

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université 8Mai 1945 – Guelma  
Faculté des Sciences et de la Technologie  
Département de Génie Electrotechnique et Automatique

Réf ..... /2022



## MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme de MASTER Académique**

**Domaine:** Sciences et Technologie

**Filière:** Electromécanique

**Spécialité:** Electromécanique

**Par:** HIDOUCI Mohammed Saleh

### Thème

**Dimensionnement et simulation sous FluidSIM du circuit hydraulique  
d'une presse plieuse**

Soutenu publiquement, le 15/06 /2022, devant le jury composé de:

M. DJEBALA	Abderrazek	Professeur	Univ.Guelma	Président
M. FRIHI	Djamal	MCA	Univ.Guelma	Examineur
Mme BOUCERREDJ	Leila	MCA	Univ.Guelma	Examineur
Mme FRIOUI	Nadia	MCB	Univ.Guelma	Encadrant

**Année Universitaire: 2021/2022**

# **Remerciements**

*Tout d'abord je tiens à remercier Dieu, le tout puissant et miséricordieux, qui m'a donné la force, l'intelligence et la patience d'accomplir ce modeste travail.*

*Un merci bien particulier adressé à Madame **FRIOUI Nadia**, mon encadrant pour ses directives son suivi ainsi ses orientations qui m'ont été bénéfiques pour achever mon projet.*

*Je tiens exprimer mes remerciements aux membres de jury pour avoir accepté d'examiner mon travail.*

*Je présente mes sincères remerciements à tous mes enseignants du département de Génie Électrotechnique et Automatique.*

# *Dédicaces*

*Je dédie ce mémoire à :*

*· Mes parents :*

**Ma mère,** *Aucune dédicace très chère maman, ne pourrait exprimer la profondeur des sentiments que j'éprouve pour vous, vos sacrifices innombrables et votre dévouement firent pour moi un encouragement. Vous avez guetté mes pas, et m'avez couvé de tendresse, ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Vous m'avez aidé et soutenu pendant de nombreuses années avec à chaque fois une attention renouvelée. Puisse Dieu, tout puissant vous combler de santé, de bonheur et vous procurer une longue vie.*

**Mon père,** *Tout l'encre du monde ne pourrait suffire pour exprimer mes sentiments envers un être très cher. Vous avez toujours été mon école de patience, de confiance et surtout d'espoir et d'amour. Vous êtes et vous resterez pour moi ma référence, la lumière qui illumine mon chemin. Ce travail est le résultat de l'esprit de sacrifice dont vous avez fait preuve, de l'encouragement et le soutien que vous ne cessez de manifester, j'espère que vous y trouverez les fruits de votre semence et le témoignage de ma grande fierté de vous avoir comme père. J'implore Dieu, tout puissant, de vous accorder une bonne santé, une longue vie et beaucoup de bonheur.*

**Ma chère grand-mère paternelle** *que ce modeste travail, , soit l'expression des vœux que vous n'avez cessé de formuler dans vos prières. Que Dieu vous préserve santé et longue vie.*

**A mes chères sœurs** *pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral,*

*Je dédie cet événement marquant de ma vie à la mémoire de **mon oncle disparu 'Mourad'**. J'espère que, du monde qui est sien maintenant, il apprécie cet humble geste comme preuve de reconnaissance de la part d'un fils qui a toujours prié pour le salut de son âme. Puisse Dieu, le tout puissant, l'avoir en sa sainte miséricorde.*

***Hidouci Mohammed Salah***

## **Résumé**

La presse plieuse hydraulique est une machine utilisée pour donner la forme d'un pli à un matériau, sous l'action d'une force compressive. Dans ce travail on a étudié la presse plieuse de capacité de 50T. En première partie ont été calculées les dimensions des composants du circuit hydraulique. Dans la deuxième partie la simulation sous FluidSIM a été réalisée. FluidSIM offre la possibilité du suivi du cycle et la corrélation entre les paramètres tel que la pression, le débit et la course avec le temps.

## **Abstract**

The hydraulic press brake is a machine used to give the shape of a fold to a material, under the action of a compressive force. In this work we studied the press brake with a capacity of 50T. In the first part, the dimensions of the components of the hydraulic circuit were calculated. In the second part the simulation under FluidSIM was carried out. FluidSIM offers the possibility of cycle monitoring and the correlation between parameters such as pressure, flow and stroke over time.

## Sommaire

Chapitre 1 : .....	1
Généralités sur les presses .....	1
1.1 Introduction.....	1
1.2 Définition de la presse .....	1
1.3 Le principe de Pascal .....	1
1.4 Domaine d’application des presses.....	2
1.5 Types des presses.....	2
1.5.1 Les presses pneumatiques .....	2
1.5.2 Les presses mécaniques.....	4
1.5.3 Presse hydraulique.....	7
1.6 Les différents composants du circuit hydraulique .....	9
1.6.1 Le réservoir.....	10
1.6.2 La pompe.....	11
1.6.3 Moteur électrique .....	13
1.6.4 Le distributeur .....	14
1.6.5 Régulateurs de pression.....	14
1.6.6 Etrangleur hydraulique (régulateur de débit) .....	15
1.7 Conclusion .....	15
2 :.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Généralités sur le pliage .....	17
2.1 Introduction.....	16
2.2 Définition.....	16
2.3 Les différents types de pliage .....	16
2.3.1 Pliage en V .....	16
2.3.2 Pliage en U .....	17
2.3.3 Pliage en L.....	17
2.4 Le retour élastique .....	17
2.5 Les techniques utilisées pour le pliage des tôles .....	18
2.5.1 La technique du pliage en l’air .....	18
2.5.2 La technique du pliage en frappe .....	18

2.5.3	Le pliage par encastrement.....	19
2.5.4	Le pliage par cambrage .....	19
2.6	Paramètres qui affectent le processus de pliage .....	19
2.6.1	Le rayon de la matrice de pliage .....	19
2.6.2	Le jeu de pliage .....	19
2.6.3	Effort de pliage L .....	19
2.7	L'outillage de pliage.....	20
2.8	La méthode de fibre neutre .....	20
2.9	La presse plieuse.....	20
2.9.1	Définition.....	20
2.9.2	Principe de fonctionnement.....	21
2.9.3	Les différents types de pliages par une presse plieuse.....	21
2.9.4	Quelques opérations effectuées par une presse plieuse.....	23
2.10	Le flambage d'un vérin.....	23
2.11	Conclusion .....	25
3	Chapitre 3.....	29
	Dimensionnement de circuit hydraulique d'une presse plieuse .....	29
3.1	Introduction.....	26
3.2	Problème.....	26
3.3	Ordre d'opération.....	26
3.4	Dimensionnement des organes du circuit .....	26
3.4.1	La force nécessaire au pliage « $F_p$ »:.....	26
3.4.2	Dimensionnement des vérins à double effet .....	27
3.4.3	La tuyauterie.....	30
3.4.4	Détermination des pertes de charges .....	33
3.4.5	Choix du fluide :.....	35
3.4.6	Le diamètre de passage des limiteurs de débit .....	38
3.4.7	La Pression de tarage "P0" .....	38
3.4.8	Déterminations des puissances .....	39
3.4.9	Calcul et choix de la pompe hydraulique .....	40
3.4.10	Dimensionnement des organes hydraulique.....	42

3.5	Conclusion .....	44
4	Chapitre 4.....	53
	Simulation du circuit sous fluidsim.....	53
4.1	Présentation du logiciel Fluidsim .....	45
4.2	Prise en main du logiciel.....	46
4.3	Schéma du circuit de puissance et principe de fonctionnement .....	47
4.4	Résultat de la simulation.....	49
4.5	Analyse du diagramme .....	52
4.6	Conclusion .....	53

## Liste des figures :

Figure 1.1 Le principe de Pascal. ....	2
Figure 1.2 Presse pneumatique.....	3
Figure 1.3 Presse mécanique.....	4
Figure 1.4 Presse mécanique à vis.....	5
Figure 1.5 Presse mécanique excentriques.....	6
Figure 1.6 Le circuit hydraulique d'une presse hydraulique basé sur un vérin.....	7
Figure 1.7 La presse hydraulique à base d'un cric hydraulique de 6T.....	8
Figure 1.8 Réservoir hydraulique.....	11
Figure 1.9 Pompe à engrenage externe. ....	12
Figure 1.10 Pompe à engrenage interne. ....	12
Figure 1.11 Pompe à piston.....	13
Figure 1.12 Vérin hydraulique. ....	14
Figure 1.13 Régulateur de pression.....	15
Figure 2.1 Pliage en V.....	16
Figure 2.2 Pliage en U.....	17
Figure 2.3 Pliage en L. ....	17
Figure 2.4 Le retour élastique.....	18
Figure 2.5 Presse plieuse.....	20
Figure 2.6 Composants d'une presse plieuse hydraulique EN12622 (2001).....	21
Figure 2.7 Pliage en l'air.....	22
Figure 2.8 Pliage en frappe.....	22
Figure 2.9 Quelques opérations effectuées par une presse plieuse. ....	23
Figure 2.10 Flambage d'un vérin. ....	23
Figure 3.1 Détermination du coefficient du mode de fixation "K". ....	28
Figure 3.2 Détermination du diamètre de la tige.....	29
Figure 3.3 Catalogue du constructeur HYDRO LEDUC.....	41
Figure 3.4 Pompe à piston HYDRO LEDUC TXV 60. ....	42
Figure 3.5. Réservoir d'huile pour un circuit hydraulique.....	43
Figure 3.6 Distributeur 3/4 HYDRODIS Danfoss 140 [l/min]. ....	43
Figure 3.7 Filtre pour un circuit hydraulique. ....	44
Figure 4.1 Interface du logiciel Fluidsim. ....	45
Figure 4.2. Ouverture d'un nouveau fichier FluidSIM. ....	46
Figure 4.3. Agencement des composants.....	47
Figure 4.4. Schéma du circuit de puissance.....	48
Figure 4.5 Configuration du vérin.....	49
Figure 4.6. Configuration de la pompe.....	49

Figure 4.7. Schéma du circuit hydraulique de puissance avec commande électrique.....	50
Figure 4.8.Présentation de la descente du vérin. ....	51
Figure 4.9.Présentation de la montée du vérin. ....	51
Figure 4.10 Trajectoire de la position du piston.....	52
Figure 4.11. vitesse du mouvement du piston. ....	53

## Liste des abréviations :

Symboles	Désignations	Unité
Q	Débit volumétrique	(l/min)
t	Unité du temps	min/s
r	Le rayon de la matrice de pliage	mm
e	L'épaisseur de la feuille plier	mm
j	Le jeu de pliage	mm
<i>Cyl</i>	Cylindrée de la pompe	cm <sup>3</sup>
<i>d</i>	Diamètre de la tige du piston	mm
e	Epaisseur de la tôle	mm
K	Coefficient du mode de fixation	-
<i>F</i>	Force de pliage	daN/m
<i>g</i>	Accélération de la pesanteur	m/s <sup>2</sup>
<i>L<sub>f</sub></i>	Longueur libre de flambage	mm
d	Diamètre de la tige	mm
<i>P</i>	La pression	bar
S	Section de piston	cm <sup>2</sup>
<i>L</i>	Longueur de la conduit	m
Re	Nombre de Rynolds	-
λ	Coefficient de perte de charge	-
<i>N</i>	Nombre de tour du moteur électrique	tr/min
Δp	Perte des charges	bar
<i>P<sub>absorbée</sub></i>	Puissance absorbée	KW

# Introduction générale

Pour transmettre de l'énergie, trois principales méthodes sont utilisées : l'électricité, la mécanique et le fluide. La puissance fluide est une technologie qui concerne la génération, le contrôle et la transmission de l'énergie en utilisant un fluide sous pression. La puissance fluide est subdivisée en deux classes, l'hydraulique et la pneumatique. Dans les systèmes hydrauliques on utilise le liquide tel que l'huile pétrolière, huile synthétique, et l'eau, dans le cas des systèmes pneumatiques on utilise l'air car l'air est très abondant et peut être facilement évacué dans l'atmosphère.

Les systèmes fluidiques produisent un mouvement linéaire ou un mouvement de rotation à l'aide de vérins hydrauliques ou pneumatiques, tandis que les technologies électriques et mécaniques doivent généralement utiliser un dispositif mécanique ou un ensemble de liaisons de pièces pour convertir le mouvement de rotation en mouvement linéaire.

Les systèmes de transmission de puissance hydraulique présente une large gamme de vitesse de translation ou de rotation obtenues de façon continue en contrôlant le débit, ainsi qu'une large gamme de force et de couple en contrôlant la pression. Ces deux principales caractéristiques, leur donne une application presque illimitée dans la production de bien et de service dans presque tous les secteurs. Parmi ces secteurs figurent l'agriculture, aérospatiales et aviation, construction, défense, fabrication et machines outil, marine, manutention les services publics y compris les systèmes de transmission de communication.

Parmi les machines utilisant le fluide comme élément de transmission d'énergie et de mouvement, on trouve les presses hydrauliques qui sous l'effet d'une pression hydrostatique permet de former des pièces et d'obtenir des produits semi-finis ou finis avec une haute productivité.

Vue l'importance de la transmission de puissance par fluide et leur champ d'application varié et plus particulièrement dans la presse hydraulique, nous a incité à entreprendre l'étude de son circuit hydraulique.

L'objectif de ce travail porte sur le dimensionnement des composants constituant le circuit hydraulique de la presse plieuse. De ce fait le travail a été structuré comme suit :

Le chapitre 1 présente les différents types de presses, mécaniques, pneumatiques et hydrauliques ainsi que les éléments nécessaires dans un circuit hydrauliques tel que : principe de fonctionnement leur caractéristiques et dimensionnement.

Le chapitre 2 décrit le phénomène de pliage et le calcul de l'effort de pliage, les différents types de pliage, les presses plieuses utilisés ont été décrites.

Le chapitre 3 sera réalisé le dimensionnement et le choix des composants assurant le fonctionnement optimal du circuit hydraulique de la presse plieuse, tout en suivant les étapes citées dans la bibliographie.

Le chapitre 4 a fait l'objet d'une schématisation du circuit de la presse plieuse sous FluidSIM, qui permet de vérifier le câblage du circuit ainsi que le bon choix des éléments de réglage de pression, de débit.

# **Chapitre 1 :**

## **Généralités sur les presses**

## 1.1 Introduction

Aujourd'hui les presses jouent un rôle très important de nombreuse industrie en raison de leurs grandes importances pour faciliter les travaux considérés comme difficiles, gagné du temps et l'augmentation de la production.

Dans ce premier chapitre on va voir des généralités sur les presses tel que : leurs principe de fonctionnement, domaines d'utilisation, ces rôles, et les différents types des presses.

On va voir aussi le circuit hydraulique des majorités des presses hydrauliques, ces composants et quelques détails autour de ces derniers.

## 1.2 Définition de la presse

Les presses, sont des machines destinées aux travaux des métaux en feuilles et d'autres matériaux (plastiques, cuire...).

Elles sont composées de deux parties essentielles à savoir :

- ✓ Une partie fixe, appelée bâti ;
- ✓ Un mécanisme de travail qui anime un ou plusieurs coulisseaux de mouvement rectiligne perpendiculaire à la table solidaire au bâti.

Elles sont aussi caractérisées par :

- Le mode de transmission d'énergie ;
- La forme du bâti ;

## 1.3 Le principe de Pascal

Le principe de Pascale est un principe crée par Blaise Pascale, un mathématicien français, physicien et religieux philosophe, qui a jeté les bases de la théorie moderne des probabilités.

Le principe de Pascal ou le principe de transmission de pression de fluide (également la loi de Pascal) est un principe de mécanique des fluides qui indique que la pression exercée n'importe où dans un fluide incompressible enfermé est transmis dans toutes les directions à travers le fluide.

Le principe de Pascal affirme que quand il ya une augmentation de la pression en un point dans un fluide contenu, il y a une augmentation de pression égale à tout autre point dans le contenant.

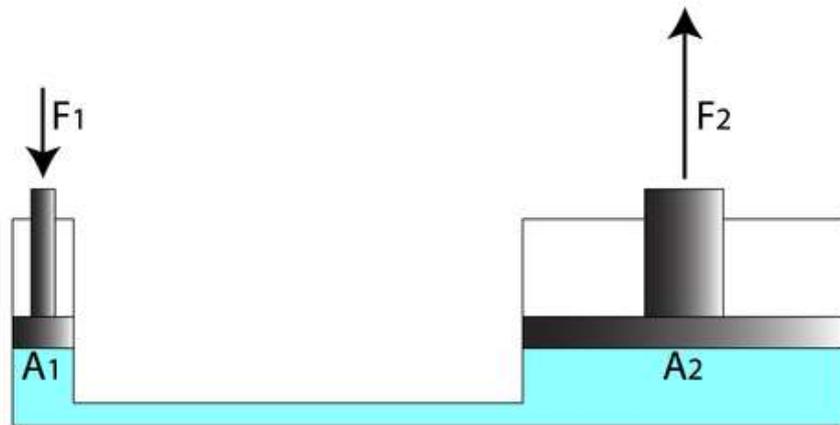


Figure 1.1 Le principe de Pascal.

#### 1.4 Domaine d'application des presses

Les presses couramment utilisées pour les opérations de forgeage, de clichages, de moulage, de découpage, de poinçonnage, d'emboutissage et de formage des métaux. Outre la feuille de métal, plaque de bois, la poudre peut également être traitée.

La presse peut extraire des bagues, démonte et remonte un roulement à billes, redresse une pièce tordue ou réalise un emboutissage. Toutes ces opérations ne sont pas des tâches envisageables sans l'assistance d'un équipement doté d'une force exceptionnelle.

#### 1.5 Types des presses

##### 1.5.1 Les presses pneumatiques

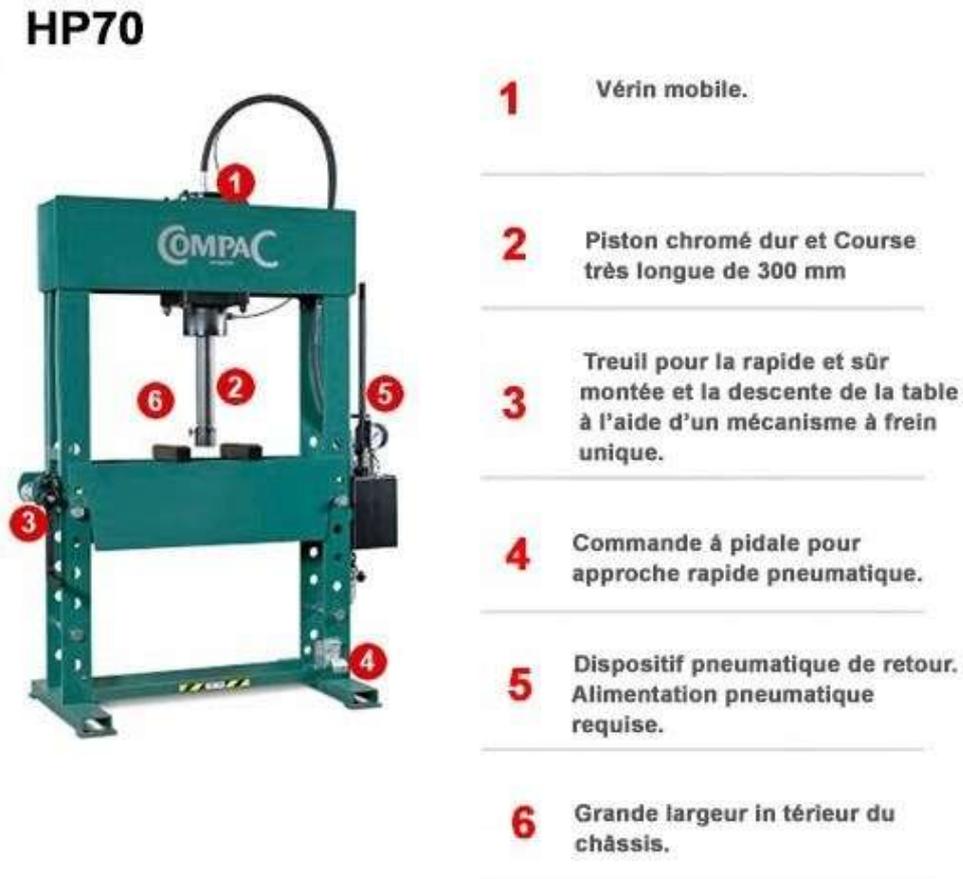
Une presse pneumatique est une machine avec un circuit pneumatique basé sur l'air comprimé pour la transmission de puissance vers un récepteur qui représente la plupart des cas un vérin pneumatique, pour l'objectif d'écraser, déformé une pièce ou matériaux, donc l'énergie pneumatique utilise l'air comprimé comme fluide pour le transport de l'énergie et sa transformation en énergie mécanique.

La force potentielle d'une presse pneumatique provient de l'air comprimé ou du gaz, une charge électrique met la machine en mouvement, introduisant de l'air comprimé ou du gaz dans des cylindres ou des tubes connectés au mécanisme de presse proprement dit. Lorsque le gaz remplit les tubes, la pression résultante force le mouvement - généralement vers le bas - du mécanisme de la presse.

La pression d'air est exprimée en bar, elle est définie par la pression exercée par une force de 1 daN (déca newton) sur une surface de 1 cm<sup>2</sup>.

Pour réaliser une installation pneumatique il y a des actionneurs (vérin, moteur), ils transforment l'énergie pneumatique en énergie mécanique et des prés actionneurs (distributeur), des organes de commandes (capteurs, bouton poussoir), des composants d'automatisme (fonctions logiques OU, ET).

La presse pneumatique est représentée sur la figure 1.2 comme suit :



**Figure 1.2** Presse pneumatique.

### 1.5.1.1 Avantages des presses pneumatiques

Le principal avantage associé aux presses pneumatiques est leur utilisation. Un simple interrupteur marche / arrêt alimente la presse et permet de faire l'expérience de la puissance. Source d'énergie dédiée comme un compresseur d'air, la presse livre plus de livres par pouce carré (psi) que ce qui peut être généré à la main. Cela rend la plupart des tâches plus faciles à terminer en moins de temps.

### 1.5.1.2 Inconvénients des presses pneumatiques

Un inconvénient peut être le fait que la presse pneumatique nécessite une source dédiée telle qu'un compresseur pour fonctionner. Cela peut rendre la presse moins portable ou même inutile dans certaines situations où la zone de travail est confinée ou nécessite une presse plus petit et plus

adaptable. Pour certains, le niveau de bruit produit par le compresseur et l'action de la presse peuvent être gênants.

En règle générale, lorsque vous utilisez une presse pneumatique, vous devez porter des bouchons d'oreilles et des lunettes de protection par mesure de précaution.

La vitesse et la précision de fonctionnement de ces outils peuvent également vous amener à dépasser votre cible. Il est presque impossible de retirer les clous placés avec un cloueur pneumatique, par exemple, car ils sont scellés en place une fois qu'ils ont été tirés. Ces outils laissent également des marques de finition ou des bosses qui peuvent nécessiter un travail supplémentaire pour couvrir.

### 1.5.2 Les presses mécaniques

La presse mécanique est la plus utilisée. La presse mécanique fonctionne sur le principe du mouvement alternatif et les composants principaux pour la transmission de puissance.

Toutes les presses mécaniques utilisent l'énergie d'un volant. Le système de guidage le plus employé sur les presses mécaniques est basé sur un mécanisme de glissière qui transforme le mouvement de rotation en mouvement de translation de va et vient.

Ce mouvement alternatif impose à un piston vertical une longueur de frappe constante.



Figure 1.3 Presse mécanique

La presse mécanique est le type de presse le plus simple à réaliser sur train, elle est divisées à leur tour en deux catégories : Les presses à vis ou les presses excentriques.

### 1.5.2.1 Les presse à vis

Les presses à vis sont principalement utilisées pour l'extrusion de tôles et les opérations de forgeage à chaud. Les presses à vis sont équipées d'un coulisseau porte-outil, déplacé par une vis qui s'insère dans l'écrou fixe du cadre celui –ci illustré par la figure I.4. La course est obtenue en tournant la vis alternativement dans un sens ou dans l'autre.

Sur ces presses, un volant entraîné en rotation emmagasine l'énergie nécessaire au forgeage. L'énergie de rotation ou d'inertie du volant est convertie en mouvement linéaire par le biais d'une vis sur laquelle est monté le marteau.



Figure 1.4 Presse mécanique à vis.

### 1.5.2.2 Les presses excentriques

Les applications de base des presses excentriques sont des opérations technologiques de poinçonnage, découpage et extrusion à faible profondeur. Avec une attention particulière dans la manipulation ou le réglage, il est possible d'effectuer aussi les opérations technologiques de baguage, formation et serrant. En utilisant les outils spéciaux, il est possible de combinaison de toutes les opérations technologiques énumérées.

Les propriétés des presses excentriques modernes sont :

- ✓ rigidité de construction,
- ✓ cycle de vie long
- ✓ entretien simple
- ✓ commandes électromagnétiques,
- ✓ Protection maximale de l'opérateur au travail,



**Figure 1.5** Presse mécanique excentriques.

### 1.5.2.3 Les avantages de la presse mécanique

- Les presses mécaniques sont plus précises dans les tolérances géométriques des pièces forgées.
- Les presses mécaniques sont soumises à des forces de compression par opposition aux impacts, donc on peut utiliser des matrices moins massives ou en matériaux plus durs.

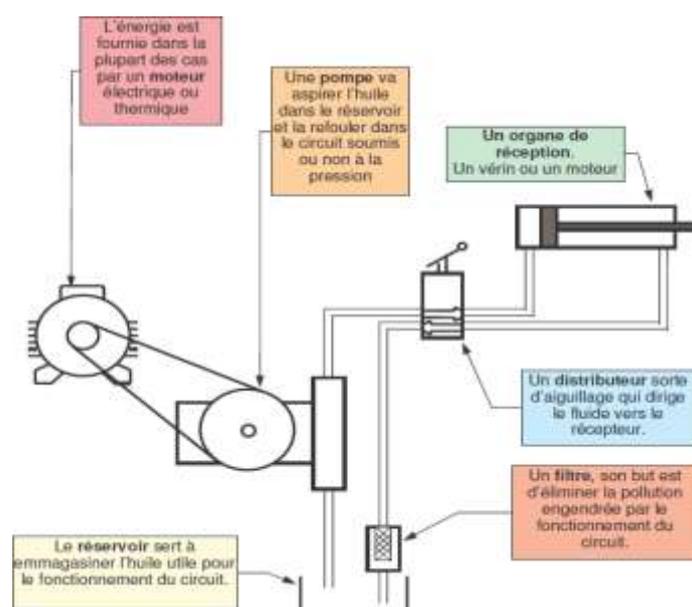
### 1.5.2.4 Les inconvénients de la presse mécanique

- Le coût initial d'une presse mécanique est trois fois supérieures à celui d'un pilon de même capacité.
- Du fait de la constance de la force de frappe, les presses mécaniques ne peuvent pas exécuter des opérations de mise en forme intermédiaires comme sur les pilons.

### 1.5.3 Presse hydraulique

Une presse hydraulique est une machine qui utilise la puissance fluïdique pour transmettre des efforts. Son principe se base sur le principe de Pascal. On appliquant de petites forces, on obtient de grandes forces. Principalement utilisée pour presser, déformer des objets et soulever de lourdes pièces.

L'effort de compression que développe la presse hydraulique est engendré un ensemble de composants représenté par la figure 1.6. L'énergie première est délivrée par le moteur électrique, qui fait tourner la pompe en aspirant l'huile qui se trouve dans le réservoir, cette huile est dirigé vers le distributeur qui à son tour le distribue vers le vérin. Ce dernier crée la force nécessaire pour réaliser la tâche désirée.



**Figure 1.6** Le circuit hydraulique d'une presse hydraulique basé sur un vérin.

Ajoutons des tuyaux ou des flexibles entre tous ces composants capables de résister aux fortes pressions et enfin le fluide hydraulique qui transmettra l'énergie.

La presse illustré par la figure I.7, c'est une presse qui se trouve dans l'industrie. Par contre dans les ateliers on peut trouver un autre type de presse hydraulique qui fonctionne manuellement à base d'un cric hydraulique à l'aide d'un levier, et ce dernier est représentée sur la Figure (1.7).



**Figure 1.7** La presse hydraulique à base d'un cric hydraulique de 6T.

La figure (1.7) représente une presse hydraulique manuelle qui est utilisée dans les ateliers pour le perçage, montage de roulement à billes. C'est une presse simple à mettre en œuvre et son prix est abordable.

### 1.5.3.1 Avantages des presses hydrauliques

Les presses hydrauliques offrent de nombreux avantages et permettent en particulier :

- ✓ La transmission de forces et de couples élevés.
- ✓ Une grande souplesse d'utilisation.
- ✓ Une très bonne régulation de la vitesse des actionneurs, du fait de

l'incompressibilité du fluide.

- ✓ Une grande durée de vie des composants, du fait de la présence de l'huile.

Les avantages des presses hydrauliques par rapport aux presses mécaniques sont la simplicité de la conception et de la construction, la force de compression et vitesse de compression variables du cylindre de compression, ajustement rapide de la position du vérin et protection plus efficace contre les surcharges.

### 1.5.3.2 Les inconvénients des presses hydrauliques

Les systèmes hydrauliques engendrent aussi des inconvénients :

- Risques d'accident dus à la présence de pressions élevées (50 à 700 bars).
- Fuites entraînant une diminution du rendement.
- Pertes de charge dues à la circulation du fluide dans les tuyauteries.
- Risques d'incendie, l'huile est particulièrement inflammable.
- Technologie coûteuse (composants chers, maintenance préventive régulière).

## 1.6 Les différents composants du circuit hydraulique

**Tableau 1.1** Les composants d'un circuit hydraulique.

Rép.	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 et la restituer en cas de besoin
7	Régulateur de débit	Régler le débit et la vitesse du fluide
8	vanne	Distribuer ou interrompre le passage du fluide
9	Limiteur de pression	Protéger l'installation contre les surpressions
10	filtre	Empêcher les impuretés de s'infiltrer dans les organes sensibles
11	Manomètre	Indiquer la valeur de la pression
12	débitmètre	Indiquer la valeur de débit
13	Clapet anti-retour	Autoriser le passage du fluide dans un seul sens

### 1.6.1 Le réservoir

Le réservoir de la centrale hydraulique a pour fonction de :

- stocker le fluide de manière étanche,
- refroidir le fluide et homogénéiser sa température,

✓ Supporter des accessoires :

- Reniflard
- Filtre d'aération (souvent intégré au reniflard)
- Niveau
- Thermomètre

#### 1.6.1.1 Symbole



#### 1.6.1.2 Capacité

Le volume de fluide stocké dans le réservoir est de l'ordre de 2 à 3 fois la valeur du débit maximal (en l/min) utilisé.

#### 1.6.1.3 Constitution

L'équipement minimum que l'on trouve sur un réservoir se compose :

- d'un orifice de remplissage avec tamis.
- d'un reniflard avec filtre d'aération.
- d'orifice de purge.
- d'un pré-filtre (crépine) à l'aspiration des pompes.
- d'un témoin de niveau d'huile.



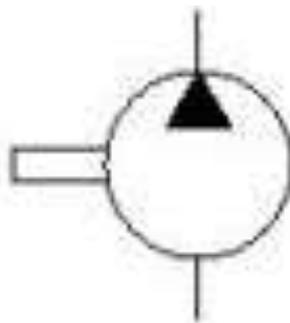
**Figure 1.8** Réservoir hydraulique.

## 1.6.2 La pompe

La pompe hydraulique transforme l'énergie mécanique en énergie hydraulique. Il s'agit d'un dispositif qui prend de l'énergie d'une source (par exemple le moteur thermique, moteur électrique, etc.) et transforme cette énergie sous forme hydraulique.

La pompe hydraulique prend l'huile hydraulique d'un réservoir de stockage et la pousse dans un circuit hydraulique sous forme de débit ainsi toutes les pompes hydrauliques produisent un débit d'huile de la même façon.

### 1.6.2.1 Symbole



### 1.6.2.2 Types des pompes hydrauliques :

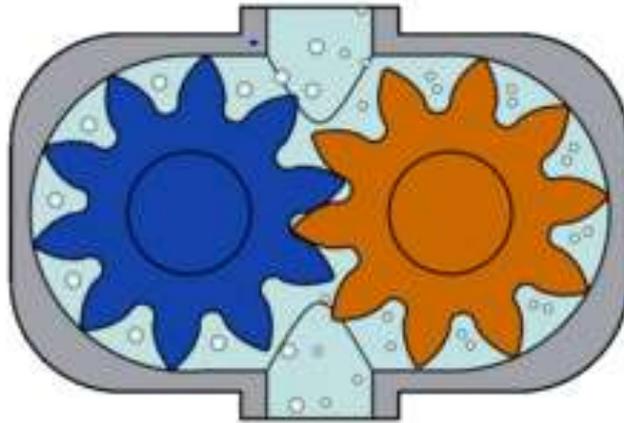
Les pompes hydraulique sont divers , on va cité dans ce qui suit uniquement les plus utilisés dans les presses hydrauliques

#### a) Pompe à engrenage :

Les pompes hydrauliques à engrenage sont des dispositifs permettant de transvaser ou alors d'augmenter la pression d'un fluide, ce sont également les dispositifs de pompage les plus utilisés pour effectuer ces opérations. Il existe deux types des pompes à engrenage :

- **Pompe à engrenage externe :**

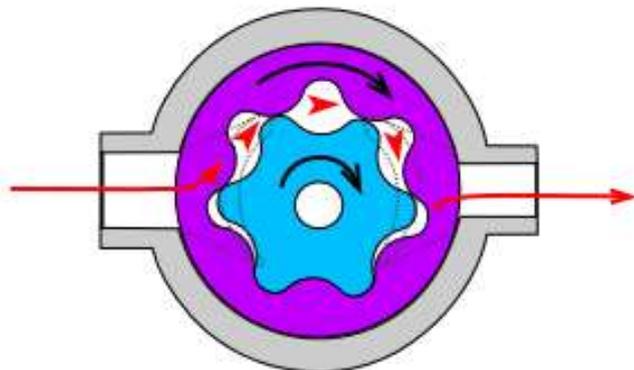
Les pompes à engrenage externe comportent deux roues dont les dentures couvrent les circonférences. Ces roues s'engrènent tout en effectuant des rotations opposées. Pour la roue menant, elle est directement soumise au mouvement du moteur. Quant à la roue menée, elle subit juste l'action de la roue menant par engrenage.



**Figure 1.9** Pompe à engrenage externe.

- **Pompe à engrenage interne**

Ces types de pompes hydrauliques à engrenage possèdent plutôt un pignon et un rotor à denture interne. Ce dernier couvre notamment la circonférence du corps de la pompe.



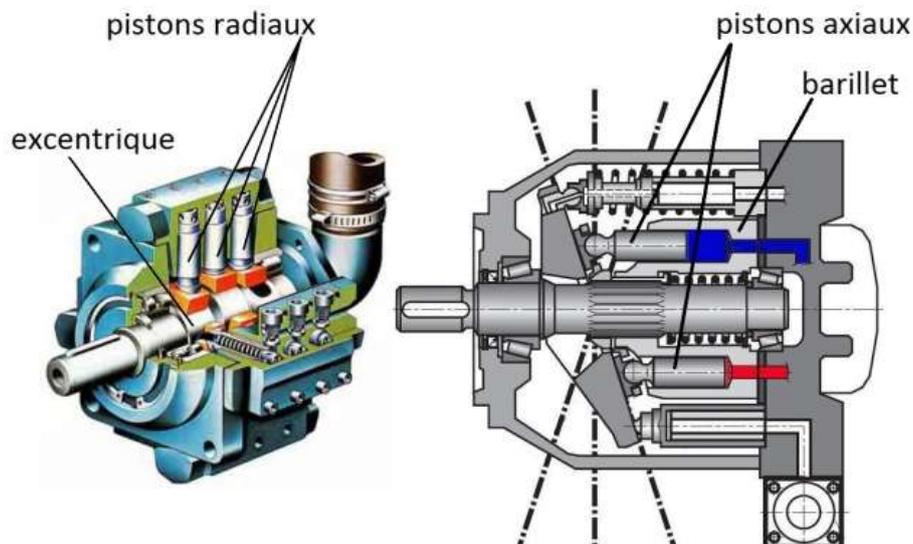
**Figure 1.10** Pompe à engrenage interne.

**b) Pompe à piston :**

Ce type de pompe utilise un piston couissant de manière étanche dans un cylindre pour repousser un fluide, admis précédemment dans le cylindre par l'intermédiaire d'un clapet, d'une soupape ou d'une lumière, grâce à l'aspiration provoquée par le recul du piston.

Les performances sont élevées :

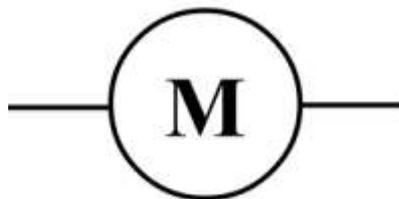
- Pression plusieurs milliers de bar notamment pour le découpage jet d'eau.
- Débit jusqu'à 500 litres/min.
- Rendement  $> 0,95$ .



**Figure 1.11** Pompe à piston.

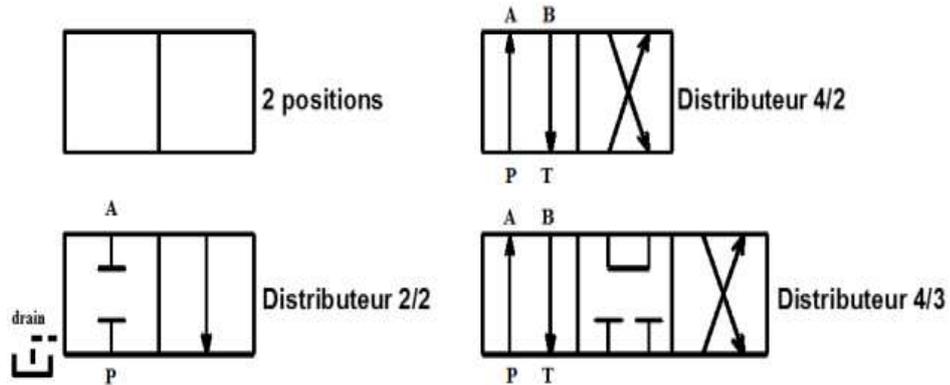
**1.6.3 Moteur électrique**

C'est une machine qui transforme l'énergie électrique en énergie mécanique, ce rôle dans un circuit hydraulique est d'entraîner la pompe.



**1.6.4 Le distributeur**

C'est un préactionneur qui dirige le fluide dans le circuit selon l'utilisation.



**Les vérins hydrauliques**

Sont des actionneurs transforme l'énergie hydraulique de pression en énergie mécanique qui nous pouvons l'utiliser pour plusieurs opérations.

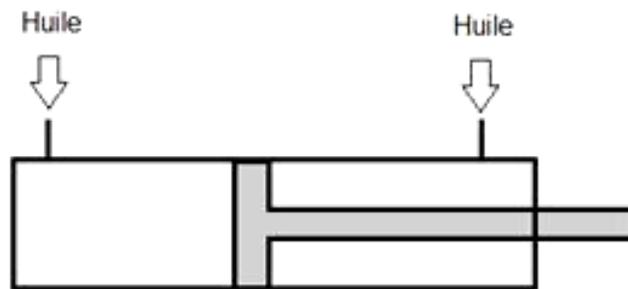


Figure 1.12 Vérin hydraulique.

**1.6.5 Régulateurs de pression**

Sont des limiteurs de pression qu'ils ont deux rôles principaux :

- Maintenir la pression du système au niveau souhaitée.
- La protection de la pompe.

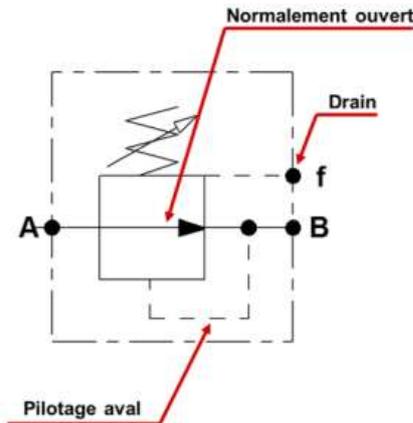
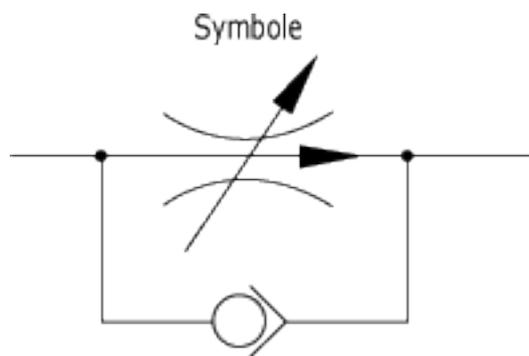


Figure 1.13 Régulateur de pression.

### 1.6.6 Etrangleur hydraulique (régulateur de débit)

Joue le rôle de limité le débit pour la commande de la vitesse de vérin.



### 1.7 Conclusion

Le premier chapitre expose les différents types de presse partant de la presse pneumatique, mécanique et hydraulique ainsi que leurs avantages et inconvénients. Les principaux éléments qui composent le circuit hydraulique ont été décrits.

# **2 Chapitre**

## **Généralités sur le pliage**

## 2.1 Introduction

Le pliage est un poste de travail que l'on trouve dans l'industrie presque toutes les usines ou tous les postes de travail qui manipulent de la tôle.

Elle soulève des défis majeurs à plusieurs égards :

- ✓ Respect des tolérances dimensionnelles (nombreux facteurs comme les matériaux pliés) des produits fabriqués,
- ✓ Gestion du temps de production (le pliage est souvent un goulet d'étranglement usine/atelier),
- ✓ Optimisation du coût des pièces fabriquées (l'opérateur joue le rôle le plus important).

## 2.2 Définition

Le pliage est une opération de formage à froid de tôles planes par déformation permanente. Pour cela, il faut tout d'abord placer la tôle sur une matrice (ou vée), appuyée contre des butées réglées auparavant, puis on applique une force sur une partie de la tôle grâce à un poinçon (ou contre-vee).

L'effort nécessaire à l'obtention du pli dépend de la limite élastique du métal, de l'épaisseur de la tôle, et de la longueur et de la direction du pli.

Il existe plusieurs méthodes de pliage : le pliage en V, le pliage par encastrement, le pliage par cambrage en U, le pliage en l'air et le pliage en frappe.

## 2.3 Les différents types de pliage

### 2.3.1 Pliage en V

Le pliage est effectué dans une matrice en forme de V.

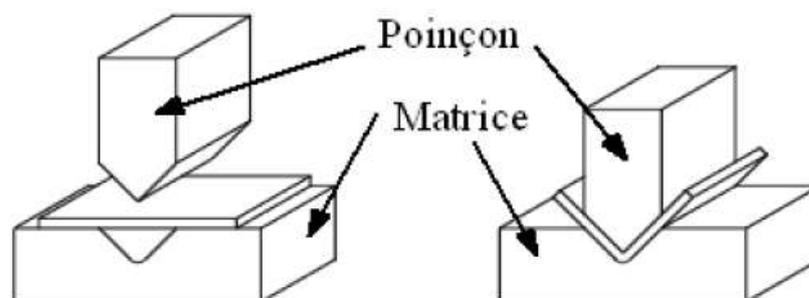


Figure 2.1 Pliage en V.

2.3.2 Pliage en U

Comprend un serre-flan mobile qui bloque la matière sous le poinçon et évite les glissements de la tôle pendant la mise en forme entre les matrices.

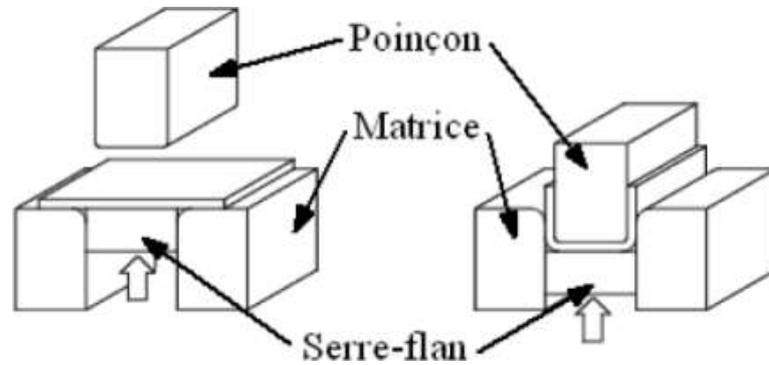


Figure 2.2 Pliage en U.

2.3.3 Pliage en L

Consiste à plier un flan en porte à faux à 90° maintenu entre la matrice et le serre-flan.

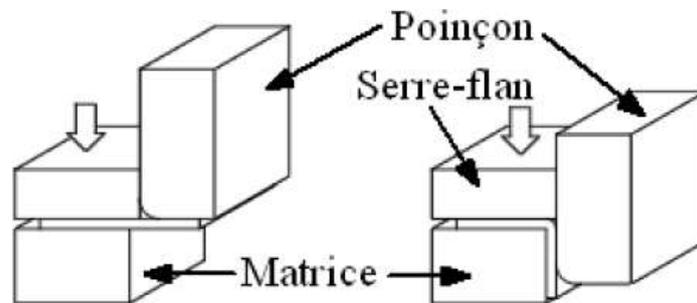


Figure 2.3 Pliage en L.

La tôle est élastique et reprend partiellement sa forme d'origine lorsqu'elle est déformée. C'est ce qu'on appelle le retour élastique. Lors du pliage, la partie extérieure de la tôle est étirée au niveau des plis et la partie intérieure est comprimée.

2.4 Le retour élastique

La tôle est dite élastique (de manière variable), ce qui signifie qu'elle va plus ou moins reprendre sa forme initiale après déformation.

Lors du pliage en l'air, il faut tenir compte de ce retour élastique, en diminuant l'angle du poinçon. En effet, l'angle terminal est égal à l'angle du vé + le retour élastique.

De plus, il faut faire attention au sens de laminage des tôles, puisque le retour élastique est plus grand si l'on plie perpendiculairement au sens de laminage.

Pour une précision optimale, il est indispensable de connaître l'angle de retour élastique de la tôle que l'on s'apprête à former. Il est obtenu soit en faisant des essais, soit en utilisant un abaque, soit par calcul.

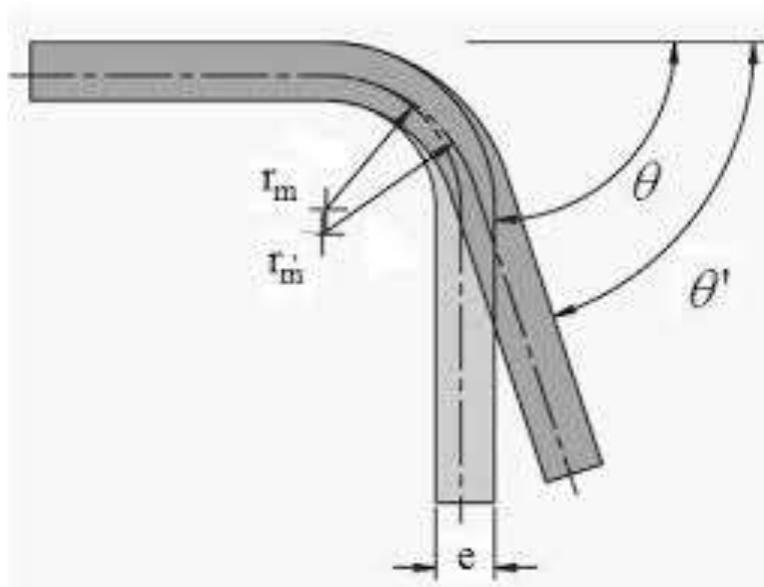


Figure 2.4 Le retour élastique.

## 2.5 Les techniques utilisées pour le pliage des tôles

### 2.5.1 La technique du pliage en l'air

Le pliage en l'air est généralement la plus utilisée, puisqu'elle demande peu d'effort relativement au pliage en frappe. Dans cette technique la tôle est enfoncée dans la matrice sans atteindre le fond du vé pour obtenir l'angle désiré

### 2.5.2 La technique du pliage en frappe

Aussi appelée pliage en fond de matrice implique l'application d'une très grande force qui dépasse la caractéristique élastique de la tôle. Elle est recommandée pour les tôles d'une épaisseur de 2 mm maximum.

Un pliage en l'air est d'abord réalisé puis la tôle est enfoncée au fond de la matrice pour obtenir la forme désirée. Le pliage en frappe permet de réaliser un pliage avec un angle très précis et l'angle de la matrice et du poinçon correspond ici à l'angle de pliage. L'avantage de cette technique est qu'elle permet de réduire le retour élastique du métal.

### 2.5.3 Le pliage par encastrement

Technique réalisée via une plieuse universelle ou à sommier, où la tôle est placée entre un sommier presseur et une table de pliage.

### 2.5.4 Le pliage par cambrage

Technique utilisant une matrice creusée comme un moule

## 2.6 Paramètres qui affectent le processus de pliage

Pour obtenir le produit fini, vous devez définir les paramètres principaux suivants :

### 2.6.1 Le rayon de la matrice de pliage

Pour éviter de couper ou d'étirer le pli, le rayon de la matrice doit être plus de deux fois l'épaisseur de la feuille.

$$r \geq 2e \quad (2.1)$$

### 2.6.2 Le jeu de pliage

Lors de la conception d'outils de pliage, il est nécessaire de prévoir un jeu de pliage entre les bords de la ligne verticale extérieure du poinçon et le bord intérieur de la matrice. Le jeu doit être le même Épaisseur de tôle et marge d'erreur maximale.

$$J \geq e + \text{tolérance max} \quad (2.2)$$

### 2.6.3 Effort de pliage L

On pratique, en supposant que l'effort nécessaire pour former un pli est égal au dixième de l'effort nécessaire pour couper la tôle à cet endroit.

$$F = \frac{e \times L \times R_c}{10} \quad (2.3)$$

$e$  : L'épaisseur de la tôle.

$L$  : La longueur de la ligne de cambrage,  $R_c$  : Résistance de la tôle au cisaillement (daN /mm<sup>2</sup>).

## 2.7 L'outillage de pliage

L'opération de pliage est réalisée par une machine appelée presse plieuse. Les types des presses plieuses les plus couramment utilisées sont :

- ✓ **La plieuse à tablier** : Cette machine est parfaite pour les petits ateliers de tôlerie.
- ✓ **Les presses plieuses** : sont des machines très puissantes utilisées pour pliage des tôles de toutes épaisseurs.

## 2.8 La méthode de fibre neutre

En résistance des matériaux (RDM) et en chaudronnerie, la fibre neutre est de manière générale la réduction par la pensée d'une structure, ou plus souvent d'une de ses représentations possible, en un équivalent filiforme figurant la structure entière de manière suffisamment fidèle dans une opération donnée, à la façon dont le centre de gravité peut de manière adéquate se substituer à l'objet complet dans un calcul de forces.

## 2.9 La presse plieuse

### 2.9.1 Définition

Une presse plieuse est une machine-outil utilisée en chaudronnerie et en métallerie pour plier la tôle ; elle est constituée d'un poinçon (contre-vé) et d'une matrice en forme de V (vé), de U, ou de tout autres forme en fonction du profil recherché ; la tôle est entre le vé et le contre-vé (on parle de pénétration lorsque la tôle rencontre le poinçon) ; le contre-vé descend formant alors le pli.

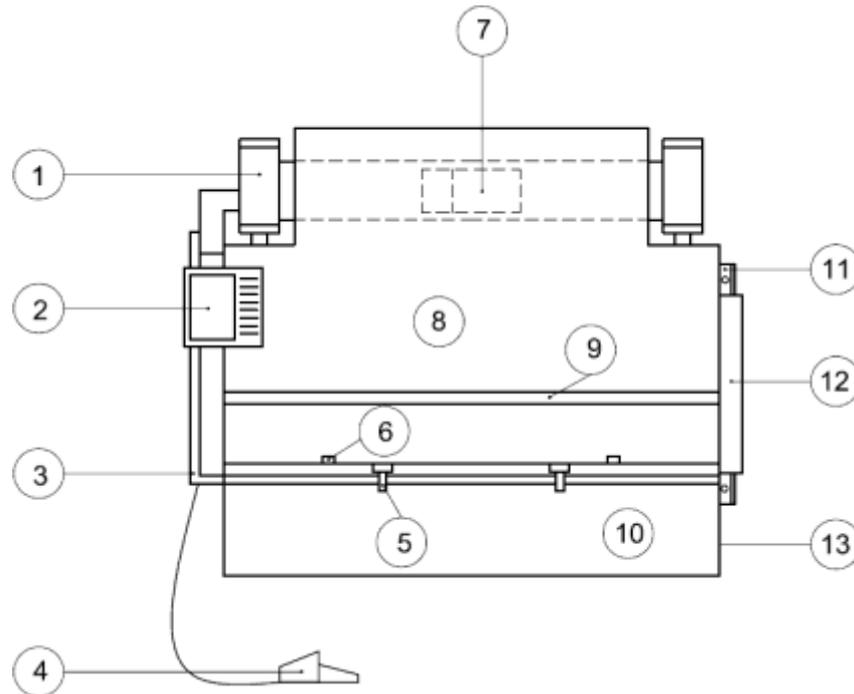


Figure 2.5 Presse plieuse.

**2.9.2 Principe de fonctionnement**

La tôle est généralement présentée de l'avant, face à la machine, par un ou plusieurs opérateurs. Le pliage de la tôle se fait par rapprochement de deux tabliers dont un seul est mobile, le plus souvent le tablier supérieur.

Pendant le pliage, le tablier mobile est animé d'un mouvement dirigé de haut vers le bas. La tôle est en principe maintenue sur des butées arrière et accompagnée à la main pendant son mouvement de relèvement lors du pliage, si elle risque de se déformer.



**Figure 2.6** Composants d'une presse plieuse hydraulique EN12622 (2001)

**Nomenclature**

1-Vérin de pression, 2-Tableau de contrôle, 3-Armoire de commande électrique, 4-Pédale à pied , 5-Console support pièce, -6-Butée arrière, -7-Système hydraulique, -8-Tablier mobile 9-Outil-11-Protecteur latéral, 10-Table-12-Rideaux lumineux, 13-Bâti--

**2.9.3 Les différents types de pliages par une presse plieuse**

Sur une presse plieuse il est possible de faire deux types de pliage :

**2.9.3.1 Le pliage en l'air**

Le pliage en l'air est utilisé pour courber la lame de tôle les deux arêtes du vé et l'extrémité du poinçon.

Dans cette opération, la matrice peut aussi être en U et dans d'autres formes. Comme la lame est plus élastique, il faut prévoir un angle plus fermé dans le pliage : le contre-vé doit descendre jusqu'à  $95^\circ$  si l'on veut obtenir un pli à  $90^\circ$ , car la tôle va sûrement revenir en arrière lorsque le contre-vé s'enlève.

Cependant, cette marge à prendre doit être calculée en fonction de l'épaisseur de la lame et sa résistance mécanique. Il faut aussi prendre en compte la longueur du pli et l'ouverture du vé.

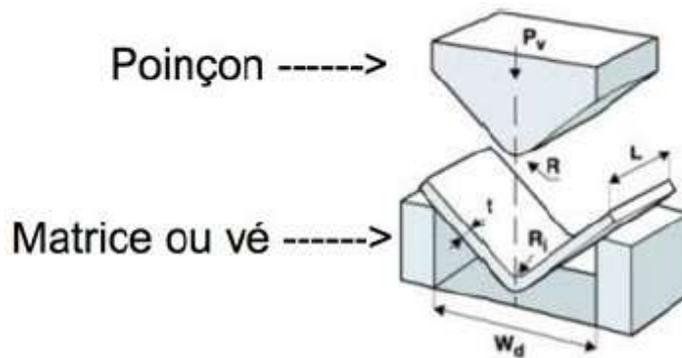


Figure 2.7 Pliage en l'air.

### 2.9.3.2 Le pliage en frappe

Une presse plieuse peut aussi effectuer un pliage en frappe que l'on appelle aussi pliage en fond de matrice. Pour cette opération, le contre-vé plie la lame de métal jusqu'à supprimer son élasticité. On appelle ce phénomène forgeage à froid. La machine nécessite une plus grande force pour arriver au résultat voulu, la lame de tôle peut passer par le pliage en l'air.

Cette méthode est utilisée pour rabattre les tôles ayant une épaisseur supérieure 2 mm.

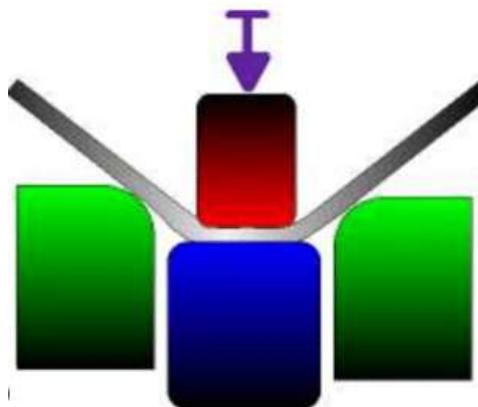


Figure 2.8 Pliage en frappe.

2.9.4 Quelques opérations effectuées par une presse plieuse

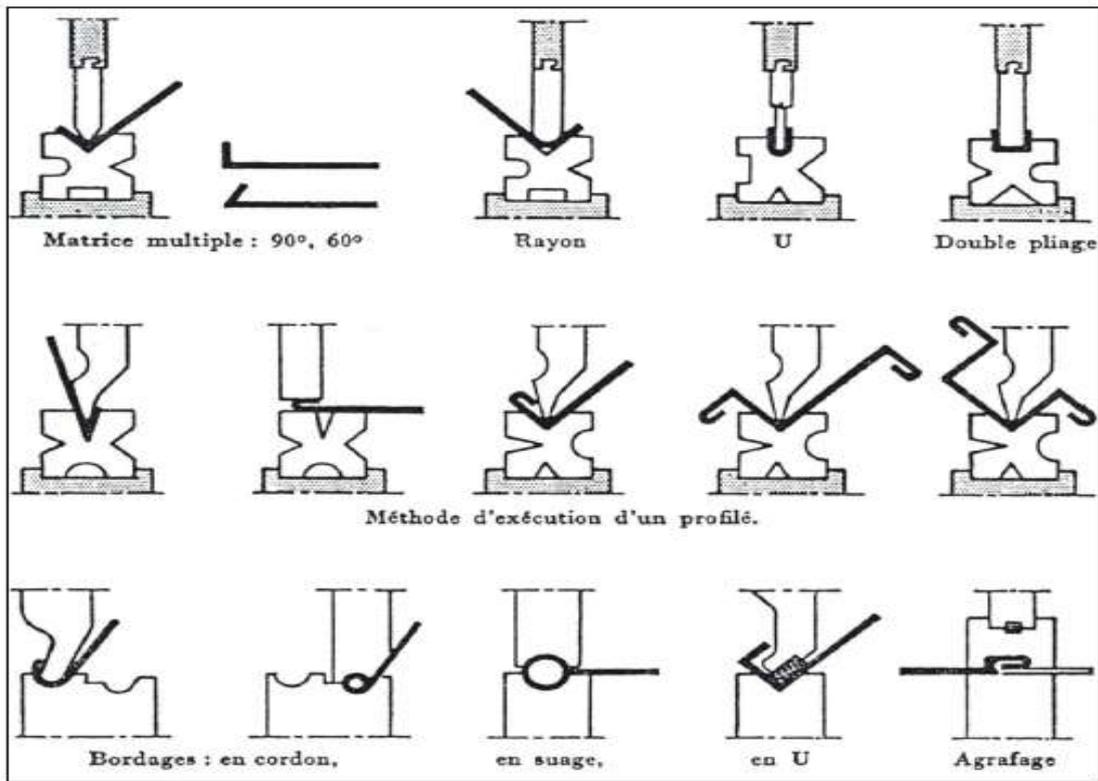


Figure 2.9 Quelques opérations effectuées par une presse plieuse.

2.10 Le flambage d'un vérin

Le flambage est régulièrement évoqué lorsque l'on parle d'un vérin. C'est plus particulièrement au niveau de la tige d'un vérin, lorsqu'il est sorti, que les efforts de compression ont tendance à provoquer le flambage.

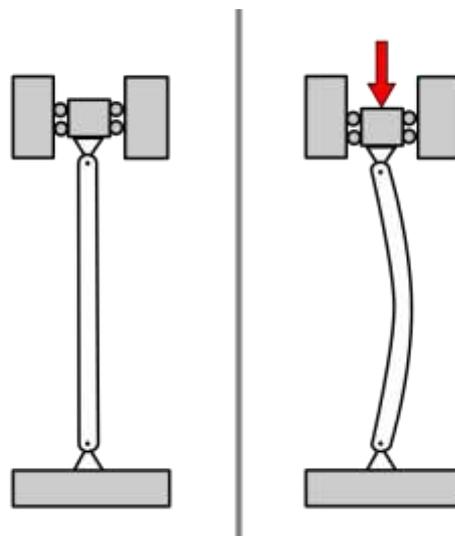


Figure 2.10 Flambage d'un vérin.

Prenons un vérin, ce vérin peut être soumis à deux forces principales :

- La première est située dans l'axe de la tige dite axiale (flèche rouge).
- La seconde est perpendiculaire à la tige et est appelée radiale (flèche verte).



- **Dans la position initiale rentrée**

La force axiale s'oppose directement à la sortie de la tige et côté fond la pression va augmenter jusqu'à ce que la tige sorte. On constate que ce vérin possède pour sa tige un certain nombre de guidage: le piston sur lequel elle est fixée, et à l'avant du vérin, le guidage où se trouve les joints d'étanchéité.

La force radiale elle va essayer de « plier » la tige, on parle alors de flexion. Elle est totalement indépendante de la force axiale et ne génère pas directement de montée en pression dans les chambres du vérin. En effet elle aura pour effet d'augmenter les frottements sur le guidage à l'avant ainsi que sur le piston, et par conséquent on constatera tout de même une pression nécessaire pour vaincre ces frottements lors des mouvements.

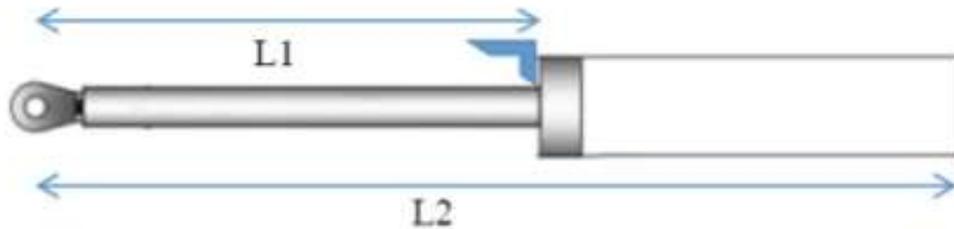
Le flambage sera en lien avec la force axiale. Avec cette force axiale on va mettre en compression la tige avec, d'un côté la force mécanique rouge et de l'autre la force générée par la pression hydraulique dans la chambre arrière.

- **Dans la position totalement sortie**

C'est dans cette position que le phénomène de flambage va apparaître le plus facilement. Soumis à l'effort de compression dû à l'effort axial la tige est en compression. L'huile contenue côté fond est en pression.



La fixation mécanique sur le vérin est particulièrement importante dans la détermination du flambage. C'est la longueur « L » entre l'application de la force et la fixation qui entrera dans le calcul du flambage. Ainsi entre une fixation sur le nez de vérin (L1) et une fixation en fond de vérin (L2) on voit clairement un risque plus important sur le montage L2.



- **Calcul de flambage :**

Pour dimensionner les tiges de vérin, on applique la formule de la charge critique d'Euler  $F_C$  qui donne la charge maximum admissible :

$$F_c = \frac{\pi^2 \times E \times I_G}{L^2} \quad (2.4)$$

E : module de Young.

$I_G$  : moment quadratique de la section de la tige.

L : Longueur libre de flambage  $L = \text{Course} \times K$ .

K : Le facteur K dépend du mode de fixation du vérin et du type de guidage de l'extrémité de la charge, Ces coefficients sont en général donnés sous forme de tableau par les constructeurs de vérins.

## 2.11 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons fait une étude théorique sur le pliage des tôles, en commençant dans un premier temps par la définition de pliage, ensuite nous avons mentionné les différents types et techniques de ce dernier, enfin nous avons parlé sur la presse plieuse et le flambage des tiges des vérins.

## **3 Chapitre 3**

# **Dimensionnement de circuit hydraulique d'une presse plieuse**

### 3.1 Introduction

Ce chapitre fournit les étapes de base pour déterminer les dimensions d'un circuit hydraulique d'une presse plieuse.

### 3.2 Problème

Vue l'importance des presses hydrauliques tant dans l'industrie de tous les secteurs et dans les ateliers, et sur la base d'une recherche bibliographique, nous avons choisis pour l'étude de la presse plieuse des caractéristiques suivantes:

#### Les caractéristiques de la presse (JORDI TECH ET INNOVATION)

- ✓ Force nominal : 50 TN.
- ✓ Longueur de Pliage : 1250mm.
- ✓ Course du poinçon : 160mm.
- ✓ Vitesse d'approche : 100 mm/s.
- ✓ Vitesse de travail : 9 mm/s.
- ✓ Vitesse de retour : 90 mm/s.

### 3.3 Ordre d'opération

Le pliage se fait en trois étapes, la phase d'approche avec descente rapide du vérin, La phase de travail correspondant au pliage proprement dit à basse vitesse et un retour avec une vitesse de 90mm/s.

### 3.4 Dimensionnement des organes du circuit

#### 3.4.1 La force nécessaire au pliage « $F_p$ »:

La force de pliage dépend de la résistance à la rupture par extension du matériau, de son épaisseur et de l'ouverture du vé.

Pour l'acier de construction mécanique **CP350** :  $R_m = 350 \text{ à } 500 [N/mm^2]$ ,

Afin de dimensionner la presse plieuse, prenons la  $R_m = 400 [N/mm^2]$  de l'acier Construction mécanique et d'épaisseur de référence "e" = 4[mm].

Comme :  $= 8 \times e = 32[mm]$

$$Fp = \frac{Rm \times e^2}{V} \times \left(1 + \frac{4 \times e}{V}\right) \quad (3.1)$$

$$Fp = \frac{400 \times 4^2}{32} \times \left(1 + \frac{4 \times 4}{32}\right) = 30000[daN/m]$$

$$Fp = 30000[daN/m]$$

Il s'agit de la force nécessaire pour plier la tôle d'acier de construction mécanique d'épaisseur 4mm sur une longueur de 1m. Pour dimensionner les organes de la presse, posons la force de pliage

$$F_p = 30000[daN/m] \approx 30[T/m].$$

Donc la force de chaque vérin est :  $15000[daN/m] = 15[T/m]$ .

### 3.4.2 Dimensionnement des vérins à double effet

#### 3.4.2.1 Détermination de la tige du vérin

La longueur libre (ou flambage) du vérin est

$$L_f = C \times K \quad (3.2)$$

Avec : -  $K$  : coefficient du mode de fixation donné

-  $C$  : course des vérins.

Les vérins sont à fixation sur pattes avec tige guidée. Sur le tableau précédent,  $K = 2$ . Donc :

$$L_f = 2 \times 160 = 320mm$$

Pour la détermination du diamètre de la tige "d" nous utilisons l'abaque de la figure 3.2 :

D'après l'abaque précédente qui permette la détermination du diamètre de la tige "d" en fonction de l'effort de pliage et de la longueur de flambage on trouve :  $d = 56mm$  et le diamètre d'alésage est de 100mm.

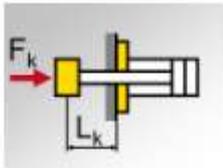
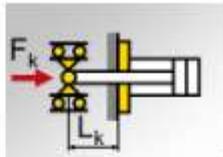
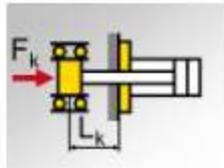
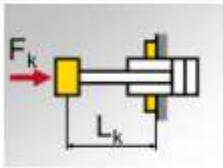
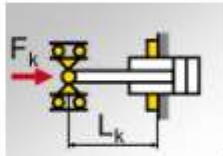
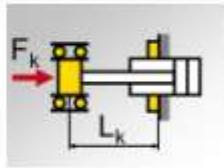
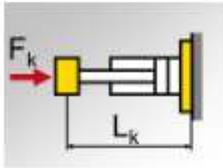
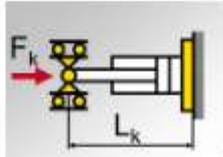
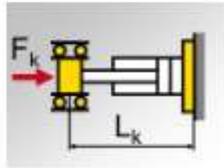
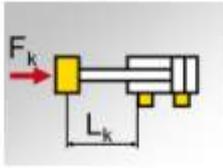
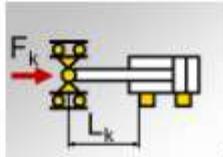
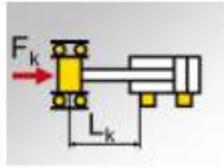
Fixation du vérin	Fixation de la tige de piston		
	tige avec fixation libre	tige avec fixation articulée	tige avec fixation guidée
Fixation sur la côté avant, p. ex. bride	 $x=0,25$	 $x=2$	 $x=4$
Fixation avec bride intermédiaire	 $x=0,25$	 $x=2$	 $x=4$
Fixation sur la côté arrière, p. ex. bride	 $x=0,25$	 $x=2$	 $x=4$
Fixation à pattes	 $x=0,25$	 $x=2$	 $x=4$

Figure 3.1 Détermination du coefficient du mode de fixation "K".

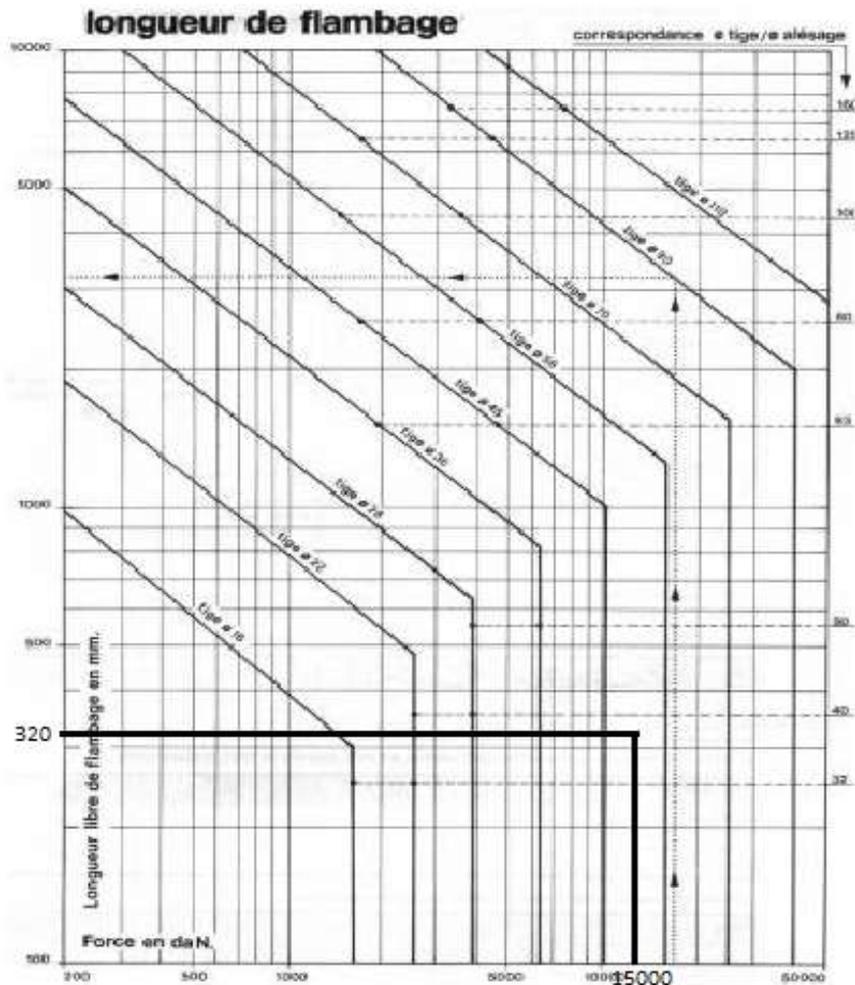


Figure 3.2 Détermination du diamètre de la tige.

### 3.4.2.2 Calcul de la valeur de la pression

$$P = \frac{F}{S} \quad (3.3)$$

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

$$P = \frac{15000 \times 4}{3,14 \times 10^2}$$

$$P = 191.08 \text{ [bars]}$$

### 3.4.2.3 Calcul du débit

Ce calcul est pour les deux vérins ( $\emptyset 56 \times 100$ )

On a :  $S_{piston} = 78.54 \text{ [cm}^2\text{]}$

$$S_{annulaire} = 53.90 [cm^2]$$

a) Débit nécessaire pour l'approche ( $V_a = 100[mm/s]$ )

$$Q_a = S_{piston} \times V_a = 78.54 \times 10 = 785.4 [cm^3/s]$$

$$\text{Donc : } Q_a = 47.1 [l/mn]$$

b) Débit nécessaire pour le pliage ( $V_p = 9[mm/s]$ )

$$Q_p = S_{piston} \times V_p = 78.54 \times 0,9 = 70.69 [cm^3/s]$$

$$\text{Soit : } Q_p = 4.2 [l/mn]$$

c) Débit nécessaire pour le retour du vérin ( $V_r = 90[mm/s]$ )

$$Q_r = S_{annulaire} \times V_r = 53.9 \times 9 = 485.1 [cm^3/s]$$

$$\text{Donc : } Q_r = 29.1 [l/mn]$$

### 3.4.3 La tuyauterie

Le dimensionnement de la tuyauterie dans un circuit hydraulique est très important car elle transporte la puissance aux organes de ce circuit, et on prend la valeur maximale du débit  $Q$  circulant dans le circuit.

Le débit dans la conduite de refoulement est alimenter les deux vérins, donc :

$$Q = 47.1 \times 2 = 94.2 [l/mn] = 1566,7 [cm^3/s]$$

La vitesse d'écoulement courante recommandée dans l'hydraulique industrielle est donnée par le tableau suivant :

**Tableau 3.1** La vitesse du fluide dans la conduite.

Pression de service	Refoulement	Retour	Aspiration
< 150 bars	3 à 4 [m/s]	2 à 3 [m/s]	0.8 à 1 [m/s]
< 250 bars	4 à 5 [m/s]	2 à 3 [m/s]	0.8 à 1 [m/s]
> 250 bars	5 à 7 [m/s]	2 à 3 [m/s]	0.8 à 1 [m/s]

On a :

$$S_{int} = \frac{Q}{V} \quad (3.4)$$

Avec :

- $S_{int}$  : La section intérieure de la conduite.
- $V$  : La vitesse du fluide circulant dans la conduite.

Donc le diamètre intérieur de la conduite est donné par la formule suivante :

$$D_{int} = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V}} \quad (3.5)$$

➤ Dans les conduites de refoulements :  $V_p = 5[m/s]$ , Donc :

$$D_{r.int} = \sqrt{\frac{4 \times 1566.7}{3.14 \times 500}} = 2cm = 20 mm$$

Dans les conduites de retour :  $V_r = 3[m/s]$ , Donc :

$$D_{r.int} = \sqrt{\frac{4 \times 1566.7}{3.14 \times 300}} = 2.6cm = 26 mm$$

➤ Dans les conduites d'aspiration:  $V_a = 1[m/s]$ , Donc :

$$D_{a.int} = \sqrt{\frac{4 \times 1566.7}{3.14 \times 100}} = 4.47 cm = 44.7 mm$$

D'après le constructeur PARKER La sélection du tube se fait en prenant le nombre le plus près des diamètres intérieurs dans la table suivante :

**Tubes EO acier St. 37.4 (Catalogue 4000/F. Parker):**

de Ø ext. tube mm	tolérance	E épaisseur paroi mm	di Ø int. tube mm	Pression de service bar		Pression d'éclatement	Poids kg/m
				DIN 2413 I	DIN 2413 III		
20	± 0,08	1,5*	17	212	191	570	0,684
• 20		2,00	16	282	249	920	0,888
20		2,50	15	353	305	1 220	1,079
20		3,00	14	373	358	1 450	1,258
20		3,50	13	426	410	1 720	1,424
20		4,00	12	478	460	2 080	1,578
22	± 0,08	1*	20	128	118	370	0,518
• 22		1,50	19	192	174	590	0,758
• 22		2,00	18	256	228	850	0,986
22		2,50	17	320	280	1 040	1,202
22		3,00	16	385	329		1,406
25	± 0,08	2,00	21	226	202	670	1,134
• 25		2,50	20	282	249	920	1,387
25		3,00	19	338	294	1 050	1,628
25		4,00	17	394	379	1 520	2,072
25		4,50	16	437	420	1 780	2,275
25		5,00	15	478	460	2 120	2,466
28	± 0,08	1,50	25	151	139	450	0,980
• 28		2,00	24	201	182	620	1,282
28		2,50	23	252	224	770	1,572
28		3,00	22	302	265	920	1,850
28		4,00	20	403	343		2,368
28		5,00	18	434	417		2,836
30	± 0,08	2*	26	188	171	620	1,381
30		2,50	25	235	210	770	1,695
30		3,00	24	282	249	920	1,998
30		4,00	22	376	323	1 250	2,565
30		5,00	20	409	393	1 580	3,083
35	± 0,15	2,00	31	161	147	470	1,628
35		2,50	30	201	182	620	2,004
35		3,00	29	242	216	720	2,367
35		4,00	27	322	281	960	3,058
35		5,00	25	403	343		3,699
35		6,00	23	419	403		4,291
38	± 0,15	2,5*	33	186	168	550	2,189
38		3,00	32	223	200	660	2,589
38		4,00	30	297	261	970	3,354
38		5,00	28	371	319	1 350	4,069
38		6,00	26	390	375		4,735
38		7,00	24	446	429		5,352
42	± 0,2	2*	38	134	124	390	1,973
42		3,00	36	201	182	580	2,885
42		4,00	34	269	238	850	3,749
50	± 0,2	6,00	38	338			6,511
50		9,00	32	437			9,100
65	± 0,3	8,00	49	347			11,246
80	± 0,35	10,00	60	353			17,263

Tableau 3.2 Diamètre extérieur en diamètre intérieure selon DIN2414 III.

### 3.4.4 Détermination des pertes de charges

En mécanique des fluides, une perte de charge est liée à un frottement qui est le résultat de la viscosité des fluides. Un fluide parfait sans viscosité ne va pas générer de perte de charge. En revanche, certains fluides vont rencontrer une résistance en écoulement.

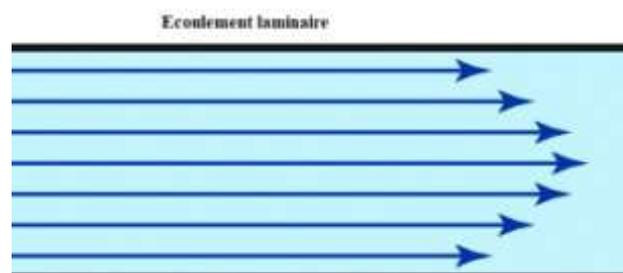
Autrement une perte de charge est une chute de pression (de vitesse) d'un fluide en mouvement dans un canal, un tube, un conduit ou tout autre appareil de réseau de fluide.

Dans tous les cas, les pertes de vitesse du fluide peuvent s'expliquer par :

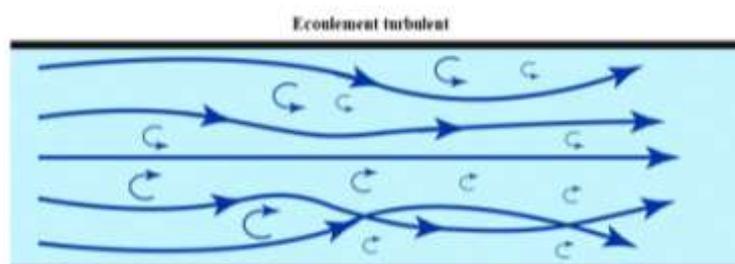
- la vitesse du fluide (plus un fluide a une vitesse faible, plus la perte de charge sera faible)
- les frottements dus à la viscosité du fluide
- la rugosité des parois de la canalisation ou du tube
- la variation de vitesse des éléments
- le diamètre de la conduite

Pour un écoulement ils existent deux régimes principaux sont :

- 1) **Régime laminaire** : est le mode d'écoulement d'un fluide où l'ensemble du fluide s'écoule plus ou moins dans la même direction.



- 2) **Régime turbulent** : est un régime d'écoulement en dynamique des fluides caractérisé par des changements chaotiques de pression et de vitesse d'écoulement.



Pour connaître quel régime d'écoulement il faut calculer le nombre de Reynolds qui permet de donner approximativement la frontière entre les deux types d'écoulement. Tel que :

$$Re = \frac{V \times d}{\nu} \quad (3.6)$$

Avec :

Re : Le nombre de Reynolds

d : le diamètre intérieure de la conduite en [cm]

V : la vitesse de l'écoulement [m/s]

$\nu$  : la viscosité cinématique du fluide [cst] ou [mm<sup>2</sup>/s]

Si :  $Re < 2000$  : l'écoulement est laminaire.

$Re > 2000$  : l'écoulement est turbulent.

La détermination de ce nombre est permette de calculer la perte de charge qui a donner par l'expression suivante :

$$\Delta P = \lambda \times \frac{L}{d} \times \frac{\rho}{2} \times V^2 \quad (3.7)$$

Avec :

$\lambda$  : Coefficient de perte de charge

L : la longueur de la conduite [m]

$\rho$  : la masse volumique de le fluide [kg/m<sup>3</sup>]

Pour un écoulement laminaire :

$$\lambda = \frac{64}{Re} \quad (3.8)$$

Pour un écoulement turbulent :

$$\lambda = 0.316 \times Re^{-0.25} \quad (3.9)$$

### 3.4.5 Choix du fluide :

Il faut obtenir un régime laminaire dans toute la conduite de l'écoulement ( $Re < 2000$ ) et la viscosité du fluide doit être vérifiée la condition suivante :

$$v > \frac{V \times d}{2000} \quad (3.10)$$

➤ **Pour la tuyauterie de refoulement :**

D'où  $V_p = 5$  [m/s] et  $d_p = 20$  [mm]

$$v > \frac{500 \times 2}{2000} = 50 \text{ [cst]}$$

➤ **Pour la tuyauterie de retour :**

D'où  $V_r = 3$  [m/s] et  $d_r = 27$  [mm]

$$v > \frac{300 \times 2.7}{2000} = 40.5 \text{ [cst]}$$

➤ **Pour la tuyauterie d'aspiration:**

D'où  $V_a = 1$  [m/s] et  $d_a = 49$  [mm]

$$v > \frac{100 \times 4.9}{2000} = 24.5 \text{ [cst]}$$

Les fluides hydrauliques font l'objet de normes européennes (ISO) pour la définition et le comportement de leur viscosité. La viscosité cinématique est donnée en centiStokes [cst] =  $[\text{mm}^2/\text{s}]$  à  $40^\circ\text{C}$ .

Nous choisissons l'huile minérale comme un fluide hydraulique qui aura une viscosité supérieure à 50 [cst]. D'après la norme ISO, le fluide à utiliser est : ISO VG 68.

Un fluide dont la classification est ISO VG 68 a une viscosité à  $40^\circ\text{C}$  comprise entre 61.2 et 74.8 [cst] [26].

Tableau 3.2 Classification ISO de la viscosité des huiles.

Classes ISO de viscosité	Limites de viscosité cSt à 40°C	Valeur moyenne de la viscosité
ISO VG 2	1,98 à 2,42	2,2
ISO VG 3	2,88 à 3,52	3,2
ISO VG 5	4,14 à 5,06	4,6
ISO VG 7	6,12 à 7,48	6,8
ISO VG 10	9,00 à 11,0	10
ISO VG 15	13,5 à 16,5	15
ISO VG 22	19,8 à 24,2	22
ISO VG 32	28,8 à 35,2	32
ISO VG 46	41,4 à 50,6	46
ISO VG 68	61,2 à 74,8	68
ISO VG 100	90,0 à 110	100
ISO VG 150	135 à 165	150
ISO VG 220	198 à 242	220
ISO VG 320	288 à 352	320
ISO VG 460	414 à 506	460
ISO VG 680	612 à 748	680
ISO VG1000	900 à 1100	1000
ISO VG1500	1350 à 1650	1500

### 3.4.5.1 Perte des charges dans la tuyauterie :

#### ➤ Dans la tuyauterie de refoulement :

La longueur de la conduite est 2.8 [m]

Avec :  $V_p = 5$  [m/s] ,  $d_p = 20$  [mm]

$$Re = \frac{V_p \times d_p}{\nu} = \frac{500 \times 2}{0.68} = 1470.6$$

Alors :

$$\lambda = \frac{64}{1470.6} = 0.0435$$

$$\Delta_{pp} = \lambda \times \frac{L}{d} \times \frac{\rho}{2} \times V_p^2$$

$$\Delta_{pp} = 0.0435 \times \frac{2.8 \times 10^2}{2} \times \frac{900}{2} \times 5^2 \times 10^{-5} \approx 0.69[\text{bars}]$$

Comme le circuit de refoulement se divise en deux pour alimenter les deux vérins donc :

$$\Delta PP = 2 \times 0.69 = 1.38 \text{ [bars]}$$

➤ **Dans la tuyauterie de retour :**

La longueur de la conduite est 2.8 [m]

Avec :  $V_r = 3 \text{ [m/s]}$  ,  $d_r = 27 \text{ [mm]}$

$$Re = \frac{V_r \times d_r}{\nu} = \frac{300 \times 2.7}{0.68} = 1191.2$$

Donc : 
$$\lambda = \frac{64}{1191.2} = 0.054$$

Alors :

$$\Delta_{pr} = 0.054 \times \frac{3.3 \times 10^2}{2.7} \times \frac{900}{2} \times 3^2 \times 10^{-5} \approx 0.2673 \text{ [bars]}$$

➤ **Dans la tuyauterie d'aspiration:**

La longueur de la conduite est 0.6 [m]

Avec :  $V_q = 1 \text{ [m/s]}$  ,  $d_a = 49 \text{ [mm]}$

$$Re = \frac{V_a \times d_a}{\nu} = \frac{100 \times 4.9}{0.68} = 720.6$$

Donc : 
$$\lambda = \frac{64}{720.6} = 0.088$$

Alors : 
$$\Delta_{pa} = 0.088 \times \frac{0.6 \times 10^2}{4.9} \times \frac{900}{2} \times 1^2 \times 10^{-5} \approx 0.005 \text{ [bars]}$$

### 3.4.5.2 Perte de charge dans l'étrangleur à limiteur de débit (paroi mince)

➤ **La tuyauterie de refoulement**

On prendre :  $\xi = 1.93$

Donc : 
$$\Delta P_1 = 1.93 \times \frac{900}{2} \times 5^2 \times 10^{-5} \approx 0.22 \text{ [bars]}$$

Pour les deux vérins, donc on prendre deux limiteur de débit :  $\Delta P_1 = 0.22 \times 2 = 0.44 \text{ [bars]}$

➤ **La tuyauterie de retour :**

$$\Delta P_2 = 1.93 \times \frac{900}{2} \times 3^2 \times 10^{-5} = 0.0782 [\text{bars}]$$

### 3.4.6 Le diamètre de passage des limiteurs de débit

On à :

$$Q = V \times S \quad (3.11)$$

Donc :

$$d = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V}}$$

➤ **La tuyauterie de Refoulement :**

Pour l'étape d'approche il faut utiliser un limiteur de débit d'un diamètre :

$$da = \sqrt{\frac{4 \times 2Qa}{\pi \times Va}} = 20 [\text{mm}]$$

Pour le pliage il faut utiliser un limiteur de débit d'un diamètre :

$$dp = \sqrt{\frac{4 \times 2Qp}{\pi \times Va}} = 7.75 [\text{mm}]$$

➤ **Le retour :**

Pour le retour le diamètre du limiteur de débit est de :

$$dr = \sqrt{\frac{4 \times 2Qr}{\pi \times Vr}} = 35.15 [\text{mm}]$$

### 3.4.7 La Pression de tarage "P0"

$$P_0 = P + \Delta P + \Delta P_1 + \Delta P_2 \quad (3.12)$$

Avec :

$$\Delta P = \Delta p_p + \Delta p_r + \Delta p_a = 0.9623 [\text{bar}]$$

Donc :

$$P_0 = 191.08 + 0.9623 + 0.44 + 0.0782 = 192.5603 [\text{bar}]$$

### 3.4.8 Déterminations des puissances

#### 3.4.8.1 La puissance nécessaire aux vérins

Il existe deux sortes de puissance :

- 1) La puissance hydraulique ( $P_{hyd}$ ).
- 2) La puissance requise pour les vérins ( $P_{req}$ ), Nous prenons le rendement égale à :  $\eta = 87\%$ .

##### a. Pour la sortie de la tige :

$$P_{hyd} = \frac{Q_s \times P}{600} = \frac{47.1 \times 191.08}{600} = 15[KW]$$

Alors :

$$P_{s.req} = \frac{P_{hyd}}{\eta} = \frac{15}{0.87} = 17.24[KW]$$

##### b. Pour la rentrée de la tige :

$$P_{hyd} = \frac{Q_r \times P}{600} = \frac{29.1 \times 191.08}{600} = 9.27[KW]$$

Alors :

$$P_{r.req} = \frac{P_{hyd}}{\eta} = \frac{9.27}{0.87} = 10.65[KW]$$

#### 3.4.8.2 Puissance perdu par les pertes des charges

##### a) Pour la sortie de la tige :

$$P_1 = \frac{\Delta P_3 \times Q_s}{600}$$

Tel que :  $\Delta P_3$  somme des pertes de charge dans la tuyauterie d'aspiration, de refoulement et aux niveaux des limiteurs de débit qui s'y trouvent.

$$\Delta P_3 = \Delta p_a + \Delta P_P + \Delta P_1 = 0.005 + 0.69 + 0.44$$

$$\Delta P_3 = 1.135 \text{ [bars]}$$

Donc :

$$P_1 = \frac{1.135 \times 47.1}{600} = 0.089[KW]$$

**b) Pour la rentrée de la tige :**

Aux pertes de charge dans les tuyauteries d'aspiration et de refoulement s'ajoutent celle au niveau de la conduite de retour et des limiteurs de débit.

$$P_2 = \frac{\Delta P_3 \times Q_s}{600} + \frac{\Delta P_4 \times Q_r}{600} + P_0 \times \frac{Q_s - Q_r}{600}$$

$$\Delta P_4 = \Delta P_r + \Delta P_2 = 0.2673 + 0.0782 = 0.3455 \text{ [bars]}$$

A.N :

$$P_2 = \frac{1.135 \times 47.1}{600} + \frac{0.3455 \times 29.1}{600} + 192.5603 \times \frac{47.1 - 29.1}{600}$$

$$P_2 = 5.92 \text{ [KW]}$$

**3.4.8.3 Puissance fournie par la pompe****a) Pour la sortie de la tige**

$$P_s = P_{s.req} + P_1$$

$$P_s = 17.24 + 0.089 = 17.329 \text{ [KW]}$$

**b) Pour la rentrée de la tige**

$$P_r = P_{r.req} + P_2$$

$$P_r = 10.65 + 5.92 = 16.57 \text{ [KW]}$$

**3.4.9 Calcul et choix de la pompe hydraulique**

La pompe est l'élément principal d'un circuit hydraulique, elle assure la circulation de l'huile vers les différents actionneurs par la production d'un débit hydraulique.

Pour un débit maximal  $Q = 94.2 \text{ [l/min]}$  et de pression total pour les deux vérins :  $P = 192.5603 \text{ [bars]}$ , donc il faut que la pompe ne fonctionne pas en charge on fixe la pression sur 200 bars.

Pour un moteur électrique tournant à 1700 tr/mn et un rendement de 87%, il faut une pompe de cylindrée :

$$Cyl = \frac{Q}{N} \quad (3.12)$$

$$Cyl = \frac{94.2 \times 10^3}{1700} = 55.41 [cm^3]$$

Sur le catalogue du constructeur (HYDRO LEDUC) pour les pompes à pistons, nous avons trouvé une pompe (TXV 60) de cylindrée 60 cm<sup>3</sup> et à travers cette valeur on va essayer de déterminer les différentes caractéristiques de la pompe.

Type de pompe	Sens de rotation	Cylindrée (1) maxi (cm <sup>3</sup> /tr)	Pression maxi de service (bar)	Pression maxi en pointe : 5% du temps (bar)	Couple à 300 bar (N.m)	Vitesse (2) maxi (tr/min)	Masse (kg)	Couple (3) de renversement (N.m)	
<b>► Gamme standard</b>									
TXV 40	0512950 0512955	SH SIH	40	400	420	225	3000	26	34
TXV 60	0512500 0512505	SH SIH	60	400	420	335	2600	26	34
TXV 75	0512510 0512515	SH SIH	75	400	420	420	2000	26	34
TXV 92	0512520 0512525	SH SIH	92	400	420	515	1900	26	34
TXV 120	0515700 0515705	SH SIH	120	380	400	675	2100	26	34
TXV 130	0515300 0515515	SH SIH	130	365	380	730	2100	28,2	36
TXV 150	0518600 0518605	SH SIH	150	310	330	840	2000	28,2	36
TXV 130 <i>indexable</i>	0520300	SH/SIH	130	360	380	730	1750	29,3	42
TXV 150 <i>indexable</i>	0525070	SH/SIH	150	310	330	840	1750	29,3	42

Figure 3.3 Catalogue du constructeur HYDRO LEDUC.

### 3.4.9.1 Calcule la puissance absorbée par la pompe

$$P_{abs} = \frac{p \times Q}{600} = \frac{191.08 \times 94.2}{600} = 30 [kw]$$

$$P_{abs} = 30 [KW]$$

### 3.4.9.2 Le couple

Le couple est donné par la formule suivante :

$$C = \frac{P_{abs}}{\omega} \times 1000 \quad (3.13)$$

Avec  $\omega$  : la vitesse angulaire

$$\omega = \frac{\pi \times N}{30} \quad (3.14)$$

$$\omega = \frac{3,14 \times 1700}{30} = 177.93 \text{ [rad/s]}$$

La valeur du couple

$$C = \frac{30}{177.93} \times 1000 = 168.6 \text{ [N.m]}$$



**Figure 3.4** Pompe à piston HYDRO LEDUC TXV 60.

### 3.4.9.3 Calcule la puissance absorbée par le moteur électrique

$$P_{moteur} = \frac{P_{abs}}{\eta} \quad (3.15)$$

$$P_{moteur} = \frac{30}{0.87} = 34.48 \text{ [KW]}$$

## 3.4.10 Dimensionnement des organes hydraulique

### 3.4.10.1 Taille du réservoir

La taille de réservoir est dépend de l'application, dans un milieu industrielle il est de 3 à 5 fois le débit délivré par la pompes en 1 minute.

$$V_{réservoir} = 3 \times Q \quad (3.16)$$

$$V_{réservoir} = 3 \times 92.2 = 276.6 \text{ [L]}$$

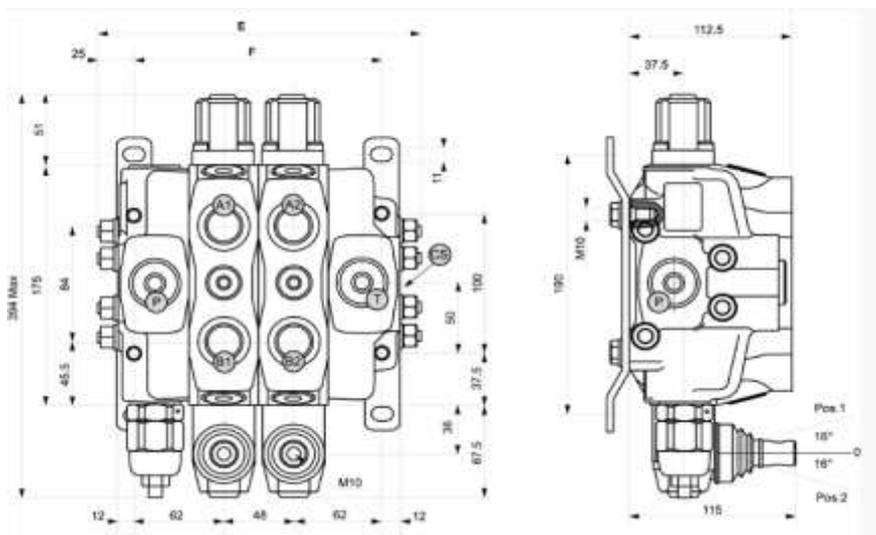


**Figure 3.5.** Réservoir d'huile pour un circuit hydraulique.

### 3.4.10.2 Le distributeur

Le distributeur est un pré-actionneur il utilisé pour diriger l'huile dans les différents circuits d'un système hydraulique. La capacité de débit maximal et la chute de pression à travers le distributeur hydraulique sont les premiers paramètres à prendre en considération.

Après une recherche sur les sites Web des boutiques en ligne, nous avons trouvé un distributeur 3/4 vendu selon le catalogue du constructeur HYDRODIS Danfoss sous la référence 0901101 de débit nominal 140 [l/min].



**Figure 3.6** Distributeur 3/4 HYDRODIS Danfoss 140 [l/min].

### 3.4.10.3 Le filtre

La filtration est un élément clé des circuits hydrauliques. Environ 80% des pannes hydrauliques sont dues à la pollution. Pour tenter de piéger cette pollution, il est indispensable d'installer une filtration adaptée.



**Figure 3.7** Filtre pour un circuit hydraulique.

## 3.5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons calculé les dimensions des éléments essentiels du circuit hydraulique de la presse plieuse, en premier nous avons déterminé le diamètre de la tige qui doit résister au phénomène de flambage, puis a été déterminé le diamètre du piston, qui nous permet de calculer la pression régnant dans le circuit et le débit nécessaire pour le fonctionnement optimal selon les conditions imposé par le cahier de charge.

# **4 Chapitre 4**

## **Simulation du circuit sous fluidsim**

#### 4.1 Présentation du logiciel FluidSIM

FluidSIM est un logiciel de simulation utilisé par les automaticiens. Il peut être utilisé pour simuler des circuits hydrauliques, pneumatiques, électropneumatiques et électro-hydrauliques, en temps réel. L'une des caractéristiques les plus importantes de FluidSIM est sa corrélation avec la fonctionnalité CAO et la simulation.

FluidSIM permet d'une part, les dessins de plans schématiques des fluides satisfaisants aux normes allemandes (normes DIN) ; d'autre part il est en mesure – à la base de la description des composants physiques – de réaliser une simulation expressive des montages décrits.

L'interface d'utilisation est intuitive et simple à manipuler. Le principal avantage est que le circuit hydraulique ou pneumatique et le circuit électrique peuvent être modélisés et simulés en même temps. Par exemple, si l'utilisateur clique sur un bouton électrique, le relais ou l'électroaimant de vanne associé sera alimenté, en même temps qu'il entraînera une vanne ou un moteur hydraulique.

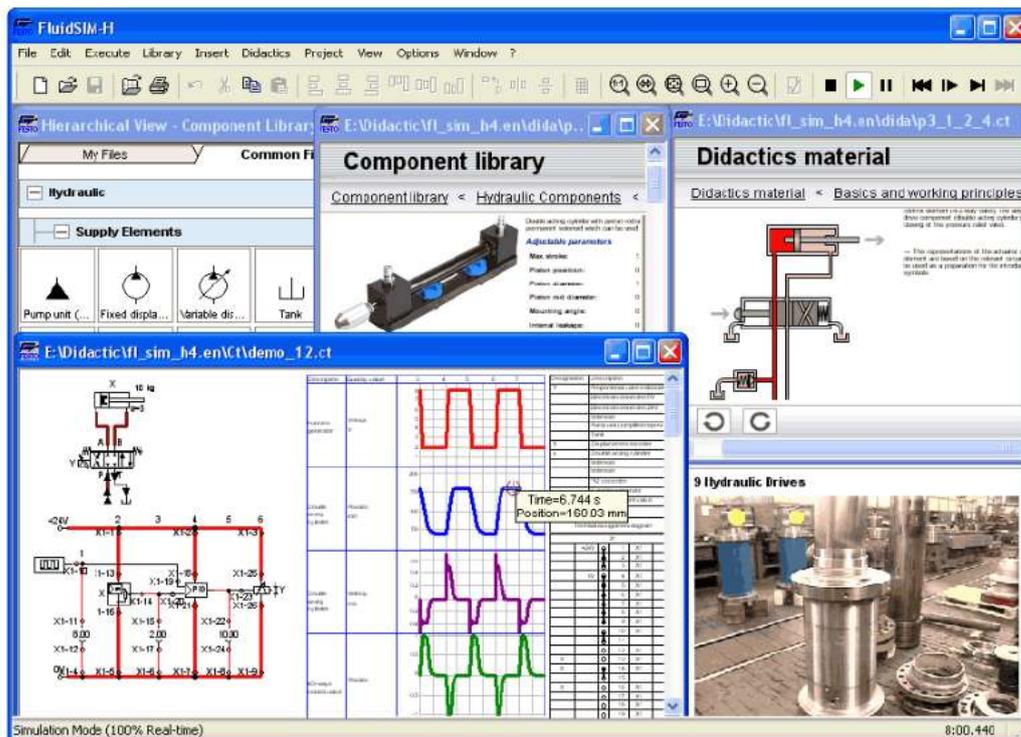
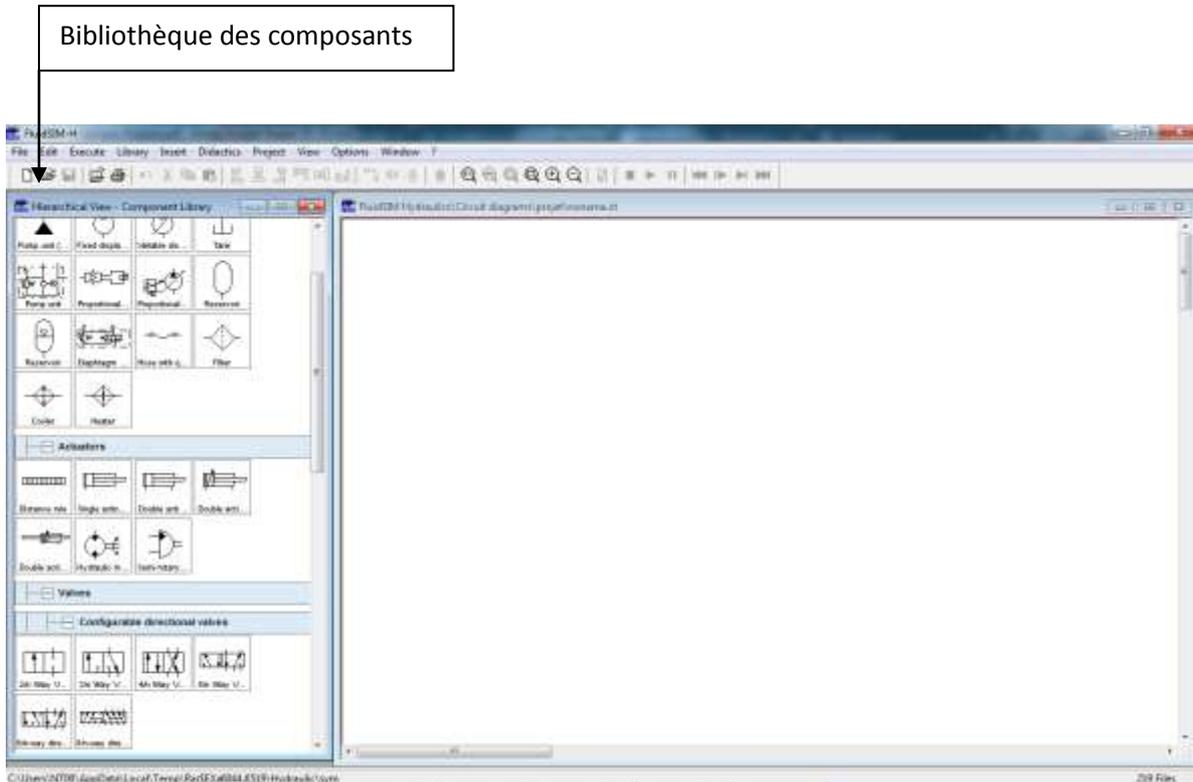


Figure 4.1 Interface du logiciel Fluidsim.

## 4.2 Prise en main du logiciel

### *Création de circuits*

Créez une zone de dessin vide en cliquant sur l'icône nouvelle ou sous le menu Fichier puis sur Nouveau pour ouvrir une nouvelle fenêtre. La fenêtre suivante apparaît comme dans la figure 4.2



**Figure 4.2.** Ouverture d'un nouveau fichier FluidSIM.

Le groupe complet des composants hydrauliques s'ouvre. Les barres de défilements permettent de se déplacer vers la gauche et la droite ou vers le haut et le bas dans la bibliothèque de composants.

Avec la souris, on peut placer au moyen d'un « glisser-déposer » les composants de la bibliothèque sur la zone de dessin (figure 4.3).

FluidSIM pose automatiquement les conduites entre les raccords choisis. Le pointeur de la souris se transforme en panneau d'interdiction, si aucune conduite n'est posée entre deux raccords.

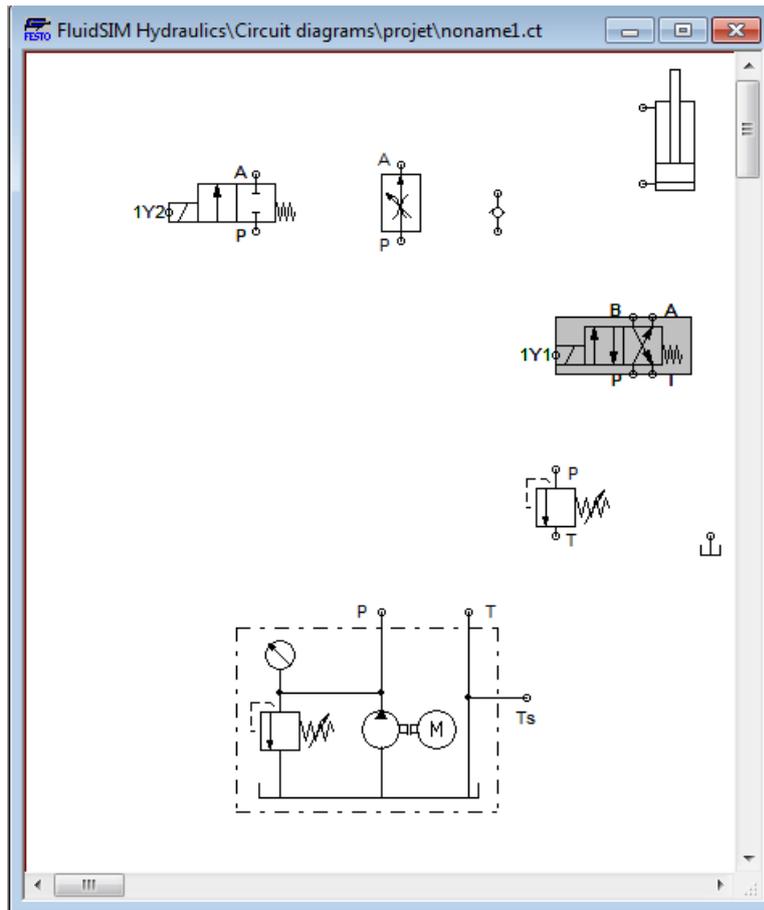


Figure 4.3. Agencement des composants

### 4.3 Schéma du circuit de puissance et principe de fonctionnement

Pour une simplification de l'étude, le tracé du schéma porte sur un seul vérin supportant 1/2 de la charge totale. on supposera que ce vérin est alimenté de façon séparée par le groupe hydraulique utilisant une pompe à piston .

#### *Principe de fonctionnement du circuit*

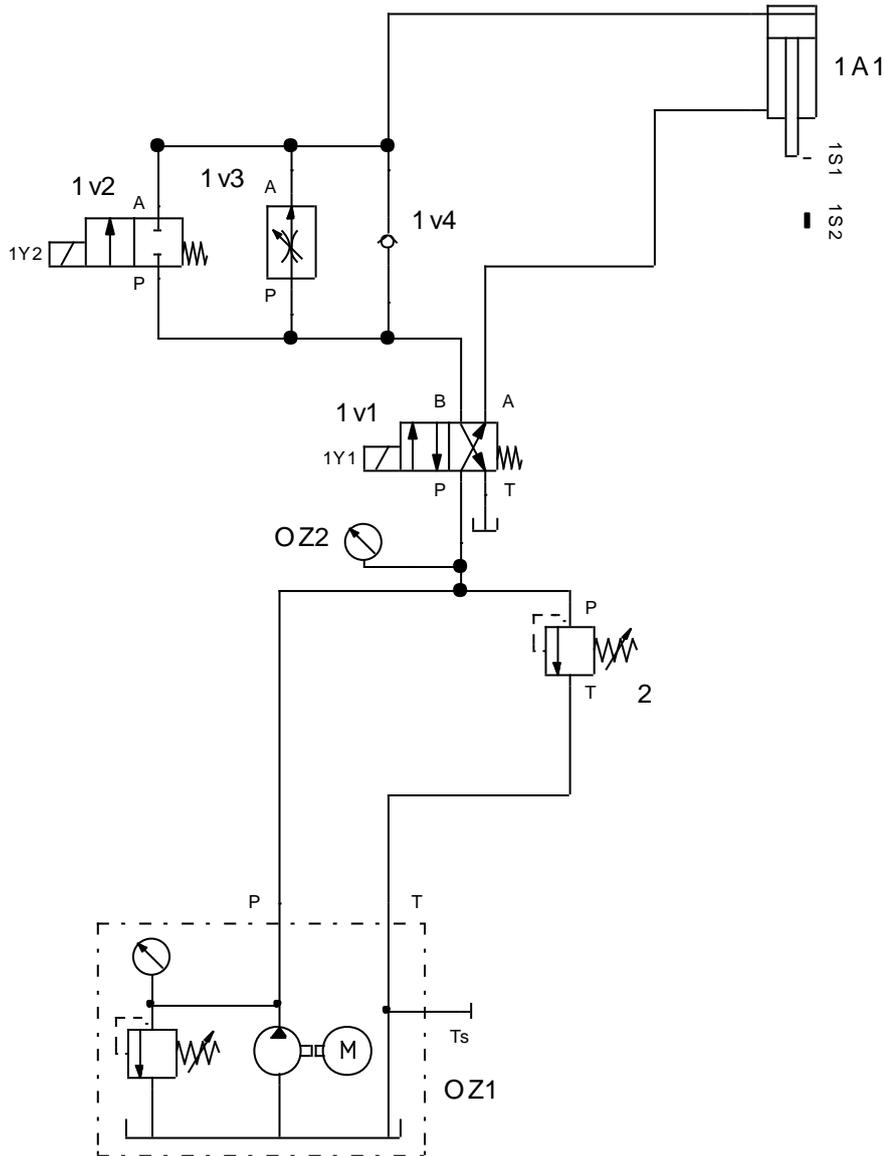
En démarrant le moteur selon le sens de rotation indiqué sur la pompe, il entraîne la pompe à piston celle –ci aspire l'huile filtré se trouvant dans le réservoir après avoir passé par le filtre.

L'action sur L'électrovanne 1Y1 fait circuler l'huile dans la chambre supérieure du piston en passant par régulateur de débit et le distributeur 2/2. Le clapet anti-retour est ouvert et l'huile de la chambre inférieure du cylindre s'échappe coté fond du piston. L'abaissement rapide du vérin est obtenu.

Lorsque la tige du vérin heurte la limite de fin de course S2, l'électrovanne 1Y2 se ferme et l'huile passe uniquement par le régulateur de débit et entre dans la chambre supérieure du vérin.

L'huile de la chambre coté tige est reflue vers le réservoir. La descente lente du vérin a eu lieu et l'opération de pliage commence, avec une augmentation de la pression.

Dans la phase de retour, après relâchement de l'électrovanne 1Y1, le retour se fait par le ressort, l'huile rentre dans la chambre inférieure du vérin et l'huile de la chambre supérieure du vérin s'écoule dans le réservoir en passant par le régulateur de débit et le clapet anti-retour. Le vérin revient dans sa position initiale.



**Figure 4.4.** Schéma du circuit de puissance

Le choix du bloqueur 2/2 est particulièrement indiqué ici, pour arrêter les vérins en cours de mouvement ou pour les maintenir en position, les bloqueurs 2/2 assurent un blocage efficace dès que le signal de pilotage disparaît.

#### 4.4 Résultat de la simulation

Après avoir calculé les paramètres des composants, l'étape suivante consiste à saisir les données dans le FluidSIM®, pour simuler le mouvement. Les paramètres d'entrées pour le vérin double effet et l'unité de pompe sont donnés dans la figure 4.5.

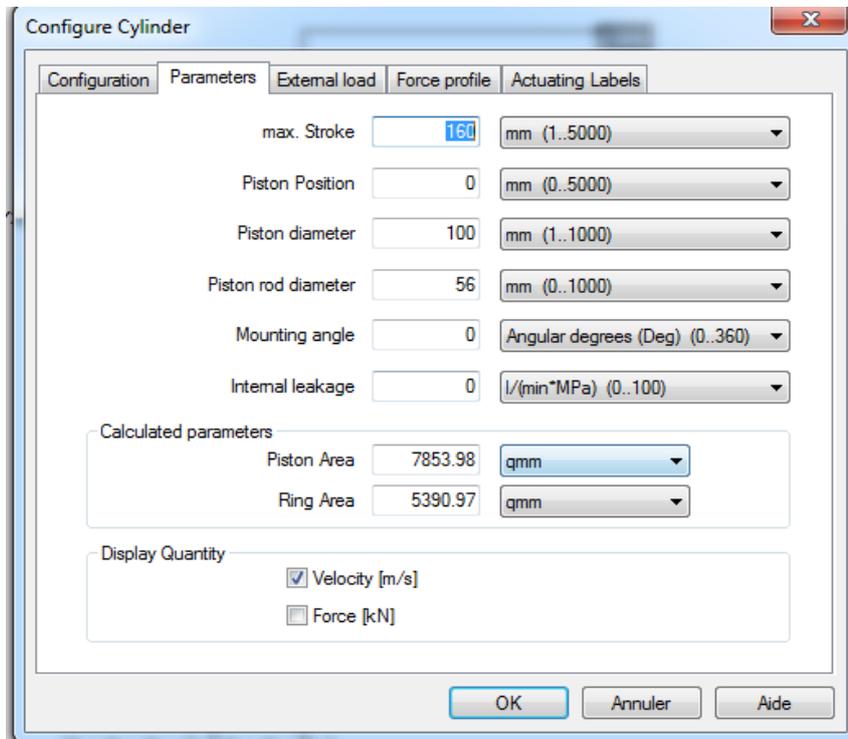


Figure 4.5 Configuration du vérin.

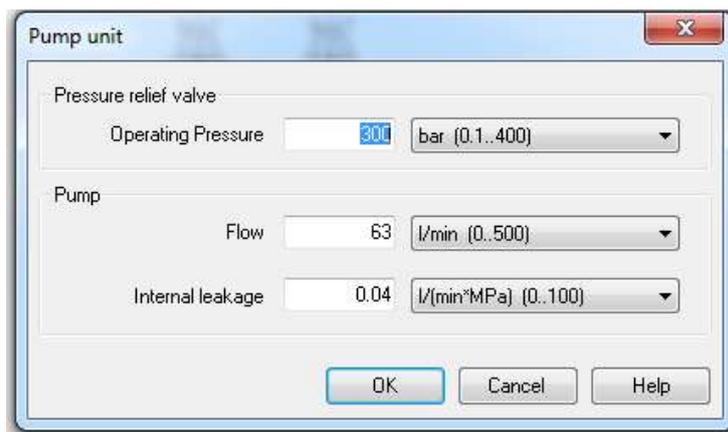


Figure 4.6. Configuration de la pompe.

#### □ *Tracé du circuit électrique pour la presse plieuse.*

La figure 4.7 représente la conception sous FluidSIM du circuit électrohydraulique de la presse plieuse.

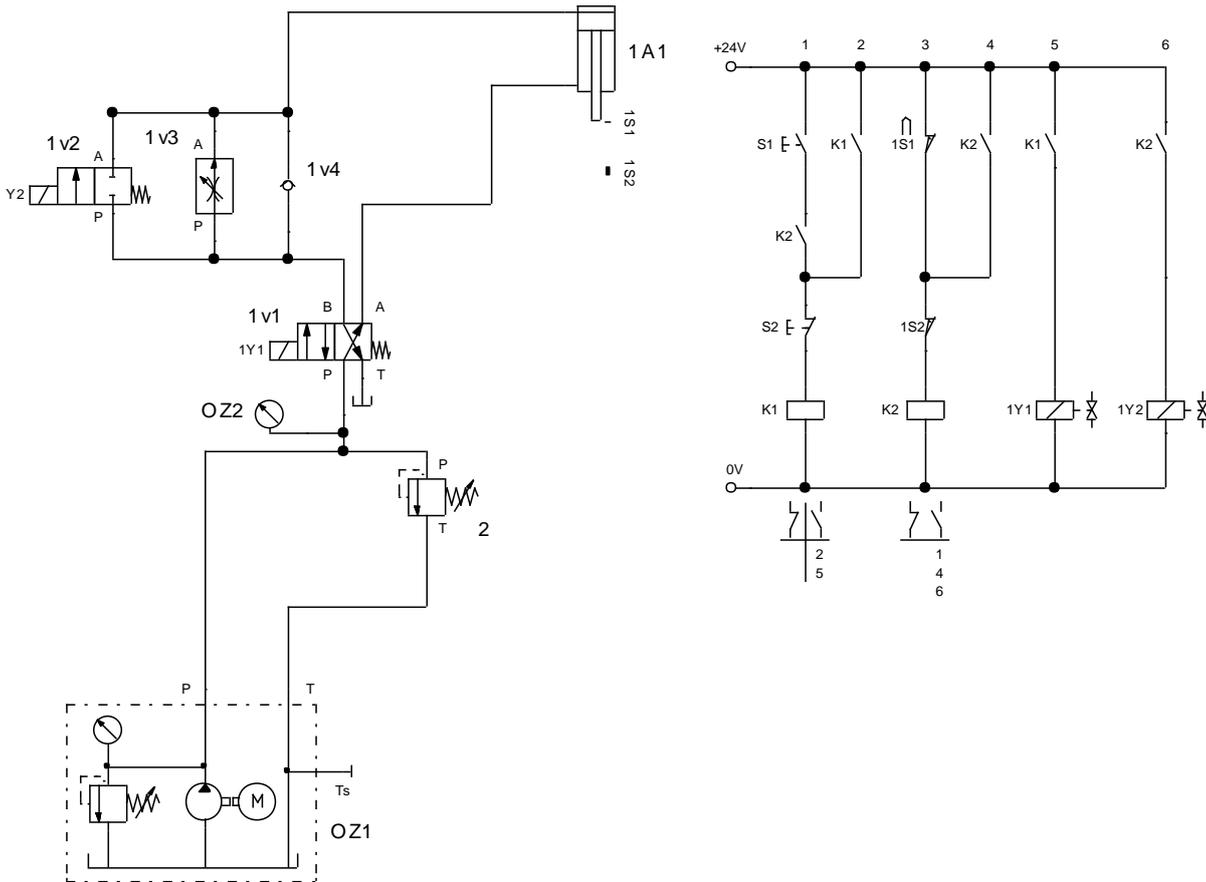


Figure 4.7. Schéma du circuit hydraulique de puissance avec commande électrique.

Désignation	Description	Désignation	description
1A1	Vérin double effet	K2	Relai
OZ2	Manomètre	S2	Bouton poussoir (pause)
2	Limiteur de pression	1S2	Interrupteur pause
S1	Bouton poussoir (marche)	1V1	Distributeur 4/2 solénoïde
K1	Relai	1V4	Clapet anti-retour
1Y2	Solénoïde	1V3	Régulateur de débit à 2voies
1Y1	Solénoïde	OZ1	Unité pompe
1V2	Distributeur 2/2		

Tableau 4.1..Description des composants du circuit.

**Simulation du circuit électrique de la presse plieuse.**

La figure ci-dessous présente la simulation en appuyant sur le bouton de simulation et la simulation commence quand l'électrovanne 1Y1 est activée, comme il le montre les figures 4.8 et 4.9. Dans le circuit de puissance les conduites sous haute pression sont représentées en marron et les conduites sous faible pression sont représentées en mauve. Le circuit électrique sous tension est représenté en rouge.

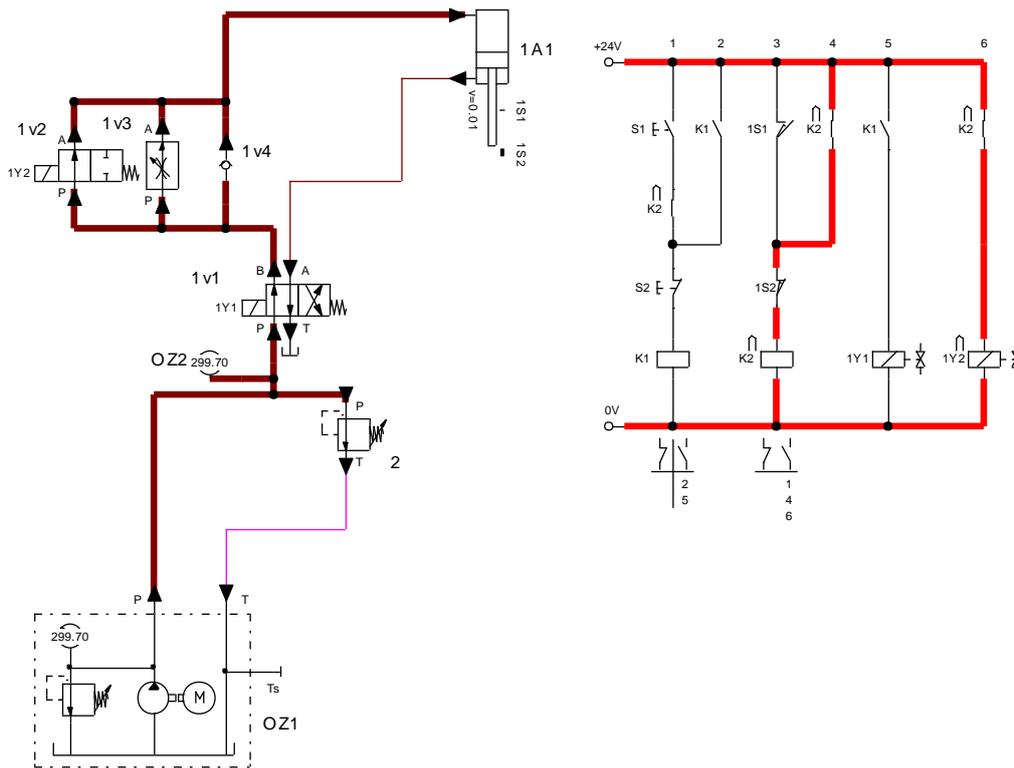


Figure 4.8. Présentation de la descente du vérin.

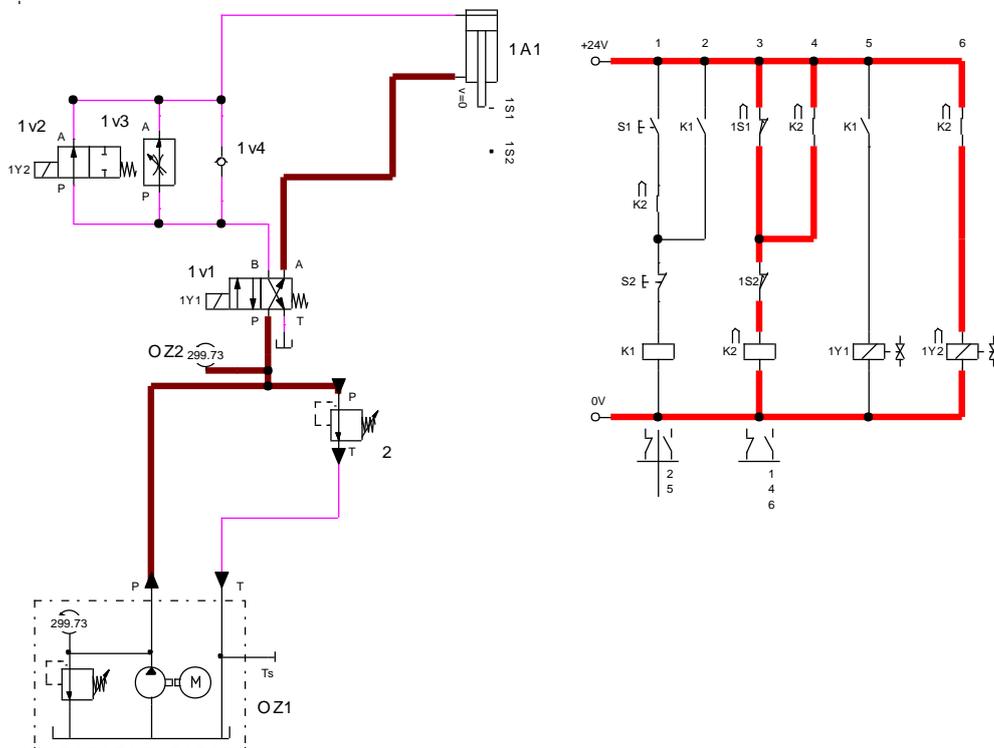


Figure 4.9. Présentation de la montée du vérin.

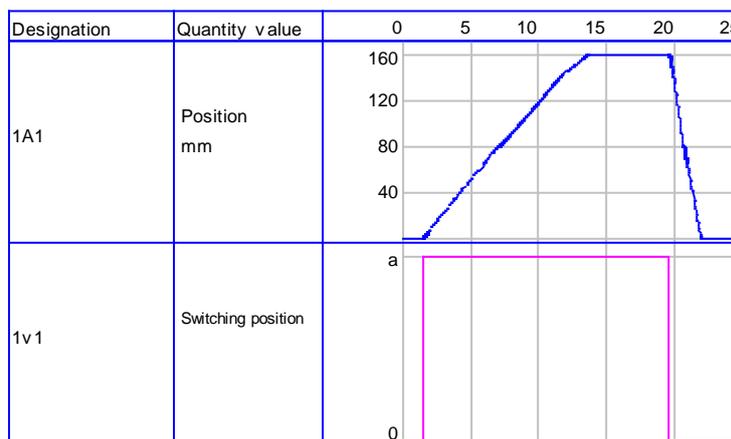
#### 4.5 Analyse du diagramme

##### □ Position du piston

Dans la figure ci-dessous représentant le diagramme d'état du circuit, l'axe des x indique le temps de fonctionnement du cylindre pour atteindre la course désirée, tandis que l'axe y indique la distance parcourue par le piston. La tige du vérin se trouve à une position initiale puis se déplace sur une course rapide, puis effectue une course de travail jusqu'à la fin du pliage.

L'allure du graphe est linéaire, indiquant la position du vérin lorsque la rampe est montante signifient que le vérin descend. La rampe descendante indique que la position du vérin est en montée. La partie constante représente le temps de maintien du distributeur.

Ce diagramme d'état permet d'évaluer le temps mis par le vérin dans sa course (sortie et rentrée de tige). Cela aide le concepteur à concevoir un système hydraulique rigoureux.



**Figure 4.10** Trajectoire de la position du piston.

##### □ Vitesse du piston

Dans la Figure 4.11, l'axe des x montre le temps de travail du vérin pour atteindre la distance voulue, tandis que l'axe des y donne la vitesse. La valeur positive indique la descente du vérin (sortie de tige), tandis que la valeur négative valeur indique la montée du vérin (rentrée de tige).

Lorsque l'électrovanne est activée le vérin descend et on enregistre une vitesse de 0,1 m/s, puis une vitesse ralentie représentant la phase de travail. Dans cette dernière phase, la chambre coté fond du piston se remplit moins vite, ce qui se traduit par un mouvement de vérin plus lent et une vitesse de 0,09 m/s.

D'après le graphique, on constate que le vérin a une large plage de valeurs négatives. Cela signifie que le vérin est en rentrée de tige. La ligne horizontale montre que le mouvement du vérin est au repos ou à l'arrêt. Le graphique de la Figure 4.11, permet de déterminer la vitesse que peut atteindre le vérin et le temps mis pour accomplir le cycle de travail sont en bonne corrélation.

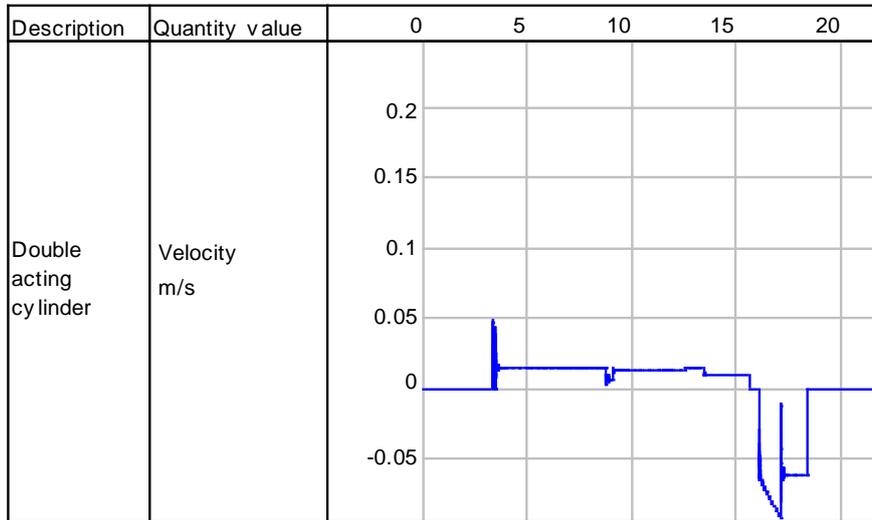


Figure 4.11. vitesse du mouvement du piston.

#### 4.6 Conclusion

Dans ce chapitre a été présentée la simulation sous FluidSim. Le choix des composants hydrauliques a été fait selon les calculs des pressions et du débit qui dépendent du cahier des charges, un schéma du circuit hydraulique de puissance ainsi que sa commande électrique, a été proposé.

FluidSIM permet le tracé du diagramme d'état qui enregistre les variables d'état des principaux composants et les représente sous forme de graphique. Dans notre cas, nous nous sommes intéressés uniquement à la course du vérin et sa vitesse.

## Conclusion générale

La technologie des systèmes de transmission de puissance hydrauliques dans le monde industriel, notamment dans les presses hydraulique est devenu incontournable. A cet effet une étude sur la presse plieuse hydraulique a été menée.

Le travail porte sur le dimensionnement de la presse hydraulique et plus précisément la plieuse Le travail consistait à déterminer le diamètre du vérin, le diamètre de la tige et sa résistance au flambage, calcul de la pression et les pertes de charges, et d'autres paramètres qui entre en jeu pour le choix des composants hydrauliques.

Le logiciel FluidSIM, de simulation est une autre fenêtre qui a été exploré, et m'a fait savoir l'utilité de ce logiciel et comment peut être exploité dans la conception des systèmes hydrauliques. Il offre la possibilité du suivi du cycle et la corrélation entre les paramètres tel que la pression, le débit et la course avec le temps.

Le choix des composants hydrauliques a été fait selon les calculs des pressions et du débit qui dépendent du cahier des charges. un schéma du circuit hydraulique de puissance et sa commande électrique, a été simulé sous FluidSIM. Nous avons tracé le diagramme d'état qui enregistre les variables d'état des principaux composants et les représente sous forme de graphique. Dans notre cas, nous nous sommes intéressés uniquement à la course du vérin et sa vitesse.

Enfin, ce travail peut être suivi par une modélisation des composants hydrauliques et comparer les résultats de la simulation et celle de la modélisation.

## Bibliographie

---

- [1] M Galal Rabie. (2009). *Fluid power engineering*. Mcgraw-Hill.
- [2] Cundiff, John S. *Fluid Power Circuits and Controls*. CRC Press, 2001.
- [3] inox, e. (2014). Produits plats en inox pour la construction-explications sur les nuances de la norme EN 10088-4. Consulté le 1 juin 2022, de [https://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/Euro\\_Inox/EN10088-4\\_FR.pdf](https://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/Euro_Inox/EN10088-4_FR.pdf)
- [4] Nabila, D., & Khaled, M. (2019). Conception et réalisation d'une presse de laboratoire. Consulté le 1juin 2022, de <http://dspace.univ-bouira.dz:8080/jspui/bitstream/123456789/10421/1/M%C3%A9moire.pdf>
- [5] Tojo Nantenaina Fleurie, R. (2013). presse plieuse hydraulique. Consulté le 1 juin ,2022, de [http://biblio.univ-antananarivo.mg/pdfs/rajaonarisoaTojoNF\\_ESPA\\_Lic\\_13.pdf](http://biblio.univ-antananarivo.mg/pdfs/rajaonarisoaTojoNF_ESPA_Lic_13.pdf)
- [6] Renn, J.-C. ., & Tsai, C. (2004). Development of an unconventional electro-hydraulic proportional valve with fuzzy-logic controller for hydraulic presses. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 26(1-2), 10–16. <https://doi.org/10.1007/s00170-003-1973-7>
- [7] Toufik, M. (2021). *Dimensionnement et simulation sous Fluidsim du circuit hydraulique lors d'une opération de perçage* (Master). Université 8Mai 1945 – Guelma.
- [8] Eng, L., Iulian-Claudiu, Duțu, Maican, E. E., Sorin-Ștefan, Biriș, & Mihaela-Florentina. (n.d.). *Automatic Electro-Hydraulic System for a P.E.T. Waste Baling Press*. consulté le 1 juin , 2022, de <https://hidraulica.fluidas.ro/2018/nr3/68-73.pdf>
- [9] Suwandi, A., Alamsyah, N. F., Zariatian, D. L., Sulaksono, B., & Prayogi, E. (2020). Simulated design of hydraulic systems for fishing deck machinery hydraulic type with FluidSIM® software. *RECENT PROGRESS ON: MECHANICAL, INFRASTRUCTURE and INDUSTRIAL ENGINEERING: Proceedings of International Symposium on Advances in Mechanical Engineering (ISAME): Quality in Research 2019*. <https://doi.org/10.1063/5.0000914>
- [10] *FluidSIM* ® 5. (n.d.). consulté le 1 Juin , 2022, de [https://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/fluidsim5\\_fr\\_2015.pdf](https://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/fluidsim5_fr_2015.pdf)
- [11] <https://www.hydrauliquesimple.com>
- [12] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Presse\\_plieuse](https://fr.wikipedia.org/wiki/Presse_plieuse)
- [13] <https://experts-insitu.com>