

ROYAUME DU MAROC

مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail
DIRECTION RECHERCHE ET INGENIERIE DE FORMATION

**RESUME THEORIQUE
&
GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES**

**MODULE N 22 :
ACCESSOIRES DE
TRANSMISSION ET DE
TRANSFORMATION DU
MOUVEMENT**

SECTEUR : ELECTROTECHNIQUE

SPECIALITE : ELECTROMECHANIQUE

NIVEAU : QUALIFICATION

ANNEE 2010

Résumé de Théorie et Guide de travaux pratiques	<i>Module 22 : Accessoires de transmission et de transformation du mouvement</i>
--	--

Document élaboré par :

*Nom et prénom
ZINE THAMI*

*EFP
I.S.T.A LAAYOUNE*

*DR
D.R.P.S*

Révision

Dinca Carmen Mihaela

CDC Génie Electrique DRIF

Validation

-
-
-

SOMMAIRE

1. Courroies et poulies.....	7
1.1. Entraînement par courroie.....	7
1.2. Catégorie des courroies	7
1.3. Avantages et inconvénients	9
1.4. Calcul de la longueur de la courroie.....	9
1.5. Poulies pour courroies.....	10
1.6. Diamètres des poulies.....	11
1.7. Entretien des courroies et des poulies	13
2. Chaines et roues dentées.....	16
2.1. Entraînement par chaîne	16
2.2. Catégorie de chaînes	16
2.3. Avantages et inconvénients	19
2.4. Calcul de la longueur de la chaîne	20
2.5. Roues dentées des chaînes à rouleaux	20
2.6. Maintenance des chaînes et des roues dentées	21
3. Engrenages et roues dentées.....	23
3.1. Généralités.....	23
3.2. Définition	23
3.3. Types d'engrenages :.....	24
3.4. Forme de dents des roues coniques	24
3.5. Représentation schématisée d'engrenage à denture droite.....	26
3.6. Raison d'un train d'engrenages (rapport de transmission)	28
3.7. Roue et vis sans fin :	29
4. Cames et excentriques.....	34
4.1. Définition	34
4.2. Catégories de cames	35
5. Bielles et manivelles	35
5.1. Définition	35
5.2. Description	35
5.3. Entretien des systèmes bielles et manivelles	36
5.4. Exemples d'applications.....	37
Tp1 – Installation d'une courroie trapézoïdale crantée sur un équipement muni de la transmission par courroie (tour parallèle - perceuse – scie mécanique).....	39
Tp2 – Installation d'une chaîne à rouleaux et de roues dentées sur convoyeur	40
Tp3 – Diagnostic de mauvais fonctionnement sur entraînement par chaîne à rouleaux	41
Tp4 – Ajustement d'une came	43
Tp5 – Entretien d'un système bielle- manivelle	44

MODULE : 22

**ACCESSOIRES DE TRANSMISSION ET DE
TRANSFORMATION DU MOUVEMENT**

Durée : 60 heures

OBJECTIF OPERATIONNEL

COMPORTEMENT ATTENDU

Pour démontrer sa compétence le stagiaire doit :
**entretenir et réparer des accessoires de transmission et de
transformation du mouvement,**
selon les conditions, les critères et les précisions qui suivent.

CONDITIONS D'EVALUATION

- Travail individuel.
- À partir :
 - d'une unité fonctionnelle de transmission et de transformation du mouvement;
 - d'un problème de fonctionnement provoqué;
 - de directives.
- À l'aide :
 - de manuels techniques;
 - de l'outillage et de l'équipement appropriés;
 - d'instruments de mesure;
 - d'équipement de sécurité.

CRITERES GENERAUX DE PERFORMANCE

- Respect des règles de santé et de sécurité au travail.
- Respect du processus de travail.
- Travail soigné et propre.
- Précision du travail.
- Utilisation appropriée de l'outillage et de l'équipement.
- Résultat : fonctionnement de l'unité selon les spécifications.

OBJECTIF OPERATIONNEL DE COMPORTEMENT

**PRECISIONS SUR LE
COMPORTEMENT ATTENDU**

**CRITERES PARTICULIERS
DE PERFORMANCE**

A. Prendre connaissance des directives, des plans et des manuels techniques

- Interprétation exacte des symboles et des conventions du plan
- Repérage de l'information pertinente dans les manuels techniques

B. Effectuer des vérifications

- Choix appropriés des outils et des instruments

C. Poser un diagnostic

- Justesse du diagnostic

D. Monter, démonter et réparer les différents types d'accessoires tels que :

- poulies et courroies;
- roues dentées et chaînes;
- engrenages;
- cames et galets;
- excentriques;
- bielles, etc.

- Respect de la séquence de montage et de démontage
- Respect des normes du fabricant

E. Aligner et ajuster des accessoires

- Respect des jeux et des tolérances
- Tension et alignement précis

F. Vérifier le fonctionnement de l'ensemble

- Respect des paramètres de fonctionnement

G. Consigner les interventions

- Concision et pertinence de l'information présentée

Présentation du Module

Le module «Accessoires de transmission et de transformation du mouvement» est un module qui permet aux stagiaires d'acquérir les connaissances relatives aux accessoires de transmissions et de transformation du mouvement.

Une présentation succincte des principaux éléments de la transmission à savoir :

- *Courroies*
- *Poulies*
- *Chaînes et roues dentées*
- *Engrenages*
- *Cames et excentriques*
- *Bielles et manivelle*

Il vise donc à rendre le stagiaire apte à détecter les anomalies du bon fonctionnement de la transmission.

***Module 22 : ACCESSOIRES DE
TRANSMISSION ET DE
TRANSFORMATION DU MOUVEMENT
RESUME THEORIQUE***

1. COURROIES ET POULIES

1.1. Entraînement par courroie

▪ Courroie

Les courroies sont des organes de transmission de mouvement circulaire continu entre deux arbres éloignés l'un de l'autre, leur montage s'effectue sur des poulies.

▪ Nature des courroies

Il existe des courroies en caoutchouc, en balata, en fil d'acier, en plastique et en cuir.

1.2. Catégorie des courroies

Les courroies sont classées en fonction de leur forme géométrique. Il existe quatre catégories de courroies :

- Les courroies rondes
- Les courroies plates
- Les courroies trapézoïdales
- Les courroies particulières ou spéciales

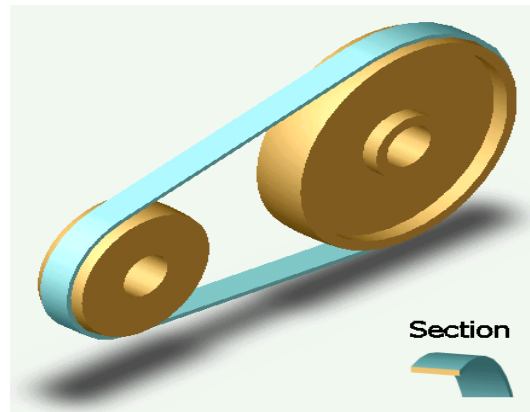
1.2.1. Courroies rondes

Faites de caoutchouc, elles sont conçues pour supporter des charges relativement faible. On les trouve dans les appareils électroniques tels que : radios d'autos, magnétoscopes, machine à coudre. Le coinçage de la courroie dans la gorge de la poulie, à l'avantage d'offrir une bonne qualité d'entraînement avec une très faible tension préalable de bruit



1.2.2. Courroies plates

Les courroies plates ont une section rectangulaire. Elles possèdent une grande surface de contact sur les poulies. Cette catégorie comprend trois types de courroies : les courroies plates ordinaires, les courroies plates minces et les courroies crantées. L'efficacité de ces courroies plates est très variables de (70% à 95%) et dépend de multiples facteurs tels que les matériaux utilisés, le montage, la vitesse, le milieu ambiant, etc. Elles sont silencieuses, peuvent transmettre de grandes puissances sur de grandes distances et ne nécessitent pas de poulies de grand diamètre

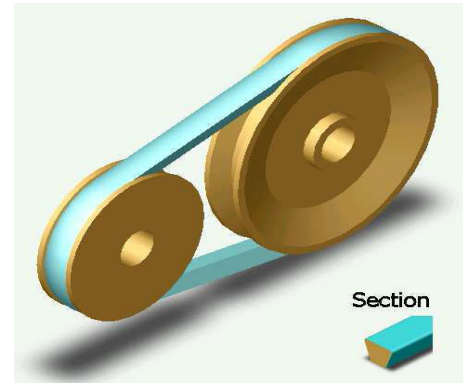


1.2.3. Courroies trapézoïdales

Sont les plus utilisées dans l'industrie. Leurs usages sont nombreux. Leur fonctionnement repose sur une particularité : le coincement de la courroie entre les gorges de la poulie lors de son enroulement. Le coincement augmente l'adhérence des courroies ce qui élimine presque entièrement le glissement. Il est alors possible de concevoir des entraînements avec un angle de contact et un entraxe plus petit, ce qui se traduit par un plus grand rapport de réduction de vitesse. Pour une tension de pose donnée, la pression sur les flancs représente le triple de la pression d'une courroie plate sur la jante. Il en résulte une diminution de la tension préalable de la courroie et une réduction des contraintes imposées aux paliers. Lors de dégagement de la courroie, la forme trapézoïdale permet presque sans frottement le dégagement du coincement.

Autre considération importante : la gorge de la poulie qui, si elle est plus profonde, empêche le laminage de l'air. Pour une efficacité maximale, les fabricants recommandent généralement une vitesse d'utilisation de l'ordre de 1400 tr/min pour une poulie de 12"). Cependant, les courroies trapézoïdales peuvent être employées jusqu'à une vitesse de 3000 m/min. Au-delà de 300 m/min le système est soumis aux vibrations. En effet, à un équilibrage dynamique des poulies. Celles-ci n'étant généralement vendues équilibrées que statiquement par les fabricants. L'équilibrage dynamique permet ainsi d'obtenir des vitesses plus élevées en diminuant la vibration parasite (balourd). Ces vibrations ont pour effet d'entraîner des contraintes additionnelles et la destruction des divers organes de la machine (arbres, roulements, paliers, dispositifs de fixation).

On remarque que les courroies trapézoïdales les plus utilisées sont celles qui ont une largeur comprise entre $1/4p_o$ et $1\ 1/2p_o$.



Courroies trapézoïdales doubles ou doubles V

Les courroies trapézoïdales doubles V sont utilisées dans les entraînements où les parties supérieure et inférieure de la courroie sont mises en contact avec les poulies. Les cordes de traction se trouvent vers le centre supérieur de chaque partie de la courroie.

1.2.4. Courroies particulières ou spéciales

Certains usages réclament des propriétés d'entraînement particulières. Pour répondre à ces exigences, on emploie des courroies articulées, des courroies à vitesse variable et des courroies côtelées. Ce sont des courroies inspirées des modèles précédents qui ont été modifiées afin de répondre à des besoins spécifiques.

1.3. Avantages et inconvénients

Les courroies ne requièrent pas de lubrification. Elles permettent des vitesses élevées, sont moins coûteuses à l'achat et moins bruyantes. Par contre, les courroies craignent l'huile et la graisse qui dégradent le caoutchouc qui les compose. La chaleur et le soleil (par les ultraviolets) sont aussi des ennemis. Cela s'explique par le fait que le caoutchouc, comme toute substance organique, est sensible à ces éléments. Finalement, le glissement relatif entre les poulies menantes et menées éliminent leur emploi (exception pour les crantées) lorsqu'un mouvement précis et sans glissement est requis.

1.4. Calcul de la longueur de la courroie

La longueur de la courroie est un point très important à surveiller. Une courroie trop longue risque de ne pas être tendue correctement. Une courroie trop courte diminue l'entraxe, ce qui a comme répercussion immédiate de diminuer l'arc de contact, et d'empêcher le montage. La longueur des courroies peut varier d'un fabricant à l'autre, pour des dimensions nominales identiques. Il est donc prudent d'utiliser des courroies du même fabricant sur un entraînement. Généralement, les longueurs sont disponibles par pas de quelques pouces d'intervalle. Cela rend valable le calcul

approximatif de la longueur. Il suffit, pour déterminer la longueur de la nouvelle courroie, de mesurer l'ancienne sur l'extérieur. Il faut tenir compte de l'étirement, puis comparer la longueur avec les tables des constructeurs.

▪ **Formule**

$$L = 2C + 1,57(D+d)$$

L = Longueur de courroie

C = Distance entraxe des poulies

D = Diamètre de la grande poulie

d = Diamètre de la petite poulie

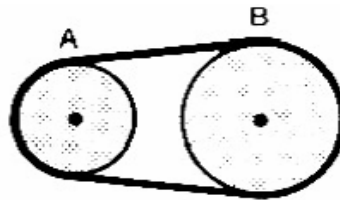
1,57 ou $\pi/2$ coefficient multiplicateur

Dans le cas où une longueur de courroie précise est nécessaire, l'utilisation de la formule suivante est recommandée (par exemple lorsque les poulies sont fixes ou lorsque la distance entre les centres est petite) :

$$L = 2C + \pi/2(D+d) + (D-d)^2/4C$$

Exercice :

Calculer la longueur de la courroie sachant que la poulie A a un diamètre $D_A = 200$ mm et $D_B = 450$ mm, la distance entraxes est $C = 500$ mm.



$$L = 2 \times C + 1,57 \times (D + d)$$

$$L = 2 \times 500 + 1,57 \times (200 + 450) = 2020,5 \text{ mm}$$

1.5. Poulies pour courroies

Les poulies sont des organes de transmission de mouvement circulaire continu montées sur des arbres et entraînées par des courroies.

1.5.1. Description

Une poulie est constituée par :

- Une jante : qui doit être aussi mince que possible, un léger bombage facilite le maintien de la courroie. Sa largeur doit être légèrement supérieure à celle de la courroie.
- Un moyeu : alésé au diamètre de l'arbre, les moyeux longs présentent un évidement ou chambrage.
- Des bras : droits ou courbés, le nombre est de 4, 5, 6, 8 suivant les dimensions de la poulie.

1.5.2. Différentes sortes de poulies

▪ Poulies pour courroies plates

Supportent mal les grandes vitesses de rotation

- montage en une pièce sur bout d'arbre
- montage en 2 pièces sur orangers intérieurs

▪ Poulies pour courroies trapézoïdales

L'angle formé par les côtés de la courroie est de 40 degrés. Les poulies pour courroie légère ont une gorge de 30 à 38°; les poulies pour les courroies classiques et étroites ont une gorge de 34 à 38°. Cette disposition répond à la déformation de la courroie qui s'engage sur la poulie. En effet, lors de l'engagement de la courroie sur la poulie, les fibres supérieures sont tendues, alors que les fibres inférieures sont comprimées; et cela directement en fonction de la diminution du diamètre de la poulie. On considère que le niveau du diamètre primitif de la poulie correspond à la zone neutre de la courroie. Cette construction est le résultat de recherches pour obtenir expérimentalement la meilleure adhérence. Cette adhérence, est produite par le coincement de la courroie dans la gorge, et en comptant sur un dégagement sans effort à sa sortie.

1.6. Diamètres des poulies

1.6.1. Définition

Le diamètre de la poulie menante dépend de la vitesse de la machine réceptrice du diamètre de la poulie ainsi que la vitesse du moteur.

1.6.2. Diamètres primitifs

Le diamètre primitif de la poulie concorde avec l'axe neutre de la courroie. Cet axe neutre se trouve, selon le type de courroie, entre la moitié et les deux tiers de la base de la section.

1.6.3. Rapport de vitesse

$$R_v = \omega_2 / \omega_1 = N_2 / N_1 = D_1 / D_2$$

D_1 : diamètre de la poulie menante (motrice)

D_2 : diamètre de la poulie de la machine réceptrice (menée)

N_2 : vitesse de la machine en tr/min

N_1 : vitesse du moteur en tr/min

ω_1 ; ω_2 : Vitesse angulaire des poulies en rad/min

(1) représente l'élément menant

(2) représente l'élément mené

Exercice 1 :

La poulie d'une machine tourne à une vitesse de 2250 tr/min le diamètre d de la poulie est 200 mm le moteur d'entraînement tourne à 900 tr/min calculer le diamètre D de la poulie du moteur.

Réponse :

On appliquant le formule ci-dessous :

$$D_1 = D_2 \times N_2 / N_1$$

$$D_1 = 200 \times 2250 / 900 = 500 \text{ mm}$$

Exercice 2 :

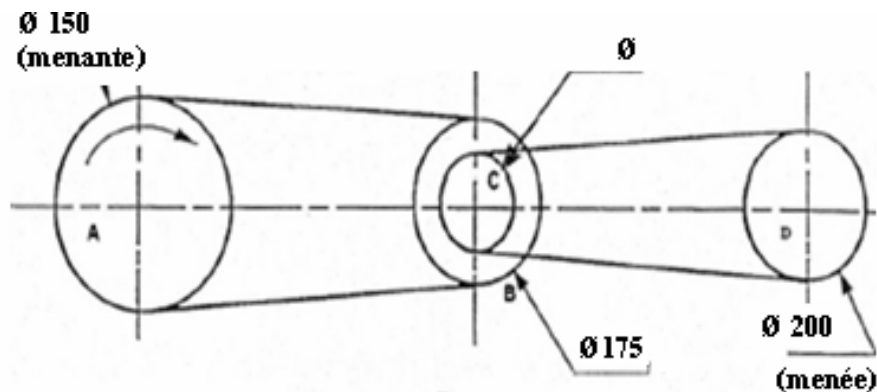
Quel diamètre devra avoir la poulie réceptrice d'une machine tournant à 1250 tr/min si le moteur d'entraînement tourne à 1000 tr/min et le diamètre D de la poulie du moteur est de 400 mm ?

Réponse :

$$D_1 \times N_1 = D_2 \times N_2$$

$$D_2 = D_1 \times N_1 / N_2 = 1000 \times 400 / 1250 = 320 \text{ mm}$$

Exercice 3 :



- Calculer le diamètre de la poulie C sachant que le rapport menante menée est de 3/14 (les dimensions sont en mm).
- Calculer la vitesse de la poulie menée sachant que la vitesse de la poulie menante A est de 3500 tr/min.

Réponse :

$$a) R_v = D_a \times D_c / D_b \times D_d = 3/14$$

$$D_c = D_b \times D_d \times 3 / 14 \times D_a$$

$$D_c = 175 \times 200 \times 3 / 14 \times 150$$

$$D_c = 50 \text{ mm}$$

$$b) R_v = N_2 / N_1 = 3/14 = N_2 / 3500$$

$$N_2 = 3 \times N_1 / 14 = 3 \times 3500 / 14$$

$$N_2 = 750 \text{ tr /min}$$

1.7. Entretien des courroies et des poulies

Inspection et entretien

L'entraînement par courroies demande un entretien périodique.

Cet entretien débute par une surveillance systématique des entraînements.

Ces inspections s'effectuent :

- en marche par l'écoute du bruit généré par l'entraînement.
- à l'arrêt par l'inspection visuelle des poulies et courroies.

Divers facteurs touchent les courroies, il s'agit :

- de la chaleur
- de l'huile et de la graisse
- de la poussière
- de l'alignement des poulies

Le tableau suivant donne un exemple de différente indication permettant de résoudre les principaux problèmes liés aux entraînements par courroie.

Tableau de diagnostic

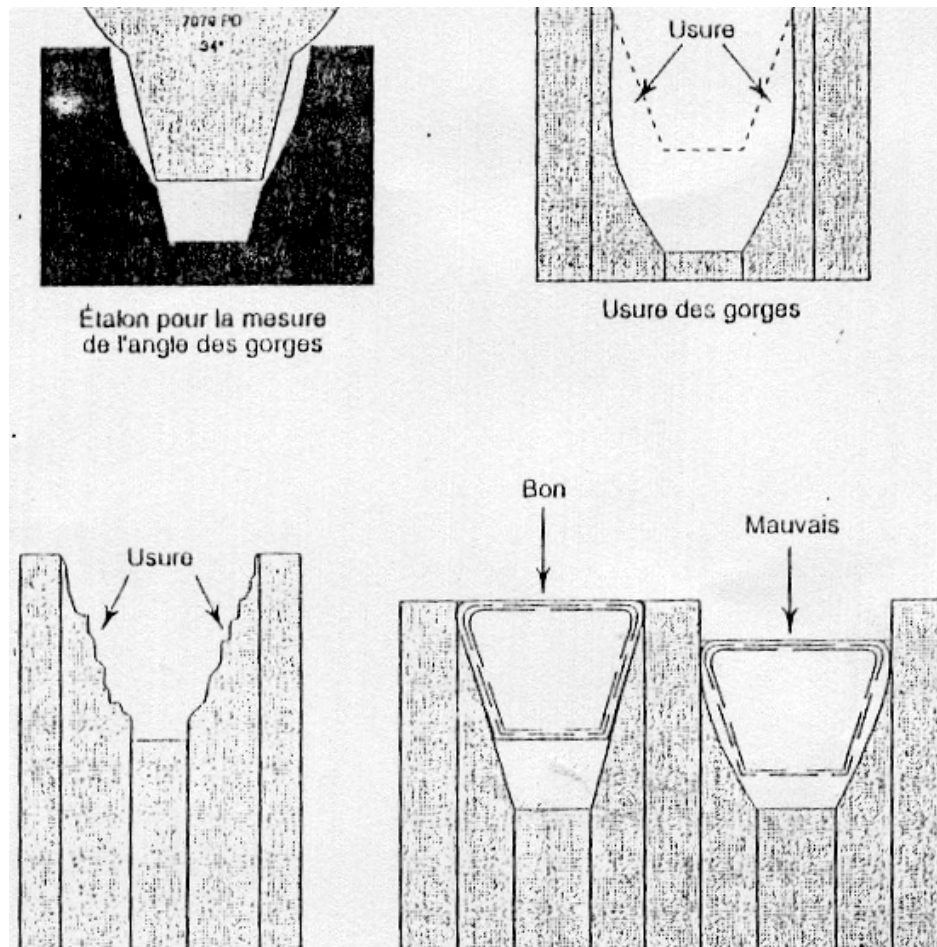
Problème	Causes possibles	Actions correctives
La courroie glisse	<ul style="list-style-type: none"> • Manque de tension • Puissance transe use trop grande. • Usure de gorge de la poulie • Poulie graisseuse ou huileuse 	<ul style="list-style-type: none"> • Augmenter la tension • Réduire la charge ou changer la conception • Remplacer la poulie • Nettoyer la poulie et la courroie
La courroie se retourne	<ul style="list-style-type: none"> • Mauvais a alignement • Usure de la poulie • Vibration excessive • Corde brisée parce que la courroie a été forcée lors du montage 	<ul style="list-style-type: none"> • Aligner correctement la poulie et la courroie • remplacer la poulie • Ajuster la tension de la courroie • Remplacer la courroie. Ne jamais forcer une courroie lors de son installation
La courroie s'use rapidement	<ul style="list-style-type: none"> • Usure de la poulie • puissance transmise trop grande • mauvais alignement • glissement de la courroie • poulie de diamètre trop petit. 	<ul style="list-style-type: none"> • Remplacer la poulie • Réduire la charge ou changer la conception • Aligner correctement la poulie et la courroie • Augmenter la tension • Changer la conception

Résumé de Théorie et Guide de travaux pratiques	Module 22 : Accessoires de transmission et de transformation du mouvement
--	--

La courroie se sépare	<ul style="list-style-type: none"> • Matériau étranger sur l'entraînant • Glissement de la courroie • Dommages à la courroie lors du montage 	<ul style="list-style-type: none"> • Installer un protecteur de courroie • Augmenter la tension • Installer une nouvelle courroie correctement
La courroie s'étire	<ul style="list-style-type: none"> • Surcharge • Tension trop élevée • Cordes brisées lors de fonctionnement 	<ul style="list-style-type: none"> • Changer la conception • Ajuster à la bonne tension • Remplacer toutes les courroies
La courroie crie	<ul style="list-style-type: none"> • Glissement de la courroie • Arc de contact insuffisant • Surcharge de l'entraînement 	<ul style="list-style-type: none"> • Augmenter la tension • Augmenter la distance entre les centres • Changer la conception
Le bas de la courroie est fissuré	<ul style="list-style-type: none"> • Température environnante trop élevée • Diamètre de poulie trop petit • Glissement de la courroie 	<ul style="list-style-type: none"> • Fournir de la ventilation • Changer la conception • Augmenter la tension
Un roulement chauffe	<ul style="list-style-type: none"> • Glissement de la courroie • Tension trop élevée • Roulement trop petit 	<ul style="list-style-type: none"> • Augmenter la tension • Ajuster la tension correctement • Calculer un nouveau roulement

1.7.1. Vérification des poulies

Il est très important de vérifier régulièrement l'état des poulies et plus particulièrement leur usure. Les cotés de la gorge de la poulie qui s'usent en creux procurent une diminution du coincement de la courroie dans la gorge de la poulie et une diminution d'efficacité provoquée par le glissement. La durée de vie de la courroie est alors grandement réduite. La figure suivante montre une gorge de poulie usée et la technique de contrôle avec gabarit.



1.7.2. Vérification des courroies

Vérifier l'usure inégale sur les bords des courroies, le fendillement ou les déchirures sur l'enveloppe extérieure et les signes d'usure sur le bord inférieur de la courroie. Les courroies présentant une usure des parois latérales indiquent très souvent que l'entraînement est mal aligné. Il faut vérifier l'alignement des poulies avec une règle. Voici les principaux défauts que on peut trouver.

▪ Fissuration

Une fissuration est l'apparition de petites crevasses transversales de la fibre neutre à la base de la courroie. Cette fissuration est le résultat du vieillissement, du soleil et des intempéries auxquels elle est exposée. Les éléments extérieurs en sont responsables. La présence de garde est le meilleur moyen de prévention.

▪ Rupture du tissu ou du recouvrement

La rupture du tissu se caractérise par des arrachements de tissu au niveau du recouvrement. Ce type de rupture est attribué à une tension trop élevée sur des poulies usées.

▪ **Effilochure**

Elle survient quand un fil se détache de la courroie. Ce dommage est causé soit par une poulie brisée, soit par une interférence mécanique avec une autre pièce de la machine

1.7.3. Technique de tension de la courroie

Voici 6 règles générales à retenir sur la tension :

- La tension idéale est celle qui assure une rotation des poulies sans glissement de la courroie lors du démarrage et en charge maximale
- Une grande tension réduit la durée de vie des courroies et du roulement
- Toujours garder les courroies propres et exemptes d'huile
- La vérification de la tension doit être faite à plusieurs reprises lors des 48 premières heures de fonctionnement
- Vérifier les courroies périodiquement, augmenter la tension s'il y a glissement.
- Ne jamais appliquer un (conditionneur) à courroie ce produit risque d'endommager les courroies plusieurs méthodes sont utilisées pour mesurer la bonne tension des courroies.

1.7.4. Tensiomètre

Méthode manuelle d'expérience

Elle peut être utilisée facilement lors des inspections d'entretien cependant, elle demande une bonne expérience car cette méthode utilise le toucher.

Méthode par mesure de l'étirement de la courroie

Cette méthode est précise et efficace pour les entraxes dépassant le mètre. Elle prend en compte les caractéristique du milieu afin d'obtenir la tension optimale.

2. CHAINES ET ROUES DENTEES

2.1. ENTRAINEMENT PAR CHAINE

Les chaînes sont utilisées pour transmettre la puissance mécanique dans pratiquement dans toutes les usines. On les trouve aussi dans les moyens de transport (vélos, motos et automobiles, dans les engins de manutentions.

2.1.1. Généralité

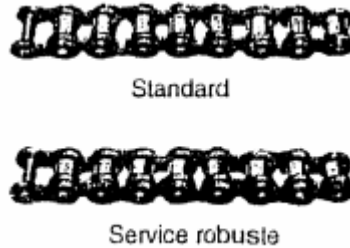
La transmission par chaîne permet aussi de transmettre un mouvement de rotation à l'aide d'un lien articulé appelé chaîne entre deux arbres parallèles par l'intermédiaire de roues dentées. Son rendement est considéré comme excellent varie entre 95% à 99%.

2.2. Catégorie de chaînes

Les chaînes se classent en deux grandes catégories, les chaînes de transmission de puissance et les chaînes de manutentions utilisées sur les convoyeurs ou les équipements de levage.

2.2.1. Chaîne à rouleaux

La chaîne à rouleaux appelée aussi chaîne de précision est formée d'une série de maillons constitués de rouleaux reliés entre eux par deux plaquettes la figure ci-dessous montre les composants des divers maillons



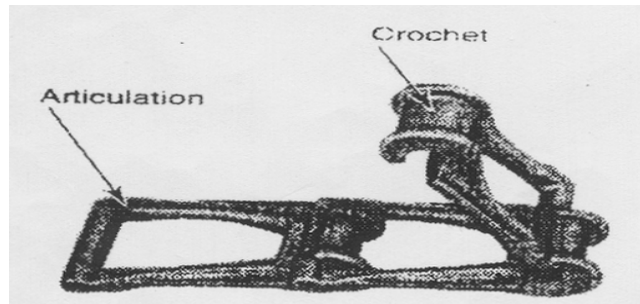
2.2.2. Chaîne silencieuse

La chaîne silencieuse est appelée aussi chaîne à dents renversées, est spécialement conçue pour les opérations silencieuses. Elle est constituée de plaquettes avec une double saillie triangulaire articulées sur des axes par l'intermédiaire de douilles formant des coussinets.



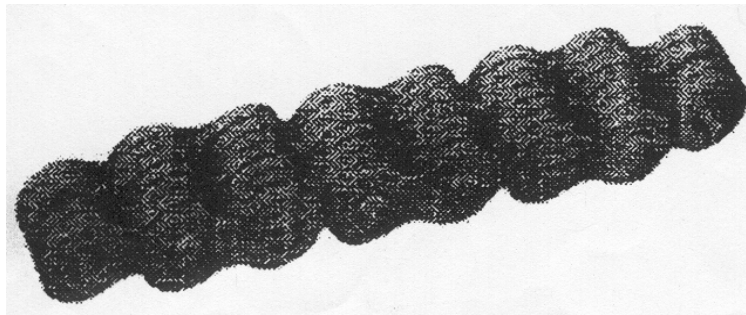
2.2.3. Chaîne détachable

C'est une chaîne simple, peu coûteuse. Employée pour des vitesses lentes et des charges faibles. Les maillons sont en acier ou en fonte et sont faciles à remplacer. Chaîne sans rouleaux est fabriqué avec les mêmes standards dimensionnels que la chaîne a rouleaux. Excepte qu'elle est montée sans rouleaux. Cela permet d'avoir une chaîne de même capacité et plus économique à l'achat. Elle est utilisée à des vitesses lentes et des fonctionnements courts et peu fréquents. La figure montre son utilisation sur un élévateur fourchette.



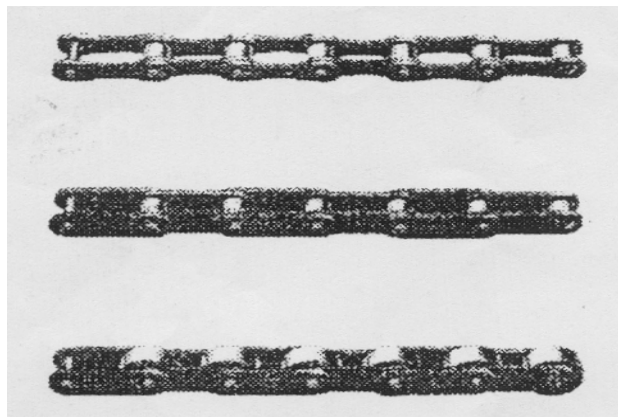
2.2.4. Chaîne à feuille

La chaîne à maillons de tension sert au levage des charges à faible vitesse. Elle sont fabriquées avec les mêmes plaques que les chaînes à rouleaux et ont des axes rivetés, ce qui donne une capacité de charge maximale pour une largeur minimale.



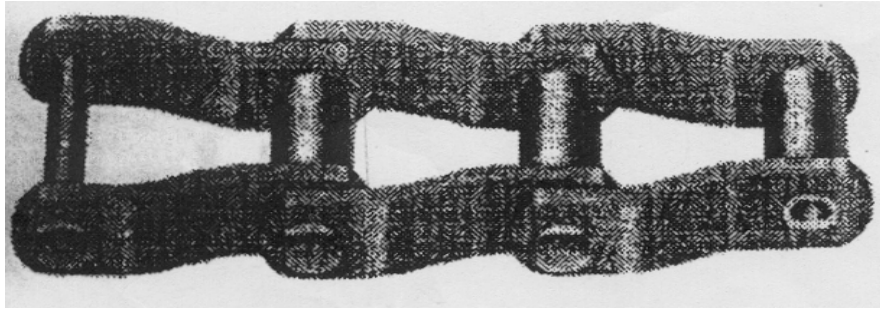
2.2.5. Chaîne à pas long (double)

La chaîne à pas long, aussi appelée chaîne à pas double, est semblable à la chaîne à rouleaux. Exception faite de la longueur des maillons qui est du double. Sa diminution de son poids et du nombre de joints d'articulation.



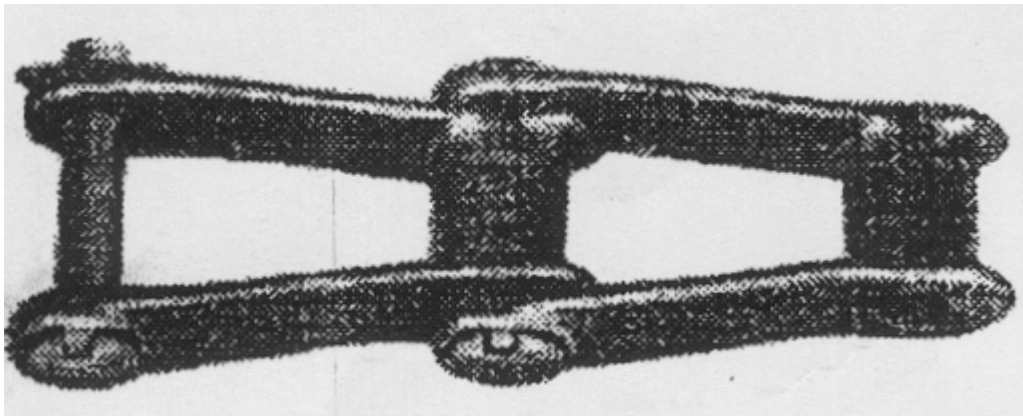
2.2.6. Chaîne à maillons coudés

Cette chaîne a un seul type de maillon qui est une variante de la chaîne à rouleaux l'une des extrémités du maillon possède la forme du maillon extérieur. La figure montre une chaîne a maillon coudés.



2.2.7. Chaîne à fuseau et chaîne (H)

Les transmission avec chaîne a fuseau, trouvent leurs applications ou les vitesse et la précision sont faible. On les retrouve aussi dans les endroits ou les conditions d'opération sont difficiles. Telle les atmosphères corrosives, abrasives et à température élevée. Elles sont principalement fabriquées de fonte malléable.



2.3. Avantages et inconvénients

2.3.1. Avantages

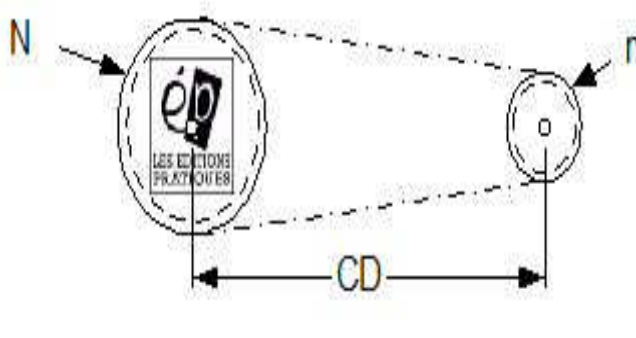
- *Il est plus puissant*
- *Ne glisse pas*
- *Garde un rapport constant entre la roue menante et la roue menée*
- *Offre un meilleur rendement*
- *L'usure sur les chaînes est un processus lent et demande moins d'ajustement et surveillance*
- *Offre une durée de vie de 15000 h en moyenne*

2.3.2. Inconvénient

- Il est plus brouillant
- Les chaînes n'amortissent pas les chocs
- Les chaînes demandent une lubrification fréquente durant toute la durée de leur utilisation
- Les chaînes ont une masse élevée ce qui limite leur vitesse

2.4. Calcul de la longueur de la chaîne

Calcul de la longueur d'une chaîne à rouleau

$L = 2 \frac{CD}{P} + \frac{(N+n)}{2} + C$											
	<p>L = Longueur de la chaîne en pas (nombre de mailles) CD = Distance Centre à Centre des roues dentées en pas P = Longueur d'une pas en pouce N = Nombre de dents de la grande roue n = Nombre de dents de la petite roue C = Constante du rapport (voir tableau)</p>										
<p>Note sur la tension de la chaîne: Le réglage de la tension d'une chaîne à rouleau est de 2% à 3% de la distance CD.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Rapport "C"</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1:1 à 4:1</td><td></td></tr> <tr> <td>4:1 à 6:1</td><td>0,3</td></tr> <tr> <td>6:1 à 8:1</td><td>1</td></tr> <tr> <td></td><td>2</td></tr> </tbody> </table>	Rapport "C"		1:1 à 4:1		4:1 à 6:1	0,3	6:1 à 8:1	1		2
Rapport "C"											
1:1 à 4:1											
4:1 à 6:1	0,3										
6:1 à 8:1	1										
	2										

2.5. Roues dentées des chaînes à rouleaux

Il existe deux catégories dentées pour la transmission à chaînes :

- les roues commerciales et les roues de précisions. Le choix dépend de l'application à laquelle on destine la roue.
- les roues commerciales conviennent habituellement aux vitesses faible ou modérées. Cependant, il est recommandé d'utiliser des roues de précisions lorsque la transmission est soumise à des fortes charges et à des grandes vitesses, ou encore lorsqu'elle comporte des centres fixes, des exigences rigoureuses de synchronisation, d'alignement ou d'ajustement.

En général, les transmissions exigent un mode de lubrification du type A (lubrification manuelle) ou de type B (lubrification gouttes à gouttes ou par barbotage) peuvent utiliser des roues commerciales. Les transmissions avec un mode de lubrification de type C (jet d'huile ou pulvérisation) peuvent exiger des roues de précisions.

2.5.1. Types de roues dentées

Le type A est un simple roue plate

Le type B est muni d'un moyeu d'un seul côté

Le type C a un moyeu de chaque côté

Le type D comporte un moyeu double démontable

2.6. Maintenance des chaînes et des roues dentées

Trois points vous permettent de veiller au bon fonctionnement de l'entraînement :

- la surveillance de l'usure.
- une bonne lubrification.
- une bonne maintenance.

On considère comme normale une durée de service de 15000H

- une chaîne peut se rompre par fatigue.
- une chaîne craint la corrosion, la poussière et le frottement.
- une bonne lubrification est essentielle

Diagnostic de pannes

Symptômes	Causes possibles	Action corrective.
Bruit excessif	<ul style="list-style-type: none"> • Mauvais alignement des roues dentées • Chaîne trop tache ou trop tendue • Manque de lubrification • Supports de palier mal serrés • Pas de la chaîne trop grand. • Pas assez de dents sur la roue ou les tendeurs 	<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier l'alignement et corriger. • Ajuster la tension • Lubrifier correctement • Resserrez les bouchon changer les coussinets • Remplacer chaîne/roue. • Vérifier l'allongement de chaîne. • Utiliser des roues ayant plus de dents.
Chaîne grim pant sur la roue dentée	<ul style="list-style-type: none"> • Mauvais ajustement de la chaîne sur les roues dentées. • Chaîne usée • Mauvais enveloppement de la chaîne sur les roues • Jeu excessif de la chaîne. • Saletés dans les creux des dents de roues. 	<ul style="list-style-type: none"> • S'assurer que le diamètre à la base des dents ne soit pas trop grand • Remplacer chaîne/roue • Corriger la disposition de l'entraînement pour que plus de dents entrent en contact avec la chaîne. • Ajuster centre pour obtenir un jeu adéquat • Nettoyer

Résumé de Théorie et Guide de travaux pratiques	Module 22 : Accessoires de transmission et de transformation du mouvement
--	--

Battement	<ul style="list-style-type: none"> • Chaîne trop tache ou trop tendue • Tendeur placé à un endroit inapproprié • Roue trop petite • Chemin de la chaîne usé. • Manque de lubrification articulation ou rouleau coincé • Charge trop concentrée 	<ul style="list-style-type: none"> • Ajuster le mou adéquatement • Placer le tendeur au endroit enlever tout obstacle utiliser des roues plus grosses • Remplacer le chemin de la chaîne • Lubrifier • Libérer ou remplacer les pièces coincées. • Disposer la charge uniformément sur le convoyeur.
Chaîne rapide	<ul style="list-style-type: none"> • Usure par manque de lubrification • Corrosion • Surcharge excessive • Accumulation des matériaux dans les articulations • Mauvais alignement. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nettoyer et lubrifier correctement • Protéger la chaîne contre la corrosion • Réduire la charge avec un carter • Nettoyer. • Vérifier l'alignement.
Rupture de dents de la roue	<ul style="list-style-type: none"> • Obstacle ou corps étranger dans le carter de la chaîne • Trop de chocs. Surtout sur les petites roues • Chaîne grimpant sur les dents de la roue. 	<ul style="list-style-type: none"> • Enlever l'obstacle et vérifier le jeu de la chaîne et des roues • Réduire les chocs.
Défaillance des attaches de la chaîne.	<ul style="list-style-type: none"> • Vibrations • Obstacle de frappant. Contre les goupilles fondues • Goupilles fendues mal installés 	<ul style="list-style-type: none"> • Réduire le niveau de vibrations • Eliminer les obstacles • Installer correctement
Température trop haut (surchauffe)	<ul style="list-style-type: none"> • Vitesse de fonctionnement plus rapide que prévu • Manque de lubrification • Chaîne tournant trop vite si la lubrification se fait par barbotage • Chaîne frottant contre obstacle 	<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier la vitesse maximale recommandée • Augmenter pour le volume d'huile pour le refroidir le réservoir • Utiliser un jet continu • Ajuster le niveau d'huile correctement • Enlever l'obstacle

Chaîne s'accrochant aux roues	<ul style="list-style-type: none"> • Mauvais chaîne ou roue trop usée • Lubrification trop consistant • Saletés dans les creux des dents de roues 	<ul style="list-style-type: none"> • Remplacer chaîne/roue • Lubrifier • Nettoyer.
Usure des plaquette intérieures ou des plaquettes des maillons et des coté des dents Des roues	<ul style="list-style-type: none"> • Mauvais alignement 	<ul style="list-style-type: none"> • Démontez la chaîne et corriger l'alignement des • Roues et des arbres

3. ENGRENAGES ET ROUES DENTEES

3.1. Généralités

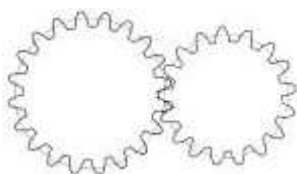
Les engrenages sont des éléments de transmission de puissance très utilisés en mécanique. C'est le moyen de transmettre le mouvement et la puissance entre deux arbres tout en gardant un rapport de vitesse constant. Ils sont économiques et peuvent être fabriqués avec de nombreux matériaux allant des alliages métalliques jusqu'aux matières plastiques.

3.2. DEFINITION

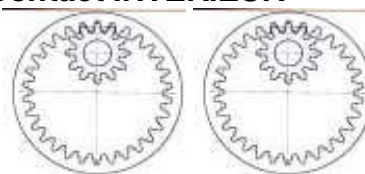
- **Un Engrenage** : est un système mécanique composé de deux roues dentées servant à la transmission du mouvement de rotation
- **Train d'engrenage** : est un ensemble de plusieurs roues dentées qui transmettent de la puissance et du mouvement dont le but d'obtenir de rapport de vitesse désiré
 - La roue dentée **motrice** s'appelle roue **menante**
 - La roue **réceptrice** s'appelle roue **menée**

▪ TYPES DE CONTACT :

Contact EXTERIEUR



Contact INTERIEUR



3.3. . TYPES D'ENGRENAGES :

Suivant la position relative des axes des roues, on distingue :

- **Les engrenages parallèles : les axes sont sur un même plan et parallèle**



- **Les engrenages concourants : les axes sont sur un même plan et concourant**



- **Les engrenages gauches : les axes ne sont pas dans le même plan. Sont sur deux plans obliques ou parallèles l'un par rapport à l'autre.**



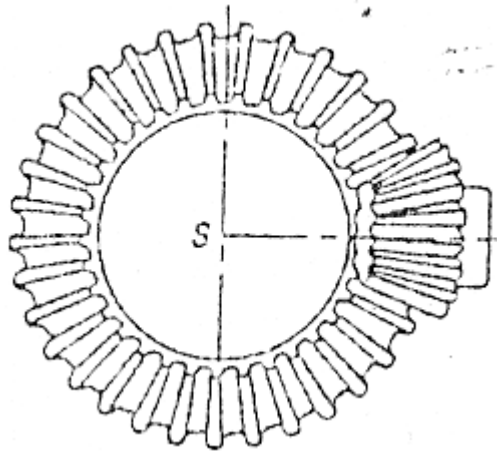
3.4. Forme de dents des roues coniques

Il existe trois formes de dents pour roues coniques, il s'agit :

- ❖ Des roues coniques à denture droite
- ❖ Des roues coniques à dentures hélicoïdales
- ❖ Des roues coniques à denture hypoïdes

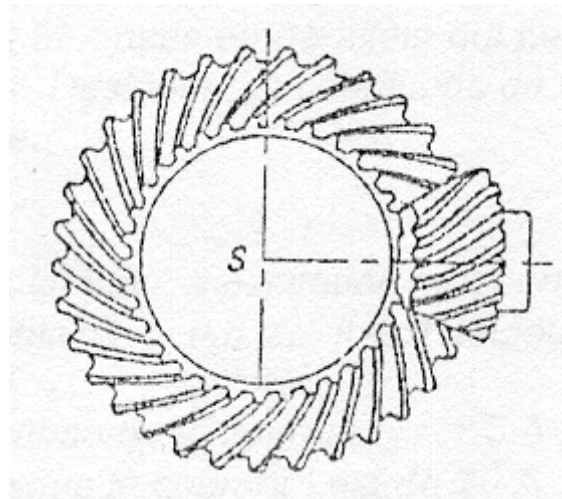
3.4.1. Engrenage conique à denture droite

A un fonctionnement bruyant.



3.4.2. Engrenage conique à denture hélicoïdale

Est utilisé pour supprimer les petites vibrations et de générer un fonctionnement plus doux et plus silencieux

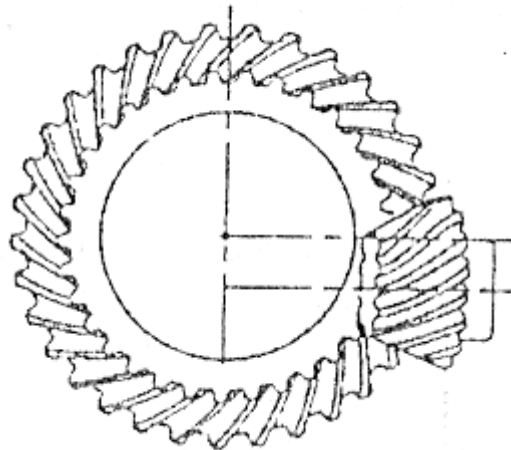


3.4.3. Engrenage conique à denture hypoïde

Les **engrenages hypoïdes** sont à mi-chemin entre les vis sans fin et les engrenages coniques. Ils font partie des engrenages gauches (comme les vis sans fin) car les axes des deux roues ne sont ni concourants ni parallèles.

L'engrenage hypoïde fait partie des engrenages hélicoïdaux. L'hélice du pignon et de la couronne doit donc être de sens contraire pour pouvoir engrener.

Ce type d'engrenage est principalement utilisé dans l'automobile pour la transmission au niveau du différentiel et quand les axes sont gauches.



▪ Avantages


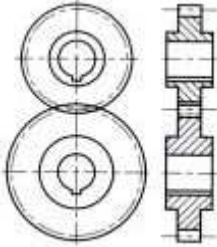
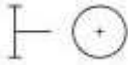
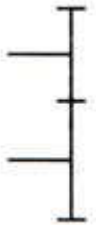
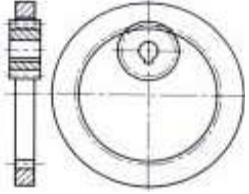
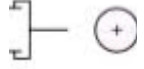
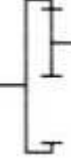
Ils permettent d'avoir un renvoi d'angle ainsi qu'un rapport de réduction plus grand que les engrenages coniques. Le contact entre les dents est encore plus silencieux que les engrenages hélicoïdaux car la surface de contact entre les dents est plus importante, ce qui permet également d'augmenter le couple transmissible.

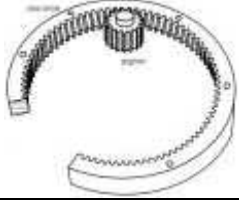
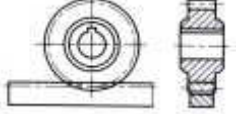



▪ Inconvénients

Il y a un glissement entre les dents des deux roues, une lubrification spéciale est nécessaire à cause de la grande pression de contact.

Le montage doit être fait avec une grande précision pour éviter la détérioration et la diminution de la durée de vie de l'engrenage.

3.5. Représentation schématique d'engrenage à denture droite

Type	Contact	Représentation normalisée	SCHEMA CINEMATIQUE	
PIGNON-ROUE 	Extérieur		 Pignon ou roue	 Pignon +Roue
Le sens de rotation est INVERSE				
PIGNON-ROUE INTERIEURE (ou couronne)	Intérieur		 Roue intérieure (ou	 Pignon + Roue intérieure

			couronne)	
Le sens de rotation est CONSERVE				
PIGNON CREMAILLERE	Extérieur			
			Crémaillère	Pignon + Crémaillère
Transformation du mouvement de rotation du pignon en mouvement de TRANSLATION de la crémaillère				

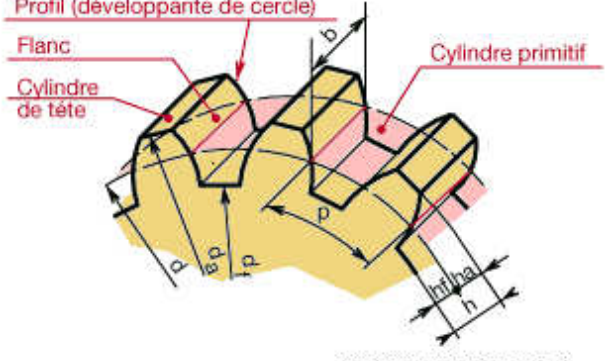
3.5.1. CARACTERISTIQUE D'UNE DENTURE

CYLINDRE DE TÊTE

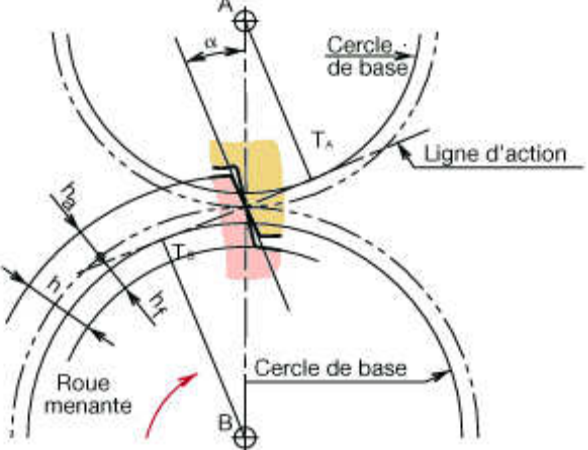
Cylindre passant par les sommets des dents. Sa section droite est le **cercle de tête** de diamètre d_a .

CYLINDRE DE PIED

Cylindre passant par le fond de chaque entre-dent. Sa section droite est le **cercle de pied** de diamètre d_f .



© HACHETTE Technique



© HACHETTE Technique

Angle de pression (α)

Angle aigu entre le rayon du cercle primitif passant par le point où le profil coupe le cercle primitif et la tangente au profil de ce point.

© HACHETTE Technique

Normale commune à deux profils conjugués en leur point de contact. Dans un engrenage à développante, la ligne d'action est une droite fixe, tangente intérieurement aux deux cercles de base.

Ligne d'action

© HACHETTE Technique

		PIGNON ou ROUE	ROUE INTERIEURE (Couronne)
Module	m	Déterminé par un calcul de résistance des matériaux	
Nombre de dents	Z	Nombre entier	
Pas	p	$p = m \cdot \pi$	
Saillie	ha	$ha = m$	
Creux	hf	$hf = 1,25 m$	
Hauteur de dent	h	$h = ha + hf = 2,25 m$	
Diamètre primitif	d	$d = m \cdot z$	
Diametre de tête	da	$da = d + 2 m = m \cdot (z + 2)$	$da = d - 2 m = m \cdot (z - 2)$
Diametre de pied	df	$df = d - 2 hf = d - 2,5 m = m \cdot (z - 2,5)$	$df = d + 2,5 m = m \cdot (z + 2,5)$
Entraxe de 2 roues A et B	a	$a = (dA + dB)/2 = m \cdot (zA + zB)/2$	

Remarque : Deux roues dentées en prise ont le même module (m).

3.6. RAISON D'UN TRAIN D'ENGRENAGES (rapport de transmission)

3.6.1. RAISON D'UN ENGRENAGE (rapport de transmission)

- La **RAISON (r)** d'un engrenage est égale au rapport de la vitesse de rotation de la roue menée sur la vitesse de rotation de la roue menante.
- Elle est égale : . Au rapport inverse des nombres de dents. Au rapport inverse des diamètres primitifs

$R = \frac{N(\text{Roue menée})}{N(\text{roue menante})} = \frac{Z(\text{Roue menante})}{Z(\text{Roue menée})} = \frac{d(\text{Roue menante})}{d(\text{Roue menée})}$

Exemple : Pignon d'entrée (1) $Z1 = 14$ et d'une roue de sortie (2) $Z2 = 62$

$R =$	$\frac{N2 \text{ (Roue menée)}}{N1 \text{ (roue menante)}}$	$= \frac{d1}{d2}$	$= \frac{Z1}{Z2}$	$= \frac{14}{62}$
-------	---	-------------------	-------------------	-------------------

3.6.2. RAISON GLOBALE D'UN TRAIN D'ENGRENAGES

La RAISON globale (r) du train d'engrenages est égale au rapport de la vitesse de rotation de sortie sur la vitesse de rotation d'entrée du train d'engrenages.

Elle est égale : **Au produit des raisons de chaque engrenage** ($r_{2/1} \times r_{4/3} \times \dots$)
On obtient :

$$r = \frac{N \text{ (entrée)}}{N \text{ (sortie)}} = \frac{\text{produit nombres de dents des roues menantes}}{\text{produit nbres de dents des roues menées}} = r_{2/1} \times r_{3/4} \times r_{5/6} \times \dots$$

▪ ALEURS DE LA RAISON GLOBALE (rapport de transmission) :

- $r = 1$: $N \text{ sortie} = N \text{ entrée}$

- $r < 1$: $N \text{ sortie} < N \text{ entrée}$. Le train d'engrenages est un réducteur de vitesse

- $r > 1$: $N \text{ sortie} > N \text{ entrée}$. Le train d'engrenages est un multiplicateur de vitesse

▪ SENS DE ROTATION

- Nombre de contacts extérieurs **pairs** (2, 4, 6, ...) :

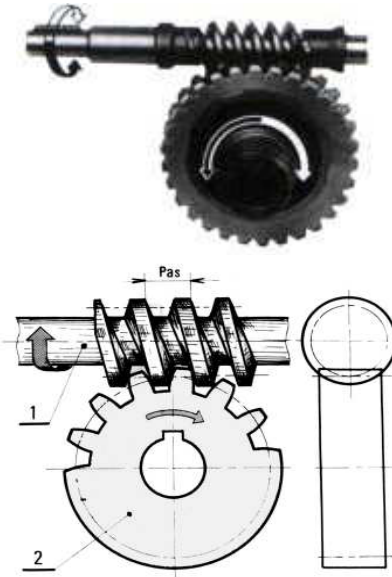
Sens de rotation de sortie identique à celui de l'entrée

- Nombre de contacts extérieurs **impairs** (1, 3, 5, ...) :

Le sens de rotation de sortie est inverse à celui de l'entrée.

3.7. ROUE ET VIS SANS FIN :

Vis (1) : 1 ou plusieurs filets

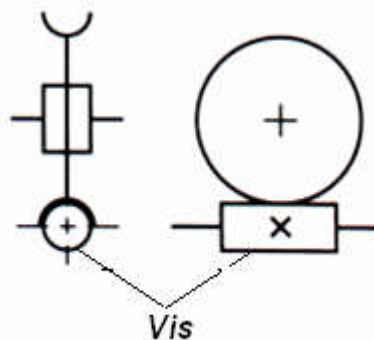


Roue (2) : Z dents

3.7.1. RAPPORT DE TRANSMISSION (r) :

$$R = \frac{N(\text{roue})}{N(\text{vis})} = \frac{\text{Nombre de filets de la vis}}{\text{Nombre de dents de la roue}}$$

▪ SCHEMA CINEMATIQUE D'UN ENGRENAGE ROUE ET VIS SANS FIN :

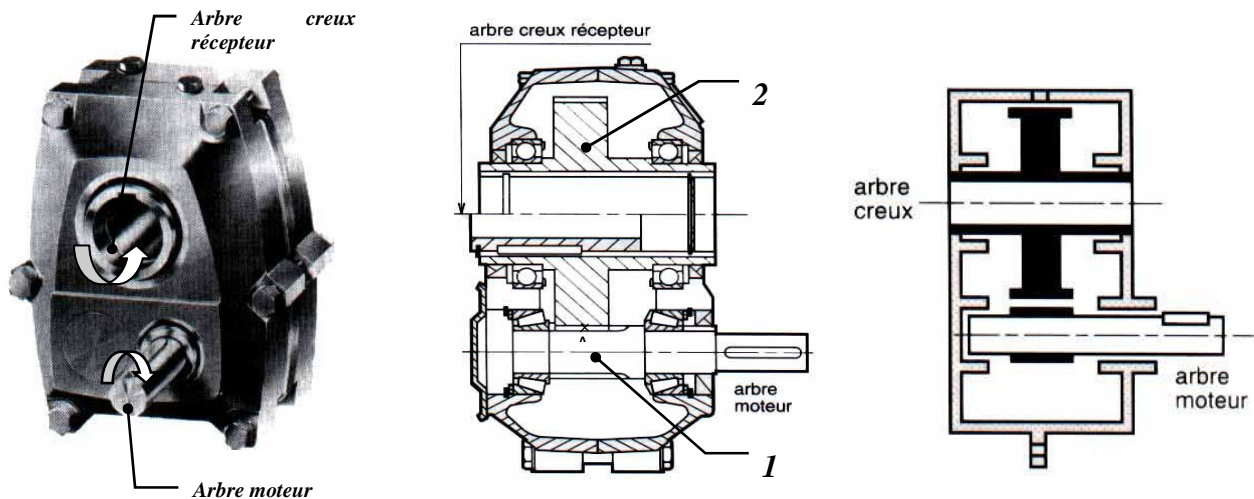


▪ CARACTERISTIQUES DU SYSTEME « ROUE ET VIS SANS FIN

- Rapport de transmission (r) **faible** (grand rapport de réduction)
- **Système** généralement **irréversible** (la roue (2) ne peut entraîner la vis (1)). Il est alors
Utilisé dans certains appareils de levage
- **Arbres** d'entrée et de sortie **orthogonaux** (perpendiculaires)
- **Poussées axiales importantes**, en particulier sur l'axe de la vis. Prévoir des roulements
Supportant ces efforts axiaux importants.

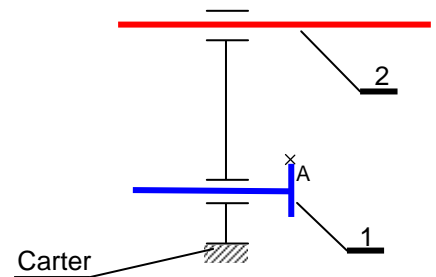
Exercice 1 :

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



On donne

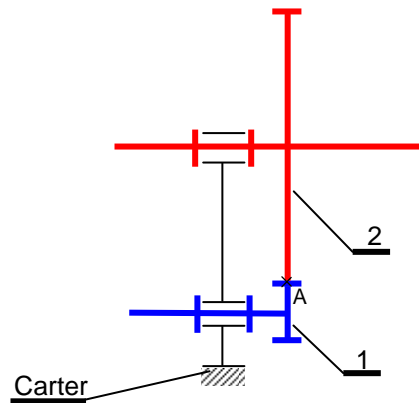
- Pignon moteur (1) : $Z_1 = 20$ dents
- Roue réceptrice (2) : $Z_2 = 90$ dents
- Module : $= 2$
- Vitesse de rotation du moteur : $N_1 = 3000 \text{ tr/min}$



1. Compléter le schéma cinématique du réducteur ci-contre
2. Remplir le tableau ci-dessous en détaillant les calculs (colonne « calcul ») et en donnant la réponse

		Calculs	Réponse
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		

Réponse :



		Calculs	Réponses
Pas	p	$p = m \cdot \pi = 2 \times \pi$	$2 \pi \text{ mm}$
Hauteur de dent	h	$h = h_a + h_f = 2,25 m = 2,25 \times 2$	$4,5 \text{ mm}$
Diamètres primitifs	$d1$	$d1 = m \cdot z1 = 2 \times 20$	40 mm
	$d2$	$d1 = m \cdot z2 = 2 \times 90$	180 mm
Diamètres de tête	$da1$	$da1 = d1 + 2 h_a1 = d1 + 2 m = 40 + 2 \times 2$	44 mm
	$da2$	$da2 = d2 + 2 h_a2 = d2 + 2 m = 180 + 2 \times 2$	184 mm
Entraxe	a	$a = (d1+d2)/2 = (180+40)/2$	110 mm
Raison	$r(2/1)$	$r(2/1) = N2/N1 = z1/z2 = 20/90$	$2/9 = 1/4,5$
Vitesse de rotation de sortie	$N2$	$N2 = N1 \times r(2/1) = 3000 \times 2/9$	$666,67 \text{ tr/min}$

Exercice 2 :

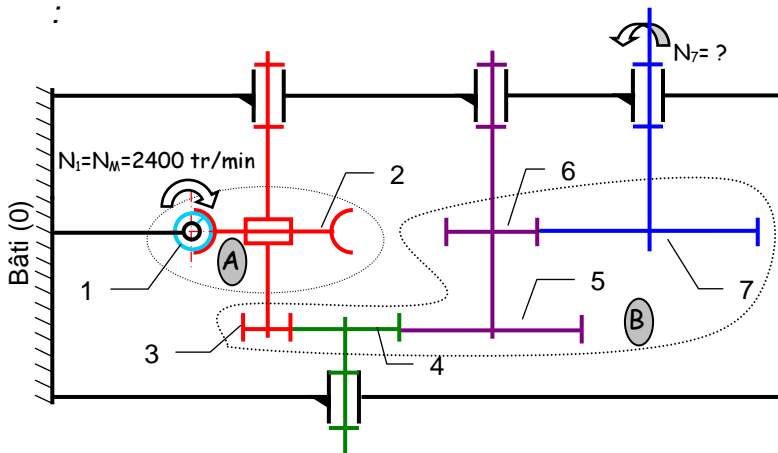
Un moteur électrique (Vitesse de rotation $N_M = 2400 \text{ tr/min}$) entraîne une vis sans fin (1). Le mouvement de rotation de la vis sans fin (1) est transmis à l'arbre de sortie de la roue dentée (7) par la chaîne cinématique composée de 2 sous-ensembles A et B.

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	$Z7 = 80 \text{ dents}$	$r_{4/3} = \frac{N7}{N3}$
6	$Z6 = 40 \text{ dents}$	
5	$Z5 = 60 \text{ dents}$	
4	$Z4 = 30 \text{ dents}$	
3	$Z3 = 20 \text{ dents}$	
2	$Z2 = 80 \text{ dents}$	$r_{2/1} = \frac{N2}{N1}$
1	$Z1 = 4 \text{ filets}$	
Rep	Caractéristique	Rapport de transmission

- 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, $r_{7/3} = (N_7/N_3)$, pour cela :
 - Donner le repère des roues menantes (la roue dentée (4) est à la fois menante et menée)
 - Donner le repère des roues menées
 - Exprimer littéralement le rapport de transmission $r_{7/3} = (N_7/N_3)$
 - Calculer le rapport de transmission $r_{7/3} = (N_7/N_3)$
- 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 $r_{7/1} = 1/120$.

9. Exprimer littéralement la vitesse de rotation angulaire ω_7 en fonction de N_7 puis calculer ω_7 en rad/s.

Réponse :

$$1. \quad r_{2/1} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{\text{Nombre de filets de la vis (1)}}{\text{Nombre de dents de la roue (2)}} = \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{4}{80} \rightarrow r_{2/1} = \frac{1}{20} = 0,05$$

2. Détermination du rapport de transmission du sous-ensemble B ,
 $r_{7/3} = (N_7/N_3)$

a) le repère des roues menantes = 3, 4, 6

b) le repère des roues menées = 4, 5, 7

c) le rapport de transmission $r_{7/3} = (N_7/N_3)$

$$r_{7/3} = \frac{N_7}{N_3} = \frac{(Z_3 \times Z_4 \times Z_6)}{(Z_4 \times Z_5 \times Z_7)} = \frac{(Z_3 \times Z_6)}{(Z_5 \times Z_7)}$$

d) le rapport de transmission $r_{7/3} = (N_7/N_3)$

$$r_{7/3} = \frac{N_7}{N_3} = \frac{40 \times 20}{60 \times 80} = \frac{8}{48} = \frac{1}{6} = 0,167$$

3. La roue intermédiaire (4) n'a pas d'influence sur $r_{7/3}$ car elle est à la fois menante et menée.

4. La roue (7) tourne en sens inverse de (3) car le nombre de contacts extérieurs du train d'engrenages B est impairs (=3).

5. La roue dentée intermédiaire (4) permet d'inverser le sens de rotation entre (3) et (7) (ou d'avoir le même sens de rotation entre (3) et (5)).

6. $r_{7/1} = r_{2/1} \times r_{7/3} = 1/20 \times 1/6 = 1/120 = 0,0083$

7. C'est un réducteur de vitesse car $r_{7/1} < 1$.

8. $N_7 = N_1 \times r_{7/1} = 2400 \times 1/120 = 20 \text{ tr/min}$

9. $\omega_7 = (2\pi \times N_7)/60 = (40\pi)/60 = 2\pi/3 \text{ rad/s}$ (120°/s soit 1/3)

4. CAMES ET EXCENTRIQUES

4.1. DEFINITION

- **Une came** est un organe qui permet de transformer un mouvement circulaire uniforme en mouvement périodique.

▪ FONCTION

Les cames transforment un mouvement rotatif en un mouvement périodique rectiligne alternatif. La figure ci-dessous montre le fonctionnement d'un mécanisme à came. Il se compose d'un arbre auquel est fixé une came qui entraîne une tige guidée par l'entremise d'un galet qui diminue le frottement.

- **L'excentrique** est une application particulière des cames. Ce mécanisme est conçu de telle sorte que l'axe de rotation n'est pas au centre de rotation du mécanisme, d'où son nom d'excentrique.



4.2. Catégories de cames

On distingue deux classes principales de cames :

- **les cames cylindriques** dites cames tambours et les cames disques .les cames cylindriques à rainures, dites cames tambours donnent une trajectoire du mouvement de translation parallèle à l'axe de rotation. Les cames disque donnent une trajectoire du mouvement de translation perpendiculaire à l'axe de rotation.
- **Came disque commune**

Lorsque la tige doit rester immobile pendant un certain temps avant de redescendre, la courbe des déplacements présente une partie rectiligne parallèle à l'axe des temps. Remarquez que cette came ne présente aucune symétrie. Par conséquent, le sens de rotation doit être convenablement indiqué par une flèche. Ce type de came est conçu, dessiné puis fabriqué pour répondre à un besoin particulier bien identifié.

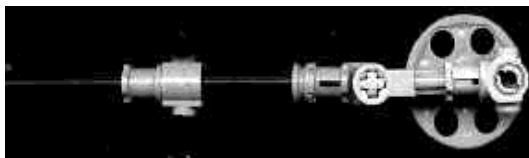
5. BIELLES ET MANIVELLES

5.1. DEFINITION

Le système bielle manivelle permet de transformer le mouvement rectiligne alternatif en mouvement circulaire continu et vise versa

5.2. DESCRIPTION

La bielle d'une machine motrice transmet la force produite, soit d'un cylindre à un arbre manivelle, soit de l'arbre manivelle à un cylindre ou à l'axe d'un coulisseau guidé par une ou deux glissières. L'extrémité, appelé pied de bielle, se déplace suivant une droite, alors que l'autre extrémité, la tête de bielle, articulée sur le maneton de l'arbre manivelle, se déplace sur une circonférence. La figure montre un système bielle manivelle la manivelle est une pièce rigide comprenant un moyen relié à un arbre en rotation, un bras et un maneton.



▪ Réversibilité mécanique

Le système bielle manivelle est réversible. En effet, lorsque l'arbre est moteur, il fait tourner la manivelle qui à son tour entraîne la bielle et la manivelle. Le pied de bielle

entraîne alors un coulisseau dans un mouvement rectiligne alternatif. Le coulisseau décrit un trajet aller-retour au cours d'un tour de manivelle. C'est de cette façon que fonctionnent les pompes à pistons.

Lorsque le cylindre ou le coulisseau deviennent l'élément entraînant, la translation au pied de bielle par l'entremise du maneton fait tourner la manivelle. C'est de cette façon que fonctionnent les machines à vapeur. Cette réversibilité permet de transformer un mouvement circulaire continu en mouvement rectiligne alternatif. Il est à noter que cette réversibilité possède des aléas de fonctionnement aux fins de course du cylindre. Ces aléas sont compensées soit par un volant donnant un élan d'inertie à l'ensemble, soit par la disposition judicieuse de plusieurs cylindres agissant sur plusieurs manivelles reliées les unes aux autres (vilebrequin).

▪ **Manivelle à rayon variable**

La manivelle à rayon variable se rencontre sur certaines machines-outils (étau limeur) ou sur certaines pompes doseuses. La variation du rayon s'obtient en déplaçant le maneton, par l'intermédiaire d'une vis. Grâce à ce dispositif, on modifie la course du pied de la bielle. Dans le cas de la pompe doseuse, cela modifie le volume de liquide pompé.

5.3. Entretien des systèmes bielles et manivelles

Les interventions d'entretien peuvent se diviser en trois catégories :

- ❖ L'équilibrage de la manivelle
- ❖ La liaison manivelle –maneton et manivelle arbre
- ❖ Le corps et l'articulation de la bielle

5.3.1. Equilibrage de la manivelle

Un équilibrage défectueux produit des vibrations et des chocs destructeurs particulièrement à haute vitesse. Pour obtenir l'équilibrage, il faut que la résultante des forces d'inertie centrifuge soit nulle. Pour équilibrer le maneton d'une masse située à une certaine distance de l'axe de rotation, il faut placer sur le même diamètre, sur le côté opposé par rapport au centre, une masse d'équilibrage à une distance précise de façon à ce que les forces s'équilibrent.

5.3.2. Liaison manivelle –maneton et manivelle –arbre

La durée de fonctionnement et son allure permettent de déterminer la forme de la liaison qu'il y aura entre la manivelle et le maneton. Les éléments à considérer sont la rigidité du montage de maneton sur la bielle.

5.3.3. Corps et articulation de la bielle

La bielle doit être aussi résistante que possible pour transmettre la puissance et le mouvement, mais à la fois légère pour éviter des contraintes d'inerties aux points morts du mouvement alternatif.

5.4. Exemples d'applications

Pour la suite de l'étude on ne considérera que des systèmes avec oscillateurs en translation. On distinguera cependant deux grandes familles :

- **les moteurs à piston** (la manivelle est alors réceptrice) : la source d'énergie vient des gaz introduits dans la chambre et poussant le piston.
- **les pompes hydrostatiques** (la manivelle est alors motrice) : un couple moteur appliqué à la manivelle anime l'ensemble, le piston propulse alors le fluide contenu dans la chambre.
- **Commande de certaines barrières (péages ou parking)**. La lisse étant l'oscillateur, l'intérêt du dispositif réside dans la commande du moteur animant le mécanisme qui tourne dans le même sens pour la levée ou la descente de la lisse. La manivelle effectue donc exactement un demi-tour pour chaque mouvement.

***Module 22 : ACCESSOIRES DE
TRANSMISSION ET DE
TRANSFORMATION DU MOUVEMENT
GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES***

TP1 – Installation d’une courroie trapézoïdale crantée sur un équipement muni de la transmission par courroie (tour parallèle - perceuse – scie mécanique)

1.1. Objectif visé

Installer des poulies et une courroie trapézoïdale crantée sur un équipement muni d’une transmission par courroie

1.2. Durée du TP

Le travail pratique proposé est d'une durée de 5 heures.

1.3. Equipements et matière d’œuvre par équipe

- Courroie trapézoïdale
- Poulies (2)
- Jeu de clés plates
- Chasse-goupilles coniques et cylindriques
- Jeu de clés hexagonales
- Limes douce et demi -douce
- Marteau à panne ronde
- Pince à cerclips
- Extracteur de poulies
- Pieds à coulisse
- Comparateur
- Cales d’épaisseur
- Maillet en bois
- chiffons

1.4. Description du TP

Cet exercice vous permet d’installer une courroie trapézoïdale sur un équipement muni d’une transmission par courroie et de régler la tension de la courroie.

1.5. Déroulement du TP

1. Faire d’abord la **lecture complète** des diverses étapes de ce TP.
2. Demander qu’on vous assigne un équipement muni d’une transmission par courroie.
3. Mesurer le diamètre des arbres et l’alésage des poulies
4. Procéder au réglage de la courroie

TP2 – Installation d’une chaîne à rouleaux et de roues dentées sur convoyeur

2.1. Objectif visé

Installer et ajuster une chaîne à rouleaux et ses roues dentées sur convoyeur.

2.2. Durée du TP

Le travail pratique proposé est d'une durée de 5 heures.

2.3. Equipements et matière d'œuvre par équipe

a) Equipement :

- Convoyeur sur banc
- Chaîne à rouleaux
- Roues dentées pour chaîne à rouleaux (2)

b) Matière d'œuvre :

- Graisse graphitée
- Huile de mouvement
- Chiffon d'essuyage

2.4. Description du TP

Au cours de cet exercice, il faut réaliser l'installation d'un entraînement par chaîne à rouleaux sur un convoyeur avec tendeur de chaîne. Il faut réaliser le démontage, le montage et l'alignement des roues dentées.

2.5. Déroulement du TP

1. Faire d'abord la **lecture complète** des diverses étapes de ce TP.
2. Demander qu'on vous assigne un équipement muni d'une transmission par chaînes.
3. Mesurer le diamètre des arbres et l'alésage des roues dentées
4. Procéder au réglage de la chaîne

TP3 – Diagnostic de mauvais fonctionnement sur entraînement par chaîne à rouleaux

3.1. Objectif visé

Développer une logique de résolution des problèmes.

3.2. Durée du TP

Le travail pratique proposé est d'une durée de 5 heures.

3.3. Equipements et matière d'œuvre par équipe

a) Equipement :

- Convoyeur sur banc
- Chaîne à rouleaux
- Roues dentées pour chaîne à rouleaux (2)
- Jeu de clés plates
- Chasse-goupilles coniques et cylindriques
- Jeu de clés hexagonales
- Limes douce et demi- douce
- Maillet en bois
- Marteau à panne ronde
- Pince à cerclips
- Pied à coulisse
- Règle
- Mettre pliant
- Comparateur à cadran
- Cales d'épaisseur

b) Matière d'œuvre :

- Chiffons d'essuyage
- Graisse graphitée
- Huile de mouvement

3.4. Description du TP

Au cours de cet exercice, il faut résoudre un ou des problèmes de fonctionnement provoqué sur un entraînement par chaînes.

3.5. Déroulement du TP

1. *Faire d'abord la **lecture complète** des diverses étapes de ce TP.*
2. *Demander qu'on vous assigne un banc d'essai ou un équipement muni d'un entraînement par chaîne*
Vérifier l'ensemble des points des points suivants sur l'entraînement par chaînes
 - *Usure de la chaîne*
 - *Usure des roues dentées*
 - *Voilage des roues dentées*
 - *Alignement des roues dentées*
3. *Il faut s'assurer de pouvoir mettre en marche sans risques physique ou matériels*
4. *Faire fonctionner l'équipements*
5. *Prendre notes de tous les problèmes constatés*
6. *Faire un diagnostic complet du mauvais fonctionnement de l'équipement*
7. *Suggérer une solution pour remédier aux problèmes*
8. *Mesurer le diamètre des arbres et l'alésage des roues dentées.*

TP4 – Ajustement d'une came

4.1. Objectif visé

Ajuster une came.

4.2. Durée du TP

Le travail pratique proposé est d'une durée de 5 heures.

4.3. Equipements et matière d'œuvre par équipe

c) Equipement :

- banc d'essai
- comparateur à cadran
- pied à coulisse
- jeu de clés plates
- jeu de clés hexagonales
- pince à cerclips
- cales d'épaisseur

d) Matière d'œuvre :

- Graisse graphitée
- Huile de mouvement
- Chiffon d'essuyage

4.4. Description du TP

Au cours de cet exercice, il faut réaliser l'ajustement d'un dispositif muni d'une came.

4.5. Déroulement du TP

1. Faire d'abord la **lecture complète** des diverses étapes de ce TP.
2. Demander qu'on vous assigne un banc d'essai
3. Calculer les dimensions de la came
4. Ajuster la came pour que le déplacement axial de la tige soit égal à une valeur indiquée par votre enseignant ou enseignante.
5. Faire fonctionner le système durant quelques minutes et observer le comportement de la came, principalement lors du démarrage. Si il y a un bruit anormal, un claquement, arrêter immédiatement l'entraînement.

TP5 – Entretien d'un système bielle- manivelle

5.1. Objectif visé

Démontage et remontage d'un système bielle – manivelle.

5.2. Durée du TP

Le travail pratique proposé est d'une durée de 5 heures.

5.3. Equipements et matière d'œuvre par équipe

e) Equipement :

- Etau limeur ou pompe hydrostatique
- pied à coulisse
- jeu de clés plates
- jeu de clés hexagonales
- clés à scie pans.
- Pince à cerclips
- Presse hydraulique

f) Matière d'œuvre :

- Graisse graphitée
- Huile de mouvement
- Chiffon d'essuyage

5.4. Description du TP

Au cours de cet exercice, il faut réaliser l'entretien d'une bielle - manivelle d'un étau limeur ou d'une pompe hydrostatique.

5.5. Déroulement du TP

1. *Faire d'abord la **lecture complète** des diverses étapes de ce TP.*
2. *Demander qu'on vous assigne un équipement muni d'une bielle - manivelle*
3. *Procéder à l'entretien, à la vérification de corps de bielle - manivelle et au changement des bagues. Faire fonctionner le système durant quelques minutes et observer le comportement de la bielle, principalement lors du démarrage. Si il y a un bruit anormal, un claquement, arrêter immédiatement l'entraînement.*

***Module 22 : ACCESSOIRES DE
TRANSMISSION ET DE
TRANSFORMATION DU MOUVEMENT
EVALUATION DE FIN DE MODULE***

O.F.P.P.T.
EFP

MODULE 22 : ACCESSOIRES DE TRANSMISSION ET DE TRANSFORMATION DU MOUVEMENT

FICHE DE TRAVAIL

Stagiaire : _____

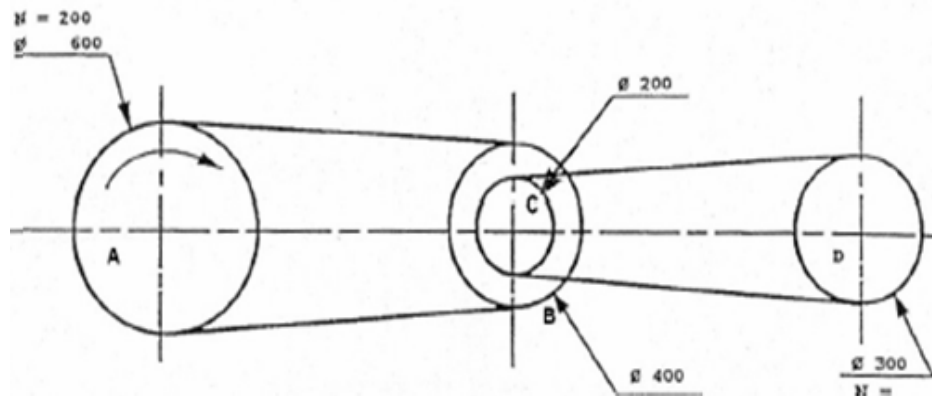
Code : _____

Formateur : _____

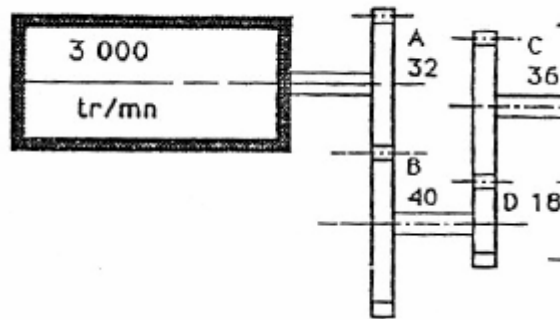
Durée : 2 heures

(Exemple)

1. Quelle est la différence entre un engrenage et un train d'engrenage ?
2. Calculer la vitesse de rotation de la poulie D.



3. Quel est l'avantage de la transmission par chaîne ?
4. Quel est le rôle de la came ?
5. Donner l'inconvénient d'une courroie trop lâchée
6.
 - a) Calculer la vitesse de rotation du pignon C sachant que chaque pignon est donné par son nombre de dents et la vitesse de rotation du moteur est égale à 3000 tr/min.
 - b) Donner le sens de rotation de la roue C par rapport à la roue A. Justifier votre réponse.
 - c) Donner le repère des roues menante et menées.
 - d) Calculer le rapport de transmission r (C/A).



Solution :

1. **Un Engrenage** : est un système mécanique composé de deux roues dentées servant à la transmission du mouvement de rotation par contre le train d'engrenage est un ensemble de plusieurs roues dentées qui transmettent de la puissance et du mouvement.

2.

$$\frac{N_d}{N_a} = \frac{D_a \times D_c}{D_b \times D_d}$$

$$N_d = \frac{N_a \times D_a \times D_c}{D_b \times D_d} = \frac{200 \times 600 \times 200}{400 \times 300} = 200 \text{ tr/min}$$

3. *Avantage de la transmission de la chaîne*

- Il est plus puissant
- Ne glisse pas
- Garde un rapport constant entre la roue menante et la roue menée
- Offre un meilleur rendement
- L'usure sur les chaînes est un processus lent et demande moins d'ajustement et surveillance

4. *Le rôle de la came* : organe qui permet de transformer un mouvement circulaire uniforme en mouvement périodique

5. *Les inconvénients d'une courroie trop lâchée* :

6. *Une courroie trop lâchée a tendance à glisser, entraînant ainsi une usure prématurée des poulies et de la courroie. De plus, lors de démarrage du moteur, elle est mise sous tension brusquement, ce qui induit un niveau de contrainte beaucoup plus élevé que la valeur nominale. Cela peut provoquer une rupture brusque de la courroie.*

$$a) \quad r(C/A) = \frac{N_C}{N_A} = \frac{Z_A \times Z_D}{Z_B \times Z_C}$$

$$N_C = \frac{N_A \times Z_A \times Z_D}{Z_B \times Z_C} = \frac{3000 \times 32 \times 18}{40 \times 36} = 1200 \text{ tr/min}$$

- b) *La roue C tourne dans le même sens que la roue A car le nombre de contact extérieur est pair.*

- c) *Repère de roues menante : A et D*

- Repère des roues menées : B et C*

$$d) \quad r(C/A) = \frac{N_C}{N_A} = \frac{1200}{3000} = 0,4$$

Résumé de Théorie et Guide de travaux pratiques	<i>Module 22 : Accessoires de transmission et de transformation du mouvement</i>
--	--

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

Filière : EM
Niveau : Qualification

Examen de fin de module

FICHE D'EVALUATION

Stagiaire :

N°	Description	Barème	Note
1	Question 1	2	
2	Question 2	4	
3	Question 3	2	
4	Question 4	2	
5	Question 5	2	
6	Question 6	8	
	TOTAL	20	

COMMISSION:

1.

2.

LISTE DE REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

<i>Ouvrage</i>	<i>Auteur</i>	<i>Edition</i>
<i>Accessoires de transmission et de transformation du mouvement</i>		<i>CEMEQ, 1996</i>