REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCH SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA



Faculté de Technologie

Mémoire de fin d'études de Master

Filière : Génie Mécanique

Spécialité : Construction Mécanique

Thème
Conception d'une presse hydraulique d'emboutissage de pièces mécaniques

Présenté par

Djeffal Mounir

Taib Mohamed Cherif

Proposé et Dirigé par

Takdenti Mourad

Promotion Septembre 2020

Remerciements

Tout d'abord, nous remercions notre bon dieu qui nous a guidé tout au long de ce travail et nous a donné l'inspiration, la santé et la volonté de faire et d'achever ce mémoire malgré les contraintes que nous avons vécu ces derniers mois.

Nous tenons à remercier ***« Takdenti Mourad »,*** *notre directeur de recherche pour ses efforts durant la réalisation de ce mémoire pour ses directives, ses remarques et ses conseils.*

Nos remerciements s'adressent aux membres de jury qui ont bien accepté de lire, d'expertiser et d'évaluer ce travail.

Nos remerciements s'adressent à nos familles pour leur amour et leur soutien moral.

Merci à toute personne qui a contribué de près ou de loin dans la réalisation de ce travail.

À vous tous on dit merci.

Dédicace

Nous tenons à dédier notre modeste travail à ceux qui sont la source de tendresse et d'amour :

**** Nos chers parents ****

Nous dédions également ce travail, avec beaucoup de joie et d'affection, à nos frères,
Nos sœurs et à tous les membres de la famille.

À tous nos amies de l'université, et à tous que nous connaissons sans exception.

Cherif & Mounir

Sommaire:

Table des matières
Liste des figures
Liste des tableaux
Liste des diagrammes

INTRODUCTION …….…… ……10

Chapitre I :

I. Généralités sur l'hydraulique :
1. Définition……11
2. Définition et intérêt de l'hydraulique……11
3. Définition des grandeurs: PRESSION & DEBIT …… 11
4. Exemple d'application de l'hydraulique……11
5. Domaines d'application……12
   A. La machine-outil……12
   B. Les engins de travaux publics……12
   C. Les véhicules industriels……12
   D. Les machines agricoles…… …13
   E. La manutention……13
6. Comparaison de la puissance hydraulique avec la puissance pneumatique……15
7. Les contraintes des systèmes hydrauliques……15

II. Les pompes :
1. Définitions……16
2. Symboles……18
3. Caractéristique des pompes……18
4. les différents types des pompes……18
   A. Les pompes à engrenage extérieure……18
   B. Les pompes à engrenage intérieure……19
5. Les pompes à pistons axiaux……20
6. Les pompes à pistons radiaux……21
7. Les pompes à palettes……22

III. Distributeurs:
1. Introduction……23
2. Les types des Distributeurs……24
   A. Distributeurs à tiroir……24
   B. Distributeurs à clapets……27
   C. Distributeurs pilotés……29

D. Distributeurs à commandes proportionnelles……30
3. Dimensionnement des distributeurs……31
4. Symboles……31
IV. Filtre:
1. Définitions…… ……32
2. Porosité du filtre……32
3. Sortes de filtres……33
A. Filtre de compensation d'air……33
B. Filtre d'aspiration……33
C. Filtre de pression……33
D. Filtre de retour……33
4. Sécurité des filtres……34
V. Les Réservoir :
1. Définition……35
2. Constitution……36
3. Symboles……37
VI. Les vérins hydrauliques:
1. Définition……37
2. Rôle……37
3. Vérin simple effet……38
4. Vérin double effet……39
5. Calcul des tiges de vérins au flambage……39
VII. Les moteurs hydrauliques :
1. Mise en situation……41
2. Description……41
3. Symboles……41
4. Les différents types des moteurs……42
A. Les moteurs à engrenage extérieure……42
B. Les moteurs à pistons axiaux……42
C. Les moteurs à pistons radiaux…… ……43
D. Les moteurs à palettes……44
5. Classification des moteurs hydrauliques……45
VIII. Composition d'un circuit hydraulique :
➢ Exemple d'un circuit hydraulique……46
➢ Exemple d'un circuit hydraulique de transmission de puissance……47

Chapitre II :

I. Introduction :……49
II. Généralités sur L'emboutissage :
1. Définition ……51
2. L'emboutissage à température……51

3. Principe de L'emboutissage cylindre 51
4. Nombres de passes 52
5. L'Outillage de l'emboutissage : poinçon, Matrice, serre-flan ... .53
6. L'opération d'emboutissage typique (double-effet).....54

III. Procédés :

1. Matériaux et formes d'emboutis.....56
2. Le procédé d'emboutissage 58
3. Difficultés du procédé d'emboutissage.....59
4. Défauts de la pièce **.....59**

IV. Caractérisation dans l'emboutissage :

1. Caractéristique des dimensions des outils 60
2. Variation de l'épaisseur de la tôle 61
3. Déformation dans l'emboutissage 62
   A. Mesure des déformations 62
   B. les modes de déformations 64
4. Essais d'emboutissage.....64
   A. Essais d'expansion Biaxiale 64
   B. Essai de rétreint.....64
   C. Essais mixtes.....65

V. Autres aspects

1. La modélisation 66
2. Sécurité.....67
   A. La sécurité de la production 67
   B. La sécurité des manutentionnaires 67

Chapitre III :

I. Détermination de diamètre du vérin on présence de pression et Force.

1. Calculer la section de piston.....69
2. Calculer le diamètre de piston 69
3. Calculer la section théorique S cotée tige.....71
4. Calculer la section théorique S cotée tige.....71

II. Circuit réalisé par logiciel FluidSIM.....72

Conclusion.....77
Bibliographie.....78

Liste des figures

1. Pompe à béton un chantier à Cherchel (Tipaza)
2. Camion double pont un chantier à Cherchel (Tipaza)
3. Grue mobil pont un chantier à cherchel (Tipaza)
4. Modélisation de la pompe hydraulique

5. Pompe à engrenage extérieure
6. Pompe à engrenage intérieure
7. Pompe à engrenage intérieure
8. Pompe à pistons axiaux à cylindrée variable
9. Pompe à pistons radiaux
10. Pompe à palettes
11. Pompe à palettes équilibrée
12. Exemple de schématisation : distributeur 4/3 [4]
13. distributeur 4/3 à commande manuelle par levier, rappel par ressorts.
14. Exemple de distributeur à tiroir 4/3 à commande manuelle à centrage par ressort
15. Distributeur à tiroir 4/3 à commande électrique à centrage par ressort
16. Vérin double effet et distributeur 5/2 monostable à commande manuelle par bouton
17. Vérin simple effet et distributeur 3/2 monostable NF à commande manuelle par bouton
18. Vérin double effet et distributeur 5/2 monostable à commande manuelle par bouton
19. distributeur 3/2 à clapet, rappel par ressorts à commande électrique
20. conduite d'équilibrage du clapet obturateur
21. Distributeurs pilotés
22. Distributeurs pilotés
23. Distributeurs à commandes proportionnelles
24. Filtre
25. Réservoir
26. Composition d'un réservoir
27. Vérin simple effet
28. Vérin double effet
29. Moteur à engrenage extérieure
30. Moteur à pistons axiaux
31. Moteur à pistons radiaux
32. Moteur à palettes
33. Exemple d'un circuit hydraulique de transmission de puissance
34. Emboutissage cylindrique
35. Emboutissage tronc de cône
36. L'Outillage de l'emboutissage
37. Phase 0 de L'opération d'emboutissage typique
38. Phase 1 de L'opération d'emboutissage typique
39. Phase 2 de L'opération d'emboutissage typique
40. Phase 3 de L'opération d'emboutissage typique
41. Défauts de la pièce
42. Différentes nature de grille de déformation
43. Exemple de grille déformée
44. Essai de rétreint
45. Essai Fukui et rupture caractéristique
46. abaque Force de poussée

Liste des tableaux

1. Tableau de Comparaison de la puissance hydraulique avec la puissance pneumatique
2. Symboles des pompes
3. Symboles des valves de contrôle de direction
4. Symboles des réservoirs
5. Symboles des moteurs
6. Classification des moteurs hydrauliques
7. Composition d'un circuit hydraulique
8. les valeurs des coefficients de réduction pour différents types de métaux
9. Caractéristiques des différentes catégories de tôles
10. Caractéristiques et détermination des vérins hydrauliques

Liste des diagrammes

1. Les pompes hydrauliques
2. Les techniques de fabrication

Résumé :

L'emboutissage est un procédé de formage qui consiste à transformer une tôle plane en une forme creuse de géométrie plus ou moins complexe. Ce procédé nécessite une presse hydraulique. Pour cela qu'on à construire un circuit hydraulique qui permis à la presse un fonctionnement idéal.

ملخص

الختم هو عملية تشكيل تتكون من تحويل ورقة مسطحة إلى شكل أجوف لهندسة معقدة إلى حد ما. تتطلب هذه العملية مكبس هيدروليكي. لهذا علينا بناء دائرة هيدروليكية تسمح للضغط بالعمل بشكل مثالي

Summary:

Stamping is a forming process which consists in transforming a flat sheet into a hollow shape of more or less complex geometry. This process requires a hydraulic press. For this we have to build a hydraulic circuit that allows the press to work ideal.

Introduction :

L'hydraulique est une technologie et une science appliquée ayant pour objet d'étude les propriétés mécaniques des liquides et des fluides. La mécanique des fluides est une science fondamentale qui constitue la base théorique de l'hydraulique. L'ingénierie a recours à l'hydraulique pour la génération, le contrôle et la transmission de puissance par l'utilisation de liquides sous pression. Les sujets d'étude de l'hydraulique couvrent des questions scientifiques et des problématiques d'ingénierie. L'ingénierie hydraulique s'intéresse aux concepts de débit dans des tuyaux, à la conception de barrages, à la micro fluidique et aux pompes. Les principes de l'hydraulique sont utilisés également en construction mécanique par exemple les presses d'emboutissage de pièces mécaniques. L'hydraulique à surface libre est la branche de l'hydraulique étudiant les débits des écoulement à surface libres, comme les rivières, les canaux, les lacs, et les mers.

Le mot hydraulique désigne deux domaines totalement différents, hormis que chaque domaine implique un liquide. Ces deux domaines sont :

- Les sciences et les technologies de l'eau naturelle et ses usages : hydrologie, hydraulique urbaine, hydrogéologie, etc.
- Les sciences et les technologies de l'usage industriel des liquides sous pression : hydromécanique, oléo hydraulique, moteur hydraulique, pompe oléo hydraulique, presse hydraulique, machine hydraulique, etc.

Sujet de cette mémoire s'inscrit au conception d'une presse hydraulique qui emboutie des pièces mécaniques.

On a partagez cette mémoire en trois chapitres:

- ✓ Chapitre 1: hydraulique.
- ✓ Chapitre 2: emboutissage.
- ✓ Chapitre 3 : Programmation et calcules avec logiciel FluidSIM.

Chapitre I :

I. Généralités sur l'hydraulique :

1. Définition :

De nombreux processus techniques nécessitent la transmission d'une puissance mécanique entre un générateur et un récepteur. En effet, les solutions sont nombreuses, telqu'on trouve la nature de puissance qui reste inchangée au cours du transfert par exemple la transmission par engrenage. Et la nature de la puissance qui est modifiée au cours du transfert, telqu'on trouve les différents nature de puissance pneumatique, électrique et hydraulique. Cette dernière possède son domaine d'application et répond à des critères spécifiques. [1]

2. Définition et intérêt de l'hydraulique :

« L'hydraulique » a pour racine le mot grec hudor (eau), c'est un moyen simple de transmission de puissance d'un point à un autre. Dans un système industriel, l'hydraulique se traduit par la transmission des forces par un liquide vers les récepteurs. Il en résulte :

- Un mouvement rectiligne avec travail dans un seul sens.
- Un mouvement rectiligne avec travail dans les deux sens.
- Un mouvement circulaire avec travail dans les deux sens.

L'hydraulique est destinée pour :

- La transmission de force et de couples élevés.
- Une grande souplesse d'utilisation dans de nombreux domaines.
- Une très bonne régulation de la vitesse sur les appareils moteurs.
- Une grande durée de vie des composants, du fait de la présence de l'huile.
- La possibilité de démarrer les installations en charge. [1]

3. Définition des grandeurs: PRESSION & DEBIT :

Dans une transmission hydraulique :

- La pression n'existe dans un circuit que s'il y a résistance à l'écoulement de l'huile, c'est l'équivalent mécanique de la force.
- Le débit est l'équivalent de la vitesse. [1]

4. Exemple d'application de l'hydraulique :

Les propriétés particulières offertes par l'hydraulique comme la possibilité de transmettre des forces élevées et la souplesse d'utilisation, ont trouvé leurs applications et leur efficacité dans de nombreux domaines industriels. [1]

5. Domaines d'application:

A. La machine-outil :

Les secteurs d'application sont très variés, mais le gros consommateur de composants hydrauliques reste celui de la machine-outil. On trouve dans ce domaine toutes les opérations de bridage de pièces, de prise d'outil, de commande d'avance et de transmission de mouvements. Les presses à découper ou à emboutir sont des applications directes de l'hydraulique. [1]

B. Les engins de travaux publics:

Ils utilisent également de nombreux composants hydrauliques dans la réalisation des transmissions de mouvement et la commande des outils pour : creuser, lever, déplacer, niveler. [1]



Figure1 : Pompe à béton un chantier à cherchel (Tipaza)

C. Les véhicules industriels:

Les réalisations dans ce domaine sont aussi très variées ; on trouve des applications particulières comme :

- Le levage des bennes ou des hayons.
- La rotation des cabines de camions.

Les véhicules de ramassage et de compactage des ordures ménagères sont également équipés de systèmes hydrauliques qui s'adaptent très bien à ce genre de travail. [1]



Figure2 : Camion double pont un chantier à cherchel (Tipaza)

D. Les machines agricoles :

Dans le domaine agricole là encore le système hydraulique offre de multiples applications. Citons en exemple la régulation du travail de la charrue et les commandes de travail des moissonneuses et autres machines. Tous ces systèmes utilisent des mécanismes hydrauliques performants et souvent très chers. [1]

E. La manutention :

Les chariots élévateurs représentent un secteur traditionnel de l'utilisation des systèmes hydrauliques. Les mouvements sont linéaires dans des opérations de levage ou le matériel doit résister à des efforts importants. [1]



Figure 3 : Grue mobil pont un chantier à cherchel (Tipaza)

6. Comparaison de la puissance hydraulique avec la puissance pneumatique:

L'hydraulique est un moyen de transmission de puissance mais également de commande ou de régulation au même titre que les systèmes pneumatiques. Ces technologies se trouvent parfois en concurrence mais le plus souvent se complètent. [1]

Critères	Hydraulique	Pneumatique
Transmetteur d'énergie	Huile	Air
Transport de l'énergie	Tubes, flexibles perçages	Tubes, flexibles perçages
Transformation de l'énergie mécanique	Pompes, vérins, moteurs hydrauliques	Compresseurs, vérins, moteurs pneumatiques
Caractéristiques fondamentales	Pression : p (30…400 bars) Débit : Q	Pression : p (env. 6 bars) Débit : Q
Puissance massique	Très élevée	Elevée
Pression de position	Très bonne	Moins bonne
Facilité de réglage	Très bonne	Très bonne
Transformation en mouvement linéaire	Très simple, par vérins	Très simple, par vérins

Tableau 1 : Comparaison de la puissance hydraulique avec la puissance pneumatique. [1]

7. Les contraintes des systèmes hydrauliques :

L'utilisation de pressions élevées (50 à 700 bars) dans les systèmes hydrauliques, peut engendrer des accidents.

L'utilisation d'une huile hydraulique minérale inflammable peut engendrer des incendies.

Les composants hydrauliques représentent des matériels coûteux dont la maintenance est onéreuse du fait du prix de revient élevé des composants, du remplacement de l'huile hydraulique et des filtres. [1]

II. Les pompes :

1. Définitions :

Les pompes et les moteurs sont des appareils qui convertissent l'énergie hydraulique en énergie

Mécanique (moteur) ou inversement (pompe).

Dans le cas de la pompe hydraulique, celle-ci puise généralement le fluide dans un réservoir

approprié, par le côté aspiration et elle débite ce fluide par son coté refoulement.

Pour les moteurs hydrauliques, ceux-ci transforment à nouveau l'énergie produite par les pompes

en énergie mécanique nécessaire à un récepteur à mouvement de rotation. Les moteurs hydrauliques

ont, en général, la même constitution que les pompes hydrauliques de même type. [1]

Pompe hydraulique :

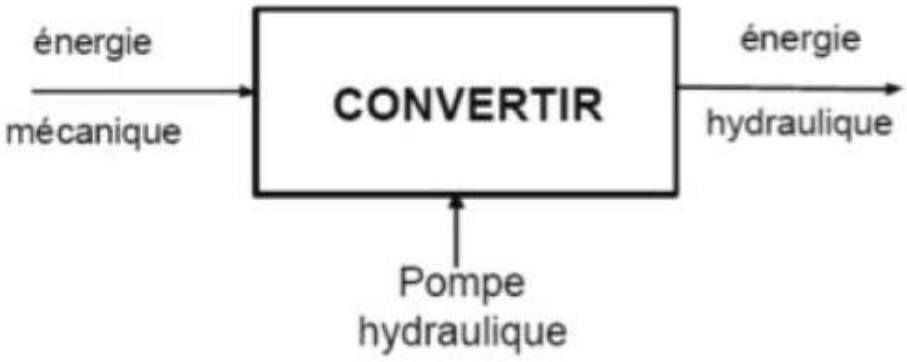


Figure 4 : Modélisation de la pompe hydraulique [1]

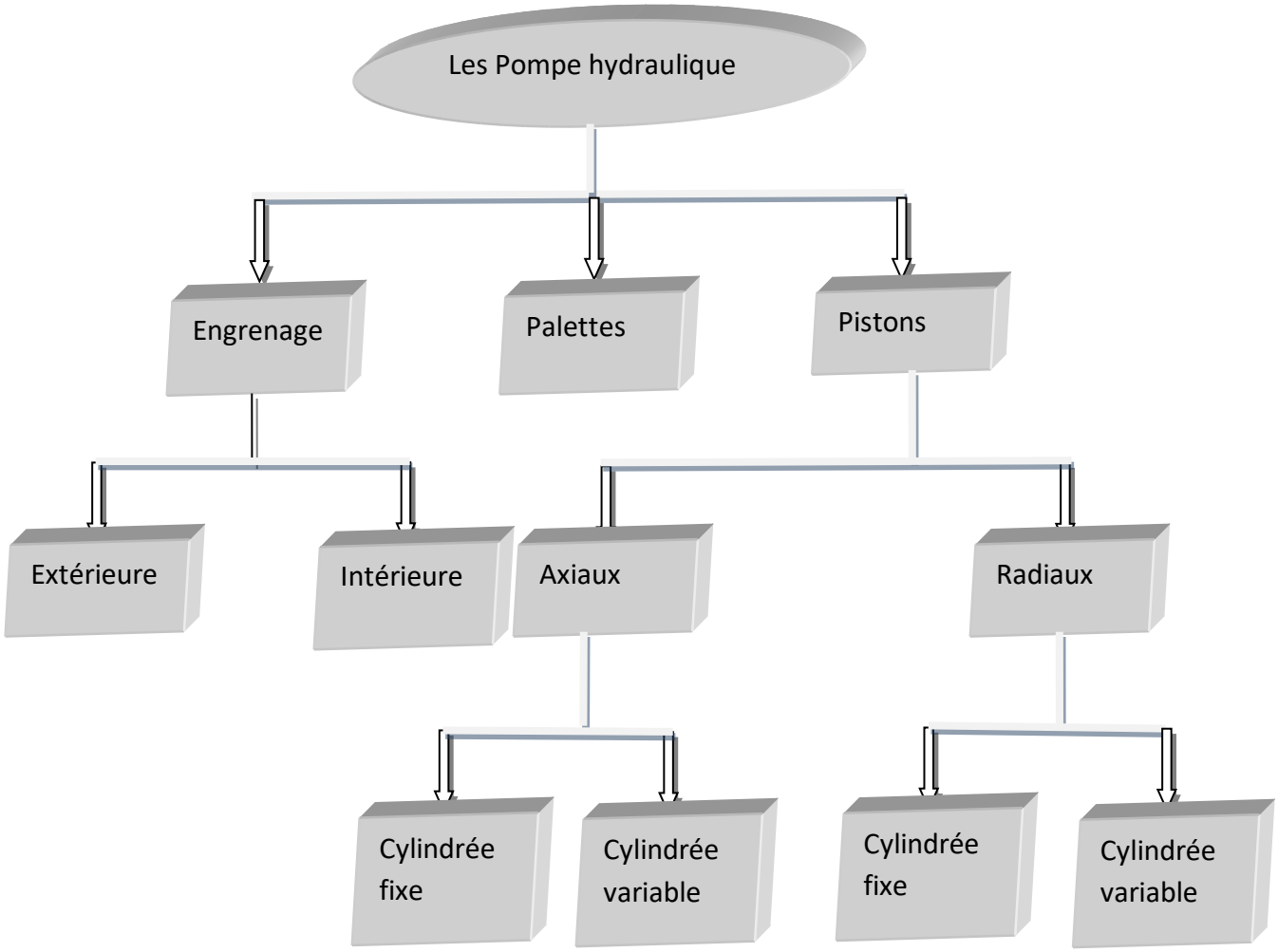


Diagramme 1 : Les Pompe hydraulique.

2. Symboles : [2]

POMPES

Symbole graphique		Composant	Description
(a) 	(b) 	Pompe à cylindrée fixe	A un sens de flux (a)
			A deux sens de flux (b)
(a) 	(b) 	Pompe à cylindrée variable	A un sens de flux (a)
			A deux sens de flux (b)
		Pompe manuelle	Pompage par levier

Tableau 2 : Symboles des pompes.

3. Caractéristique des pompes :

La cylindrée C est le volume de fluide passant dans la pompe pour un tour de rotation.

Le débit est le volume qui passe pendant l'unité de temps.

$$P = \frac{p.Q}{600}$$

*la cylindrés ⟹ **Cy** (l/tr)

*le débit ⟹ Q (l/min) ou (m^3/s)

*le nomber de toures par minute N

*la pression p

*la puissance P (kw)

$$Q = c_y .N$$

4. les différents types des pompes :

Plusieurs principes mécaniques sont mis en oeuvre dans réalisation des pompes, dans ce qui suit quelques réalisations simples seront étudiées.

➢ Les pompes à engrenage extérieure :

Les pompes à engrenage à denture extérieure sont constituées d'un carter et de deux pignons à denture droite. L'un des pignons, appelé pignon menant est moteur, il est solidaire

de l'arbre d'entraînement. L'autre pignon mené est entraîné en rotation par engrènement des dents.

L'aspiration dans ces pompes est provoquée par le vide créé au niveau du désaccouplement des dents en D.

L'huile en provenance du réservoir arrive en A (côté aspiration) remplit les creux de dents des pignons au niveau de la partie supérieure en C. Ainsi emprisonnée, l'huile est transportée par les pignons vers la droite et vers la gauche en suivant le contour intérieur du carter. A la fin du cycle de transport, l'huile est refoulée en R à cause du rapprochement des dents.

L'engrènement des dents en E assure l'étanchéité entre l'aspiration et le refoulement. [3]

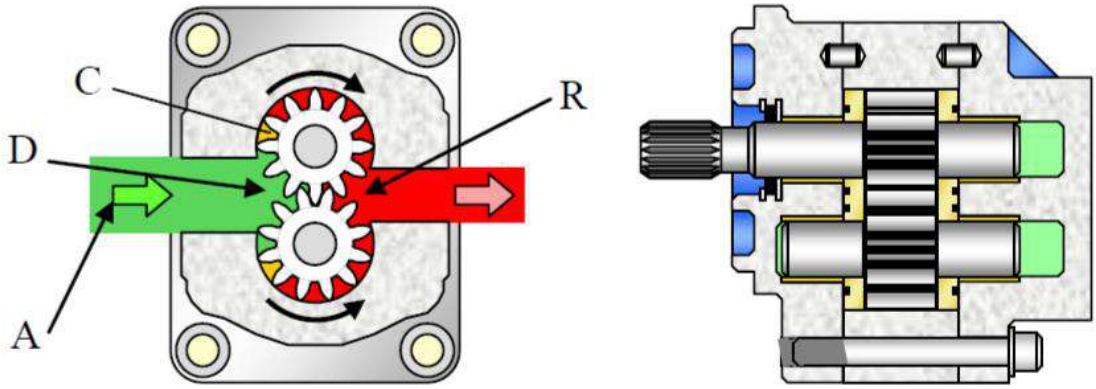


Figure 5 : Pompe à engrenage extérieure

Avantages : Débit régulier, Marche de la pompe réversible, Faible encombrement, Prix peu élevé.

Inconvénients : Nombreuses pièces d'usure, Pas de particules solides dans cette pompe, ni de produits abrasifs, Bruyante. [3]

- Les pompes à engrenage intérieure :

Les pompes à engrenage à denture intérieure sont constituées d'un carter, d'une roue, d'une couronne et d'un croissant (qui va séparer entre l'entrée et la sortie).

Les nombres de dents de la couronne est toujours supérieure de 1 au nombre de dents de la roue. C'est cette différence du nombre de dents qui permet d'obtenir des chambres d'aspiration et des chambres de refoulement.

L'axe de la roue est excentré par rapport à celui de la couronne.

La roue est motrice, elle entraîne la couronne en rotation par engrènement des dents. [3]

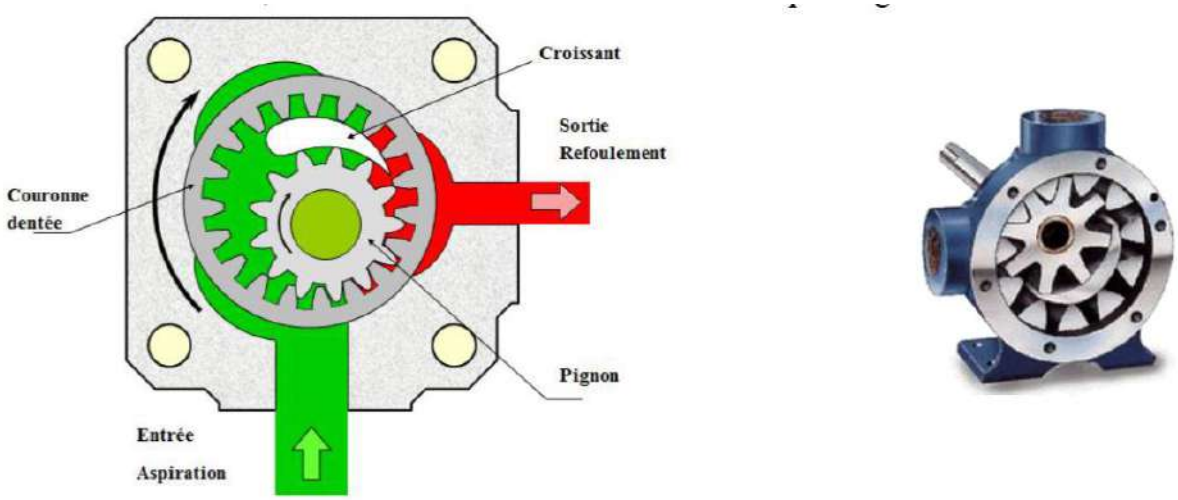


Figure 6 : Pompe à engrenage intérieure

Avantages : Débit régulier, Marche de la pompe réversible, Faible encombrement, Prix peu élevé, Non bruyante.

Inconvénients : Nombreuses pièces d'usure, Pas de particules solides dans cette pompe, ni de produits abrasifs. [3]

- Les pompes à pistons axiaux :

Les axes des pistons sont parallèles entre eux et l'axe principal de la pompe. Les bielles sont en liaisons rotules avec le plateau incliné d'un angle fixe ou variable) qui est à l'origine des mouvements alternatifs des pistons.

Le bloc cylindre est entraîné en rotation par l'intermédiaire de l'arbre d'entraînement et transforme le mouvement de rotation continu en un mouvement de translation au niveau du piston. Le patin assure la liaison mécanique entre le plateau incliné et le piston.

Lorsque le plateau effectue un demi-tour, le piston (en haut de la figure) passe du point mort haut (PMH) au point mort bas (PMB) et on a l'aspiration de l'huile.

Lorsque le plateau effectue le second demi-tour, le piston (en haut de la figure) passe du point mort bas (PMB) au point mort haut (PMH) et on a le refoulement de l'huile. [3]

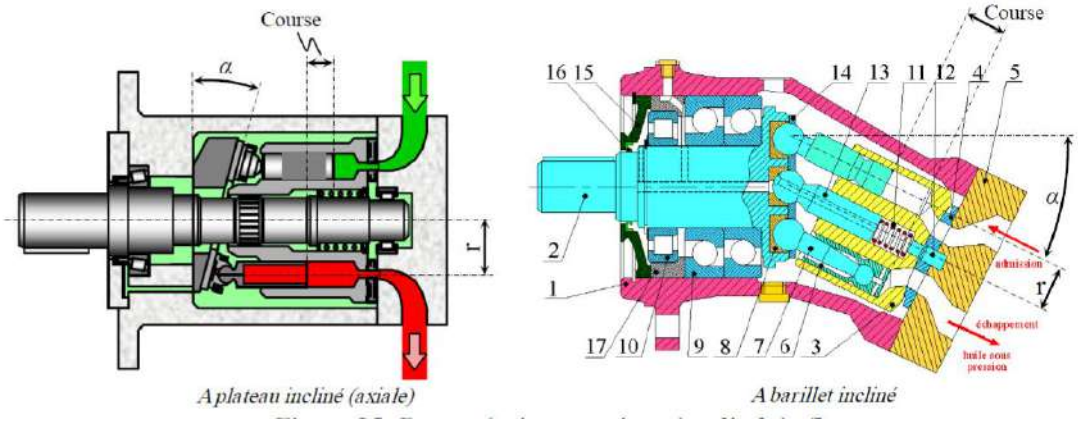


Figure 7 : Pompe à pistons axiaux à cylindrée fixe

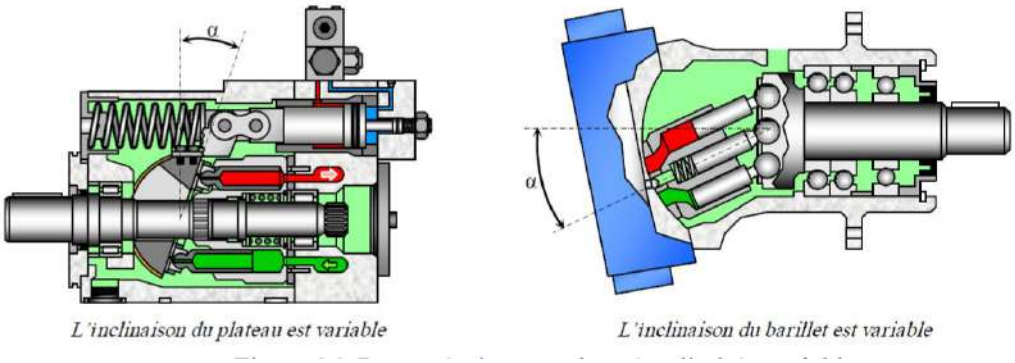


Figure 8 : Pompe à pistons axiaux à cylindrée variable

Avantages : Fonctionnement à sec sans dommage, Faible inertie des pièces en mouvement, Peut être utilisé en moteur hydraulique, Le débit est plus stable.

Inconvénients : Nécessite une filtration efficace (de 10 à 20 µ) car le jeu interne est très faible, La pompe à barillet incliné est un ensemble compact. [3]

- Les pompes à pistons radiaux :

Les pistons sont disposés radialement au stator, leurs axes sont perpendiculaires à l'arbre d'entraînement principal.

L'excentrique est entraîné en rotation par l'intermédiaire de l'arbre et transforme le mouvement de rotation continu en un mouvement de translation au niveau du piston. Le patin assure la liaison mécanique entre l'excentrique et le piston.

Lorsque l'excentrique effectue un demi-tour, le piston descend ce qui provoque l'aspiration de l'huile.

Lorsque l'excentrique effectue le second demi-tour, le piston est repoussé dans sa chambre et on a le refoulement de l'huile. [3]

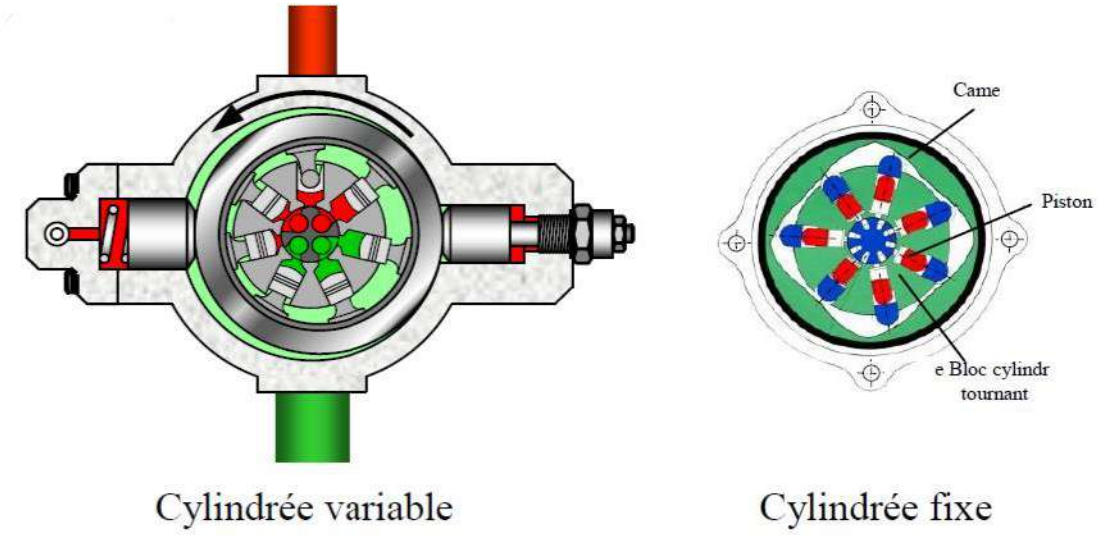


Figure 9 : Pompe à pistons radiaux

Avantages : Fonctionnement à sec sans dommage, Faible inertie des pièces en mouvement, Peut être utilisé en moteur hydraulique, Le débit est plus stable.

Inconvénients : Nécessite une filtration efficace (de 10 à 20 µ) car le jeu interne est très faible. [3]

- Les pompes à palettes :

La rotation du rotor entraîne celle des palettes dont les extrémités sont continuellement en contact avec le stator aux points Ci, grâce à la force centrifuge. Outre, des ressorts de compression poussent les bases des palettes.

Au démarrage, les extrémités des palettes entrent en contact avec la piste circulaire du stator. Grâce à l'excentrique on a une augmentation progressive du volume compris entre deux palettes voisines (ou volume circulaire) qui entraîne, lors du premier demi-tour, un phénomène d'aspiration. L'huile entre donc dans la pompe par les lumières d'aspiration.

Le phénomène inverse se produit lors du second demi-tour. La réduction progressive du volume cellulaire contraint l'huile à s'échapper par les lumières de refoulement, c'est le phénomène du refoulement. [3]

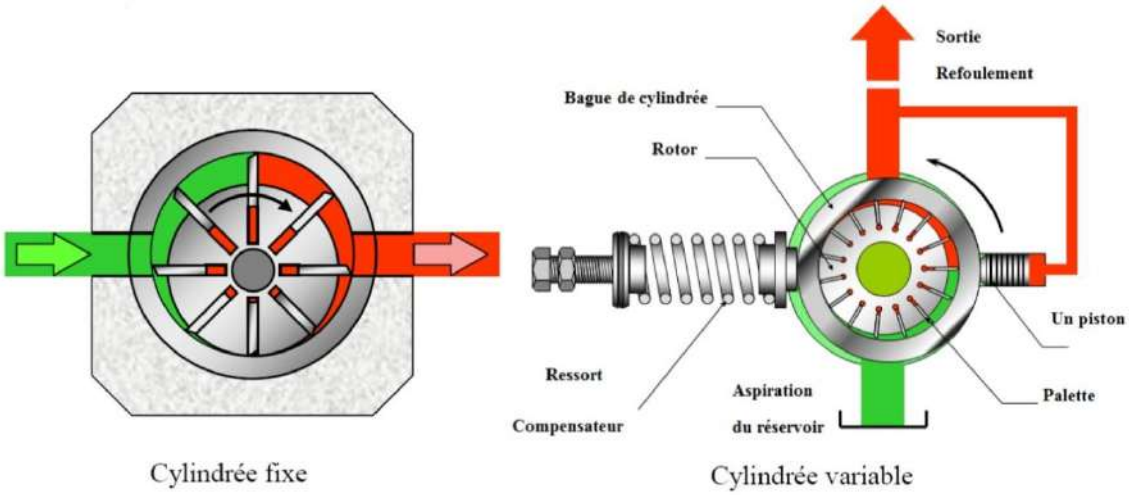


Figure 10 : Pompe à palettes

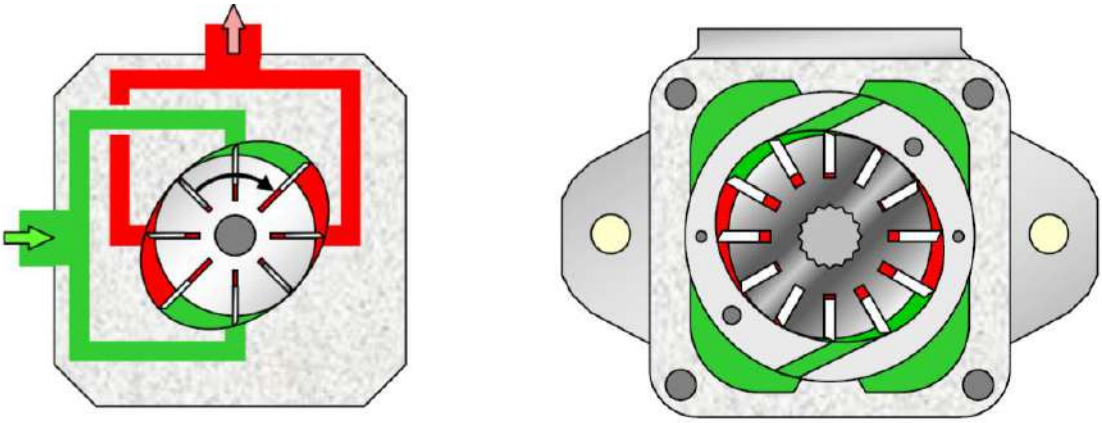


Figure 11 : Pompe à palettes équilibrée

Avantages : Débit régulier, Marche réversible de la pompe, Assez silencieuse.

Inconvénients : Usure du corps par frottement des palettes, Prix élevé. [3]

III. Distributeurs :

1. Introduction :

Les distributeurs appelés TOR (tout ou rien), sont des pré actionneurs qui orientent la circulation du fluide dans diverses directions, assurent l'alimentation des actionneurs et les retours de fluide à la bâche.

On distingue plusieurs technologies:

- À tiroir (la plus répandue).
- À clapets.

- Rotatifs (ou à boisseau) ...

Désignation O/P : On les désigne simplement par le nombre de voies distinctes qu'ils raccordent (Orifices) et le nombre d'orientations différentes qu'ils réalisent (Positions). C'est la désignation O/P (nombre d'Orifices / nombre de Positions).

En plus, on désigne le type de commande (manuelle, électrique, hydraulique ...) ainsi que le système de rappel en position repos (ou indexage si celui-ci est multi stable). Cette position repos est couramment appelée le "centre" du distributeur.

Ils se schématisent toujours en position repos (centrée), les différentes canalisations sont raccordées à cette position de repos. [4]

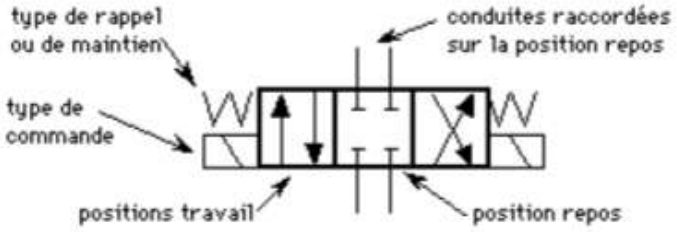


Figure 12 : Exemple de schématisation : distributeur 4/3 [4]

2. Les types des Distributeurs :

A. Distributeurs à tiroir :

Ce sont les plus courants, un tiroir se déplaçant dans son corps de distributeur réalise les différentes orientations demandées. Le jeu (très faible) entre tiroir et corps peut occasionner un léger débit de fuite, par conséquent ce type de distributeur ne peut garantir le maintien en position d'une charge (il faudra lui adjoindre un clapet piloté). [4]

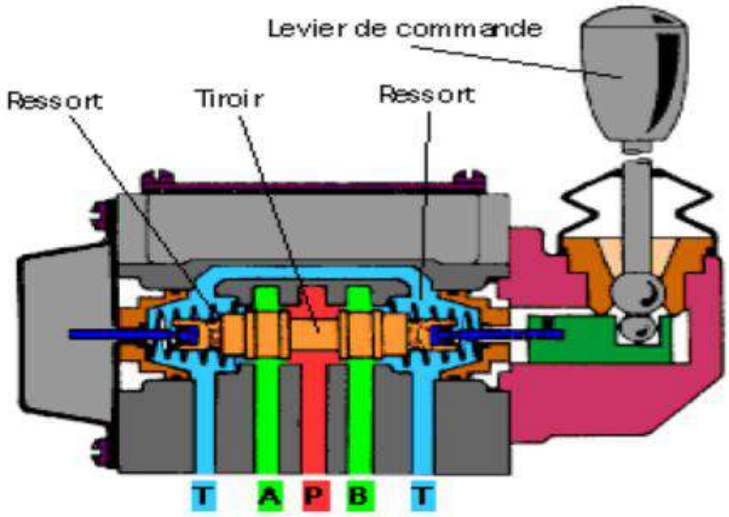


Figure 13 : distributeur 4/3 à commande manuelle par levier, rappel par ressorts. [4]

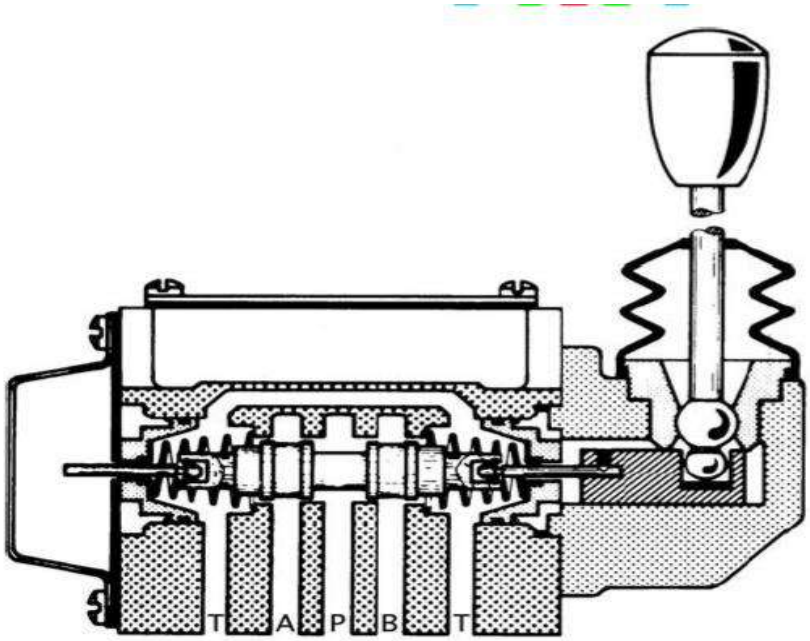


Figure 14 : Exemple de distributeur à tiroir 4/3 à commande manuelle à centrage par ressort. [4]

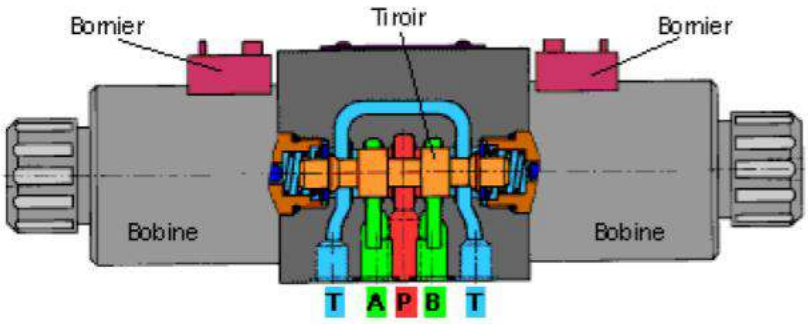


Figure 15 : Distributeur à tiroir 4/3 à commande électrique à centrage par ressort. [4]



Figure 16 : Vérin double effet et distributeur 5/2 monostable à commande manuelle par bouton [5]

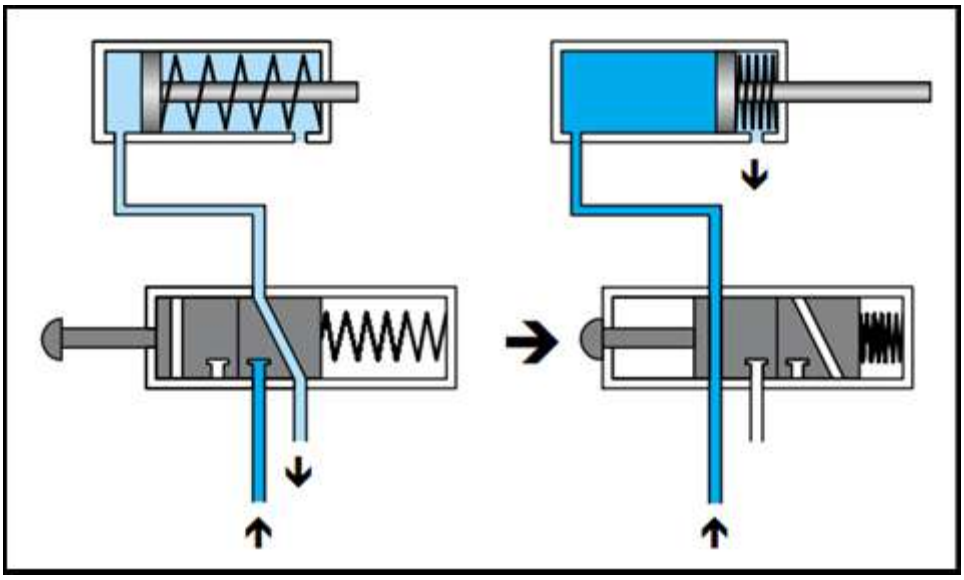


Figure 17 : Vérin simple effet et distributeur 3/2 monostable NF à commande manuelle par bouton [8]

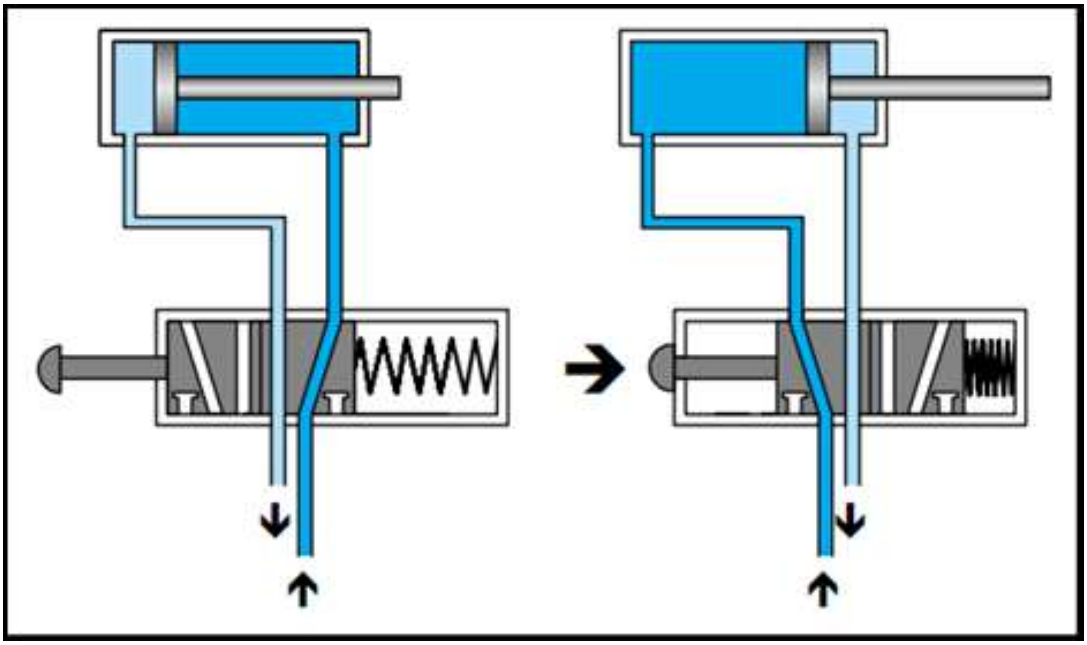


Figure 18 : Vérin double effet et distributeur 5/2 monostable à commande manuelle par bouton [5]

B. Distributeurs à clapets :

Destinés aux faibles débits, ils ne présentent pas de débit de fuites lorsque le passage est fermé (contrairement à la technologie à tiroir).Leur coût est supérieur aux distributeurs à tiroirs. [4]

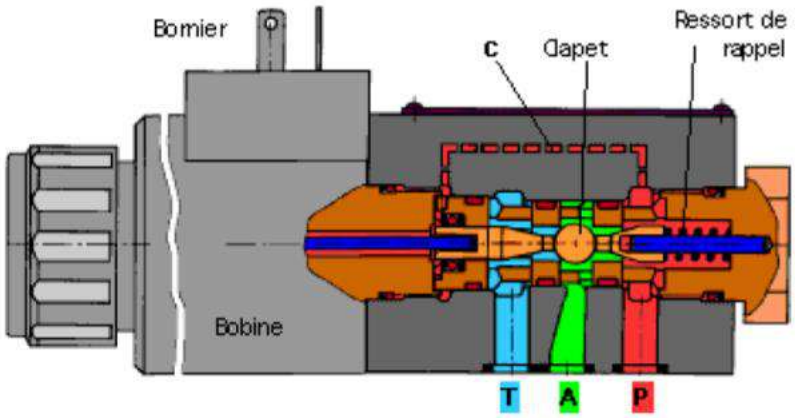


Figure 19 : distributeur 3/2 à clapet, rappel par ressorts à commande électrique. [4]

La conduite "c" ci-dessus permet l'équilibrage du clapet obturateur, et donc une utilisation jusqu'à 350 bars.

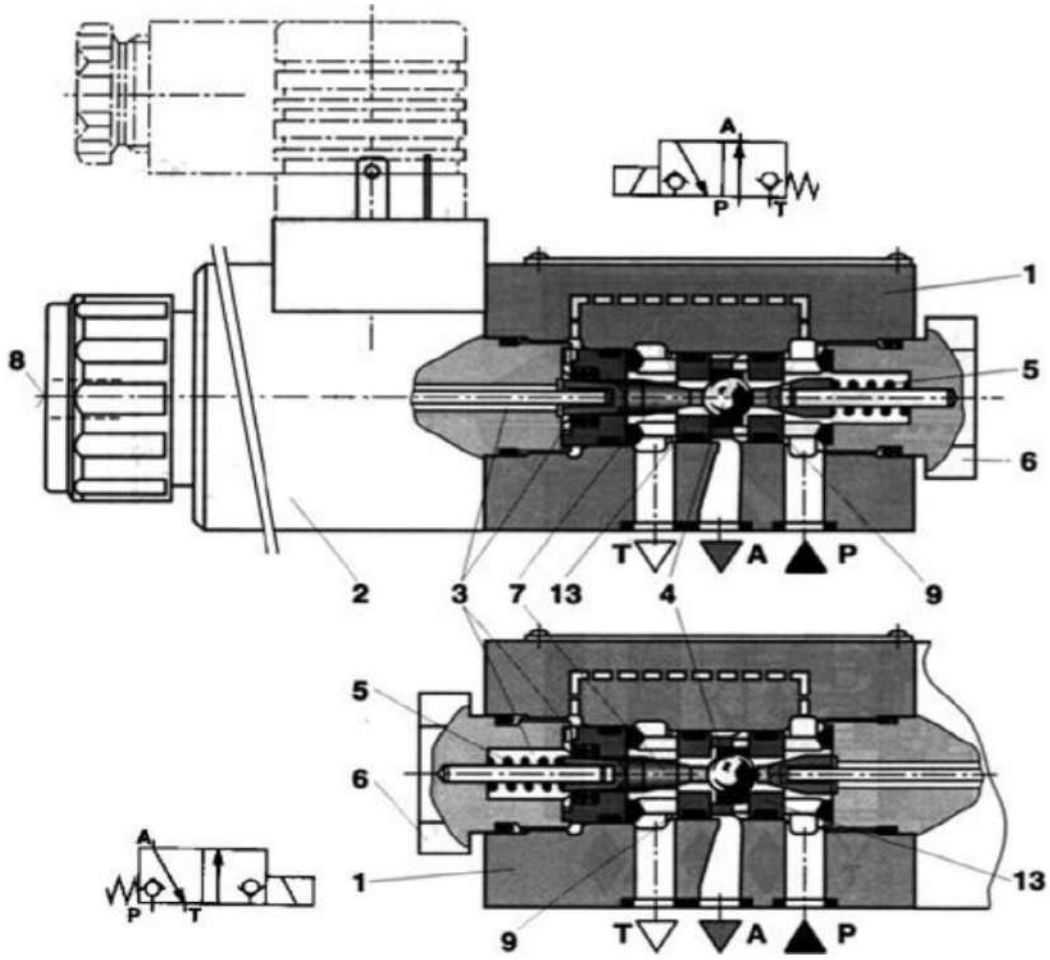


Figure 20 : Conduite d'équilibrage du clapet obturateur. [4]

La position de repos du distributeur (NO ou NF) est déterminée par la position du ressort

5. La chambre 3 se trouvant derrière le poussoir 7 est reliée à l'orifice P et étanche à

l'orifice T. Le système est équilibré, ces distributeurs peuvent donc être utilisés jusqu'à

350 bars. En position de repos, la bille 4 est maintenue sur le siège 13 par le ressort 5, en position commutée, la bille est maintenue sur le siège 9 par l'électroaimant 2. Le débit est verrouillé sans fuites. [4]

C. Distributeurs pilotés :

Lorsque les débits à faire passer sont importants, les distributeurs à commande directe ne

Suffisent plus. On utilise alors un distributeur à commande directe (dit distributeur pilote) qui commande (pilote) hydrauliquement un distributeur piloté de forte taille.

On peut représenter ces distributeurs de façon complète ou simplifiée. [4]

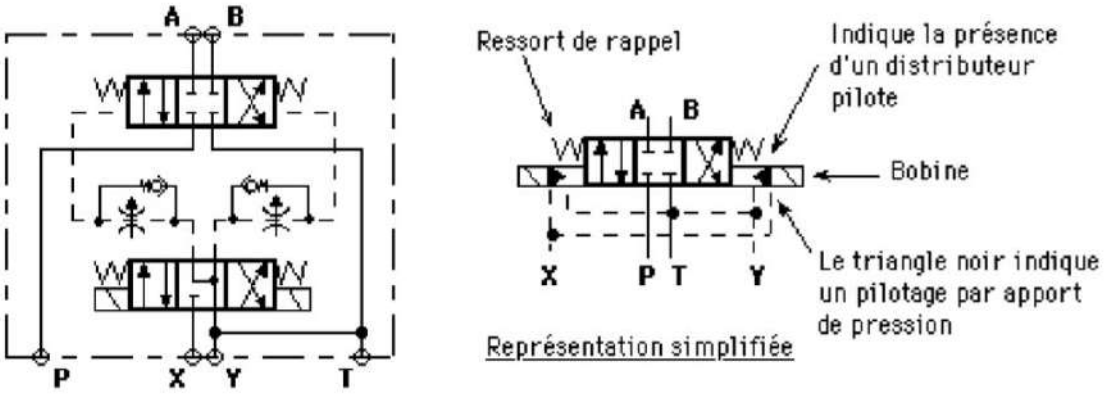


Figure 21 : Distributeurs pilotés. [4]

A gauche: représentation complète. La représentation simplifiée, à droite, ne fait pas apparaître les deux limiteurs de débits destinés à la progressivité de la commande. Le rectangle avec le triangle noir symbolise toujours un organe pilote. Si le triangle est dirigé vers le symbole du distributeur de puissance, alors celui-ci est piloté par apport de pression, dans le cas contraire le pilotage se fait par chute de pression. Alimentation de pilotage X se représente du gros côté du triangle, le retour de pilotage Y du côté de la pointe. La représentation des raccordements de pilotage interne est facultative (Y sur l'exemple ci-dessus) et peut être omise. [4]

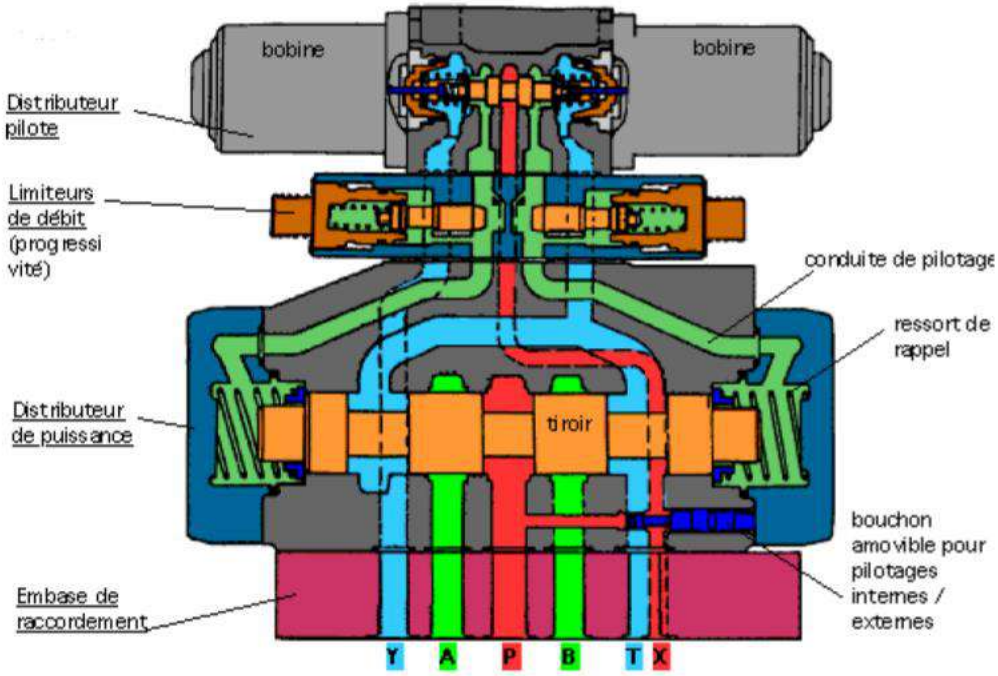


Figure 22 : Distributeurs pilotés. [4]

D. Distributeurs à commandes proportionnelles :

Contrairement aux distributeurs en TOR, qui présentent un nombre de positions fini, les distributeurs à commande proportionnelle donneront une infinité de positions intermédiaires. Ces positions sont proportionnelles à la commande (par exemple; la tension de commande). Le tiroir du distributeur a donc un déplacement proportionnel à la commande qui est donnée (mécanique, électrique ...).Leur aspect extérieur diffère peu de celui des TOR.

Ils peuvent donc assurer, en plus de la fonction distribution, celle de contrôle du débit (donc de la vitesse ou de la position du récepteur).

La technologie de ces distributeurs a considérablement évolué ces dernières années, les rendant disponibles à coût raisonnable pour de nombreuses applications:

- Variation de vitesse proportionnelle.
- Phases d'accélération / décélération des charges; fonctions souvent intégrées aux cartes électroniques de contrôle de ces distributeurs.
- Asservissement en vitesse.

- Asservissement en position si l'écart d'asservissement toléré n'est pas trop faible. [4]

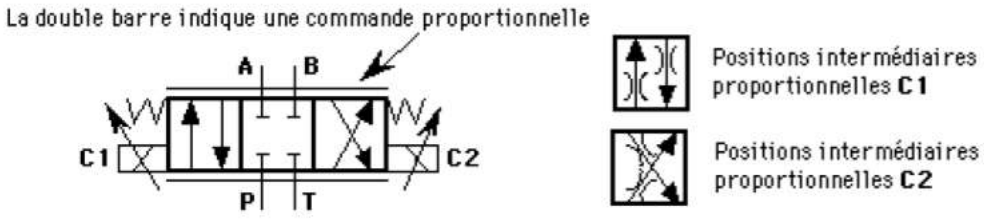


Figure 23 : Distributeurs à commandes proportionnelles. [4]

La double barre indique une commande proportionnelle et représente le corps du distributeur lorsque c'est nécessaire (asservissements par exemple). Une flèche sur chaque bobine indique que l'alimentation est bien proportionnelle. [4]

3. Dimensionnement des distributeurs :

Lors du dimensionnement d'un distributeur, on doit préciser et définir :

- La pression maximale du fluide qui traverse le distributeur.
- Le débit maximal instantané.

C'est le débit qui, généralement définit grossièrement le diamètre des orifices de passage des raccordements. [4]

4. Symboles : [2]

VALVES DE CONTROLE DE DIRECTION

Clapet anti-retour			
Standard	Taré	Piloté à l'ouverture	Piloté avec drainage
Distributeurs			
2 voies - 2 positions	3 voies - 2 positions	4 voies - 2 positions	4 voies - 3 positions
Commandes pour distributeurs			
Mécanique	A bouton-poussoir	A levier	A pédale
Commandes pour distributeurs			
A ressort	A came	Electrique (solénoïde)	Electrique-hydraulique
Commandes pour distributeurs			
Pneumatique	Hydraulique	Electrique (proportionnelle)	Electro-hydraulique (proportionnel)

Tableau 3 : valves de contrôle de direction.

IV. Filtre :

1. Définitions :

La qualité d'une installation hydraulique dépend de celle du filtre qui y inséré. Pour assurer le fonctionnement sécuritaire d'une installation hydraulique de haute sensibilité, il faut que l'huile soit exempte d'impuretés (particule de l'usure, etc.). Les souillures doivent donc être enlevées de l'huile, cela se fait en la faisant passer à travers un filtre. Les filtres pour installations hydrauliques sont gradués selon la grosseur des particules qu'ils sont capables de retenir. Par exemple, un filtre de 10 µm (micromètres) est un filtre pouvant retenir des particules supérieures à 10 µm.

Avant la mise en route d'une installation hydraulique, on procède à un lavage de la tuyauterie moyennant des filtres bon marché. Le chois et l'emplacement des filtres dépendent notamment de la sensibilité des composants hydrauliques mis en oeuvre.



Figure 24 : Filtre

2. Porosité du filtre :

Le seuil absolu de filtration : est la dimension maximale de la plus grosse particule sphérique qui peut passer à travers des pores du filtre.

Le seuil nominal de filtration : est défini par une dimension de particules retenues après plusieurs passages.

La porosité moyenne : est la mesure pour la grandeur moyenne des pores d'un élément filtrant.

3. Sortes de filtres :

A. Filtre de compensation d'air :

Lorsque le niveau de fluide varie dans le réservoir à la suite d'une fluctuation (besoin inégal) dans le circuit, le filtre d'air assure la compensation d'air entre le réservoir et l'environnement. On dit alors que le réservoir respire.

B. Filtre d'aspiration :

Le montage du filtre se fait dans la canalisation d'aspiration pour protéger la pompe des dommages causés par des corps étrangers.

Avantages : tout le circuit est protégé, pompe comprise.

Inconvénients : la perte de charge provoquée par le filtre devant être faible (pour éviter une cavitation de la pompe), la maille de celui-ci ne peut être très fine.

C. Filtre de pression :

Le filtre de pression est monté, comme son nom l'indique, dans le débit du fluide. On pose le filtre, le plus souvent directement avant l'appareil de pilotage ou avant l'appareil de régulation.

Avantages : la perte de charge étant indifférente, la maille du filtre peut être très fine. Tout le circuit est protégé.

Inconvénients: la pompe n'est pas protégée, ce qui impose une bâche confinée (c'est le cas généralement). Les parois des filtres doivent supporter la pression du circuit, ce qui donne des filtres volumineux, lourds et chers. Ils doivent être protégés contre le colmatage.

D. Filtre de retour :

Le filtre de retour est composé de différentes rondelles de filtration, empilées les unes sur les autres et maintenues en place par des boulons de fixation. Les rondelles sont munies des deux côtés de grandes gorges tracées en biais, correspondant au degré de filtration. Les gorges de deux rondelles voisines sont tracées en croix pour maintenir la grandeur des gorges et un labyrinthe de fentes de filtration, lors du serrage des rondelles de filtration.

Avantages : la perte de charge étant indifférente, la maille du filtre peut être très fine. La pression étant faible, les filtres sont plus légers et moins chers. Les particules étant collectées et/ou produites dans le circuit, elles sont arrêtées avant de polluer la bâche.

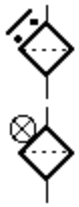
Inconvénients : la bâche doit être confinée. Ils doivent être protégés contre le colmatage. [6]

4. Sécurité des filtres:

Il s'agit essentiellement d'une protection contre le colmatage. A force d'arrêter des particules, le filtre finit par se boucher (se colmater) et il est nécessaire de le remplacer. Si ce remplacement n'est accidentellement pas fait, les parois du filtre colmaté vont se déchirer sous l'effet de la perte de charge ainsi occasionnée et toutes les particules accumulées vont se déverser d'un coup dans le circuit; on imagine aisément la catastrophe que cela représente. [6]

Les protections courantes sont:

Les indicateurs de colmatage: ils donnent une information lorsque la perte de charge provoquée par le colmatage devient inacceptable. Cette information peut être un voyant, un contact géré par la partie commande ... [6]



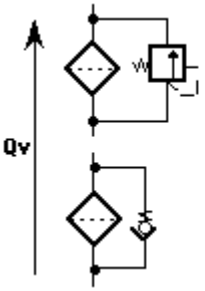
Filtre avec indicateur de colmatage à contact

Filtre avec indicateur de colmatage à voyant

Les limiteurs de pression bipasses: dès que la perte de charge provoquée par le colmatage devient inacceptable, le débit d'huile passe à côté du filtre.

Ce dispositif protège également le filtre lors des démarrages à froid, lorsque la viscosité de l'huile est trop importante. [6]

La plupart des filtres sont équipés de ce dispositif.



Filtre avec limiteur de pression bipasse. Si le filtre est colmaté, le débit passe par le limiteur. L'huile n'est plus filtrée mais le déchirement du filtre est évité.

Cette représentation, montrant un clapet taré à la place du limiteur de pression est impropre, mais très courante dans la plupart des schémas.

Les clapets anti-retour : ils évitent un débit à contresens, ce qui provoquerait un retour des impuretés accumulées dans le circuit. Cette protection est nécessaire en particulier pour les filtres au retour lorsque le circuit peut (ou doit) "réaspirer" de l'huile (présence de vérins en particulier). [6]



Filtre protégé contre les retours d'huile

V. Les Réservoirs :

1. Définition :

Toute installation hydraulique possède un réservoir qui doit principalement recueillir le fluide de travail nécessaire au fonctionnement de cette installation. Il s'agit généralement d'huile. Ce réservoir doit toutefois remplir d'autres tâches pour les quelles, bien sûr il a été fabriqué.

Ainsi, le réservoir sert aussi au refroidissement du fluide par le circuit hydraulique. Sa taille s'adapte au débit de la pompe et au réchauffement qui en résulte. On choisit le volume du réservoir afin qu'il ait environ 3 et jusqu'à 4 fois le débit de la pompe par minute.

À cela s'ajoute un volume d'air de 10 à 15% du volume de fluide pour compenser les variations de niveau.

Les petits réservoirs (ceux ayant une capacité de 40 litres ou moins) sont souvent fabriqués en métal léger avec des ailettes de refroidissement : ils offrent une meilleure conductibilité de la chaleur. Les gros réservoirs sont fabriqués surtout en construction soudée.

La plaque de recouvrement est généralement amovible sur les plus petits réservoirs; elle est soudée définitivement sur les plus grands modèles. Il faut alors prévoir, dans tous les cas, une trappe de visite. Des tôles déstabilisation, à l'intérieur, assurent la séparation entre les côtés de refoulement et d'aspiration et servent au raidissement (renfort). De ce fait, on obtient également le dépôt de particules de déchets et, éventuellement, l'élimination des bulles d'air qui pourraient se former.

Un fond monté en biais est avantageux, car les particules de déchets se déposent à l'endroit le plus bas. Avec une disposition adéquate de la canalisation d'aspiration, les particules peuvent difficilement retourner dans le circuit. [6]

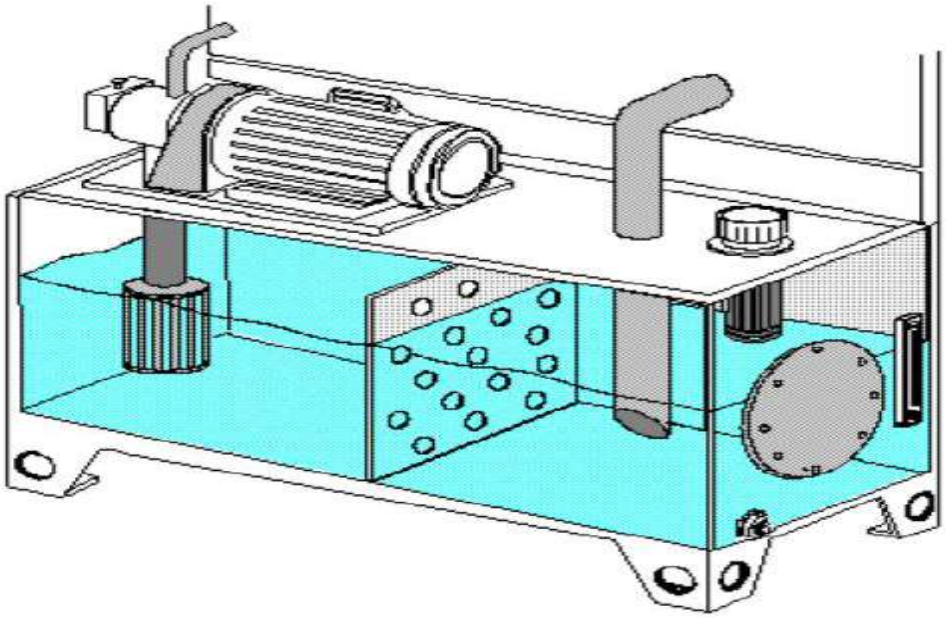


Figure 25 : Réservoir

2. Constitution :

Le réservoir est utilisé pour le stockage des fluides. Il est constitué de : [3]

- Une cuve en acier séparée en deux chambres par une cloison de stabilisation : Une chambre d'aspiration (où se trouve le filtre d'aspiration) et une chambre de retour (pour isoler les polluantes).
- Un couvercle assurant l'étanchéité et supportant l'ensemble motopompe.
- Un bouchon de vidange et éventuellement un autre de remplissage.
- Une porte de visite utilisée pour le changement du filtre, la réparation et le nettoyage.
- Deux voyants pour indiquer le niveau de fluide.
- Un filtre monté sur la tuyauterie d'aspiration.

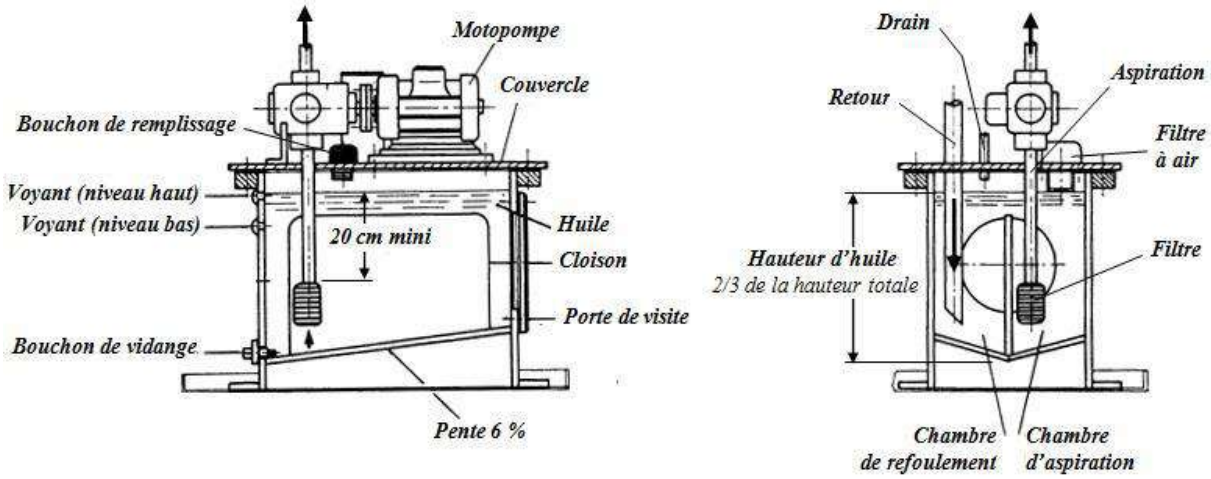


Figure 26 : Composition d'un réservoir. [3]

Remarque : La capacité utile du réservoir est supérieure à trois fois la variation possible de volume du circuit. [3]

3. Symboles : [3]

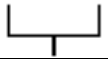
				
Réservoir à pression atmosphérique	Réservoir sous pression	Tuyauterie partant d'un réservoir en charge	Tuyauterie immergée	Tuyauterie au-dessus du niveau de l'huile

Tableau 4 : Symboles des Réservoirs.

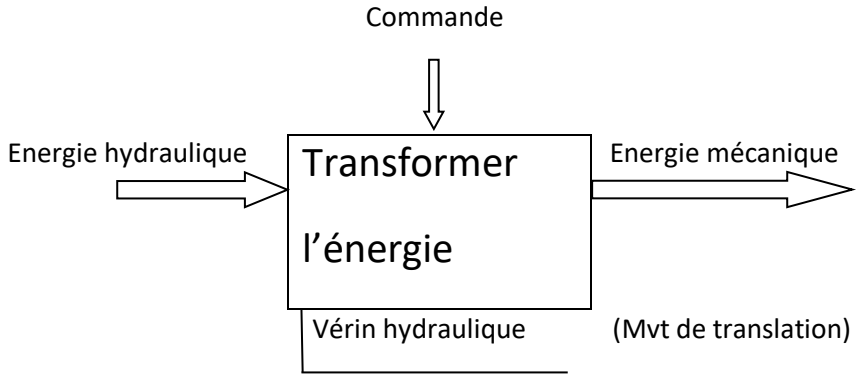
VI. Les vérins hydrauliques:

1. Définitions :

Un vérin est un appareil moteur qui transforme une énergie hydraulique ou pneumatique en une énergie mécanique. C'est le moyen le plus L'alésage se réfère simple pour obtenir une force animée d'un mouvement rectiligne. Il peut être moteur dans un seul sens (vérin simple effet) ou dans les deux sens (vérin double effet). [3]

2. Rôle :

Un vérin est l'élément récepteur de l'énergie dans un circuit hydraulique. Il permet de développer un effort très important avec une vitesse très précise. [3]



3. Vérin simple effet :

L'ensemble tige piston se déplace dans un seul sens sous l'action du fluide sous pression. Le retour est effectué par un ressort ou une charge.

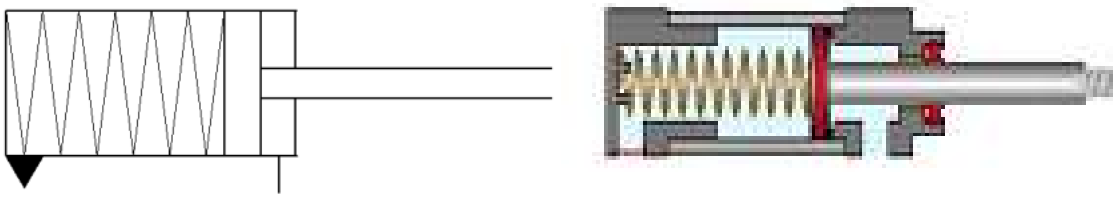
Avantages : économique et consommation de fluide réduite.

Inconvénients : encombrant, course limité

Utilisation : travaux simples (serrage, éjection, levage…). [3]



Avant la transformation de l'énergie.



Après la transformation de l'énergie.

Figure 27 : Les Vérin simple effet. [3]

4. Vérin double effet :

L'ensemble tige piston peut se déplacer dans les deux sens sous l'action du fluide. L'effort en poussant est légèrement plus grand que l'effort en tirant.

- Avantages : plus souple, réglage plus facile de la vitesse, amortissement de fin de course réglable.
- Inconvénients : plus coûteux.
- Utilisation : grand nombre d'applications industriels. [3]

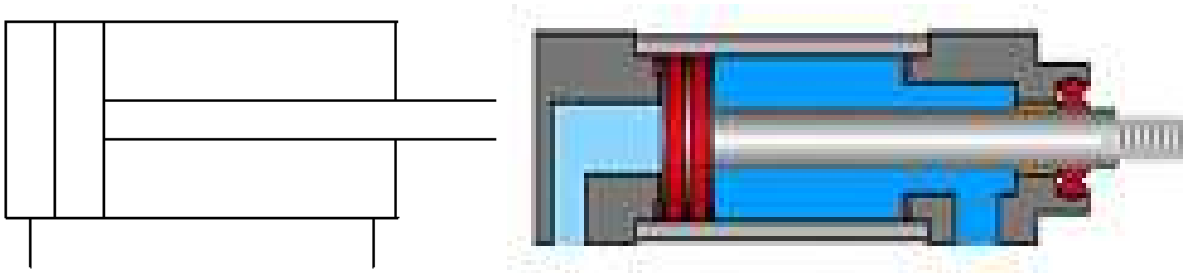
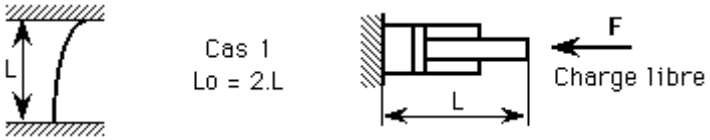


Figure 28 : Vérin double effet. [3]

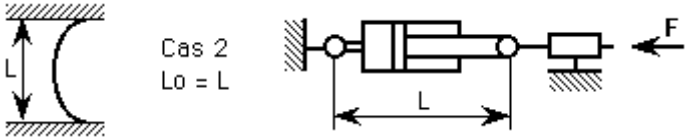
5. Calcul des tiges de vérins au flambage:

Le flambage (ou flambement) est un phénomène de rupture brutal qui survient lorsqu'une poutre élancée est soumise à de la compression. Les tiges de vérins se déterminent par la formule d'Euler. Pour les différents cas de montage, on définit la longueur libre d'Euler L0 (dans tous les cas, la longueur L va du point d'attache du corps de vérin au point d'attache de la tige). [5]

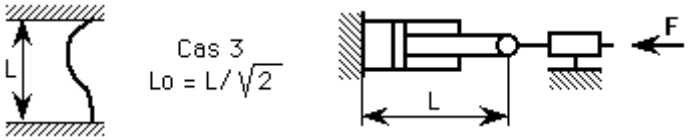
Cas n°1: corps de vérin encastré, l'autre extrémité libre:



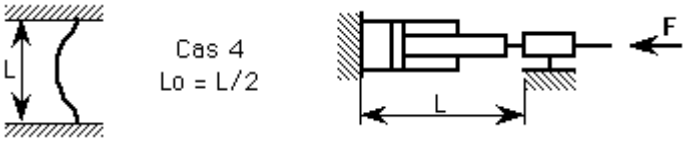
Cas n°2: deux extrémités articulées restant sur un même axe:



Cas n°3: une extrémité encastrée, l'autre articulée restant sur un même axe:



Cas n°4: deux extrémités encastrées, restant sur le même axe:

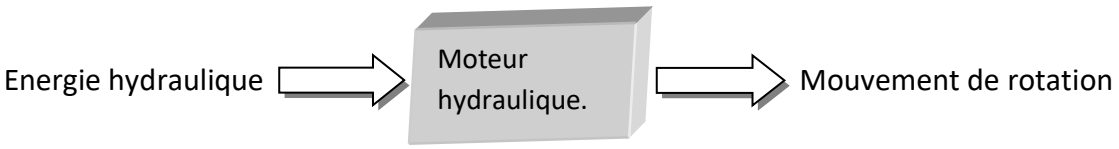


La formule d'Euler qui suit, utilisée pour les tiges de vérins, est bien sûr applicable à toutes les poutres subissant ce type de contraintes. Cette formule donne la charge maximale en service en fonction des autres paramètres. [5]

VII. Les moteurs hydrauliques :

1. Mise en situation :

Par quel moyen peut-on transformer l'énergie hydraulique en énergie mécanique sous forme d'un mouvement de rotation continue?



2. Description :

Les moteurs hydrauliques ont de nombreuses analogies avec les pompes, plusieurs technologies leur sont communes. Mais une spécificité des moteurs tient à leur vitesse d'utilisation qui peut être soit lente (moins de 100 tr /min) soit élevée (plus de 5000 tr /min)

Ce qui mène à distinguer trois grandes classes de moteurs hydrauliques :

- Les moteurs rapides [1000 < N < 5000 tr / min] ;
- Les moteurs semi rapides [200 < N < 1000 tr / min] ;
- Les moteurs lents [40 < N < 200 tr / min] ;

Dans chacune de ces classes, on trouve des moteurs de puissance, de pression admissible et de géométrie différente.

Remarque :

Les moteurs entraînent des systèmes mécaniques, si le couple résistant devient trop important, la pression monte. Quand elle atteint la valeur de réglage du limiteur de pression, le débit retourne au réservoir.

Leur avantage c'est qu'ils développent une grande puissance pour un encombrement réduit.

3. Symboles :

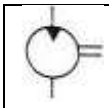
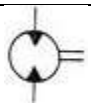
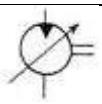
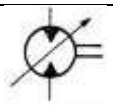
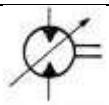
					
Moteur unidirectionnel à cylindrée fixe	Moteur bidirectionnel à cylindrée fixe	Moteur unidirectionnel à cylindrée variable	Moteur bidirectionnel à cylindrée variable	Moteur à cylindrée fixe avec drainage	Moteur à cylindrée variable avec drainage

Tableau 5 : Symboles des moteurs.

4. Les différents types des moteurs :

a. Les moteurs à engrenage extérieure :

Même conception que la pompe à engrenage, la pression du fluide entraîne en rotation les roues dont l'une est motrice.

Avantages : Moteurs rapides, encombrement très réduit, économique.

Inconvénients : Performances et rendements limités.

Caractéristiques :n_g =85 %, P max < 250 bars, Pm < 20 KW, Cylindrées entre 5 et 30 cm3/tr. [3]

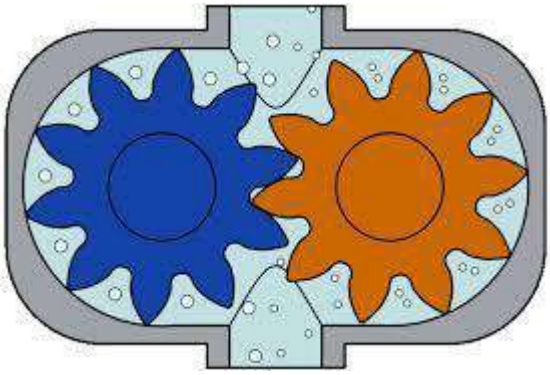


Figure 29 : Moteur à engrenage extérieure

b. Les moteurs à pistons axiaux :

Les pistons en communication avec la haute pression se déplacent en tournant et par une liaison rotule avec le tourillon obligent ce dernier à tourner.

La cylindrée est déterminée avec la relation suivante :

$$C_y = 2r.\tan\alpha.n.s$$

C_y : cylindrée.

r : entraxe.

n : nombre des pistons

s: surface du piston.

Avantages : couple très important, possibilité de varier la cylindrée, vitesse importante.

Inconvénients : coûteux.

Caractéristiques : Nombres de pistons de 7 à 9, Pression allant à 450 bars, Inclinaison des plateaux de 15 à 18°. [3]

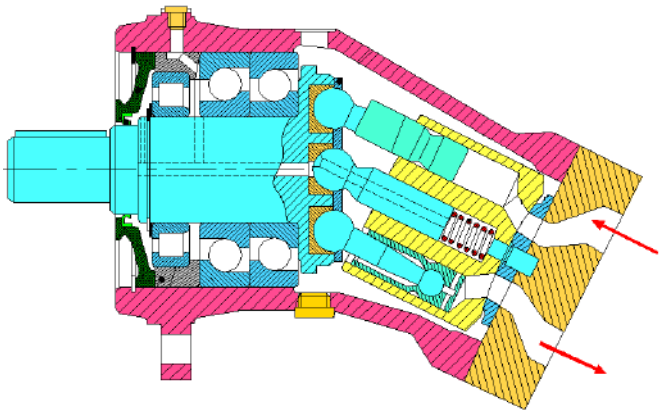


Figure 30 : Moteur à pistons axiaux

c. Les moteurs à pistons radiaux :

Contrairement aux pompes à pistons radiaux, les pistons peuvent tourner sur une came (stator) permettant d'avoir plusieurs courses par tour. Le nombre des pistons est impair pour la continuité de débit et l'équilibrage. Possibilité d'avoir une distribution cylindrique ou plane du fluide.

La cylindrée est déterminée avec la relation suivante :

$$C_y = n.n'.c.s$$

n: nombre des pistons

n' : nombre de courses par tour.

C: course.

S: surface du piston.

Avantages : couple très important.

Inconvénients : vitesse faible, encombrant, coûteux, problèmes d'étanchéité pour la distribution.

Caractéristiques : Nombres de pistons de 3 à 7, Pressions entre 250 et 450 bars, Cylindrées fixes. [3]

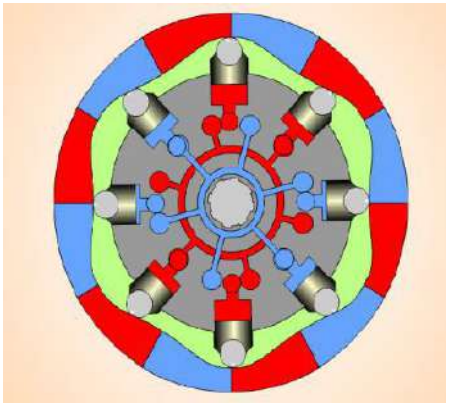


Figure 31 : Moteur à pistons radiaux

d. Les moteurs à palettes :

L'huile sous pression provoque la rotation des palettes implantées sur le rotor.

Avantages : réalisation simple.

Inconvénients : puissance transmise relativement faible.

Caractéristiques : Pressions limitées à 200 – 250 bars. [3]

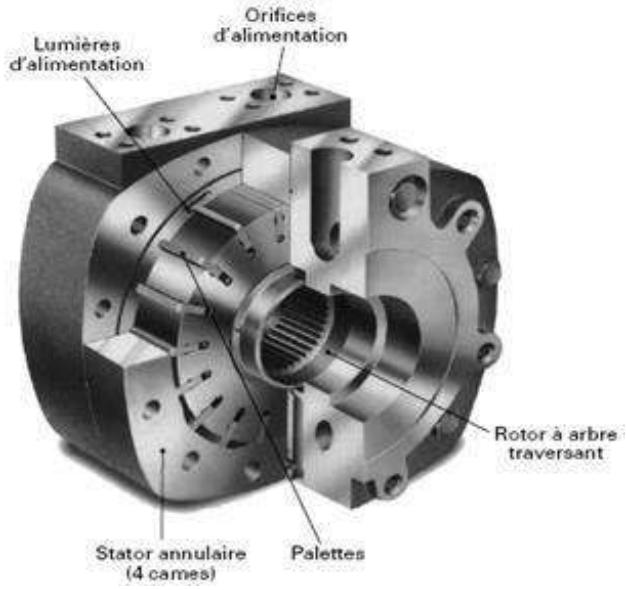


Figure 32 : Moteur à palettes

5. Classification des moteurs hydrauliques: [4]

On distingue :

- ❖ Les moteurs rapides :
- ➢ Les moteurs à engrenage.
- ➢ Les moteurs à palettes.
- ❖ Les moteurs lents :
- ➢ Les moteurs à pistons radiaux.
- ➢ Les moteurs à pistons axiaux.

	Les moteurs rapides		Les moteurs Lents	
	Les moteurs à engrenage	Les moteurs à palettes	Les moteurs à pistons radiaux	Les moteurs à pistons axiaux
Vitesse de rotation N	500 à 5000 tr/mn	100 à 3500 tr/mn	5 à 500 tr/mn	50 à 3500 tr/mn
Pression se fonctionnement Pr	150 à 175 bars	150 à 175 bars	Quelque à 250 bars	Quelque à 400 bars
Rendement Global ηg	0,65 à 0,8	0,75 à 0,85	0,85 à 0,95	0,9 à 0,95
Couple de démarrage Cdém	65 à 80 % du Cth	65 à 80 % du Cth	85 à 95 % du Cth	90 à 95 % du Cth

Tableau 6 : Classification des moteurs hydrauliques.

VIII. Composition d'un circuit hydraulique :

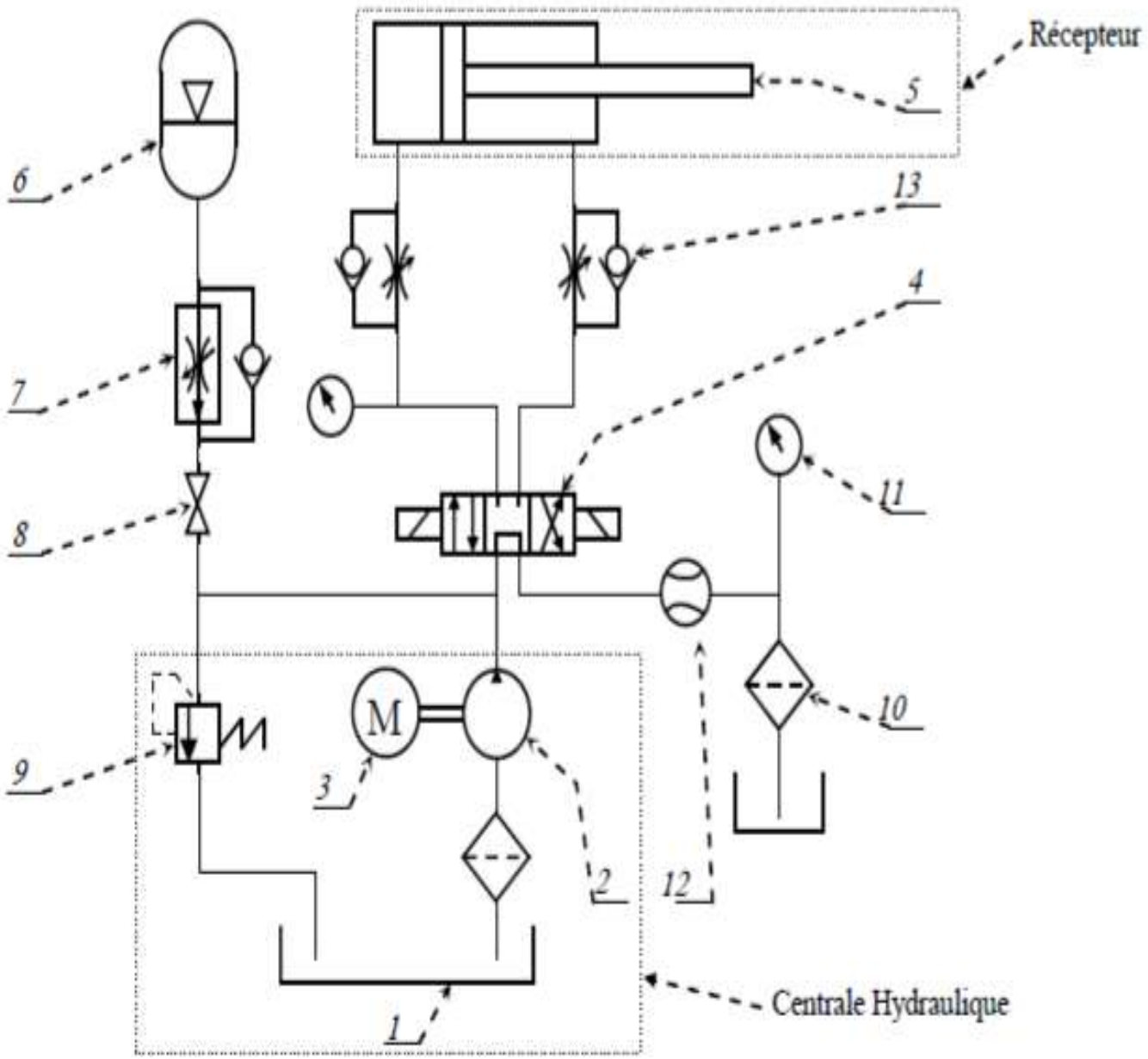


Figure 33 : Exemple d'un circuit hydraulique de transmission de puissance : [3]

Rep	Désignation	Fonction
1	Réservoir	Stocker le fluide
2	Pompe hydraulique	Générer la puissance hydraulique
3	Moteur électrique	Actionner la pompe
4	Distributeur	Distribuer la puissance hydraulique au vérin
5	Vérin double effet	Transformer la puissance hydraulique en puissance mécanique
6	Accumulateur	Stocker l'énergie hydraulique
7	Régulateur de débit	Régler le débit et la vitesse du fluide
8	Vanne	Autoriser ou interrompre le passage du fluide
9	Limiteur de pression	Protéger l'installation contre les surpressions
10	Filtre	Nettoyer l'huile
11	Manomètre	Mesurer la pression
12	Débitmètre	Mesurer le débit
13	Clapet anti-retour	Autoriser le passage du fluide dans un seul sens

Tableau 7 : Composition d'un circuit hydraulique.

Chapitre II :

I. Introduction :

Un procédé de fabrication est un ensemble de techniques visant l'obtention d'une pièce ou d'un objet par transformation de matière brute. Obtenir la pièce désirée nécessite parfois l'utilisation successive de différents procédés de fabrication. Ces procédés de fabrication font partie de la construction mécanique. Les techniques d'assemblage ne font pas partie des procédés de fabrication, elles interviennent une fois que les différentes pièces ont été fabriquées. On parle de procédé de fabrication pour tous les objets.

1. Obtention par déformation.
2. Obtention par enlèvement de matière.
3. Obtention par fusion.
4. Obtention par assemblage.

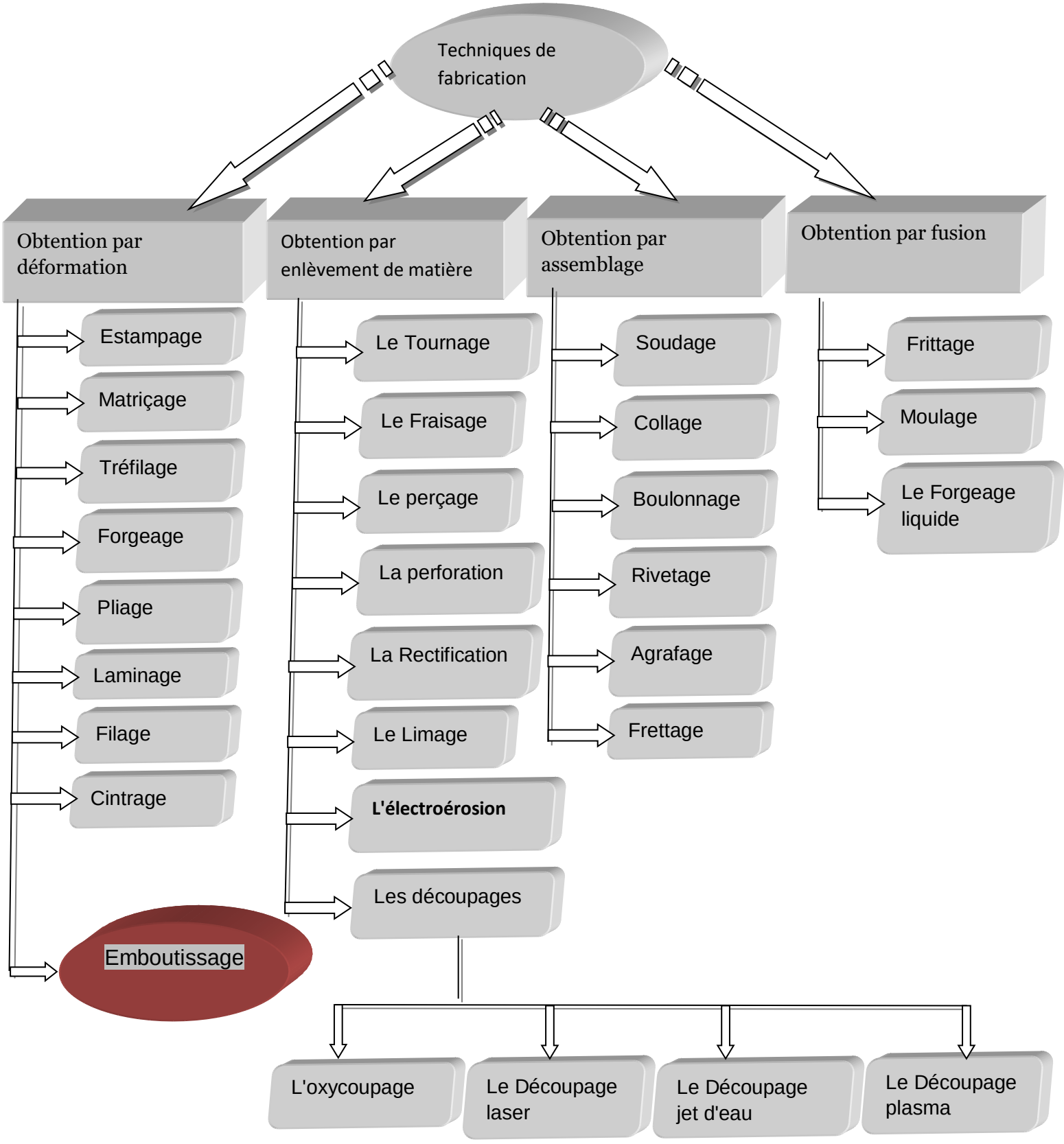


Diagramme 2 : Techniques de fabrication

II. Généralités sur L'emboutissage :

1. Définition :

L'emboutissage mécanique est un procédé de formage de pièces non développables qui nécessite généralement des machines (presses) et un outillage très coûteux. Il est réservé aux fabrications en série et au travail des tôles épaisses qui demandent une très grande force. On distingue: l'emboutissage à froid (pratiqué à la température ambiante) et emboutissage à chaud pour lequel la tôle est portée à la température de forgeage, (800 à 850°C pour L'acier doux). [7]

2. L'emboutissage à température:

A. L'emboutissage à chaud se pratique:

Quand le métal ou l'alliage ne peut pas se conformer à froid.

Quand, en raison de l'épaisseur et de la surface de la tôle, l'emboutissage à froid exige une force supérieure à celle de la presse dont on dispose.

Quand, pour les faibles séries, on veut limiter les frais d'outillage, toujours importants, que nécessite l'emboutissage à froid.

B. L'emboutissage à froid :

L'emboutissage à froid est le procédé le plus employé pour la fabrication en grande série. Les machines d'emboutissage se rencontrent couramment dans les ateliers de chaudronnerie. Il est bon que le chaudronnier en connaisse le principe de fonctionnement. [7]

3. Principe de L'emboutissage cylindre :

La tôle, préalablement découpée suivant un disque appelé « flan », est mise en forme par l'action d'un poinçon qui l'oblige à pénétrer dans une matrice. Le diamètre du poinçon est égal à celui de la matrice diminué de deux épaisseurs de tôle et d'un jeu très faible. [7]

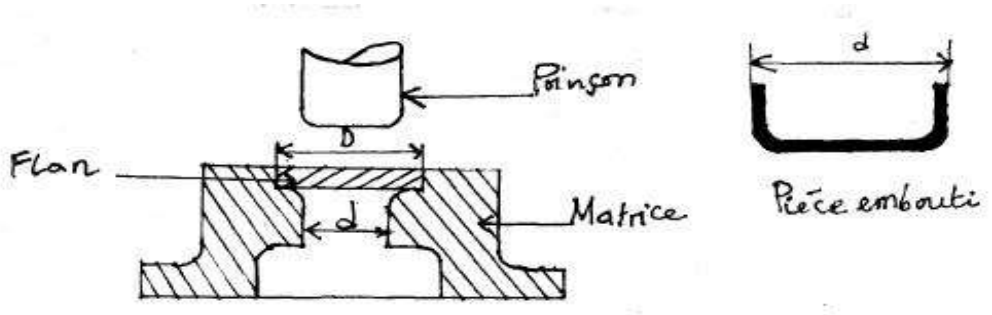


Figure 34 : Emboutissage cylindrique [7]

4. Nombres de passes :

Un embouti donné ne s'obtient pas obligatoirement en une seule passe. Les passes intermédiaires se déterminent en fonction du coefficient de réduction admissible pour le métal que l'on emboutit. Pendant l'emboutissage, des contraintes de compression et de traction se développent dans le métal.

Là où les fibres se raccourcissent, il y a contrainte de compression.

Là où elles s'allongent il y a contrainte de traction.

L'embouti se déchire si les contraintes internes atteignent la charge de rupture pour traction du métal.

1ér passe :

Le diamètre d_1 de la première passe est égal au produit du coefficient m_1 par le diamètre du

Flan D_f : $d_1 = m_1 + D_f$

Passe suivantes :

Le diamètre de la deuxième passe d_2 est égal au produit du coefficient m_2 par le diamètre de la première passe d_1 : $d_2 = m_2 . d_1$

Et ainsi de suite jusqu'au diamètre à obtenir : $d_3 = m_2.d_2$; $d_4 = m_2.d_3$

$d_n = m_2.d_{n-1}$

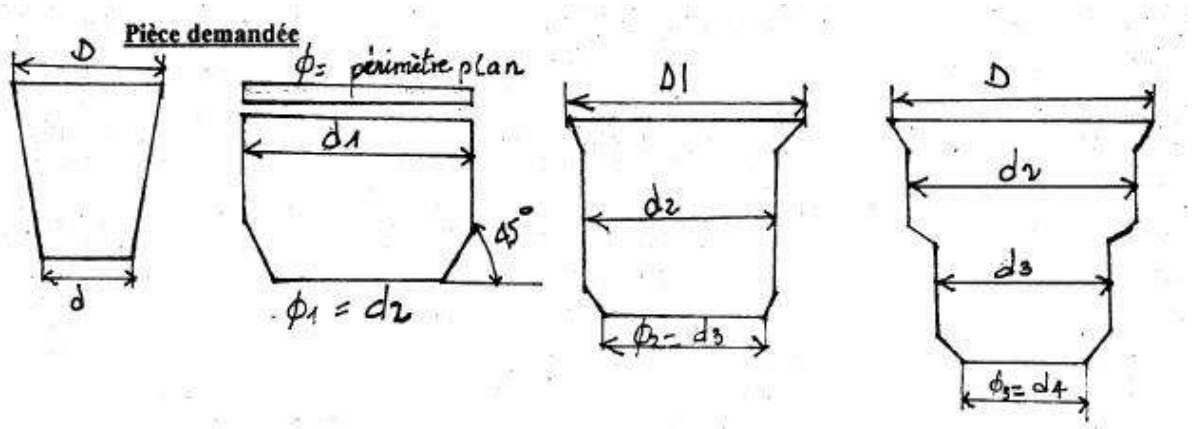


Figure 35 : Emboutissage tronc de cone [7]

Avec m_1 et m_2 sont des coefficients de réduction qui varient en fonction de métaux et du taux d'écrouissage admissible pour chaque métal :

Quelques valeurs des coefficients de réduction pour différents types de métaux : [7]

MATIERE	m_1	m_2
tôle d'emboutissage		
Ordinaire	0,6	0,8
Spéciale	0,55	0,75
tôle acier inoxydable		
Austénitique	0,51	0,8
Ferritique	0,57	0,8
Cuivre	0,58	0,85
Laiton	0,53	0,75
aluminium recuit	0,50	0,8
duralumin recuit	0,55	0,9

Tableau 8 : les valeurs des coefficients de réduction pour différents types de métaux.

5. L'Outillage de l'emboutissage : poinçon, Matrice, serre-flan ...

L'emboutissage se pratique à l'aide de presses à emboutir de forte puissance munies d'outillages spéciaux qui comportent, en principe, trois pièces :

une matrice, en creux, qui épouse la forme extérieure de la pièce

un poinçon, en relief, qui épouse sa forme intérieure en réservant l'épaisseur de la tôle

un serre-flan entoure le poinçon, qui s'applique contre le pourtour de la matrice et sert à coincer la tôle pendant l'application du poinçon.des joncs sont parfois utilisés pour freiner le glissement de la tôle (retenue de l'acier). [8]

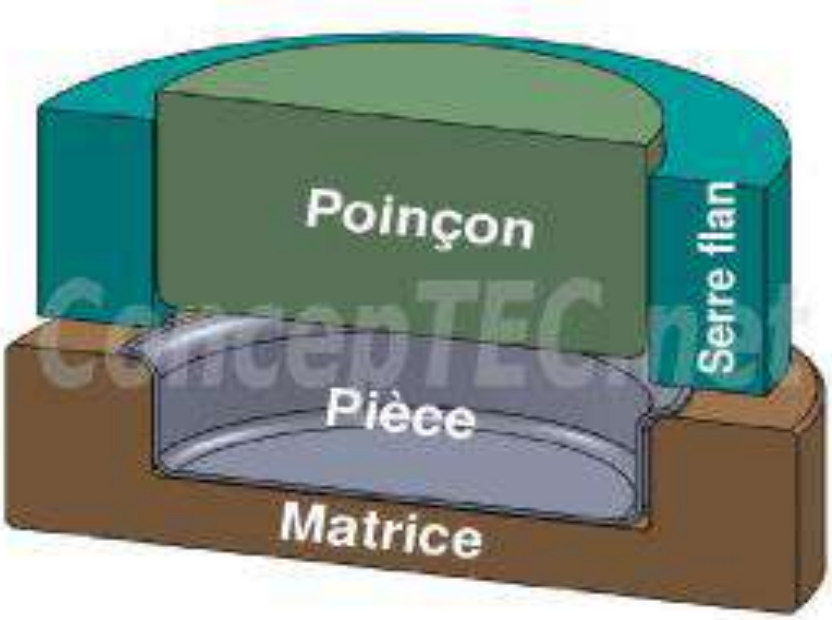


Figure 36 : L'Outillage de l'emboutissage. [8]

6. L’opération d’emboutissage typique (double-effet).

Phase 0 : poinçon et serre-flan sont relevés. La tôle, préalablement graissée, est posée sur la matrice.

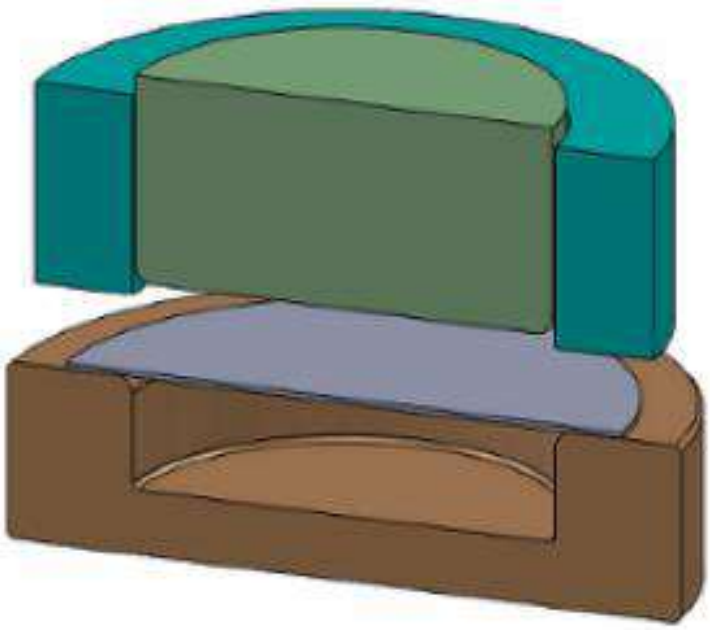


Figure 37 : Phase 0

Phase 1 : le serre-flan est descendu et vient appliquer une pression bien déterminée, afin de maintenir la tôle tout en lui permettant de fluer.

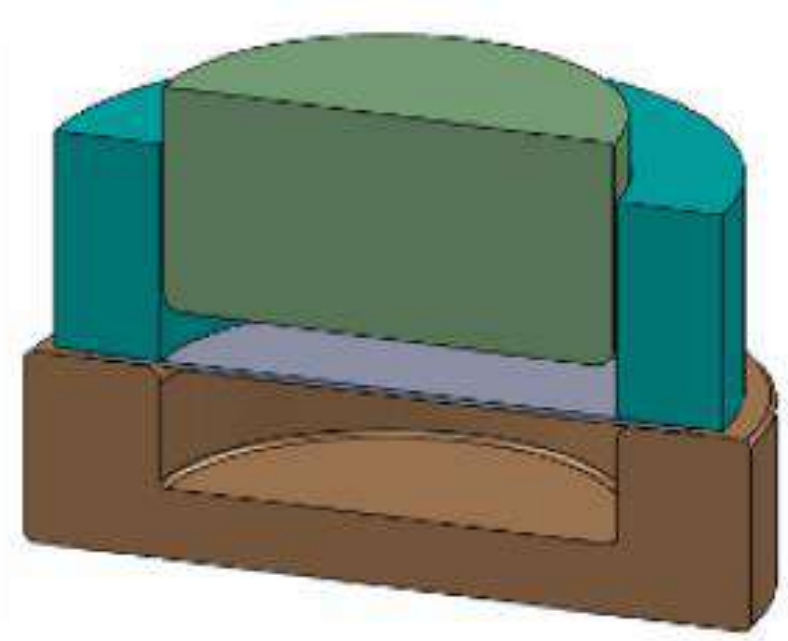


Figure 38 : Phase 1

Phase 2 : le poinçon descend et déforme la tôle de façon plastique en l'appliquant contre le fond de la matrice. Le flan peut glisser entre le serre-flan et la matrice.

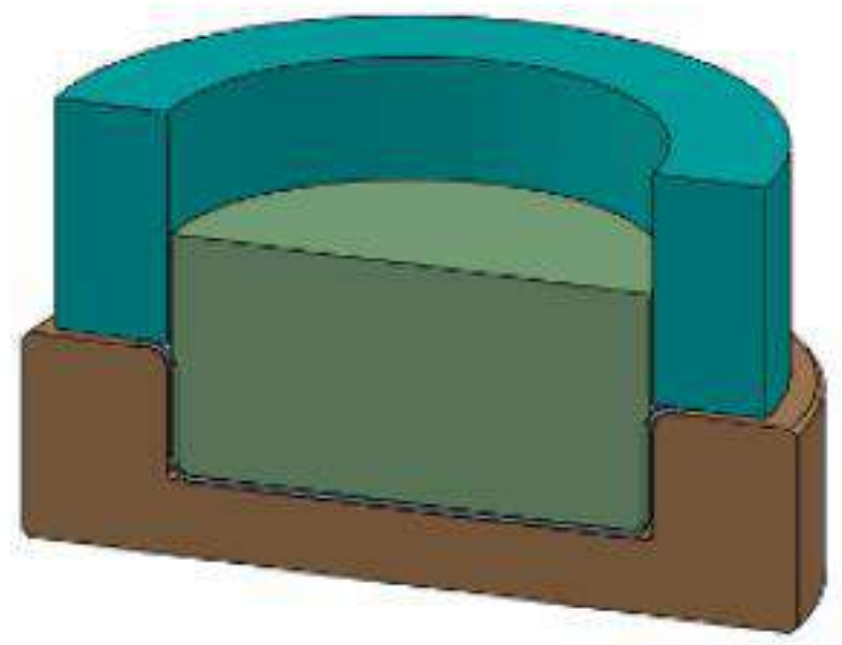


Figure 39 : Phase 2

Phase 3 : le poinçon et le serre-flan sont relevés : la pièce conserve la forme acquise (limite d'élasticité dépassée).

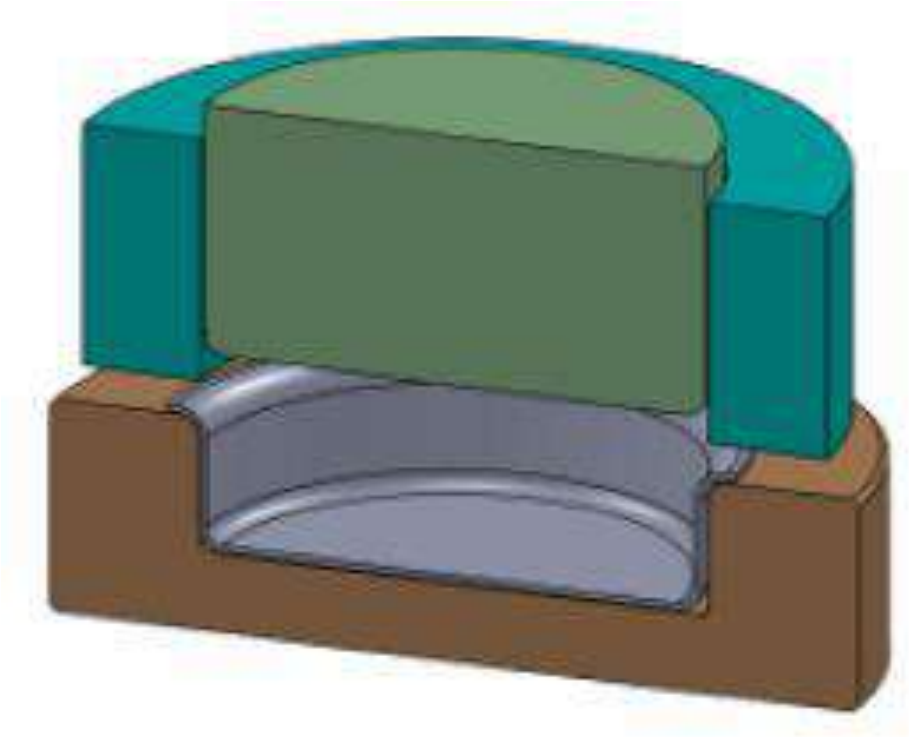


Figure 40 : Phase 3

Phase 4 : on procède au « détourage » de la pièce, c'est-à-dire à l'élimination des parties devenues inutiles. (essentiellement les parties saisies par le serre-flan).

Selon la profondeur ou la forme de la pièce, plusieurs passes dans des outils différents peuvent être nécessaires.

L'emboutissage ne plastifie pas entièrement la pièce, une étude de retour élastique est nécessaire pour assurer l'assemblage final. [8]

III. Procédés :

1. Matériaux et formes d'emboutis :

La technique d'emboutissage permet de mettre en forme de nombreux matériaux que ce soit des aciers, des alliages non ferreux ou des pâtes. Néanmoins, la mise en œuvre d'une tôle nécessitera certains réglages ou certaines actions préalables dépendant de la nature même du matériau. [9]

A. Matériaux :

➢ Les: aciers :

Les techniques modernes de laminage permettent d'obtenir des tôles d'acier très minces.

Avec une surface propre et lisse, une structure homogène et une gamme de caractéristiques mécaniques adaptées aux exigences de l'emboutissage. Ces tôles sont classées en trois catégories : tôle de fabrication courante (TC). Tôle d'emboutissage (E). et tôle d'emboutissage spéciale (ES). [9]

Caractéristiques relative à ces tôles :

	Résistance à la rupture (daN / mm²)	Allongement (%)	Dureté Rockwell
TC	42	24	65
E	38	30	57
ES	35	36	50

Tableau 9 : Caractéristiques des différentes catégories de tôles.

Les aciers inoxydables se comportent différemment de l'acier doux en raison de la présence

De nickel et de chrome. Ainsi les vitesses d'emboutissage doivent être plus lentes que pour l'acier.

Le métal s'écrouissant plus rapidement. [9]

➢ Les alliages non ferreux :

Les laitons : Les plus couramment utilisés sont ceux désignés sous le nom de 60/40 (avec addition de plomb pour les utilisations en horlogerie et sans addition pour les pièces optique, de

Sidérurgie) et de 78/28 (pour l'emboutissage extra profond. Cette qualité (72% cuivre, 28% de zinc)

est employée pour la fabrication de cartouches et de douilles évitant des opérations recuit).

L et ses alliages : ces alliages s'écrouissent à l'emboutissage l'étirage le plus profond nes'obtient qu'avec les qualités les plus douces. On peut toutefois obtenir des emboutis peu profond avec des qualités plus dures.

Le cuivre : non allié à un autre élément, le cuivre rouge possède d'excellentes qualités d'emboutissages extra profonds : souvent supérieures à celles du laiton ou de l'acier spécial.

Le zinc : il s'emboutit facilement mais, dans le cas d'emboutissage de forme complexe, il est nécessaire de le chauffer entre 100 et 150°C.

Le nickel et ses alliages : ils possèdent d'excellentes qualités d'emboutissages. Les plus couramment utilisées sont ceux contenant 60 à 65% de cuivre, 20% de zinc, et 15 à 20% de nickel.

Le magnésium : c'est le plus léger des métaux utilisés dans l'industrie. A température ambiante le magnésium ne peut être embouti que dans certaines limites. Pour réaliser des pièces semblables à celles obtenues avec l'acier, il est indispensable de chauffer de 200 à 500°C en fonction de la qualité d'emboutis souhaités.

Le titane : ce métal se comporte comme le magnésium : les flans doivent être chauffés entre 200 et 350°C, selon s'il s'agit de titane pure ou d'un alliage. La matrice et le poinçon sont également chauffés pour éviter le choc thermique auquel le métal est sensible. [9]

B. Forme :

D'une façon générale, les pièces embouties sont de forme simple telle que cylindrique cornique ou sphérique. Ce pendant ces formes simples sont déjà relativement difficiles à réaliser et ne sont généralement irréalisables qu'avec un emboutissage pure. C'est à zinc un emboutissage ou la forme désirée n'est obtenue qu'après un certain nombre de phases successives.

- **Forme cylindrique** : La forme cylindrique est facilement réalisable avec de bonnes conditions opératoires. A partir de cette forme simple il est possible de réaliser des formes évoluées avec la méthode d'emboutissage dit renverser.
- **Forme conique : L**a forme conique ne peut être obtenue qu'après au moins 4. Cette technique permet d'obtenir des formes qu'il aurait été impossible à former en une seul passe.
- **Forme demi-sphérique :** L'emboutissage d'une demi-sphère est difficile en raison de la formation de plis. Mais il est possible en une seule passe si la matrice est munie d'un bourrelet.

Ainsi les techniques d'emboutissage sont encore à développer, même si aujourd'hui l'emboutissage permet de former de nombreux éléments utilisés dans de nombreux domaines. [9]

2. Le procédé d'emboutissage :

L'entrée de la matrice doit être très arrondie et polie pour éviter toute déchirure du métal et pour optimiser le comportement des zones de rétreint -aucun angle ne doit être vif et un parfait état de surface est primordial : la mise au point de tels outils est une opération très

spécialisée et très coûteuse notamment sur les pièces d'aspect (exemple : plusieurs mois pour l'extérieur d'une portière, capot etc. ..). [8]

3. Difficultés du procédé d'emboutissage :

Les cadence de production, souvent très intenses (voisines de 100 à 200 pièces /heure,

Pour les très grosses pièces de carrosserie d'automobiles) font du procédé d'emboutissage, une opération de mise en forme très attractive du point de vue des coûts de production. Pourtant la mise en point des outils d'emboutissage nécessite un savoir-faire que seuls, souvent pour l'instant, les emboutisseurs détiennent. En effet les principales difficultés rencontrées pour obtenir une forme finale correcte sont nombreuses :

- L'état de la surface des tôles doit être parfaitement lisse,
- Les zones de faibles épaisseurs doivent être contrôlées,
- Les plis et les ruptures (par striction) doivent être évités,
- Le retour élastique de la tôle après emboutissage doit être pris en compte.

Les interactions superficielles de la tôle avec les outils ont évidemment une influence sur la qualité de la pièce formée et la maîtrise de l'opération requiert une connaissance au moins qualitative de l'effet des paramètres sur leur intensité. [10]

4. Défauts de la pièce :

L'opération d'emboutissage possède évidemment des limites, et il est évident que, sous certaines conditions, le processus peut échouer : d'une part en tension par rupture, et d'autre part en compression par flambage. Ces 2 modes d'échec sont représentés à la figure ci-dessous. Dans une certaine mesure, le comportement d'une tôle en emboutissage peut être prédit par des essais préliminaires, et ceux-ci peuvent en général être de deux types : essai de traction classique ou essai " simulatif ", c. à d. se rapprochant de l'opération réelle d'emboutissage. [8]

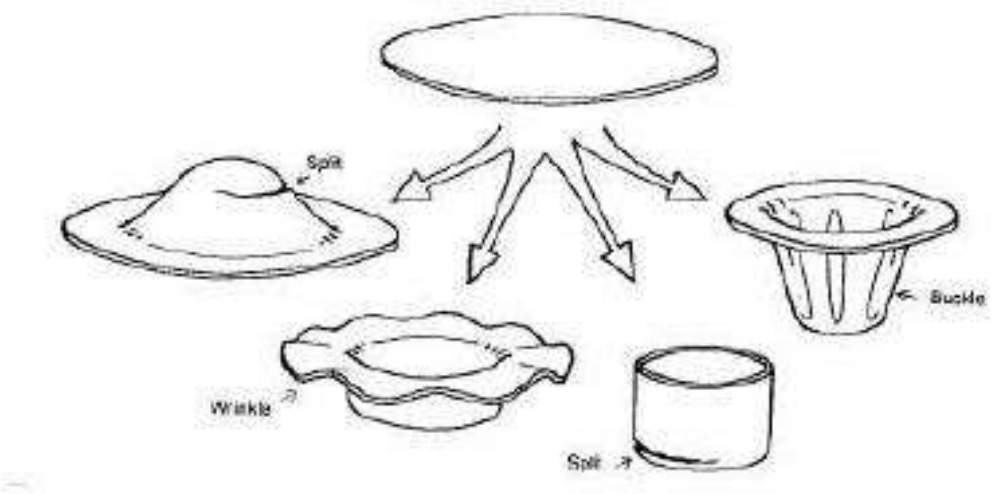


Figure 41 : Défauts de la pièce. [8]

IV. Caractérisation dans l'emboutissage :

La fabrication des outillages d'emboutissage est généralement assurée sur machines –

Outils conventionnels tout en prenant en considération le critère économique qui est le coût

Horaire machine et le coût de la matière, assurant ainsi la facilité des opérations d'usinage.

L'outil ne doit pas être une source d'accident pour l'opérateur. Il faut donc lui assurer une

Alimentation aisée et une extraction facile des pièces, de sorte que le temps de l'action manuelle sous l'outillage soit très court.

1. Caractéristique des dimensions des outils :

A. Rayon du poinçon :

Le rayon du poinçon (r_p) ne doit pas être trop faible pour éviter le décalage du fond de la pièce (amincissement local de la tôle traduisant une déformation locale en expansion) ni trop important pour éviter les risques de plis; en principe il ne doit pas être inférieur au rayon de la matrice. Dans le cas où la pièce exigerait un faible rayon, il faut prévoir une opération supplémentaire de conformation. [11]

B. Rayon de matrice r_m :

D'une manière générale, le rayon de la matrice r_m est : $5e \leq r_m \leq 10e$

Une valeur plus précise de r_m est donnée par [11]

est: En première passe : $r_m = k. \sqrt{D - d}.e$ ..... (1)

Avec k= 0.8 pour un acier doux,

K = 0.9 pour l'aluminium.

En deuxième passe : $r_m = (d_1 - d_2)/ 2$ ..... (2)

Avec d_1 : ø en première passe.

d_2 : ø en deuxième passe.

C. Jeu entre poinçon et matrice :

Le jeu radial entre poinçon et matrice doit être plus grand que l'épaisseur nominale du métal embouti, pour tenir compte des tolérances sur l'épaisseur des métaux en feuilles.

$e < j < e\sqrt{D/d}$

Avec $\sqrt{D/d} = \sqrt{B}$ tient compte de l'épaississement de la tôle en fin d'emboutissage (déformation en retreint) $j \leq 1,2 \cdot e$ [12]

D. Serre-flan :

D'une manière générale, la surface du serre flan doit être développable. Le serre flan de première passe d'un outil d'emboutissage profond est plan et les pressions à appliquer pour éviter la formation de plis ne peuvent être déterminées avec précision qu'expérimentalement.

L'emboutissage des pièces peu profondes (expansion) et des pièces à grandes parois peu déformées entraîne la formation des plis ou une mauvaise conformation (ventre des parois droites). Le serre flan comporte alors des joncs qui empêche ou diminuent le glissement de la tôle sous serre flan. Pour contrôler l'écoulement du métal dans la matrice plusieurs joncs peuvent être disposés les uns à la suite des autres .Des joncs de retenue sont également utilisés lors des opérations de calibrage par étirage des pièces, types cônes, paraboles, etc. [11]

2. Variation de l'épaisseur de la tôle :

Il est évident que l'épaisseur du flan est soumise à des variations sensibles suivant la zone considérée sur l'emboutis, et par suite sa surface finale n'est pas exactement identique à la surface du flan.

L'épaisseur du fond reste intacte, puis au voisinage du fond et jusqu'à une certaine hauteur, l'épaisseur de la paroi diminue, tandis que à la partie supérieure l'épaisseur devient plus forte. [8]

Un amincissement d'épaisseur de la tôle pendant l'opération d'emboutissage s'exprime par un coefficient d'amincissement : [8]

$$\alpha = e\ m\ /e$$

α : Coefficient d'amincissement.

e m : moyenne arithmétique des épaisseurs d'embouti (mm).

e : épaisseur du flan (mm).

3. Déformation dans l'emboutissage :

A. Mesure des déformations :

L'emboutissabilité d'une tôle, c'est-à-dire sa capacité à être emboutie, pose le problème de la mesure de ses caractéristiques. IL faut donc trouver un système de mesure des déformations qui permettrait de comparer la réussite d'un embouti suivant le matériau, les paramètres opératoires (la lubrification, la pression, les frottements, les jeux entre poinçons et matrice….). [13]

Dans cette sphérique, il est de s'aider d'une petite grille tracée sur le flan. Cette grille est généralement formée de petit cercles et de carrées tendant à se déformer lors de l'emboutissage. [13]

Plusieurs procédés sont employés pour effectuer pour effectuer ce tracé, tel que :

Tracé à la pointe sèche.

Tracé à l'encre, à l'aide d'un tampon.

Tracé par gravage électrochimique.

Tracé à l'aide de résine ou de vernis photosensible.

De nombreux modèles ont été imaginés mais chacun se doit respecter trois points essentiels des quels dépendent la précision et la signification des mesures effectuées. Il s'agit de :

La nature de grille la plus utilisée est celle proposée par Caillot**,** consistant en un quadrillage régulier de carrés aux quels vraiment s'ajouter un réseau de cercles

tangents. D'autres motifs ont été imaginés tels que des réseaux de cercles dirigeants ou enchevêtrés. Ces motifs bien que moins communs, apportent des résultats des plus satisfaits dans le cas d'essais de rétreint pur. [13]

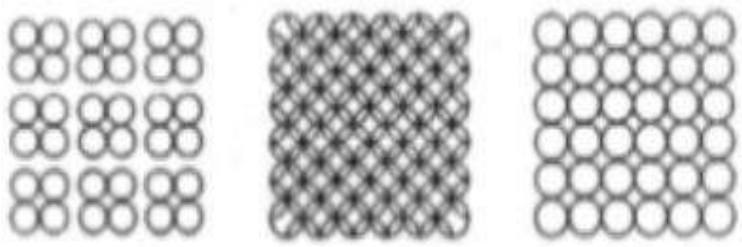


Figure 42 : Différentes nature de grille de déformation. [13]

Les dimensions à donner aux mailles dépendent non pas de celles de la pièce mais du gradient de déformation local à un endroit critique. En effet, ces gradients sont très localisés et ne permettent pas de considérer la déformation comme homogène à l'échelle du motif. Afin de réaliser une mesure précise dans les zones critiques, il est import d'utiliser un pas de 2 à 5mm. Un pas supérieur conduisait à une étude sans grande concurrence.

La position de la rupture est primordiale si l'on souhaite étudier de manière réaliste une rupture. Cette scission doit prendre naissance dans le cercle et passer par son centre. Lors de la déformation du flan, la grille de Caillot entraine la création de parallélépipèdes et d'ellipses. [13]

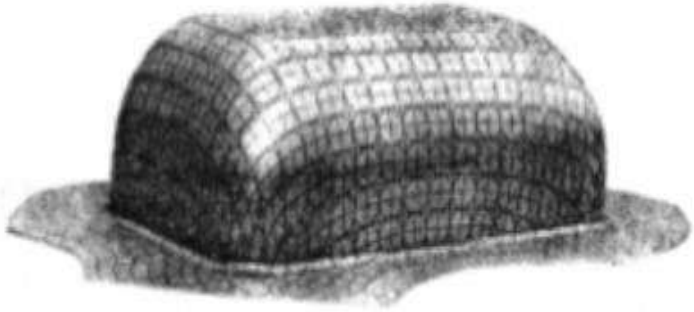


Figure 43 : Exemple de grille déformée [13]

De la direction et de la mesure des axes d'une ellipse, en peut déduire la direction et la grandeur des deux déformations principales au centre du cercle. De par ces déformations, en détermine les allongements et les trois déformations principales. [13]

B. les modes de déformations :

L'étude des déformations à l'aide de ces grilles ont permis de mettre en évidence les différents modes de déformations existant lors d'un emboutissage. [13]

On distingue principalement :

- L'expansion bi-axiale.
- L'expansion symétrique.
- La déformation plane.
- L'allongement uni-axial.
- La distension pure.
- La compression pure.
- Le rétreint.
- Le pliage sous tension.

4. Essais d'emboutissage :

De nombreux essais spécifiques ont été imaginés et utilisés pour juger l'aptitude d'une scie à subir l'opération d'emboutissage. Nous les avons classés selon le mode de déformation prédominant. [13]

A. Essais d'expansion Biaxiale :

Comme les frottements modifiants la répartition des déformations dans la tôle, il faut distinguer le cas des essais sans frottement (gonflement hydraulique Jovignot, Balge test) de celui avec frottement (poinçonbimiphérique). Ecriture modifiée :

Dans le cas des essais de gonflement pur pression hydraulique .nous allons voir plus spécifiquement l'essai Jovignot qui a la particularité d'être réalisé sur une matrice circulaire ou elliptique. Le flan bloqué est alors chargé par un fluide. Le but de cette manœuvre étant de mesurer la profondeur. [13]

B. Essai de rétreint:

Ces essai relèvent de deux familles, celles des essais élémentaires (déformation dune, éprouvette de tôle de forme trapézoïdale) et celle der essais simulatifs (*essai Swift IDDRG, AES*) Nous traiterons juste de cette dernière famille.

Les essais simulatifs consistent à emboutir des coupelles profonde à fond plat et à flan non Bloqué sous le serre flan. En effet, si le rayon de raccordement da poinçon suffisamment petit, 1 n'y a pas d'expansion sous le nez du poinçon, et la déformation dominante est le retreint sous serre flan.

Dans le cas de l'essai Swift, codifié par l'IDRG, le flan est transformé en coupelle cylindrique comme le montre la figure 11. Le but de cette expérimentation est de caractériser le rapport centre de diamètre du poinçon et le diamètre D du flan. [13]

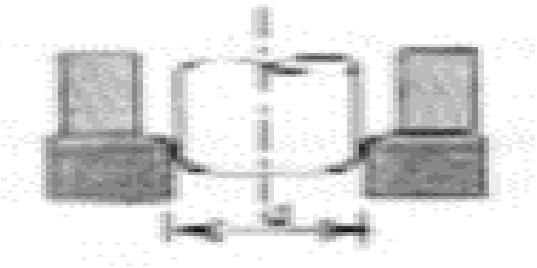


Figure 44 : Essai de rétreint. [13]

Malgré ces difficultés d'exécution, cet essai a connu un certein développement récemment principalement suite à l'excellente corrélation trouvée par Withley Contre le rapport limite d'emboutissage (d/D) et le coefficient d'anisotropie r que nous présenterons par la suite.

C. Essais mixtes:

Ce sont les essais les plus répondus car il permettre d'analyser tous les modes de déformation présentés précédemment.

Nous noterons par exemple la présence d'essai:

- de couple cylindrique à flan non bloqué et à poinçon hémisphérique (*Erichen, Swift*) ou ellipsoïdal (Renault), hémicylindrique (*Chausson*).
- de coupelle cylindrique à fond plat mais à grand rayon de raccordement (*Dubois*).
- de coupelle à fond plat avec successivement emboutissage à flan non bloqué puis rupture à flan bloqué (*Engelhardt*). [13]

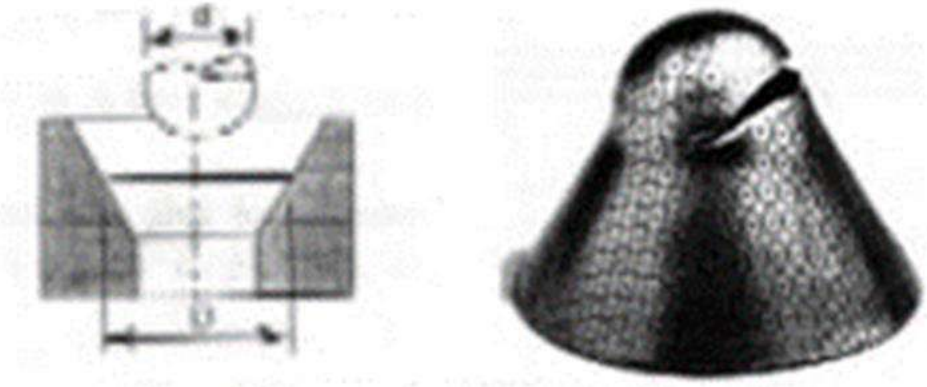


Figure 45 : Essai Fukui et rupture caractéristique [13]

V. Autres aspects :

1. La modélisation :

Les limites d'emboutissabilité étant souvent dépassées au cours des essais de mise au point de l'outillage, il est nécessaire de changer les outils lors du lancement de la production. Les coûts et les détails de fabrication étant ainsi augmentés. Afin de palier à ce phénomène. Les industrielles font appel à un code de simulation numérique fondé sur les éléments finis.

Cette expertise devant simultanément répondre à plusieurs paramètres :

- Permettre un calcul en 2 ou 3 dimensions.
- Utiliser des éléments qui prennent en compte la flexion.
- Permettre des déformations très grandes.
- Utulisés une fois de comportement élastoplastique pour mieux produire les effets du retour élastique.
- Tenir compte du contact avec frottement.
- Prévoir les défauts.
- Assurer une liaison avec les logicielles de C.A.O.

Deux points de vue sont présents dans la modélisation :

- Celle du flan (simulation de la définition et des risques de rupture sur le flan.
- Celle de l'outillage (modélisation des déformations, frottements et risques de dégradation du poinçon et de la matrice).

La modélisation de l'emboutissage conduit à problèmes aux limites très compliquées du fait de la non linéarité de a loi de comportement, de la présence de grandes déformations et de l'évolution des conditions de contact avec frottement . De plus, la réussite d'un embouti implique des usages relativement étroites de variation de la géométrie de l'outillage et des paramètres technologiques. L'étude par ordinateur de tel processus demande donc des algorithmes robustes et stables, c'est-à-dire capables de prendre en compte la variation des frottements, le retour élastique et les contraintes résiduelles après enlèvement de l'outil.

Ainsi les systèmes de simulation ont pour objectif de pousser le processus d'emboutissage jusqu'à ses limites sans augmenter le nombre de casse. En respectant les paramètres technologique, on peut alors augmenter la capacité de production, réduire les coûts de fabrication et le temps d'élaboration de l'outillage. [13]

2. Sécurité :

La sécurité dans l'emboutissage possède deux aspects de même importance. Elle se doit d'une part de protéger les utilisateurs de presse et d'autre part d'assurer la qualité de la production et la sûreté du process. [13]

A. La sécurité de la production :

Pour assurer la sécurité du process et la qualité de la production. Les transformations de tôles disposent aujourd'hui de technologies de plus en plus pointues. L'instrumentation des presses facilite la mise au point des paramètres de réglage, diminuer du même coup les temps lors de changement de production, et préserve la machine et l'outillage en cas de surcharge ou de détection d'une anomalie.

Une première approche consiste à se pencher sur l'étude du point mort bas qui permet de détecter les problèmes liés à un bourrage, une surépaisseur de la tôle, un défaut d'avance….

Une seconde, tend à recueillir les données de différents capteurs, possédant chacun son domaine d'application. Les capteurs de déplacements mesurent la position de la coulisse et facilitent son réglage, tandis que les capteurs de positions détectent la présence ou l'absence ainsi que le bon positionnement du flan. Les systèmes sensibles à la pression servent à la surveillance des circuits hydrauliques et de la force de serrage, alors que les capteurs de force mesurent directement les déformations de la structure.

Une dernière approche réside dans la détection acoustique, pouvant être couplée à des capteurs et permettant une détection instantanée de casse d'outils.

Afin d'optimiser la sécurité du procès ainsi que la qualité de l'embouti, il est important de contrôler les tôles en avant (séparation des << doubles tôles >> par pelage, courbage ou accélération et la production en aval détection de la pièce hors de la matrice par poinçon, bras équipé de ventouses permettant de sortir la pièce de la presse….). [13]

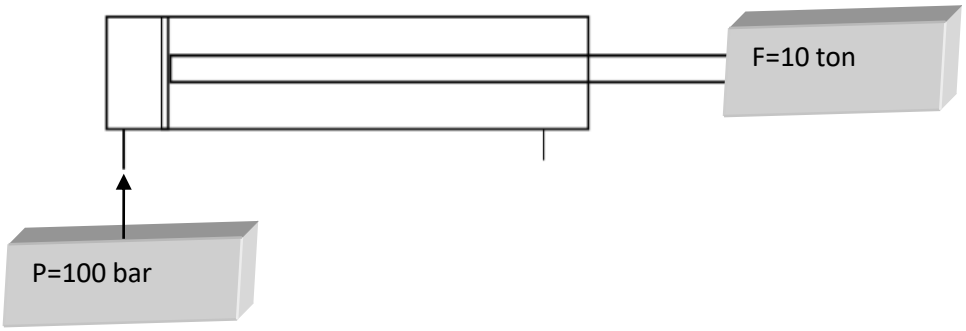
B. La sécurité des manutentionnaires :

La sécurité des ouvriers travaillent sur les presses est un élément important de la production. En effet, il est reconnu que la productivité se retrouve nettement améliorée lorsque le travail s'effectue en sécurité. Dans cette optique, tout utilisateur de de presse doit se munir de 2 paires de gants (une fine anti-coupure à base de fibre de carbone et une épaisse contre la graisse) ainsi que des boules qutès (la nuisance sonore étant relativement importante. A ceci, viens s'ajouter des capteurs de mouvements posés sur les presses et permettent un arrêt instantané de l'appareillage lorsque quelque chose traverse les champs de surveillance (dans le cas où le poinçon est en mouvement) ou des capteurs de fermeture n'autorisant la mise en route du poinçon que dans certaines conditions.

Le mode de sécurité le plus répondu consiste en la présence de deux boutons d'activation du mouvement du poinçon. Ainsi, le manutentionnaire ne pourra activer la presse que dans le cas où il appuiera simultanément sur ces boutons. Ce système permet d'être sûr de ne pas faire descendre le poinçon par inadvertance. [13]

Chapitre III :

I. Détermination de diamètre du vérin on présence de pression et force :



Calculer le diamètre du vérin:

P= 100 bar

F= 10 ton =10000 kg=100000 N = 10000 daN

$$P = \frac{\mathrm{F}}{\mathrm{Sp}}$$

$$Sp = \frac{\mathrm{F}}{\mathrm{P}}$$

1. Calculer la section de piston :

Sp : section de piston

$Sp = \frac{10000}{100}$ = 100

Sp=100 cm²

2. Calculer le diamètre de piston :

$$Sp = \frac{\pi \times D^2}{4}$$

$$\mathrm{D} = \sqrt{\frac{4\times \mathrm{Sp}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4\times 100}{3.14}}$$

D=11.28 cm = 112.8 mm

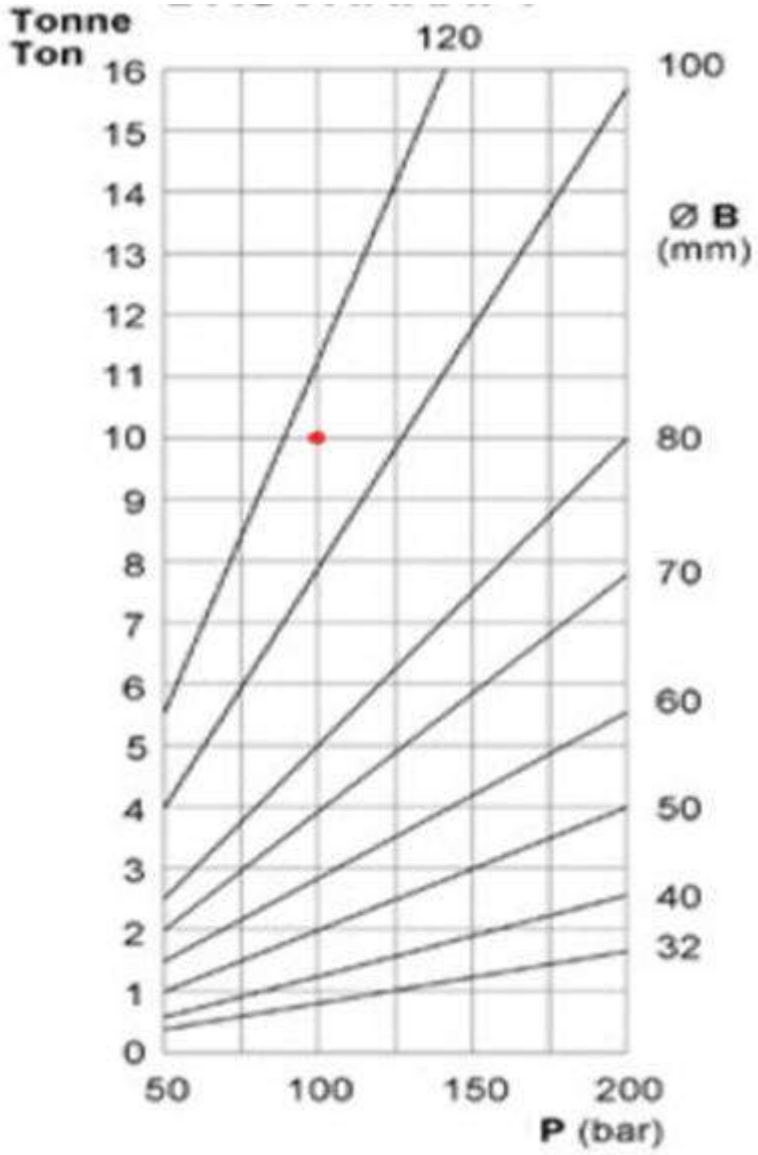


Figure 46 : Abaque Force de poussée upzard thrust druckkraft [16]

Piston [mm]	25		32			40		50		63		80		100		125		160		200		250		320		400	
Sect. ouverture A1-[cm²]	4,9		8			12,5		19,6		31		50		78		122		201		314		490		804		1256	
Tige [mm]	12	18	14	16	22	18	28	22	36	28	45	36	56	45	70	56	90	70	110	90	140	140	180	180	220	220	280
Sect. fermeture A2-[cm²]	3,8	2,4	6,5	6	4,2	10	6,4	15,8	9,4	25	15,2	40	25,6	62,6	40	98	59	162	106	250	160	337	236	550	424	876	640

Tableau 10 : Caractéristiques et détermination des vérins hydrauliques [16]

D'après le tableau on a pris diamètre tige(d):

d=56 mm = 5.6 cm

3. Calculer la section de tige :

$$St = \frac{\pi d^2}{4}$$

St : section de piston

$St = \frac{3.14 \times 5.6^2}{4}$= 24.61 cm²

4. Calculer la section théorique S cotée tige:

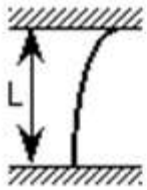
S cotée tige = Sp − St

Sc = Sp – St

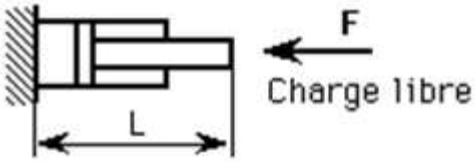
Sc = 100 – 24.61 = 75.39 cm²

5. Calcule de tige de vérin au flambage:

Corps de vérin encastré, l'autre extrémité libre:



Lo = 2.L



$$F \leq \frac{\pi \times E \times I}{S \times Lo^2}$$

E: module d'élasticité en N /mm² ⟹ E=20000 N/mm²

I : moment surfacique d'inertie en mm² pour section circulaire

$$I = \frac{\pi d^2}{46}$$

d : diamètre de la tige en mm²

d= 56 mm²

$I = \frac{3.14 \times 56^4}{46}$= 482504.95 mm²

S=3.5 (coefficient de sécurité)

$$Lo = \sqrt{\frac{\pi^2 \times E \times I}{S \times F}}$$

$$Lo = \sqrt{\frac{3.14^2 \times 20000 \times 482504.95}{3.5 \times 10000}}$$

$$\boxed{Lo = 1648.77 \text{ mm}^2}$$

$$S \times \frac{Lo}{4}$$

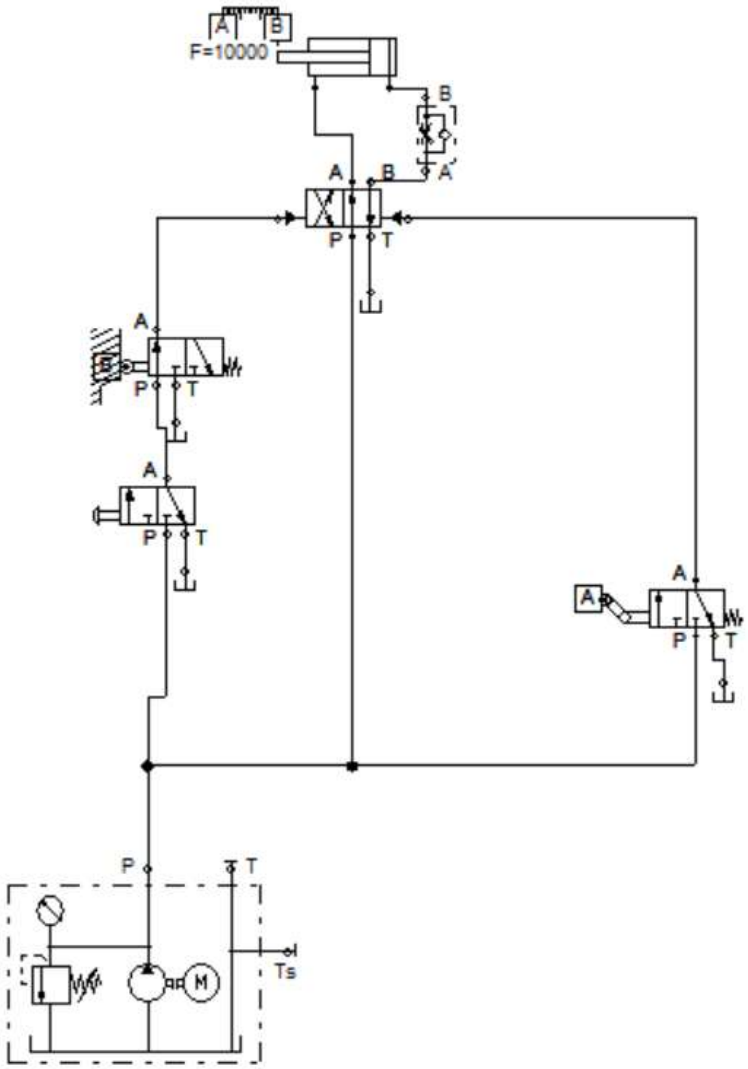
$$F \leq \frac{3.14^2 \times 20000 \times 482504.95}{3.5 \times \frac{1648.77^2}{4}}$$

$$\boxed{F \leq 44586.28 \text{ kg}}$$

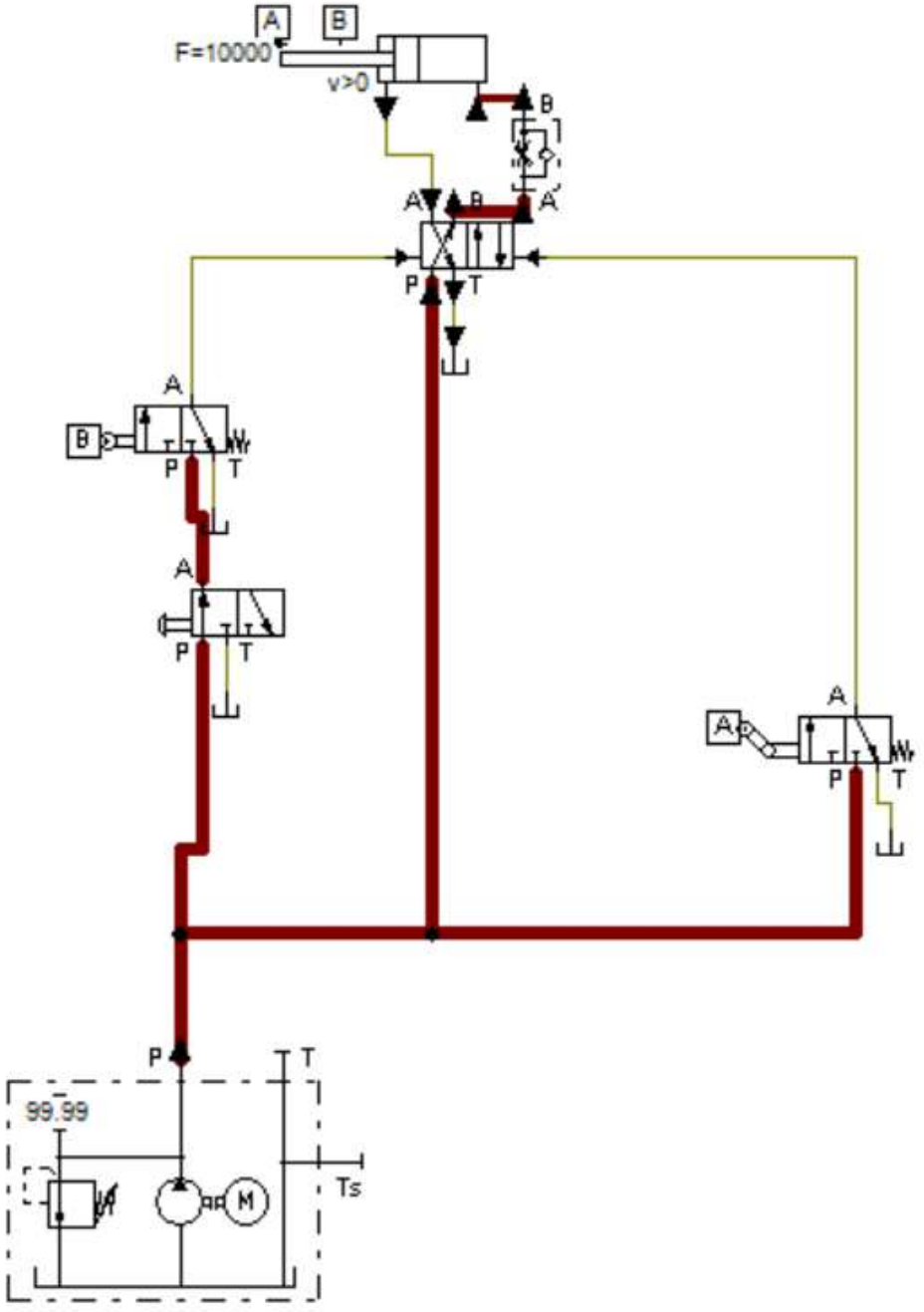
La force appliquée est très éloignée de la force de flambage

$$\boxed{10000kg \leq 44586.28 \text{ kg}}$$

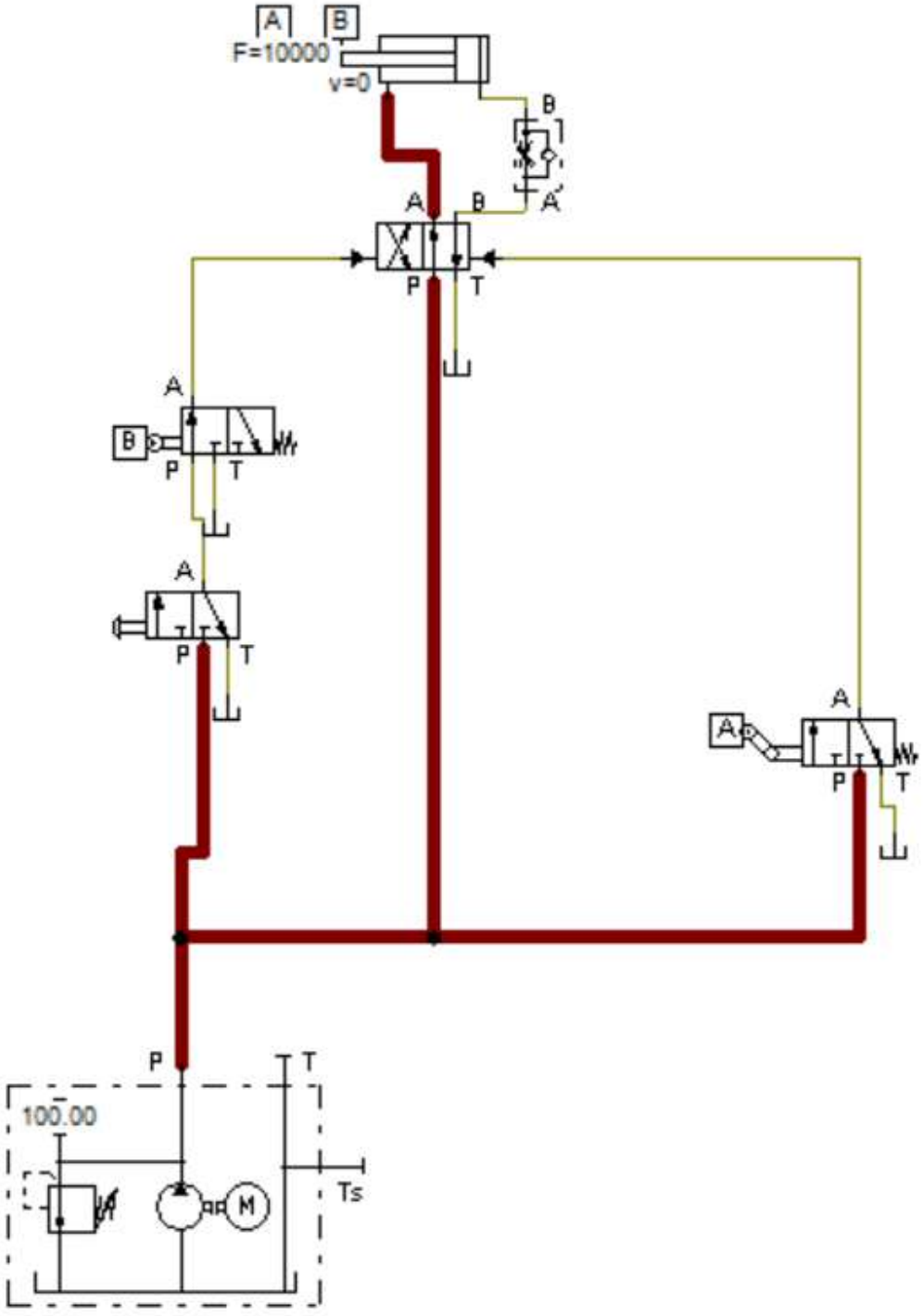
II. Circuit réalisé par logiciel FluidSIM:



Circuit hydraulique avant utilisation



Circuit hydraulique à la sortie



Circuit hydraulique à l'entrée

Conclusion :

Un système hydraulique, ou une installation hydraulique, est un assemblage de composants fonctionnant de manière unitaire et souvent en interaction afin d'utiliser un fluide sous pression pour effectuer un travail mécanique.

L'emboutissage est un procédé de formage par déformation plastique des métaux ; il transforme une feuille appelée flan en une pièce de forme déterminée àl'aide d'un outillage simple poinçon et matrice et serrflan et de l'application d'une pression maitrisée.

Les recherches bibliographiques que nous avons effectuées nous ont permis de connaitre plus précisément le domaine hydraulique industriel et tous les composants que on utilise pour construire un circuit hydraulique qui effectue un travail mécanique avec puissance réglable ; comme nous ont permis de connaitre mieux la technique de mise en forme par emboutissage ; il en ressort que ce procédé est des plus intéressant que ce soit pour son champ d'application ; la qualité qu'il procure au produit fini ou sa productivité.

L'expérience que nous avons mené nous ont permis de maitre en avant un certain nombre de paramètres intervenants dans l'aptitude d'une tôle à s'emboutir ; et nous ont permis maitressée la construction d'une installation hydraulique.

Bibliographie :

1. Livre :(Hydraulique industriel) Sami Bellalah (institut suprerieur des études technologique Nabeul).
2. (Extraits de la norme NF ISO 1219-1)
3. Cours de Chouchene Mohamed….ISET siliana
4. Livre :(support de cours systèmes hydrauliques) Animé par : MESSAOUI Mosbah : Maitre Technologue à l'ISET de Gafsa Année universitaire : 2010-2011.
5. Analyse des systémes pluritechniques et multiphasiques élabiré par Xavier pessoles.
6. (CIRCUITS HYDRAULIQUES / Conception et maintenance) livre Animé par : Sami REKIK.
7. Site rocdacier 18 août 2017 https://www.rocdacier.com/cours-emboutissage/.
8. Catégorie : Techniques de fabrication<Écrit par Mohamed Wissem LANDOLSI le 12 septembre 2017.
9. B. WASSILIEF, Edition Dunlop, Paris, 1970.
10. Toufik SEDRAT « Étude et conception d'un procédé d'emboutissage Appliqué aux moules d'emboutissage pour emballage métallique » 2007 thèse de magistère.
11. « Formage à la presse » BT2, 7510, PB7510-3.
12. « Matériau industriels et Matériaux Métalliques », S8/62292.
13. G.POMEY, institut de recherche de la sidérurgie française, saint germain en laye, 1976.
14. Claes Arwidson, «Numerical simulation of sheet metal forming for high strength steels», Sweden, 2005.
15. Z. Marciniak, J. L. Duncan, S. J. Hu, «Sheet metal forming», Butterworth-Heinemann, 2002.
16. 1984 Robert Bosch GmbH.