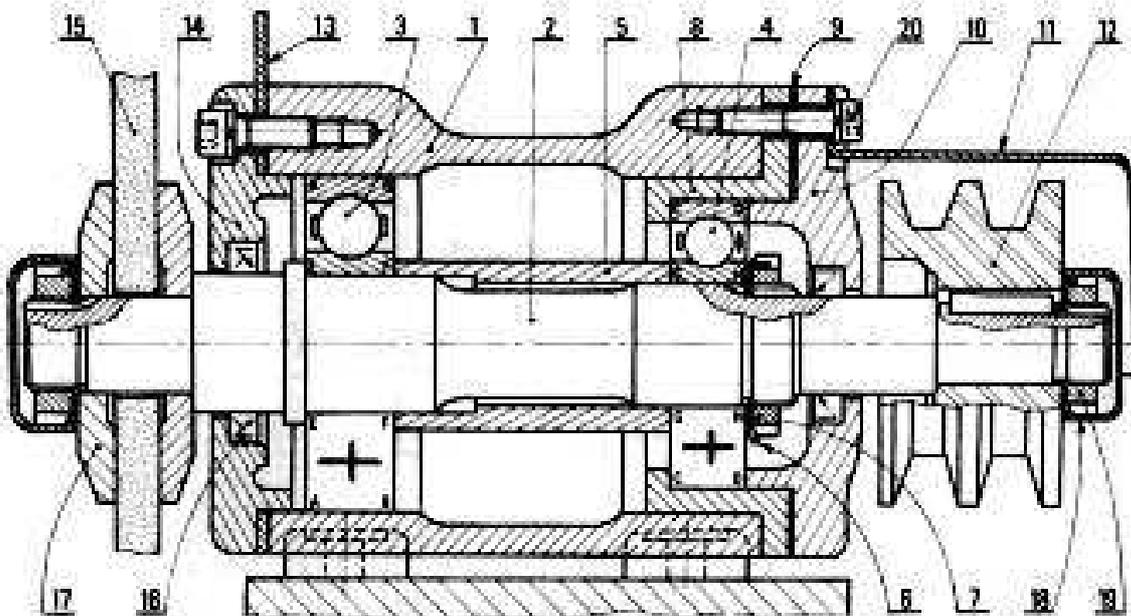


Fig. TP7-1

7.5. Déroulement du TP

- L'arbre (2) porte-meule est guidé en rotation par deux roulements (3) et (4). De quel type de roulements s'agit-il ?
- Le montage de ces roulements est-il à « arbre tournant » ou à « moyeu tournant » ?
- Indiquer les bagues montées en serrage (intérieures ou extérieures).
- 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

(Entourer les lettres qui correspondent aux bonnes réponses !)

- La bague intérieure du roulement (4) est liée indirectement en translation avec l'arbre (2), à gauche en G, à droite en H. Indiquer sur la relation de contacts (fig. TP7-2) la suite des contacts entre la bague intérieure et l'arbre (2).

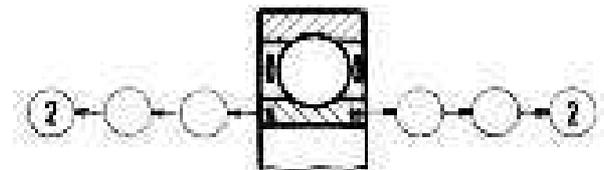


Fig. TP7-2

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

(Entourer les lettres qui correspondent aux bonnes réponses !)

- La bague extérieure du roulement (3) est-elle liée en translation avec le bâti (1) ?
- Quel élément est repéré (16) et quelle est sa fonction ?
- Quelle est la rugosité de la surface de l'arbre (2) en contact avec des lèvres du joint d'étanchéité ?
- Sur le dessin (fig. TP7-3) indiquer les rugosités de surface et les tolérances à attribuer à la portée du roulement situé à l'extrémité gauche de l'arbre porte-meule (charge modérée). Indiquer également la rugosité de la surface en contact avec le joint d'étanchéité. La tolérance de coaxialité doit être faible, afin d'éviter une rotation irrégulière de la meule.

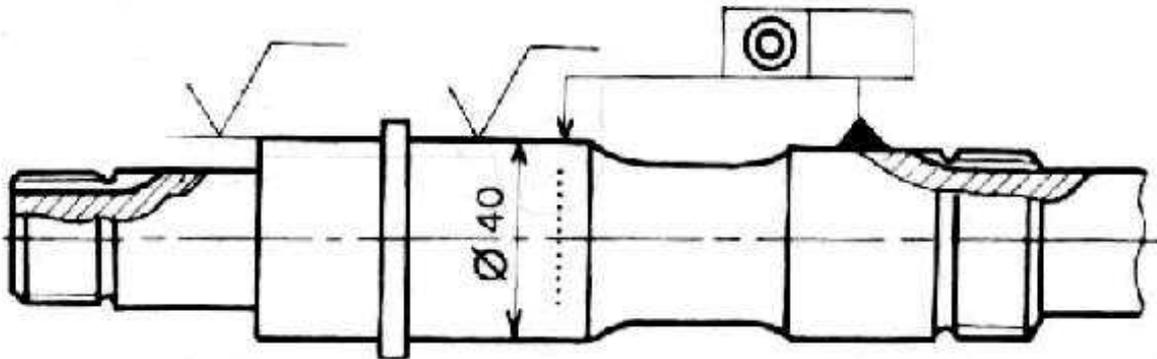


Fig.TP7-3

***Module 18 : DEMONTAGE ET
MONTAGE DES SYSTEMES
MECANIQUES***

EVALUATION DE FIN DE MODULE

O.F.P.P.T.
EFP

**MODULE 18 : DEMONTAGE ET MONTAGE DES SYSTEMES
MECANIQUES**

FICHE DE TRAVAIL

Stagiaire : _____ Code : _____
Formateur : _____

Durée : 4 heures

(Exemple)

GUIDAGE EN ROTATION

1. Généralités :

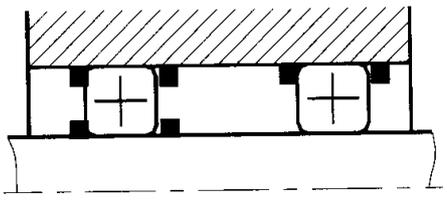
- a) Citer 3 fonctions à assurer par un guidage en rotation en phase d'utilisation
- b) Citer 3 solutions constructives différentes pour la réalisation d'une liaison pivot
- c) A l'aide d'un schéma, montrer comment réaliser une liaison pivot à l'aide des liaisons suivantes. Préciser quelles sont les contraintes de montage éventuelles de chacune des liaisons pivots proposées.

ROTULE + APPUI PLAN	LINEAIRE RECTILIGNE + PIVOT GLISSANT

2. Roulements à bille.

- a) Citer et représenter graphiquement (à main levée ou aux instruments) 2 solutions pour assurer l'arrêt axial d'un roulement

- b) Dans le montage ci-dessous, les roulements à billes (une rangée) ont les bagues extérieures montées serrées. Les carrés noirs représentent des arrêts axiaux. Schématiser ce montage en dissociant chaque roulement.

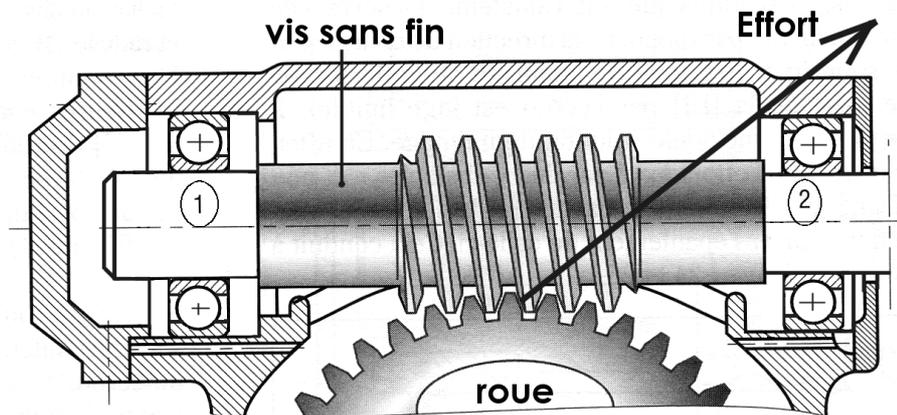
<p>MONTAGE :</p> 	<p>SCHEMA PROPOSE :</p>
--	-------------------------

3. Application

Pour les systèmes de roulements représentés ci-dessous :

- déterminer, en le JUSTIFIANT, quelles sont les bagues montées serrées et/ou avec jeu pour les roulement en ① et en ② ;
- symboliser, sur les dessins, les arrêts axiaux nécessaires.

Dans le système représenté ci-dessous, la vis sans fin entraîne en rotation la roue dentée. L'effort représente l'action de la roue sur la vis sans fin. Cet effort est relativement constant en direction.



EN ①, B.E. :
 EN ①, B.I. :
 EN ②, B.E. :
 EN ②, B.I. :

JUSTIFICATION(S) :

O.F.P.P.T.
E.F.P.

Filière : MMOAMPA

Examen de fin de module

Niveau : Technicien Spécialisé

FICHE D'EVALUATION

Stagiaire :

N°	Description	Barème	Note
1	Généralités	8	
2	Roulements à bille	12	
3	Application	20	
	TOTAL	40	

COMMISSION:

- 1.
- 2.

LISTE DE REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

<i>Ouvrage</i>	<i>Auteur</i>	<i>Edition</i>
Dessin technique	René Bourgeois René Cognet	Foucher, 1995
Transmission de la puissance mécanique	Mohamed Bengotaya	ISIC, 2000
Module 10. Montage et réglage des ensembles mécaniques (TFM)	Ouahid Keddaoui	OFPPT, 2006