

## TRANSMISSIONS DE MOUVEMENT

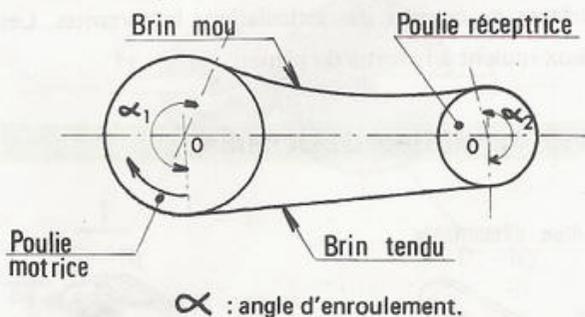
# 33. POULIES – COURROIES

### 33/01 - FONCTION

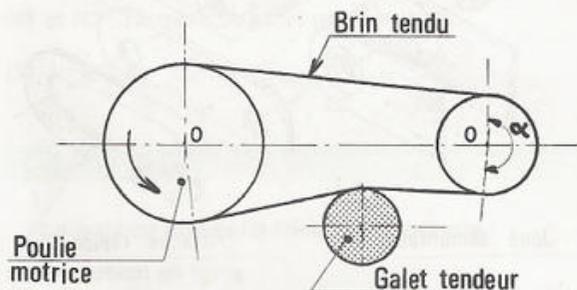
Transmettre par adhérence, à l'aide d'un lien flexible «courroie», un mouvement de rotation continu entre deux arbres éloignés.

### 33/02 - BRIN MOU - BRIN TENDU

- Le brin mou est placé au-dessus des poulies afin d'augmenter l'angle d'enroulement



### 33/03 - GALET TENDEUR



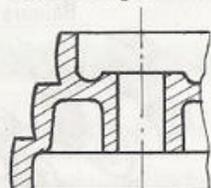
Le galet tendeur est en contact avec le brin mou qui peut alors se placer au-dessus ou au-dessous des poulies.

### 33/04 - LES POULIES

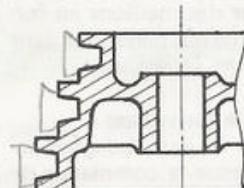
#### Description.

- JANTE : reçoit la courroie
- MOYEU : liaison par clavetage avec l'arbre
- TOILE ou BRAS :
  - pour les petits diamètres : toile pleine ou
  - pour les gros diamètres : bras ajourée

- Poulies étagées : assurent une variation de vitesse.



Pour courroie plate



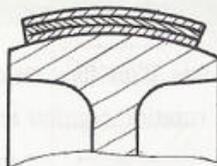
Pour courroie trapézoïdale

### 33/05 - LES COURROIES

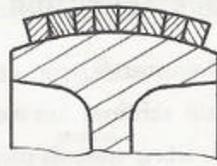
#### 33/05 - 1 COURROIES PLATES

- Courroies en cuir.

à plat



à champ



- Courroies en coton tissé.
- Courroies en nylon.
- Courroies en matière plastique moulée avec une armature en fils d'acier.

#### 33/05 - 2 COURROIES TRAPÉZOÏDALES MOULÉES

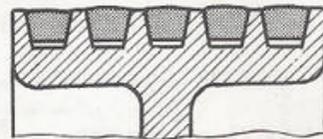


#### Avantages :

- Courroie sans fin;
- Surfaces de contact poulie/courroie, importante pour une largeur réduite;
- Possibilité de transmettre des puissances élevées (poulie à gorges multiples).



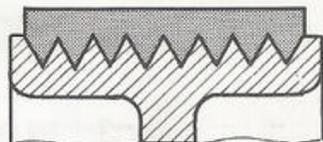
● Une gorge



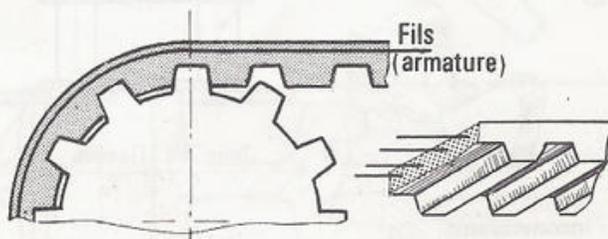
● Gorges multiples

#### 33/05 - 3 COURROIES POLY «V»

Très utilisées en électro-ménager et matériel agricole.



### 33/06 - POULIES ET COURROIES CRANTÉES



Transmission silencieuse sans glissement.

Exemple d'utilisation :

entraînement de l'arbre à cames de moteurs d'automobile.85

## TRANSMISSIONS DE MOUVEMENT

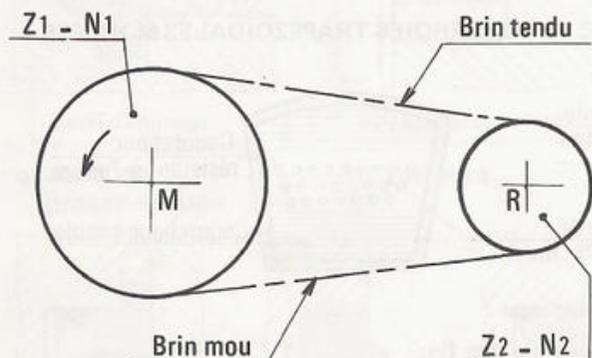
# 34. PIGNONS - CHÂÎNES

### 34/01 - FONCTION

Transmettre, par obstacle, à l'aide d'un lien articulé appelé «chaîne», un mouvement de rotation continu entre deux arbres éloignés parallèles.

### 34/02 - BRIN MOU - BRIN TENDU

Contrairement aux courroies, placer le brin tendu au-dessus des roues et pignons.



### 34/03 - RAPPORT DES VITESSES

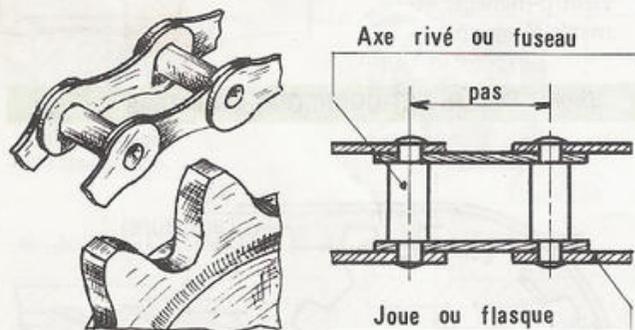
Z1 - Z2 : Nombre de dents des pignons.

N1 - N2 : Nombre de tours par minute.

comme pour un engrenage :

$$N1 \times Z1 = N2 \times Z2 \Rightarrow \frac{N1}{N2} = \frac{Z2}{Z1}$$

### 34/04 - CHÂÎNE GALLE

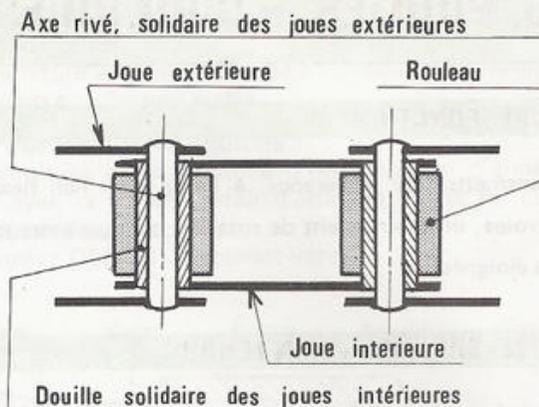


#### ● Inconvénients

Surfaces de contact faibles aux articulations d'où pression importante entre ces surfaces et graissage difficile.

86 Usure rapide.

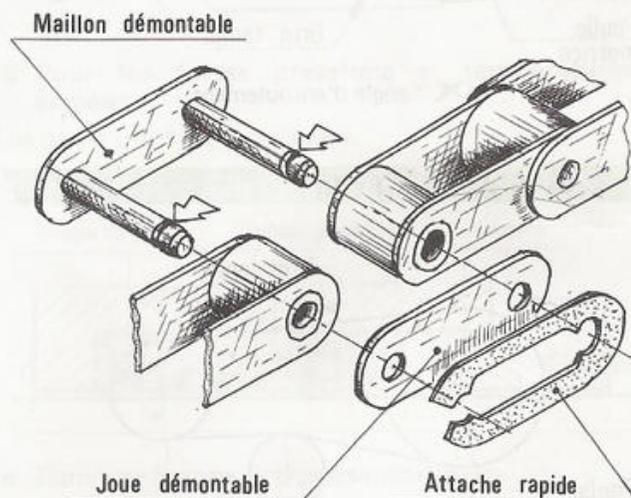
### 34/05 - CHÂÎNE A ROULEAUX



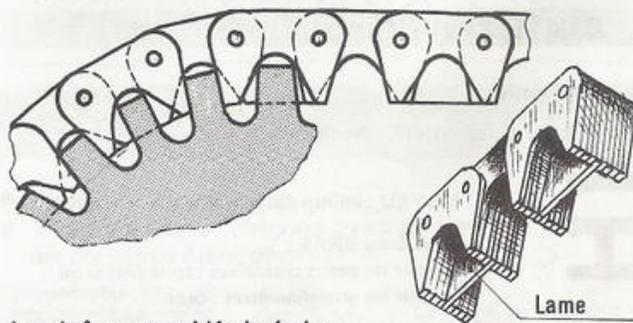
#### ● Avantages

Surfaces de contact des articulations importantes. Les rouleaux roulent à la sortie du pignon.

### 34/06 - FERMETURE DE LA CHÂÎNE



### 34/07 - CHÂÎNE SILENCIEUSE



La chaîne est guidée latéralement par des maillons en forme de lame qui pénètrent dans une rainure du pignon.

● Chaîne silencieuse (absence de jeu). Longtemps utilisée pour la commande de distribution des moteurs d'automobile.

## TRANSMISSION DE MOUVEMENT

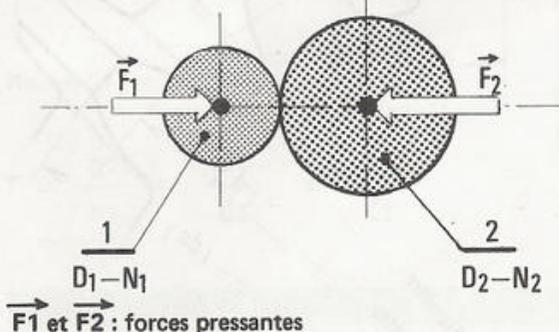
# 35. ROUES DE FRICTION

### 35/01 - FONCTION

Transmettre par adhérence, un mouvement de rotation entre deux arbres rapprochés.

### 35/02 - CONDITIONS D'ENTRAÎNEMENT

- Coefficient de frottement important entre les deux roues.
- Forces pressantes créant l'adhérence.



### 35/03 - RAPPORT DES VITESSES

$D_1$  et  $D_2$  : Diamètres des roues de friction.

$N_1$  et  $N_2$  : Nombre de tours par minute.

$$D_1 \times N_1 = D_2 \times N_2 \Rightarrow \frac{D_1}{D_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

### 35/04 - CONSTRUCTION

Le système « roues de friction » comprend :

- un plateau en fonte.
- un pignon appelé « galet » dont la surface de contact est en bois, en cuir, en ferodo, en aggloméré de liège.

Ces matériaux se présentent en rondelles, empilées et serrées.

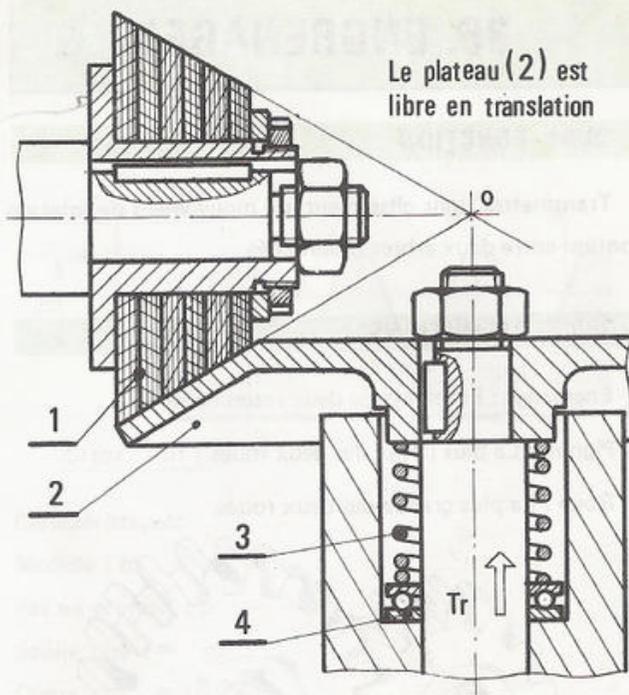
### 35/05 - AVANTAGES

- Fonctionnement silencieux.
- Réalisation simple et économique.
- Glissement entre les roues en cas de variation brusque du couple résistant. Le système peut-être utilisé comme limiteur de couple.

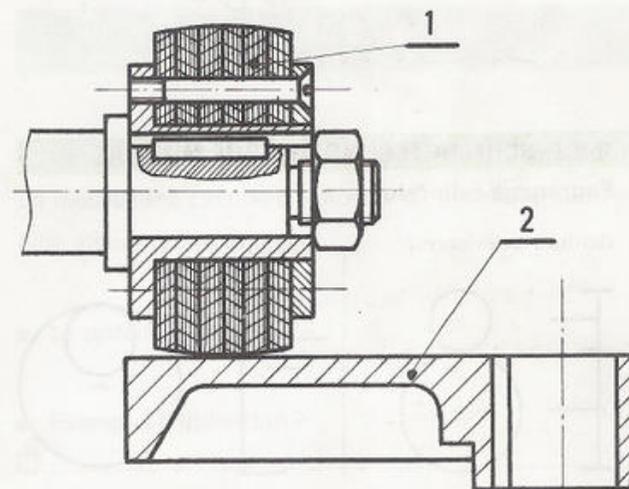
### 35/06 - INCONVÉNIENTS

- Efforts importants sur les paliers d'où usure.
- Transmission de faible puissance.

### 35/07 - GALET CONIQUE ET PLATEAU

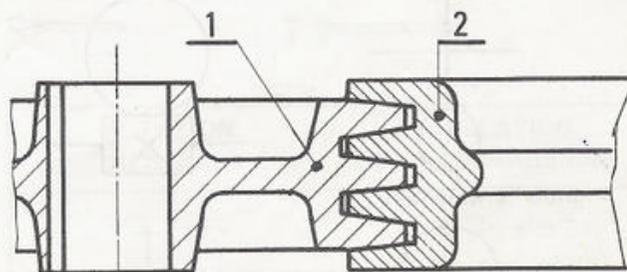


### 35/08 - GALET CYLINDRIQUE ET PLATEAU



- Possibilité de faire varier le rapport des vitesses. Voir variateurs - chapitre 40.
- Le galet doit être légèrement bombé.

### 35/09 - ROUES A RAINURES MULTIPLES



- Transmission de grandes puissances.

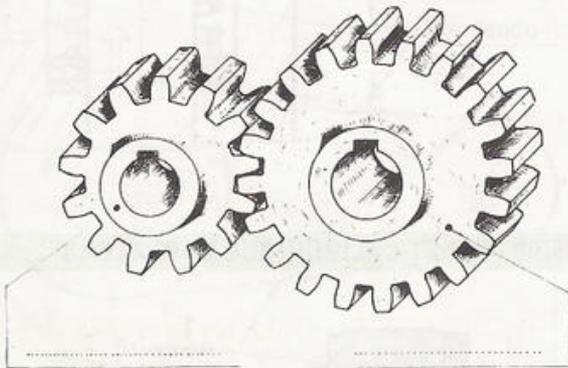
# 36. ENGRENAGES

## 36/01 - FONCTION

Transmettre, sans glissement, un mouvement de rotation continu entre deux arbres rapprochés.

## 36/02 - DÉFINITIONS

- Engrenage : Ensemble de deux roues dentées.
- Pignon : La plus petite des deux roues.
- Roue : La plus grande des deux roues.

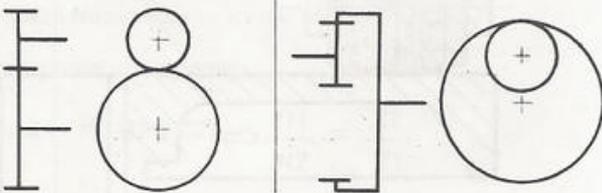


## 36/03 - SCHÉMA TECHNOLOGIQUE MINIMAL

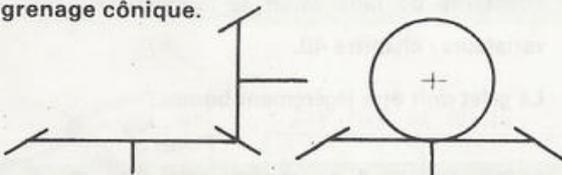
- Engrenage cylindrique.

denture extérieure.

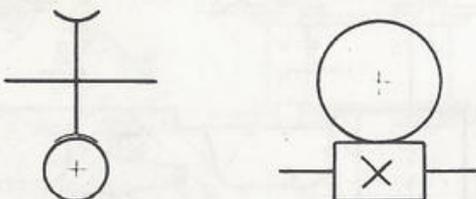
denture intérieure.



- Engrenage cône.



- Roue et vis sans fin.

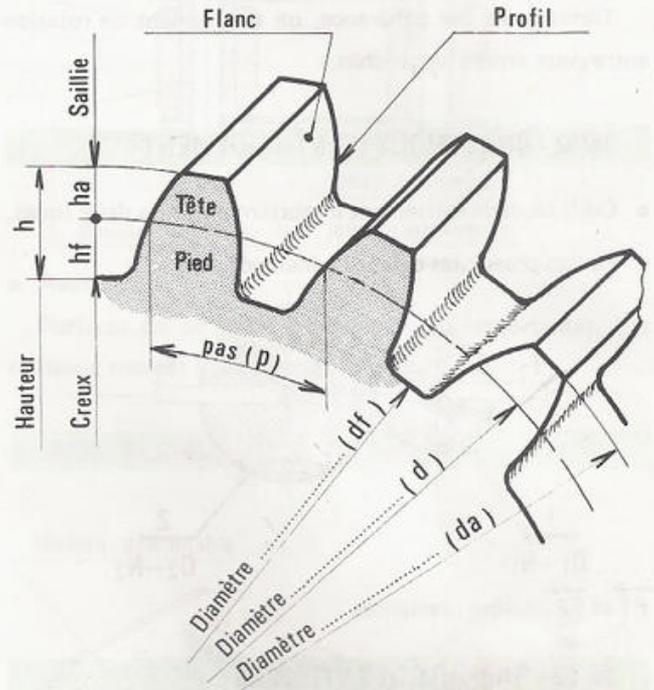


- Pignon - crémaillère.



# ENGRENAGES CYLINDRIQUES A DENTURE DROITE

## 36/04 - CARACTÉRISTIQUES



- Nombre de dents ..... :  $Z$
- Module ..... :  $m$
- Diamètre primitif ..... :  $d = m \cdot Z$
- Saillie ..... :  $h_a = m$
- Creux ..... :  $h_f = 1,25 m$
- Hauteur dent ..... :  $h = 2,25 m$
- Pas au primitif ..... :  $p = \frac{\pi d}{z} = \pi m$

Déduire des caractéristiques ci-dessus :

- Diamètre de tête ( $d_a$ )  
 $d_a = \dots\dots\dots$
- Diamètre de pied ( $d_f$ )  
 $d_f = \dots\dots\dots$

Remarque : lorsque deux roues dentées sont en prise, le module et le pas sont identiques.

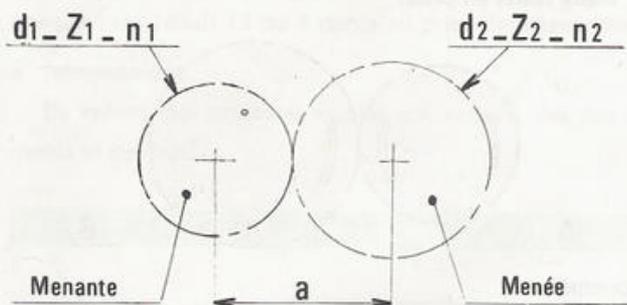
## 36/05 - MODULES NORMALISÉS NOMBRE DE DENTS

Voir Méthode active, chapitre R7

### 36/06 - VITESSES DE ROTATION RAISON DE L'ENGRENAGE

Vitesse de rotation :  $n_1$  et  $n_2$ .

Unité : tr/mn (tours par minute).



$$\text{Raison } (r) = \frac{\text{vitesse roue menée } (n_2)}{\text{vitesse roue menante } (n_1)}$$

$$r = \frac{n_2}{n_1} = \frac{d_1}{d_2} = \frac{Z_1}{Z_2}$$

### 36/07 - ENTRAXE (a)

$$a = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{m (\dots + \dots)}{2}$$

### 36/08 - RECHERCHE DU MODULE D'UNE ROUE EXISTANTE

De la formule qui nous permet de calculer le diamètre de tête, nous déduisons la valeur du module :

$$d_a = m (Z + 2) \Rightarrow m = \frac{d_a}{Z + 2}$$

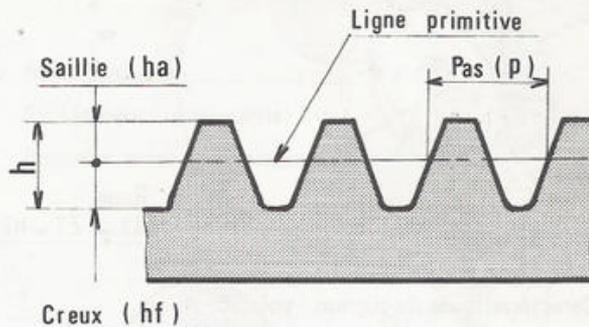
- Mesurer le diamètre de tête ( $d_a$ ).
- Compter le nombre de dents ( $Z$ )
- Calculer alors le module en utilisant la formule ci-dessus.

#### Remarque

Le module ainsi calculé a peu de chance d'être un nombre qui corresponde exactement à l'un des modules normalisés, ceci à cause des incertitudes sur la mesure du diamètre de tête. Il convient donc de choisir le module normalisé qui se rapproche le plus du module calculé.

### 36/09 - CRÉMAILLÈRE

Une crémaillère peut-être considérée comme un élément de roue dentée dont le diamètre primitif tend vers l'infini.



#### Caractéristiques

Module :  $m$

Pas au primitif :  $p = m\pi$

Saillie :  $h_a = m$

Creux :  $h_f = 1,25 m$

Hauteur de la dent :  $h = 2,25 m$

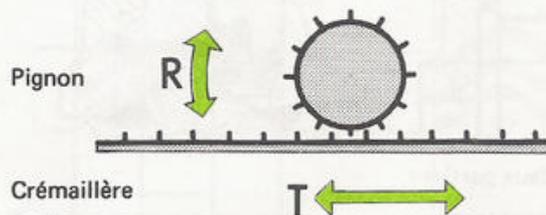
### 36/10 - TRANSFORMATION DE MOUVEMENT. SYSTÈME « PIGNON - CRÉMAILLÈRE »

● Le système « pignon - crémaillère » permet de transformer un mouvement circulaire alternatif en un mouvement rectiligne alternatif.

● Le système est réversible.

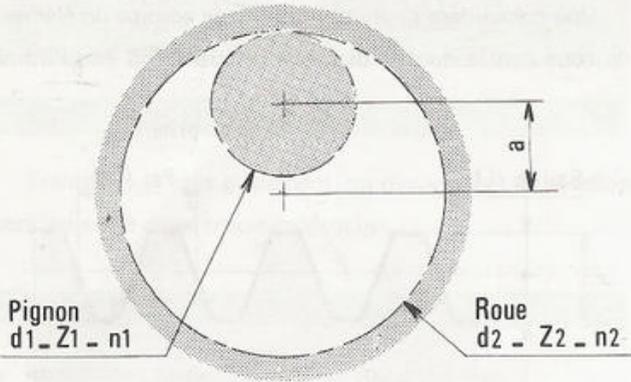
● Exemples d'utilisation ? :

- .....
- .....
- .....

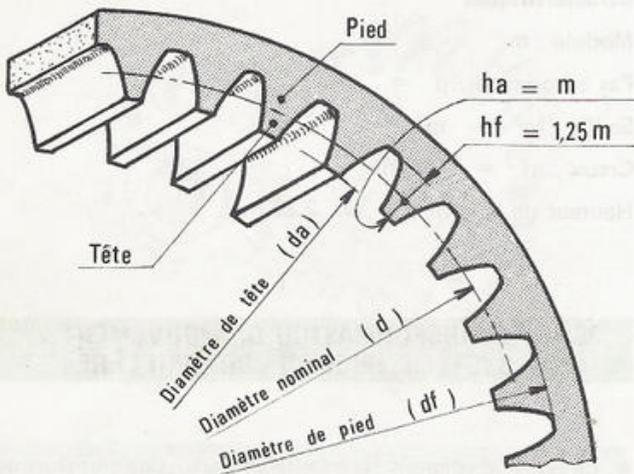


ROTATION DU PIGNON	TRANSLATION DE LA CRÉMAILLÈRE
Un tour	$\pi d = \pi m Z$
Une dent ( $\frac{1}{Z}$ tour)	$\pi d / Z = \pi m$

### 36/11 - ENGRENAGE INTÉRIEUR



- Caractéristiques du pignon : voir 36 - 4.
- Caractéristiques de la roue : (ci-dessous)



- Compléter les caractéristiques ci-dessous.
- Diamètre primitif :  $d = \dots\dots\dots$
- Diamètre de tête :  $d_a = \dots\dots\dots$
- Diamètre de pied :  $d_f = \dots\dots\dots$
- Entraxe :  $\dots\dots\dots a = \dots\dots\dots$

#### ● Taillage de la denture intérieure

Roue en une pièce :

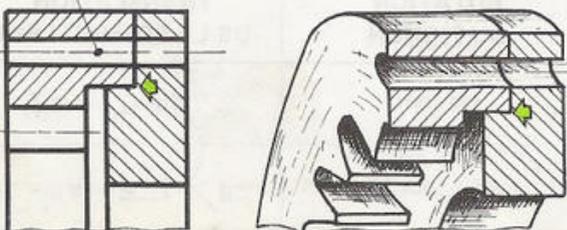
Prévoir un dégagement d'outil.



Roue en deux parties :

Prévoir un centrage.

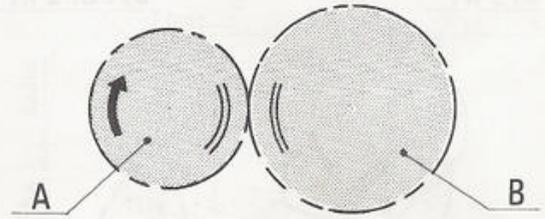
Serrage par vis ou boulon



### 36/12 - SENS DE ROTATION

Terminez les sens de rotation esquissés sur les dessins. Complétez ensuite les conclusions en ajoutant soit : « ne tourne pas », soit « tourne ».

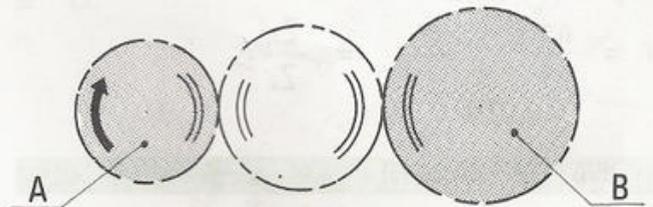
- Deux roues en prise.



Conclusion :

La roue (B) .....dans le même sens que la roue (A).

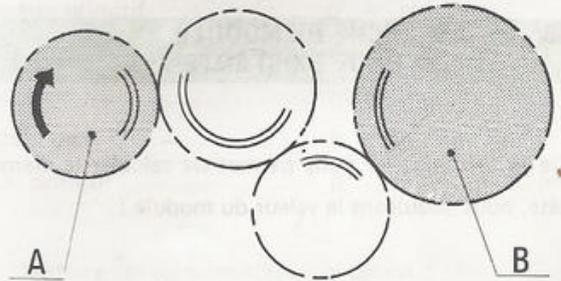
- Avec une roue intermédiaire (3 roues)



Conclusion :

La roue (B) .....dans le même sens que la roue (A).

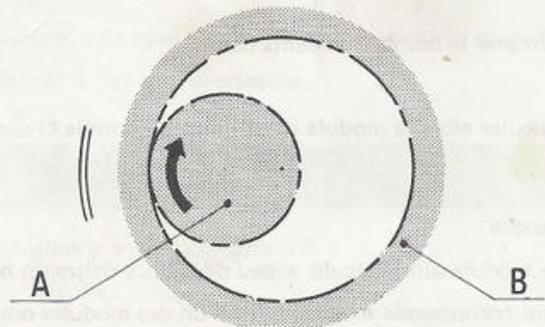
- Un nombre paire de roues.



Conclusion :

La roue (B) .....dans le même sens que la roue (A).

- Engrenage intérieur.



Conclusion :

La roue (B) tourne .....dans le même sens que la roue (A).

# ENGRENAGES CYLINDRIQUES A DENTURE HÉLICOÏDALE

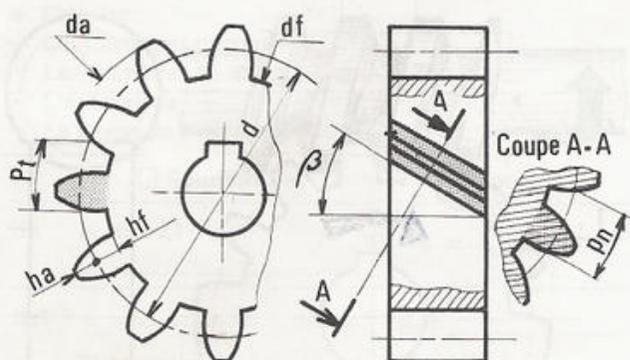
## ● Avantages

Fonctionnement silencieux sans vibration. Effort sur chaque dent réduit (3 ou 4 dents en prise simultanément).

## ● Inconvénient

Ils créent des poussées axiales qui exigent des épaulements et des butées.

### 36/13 - CARACTÉRISTIQUES



Angle de l'hélice :  $\beta$

Module réel . . . . :  $m_n$  (module normalisé)

Module apparent :  $m_t = \frac{m_n}{\cos \beta}$

Pas apparent . . . . :  $P_t = m_t \times \pi$

Pas réel . . . . . :  $P_n = P_t \times \cos \beta$

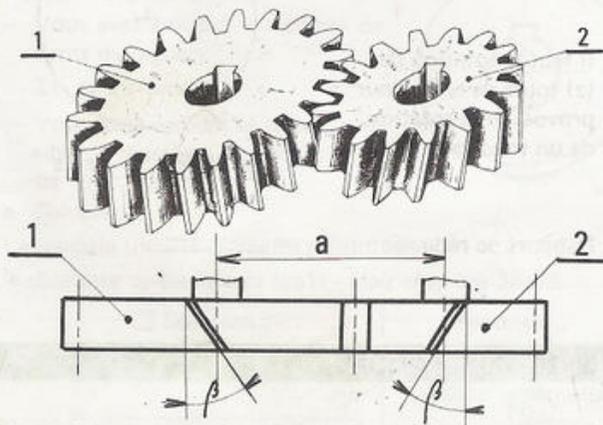
Diamètre primitif :  $d = m_t \times Z$

Diamètre de tête :  $d_a = d + 2 m_n$

Diamètre de pied :  $d_f = d - 2,5 m_n$

### 36/14 - ENGRENAGES PARALLÈLES

Axes des roues parallèles.



Entraxe :  $a =$  .....

● Observez le sens des hélices.

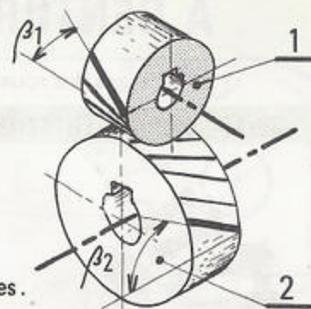
Roue (1) : hélice à .....

Roue (2) : hélice à .....

(droite ou gauche)

### 36/15 - ENGRENAGES GAUCHES

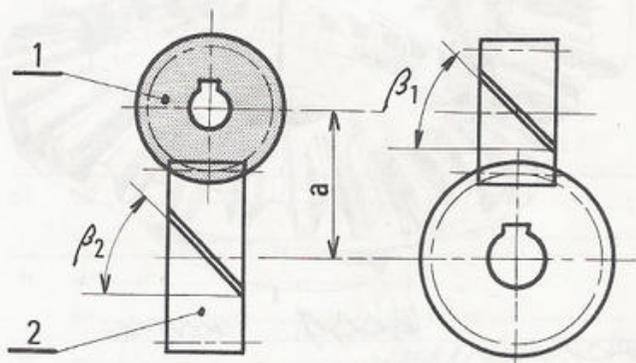
Axes des roues non  
parallèles – non  
concourants.



## ● Inconvénients

Frottements importants.

Poussées axiales importantes.



● Lorsque les axes sont orthogonaux :

$$\beta_1 + \beta_2 = 90^\circ$$

● Observez le sens des hélices.

Roue (1) : hélice à .....

Roue (2) : hélice à .....

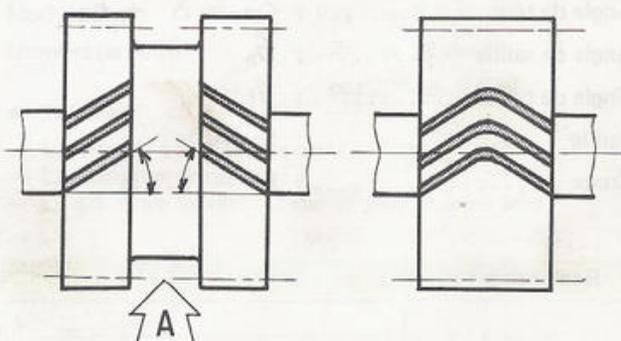
(droite ou gauche)

### 36/16 - ROUE DOUBLE – ROUE A CHEVRONS

Pas de poussée axiale

ROUE DOUBLE

ROUE A CHEVRONS



● Les dentures sont d'inclinaison égale mais de sens contraire.

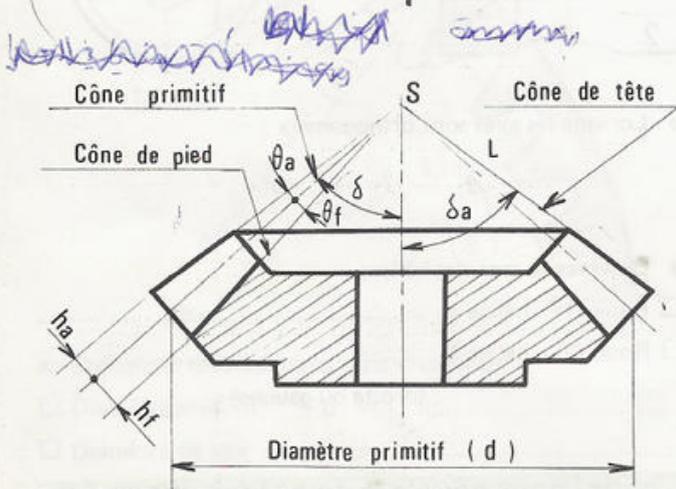
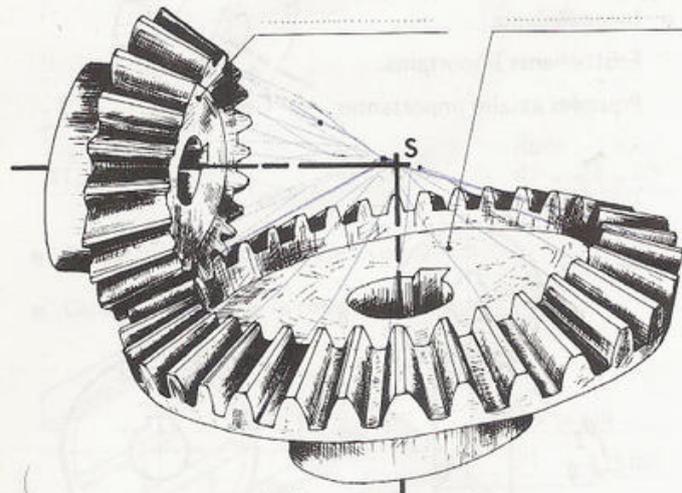
● Lorsque la roue est double, prévoir un dégagement d'outil (A).

● La roue à chevrons ne possède pas de dégagement central.

# ENGRENAGES CONIQUES A DENTURE DROITE

Axes des roues concourants

## 36/17 - CARACTÉRISTIQUES :



- Module ..... :  $m$   
(l'un des modules normalisés)
- Diamètre primitif ..... :  $d = m \cdot Z$
- Angle primitif ..... :  $\delta$
- Angle de tête ..... :  $\delta_a = \delta + \theta_a$
- Angle de saillie ..... :  $\theta_a$
- Angle de creux ..... :  $\theta_f$
- Saillie ..... :  $ha = m$
- Creux ..... :  $hf = 1,25 m$

### Remarques :

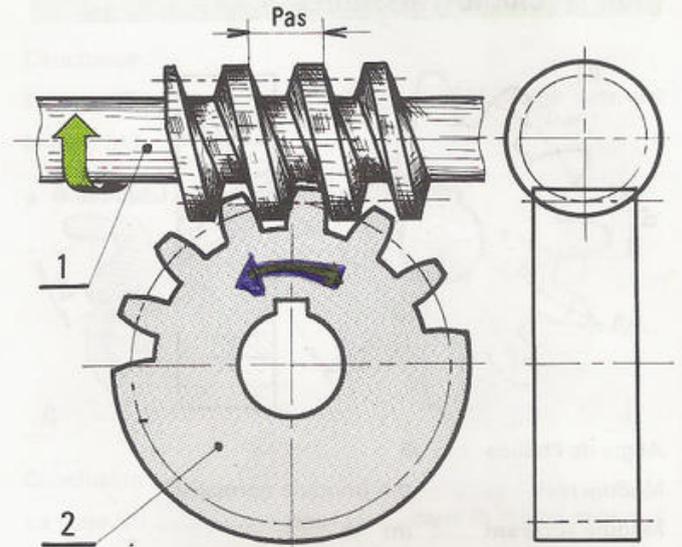
- La roue et le pignon d'un engrenage conique sont établis l'un pour l'autre (même module, sommet commun des cônes). Ils forment un ensemble indivisible.
- Les engrenages coniques créent une poussée axiale qui exige épaulement et butée.

# ROUE ET VIS SANS FIN

Axes des roues orthogonaux

## 36/18 - COMPOSITION :

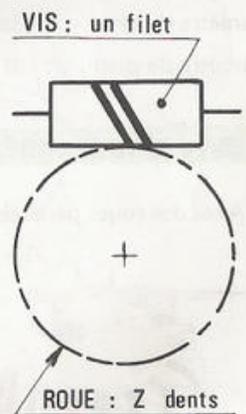
- La vis (1) qui transmet le mouvement (sauf cas particuliers) est à un ou plusieurs filets. Elle peut être « à droite » ou « à gauche ».
- La roue (2) est une roue cylindrique à denture hélicoïdale.



## 36/19 - RAPPORT DE RÉDUCTION

Cas d'une vis à un filet :

- La rotation de un tour de vis provoque la rotation de une dent de la roue.
- Il faut la rotation de  $(z)$  tours de la vis pour provoquer la rotation de un tour de la roue.



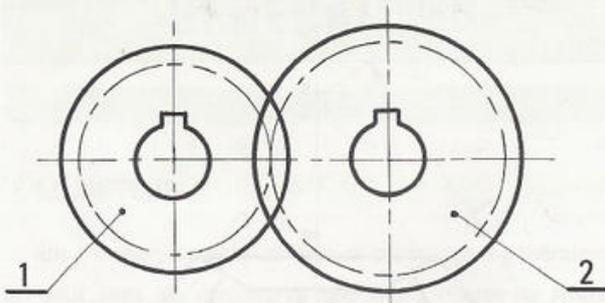
□ Rapport de réduction :  $R = \frac{\dots}{\dots}$

## 36/20 - CONSTATIONS

- Le système «roue et vis sans fin» permet un grand rapport de réduction.  
Voir chapitre 39 sur les réducteurs.
- Le système peut-être non réversible (cas des vis : 1 filet). Il est alors utilisé dans certains appareils de levage.
- Le système crée des poussées axiales importantes, en particulier suivant l'axe de la vis. Il nécessite l'emploi de butées ou roulements supportant ces efforts.

### EXERCICE 1 :

#### ENGRENAGE CYLINDRIQUE - DENTURE DROITE



Données :

Pignon (1) :  $Z_1 = 38$  dents  
Roue (2) :  $Z_2 = 57$  dents    Module :  $m = 6$

● Calculer :

- Les diamètres primitifs :  $d_1$  et  $d_2$ .
- Les diamètres de tête :  $da_1$  et  $da_2$ .
- L'entraxe :  $a$
- La raison de l'engrenage :  $n_2/n_1$ .

□ Solution :	Réponses :
$d_1 = m \times Z_1$ = .....	$d_1 =$ .....
$da_1 =$ .....	$da_1 =$ .....
$d_2 =$ .....	$d_2 =$ .....
$da_2 =$ .....	$da_2 =$ .....
$a =$ .....	$a =$ .....
Raison $r = \frac{n_2}{n_1} =$ .....	$r =$ .....

### EXERCICE 2 :

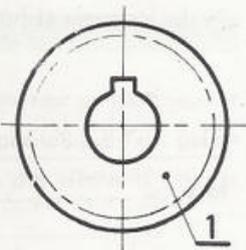
#### RECHERCHE DES COTES CARACTÉRISTIQUES D'UN PIGNON :

Vous voulez retrouver les caractéristiques du pignon (1).

- Vous avez compté le nombre de dents du pignon.  
 $Z_1 = 23$  dents
- Vous avez mesuré le mieux possible le diamètre de tête.  
 $da = 124,5$  mm

● Calculer :

Le module ( $m$ ) - le diamètre primitif ( $d_1$ ) - le diamètre de tête exact ( $da_1$ ) - Voir chapitre 36/08.



□ Solution :	Réponses :	
$m =$ .....	Module calculé :	Module normalisé :
= .....	$m =$ .....	$m =$ .....
$d_1 =$ .....	$d_1 =$ .....	
= .....		
$da_1 =$ .....	$da_1 =$ .....	
= .....		

### EXERCICE 3 :

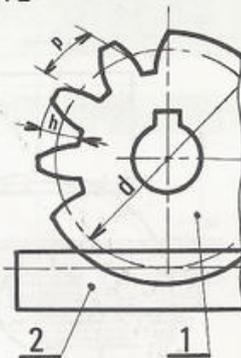
#### ENGRENAGE CYLINDRIQUE ET CRÉMAILLÈRE - DENTURE DROITE

Données :

Pignon (1) :  $Z_1 = 38$  dents  
Module :  $m = 2,5$   
Crémaillère :  $Z_2 = 15$  dents

● Calculer :

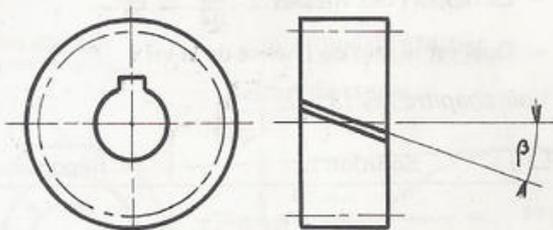
- Le diamètre primitif :  $d_1$
- La hauteur de la dent :  $h$
- Le pas au primitif :  $p$
- La longueur de la crémaillère :  $L$



□ Solution :	Réponses :
$d_1 =$ .....	$d_1 =$ .....
= .....	
$h =$ .....	$h =$ .....
= .....	
$p =$ .....	$p =$ .....
= .....	
$L =$ .....	$L =$ .....
= .....	

### EXERCICE 4 :

#### ENGRENAGE CYLINDRIQUE - DENTURE HÉLICOÏDALE



Données :

Angle de l'hélice :  $\beta = 20^\circ$  - à droite  
Module réel :  $mn = 5$   
Nombre de dents :  $Z = 28$  dents  
 $\cos 20^\circ = 0,939$

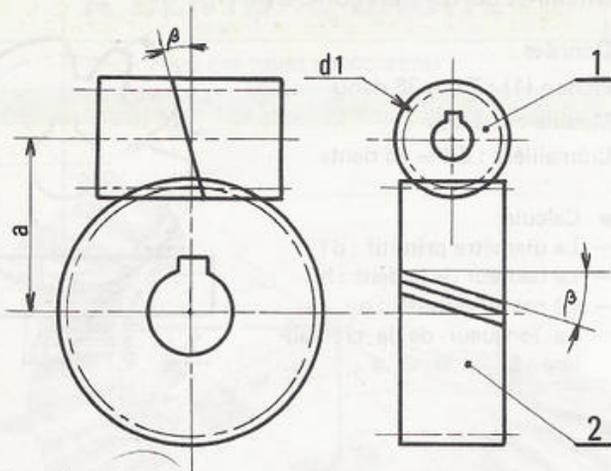
● Calculer :

- Le module apparent :  $mt$
- Le diamètre primitif :  $d$
- Le diamètre de tête :  $da$     Voir chapitre 36/13

□ Solution :	Réponses :
$mt =$ .....	$mt =$ .....
= .....	
$d =$ .....	$d =$ .....
= .....	
$da =$ .....	$da =$ .....
= .....	

### EXERCICE 5 :

#### ROUE ET VIS SANS FIN



Données :

Nombre de filets de la vis (1) :  $Z_1 = 2$

Module réel de la vis (1) et de la roue (2) :  $m_n = 6$

Diamètre primitif de la vis (1) :  $d_1 = 60$

Nombre de dents de la roue (2) :  $Z_2 = 50$  dents

L'angle d'hélice ( $\beta$ ) et le sens de l'hélice sont identiques sur la vis et sur la roue..

$$\beta = 7^\circ \quad \cos 7^\circ = 0,99255$$

● Calculer :

- Le module apparent de la roue :  $m_t$
- Le diamètre primitif de la roue :  $d_2$
- Le diamètre de tête de la roue :  $da_2$
- Le diamètre de pied de la roue :  $df_2$
- L'entraxe :  $a$

- Le rapport des vitesses :  $\frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1}$

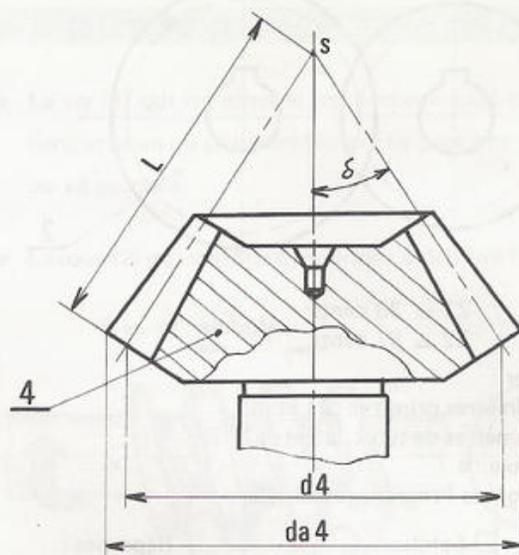
- Quel est le sens de l'hélice de la vis ?

Voir chapitre 36/13

<input type="checkbox"/> Solution :	Réponses :
$m_t = \dots$ $= \dots$	$m_t = \dots$
$d_2 = \dots$ $= \dots$	$d_2 = \dots$
$da_2 = \dots$ $= \dots$	$da_2 = \dots$
$df_2 = \dots$ $= \dots$	$df_2 = \dots$
$a = \dots$ $= \dots$	$a = \dots$
$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\dots}{\dots} = \frac{\dots}{\dots}$	$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\dots}{\dots}$
Sens de l'hélice de la vis (à droite ou à gauche)	Sens de l'hélice : à .....

### EXERCICE 6 :

#### ENGRENAGE CONIQUE - DENTURE DROITE



PIGNON (4) DU RÉDUCTEUR DE VITESSE  
ÉTUDIÉ AU CHAPITRE 20/30.

Pour compléter la documentation relative aux engrenages coniques, consulter la Méthode Active - chapitre R11 (calculs)

Données :

Pignon (4) - Nombre de dents :  $Z_4 = 17$  dents

Roue (3) - Nombre de dents :  $Z_3 = 38$  dents

Module :  $m = 3$

● Calculer les caractéristiques du pignon (4)

- Déterminer l'angle primitif :  $\delta$
- $\delta$  est déterminé par  $\text{tg } \delta = \frac{Z_4}{Z_3}$
- Diamètre primitif :  $d_4$
- Diamètre de tête :  $da_4$
- La longueur ( $L$ ) des génératrices du cône primitif

<input type="checkbox"/> Solution :	Réponses :
$\text{tg } \delta = \dots$ $= \dots$	$\text{tg } \delta = \dots$
Rechercher $\delta$ sur une table trigonométrique	$\delta = \dots$
$d_4 = \dots$ $= \dots$	$d_4 = \dots$
$da_4 = \dots$ $= \dots$	$da_4 = \dots$
$L = \dots$ $= \dots$	$L = \dots$

# CHANGEMENTS DE VITESSE GÉNÉRALITÉS

## PROBLÈME

### LE MOTEUR

Un moteur, caractérisé par sa puissance a généralement un seul sens de marche et une seule vitesse de rotation.

- Citez quelques exemples de moteurs ?

.....

.....

.....

- Certains moteurs peuvent-ils avoir deux sens de marche ? Si oui, lesquels.

.....

### LE RÉCEPTEUR

Le récepteur, qui reçoit la puissance du moteur peut, selon ses conditions d'utilisation :

- tourner dans les deux sens;
- tourner à des vitesses variables.
- Citez des exemples de récepteurs ?

.....

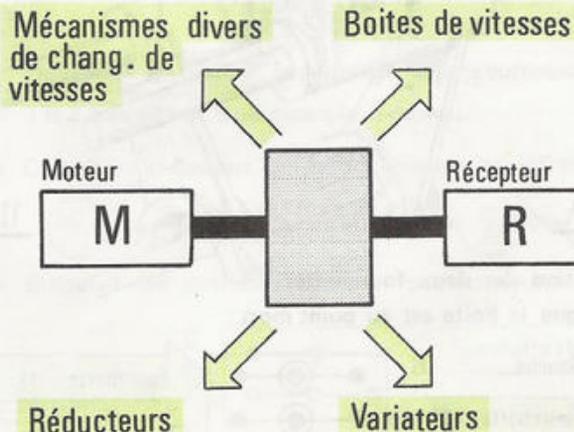
.....

.....

- Oralement – sur des exemples précis, Justifiez : « tourner dans les deux sens » et « tourner à des vitesses variables ».

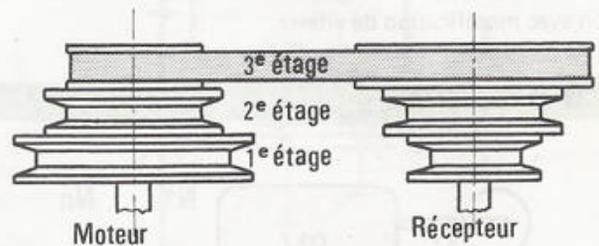
## SOLUTIONS

Pour transmettre la puissance du moteur au récepteur et assurer les conditions d'utilisation de celui-ci, il faut placer entre le moteur et le récepteur l'un des éléments étudiés dans les chapitres suivants.



# CHANGEMENTS DE VITESSE 37. MÉCANISMES DIVERS

## 37/01 - POULIES ÉTAGÉES ET COURROIE



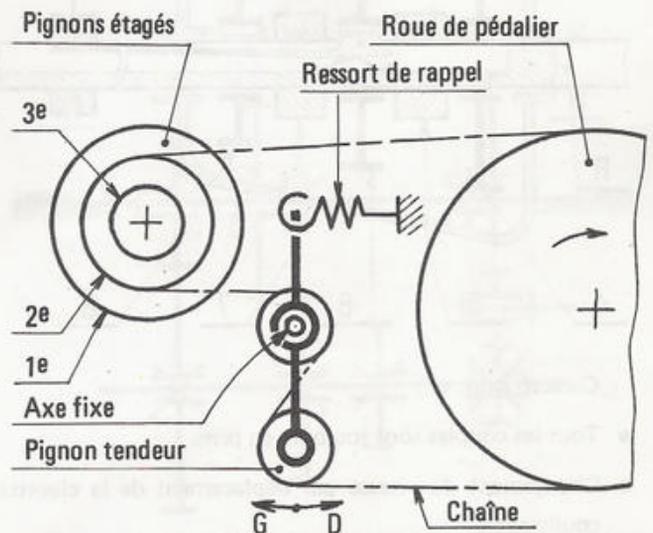
- Citez un exemple où ce système est utilisé.

*passance sensitive* .....

- A quel étage doit être placée la courroie pour que la vitesse du récepteur soit plus grande que la vitesse du moteur ?

*1er étage* .....

## 37/02 - PIGNONS ET CHAÎNE



Sur le schéma, la chaîne est montée sur le pignon de la deuxième vitesse.

- Lorsque vous passez en première vitesse (grand pignon), dans quel sens se déplace le pignon tendeur ?

.....

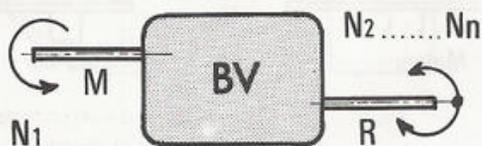
## CHANGEMENTS DE VITESSE

# 38. BOITES DE VITESSES

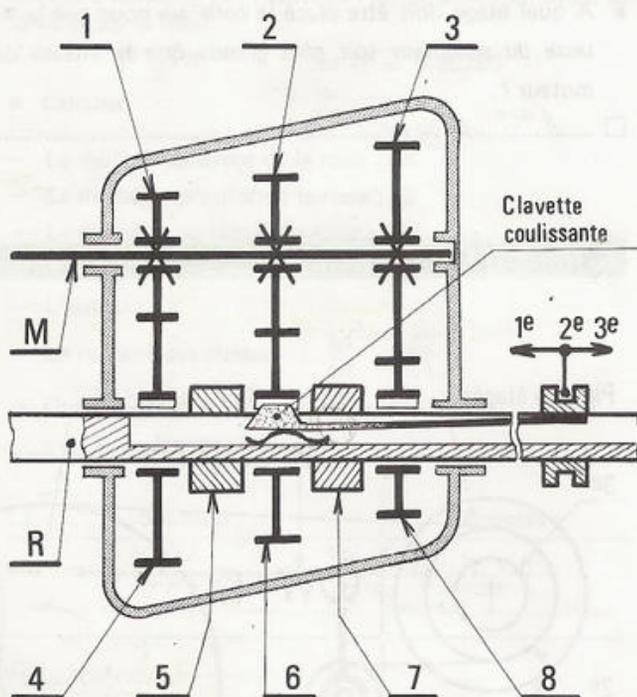
### 38/01 - FONCTION

Appareils destinés à transmettre un mouvement de rotation avec modification de vitesse.

### 38/02 - SCHÉMA



### 38/03 - BOITE A CLAVETTE COULISSANTE

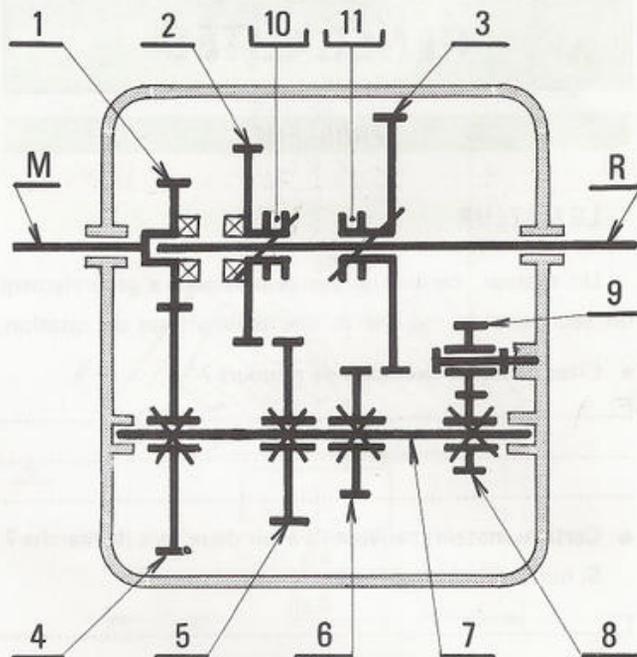


Caractéristiques :

- Tous les couples sont toujours en prise.
- Changement de vitesse par déplacement de la clavette coulissante.
- Points morts, lorsque la clavette est sous les bagues (5) et (7).
- La deuxième est « passée » – voir schéma ci-dessus – Le mouvement de rotation est transmis de l'arbre moteur (M) à l'arbre récepteur (R) par l'intermédiaire des roues dentées suivantes :



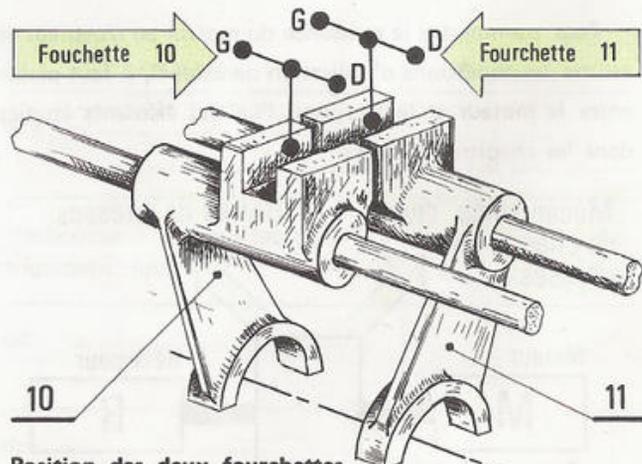
### 38/04 - BOITE A PIGNONS BALADEURS



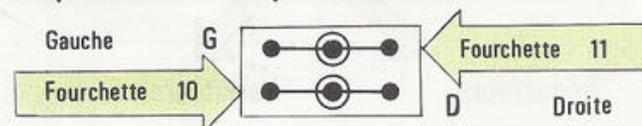
CARACTÉRISTIQUES DE LA BOITE :

- Pignon (1) et roue (4) toujours en prise.
- Pignon baladeur (2) – commandé par fourchette (10).  
3 positions :  
à gauche (G) – (2) craboté avec (1).  
au centre – point mort.  
à droite (D) – (2) en prise avec la roue (5).
- Pignon baladeur (3) – commandé par fourchette (11).  
3 positions :  
à gauche (G) – roue (3) en prise avec roue (6).  
au centre – point mort.  
à droite (D) – roue (3) en prise avec la roue (9).

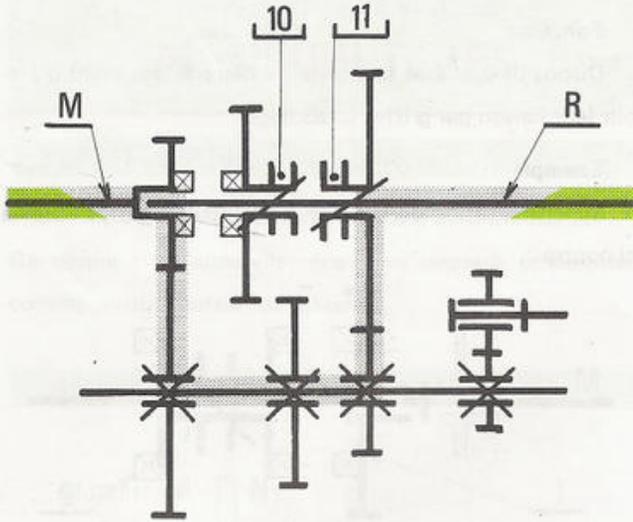
### 38/05 - MANŒUVRE DES PIGNONS BALADEURS



Position des deux fourchettes lorsque la boîte est au point mort :

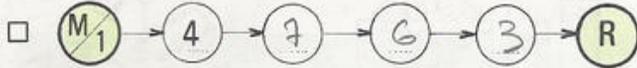


### 38/06 - 1ère VITESSE

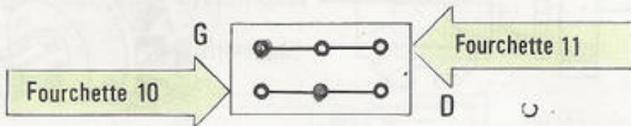


- La suite des liaisons entre (M) et (R) correspondant à la 1ère vitesse est représentée en gris sur le schéma ci-dessus. Repassez cette suite en couleur.

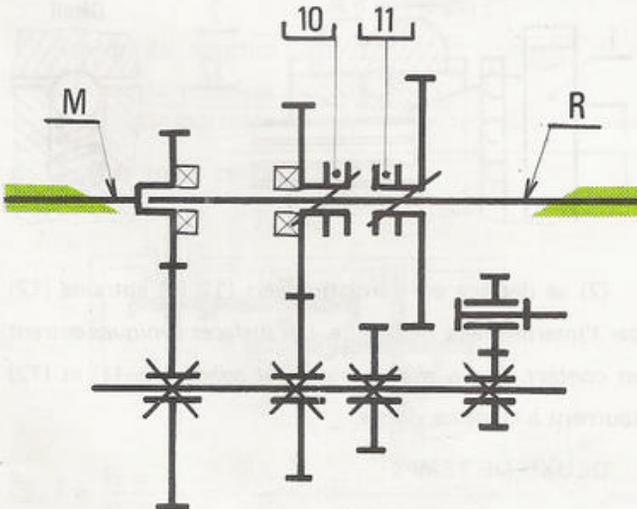
- Complétez, ci-dessous, la suite des liaisons entre (M) et (R).



- Entourez les positions occupées par les fourchettes.



### 38/07 - 2ème VITESSE

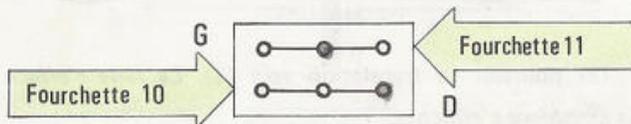


- Établissez en couleur, la suite des liaisons correspondant à la 2ème vitesse (voir exemple ci-dessus).

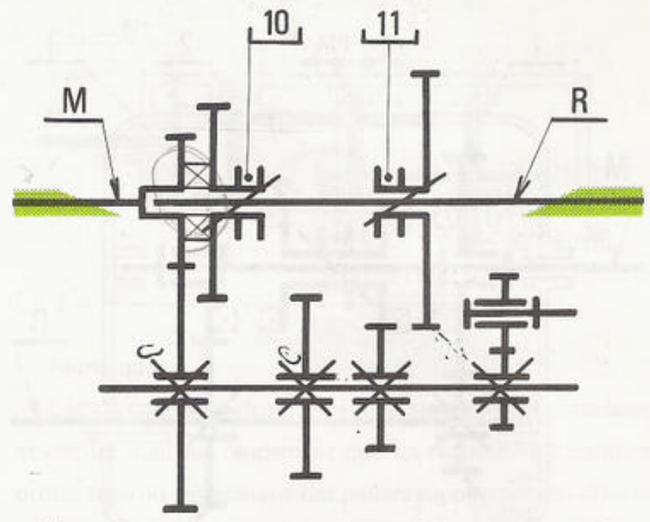
- Complétez, ci-dessous, la suite des liaisons entre (M) et (R).



- Entourez les positions occupées par les fourchettes.



### 38/08 - 3ième VITESSE



- Établissez, en couleur, la suite des liaisons correspondant à la 3ème vitesse.

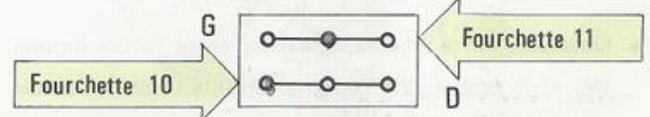
- Complétez, ci-dessous, la suite des liaisons entre (M) et (R).



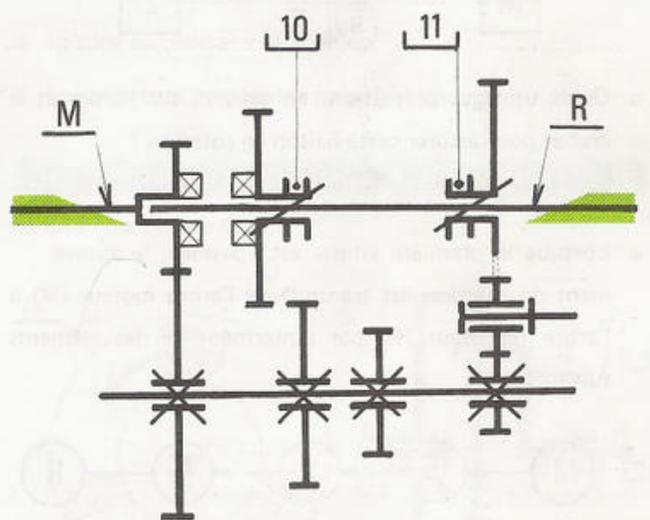
- La vitesse de rotation de l'arbre récepteur (R) est-elle différente de la vitesse de rotation de l'arbre moteur (M) ?

- ..... (oui ou non)

- Entourez les positions occupées par les fourchettes.

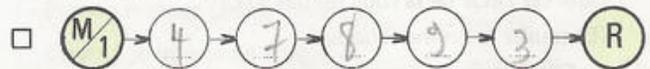


### 38/09 - MARCHÉ ARRIÈRE

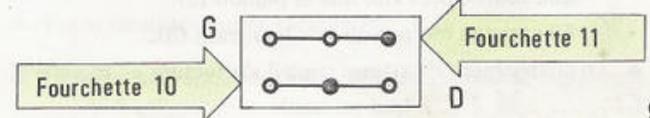


- Établissez, en couleur, la suite des liaisons correspondant à la marche arrière.

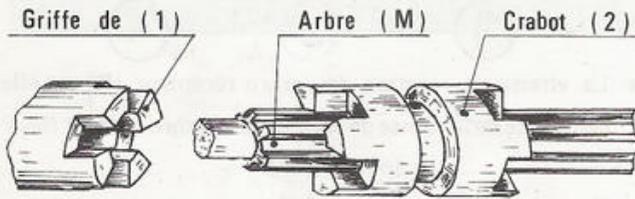
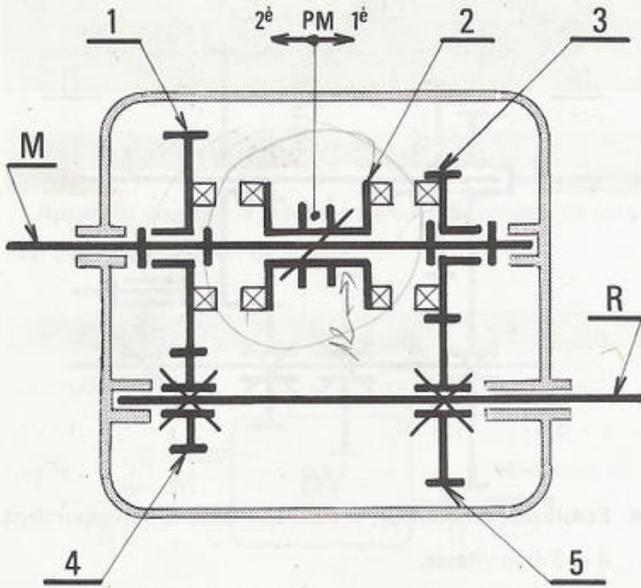
- Complétez, ci-dessous, la suite des liaisons entre (M) et (R).



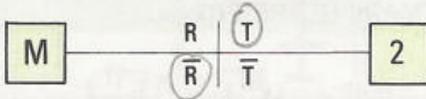
- Entourez les positions occupées par les fourchettes.



### 38/10 - BOITE A BALADEUR A GRIFFES (CRABOT)



- Observez, sur le schéma, la liaison entre l'arbre moteur (M) et le crabot (2). Terminez ensuite l'élément de circuit ci-dessous.



- Quels usinages prévoit-on, en général, sur l'arbre et le crabot pour assurer cette liaison en rotation ?

.....

- Lorsque la première vitesse est «passée», le mouvement de rotation est transmis de l'arbre moteur (M) à l'arbre récepteur (R) par l'intermédiaire des éléments suivants :



- Lorsque la «première» est passée, le pignon (3), en prise avec le baladeur, est entraîné en rotation. Quel est l'état de la roue dentée (1) ? (Entourez la bonne réponse).

- Elle ne tourne pas.
- Elle tourne plus vite que le pignon (3).
- Elle tourne moins vite que le pignon (3).

- Le changement de vitesse peut-il s'effectuer en marche ?

98  ..... (oui ou non).

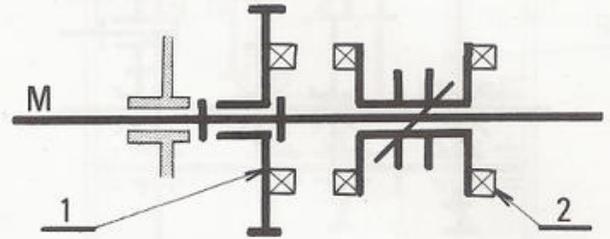
### 38/11 - SYNCHRONISEUR

#### Fonction

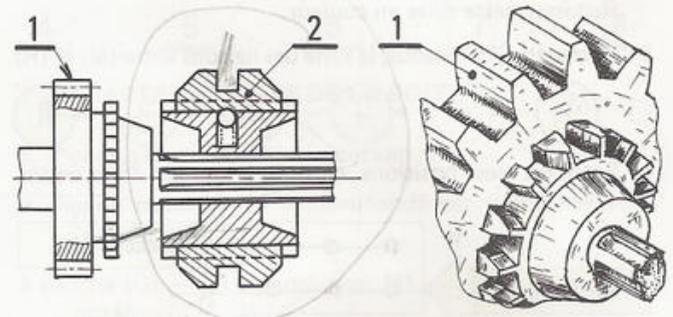
Dispositif égalisant la vitesse de deux arbres avant d'établir leur liaison par griffes (crabotage).

#### Exemple

Synchronisation de la boîte à baladeur à griffes étudiée ci-contre.

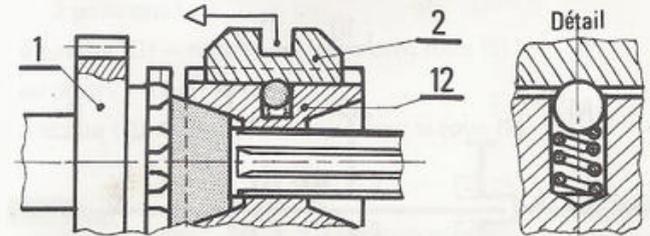


- Le baladeur (2) est au point mort.



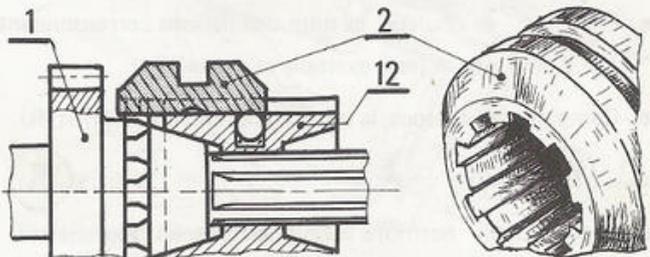
#### LE CRABOTAGE S'EFFECTUE EN DEUX TEMPS :

##### PREMIER TEMPS



(2) se déplace en translation vers (1). (2) entraîne (12) par l'intermédiaire de la bille. Les surfaces coniques entrent en contact. Il y a entraînement par adhérence. (1) et (12) tournent à la même vitesse.

##### DEUXIÈME TEMPS



(2) poursuit sa translation vers (1). La bille s'efface. La crabotage s'effectue.

# CHANGEMENTS DE VITESSE

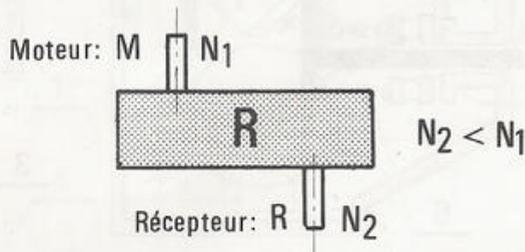
## 39. RÉDUCTEURS

### 39/01 - FONCTION

Appareils destinés à réduire la vitesse d'un arbre moteur.

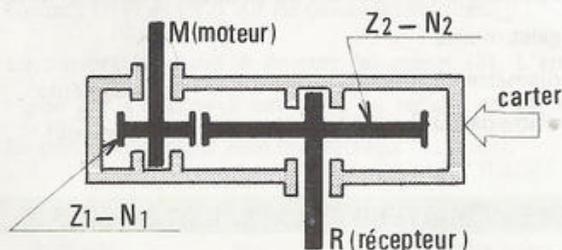
Remarque : les appareils réversibles peuvent être utilisés comme multiplicateur de vitesse.

### 39/02 - SCHÉMA



### 39/03 - RÉDUCTEURS A ROUES DENTÉES

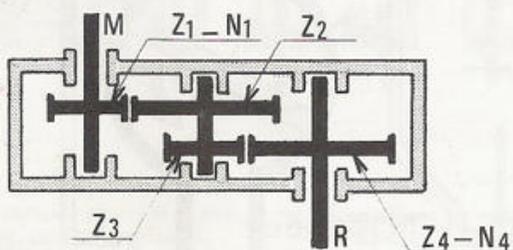
#### • Deux roues cylindriques



Rapport de réduction : (r)

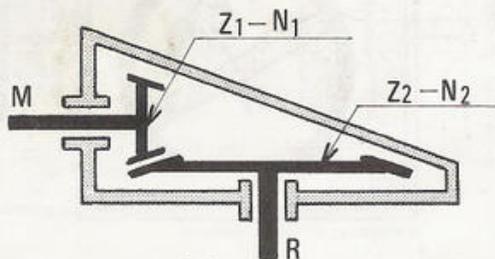
$$r = \frac{\text{vitesse récepteur}}{\text{vitesse moteur}} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{Z_1}{Z_2}$$

#### • Train de roues cylindriques



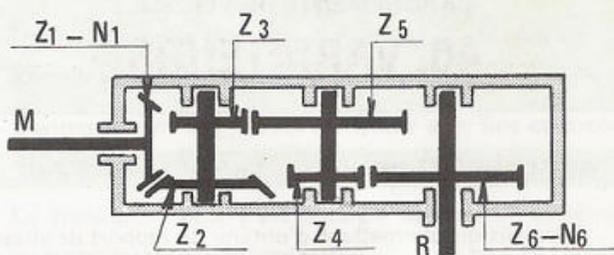
$$r = \frac{N_4}{N_1} = \frac{Z_1 Z_3}{Z_2 Z_4}$$

#### • Deux roues coniques



$$r = \frac{Z_1}{Z_2}$$

#### • Train de roues cylindriques et coniques

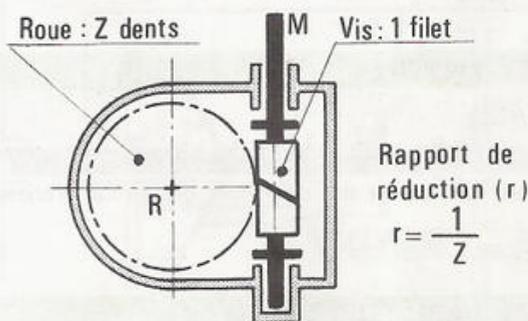


$$r = \frac{Z_1 Z_3 Z_5}{Z_2 Z_4 Z_6}$$

#### Remarques

Les réducteurs à denture hélicoïdale sont plus silencieux et ont un meilleur rendement que les réducteurs à denture droite mais ils nécessitent des paliers supportant des efforts axiaux.

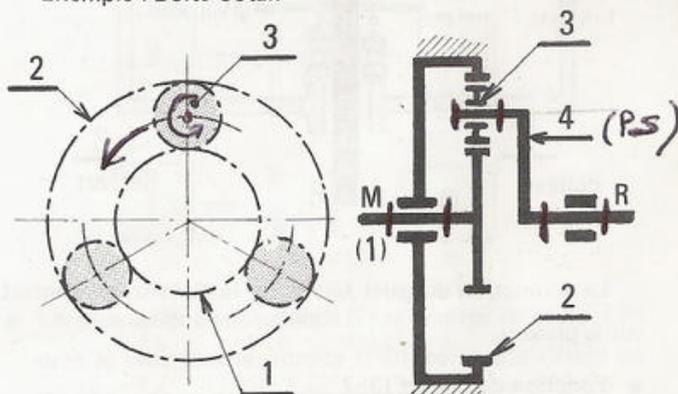
### 39/04 - RÉDUCTEUR A ROUE ET VIS SANS FIN



- Rapport de réduction élevé  
ex : plateau circulaire 1/120
- Ils sont en général irréversibles.
- Les axes sont montés sur paliers butés.

### 39/05 - RÉDUCTEUR A TRAIN ÉPICYCLOIDAL

Exemple : Boite Cotal.



- 1 - Pignon moteur (arbre moteur).
- 2 - Couronne intérieure fixe.
- 3 - Satellites (ici 3).
- 4 - Porte-satellites (arbre récepteur).

- Rapport de réduction important sous un encombrement réduit.

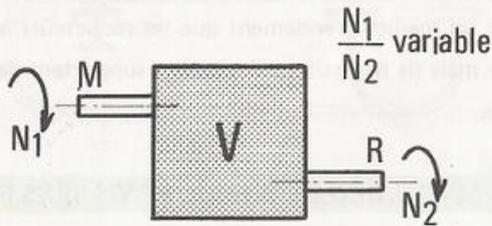
# CHANGEMENTS DE VITESSE

## 40. VARIATEURS

### 40/01 - FONCTION

Appareils qui permettent d'obtenir un rapport de vitesse quelconque entre un arbre moteur et un arbre récepteur.

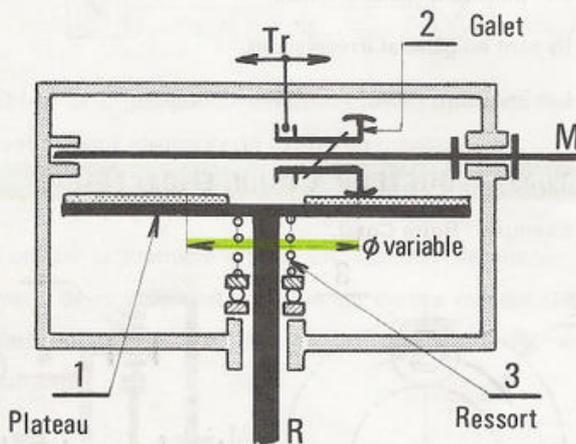
### 40/02 - SCHÉMA



### 40/03 - PRINCIPE

La modification du rapport des vitesses est obtenu en modifiant le rapport des diamètres des circonférences de contact.

### 40/04 - VARIATEUR A PLATEAU ET GALET SIMPLE



La translation du galet fait varier le diamètre de contact sur le plateau.

● Fonction du ressort (3) ?

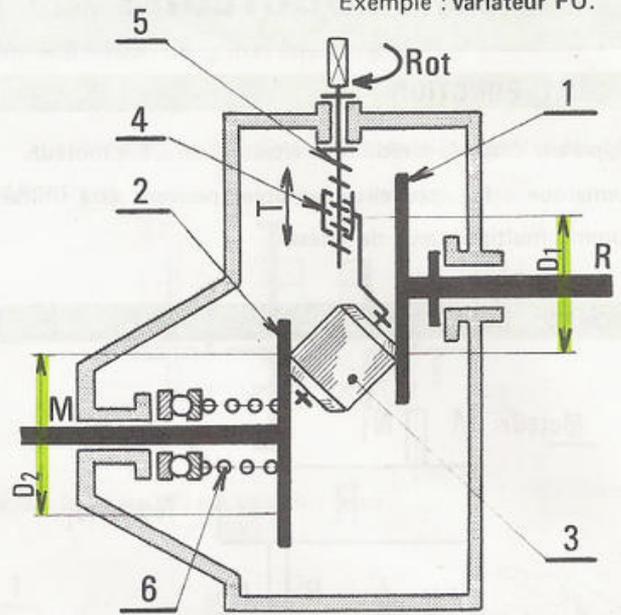
.....

● Liaison entre l'arbre moteur (M) et le galet (2) ?



### 40/05 - VARIATEUR A PLATEAUX ET GALET BICONIQUE

Exemple : variateur FU.



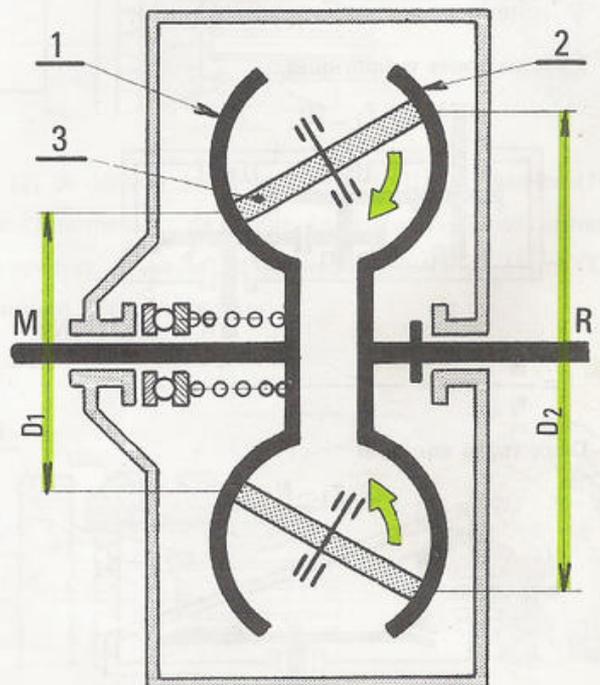
La translation du galet fait varier les diamètres de contact (D1) et (D2) sur les plateaux.

● En partant de la position du galet sur le schéma; lorsque le galet monte :

- le diamètre (D1) ..... (augmente ou diminue)
- le diamètre (D2) ..... (augmente ou diminue)

### 40/06 - VARIATEUR A PLATEAUX TORIQUES

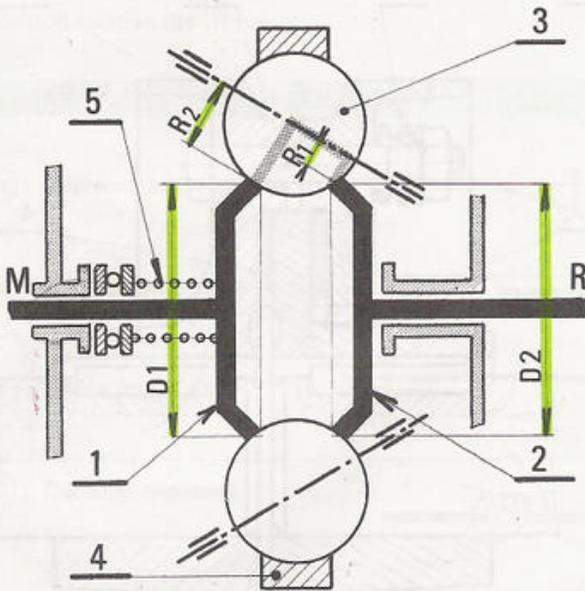
Exemple : variateur Brotby.



L'inclinaison de l'axe des galets fait varier les diamètres de contact (D1) et (D2) sur les plateaux toriques (1) et (2).

## 40/07 - VARIATEUR A GALETS SPHÉRIQUES

Exemple : variateur Kopp.



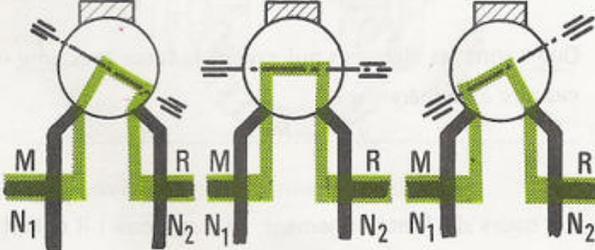
- Les plateaux (1) et (2) ont des diamètres égaux et constants : (D1) et (D2).
- L'inclinaison de l'axe des galets fait varier les rayons de contact (R1) et (R2) sur les galets sphériques.
- Le ressort (5) tend à écarter les galets (3). L'anneau rigide (4) s'oppose à cet effet du ressort et maintient les galets en contact avec les plateaux (1) et (2).

inclinaison (1)    inclinaison (2)    inclinaison (3)

$$N_2 < N_1$$

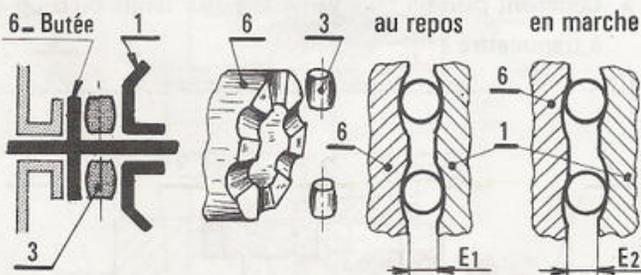
$$N_2 = N_1$$

$$N_2 > N_1$$



### Remarque

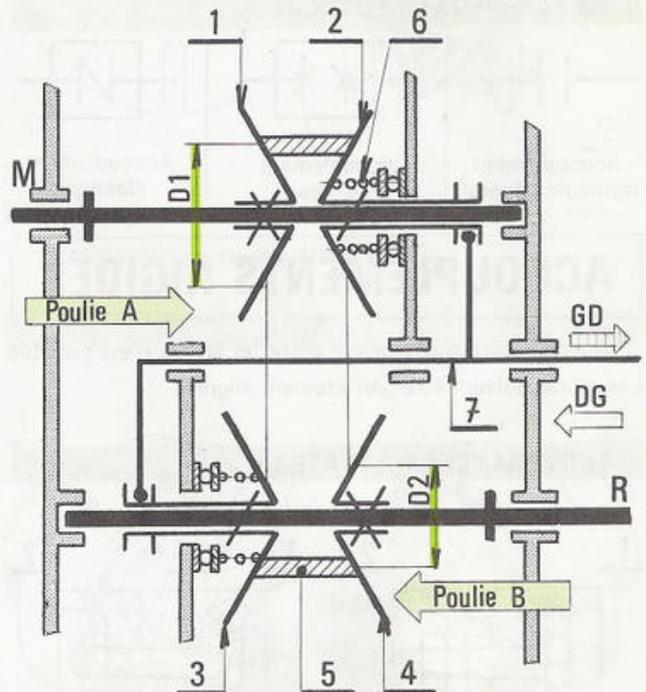
Dans certains appareils le ressort est remplacé par un système à rouleaux, sur chaque plateau.



- **Rouleaux** : 2 fonctions — lier en rotation (6) et (1).  
— créer la force pressante.
- **Pendant l'entraînement** : les rouleaux sont coincés entre (1) et (6), ce qui a pour effet de les écarter ( $E_2 > E_1$ ); créant ainsi la force pressante.

## 40/08 - VARIATEUR A POULIES EXTENSIBLES

- L'écartement des flasques (1) - (2) et (3) - (4) fait varier les diamètres de contact (D1 et D2) sur les poulies.
- L'entraînement des poulies s'effectue avec une courroie trapézoïdale, un anneau rigide ou une chaîne crantée.
- La translation de (7) est obtenue soit par un système vis-écrou ou pignon crémaillère.



- Terminez les éléments de circuit ci-dessous



- Lorsque la tige de commande (7) se déplace en translation dans le sens gauche - droite (GD); comment varient les diamètres de contact poulie-courroie ?

- Sur la poulie (A), le diamètre (D1) .....
  - Sur la poulie (B), le diamètre (D2) .....
- (diminue ou augmente)

- Fonction des ressorts (6) ?

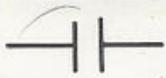
- .....

# 41. ACCOUPLEMENTS

## 41/01 - FONCTION

Appareils destinés à assurer, en permanence la liaison en rotation entre deux arbres.

## 41/02 - SCHÉMA CINÉMATIQUE



Accouplement (symbole général)



Accouplement rigide

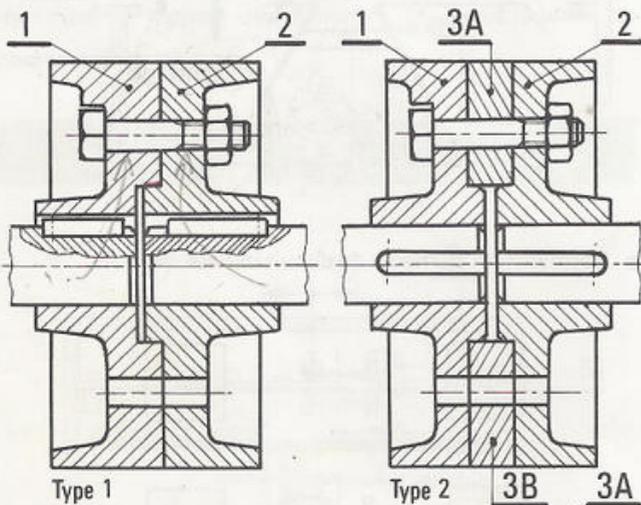


Accouplement élastique

## ACCOUPLEMENTS RIGIDES

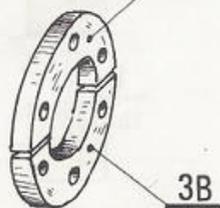
Aucun mouvement relatif entre les arbres n'est possible. Les arbres doivent être parfaitement alignés.

## 41/03 - MANCHON A PLATEAU



Les arbres sont montés avec serrage dans les plateaux.

Les boulons sont ajustés.



● Repassez en couleur les surfaces qui participent au centrage des arbres.

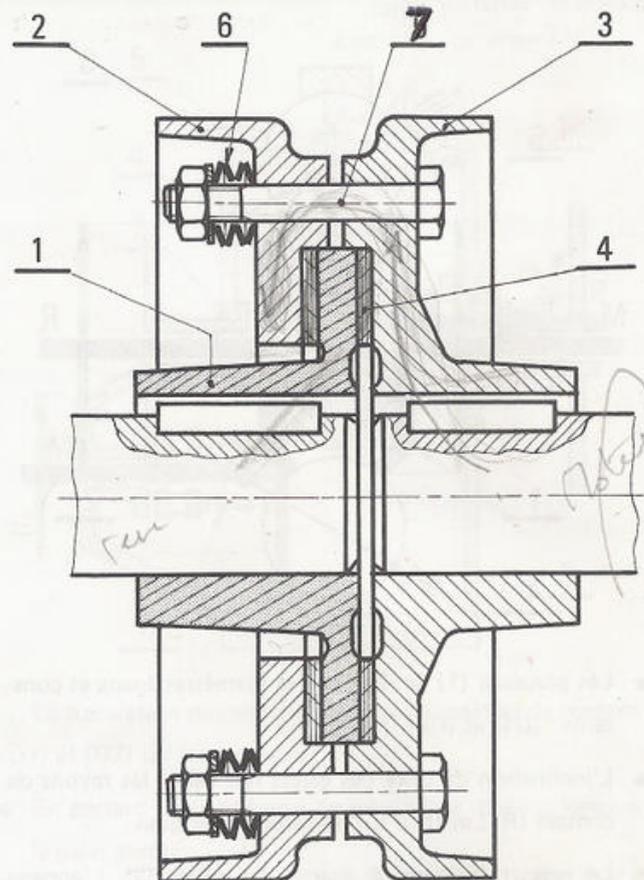
● La bague (3A - 3B) assure deux fonctions. Lesquelles ?

- .....
- .....

● Les têtes et les extrémités des boulons ne dépassent pas les faces latérales des plateaux; cela satisfait quelle condition ?

102  .....

## 41/04 - MANCHON DE SÉCURITÉ



● La liaison entre (1) et l'ensemble (2 - 3) est-elle obtenue par obstacle ou par adhérence ?

- .....

● Quels sont les éléments qui créent la force pressante nécessaire à l'adhérence ?

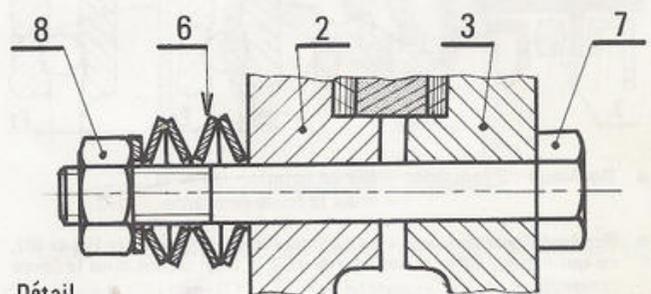
- .....

● En cours de fonctionnement, que se passe-t-il si l'arbre récepteur se trouve accidentellement bloqué ?

- .....

● Comment peut-on faire varier la valeur limite du couple à transmettre ?

- .....



Détail

# ACCOUPLMENTS ÉLASTIQUES

Ces appareils permettent un léger déplacement de la position relative des arbres.

## 41/05 - DÉPLACEMENTS POSSIBLES

(A) : Déplacement angulaire



(B) : Déplacement radial



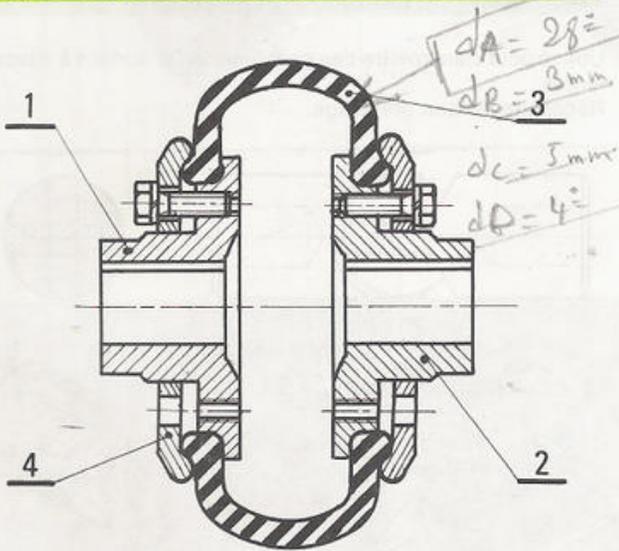
(C) : Déplacement axial



(D) : Décalage angulaire

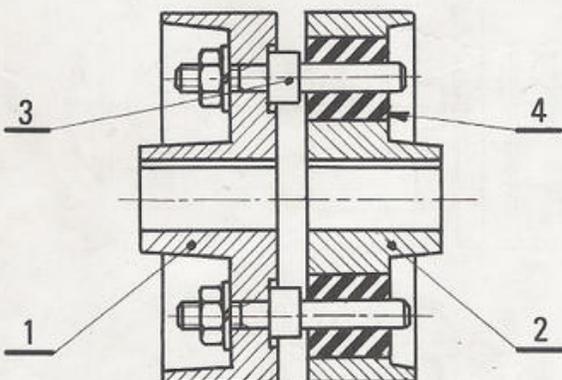


## 41/06 - MANCHON A GAINE FLEXIBLE



- Permet de grands déplacements angulaires.

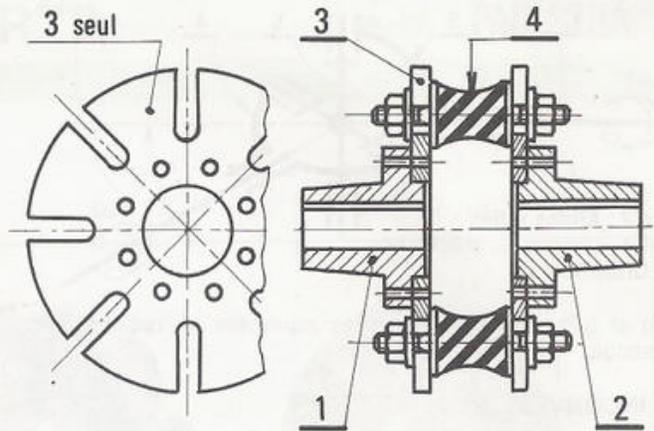
## 41/07 - MANCHON A BROCHES



Les manchons (4) sont en cuir ou en caoutchouc.

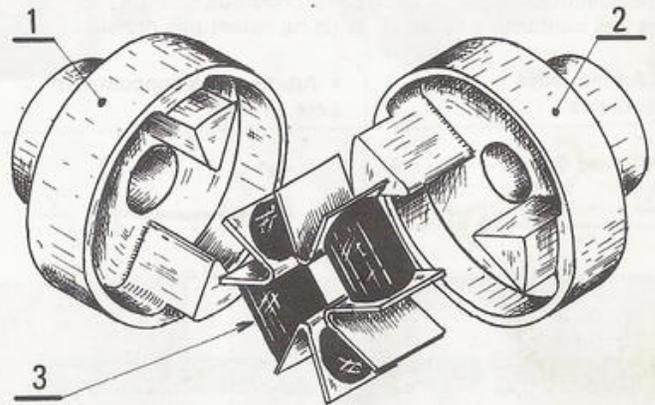
- Permet des déplacements axiaux importants.

## 41/08 - MANCHON RADIAFLEX



- Permet de désaccoupler rapidement les arbres en démontant les tampons en caoutchouc.

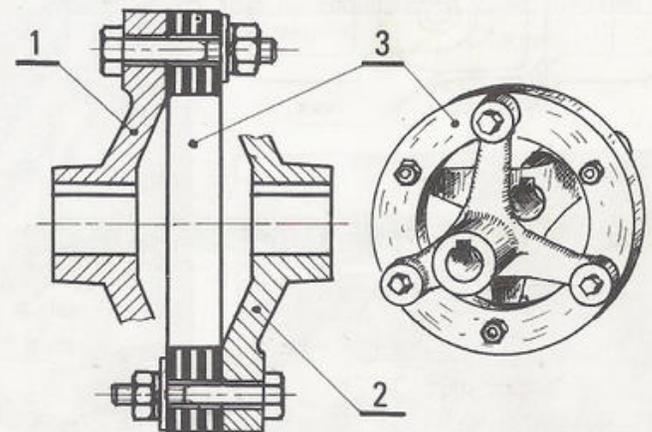
## 41/09 - MANCHON MINIFLEX



Les blocs (3) sont en caoutchouc.

- Permet des déplacements axiaux importants.

## 41/10 - FLECTOR

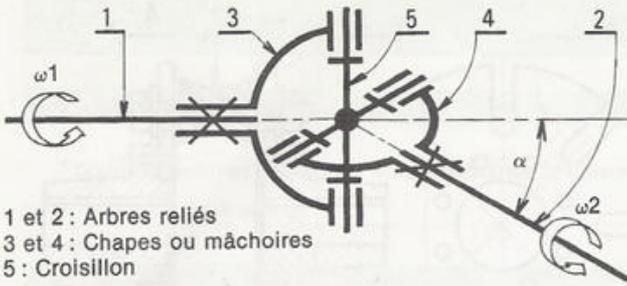


Le disque (3) est en toile caoutchoutée, armée.

- Permet des déplacements angulaires importants. Peut remplacer un cardan.

### 41/11 - JOINT DE CARDAN

- Permet des déplacements angulaires importants



1 et 2 : Arbres reliés  
3 et 4 : Chapes ou mâchoires  
5 : Croisillon

( $\omega_1$ ) et ( $\omega_2$ ) : vitesses angulaires exprimées en radians par seconde.

#### INCONVÉNIENT :

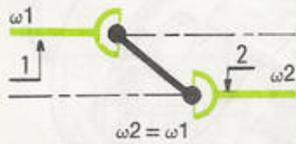
Les vitesses angulaires instantanées ( $\omega_1$  et  $\omega_2$ ) ne sont pas les mêmes pour les deux arbres ( $\omega_2 \neq \omega_1$ ).  
 $\frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{1}{\cos \alpha}$

### 41/12 - JOINT HOMOCINÉTIQUE

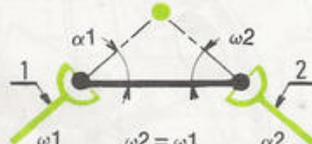
Un joint est dit « homocinétique » lorsque les vitesses angulaires instantanées des arbres reliés sont égales :  $\omega_2 = \omega_1$ .

La combinaison de deux cardans simples peut donner un joint homocinétique dans deux cas et à condition que les mâchoires des cardans fixés sur (1) et (2) ne soient pas croisées :

- Arbres reliés parallèles

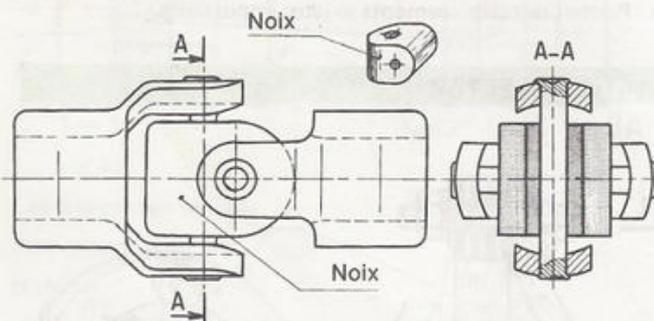


- Arbres reliés concourants avec  $\alpha_1 = \alpha_2$

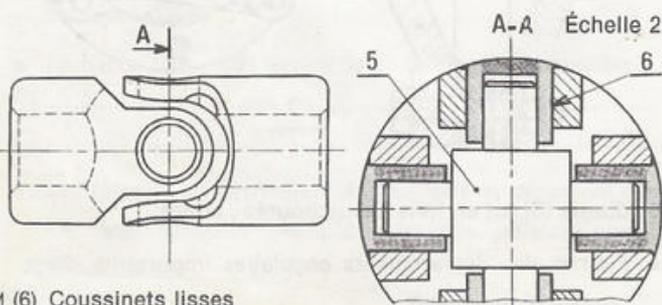


### 41/13 - JOINT A AXES RIVÉS

Joint très économique - emploi très étendu - utilisé pour commande de vannes - stores - volets roulants - etc.

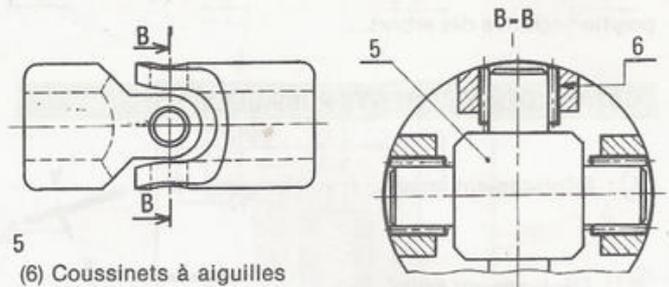


### 41/14 - JOINT A COUSSINETS LISSES



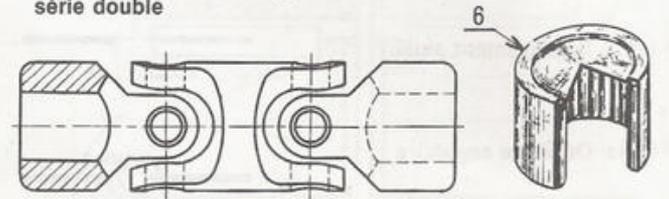
### 41/15 - JOINT A COUSSINETS A AIGUILLES

Joint de grande précision



5  
(6) Coussinets à aiguilles

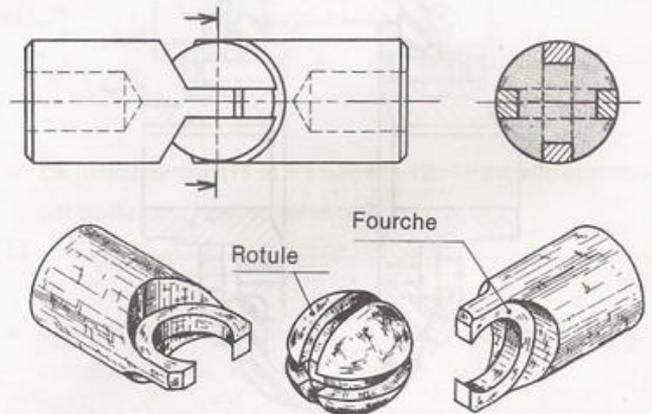
- Joint à coussinets à aiguilles série double



Le joint série simple permet un angle de travail maxi de 45°. Le joint série double permet un angle de travail de 90°.

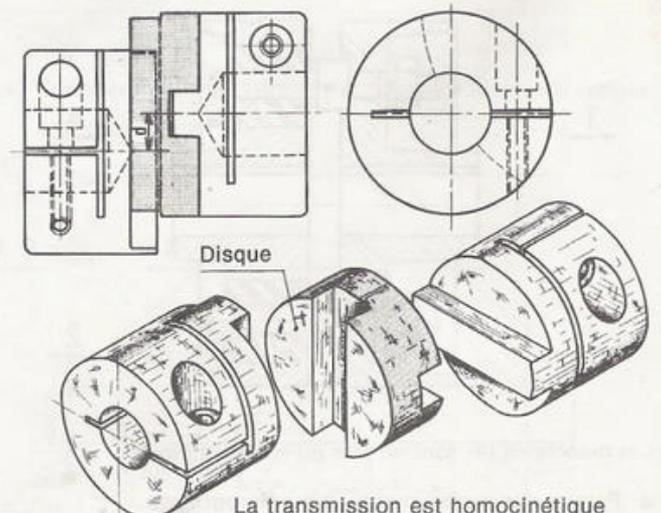
### 41/16 - JOINT DE CARDAN SPHÉROÏDE

Utilisé pour transmettre des couples élevés, surtout à vitesses lentes. Nécessite un bon graissage.



### 41/17 - JOINT D'OLDHAM

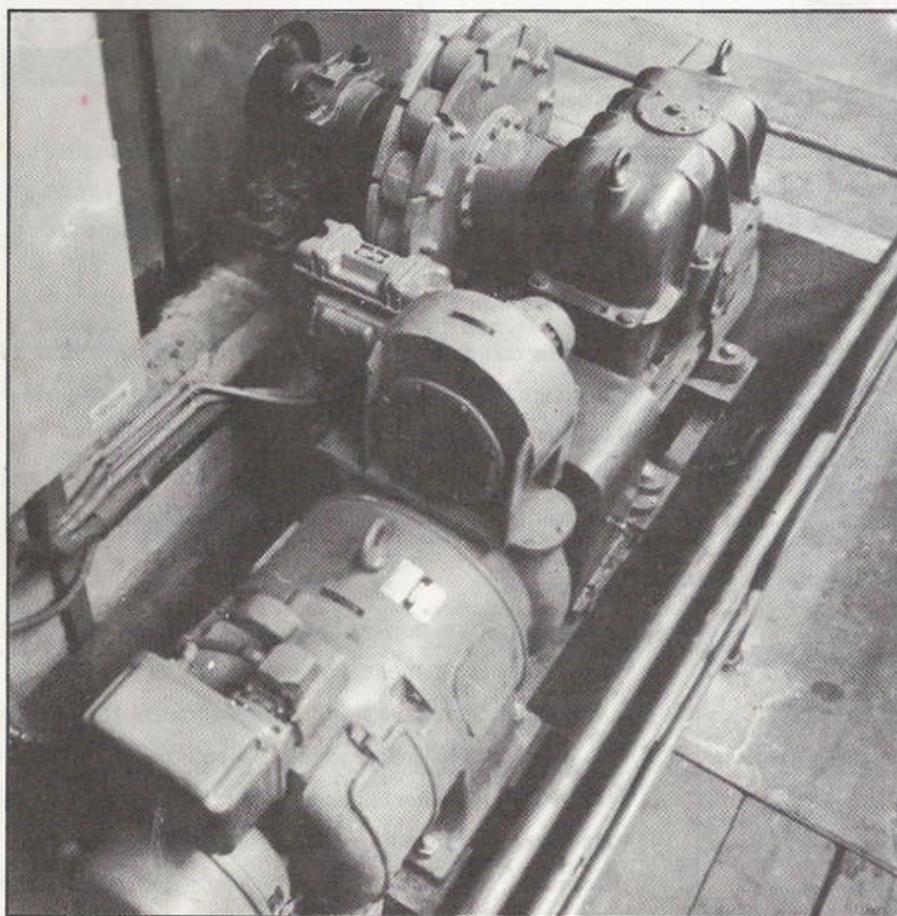
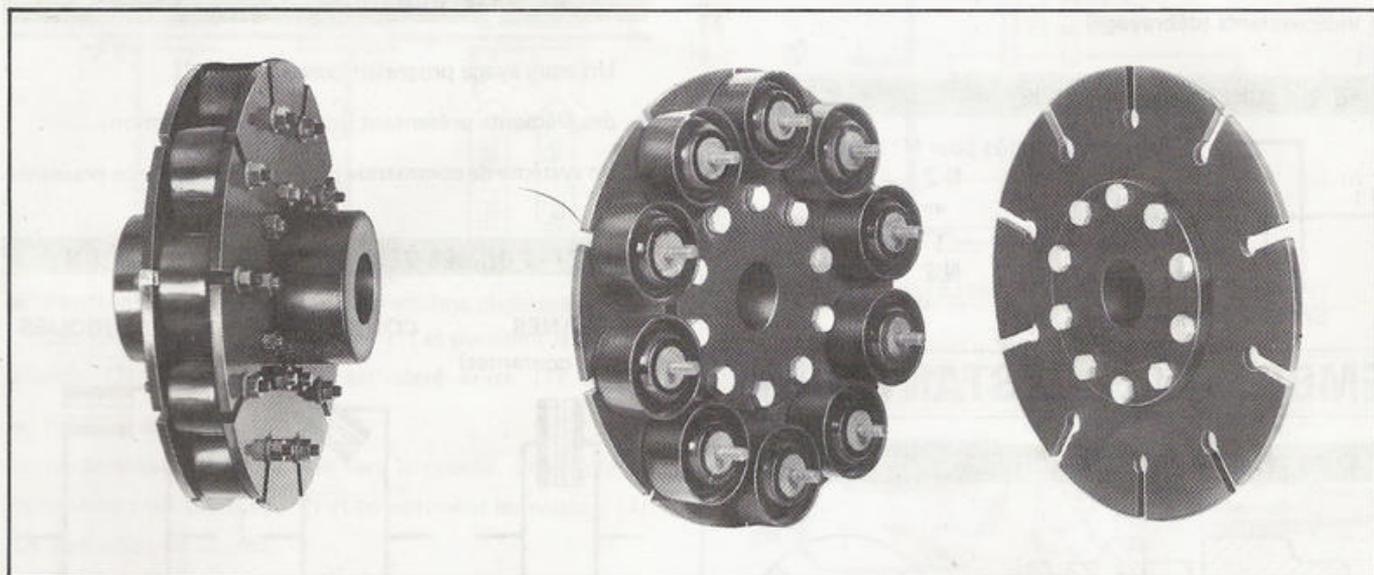
Permet des déplacements radiaux et axiaux faibles. Il est composé de deux moyeux à languette et d'un disque central à deux rainures orthogonales (perpendiculaires).



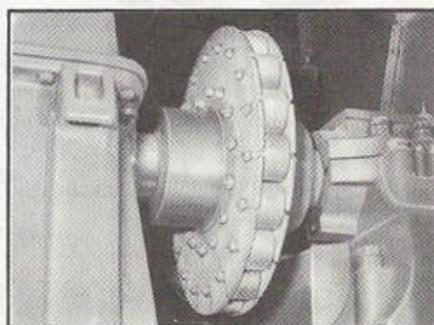
La transmission est homocinétique

# ACCOUPLMENT ÉLASTIQUE RADIAFLEX® RTP

Photos **PAULSTRA®**



Entrainement de calandre par accouplement «Radiaflex RTP».



Accouplement «Radiaflex RTP» sur arbre de commande P.V. de malaxeur «Banbury».



Accouplement «Radiaflex RTP4-12» entre moteur marin MGO - 12 cylindres et inverseur de marche.

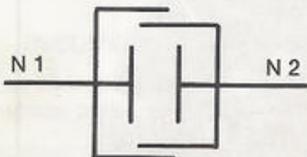
## 42. EMBRAYAGES

### 42/01 - FONCTION

Appareils destinés à rendre deux arbres, à volonté :

- solidaires (embrayage)
- indépendants (débrayage)

### 42/02 - SCHÉMA CINÉMATIQUE



Symbole général

unités pour N : tr/mn ou tr/s

$$N2 = N1$$

embrayage

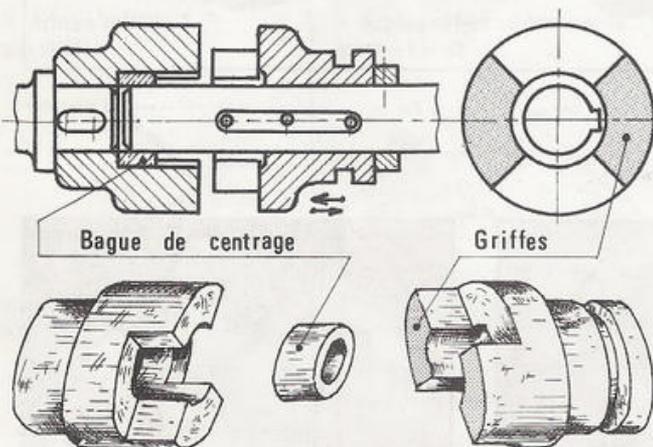
ou

$$N2 = 0$$

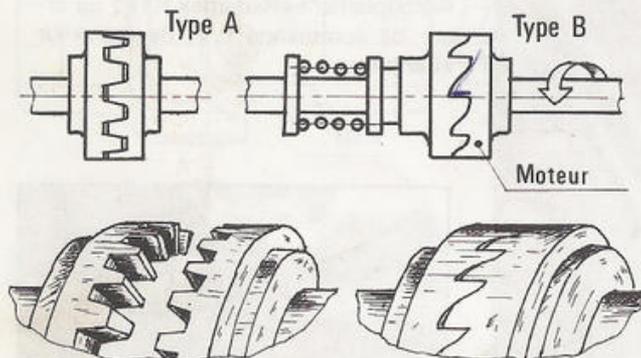
débrayage

## EMBRAYAGES INSTANTANÉS

### 42/03 - EMBRAYAGES A GRIFFES



### 42/04 - EMBRAYAGES A DENTS



- Quelle remarque peut-on faire sur l'embrayage à dents du type (B) ?

.....un seul sens.....

- L'embrayage à griffes et à dents peuvent-ils être manœuvrés en marche ?

106  .....non..... (oui ou non)

## EMBRAYAGES PROGRESSIFS

### 42/05 - AVANTAGES

- La manœuvre peut être effectuée en marche.
- L'entraînement de la transmission est progressif.

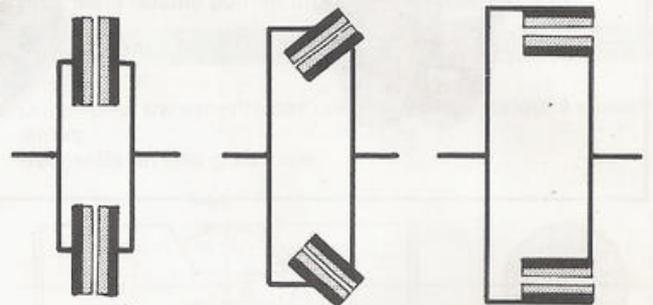
### 42/06 - CONSTRUCTION

Un embrayage progressif comprend :

- des éléments présentant une surface de friction.
- un système de commande provoquant une force pressante.

### 42/07 - FORMES DES SURFACES DE FRICTION

PLANES (les plus courantes)      CONIQUES      CYLINDRIQUES



### 42/08 - LES GARNITURES DE FRICTION

- Conditions à satisfaire
  - Important coefficient de frottement.
  - Grande résistance à l'usure et à l'échauffement.

- Matériau utilisé

Le plus courant est le «ferodo»; tissu d'amiante armé de fil de cuivre fixé sur les éléments de l'embrayage par rivetage ou collage.

Nous trouvons également des garnitures métalliques (acier - fonte - bronze) travaillant dans l'huile ou à sec.

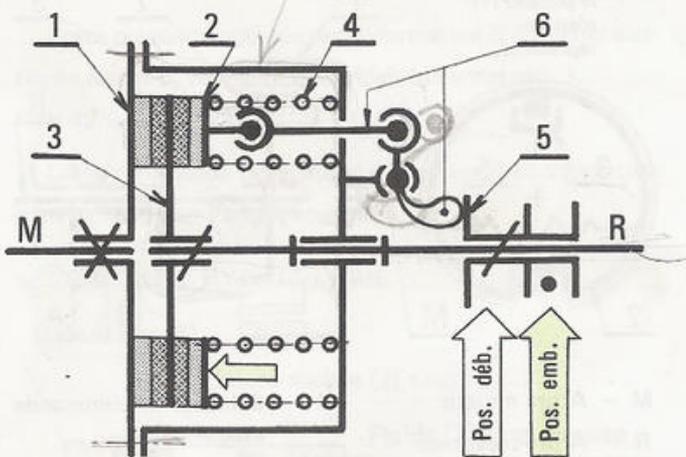
Remarque :

Les garnitures doivent être protégées efficacement contre la présence accidentelle d'un lubrifiant.

Lorsque l'embrayage doit être manœuvré fréquemment, les garnitures baignent parfois dans l'huile. Il est alors nécessaire d'augmenter le nombre des surfaces de contact pour compenser la diminution du coefficient de frottement.

Exemple : Embrayage à friction plane à disques multiples voir chapitre 42/10.

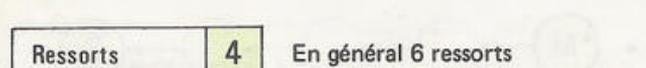
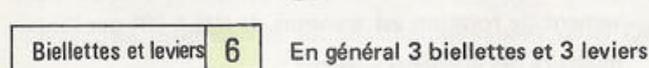
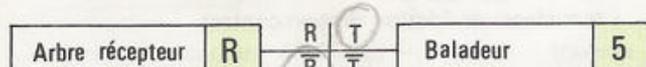
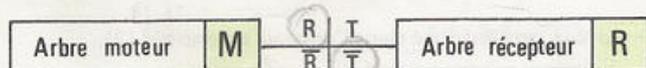
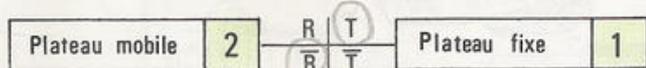
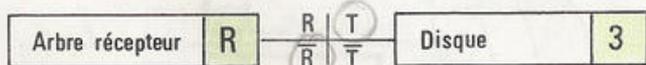
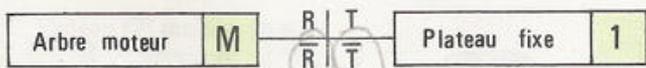
## 42/09 - EMBRAYAGE A FRICTION PLANE - MONODISQUE



- **Position embrayée :** position du schéma ci-dessus.  
Les ressorts (4) s'appuient sur (1) et poussent le plateau mobile (2). Le disque (3) est serré entre (1) et (2).
- **Position débrayée :**  
Le baladeur (5) est poussé vers la gauche. Les biellettes et les leviers (6) tirent sur (2) et compriment les ressorts (4). Le disque (3) est libérée.
- Lorsque l'embrayage est en position embrayée le mouvement de rotation est transmis de (M) à (R) par l'intermédiaire des éléments suivants :

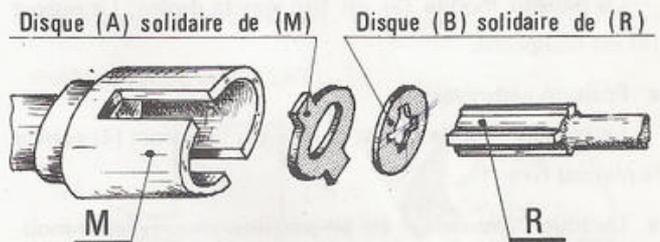
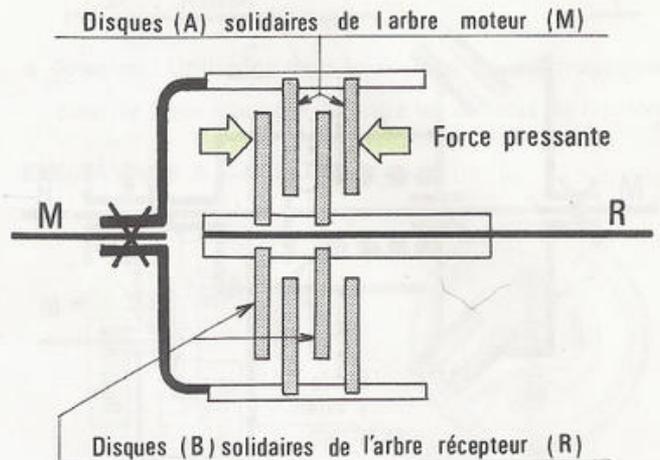


- Sans tenir compte des positions «débrayée» et «embrayée» mais seulement des déplacements possibles et liaisons, terminez les éléments de circuit ci-dessous.



## 42/10 - EMBRAYAGE A FRICTION PLANE - DISQUES MULTIPLES

- **LES DISQUES - 6 à 10 couples.**

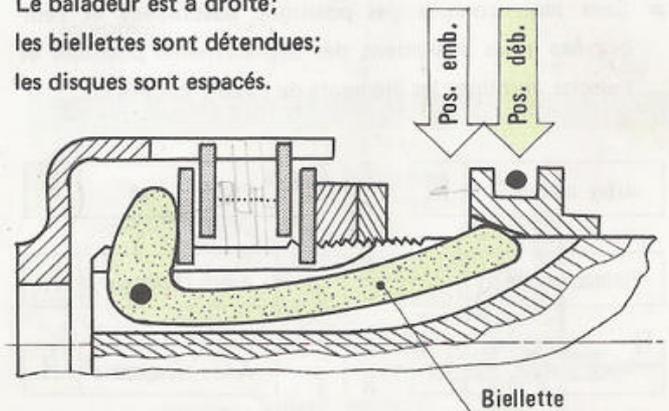


- **SYSTÈME PRESSEUR. Exemple :**

La pression sur les disques est obtenue par la déformation élastique de plusieurs biellettes.

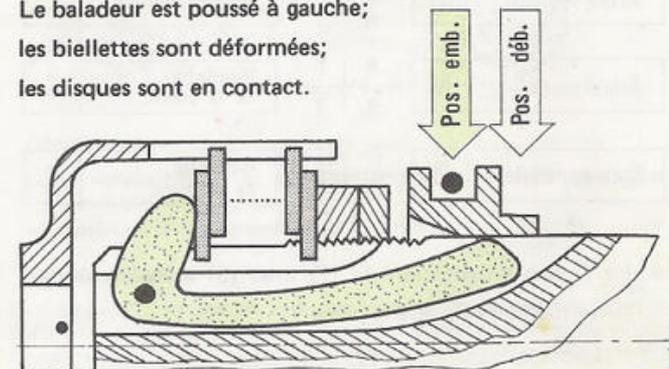
**Position débrayée :**

Le baladeur est à droite;  
les biellettes sont détendues;  
les disques sont espacés.

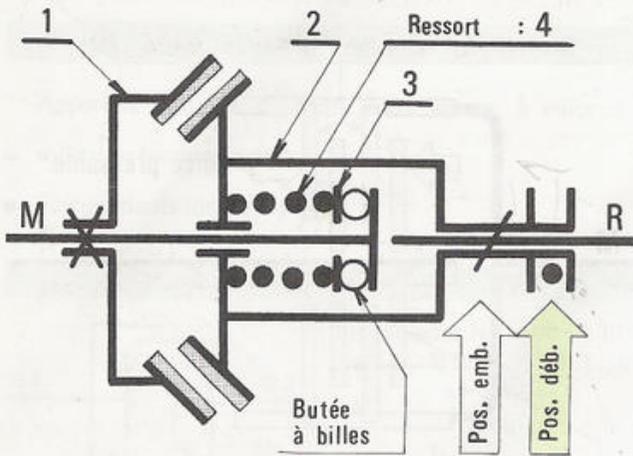


**Position embrayée :**

Le baladeur est poussé à gauche;  
les biellettes sont déformées;  
les disques sont en contact.



**42/11 - EMBRAYAGE A FRICTION CONIQUE –  
CONE DIRECT**



- **Position débrayée :** position du schéma ci-dessus :  
Le plateau mobile (2) est tiré vers la droite. Le ressort (4) est comprimé.
- **Position embrayée :**  
Le plateau mobile (2) est poussé par le ressort (4) contre le plateau fixe (1).
- Lorsque l'embrayage est en position embrayée, le mouvement de rotation est transmis de (M) à (R) par l'intermédiaires des éléments suivants :

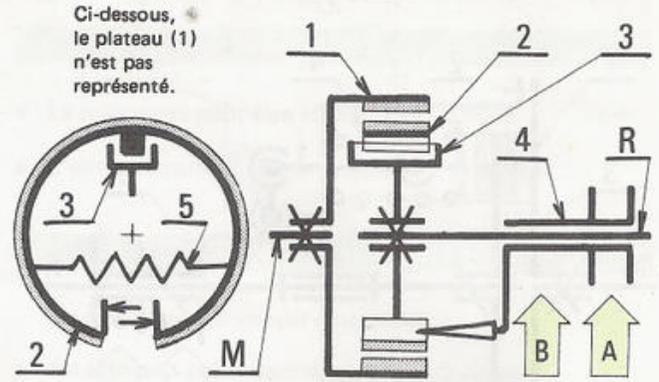


- Sans tenir compte des positions «débrayée» et «embrayée» mais seulement des déplacements possibles et liaisons, terminez les éléments de circuit ci-dessous.



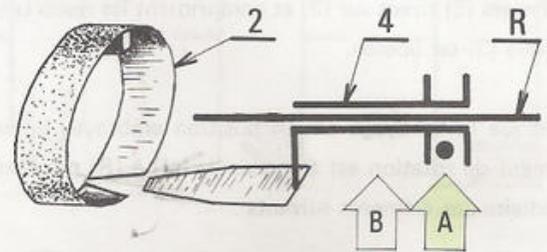
- La liaison en rotation de (2) avec (3) est obtenue par l'intermédiaire de quelle pièce ?

**42/12 - EMBRAYAGE A FRICTION CYLINDRIQUE**



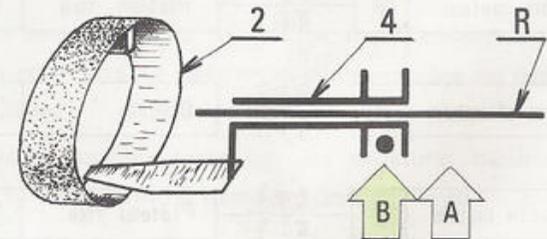
- M – Arbre moteur  
R – Arbre récepteur  
1 – Plateau  
2 – Anneau extensible  
3 – Manchon  
4 – Baladeur de commande avec le coin  
5 – Ressort de rappel  
A – Position débrayée  
B – Position embrayée

● **POSITION DÉBRAYÉE - position (A)**



- Le coin libère l'anneau extensible (2).
- L'anneau extensible (2) est refermé.
- Les surfaces de friction ne sont pas en contact.

● **POSITION EMBRAYÉE - position (B)**



- Le coin est enfoncé dans l'anneau extensible (2).
- L'anneau extensible (2) est écarté (ouvert).
- Les surfaces de friction sont en contact.

- Lorsque l'embrayage est en position embrayée, le mouvement de rotation est transmis de (M) à (R) par l'intermédiaire des éléments suivants :



## 42/13 - SYSTÈMES DE COMMANDE

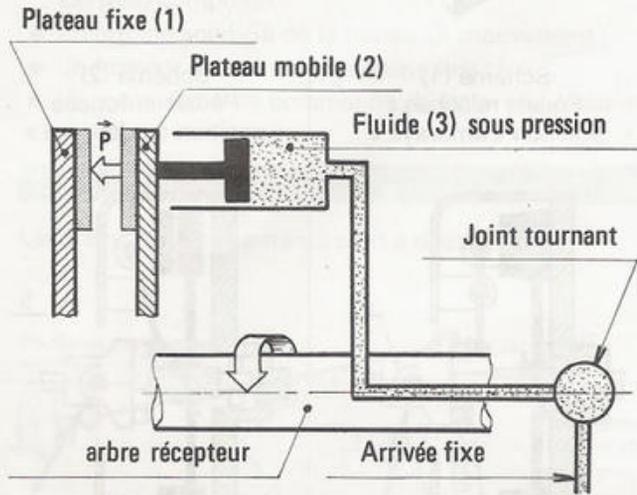
### ● COMMANDE MÉCANIQUE

Force pressante obtenue par déformation d'éléments élastiques (ressorts, rondelles bevilées, biellettes etc...).

Voir 42/9 – 42/10 – 42/11 – 42/12.

Cette commande nécessite le déplacement en translation d'un baladeur sur l'arbre récepteur.

### ● COMMANDE HYDRAULIQUE



La force pressante (P) est obtenue lorsque le fluide (3) est sous pression.

#### Avantages :

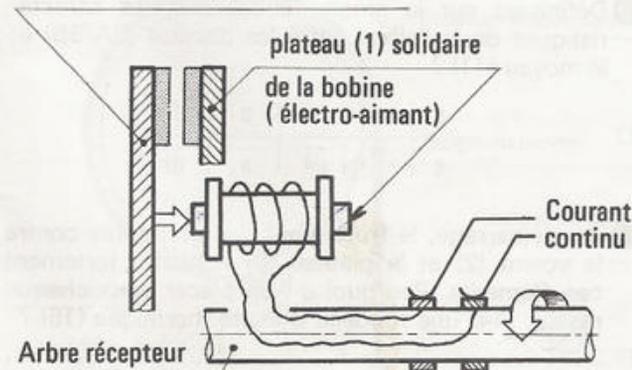
Pression facilement réglable. Très bonne progressivité.

#### Inconvénient :

Étanchéité difficile à réaliser.

### ● COMMANDE ÉLECTRO-MAGNÉTIQUE

Plateau (2) mobile, en acier



Lorsque le courant électrique – continu – traverse la bobine, le plateau (2), en acier, est attiré par l'électro-aimant. La progressivité est obtenue en faisant varier l'intensité du courant au moyen d'un rhéostat.

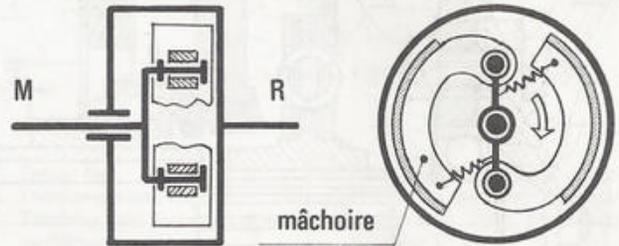
#### Avantage :

Commande possible à distance.

## 42/14 - EMBRAYAGES CENTRIFUGES

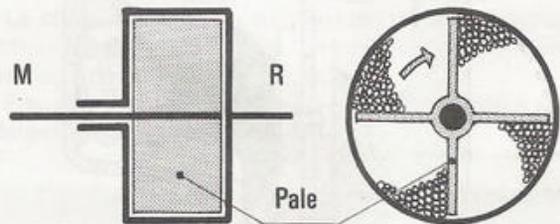
- Aucun dispositif d'embrayage ni de débrayage.
- L'embrayage n'est assuré que lorsque l'arbre moteur atteint une vitesse déterminée.
- Principe : Utilisation de la force d'inertie centrifuge pour créer la force d'adhérence entre les surfaces de friction.

### EMBRAYAGE A MACHOIRES



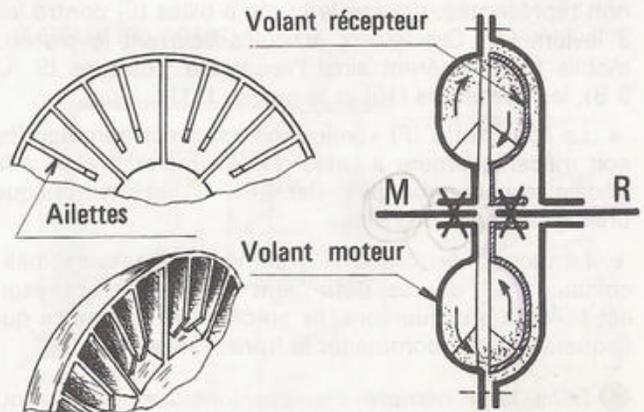
A faible vitesse, les ressorts <sup>tarés</sup> rappellent les mâchoires vers le centre – (débrayage).

### EMBRAYAGE A BILLES



- A faible vitesse, les billes sont poussées par les pales.
- A grande vitesse la masse des billes, plaquées contre le plateau, fait obstacle aux pales et entraîne l'arbre récepteur.

## 42/15 - COUPLEUR HYDRAULIQUE

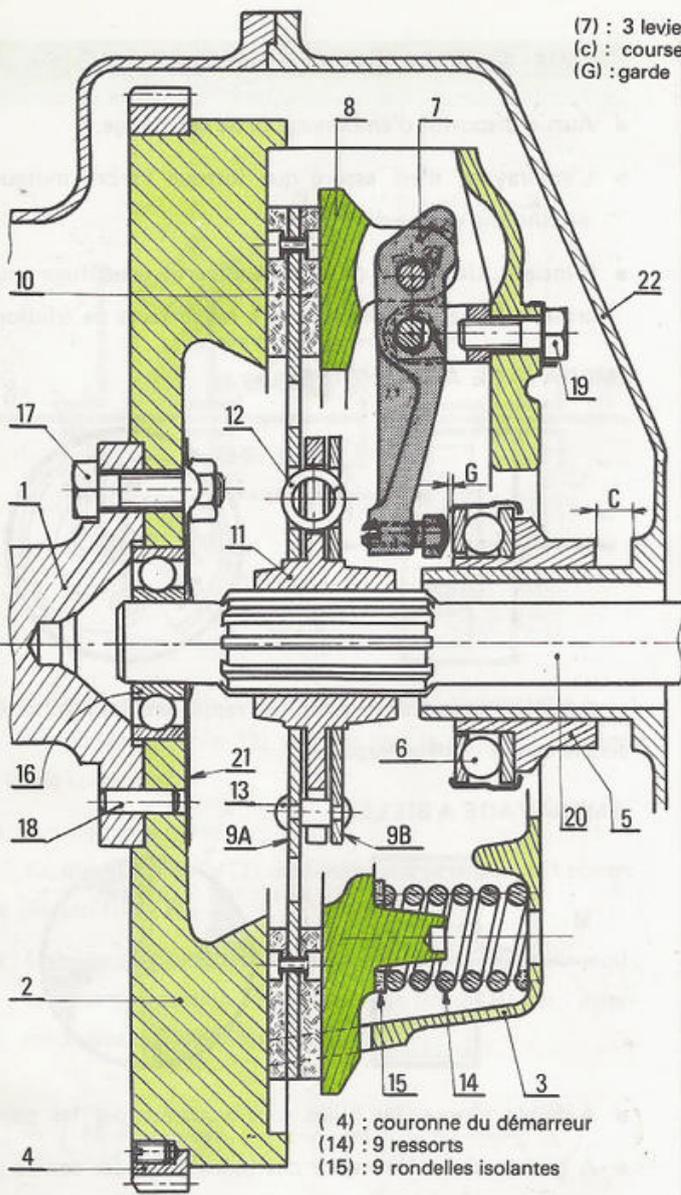


#### Constitution :

- Un volant moteur et un volant récepteur de forme mi-torique munis d'ailettes planes;
- l'intérieur renferme environ 30 % d'huile.

#### Fonctionnement :

Le volant moteur en tournant entraîne l'huile qui, par la force d'inertie centrifuge se trouve projetée contre les ailettes du volant récepteur. Le volant récepteur fonctionne alors comme une turbine. 109



(7) : 3 leviers à 120°  
(c) : course d'usure  
(G) : garde

(4) : couronne du démarreur  
(14) : 9 ressorts  
(15) : 9 rondelles isolantes

L'embrayage est représenté en position « engagé » - schéma (1). Le volant (2) est solidaire du vilebrequin (1) du moteur. Le plateau (3) est lié au volant.

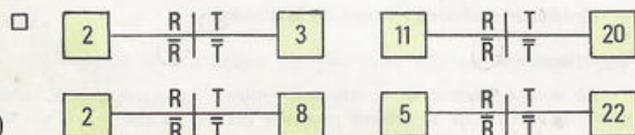
Fonctionnement :

- Le manchon (5) commandé par une fourchette (F), non représentée, pousse la butée à billes (6) contre les 3 leviers (7). Ces leviers articulés écartent le plateau mobile (8) et libèrent ainsi l'ensemble : disques (9 A/ 9 B), les garnitures (10) et le moyeu (11).

- La fourchette (F) - voir schémas - est commandée soit mécaniquement à l'aide d'une tringlerie reliée à la pédale ou commandée par un circuit hydraulique analogue à celui des freins.

- Le moyeu du disque (11) comporte 8 ressorts hélicoïdaux (12) qui se déforment lorsque l'embrayage est sollicité brusquement. Ils amortissent les chocs qui risqueraient d'endommager la transmission.

1 Sans tenir compte des positions « engagé » ou « débrayé », mais seulement des déplacements possibles et des liaisons, terminez les éléments de circuit ci-dessous :



## 42/16 - EMBRAYAGE SIMPLIFIÉ D'AUTOMOBILE

Détail de la liaison élastique entre le moyeu (11) et les disques (9A/9B).

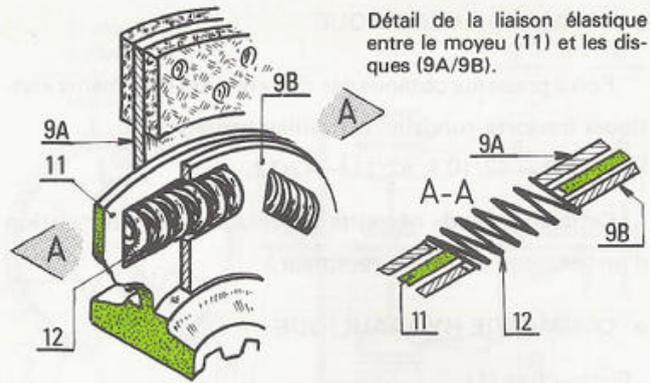
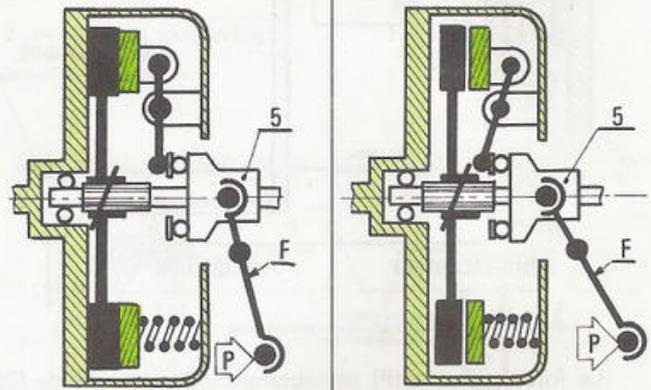


Schéma (1)  
Pédale relâchée :  
position « engagé »

Schéma (2)  
Pédale enfoncée  
position : « débrayé »



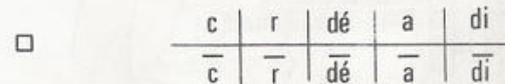
2 Après étude des chapitres 42/09 à 42/12, définissez le type de cet embrayage ?

□ .....

3 L'embrayage en position « engagé », quelle est la suite des liaisons entre le vilebrequin (1) et l'arbre récepteur (20) ?



4 Définissez sur le graphe ci-dessous, les caractéristiques de la liaison entre les disques (9A/9B) et le moyeu (11) ?



5 Au démarrage, le frottement des garnitures contre le volant (2) et le plateau (8) chauffe fortement ces éléments. Pourquoi a-t-on placé sous chaque ressort (14) une rondelle isolante thermique (15) ?

□ .....

6 Lorsque les garnitures s'usent, la course (c) augmente-t-elle ou diminue-t-elle ?

□ ..... (augmente/diminue)

7 Que se passe-t-il lorsque  $c = 0$  ?

□ .....

# 43. FREINS

## 43/01 - FONCTION

Appareils destinés à ralentir et arrêter le mouvement d'un mécanisme.

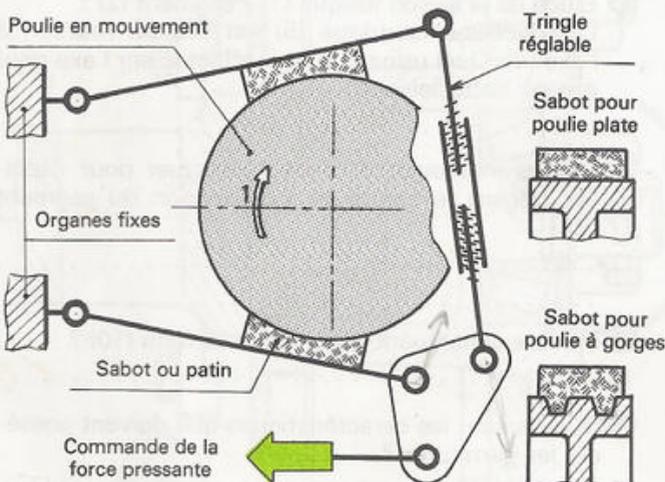
## 43/02 - CONSTRUCTION

Un frein comprend :

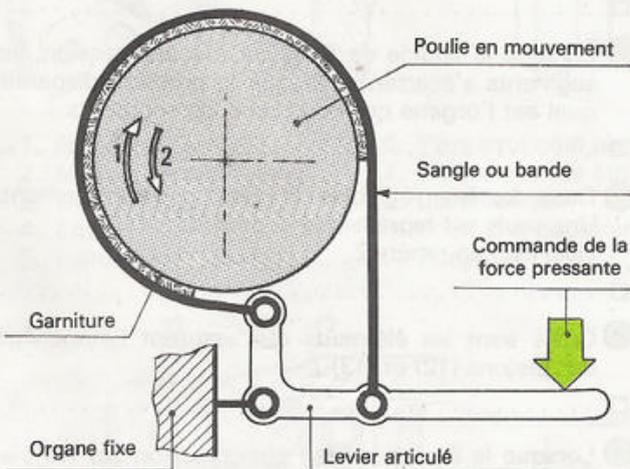
- un organe solidaire de la masse en mouvement ;
- un frotteur solidaire d'un organe fixe ;
- un mécanisme de commande de la force pressante.

## 43/03 - FREINS A SABOTS

Les freins les plus courants sont à deux sabots :



## 43/04 - FREINS A SANGLE

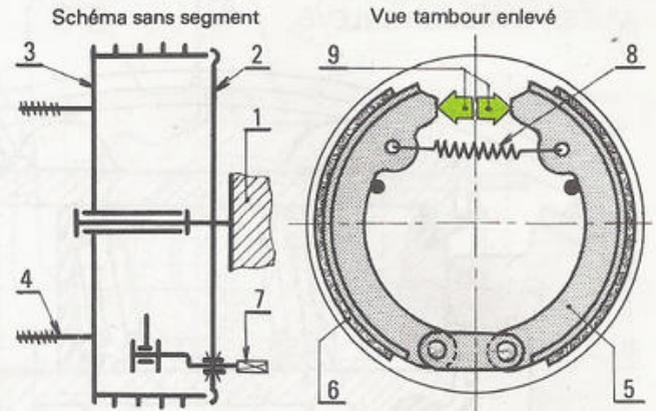


La sangle ou bande porte une garniture.

- Les freins à sabots et à sangle sont surtout utilisés pour freiner la descente d'une charge sur un appareil de levage.

## 43/05 - FREINS A TAMBOUR

■ EXEMPLE : frein d'automobile.



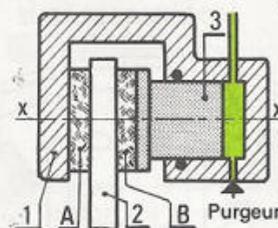
1. Essieu fixe.
2. Flasque-plateau de frein.
3. Tambour de frein en fonte perlitique.
4. Goujons de fixation de la roue.
5. Deux segments articulés solidaires de l'essieu fixe. Axes réglables.
6. Garniture en matière amiantée de fils de laiton (ferodo). Coefficient de frottement élevé : 0,35 à 0,40.
7. Dispositif de réglage des segments par excentrique.
8. Ressort de rappel.
9. Force pressante.

■ CRITIQUES

- La chaleur due au frottement est difficile à évacuer. L'échauffement déforme le tambour et les segments ; le freinage devient moins efficace.
- Freinage très puissant pour un effort modéré sur la pédale de frein.

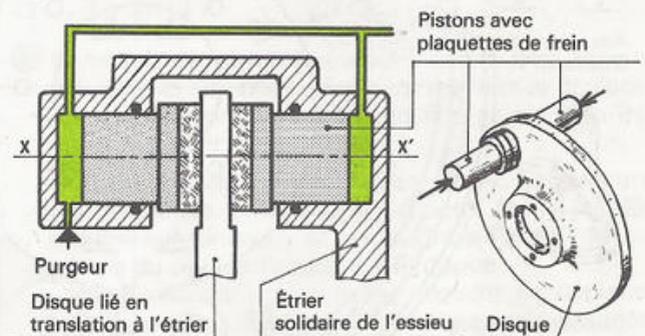
## 43/06 - FREINS A DISQUE

■ UN PISTON



- Le plan axial de profil du disque (2) étant fixe, pour compenser l'usure de la plaquette (A), solidaire de l'étrier (1), celui-ci doit pouvoir se déplacer librement suivant l'axe (xx'). L'étrier est donc monté « flottant ».
- Dans le cas du frein à deux pistons (ci-dessous), l'usure est symétrique par rapport au disque ; les pistons compensent les jeux. La liaison entre l'étrier et l'essieu est alors « complète ».

■ DEUX PISTONS

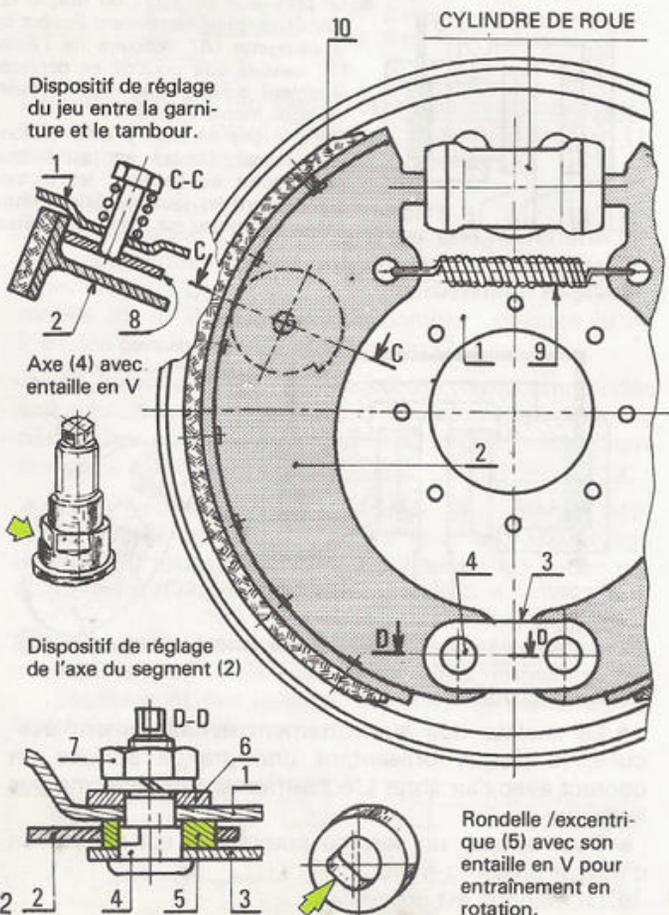
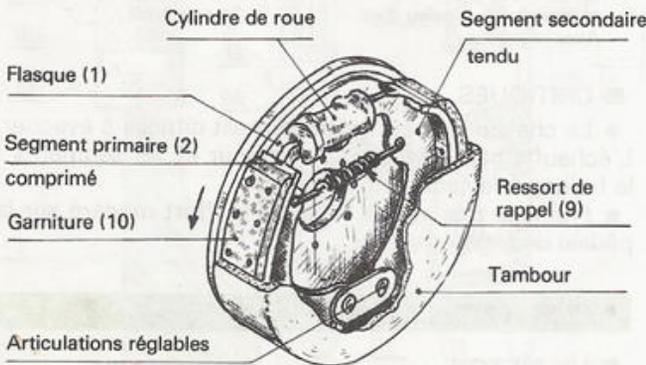
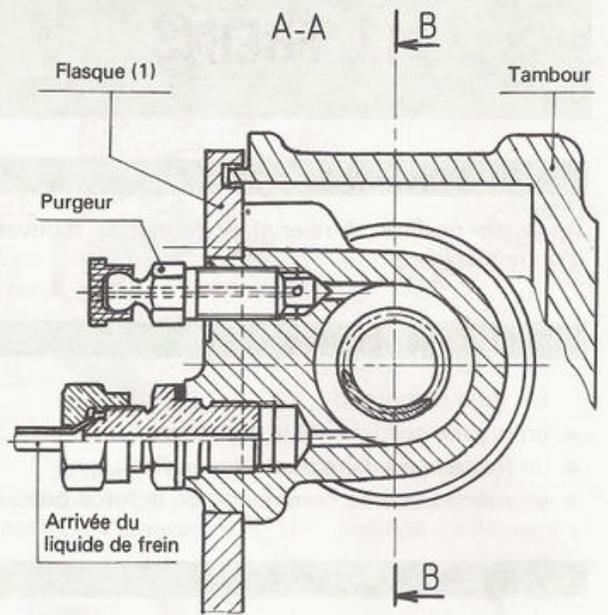
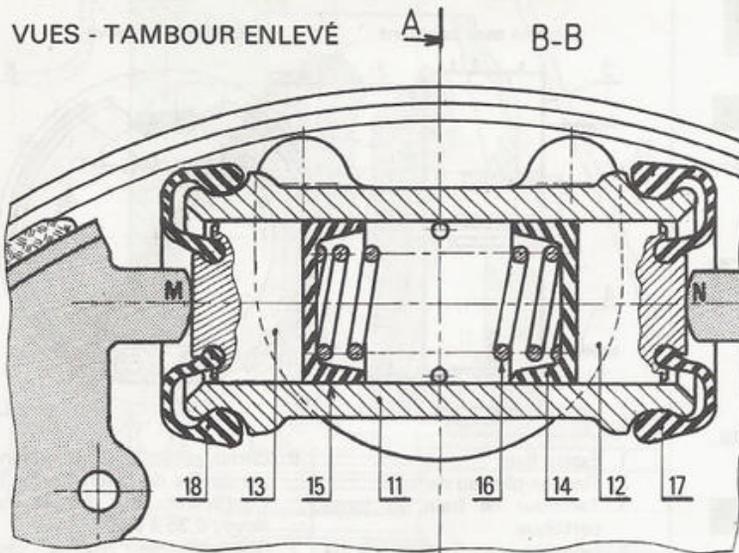


■ CRITIQUES

- La chaleur due au frottement est facilement évacuée, le disque présentant une grande surface en contact avec l'air libre. L'échauffement ne déforme pas le disque.
- Pour obtenir un serrage puissant, il est nécessaire d'utiliser un servo-frein.
- Le freinage est progressif.

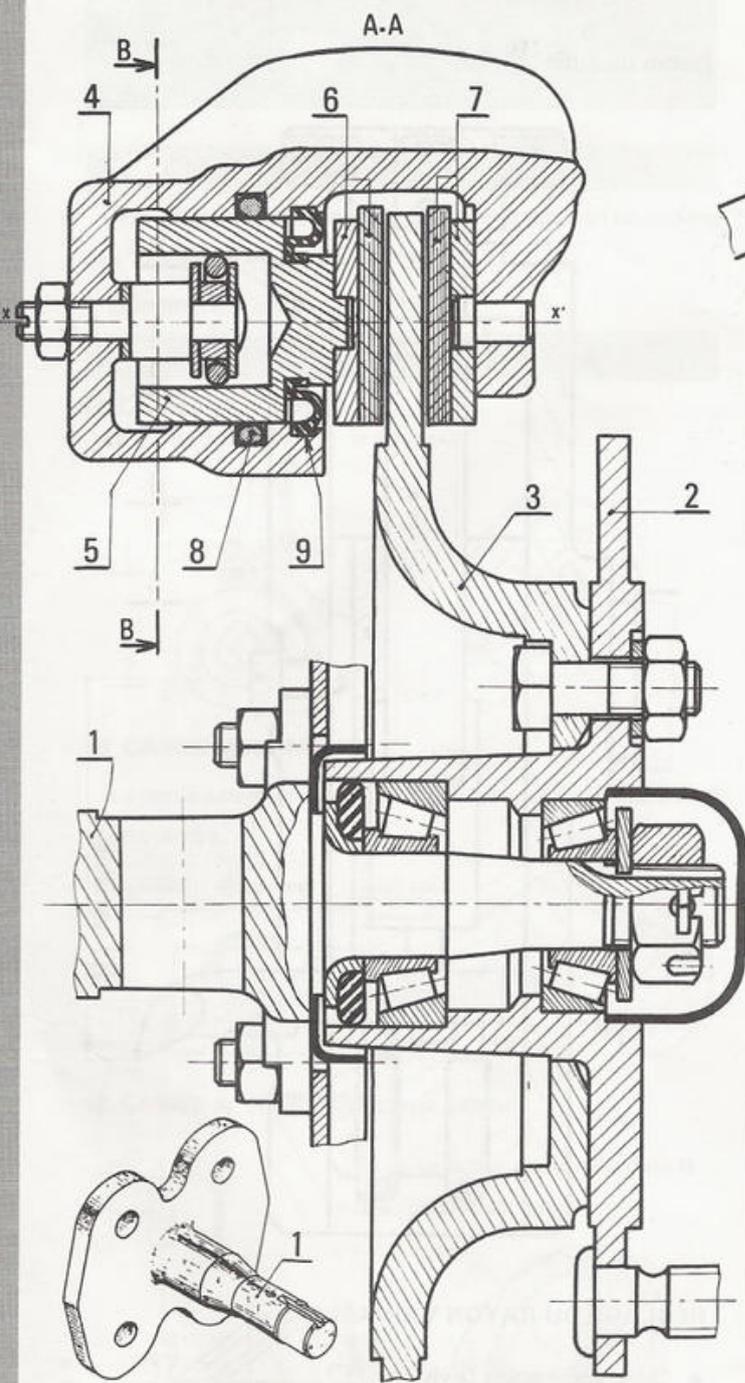
**43/07 - FREIN À TAMBOUR (incomplet)  
À COMMANDE HYDRAULIQUE**

VUES - TAMBOUR ENLEVÉ

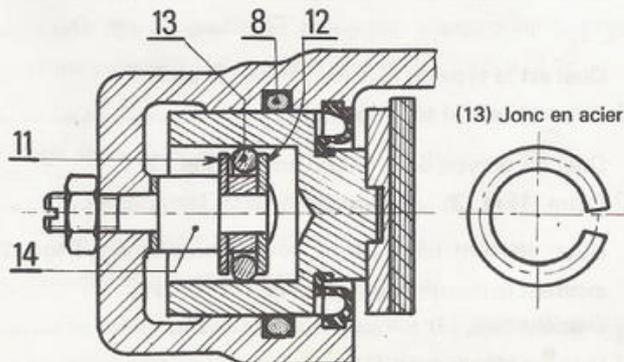


Rondelle /excentrique (5) avec son entaille en V pour entraînement en rotation.

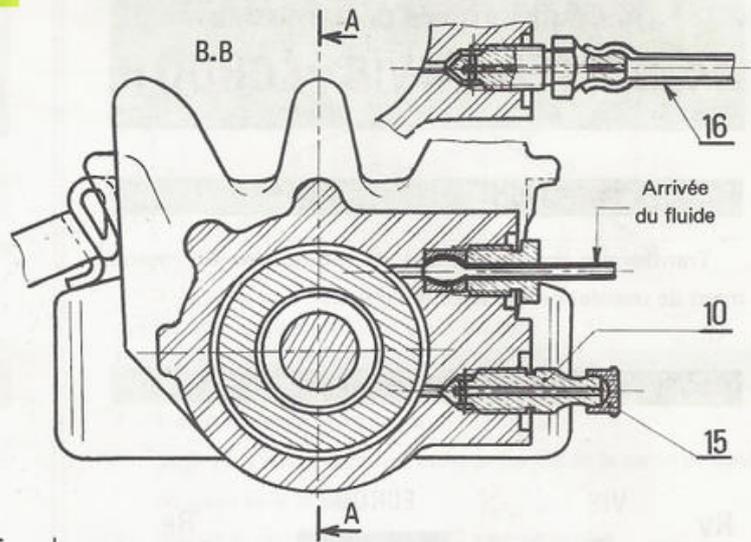
- 1 Étude de la liaison flasque (1) / segment (2) :  
La rondelle-excentrique (5) est liée en rotation à l'axe (4). Quel usinage a-t-on effectué sur l'axe pour obtenir cette liaison ?  
 .....
- 2 Quelles manipulations faut-il effectuer pour déplacer (régler) le centre de l'articulation du segment (2) ?  
 .....
- 3 Matière constituant la garniture de frein (10) ?  
 .....
- 4 Quelles sont les caractéristiques que doivent posséder les garnitures ?  
 .....
- 5 Quelle est la fonction du cylindre de roue ?  
 .....
- 6 Lorsque le liquide de frein est mis en pression, les segments s'écartent. Lorsque la pression disparaît, quel est l'organe qui rapproche les segments ?  
 .....
- 7 Deux butées réglables limitent ce déplacement. Une seule est représentée ci-contre. Quel est son repère ?  
 .....
- 8 Quels sont les éléments qui assurent l'étanchéité des pistons (12) et (13) ?  
 .....
- 9 Lorsque le liquide ne fait plus pression sur les pistons, quel est l'élément qui maintient les contacts en (M) et (N) entre les pistons et les segments ?  
 .....
- 10 Quels sont les éléments qui protègent les pistons contre les poussières ?  
 .....



- |                        |                          |
|------------------------|--------------------------|
| 1. Essieu porte-fusée  | 6. Plaquette côté piston |
| 2. Moyeu porte-goujons | 7. Plaquette côté étrier |
| 3. Disque              | 8. Joint torique         |
| 4. Étrier              | 9. Joint anti-poussière  |
| 5. Piston              | 10. Purgeur              |



Purgeur pendant la purge du circuit de frein.



- 1 Étudiez la liaison fusée de l'essieu (1) et moyeu (2). Quel est le type des roulements ? Montage en (X/0) ?  
 .....
- 2 Quel est le type du frein à disque ?  
 ..... (un piston/deux pistons)
- 3 La liaison entre l'étrier (4) et l'essieu (1) est-elle une liaison complète ou une liaison partielle ?  
 Liaison ..... (complète/partielle)
- 4 Quelle est la fonction du joint (9) ?  
 .....
- 5 Quelle est la fonction du joint torique (8) ?  
 .....
- 6 Quelle est la fonction du purgeur (10) ?  
 .....
- 7 Lorsque le liquide de frein est mis en pression, le piston (5) se déplace dans l'étrier (4). Le disque (3) est alors pincé entre les deux plaquettes (6) et (7). Lorsque la pression cesse, il est nécessaire que le piston (5) se retire légèrement. Pourquoi ?  
 .....
- 8 Le retrait du piston est assuré par le joint torique (8). Celui-ci se vrille légèrement pendant le déplacement du piston et reprend ensuite sa position initiale entraînant alors le piston.  
  - Les plaquettes (6) et (7) vont s'user. Le jeu entre les plaquettes et le disque doit être faible afin de réduire au minimum le temps entre l'action sur la pédale du frein et l'action sur le disque.
  - Les vibrations, les chocs, risquent de déplacer le piston dans l'étrier ; le jeu va alors varier, l'action du joint torique (8) n'est pas suffisante pour empêcher ce mouvement.
  - Le jonc (13) en acier - voir ci-contre - est monté comprimé. La force qui le lie au piston est insuffisante pour empêcher celui-ci de se déplacer sous l'action de la pression du liquide, mais cette force est suffisante pour immobiliser le piston dans l'étrier par l'intermédiaire des rondelles (11), (12) et l'axe (14) lorsque la pression a cessé.