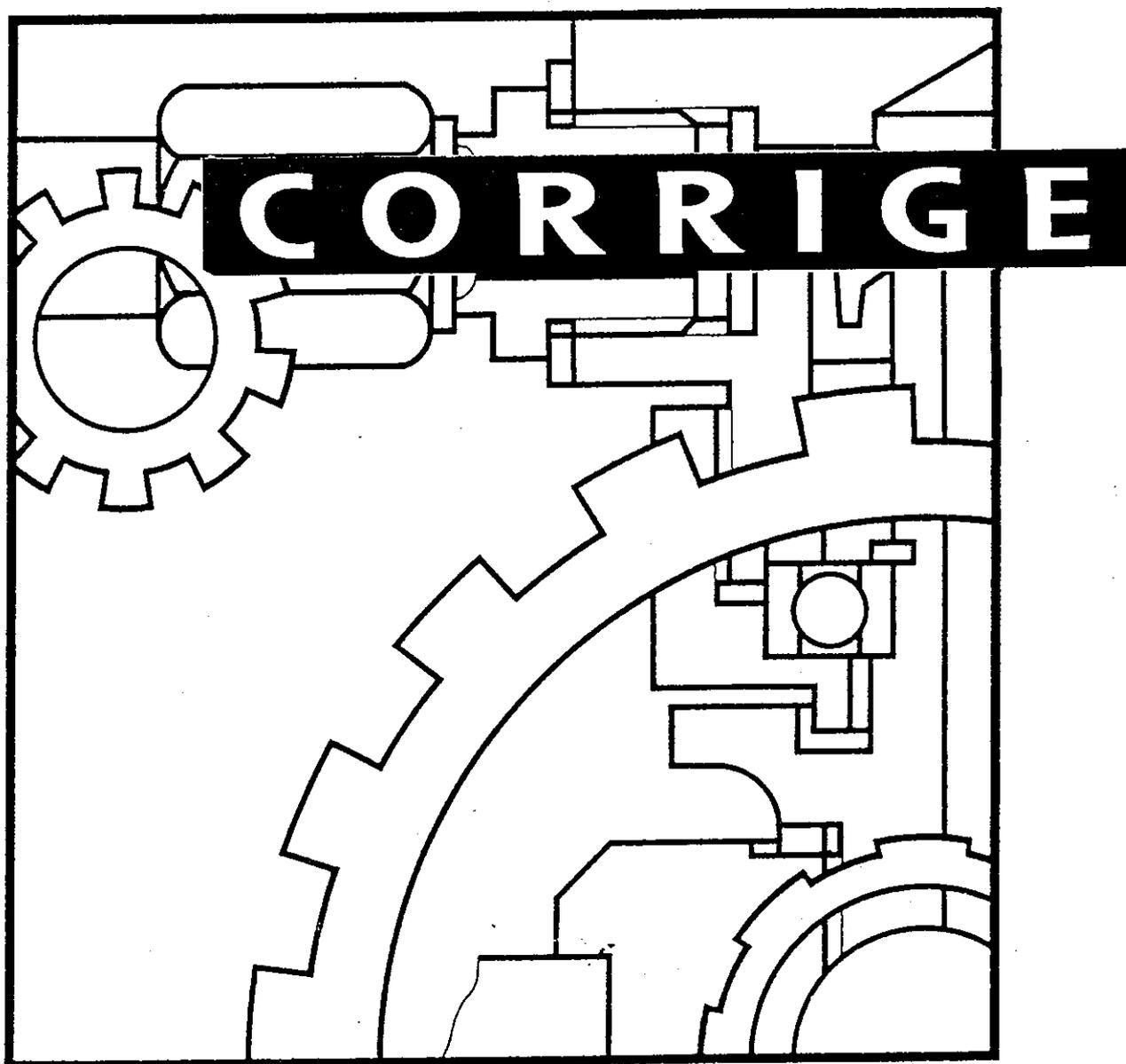


ANDRE RICORDEAU

CLAUDE CORBET

DOSSIER DE TECHNOLOGIE DE CONSTRUCTION




CASTELLA

TABLE DES CHAPITRES CORRIGÉS

1 - Les contraintes, les efforts appliqués	2
2 - Les cotes tolérancées	3
3 - Les ajustements	3
4 - Vis d'assemblage	13
5 - Boulons	14
6 - Goujons	15
7 - Vis de pression	17
10 - Goupillage	18
11 - Rivetage	18
12 - Soudage	18
12 - Collage	19
13 - Emmanchement forcé	19
14 - Liaison pivot glissant	19
15 - Liaison glissière hélicoïdale	20
16 - Liaison pivot	21
19 - Coussinets	22
20 - Roulements	23
22 - Liaison glissière	27
23 - Clavetage libre	29
25 - Liaison rotule	31
26 - Liaison encastrement	32
27 - Clavetage forcé	32
28 - Articulation cylindrique	34
29 - Liaison élastique	36
30 - Positionnement-centrage	37
32 - Étanchéité	38
36 - Engrenages	39
Changements de vitesse, généralités	43
37 - Mécanismes divers	43
38 - Boite de vitesse	44
39 - Réducteurs	46
40 - Variateurs	47
41 - Accouplements	48
42 - Embrayages	49
43 - Freins	51
44 - Système vis-écrou	52
46 - Système bielle-manivelle	52
47 - Schémas de circuits	53
48 - Vérins	53
49 - Distributeurs	54
50 - Pompes	56

Exercices de controle :

Exercice n°1 : joint tournant pneumatique	56
Exercice n°2 A : butée micrométrique	57
Exercice n°2 B : butée micrométrique	59
Exercice n°3 : cylindre rotatif pneumatique	60
Exercice n°4 : renvoi d'angle	61

1. LES CONTRAINTES LES EFFORTS APPLIQUÉS

1/01 - EXTENSION

- Les efforts appliqués à la pièce tendent à l'allonger.
- Efforts appliqués : \vec{A} et \vec{B}

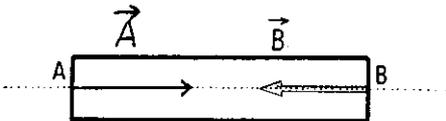


Exemples :

- Epavelette
- Tirant de charpente
- Cable de levage

1/02 - COMPRESSION

- Les efforts appliqués à la pièce tendent à la raccourcir.
- Efforts appliqués : \vec{A} et \vec{B}



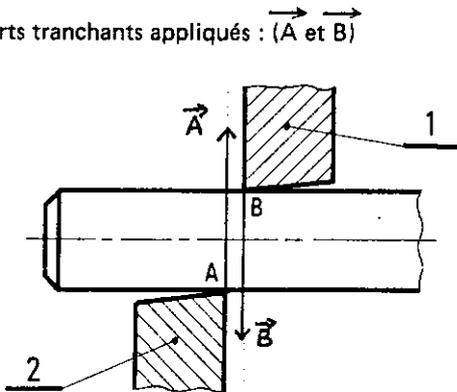
Exemples :

- Cale de bridage
- Poteau de hangar

Remarque : Si la pièce est longue, il y a risque de « flambage ».

1/03 - CISAILLEMENT

- Les efforts tranchants appliqués à la pièce provoquent dans la section qui s'oppose au cisaillement, un glissement entre les molécules.
- Efforts tranchants appliqués : \vec{A} et \vec{B}

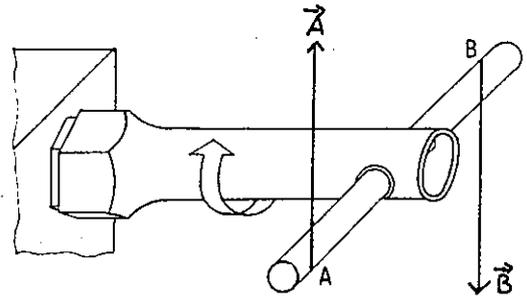


Exemples :

- Clavette
- Rivet
- Poignonnage

1/04 - TORSION

- La pièce est soumise à l'action d'un couple (deux forces parallèles, égales et de sens contraire).
- Efforts appliqués à l'extrémité de la clé à tube : \vec{A} et \vec{B} formant un couple.



Exemples :

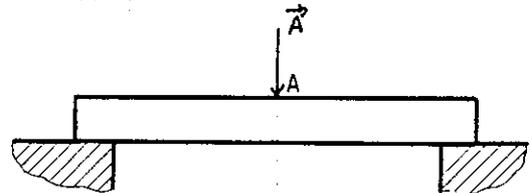
- Clé à bougie
- Arbre de transmission
- Barre de torsion

1/05 - FLEXION

- L'effort appliqué à la pièce tend à la faire fléchir.

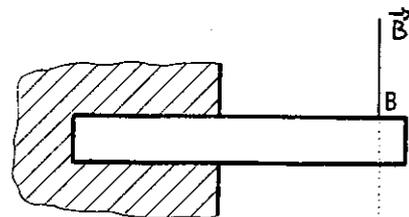
- La pièce repose sur deux appuis.

Effort appliqué : \vec{A}



- La pièce est encastrée.

Effort appliqué : \vec{B}



Nota : ne pas représenter les actions de contact aux appuis.

Exemples :

- Poutre de planches
- Axe d'articulation
- Panneau de circulation

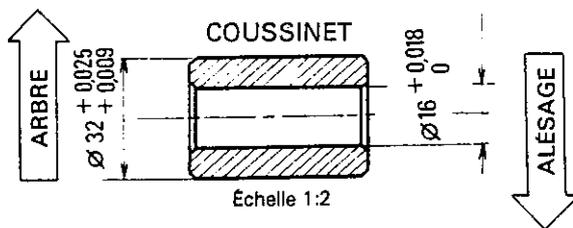
Constation :

Une règle plate soumise à une contrainte de flexion résiste différemment selon que l'effort appliqué agisse sur le plat ou sur le champ.

2. COTES TOLÉRANCÉES

2/04 - DÉFINISSEZ LES ÉLÉMENTS CI-DESSOUS

- Cote nominale CN = $\phi 32$
- Écart supérieur es = $.0,025$..
- Écart inférieur ei = $.0,009$
- Cote max = $.32 + 0,025$ = $32,025$
- Cote min = $.32 + 0,009$ = $32,009$
- Intervalle de tolérance (IT)
- IT = $0,025 - 0,009$ = $0,016$



- Cote nominale CN = $\phi 16$
- Écart supérieur ES = $0,018$
- Écart inférieur EI = 0
- Cote max = $16 + 0,018$ = $16,018$
- Cote min = $16 + 0$ = 16
- Intervalle de tolérance (IT)
- IT = $0,018 - 0$ = $0,018$..

2/07 - EXERCICES - Rechercher les écarts

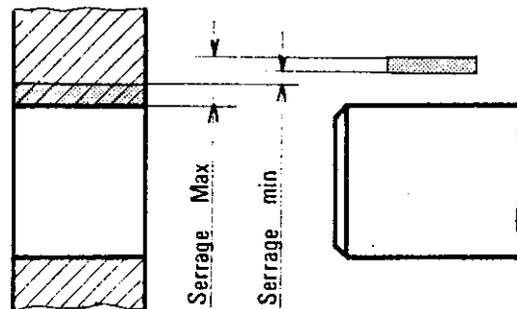
- A** Cote tolérancée : 19 k 5
- Écart fondamental, sup/inf, son signe et sa valeur :
 - $ei = +2$
 - Intervalle de tolérance (IT) :
 - $+9$
 - Calcul de l'autre écart :
 - $es = +2 + 9 = 11$
- B** Cote tolérancée : 67 H 7
- Écart fondamental (sup/inf), son signe et sa valeur :
 - $Ei = 0$
 - Intervalle de tolérance (IT) :
 - $+30$
 - Calcul de l'autre écart :
 - $ES = +30$

3. LES AJUSTEMENTS ET LA COTATION FONCTIONNELLE

3/06 - AJUSTEMENT AVEC SERRAGE

Exemple : H7 - p6

La cote effective de l'arbre est toujours supérieure à la cote effective de l'alésage. Les IT ne se chevauchent pas.

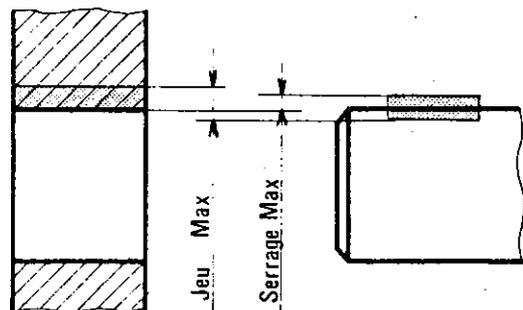


- Serrage Max = $Alésage\ mini - Arbre\ maxi$
- Serrage min = $Alésage\ maxi - Arbre\ mini$
- IT serrage = $ITA + ITa$

3/07 - AJUSTEMENT INCERTAIN

Exemple : H7 - js6

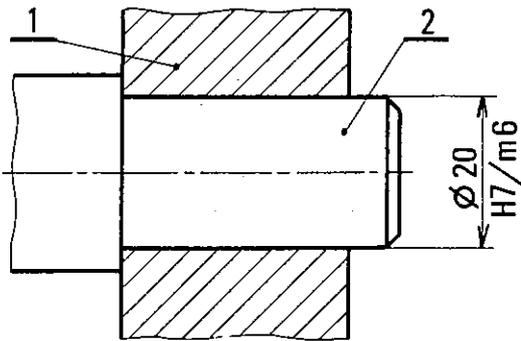
L'ajustement obtenu sera soit avec jeu, soit avec serrage. Les intervalles de tolérance se chevauchent.



- Jeu Max = $Alésage\ maxi - Arbre\ mini$...
- Serrage Max = $Alésage\ mini - Arbre\ maxi$...

COTES TOLÉRANCÉES			IMAGES A RETENIR		LES AJUSTEMENTS						
A	IT à cheval sur la ligne zéro	B	IT au-dessus de la ligne zéro	C	IT au-dessous de la ligne zéro	D	Ajustement avec jeu (non chevauchement IT)	E	Ajustement avec serrage (non chevauchement IT)	F	Ajustement incertain (chevauchement IT)

3/08 -



ALÉSAGE (1)

- Inscrivez la cote tolérancée de l'alésage.
 \emptyset 20 H7
- Recherchez les écarts (avec les signes) :

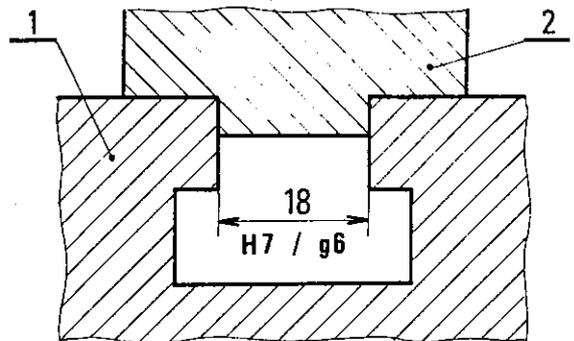
	en microns	en mm
<input type="checkbox"/> Écart sup. : ES =	<u>+21</u>	<u>+0,021</u>
<input type="checkbox"/> Écart inf. : EI =	<u>0</u>	<u>0,000</u>
IT =	<u>21</u>	<u>0,021</u>
- Calculez :
 Alésage Max = 20 + 0,021 = 20,021
 Alésage min = 20 + 0 = 20

ARBRE (2)

- Inscrivez la cote tolérancée de l'arbre.
 \emptyset 20 m6
- Recherchez les écarts (avec les signes) :

	en microns	en mm
<input type="checkbox"/> Écart sup. : es =	<u>+21</u>	<u>+0,021</u>
<input type="checkbox"/> Écart inf. : ei =	<u>+8</u>	<u>+0,008</u>
IT =	<u>+13</u>	<u>+0,013</u>
- Calculez :
 Arbre Max = 20 + 0,021 = 20,021
 Arbre min = 20 + 0,008 = 20,008
- De quel type d'ajustement s'agit-il ?
 (avec jeu, avec serrage ou incertain) H7 m6
 Incertain
- Calculez :
 Serrage Max = 20,021 - 20 = 0,021
 Jeu Max = 20,021 - 20,008 = 0,013

3/09 -



ALÉSAGE (1) RAINURE

- Inscrivez la cote tolérancée de l'alésage.
 18 H7
- Recherchez les écarts (avec les signes) :

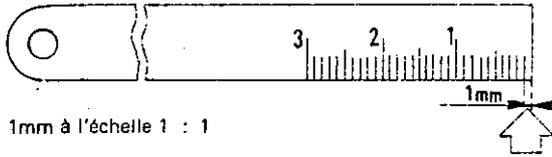
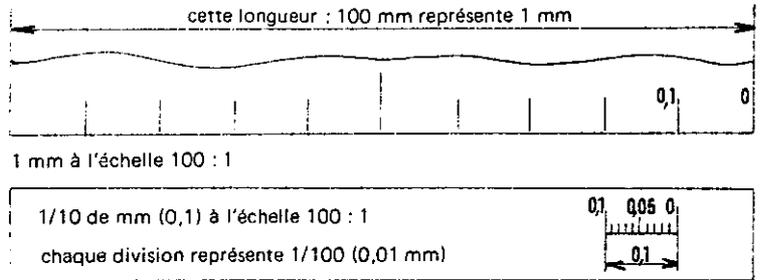
	en microns	en mm
<input type="checkbox"/> Écart sup. : ES =	<u>+18</u>	<u>+0,018</u>
<input type="checkbox"/> Écart inf. : EI =	<u>0</u>	<u>0</u>
IT =	<u>18</u>	<u>0,018</u>
- Calculez :
 Alésage Max = 18 + 0,018 = 18,018
 Alésage min = 18 + 0 = 18

ARBRE (2) LANGUETTE

- Inscrivez la cote tolérancée de l'arbre.
 18,96
- Recherchez les écarts (avec les signes) :

	en microns	en mm
<input type="checkbox"/> Écart sup. : es =	<u>-6</u>	<u>-0,006</u>
<input type="checkbox"/> Écart inf. : ei =	<u>-17</u>	<u>-0,017</u>
IT =	<u>11</u>	<u>0,011</u>
- Calculez :
 Arbre Max = 18 - 0,006 = 17,994
 Arbre min = 18 - 0,017 = 17,983
- De quel type d'ajustement s'agit-il ?
 (avec jeu, avec serrage ou incertain) H7 g6
 Jeu
- Calculez :
 Jeu Max = 18,018 - 17,983 = 0,035
 Jeu min = 18 - 17,994 = 0,006

**POUR LES EXERCICES CI-DESSOUS :
ÉCHELLE DES ÉCARTS**



3/10 - EXEMPLE RÉSOLU

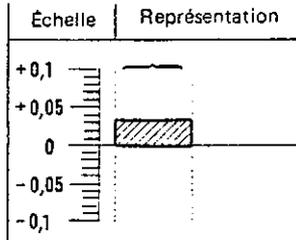
AJUSTEMENT : 85 H7/m6

ALÉSAGE : 85 H7

Écart sup.(ES) = + 0,035

Écart inf.(EI) = 0

- Représenter l'IT.

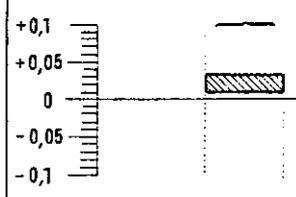


ARBRE : 85 m6

Écart sup.(es) = + 0,035

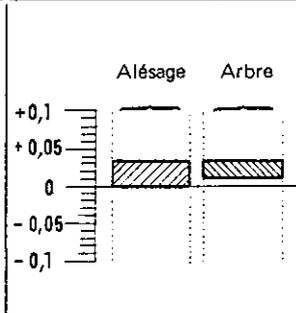
Écart inf.(ei) = + 0,013

- Représenter l'IT.



AJUSTEMENT :

- Représenter les IT.
- Les IT se chevauchent-ils ?
 OUI (oui ou non)
- De quel type d'ajustement s'agit-il ?
(avec jeu, avec serrage, incertain)
- Incertain



3/11 -

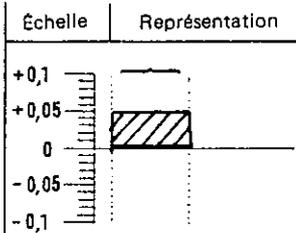
AJUSTEMENT : 112 H8/f7

ALÉSAGE : 112 H8.....

Écart sup.(ES) = +0,054.....

Écart inf.(EI) = 0.....

- Représenter l'IT.

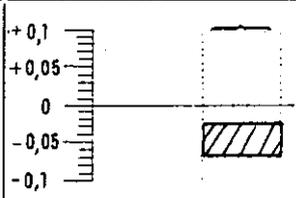


ARBRE : 112 f7.....

Écart sup.(es) = +0,017.....

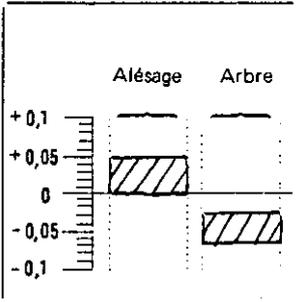
Écart inf.(ei) = -0,011.....

- Représenter l'IT.



AJUSTEMENT

- Représenter les IT
- Les IT se chevauchent-ils ?
 Non..... (oui ou non)
- De quel type d'ajustement s'agit-il ?
(avec jeu, avec serrage, incertain)
- Jeu.....



3/12 -

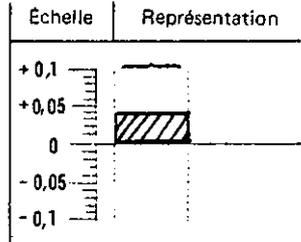
AJUSTEMENT : 170 H7/js6

ALÉSAGE : 170 H7.....

Écart sup.(ES) = +0,040.....

Écart inf.(EI) = 0.....

- Représenter l'IT.

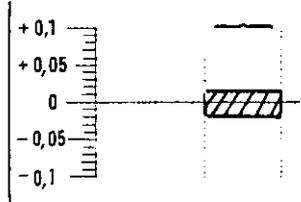


ARBRE : 170 js6.....

Écart sup.(es) = +0,020.....

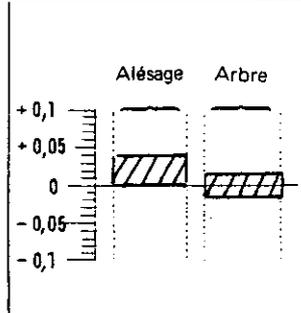
Écart inf.(ei) = +0,010.....

- Représenter l'IT.



AJUSTEMENT

- Représenter les IT
- Les IT se chevauchent-ils ?
 Oui.....(oui ou non)
- De quel type d'ajustement s'agit-il ?
(avec jeu, avec serrage, incertain)
- Incertain.....



3/13 -

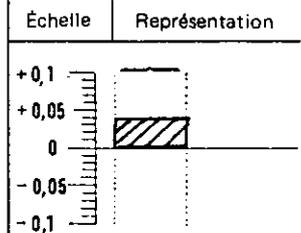
AJUSTEMENT : 140 H7/p6

ALÉSAGE : 140 H7.....

Écart sup.(ES) = +0,040.....

Écart inf.(EI) = 0.....

- Représenter l'IT.

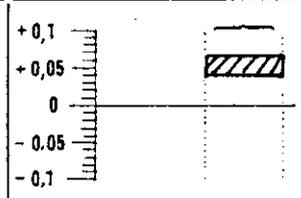


ARBRE : 140 p6.....

Écart sup.(es) = +0,020.....

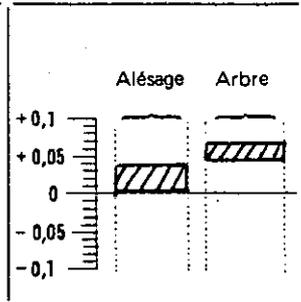
Écart inf.(ei) = +0,010.....

- Représenter l'IT.

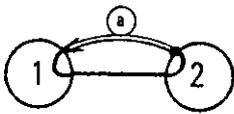


AJUSTEMENT

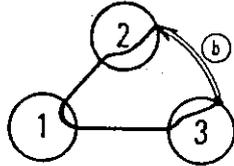
- Représenter les IT
- Les IT se chevauchent-ils ?
 Non..... (oui ou non)
- De quel type d'ajustement s'agit-il ?
(avec jeu, avec serrage, incertain)
- Serrage.....



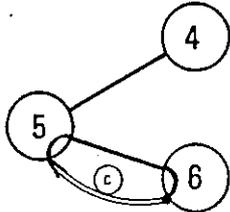
3/24 - INTERPRÉTEZ LES DIAGRAMMES



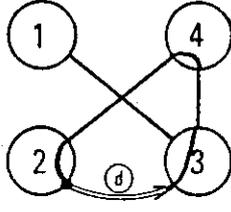
Coter ... 2 puis 1



Coter ... 3 puis 1 puis 2



Coter ... 6 puis 5



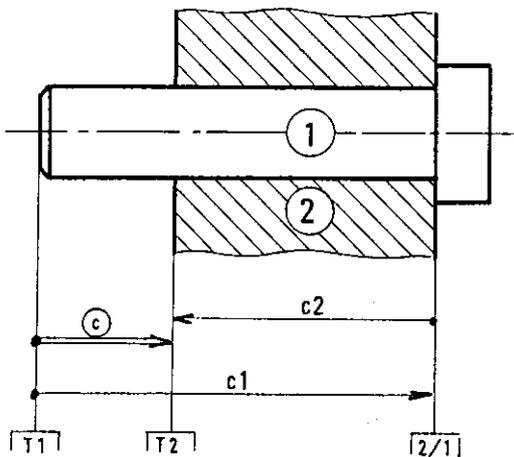
Coter ... 2 puis 4 puis 3

3/25 - BUTÉE - EXERCICE / EXEMPLE

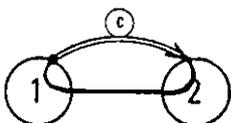
Pour chaque exercice :

1. Rechercher les surfaces de liaison perpendiculaires à la cote-condition. Repérer ces surfaces sur le dessin dans une fourchette (T)
2. Établir le diagramme des surfaces de liaison perpendiculaires à la cote-condition.
3. Interpréter le diagramme.
4. Tracer la chaîne de cotes en cotant les pièces dans l'ordre défini par le diagramme.

Ces exercices sont extraits du cahier N° 4 EXERCICES RAPIDES DE COTATION FONCTIONNELLE.



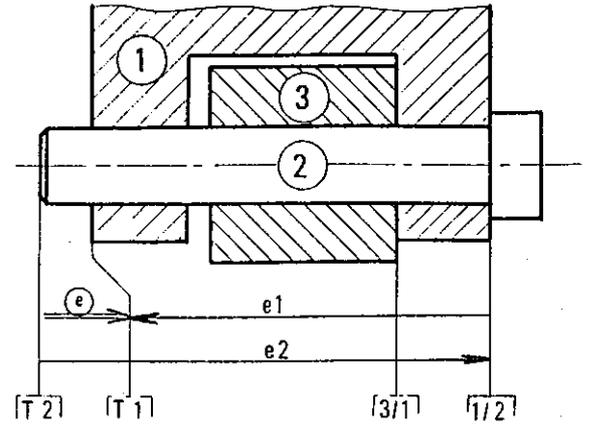
Diagramme



Interprétation :

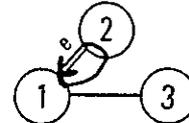
Coter (1) jusqu'à 2/1, puis (2).

3/26 - CHAPE ET AXE



Interprétation :

Coter ... 2 puis coter 1



3/27 - PIVOT

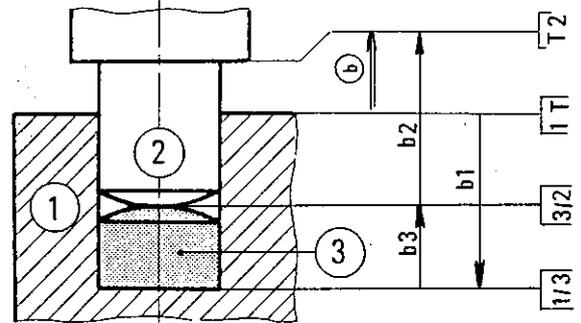
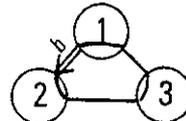


Diagramme :

Interprétation :

Coter 1 puis 3 puis coter 2



3/28 - VIS DE GUIDAGE

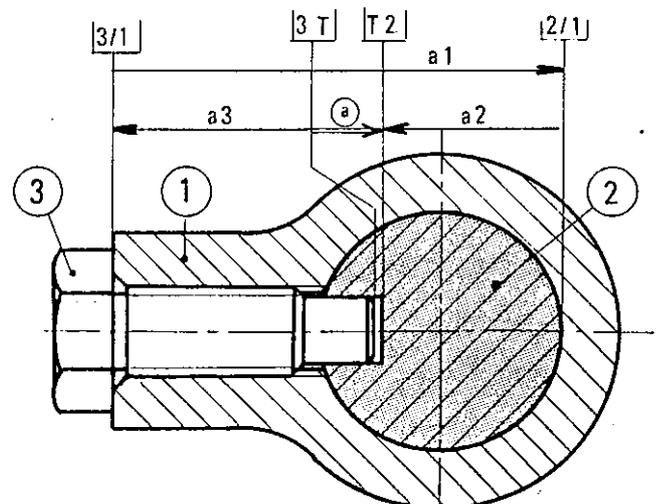
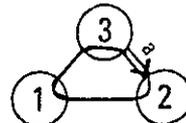


Diagramme :

Interprétation :

Coter ... 3 puis 1 puis coter 2



TOLÉRANCES GÉOMÉTRIQUES

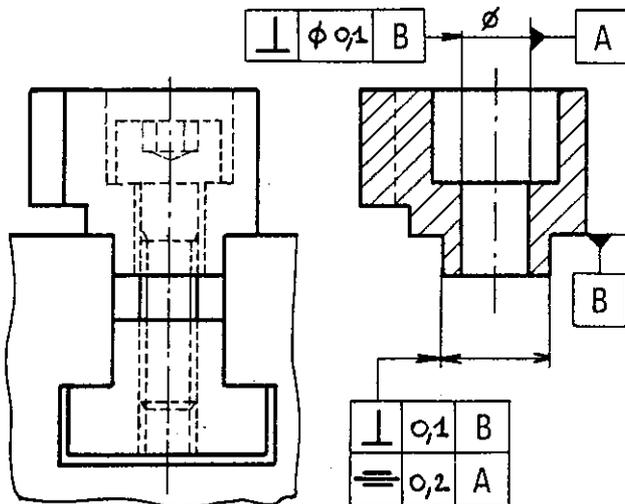
3/29 - CARACTÉRISTIQUES ET SYMBOLES

Voir Méthode Active - chapitre T7 et T8

Pour éléments isolés	Tolérances de FORME	Planéité d'une surface	
		Rectitude d'un axe - d'une ligne	
		Cylindricité d'un cylindre	
		Circularité d'un cylindre - d'un cône	
		Forme d'une surface quelconque	
Pour éléments associés	Tolérances d'ORIENTATION	Inclinaison	
		Perpendicularité	
		Parallélisme	
	Tolérances de POSITION	Localisation d'un élément	
		Coaxialité ou concentricité	
		Symétrie	
	BATTEMENT	Battement simple	
Battement total			

Remarques : Le tolérancement géométrique ne doit figurer sur les dessins que s'il répond réellement à une nécessité fonctionnelle. Une tolérance géométrique peut être spécifiée, même si aucune tolérance dimensionnelle n'est prescrite.

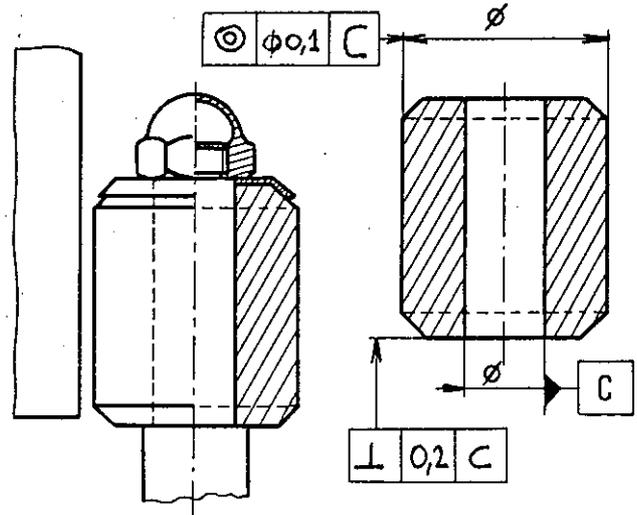
3/30 - BUTÉE FIXE



Inscrire dans les cadres les tolérances géométriques permettant d'assurer les conditions de fonctionnement suivantes :

- Éléments de référence : surface (B)
: axe du cylindre (A)
- Le tenon est perpendiculaire à la surface (B)
..... IT = 0,1
- Le tenon est symétrique par rapport à l'axe du cylindre (A)
..... IT = 0,2
- L'axe de l'alésage est perpendiculaire à la surface (B)
..... IT = 0,1

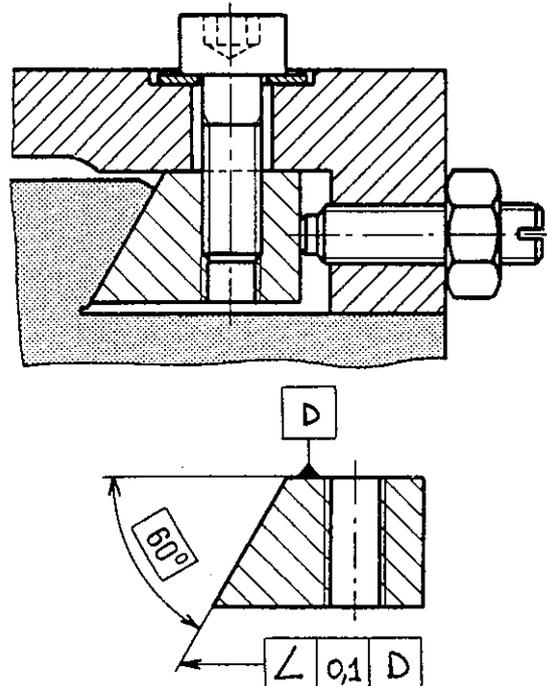
3/31 - GALET DE PORTE



Inscrire dans les cadres les tolérances géométriques permettant d'assurer les conditions de fonctionnement suivantes :

- La surface plane est perpendiculaire à l'axe de l'alésage (C)
..... IT = 0,2
- Les 2 surfaces cylindriques sont coaxiales :
..... IT = 0,1

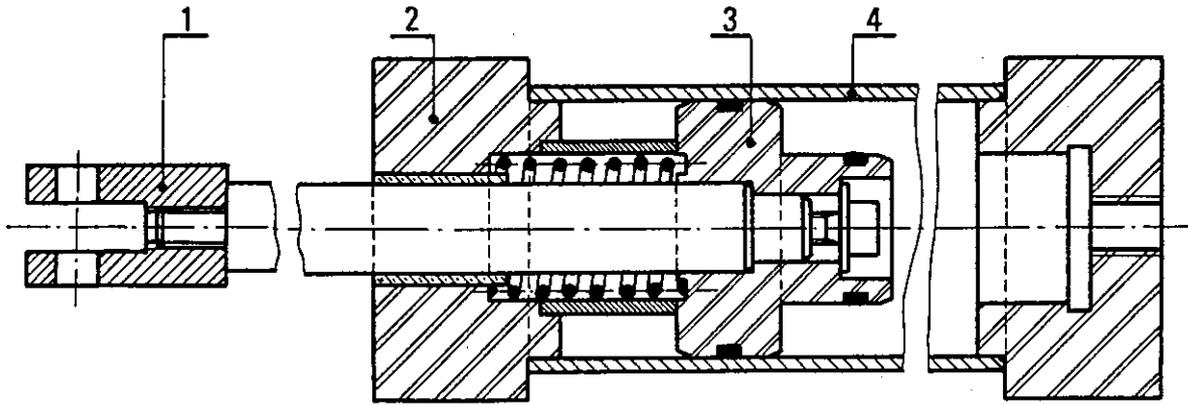
3/32 - CALE DE RATTRAPAGE DE JEU



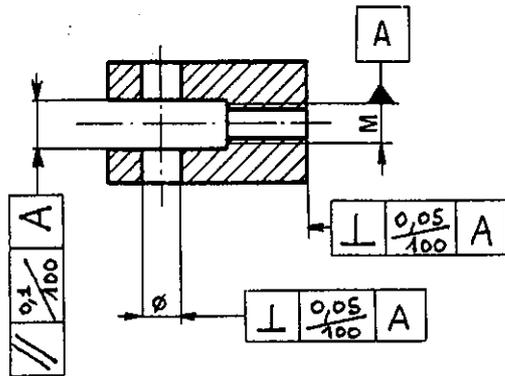
Inscrire dans le cadre la tolérance géométrique permettant d'assurer la condition de fonctionnement suivante :

- La face est inclinée de 60° par rapport au plan de référence (D) IT = 0,1

3/33 - VÉRIN PNEUMATIQUE A SIMPLE EFFET



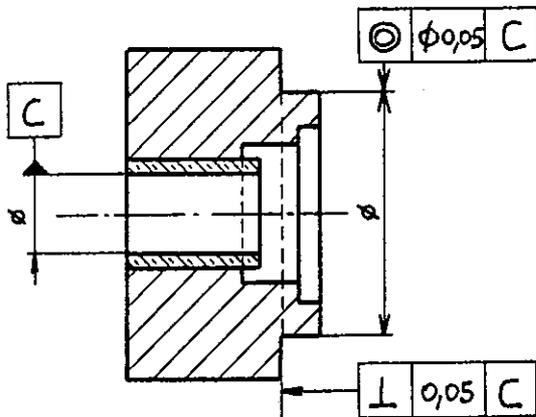
CHAPE 1



Inscrire dans les cadres les tolérances géométriques permettant d'assurer les conditions de fonctionnement suivantes :

- Élément de référence : axe du cylindre (A)
- La mortaise est parallèle à l'axe du cylindre (A) IT = 0,1/100
- L'alésage coté \varnothing est perpendiculaire à l'axe du cylindre (A) IT = 0,05/100
- La surface plane est perpendiculaire à l'axe du cylindre (A) IT = 0,05/100

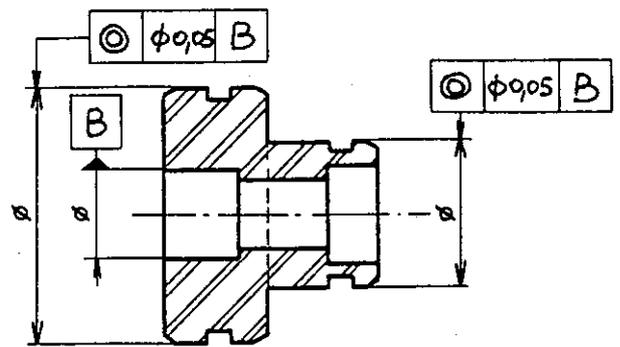
FOND AVANT 2



Inscrire dans les cadres les tolérances géométriques permettant d'assurer les conditions de fonctionnement suivantes :

- Élément de référence : axe du cylindre (C)
- L'emboîtement cylindrique est coaxial au cylindre (C) IT = \varnothing 0,05
- L'épaulement est perpendiculaire à l'axe du cylindre (C) IT = 0,05

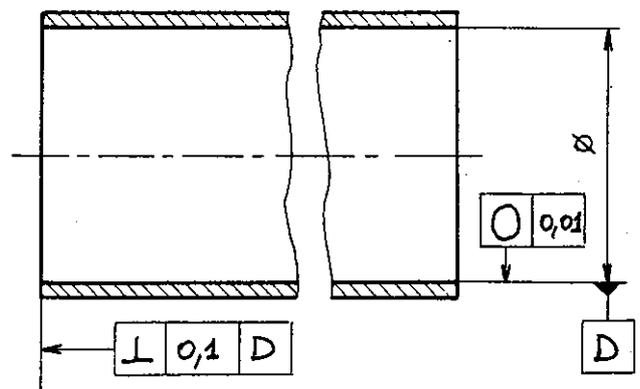
PISTON 3



Inscrire dans les cadres les tolérances géométriques permettant d'assurer les conditions de fonctionnement suivantes :

- Élément de référence : axe de l'alésage (B)
- Les cylindres cotés \varnothing sont coaxiaux à l'alésage de référence (B) IT = \varnothing 0,05

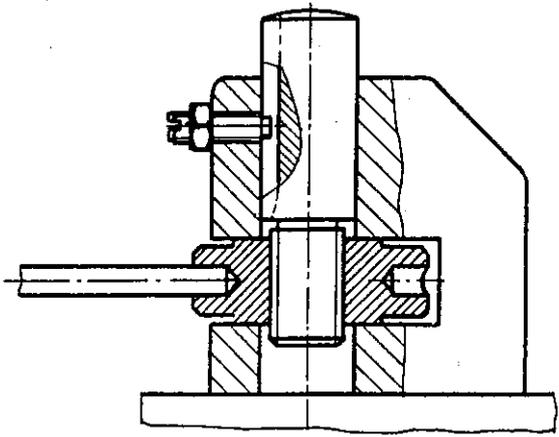
CYLINDRE 4



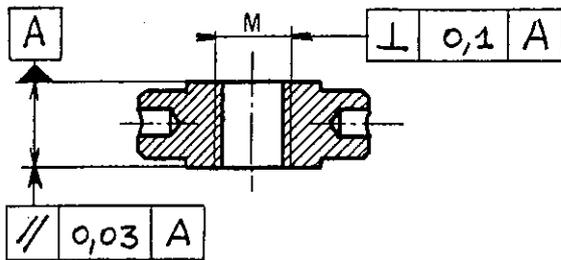
Inscrire dans les cadres les tolérances géométriques permettant d'assurer les conditions de fonctionnement suivantes :

- Élément de référence : axe du cylindre (D)
- L'alésage est circulaire : IT = 0,01
- L'extrémité de la pièce est perpendiculaire à l'axe du cylindre (D) IT = 0,1

3/34 - BORNE DE CALAGE



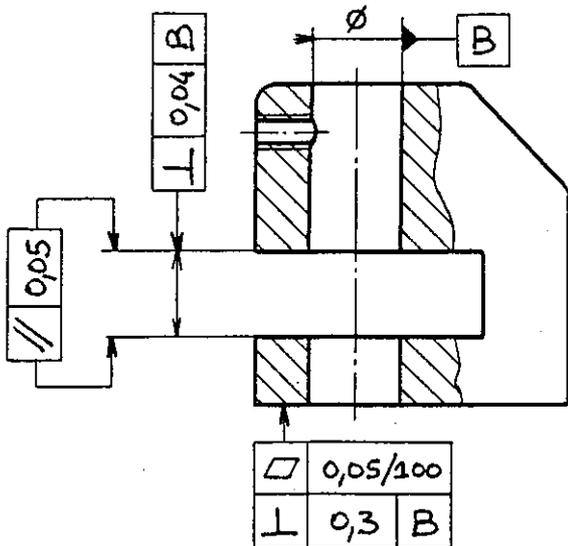
ÉCROU



Inscrire dans les cadres les tolérances géométriques permettant d'assurer les conditions de fonctionnement suivantes :

- Élément de référence : Face (A) de l'écrou
- Les 2 faces sont parallèles IT = 0,03
- L'axe du trou taraudé est perpendiculaire à la face (A) IT = 0,1

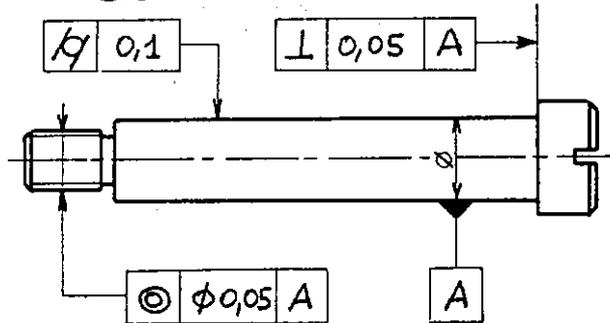
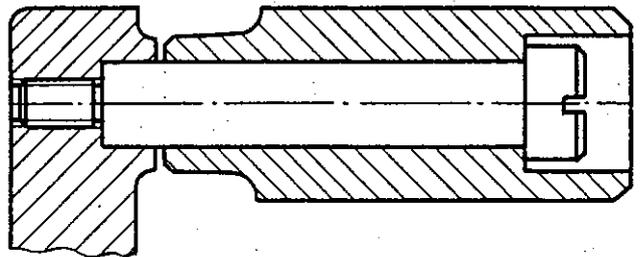
CORPS



Inscrire dans les cadres les tolérances géométriques permettant d'assurer les conditions de fonctionnement suivantes :

- Élément de référence : axe du cylindre (B)
- La surface de base est plane IT = 0,05/100
- La surface de base est perpendiculaire à l'axe du cylindre (B) IT = 0,3
- La mortaise est perpendiculaire à l'axe du cylindre (B) IT = 0,04
- Les faces de la mortaise sont parallèles IT = 0,05

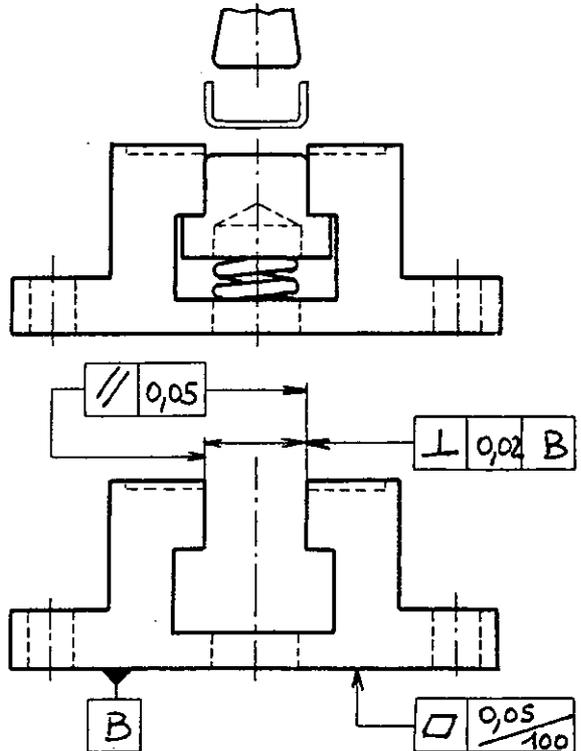
3/35 - POIGNÉE DE VOLANT



Inscrire dans les cadres les tolérances géométriques permettant d'assurer les conditions de fonctionnement suivantes :

- Le corps de la vis-axe doit être cylindrique IT = 0,1
- Le filetage est coaxial au corps IT = 0,05
- L'épaulement sous la tête est perpendiculaire à l'axe du corps IT = 0,05

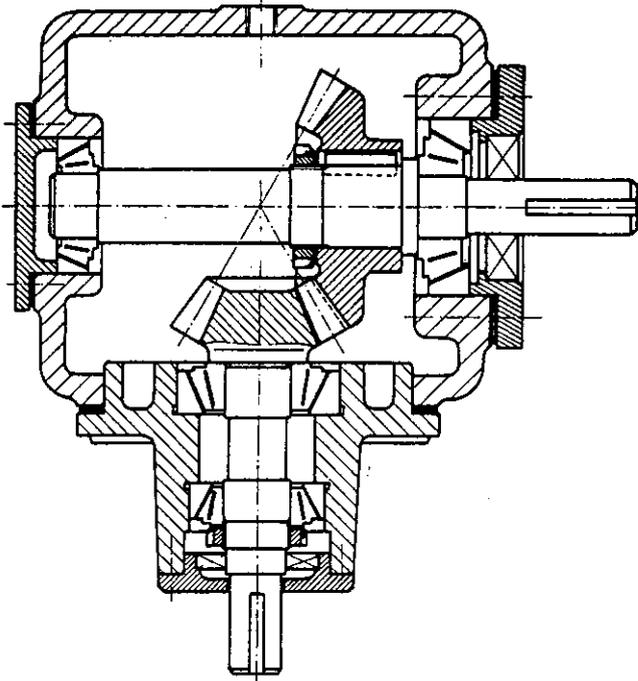
3/36 - OUTIL DE CAMBRAGE



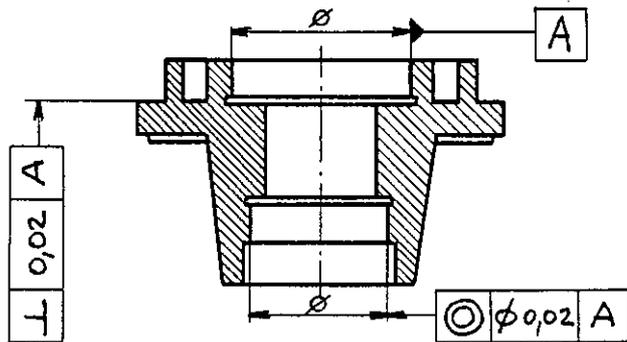
Inscrire dans les cadres les tolérances géométriques permettant d'assurer les conditions de fonctionnement suivantes :

- La surface d'appui est plane IT = 0,05/100
- La mortaise est perpendiculaire à la surface d'appui IT = 0,02
- Les faces de la mortaise sont parallèles IT = 0,05

3/37 - RÉDUCTEUR A AXES CONCURRENTS



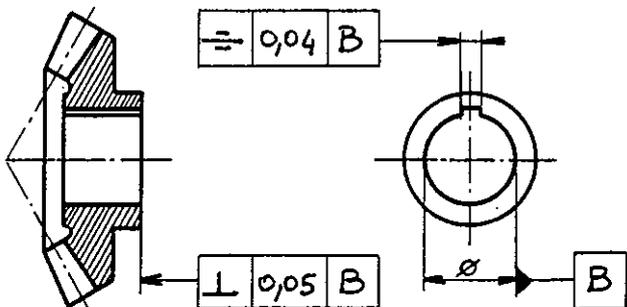
BATI



Inscrire dans les cadres les tolérances géométriques permettant d'assurer les conditions de fonctionnement suivantes :

- Élément de référence : axe du cylindre (A)
- Les deux alésages sont coaxiaux IT = $\varnothing 0,02$
- La surface d'appui est perpendiculaire à l'axe du cylindre (A) IT = 0,05

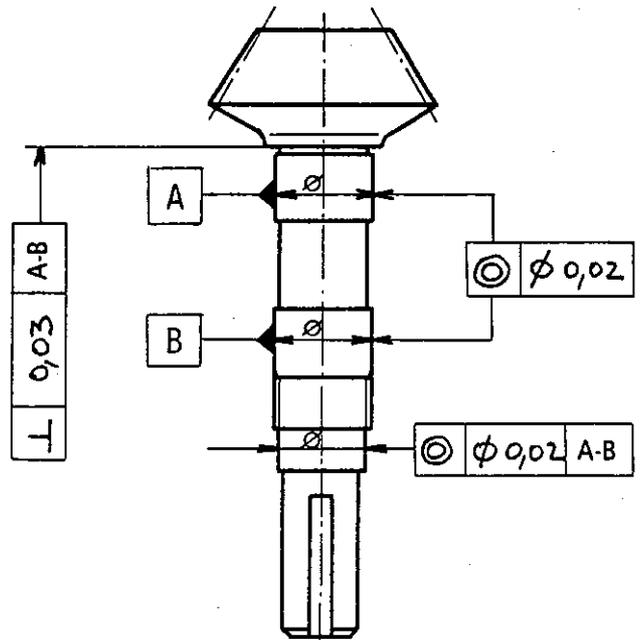
ROUE CONIQUE



Inscrire dans les cadres les tolérances géométriques permettant d'assurer les conditions de fonctionnement suivantes :

- Élément de référence : axe du cylindre (B)
- Le plan médian de la rainure de clavette est-symétrique par rapport au plan médian de (B) IT = 0,04
- L'appui de la roue est perpendiculaire à l'axe du cylindre (B) IT = 0,05

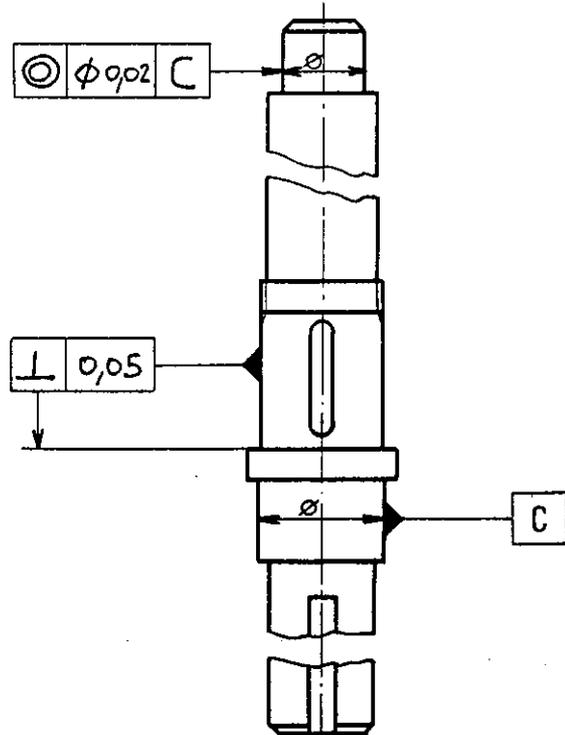
PIGNON - ARBRE



Inscrire dans les cadres les tolérances géométriques permettant d'assurer les conditions de fonctionnement suivantes :

- Éléments de référence : axes des cylindres (A) et (B)
- Les cylindres (A) et (B) sont coaxiaux IT = $\varnothing 0,02$
- L'appui du pignon-arbre est perpendiculaire à l'axe de référence (AB) IT = 0,03
- La portée du joint d'étanchéité est coaxiale à l'axe de référence (AB) IT = $\varnothing 0,02$

ARBRE PRINCIPAL



Inscrire dans les cadres les tolérances géométriques permettant d'assurer les conditions de fonctionnement suivantes :

- Élément de référence : axe du cylindre (C)
- Les portées de roulement sont coaxiales IT = $\varnothing 0,02$
- L'épaulement est perpendiculaire à l'axe de la portée de la roue conique IT = 0,05

PORTE-PINCE POUSSÉE (2)

SUPPORT DU PORTE-PINCE (1)

IDENTIFICATION DES SURFACES			
Rep.	Nature géométrique	Dimension tolérancée	État de surface
A	H	$\phi 44 f8$	1,6 \checkmark
B	H	$\phi 24 H8$	1,6 \checkmark
C	\angle	30°	1,6 \checkmark

TOLÉRANCES GÉOMÉTRIQUES			
A	H	$\phi 0,05$	
B	H	$\phi 0,05$	
C	H	$\phi 0,05$	

IDENTIFICATION DES SURFACES			
Rep.	Nature géométrique	Dimension tolérancée	État de surface
A	Plan (*)	20 f 8	3,2 \checkmark
B	Plan		3,2 \checkmark
C	H	$\phi 44 H8$	3,2 \checkmark
D	//	14 H7	3,2 \checkmark

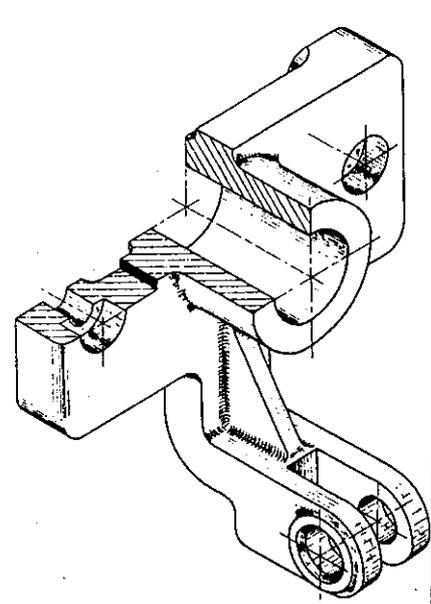
TOLÉRANCES GÉOMÉTRIQUES			
A	\square	0,03	
B1	//	0,05	
B2	//	0,05	
C	//	0,02	
D	//	0,02	

22

3/39 - BRAS-SUPPORT

Tolérances générales — sauf indications : Js - js 13
 État de surface des trous et lamages : Ra 6,3.

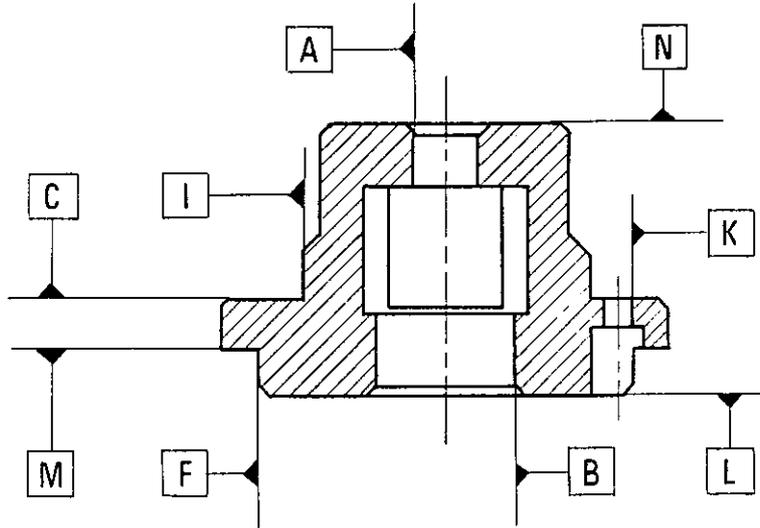
IDENTIFICATION DES SURFACES				TOLÉRANCES GÉOMÉTRIQUES	
Rep.	Nature géométr.	Dimensions tolérancées	État de surface		
A	H	$\phi 42$		H	$\phi 2$
B	H	$\phi 25 H8$	3,2 \checkmark	\perp	0,05
C	\square		3,2 \checkmark	\perp	0,2
D	\square	10 H10	3,2 \checkmark	\equiv	0,2
E	H	$\phi 12 H8$	6,3 \checkmark	\perp	0,2



3/40 - CARTER DE RÉDUCTEUR D'UNE UNITÉ DE PERÇAGE

1 - Étudiez le dessin de définition, page précédente, d'un carter de réducteur d'une unité de perçage. Consultez les deux perspectives isométriques, vous aurez plus de facilité pour lire le dessin.

- 2 - Identifiez sur le dessin de définition les surfaces repérées sur la vue ci-dessous. Reportez les renseignements dans la partie gauche du tableau.
- 3 - Recherchez les tolérances de forme, d'orientation et de position qui concernent ces surfaces ; reportez-les dans les cases de la colonne : « tolérances géométriques ».
- 4 - Complétez la colonne « exigences dimensionnelles ».



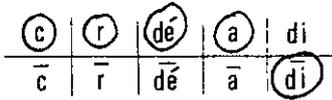
IDENTIFICATION DES SURFACES				TOLÉRANCES GÉOMÉTRIQUES	EXIGENCES DIMENSIONNELLES
Rep.	Nature géométrique	Dimensions tolérancées	État de surface		
A	H	$\phi 8 H7$	$0,8$		
B	H	$18 H7$	$0,8$		
C	\square		$6,3$		
F	H	$\phi 42 g6$	$0,8$		
I	H	$\phi 32 g6$	$0,8$		
K	H	$\phi 31$	$6,3$		
L	\square		$6,3$		
M	\square		$6,3$		
N	\square		$6,3$		

LIAISONS DÉMONTABLES

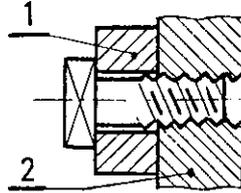
4. VIS D'ASSEMBLAGE

4/01 - FONCTION

□ Établir entre (1) et (2) une liaison :

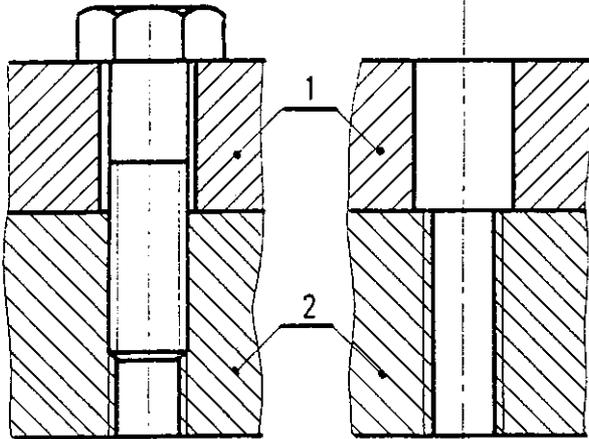


Une liaison effectuée avec une vis d'assemblage est considérée obtenue par adhérence indirecte.



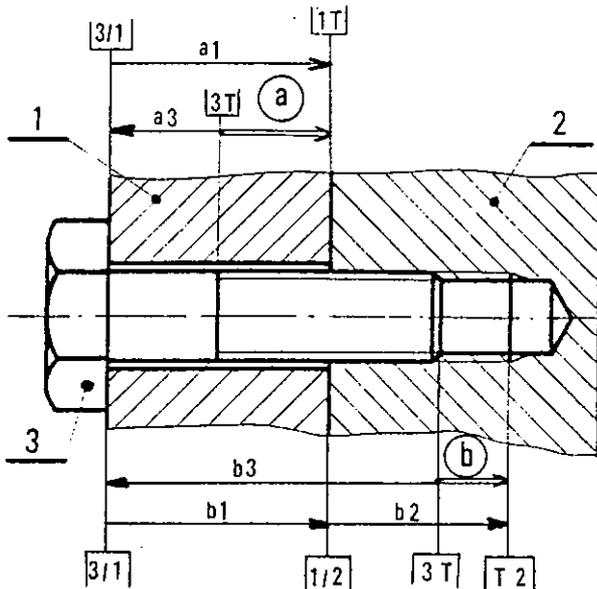
4/05 - DESSINER LES USINAGES EFFECTUÉS SUR LES PIÈCES (1) ET (2) - HACHURER.

- La vis en place
- Les pièces (1) et (2) seules



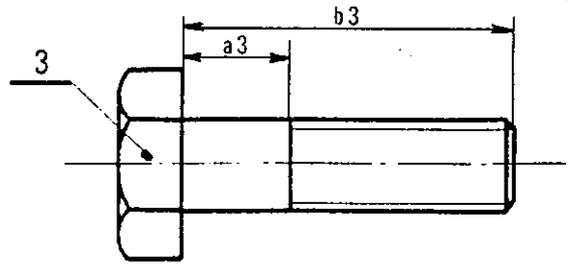
4/06 - CONDITIONS DE BLOCAGE DE LA VIS

- Condition (a) : Jeu entre l'arrêt du filetage de la vis et la surface de séparation des pièces.
- Condition (b) : Jeu entre le fond du taraudage et l'extrémité de la vis.



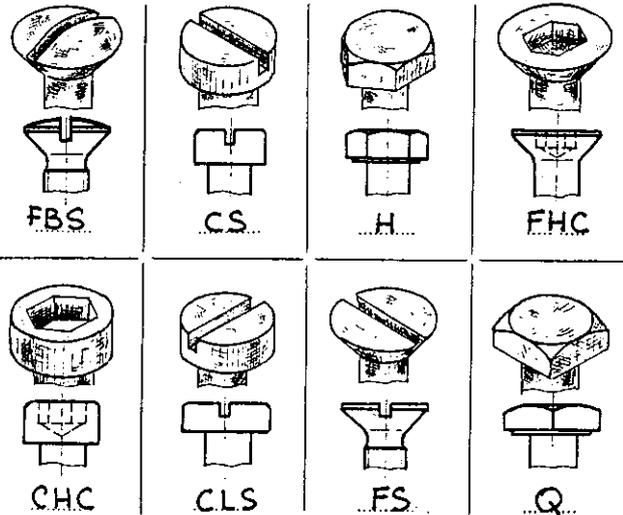
1) Établir les chaînes de cotes qui installent les conditions (a) et (b).

2) Reporter les cotes fonctionnelles relatives à la vis (3) sur le dessin ci-dessous.



4/07 - SYMBOLES DES TÊTES

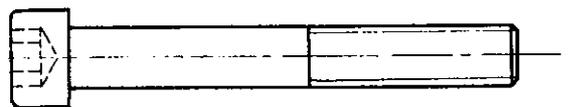
● Désignez les têtes.



4/11 - DÉSIGNATION

Voir Méthode Active - chapitre DT 6

● Désignez les vis dessinées.

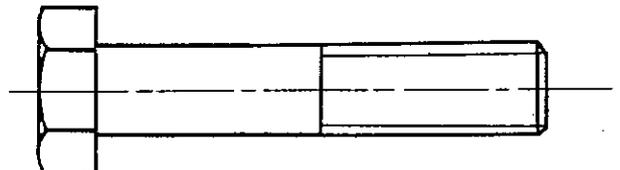


□ Vis CHC M8-60



□ Vis FS M10-70

● Terminez le dessin de la vis en utilisant les renseignements donnés par la désignation.



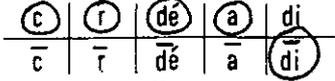
Vis H - M12 - 60

LIAISONS DÉMONTABLES

5. BOULONS

5/01 - FONCTION

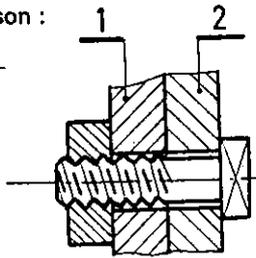
- Établir entre (1) et (2) une liaison :



Une liaison effectuée avec un boulon est considérée obtenue par adhérence indirecte.

Remarque :

Lorsque dans une même direction, une liaison est à la fois par obstacle et par adhérence, (exemple : languette plus vis, boulon ou



goujon), elle est considérée comme une liaison par obstacle, l'adhérence ne servant qu'au maintien du contact.

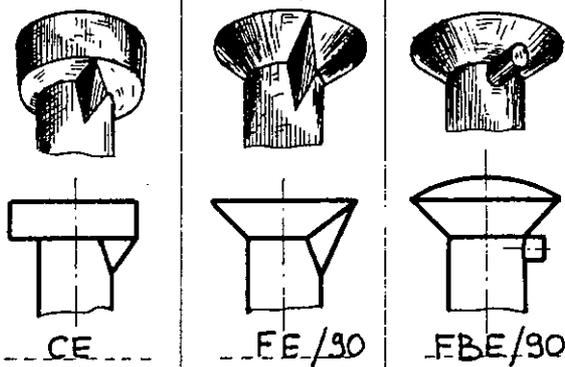
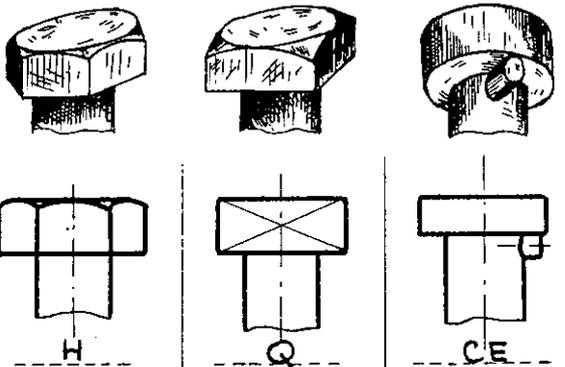
5/08 - SYMBOLES DES TÊTES

Voir Méthode Active - chapitre DT 13

Remarque :

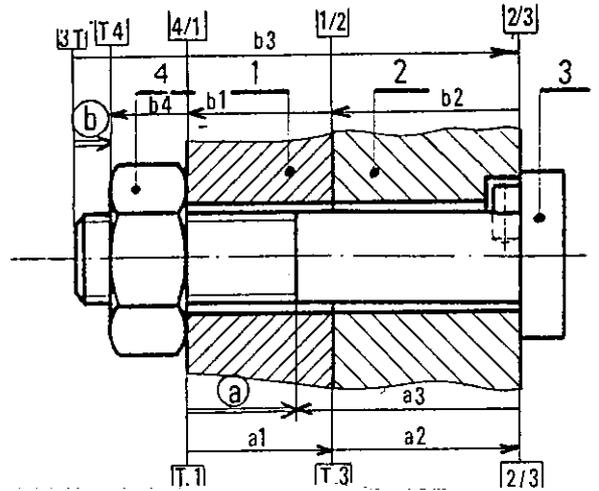
Le corps du boulon étant immobilisé en rotation, la fente ou le six pans creux qui se rencontre sur une vis n'est plus nécessaire.

- Désignez les têtes.



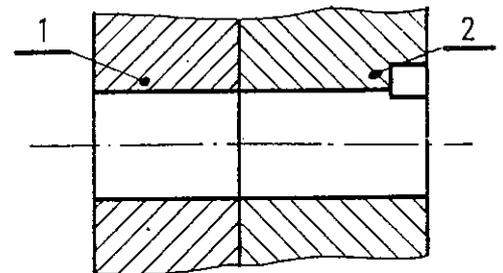
5/10 - Sur l'ensemble ci-dessous, représentez les usinages effectués sur les pièces (1) et (2). Hachurez.

- Établissez les chaînes de cotes qui installent les conditions (a) et (b).

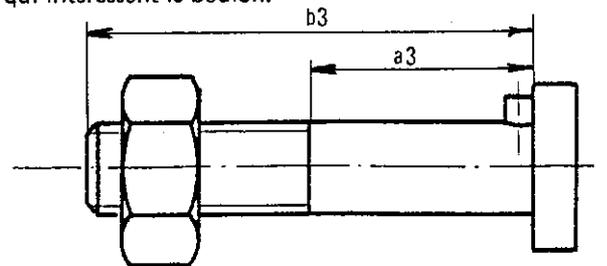


- Ci-dessous, le dessin des pièces (1) et (2) seules.

Représentez les usinages effectués pour recevoir le boulon (3). Relevez les cotes sur le dessin d'ensemble.

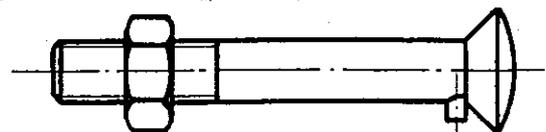


- Reportez sur le dessin ci-dessous les cotes fonctionnelles qui intéressent le boulon.

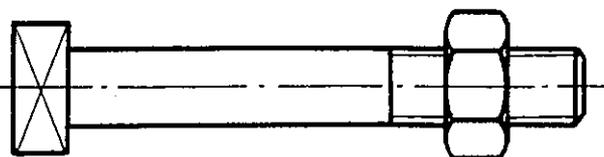


- Désignation : Boulon CE M12 - 60/30
Écrou H M12

5/11 - DÉSIGNEZ CES DEUX BOULONS (prendre les cotes sur le dessin).



- Boulon FBE M8 60/22 - Écrou HM8



- Boulon QM10 70/27 - Écrou HM10

LIAISONS DÉMONTABLES

6. GOUJONS

6/01 - PROBLÈME

Liaison de deux pièces en alliage léger.

● **Constatation.**

Le déblocage d'une vis en acier implantée dans une pièce en alliage léger, provoque l'arrachement des filets du trou taraudé.

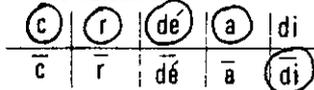
● **Conséquence.**

Lorsque le démontage des pièces assemblées doit être envisagé sans détérioration, il faut utiliser pour la liaison des boulons ou des goujons.

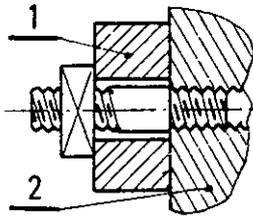
6/02 - FONCTION D'UN GOUJON

□ Établir entre (1) et (2)

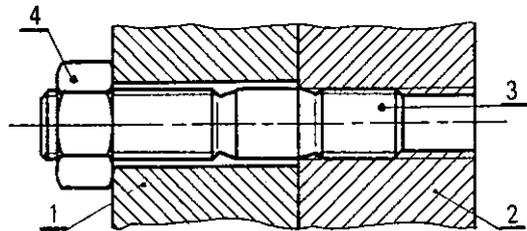
une liaison :



La liaison est considérée obtenue par adhérence indirecte.

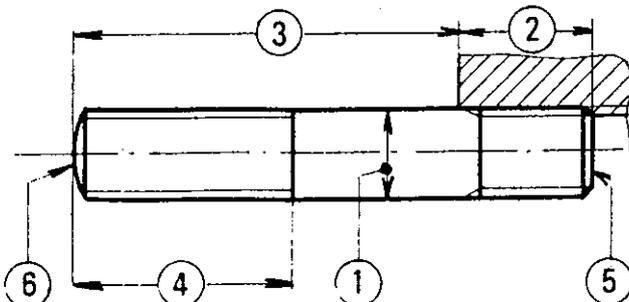


6/03 - ÉLÉMENTS CONSTRUCTIFS



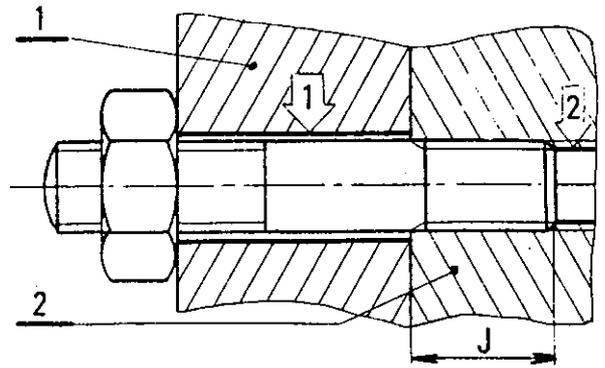
- 1-2 : pièces à assembler
- 3 : goujon
- 4 : écrou H

6/04 - CARACTÉRISTIQUES



- ① : Diamètre nominal : d
- ② : Implantation : J
- ③ : longueur libre : L
- ④ : longueur filetée : X
- ⑤ Extrémité implanté : *Chapein*
- ⑥ Extrémité libre : *Calotte sphérique*

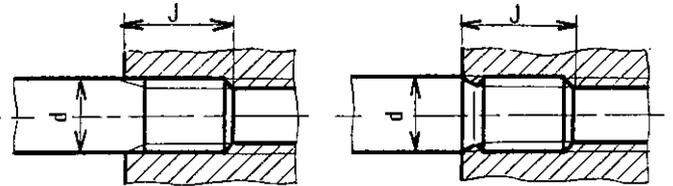
6/05 - PRÉPARATION DES PIÈCES A ASSEMBLER



Dans la pièce (1) : trou *Lisse*
 Dans la pièce (2) : trou *Taraudé*

6/06 - IMPLANTATION

L'implantation est comptée de l'extrémité du goujon à la surface de liaison.



- Goujon - filetage taillé
- Goujon - filetage roulé

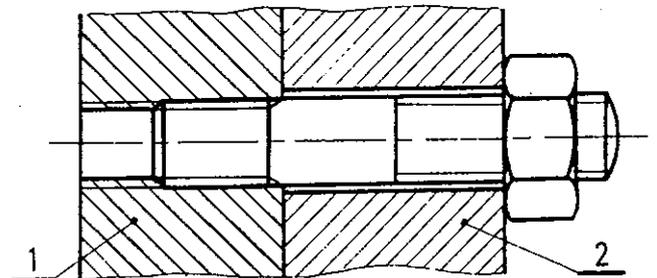
Dans métaux durs :
 aciers, certaines fontes
 $J \geq 1,5 d$

Dans métaux tendres :
 fontes, cuivre et ses alliages
 $J \geq 2 d$

Dans métaux très tendres :
 aluminium et ses alliages
 $J \geq 2,5 d$

6/07 - EXERCICE

• Le goujon ci-dessous est implanté dans une pièce en acier. Calculez l'implantation et terminez le dessin. Le trou taraudé est débouchant. (Goujon - filetage taillé.)



□ Désignation : *Goujon M12 - 42, J = 17*

6/08 - TABLEAU DES LONGUEURS NORMALES ET DES LONGUEURS FILETÉES

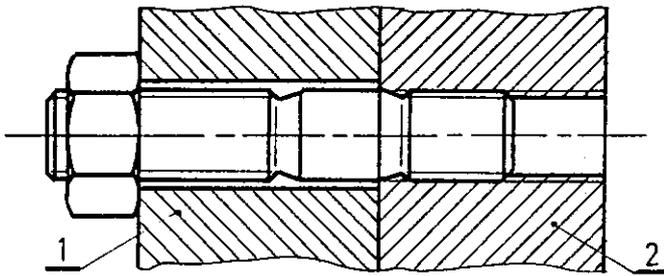
Voir Méthode Active - chapitre DT 5

6/09 - DESIGNATION

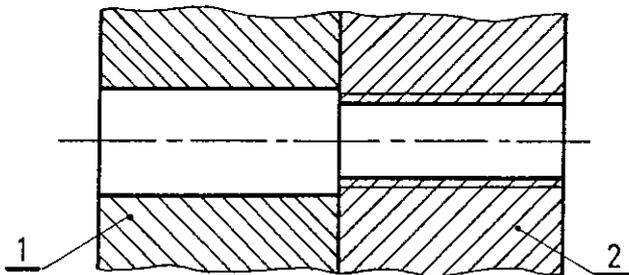
Voir Méthode Active - chapitre DT 14/3

6/10 - DESSINEZ LES USINAGES EFFECTUÉS SUR LES PIÈCES (1) ET (2) - HACHUREZ

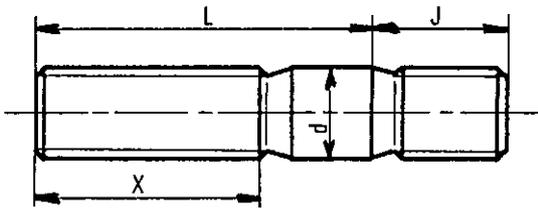
- Le goujon en place. (Goujon roulé.)



- Les pièces (1) et (2) seules.



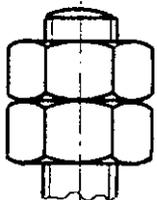
- Relevez sur le dessin ci-dessous, les cotes caractéristiques du goujon. Placez sur le dessin les lignes de cotes et les chiffres.



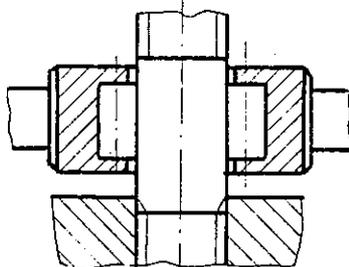
☐ Désignation : ...Goujon... M12...45... J...=18...RL

6/11 - MISE EN PLACE

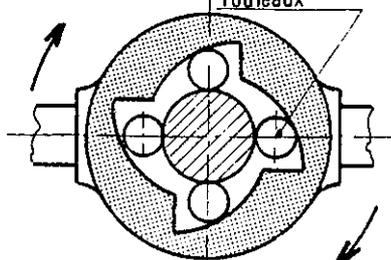
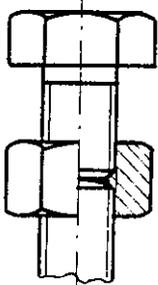
- Deux écrous



- Goujonneuse

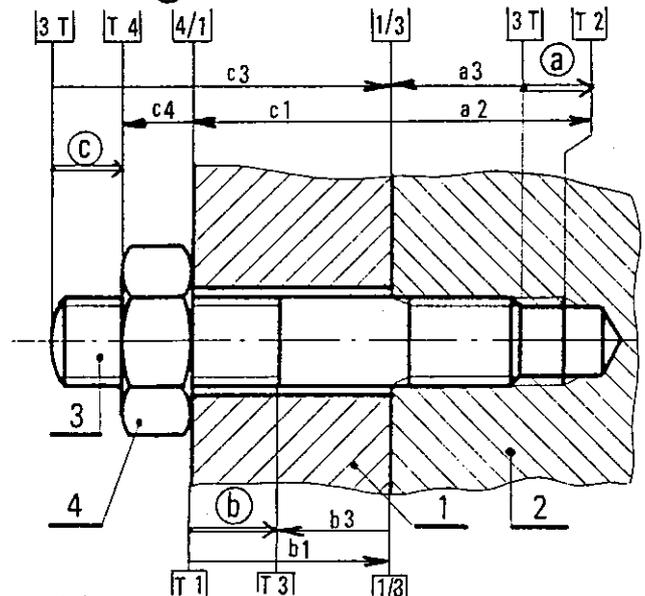


- Vis et écrou

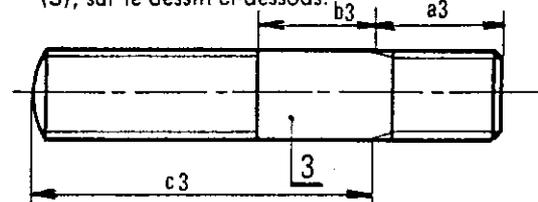


6/12 - LES CONDITIONS

- Conditions (a) : blocage du goujon (3) sur (2).
- Condition (b) : blocage de (1) sur (2).
- Condition (c) : dépassement du goujon.



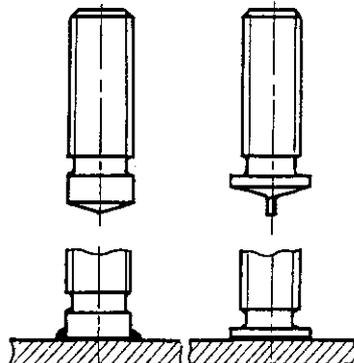
- Établir les chaînes de cotes qui installent les conditions (a), (b) et (c).
- Reportez les cotes fonctionnelles relatives au goujon (3), sur le dessin ci-dessous.



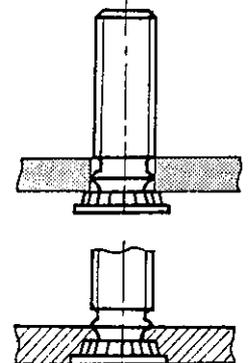
☐ Désignation : Goujon... M12...47... J...=17.....

6/13 - GOUJONS SOUDÉS - GOUJONS A SERTIR

- Goujons soudés avant soudage



- Goujons à sertir avant sertissage



- Le soudage permet la liaison des goujons sur des supports minces.
- La soudure est obtenue par résistance.

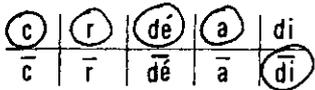
- Enfoncés à la presse dans supports minces.
- Existents en acier, laiton, cuivre, alliage d'al.

LAISONS DÉMONTABLES

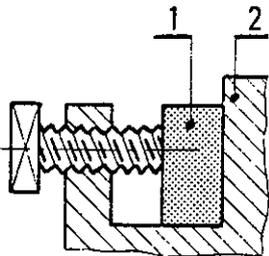
7. VIS DE PRESSION

7/01 - FONCTION

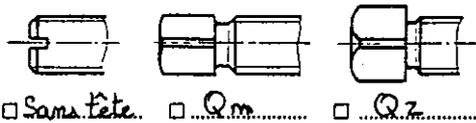
Établir entre (1) et (2) une liaison :



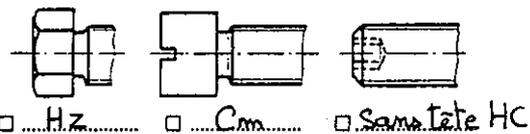
Une liaison effectuée avec une vis de pression est considérée obtenue par adhérence indirecte.



7/05 - TÊTES

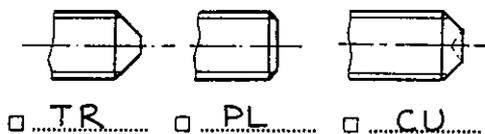


Sans tête Qm Qz

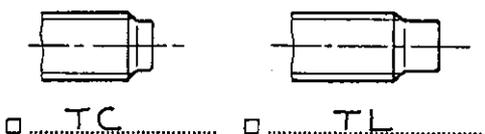


Hz Cm Sans tête HC

7/06 - EXTRÉMITÉS



TR PL CU



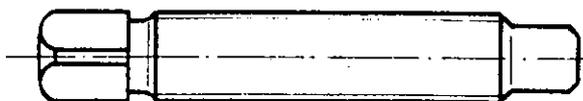
TC TL

7/07 - DÉSIGNATION

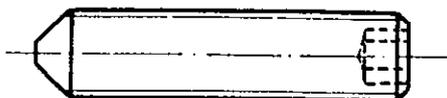
Voir Méthode Active - chapitre DT 17/04

● Désignez les vis dessinées.

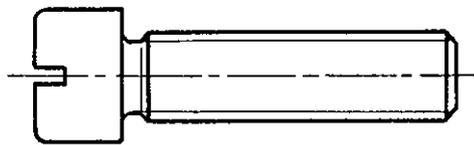
Relevez les cotes sur le dessin.



Désignation : Vis Qm TL M12x60



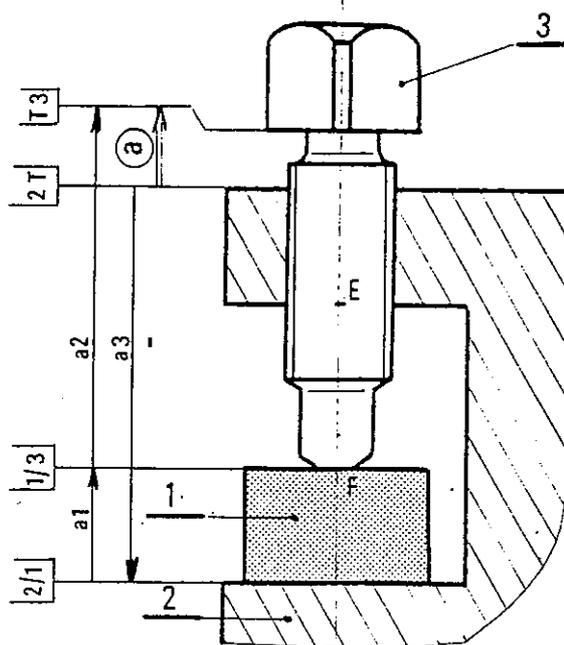
Désignation : Vis sans tête HC TR M12x50



Désignation : Vis Cm PL M12x45

7/08 - OUTIL DE TOUR

Le dessin ci-dessous représente une vis de pression (3) immobilisant un outil de tour (1) sur la tourelle (2) :



● La surface sous la tête de la vis a-t-elle un rôle à jouer ?

Non (oui ou non)

● Quelle contrainte supporte la partie de la vis comprise entre (E) et (F).

Compression

● L'outil (1) étant en acier de grande dureté, la vis risque-t-elle de se déformer ?

Oui (oui ou non)

● Quel traitement fait-on subir à l'extrémité de la vis pour éviter cet écrasement ?

Cémentation

● Y-a-t-il un inconvénient à ce que la distance (EF) soit grande : si oui Lequel ?

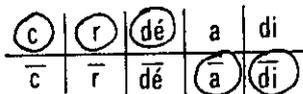
Flexion - Flambage

LIAISONS DÉMONTABLES

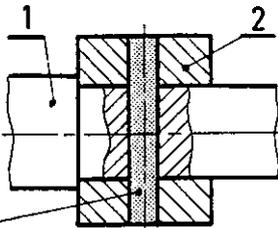
10. GOUPILLAGE

10/01 - GOUPILLE D'ARRÊT - FONCTION

Établir entre (1) et (2) une liaison :



Goupille d'arrêt

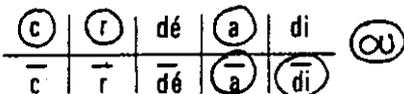


LIAISONS NON DÉMONTABLES

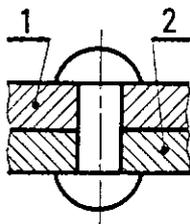
11. RIVETAGE

11/01 - FONCTION (rivetage à froid)

Établir entre (1) et (2) une liaison :

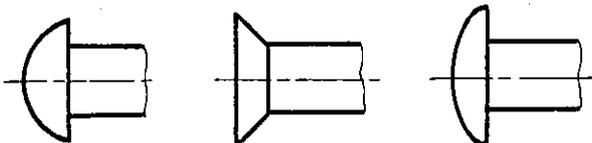


Avec un rivetage à froid, la liaison est considérée obtenue par obstacle indirect. Avec un rivetage à chaud, la liaison est considérée obtenue par adhérence indirecte.

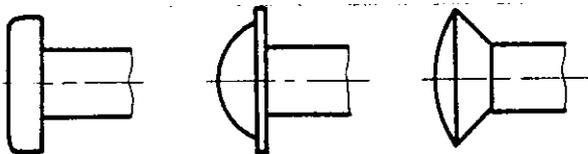


11/03 - TÊTES DES RIVETS

• Symboles des têtes ? :



□ R F/90 GF

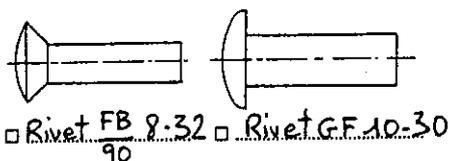


□ C Rb FB/90

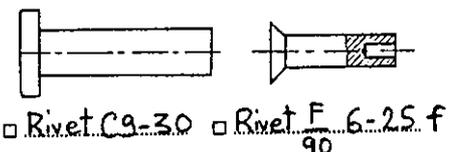
11/07 - DÉSIGNATION

• Désignez les rivets dessinés.

Relevez les cotes sur le dessin.



□ Rivet GF 10-30



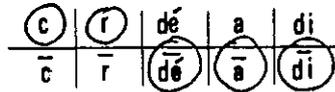
□ Rivet F 6-25 f/90

LIAISONS NON DÉMONTABLES

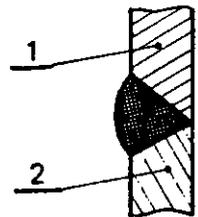
12. SOUDAGE

12/01 - FONCTION (soudage par fusion)

□ Établir entre (1) et (2) une liaison :



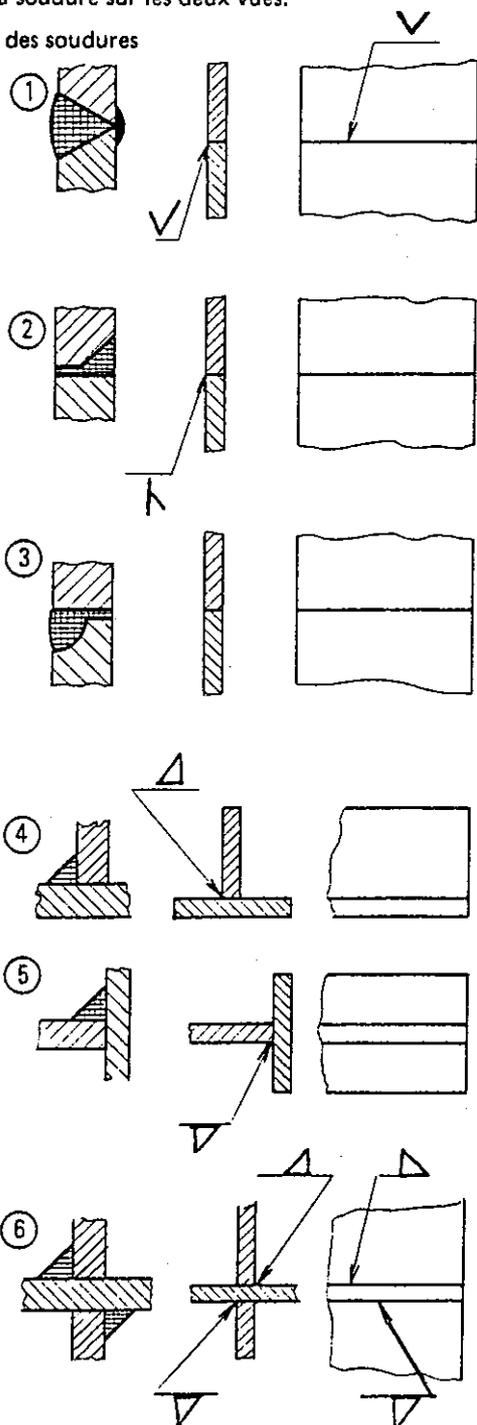
Une liaison par soudure est considérée obtenue par obstacle indirect.



12/08 - SYMBOLISATION

• Dans chaque exemple, lorsque cela est possible, symboliser la soudure sur les deux vues.

Détails des soudures

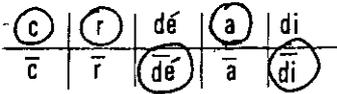


LIAISONS NON DÉMONTABLES

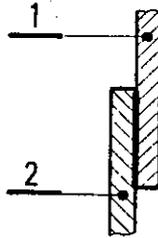
COLLAGE

12/09 - FONCTION

□ Établir entre (1) et (2) une liaison :



Une liaison par collage est considérée obtenue par adhérence indirecte.

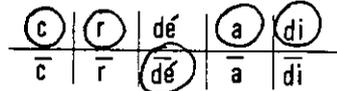


LIAISON ENCASTREMENT (non démontable)

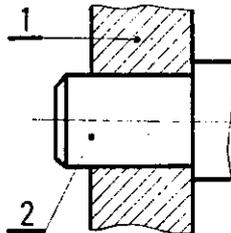
13. EMMANCHEMENT FORCÉ

13/01 - FONCTION

□ Établir entre (1) et (2) une liaison :

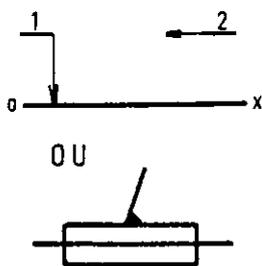


L'assemblage réalisé avec un ajustement avec serrage (voir chapitre 3/06) constitue une liaison obtenue par adhérence directe.

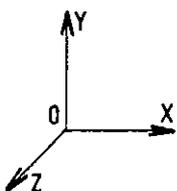
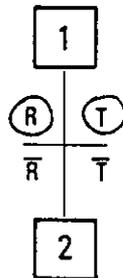


14. LIAISON PIVOT GLISSANT

14/01 - SCHÉMA CINÉMATIQUE



Suivant l'axe référentiel OX



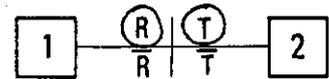
	R			T		
R_x	R_y	R_z	T_x	T_y	T_z	
1	○	○	1	○	○	

14/02 - CLAPET DE NON-RETOUR

Partie inférieure de (2)

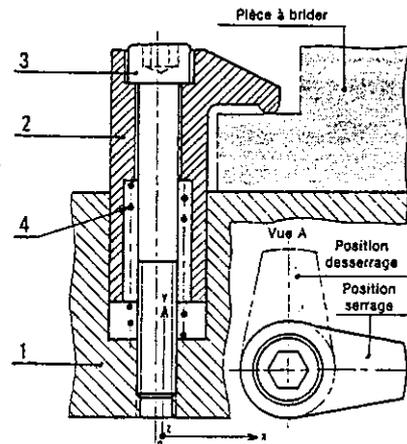


Terminez les éléments de circuit ci-dessous.



Autre exemple : Tiges et table de baby-foot

14/03 - CROCHET - BRIDE PIVOTANTE



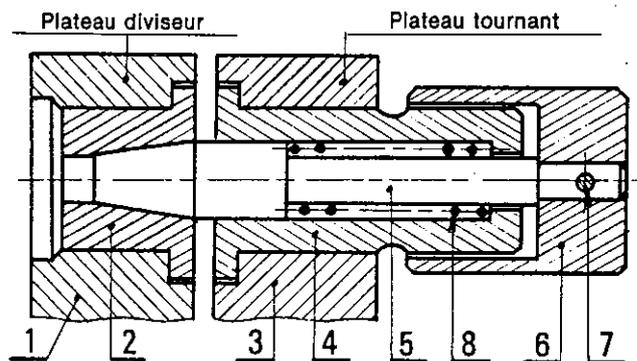
• Avant que la pièce à brider ne soit positionnée sur (1), définissez la liaison entre (1) et (2)

	R			T		
R_x	R_y	R_z	T_x	T_y	T_z	
○	○	1	○	○	○	

suivant l'axe o y



14/04 - INDEXAGE A BROCHE CONIQUE



Les liaisons (1-2) et (3-4) sont obtenues par serrage (emmanchement forcé).

Sous-ensemble	Repère	Sous-ensemble	Repère
3-4	3	5-6-7	5

- Coloriez différemment les sous-ensembles (3) et (5).
- Terminez l'élément de circuit et le tableau ci-dessous.



- Donnez les caractéristiques de la liaison (3-5)

□ La liaison (3-5) est :

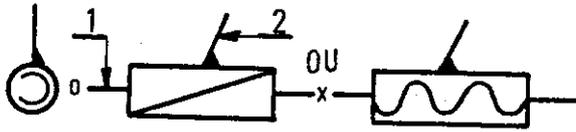
c	r
\bar{c}	\bar{r}

15. LIAISON GLISSIÈRE HÉLICOÏDALE

15/01 - SCHÉMA CINÉMATIQUE

Normalisé

(1) Vis - (2) Écrou



La liaison entre deux pièces filetées est appelée : « Liaison hélicoïdale ».

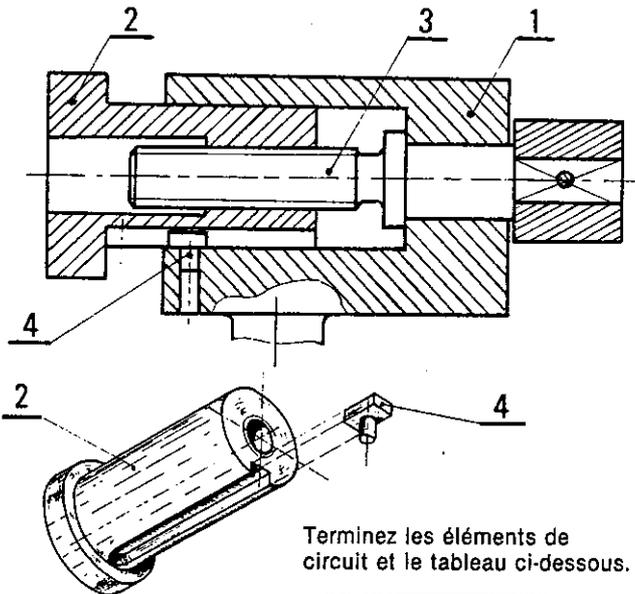
15/02 - ÉLÉMENT DE CIRCUIT

La rotation de l'une ou l'autre des pièces s'effectue simultanément à une translation.

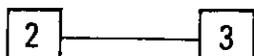


Deux degrés de liberté conjugués.

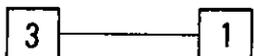
15/03 - GRIFFÉ DE TOUR



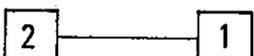
Terminez les éléments de circuit et le tableau ci-dessous.



L (2-3)	Liaison Glissière hélicoïdale
---------	-------------------------------------



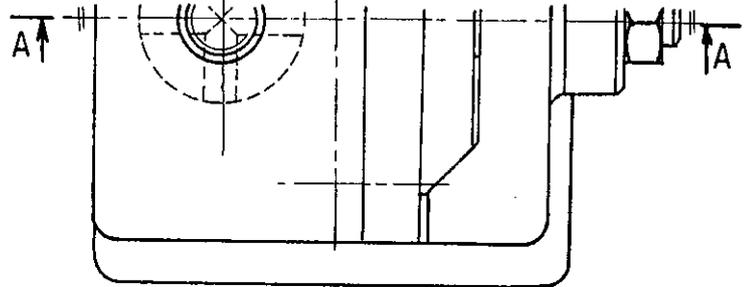
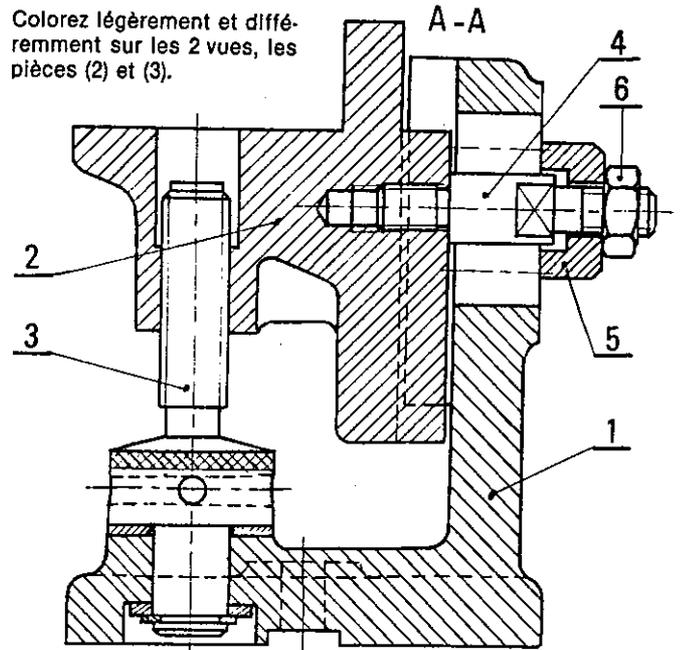
L (3-1)	Liaison Pivot
---------	------------------



L (2-1)	Liaison Glissière
---------	----------------------

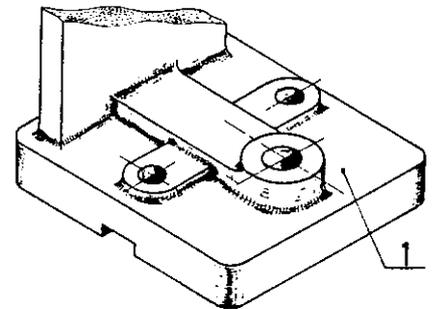
15/04 - SUPPORT RÉGLABLE EN HAUTEUR

Colorez légèrement et différemment sur les 2 vues, les pièces (2) et (3).



Vue de face et vue de dessus incomplètes

Sous-ensemble	Rep.
2-4-5-6	2

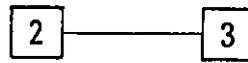
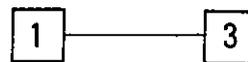


L'écrou (6) étant débloqué, entre les pièces (1), (3) et le sous-ensemble (2), des déplacements sont possibles.

Terminez les éléments de circuit et les tableaux ci-dessous.



L (1-2)	Liaison Glissière prismatique
L (1-3)	Liaison Pivot
L (2-3)	Liaison Hélicoïdale

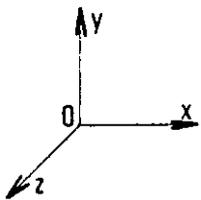
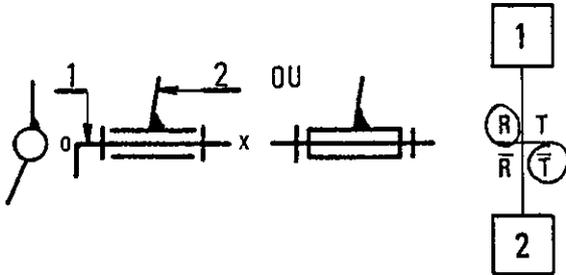


	1	2	3
1			
2			

16. LIAISON PIVOT

Signification : Entre les deux pièces existent :
 - suivant un axe : une liberté en rotation (R) et
 une liaison en translation (T).

16/01 - SCHÉMA CINÉMATIQUE



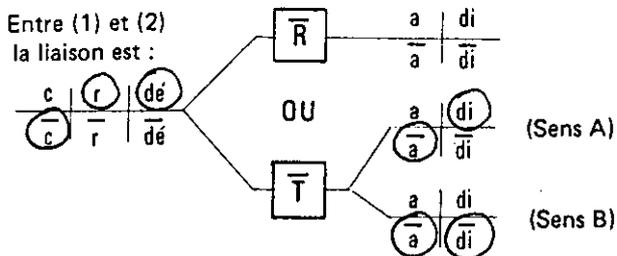
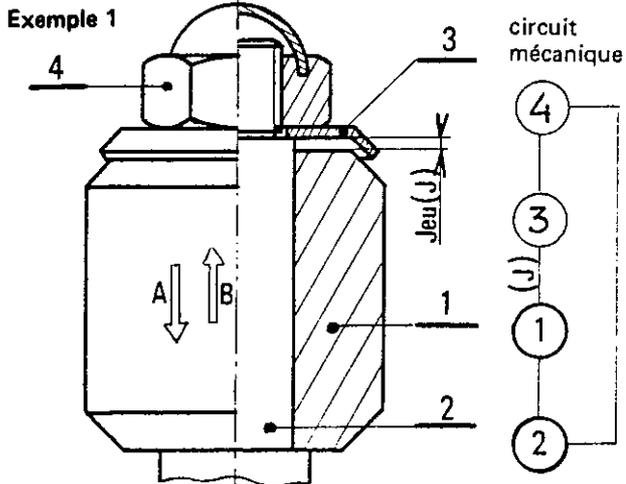
R			T		
R _x	R _y	R _z	T _x	T _y	T _z
1	0	0	0	0	0

ÉLÉMENTS PARTICIPANT A LA LIAISON EN TRANSLATION

16/02 - CONTACTS PLAN / PLAN

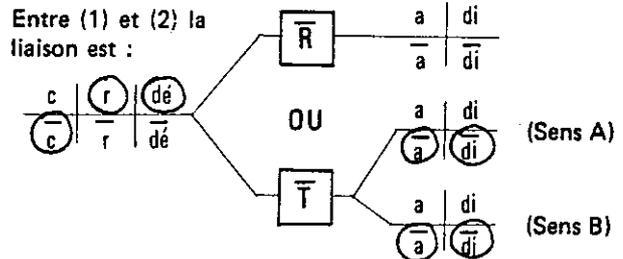
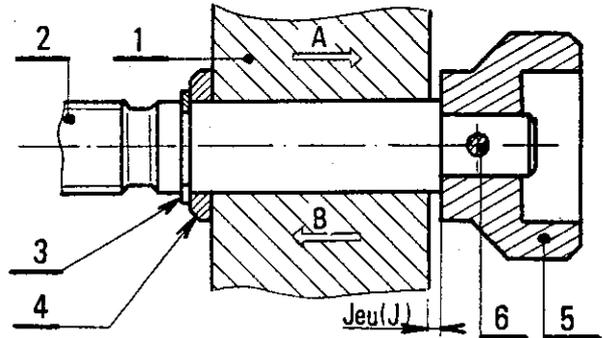
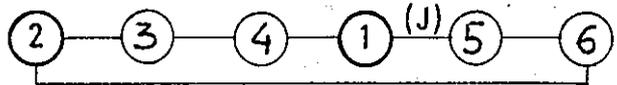
Liaison en translation \implies 2 obstacles

Le circuit mécanique fait apparaître les éléments qui participent à cette liaison en translation.

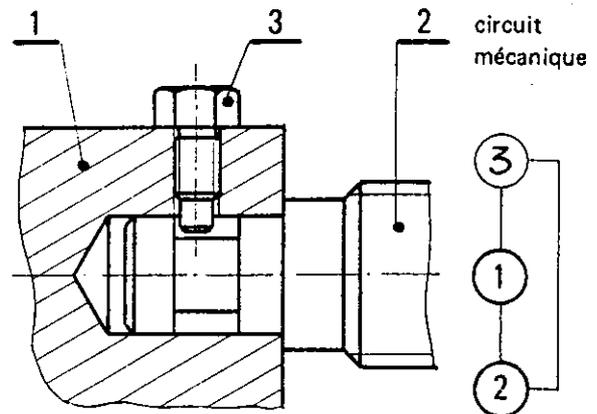


16/03 - CONTACTS PLAN / PLAN

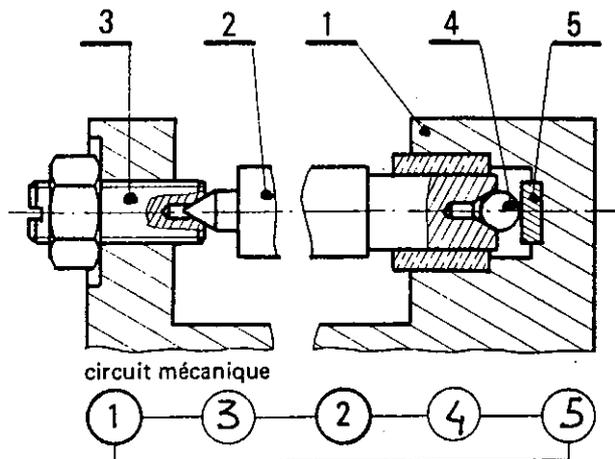
Exemple 2 circuit mécanique



16/04 - CONTACTS CYLINDRE/PLAN ET PLAN / PLAN



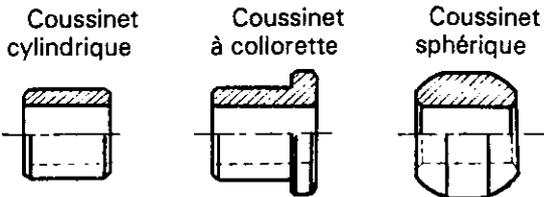
16/05 - CONTACTS CÔNE / CÔNE ET SPHÈRE / PLAN



LIAISON PIVOT

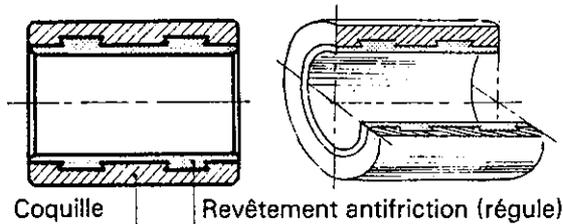
19. COUSSINETS

19/01 - TYPES DE COUSSINETS



- **Matériaux :**
Fonte - Bronze phosphoreux - Bronze fritté.
Matières plastiques (nylon).
- **Remarques :**
Les coussinets en matière plastique ont un très faible coefficient de frottement avec l'acier, même sans lubrification. Ils résistent à la corrosion.

19/02 - COUSSINETS - COQUILLES

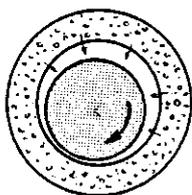


Coquille en acier ou en bronze dans laquelle on a coulé un revêtement antifriction appelé aussi « régule ».

19/03 - COUSSINETS AUTOLUBRIFIANTS

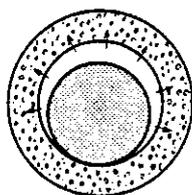
- Ces coussinets en bronze fritté - voir chapitre 62 - absorbent jusqu'à 30 % de leur volume en huile.
- Ils sont imprégnés d'huile à haut pouvoir lubrifiant avant montage (Ils sont graissés à vie).
- **Fonctionnement :**

EN ROTATION



L'effet d'aspiration de l'arbre en rotation fait sortir l'huile du corps du coussinet. Un coin d'huile se forme, le graissage obtenu est alors hydrodynamique. Voir chapitre 31/03.

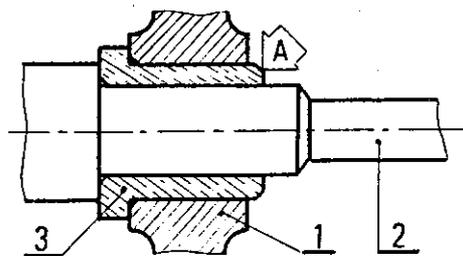
A L'ARRÊT



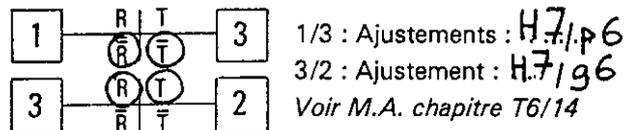
Dès l'arrêt de l'arbre, grâce aux capillarités des pores du bronze fritté, l'huile est résorbée dans le corps du coussinet.

- **Avantages des coussinets autolubrifiants :**
 - suppression des graisseurs et frais d'entretien ;
 - graissage hydrodynamique en permanence pendant la rotation ;
 - fonctionnement silencieux ;
 - possibilité de choisir les coussinets en fonction de : la charge, la vitesse, la température et le milieu ambiant ;
 - le frittage permet de réaliser des coussinets avec des tolérances serrées à des prix inférieurs à ceux obtenus en métal coulé et décollé.

19/04 - MONTAGE D'UN COUSSINET

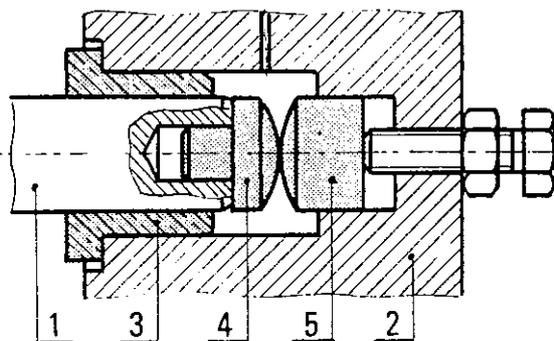


- Type de palier (1) *Palier butée*
- Type de coussinet (3) *Coussinet à collerette*



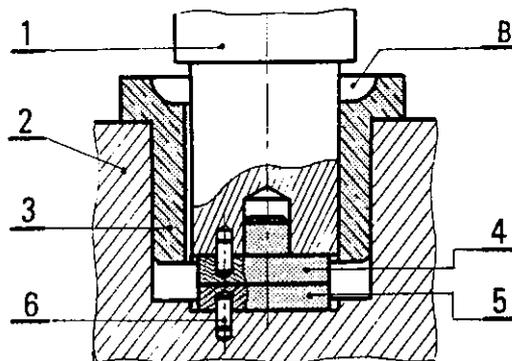
- Fonction du chanfrein (A) ?
- *Faciliter le montage de (3)*

19/05 - BUTÉE D'EXTRÉMITÉ



- PIVOT (4) : pièce en liaison avec l'arbre ;
- GRAIN (5) : pièce en liaison avec le palier.
- Ces pièces sont en acier trempé.

19/06 - COUSSINET ET BUTÉE POUR CRAPAUDINE



- Fonction de l'ergot (6) ?
- *Liaison en rotation de (5) par rapport à (2)*
- Quel est l'état de surface des surfaces de frottement des pièces (4) et (5) ?
- *Polies... Ra: 0,4 à 0,8*
- Fonction de la gorge circulaire (B) ?
- *Alimentation de la lubrification*

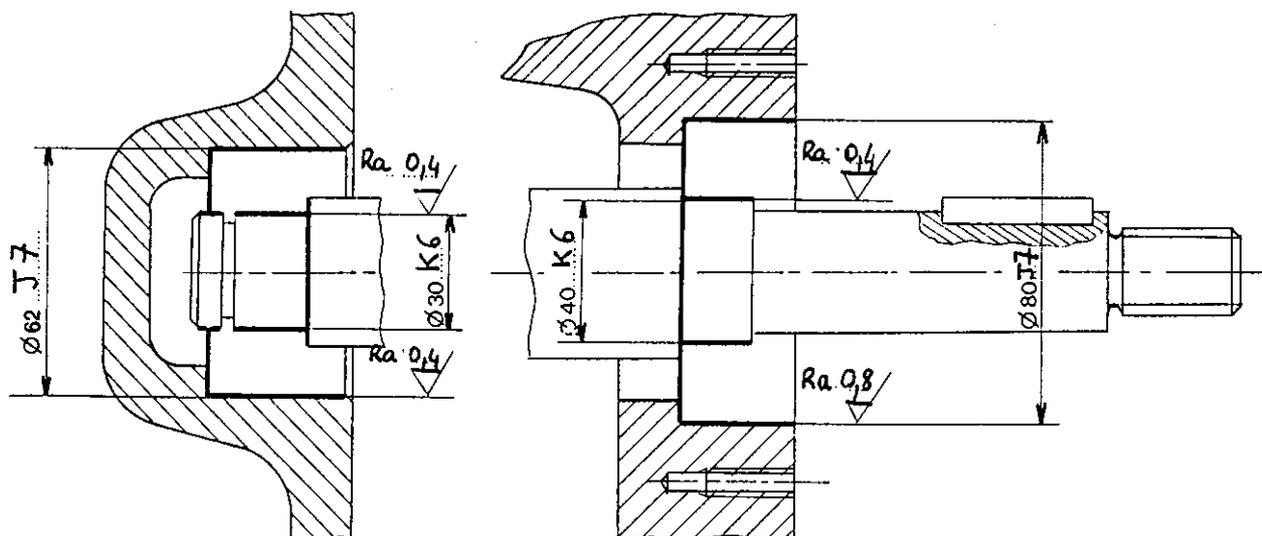
LIAISON PIVOT

20. ROUEMENTS

20/19 - MONTAGE ARBRE TOURNANT : APPAREIL A FRAISER LES RAINURES

LIAISON EN TRANSLATION :
BAGUES INTERIEURES AVEC ARBRE TOURNANT

Chaque bague est liée en translation — directement (di) ou indirectement (dī) — avec l'arbre tournant, *dans les deux sens (4 obstacles).*



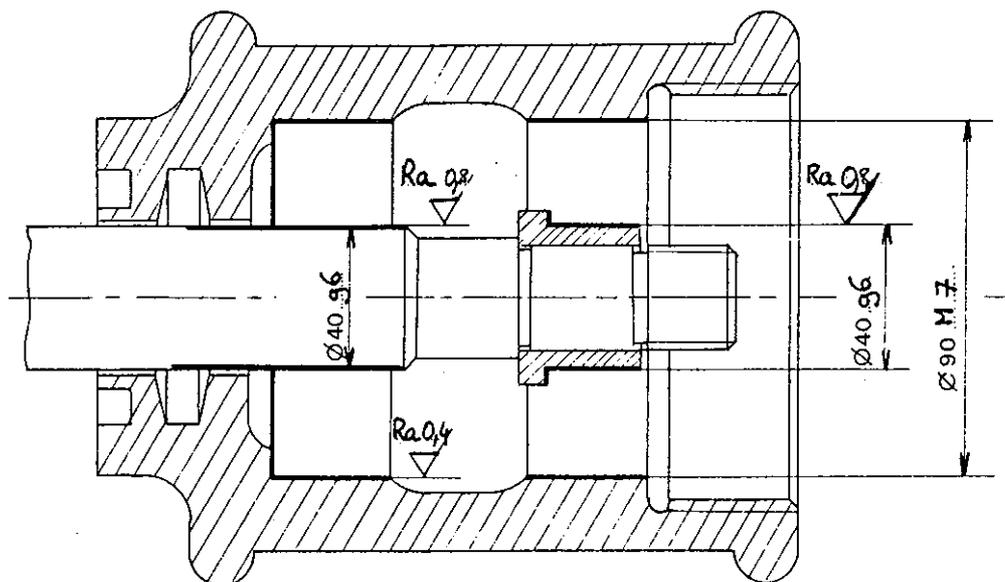
Exercice : Inscrivez sur le dessin ci-dessus les rugosités de surface et les tolérances des portées de roulements.
 (Charge forte).

Consultez : *Méthode active, chapitres S6 et R 14/02*

20/20 - MONTAGE MOYEU TOURNANT : GALET TENDEUR

LIAISON EN TRANSLATION :
BAGUES INTERIEURES AVEC ARBRE FIXE.

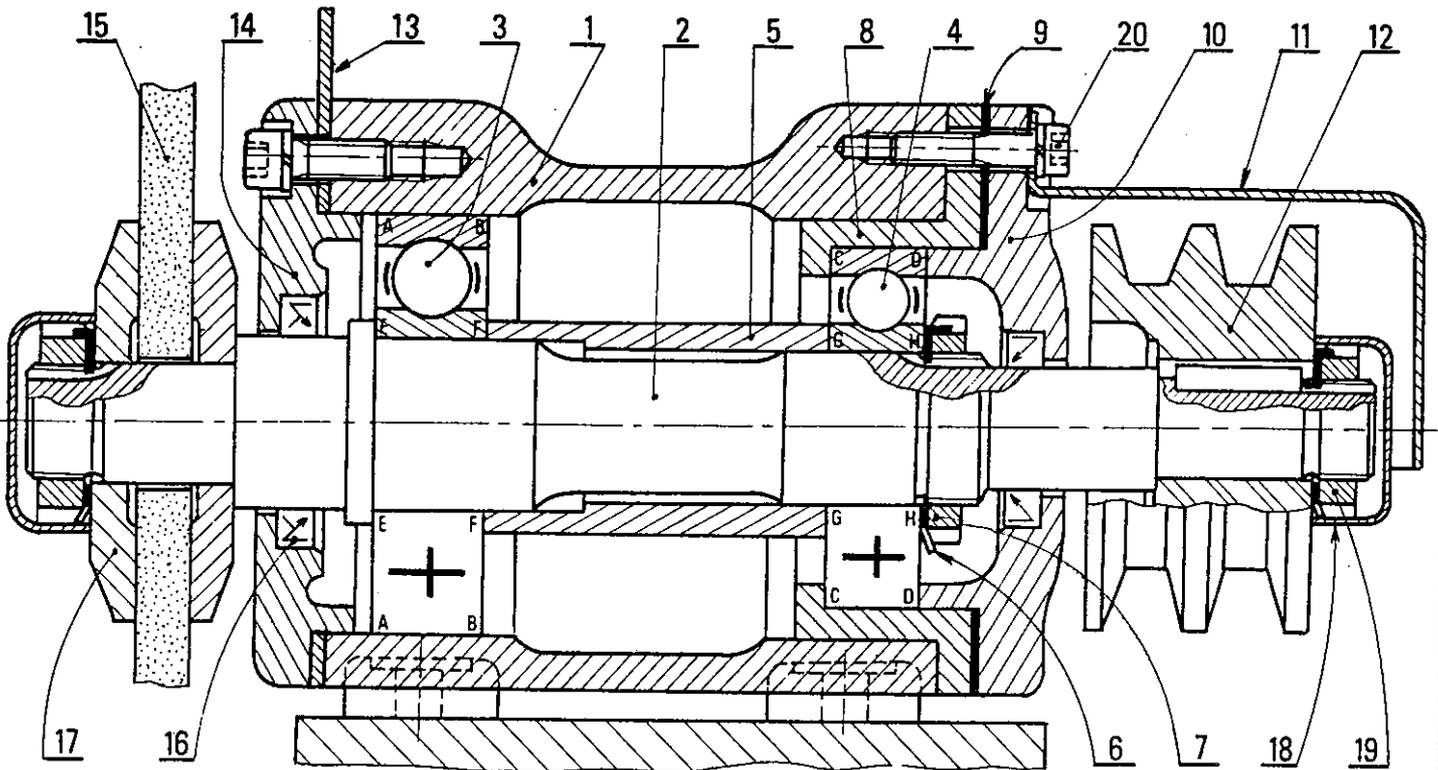
L'ensemble des deux bagues est lié en translation — directement (di) ou indirectement (dī) — avec l'arbre fixe *une seule fois dans chaque sens (2 obstacles).*



Exercice : Inscrivez sur le dessin ci-dessus les rugosités de surface et les tolérances des portées de roulements.
 (Charge modérée).

Consultez : *Méthode Active, chapitres S 6 et R 14/2.*

20/21 - TOURET A MEULER



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

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

BC.....

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

Arbre tournant.....

③ En tenant compte de la règle énoncée au chapitre 20/17, quelles sont les bagues montées avec serrage ?

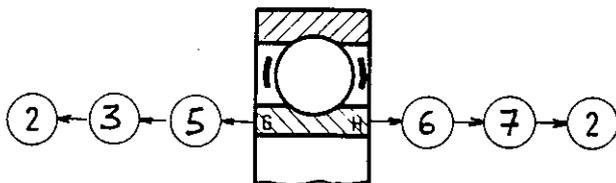
Intérieures..... (intérieures ou extérieures).

④ Chacune de ces bagues doit être liée en translation avec l'arbre tournant, dans les deux sens (4 obstacles). Ces obstacles sont repérés par quelles lettres ?

A - B - C - D - E - F - G - H

(Entourez les lettres qui correspondent à la réponse).

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



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

Jeu.....

⑦ Combien d'obstacles sont nécessaires pour assurer la liaison en translation de l'ensemble des deux bagues extérieures non tournantes avec le bâti (1). Par quelles lettres sont repérés ces obstacles en translation ?

A - B - C - D - E - F - G - H
(Entourez les lettres qui correspondent à la réponse).

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

Non..... (OUI ou NON)

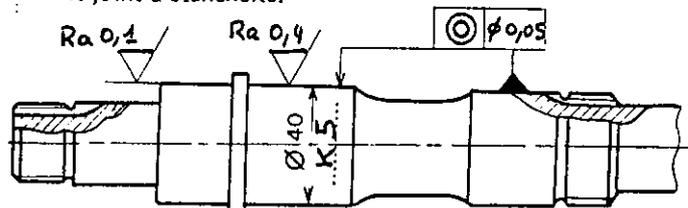
⑨ Quel élément est repéré (16) et quelle est sa fonction ?

Joint à lèvres.....
..Étanchéité..dynamique..(E.D.).....

⑩ Quelle est la rugosité de la surface de l'arbre (2) en contact avec les lèvres du joint d'étanchéité ?

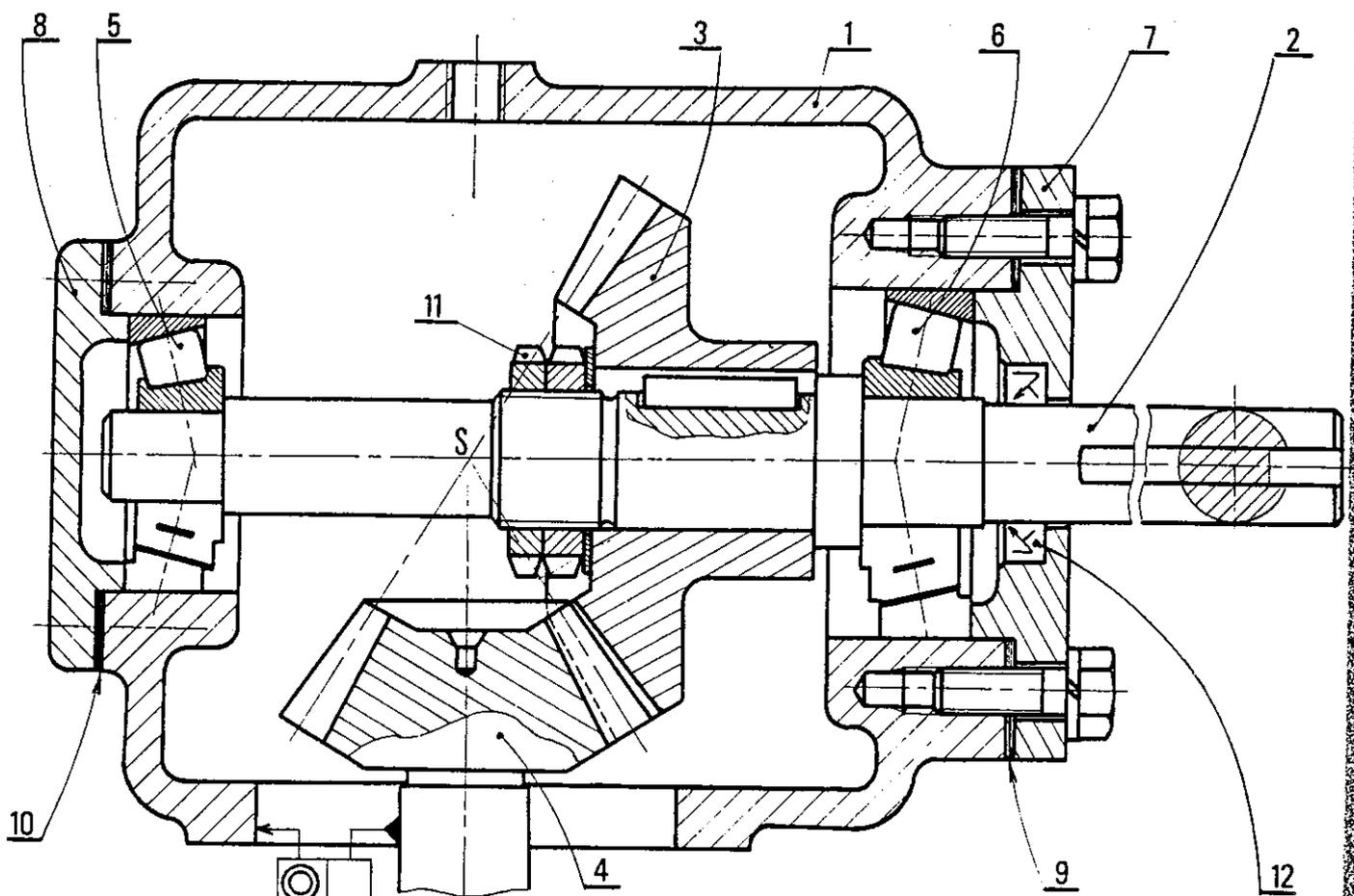
0,1 à 0,3.....(Voir Méthode Active - chapitre DT 37/4)

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



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

20/30 - MONTAGE D'UN ARBRE DE RÉDUCTEUR DE VITESSE



La roue (3) d'un réducteur est clavetée sur l'arbre (2) guidé en rotation par deux roulements (5) et (6).

- ① De quel type de roulement s'agit-il ?
 KA.....
- ② Le montage de ces roulements est-il à :
 «arbre tournant» ou «moyeu tournant» ?
 Arbre tournant.....
- ③ Ce montage est-il un montage direct (en «X») ou un montage indirect (en «O») ?
 en X.....

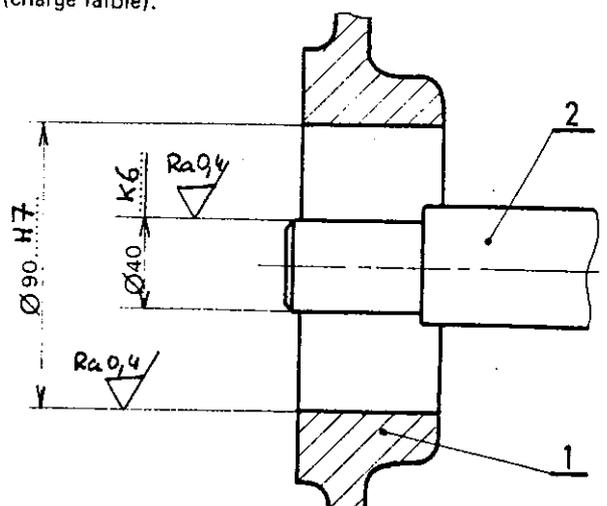
Comparez le dessin du montage ci-dessus au schéma du chapitre 20/22.

- ④ Quelle pièce assure l'obstacle en (C) ? 8.....
- ⑤ Comment est effectué le réglage en (D) ?
 Couvercle 7 + cales 9.....

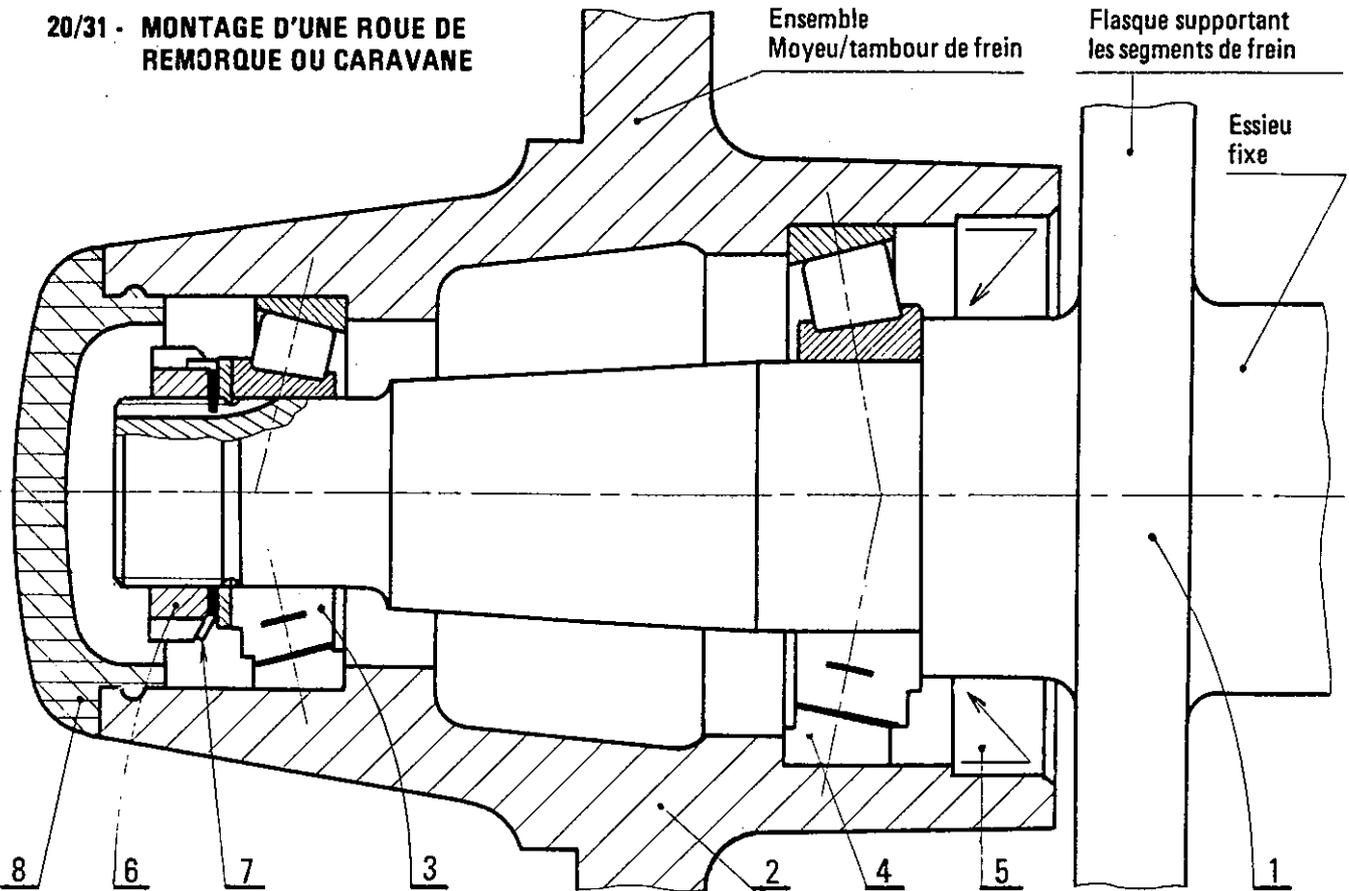
- ⑥ Pourquoi retrouve-t-on un réglage également en (C) ?
 Pensez au bon fonctionnement du couple des pignons coniques.
 Réglage des cônes primitifs des pignons coniques.....

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

- ⑧ Sachant qu'il s'agit d'un montage «arbre tournant», quelles sont les bagues montées avec serrage ? (intérieures ou extérieures) Intérieures.....
- ⑨ Quelle tolérance allez-vous donner aux portées qui vont recevoir ces bagues ?
 K6 ou m6.....
- ⑩ Quelle tolérance allez-vous donner aux portées qui recevront les autres bagues ?
 H7.....
- ⑪ Inscrivez sur le dessin ci-dessous les rugosités de surface et les tolérances des portées du roulement gauche. (charge faible).



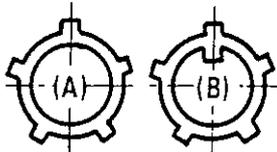
20/31 - MONTAGE D'UNE ROUE DE REMORQUE OU CARAVANE



La jante d'une roue est fixée sur un ensemble moyeu/tambour de frein (2). Cet ensemble est guidé en rotation autour de la fusée de l'essieu (1) avec deux roulements (3) et (4).

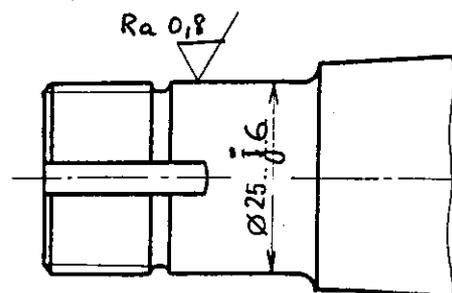
- ① De quel type de roulement s'agit-il ?
 K.A.
- ② Le montage de ces roulements est-il à :
 « arbre tournant » ou à « moyeu tournant » ?
 Moyeu tournant
- ③ Le montage est-il un montage direct (en « X ») ou un montage indirect (en « O ») ?
 en O
- ④ Comment appelle-t-on l'écrou repéré (6) ?
 Écrou à encoches
- ⑤ Cet écrou a-t-il besoin d'être serré énergiquement au montage ?
 (oui ou non) *Non*
- ⑥ Pourquoi ? *Éviter le blocage des roulements*
- ⑦ Quelle est la fonction de la rondelle (7) ?
 Frein d'écrou

⑧ Si vous aviez à choisir une rondelle-frein, entre les deux rondelles ci-contre, laquelle choisiriez-vous et pourquoi ?



(A) ou (B) : *Modèle B... Elle comporte une languette intérieure pour une liaison en rotation par rapport à l'arbre.*

- ⑨ Sachant qu'il s'agit d'un montage « moyeu tournant », quelles sont les bagues montées avec serrage ? (intérieures ou extérieures) *Extérieures*
- ⑩ Quelle tolérance allez-vous donner aux portées qui recevront ces bagues ?
 P7
- ⑪ Les autres bagues sont-elles montées avec jeu ou avec serrage ?
 Jeu
- ⑫ Quelle tolérance allez-vous donner aux portées qui recevront ces bagues montées avec du jeu ?
 j6 ou h6
- ⑬ Inscrivez sur le dessin ci-dessous les rugosités de surface et la tolérance que vous attribueriez à la portée de roulement située à l'extrémité gauche de la fusée d'essieu. (charge forte).

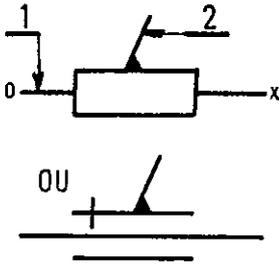


Remarque : Pour effectuer le graissage correct des deux roulements, notamment du roulement (4), il est nécessaire de démonter entièrement le moyeu.

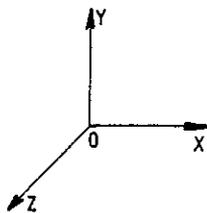
22. LIAISON GLISSIÈRE

22/01 - SCHÉMA CINÉMATIQUE

Normalisé



suivant l'axe référentiel OX



R			T		
R _x	R _y	R _z	T _x	T _y	T _z
○	○	○	1	○	○

GUIDAGE - SECTION CYLINDRIQUE

22/04 - ERGOT ET RAINURE

- Section du guidage en translation ?

Cylindrique

- Éléments de la liaison en rotation:

dans l'arbre : Ergot cylindrique

dans l'alésage : Rainure longitudinale

- Sur la vue gauche, repassez en couleur :

- les surfaces fonctionnelles du guidage en translation;
- les surfaces ou lignes qui participent à la liaison en rotation.

22/05 - VIS DE GUIDAGE ET RAINURE

- Section du guidage en translation ?

Cylindrique

- Éléments de la liaison en rotation :

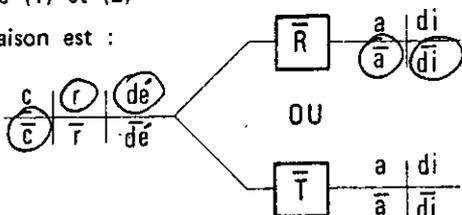
dans l'arbre : Rainure longitudinale

dans l'alésage : Vis à têtes long

- Terminez le graphe du caractère de la liaison.

Entre (1) et (2)

la liaison est :

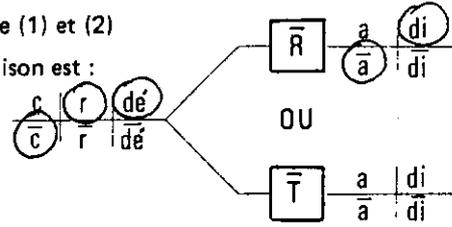


22/07 - ARBRE CANNELÉ

- Terminer le graphe du caractère de la liaison.

Entre (1) et (2)

la liaison est :



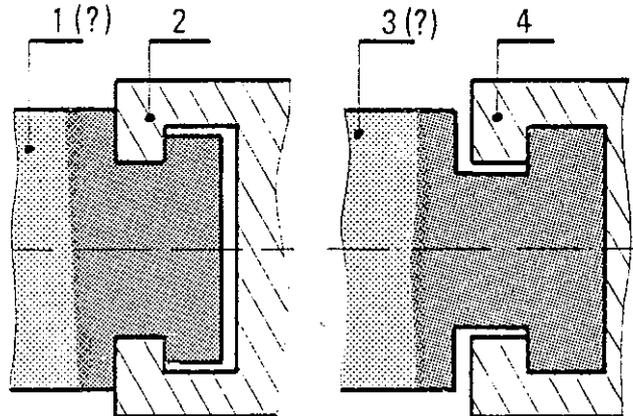
GUIDAGE - SECTION PRISMATIQUE

22/09 - EXERCICE - SECTION EN TÉ

Deux exemples parmi l'ensemble des solutions :

Dans chaque exemple, définissez la section de l'élément repéré (?); c'est à dire :

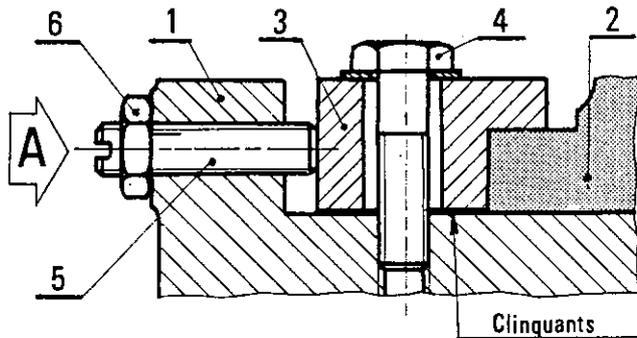
- Repassez en couleur, les surfaces de contact;
- définissez, au crayon à papier, les espacements nécessaires afin d'éviter les contacts surabondants.



22/10 - RATTRAPAGE DU JEU

Sur chaque exemple :

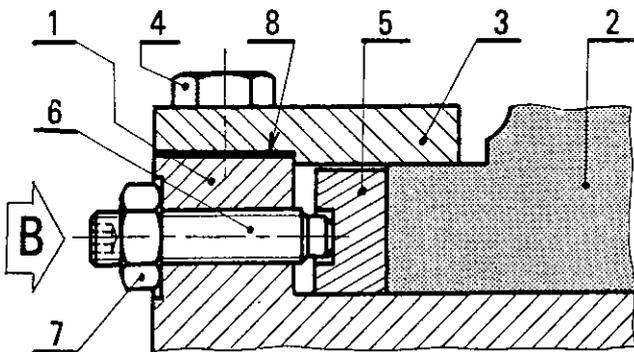
- Repassez en couleur les surfaces fonctionnelles qui participent au guidage en translation de (2) sur (1).
- Dans quel ordre faut-il manœuvrer les éléments pour effectuer le réglage du jeu ?



Manœuvrer dans l'ordre : (4) → (6) → (5) → (6) → (4)

- Quelle est la fonction de l'écrou (6) ?

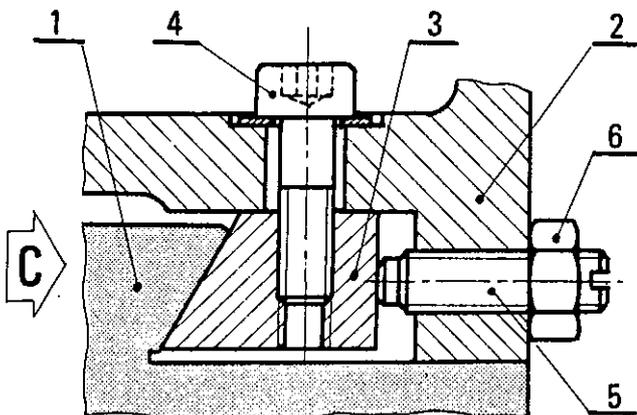
Eviter le démenage de la vis (5).....



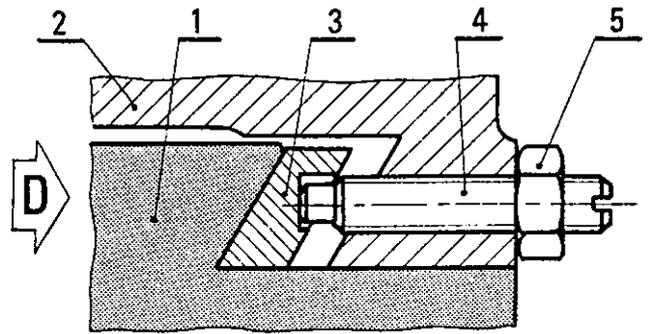
Manœuvrer dans l'ordre : (7) → (6) → (7)

- Peut-on régler le jeu supérieur autrement qu'en utilisant les clinquants (8) ?

Non.....



● Manœuvrer dans l'ordre : (4) → (6) → (5) → (4) → (6)

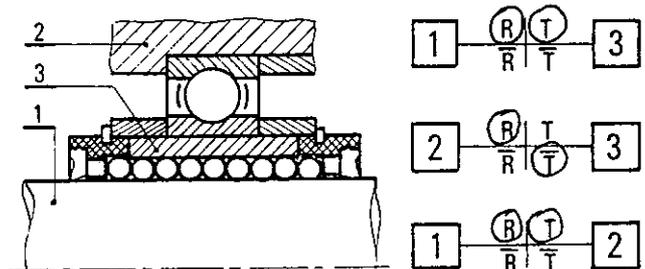


Manœuvrer dans l'ordre : (5) → (4) → (5)

22/11 - GUIDAGE EN TRANSLATION PAR ROULEMENT

3 - DISPOSITIFS COMBINÉS : exemple DOUILLE A BILLES / ROULEMENT A BILLES

Ils peuvent assurer des mouvements de translation associés à des mouvements de rotation.



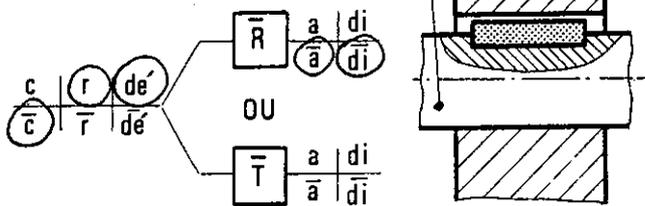
Entourer les conditions assurées (liberté - liaison) entre l'arbre (1), la douille à billes (3) et le noyau (2).

LIAISON GLISSIÈRE

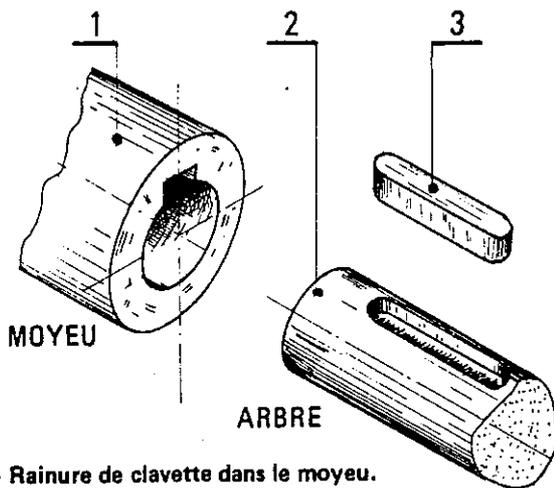
23. CLAVETAGE LIBRE

23/01 - FONCTION

Établir entre (1) et (2)
une liaison :

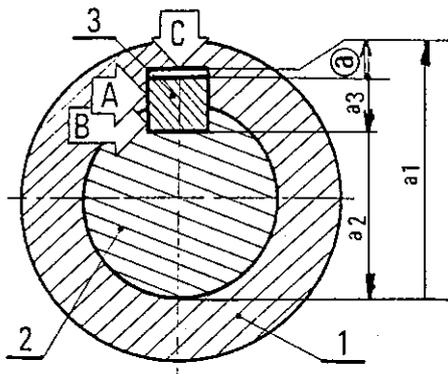


23/02 - ÉLÉMENTS CONSTRUCTIFS



- 1 - Rainure de clavette dans le moyeu.
- 2 - Rainure de clavette dans l'arbre.
- 3 - Clavette.

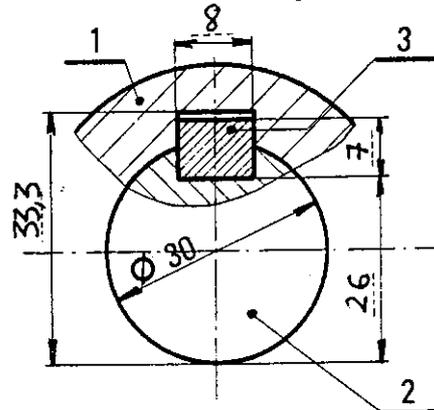
23/03 - SECTION CARACTÉRISTIQUE D'UN CLAVETAGE LIBRE



- A - Clavette ajustée dans le moyeu.
 - B - Clavette ajustée dans l'arbre.
 - C - Jeu (condition a) entre la face supérieure de la clavette et le fond de la rainure du moyeu.
- Voir ajustements dans Méth. Act. chapitre DT 32/2*

23/04 - DIMENSIONS DE LA SECTION

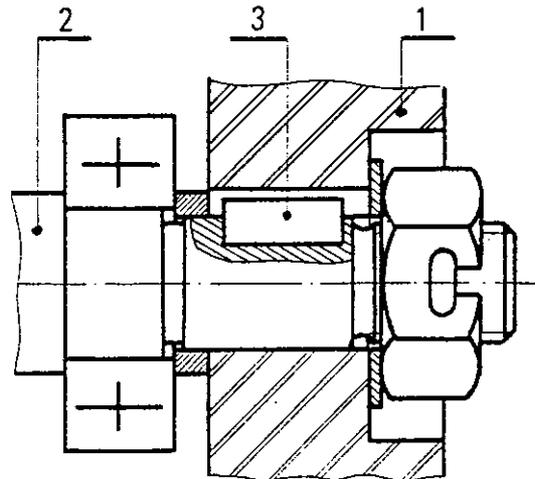
- 1 - Sur le dessin ci-dessous, relevez le diamètre de l'arbre.
- 2 - Recherchez sur la Méthode Active - chapitre DT 32 les cotes nécessaires au montage de la clavette parallèle (3).
- 3 - Reportez ces dimensions sur les lignes de cote ci-dessous.



Remarque : une liaison complète (encastrement) peut être obtenue avec une liaison glissière dont on supprime la liberté en translation. Voir exemples ci-dessous et 23/10.

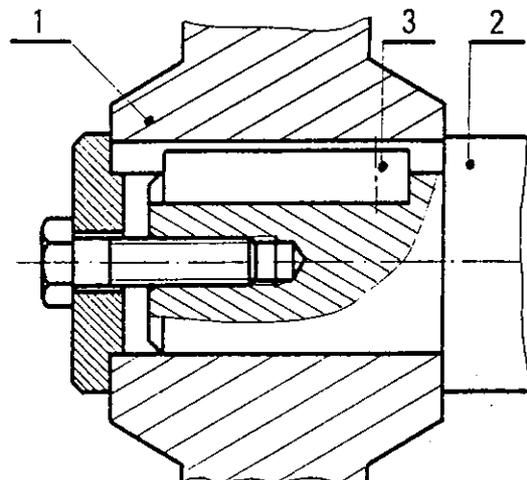
23/05 - Terminez les vues d'ensemble ci-dessous. (rainures - hachures).

Exercice 1



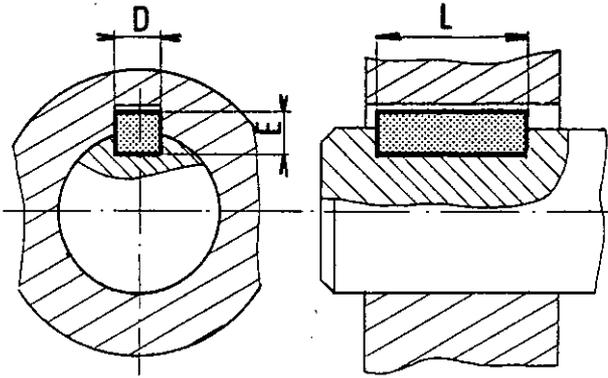
Désignation : Clavette parallèle A6x6x16

Exercice 2



Désignation : Clavette parallèle C8x7x33

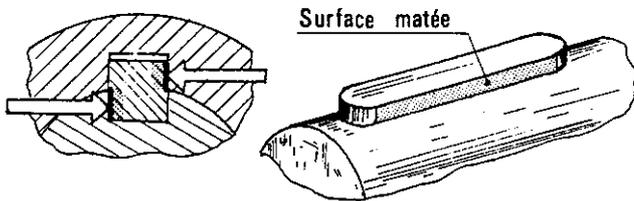
23/06 - SOLLICITATION



- La clavette doit résister à une sollicitation.
Laquelle ? (*extension ou compression ou cisaillement ou torsion ou flexion*).
 - Cisaillement*
 - Quelle est la section de la clavette qui résiste à la sollicitation ?
 - (D x E) ou (E x L) ou **(D x L)**
- entourez la bonne réponse.

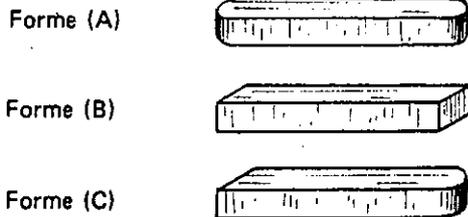
Remarque :

Les surfaces latérales de la clavette sont *matées* lorsque le couple transmis subit des variations brusques.



23/07 - CLAVETTES PARALLÈLES - CARACTÉRISTIQUES

- 1 - Face supérieure et face inférieure parallèles.
- 2 - Formes (A), (B) ou (C) suivant les extrémités.



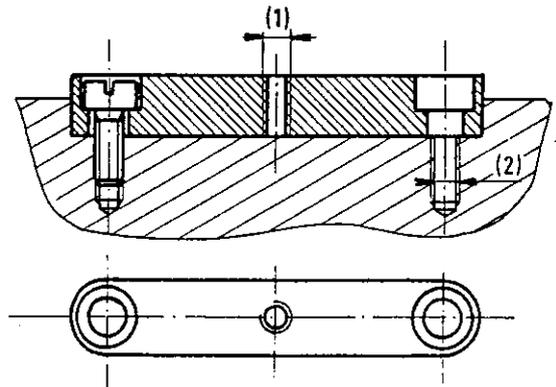
La forme est choisie en fonction de la rainure pratiquée dans l'arbre.

Voir Méthode Active - Chapitre DT 32/13.

23/08 - DÉSIGNATION

Voir Méthode Active - Chapitre DT 32/03.

23/09 - CLAVETTES PARALLÈLES FIXÉS PAR VIS

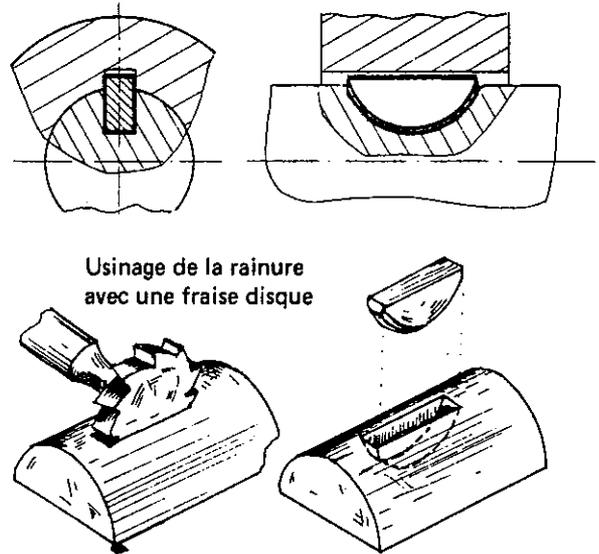


Elles sont utilisées lorsque le moyeu est coulissant.

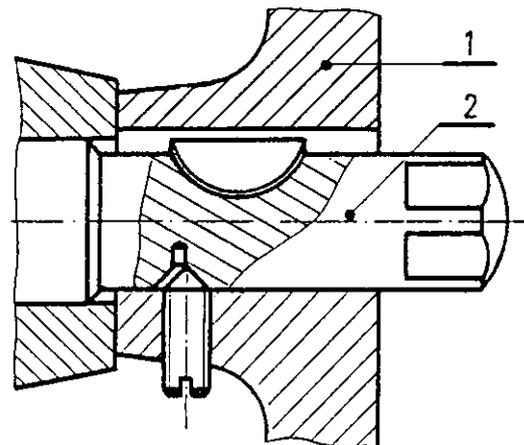
- Quelle est la fonction du trou taraudé central ?
- Extraction de la clavette*
- Pourquoi les diamètres nominaux (1) et (2) sont-ils égaux ?
- Utilisation d'une des deux vis de fixation*

23/10 - CLAVETTES DISQUES

Voir ajustements dans Méthode Active chapitre DT 32/10



Terminez le dessin d'ensemble ci-dessous.

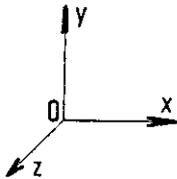
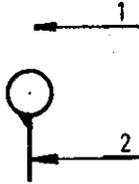


25. LIAISON ROTULE

Trois degrés de liberté en rotation.

25/01 - SCHÉMA CINÉMATIQUE

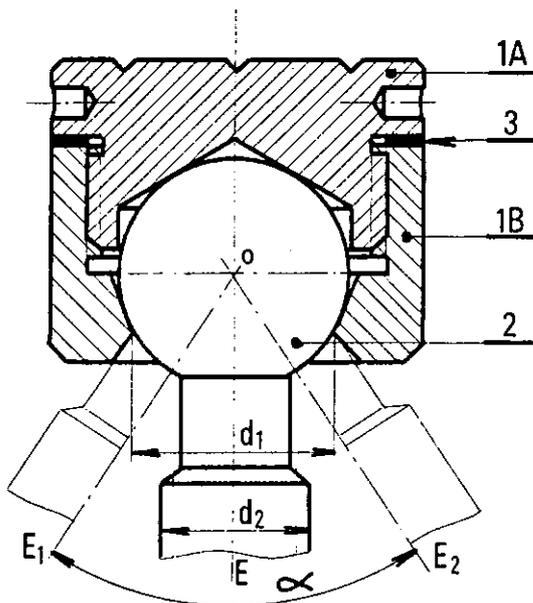
Normalisé



R			T		
R_x	R_y	R_z	T_x	T_y	T_z
1	1	1	0	0	0

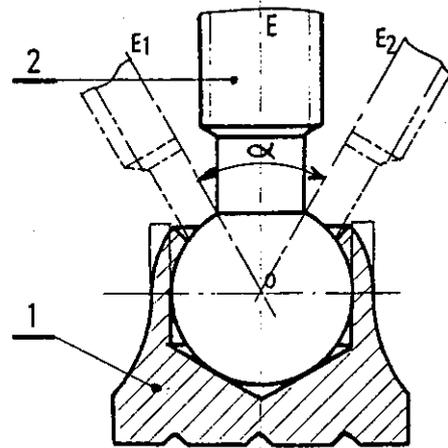
25/02 - TÊTE DE VÉRIN

Exemple étudié :



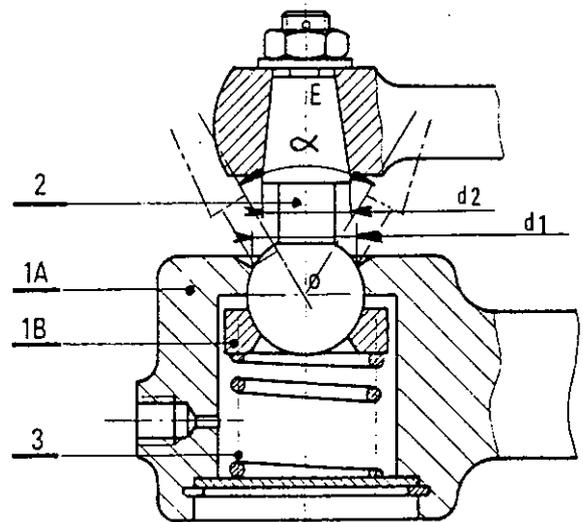
- Surfaces fonctionnelles du guidage en rotation ?
- Sphère/cônes
- Le montage n'est possible que si :
 - $d1 > d2$
- Les positions extrêmes de l'axe (OE) sont :
 - OE1 et OE2
- L'amplitude de l'oscillation est donnée par l'angle (α)
- Obtention du jeu fonctionnel ?
 - Si nécessaire interposer des cales (3) entre (1A) et (1B).

25/03 - PATIN DE SERRE - JOINT



- Surfaces fonctionnelles du guidage en rotation ?
 - sphère/sphère.....et sphère/cône.....
- Montage possible. Dessinez sur le dessin la forme de (1) avant sertissage:
- La liaison entre (1) et (2) est-elle démontable ?
 - Non..... (oui ou non)
- Définissez l'amplitude (α); tracez les positions extrêmes de l'axe (OE1 et OE2).

25/04 - BILLETTE DE DIRECTION



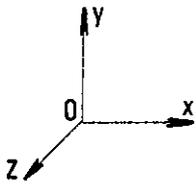
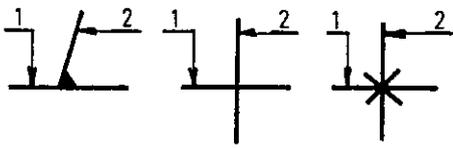
- Surfaces fonctionnelles du guidage en rotation?
 - Sphère/Sphère.....
- Montage possible ($d1 > d2$); placez sur le dessin $d1$ et $d2$.
- Définissez l'amplitude (α); tracez les positions extrêmes de l'axe (OE1 et OE2).
- Fonction du ressort (3) ?
 - Eviter le jeu... Maintenir le contact... entre 1A...1B...et 2.....

26. LIAISON ENCASTREMENT

26/01 - SCHÉMA CINÉMATIQUE

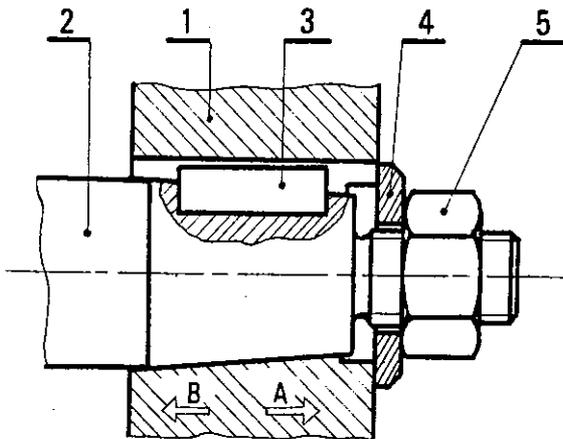
Normalisé

Symbole possible

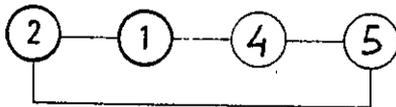


R			T		
R _x	R _y	R _z	T _x	T _y	T _z
○	○	○	○	○	○

26/05 - EMMANCHEMENT CONIQUE CLAVETÉ

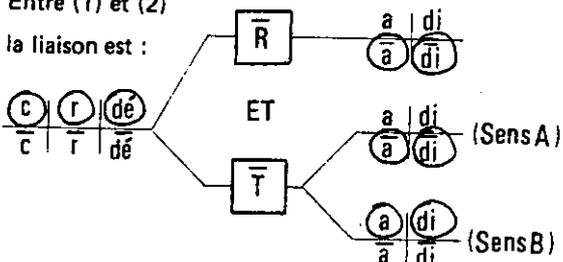


Relation de contact en translation entre (1) et (2) :



Entre (1) et (2)

la liaison est :

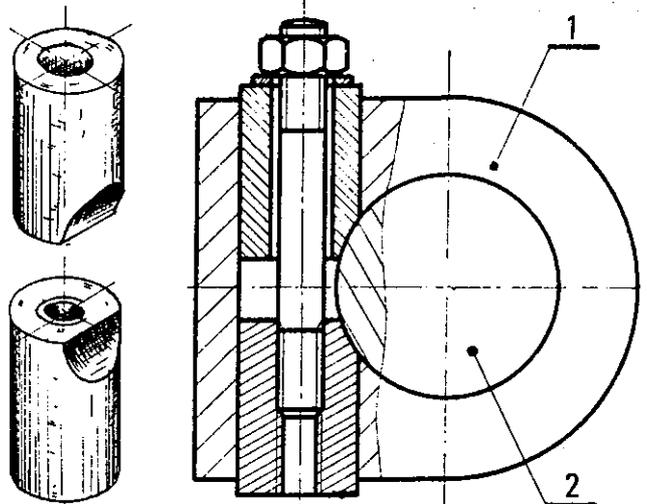


Voir également :

Emmancement cylindrique claveté (chapitre 23/05).

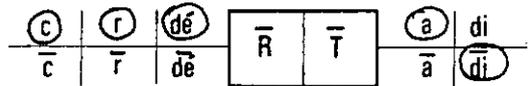
26/06 - AJUSTEMENT CYLINDRIQUE LIBRE ET TAMPONS TANGENTS

Exemple : Blocage en position de la contrepointe d'un tour.



La liaison entre (1) et (2) est obtenue par : Adhérence (obstacle ou adhérence)

Entre (1) et (2) la liaison est :

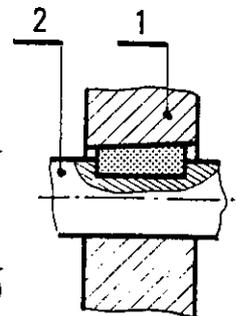
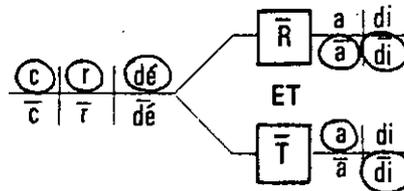


LIAISON ENCASTREMENT 27. CLAVETAGE FORCÉ

27/01 - FONCTION

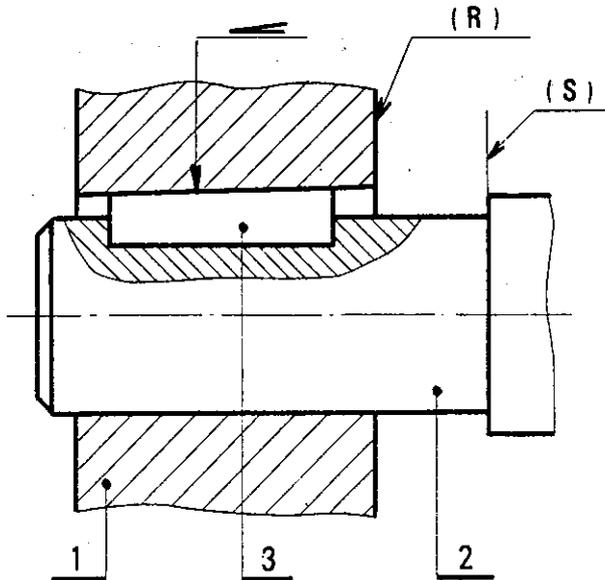
Établir entre (1) et (2)

une liaison :



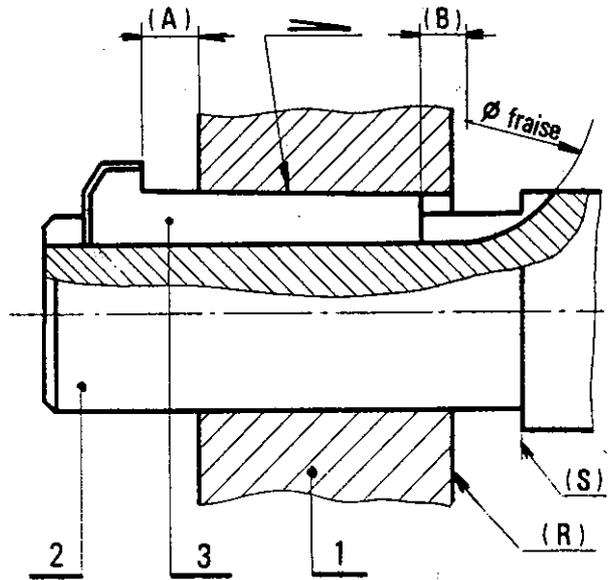
27/08 - MONTAGE AVEC CLAVETTE INCLINÉE SANS TALON

Le coincement est obtenu en exerçant un effort sur le moyeu ou sur l'arbre.



27/09 - MONTAGE AVEC CLAVETTE INCLINÉE A TALON

Le coincement est obtenu en exerçant un effort sur la clavette.



① Dans quel ordre les trois éléments sont-ils montés ?

- 3 dans 2 puis 1 Entourez l'ordre de montage correct.
 2 dans 1 puis 3
 3 dans 1 puis 2

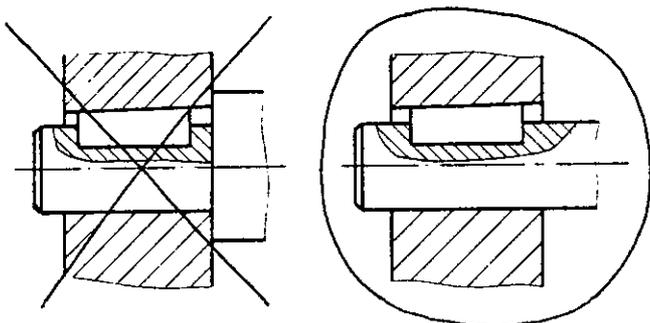
② L'effort de serrage modifie-t-il la position de la face (R) du moyeu par rapport à la face (S) de l'épaulement de l'axe ?

- Oui..... (oui ou non)

③ Pour positionner le moyeu par rapport à l'axe, il serait intéressant que la face (R) du moyeu soit en contact avec la face (S) d'un épaulement de l'axe; cela est-il réalisable sans condition particulière avec une clavette inclinée sans talon ?

- Non..... (oui ou non)

④ Deux solutions vous sont proposées ci-dessous. Rayez la mauvaise et entourez la bonne solution.



① Dans quel ordre les trois éléments sont-ils montés ?

- 3 dans 2 puis 1 Entourez l'ordre de montage correct.
 2 dans 1 puis 3
 3 dans 1 puis 2

② Quel est le rôle du jeu (A) entre le talon et le moyeu ?

- ...Démontage de la clavette.....

③ L'espace libre (B) à l'extrémité de la clavette est-il indispensable. Pourquoi ?

- ...Oui, permettre à la clavette d'avancer pour réaliser le coincement.....

④ L'effort de serrage, exercé sur la clavette modifie-t-il la position de la face (R) du moyeu par rapport à la face (S) de l'épaulement de l'axe ?

- Non..... (oui ou non)

⑤ Pour positionner le moyeu par rapport à l'axe, il serait intéressant que la face (R) du moyeu soit en contact avec la face (S) d'un épaulement de l'axe; cela est-il réalisable sans condition particulière avec une clavette inclinée à talon ?

- Oui..... (oui ou non)

28. ARTICULATION CYLINDRIQUE

28/01 - CARACTÉRISTIQUES

Une articulation est dite «cylindrique» lorsque la rotation de la pièce guidée s'effectue autour d'un cylindre (axe).

● ARTICULATION EN PORTE A FAUX

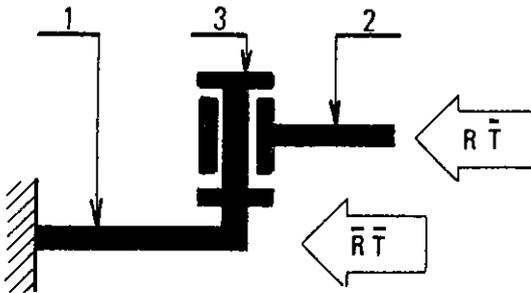
La rotation de la pièce guidée est complète autour de l'axe d'articulation. L'axe est encastré très rigidement à l'une de ses extrémités.

● ARTICULATION A CHAPE

La rotation de la pièce guidée est incomplète autour de l'axe d'articulation (il y a oscillation). L'axe est maintenu à ses deux extrémités.

ARTICULATION EN PORTE A FAUX

28/02 - SCHÉMA



- 1) - Pièce support.
- 2) - Pièce guidée en rotation.
- 3) - Axe d'articulation.

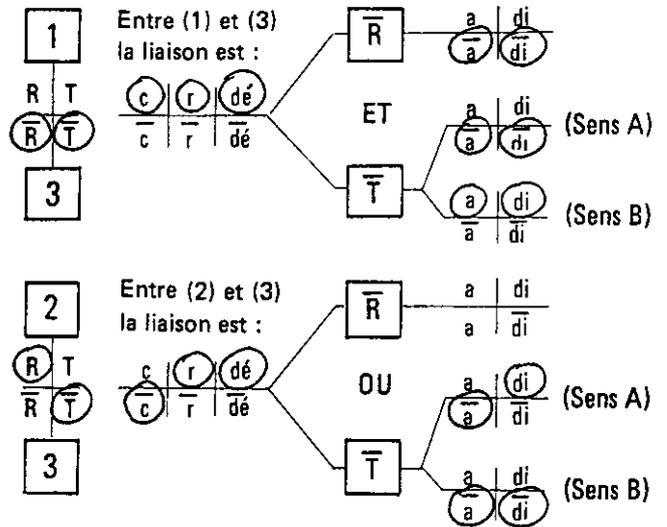
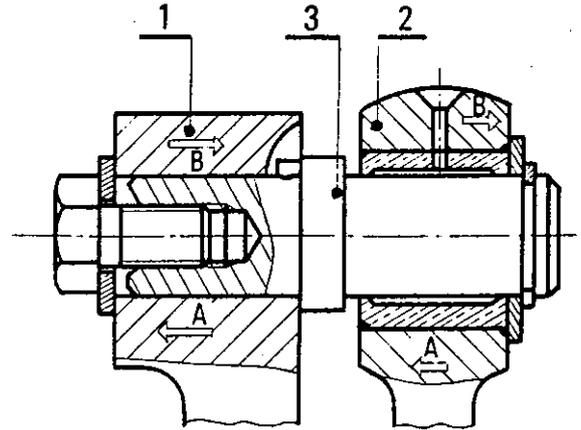
28/03 - COMPOSITION

Une articulation en porte à faux est composée de deux liaisons :

- LIAISON ENCASTREMENT ($\bar{R} \bar{T}$) de (3) dans (1)
Voir chapitre 26.
- LIAISON PIVOT ($R \bar{T}$) de (3) dans (2).
Voir chapitre 16.

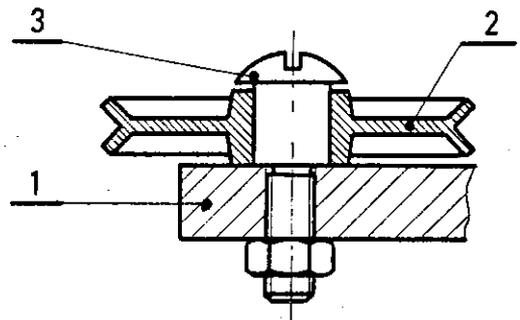
28/04 - EXEMPLE

LIAISON ENCASTREMENT ($\bar{R} \bar{T}$) LIAISON PIVOT ($R \bar{T}$)



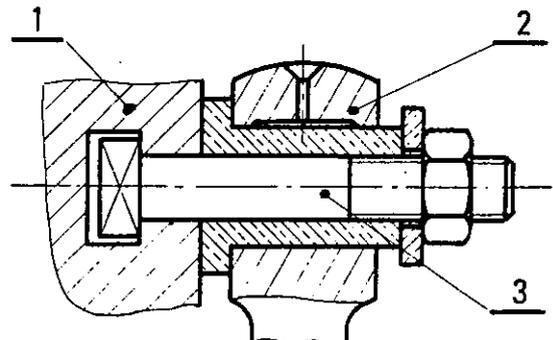
28/05 - PETITE ARTICULATION

Exemple : articulation de poulie table dessin.



28/06 - ARTICULATION RÉGLABLE

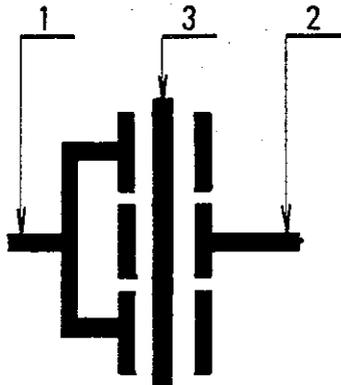
Exemple : commande de l'avance sur étau limeur.



ARTICULATION A CHAPE

28/07 - SCHÉMA

Éléments de réflexion
Hypothèse de départ

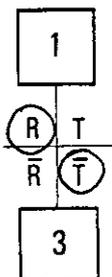
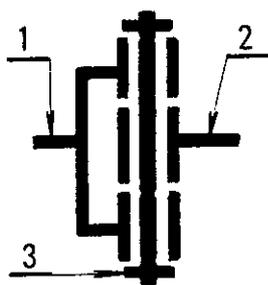


- 1) - Pièce support - chape.
- 2) - Pièce guidée en rotation.
- 3) - Axe d'articulation.

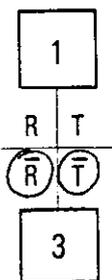
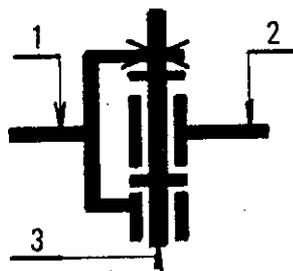
3 solutions possibles, voir ci-dessous

28/08 - LIAISONS AVEC L'AXE

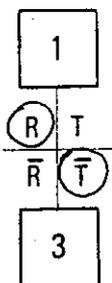
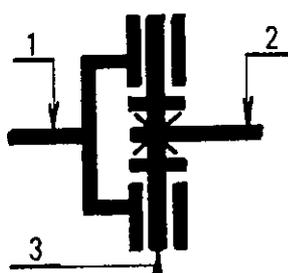
- L'axe peut-être monté flottant entre (1) et (2).



- L'axe peut-être lié complètement à (1) et libre en rotation dans (2).

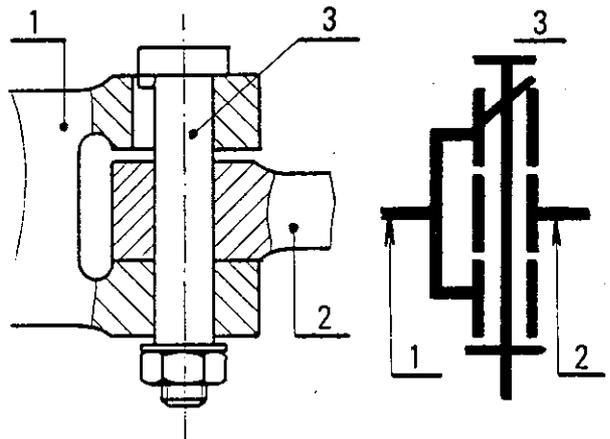


- L'axe peut-être lié complètement à (2) et libre en rotation dans (1).



28/09 - BOULON AJUSTÉ

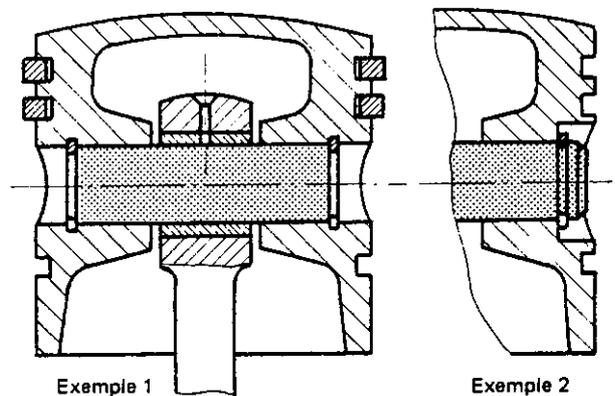
- Terminez le schéma de l'articulation.



28/10 - PISTON ET PIED DE BIELLE

- Axe monté flottant.

Exemple : piston avec pied de bielle.



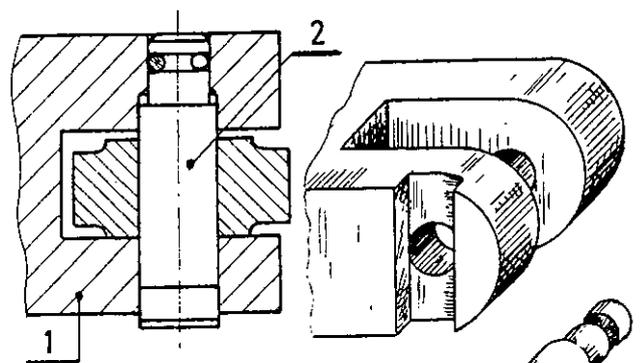
Exemple 1

Exemple 2

- Quels sont les éléments utilisés pour assurer la liaison en translation ?

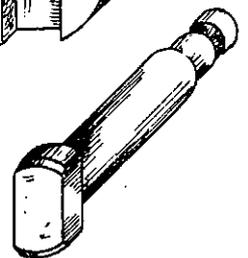
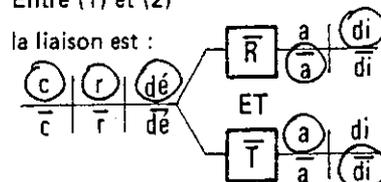
- Exemple 1 : *Anneau...élastique...intérieur*
- Exemple 2 : *Anneau...élastique...extérieur*

28/11 - ARTICULATION DE COUPE-TUBE



Entre (1) et (2)

la liaison est :

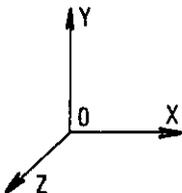
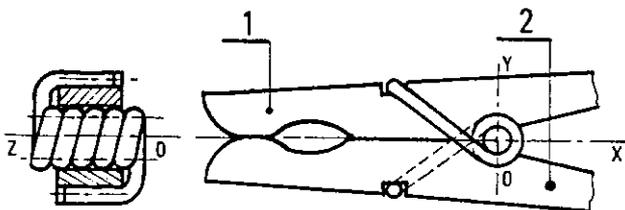


29. LIAISON ÉLASTIQUE

29/01 - DÉFINITION

- Une liaison est élastique lorsque, dans une direction au moins, elle provoque, directement ou indirectement la déformation d'un élément élastique.
- Une liaison élastique est toujours partielle.

29/02 - PINCE A LINGE

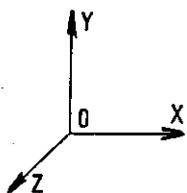
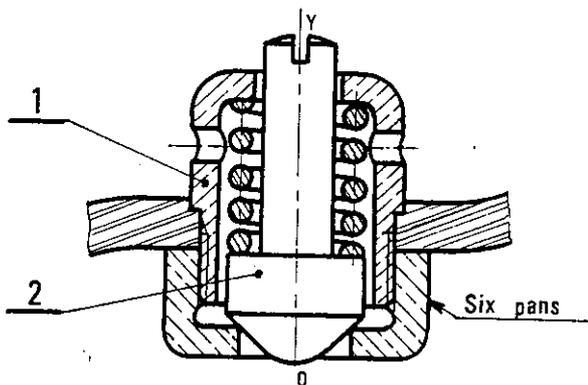


R			T		
R _x	R _y	R _z	T _x	T _y	T _z
○	○	1	○	○	○

Entre (1) et (2)
la liaison est :

c	r	dé
\bar{c}	\bar{r}	$\bar{d\acute{e}}$

29/03 - SOUPE DE SURETÉ D'AUTO-CUISEUR «SEB»

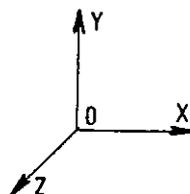
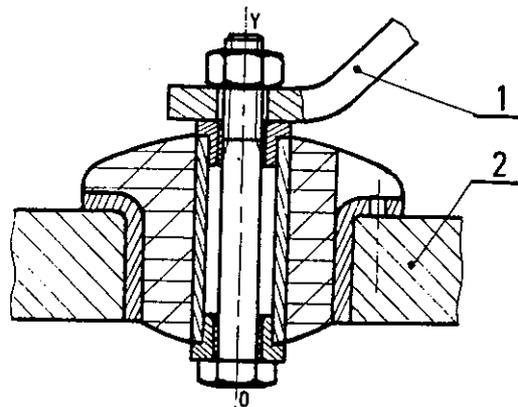


R			T		
R _x	R _y	R _z	T _x	T _y	T _z
○	1	○	○	1	○

Entre (1) et (2)
la liaison est :

c	r	dé
\bar{c}	\bar{r}	$\bar{d\acute{e}}$

29/04 - TAMPON



R			T		
R _x	R _y	R _z	T _x	T _y	T _z
○	1	○	○	1	○

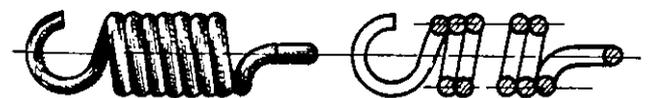
29/05 - LES RESSORTS

- Ressort cylindrique de compression.

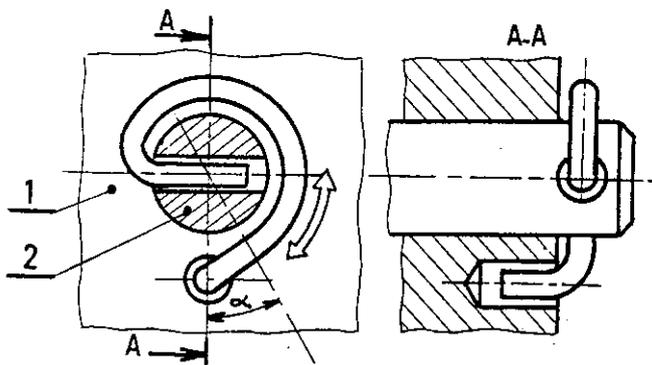


- Ressort cylindrique de traction.

employé comme ressort de rappel.



- Ressort à action angulaire.



- Barre de torsion



- Ressort à lame.



Matière

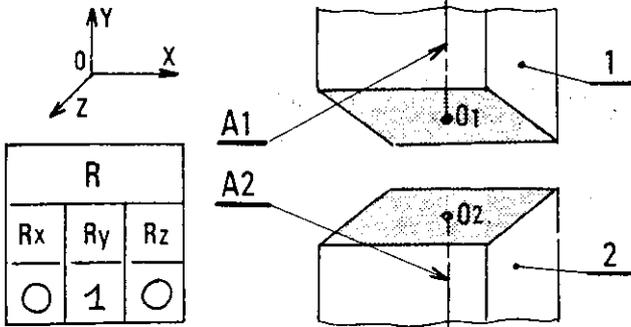
Voir Méthode Active - chapitres D10/8 et D10/18.

30. POSITIONNEMENT - CENTRAGE

30/01 - POSITIONNEMENT PARTIEL - CENTRAGE

Fonction A

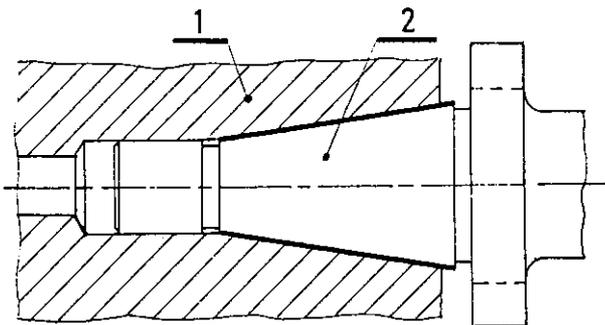
Assurer la coïncidence de deux points (O1 et O2).



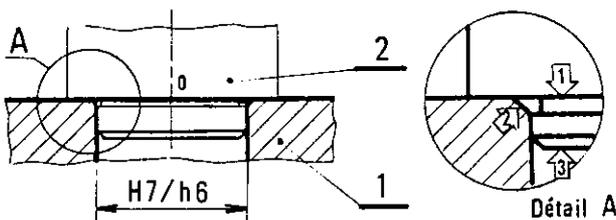
Les axes A1 et A2 sont confondus.

Une liberté en rotation est possible.

30/02 - EMBOITEMENT CONIQUE



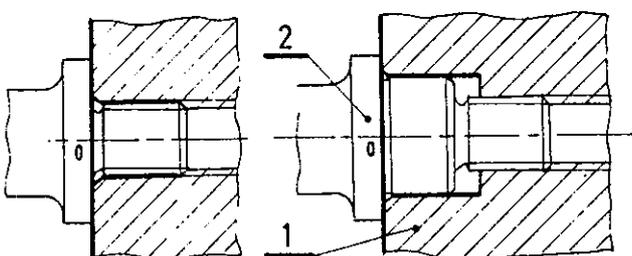
30/03 - EMBOITEMENT CYLINDRIQUE



30/04 - REMARQUE

Un filetage assure un mauvais centrage.

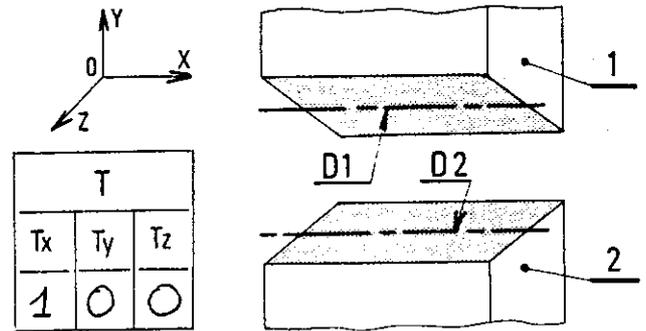
- Mauvais centrage
- Centrage correct



30/05 - POSITIONNEMENT PARTIEL

Fonction B

Assurer la coïncidence de deux droites (D1 et D2).

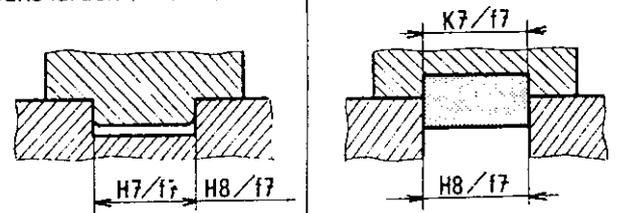


Une liberté en translation est possible.

30/06 - RAINURE ET LANGUETTE

Sans lardon (directe)

Avec lardon (indirecte)



30/07 - POSITIONNEMENT COMPLET

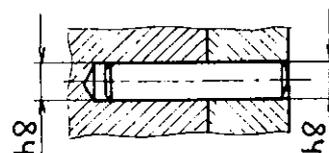
Solutions :

- Positionnement partiel plus suppression de la liberté avec un des éléments de positionnement.
- Deux éléments de positionnement.

30/08 - ÉLÉMENTS DE POSITIONNEMENT

Goupilles cylindriques

Voir M.A. chapitre DT 31/1



- Placer les tolérances de montage sachant qu'il s'agit d'une goupille type B.

Goupilles élastiques

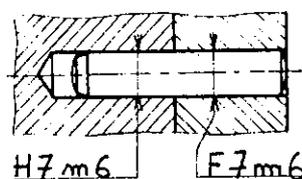
Voir M.A. chapitre DT 31/5



- Donner la tolérance de perçage du trou.
□ H12

Pieds de positionnement cylindriques

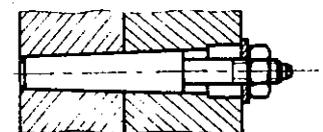
Voir M.A. chapitre DT 31/4



- Placer sur le dessin les tolérances de montage.

Goupilles de position coniques filetées

Voir M.A. chapitre DT 31/3



- Quelle est la fonction de l'écrou ?
□ Extraction de la goupille

32. ÉTANCHÉITÉ

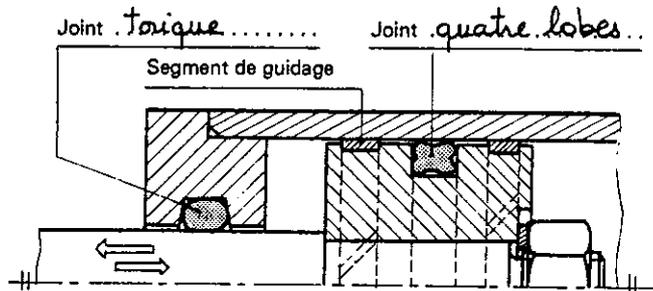
ÉTANCHÉITÉ DYNAMIQUE

32/08 - PAR JOINTS TORIQUES ET JOINTS QUATRE LOBES

Voir Méthode Active - chapitres DT 35 et DT 36.

Joint torique : translation et rotation lentes.

Joint quatre lobes : translation et rotation moyennes.



Le joint torique est généralement suffisant pour une étanchéité statique.

Le joint quatre lobes assure l'étanchéité même lorsque la compression du joint est réduite. Les frottements sont alors faibles.

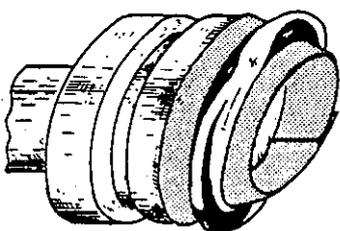
Les joints quatre lobes éliminent les possibilités de vrillage au montage et en service.

32/09 - MISE EN PLACE D'UN JOINT TORIQUE OU QUATRE LOBES

Les bords aigus, les trous, avec lesquels les joints peuvent entrer en contact doivent être chanfreinés ou arrondis.



La mise en place dans une gorge ouverte à l'extérieur est facilitée avec une cale conique.



Le joint doit être légèrement huilé avant montage pour faciliter son glissement sur la cale conique et éviter ainsi son vrillage.

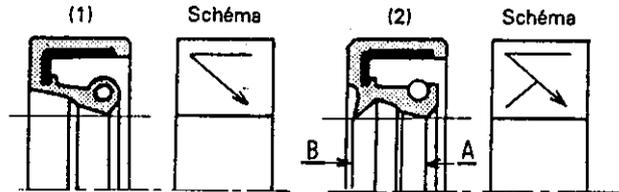
32/10 - ÉTANCHÉITÉ RADIALE PAR JOINTS À LÈVRES

Ils sont utilisés uniquement en rotation.

- Ils existent à une ou deux lèvres avec ressort à spires jointives noyé ou démontable.
- Ils sont moulés en élastomère renforcé d'une armature métallique.
- Le joint doit être monté, la lèvre du côté du fluide à étancher (du côté de la forte pression).

□ DIFFÉRENTS TYPES - TOLÉRANCES DE MONTAGE

Voir Méthode Active - chapitre DT 37



Dans le cas du joint à 2 lèvres (2), la lèvre (A) empêche la sortie du lubrifiant, la lèvre (B) empêche l'entrée des poussières. Au montage, l'espace entre les lèvres est rempli de graisse.

□ AVANTAGES DES JOINTS À LÈVRES

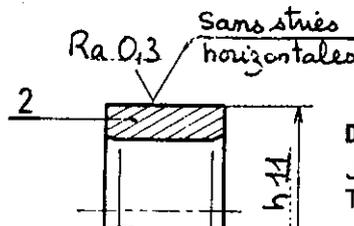
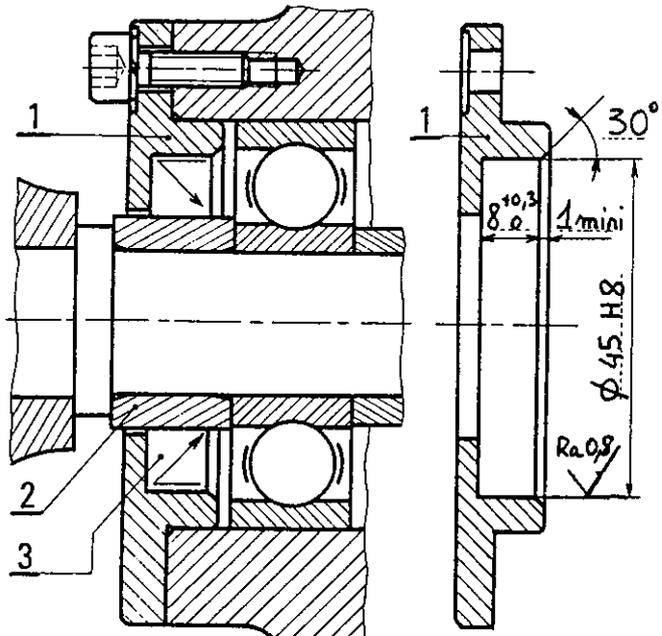
- Frottement très faible.
- Usinage du logement peu onéreux.

□ INCONVÉNIENTS DES JOINTS À LÈVRES

- Ces joints nécessitent beaucoup de précautions au montage afin de ne pas détériorer les lèvres.
- La surface de l'arbre doit être polie.

32/11 - EXERCICE

En utilisant les renseignements donnés par la désignation du joint (3) et les tolérances de montage définies au chapitre DT 37/4 de la Méthode Active, terminer la cotation des pièces (1) et (2).



Désignation du joint (3) :

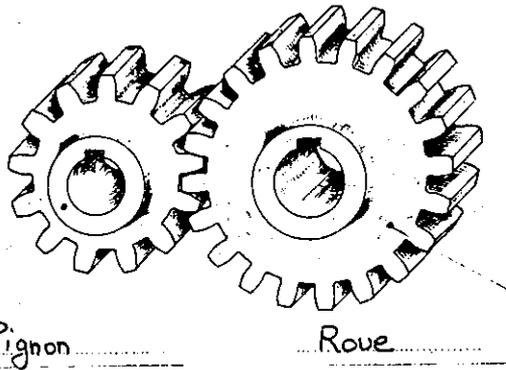
Joint à lèvre.
Type IE 45 x 28

TRANSMISSIONS DE MOUVEMENT

36. ENGRENAGES

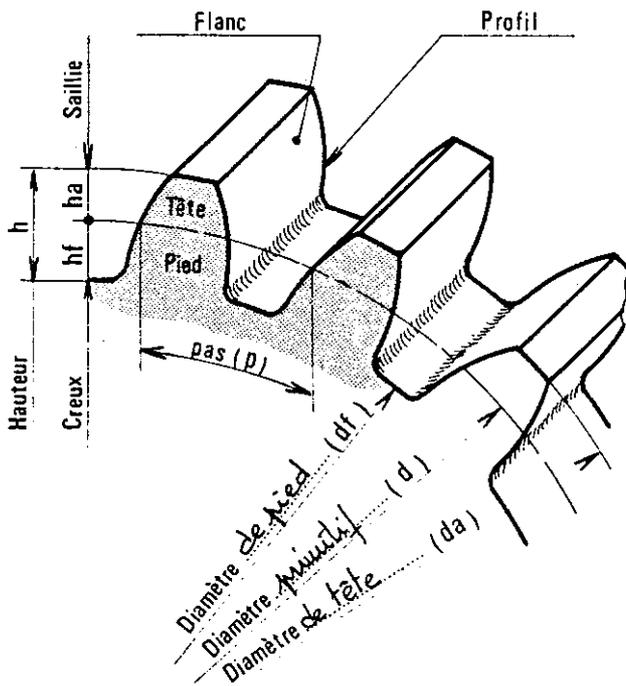
36/02 - DÉFINITIONS

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



ENGRENAGES CYLINDRIQUES A DENTURE DROITE

36/04 - CARACTÉRISTIQUES



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

Déduire des caractéristiques ci-dessus :

- Diamètre de tête (da)
 $da = d + 2ha \dots da = m(Z + 2)$
- Diamètre de pied (df)
 $df = d - 2hf \dots df = m(Z - 2,5)$

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

36/07 - ENTRAXE (a)

$$a = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{m(Z_1 + Z_2)}{2}$$

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

- Exemples d'utilisation ? :
 - Broche de perceuse
 - Funiculaire
 - Direction de véhicule

36/11 - ENGRENAGE INTÉRIEUR

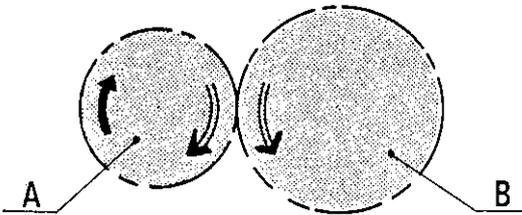
● Compléter les caractéristiques ci-dessous.

- Diamètre primitif : $d = m \cdot Z$
- Diamètre de tête : $d_a = m \cdot (Z + 2)$
- Diamètre de pied : $d_f = m \cdot (Z - 2,5)$
- Entraxe : $a = m \cdot \frac{(Z_2 - Z_1)}{2}$

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 ».

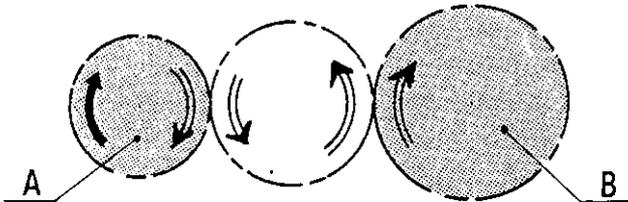
● Deux roues en prise.



Conclusion :

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

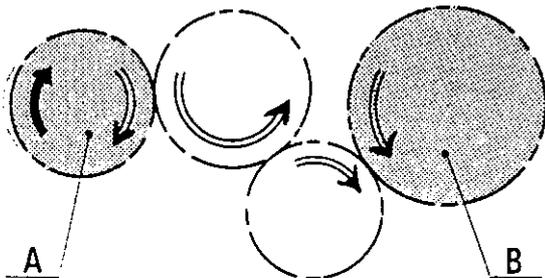
● Avec une roue intermédiaire (3 roues)



Conclusion :

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

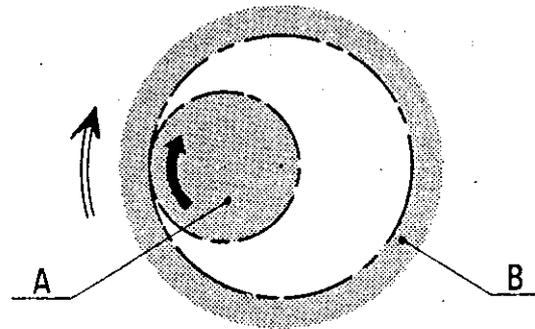
● Un nombre paire de roues.



Conclusion :

La roue (B) ne tourne pas 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

36/14 - ENGRENAGES PARALLÈLES

Entraxe : $a = \frac{d_1 + d_2}{2} = m \cdot \frac{(Z_1 + Z_2)}{2}$

● Observez le sens des hélices.

Roue (1) : hélice à droite

Roue (2) : hélice à gauche
(droite ou gauche)

36/15 - ENGRENAGES GAUCHES

● Observez le sens des hélices.

Roue (1) : hélice à droite

Roue (2) : hélice à droite
(droite ou gauche)

ROUE ET VIS SANS FIN

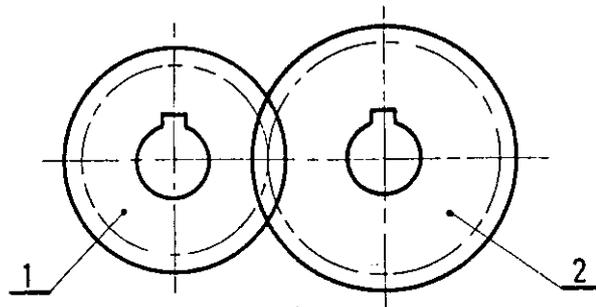
Axes des roues orthogonaux

36/19 - RAPPORT DE RÉDUCTION

Rapport de réduction : $R = \frac{1}{Z}$

EXERCICE 1 :

ENGRENAGE CYLINDRIQUE - DENTURE DROITE



Données :

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

● 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 :
$d_1 = m \times Z_1$ $= 6 \times 38$	$d_1 = \dots 228 \dots$
$da_1 = \frac{m(Z_1+2)}{2}$ $= \frac{6(38+2)}{2}$	$da_1 = \dots 240 \dots$
$d_2 = \frac{m \times Z_2}{2}$ $= \frac{6 \times 57}{2}$	$d_2 = \dots 342 \dots$
$da_2 = \frac{m(Z_2+2)}{2}$ $= \frac{6(57+2)}{2}$	$da_2 = \dots 354 \dots$
$a = \frac{d_1 + d_2}{2}$ $= \frac{228 + 342}{2}$	$a = \dots 285 \dots$
Raison $r = \frac{n_2}{n_1} = \frac{Z_1}{Z_2}$ $= \frac{38}{57}$	$r = \frac{38}{57} = 0,66$

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

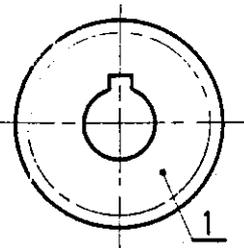
- Vous avez mesuré le mieux possible le diamètre de tête.

$da = 124,5$ mm

● Calculer :

Le module (m) - le diamètre primitif (d_1) -

le diamètre de tête exact (da_1) - Voir chapitre 36/08.



□ Solution :	Réponses :
$m = \frac{da}{Z+2}$ $= \frac{124,5}{23+2}$	Module calculé : $m = 4,98$ Module normalisé : $m = 5$
$d_1 = \frac{mZ}{2}$ $= \frac{23 \times 5}{2}$	$d_1 = \dots 115 \dots$
$da_1 = \frac{m(Z+2)}{2}$ $= \frac{5(23+2)}{2}$	$da_1 = \dots 125 \dots$

EXERCICE 3 :

ENGRENAGE CYLINDRIQUE ET CRÉMAILLÈRE - DENTURE DROITE

Données :

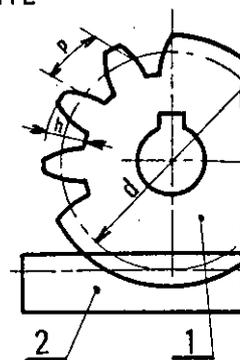
Pignon (1) : $Z_1 = 38$ dents

Module : $m = 2,5$

Crémaillère : $Z_2 = 15$ dents

● Calculer :

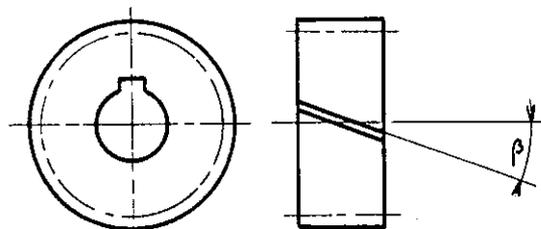
- Le diamètre primitif : d_1
- La hauteur de la dent : h
- Le pas au primitif : p
- La longueur de la crémaillère : L



□ Solution :	Réponses :
$d_1 = mZ$ $= 38 \times 2,5$	$d_1 = \dots 95 \dots$
$h = ha + hf$ $= m + 1,25m$	$h = \dots 5,62 \dots$
$p = \pi m$ $= \pi \times 2,5$	$p = \dots 7,85 \dots$
$L = \frac{pZ_2}{2}$ $= \frac{7,85 \times 15}{2}$	$L = \dots 117,8 \dots$

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 :

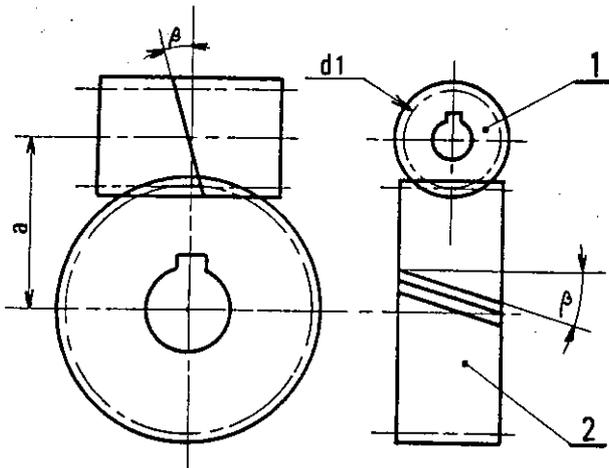
- Le module apparent : mt
- Le diamètre primitif : d
- Le diamètre de tête : da

Voir chapitre 36/13

□ Solution :	Réponses :
$mt = \frac{mn}{\cos \beta}$ $= \frac{5}{0,939}$	$mt = \dots 5,32 \dots$
$d = mt \times Z$ $= 5,32 \times 28$	$d = \dots 148,96 \dots$
$da = d + 2mn$ $= 148,96 + (2 \times 5)$	$da = \dots 158,96 \dots$

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 (β) 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 :

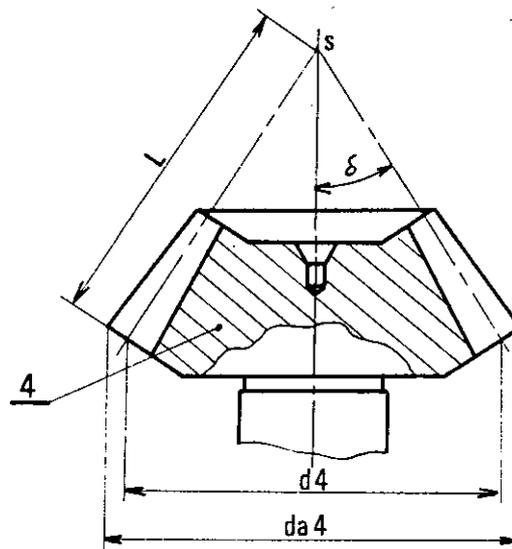
- Le module apparent de la roue : m_t
- Le diamètre primitif de la roue : d_2
- Le diamètre de tête de la roue : d_{a2}
- Le diamètre de pied de la roue : d_{f2}
- L'entraxe : a
- Le rapport des vitesses : $\frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1}$
- Quel est le sens de l'hélice de la vis ?

Voir chapitre 36/13

□ Solution :	Réponses :
$m_t = \frac{m_n}{\cos \beta} = \frac{6}{0,992}$	$m_t = \dots 6,04 \dots$
$d_2 = m_t \cdot Z_2 = 6,04 \times 50$	$d_2 = \dots 302 \dots$
$d_{a2} = d_2 + 2 \cdot m_n = 302 + (2 \times 6)$	$d_{a2} = \dots 314 \dots$
$d_{f2} = d_2 - 2,5 \cdot m_n = 302 - (2,5 \times 6)$	$d_{f2} = \dots 287 \dots$
$a = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{60 + 302}{2}$	$a = \dots 181 \dots$
$\frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{50}{2}$	$\frac{n_1}{n_2} = \frac{25}{1}$
Sens de l'hélice de la vis (à droite ou à gauche)	Sens de l'hélice : à droite

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 : δ
- δ est déterminé par $\text{tg } \delta = \frac{Z_4}{Z_3}$
- Diamètre primitif : d_4
- Diamètre de tête : d_{a4}
- La longueur (L) des génératrices du cône primitif

□ Solution :	Réponses :
$\text{tg } \delta = \frac{Z_4}{Z_3} = \frac{17}{38}$	$\text{tg } \delta = 0,447$
Rechercher δ sur une table trigonométrique	$\delta = \dots 24^\circ 6 \dots$
$d_4 = m \cdot Z_4 = 3 \times 17$	$d_4 = \dots 51 \dots$
$d_{a4} = d_4 + 2 \cdot m \cdot \cos \delta = 51 + 2(3 \times 0,912)$	$d_{a4} = \dots 56,47 \dots$
$L = \frac{d_4}{2 \sin \delta} = \frac{51}{2 \times 0,408}$	$L = \dots 62,5 \dots$

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 ?
 - Moteur électrique
 - Moteur thermique
 - Moteur hydraulique
- Certains moteurs peuvent-ils avoir deux sens de marche ? Si oui, lesquels.
 - Électrique

LE RÉCEPTEUR

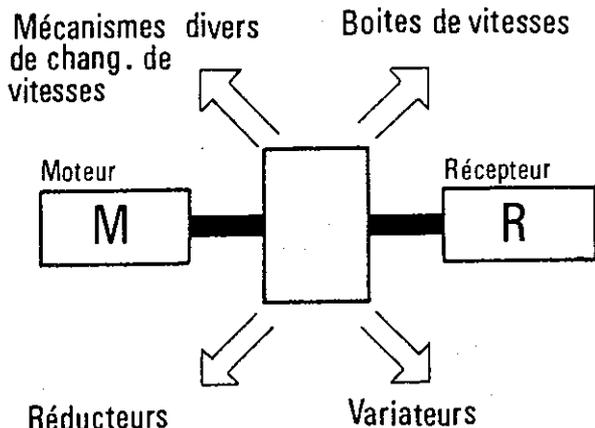
Le récepteur, qui reçoit la puissance du moteur peut, selon ses conditions d'utilisation :

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

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

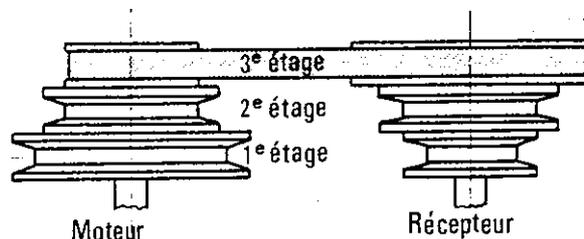
SOLUTIONS

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.



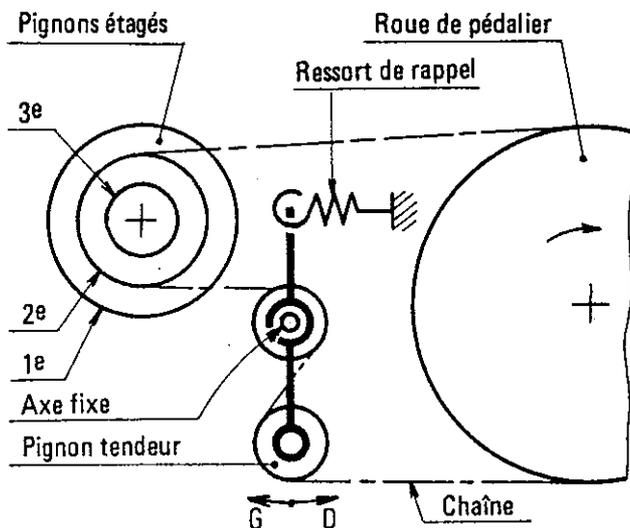
CHANGEMENTS DE VITESSE 37. MÉCANISMES DIVERS

37/01 - POULIES ÉTAGÉES ET COURROIE



- Citez un exemple où ce système est utilisé.
 - Perceuse sensitive
- A quel étage doit être placé 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 ?
 - Sens D..... (sens G ou sens D)

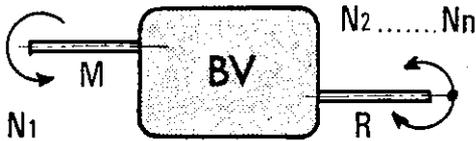
CHANGEMENTS DE VITESSE

38. BOITES DE VITESSES

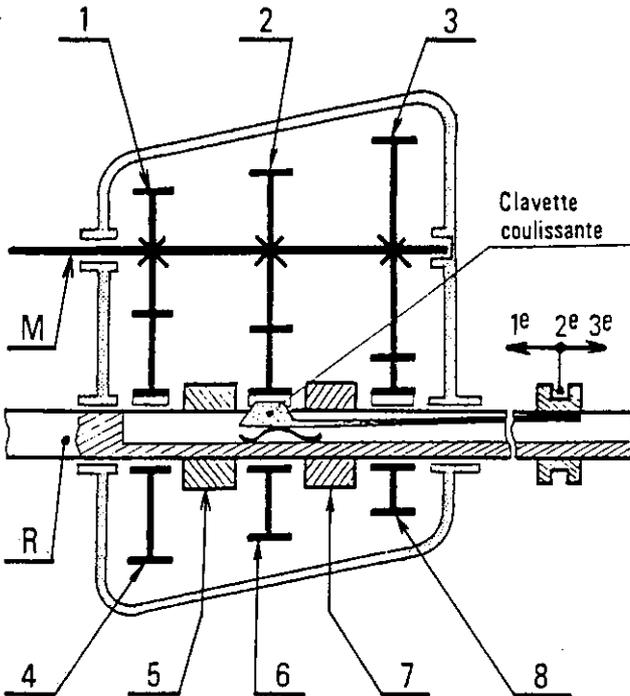
38/01 - FONCTION

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

38/02 - SCHÉMA



38/03 - BOITE A CLAVETTE COULISSANTE

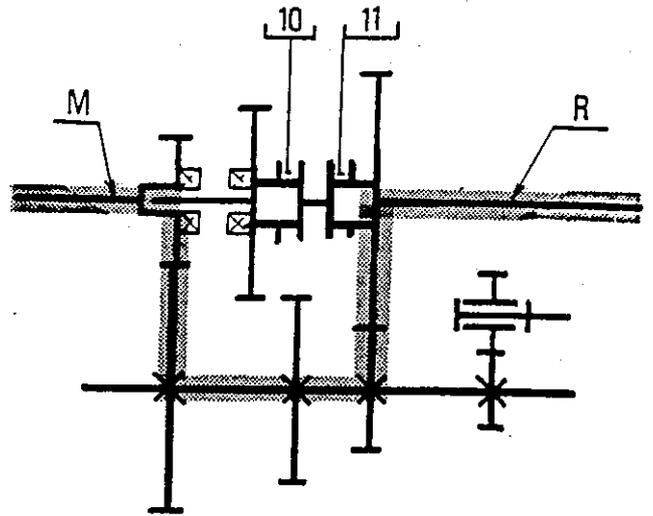


Caractéristiques :

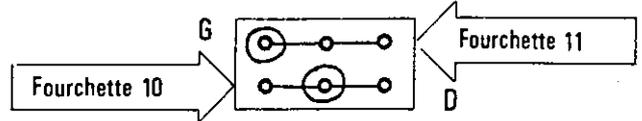
- Tous les couples sont toujours en prise.
- Changement de vitesse par déplacement de la clavette coulissante.
- Points morts, lorsque la clavette est sous les bagues (5) et (7).
- La deuxième est « passée » – voir schéma ci-dessus – Le mouvement de rotation est transmis de l'arbre moteur (M) à l'arbre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



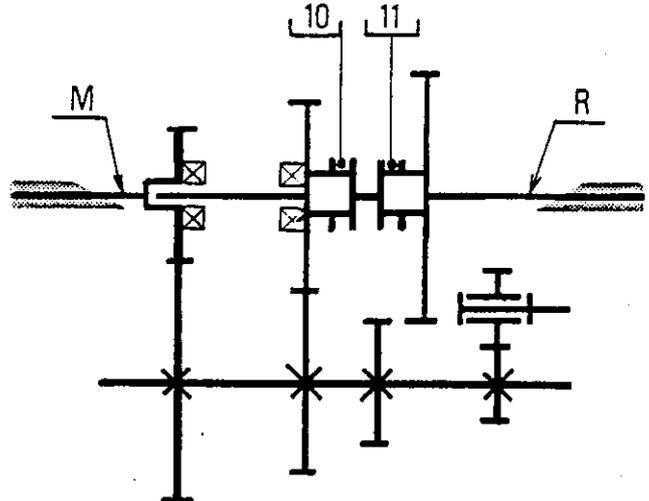
38/06 - 1ère VITESSE



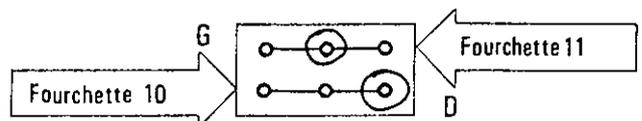
- La suite des liaisons entre (M) et (R) correspondant à la 1ère vitesse est représentée en gris sur le schéma ci-dessus. Repassez cette suite en couleur.
 - Complétez, ci-dessous, la suite des liaisons entre (M) et (R).
- $M_1 \rightarrow 4 \rightarrow 7 \rightarrow 6 \rightarrow 3 \rightarrow R$



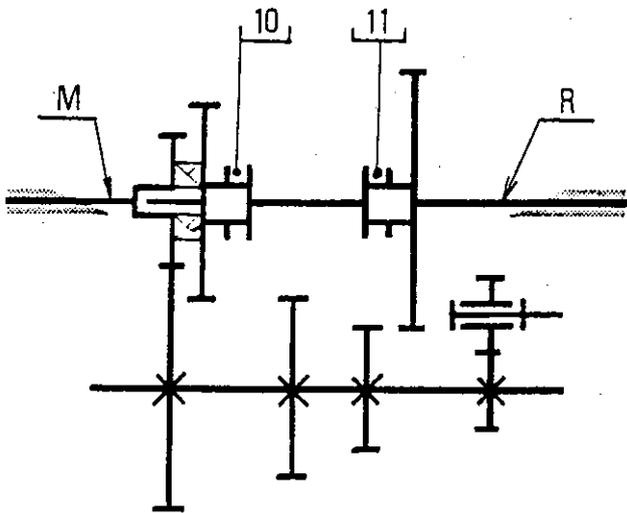
38/07 - 2ème VITESSE



- 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).
- $M_1 \rightarrow 4 \rightarrow 7 \rightarrow 5 \rightarrow 2 \rightarrow R$



38/08 - 3ième VITESSE



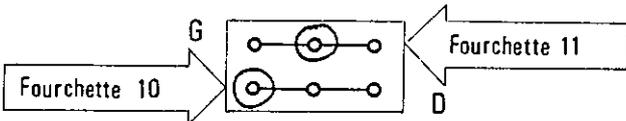
- Établissez, en couleur, la suite des liaisons correspondant à la 3ème vitesse.
- Complétez, ci-dessous, la suite des liaisons entre (M) et (R).



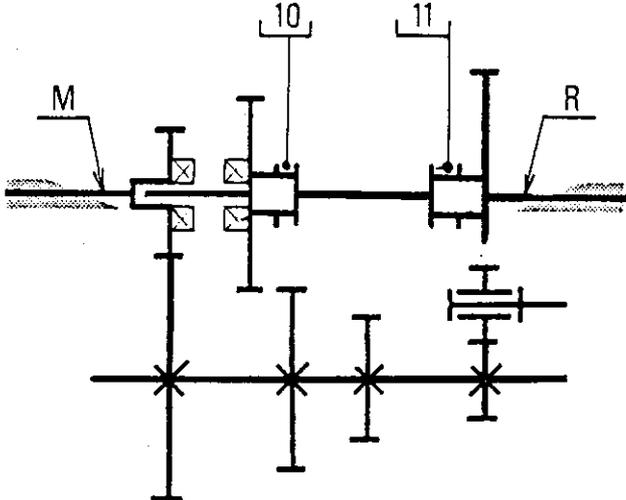
- La vitesse de rotation de l'arbre récepteur (R) est-elle différente de la vitesse de rotation de l'arbre moteur (M) ?

..Non..... (oui ou non)

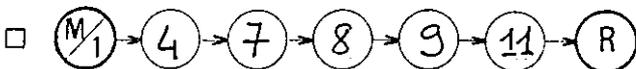
- Entourez les positions occupées par les fourchettes.



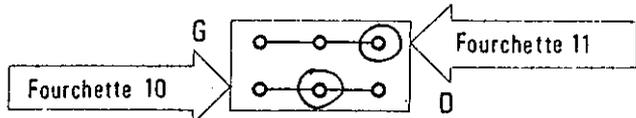
38/09 - MARCHE ARRIÈRE



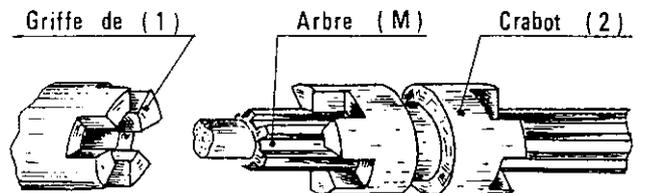
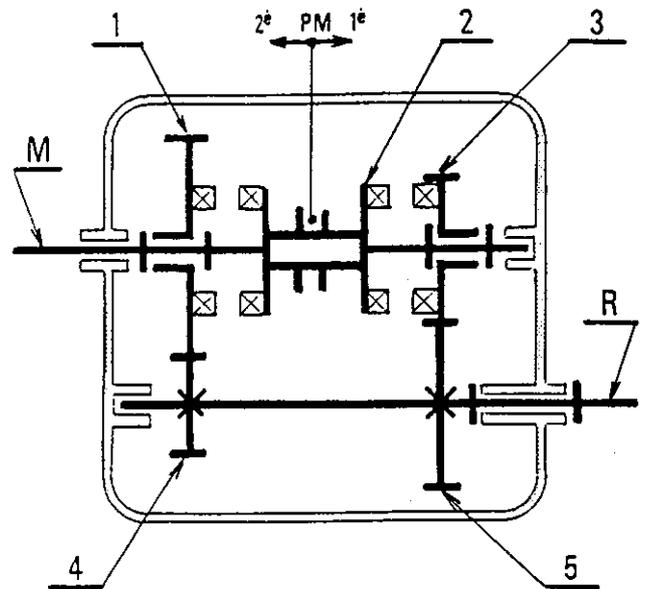
- Établissez, en couleur, la suite des liaisons correspondant à la marche arrière.
- Complétez, ci-dessous, la suite des liaisons entre (M) et (R).



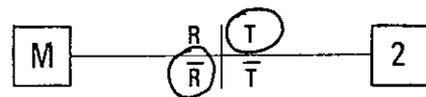
- Entourez les positions occupées par les fourchettes.



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 ?

..Cannelures.....

- 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 ?

..Non..... (oui ou non).

CHANGEMENTS DE VITESSE

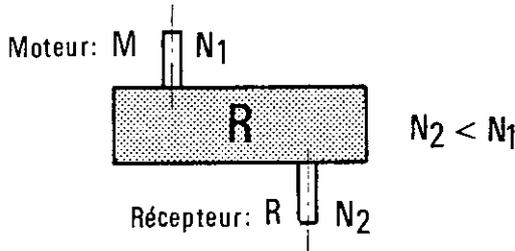
39. RÉDUCTEURS

39/01 - FONCTION

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

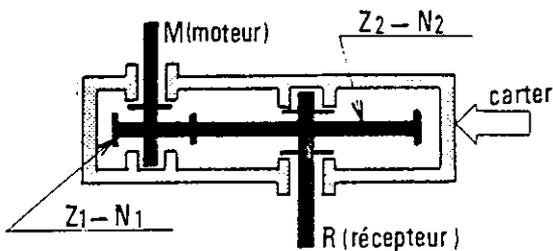
Remarque : les appareils réversibles peuvent être utilisés comme multiplicateur de vitesse.

39/02 - SCHÉMA



39/03 - RÉDUCTEURS A ROUES DENTÉES

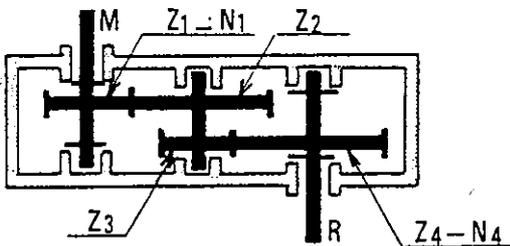
- Deux roues cylindriques



Rapport de réduction : (r)

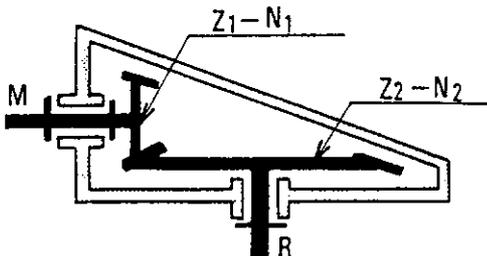
$$r = \frac{\text{vitesse récepteur}}{\text{vitesse moteur}} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{Z_1}{Z_2}$$

- Train de roues cylindriques



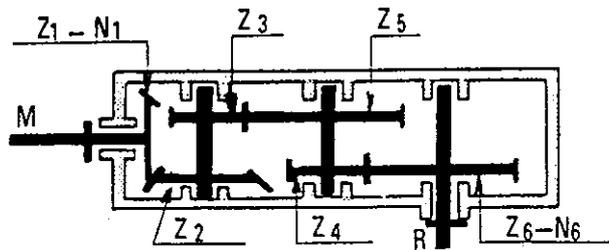
$$r = \frac{N_4}{N_1} = \frac{Z_1 \times Z_3}{Z_2 \times Z_4}$$

- Deux roues coniques



$$r = \frac{N_2}{N_1} = \frac{Z_1}{Z_2}$$

- Train de roues cylindriques et coniques

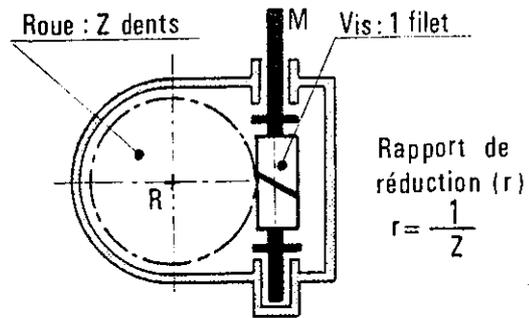


$$r = \frac{N_6}{N_1} = \frac{Z_1 \times Z_3 \times Z_4}{Z_2 \times Z_5 \times Z_6}$$

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.

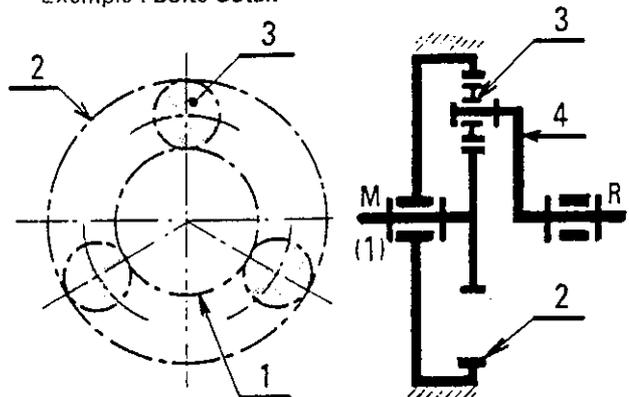
39/04 - RÉDUCTEUR A ROUE ET VIS SANS FIN



- 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.

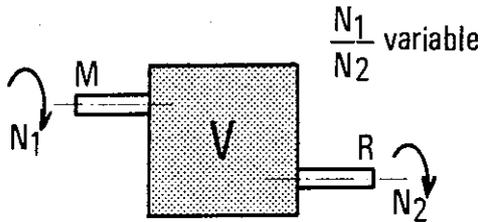
CHANGEMENTS DE VITESSE

40. VARIATEURS

40/01 - FONCTION

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

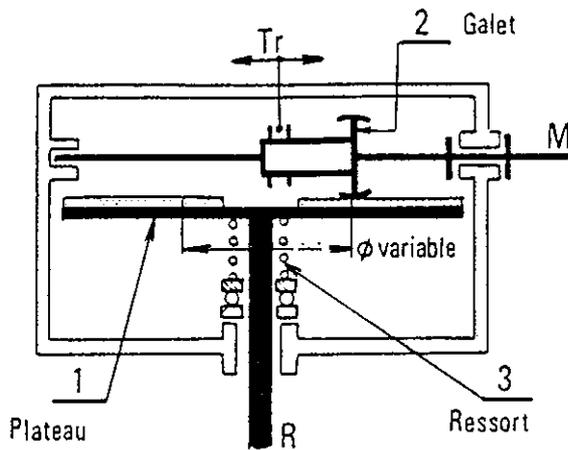
40/02 - SCHEMA



40/03 - PRINCIPE

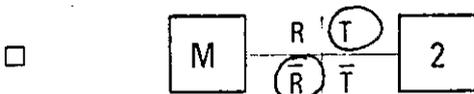
La modification du rapport des vitesses est obtenu en modifiant le rapport des diamètres des circonférences de contact.

40/04 - VARIATEUR A PLATEAU ET GALET SIMPLE



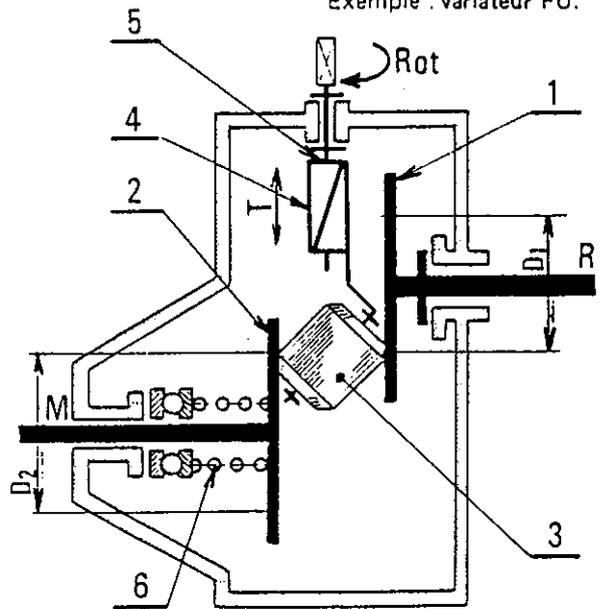
La translation du galet fait varier le diamètre de contact sur le plateau.

- Fonction du ressort (3) ?
 Maintien de la pression de contact.....
- Liaison entre l'arbre moteur (M) et le galet (2) ?



40/05 - VARIATEUR A PLATEAUX ET GALET BICONIQUE

Exemple : variateur FU.

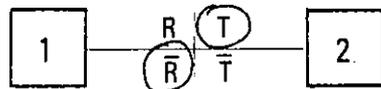
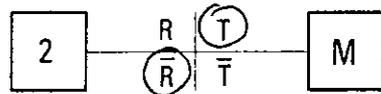


La translation du galet fait varier les diamètres de contact (D1) et (D2) sur les plateaux.

- En partant de la position du galet sur le schéma; lorsque le galet monte :
 - le diamètre (D1) *Diminue.....* (augmente ou diminue)
 - le diamètre (D2) *Augmente.....*

40/08 - VARIATEUR A POULIES EXTENSIBLES

- Terminez les éléments de circuit ci-dessous



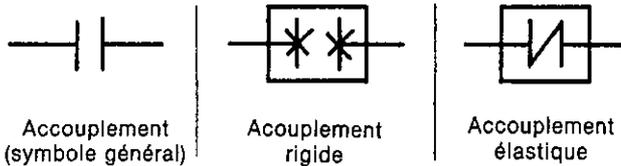
- Lorsque la tige de commande (7) se déplace en translation dans le sens gauche - droite (GD); comment varient les diamètres de contact poulie-courroie ?
 - Sur la poulie (A), le diamètre (D1) *Diminue.....*
 - Sur la poulie (B), le diamètre (D2) *Augmente.....* (diminue ou augmente)
- Fonction des ressorts (6) ?
 Pression de contact pour réaliser l'adhérence.....

41. ACCOUPLEMENTS

41/01 - FONCTION

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

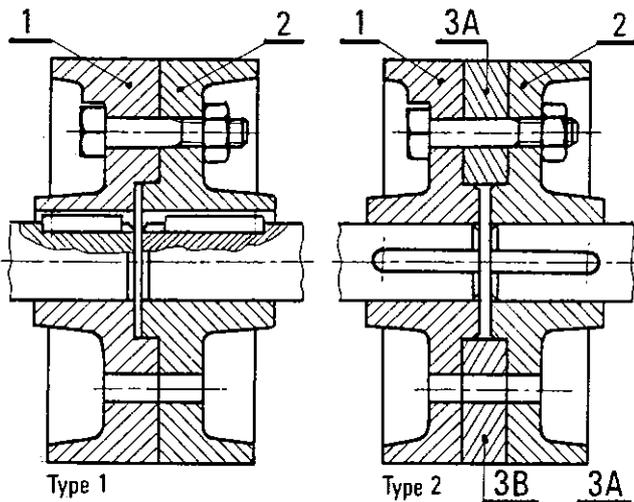
41/02 - SCHÉMA CINÉMATIQUE (Exemples)



ACCOUPLEMENTS RIGIDES

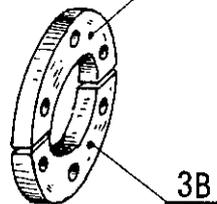
Aucun mouvement relatif entre les arbres n'est possible. Les arbres doivent être parfaitement alignés.

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.

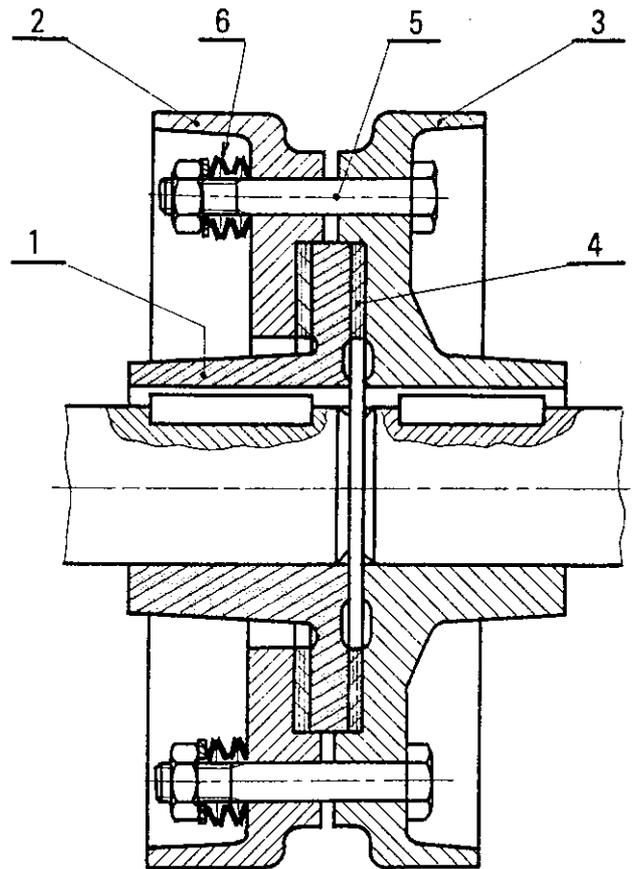
● La bague (3A - 3B) assure deux fonctions. Lesquelles ?

- Centrage cylindrique - Montage
- Ajustement en épaisseur

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

- Sécurité

41/04 - MANCHON DE SÉCURITÉ



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

- Adhérence

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

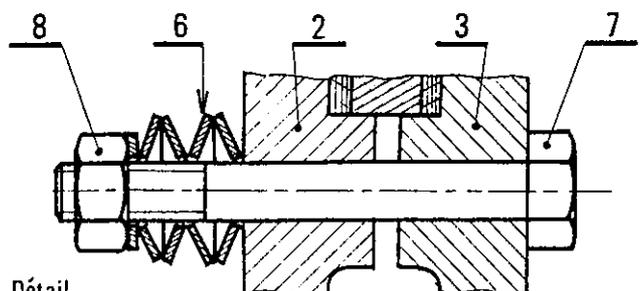
- Rondelles élastiques Belleville

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

- Rupture de l'adhérence
- Glissement relatif

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

- Serrage de 8 - Ecrasement des rondelles



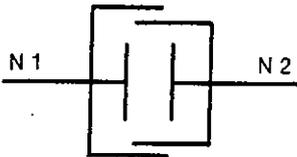
42. EMBRAYAGES

42/01 - FONCTION

Appareils destinés à rendre deux arbres, à volonté :

- solidaires (embrayage)
- indépendants (débrayage)

42/02 - SCHÉMA CINÉMATIQUE

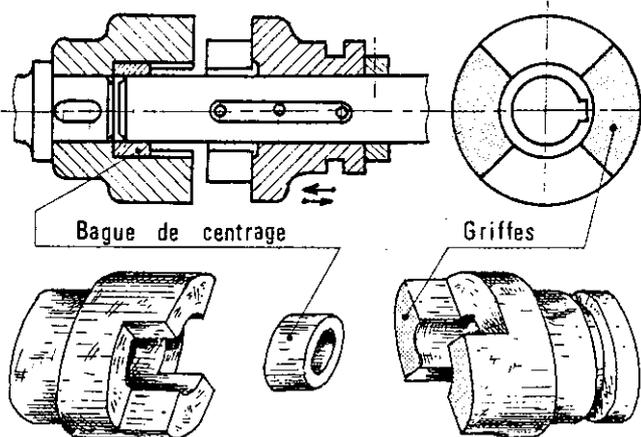


Symbole général

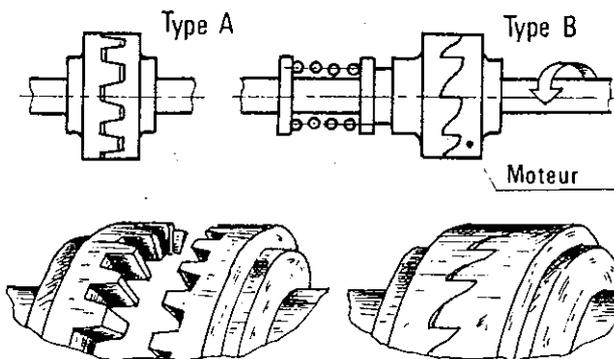
unités pour N : tr/mn ou tr/s
 $N_2 = N_1$
 embrayage
 ou
 $N_2 = 0$
 débrayage

EMBRAYAGES INSTANTANÉS

42/03 - EMBRAYAGES A GRIFFES

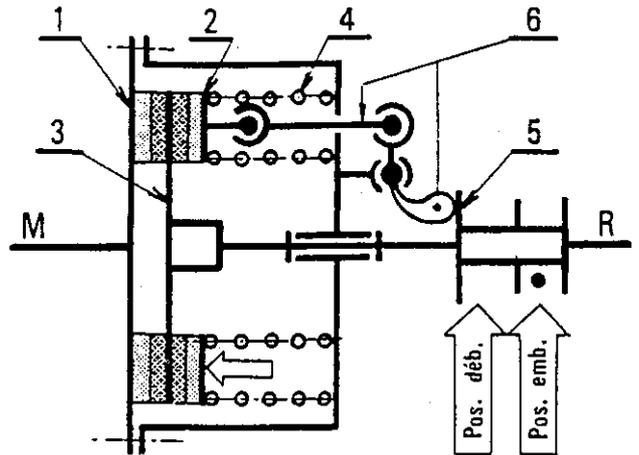


42/04 - EMBRAYAGES A DENTS



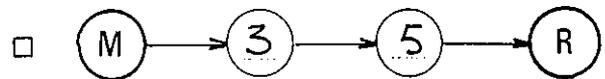
- Quelle remarque peut-on faire sur l'embrayage à dents du type (B) ?
 Un seul sens de rotation.....
- L'embrayage à griffes et à dents peuvent-ils être manœuvrés en marche ?
 Non..... (oui ou non)

42/09 - EMBRAYAGE A FRICTION PLANE - MONODISQUE

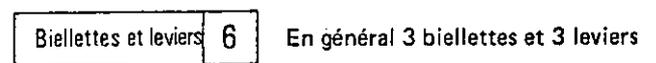


- **Position embrayée :** position du schéma ci-dessus.
 Les ressorts (4) s'appuient sur (1) et poussent le plateau mobile (2). Le disque (3) est serré entre (1) et (2).
- **Position débrayée :**
 Le baladeur (5) est poussé vers la gauche. Les biellettes et les leviers (6) tirent sur (2) et compriment les ressorts (4). Le disque (3) est libérée.

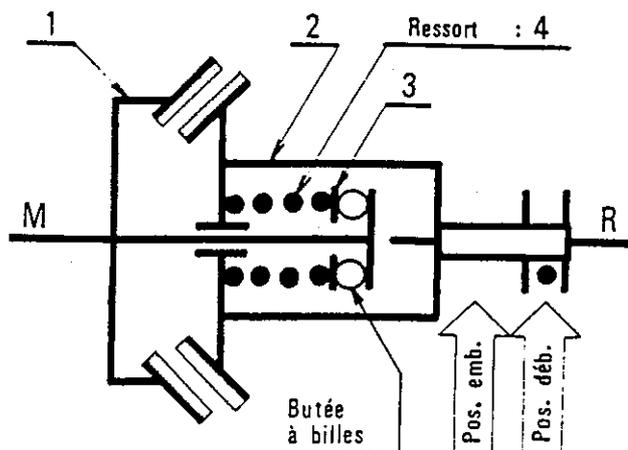
- Lorsque l'embrayage est en position embrayée le mouvement de rotation est transmis de (M) à (R) par l'intermédiaire des éléments suivants :



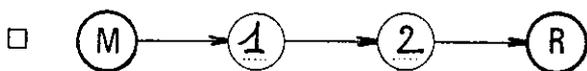
- Sans tenir compte des positions «débrayée» et «embrayée» mais seulement des déplacements possibles et liaisons, terminez les éléments de circuit ci-dessous.



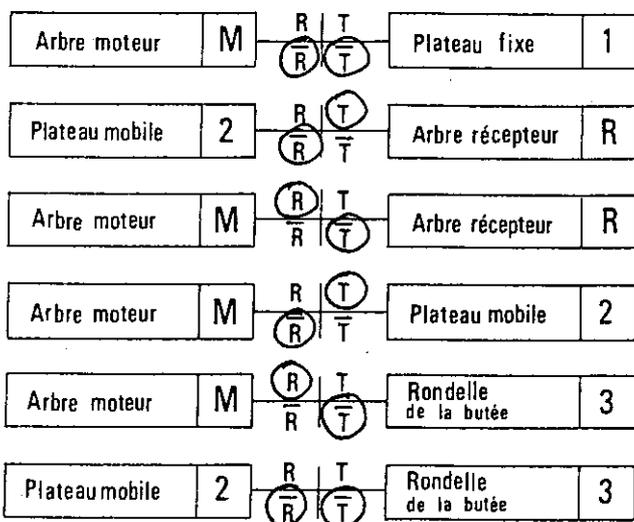
42/11 - EMBRAYAGE A FRICTION CONIQUE - CONE DIRECT



- **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.



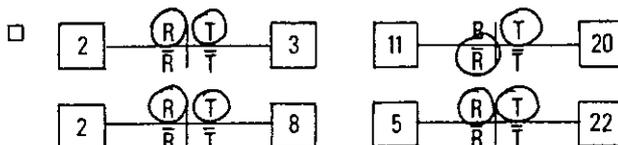
- La liaison en rotation de (2) avec (3) est obtenue par l'intermédiaire de quelle pièce ?
 Rondelle de butée montée serrée.....

42/12 - EMBRAYAGE A FRICTION CYLINDRIQUE



42/16 - EMBRAYAGE SIMPLIFIÉ D'AUTOMOBILE

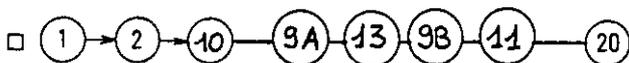
- ① Sans tenir compte des positions « embrayé » ou « débrayé », mais seulement des déplacements possibles et des liaisons, terminez les éléments de circuit ci-dessous :



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

Monodisque, friction plane.....

- ③ L'embrayage en position « embrayé », quelle est la suite des liaisons entre le vilbrequin (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) ?

Eviter de détériorer le traitement thermique des ressorts.....

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

Diminue..... (augmente/diminue)

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

L'embrayage patine.....

43. FREINS

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

- 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 ?
 Entaille en Vé.....
- ② Quelles manipulations faut-il effectuer pour déplacer (régler) le centre de l'articulation du segment (2) ?
 Desserrer 7. et faire tourner 4.....
- ③ Matière constituant la garniture de frein (10) ?
 Amiante. (.ferodo).....
- ④ Quelles sont les caractéristiques que doivent posséder les garnitures ?
 Bon coefficient de frottement.....
- ⑤ Quelle est la fonction du cylindre de roue ?
 Développer une force pressante.....
- 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 ?
 Ressort. Rep. 9.....
- ⑦ Deux butées réglables limitent ce déplacement. Une seule est représentée ci-contre. Quel est son repère ?
 8.....
- ⑧ Quels sont les éléments qui assurent l'étanchéité des pistons (12) et (13) ?
 15. et 14.....
- 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 ?
 Ressort de compression 16.....
- ⑩ Quels sont les éléments qui protègent les pistons contre les poussières ?
 17. et 18.....

43/08 - MOYEU ET FREIN À DISQUE

- ① Étudiez la liaison fusée de l'essieu (1) et moyeu (2). Quel est le type des roulements ? Montage en (X/O) ?
 en O. - Roulements KA.....
- ② Quel est le type du frein à disque ?
 1 piston..... (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 partielle..... (complète/partielle)
- ④ Quelle est la fonction du joint (9) ?
 Anti-poussière.....
- ⑤ Quelle est la fonction du joint torique (8) ?
 Étanchéité dynamique (.E.D).....
- ⑥ Quelle est la fonction du purgeur (10) ?
 Chasser l'air du circuit de freinage.....
- 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 ?
 Éviter une usure rapide des plaquettes.....
- 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.

TRANSFORMATIONS DE MOUVEMENT

44. SYSTÈME « VIS - ÉCROU »

44/04 - FAMILLE DE SOLUTIONS

ReT : Mouvements exercés ou obtenus
 ReT̄ : Mouvements empêchés

		VIS			
		RvT̄v	RvTv	RvTv	RvT̄v
ECROU	ReT̄e	○	1	○	○
	ReTe	1	○	○	○
	ReT̄e	○	○	○	1
	ReTe	○	○	1	○

- Mettre (1) dans les cases où la transformation de mouvement est possible et (0) dans le cas contraire.

44/06 - PORTE-OUTIL A ALÉSER

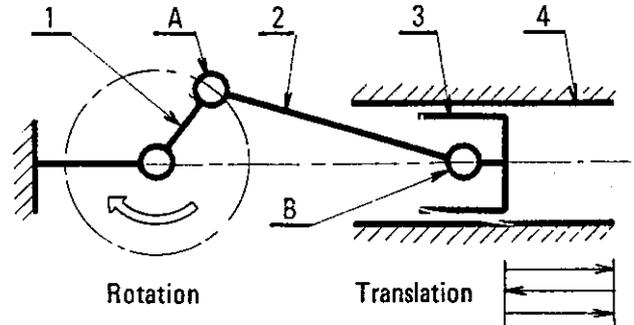
RÉGLAGE DU RAYON VARIABLE

- Quel repère porte la vis ? 2
- Quel repère porte l'écrou ? 1
- Mouvement exercé ? Rv 2 = 1
- Mouvement obtenu ? Te... 1 = 1
- Mouvements empêchés ? Re... 1 = 0
 Tv... 2 = 0
- Quel est le type de la liaison entre (2) et (3) ?
 Entre (2) et (3) la liaison est pivot.....
- Quel est le type de la liaison entre (1) et (3) ?
 Entre (1) et (3) la liaison est glissière.....
- Quel élément lié à (3) et quel usinage effectué sur (1) assurent la liaison en rotation de (1) et (3) ?
 Élément lié à (3) : vis 4.....
 Usinage effectué sur (1) : rainure.....

TRANSFORMATIONS DE MOUVEMENT

46. SYSTÈME « BIELLE - MANIVELLE »

46/02 - LES DIFFÉRENTS ÉLÉMENTS



Termes généraux

Termes particuliers
Moteur - compresseur

- | | |
|----------------|------------------|
| 1 : Manivelle | 1 : Vilebrequin |
| 2 : Bielle | 2 : Bielle..... |
| 3 : Coulisseau | 3 : Piston..... |
| 4 : Glissière | 4 : Chemise..... |

46/03 - LA BIELLE

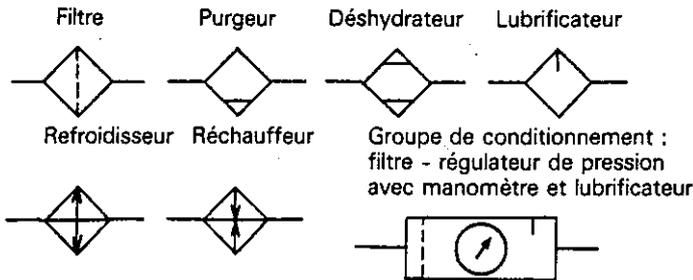
- TÊTE DE BIELLE (partie A) :
partie en contact avec le vilebrequin.....
- PIED DE BIELLE (partie B) :
partie en contact avec le piston.....

46/06 - MANIVELLE A RAYON VARIABLE

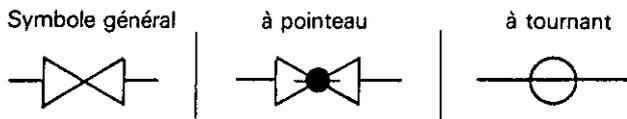
- Quel est le type d'articulation ?
 En porte-à-faux.....

TRANSMISSIONS HYDRAULIQUES ET PNEUMATIQUES 47. SCHÉMAS DE CIRCUITS

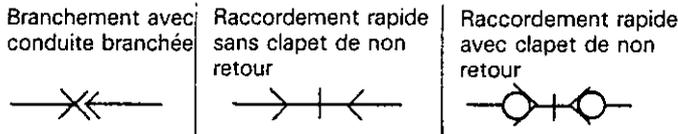
47/10 - APPAREILS AUXILIAIRES DIVERS



47/11 - ROBINETS

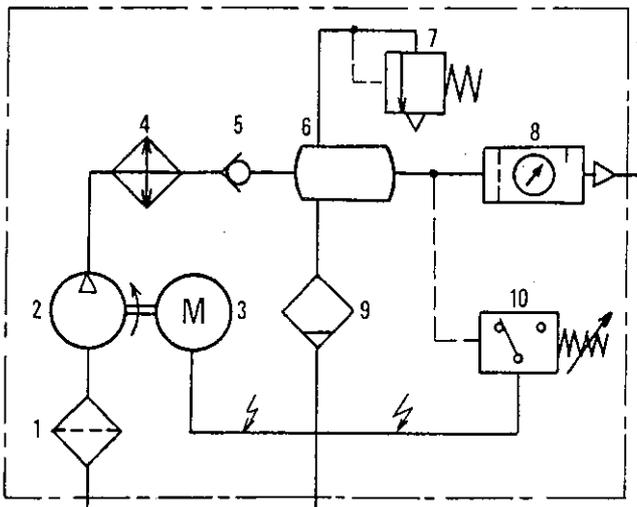


47/12 - BRANCHEMENTS - RACCORDEMENTS



47/13 - EXEMPLE D'UN SCHÉMA DE CIRCUIT

Compresseur à un étage entraîné par moteur électrique qui est déclenché et interrompu automatiquement, en fonction de la pression dans le réservoir.



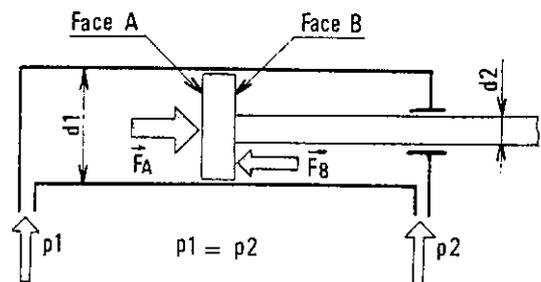
□ Répertoriez ci-dessous les différents appareils constituant le compresseur et essayez de comprendre son fonctionnement.

- | | |
|-----------------------|-------------------------------|
| 1 - Filtre | 6 - Réservoir |
| 2 - Compresseur | 7 - Limiteur de pression |
| 3 - Moteur électrique | 8 - Groupe de conditionnement |
| 4 - Refroidisseur | 9 - Purgeur |
| 5 - Clapet non-taré | 10 - Contact électrique |

TRANSMISSIONS HYDRAULIQUES ET PNEUMATIQUES 48. VÉRINS

48/04 - CALCUL DE L'EFFORT APPLIQUÉ SUR UNE FACE DU PISTON

• VÉRIN DOUBLE EFFET



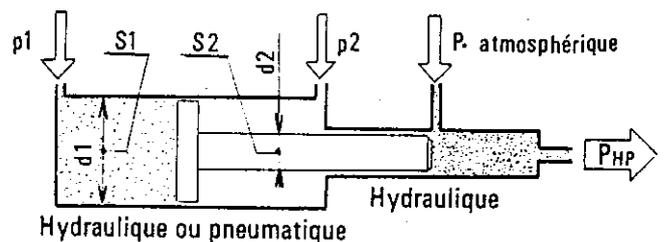
$$\vec{F}_A = p \cdot \left(\pi \frac{d_1^2}{4} \right)$$

$$\vec{F}_B = p \cdot \frac{\pi}{4} (d_1^2 - d_2^2)$$

Remarque :

Les poussées ne sont pas égales dans les deux sens ni les vitesses des déplacements en translation du piston, bien que les pressions (p_1) et (p_2) soient égales.

• MULTIPLICATEUR DE PRESSION



Un multiplicateur est employé pour transformer une basse pression d'entrée (p_1) en haute pression de sortie (P_{HP}).

Pression sortie :

$$P_{HP} = p_1 \cdot \frac{S_1}{S_2}$$

MPa MPa

Exercice :

Sachant que : $p_1 = 1 \text{ MPa}$, $d_1 = 76 \text{ mm}$,
 $d_2 = 25 \text{ mm}$; calculez la pression de sortie : P_{HP} .

$$P_{HP} = \frac{1 \times 76^2}{25^2} = 9,24 \text{ MPa}$$

Réponse : 9,2 MPa

TRANSMISSIONS HYDRAULIQUES ET PNEUMATIQUES

49. DISTRIBUTEURS

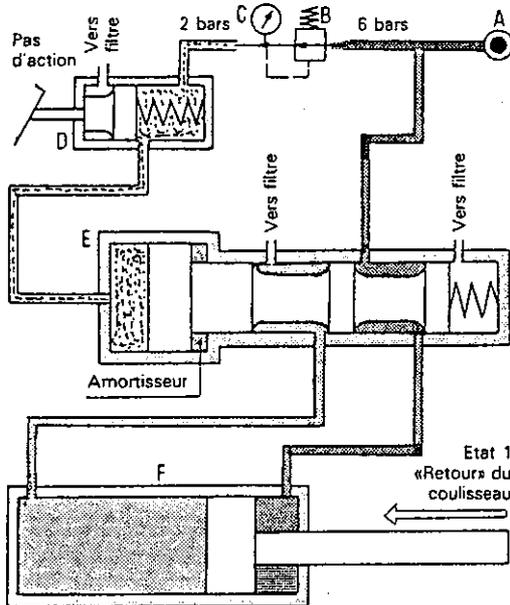
49/09 - COMMANDE PNEUMATIQUE D'UNE PRESSE

Le coulisseau d'une petite presse à sertir est lié à la tige de piston d'un vérin. Un distributeur commandé au pied pilote le distributeur qui assure le remplissage et le délestage du vérin.

1 Les deux états de la presse :

Etats	Pédale	Coulisseau de la presse
Etat 1	Pas d'action sur...	«retour» du coulisseau
Etat 2	action sur...	«poussée» sur le coulisseau

2 Dessin simplifié de la commande :
presse à l'état 1



3 Identifiez les différents appareils constituant la commande de la presse pneumatique :

A: *Source de pression* D: *Distributeur*
 B: *Régulation* E: *Pilotage*
 C: *Manomètre* F: *Vérin double effet*

4 Coloriez en jaune les canalisations et espaces occupés par le flux à basse pression (2 bars).
Pilotage du distributeur (E).

5 Coloriez en rouge les canalisations et espaces occupés par le flux à haute pression (6 bars)

6 Coloriez en bleu les canalisations et espaces occupés par le flux mis à la pression atmosphérique.

7 La vitesse du coulisseau dans le sens «Poussée» est-elle identique à la vitesse dans le sens «Retour» ?
Si non, laquelle est la plus rapide ?

Non (oui ou non) ⇒ Sens «*poussée*» plus rapide

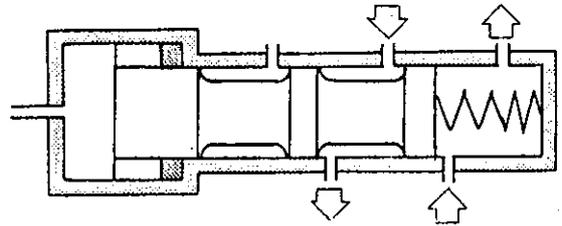
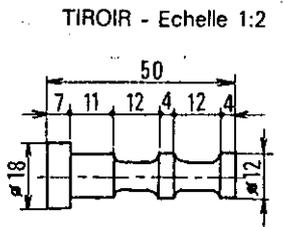
Rappel :

- Conduites d'alimentation et de retour (fort) _____

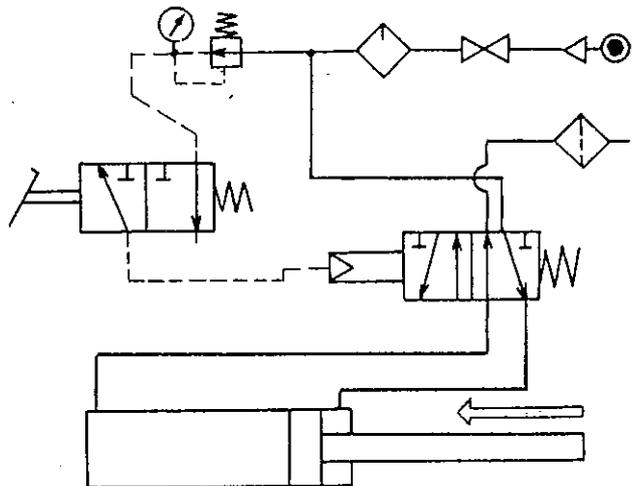
- Conduites de pilotage (interrompu long fin) - - - - -

- Raccordement des conduites - Croisement des conduites

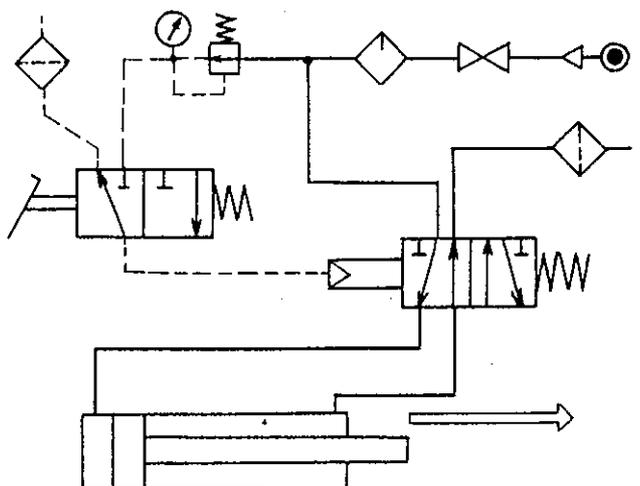
8 Sur du papier à dessin, dessinez et découpez le tiroir du distributeur (E)
Manipulez le tiroir découpé dans le cylindre ensuite, la presse étant à l'état 2
Terminez le schéma du ressort



9 Schéma de la commande - Presse à l'état 1
Complétez le schéma de l'installation...
(Voir rappel au bas de la page - colonne de gauche)



10 Schéma de la commande - Presse à l'état 2
Complétez le schéma de l'installation.
Etudiez si nécessaire le montage collé de l'exercice (8)



11 Questionnaire

- Quelle est la fonction du lubrificateur
- graissage de l'air injecté dans le circuit* - ...
- graissage des pièces en mouvement* - ...
- Quelle est la fonction des filtres aux échappements
- Récupération de l'huile* - *protection du personnel et de l'environnement* - ...

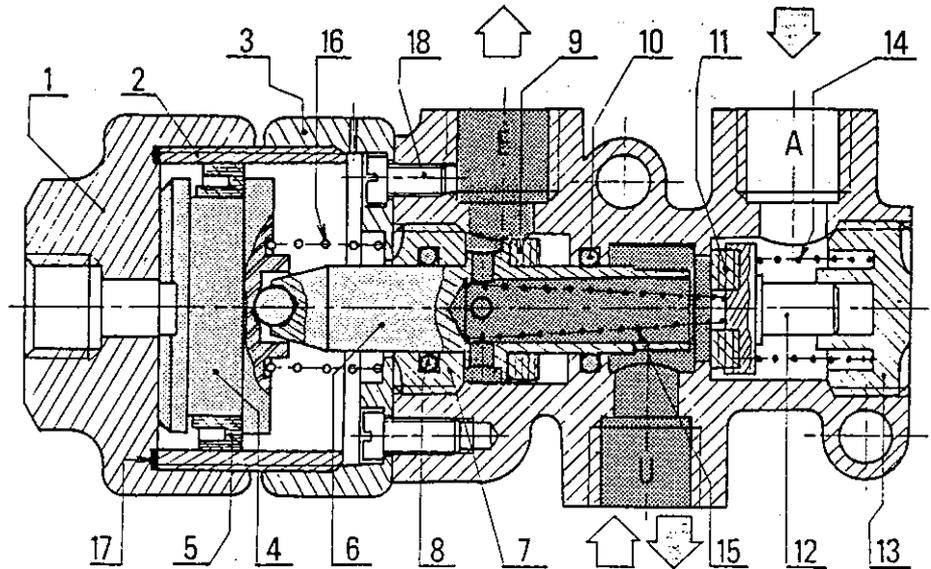
49/10 - DISTRIBUTEUR

1) Caractéristiques

Le dessin ci-contre représente à l'échelle 3:2 un distributeur 2 voies 3 orifices à soupape normalement fermé, commandé par un pilotage pneumatique.

Sans l'action du pilotage, l'orifice d'admission (A) ne communique pas avec l'orifice d'utilisation (U). L'orifice (U) communique avec l'orifice d'échappement (E).

Sous l'action du pilotage, l'orifice (A) communique avec l'orifice (U). L'orifice (E) est obstrué.



2) Quelles sont toutes les pièces qui composent le pilotage ? - Alignez tous les repères concernés.

1 - 2 - 5 - 4 - 3 - 16 - 17

3) Sachant que le diamètre intérieur du cylindre (2) est de 27 mm et la pression de pilotage de 0,2 MPa, calculez la force qui agit sur le piston (4).

Revoir les formules chapitre 48/04 - Attention aux unités.
 $F = 0,2 \times \frac{\pi}{4} \times 27^2 = 114,5 N$

4) Le joint (17) assure l'étanchéité entre les pièces (1) et (2). Cette étanchéité est-elle dynamique ou statique ?

Statique (ES) (dynamique ou statique)

5) Le joint (8) assure l'étanchéité entre les pièces (6) et (7). Cette étanchéité est-elle dynamique ou statique ?

Dynamique (ED) (dynamique ou statique)

6) Quelles sont les pièces qui se déplacent ou se déforment pour mettre en communication l'orifice (A) avec l'orifice (U) ? Exclure toutes les pièces qui participent au pilotage.

12 - 11 - 14 - 15 - 6

7) Sachant que le diamètre intérieur de la soupape (11) est de 12 mm et la pression d'admission de 0,6 MPa, calculez la force qui applique la soupape (11) sur son siège. Négligez l'action du ressort (14) et considérez que l'effort s'exerce sur toute la surface de Ø 12 de la soupape.

$F = 0,6 \times \frac{\pi}{4} \times 12^2 = 67,8 N$

8) La force qui s'exerce sur le piston (4) du pilotage est-elle suffisante pour permettre l'ouverture de la soupape (11/12) ? Comparez les résultats obtenus ci-dessus.

Oui (oui ou non)

9) Le piston (4/5) du pilote déplace d'abord les pièces (6/9), puis la soupape (11/12). Laquelle de ces pièces limite la course de l'ensemble.

3 (6 ou 9 ou 11 ou 12)

10) Quelle est la fonction (le rôle) de la rondelle (9) - Sa matière - comment est-elle liée à la pièce (6) ?

Fonction : Etanchéité
 Matière : Caoutchouc
 Liaison avec (6) : Collage

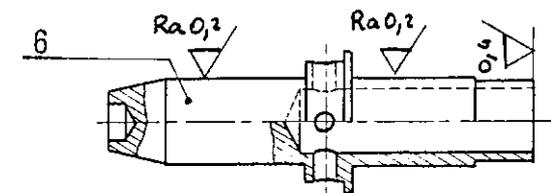
11) Chaque ressort assure le retour d'un sous-ensemble :

Le ressort (... 16 ...) assure le retour des pièces (4) et (5)
 Le ressort (... 14 ...) assure le retour des pièces (11) et (12)
 Le ressort (... 15 ...) assure le retour des pièces (6) et (9)

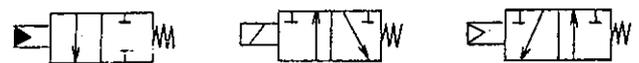
12) Dans quelle catégorie pouvez-vous classer les joints suivants : (plat - torique - à lèvres, etc...)

Repère 8 : joint torique
 Repère 5 : joint à lèvres

13) Complétez sur le dessin ci-dessous du poussoir (6) les spécifications des états de surface (rugosités).



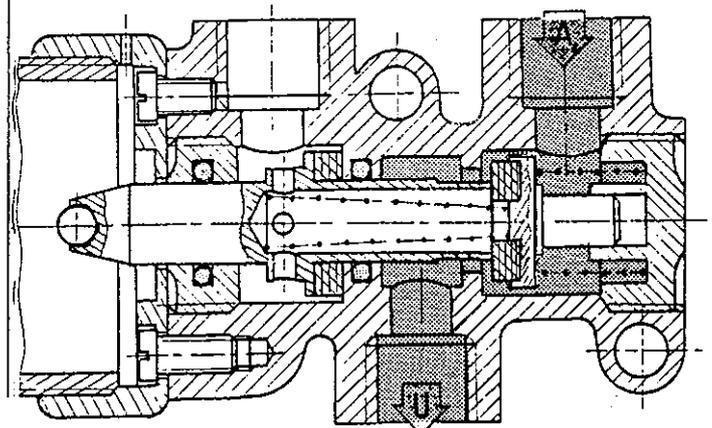
14) Quelle est la représentation symbolique du distributeur dessiné ? Entourez la bonne solution.



15) Désignez le distributeur (nombre d'orifices/nombre de positions distinctes)

2 voies - 3 orifices

16) Sur le dessin ci-dessous, le distributeur est représenté ouvert (actionné). Sur les deux dessins, coloriez de couleurs différentes les espaces occupés par les flux : haute pression, basse pression (pilotage), mise à l'atmosphère.



TRANSMISSIONS HYDRAULIQUES

50. POMPES

50/02 - POMPES ALTERNATIVES

- Quelle est la cylindrée de la pompe ?
- Cylindrée = $S \times C$
- Sachant que la pompe effectue « n » cycles par mn, quel est le débit de cette pompe ?
- Débit = $S \times C \times n$

Exemples de pompes alternatives :

- ... Pompes à piston plongeur
- ... Pompes à essence
- ... Pompes à levier (eau)

EXERCICE DE CONTRÔLE N° 1

JOINT TOURNANT PNEUMATIQUE

ÉTANCHÉITÉ

- ① En répondant uniquement par : 1^{re} solution ou 2^e... ; laquelle de ces solutions assure :
 - une étanchéité statique indirecte : 1^{re} solution
 - une étanchéité dynamique indirecte : 2^e solution
 - une étanchéité statique directe : 3^e solution
 - une étanchéité dynamique directe : 4^e solution

FORME REPÉRÉE (T)

Voir vue d'ensemble.

- ② Quelle est la fonction de la forme (T) repérée ?
 - Conduit pour le graissage du roulement à billes

AJUSTEMENTS

- ③
 - Ajustement (A) $\varnothing 15$: jeu serrage (*)
Raison : Arbre fixe
Moyeu tournant
 - Ajustement (A) $\varnothing 38$: jeu serrage (*)
Raison : Moyeu tournant

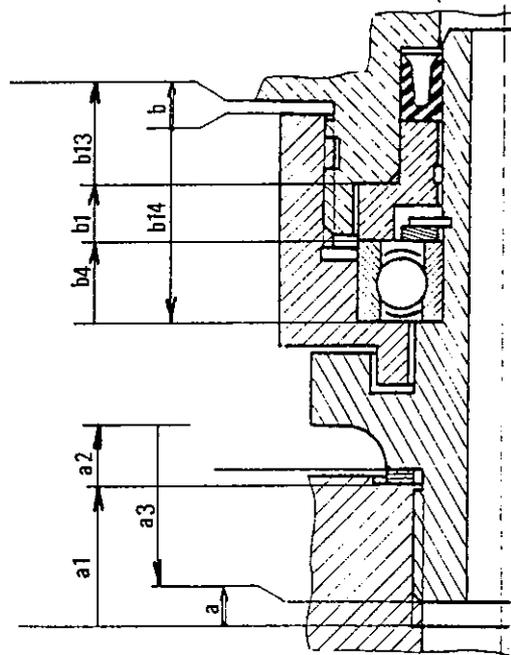
(*) : Rayer la mention inutile.

USINAGES PARTICULIERS

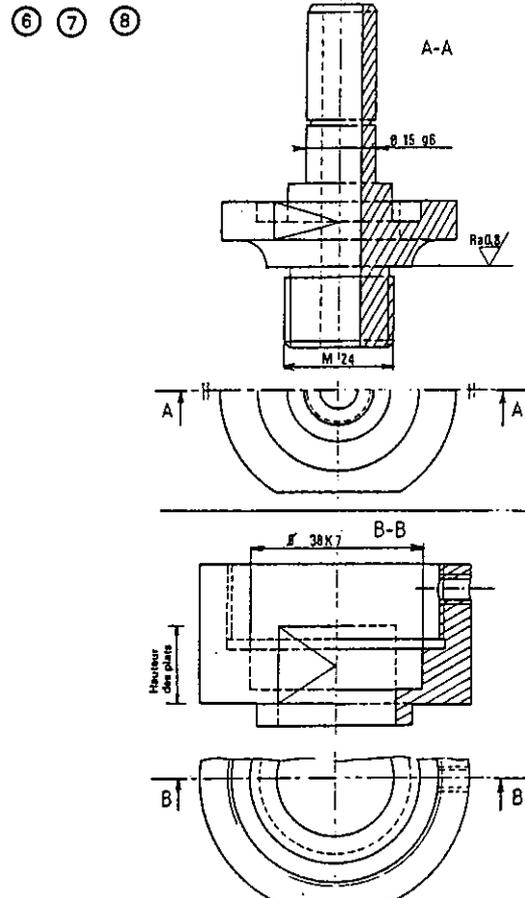
- ④ Quel est le rôle de l'usinage correspondant :
 - à « 45 surplats » : Serrage de 3 sur 1
 - à « 54 surplats » : Serrage de 13 sur 14

CHAÎNE DE COTES

- ⑤ Établir les chaînes de cotes relatives aux conditions (a) et (b). Retrouver les repères sur la vue d'ensemble.



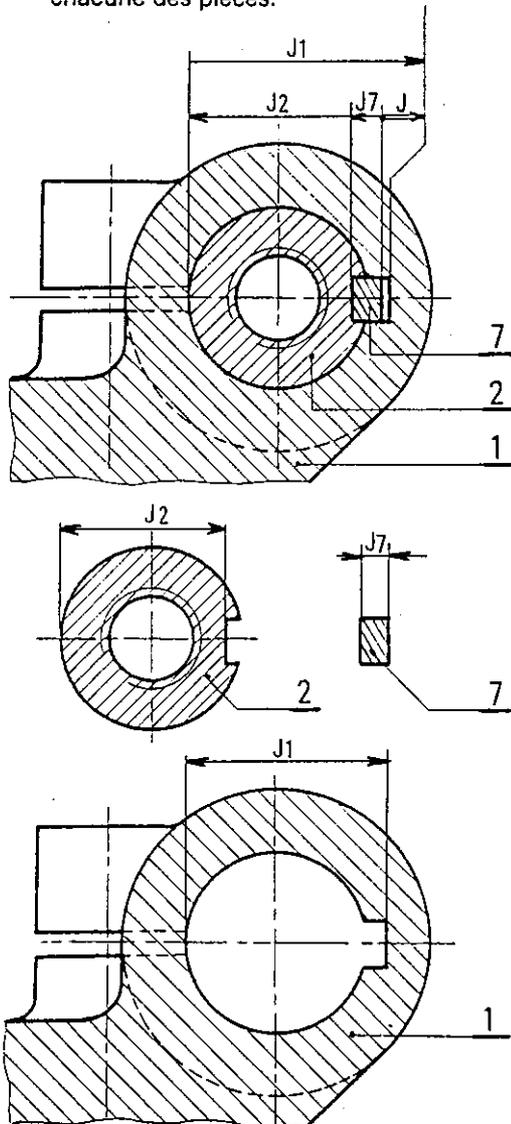
DESSIN - COTATION



EXERCICE DE CONTRÔLE N° 2 A - BUTÉE MICROMÉTRIQUE

COTATION FONCTIONNELLE

⑩ Établir la chaîne de cotes relative à la condition (jeu J) et reporter ensuite les cotes fonctionnelles obtenues sur le dessin de chacune des pièces.



CALCULS DE COTES

⑪ Calculs à effectuer en utilisant la chaîne de cotes établie ci-dessus. Sachant que les cotes relatives aux différentes pièces sont :

$$(1) : 33 \begin{matrix} +0,20 \\ 0 \end{matrix} \quad (7) : 4,5 \begin{matrix} 0 \\ -0,15 \end{matrix}$$

$$(2) : 27,5 \begin{matrix} 0 \\ -0,10 \end{matrix}$$

□ Calculer le jeu max et le jeu min
 $J = J_1 - (J_7 + J_2)$

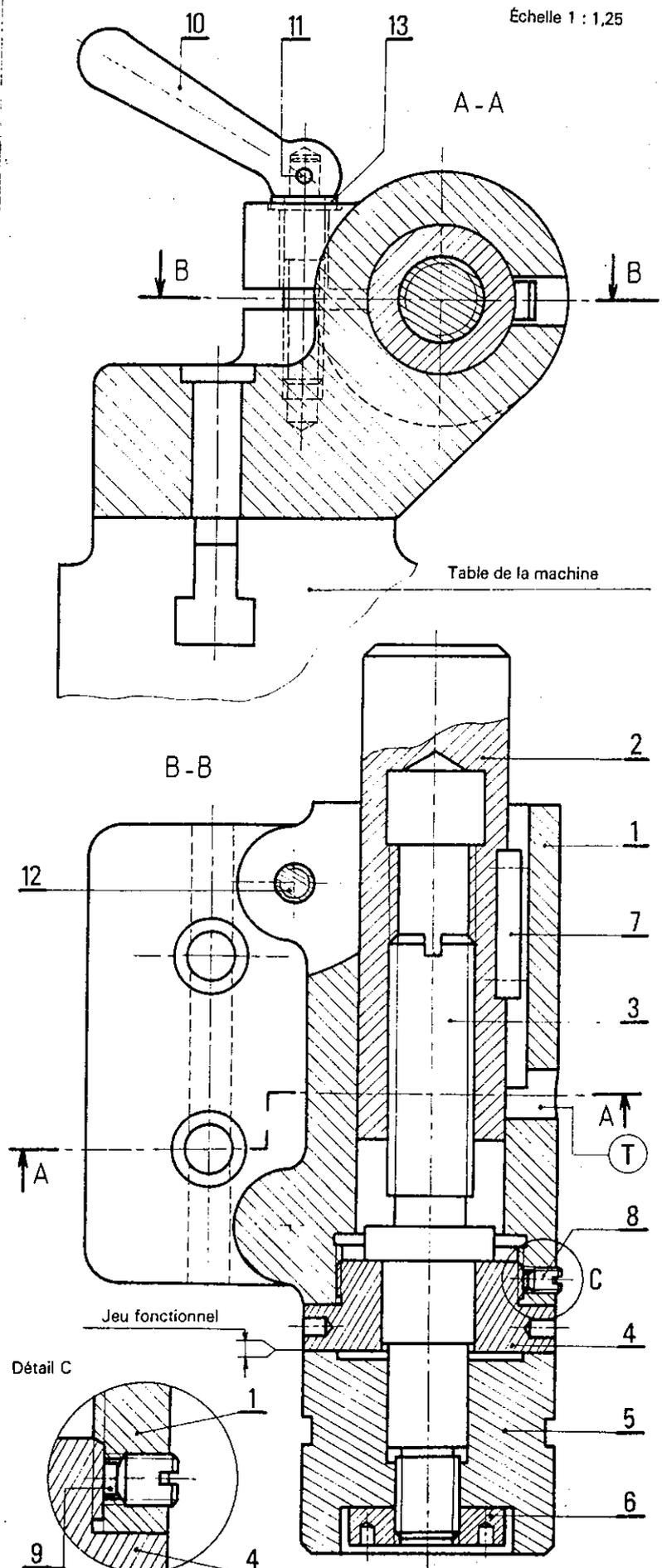
$$J_{\text{maxi}} = J_1_{\text{maxi}} - J_7_{\text{mini}} - J_2_{\text{mini}}$$

$$J_{\text{maxi}} = 33,2 - 2,7,4 - 4,35 = 1,45$$

$$J_{\text{mini}} = J_1_{\text{mini}} - J_7_{\text{maxi}} - J_2_{\text{maxi}}$$

$$J_{\text{mini}} = 33 - 2,7,5 - 4,5 = 1$$

$$J = 1 \begin{matrix} +0,45 \\ 0 \end{matrix}$$



ÉTUDE DE LA BUTÉE MICROMÉTRIQUE

① Comment est assurée la mise en position de la butée sur la table de la machine ?

Tenon dans une rainure

② Le réglage de cette butée s'effectue en tournant le tambour (5). Quel est alors le mouvement du fourreau (2) ?

Translation

③ En déduire l'ajustement entre (1) et (2) ?

Glissant. H7/f6

④ Quel est le rôle de la clavette (7) dans le système de transformation de mouvement ?

Liaison en rotation

⑤ Quel est le rôle du trou (T) percé dans la partie droite du corps (1) ?

Brise copeau pendant le mortaisage de la rainure de clavette

⑥ Quelle est la fonction de la vis (8) et de la pastille de plomb (9) ?

Frein de vis (4)

⑦ Pour quelle raison le corps (1) possède-t-il un bossage non utilisé ?

Afin de pouvoir réaliser la butée micrométrique symétrique

⑧ Comment s'appelle le système permettant la liaison complète et réglable entre le corps (1) et le fourreau (2) ?

Goujon + manette

⑨ Un usinage permet au corps (1) de pouvoir se déformer légèrement pour assurer la liaison définie ci-dessus. Sur quelle machine et avec quel outil est effectué cet usinage ?

Fraiseuse - (Fraiseuse)

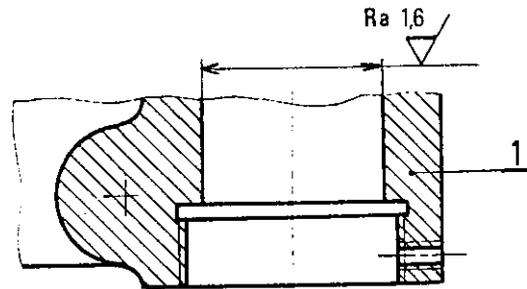
⑩ Sachant que M 16x2 désigne le filetage de la partie de la vis qui reçoit le fourreau (2), combien de graduations faudra-t-il graver sur le tambour (5) pour que chaque graduation corresponde à une translation du fourreau de 0,05 mm ?

Vis M16 - pas 2 mm -

Avance 2 mm pour 1 tour -

Pour une avance de 0,05 mm, il faut $\frac{0,05}{2} = \frac{1}{40}$ de tour - d'où 40 graduations

SIGNE D'ÉTAT DE SURFACE



⑪ Sur la surface de l'alésage du corps (1) est portée l'indication de l'état de surface.

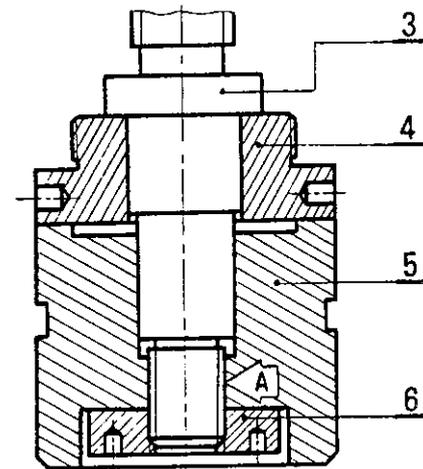
Donner la spécification de chaque terme ?

Ra 1,6 : Écart moyen arithmétique

to : Tournage

FG : Frottement de glissement

LIAISON VIS - TAMBOUR



⑫ L'étude de la liaison entre le tambour (5) et la vis (3) nous montre que le trou (A) dans le tambour est taraudé (voir dessin ci-dessus). Si ce trou était lisse, quelle conséquence fonctionnelle en résulterait-il ?

Le tambour gradué ne serait pas solidaire de la vis 3

⑬ Quel est le rôle de la fente exécutée à l'extrémité de la vis (3) - voir dessin d'ensemble ?

Immobilisation en rotation de la vis (3) au moment du serrage de l'écrou (6)

⑭ Quel est le rôle de l'écrou (6) dans la liaison (5/3) ?

Freinage de (5) en position

⑮ Quel type de clé spéciale est utilisée pour bloquer l'écrou (6) ?

Clé à ergots

EXERCICE DE CONTRÔLE N° 2 B - BUTÉE MICROMÉTRIQUE

IDENTIFICATION DES SURFACES				TOLÉRANCES GÉOMÉTRIQUES	EXIGENCES DIMENSIONNELLES
Rep.	Nature géométrique	Dimension tolérancée	État de surface		
A			Ra 12,5		
B		$\phi 32 H7$	Ra 1,6		
C		$30 \pm 0,5$	Ra 6,3		
D		$4 \begin{smallmatrix} +0,5 \\ 0 \end{smallmatrix}$	Ra 6,3		
E		$8 f7$	Ra 3,2		
F		$6 J_{s9}$	Ra 6,3		
G		$4 \begin{smallmatrix} +0,5 \\ 0 \end{smallmatrix}$	Ra 6,3		
H		$\phi 10,5$	Ra 6,3		
J		$\phi 10$	Ra 6,3		

EXERCICE DE CONTRÔLE N° 3

CYLINDRE ROTATIF PNEUMATIQUE

COURSE DU PISTON

- ① Quelle est la course maxi du piston (2) ?
Relever la cote sur le dessin et tenir compte de l'échelle pour donner le résultat.
- ... 27 mm.

LIAISON CYLINDRE / BROCHE

- ② Comment s'appelle le système défini sur la coupe B-B, permettant la liaison du corps du cylindre rotatif (1) avec la broche du tour (20) ?
- Tampons tangents
- ③ Caractéristiques de cette liaison ?
(entourer les caractères qui conviennent).
- Liaison (1-20) : La liaison est :
- | | | |
|----------------|----------------|---------------------|
| complète (C) | rigide (r) | démontable (dé) |
| ou | ou | ou |
| partielle (C̄) | élastique (r̄) | non démontable (dē) |

cette liaison est obtenue par :

- | | |
|---------------|-----------------|
| adhérence (a) | direct / e (di) |
| ou | ou |
| obstacle (ā) | indirect/e (dī) |

FONCTION

- ④ Quelle est la fonction des pièces (16) ? Cette fonction est-elle assurée par adhérence ou par obstacle ?
- Frein de vis - Obstacle

CONCEPTION

- ⑤ Justifier brièvement l'utilisation de l'alliage léger pour le cylindre rotatif au point de vue fonctionnel ?
- Diminution du poids de la pièce ... donc des forces d'inertie pendant la rotation
- ⑥ Dans la conception du corps (1) du cylindre, quelle est l'utilité des nervures ?
- Augmenter la rigidité de la pièce

CALCUL DE LA FORCE

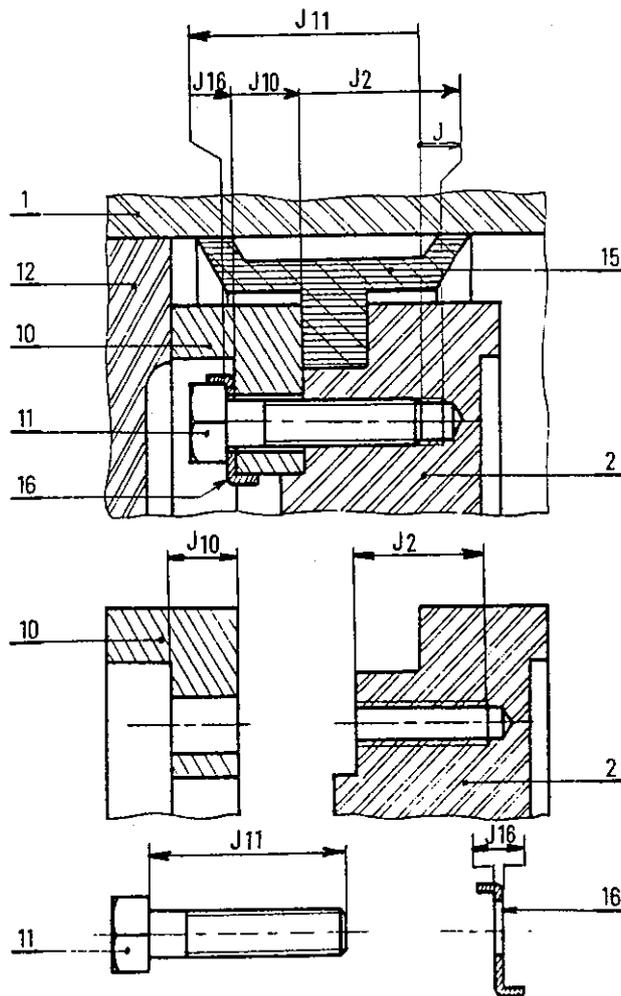
- ⑦ Sachant que la pression de l'air comprimé est de 1MPa, calculer la force qui s'exerce dans le sens de l'axe de la tige (4) sur les rampes inclinées provoquant le serrage des mors du mandrin ?
- $F = p \times \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2)$
- $F = 1 \times \frac{\pi}{4} \cdot (110^2 - 16^2)$
- $F = 9302,2 \text{ N}$

TOLÉRANCES GÉOMÉTRIQUES

- ⑧ Sur le dessin de définition de la tige du piston (4) sont données les spécifications suivantes (ci-dessus). Donner la signification de :
- $\varnothing 0,12$: Intervalle de tolérance de 0,12 entre deux formes cylindriques ... coaxiales
- 0,1 : Intervalle de tolérance de 0,1 ... entre deux surfaces perpendiculaires

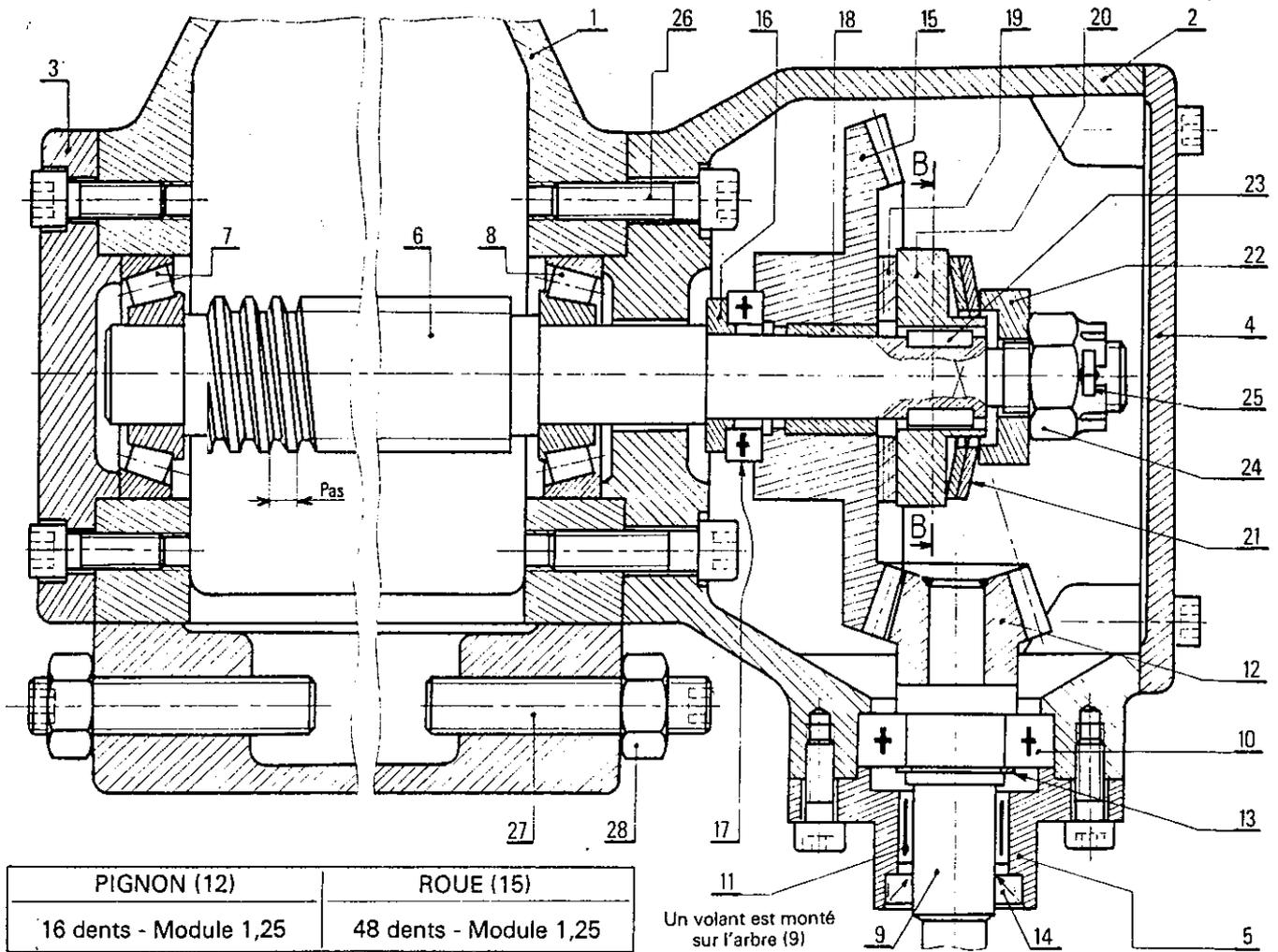
COTATION FONCTIONNELLE

- ⑨ Établir la chaîne de cotes relative à la condition (J). La pièce (15) est compressible :
- ⑩ Reporter ensuite sur les dessins des pièces les cotes fonctionnelles appartenant à chacune d'elles.



EXERCICE DE CONTRÔLE N° 4 - RENVOI D'ANGLE AVEC LIMITATEUR DE COUPLE

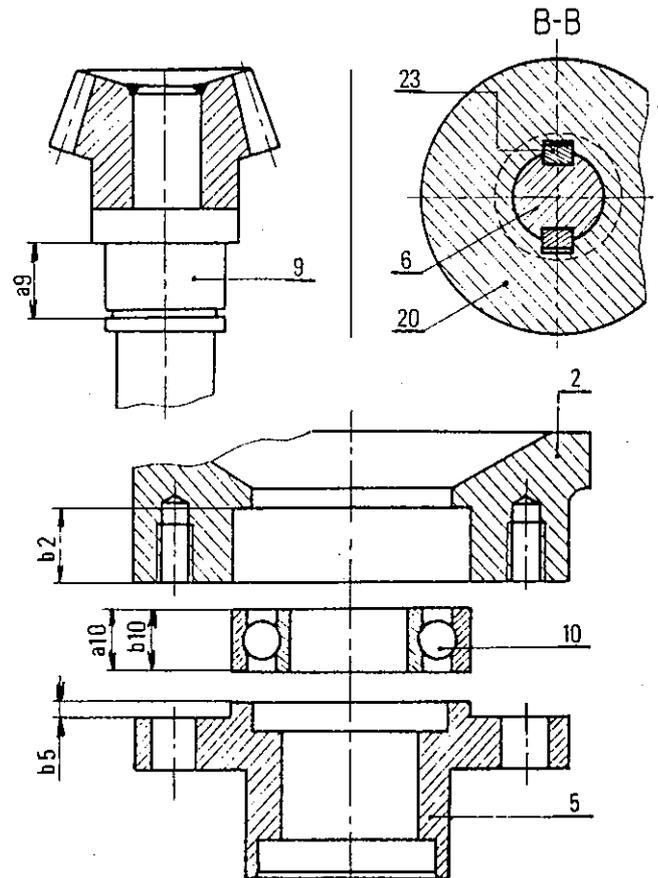
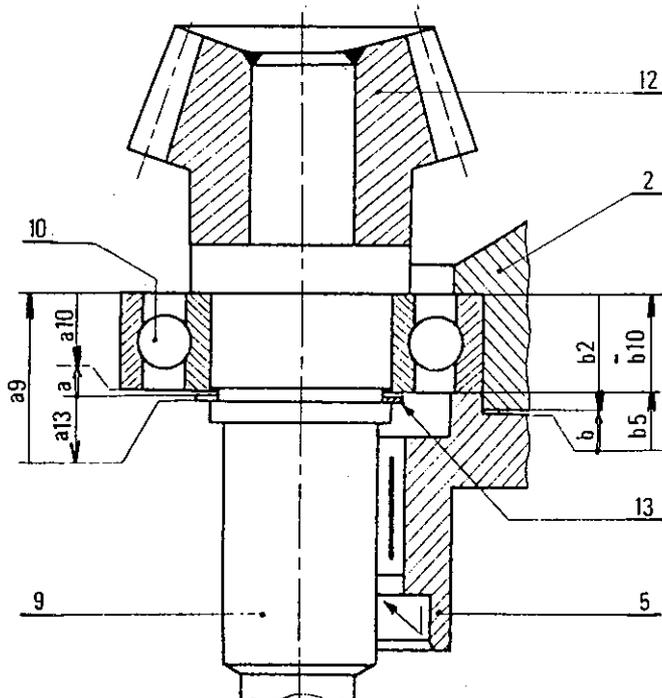
Échelle 1,25 : 1



PIGNON (12)	ROUE (15)
16 dents - Module 1,25	48 dents - Module 1,25

CHAÎNES DE CÔTES

⑱ Établir les chaînes de cotes relatives aux conditions (a) et (b) et reporter les cotes fonctionnelles obtenues sur le dessin de chacune des pièces.



LES LIAISONS

① Définir les liaisons cinématiques suivantes (entourer les caractéristiques qui conviennent).

Liaison (1-2) : La liaison est

complète (c)	rigide (r)	démontable (dé)
ou	ou	ou
partielle (c̄)	élastique (r̄)	non démontable (dē)

Liaison (9-12) : La liaison est

complète (c)	rigide (r)	démontable (dé)
ou	ou	ou
partielle (c̄)	élastique (r̄)	non démontable (dē)

DÉSIGNATIONS

② Donner la désignation normalisée des éléments repérés ci-dessous :

Rép.	Caractéristiques	Désignations
24	∅ nominal : 8	Ecrou . HK . M8
26	∅ nominal : 4 longueur : 16	Vis . CHC . M4 - 16
27	∅ nominal : 6 longueur : 35	Vis . HC . PL . M6 - 35

FONCTIONS

③ La pièce repérée (17) est-elle un roulement à billes ou une butée à billes ? Quelle est la fonction de cette pièce ?

Butée à billes. Elle supporte les charges axiales.....

④ Que désigne le repère (11) ?

Roulement à aiguilles.....

⑤ Quelle est la fonction de la pièce (14) ?

Etaucheté dynamique (ED).....

ÉTUDE DU LIMITEUR DE COUPLE

⑥ Quels sont les éléments qui lient en rotation les pièces (6) et (20) ?

Les 2 clavettes parallèles (23).....

⑦ La liaison en rotation entre (6) et (15) est-elle obtenue par obstacle ou par adhérence ?

Adhérence.....

⑧ Quels sont les éléments qui créent la force pressante nécessaire ?

Rondelles Belleville..... Rep. 21.....

⑨ En cours de fonctionnement, que se passe-t-il si l'arbre (6) se trouve accidentellement bloqué ?

Glissement relatif entre 15 et 20 à l'aide de 19.....

⑩ Comment peut-on faire varier la valeur limite du couple à transmettre ?

Augmenter ou diminuer la force pressante produite par les rondelles (21).....

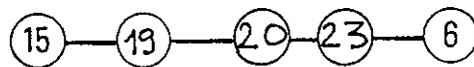
⑪ Quelle caractéristique importante doit avoir la garniture (19) ? choix du matériau ?

Bon coefficient de frottement (ferodo).....

⑫ La garniture (19) doit être collée sur le disque (20) ou sur la roue conique (15). Quel choix feriez-vous et pourquoi ?

Collage sur 20... Remplacement... plus facile après usure.....

⑬ En marche normale, quelle est la suite des liaisons en rotation entre (15) et (6) ?



ÉTUDE DE L'ENGRENAGE CONIQUE

⑭ Connaissant les caractéristiques du pignon (12) et de la roue (15), calculer la raison de cet engrenage ?

$r = \frac{16}{48} = \frac{1}{3}$

⑮ Sachant que le pas du filet trapézoïdal de la vis (6) est de 3 mm, combien l'axe (9) doit-il faire de tours pour obtenir un déplacement en translation de 12 mm de l'écrou (non représenté) monté sur la vis (6) ?

Pas de 3 - Déplacement de 12 mm = 4 tours - Rotation de 9 = 4 x 3 = 12 tours

TOLÉRANCES

⑯ Entre la bague (18) et la roue (15), l'ajustement choisi est : 12 H7/m6.

12 H7	+ 0,018 0	12 m 6	+ 0,018 + 0,007
-------	--------------	--------	--------------------

Calculer le jeu max et le serrage max de cet ajustement.

Jeu max = 12,018 - 12,007 = 0,011
 serrage max = 12 - 12,018 = -0,018

⑰ La zone de tolérance H7 pour l'alésage étant représentée, dessiner la zone de tolérance de l'arbre.



⑱ CHAINES DE COTES - voir page précédente.