



FONCTION TRANSMETTRE L'ÉNERGIE

Accouplements - Embrayages - freins

Cours ; Mise à niveau ; Applications

@.EZZ@HR@OUI

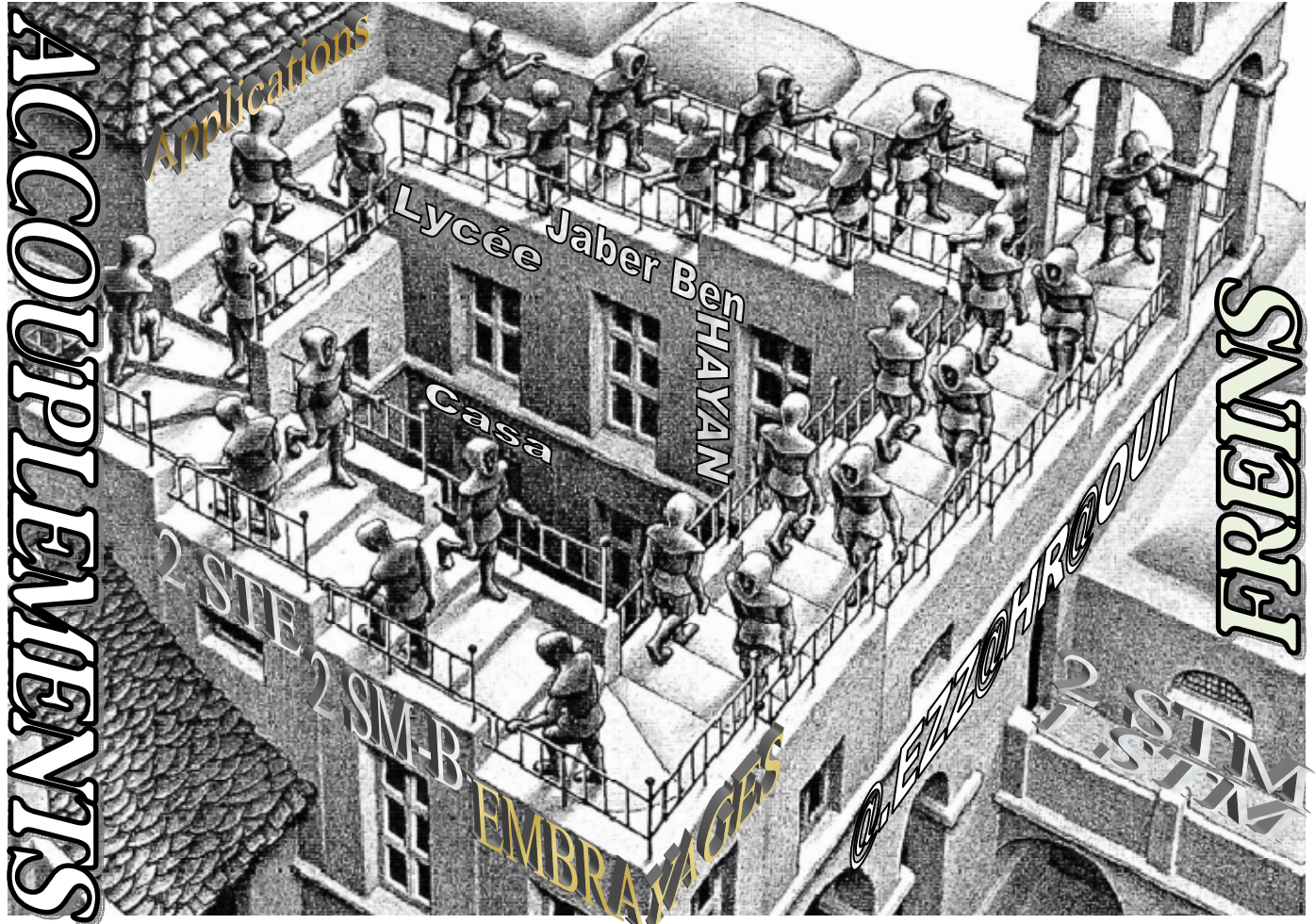


2^{ème} ST.. et 2^{ème} SM-B-

Doc : élève

TRANSMISSION DE PUISSANCE

SANS CHANGEMENT DE VITESSE

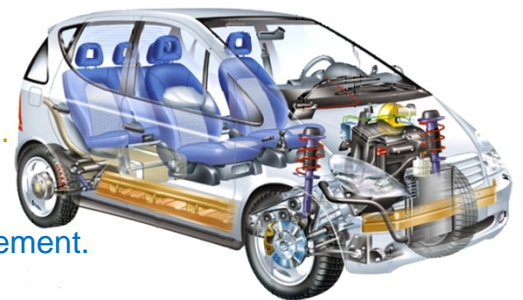


FONCTION TRANSMETTRE L'ÉNERGIE : Aspect Technologique

EMBRAYAGES

OBJECTIFS

- **Indiquer** les défauts d'alignement typiques.
- **Présenter** et décrire les principales familles d'accouplements.
- **Traduire** le fonctionnement des accouplements par un schéma.
- **Représenter** graphiquement les éléments d'un accouplement.
- **Définir** le type d'accouplement choisi.
- **Faire** une analyse critique d'un montage contenant un accouplement.
- **Proposer** une solution constructive.
- **Définir** la fonction d'un accouplement, d'un embrayage et d'un frein.
- **Démontrer** les formules les plus fondamentales.
- **Donner** des éléments pour les choisir et les calculer.





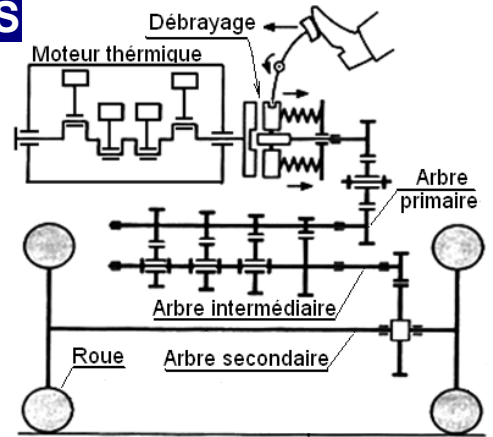
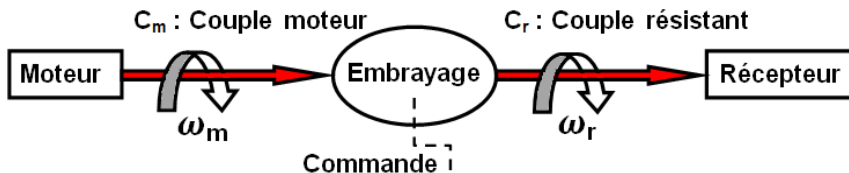
LES EMBRAYAGES

I- MISE EN SITUATION ET FONCTION :

L'embrayage, dans une chaîne de transmission de puissance, se situe entre l'organe moteur et l'organe récepteur.

Il permet à un opérateur (commande extérieure) d'**accoupler** ou de **séparer**, progressivement ou non, les arbres respectivement solidaires du moteur et du récepteur.

L'embrayage permet d'effectuer ou de supprimer à volonté la liaison entre deux arbres en prolongement.



Parmi les avantages offerts par la présence d'un embrayage dans une transmission, nous pouvons retenir :

- la **sécurité** : l'entraînement du récepteur peut être arrêté instantanément sans avoir stoppé le moteur.
- la **réduction des efforts de contact** : par exemple, lors du changement de rapport dans une boîte de vitesses.
- la **souplesse d'utilisation** : l'embrayage permet de réduire et d'amortir les chocs au démarrage ou lors de changement de phase.
- l'**économie** : permet de transmettre la puissance que lorsque cela est nécessaire.

Schéma cinématique : (sans indication)

Le cas d'embrayage : $\omega_1 = \omega_2$; Le cas débrayage : $\omega_1 \neq 0 ; \omega_2 = 0$



II- CLASSIFICATION :

La transmission du mouvement peut avoir lieu :

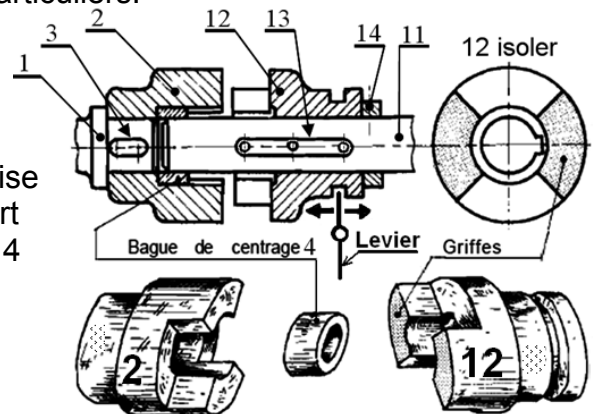
- ♦ Par obstacle : embrayages à griffes, encliquetages ; emploi limité ;
- ♦ Par adhérence : embrayages à friction ; très répandus ;
- ♦ Par action électromagnétiques ou hydrauliques : cas particuliers.

2.1- Embrayage instantané :

a) Embrayage à griffe :

Les plateaux 2 et 12 ayant de griffes pénétrant l'une dans l'autre, le plateau 2 est solidaire à l'arbre moteur 1. Mais le plateau 12 glisse sur l'arbre récepteur 11, et réalise l'embrayage ou le débrayage. L'épaulement de 1 support la poussée axiale lors de l'embrayage, la bague d'arrêt 14 forme butée de 12 au débrayage.

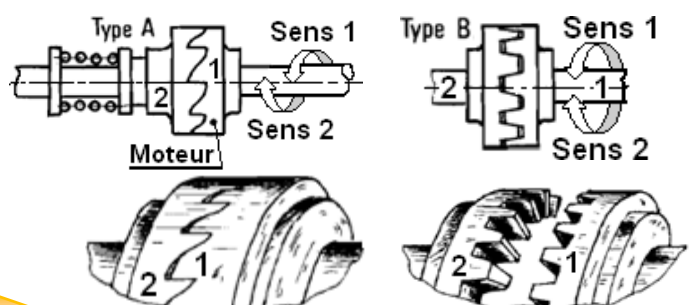
La bague 4 assure le centrage des deux arbres. Lors de débrayage 4 tourne alors que 11 est arrêté ; d'où nécessité d'un graissage.



Critique : Appareil robuste ; réversible ; transmettre des couples importants dans les deux sens ; pas de poussée axiale pendant la marche sur le crabot 12, la manœuvre ne peut pas être effectuée en marche

b) Embrayage à dents :

- Quelle remarque peut-on faire sur l'embrayage à dents du type A et B ?
- L'embrayage à griffe et à dents peuvent-ils manœuvrés en marche ?

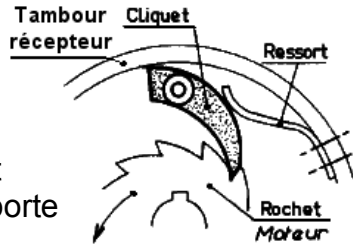




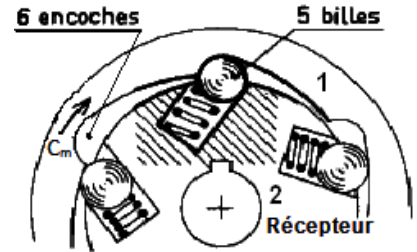
c) Embrayage à encliquetage :

Permet l'entraînement, automatiquement de l'arbre mené (récepteur) dans un seul sens ; dans l'autre sens il y a débrayage.

Critique : Embrayage brusque ; transmet le mouvement dans un seul sens ne supporte pas de poussée axiale.



Embrayage a cliquet



Embrayage à billes (à rouleaux)

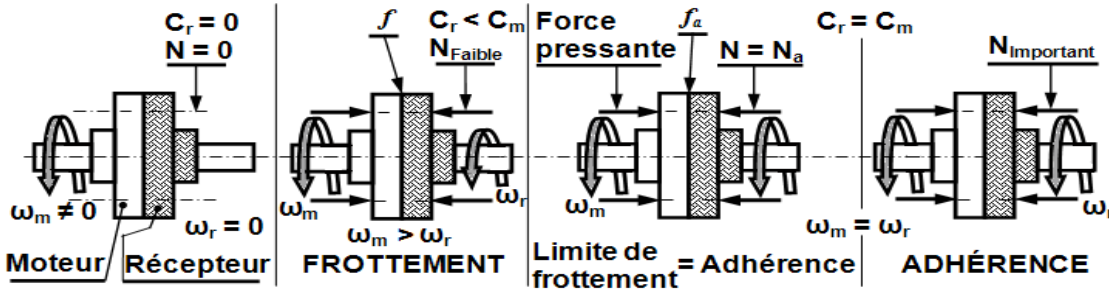
2.2- Embrayages progressifs (à friction) :

La transmission d'un couple entre deux arbres ou organes tournants peut être réalisée par adhérence et en fonction de la force pressante N :

il y a 3 cas : - $N = 0$: aucun couple transmis ;

- N est faible : couple transmis par frottement $C_r < C_m$;

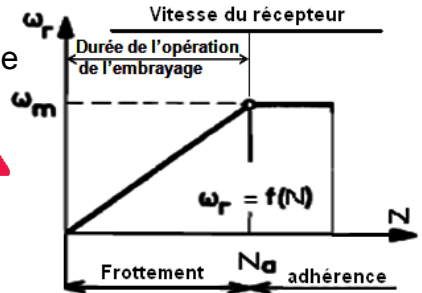
- N est importante : couple transmis par adhérence $C_r = C_m$.



Avantage :

Par la variation de la force N entre surface de contact, un embrayage à friction permet donc :

- d'effectuer la manœuvre en marche ;
- d'assurer la progressivité de la transmission par frottement ;
- de transmettre intégralement le couple moteur par adhérence vers le récepteur.

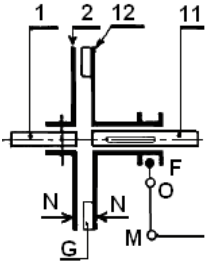


Remarque :

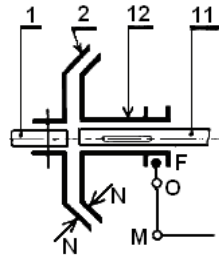
- Pendant toute la période d'entraînement par frottement un dégagement de chaleur apparaît. Cette période est nécessaire pour assurer la progressivité de l'embrayage.
- Un embrayage progressif comprend : - un système de commande provoquant une force presser ; - des éléments présentant une surface de friction.

a- Classification d'après la forme de la surface de friction :

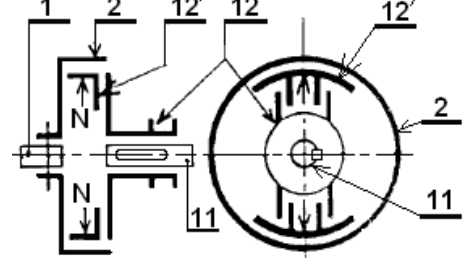
Les formes des surfaces de contact sont :



Planes : simples, doubles ou multiples



Coniques

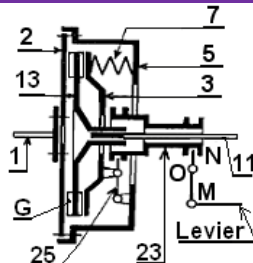


Cylindriques

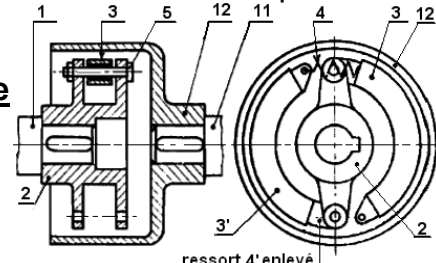
b- Classification d'après le mode de commande : Les dispositifs de commande peuvent être :

Mécanique :

par leviers, fourchettes, cames...

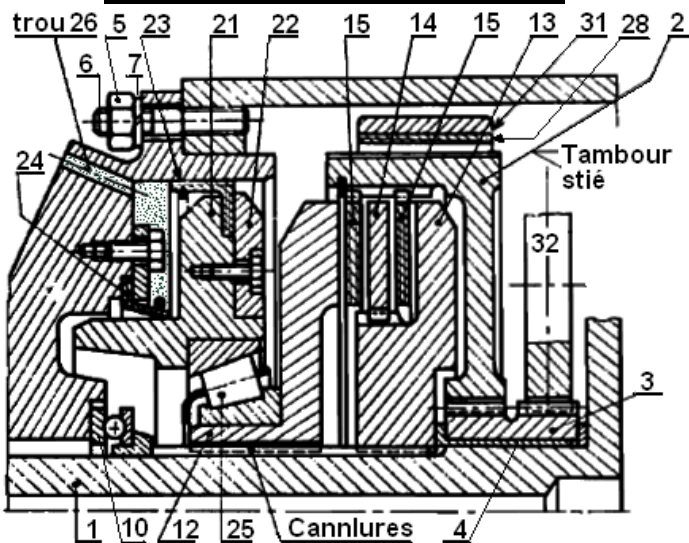


Automatique

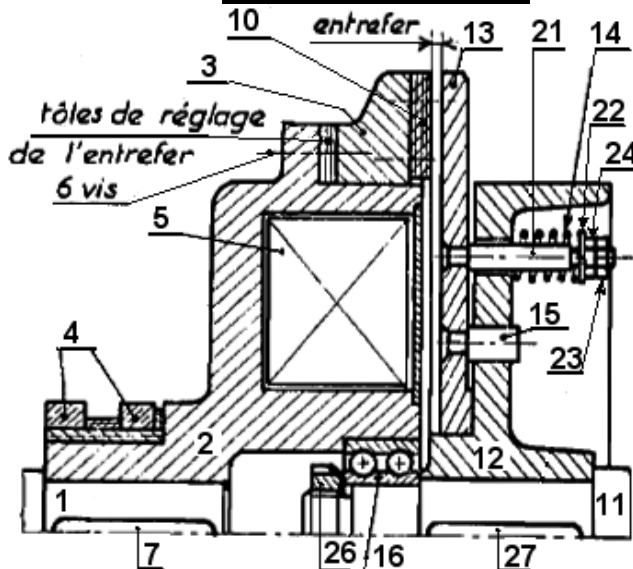




Hydraulique ou pneumatique :



Électromagnétique :



c- Garnitures et contre matériaux :

Puisque la transmission de puissance se fait d'abord par frottement puis par adhérence, pour cela, on rapporte sur la surface mobile de l'embrayage une pièce appelée " garniture (ferodo) ". Le matériau constituant l'autre surface de friction sera désigné par " contre matériau " .

- c.1- La garniture est caractérisée par :**
- Un grand coefficient de frottement
 - Une bonne résistance à l'usure ;
 - Une bonne résistance mécanique au choc.

c.2- Principaux types de garnitures :

- Garniture *amiantée armé de fil de cuivre : (résiste à l'action du feu)
- Garniture frittée ou céra-métallique : (utilisée quand les conditions d'emploi sont sévères)
- À base de papier ou de liège pour fonctionnement dans l'huile.
- Garniture métalliques (acier, fonte, bronze) travaillant dans l'huile ou à sec.

- c.3- Fixation des garnitures :**
- Fixation par rivetage ;
 - Fixation par collage ;
 - Fixation mixte

- c.4- Contre matériaux :** Ils sont choisis en fonction de la garniture, on emploie généralement la fonte, pour résister à l'écrasement, à l'érosion, à la déformation permanente et à la formation de point chauds.

⚡ Remarque :

- Les garnitures doivent être protégées efficacement contre la présence accidentelle d'un lubrifiant
- Lorsque l'embrayage doit être manoeuvré 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.

d- Couple transmissible par embrayage à friction :

d.1- Surface plane :

Avec :

$$C = n \cdot N \cdot f \cdot R_{\text{moy}}$$

C : couple transmis par adhérence (N.m)

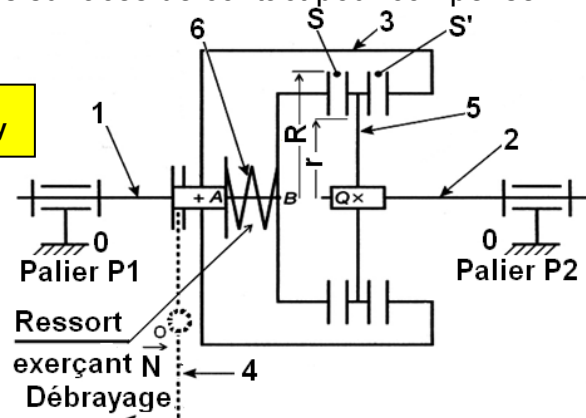
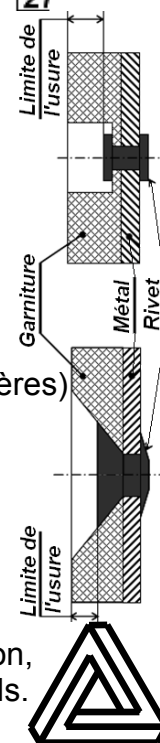
N : effort presseur (N)

f = tg φ : coefficient de frottement

n : nombre de surface de contact des disques

$$R_{\text{moy}} = \frac{2}{3} \cdot \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2} ; (R_{\text{moy}} = \frac{R+r}{2} \text{ si } \frac{1}{4} < \frac{r}{R} < \frac{3}{4})$$

Si « P » la pression de la force « N », calculez le couple transmissible par cet embrayage en fonction de P :



*Amiante : Silicate hydraté (SiO₂) de calcium et de magnésium, à texture fibreuse, résistant à l'action du feu.



b.2- à surface conique :

$$C = \frac{N \cdot f}{\sin \beta} \cdot R_{moy}$$

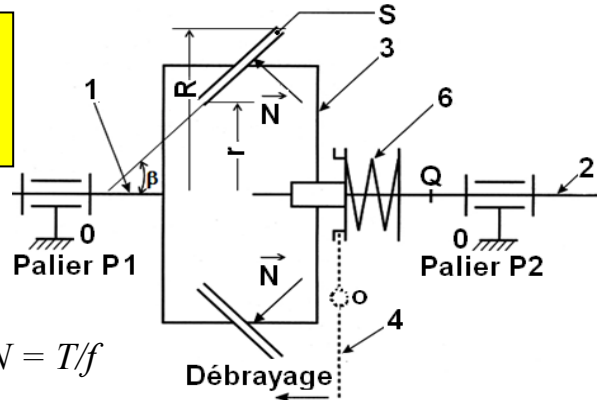
Si « F » la force du ressort, calculez le couple transmissible par cet embrayage en fonction de F :

C =

b.3- à surface cylindrique :

$$C = N \cdot f \cdot R$$

Avec : $N = T/f$



III- Étude de quelques réalisations industrielles des embrayages à friction :

3.1- À commande mécanique et à surfaces planes :

A disques multiples : surface de contact importante (grande douceur à l'embrayage) réalisée par un empilage de disques solidaires alternativement de l'arbre moteur et de l'arbre récepteur. (Denture extérieure et denture intérieure, Fig. 1).

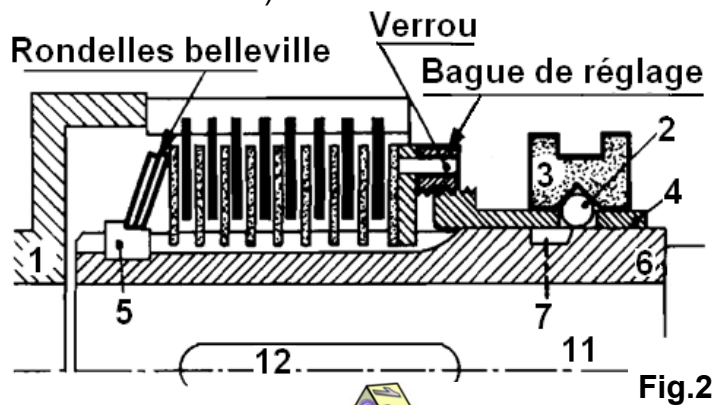
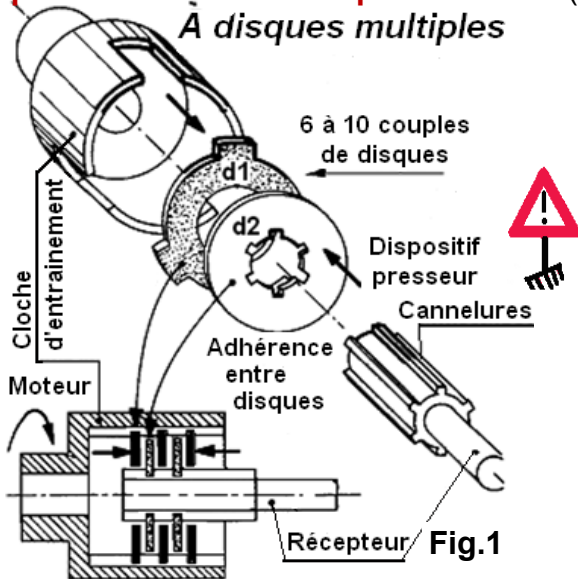
Le frottement entre disques persistant après débrayage est réduit par la présence d'huile. L'absence de

centrage exige un alignement soigné ou la combinaison avec un accouplement élastique.

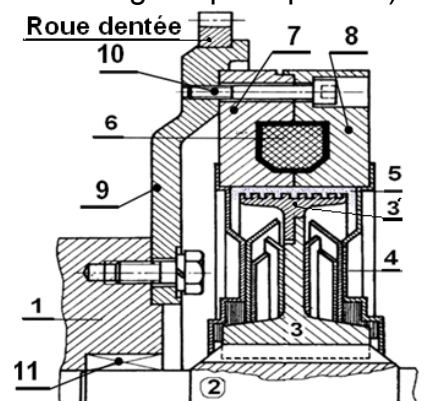
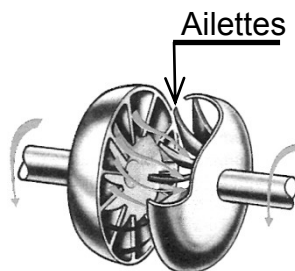
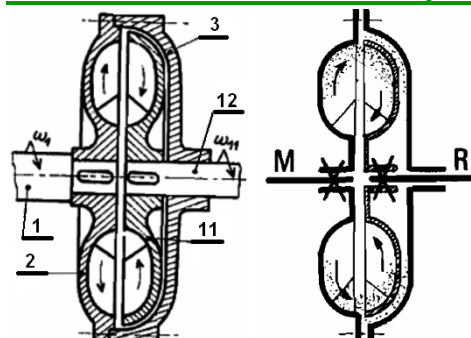
La Force N est développée :

- ⇒ **par ressorts ou rondelles Belleville.** Comprimés à l'embrayage par la manœuvre du coulisseau (course limitée suivant couple à transmettre) maintenu par verrouillage (billes) (Fig. 2). Capacité des embrayages à disques multiples : élevée sous faible encombrement. Utilisation : machines-outils.

- ⇒ **par déformation élastique de leviers** (voir dans un exercice).



3.2- À commande automatique : (coupleur hydraulique et coupleur électromagnétique à poudre)



Les deux coupleurs précédant jouent le rôle d'un **limiteur de couple**

FONCTION TRANSMETTRE L'ÉNERGIE : Aspect Technologique



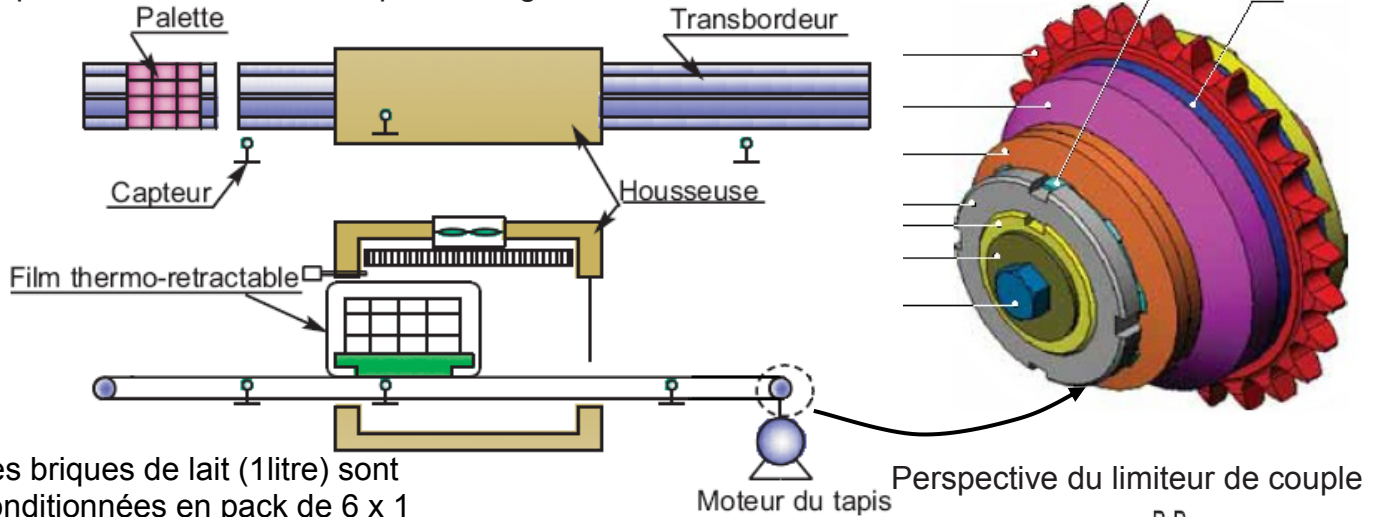


Système d'étude :

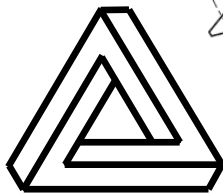
Limiteur de couple

1- Mise en situation :

Le système étudié est un limiteur de couple. Cet organe est monté sur l'arbre moteur du transporteur entraînant le tapis roulant d'une housseuse d'une ligne de conditionnement de produits laitiers d'une coopérative agricole.



Les briques de lait (1 litre) sont conditionnées en pack de 6 x 1 litre au cours du *fardage puis chaque ligne procède à la palettisation des packs en palettes (720 packs de 1 litre). L'ensemble des palettes se trouve ensuite à l'entrée d'une housseuse permettant la dernière phase de conditionnement, en posant un film thermo-*rétractable de maintien et de protection des palettes.

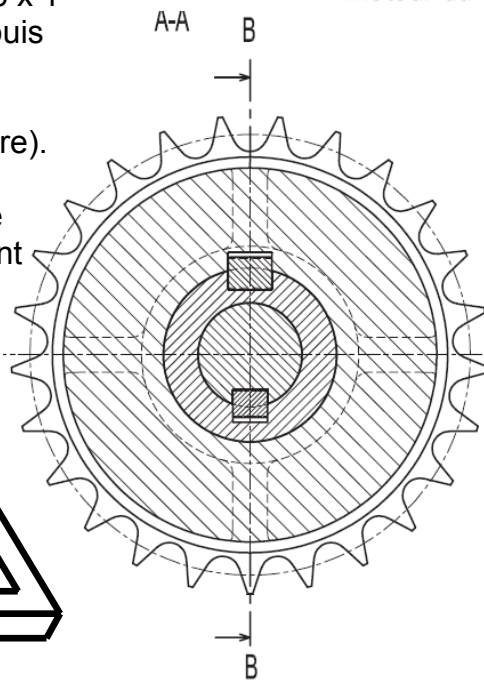


2- Fonctionnement :

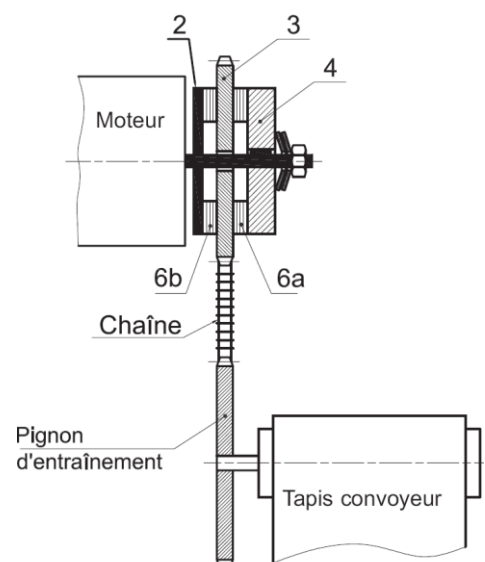
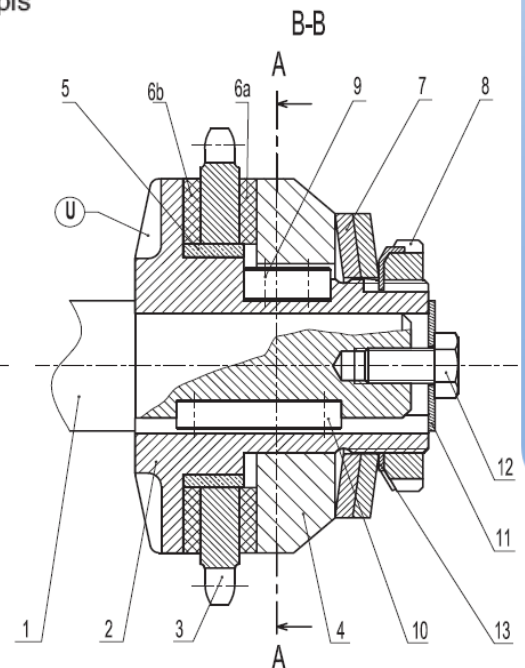
Le limiteur de couple, représenté sur le dessin d'ensemble (voir également le schéma ci-contre), assure la transmission du mouvement de rotation entre l'arbre moteur (1) et le pignon à chaîne (3). L'entraînement se fait par adhérence des deux garnitures de friction (6a) et (6b) sur le pignon (3), grâce à l'effort presseur des rondelles élastiques type «Belleville» agissant comme des ressorts. Les garnitures (6a) et (6b) sont collées sur les pièces (2) et (4). En cas de surcharge anormale ou de blocage accidentel du convoyeur, l'arbre moteur continuera de tourner mais il y aura glissement entre le pignon (3) et les garnitures (6a) et (6b), permettant ainsi d'éviter la rupture des organes les plus fragiles de la transmission.

*Farder : Couvrir des produits pour flatter l'œil de l'acheteur.

*Rétractable : Repliable



Perspective du limiteur de couple



FONCTION TRANSMETTRE L'ÉNERGIE : Aspect Technologique



3- Travail demandé :

- 1- **Repérer** les pièces du limiteur de couple sur la perspective
- 2- Pendant le fonctionnement, **y a-t-il** un mouvement possible entre (1) et (2) ?
En déduire le nom de cette liaison ?
- 3- **Quelles sont** les pièces assurant cette liaison ?
- 4- **Indiquer** le repère des pièces entraînées en rotation par le moteur en cas de blocage accidentel du convoyeur ?
- 5- **Quelle** opération doit-on effectuer si le limiteur de couple "patine" trop facilement ?
- 6- **Donner** le rôle de la rondelle (13) ?
- 7- La chaîne retirée, on souhaite changer le pignon (3). **Indiquer** l'ordre de démontage des pièces strictement nécessaires ?
- 8- **Quelles** familles de matériaux sont indiquées par les hachures des pièces ? (6a), (6b) et (5)
- 9- On donne (voir le schéma de la page précédente) :
 -La vitesse du moteur asynchrone triphasé est $N_1 = 1500$ tr/min
 -Le nombre de dents du pignon moteur est $Z_3 = 25$ dents
 -Le nombre de dents du pignon d'entraînement du convoyeur est $Z_e = 75$ dents
9.1- Calculer le rapport de transmission entre le pignon moteur et le pignon du convoyeur ?
9.2- Calculer la fréquence de rotation du pignon d'entraînement du convoyeur :
- 10- **Donner** le nom et la fonction de la forme repérée « U » sur le dessin d'ensemble :

IV- LES LIMITEURS DE COUPLE :

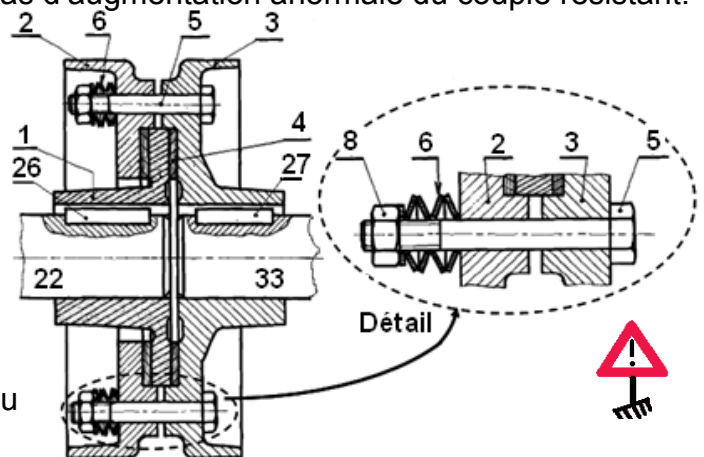
Les limiteurs de couples (ou accouplements de sécurité) ont pour rôle de désolidariser l'arbre moteur et l'arbre récepteur automatiquement en cas d'augmentation anormale du couple résistant.

- 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 ?



- 1: Entrée (ou sortie)
- 2: Sortie (ou entrée)
- 3: Cloche, disposant de cannelures intérieures
- 4: Levier assurant l'existence de l'effort presseur
- 5: Disque en liaison glissière par rapport à la cloche 3
- 6: Disque en liaison glissière par rapport au moyeu 9
- 7: Levier de commande
- 8: Coulisseau, dont la translation est commandée par la rotation du levier 7
- 9: Moyeu, disposant de cannelures extérieures

Donnez le nom complet de cet embrayage ?

.....

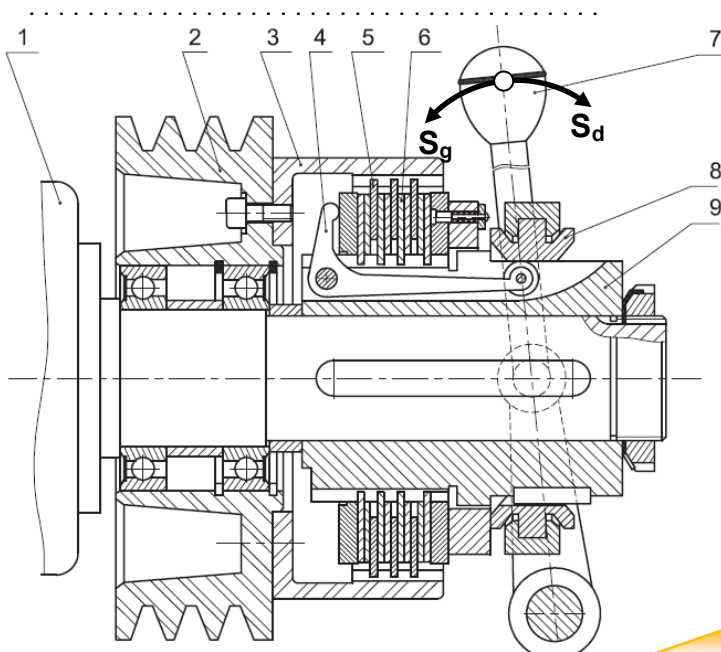
.....

Expliquez sa fonction ?

.....

.....

.....





Application N° 01 " EMBRAYAGE-RÉDUCTEUR "

A- PRÉSENTATION :

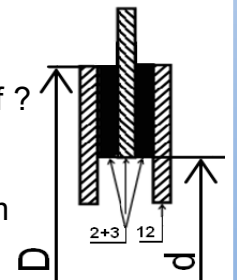
Le dessin d'ensemble représente un embrayage électromagnétique lié au réducteur de vitesse à engrenage par un accouplement.

B- FONCTIONNEMENT :

L'arbre moteur 1 ($N_1 = 1500$ tr/mn) solidaire à la culasse 19, l'alimentation de la bobine 13 permet l'embrayage de 19 et la cloche 32 ; et par l'accouplement la puissance se transmette à l'arbre 16 du réducteur à engrenage (18 ; 17a ; 17b et 61).

C- ANALYSE TECHNIQUE :

- 1- Donner le nom complet et la fonction de cet embrayage ?
- 2- Justifier le choix de cet embrayage multidisques ?
- 3- Cet embrayage est-il réversible ou irréversible ?
- 4- La commande de cet embrayage est électromagnétique, citer trois autres types de commandes ?
- 5- Dans quelle position est représenté cet embrayage ? (position d'embrayage ou de débrayage)
- 6- Citer deux avantages d'un accouplement temporaire ?
- 7- Par quel phénomène est assurée la progressivité de la transmission dans un embrayage à friction ?
- 8- Par quel phénomène est assurée la transmission du couple moteur vers le récepteur dans un embrayage à friction.
- 9- Dessiner un graphe explicatif de la question 7°) et 8°) ?
- 10- La pièce 4 est en acier, peut-elle être en bronze ? Oui ou Non ; justifier ?
- 11- Quelle est la différence entre l'embrayage instantané et l'embrayage progressif ?
- 12- Calculer la puissance transmissible en cheval par cet embrayage, avec :
 - Force presseur : $F = 250$ daN ;
 - Coefficient de frottement : $f = 0,1$
 - Diamètre extérieur : $D = 150,6$ mm ;
 - Diamètre intérieur : $d = 127,6$ mm
- 13- Donner le nom complet et la fonction de l'accouplement entre 7 et 16 ?
- 14- Cet accouplement est-il temporaire ou permanent ?
- 15- Citer deux avantages de cet accouplement ?
- 16- En cercler les pièces qui sont animées d'un mouvement de rotation en cas de débrayage ?



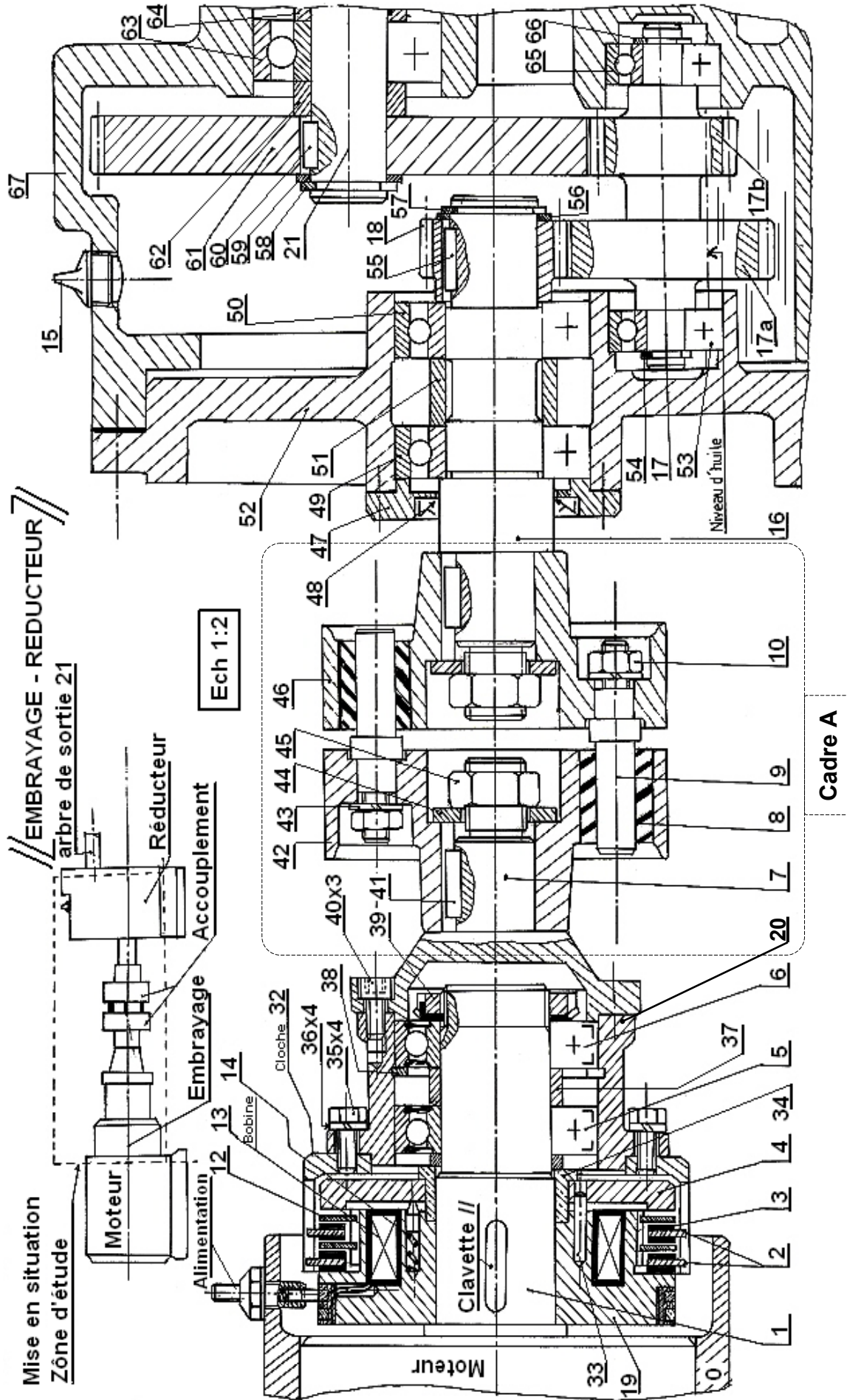
Nota : B.E : Bague Extérieur ; B.I : Bague Intérieur

0	1	2	3	4	BE5	BI6	10	12	35	38	39	40	41	Alimentation
---	---	---	---	---	-----	-----	----	----	----	----	----	----	----	--------------

- 17- En cercler les pièces qui sont animées d'un mouvement de rotation en cas d'embrayage ?

1	2	3	4	12	13	14	35	39	41	42
46	16	52	BE49	BI50	51	18	17a	20	21	61

- 18- Quel est le nom est la fonction des pièces suivantes :
3 ; 14 ; 15 ; 33 ; 5 ; 35 ; 36 ; 38 ; 41 ; 44 ; 48 ; 51 et 54 ?
- 19- Quels sont les caractéristiques de choix d'un ferodo ? et justifier le choix d'un contre matériaux ?
- 20- Donner la désignation du roulement 5 ?
- 21- Expliquer comment réaliser la lubrification des roulements 49 ; 50 et 63 ?
- 22- La pièce 34 est en Cu Sn 10 Zn 1 ; expliquer cettedésignation ? donner le nom de cet alliage ?
Remarque sur la désignation de l'alliage de cuivre :- Laiton = Cuivre + Zinc (6 à 45 %)
- Bronze = Cuivre + Étain (0,01 à 20 %)
- 23- Quel est le nom de la coupe sur l'arbre 7 qui montre la clavette 41 ?
- 24- Donner les caractéristiques de la liaison entre 7/16 ?
- 25- Sur format A4 horizontale dessiner le cadre et le cartouche ?
- 26- Diviser le rectangle à gauche du cartouche en deux cases égales :
 - 26.a- Dessiner dans la 1^{ère} case l'accouplement de l'arbre 7 et l'arbre 16 (du cadre A)
 - 26.b- Dessiner dans la 2^{ème} case cet accouplement avec le changement de la liaison encastrement (réaliser par vis H M12-50 + rondelle plate et clavette disque).
- 27- Dessiner le schéma cinématique de l'ensemble ?



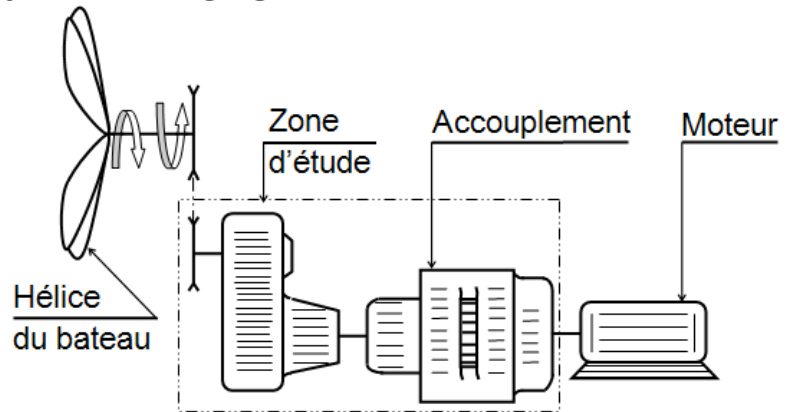
FONCTION TRANSMETTRE L'ÉNERGIE : Aspect Technologique



Application N° 02 " INVERSEUR DE MARCHE "

I- PRÉSENTATION :

1.1- Mise en situation :

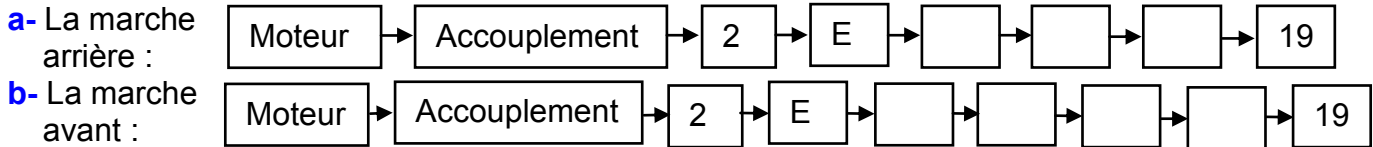


1.2- Fonctionnement :

Le dessin d'ensemble représente un inverseur de marche accouplé à un moteur. La commande de la pièce 16 à l'aide d'un système de manœuvre non représenté permet de sélectionner la marche avant ou arrière du bateau.

II- TRAVAIL DEMANDER :

1- Compléter la chaîne cinématique dans les cas suivants :



2- Sur le tableau ci-dessous ;

encercler les repères des pièces qui sont animées d'un mouvement de rotation dans les cas suivants :

Embrayage E1	14	17	23	25	27	36	45	39
Embrayage E2	12	14	17	23	25	38	39	27
Débrayage	17	1	19	34	25	36	38	7

3- De quel type d'embrayage s'agit-il ?

4- Dans quelle position est représenté l'embrayage ? (encercler la réponse juste)

Embrayage E1
 Embrayage E2
 Débrayage

5- Sur le tableau ci-dessous ; encercler les repères des pièces qui sont animées d'un mouvement de translation dans la phase de commande :

14	16	25	36	34	4	39
----	----	----	----	----	---	----

6- La liaison entre l'arbre moteur et l'arbre 25 est assurée par un accouplement ;

a- De quel type d'accouplement s'agit-il ?

b- Donner un avantage de cet accouplement ?

c- Citer deux autres types d'accouplement ?

7- Donner le nom et la fonction des organes suivants : 6, 7, 29, 34, 35, 42 et 44

8- Donner le nom des organes qui assurent la transmission du mouvement de rotation entre la pièce 27 et l'arbre 17 ?

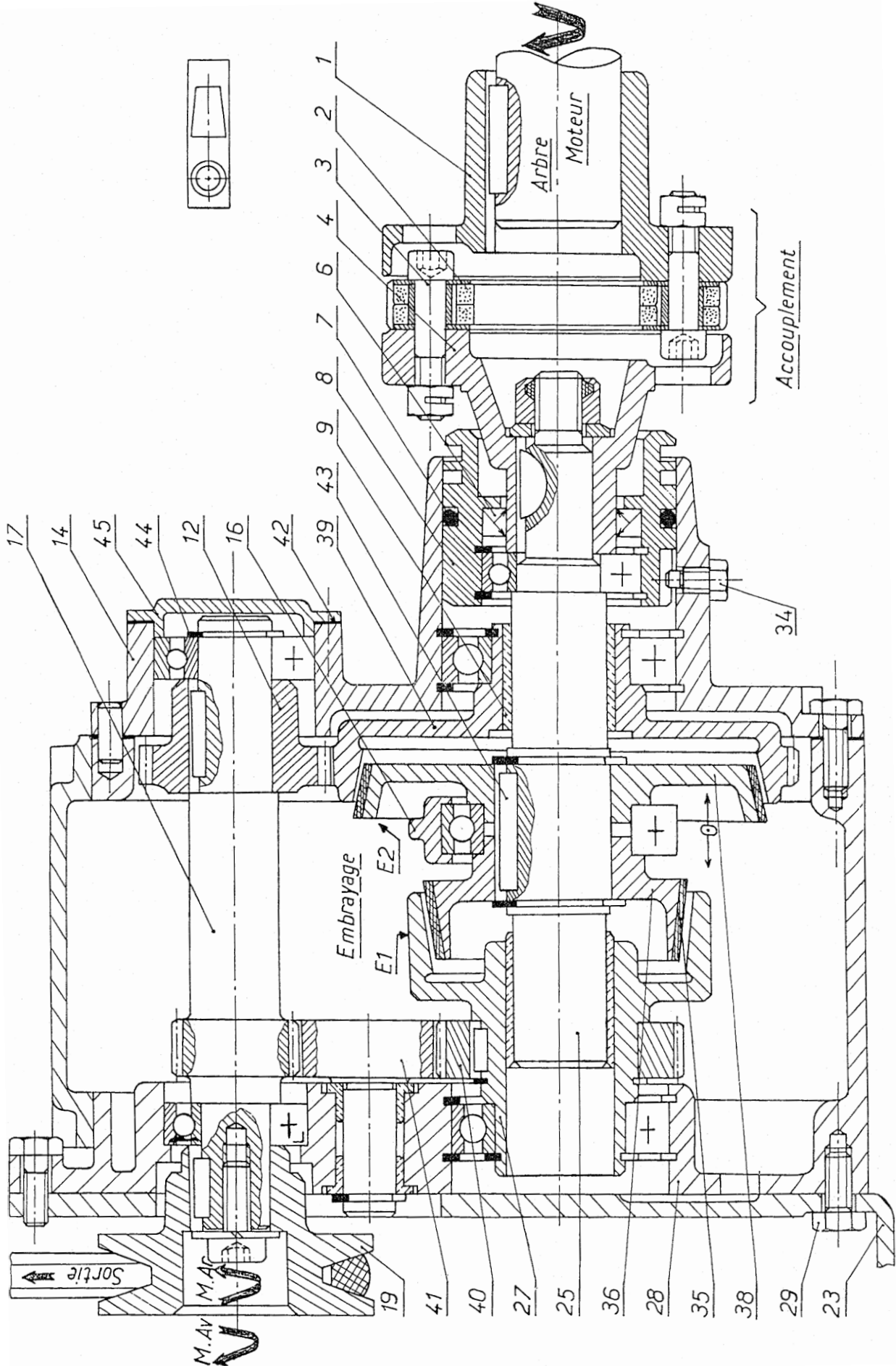
9- TRAVAIL GRAPHIQUE : (de l'inverseur de marche)

Dans une étude d'avant projet, le constructeur envisage équiper cet inverseur de marche d'un FREIN mono-disque à commande hydraulique. L'arrivée de l'huile sous pression par l'orifice A, provoque le déplacement du piston 50 qui plaque le disque 51 contre la pièce fixe 52.

9.1- On demande de compléter le dessin du mécanisme en demi-coupe, dans la position de freinage, en représentant :

- a- Le piston 50 ;
- b- Le disque 51 ;
- c- Les rondelles Belleville 56.

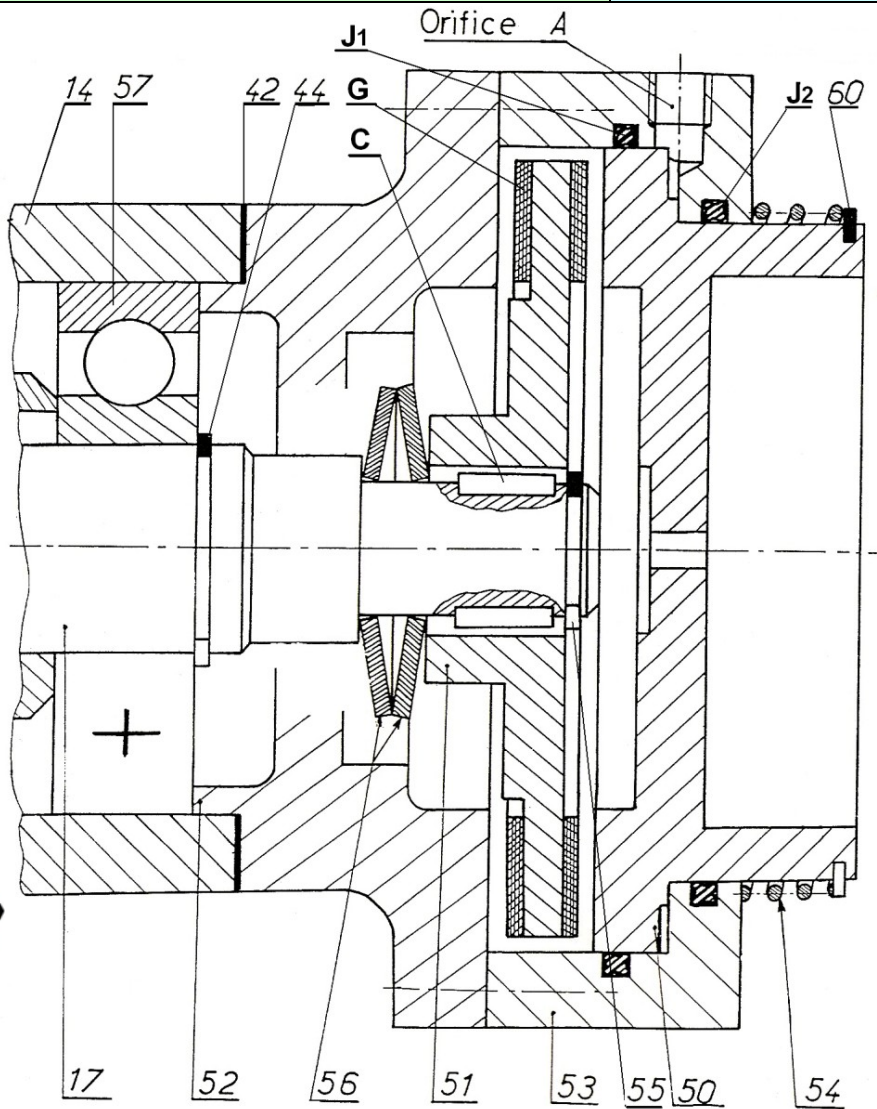
9.2- Assurer l'étanchéité dynamique du côté gauche du frein par un joint à lèvres, entre l'arbre 17 et la pièce fixe 52.



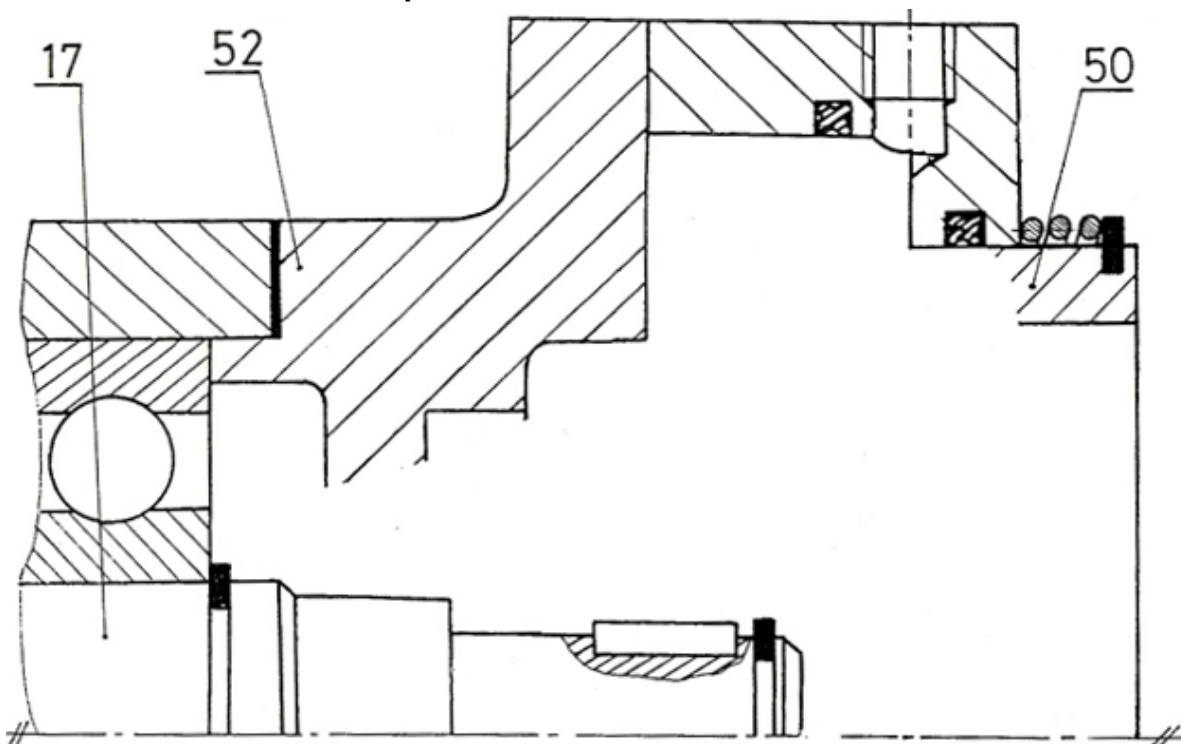
FONCTION TRANSMETTRE L'ÉNERGIE : Aspect Technologique



Position défreinée
à l'échelle 1 : 1



Position freinée à compléter à l'échelle 3 : 2



FONCTION TRANSMETTRE L'ÉNERGIE : Aspect Technologique

