



ROYAUME DU MAROC

مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail
Direction Recherche et Ingénierie de la Formation

RESUME THEORIQUE
&
GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES

MODULE 3 : ANALYSE DE PRODUITS
ET GAMME DE MONTAGE

Secteur : FABRICATION MECANIQUE

**Spécialité : Technicien Spécialisé en Méthodes de
Fabrication Mécanique**

Niveau : Technicien Spécialisé

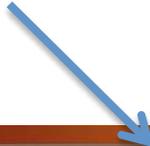
Document élaboré par :

PORTAIL DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE AU MAROC

Télécharger tous les modules de toutes les filières de l'OFPPT sur le site dédié à la formation professionnelle au Maroc : www.marocetude.com

Pour cela visiter notre site www.marocetude.com et choisissez la rubrique :

MODULES ISTA



HOME LIVRES **MODULES ISTA** ANNUAIRE ECOLES DOCTORAT LETTRE DE MOTIVATION NOUS CONTACTER SE CONNECTER

Maroc Etude.Com Connaissance - Métier - Technique

Annonces Google Emploi Maroc Messagerie Telecharger Un Jeu Maroc Annonces

recherche...

Nous avons 14 invités en ligne

Annonces Google

Annonces Emploi Maroc
Jeux Telecharger Gratuit
Jeux PC En Ligne

Connexion

Identifiant
sniper

Mot de passe
.....

Se souvenir de moi

Connexion

Mot de passe oublié ?
Identifiant oublié ?

Notre Bibliothèque que ...Livres à Télé charger Gratuitement

MacKeeper

-20%

Complete your Purchase Now and save 20% Guaranteed with this Coupon Code

Apply Discount Automatically

"On ne jouit bien que de ce qu'on partage" [Madame de Genlis]

Annonces Google

Jeu De Jeux
Jeux Sur Internet
Ecole Ingénieur

Dépanner et configurer votre réseau à domicile

(Outil de Diagnostic)
Wi-Fi / Ethernet
Console de jeu
Imprimante
Messagerie

Nom et prénom

Octavian ALBU

CDC Génie Mécanique

DRIF

Actualisé par :

SERBOUT MOHAMED

CDC Génie Mécanique

DRIF

Révision linguistique

-
-
-

Validation

-
-

MODULE 4 : ANALYSE DE PRODUITS ET GAMME DE MONTAGE

Code :	Théorie :	30 %
Durée : 45 heures	Travaux pratiques :	65 %
Responsabilité : D'établissement	Evaluation :	5%

OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU DE COMPORTEMENT

COMPETENCE

- **Analyser un produit et établir des gammes de montage.**

PRESENTATION

Ce module de compétence particulière pour les Techniciens Méthodes se dispense en deuxième année du programme de formation, à la suite du module sur les gammes d'usinage et après avoir traité les ensembles mécaniques en module de dessin.

DESCRIPTION

L'objectif de ce module est de faire acquérir la compétence particulière relative à l'élaboration et rédaction d'un mode opératoire d'assemblage ou de gamme de montage à partir d'un cahier des charges. Il vise donc à rendre le stagiaire apte à analyser un produit sous forme d'ensemble ou sous ensemble mécanique et d'établir les documents nécessaires à leur montage en production. Le stagiaire apprendra à utiliser les documents relationnels des méthodes et apprendra à élaborer des processus d'assemblage simple. La relation entre la conception des ensembles et leur faisabilité devra être un souci quotidien

CONTEXTE D'ENSEIGNEMENT

- Les stagiaires auront à faire en groupe des exposés sur divers techniques de montage : montage des roulement, outillages de poste de montage ...
- Le travail en groupe et en sous-groupe sera favorisé par le formateur
- Mettre les stagiaires dans des situations réelles de production en provoquant des relations client - fournisseurs
- Des butées horaires seront appliquées pour le respect des délais et la notion des temps alloués

CONDITIONS D'EVALUATION

- Travail individuel.
- A partir :
 - d'un cahier des charges
 - de consignes et directives : qualité, quantité et délai
 - de plan de définition, de croquis à main levée
 - du parc machine et outillages disponibles
- A l'aide :
 - des documents relationnels, des méthodes, des standards d'entreprise
 - des dossiers machines et des postes de travail
 - des catalogues de fournisseurs des outils et outillages à mains

OBJECTIFS	ELEMENTS DE CONTENU
1. Lire et comprendre un cahier des charges (qualité, délai et quantité demandée)	<ul style="list-style-type: none"> - Définition d'un cahier des charges (travaux demandés) <ul style="list-style-type: none"> •Quantité (importance de la commande) •Délais •Qualité
2. Recueillir tous les renseignements pertinents au projet à développer	<ul style="list-style-type: none"> - Buts et objectifs à atteindre - Écoute active - Prise de notes - Classement des notes - Structures des informations - Dossier client - Compléter les documents et confirmer les renseignements
3. Comprendre les exigences du client et analyser les données fournées	<ul style="list-style-type: none"> - Besoins et demande du client - Pertinence des données - Notion d'analyse de besoin
A. Prendre connaissance des consignes et directives	<ul style="list-style-type: none"> - Importance des consignes et directives - Utilisation bloc notes, agendas... - Rigueur au travail
4. Comprendre la terminologie utilisée en dessins techniques (symbolique, cotation, annotations,...)	<ul style="list-style-type: none"> - Termes et mots techniques (jargon entreprise) - Lecture de dessin et de plan - Désignation normalisée - Éléments de construction mécanique : symboles... - Cotations dimensionnelles, géométriques et de position
5. Déterminer les paramètres importants de départ de l'analyse	<ul style="list-style-type: none"> - Types et nature de mécanisme, - Schéma cinématique - Fonctionnement d'un mécanisme
B. Analyser le cahier des charges : <ul style="list-style-type: none"> - Plan d'ensemble - programme de production 	<ul style="list-style-type: none"> - Analyse du produit : définition des éléments et sous éléments - Nomenclature : arborescente - Article : codage et stockage - Critique du plan d'ensemble (difficultés de réalisation, coûts de production élevés...) - Relation entre importance de la série et le choix des moyens de production
6. Analyser les contraintes de fabrication qui imposent ou modifient l'ordre chronologique des phases et des opérations de montage d'une pièce	<ul style="list-style-type: none"> - Contraintes fonctionnelles, - Contraintes technologiques - Contraintes économiques - Ordonnancement chronologique des phases et des opérations de montage
C. Elaborer le processus de montage d'un ensemble mécanique	<p>A partir de l'analyse de produit et la nomenclature arborescente :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gamme de montage : définition et structure - Phase, sous-phase et opérations : outillages de montage et de contrôle - Documents relationnels des méthodes : les imprimés, les ordres de fabrication, fiche suiveuse...

- | | |
|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7. Transcrire les consignes de façon claires et rigoureuses | <ul style="list-style-type: none"> - Gamme est un document pour transmettre les consignes, - La gamme garantie la qualité des ensembles produits |
| 8. Savoir s'identifier à la personne qui va exécuter le travail | <ul style="list-style-type: none"> - La gamme vise des compagnons de travail |
| 9. Utiliser les imprimés du bureau des méthodes | <ul style="list-style-type: none"> - Imprimé type - Exemple d'imprimé utilisé par les entreprises - Renseigner l'ensemble des cases |
| 10. Rendre les documents traçables, claires et univoques | <ul style="list-style-type: none"> - La qualité - Les procédures - La traçabilité - L'archivage - Codification des documents |
| D. Produire la documentation complète de montage (dossier de montage) | <ul style="list-style-type: none"> - Rédaction du processus de montage : gamme de montage - Fiche suiveuse - Traçabilité des documents |

SOMMAIRE

ANALYSE DE PRODUIT ET GAMME DE MONTAGE

N°	DESIGNATION	PAGE
1^{ère} PARTIE	ETUDE ET PREPARATION	
CHAPITRE 1	ANALYSE DE PRODUIT	
1.1.	COMPETENCES	
1.2.	PRESENTATION DU SYSTEME ROBOT- ANALYSE DE LA PARTIE OPERATOIRE	
1.3.	SCHEMATISATION DES SYSTEMES MECANIQUES	
1.4.	EXEMPLE	
CHAPITRE 2	MONTAGE D' UN ENSEMBLE	
2.1.	DEFINITION	
2.2.	PRINCIPES GENERAUX	
2.3.	GAMMES DES ASSEMBLAGES	
2.4.	GRAPHE DE MONTAGE	
2.5.	EXERCICES	
2.6.	GRAPHE DE MONTAGE SIMPLIFIE	
CHAPITRE 3	CONCEPTION D' UN PROCESSUS DE MONTAGE	
CHAPITRE 4	GAMMES DE MONTAGE. APPLICATIONS	
2^{ème} PARTIE	REALISATION (Techniques et normes de montage des pièces)	
CHAPITRE 5	OUTILS DE MONTAGE ET DE DEMONTAGE	
CHAPITRE 6	MONTAGE DES GOUPILLES	
6.1.	MONTAGE, DEMONTAGE DES GOUPILLES CYLINDRIQUES PLEINES	
6.2.	MONTAGE, DEMONTAGE DES GOUPILLES ELASTIQUES	
6.3.	GOUPILLES CYLINDRIQUES FENDUES	
6.4.	MONTAGE DES GGOUPILLES CANNELEES	
6.5.	MONTAGE GOUPILLES CONIQUES (CONICITE 2%)	
CHAPITRE 7	MONTAGE ET DEMONTAGE DES GOUJONS	
CHAPITRE 8	ASSAMBLAGE PAR SERAGE	
8.1.	PREPARATION DES PIECES POUR LE MONTAGE	
8.2.	ASSEMBLAGES LEGEREMENT DURS	
8.3.	AJUSTEMENS BLOQUES	
8.4.	ASSEMBLAGE SERRES	
CHAPITRE 9	MONTAGE ET DEMONTAGE DES ROULEMENTS	
9.1.	MONTAGE DES ROULEMENTS	
9.2.	DEMONTAGE DES ROULEMENTS	
CHAPITRE 10	ASSEMBLAGE PAR COLLAGE	
10.1.	LES CLLES	
10.2.	PREPARATION DES SURFACES	
10.3.	EXEMPLES DE TYPES D' ASSEMBLAGES	
10.4.	CONSEILS POUR LE COLLAGE	
10.5.	DEMONTAGE DES ENSEMBLES COLLES	
10.6.	APPLICATIONS	

CHAPITRE 11	ANALYSE DU MONTAGE DES ROULEMENTS	
11.1.	GENERALITES	
11.2.	REGLES DE MONTAGE	
10.3.	ARRETS AXIAUX	
10.3.1.	Epaulements	
10.3.2.	Couvercle dans le logement	
10.3.3.	Rondelle visée en bout d'arbre	
10.3.4.	Segment d'arrêt pour roulement à rainure	
10.3.5.	Ecrous	
10.3.6.	Anneau élastique	
10.3.7.	Colle	
10.3.8.	Roulement à alésage conique, manchons coniques	
10.4.	EXEMPLES DE MONTAGE	
10.4.1.	Premier cas	
10.4.2.	Deuxième cas	
10.5.	CAS DES ROULEMENTS A CONTACT OBLIQUE	
10.6.	TYPES DE MONTAGE	
CHAPITRE 12	REGLAGE DES JEUX	
CHAPITRE 13	APPLICATIONS DES CHAINES DES COTES POUR ASSEMBLAGE	
13.1.	ASSEMBLAGE PAR LA METHODE DE L'INTERCHANGEABILITE TOTALE	
13.2.	ASSAMBLAGE PAR LA METHODE DE L'INTERCHANGEABILITE PARTIELLE	
13.3.	ASSEMBLAGE PAR LA METHODE DE LA SELECTION	
13.4.	ASSAMBLAGE PAR LA METHODE DE L'AJUSTAGE	
13.5.	ASSAMBLAGE PAR LA METHODE DE REGLAGE	
3^{ème} PARTIE	ORGANISATION	
CHAPITRE 14	ORGANISATION DES ACTIVITES DE MONTAGE	
14.1.	ASSEMBLAGE (MONTAGE) STATIONNAIRE	
14.1.1.	Assemblage (montage) stationnaire à cadence libre	
14.1.2.	Assemblage (montage) stationnaire à cadence imposée	
14.2.	ASSEMBLAGE (MONTAGE) EN FLUX	
CHAPITRE 15	ANALYSE DU DEROULEMENT DU MONTAGE. SYMBOLES	
15.1.	EXEMPLE	
15.2.	EXEMPLES ET APPLICATIONS	
4^{ème} PARTIE	EXERCICES	
CHAPITRE 16	EXERCICES PROPOSES	

1ère PARTIE ETUDE ET PREPARATION

CHAPITRE 1 : ANALYSE DE PRODUIT

1.1. COMPETENCES

À partir d'un dessin d'ensemble de produit ou de système, une fonction technique étant isolée:

- 1 — Analyser la solution constructive et établir le schéma technologique minimal
- 2 — Lui associer un schéma cinématique justifié.

A partir d'un dessin d'ensemble de produit ou de système existant, de tout ou partie du CdCF, une pièce étant isolée:

- 3 — Définir ses fonctions
- 4 — Caractériser géométriquement les surfaces associées aux liaisons.

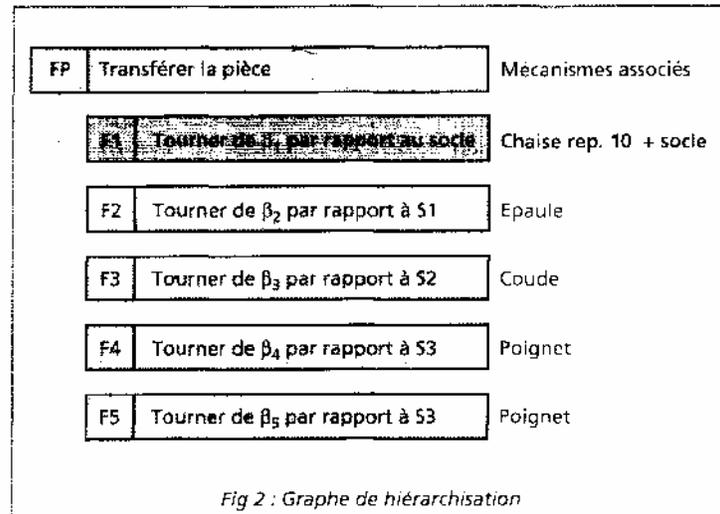
Pour satisfaire le besoin, le produit possède des organes internes transparents pour l'utilisateur (pièces, composants, ensembles de composants). Des relations sont établies entre ces éléments : relations appelées fonctions techniques.

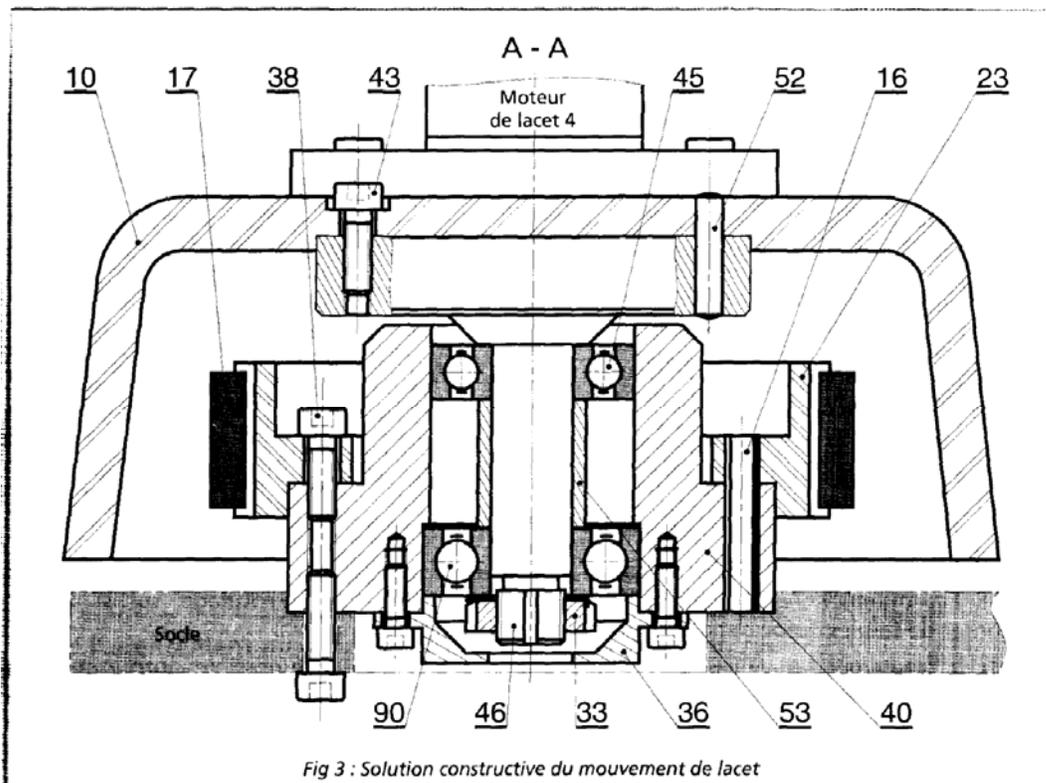
Ce sont ces fonctions techniques dans leurs aspects cinématiques, technologiques et leurs conséquences sur les formes des pièces mécaniques. Celui-ci sera conduit à partir d'une étude de cas : le « Robot ». Après avoir identifié les fonctions techniques qui traversent le système, l'étude focalisera sur la fonction: « tourner par rapport au socle »

1.2. PRÉSENTATION DU SYSTÈME ROBOT — ANALYSE DE LA PARTIE OPÉRATIVE



Le graphe de hiérarchisation ci-contre (fig. 2) définit les fonctions principales assurées par le manipulateur. Le moteur 4 (fig. 3 et 4) délivre une puissance de 54 W pour une vitesse de rotation n de 357 rad.s⁻¹. À la sortie du réducteur, la transmission de puissance s'effectue à l'aide d'un mécanisme poulies dentées (poulie motrice et poulie réceptrice) et courroie crantée 17.



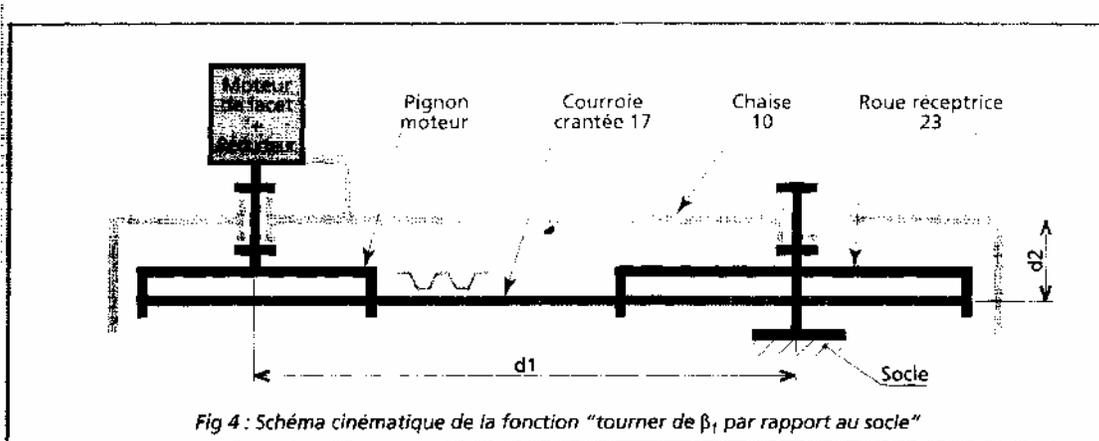


1.3. SCHEMATISATION DES SYSTEMES MÉCANIQUES

Schéma cinématique minimal :

Il exprime la fonction technique du mécanisme étudié dans son aspect cinématique.

Sur la figure 4, qui représente la fonction technique « tourner de β_1 par rapport au socle 3 », la mise en rotation du pignon moteur provoque la rotation de la chaise 10 autour de l'axe de la roue réceptrice 23 fixe. La position relative des liaisons peut être modifiée. Une modification des cotes d_2 ou d_1 n'a aucune conséquence sur les mouvements relatifs entre solides qui constituent ce mécanisme.



Lors d'une étude cinématique, ce schéma permettra, par exemple, de déterminer chaise/socle connaissant moteur/chaise. Ce type de schéma met en évidence les mouvements relatifs entre sous-ensembles. Pour l'élaborer, seules les considérations relatives à la cinématique seront prises en compte.

Les pièces liées (sans mouvement relatif) sont représentées par une même couleur ou une même épaisseur de trait.

Schéma de distribution des liaisons, ou schéma d'architecture :

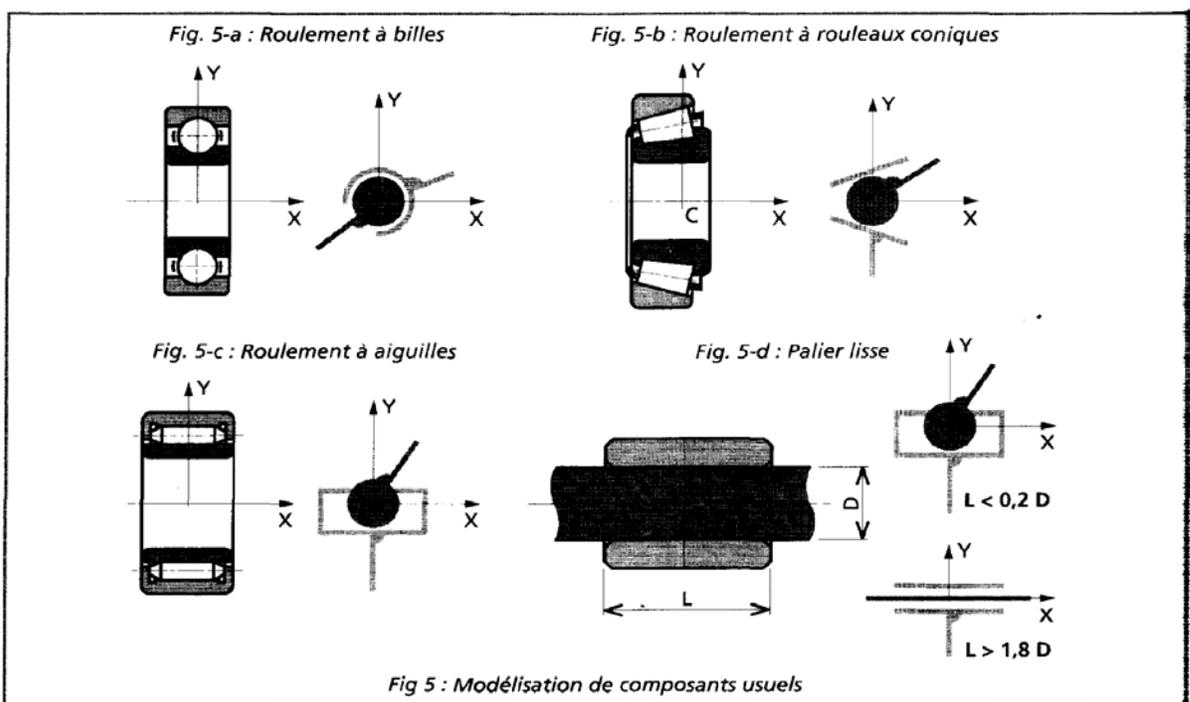
- Il définit l'ensemble des liaisons du mécanisme dans leur position relative.
- Il est nécessaire pour déterminer les actions mécaniques transmises au niveau des liaisons.
- Il s'emploie pour une étude dynamique.

— Les pièces liées (sans mouvement relatif) sont représentées par une même couleur ou une même épaisseur de trait.

La mise en oeuvre de ce type de schéma nécessite la **connaissance:**

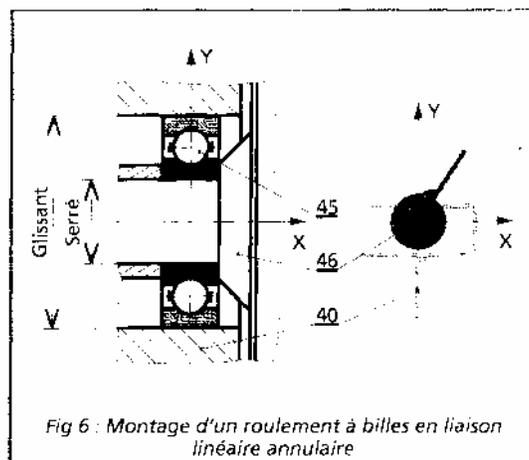
a) du comportement cinématique des composants constitutifs du mécanisme.

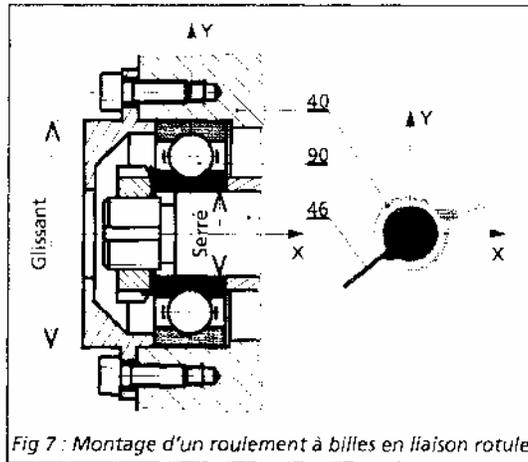
Nous retiendrons pour les éléments participants au guidage en rotation la modélisation de la figure 5. Les roulements qui y sont représentés possèdent un angle de « rotulage » suffisant pour compenser de faibles déformations dues à la flexion des arbres. L'angle de rotulage d'un roulement est l'angle de la rotation relative possible, autour des axes Y et Z, entre la bague intérieure et la bague extérieure. Cet angle est toujours très petit (inférieur à 10° le plus souvent). La modélisation proposée correspond au cas pour lequel la valeur limite de l'angle de rotulage du composant **n'est pas atteinte.**



b) du montage du composant dans le mécanisme

La bague extérieure (fig. 6), montée glissante, permet 1 degré de liberté en translation suivant l'axe X. S'ajoute à ce degré de liberté trois autres degrés de liberté en rotation suivant X, Y et Z dus à la structure du roulement (limite du rotulage non atteint), ce qui confère à la liaison arbre 45 / alésage 40 un degré de mobilité égal à 4 (3 rotations et 1 translation). La liaison mécanique associée est donc une liaison linéaire annulaire d'axe X. Une analyse identique à la précédente aurait permis d'associer au mécanisme décrit à la figure 7 une liaison rotule. En effet la translation envisagée précédemment est ici supprimée bilatéralement par la mise en place d'un chapeau.



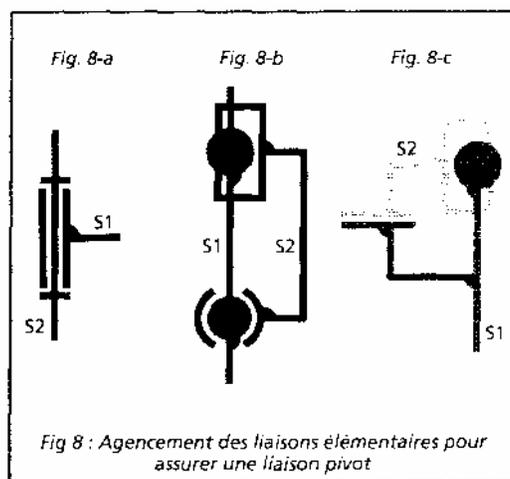


c) de l'agencement ou de la position des liaisons élémentaires

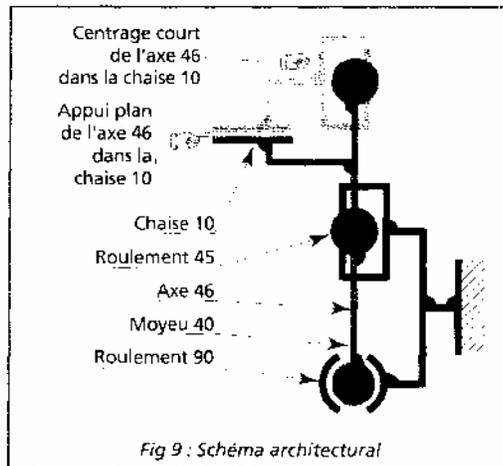
La figure 8 récapitule les différents agencements possibles d'une liaison mécanique assurant un positionnement radial et axial entre deux solides. Le positionnement angulaire n'est pas évoqué (liaison pivot).

- Figure 8-a: positionnement axial et radial obtenu par un cylindre long ($L > 1,8 D$).
- Figure 8-b: positionnement axial et radial obtenu par deux cylindres courts ($L < 0,2 D$).
- Figure 8-c: positionnement axial et radial obtenu par un cylindre court ($L < 0,2 D$) et un appui plan.

À la lecture des différents schémas de la figure 8, on remarque que le seul mouvement possible entre les organes mécaniques pris séparément est un mouvement de rotation, ce qui rend les agencements de liaisons élémentaires équivalentes, d'un point de vue cinématique, à une liaison pivot.



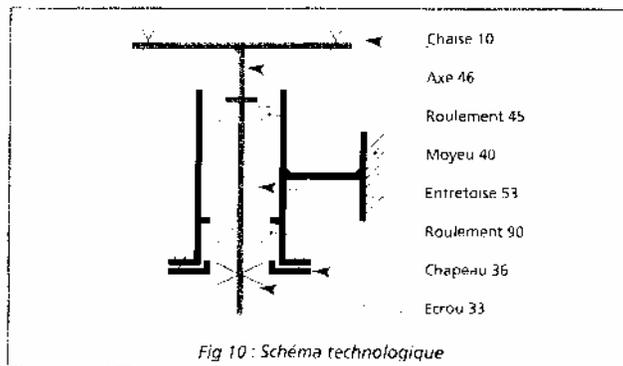
Le schéma architectural de la figure 9 met en évidence les liaisons mécaniques élémentaires assurant le guidage en rotation de la chaise 10.



Deux roulements 45 et 90 participent au guidage en rotation de l'arbre 46 par rapport au moyeu 40. Ils réalisent respectivement, au niveau de la liaison moyeu/ arbre, une liaison rotule et une liaison linéaire annulaire. Deux liaisons mécaniques combinées (appui plan et linéaire annulaire) assurent la mise en position de la chaise 10 par rapport à l'arbre 46.

Schéma technologique

- Il montre les dispositions constructives adoptées en termes de choix et d'agencement de composants (fig. 10). A ce titre il permet de comparer des solutions constructives. Les liaisons complètes doivent être clairement indiquées.



CHAAPITRE 2 : MONTAGE D'UN ENSEMBLE

2.1. DÉFINITION

C'est une opération qui regroupe toutes les pièces d'un ensemble.

Le monteur possède :

- Le dessin d'ensemble, indiquant la position des pièces ou éléments à assembler.
- La nomenclature, précisant le nom et le nombre de pièces de l'ensemble.
- Les conditions de fonctionnement, inscrites sur le dessin.

Exemple de produit : détenteur de plongée

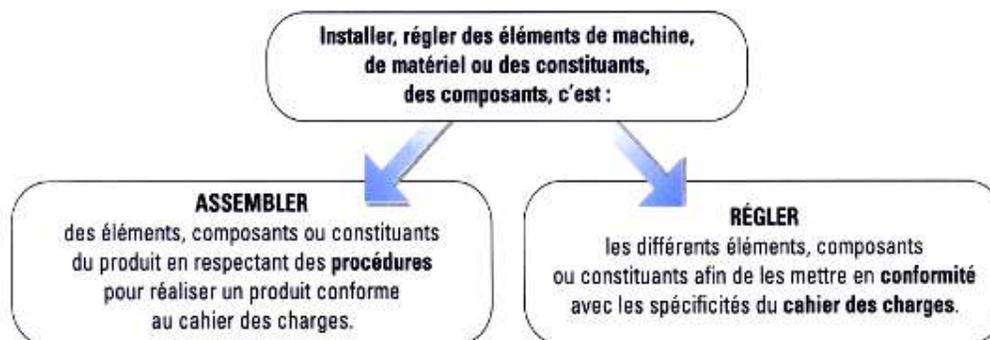
Problème posé : assembler les composants pour réaliser le premier étage.



Comment assembler entre-eux les composants qui constituent le premier étage du détenteur ?



Méthodologie de l'assemblage



2.2. PRINCIPES GENERAUX

Un processus d'assemblage met en oeuvre des solutions telles que : vissage, collage, soudage, etc. afin de rassembler plusieurs composants nécessaires à la réalisation d'un produit.

Le nombre d'étapes nécessaires à cette réalisation est variable et dépend essentiellement de la solution d'assemblage retenue.

Gramme d'assemblage

Quelle que soit la solution retenue, la méthode consiste à réaliser des sous-ensembles de composants qui, assemblés entre-eux, constitueront le produit fini.

RÈGLES	COMMENTAIRES
1. IDENTIFIER le produit à assembler	Reconnaître à partir d'une représentation graphique (photographie, perspective, éclaté) le modèle du produit.
2. IDENTIFIER les constituants ou composants	Reconnaître à partir d'une représentation graphique (photographie, perspective, nomenclature) le modèle du produit.
3. DÉCODER la gamme d'assemblage	Trouver l'ordre chronologique de l'assemblage des différents composants.
4. PRÉPARER les éléments, composants	Identifier les surfaces assurant les contacts et liaisons nettoyer, dégraisser, etc.
5. POSITIONNER les différents éléments ou composants	Placer les composants à l'endroit prévu en respectant l'ordre chronologique de montage (voir graphe de montage).
6. ASSEMBLER mettre en oeuvre une procédure d'assemblage	L'assemblage des composants peut être : - démontable : liaison vis-écrou, goupille... - non démontable : liaison par collage, soudage, rivetage...
7. RÉGLER une ou plusieurs spécifications du produit	Utilisation d'instruments de réglages spécifiques : réglage de pressions, fréquences de rotation, débits, résistances variables, couple de serrage...
8. VÉRIFIER la conformité du produit	Contrôle final du produit, vérification des performances attendues.

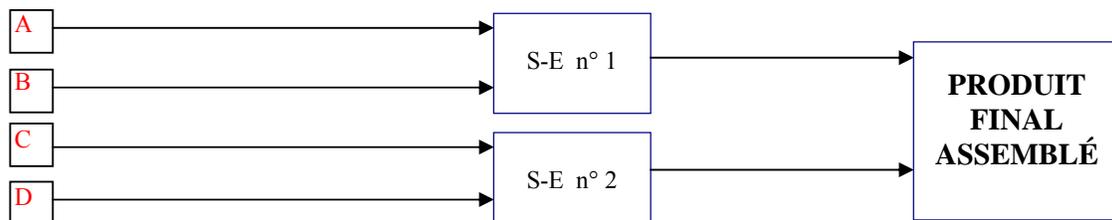
Graphe de montage

À chaque poste, un graphe de montage permet à l'opérateur de connaître la chronologie d'assemblage des différents composants

2.3. GAMME D' ASSEMBLAGE

Elle met en évidence la chronologie d'assemblage des différents sous-ensembles qui constitueront finalement le produit.

Elle permet :



2.4. GRAPHE DE MONTAGE

Attaché à chaque poste, permet à l'opérateur de connaître exactement l'ordre de montage des différents composants qui vont constituer un sous-ensemble.

COMPOSANTS	NIVEAUX				COMMENTAIRES
	1	2	3	4	
A					<p>Niveau 1 : prendre (B) et l'assembler à (C) (sous-ensemble n° 1).</p> <p>Niveau 2 : prendre (A) et l'assembler au sous-ensemble n° 1 (sous-ensemble n° 2).</p> <p>Niveau 3 : prendre le sous-ensemble n° 2 et l'assembler à (D) (sous-ensemble n° 3).</p> <p>— SOUS-ENSEMBLE. (A)</p> <p>Niveau 4 : prendre le sous-ensemble n° 3 et l'assembler à (E) : sous-ensemble (A).</p>
B					
C					
D					
E					

2.5. EXERCICES

EXERCICE N°1

Rechercher le graphe de montage du sous-ensemble (X) à partir de la chronologie d'assemblage.

Des composants : (A) – (B) – (C) – (D) – (E) – (F).

COMPOSANTS	NIVEAUX						COMMENTAIRES
	1	2	3	4	5		
A	—					SOUS-ENSEMBL E X	Niveau 1 : prendre (A) et l'assembler à (B) : (sous-ensemble n° 1).
B	—						Niveau 2 : prendre (C) et l'assembler au sous-ensemble n° 1 (sous-ensemble n° 2).
C	—						Niveau 3 : prendre le sous-ensemble n° 2 et l'assembler à (D) (sous-ensemble n° 3).
D	—						Niveau 4 : prendre le sous-ensemble n° 3 et l'assembler à (E) (sous-ensemble n° 4).
E	—						Niveau 5 : prendre (F) et l'assembler au sous-ensemble n° 4.
F	—						

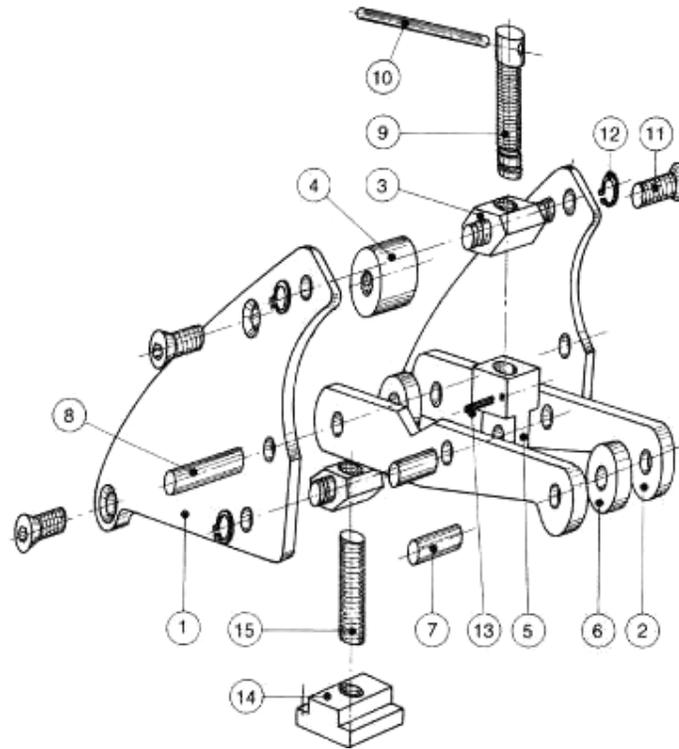
EXERCICE N° 2

A partir du graphe de montage du sous-ensemble (U), indiquer dans la rubrique « commentaires » l'ordre chronologique de montage des composants, pour chaque niveau.

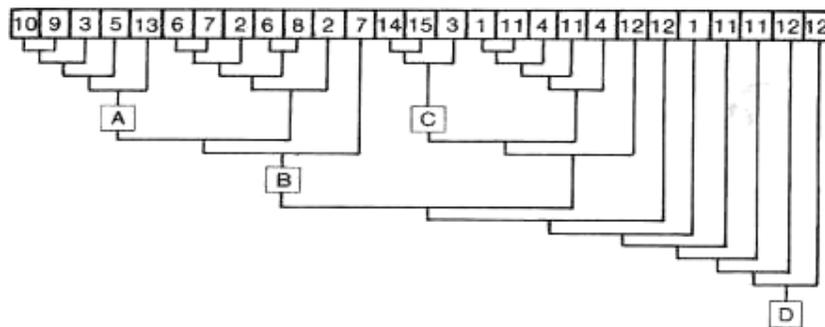
COMPOSANTS	NIVEAUX							COMMENTAIRES
	1	2	3	4	5	6		
A				↑				Niveau 1 :
B			↑					Niveau 2 :
C		↓						Niveau 3 :
D		↓	↑					Niveau 4 :
E		↑						Niveau 5 :
F	→	→	→	→	→	→		Niveau 6 :
G					↓	↑		
SOUS-ENSEMBLE U								

EXERCICE N° 3

Rédiger la gamme de montage de l'ensemble dessiné ci-dessous :



12.6. GRAPHE DE MONTAGE SIMPLIFIE



CHAPITRE 3 : CONCEPTION D'UN PROCESSUS DE MONTAGE

Le processus de montage doit remplir les conditions suivantes :

- assurer toutes les conditions techniques imposés pour les produits finis
- garantir l'obtention des normes de précision et rigidité
- l'obtention d'un prix moins chère

On impose la résolution des questions plus importantes :

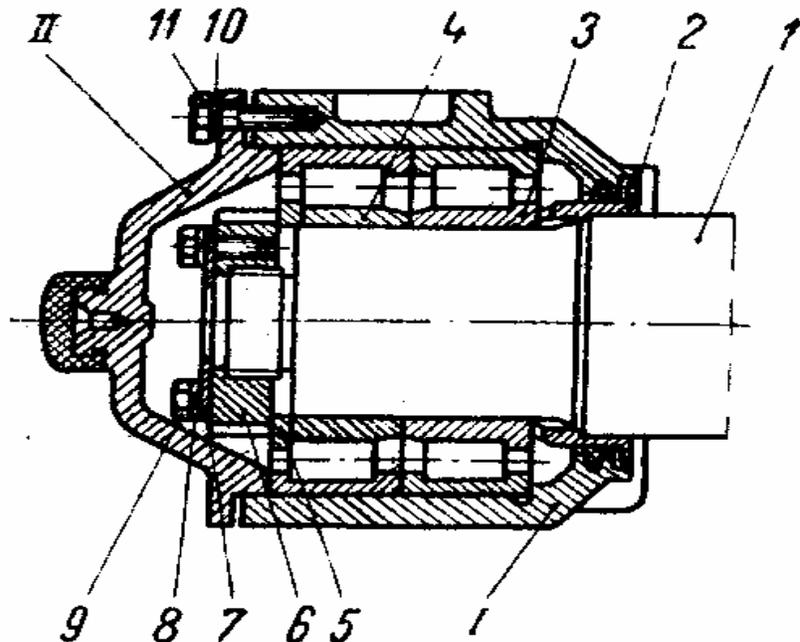
- préciser la succession de montage pour toutes les pièces et sous ensembles
- préciser les plus économiques méthodes de montage
- choix et conception des montages d'usinage
- préciser les formes d'organisation pour le processus d'assemblage.

Documents technologiques nécessaires :

- le chaîne de cotes
- schéma de montage
- gamme de montage
- graphe de montage simplifié

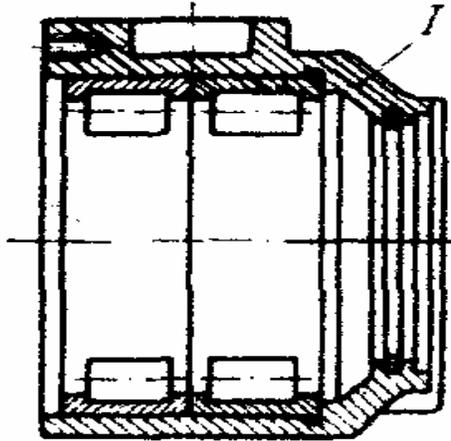
EXEMPLE :

Soit à réaliser l'assemblage pour le sous ensemble (boite de roulements) ci-joint :

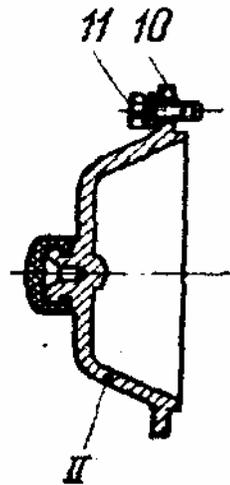


1-tourillon ; 2-bague ; 3 et 4-anneaux intérieurs de roulements ; 5-entretoise ; 6-écrou de réglage ; 7-rondelle ; 8 et 10 -circlips ; 9 et 11 vises.

a) préparer le sous- ensemble I

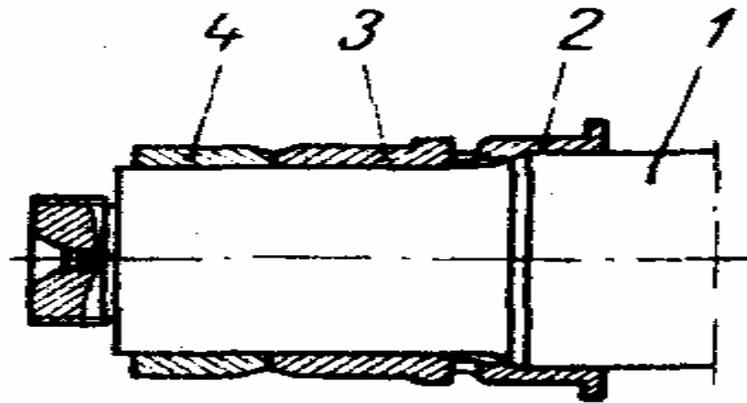


b) préparer sous- ensemble II

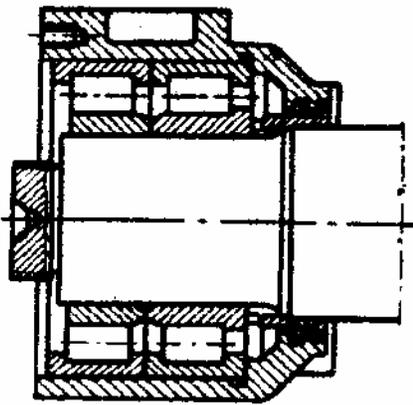


-on considère le repère de base la pièce 1(tourillon)

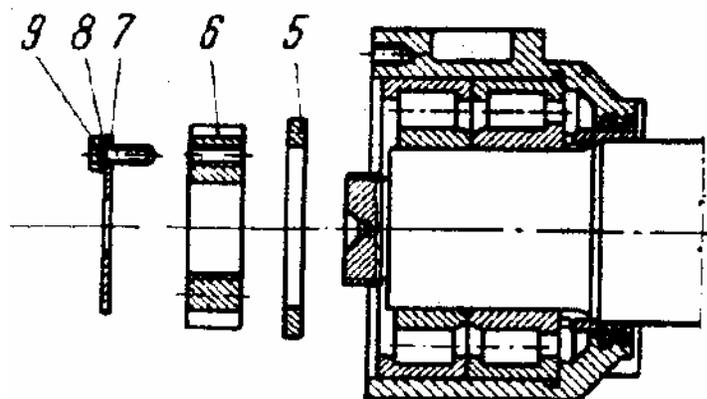
c) monter les pièces 2 ; 3 et 4 sur 1 :



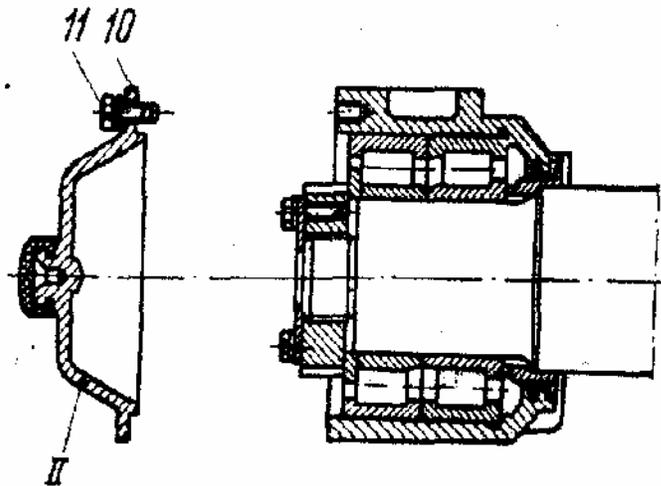
d) monter le sous ensemble (1 ; 2 ; 3 ; 4) dans le sous ensemble I



e) assembler les pièces :7, 8 et 9 avec 6 et 5 sur le sous- ensemble principal

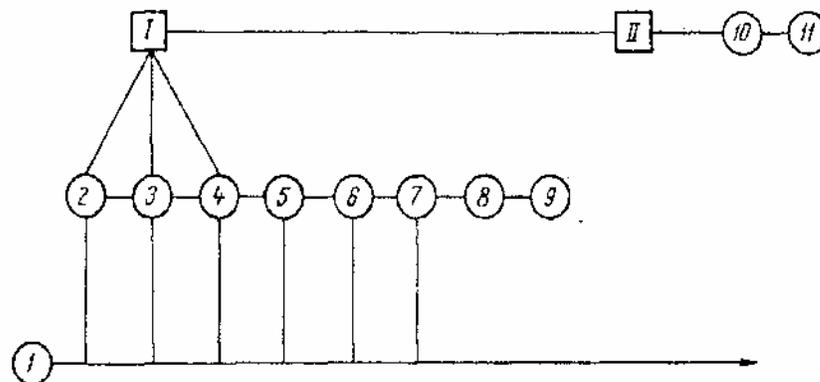


f) monter le sous ensemble II sur le sous ensemble principal



Graphe de montage simplifié pour « boîte de roulements »

Les opérations présentées peuvent avoir attaché un graphe de montage simplifié :



Le déroulement chronologique du montage peut être représenté dans un diagramme de montage (ciclogramme) :

Désignation des opérations	temps	Temps en mn													
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	
1	5														
2	10														
3	5														
4	20														
5	15														
6	10														

CHAPITRE 4 : GAMMES DE MONTAGE. APPLICATIONS

A. On donne le dessin d'ensemble (sans échelle) pour un arbre tournant. On demande :

1 – Désigner les pièces composantes (min. 10) :

...

2 – Définir les type des liaisons entre les organes : 11 et 2 ; 10 et 2 ; 4 et 2 ; 8 et

1.....

3 – Préciser les types de roulements utilisés pour guider la pièce 1 et les ajustements possibles

.....

4 – Préciser la fonction des pièces 7 et

12.....

5 – Expliquer la fonction des pièces 15 et

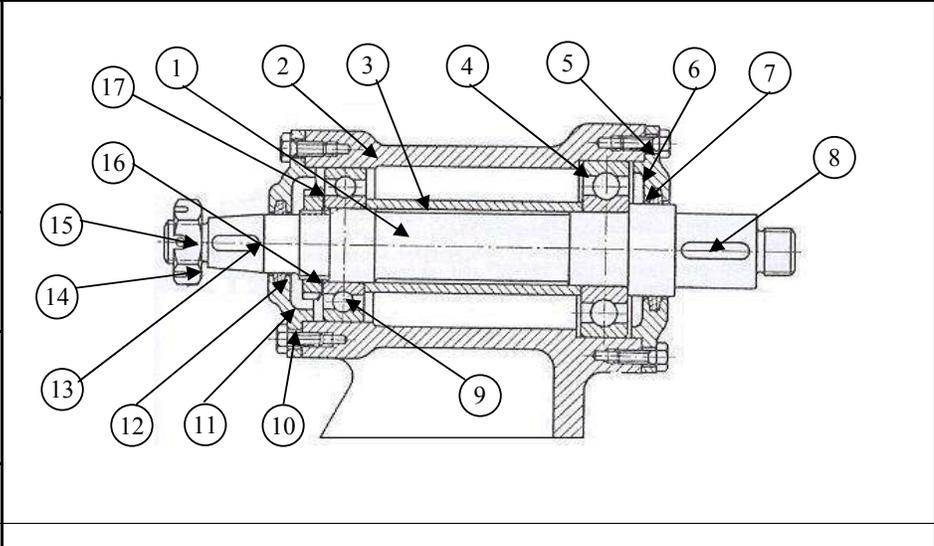
14.....

B. On donne le dessin d'ensemble si dessus. On demande :

1 – Elaborer la gamme de montage de cet ensemble en précisant les phases, les opérations et les outillages.....

Nota : utiliser les formulaires si joints pour la gamme!

Dispositif :	
Ensemble :	
N° :	Nbr :
Ensemble suivant :	
Ensemble antérieure :	



PHASES D'ASSEMBLAGE/ MONTAGE				OUTILLAGES	
N°	Pos.	DÉSINATION	CROQUIS - SCHÉMAS - CONSIGNES	Montage	Contrôle

GAMME DE MONTAGE N°				Établi par :		2 /
PHASES D'ASSEMBLAGE/ MONTAGE					OUTILLAGE S	
N°	Pos.	DÉSINATION	CROQUIS – SCHÉMAS – CONSIGNES	Montage	Co ntrô le	

SOLUTION :

A. 1 – Les pièces composantes :

1 = arbre; 2 = carcasse; 3 = entretoise; 4 = roulement à billes; 5 = vis à tête hexagonale; 6 = couvercle; 7 = jointe à feutre; 8 = clavette parallèle forme A; 9 = roulement à billes; 10 = vis à tête hexagonale; 11 = couvercle; 12 = jointe à feutre; 13 = clavette parallèle forme A; 14 = écrous à créneaux; 15 = goupille cylindrique fendue; 16 = écrous à encoches pour blocage des roulements; 17 = rondelle frein pour écrou à encoches.

2 – Les types des liaisons :

- entre 11 et 2 = appui plan;
- entre 10 et 2 = glissière hélicoïdale;
- entre 4 et 2 = pivot glissant;
- entre 8 et 1 = encastrement rigide démontable

3 – Les types de roulements utilisés pour guider la pièce 1 et les ajustements possibles :

Les roulements 4 et 9 = roulements à une rangée des billes, à contact radial

- Roulement 9 : - entre la bague intérieure et l'arbre 1 : j5...j7, pour assurer un serrage
- entre la bague extérieure et la carcasse H6...H8, pour assurer le coulissage à cause de dilatation thermique;
- Roulement 4 : - entre la bague intérieure et l'arbre 1 : k5...k7, pour assurer un serrage pour une charge importante sur 1;
- entre la bague extérieure et la carcasse K5...K6, pour empêcher le coulissage dans la carcasse.

4 – La fonction est :

- 7 et 12 sont des jointes en feutre qui réalisent l'étanchéité dynamique entre l'arbre 1 et le couvercle 6 ou 11 à la base de graisse.
- les jointes à feutre sont employées pour éviter la fuite de la graisse et pour diminuer le frottement et le chauffage de l'arbre durant l'utilisation.

5 – La fonction des pièces 15 et 14 :

Le système de freinage est réalisé par l'écrou à créneaux – (14) et la goupille fendue – (15); les pièces assurent une solution de maximum sécurité contre le dévissage pendant le travail. De l'écrou à créneaux sera fixée une goupille fendue qui passe par un trou préalablement percé dans l'arbre. A la sortie de l'arbre les deux bras sont pliés en dehors.

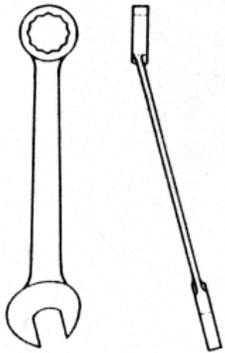
B.

GAMME DE MONTAGE N°			Établi par :		
Dispositif :		<p>Croquis des composants ou des sous-ensembles</p>			
Ensemble :					
N° :	Nbr :				
Ensemble suivant :					
Ensemble antérieure :					
Spécifier pour chaque pièce/ sous-ensemble/ ensemble le code/la position/ le symbole					
PHASES D'ASSEMBLAGE/ MONTAGE				OUTILLAGES	
N°	Pos.	DÉSINATION	CROQUIS - SCHÉMAS - CONSIGNES	Montage	Contrôle
10		Préparation de la pièce de base 2	②	-établi	
20		Montage de sous ensembles sur 1		-établi -massette - presse - clé à ergot - tournevis	-jauges d'épaisseur
		<u>Sous phase 21</u> Montage de 4			
		<u>Sous phase 22</u> Montage de 3			
		<u>Sous phase 23</u> Montage de 9			
		<u>Sous phase 24</u> Montage de 17			
		<u>Sous phase 25</u> Montage de 16			
		<u>Sous phase 26</u> Montage de 14			
		<u>Sous phase 27</u> Montage de 8			
		<u>Sous phase 28</u> Graissage des roulements			
	30				
40		Montage de couvercle 6		-graisse	
		<u>Sous phase 41</u> Montage de 7	⑥ ← ⑦		

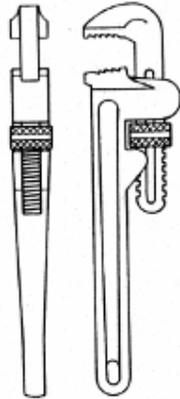
GAMME DE MONTAGE N°			Établi par :		2 /	
PHASES D' ASSEMBLAGE / MONTAGE				OUTILLAGES		
N°	Pos.	DÉSINATION	CROQUIS – SCHÉMAS – CONSIGNES		Montage	Contrôle
		<u>Sous phase 42</u> Montage de 6 sur 2	← (6)		- massette	- jauges d'épaisseur
50		Montage de 5 sur 2	← (5)		- clé six pans coudée	
60		Montage de couvercle 11	(11) ← (12) ← (11)		-graisse	- jauges d'épaisseur
		<u>Sous phase 61</u> Montage de 12				
		<u>Sous phase 62</u> Montage de 11 sur 2				
70		Montage de 5 sur 2	← (5)		- clé six pans coudée	
80		Montage de 13 Sur 1	(1) ← (13)		-massette	
90		Montage de 14 sur 1	← (14)		- clé plate hexagonale	
100		Montage de 15 sur 1	← (15)		-massette -pince	
110		Contrôle final				

2ème PARTIE : REALISATION (Techniques et normes de montage des pièces)

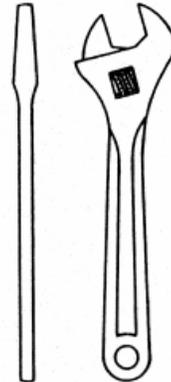
CHAPITRE 5 : OUTILS DE MONTAGE ET DE DEMONTAGE



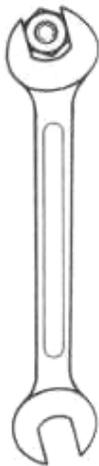
Clé plat mixte



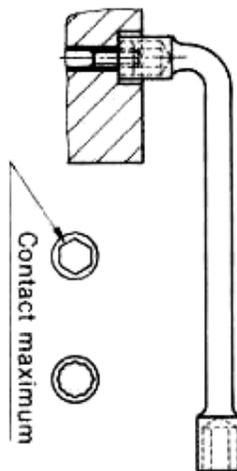
Clé serre-tube



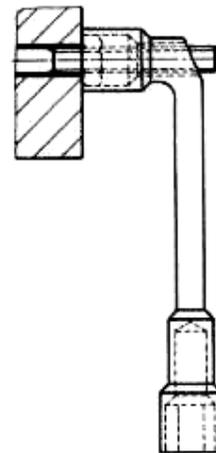
Clé à molette



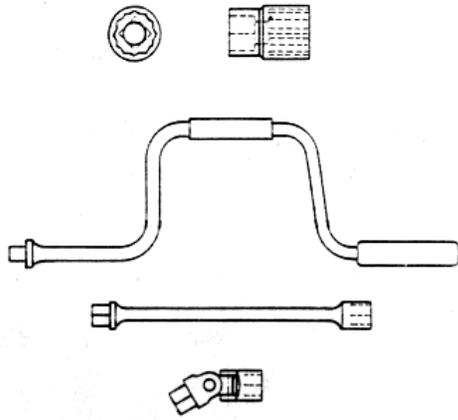
Clé plate double



Clé à pipe 6 ou 12 pans

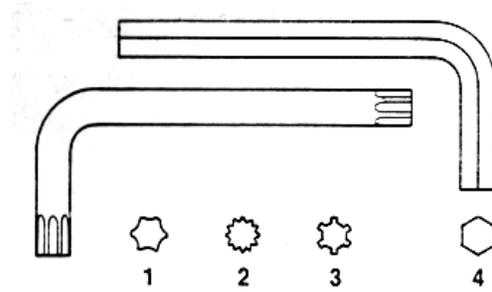


Clé à pipe percée
Montage et démontage des vis et écrous noyés



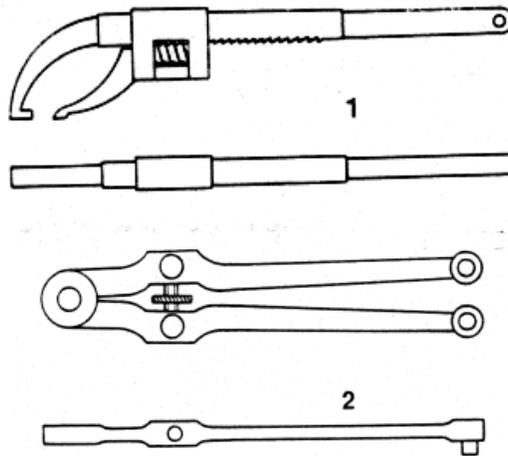
Clé à douille

Très souvent livrées en coffre, elles offrent des nombreuses possibilités grâce aux accessoires : rallonge, cliquet, cardan, etc..



Clé male

- 1) Empreinte Torx
- 2) Denture multiple
- 3) Empreinte à créneaux
- 4) 6 pans

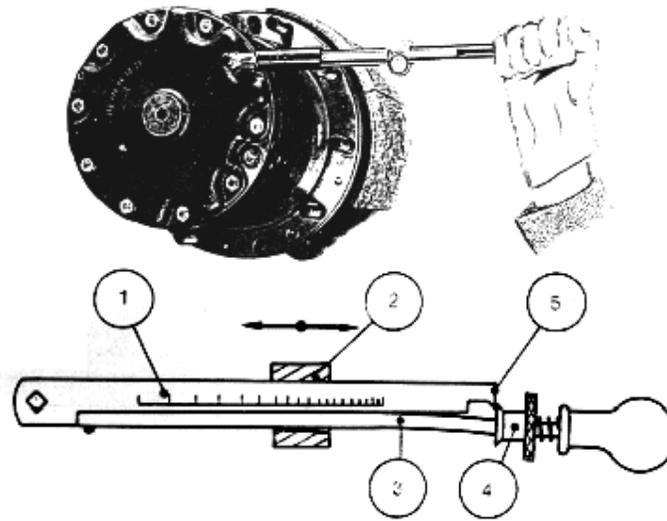


Clé à ergots

- 1) Blocage des écrous à encoches et à créneaux
- 2) A ergots interchangeables et réglables

Clé dynamométrique

Elle permet de contrôler le couple de serrage appliqué aux vis, boulons, etc.



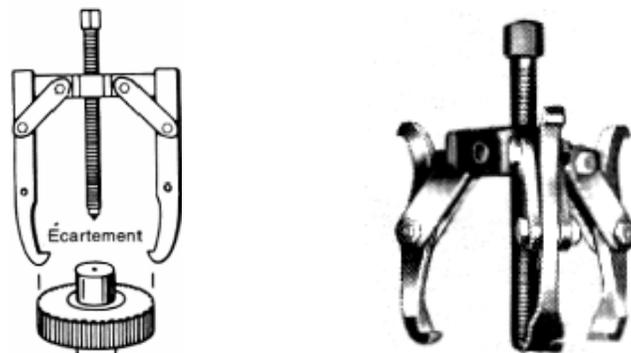
Les extracteurs

Ils sont utilisés pour le démontage des poulies, volants, roulements, etc. Principales caractéristiques :

Deux ou trois bras ou à coquille

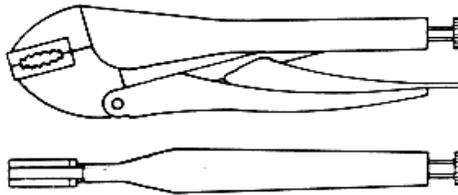
Capacité de l'outil

Puissance



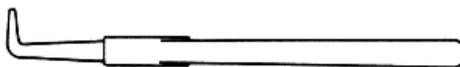
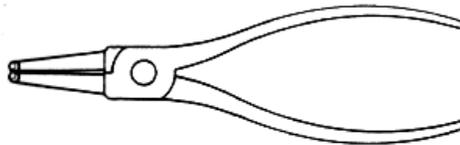
Les burins et les bédanes

Ils sont utilisés pour enlever les bavures ou pour détruire certaines pièces devenues indémontables.



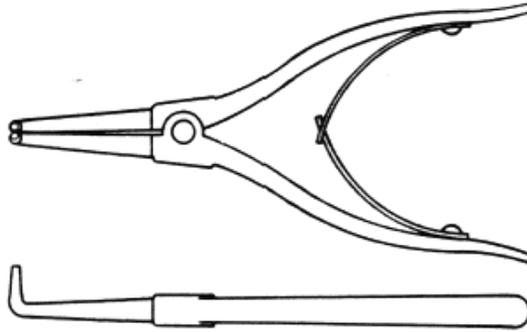
Pince-étau

Pince multiprise

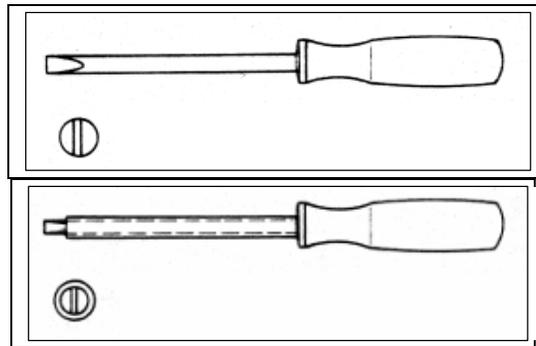


Pince universelle

Pince pour circlips intérieurs

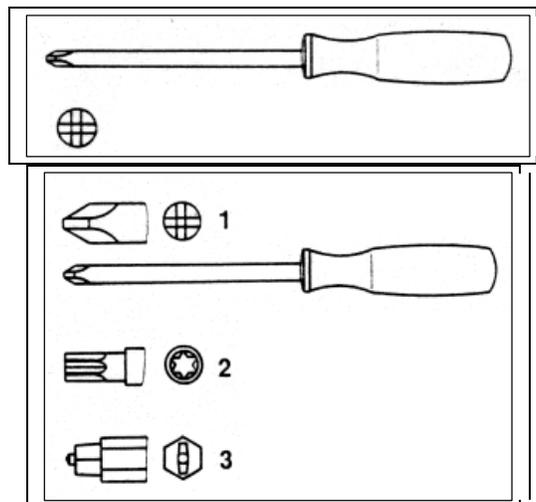


Pince pour circlips extérieurs



Pour vis à fente
Choisir le plus gros tournevis entrant dans la tête

Pour vis à fente
Tournevis avec lame isolée (recouverte d'une gaine) permettant les travaux sous tension

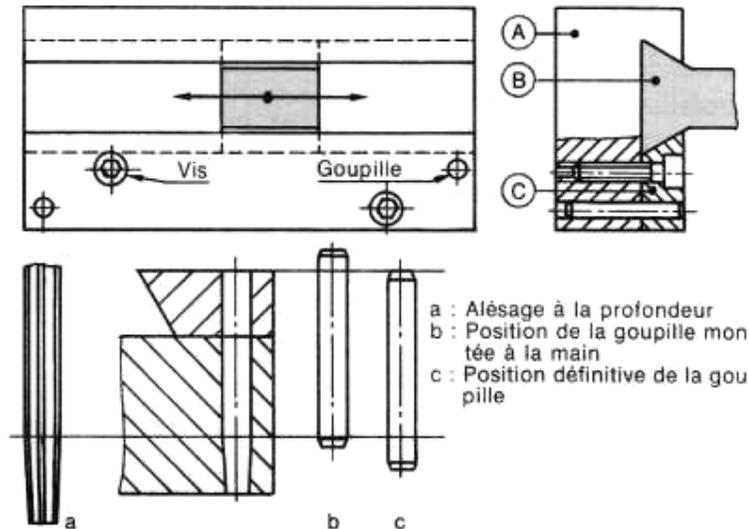


Pour vis cruciforme

CHAPITRE 6 : MONTAGE DES GOUPILLES

6.1. MONTAGE, DEMONTAGE DES GOUPILLES CYLINDRIQUES PLEINES

Exemple :

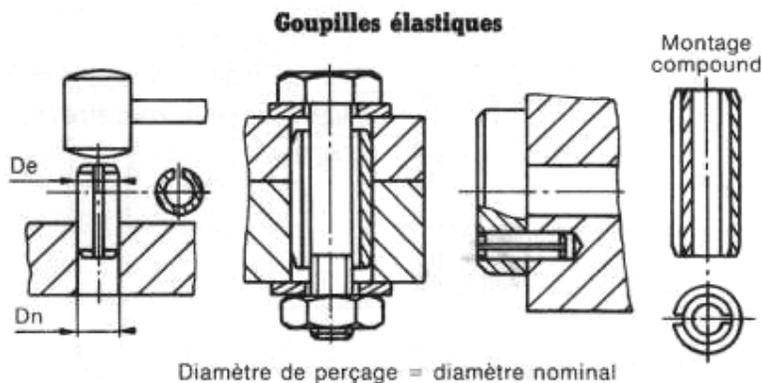


- Monter la pièce C sur la pièce A; la fixer par les deux vis.
- Déplacer B dans l'ensemble et régler le jeu aux extrémités; serrer les vis.
- Percer les deux trous de goupille.
- Aléser les deux trous. Pour obtenir un montage serré dans A et glissant dans C, utiliser un alésoir à main ; ne pas le passer au travers ; vérifier l'enfoncement de la goupille (fig. b).
- Finir la mise en place avec un chasse-goupille. Les extrémités de la goupille ne doivent pas dépasser des pièces.
- Pour le démontage, repérer la position des pièces (coups de pointeau, chiffres).
- Retirer les goupilles avec un chasse-goupille de diamètre approprié.
- Pour les goupilles montées serrées dans des trous borgnes, scier, puis percer à nouveau.

6.2. MONTAGE, DÉMONTAGE DES GOUPILLES ÉLASTIQUES

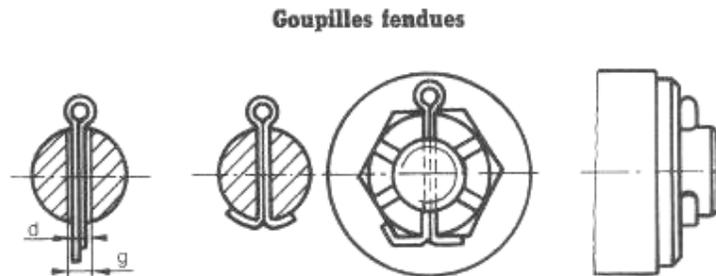
Diamètre de perçage = diamètre nominal de la goupille

Le démontage est réalisé avec un chasse-goupille épaulé pour assurer le centrage.



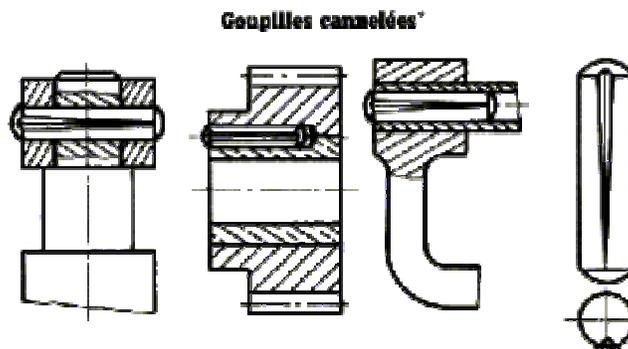
6.3. GOUPILLES CYLINDRIQUES FENDUES

Après l'assemblage des pièces, repérer la position de la goupille et percer au diamètre indiqué dans le tableau.



5.4. MONTAGE DES GOUPILLES CANNELÉES

- Assembler les pièces.
- Percer au même diamètre que celui de la goupille.
- Ébavurer avec une fraise à 60° maximum.
- Graisser la goupille de préférence au suif.
- Enfoncer la goupille.



\varnothing de perçage = \varnothing nominal de la goupille

6.5. MONTAGE GOUPILLES CONIQUES (CONICITE 2%)

- Positionner les pièces.
- Percer au petit diamètre de la goupille.
- Aléser conique.
- Vérifier l'enfoncement de la goupille à la main.
- Monter la goupille. Frapper légèrement : par la tête pour la coincer.
- Au démontage, prendre un chasse goupille dont le diamètre correspond au petit diamètre de la goupille.

CHAPITRE 7 : MONTAGE ET DEMONTAGE DES GOUJONS

PAR ÉCROU - CONTRE- ÉCROU (fig. 1)

Monter les écrous 1 et 2 sur la tige filetée (le plus près possible de la face).

Serrer 2 sur 1 en maintenant 1.

Tourner 1 dans le sens de desserrage pour retirer le goujon.

Tourner 2 dans le sens de serrage pour monter le goujon.

PAR VIS BUTÉE ET ÉCROU (fig.2.)

DÉGOUJONNEUSE À COIN (fig. 3)

Un coin quadrillé immobilise le goujon à retirer à l'intérieur du corps de l'extracteur.

On tourne l'ensemble par l'hexagone dans un sens ou dans l'autre pour monter ou démonter le goujon (pour goujons de 10 à 26 mm).

DÉGOUJONNEUSE À MOLETTE (fig. 4)

Une molette excentrée immobilise le goujon et permet son extraction (goujons de 5 à 20 mm).

DÉGOUJONNEUSE « GIL- COUSS » (fig. 5)

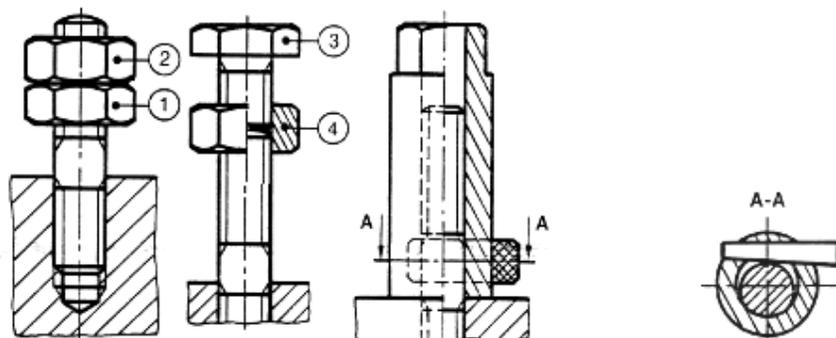
Le goujon est immobilisé par le rapprochement de trois axes (goujons de 6 à 30).

EXTRACTION DES GOUJONS CASSÉS

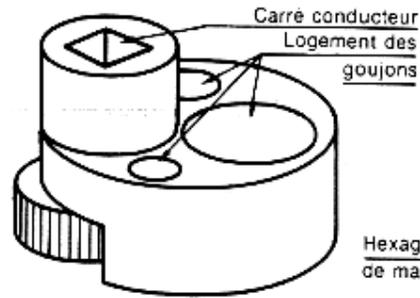
EXTRACTEUR MODÈLE HÉLICOÏDAL (fig.6)

Ces extracteurs permettent de retirer les goujons cassés après perçage d'un trou au centre du goujon (voir tableau pour le diamètre de perçage).

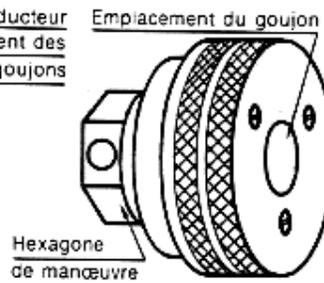
1 Deux écrous 2 Vis et écrou 3 Par coin



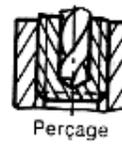
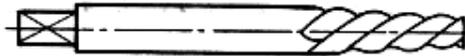
4 Dégoujonneuse à molette



5 « Gil-Couss »



6 Modèle hélicoïdal



Ø du corps (mm)	Longueur mini	Ø de perçage (mm)	Pour vis de : (mm)
4	55	1,8	3 à 6
5	60	2,6	6 à 8
6	65	3,7	8 à 11
8	75	5,5	11 à 14
11	85	7	14 à 18

CHAPITRE 8 : ASSAMBLAGE PAR SERRAGE

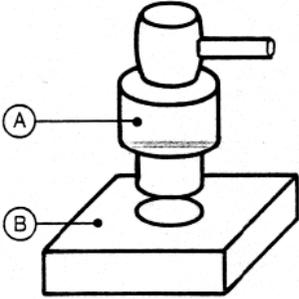
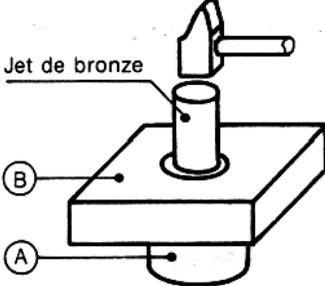
8.1. PRÉPARATION DES PIÈCES POUR LE MONTAGE

Elles doivent être ébavurées, contrôlées et comporter un chanfrein d'entrée pour faciliter la mise en position au départ. Le graissage de parties en contact est indispensable.

8.2. ASSEMBLAGES LÉGÈREMENT DURS

Ajustements : H6 j5 - H7 j6.

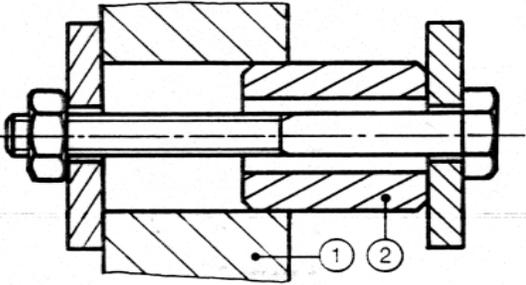
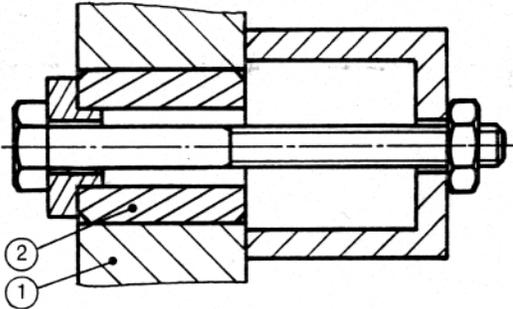
Applications : Poulies, engrenages, roulements

MONTAGE	
Mise en place au maillet	
DÉMONTAGE	
Possible sans détérioration L'emmanchement n'est pas suffisant pour transmettre un effort	

8.3. AJUSTEMENTS BLOQUÉS

Ajustements : H6 m5 - H7 m6 : Démontage possible sans détérioration

Applications : Volants, poulies, engrenages, manchons d'accouplement.

MONTAGE	
En tirant pour une pièce alésée. Au marteau, avec jet de bronze si la pièce n'a pas de trou débouchant.	
DÉMONTAGE	
En tirant pour une pièce alésée. Au marteau, avec jet de bronze si la pièce n'a pas de trou débouchant.	

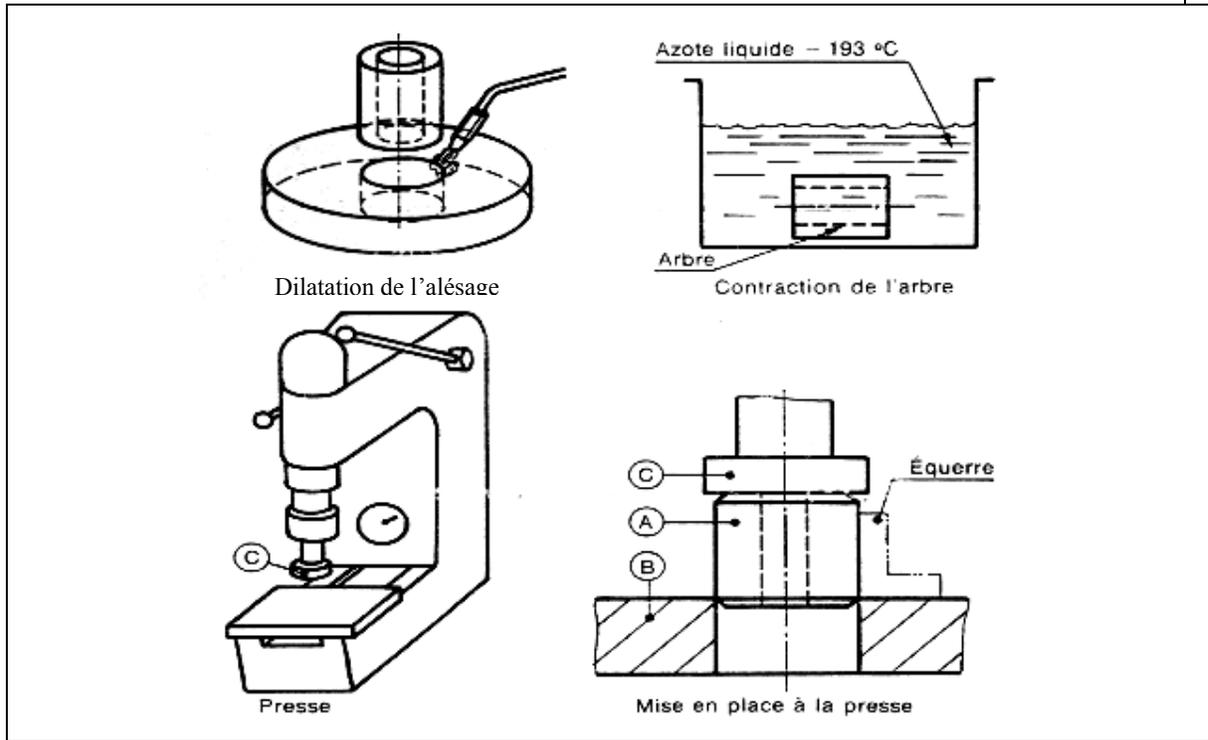
8.4. ASSEMBLAGES SERRÉS

Applications : Jantes de roues, douilles en bronze, frette.

Ajustements: H6/ p5 - H7/ p6.

MONTAGE

Mise en place des pièces à la presse, par dilatation de l'alésage ou contraction de l'arbre

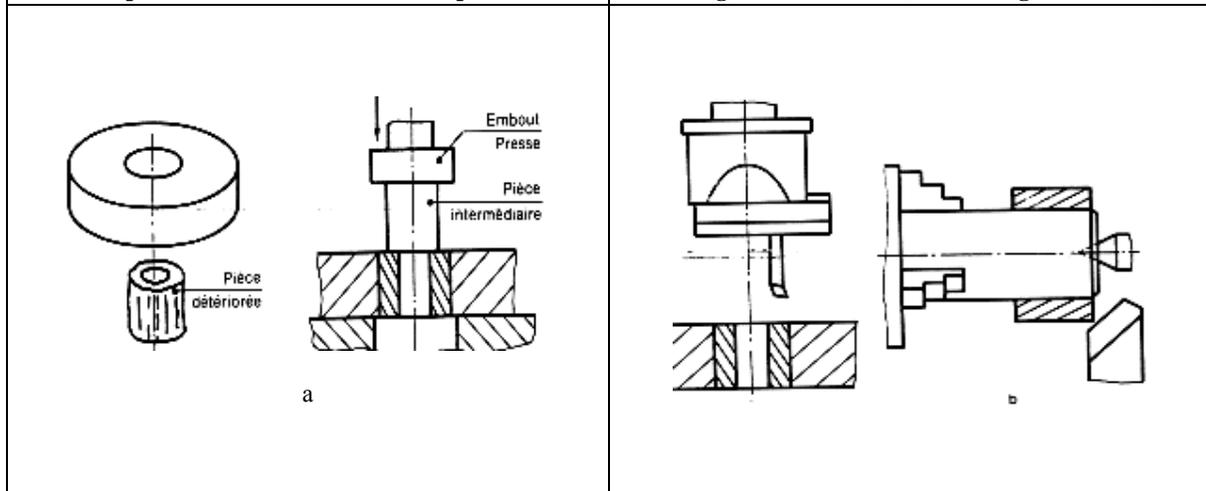


DÉMONTAGE

Impossible sans détérioration des pièces

DÉTÉRIORATION DE LA PIÈCE PAR USINAGE

Alésage sur fraiseuse (a). Chariotage au tour (b)



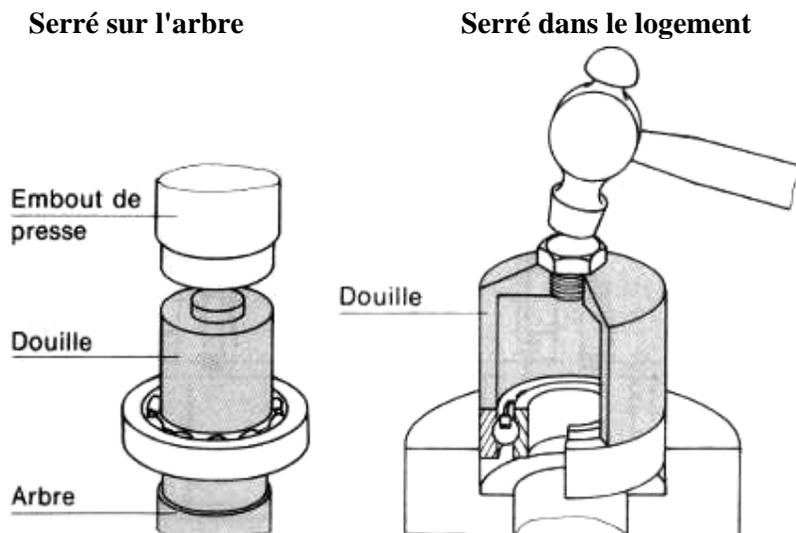
CHAPITRE 9 : MONTAGE ET DEMONTAGE DES ROULEMENTS

9.1. MONTAGE DES ROULEMENTS

Pour qu'un roulement fonctionne dans de bonnes conditions, il est nécessaire d'utiliser la méthode de montage préconisée avec les outils appropriés.

- Examiner avec soin les éléments voisins du montage.
- Faire disparaître toutes les bavures, nettoyer les arbres et les épaulements.
- Contrôler au micromètre le diamètre de l'arbre et le diamètre de l'alésage.
- Inspecter les joints d'étanchéité et les remplacer, s'ils sont défectueux ou usés.
- Ne sortir les roulements neufs de leur emballage qu'au moment du montage.
- N'enlever le produit antirouille que dans l'alésage et sur la surface cylindrique extérieure.
- Nettoyer ces surfaces au white-spirit et les sécher avec un chiffon propre.

Montage à froid

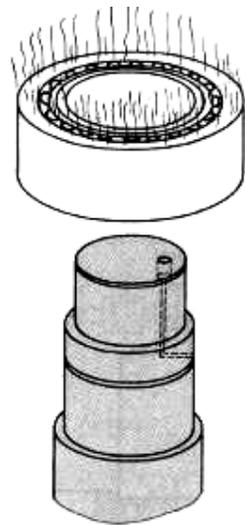


L'utilisation d'une presse est particulièrement adaptée au montage fréquent de petits roulements.

Les faces de la douille doivent être planes, parallèles et sans bavure et ses diamètres déterminés pour être mis en appui contre la bague montée avec ajustement serré.

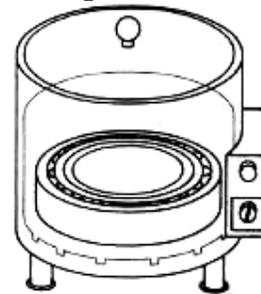
Pour faciliter le montage, on enduit avec une huile de faible viscosité la portée du roulement sur l'arbre ou dans le logement.

Montage à chaud

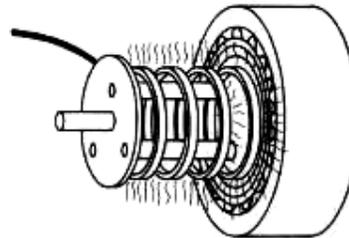


Montages sur l'arbre

Montage serré sur l'arbre



Chauffage par bain d'huile



Chauffage par résistance

Le montage des roulements de moyenne et grande dimension peut aussi être réalisé en chauffant le roulement ou son logement avant le montage.

Il est conseillé de prévoir sur l'arbre des canaux et des gorges pour l'injection d'huile sous pression, lors du démontage.

- Les roulements garnis de graisse sont en général munis de joints d'étanchéité ; ils ne doivent pas être chauffés.
- Si l'on prévoit un ajustement serré sur l'arbre, le roulement est chauffé à une température supérieure de 80 à 90 °C à celle de l'arbre, jamais au-dessus de 120 °C.
- Si l'ajustement est serré dans le logement, une légère élévation de la température du logement de 20 à 50 °C suffit en général, car le serrage est rarement important.

9.2. DEMONTAGE DES ROULEMENTS

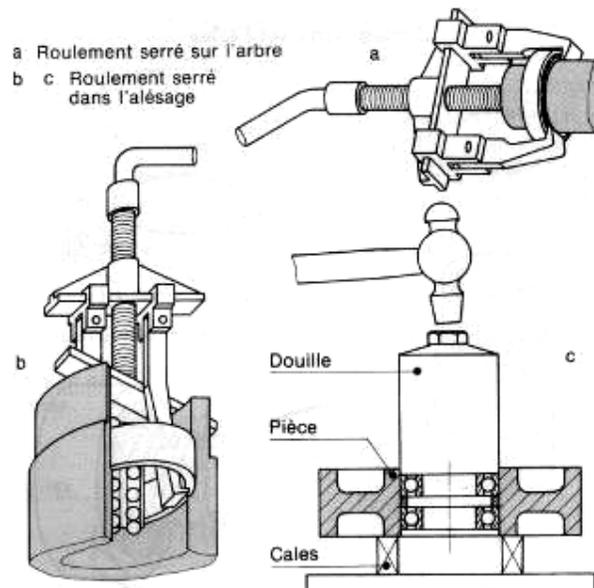
- ▶ Il faut toujours essayer de démonter les roulements sans les endommager.
- ▶ L'effort de démontage doit être appliqué sur la bague serrée.
- ▶ Pour des raisons de durée de vie, un roulement réutilisé doit être remonté dans la même position. (Repérer cette position avant le démontage.)
- ▶ Si un roulement se détériore prématurément, on doit en rechercher la cause.

Principales causes d'usure

Montage défectueux, lubrification inadaptée, impuretés, erreurs de forme de l'arbre ou de l'alésage, vibrations, surcharges.

Outillage mécanique

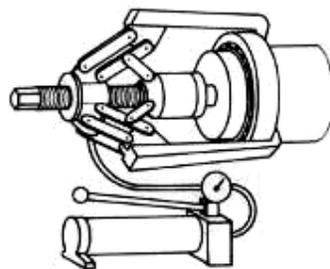
Le démontage se réalise avec l'extracteur à deux ou à trois bras (fig. 5a, b) ou la douille (fig. 5c).



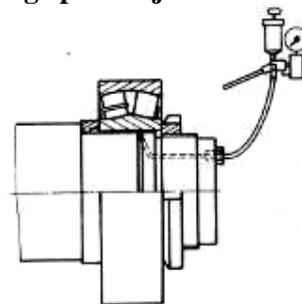
Outillage hydraulique

Les roulements de taille moyenne ou de grande taille ayant un ajustement serré sur l'arbre demandent souvent un effort de démontage considérable, on emploie donc la pression d'huile pour décoller ces roulements.

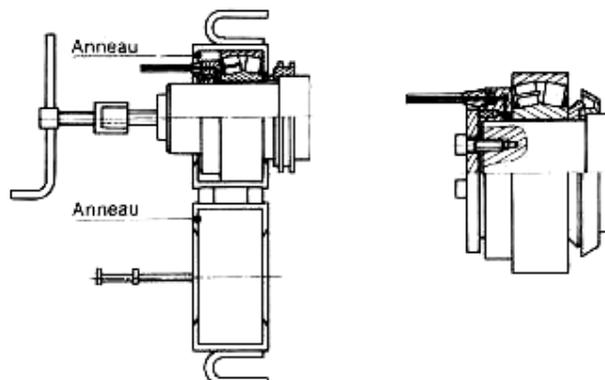
Extracteur hydraulique



Outillage pour injection d'huile



Démontage à l'aide d'anneaux spéciaux d'injection



CHAPITRE 10: ASSAMBLAGE PAR COLLAGE

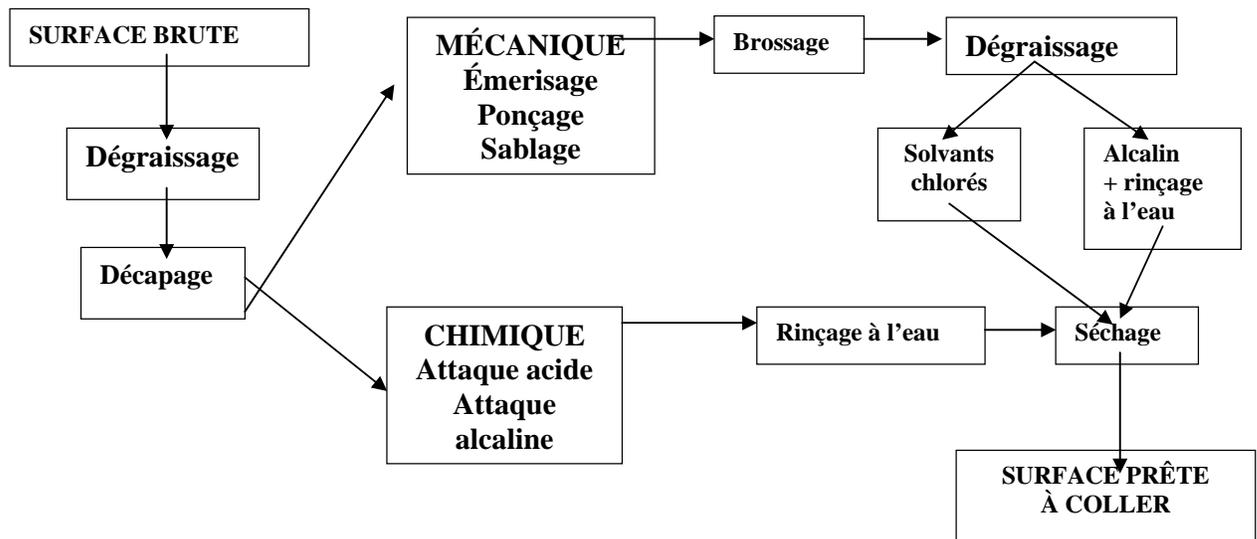
En mécanique, les assemblages par collage sont de plus en plus nombreux. Il existe une grande variété de colles.

10.1. LES COLLES

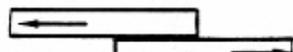
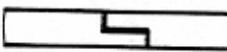
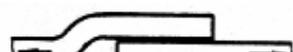
Colles	Résistance				Défauts
	Souplesse	Mécanique	Thermique	Agents chimiques	
Thermodurcissables	Mauvaise	Bonne	Bonne	Bonne	Rigide - Fragile
Thermoplastiques	Moyenne	Médiocre	Médiocre	Bonne	Résistance mécanique médiocre
Élastomères	Très bonne	Mauvaise	Variable	Médiocre	Affecté par la chaleur

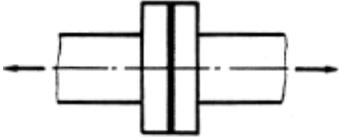
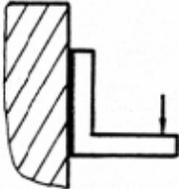
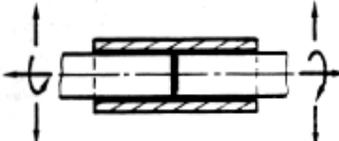
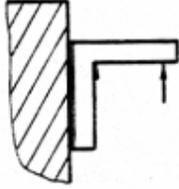
10.2. PREPARATION DES SURFACES

Éliminer les corps étrangers (poussières, graisse, huile, eau).



10.3. EXEMPLES DE TYPES D' ASSEMBLAGES

Assemblages en bout	Assemblages par recouvrement
 <p>Médiocre Employé pour les bandes caoutchouc</p>	 <p>Satisfaisant</p>
 <p>Satisfaisant Usinage préalable</p>	 <p>Bon</p>
 <p>Satisfaisant Usinage préalable</p>	 <p>Bon</p>

Pièces cylindriques	Assemblages en angle
	
	

10.4. CONSEILS POUR LE COLLAGE

La colle doit présenter une certaine fluidité pour bien «épouse-» la surface.

Il faut éviter qu'il reste des poches d'air du fond des cavités superficielles. La colle doit bien se répandre, bien mouiller la surface.

Pour qu'un assemblage par collage soit utilisable, il faut qu'il ait une résistance mécanique appropriée à l'ensemble.

10.5. DÉMONTAGE DES ENSEMBLES COLLÉS

Action de la chaleur :

Lorsque les supports sont insensibles à la chaleur (céramique, métaux)

Action de solvants :

Procédé long.

Action d'une surcharge mécanique ou de chocs :

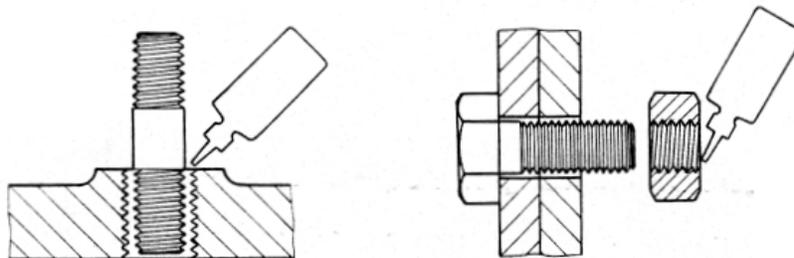
On peut combiner ce procédé avec l'un des deux précédents.

Action des ultrasons :

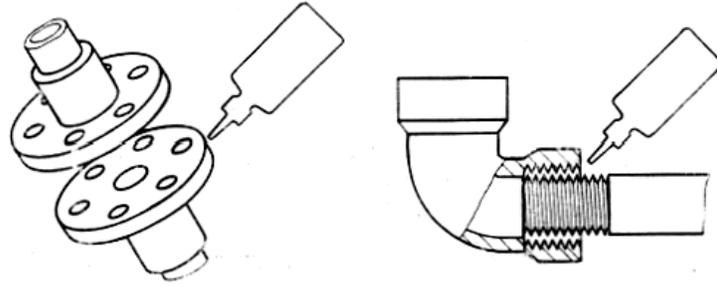
Procédé industriel.

10.6. APPLICATIONS

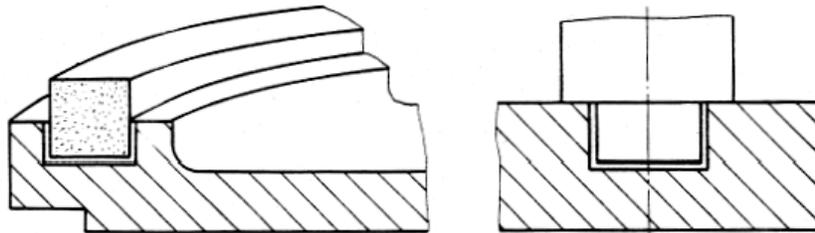
Freinage



Etanchéité



Collage



CHAPITRE 11 : ANALYSE DU MONTAGE DES ROULEMENTS

11.1. GENERALITES

Tous les calculs relatifs aux dimensions, durées, serrages etc., sont traités dans le tome 3 du *Précis de construction mécanique*. Nous traitons ici des règles fondamentales concernant les montages de roulements, en dehors de tout cahier des charges particulier.

11.2. REGLES DE MONTAGE

— **Règle 1** : il faut monter avec un ajustement serré la bague qui tourne par rapport à la direction de la charge.

Ce serrage radial de la bague tournante par rapport à la direction de charge a pour objet d'éviter le laminage de la portée de cette bague (fig. 6).

La portée est la surface de l'arbre en contact avec la bague intérieure [BI] (ou la surface du logement en contact avec la bague extérieure [BE]).

Le laminage est en fait la destruction de la portée lorsque la bague tournante par rapport à la direction de charge roule sur sa portée, quand il existe un jeu entre les deux (fig. 6; [Bu tourne / R]).

Le jeu entre la bague tournante par rapport à la direction de charge et sa portée est la cause unique de la destruction de la portée. Il faut supprimer ce jeu, donc monter la bague tournante par rapport à la direction de charge avec un ajustement serré.

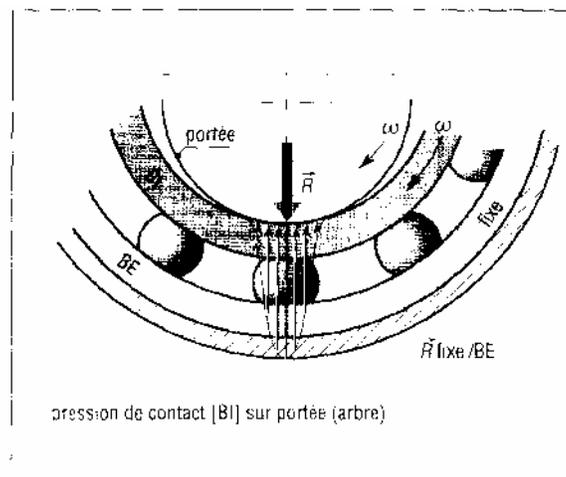
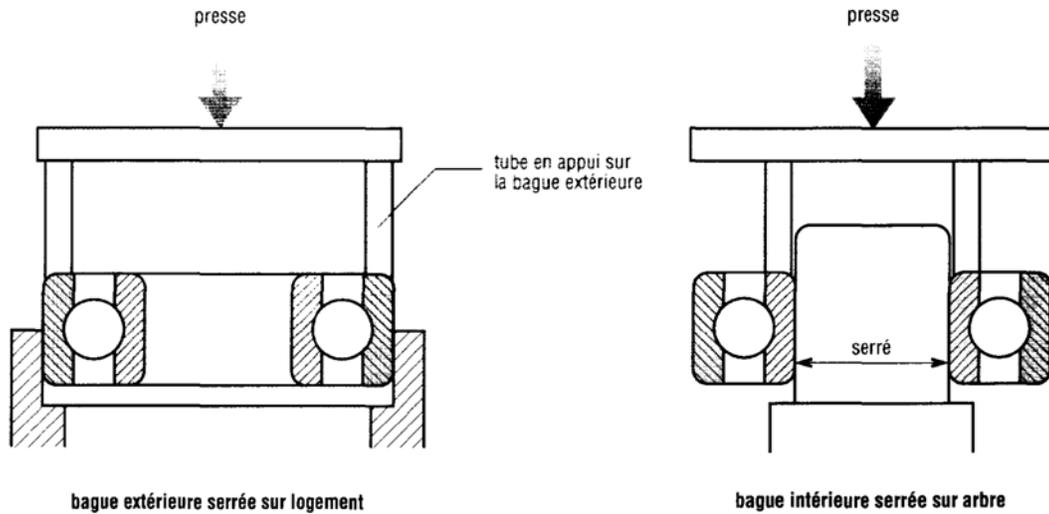


Fig. 6. Phénomène de laminage de la portée du au jeu.

La bague ajustée serrée est généralement montée à l'aide d'une presse (fig. 7); il faut donc l'appuyer sur un épaulement rigide de position connue (épaulement usiné, couvercle, avec ou sans entretoise s'appuyant dessous).



Arbres			Logements			
bagues libre sur sa portée	g 6	roues débattement axial exigé (dilatation, réglage)	direction de la charge fixe par rapport à la bague intérieure	charges normales $\frac{G}{P} > 5$	M 7 N 7	poulies folles galets tendeurs roues
cas général	j 6	poulie folle galet tendeur		très fortes charges Fortes charges avec choc $\frac{G}{P} < 5$	N 7 P 7	matériel ferroviaire gros roulements à rou- leaux
charges normales $\frac{G}{P} > 5$	j 6/k 6	petits moteurs électriques, broches broches mach.-outils pompes ventilateurs moteurs moyens réducteurs de vitesse	direction de la charge fixe par rapport à la bague extérieure	cas général	J 7	moteurs électriques de moyenne puissance poulies, broches de machines-outils transmissions applications générales
charges élevées $\frac{G}{P} < 5$	m 6/p 6	moteurs de traction gros réducteurs matériel ferroviaire ou de travaux publics gros compresseurs		bagues libre sur sa portée	H 7	débattement axial exigé (dilatation ou réglage)
charges purement axiales	j 6	roulements et butées	autres cas	roulements à rouleaux cylindriques et coniques	M 7 à P 7	
manchons de serrage	h 9	transmissions matériel agricole		charges purement axiales	H 7	roulements et butées

Tableau 5. Montage « serré » ou « glissant » des bagues (doc. SNR).

Cet appui sert de butée à la presse et il est courant de placer un serrage de l'autre côté de la bague (fig. 8).

Note : quand la charge est de direction indéterminée, les deux bagues sont montées avec ajustement serré.

— **Règle 2 :** une bague fixe par rapport à la direction de charge est généralement montée avec un ajustement « glissant » (tableau 5).

— **Règle 3** : pour réaliser une liaison « pivot », un arrêt axial doit être réalisé une seule fois dans chaque sens. Si les deux arrêts sont sur le même roulement (à bagues non séparables), il est alors appelé « palier fixe » (fig. 8). Dans ce cas, le roulement doit être le plus près possible du point d'application de la charge axiale. Les avantages sont une dilatation libre de l'arbre, l'absence de risque de flambage et

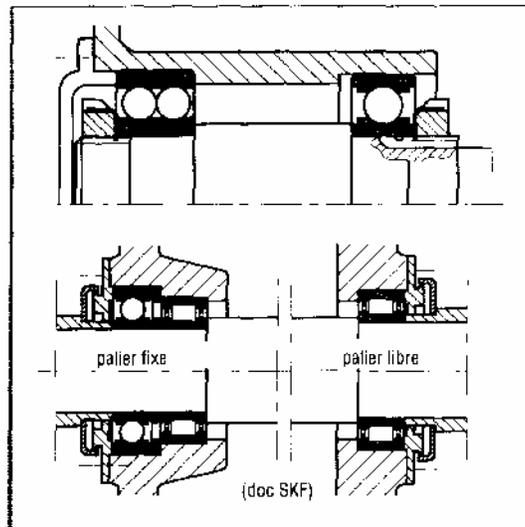


Fig. 8. Palier « fixe » et palier « libre » (doc. SKF).

une cotation fonctionnelle à tolérances plus larges (fig. 22-c).

— **Règle 4** : un ajustement « serré » ne peut pas transmettre un effort axial entre arbre et logement.

Un effort axial doit donc être transmis « par obstacles » (épaulements, écrous, entretoise, etc)

Note : l'épaulement doit avoir des formes compatibles avec les arrondis des bagues (fig. 10).

11.3. ARRETS AXIAUX

Il existe de nombreuses façons de réaliser les arrêts axiaux, certains définissent la position axiale du roulement (épaulement, couvercle), d'autres maintiennent cette position (écrous).

11.3.1. ÉPAULEMENT

Les épaulements sont usinés ou rapportés sur les arbres ou dans les logements. Les bagues s'appuient directement dessus ou sur une entretoise intermédiaire (fig. 10).

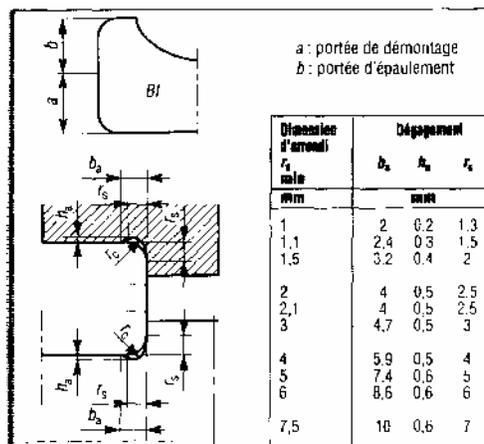


Fig. 9 et tableau 6. Arrondis des bagues de roulement (doc. SKF).

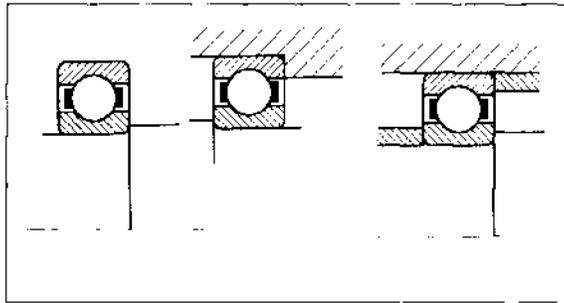


Fig. 10. Épaulements, entretoises.

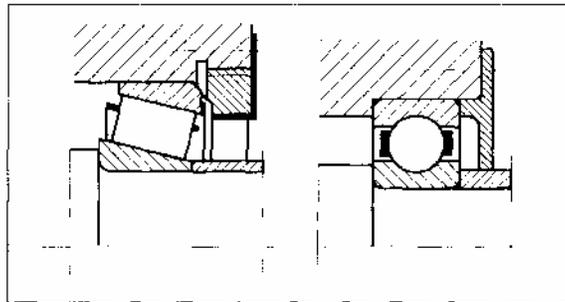


Fig. 11. Couvercles (doc. SKF).

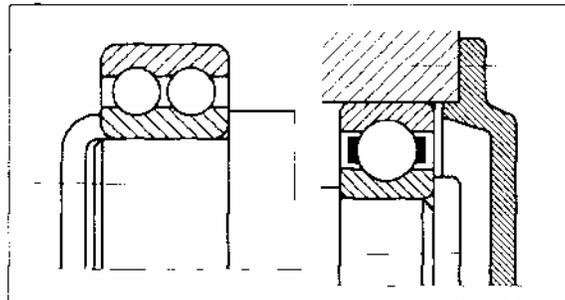


Fig. 12. Rondelle vissée sur l'arbre.

11.3.2. COUVERCLE DANS LE LOGEMENT

Il est le plus souvent emboîté (H7h6) et maintenu par des vis ; il peut être aussi vissé dans le logement (problèmes de réalisation du filetage et de son freinage) (fig. 11).

11.3.3 RONDILLE VISSEE EN BOUT D'ARBRE

La rondelle est centrée ou pas et fixée par une ou deux vis (fig. 12).

11.3.4. SEGMENT D'ARRET POUR ROULEMENT A RAINURE

Il est réservé aux efforts axiaux modérés (NF E 22-302 et NF E 22-303). Il peut être utilisé dans les paliers ou carters en deux parties (fig. 13) ou placé entre un couvercle et le logement (fig. 14).

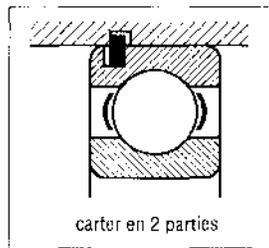


Fig. 13. Roulement à segment d'arrêt.

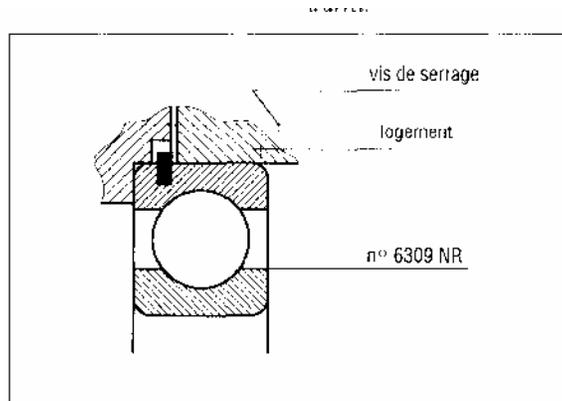


Fig. 14. Roulement à segment d'arrêt et un couvercle.

11.3.5. ÉCROUS

— L'écrou à encoches (NF E 22-306) et rondelles (NF E 22- 307) nécessite une rainure axiale qui affaiblit l'arbre (freinage par obstacle, fig. 15).

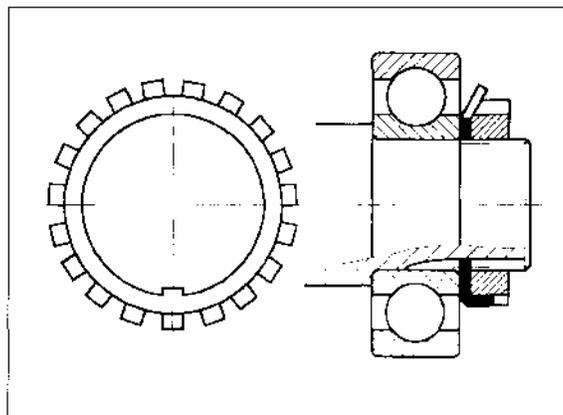


Fig. 15. Écrou à encoches et rondelles.

— Un écrou H est souvent de trop grandes dimensions.

— **Écrou autofreiné du premier type** : un anneau exerce des efforts sur le filetage, assurant un bon maintien de l'écrou. On évite l'usinage d'une rainure et la rondelle frein. L'anneau est en inox (fig. 16), ce qui permet le démontage-remontage une dizaine de fois. Les écrous avec anneau de polyamide sont à changer après démontage.

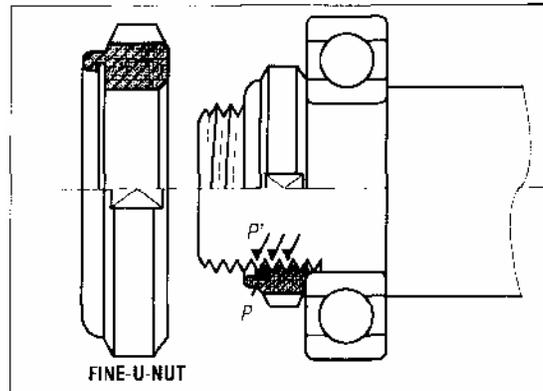


Fig. 16. Écrou à anneau de friction inox (doc. SOPAP).

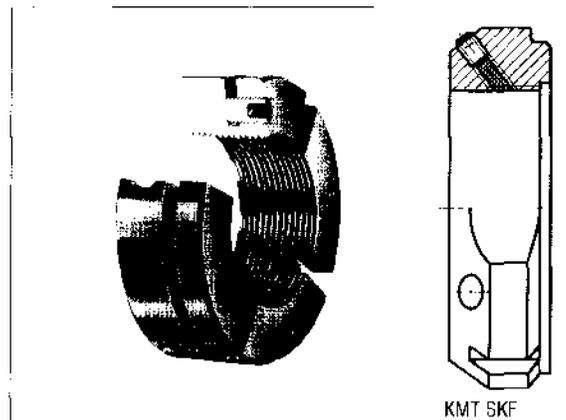


Fig. 17. Écrous à vis de pression (doc. INA).

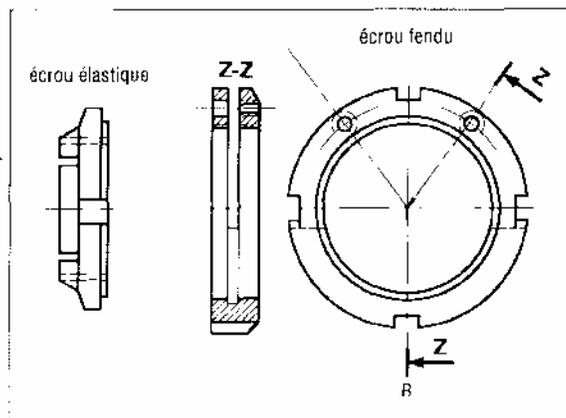


Fig. 18. Écrou élastique et écrou fendu (doc. SNEF).

— **Écrou autofreiné du deuxième type** : une vis de pression vissant sur le filetage par l'intermédiaire d'une pastille de métal tendre (fig. 17) ou l'écrou est fendu (fig. 18).

11.3.6 ANNEAU ELASTIQUE

Le montage d'un anneau élastique impose un jeu entre le segment et la bague du roulement. Il ne peut donc pas exercer de serrage axial. Il affaiblit l'arbre par la gorge. Il est réservé aux sollicitations modérées. On l'utilise dans les constructions « économiques ». Si l'anneau est utilisé comme arrêt axial d'une bague montée glissante, le positionnement axial est imprécis et la cotation délicate. Il faut placer une rondelle à angles vifs pour transmettre un effort axial correctement.

Pour une bague montée serrée, son rôle est souvent un arrêt axial « de sécurité » dans le cas où le serrage de la bague s'annulerait (exemple: l'anneau monté sur l'arbre à la figure 19).

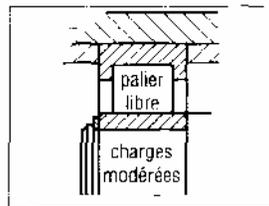


Fig. 19. Rôle de sécurité.

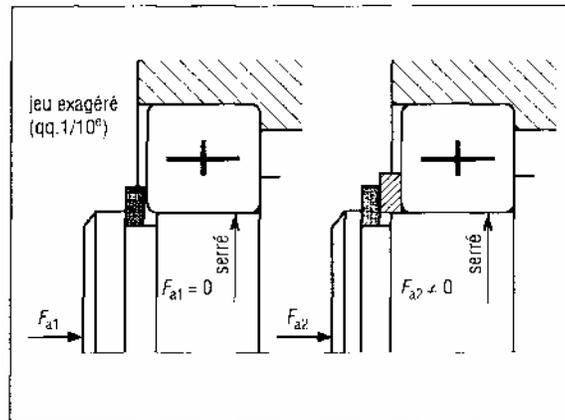


Fig. 20. Problème du jeu de montage.

Note : pour la bague ajustée serrée, et dans le cas où l'effort axial est à transmettre, on peut placer un anneau élastique, à condition d'annuler le jeu entre l'anneau et le roulement avec des cales, pour respecter la règle 3 (fig.21). Ce montage nécessite la mesure du jeu et l'utilisation de cales.

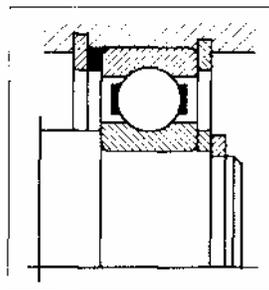


Fig. 21. Exemple de montage (doc. SKF).

11.3.7. Colle

Il est possible de coller les bagues sur leur portée. Toutefois, l'adhésif ne remplace pas un épaulement lorsqu'un effort axial est transmis par le roulement. Les règles habituelles de montage doivent toujours être appliquées. S'il n'y a aucun effort axial, l'adhésif remplace tout épaulement. Les coûts peuvent diminuer considérablement en simplifiant l'usinage. En outre, lorsqu'une bague est montée serrée, l'adhésif contribue à la liaison; de ce fait, il est possible de diminuer la valeur du serrage. Dans certains cas, cela évite de choisir un roulement à jeu augmenté : on garde un roulement à jeu normal.

Les adhésifs actuels sont compatibles avec les lubrifiants: leur efficacité est conservée même sur des surfaces graissées. Les roulements peuvent donc être collés tels qu'ils sont livrés par le fabricant.

Enfin, notons que le dosage précis lors de la dépose de la colle, ainsi que la dureté très faible d'une goutte de colle polymérisée, permettent d'éviter tout risque de pollution ou de détérioration du mécanisme.

11.3.8. Roulement à alésage conique, manchons coniques

Le roulement à alésage conique est serré axialement par un écrou vissé sur l'arbre (fig. 22-a). Le positionnement axial n'est pas très précis.

Quand un manchon (NF E 22-308) est utilisé, le roulement est positionné axialement par une entretoise s'appuyant sur un épaulement de l'arbre (fig. 22-b).

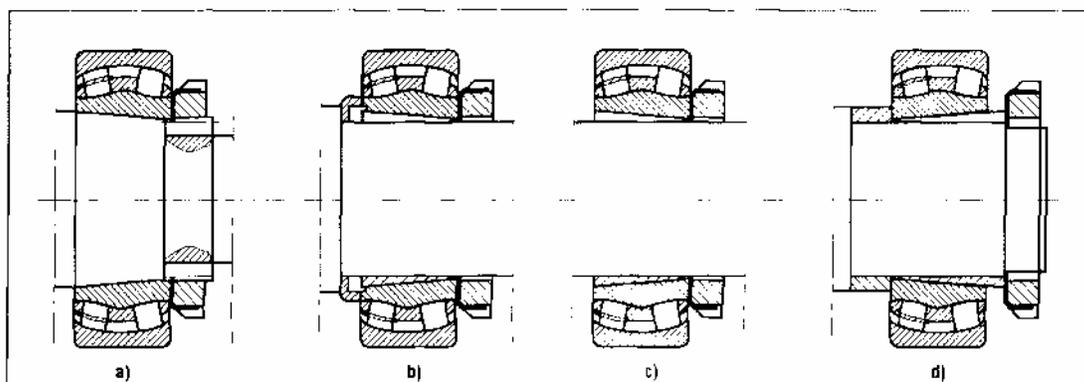


Fig. 22. Manchons et alésages coniques (doc. SKF).

Si l'entretoise n'existe pas (fig. 22-c), l'effort axial transmissible par ce système est approximativement:

$F_{adm} = 3 B d$ (avec : B = largeur en millimètres ; d = diamètre en millimètres ; F en newtons).

Pour l'utilisation d'un manchon de démontage (fig. 22-d), l'appui sur un épaulement est obligatoire. Un écrou vissé sur l'arbre assure le serrage.

11.4. EXEMPLES DE MONTAGE

Hypothèses de l'étude: la bague extérieure [BE] est fixe par rapport à la direction de la charge, et la bague intérieure [BI] tourne par rapport à la direction de la charge. Conclusions: [BI] montée serrée sur l'arbre (règle 1) et [BE] montée « glissante » dans le logement (règle 2).

Note : le raisonnement est identique dans le cas où la bague intérieure [BI] est fixe par rapport à la direction de la charge et la bague extérieure [BE] tournante par rapport à la direction de la charge.

11.4.1. Premier cas

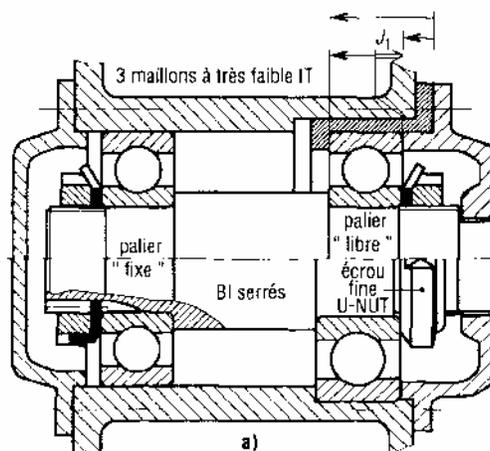
Considérons une liaison pivot réalisée par deux roulements à capacité axiale et radiale. Les deux bagues ne sont donc pas séparables. Il est alors possible d'envisager deux types de montages.

Montages du type A

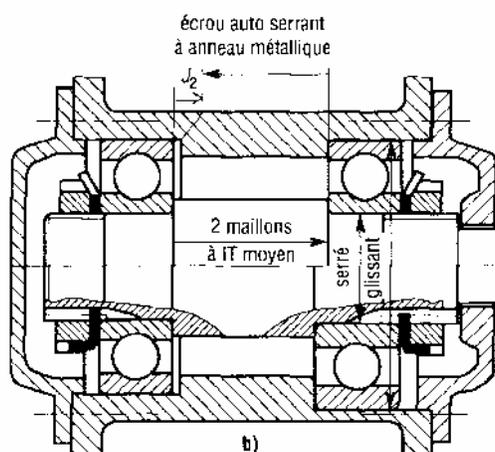
Les bagues montées « serrée radialement » sont en appui sur un épaulement et serrées axialement par un système vis-écrou. Les deux roulements sont montés à la presse sur l'arbre ; les écrous sont serrés et l'ensemble est placé dans le carter.

Il existe alors trois possibilités de respecter les règles 3 et 4 concernant les arrêts axiaux de l'arbre :

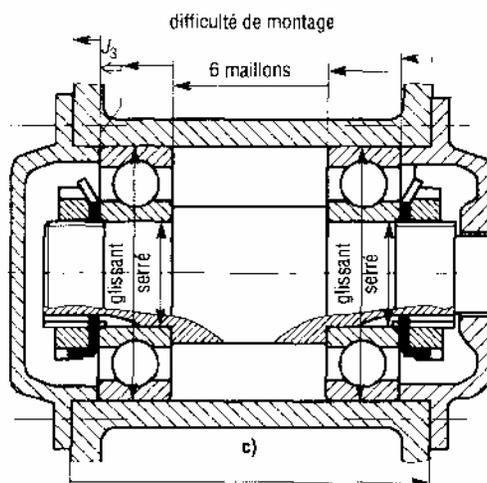
— sur la [BE] d'un roulement (fig. 23-a) ;



— à l'extérieur des [BE] des deux roulements (fig. 23-b) ;



— à l'intérieur des [BE] des deux roulements (fig. 23-c).



Notes:

— la solution (fig. 23-a) est presque toujours préférable (précision et pas de problème de dilatation) (voir règle 4).

— De plus, $J1 < J2 < J3$, avec $J1$ pouvant être très faible ou facilement annulé pour un positionnement précis de l'arbre.

— Pour (a), le roulement (1) est dit « palier fixe » : c'est celui qui réalise les deux arrêts axiaux de la liaison pivot. Le roulement (2) est dit « palier libre » : pas d'arrêt axial sur la [BE] (les deux bagues sont inséparables).

— Le cas (b) pose des problèmes de montage et démontage de l'ensemble (arbre + roulement) dans le carter.

---Pour (c), simple à concevoir, $J3$ est important car la chaîne de cotes relatives à $J3$ comporte un grand nombre de maillons. Il peut y avoir des problèmes dus à la dilatation et un jeu $J3$ qui s'annule.

Montages du type B

Dans ce cas, il est admis que seul l'ajustement serré de la bague tournante par rapport à la direction de charge permet de supprimer le risque de laminage de la portée (le serrage axial de la [BI] par l'écrou est jugé inutile). Il n'existe alors qu'une seule solution de montage.

En effet, pour transmettre l'effort axial par des « obstacles » et non en utilisant l'adhérence de la bague (règle 4) montée serrée, on doit utiliser l'épaulement de celle-ci. Cela conduit à la solution des figures 24 et 25.

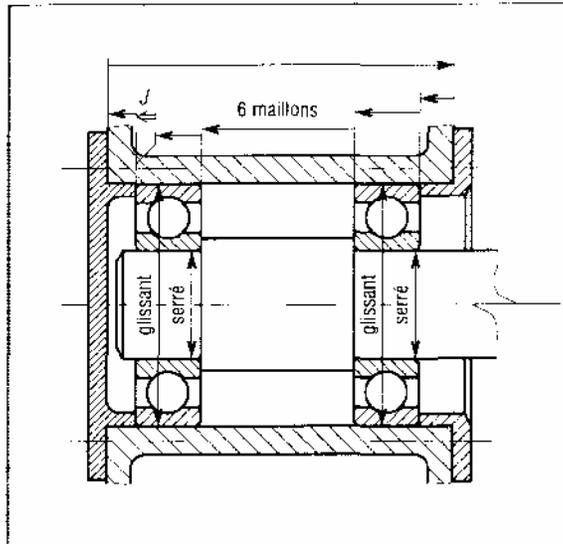


Fig. 24. Montage dit « flottant ».

On retrouve le jeu j_3 du cas précédent. Le montage peut être dit « flottant » (FAG).

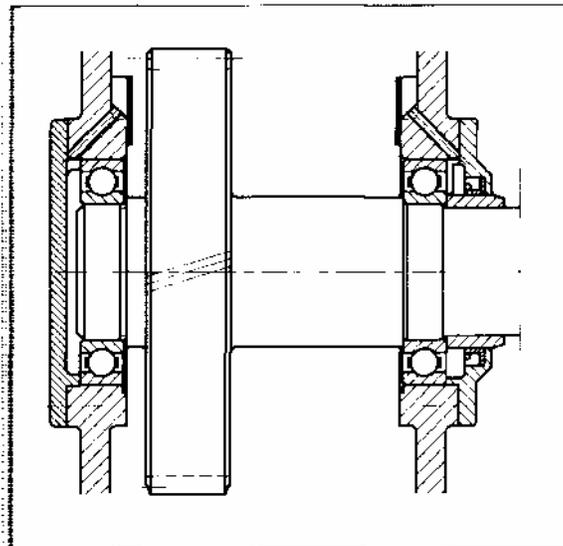


Fig. 25. Montage flottant d'une roue dentée (doc. SKF).

11.4.2. Deuxième cas

La liaison pivot est réalisée par un roulement à capacité axiale et radiale (1) et par un roulement à capacité radiale seule (2). Nous sommes toujours dans le même cas, avec des bagues intérieures « serrées ». La [BI] du roulement (1) doit être épaulée et serrée axialement (avec un écrou par exemple), afin de transmettre l'effort axial dans les deux sens, entre l'arbre et le bâti.

La [BE] de (1) est arrêtée des deux côtés, pour les mêmes raisons.

La [BI] du roulement (2) est montée « serrée », en appui sur un épaulement et serrée axialement de l'autre côté par un écrou.

Les bagues du roulement (2) étant séparables, il faut assurer une position axiale précise de la [BE] / [BI] par des arrêts de chaque côté (fig. 26 et 27).

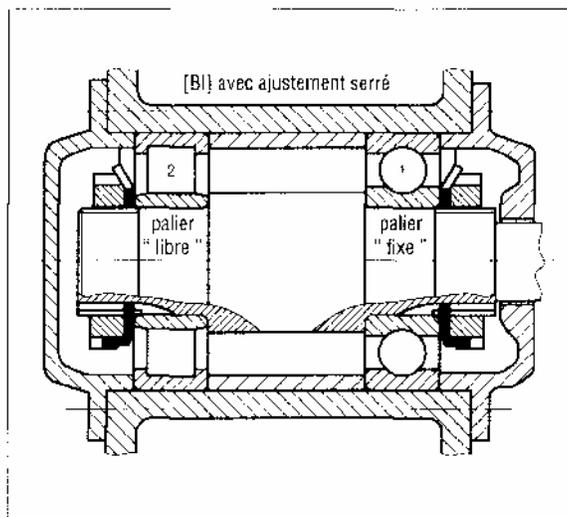


Fig. 26. Roulement radial et radial - axial.

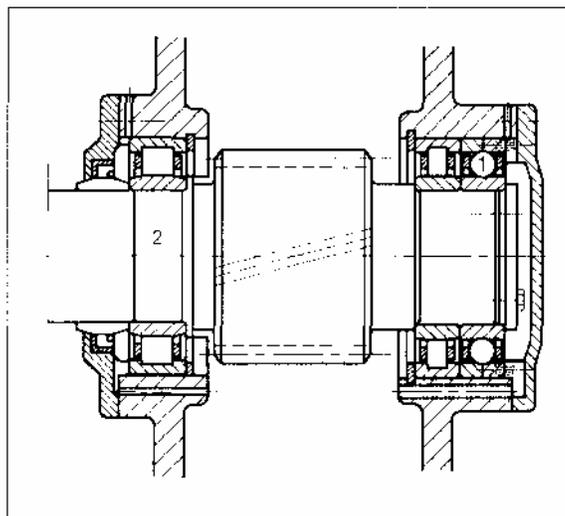


Fig. 27. Palier fixe par roulement à 4 points de contact (doc. SKF).

Note : dans certains cas, si les efforts sont modérés pour le roulement (2), on se dispense de l'écrou sur la bague montée « serrée ». Il est alors prudent de prévoir un anneau élastique en tant qu'élément de sécurité ; pour le cas où l'ajustement serré de la [BI] perdrait son efficacité. La [BI] ne pourrait pas se déplacer sur l'arbre mais on ne pourrait pas éviter le laminage de la portée (fig. 28).

Réducteur à vis sans fin

L'arbre de la vis sans fin est supporté par 2 roulements à billes à contact oblique qui absorbent les efforts axiaux dans chaque sens et un roulement à rouleaux cylindriques qui permet des déplacements axiaux.

Tolérances :

- sur arbre :

- roulement à rouleaux cylindriques :
intérieur ou égal à k5

de 40 à 100 : m5

de 100 à 140 : m6

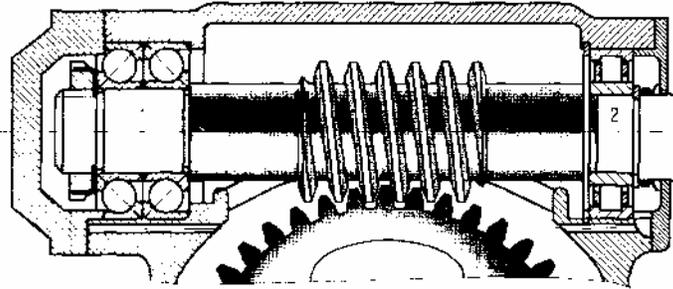
- roulements à billes à contact oblique :

sur 18 : js

de 18 à 100 : k5

de 100 à 140 : m5

- dans logements : J7



11.5. CAS DES ROULEMENTS A CONTACT OBLIQUE

Ces roulements n'ont pas de jeu interne défini car les bagues sont séparables. Il faut donc toujours prévoir un réglage axial du jeu des deux roulements. Ils ne supportent un effort axial que dans un sens ; il faut donc les monter par paire, en sens contraire (en X ou en O).

Précharge

Le réglage d'un jeu négatif au montage constitue une précharge des roulements. Elle a pour principaux effets une augmentation de la rigidité, un guidage plus précis, une diminution du bruit, une compensation d'usure et d'écrasement des contacts ainsi qu'une légère augmentation (fig. 29) de la durée de vie.

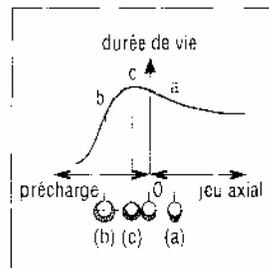


Fig. 29. Durée - précharge.

11.6. TYPES DE MONTAGES

En prenant comme seul critère la bague tournante par rapport à la direction de charge, on aboutit à deux montages :

— **1er montage** : les [BI] tournantes par rapport à la direction de charge sont ajustées « serrées » sur l'arbre (règle 1). Le réglage du jeu s'effectue donc sur les bagues extérieures montées « glissantes » (règle 2). La configuration qui permet facilement ce réglage est dite en X (fig. 30 et fig. 33 : axe vertical du différentiel). Dans ce cas, les [BI] sont en appui sur un épaulement et n'ont pas besoin de serrage axial par écrou de l'autre côté, car il y a les corps roulants qui exercent un effort axial. En général, quand l'arbre tourne par rapport à la direction de la charge, le montage des roulements se fait en X.

— **2 montage** : les [BE] tournantes par rapport à la direction de charge sont ajustées « serrées » dans le logement. Le réglage du jeu s'effectue donc sur les bagues intérieures montées « glissantes ». La configuration qui permet facilement le réglage sur les bagues intérieures est dite en O (fig. 31 et 32). Les [BE] sont en appui sur un épaulement du logement (carter), cet

appui suffit. En général, quand le logement tourne par rapport à la direction de la charge, le montage des roulements se fait en O.

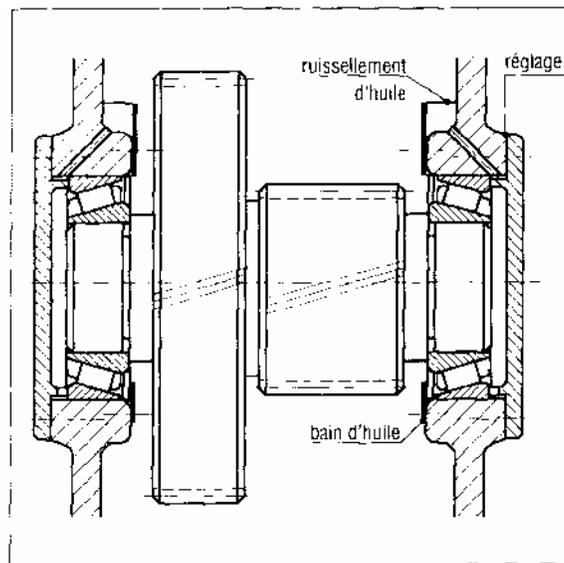


Fig. 30. Montage en X (doc. SKF).

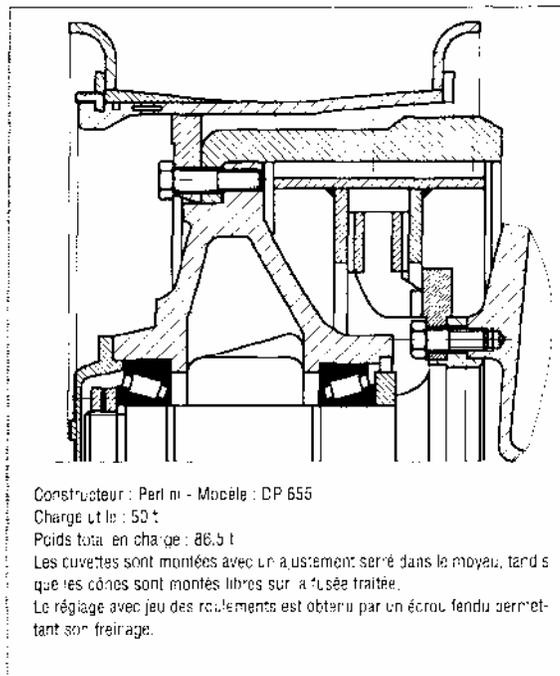


Fig. 31. Roue avant de Dumper (doc. Timken).

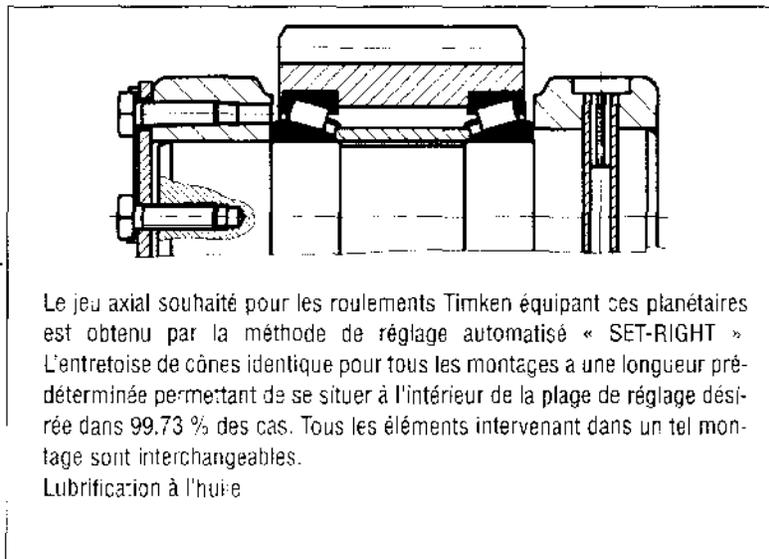


Fig. 32. Planétaire de trains épicycloïdaux (doc. Timken).

Notes :

Dans un montage en X, les centres de poussées des roulements sont plus proches que dans un montage en O, pour des distances égales entre faces internes. Un montage en X est donc moins rigide qu'un montage en O, pour les mêmes roulements, à la même distance, avec la même pré-charge (jeu < o). Dans un montage en X, une dilatation de l'arbre plus importante que celle du logement, provoque une surcharge dans les roulements.

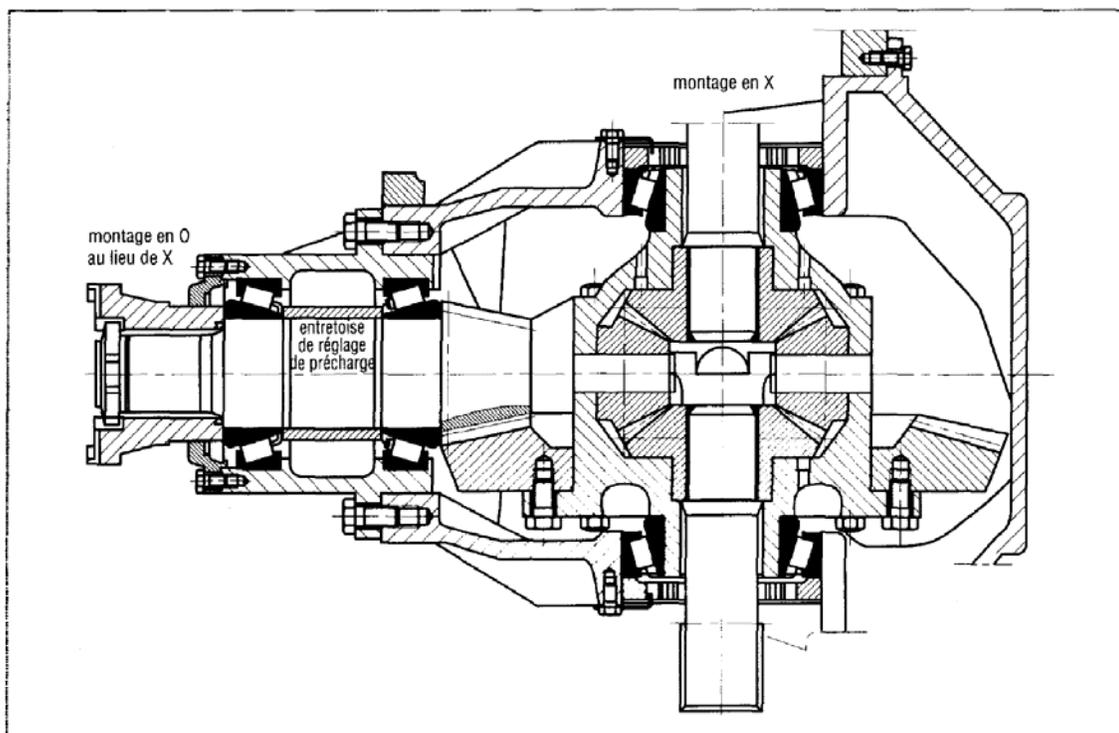


Fig. 33. Montage rigide (pont arrière de dumper, charge utile 50 t, doc. Timken).

En conséquences:

— **Quand le critère de la rigidité de l'arbre** est prépondérant, que les [BI] sont ajustées « serré » sur l'arbre et que les centres de poussée sont trop proches, dans le montage en X, pour assurer une bonne rigidité, on adopte alors un montage en O (fig. 33).

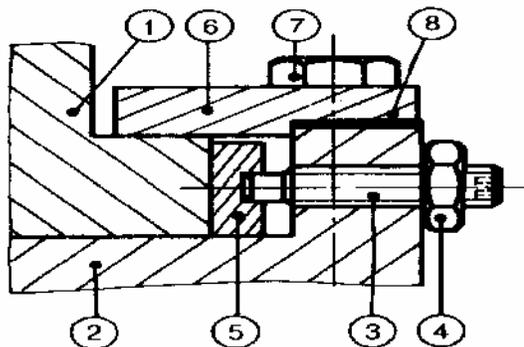
Pour le pignon d'attaque de la figure 33, le réglage s'effectue alors sur la [BI] la moins chargée. Celle-ci est montée légèrement glissante pour permettre ce réglage. On utilise alors très souvent une entretoise de réglage de la précharge. Elle permet en plus de serrer axialement la (BI), montée légèrement « glissante » et d'éviter ainsi le laminage de la portée.

— **Quand le critère de dilatations différentes entre arbre et carter** intervient, la surcharge des roulements due à ce problème peut conduire à adopter un montage en O, alors que le critère de [BI] tournante/charge conduirait à un montage en X.

Dans tous les catalogues (FAG, SKF, SNR, TIMKEN), les seuls critères de choix des montages en X et en O (ou « réglés » pour FAG) sont les critères de rigidité et de dilatation.

CHAPITRE 12 : REGLAGE DES JEUX

-GUIDAGE EN T



Contrôler le jeu entre ① et ②.

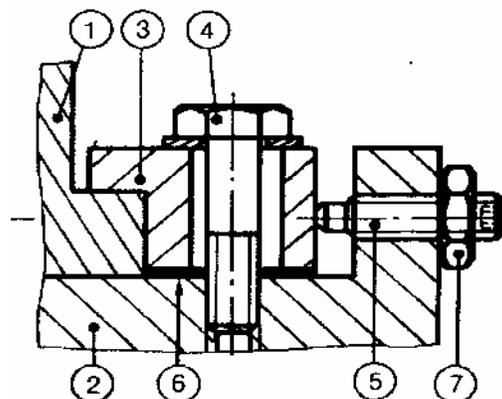
Desserrer ④.

Visser ③. Mettre en appui et desserrer de 1/10 de tour.

Contrôler le jeu.

Contrôler le fonctionnement manuellement.

Le clinquant ⑧ permet le rattrapage du jeu vertical.



Contrôler le jeu entre ① et ③.

Desserrer ④. Rebloquer légèrement pour maintenir ③ en appui sur ⑥.

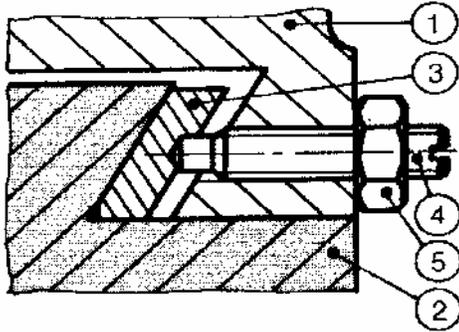
Desserrer ⑦.

Visser ⑤. Mettre en appui et desserrer de 1/10 de tour.

Serrer ④ et ⑦.

Contrôler le fonctionnement manuellement.

-GUIDAGE EN QUEUE D'ARONDE



- Contrôler le jeu entre 2 et 3. Desserrer 5. Visser les vis 5.
- Visser les vis 4. Mettre en appui 3 et 2 et dévisser de 1/10 de tour par exemple.
- Contrôler le jeu et le fonctionnement manuellement.
- Maintenir 4 et serrer 5.

CHAPITRE 13: APPLICATIONS DES CHAINES DES COTES POUR ASSEMBLAGE

Pour assurer la précision de montage (assemblage) on utilise la théorie des « chaînes des cotes » pour calculer les tolérances des éléments qui compose la chaîne de cotes .

En fabrication mécanique il y a cinq méthodes par rapport à la précision demandée :

- la méthode de l'interchangeabilité totale
- la méthode de l'interchangeabilité partielle
- la méthode de sélection
- la méthode de l'ajustage
- la méthode de réglage

13.1. ASSEMBLAGE PAR LA METHODE DE L'INTERCHANGEABILITE TOTALE

Par cette méthode on peut assembler n'importe quelle pièce du lot avec les autres pièces de l'ensemble sans une sélection ou ajustage de la pièce.

Les avantages de la méthode :

- assemblage simple et économique
- possibilité d'appliquer la méthode en flux continue

La condition de la réalisation de la méthode :

-la valeur de la tolérance de l'élément qui ferme la chaîne de cotes est égale à la somme des éléments composants.

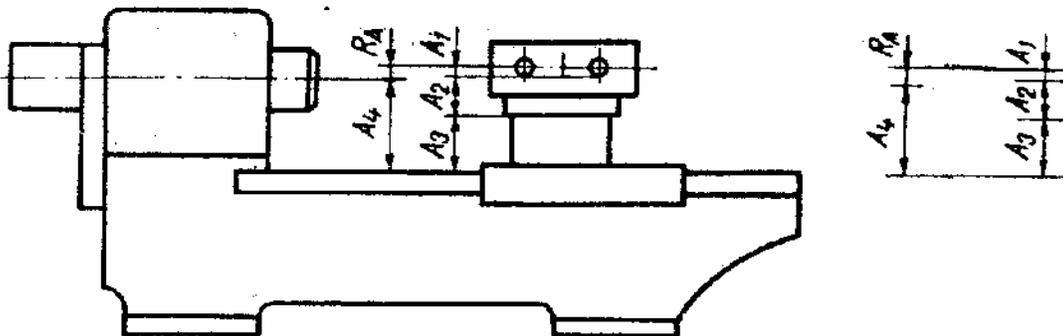
$$T_R = \sum_{i=1}^{n-1} T_{A_i}$$

T_R -la valeur de la tolérance de l'élément qui ferme la chaîne (cote condition) de cotes

T_{A_i} - la valeur de la tolérance de l'élément i de la chaîne.

Exemple des chaînes de cotes :

-La chaîne de cotes pour un tour revolver qui doit assurer la précision de coaxialité entre les axes des outils de la tête revolver et l'axe de la broche :



Les dimensions nominales des éléments composantes de la chaîne sont :

$$A_1 = 25 \text{ mm} ; A_2 = 60 \text{ mm} ; A_3 = 118 \text{ mm} ; A_4 = 203 \text{ mm}.$$

L'équation condition pour les tolérances :

$$T_{RA1} = T_{A1} + T_{A2} + T_{A3} + T_{A4}.$$

La valeur de la tolérance de la cote condition T_{RA} est :

$$T_{RA} = E_{A_{\max}} - E_{A_{\min}} = 0,02 - 0 = 0,02 \text{ mm}.$$

On note les tolérances possibles à réaliser pour chaque élément composant :

$$T_{A1} = 0,002 \text{ mm} ; T_{A2} = 0,002 \text{ mm} ; T_{A3} = 0,004 \text{ mm} ; T_{A4} = 0,012 \text{ mm},$$

On obtient :

$$T_{RA} = 0,002 + 0,002 + 0,004 + 0,012 = 0,02$$

On peut faire la vérification par la méthode de maxi ou mini et on obtient les valeurs des tolérances pour la chaîne de cotes et dimensions :

$$E_{sRA} = 25,002 + 60,002 + 118,004 + 202,988 = 0,02 \text{ mm}$$

$$E_{iRA} = 25 + 60 + 118 + 202 = 0$$

E_{sRA} - écart supérieur de la cote condition

E_{iRA} - écart inférieur de la cote condition

13.2. ASSEMBLAGE PAR LA METHODE DE L'INTERCHANGEABILITE PARTIELLE

La méthode de l'interchangeabilité totale n'est pas toujours possible ni avantageuse. Dans certaines cas on utilise la méthode de l'interchangeabilité partielle.

Les pièces composantes sont fabriquées aux tolérances plus larges que celles destinées au montage par la méthode de l'interchangeabilité totale.

On peut obtenir la précision de la cote condition pour la plupart des pièces sans sélection et ajustage. Par des calculs de probabilité et de statistique on peut calculer les tolérances nécessaires pour assurer un pourcentage de risque le plus petit.

-la méthode de l'interchangeabilité partielle est plus économique à cause des tolérances plus larges pour les éléments composantes.

-cette méthode est recommandée pour les chaînes avec un grand nombre des cotes et une cote condition serrée.

13.3. ASSEMBLAGE PAR LA METHODE DE LA SELECTION

L'assemblage par la méthode de la sélection assure la précision de la cote condition par la mesure et la sélection des pièces par groupe avec des tolérances majorées.

Avantage :

-on peut obtenir des assemblages très précis et des tolérances pour la dimension de la cote condition avec des éléments composantes avec des tolérances larges.

La méthode de la sélection par groupes :

En pratique intervient des situations quand toutes les tolérances des éléments composantes sont très serrées (les roulements). En cette situation l'usinage devient difficile et coûteuse.

La solution :

- on augmente les tolérances des toutes les éléments composantes de « N » fois
- on partage les lots de pièces en N groupes dimensionnelles
- on sélection les pièces par groupes
- l'assemblage est fait par groupes de pièces en respectant la cote condition.

Exemple :

Soit à réaliser un ajustage entre un arbre (piston) $d = 40_{-0,020}^{-0,010}$ et un alésage du piston :

$$D = 40_{+0,010}$$

On suppose que les tolérances de l'arbre et de l'alésage sont égale :

$$T_D = T_d$$

Selon les données :

$$J_{max} = 0,030 \text{ mm ;}$$

$$J_{min} = 0,010 \text{ mm ;}$$

$$\text{et : } T_D = T_d = 0,010 \text{ mm,}$$

la réalisation n'est pas économique et on impose l'augmentation des tolérances (n fois la tolérance initiale) (fig.1)

$$T'_D = T'_d = n \times T_D$$

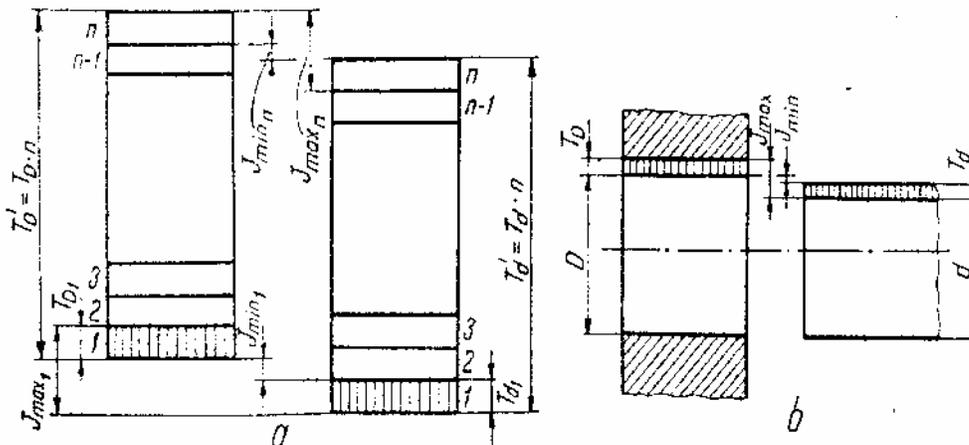


Fig.1 Schéma de sélection des pièces par groupes

Si n = 5 :

$$T'_D = T'_d = 5 \times T_D = 5 \times 0,010 = 0,050;$$

-Le premier groupe d'alésages a l'écart dimensionnel D et $(D+ T_d)$:
40,000mm et 40,010mm ;

-Le deuxième groupe d'alésages a l'écart dimensionnel $(D+ T_d)$ et $(D+ 2T_d)$:
40,010mm et 40,020mm ; etc.

-Le premier groupe des arbres a l'écart dimensionnel 39,980 et 39,990 mm.

-Le deuxième groupe des arbres a l'écart dimensionnel 39,990 et 40,000mm, etc.

L'assemblage est fait avec des pièces avec le même nombre de groupe.

On obtient le même jeu limite pour tous les groupes de pièces :

$$J_{min\ 1} = A_{i1} - a_{s1} = 0 - (-0,010) = 0,010\ \text{mm} ;$$

$$J_{min\ 2} = A_{i2} - a_{s2} = 0,010 - 0 = 0,010\ \text{mm} ;$$

·
·
·

$$J_{max\ 1} = A_{s1} - a_{i1} = 0,010 - (-0,020) = 0,030\ \text{mm} ;$$

$$J_{max\ 2} = A_{s2} - a_{i2} = 0,020 - (-0,010) = 0,030\ \text{mm}$$

·

Et les tolérances des ajustements seront :

$$T_{j1} = J_{max\ 1} - J_{min\ 1} = 0,030 - 0,010 = 0,020\ \text{mm} ;$$

$$T_{j2} = J_{max\ 2} - J_{min\ 2} = 0,030 - 0,010 = 0,020\ \text{mm}.$$

·
·
·

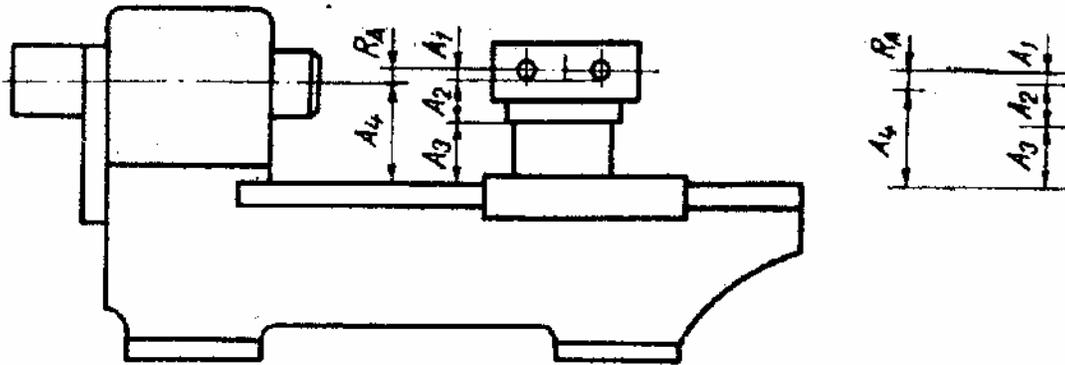
13.4. ASSEMBLAGE PAR LA METHODE DE L'AJUSTAGE

L'assemblage par la méthode de l'ajustage est réalisé par la modification dimensionnelle d'un élément de la chaîne de dimensions (par usinage- ex : la rectification) pour l'obtention de la cote condition.

L'élément choisi pour cette opération s'appelle « élément de compensation ».

Exemple :

La chaîne de cotes pour un tour revolver qui doit assurer la précision de coaxialité entre les axes des outils de la tête revolver et l'axe de la broche.



« L'élément de compensation » est choisi A_2 (plus facile à modifier).

Les dimensions nominales des éléments composantes de la chaîne sont :

$$A_1 = 25^{-0,05} \text{ mm}; A_2 = 60^{+0,2} \text{ mm}; A_3 = 118^{+0,2} \text{ mm};$$

$$A_4 = 203^{+0,3} \text{ mm}$$

$$R_A = 0^{+0,02} \text{ mm}$$

La valeur réelle de la cote condition est R_e (calculée par la méthode algébrique):

$$R_e = A_1 + A_2 + A_3 - A_4 = 25^{+0,05} + 60^{-0,2} + 118^{+0,2} - (203^{+0,3}) = 0^{+0,15} \text{ mm.}$$

La valeur réelle de la cote condition $R_e = 0^{+0,15}$ est plus grande que la valeur imposée $R_A = 0^{+0,02}$, résulte que « l'élément de compensation » A_2 doit être modifier dans les limites (0 à 0,15 mm) pour obtenir la cote condition.

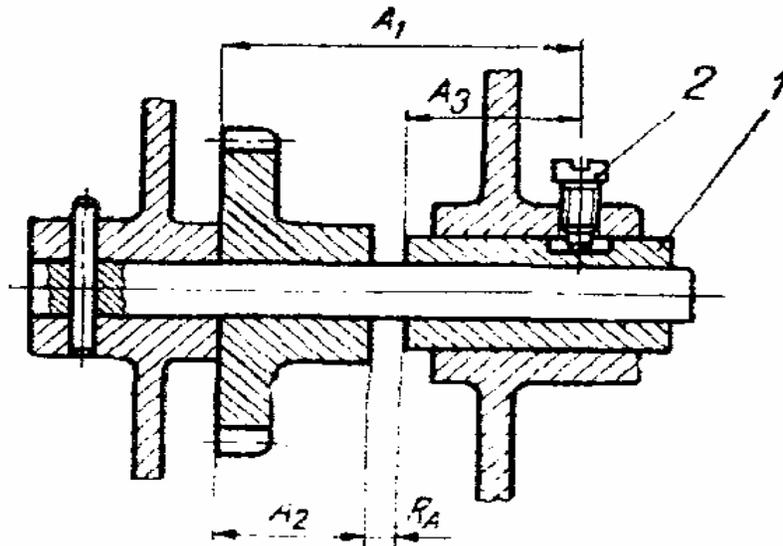
Cette méthode est recommandée pour la production de petite série.

13.5. ASSEMBLAGE PAR LA METHODE DE REGLAGE

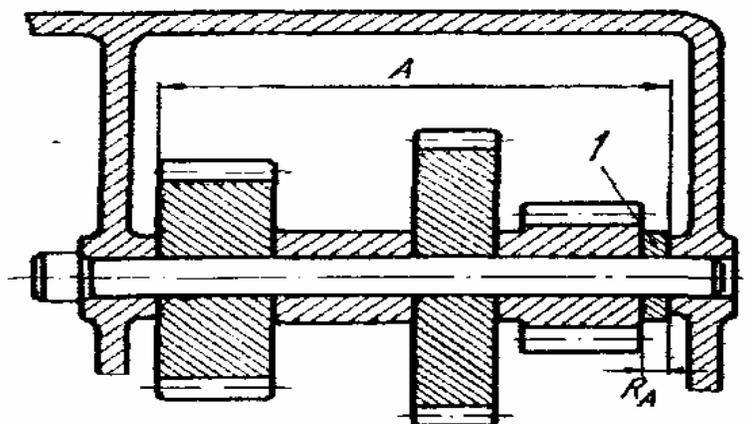
L'assemblage par la méthode de réglage est réalisé par la modification d'une dimension de la chaîne de dimensions par l'introduction dans l'ensemble (sous ensemble) d'une pièce appelée « compensateur » (rondelle, douille, entretoise vise etc.)

La cote condition est obtenue par la modification de la position du « compensateur ».

Exemple 1 :



Exemple 2 :



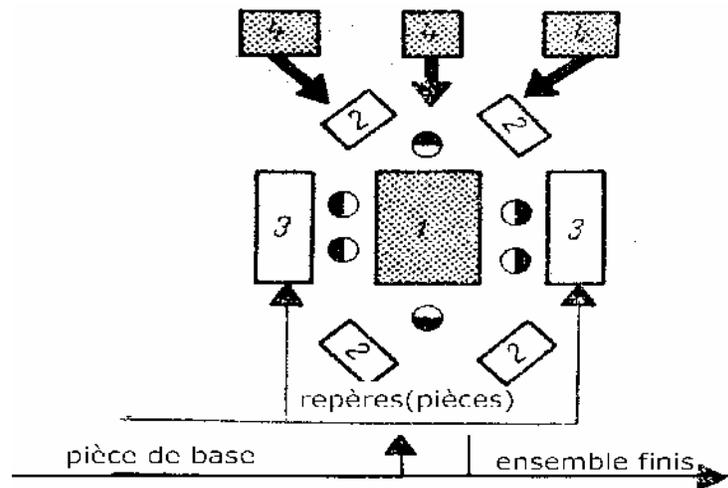
3^{ème} PARTIE ORGANISATION

CHAPITRE 14: ORGANISATION DES ACTIVITES DE MONTAGE

14.1. ASSEMBLAGE (MONTAGE) STATIONNAIRE

- l'unité d'assemblage reste toujours sur une même poste de montage
- recommandé pour production unitaire ou petite série
- l'assemblage est fait d'une équipe à plusieurs ouvriers (de haute qualification).
- avantage : nécessite des outilles, des instruments de mesure universelles

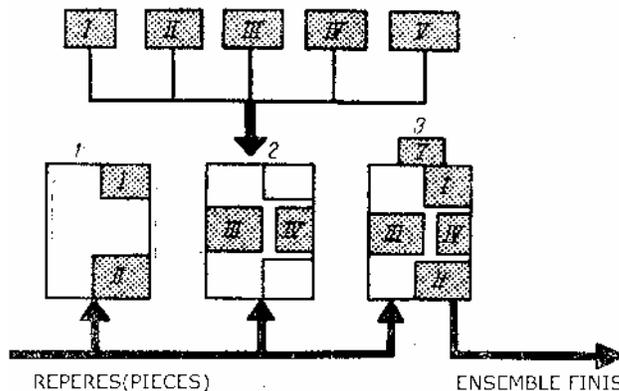
14.1.1. ASSEMBLAGE (MONTAGE) STATIONNAIRE A CADENCE LIBRE



- 1-repère (pièce) de base
- 2-étagères pour outils
- 3 - étagères pour repères (pièces)
- 4 - sous-ensembles

14.1.2. ASSEMBLAGE (MONTAGE) STATIONNAIRE À CADENCE IMPOSEE

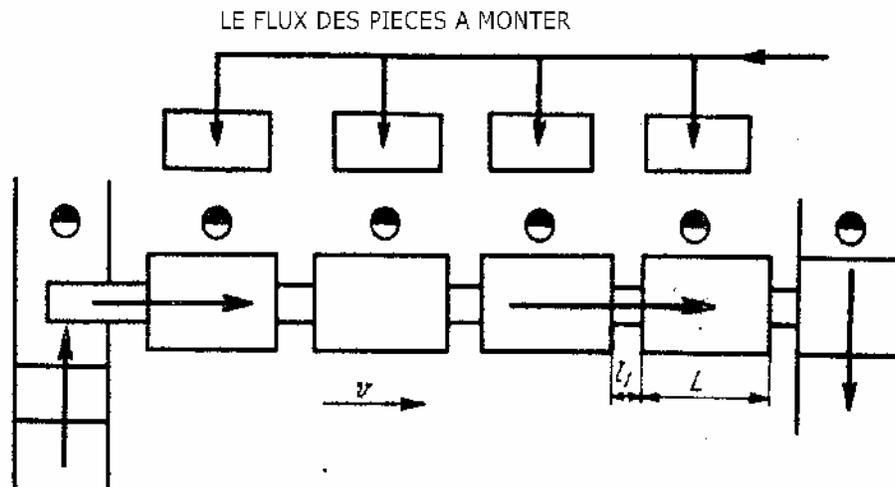
- recommandé pour production sérielle des ensembles de grande gabarit ou les conditions de rigidité de la pièce de base impose la maintienne d'ensemble dans une position fixe.
- l'assemblage peut avoir plusieurs postes de montage.
- chaque poste de montage (opération d'assemblage) est assuré d'une équipe de montage.



I, II, III, IV- sous ensembles ; 1, 2, 3-postes de montage

14.2. ASSEMBLAGE (MONTAGE) EN FLUX

- Assemblage en flux ou assemblage mobile est recommandé pour la production sérielle pour des ensembles de petite et moyenne poids (500 daN) et petite gabarit.
- L'unité en cours d'assemblage se déplace d'un poste de montage à l'autre.
- Nécessite des ouvriers de faible qualification.
- Cette méthode a une grande productivité.
- Le déplacement de l'unité d'assemblage est fait avec des appareilles avec mouvement intermittente.



Ligne d'assemblage à cadence imposé

- L- Longueur de l'unité à assemblé.
- l_1 -la distance entre deux unités d'assemblage
- v- la vitesse de la ligne d'assemblage

CHAPITRE 15: ANALYSE DU DEROULEMENT DU MONTAGE. SYMBOLES

Il s'agit en somme d'une « remise en ordre » avant de fixer son choix sur un poste à stabiliser. Donc le groupe de postes à considérer ne doit pas être trop limité car il n'y a pas de problème isolé dans l'entreprise. Il ne doit pas être trop étendu car l'AET serait confronté aux problèmes d'une ampleur telle qu'il ne pourrait les traiter seul.

Le déroulement d'une gamme est l'ensemble dans lequel les postes présentent le plus d'interdépendance. L'étude du déroulement s'appliquera donc fréquemment à la partie du processus correspondant à une gamme et parfois à une fraction de celle-ci lorsque la gamme comporte de nombreux postes de travail.

Dans tout ce chapitre l'étude porte sur les postes de travail et tout ce qui permet la progression du produit d'un poste à l'autre ; l'OST a pris pour habitude de désigner par le terme **opération** ce qui en réalité constitue une phase. Cette appellation sera conservée pour tout ce qui concerne l'Etude du déroulement et l'Etude des manutentions. Elle a été utilisée pour le graphique de processus.

But : mettre en évidence les stades successifs du processus étudié pour les critiquer et les améliorer.

Cela suppose une analyse de la succession de tout ce qui intervient dans le processus : **opérations**, transports, contrôles, retards et stockages avec mesures correspondantes durées, distances notamment.

Les symboles qui permettent de visualiser ces évolutions sont indiqués ci-après avec leur signification.



Opération transformation intentionnelle d'un objet en l'une quelconque de ses caractéristiques physiques ou chimiques : assemblage ou démontage de pièces ou d'objets; préparation d'un objet pour une autre **opération**, un autre transport, contrôle ou enmagasinage, préparation, calcul, fourniture ou réception d'informations.

Exemples :

- fraisage
- traitement thermique
- séchage de peinture

Les opérations sont les stades principaux du processus qui donnent la valeur au produit qui les subit, ou qui l'avancent vers son état final.



Transport: action de porter sur une assez longue distance et par des moyens spéciaux des personnes ou des objets pour les faire parvenir en un autre lieu ; sauf dans des cas exceptionnels, cette action n'est pas accompagnée d'un travail sur le produit.

En somme, le transport est un déplacement d'amplitude importante en grandeur et en temps. On distingue aussi des manipulations ou même des changements de position de pièces lourdes, sur le poste de travail, à l'aide des moyens de manutention associés au poste.



Contrôle (technique): Examen destiné, au cours ou à l'issue d'un processus, à comparer les caractéristiques qualitatives et quantitatives obtenues aux caractéristiques requises. Donc toute vérification de quantité ou de qualité, même un simple examen d'identification, ont le

caractère d'un contrôle. Ex. : un pesage est un contrôle.

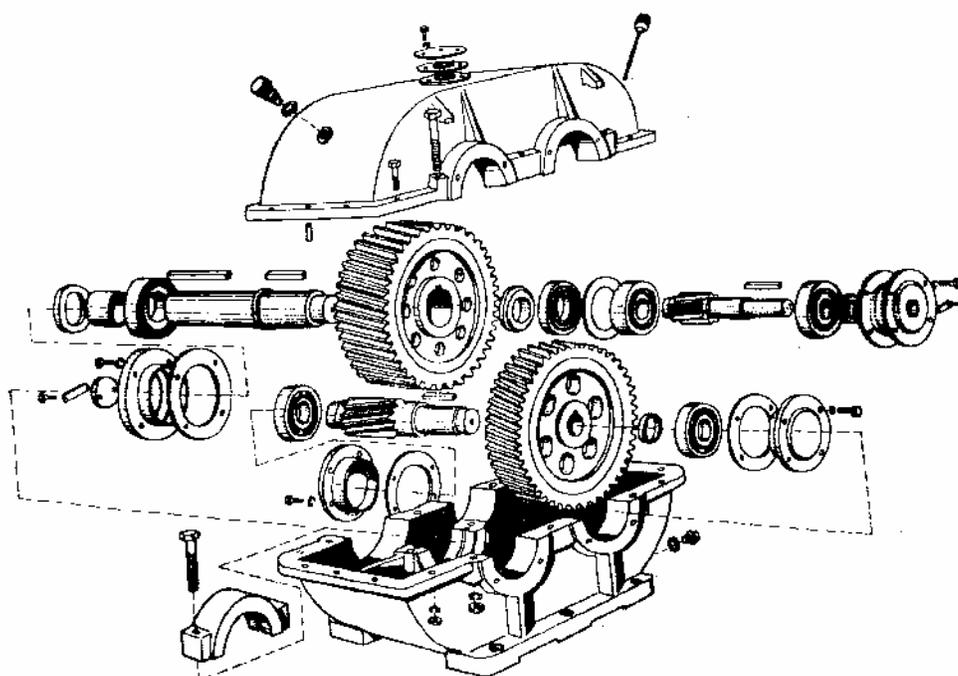
D Retard ou Attente: période pendant laquelle l'exécutant ou le moyen de production n'effectue aucun travail productif ou pendant laquelle le produit ne subit pas la transformation prévue. Il y a attente ou retard quand l'arrêt dans le déroulement du processus cesse lorsque la cause qui a provoqué cet arrêt a elle-même cessé. Il n'y a donc ni ordre ni bon pour faire cesser l'attente.
Ex : palette de pièces en attente au poste de contrôle tant que la palette de pièces en cours de contrôle n'est pas libérée.

▽ Stockage : dépôt contrôlé de matières, produits ou matériels.
Le stockage se fait dans un magasin ou tout autre local ou endroit. Il ne peut cesser que sur ordre ou production d'un bon. Ex. stockage dans atelier, sur aire réservée, de pièces usinées avant leur passage en traitement thermique (constitution de lots). Il peut y avoir « stockage » de main-d'œuvre. Ex : équipes de réserve : pompiers, cheminots, agents des autobus, etc...

Remarque: les définitions précédentes sont valables lorsque l'élément suivi est le produit ou la main-d'œuvre.

15.1. EXEMPLE :

Soit l'ensemble « REDUCTEUR » (pag.107-108) présenté ci-dessous :



Parties composantes du « REDUCTEURS »

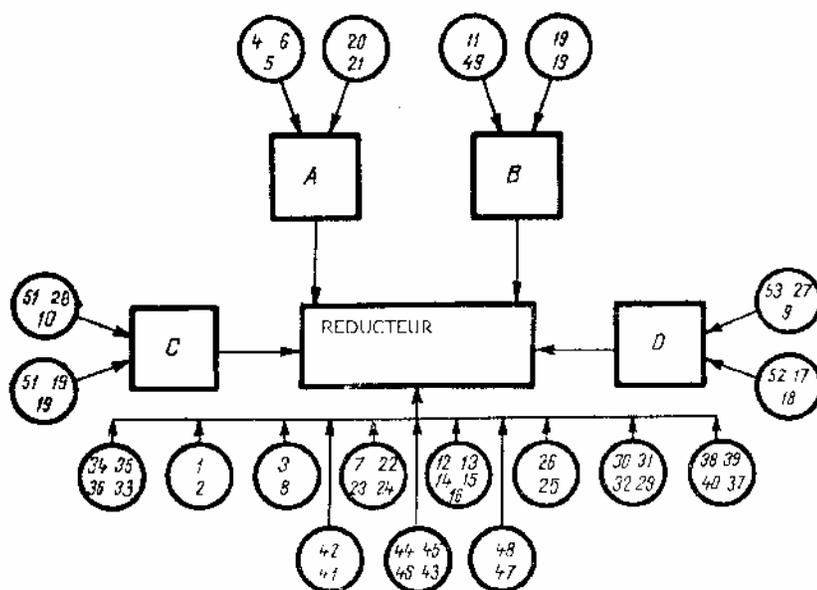


Schéma de montage

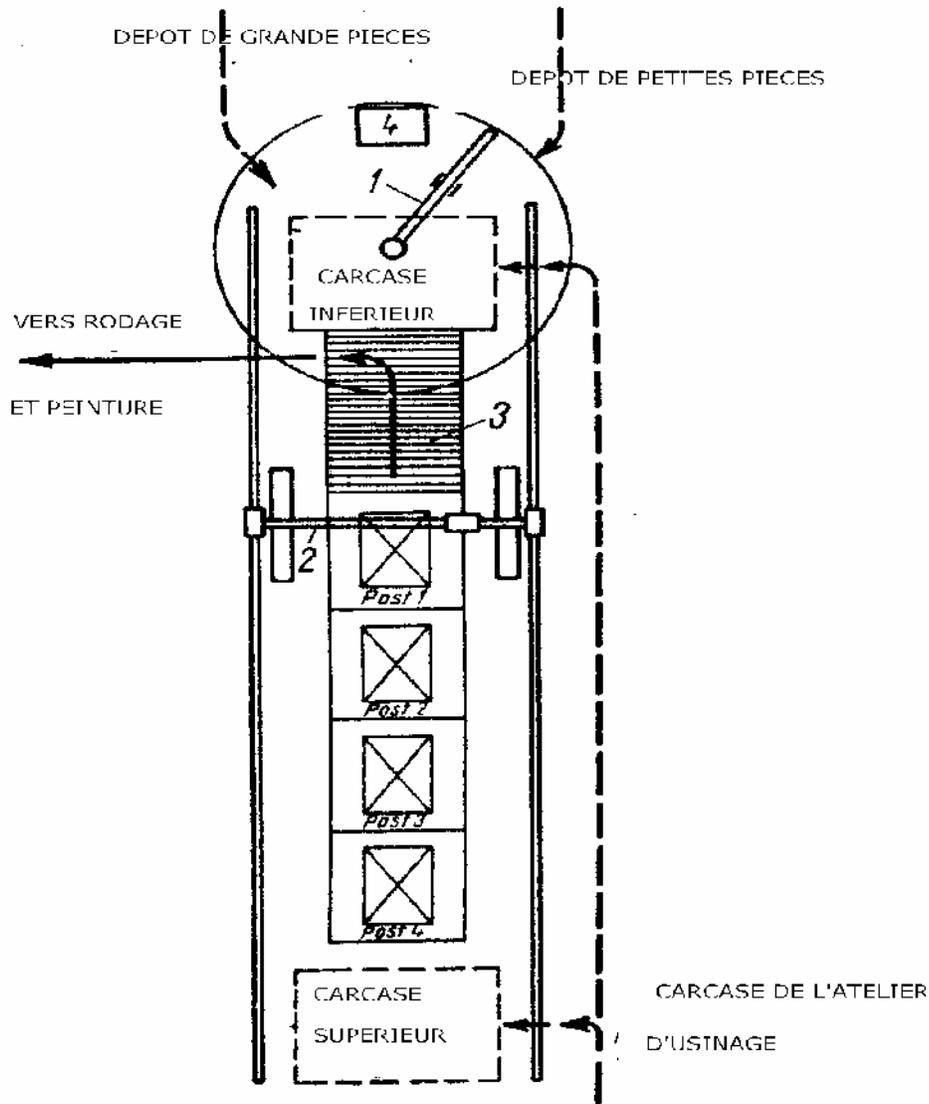
« NOMENCLATURE »

Repère	No.	Désignations	Matière	Observations
1	1	CARCASSE INFERIEUR	EN-GJL-150S	
2	1	CARCASSE SUPERIEUR	EN-GJL-150S	
3	1	COUVERCLE PALIER	EN-GJL-150S	
4	1	FLASQUE DE PASSAGE	EN-GJL-150S	
5	2	FLASQUE	EN-GJL-150S	
6	1	FLASQUE	EN-GJL-150S	
7	1	COUVERCLE DE VISITE	S335	
8	1	ANEAU	EN-GJL-150S	
9	1	ANEAU	EN-GJL-150S	
10	1	ANEAU	EN-GJL-150S	
11	1	BAGUE D' ETANCHEITE	S335	
12	3	JOINT	CARTON	
13	1	JOINT	CARTON	
14	1	JOINT	CARTON	
15	1	JOINT	PLOMB	
16	1	JOINT	PLOMB	
17	1	ROULEMENT		NF- E
18	1	ROULEMENT		NF- E
19	4	ROULEMENT		NF- E
20	1	JOINT D'ETANCHEITE	CAOUCHOUC	
21	1	JOINT D'ETANCHEITE	CAOUCHOUC	
22	1	VIS DE VIDANGE M16x1,5	S335	
23	1	VIS	S335	
24	1	INDICATEUR DE NIVEAU		SOUS ENSEMBLE
25	1	CLAVETTE	C15	
26	1	CLAVETTE	C15	
27	1	CLAVETTE	C15	
28	1	CLAVETTE	C15	
29	1	RONDELE FRONTALE Φ 40	S335	
30	1	RONDELE FRONTALE Φ 70	S335	
31	1	RONDELE	S335	
32	1	RONDELE	S335	
33	2	VIS M 6x16	S335	ISO

34	2	VIS M 10x25	S335	ISO
35	2	GOUPILLE CYLINDRIQUE	C75E	NF- E
36	6	VIS M 16x130	S335	ISO
37	8	VIS M 12x50	S335	ISO
38	2	VIS M 16x90	S335	ISO
39	3	VIS M 8x16	S335	ISO
40	16	VIS M 10x130	S335	ISO
41	6	ECROU M 16	S335	NF
42	8	ECROU M 12	S335	NF
43	8	RONDELE	S335	NF
44	3	RONDELE	S335	NF
45	16	RONDELE	S335	NF
46	3	RONDELE	S335	NF
47	1	PLAQUE SIGNALITIQUE B	S235	
48	4	RIVET Φ 2,6 x 6	Al	
49	1	ARBRE PIGNON	20MnCr5	
50	1	ROUE DENTEE	C15	
51	1	ARBRE INTERMEDIAIRE	20MnCr5	
52	1	ROUE DENTEE	S285	
53	1	ARBRE SORTIE	S335	

Le processus d'assemblage consiste en :

- montage des sous-ensembles « COUVERCLE DE PASSAGE » (A)
- montage du sous-ensemble « ARBRE ENTREE » (B)
- montage du sous-ensemble « ARBRE INTERMEDIAIRE » (C)
- montage du sous-ensemble « ARBRE SORTIE » (D)
- montage général



Organisation de la ligne d'assemblage

La ligne d'assemblage a 4 postes de travail (4 équipes d'ouvriers). Les pièces lourdes sont transportés avec un appareil de manutention à bras rotatif 1 et avec un monorail 2; le montage est fait sur un tapis roulant 3. Les opérations qui nécessitent l'assemblage avec la presse s'exécutent avec la presse 4.

La succession des opérations et phases est présentée sur des FEUILLES D'ANALYSE.

-montage des sous-ensembles « COUVERCLE DE PASSAGE » (A)

Feuille d'analyse de montage

Feuille N°		Résultats								
Famille de produit : II Produit : REDUCTEUR		L'activité		Actuelle	Proposée				La gaine	
		Opération								
Processus de travail : MONTAGE SOUSENSEMBLE		Transport		Actuelle	Proposée				La gaine	
		Contrôle								
		Attente								
Lieu : Atelier réducteurs		Stockage		Actuelle	Proposée				La gaine	
										
Ouvrier :										
Analyse fait de :										
N°	PRESENTATION DU PROCESSUS DE MONTAGE	QUAN TITE	TEMPS min	SYMBOLS					OBS.	
										
1	Déplacement du conteneur avec couvercles	1	0,15		x					
2	Déposer couvercle sur la table	1	0,1	x						Repère 6,4
3	Apporter les joints au poste de montage	1	0,15		x					Repère 21,20
4	Poser le couvercle sur le montage de fixation	1	0,10	x						
5	Poser les joints dans le siège du couvercle	1	0,1	x						
6	Poser la barre de montage sur le joint	1	0,1	x						
7	Presser le joint avec le marteau	1	0,3	x						
8	Déposer la barre et le sous ensemble sur la table de montage	1	0,1	x						
9	Déposer le sous ensemble dans le conteneur	1	0,1	x						
10	Contrôle sous ensemble					x				
11	Déposer le sous ensemble dans le conteneur	1	0,1	x						
12	Attente						x			
	TOTAL		1,3	7	3	1	1			

4^{ème} PARTIE EXERCICES

CHAPITRE 16 : EXERCICES PROPOSEES

EXERCICE 1 :

Etablir la nomenclature du vérin pneumatique ci-dessous

Etablir le graphe et la gamme de montage et préciser l'outillage pour chaque phase de montage.

Coupe partielle AA

Pression d'utilisation: 6 bars
Effort de poussée: 1200DaN
Course: 8mm

VÉRIN PNEUMATIQUE DE BRIDAGE

Rp.	Désignation	Nb.	Matière	Observations

Exemple d'utilisation sur une table de fraiseuse

EXERCICE 2 :

Etablir la nomenclature, le graphe et la gamme de montage du vérin pneumatique ci-dessous et préciser l'outillage pour chaque phase de montage.

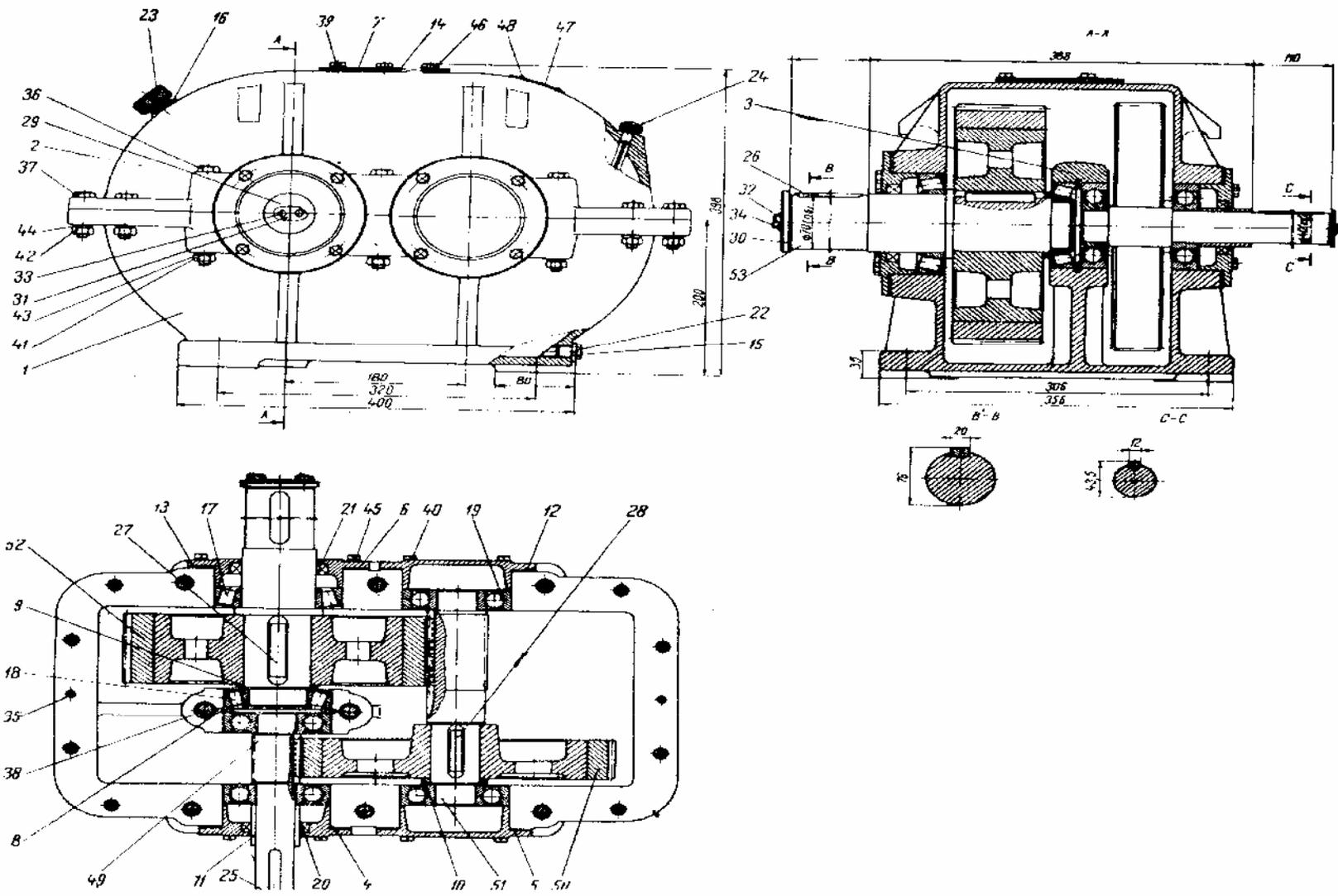
SCIE CIRCULAIRE
Mécanisme de montée-descente de la table

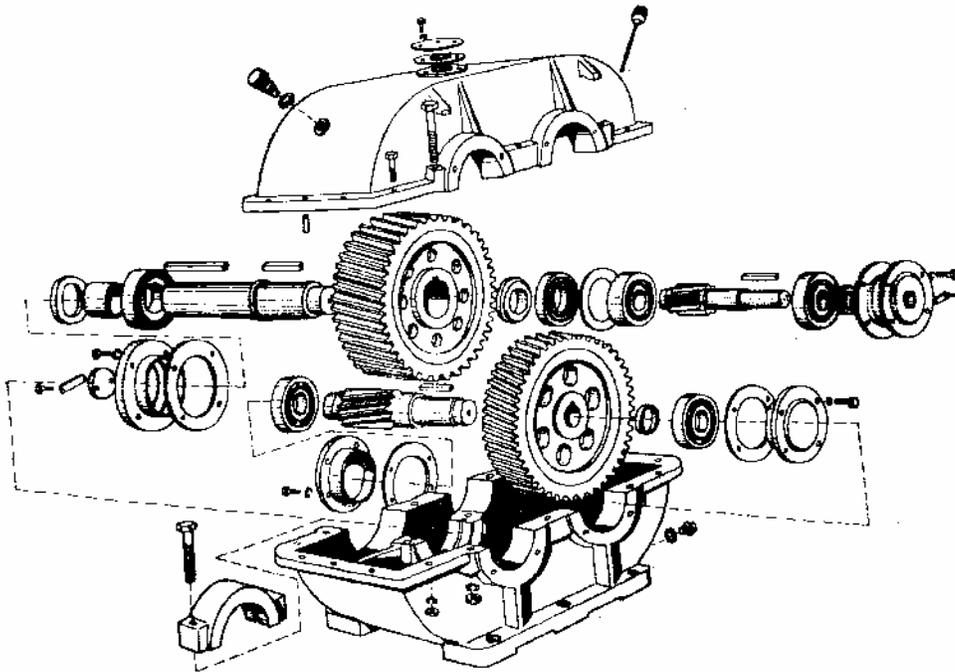
NOMENCLATURE

Rp.	Nbr.	Désignation	Matière	Observations
22				
21				
20				
19				
18				
17				
16				
15				
14				
13				
12				
11				
10				
9				
8				
7				
6				
5				
4				
3				
2				
1				

EXERCICE 3 :

COMPLÉTER LA NOMENCLATURE ET RÉDIGER LA GAMME DE MONTAGE DE L'ENSEMBLE « REDUCTEUR » EN UTILISANT LE DESSIN D'ENSEMBLE ET LES SCHEMAS DE MONTAGE CI-DESSOUS SUR LES INPRIMEES « NOMENCLATURE » ET « GAMME DE MONTAGE »





Parties composantes du « REDUCTEURS »

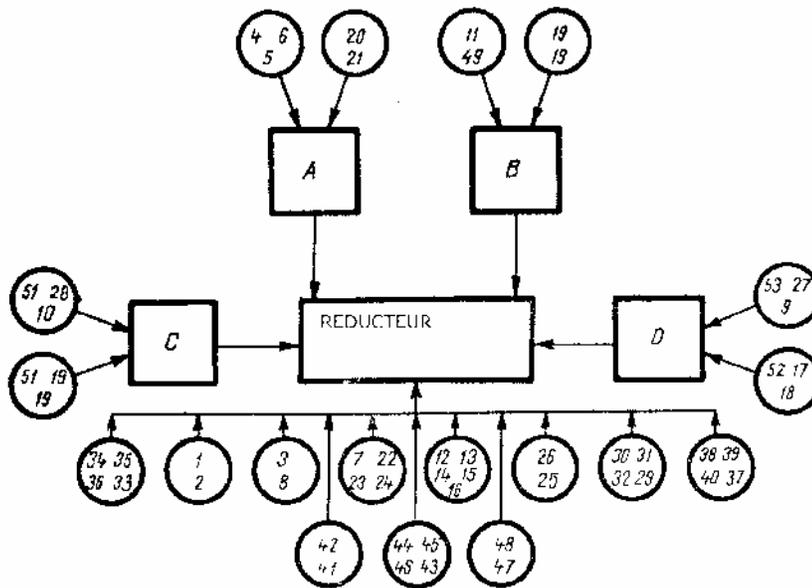
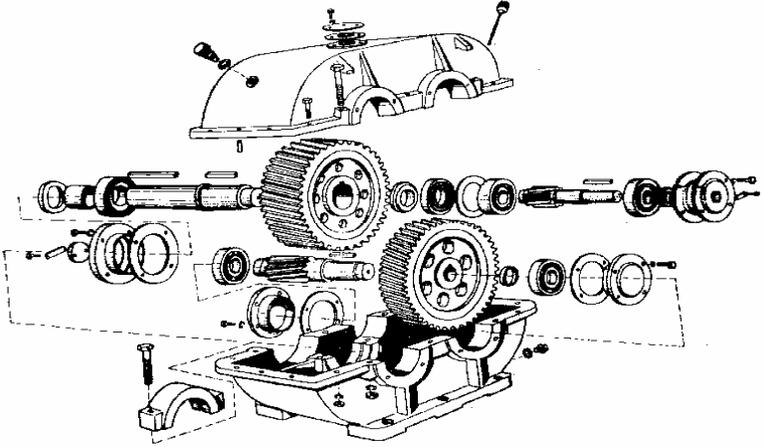


Schéma de montage

« NOMENCLATURE »

Repère	NO.	Désignations	Matière	Observations.
1	1	CARCASSE INFERIEUR	EN-GJL-150S	
2	1	CARCASSE SUPERIEUR	EN-GJL-150S	
3	1	COUVERCLE PALIER	EN-GJL-150S	
4	1	FLASQUE DE PASSAGE	EN-GJL-150S	
5	2	FLASQUE	EN-GJL-150S	
6	1	FLASQUE	EN-GJL-150S	
7	1	COUVERCLE DE VISITE	S335	
8	1	ANEAU	EN-GJL-150S	
9	1	ANEAU	EN-GJL-150S	
10	1	ANEAU	EN-GJL-150S	
11	1	BAGUE D' ETANCHEITE	S335	
12	3	JOINT	CARTON	
13	1	JOINT	CARTON	
14	1	JOINT	CARTON	
15	1	JOINT	PLOMB	
16	1	JOINT	PLOMB	
17	1	ROULEMENT		NF- E
18	1	ROULEMENT		NF- E
19	4	ROULEMENT		NF- E
20	1	JOINT D'ETANCHEITE	CAOUCHOUC	
21	1	JOINT D'ETANCHEITE	CAOUCHOUC	
22	1	VIS DE VIDANGE M16x1,5	S335	
23	1	VIS	S335	
24	1	INDICATEUR DE NIVEAU		SOUS ENSEMBLE
25	1	CLAVETTE	C15	
26	1	CLAVETTE	C15	
27	1	CLAVETTE	C15	
28	1	CLAVETTE	C15	
29	1	RONDELE FRONTALE Φ 40	S335	
30	1	RONDELE FRONTALE Φ 70	S335	
31	1	RONDELE	S335	
32	1	RONDELE	S335	
33	2	VIS M 6x16	S335	ISO
34	2	VIS M 10x25	S335	ISO
35	2	GOUILLE CYLINDRIQUE	C75E	NF- E
36	6	VIS M 16x130	S335	ISO
37	8	VIS M 12x50	S335	ISO
38	2	VIS M 16x90	S335	ISO
39	3	VIS M 8x16	S335	ISO
40	16	VIS M 10x130	S335	ISO
41	6	ECROU M 16	S335	NF
42	8	ECROU M 12	S335	NF
43	8	RONDELE	S335	NF
44	3	RONDELE	S335	NF
45	16	RONDELE	S335	NF
46	3	RONDELE	S335	NF
47	1	PLAQUE SIGNALITIQUE B	S235	
48	4	RIVET Φ 2,6 x 6	Al	
49	1	ARBRE PIGNON	20MnCr5	
50	1	ROUE DENTEE	C15	
51	1	ARBRE INTERMEDIAIRE	20MnCr5	
52	1	ROUE DENTEE	S285	
53	1	ARBRE SORTIE	S335	

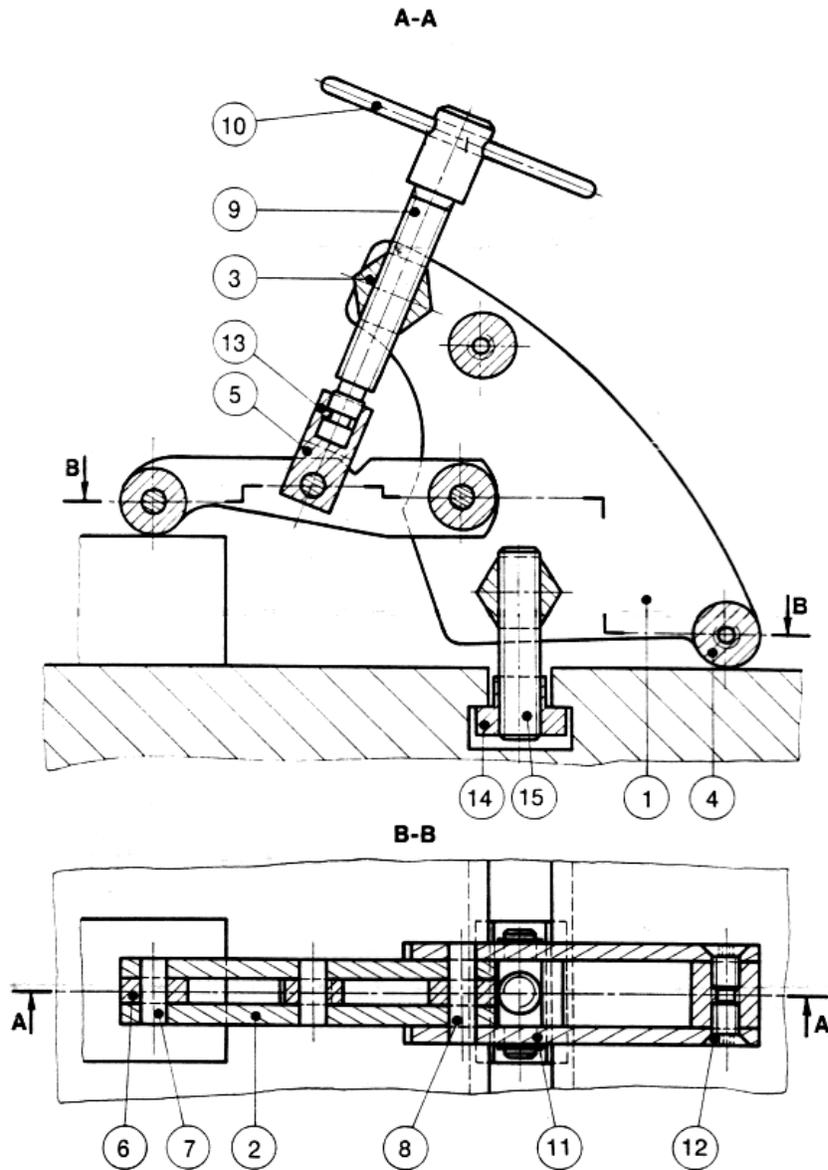
Dispositif :	
Ensemble :	
N° : Nbr :	
Ensemble suivant :	
Ensemble antérieure :	

PHASES D'ASSEMBLAGE/ MONTAGE				OUTILLAGES	
N°	Pos.	DÉSINATION	CROQUIS - SCHÉMAS - CONSIGNES	Montage	Contrôle

GAMME DE MONTAGE N°				Établi par :	
PHASES D'ASSEMBLAGE/ MONTAGE				OUTILLAGE S	
N°	Pos.	DÉSINATION	CROQUIS – SCHÉMAS – CONSIGNES	Montage	Co ntr ôle

EXERCICE 4 :

REDIGER LA GAMME DE MONTAGE DE L'ENSEMBLE
« DISPOSITIF D'ABLOCADE » EN UTILISANT LE DESSIN
D'ENSEMBLE CI-DESSOUS SUR LES INPRIMEES « GAMME
DE MONTAGE »



DISPOSITIF D'ABLOPAGE				
Rep.	No.	Désignation	Matière	Observations
15		Tige filetée	M 10	Longueur 45
14	1	Écrou en T	XC 38	
13	1	Goupille		Ø1,5 X 15
12	4	Anneaux élastiques		Arbre 8 x 0,8
11	4	Vis FHC/90		M6 X 10
10	1	Tige de manœuvre	Acier « Stubs »	
9	1	Vis de commande	XC 38	
8	1	Axe	Acier «Stubs»	
7	2	Axes	Acier « Stubs »	
6	2	Entretoises	A 40	
5	1	T d'articulation	XC 38	
4	2	Entretoises	A 40	
3	2	Tourillons		Hexagonal
2	2	Léviers	TAlc C	Épaisseur 50/10

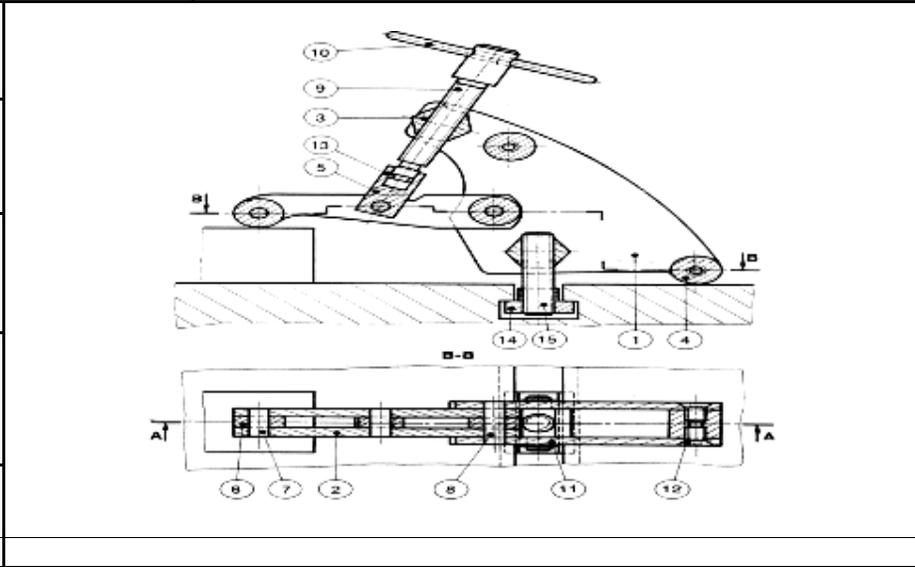
Dispositif :

Ensemble :

N° : Nbr :

Ensemble suivant :

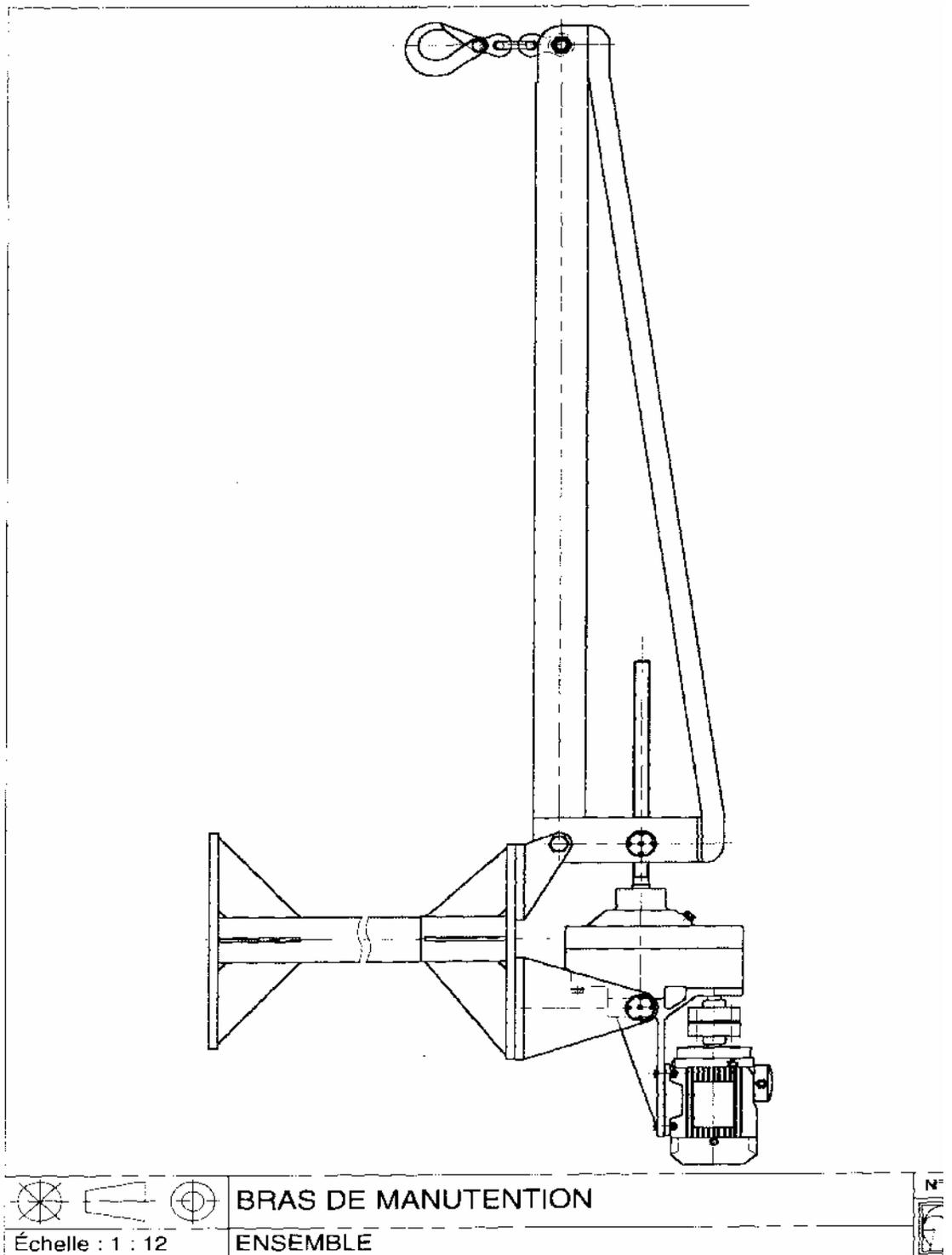
Ensemble antérieure :

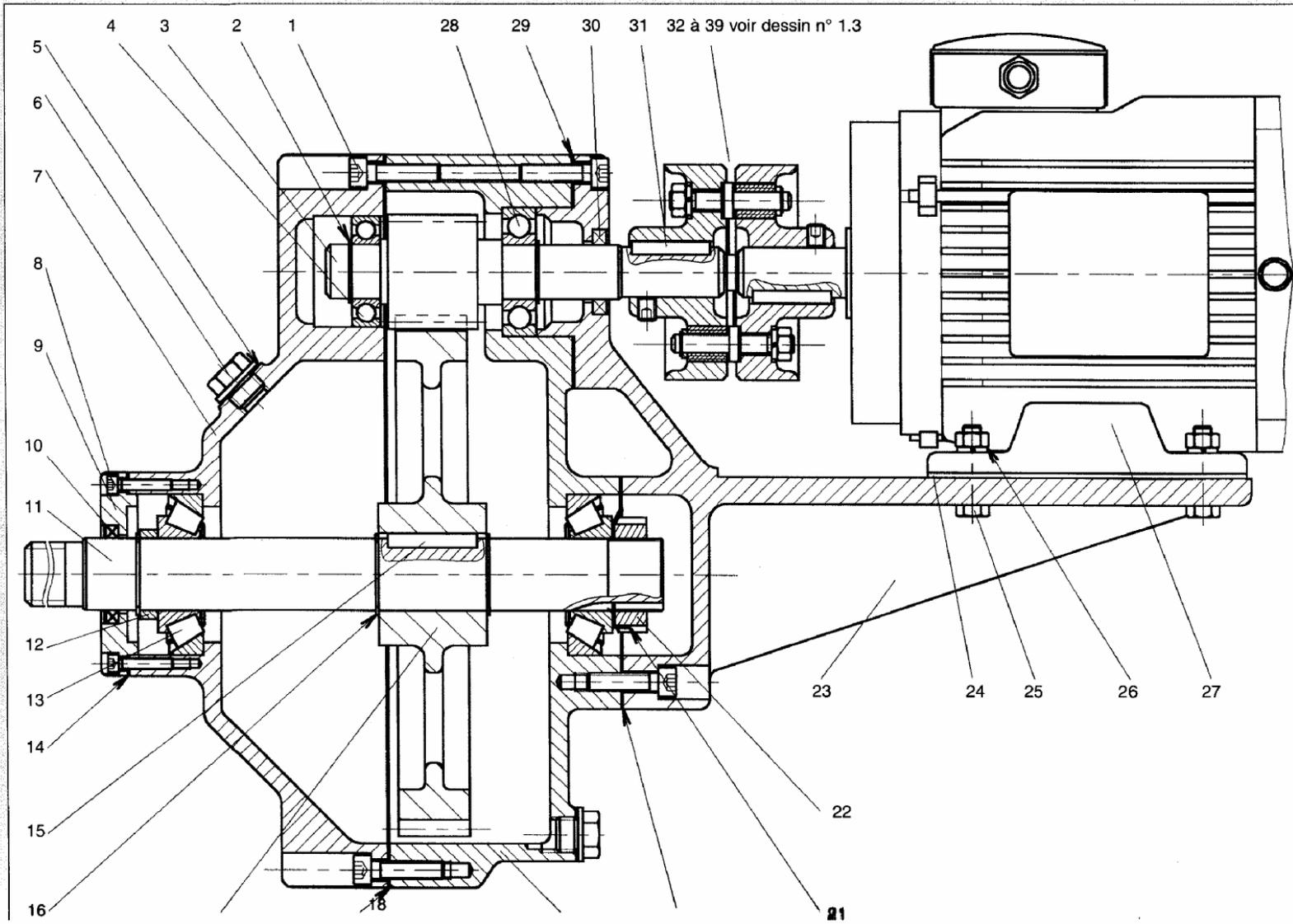


PHASES D'ASSEMBLAGE/ MONTAGE				OUTILLAGES	
N°	Pos.	DÉSINATION	CROQUIS - SCHÉMAS - CONSIGNES	Montage	Contrôle

EXERCICE 5 :

REDIGER LA GAMME DE MONTAGE DE L'ENSEMBLE « BRAS DE MANUTENTION » EN UTILISANT LE DESSIN D'ENSEMBLE ET DE SOUS ENSEMBLES CI-DESSOUS SUR LES INPRIMEES « GAMME DE MONTAGE »





N° 1.2

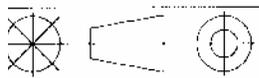
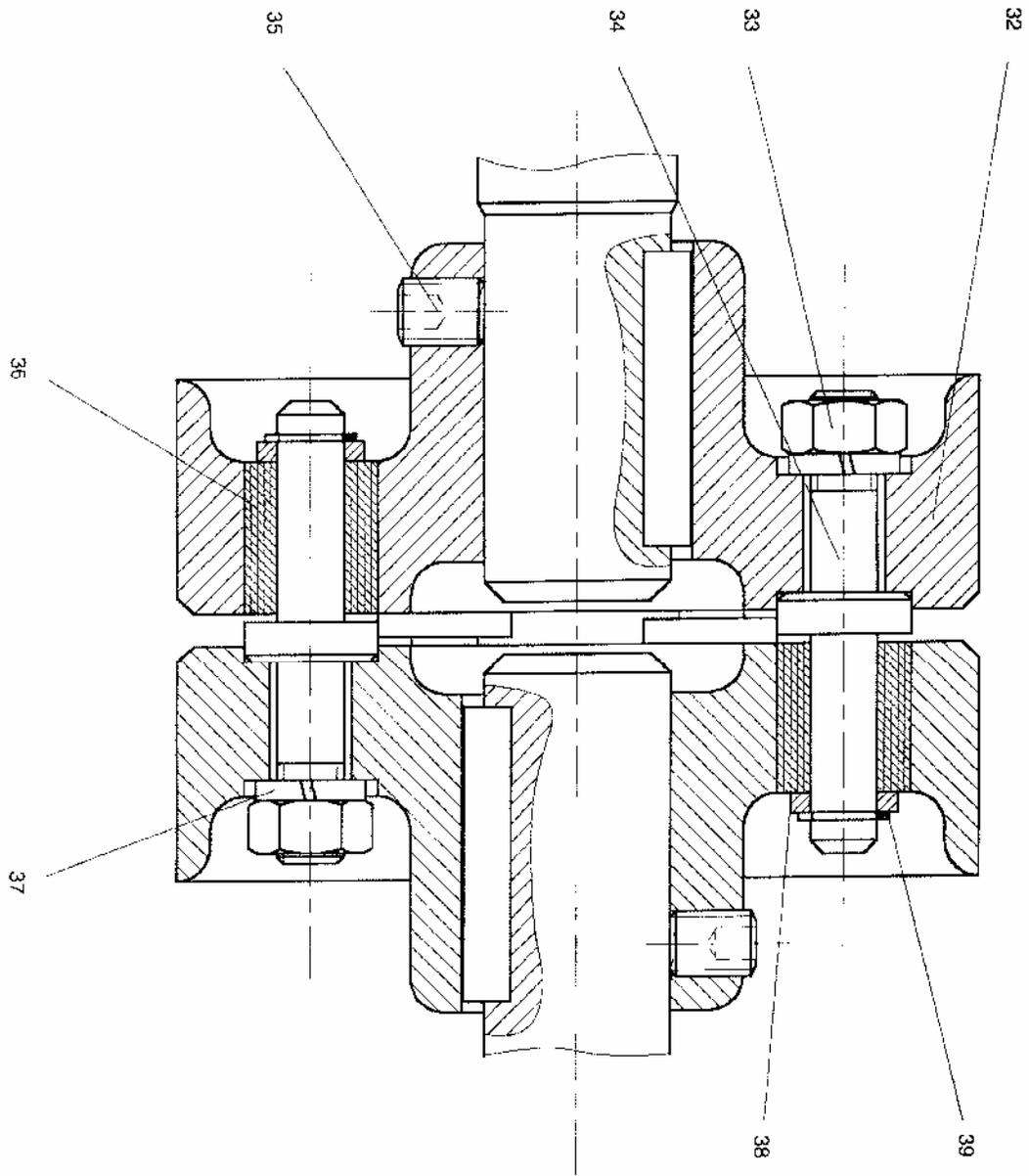


BRAS DE MANUTENTION

ENSEMBLE MOTORÉDUCTEUR



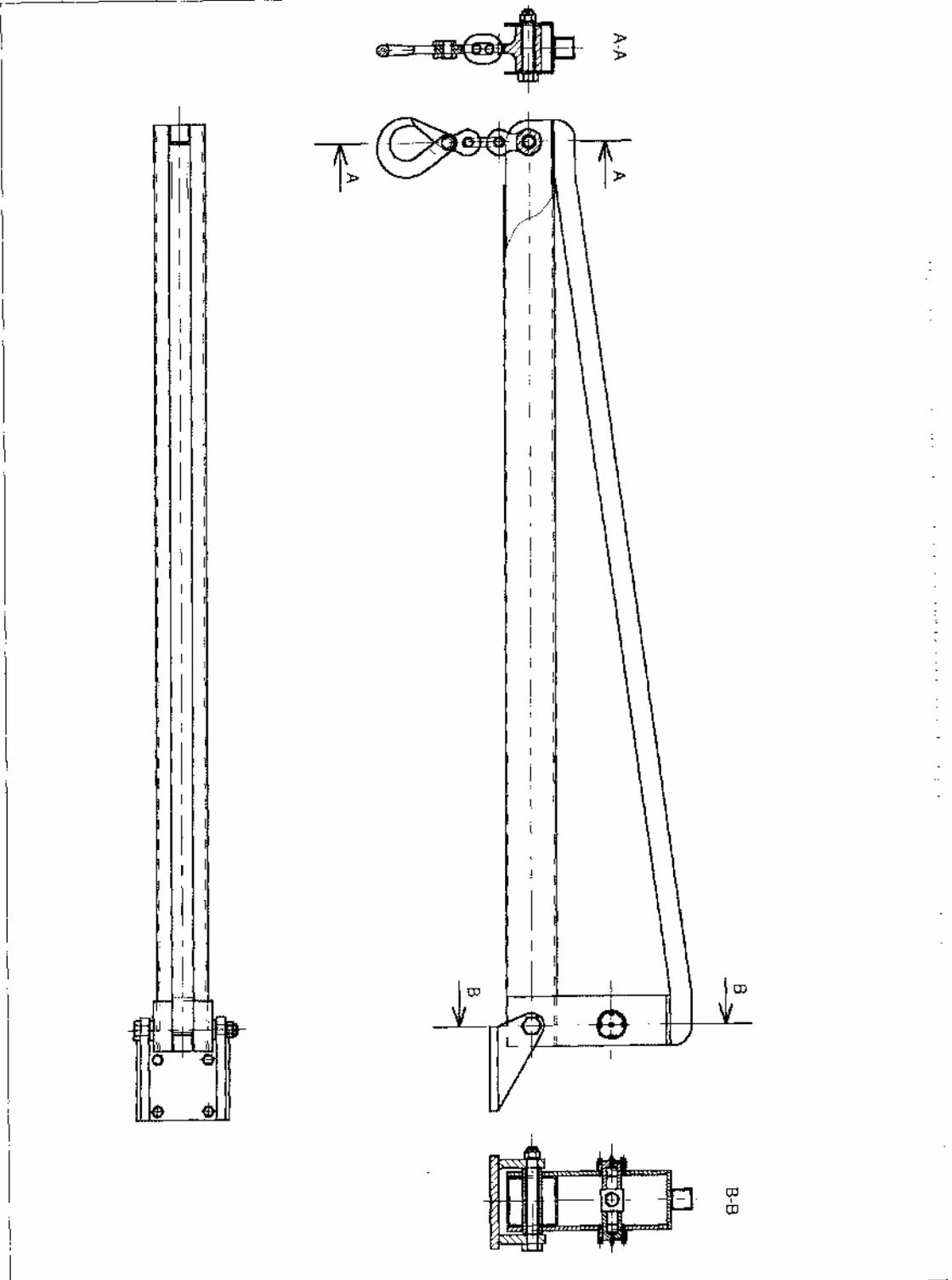
échelle : 1 : 3



BRAS DE MANUTENTION

Échelle : 1 : 1

ENSEMBLE ACCOUPLEMENT ÉLASTIQUE



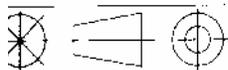
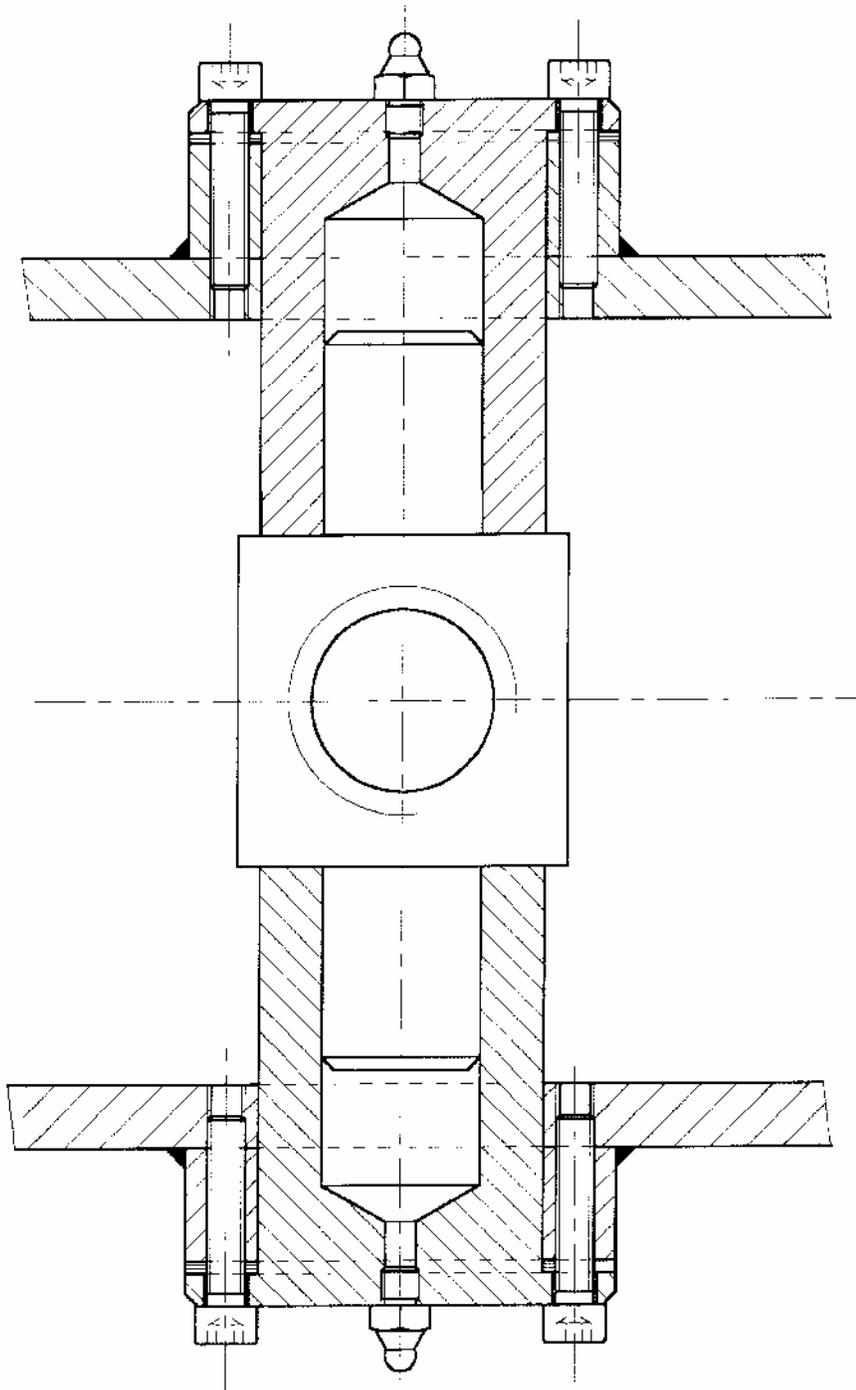
BRAS DE MANUTENTION

N° 15

Échelle : 1 : 12

ENSEMBLE FLÈCHE





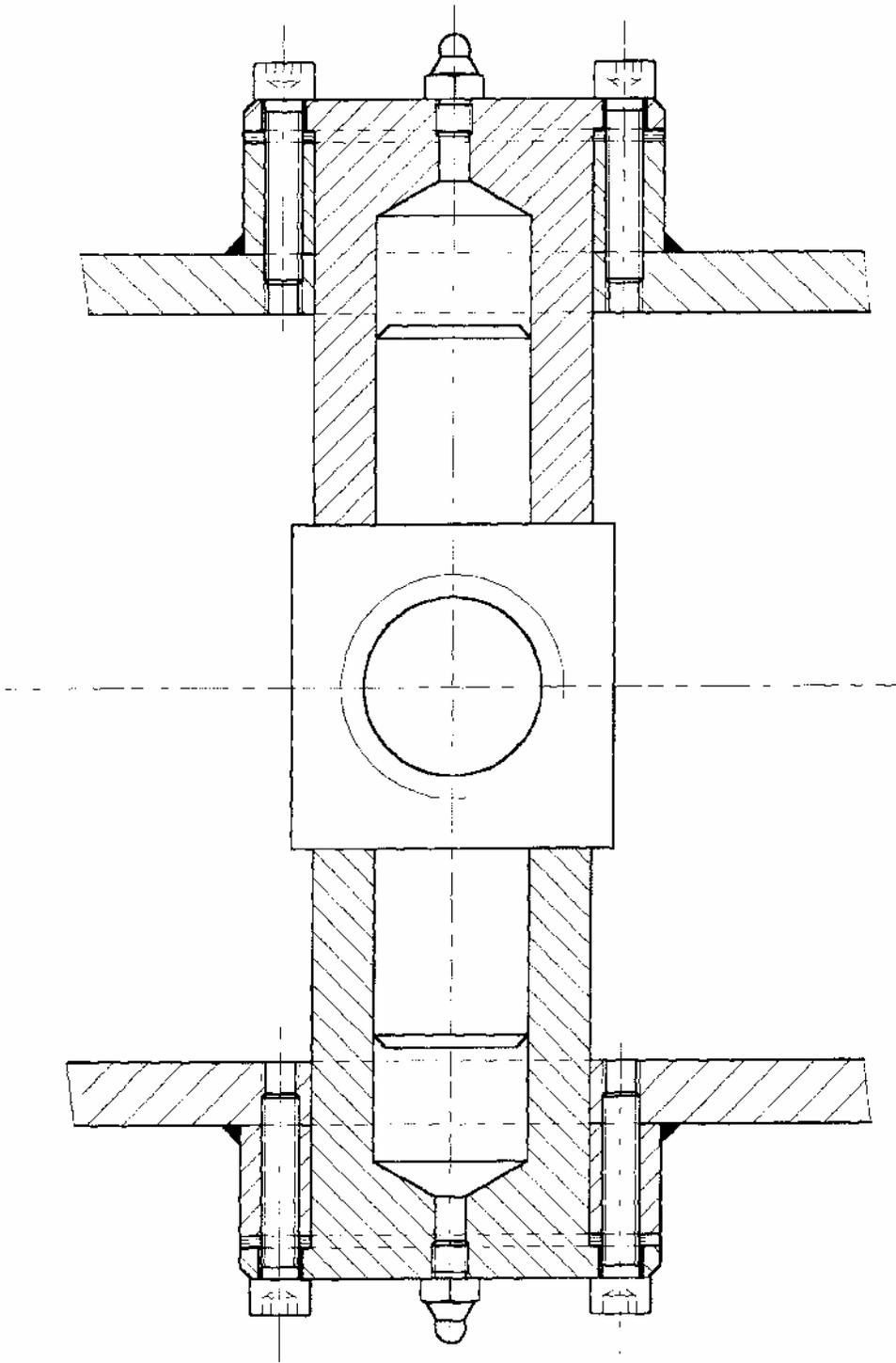
chelle : 1 : 1

BRAS DE MANUTENTION

ENSEMBLE ÉCROU DE FLÈCHE

N° 1.6



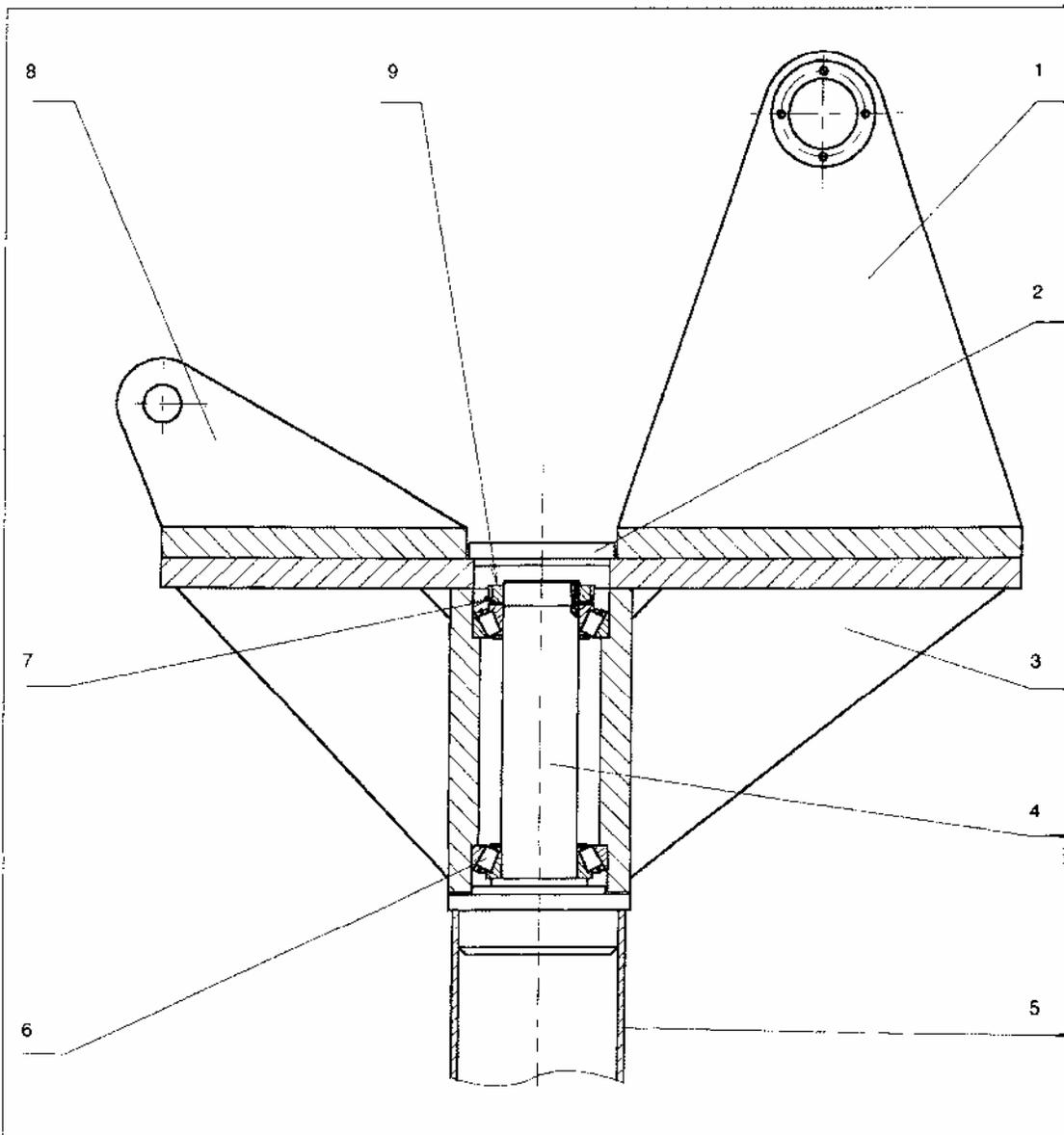


BRAS DE MANUTENTION

chelle : 1 : 1

ENSEMBLE ÉCROU DE FLÈCHE





9	1	Écrou à encoches KM 50		
8	1	Chape de flèche	E 295	Mécano-soudé
7	1	Rondelle frein MB 50		
6	2	Roulement 50 KB 02		SNR 30210 VC 12
5	1	Colonne	Tube \varnothing 114,3	NF A 49-501
4	1	Fusée	E 295	
3	1	Plateau tournant	E 295	Mécano-soudé
2	1	Bouchon	E 295	
1	1	Chape de motoréducteur	E 295	Mécano-soudé
Rep.	Nb	Désignation	Matière	Observation



BRAS DE MANUTENTION

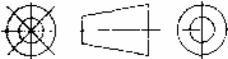
N° 1

Échelle : 1 : 4

PIVOT



39	6	Anneau élastique pour arbre 10x1		NF E 22-163
38	6	Rondelle de maintien	E 335	
37	6	Rondelle W-10		NF E 25-515
36	6	Manchon caoutchouc		
35	2	Vis sans tête à bout plat HC, M10-12		NF E 27-180
34	6	Axe de transmission	37 Cr 4	
33	6	Écrou H M10		NF E 25-401
32	2	Plateau d'accouplement	GE 350	
31	2	Clavette parallèle de forme A 8x7x45		NF E 22-177
30	1	Joint à lèvres type IEL 30x47x7		DIN 3760
29	1	Joint de corps supérieur	Papier armé imprégné	
28	1	Roulement à contact radial 30-BC 03 X		SNR 6306
27	1	Moteur « Leroy-Somer » LS 112 M/8		
26	4	Rondelle W-10		NF E 25-515
25	4	Boulon H M10-45, écrou H		NF E 25-112 et 401
24	1	Cale	Tôle	
23	1	Support moteur	FGL 400	
22	1	Écrou à encoche KM Nu 8 M40x1,5		NF E 22-307
21	1	Rondelle frein MB Nu 8 J40		NF E 22-306
20	1	Joint de corps inférieur	Papier armé imprégné	
19	1	Corps	FGL 350	
18	1	Joint de carter avant	Papier armé imprégné	
17	1	Roue dentée	GE 360	
16	2	Anneau élastique pour arbre 40x1,75		NF E 22-163
15	1	Clavette parallèle forme A 12x8x50		NF E 22-177
14	1	Joint de chapeau avant	Papier armé imprégné	
13	2	Roulement à rouleaux coniques 40-KB 03 X		SNR 313008V
12	1	Entretoise	C 40	
11	1	Arbre fileté	37 Cr 4	
10	1	Joint à lèvres « Paulstra » type IEL 40x55x7		DIN 3760
9	1	Chapeau avant	FLG 350	
8	4	Vis CHC M6-30		NF E 25-125
7	1	Carter avant	FLG 350	
6	2	Joint circulaire de type A 20	Papier armé imprégné	
5	2	Bouchon	Cu Zn 39 Pb	
4	2	Roulement à billes à contact radial 30-BC 02 X		SNR 6206
3	1	Pignon arbré	C 40	
2	2	Anneau élastique pour arbre 30x1,5		NF E 22-163
1	12	Vis CHC M10-40		NF E 25-125

Rep.	Nb	Désignation	Matière	Observation
				N° 1.4
BRAS DE MANUTENTION				
NOMENCLATURE MOTORÉDUCTEUR				

GAMME DE MONTAGE N°.....	Établi par :.....	1 /
--------------------------	-------------------	-----

Dispositif :		
Ensemble :		
N° :	Nbr :	
Ensemble suivant :		
Ensemble antérieure :		

PHASES D'ASSEMBLAGE/ MONTAGE				OUTILLAGES	
N°	Pos.	DÉSINATION	CROQUIS - SCHÉMAS - CONSIGNES	Montage	Contrôle

GAMME DE MONTAGE N°.....	Établi par :.....	2 /
--------------------------	-------------------	-----

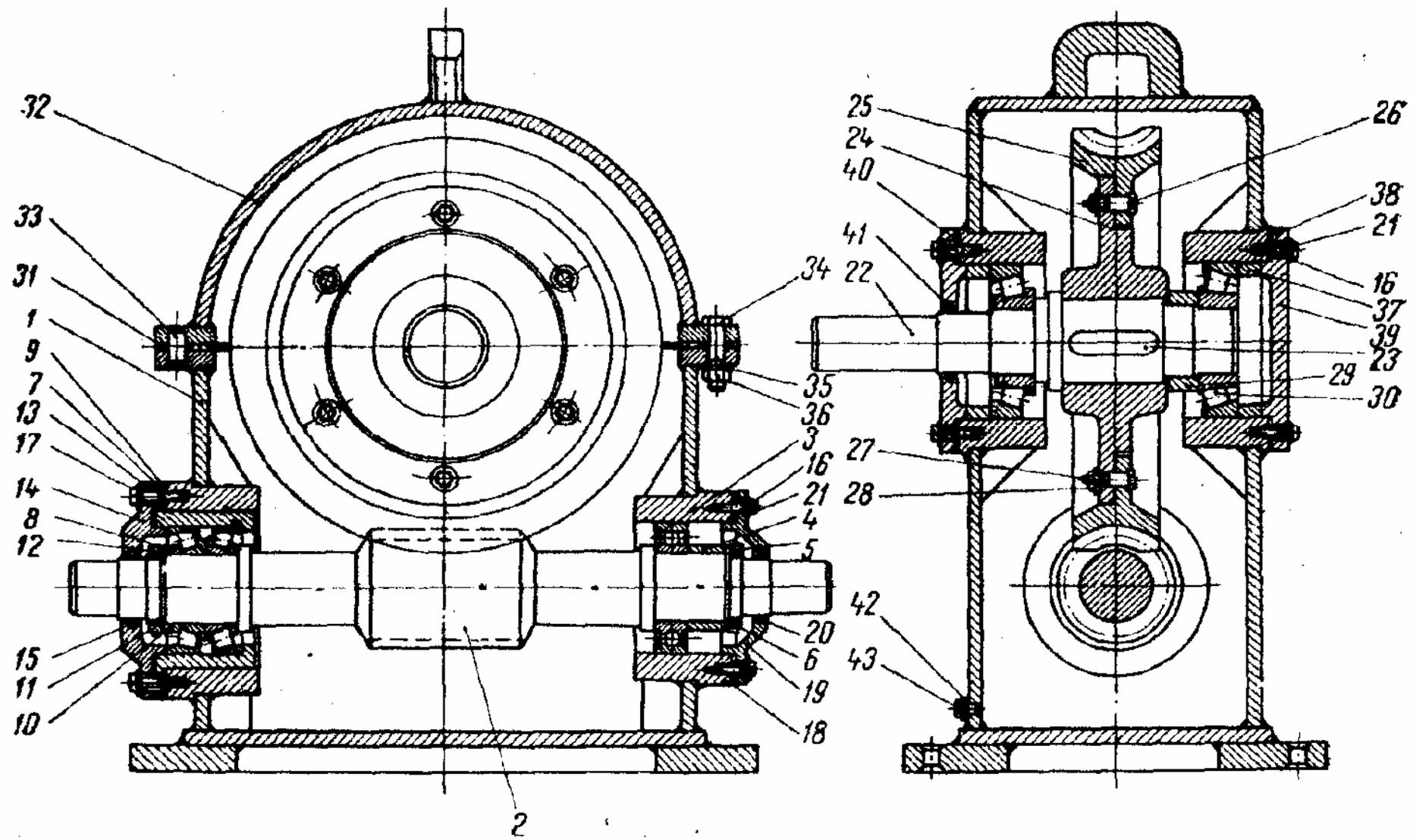
PHASES D'ASSEMBLAGE/ MONTAGE				OUTILLAGES	
N°	Pos.	DÉSINATION	CROQUIS – SCHEMAS – CONSIGNES	Montage	Contrôle

--	--	--	--	--	--

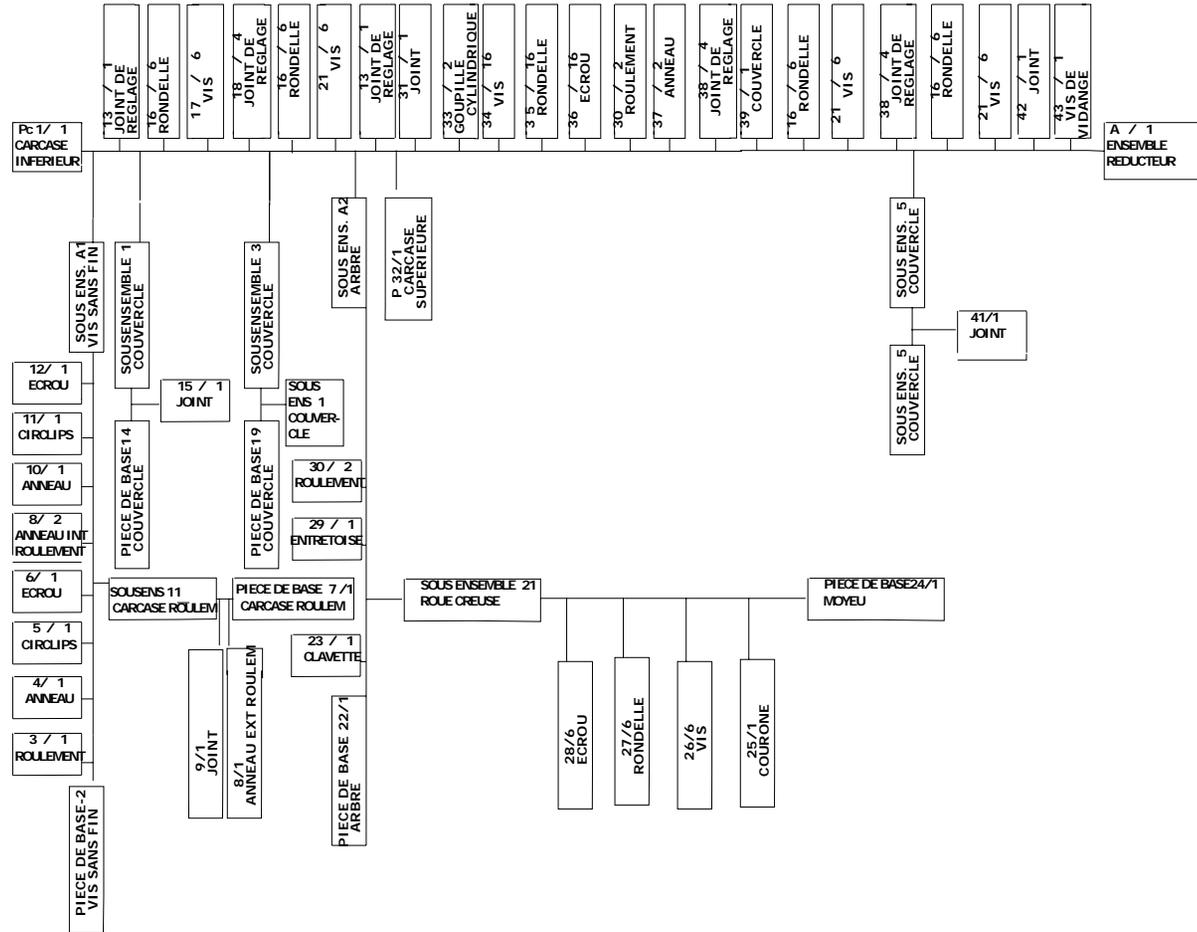
EXERCICE 6 :

- ELABORER LES « FEUILLES D' ANALYSES DE MONTAGE » POUR L' ENSEMBLE « REDUCTEUR A VIS SANS FIN » EN DISPOSANT DE :

- DESSIN D' ENSEMBLE. LA NOMENCLATURE, SCHEMA DE MONTAGE ET DE FICHE TECHNIQUE D' ASSEMBLAGE POUR LE SOUS ENSEMBLE « ARBRE- ROUE CREUSE » DU « REDUCTEUR A VIS SANS FIN »



Repère	N°.	Désignations	Matière	Observations.
1		CARCASSE INFERIEUR	EN-GJL-150S	
2		VIS SANS FIN	C75E	NF- E
3		ROULEMENT		NF- E
4		ANEAU	EN-GJL-150S	
5		CIRCLIPS	C15	
6		ECROU	S335	
7		CARCASSE ROULEMENT	EN-GJL-150S	
8		ANEAU INTERIEUR ROULEMENT		
9		JOINT	CARTON	
10		ANEAU	EN-GJL-150S	
11		CIRCLIPS	C15	
12		ECROU	S335	
13		JOINT DE REGLAGE	S335	
14		COUVERCLE	EN-GJL-150S	
15		JOINT	FEUTRE	
16		RONDELLE	C15	
17		VIS		NF- E
18		JOINT DE REGLAGE	S335	
19		COUVERCLE	EN-GJL-150S	
20		JOINT	CAOUCHOUC	
21		VIS	S335	
22		ARBRE	C15	
23		CLAVETTE	C15	
24		MOYEU	EN-GJL-150S	
25		COURRONE	BRONZE	
26		VIS		NF- E
27		RONDELE	S335	
28		CLAVETTE	C15	
29		ENTRETOISE	EN-GJL-150S	
30		ROULEMENT		NF- E
31		JOINT	CARTON	
32		CARCASSE SUPERIEURE	EN-GJL-150S	
33		GOUPILLE CYLINDRIQUE	C75E	NF- E
34		VIS M	S335	ISO
35		RONDELE	S335	NF
36		ECROU	S335	NF
37		ANEAU	EN-GJL-150S	
38		JOINT DE REGLAGE	S335	
39		COUVERCLE	EN-GJL-150S	
40		COUVERCLE	EN-GJL-150S	
41		JOINT	FEUTRE	
42		JOINT	CARTON	
43		VIS DE VIDANGE	S335	



SCHEMA DE MONTAGE

**FICHE TECHNIQUE POUR L' ASSEMBLAGE DU SOUS ENSEMBLE
« ARBRE –ROUE CREUSE »**

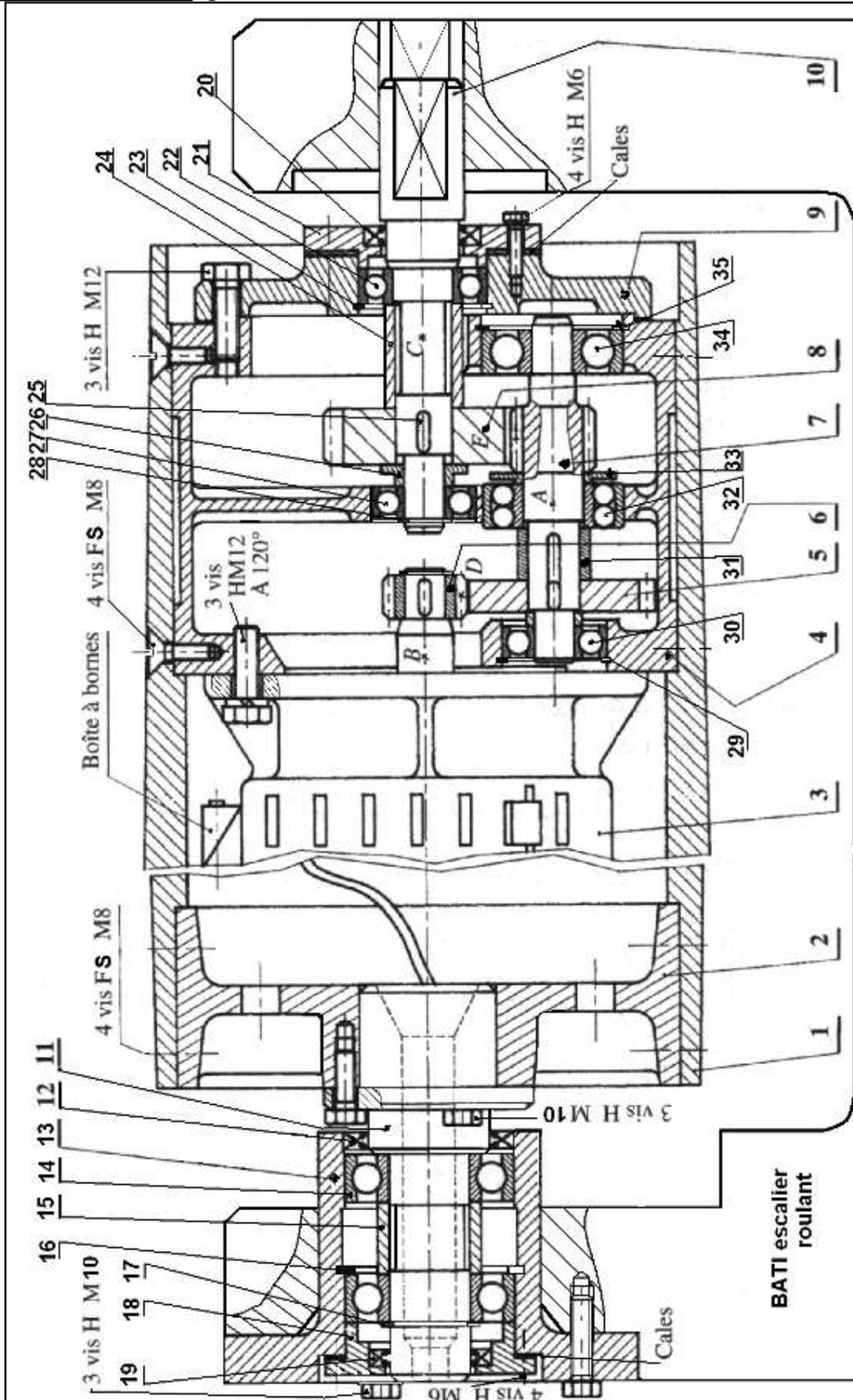
N° Opération	N° Phase	Désignation Opération/Phase	Montage d'usinage/ Outillage/ Contrôle	Temps [mn]
1		Préparation ; arbre (position 22), roue creuse, et roulement (position 30)		
	1	Nettoyage arbre (position 22) et séchage par air comprimé	Baigne pour nettoyage et installation d'aire comprimée	4
	2	Vérification des qualités des surfaces de l'arbre (position 22) et les diamètres. Sur les zones de montage de roues creuses et roulements	Calibres	6
	3	Vérification de l'alésage de la roue creuse et la rainure de clavette	Calibres	6
	4	Enlèvement des bavures et des défauts locaux par limage et grattage	Limes, grattoirs	5
	5	Désemballage à deux roulements (position 30) et nettoyage. Enlèvement les éventuelles traits de corrosion	Baigne de lavage	3
2		Montage de la clavette (position 23) sur l'arbre (position 22)		
	1	L'ajustage de la clavette (position 23)	Limes, grattoirs	5
	2	Poser la clavette (position 23) dans la rainure de l'arbre (position 22) et l'introduction de la clavette par frappement faible de marteau	Marteau en cuivre	5
	3	Vérification du montage de la clavette	Calibres, montages de contrôle	6
3		Assemblage de la roue creuse (Sous ensemble roue creuse 21)		
	1	Positionnement de la couronne (position 25) sur le montage de mise en position et assemblage	Montage de mise en position et assemblage	4
	2	Positionner le moyeu (position 24) sur la couronne (position 25) et l'introduction de celui-là par frappement faible de marteau	Marteau en cuivre	4
	3	L'introduction des vises (position 26)	Clefs fixes	4
	4	L'introduction des rondelles (position 27) et viser les écrous (position 28)	Clefs fixes	
4		Assemblage du sous ensemble roue creuse 21 sur l'arbre (position 22)		

	1	Positionner l'arbre (position 22) sur le montage de mise en position verticale pour le presser	Montage pour presser la roue creuse	4
	2	L'introduction du sous ensemble roue creuse 21 sur l'arbre (position 22)		4
	3	Exercer la pression sur la roue creuse. On presse approximatif 10 mm .Si l'arbre est bien positionné on continue l'opération de pressage.		
	4	Vérification de tolérances de battement radiale et frontale.	Montage de vérification à comparateur	6
5		Montage des roulements (position 30)		
	1	Positionner l'arbre (position 22) sur le montage de mise en position et assemblage	Montage de mise en position et assemblage	1
	2	Introduction des roulements dans une baigne de huile à 80° C	Baigne de huile	3
	3	Prendre un roulement de la baigne et l'introduction des roulements sur l'arbre (position 22)	Pince	4
	4	Positionner sur l'anneau intérieur du roulement (position 30) une bague de pression et introduction du roulement par frappement de marteau	-Marteau en cuivre -Bague de pression	5
	5	Vérification du contact entre les surfaces frontale du roulement et l'épaulement de l'arbre. Le contact doit être étanche et minimum $\frac{3}{4}$ du circonférence.	Calibres	6
	6	Introduction de l'arbre dans le montage de mise en position et assemblage		1
	7	Introduction de l'entretoise (position 29) sur l'arbre (position 22)		4
	8	Prendre le deuxième roulement de la baigne et l'introduction des roulements sur l'arbre (position 22)	Pince	4
	9	Introduction du roulement sur l'arbre par frappement de marteau	Marteau en cuivre	5
	10	Vérification du contact entre roulement et l'entretoise.	Calibres	6

EXERCICE 7:

Élaborer la gamme de montage de l'ensemble Tambour moteur représenté ci-dessous en précisant les phases, les opérations, les outillages et graphe de montage. Utiliser pour cela les imprimés pages 7/11 à 11/11

Tambour Moteur - pour escalier roulant



La nomenclature de l'ensemble est comme suit :

Tambour Moteur Nomenclature

39				
38				
37				
36				
35	Anneau élastique pour alésage	1		
34	Roulement à billes à contact radial	1		
33	Entretoise	1		
32	Roulement à deux rangées de billes à rotule	1		
31	Entretoise	1		
30	Roulement à billes à contact radial	1		
29	Anneau élastique pour alésage	1		
28	Anneau élastique pour arbre	1		
27	Roulement à billes à contact radial	1		
26	Bague	1		
25	Clavette parallèle	1		
24	Entretoise	1		
23	Anneau élastique pour alésage	1		
22	Roulement à billes à contact radial	1		
21	Couvercle de droite	1		
20	Jointe à lèvres	1		
19	Jointe à lèvres	1		
18	Couvercle gauche	1		
17	Anneau élastique pour arbre	1		
16	Anneau élastique pour alésage	1		
15	Entretoise	1		
14	Roulement à billes à contact radial	2		
13	Palier de gauche	1		
12	Jointe à lèvres	1		
11	Arbre creux	1		
10	Axe de fixation	1		
9	Palier de droite	1		
8	Roue dentée	1		
7	Pignon arbré	1		
6	Pignon	1		
5	Roue dentée	1		
4	Carter de réducteur	1		
3	Moteur	1		
2	Bague de liaison	1		
1	Tambour	1		
Rep.	Désignation	Nombre	Matière	Observations

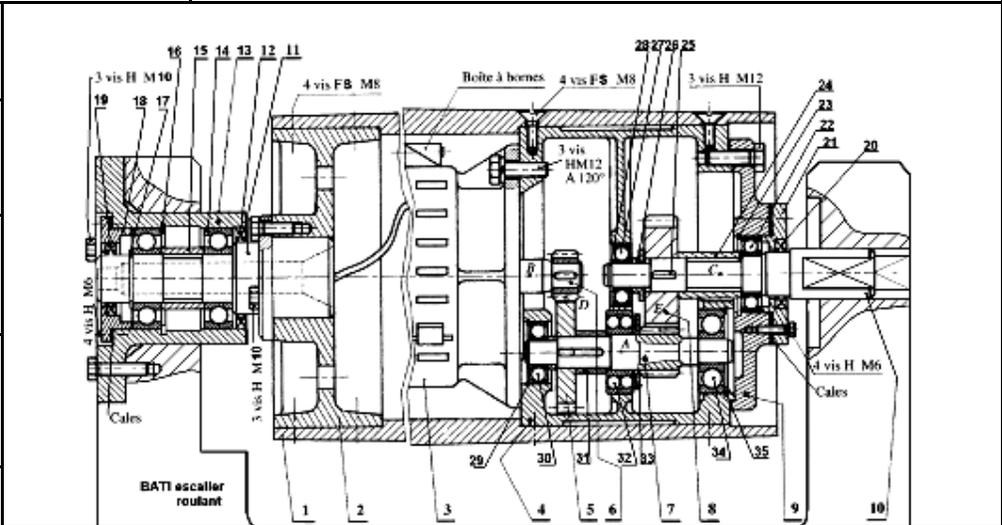
Dispositif :

Ensemble :

N° : Nbr :

Ensemble suivant :

Ensemble antérieure :



Spécifier pour chaque pièce/ sous-ensemble/ ensemble -/la position/ ou le symbole

PHASES D'ASSEMBLAGE/ MONTAGE				OUTILLAGES	
N°	Pos.	DÉSIGNATION	CROQUIS - SCHÉMAS - CONSIGNES	Montage	Contrôle

GAMME DE MONTAGE N°.....			Établi par :		2 /			
Dispositif : Ensemble : <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">N° :</td> <td style="width: 50%;">Nbr :</td> </tr> </table> Ensemble suivant : Ensemble antérieure :			N° :	Nbr :				
N° :	Nbr :							
PHASES D'ASSEMBLAGE/ MONTAGE				OUTILLAGES				
N°	Pos.	DÉSIGNATION	CROQUIS - SCHÉMAS - CONSIGNES	Montage	Contrôle			
GAMME DE MONTAGE N°.....			Établi par :		3 /			

Dispositif :					
Ensemble :					
N° :	Nbr :				
Ensemble suivant :					
Ensemble antérieure :					
		PHASES D'ASSEMBLAGE/ MONTAGE		OUTILLAGES	
N°	Pos.	DÉSIGNATION	CROQUIS - SCHÉMAS - CONSIGNES	Montage	Contrôle
GAMME DE MONTAGE N°			Établi par :		4 /

CORRIGE Tambour Moteur

GAMME DE MONTAGE N°		Établi par :		1 /	
Dispositif : Tambour Moteur					
Ensemble :					
N° :	Nbr : 1				
Ensemble suivant :					
Ensemble antérieure :					
PHASES D'ASSEMBLAGE/ MONTAGE				OUTILLAGES	
N°	Pos.	DÉSIGNATION	CROQUIS - SCHÉMAS - CONSIGNES	Montage	Contrôle
10		Montage sous-ensemble 4 Préparer la pièce 4.		-établi Baigne pour nettoyage et installation d'aire comprimée	
20		Montage du sous-ensemble arbre 7. Graissage roulements Montage du repère 33 sur arbre 7 Presser le roulement 32 sur arbre 7 Presser le roulement 34 sur arbre 7		-graisse -massette - presse	
30		Introduire arbre 7 dans la pièce 4 Montage d'entretoise 31 Montage de la roue 5 avec clavette sur arbre 7 Montage d'entretoise et du roulement 30 sur arbre 7 Fixer avec les anneaux 29 et 35 l'arbre 7 sur 4. Contrôle		-massette -graisse - presse -pince	

GAMME DE MONTAGE N°		Établi par :		2 /	
Dispositif : Tambour Moteur					
Ensemble :					
N° :	Nbr :				
Ensemble suivant :					
Ensemble antérieure :					
PHASES D'ASSEMBLAGE/ MONTAGE				OUTILLAGES	
N°	Pos.	DÉSIGNATION	CROQUIS - SCHÉMAS - CONSIGNES	Montage	Contrôle
40		<p>Montage du sous- ensemble arbre 10. Fixer l'anneau 23 sur 9 Graissage roulement 22 Montage du roulement 22 sur palier 9 Montage du 20 sur couvercle 21 Introduire couvercle 21 sur arbre 10 et les cales. Introduire palier 9 sur arbre 10</p> <p>Montage entretoise 24 sur 10</p> <p>Montage roue 8 sur arbre 10 avec clavette 25</p> <p>Montage rep 26 sur arbre 10 Graissage roulement 27 Montage roulement 27 pressé en repère 4</p>		<p>-massette -pince</p> <p>-graisse - presse</p> <p>-graisse - presse</p> <p>-pince -clefs fixes</p> <p>-clefs fixes</p>	
50		<p>Introduire sous- ensemble arbre 10 en sous-ensemble 4.</p> <p>Fixer avec anneau 28 Fixer le palier 9 sur 4 avec les 3 vis H M12</p> <p>Réglages des jeux avec les cales Serrer les 4 vis H M6</p>			-jauge de contrôle

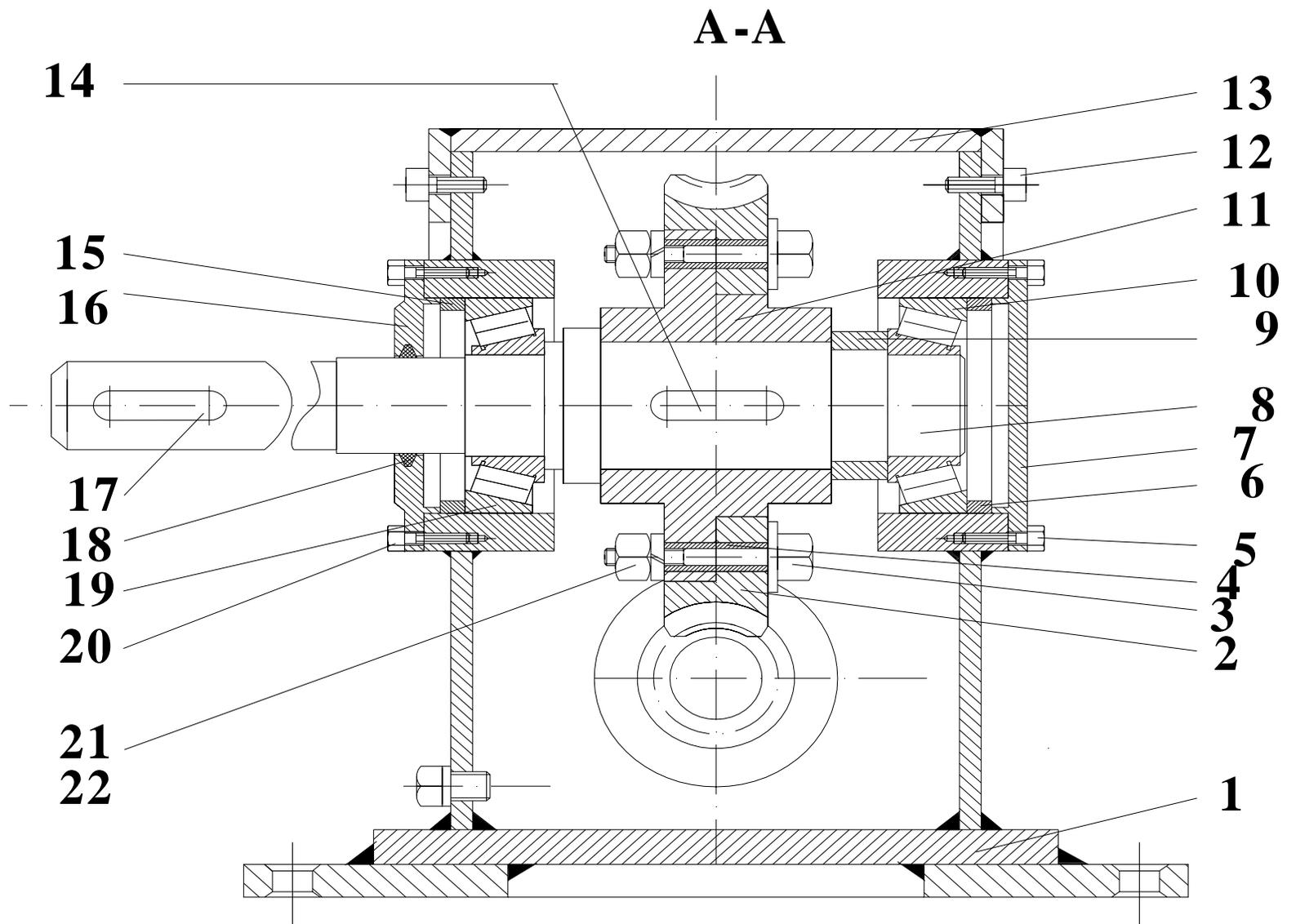
GAMME DE MONTAGE N°		Établi par :		3 /	
Dispositif : Tambour Moteur					
Ensemble :					
N° :	Nbr :				
Ensemble suivant :					
Ensemble antérieure :					
PHASES D'ASSEMBLAGE/ MONTAGE			OUTILLAGES		
N°	Pos.	DÉSIGNATION	CROQUIS - SCHÉMAS - CONSIGNES	Montage	Contrôle
60		Sous-ensemble MOTEUR 3 Montage du repère 6 avec clavette sur arbre moteur 3 et fixer avec anneau élastique.		-massette -pince	
70		Montage du Moteur 3 sur sous-ensemble 4 avec les 3 vis H M12		Clefs fixes	
80		Montage d'ensemble TAMBOUR 1 Introduire sous- ensemble 3 et 4 en Tambour 1 ; Fixer le sous - ensemble Moteur et rep 4 avec les 4 vis FS M8 Introduire pièce 2 en Tambour 1. Fixer avec les 4 vis FS M8.		-graisse - presse Clefs fixes Clefs fixes	

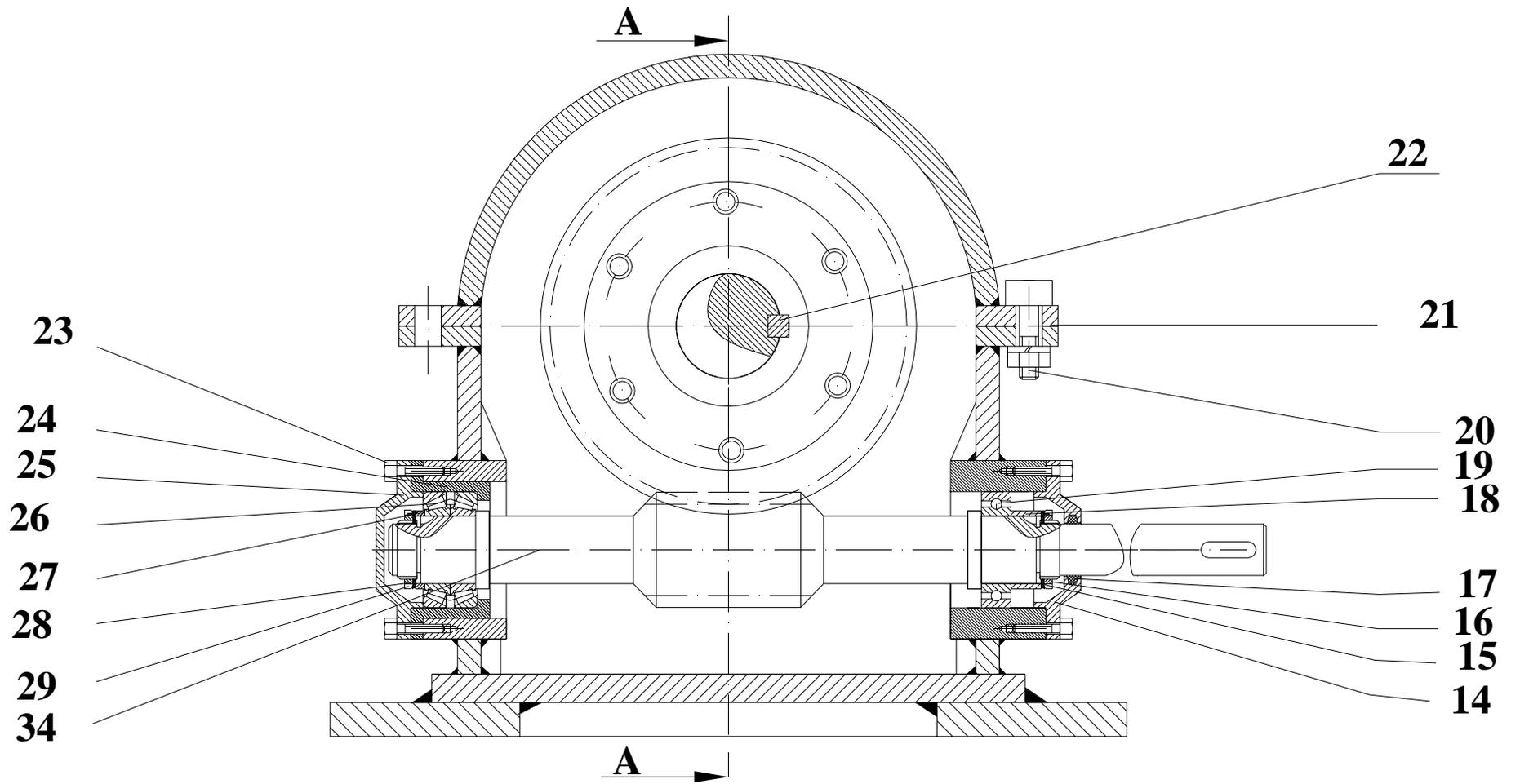
GAMME DE MONTAGE N°.....			Établi par :.....		4 /	
Dispositif : Tambour Moteur						
Ensemble :						
N° :	Nbr :					
Ensemble suivant :						
Ensemble antérieure :						
PHASES D'ASSEMBLAGE/ MONTAGE				OUTILLAGES		
N°	Pos.	DÉSIGNATION	CROQUIS - SCHÉMAS - CONSIGNES	Montage	Contrôle	
90		Montage du sous-ensemble Arbre 11 Introduire les 3 vis H M 10 sur arbre 11 Introduire Jointe à lèvres 12 sur arbre 11 Graissage roulement 14 Monter serré le roulement 14 sur arbre 11 Monter le rep 15 sur arbre 11		Clefs fixes -massette -pince		
100		Montage du sous ensemble PALIER 13 Introduire anneau 16 en palier 13 Introduire sous ensemble 11 en palier 13 Montage du 2 ^{ème} roulement 14 sur arbre 11 Fixer avec rep 17 Introduire jointe 19 en couvercle 18 Réglage des jeux avec les cales Fixer le couvercle 18 avec les 4 vis H M 6		-graisse -presse Clefs fixes		

GAMME DE MONTAGE N°			Établi par :	5 /		
Dispositif : Tambour Moteur						
Ensemble :						
N° :	Nbr :					
Ensemble suivant :						
Ensemble antérieure :						
PHASES D'ASSEMBLAGE/ MONTAGE				OUTILLAGES		
N°	Pos.	DÉSIGNATION	CROQUIS - SCHÉMAS - CONSIGNES	Montage	Contrôle	
110		Introduire l'ensemble Tambour 1 dans le Bâti de l'escalier roulant				
120		Fixer l'arbre 10 en Bâti (sur méplats) Introduire sous ensemble Palier 13 dans le Bâti			Clefs fixes	
130		Fixer et serrer les 3 vis H M10 de l'arbre 11 avec le tambour 1 Montage final Fixer l'ensemble palier 13 avec 3 vis H M 10 sur le Bati .			Clefs fixes	

EXERCICE 8

- 1) Etablir la nomenclature en utilisant le document1 (à rendre) (page 6/10)
 - 2) Définir les type des liaisons entre les organes : 16 et le palier appartenant au sous ensemble soudée 1 ; 5 et le palier appartenant au sous ensemble soudée 1 ; 10 et le palier appartenant au sous ensemble soudé 1 ; 17 et 8
 - 3) Préciser le nom et la fonction des pièces 18
 - 4) Proposer un ajustement entre les roulements et l'arbre (8)
 - 5) Proposer un ajustement entre les roulements (10) et les paliers appartenant au sou ensemble soudé (1) ; de quelle type de montage s'agit-il ?
- Elaborer une gamme de montage pour l'assemblage de l'arbre (8) dans la carcasse (1) en précisant les phases, les opérations et les outillages... .
- Nota : utiliser les formulaires si joints pour la gamme! (utiliser les pages 7 et 8)





GAMME DE MONTAGE N°.....			Établi par :.....		1 /
			..		
PHASES D'ASSEMBLAGE/ MONTAGE				OUTILLAGES	
N°	Pos.	DÉSIGNATION	SCHÉMAS	Montage	Contrôle

GAMME DE MONTAGE			Établi par :.....		1 /
N°.....			..		
PHASES D'ASSEMBLAGE/ MONTAGE				OUTILLAGES	
N°	Pos.	DÉSIGNATION	SCHÉMAS	Montage	Contrôle

EXERCICE 9

• On donne le dessin d'ensemble ci-dessus (fig.1). On demande :

1) Elaborer la gamme de montage de cet ensemble en précisant les phases, les opérations et les outillages.

Nota : Utiliser les formulaires ci-joints pour la gamme!

Nomenclature :

N°	Désignation	Unités
1	Equerre	1
2	Support	1
3	Patin	1
4	Vis de serrage	1
5	Axe	1
6	Vis 1	1
7	Vis 2	1
8	Vis 3	1
9	Circlips	2

GAMME DE MONTAGE N°			Établi par :		1 /
PHASES D'ASSEMBLAGE/ MONTAGE				OUTILLAGES	
N°	Pos.	DÉSIGNATION	CROQUIS - SCHÉMAS - CONSIGNES	Montage	Contrôle

GAMME DE MONTAGE N°.....				Établi par :		1/	
PHASES D'ASSEMBLAGE/ MONTAGE					OUTILLAGES		
N°	Pos.	DÉSIGNATION	CROQUIS - SCHÉMAS - CONSIGNES		Montage	Contrôle	

CORRIGE EXERCICE 9

GAMME DE MONTAGE N°		Établi par :		1 /	
PHASES D' ASSEMBLAGE/ MONTAGE				OUTILLAGES	
N°	Pos.	DÉSIGNATION	CROQUIS - SCHÉMAS - CONSIGNES	Montage	Contrôle
10		Préparation de la pièce de base 2	(2)	établi	
20		Montage de sous-ensemble « Manivelle »	(4)		
		Sous phase 21 Montage de 5 sur 4 (axe dans la vis de serrage)	(5)		
		Sous phase 22 Montage de 9 sur 5 (les circlips sur l'axe).	(9)	-établi -clefs circlips	
30		Montage de sous ensemble « serre -joint »			
		Sous phase 31 Montage de sous-ensemble « Manivelle » Dans la pièce de base 2	(4)	-établi	
		Sous phase 32 Montage de 3 sur 4 (patin sur la vis de serrage)	(3)	-établi	
		Sous phase 33 Montage de la vis 8 dans la vis de serrage 4	(8)	-établi -clefs six pans	
		Sous phase 34 Montage de 1 sur 2 (équerre sur le support)	(1)	-établi -massette	-équerre
		Sous phase 35 Serrage de 1 sur 2 (serrage de l'équerre 1 sur le support 2 avec la vis 7)	(7)	-établi -clefs six pans	
		Sous phase 36 Montage de 6 sur 1 (montage de la vis 6 sur l'équerre 1)	(6)	-établi -clefs six pans	