

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة

التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبي بكر

بلقايد - تلمس - ان

Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen –

Faculté de TECHNOLOGIE



MEMOIRE

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

En : Génie Mécanique

Spécialité : construction Mécanique

Par : MANSERI Sofiane

Sujet

Calcul des vérins d'un chariot élévateur à fourche

Soutenu publiquement, le 30 / 09 / 2021 , devant le jury composé de :

Mr SEBBANE Omar	MCA	Univ. Tlemcen	Encadreur
Mr BOUKHALFA Abdelkrim	Professeur	Univ. Tlemcen	Président
Mr GEZZEN Samir	MCB	Univ. Tlemcen	Examineur

Année Universitaire 2020-2021

Remerciements

Nos remerciements s'adressent en premier à Allah le tout puissant pour la volonté, la santé et la patience qu'il nous a donné durant toutes ces longues années.

Nous tenons également à remercier notre encadreur Mr « MIMOUN Okacha » رحمه الله et Mr « SEBBANE Omar » qui a assuré la direction de ce travail, ses conseils prestigieux et ses encouragements sans relâche, sa disponibilité et la confiance qu'il nous a accordée de nous initier à ce travail dans les meilleures conditions.

Nos sincères remerciements vont aux membres de jury Mr « GUEZZEN Samir » et « BOUKHALFA AbdIkrim » qui ont bien voulu accepter de juger notre travail dans lequel nous avons mis tout notre cœur et toute notre énergie dans l'espoir d'être à la hauteur des attentes.

Nous remercierons : L'ensemble des enseignants de département de Génie Mécanique ayant consacré leurs vies sur la voie noble de l'enseignement.

Enfin, mes remerciements à toute personne ayant participé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à ceux qui ont passé leur vie rêvant de voir ce jour-ci, à ceux qui m'ont entouré d'amour et de tendresse :

A un grand homme pour lequel je garde une estime particulière ... Chère père, celui qui tant sacrifié pour que j'arrive à un avenir florissant : je lui dois énormément, l'homme qui m'a enseigné, par son amour et son expérience, tout ce qui fait que je suis, et ce qui me donne la force de croire en moi.

Au symbole de la tendresse et l'affection, à celle s'est privée de tous pour me combler, à ma mère, l'être le plus chère du monde, quoique je dise ou je fasse, cela n'exprime par le degré de ma gratitude et mon amour vers elle.

Mes très chers frères et toute ma famille.

A Imane qui n'a pas cessé de m'encourager afin de réaliser parfaitement ce projet.

A tous mes amis, avec lesquelles j'ai partagé mes meilleurs moments.

A tous mes professeurs de Génie mécanique

A tous les collègues de ma promo.

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis merci.

Soufiane

Résumé :

La manutention et le déplacement du matériel font partie des opérations courantes en production et les chariots élévateurs sont des équipements de manutention utilisés par plusieurs entreprises. Etude réalisée dans ce travail de fin d'études porte essentiellement sur la partie hydraulique des chariots élévateurs, leurs caractéristiques et leurs accessoires, ainsi que en a fait des calculs sur les vérins d'un chariot élévateur.

Nous avons étudié dans ce projet une machine ayant sa place irremplaçable au niveau des engins de travaux publics qui est le chariot élévateur de type à fourche les travaux qu'on a entrepris dans ce mémoire de fin d'études concernent l'étude d'un chariot élévateur à fourche avec le calcul des vérins .

le premier chapitre a été consacré à l'hydraulique, son développement au cours de l'histoire jusqu'à ce jour ainsi que la présentation des différents domaines d'utilisation.

Le deuxième chapitre nous avons présenté les appareils hydrauliques à titre d'exemple le clapet le distributeur limiteur de pression , Ce chapitre présente les caractéristiques de ces composants et les notions de base des systèmes hydrauliques.

Le troisième chapitre on a présenté le chariot élévateur et on a décrit son circuit hydraulique.

Enfin le quatrième chapitre on a fait les calculs des vérins.

ملخص :

تعتبر مناولة المواد وحركتها جزءًا من عمليات الإنتاج الروتينية والرافعات الشوكية هي معدات مناولة تستخدمها العديد من الشركات.

يتعلق البحث الذي تم في نهاية هذه الدراسة بشكل أساسي بالجزء الهيدروليكي من الرافعات الشوكية وخصائصها وملحقاتها ، بالإضافة إلى إجراء حسابات على أسطوانات الرافعة الشوكية. درسنا في هذا المشروع آلة لها مكانها الذي لا غنى عنه على المستوى فيما يتعلق بالآلات الأشغال العامة وهي الرافعة الشوكية من نوع الرافعة الشوكية ، فإن العمل المنجز في هذه الأطروحة النهائية يتعلق بدراسة الرافعة الشوكية مع حساب الأسطوانات.

تم تخصيص الفصل الأول للهيدروليك ، وتطورها على مدار التاريخ حتى الآن بالإضافة إلى عرض مجالات الاستخدام المختلفة.

في الفصل الثاني قدمنا الأجهزة الهيدروليكية على سبيل المثال الصمام الموزع المحدد للضغط ، وهذا الفصل يعرض خصائص هذه المكونات وأساسيات الأنظمة الهيدروليكية.

الفصل الثالث عرض الرافعة الشوكية ووصف دائرتها الهيدروليكية. أخيرًا الفصل الرابع أجرينا حسابات الرافعات.

Mots clés :

Chariot élévateur à fourche – ensemble élévateur – vérin de levage – vérin d'inclinaison.

Sommaire

Introduction générale :	1
Chapitre I : Hydraulique Industrielle	
I-Introduction :	4
I.1- Généralité sur les Systèmes hydrauliques :	4
I.1.2 - Exemple d'un système hydraulique :	5
I.2- Hydraulique industrielle :	7
I.2.1- Développement de l'hydraulique industrielle :	7
I.2.2- Domaine d'utilisation de l'hydraulique industrielle :	8
I.2.3- Exemple : Lignes de production automatisées :	9
I.3 Conclusion :	9
Chapitre II : composants hydrauliques	
II- Introduction.....	11
II.1- La Pompe hydraulique :	11
II.1.1- Définition :	11
II.1.2- pompes centrifuges :	11
II.1.2.a- Avantages des pompes centrifuges :	12
II.1.2.b- Inconvénients des pompes centrifuges :	12
II.1.3- pompes volumétriques :	13
II.1.3.a- Avantages des pompes volumétriques :	19
II.1.3.b- Inconvénients des pompes volumétriques :	19
II.1.4- Symboles :	19
II.2- Moteur hydraulique :	19
II.2.1- Définition.....	19
II.2.2- Symboles du moteur hydraulique :	20
II.3- Clapet :	20
II.3.1- Clapet de retenue non piloté :	20
II.3.2- Clapet de retenue piloté :	21
II.3.3- Symboles :	22
II.4- Distributeurs :	22
II.4.1- Définition :	22
II.4.2- Distributeur à clapet :	23

Sommaire

II.4.3- Distributeur à tiroir :.....	23
II.4.4- Distributeur piloté :.....	24
II.4.5- Symboles :	26
II.5- Vérins :.....	27
II.5.1- Vérin simple effet :.....	27
II.5.2- Vérin double effet :.....	27
II.5.3- Symbolisation graphique des vérins hydraulique :.....	28
II.6- Régulation de la pression :.....	29
II.6.1- Limiteurs de pression :.....	29
II.6.2- Réducteurs de pression :.....	29
II.6.3- Accumulateurs de pression:.....	30
II.6.4- Symbole.....	31
II.7- Le contrôle de débit :	31
II.7-1 Symbole.....	32
II.8- Filtres hydrauliques :.....	32
II.8.1- Symbole :	35
II.9- Réservoirs hydrauliques :.....	35
II.9.1- Symbole :	37
II.10- Avantages des systèmes hydrauliques :.....	37
II.11- Inconvénients des systèmes hydrauliques :.....	37
II.12- Conclusion :	37

Chapitre III: Calcul des Systèmes hydrauliques pour chariots élévateurs

III- INTRODUCTION :.....	39
III.1- Les différents types des chariots élévateurs :.....	39
III.2- L'Anatomie d'un Chariot Élévateur :.....	40
III.3- Aperçu des systèmes hydrauliques :.....	45
III.4- Système hydraulique avec manuel proportionnel valve directionnelle :.....	46
III.4.1- Conception de circuits :.....	46
III.4.2- Sélection des composants et principe de fonctionnement :.....	49
III.5- Chariot contrebalancés :.....	54
III.5.1- concepts de stabilité traités :	56
III.6- Choix de la pompe hydraulique :.....	59
III.7- Charges principaux :.....	61
III.7.1 Charges propres :.....	61
III.7.1.1-Charges de levage :.....	61

Sommaire

III.7.1.2- forces proportionnelles verticales :.....	61
III.7.1.3- forces dynamiques horizontales :.....	61
III.8- conclusion :.....	62

Chapitre IV : calcul des vérins

IV.1-Paramètre de chariot élévateur :.....	64
IV.1.1- Calcule le vérin de levage :.....	64
IV.1. 2- calcule de vérin d'inclinaison :	70
IV.2- Conclusion :	71

Conclusion générale

Bibliographie

Liste des Figures:

chapitre I: Hydraulique Industrielle

Figure I-1 : Exemple d'un circuit hydraulique de transmission de puissance	5
Figure I-2 : Ancienne roue à eau Certovka Canal de Prague	7
Figure I-3 : Lignes de production automatisée.....	9

Chapitre II : composants hydrauliques

Figure II-1 : Fonctionnement de la pompe centrifuge	12
Figure II-2 : pompes à pistons radiaux à bloc cylindre tournant.....	14
Figure II-3 : pompes à pistons radiaux et cylindres fixes.....	14
Figure II-4 : pompes à pistons axiaux à barillet rotatif à axe droit.....	15
Figure II-5 : les pompes a piston axiaux et débit variable	15
Figure II-6 : pompe a piston axiaux a axe coude a cylindre constante	16
Figure II-7 : pompe a axe brise cylindre variable	16
Figure II-8 : pompes à engrenage a denture exterior	17
Figure II-9 : pompes à engrenage a denture interieur droit non compose.....	18
Figure II-10 : pompes à engrenage à denture intérieure type rotor.....	18
Figure II-11 : Symboles des pompes hydrauliques	2
Figure II-12 : Symboles des moteurs hydrauliques.....	20
Figure II-13 : Clapet de retenue non piloté	21
Figure II-14 : Clapet de retenue piloté.....	21
Figure II-15 : Symboles des Clapets	22
Figure II-16 : Distributeur à clapet commande électrique.....	23
Figure II-17 : Distributeur à clapet commande manuel	23
Figure II-18 : Distributeurs à tiroir	24
Figure II-19 : Distributeur piloté	25
Figure II-20 : Fonctionnement du vérin hydraulique simple effet.....	27
Figure II-21 : Fonctionnement du vérin hydraulique double effet	28
Figure II-22 : Symboles des vérins hydrauliques.....	28
Figure II-23 : Limiteur de pression	29
Figure II-24 : Réducteur de pression avec vérin a double effet.....	30
Figure II-25 : Composants d'un accumulateur à vessie.....	30
Figure II-26 : Symboles des régulateurs de la pression.....	31
Figure II-27 : Régulateurs de débit	31
Figure II-28 : Symboles des régulateurs de débit	31
Figure II-29 : filtre unidirectionnel et inverse.	35
Figure II-30 : Réservoirs ouvert et sous pression	37

Chapitre III : Systèmes hydrauliques pour chariots élévateurs

Figure III-1 : l'anatomie d'un chariot élévateur.....	40
Figure III-2 : Schéma d'un système hydraulique avec une directionnelle à centre ouvert sections de vanne connectées en parallèle.....	47
Figure III-3 : vanne directionnelle avec sections à centre ouvert connectées en série.....	48
Figure III-4 : chariot élévateur.....	54
Figure III-5 : chariot contre balance.....	54
Figure III-6 : centre de gravité d'un chariot.....	55
Figure III-7 : l'équilibre d'un chariot elevateur.....	56
Figure III-8 : capacité d'un chariot élévateur.....	59
Figure III-9 : forces appliquées sur chariot élévateur.....	62

chapitre IV : Calcul des vérins

Figure IV -1: choix du mode du fixation.....	65
Figure IV -2 : Abaque de flambage.....	67
Figure IV -3 : dimensions d'un chariot élévateur.....	68

Liste des tableaux :

Tableau I-1: les composantes d'un circuit hydraulique de transmission de puissance.....	6
Tableau II-1: différents types des pompes volumétriques linéaires et rotatives.....	14
Tableau II-2: Symboles des différents types de commande Des distributeurs.....	26
Tableau IV-1 : Diamètre des vérins de levage.....	65
Tableau IV-2 : Cahier de charge d'un chariot élévateur.....	69
Tableau IV-3 : Diamètre des vérins de levage.....	70
Tableau IV-4 : Tableau récapitulatif des calculs.....	71

A decorative orange border that resembles a scroll, with rounded corners and a vertical extension on the left side. It frames the central text.

Introduction générale

Introduction générale :

Dans le monde moderne d'aujourd'hui, l'hydraulique joue un rôle très important dans la vie quotidienne des gens. Son importance peut être mesurée par le fait qu'elle est considérée comme une partie du muscle qui fait bouger l'industrie, Il arrive également que l'hydraulique soit utilisé pour des opérations de manutention exceptionnelle.

Les entraînements et contrôles hydrauliques présentent de nombreux avantages

- possibilité de transmission de gros efforts et de très fortes puissances,
- contrôle facile et rigoureux des paramètres mécaniques,
- sécurité totale contre les surcharges,
- Accumulation et restitution possible de l'énergie,
- Implantation de composants facile,
- offre très étendue de commandes et d'automatisation,
- durée de vie très élevée.

Il existe bien sûr quelques inconvénients qui peuvent être surmontés avec un dimensionnement correcte des installations :

- fuites possibles en cas de mauvaise maîtrise globale de l'étanchéité,
- Influence de la température du fluide sur sa viscosité,
- Perte d'énergie dans les conduites et dans certains organes de commandes.

Dans un système de transmission d'énergie par le fluide, il faut considérer les composantes actives telles que pompes, moteurs distributeurs, actionneurs divers, etc.. Il faut également tenir compte des composantes statiques du système (tubes, boyaux, raccords, etc..).

Ces dernières sont très importantes puisque, le transport de l'énergie fluide se fait dans des conduites de toutes sortes et il est primordial de pouvoir connaître à tout moment l'état du fluide (pression, débit, température et niveau). On 'doit donc utiliser des conduites adéquates : l'efficacité du système en dépend.

Dans ce projet de fin d'étude, le travail effectué se compose de trois chapitres.

-Le premier chapitre a été consacré à l'hydraulique, son développement au cours de l'histoire jusqu'à ce jour ainsi que la présentation des différents domaines d'utilisation.

-Le deuxième chapitre présenter les principes fondamentaux de l'hydraulique et de vous aider à comprendre les concepts pratiques qui régissent la conception et la construction d'un système hydrauliques. De plus, les aspects fonctionnels concernant les principaux composants des systèmes hydrauliques.

Introduction générale

-Dans le troisième chapitre a été consacré sur le système hydraulique d'un chariot élévateur de type a fourche en premier lieu en a présenter l'anatomie du chariot et leur conceptions du circuit hydraulique.

-Dans ce chapitre nous avons fait des calculs concernons les vérins d'un chariot élévateur a fourche et On a mentionné les 4 paramètres de ces vérin tel que la force applique la pression le diamètre et la section de piston.

Chapitre I :

Hydraulique Industrielle

I-Introduction :

I.1-Généralités sur les systèmes hydrauliques :

De nombreux processus techniques nécessitent la transmission d'une puissance mécanique entre un générateur et un récepteur. En effet, les solutions sont nombreuses, tel qu'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, tel qu'on trouve les différentes natures de puissance pneumatique, électrique et hydraulique. Cette dernière possède son domaine d'application et répond à des critères spécifiques.

«L'hydraulique» a pour racine le mot grec (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.

Il y a d'autres systèmes qui contrôlent le mouvement de pièces telles que le système hydraulique est un assemblage de composants fonctionnant de manière unitaire et souvent en interaction, afin d'utiliser un fluide incompressible c'est d'huile comme moyen de transmission pour effectuer un travail mécanique.

Tout dispositif actionné par des fluides hydrauliques peut être appelé un dispositif hydraulique, mais une distinction doit être faite entre les dispositifs qui utilisent la force d'un mouvement et ceux à opérer par pression, cela nous amène à la catégorisation ultérieure du domaine de l'hydraulique en :

- Hydrodynamique
- Hydrostatique

L'hydrodynamique est l'étude des propriétés physiques d'un fluide en mouvement, ce fluide a un impact sur un objet et libère une partie de son énergie pour effectuer un travail utile.

L'hydrostatique traite l'énergie potentielle du fluide incompressible où la pression qu'exerce sur ce fluide est établie par moyen extérieur comme une pompe, cette forme d'énergie hydrostatique est utilisée dans les systèmes hydrauliques qui fonctionnent sur le principe de la loi de pascal.

I.1.1 - Exemple d'un système hydraulique :

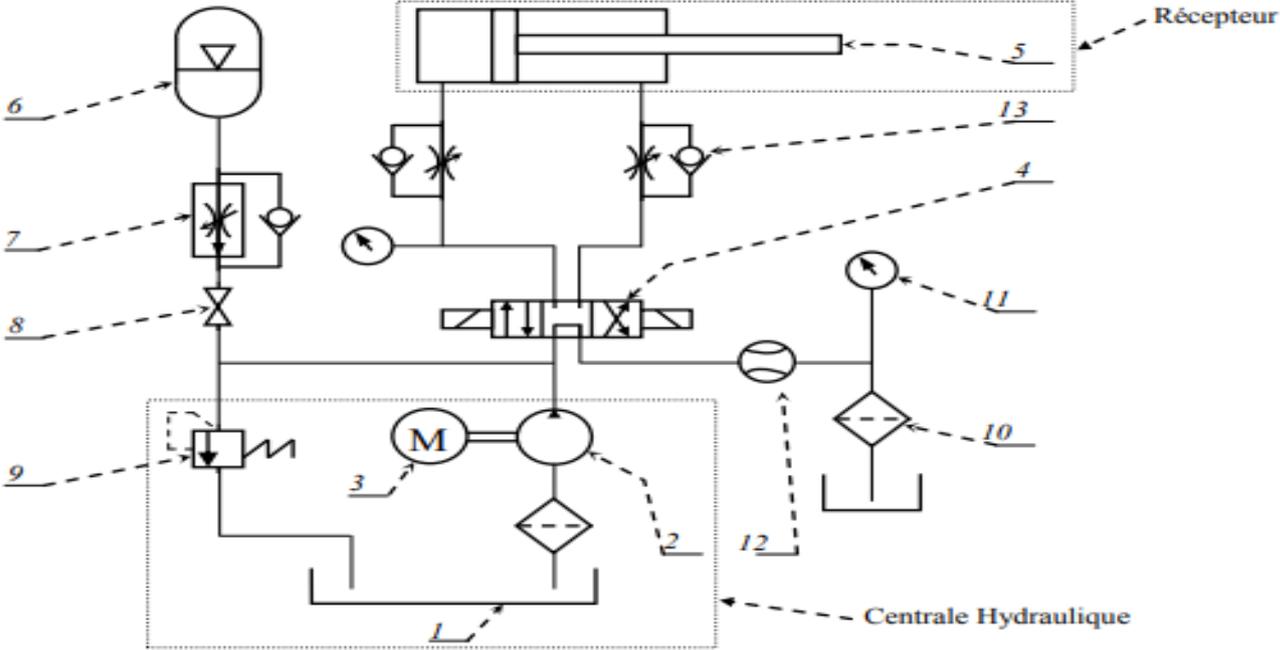


Figure I-1: Exemple d'un circuit hydraulique de transmission de puissance. [14]

Tableau I.1: les composantes d'un circuit hydraulique de transmission de puissance.

repères	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	Transformer la puissance hydraulique en puissance mécanique
6	Accumulateur	Stoker l'énergie hydraulique
7	Régulateur de débit	Régler le débit et la vitesse du fluide
8	Vanne	Autoriser ou interrompe le passage du fluide
9	Limiteur de pression	Protéger l'installation contre les surpression
10	Filtre	Nettoyer l'huile
11	Manomètre	Mesurer la pression
12	Débitmètre	Mesurer le débit
13	Clapé anti-retour	Autoriser le passage du fluide dans un seul sens

I.2 - Hydraulique industrielle : [1]

I.2.1 - Développement de l'hydraulique industrielle :

Dans le monde moderne d'aujourd'hui, les composants hydrauliques jouent un rôle important dans la vie quotidienne des gens. L'origine du mot hydraulique se rapporte à deux mots grecs "Hydra " et "Aulos " la première signifie l'eau et le second les tubes, donc les deux mots impliquent la signification de l'eau dans les tubes. L'être humain a découvert l'importance de l'hydraulique depuis les temps préhistoriques, où les récits historiques montrent que les principes hydrauliques ont été utilisés pour convertir l'énergie de l'eau courante à l'énergie mécanique utile par les roues hydrauliques.

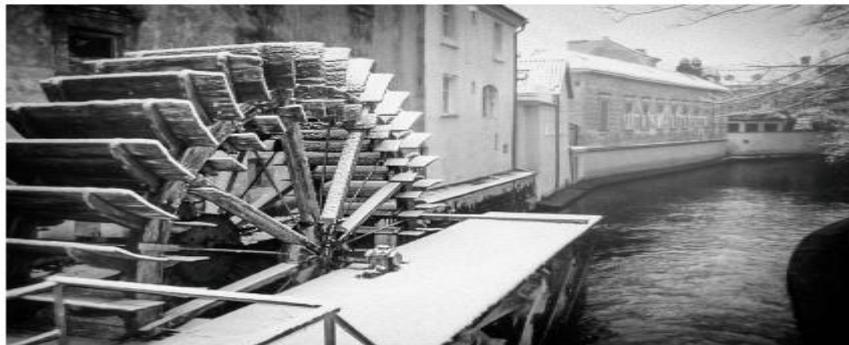


Figure I-2: Ancienne roue à eau Certovka Canal de Prague [15].

Depuis, la science de l'hydraulique a été développée, mais le traitement du comportement physique de l'eau dans le repos et le mouvement a fait partie du génie civil longtemps. Après l'invention de la machine à vapeur par James Watt, la nécessité d'une transmission efficace de l'énergie, du point de vue de la production jusqu'au point d'utilisation, est apparue. De nombreux types de dispositifs mécaniques, tels que l'arbre de transmission, les engrenages, les poulies et les chaînes ont été découverts et, par conséquent, un nouveau champ d'hydraulique apparaît représentant le concept de transmission d'énergie à travers des fluides incompressibles.

Pour distinguer cette branche de l'hydraulique, un nouveau nom appelé "hydraulique industrielle" a été inventé. L'importance de choisir ce nom réside dans le fait que ce domaine de l'hydraulique utilise l'huile comme un moyen de transmission. En raison de ses propriétés résistantes à la corrosion ainsi que le glissement et la lubrification, l'huile est généralement le fluide privilégié dans la transmission de l'énergie hydraulique. L'étude de l'hydraulique industrielle a commencé déjà à la fin du XVIIe siècle, lorsque Pascal a découvert une loi qui a formé la base de tous les systèmes hydrauliques. Plus tard, Joseph Brahmah développa une machine basée sur la loi de Pascal, tandis que Bernoulli développa une loi sur la conservation de l'énergie. Cette loi, ainsi que

Chapitre I : Hydraulique Industrielle

la loi Pascal, sont au cœur des applications de gestion des fluides, bien qu'elles n'aient été appliquées dans l'industrie qu'après la révolution industrielle en Grande-Bretagne en 1850. Les développements ultérieurs ont entraîné l'utilisation d'un système de conduites d'eau à haute pression entre les stations de pompage à vapeur et les usines nécessitant de l'énergie. Cependant, ce projet a été mis de côté pour deux raisons principales, l'indisponibilité de différents systèmes hydrauliques et, deuxièmement, le développement rapide de l'électricité, qui s'est avéré plus pratique et plus facile à utiliser. À la fin du XIXe siècle, l'électricité est apparue comme une technologie dominante, ce qui a entraîné une réorientation des priorités, au détriment de l'énergie de l'hydraulique. Au début du XXe siècle est venue l'ère moderne de l'énergie hydraulique, où les systèmes électriques ont été remplacés par le système hydraulique pour soulever et resserrer le contrôle des canons du navire de guerre USS Virginia. C'était en effet une étape importante dans la naissance des systèmes hydrauliques. Après la seconde guerre mondiale, l'énergie hydraulique a été évoluée de façon spectaculaire, et de nos jours, la majorité des machines utilisent le principe de l'huile hydraulique pour transmettre l'énergie, de sorte que l'hydraulique est devenue la science du comportement physique des fluides.

I.2.2 - Domaine d'utilisation de l'hydraulique industrielle : [2]

De nombreux secteurs industriels utilisent les systèmes hydrauliques à cause de ces grandes souplesses d'utilisation, ainsi que la transmission de forces et de couples est élevée avec une très bonne régulation de la vitesse des actionneurs, du fait de l'incompressibilité du fluide, ainsi que la grande durée de vie des composants, du fait de la présence de l'huile et l'absence de la corrosion, en plus de la possibilité de démarrer les installations en charge. Les applications des systèmes hydrauliques dans l'industrie sont les suivantes :

- Machines de traitement du plastique
- Fabrication d'acier et applications d'extraction de métaux primaire
- Lignes de production automatisées
- Machines-outils
- Machine de broyeur
- Industries du papier
- Machineries textiles
- Engins de chantier
- Aéronavale
- Equipements de Recherche & Développement et systèmes robotiques... etc.

I.2.3 -Exemple : Lignes de production automatisées :



Figure I-3 : Lignes de production automatisées [16].

Un système d'usine dans lequel des pièces ou des composants du produit final sont transportés par un convoyeur à travers un certain nombre de sites différents, où s'achève la réalisation du conditionnement des pièces dans des boîtes, le fardelage des boîtes puis le rangement des boîtes dans un carton ou caisse plastique qui seront évacuées sur un tapis en sortie de ligne avec possibilité de fermer les cartons à l'aide d'une scotcheuse industrielle, toutes ces opérations sont effectuées avec certaines interventions manuelle ou automatisée, sans interrompre le flux de production.

I.3 - Conclusion :

Ce chapitre a été consacré à l'hydraulique, son développement au cours de l'histoire jusqu'à ce jour ainsi que la présentation des différents domaines d'utilisation.

Chapitre II :

Composants hydrauliques

II- Introduction :

L'hydraulique industrielle, c'est un domaine très vaste, alors on s'intéresse d'abord aux composants essentiels participant à la réalisation des circuits hydrauliques : (pompes, distributeurs, vérins, limiteur de pression, limiteur de débit...). Ce chapitre présente les caractéristiques de ces composants et les notions de base des systèmes hydrauliques.

II.1 - Pompe hydraulique :[3]

II.1.1 - Définition :

La pompe hydraulique est un dispositif permet de transformer l'énergie mécanique de rotation en énergie hydraulique, permettant d'aspirer et de refouler un fluide. L'orifice d'aspiration est raccordé à un réservoir approprié d'où elle puise le fluide L'orifice de refoulement est raccordé au circuit hydraulique. La pompe alimente un réseau de canalisation qui achemine le fluide aux organes de distributions, ceux-ci à leur tour dirigent l'énergie ainsi véhiculée vers les organes récepteurs qui convertissent à nouveau l'énergie hydraulique en énergie mécanique de mouvement. On distingue deux grandes familles de pompes hydrauliques :

- Les pompes centrifuges.
- Les pompes volumétriques.

II.1.2 - pompes centrifuges :

Les pompes centrifuges sont composées d'une roue à aubes qui tourne autour de son axe, d'un stator constitué au centre d'un distributeur qui dirige le fluide de manière adéquate à l'entrée de la roue, et d'un collecteur en forme de spirale disposé en sortie de la roue appelé volute. Le fluide est dirigé vers la roue en rotation qui sous l'effet de la force centrifuge lui communique de l'énergie cinétique. Cette énergie cinétique est transformée en énergie de pression dans la volute. Un diffuseur à la périphérie de la roue permet d'optimiser le flux sortant est ainsi de limiter les pertes d'énergie.

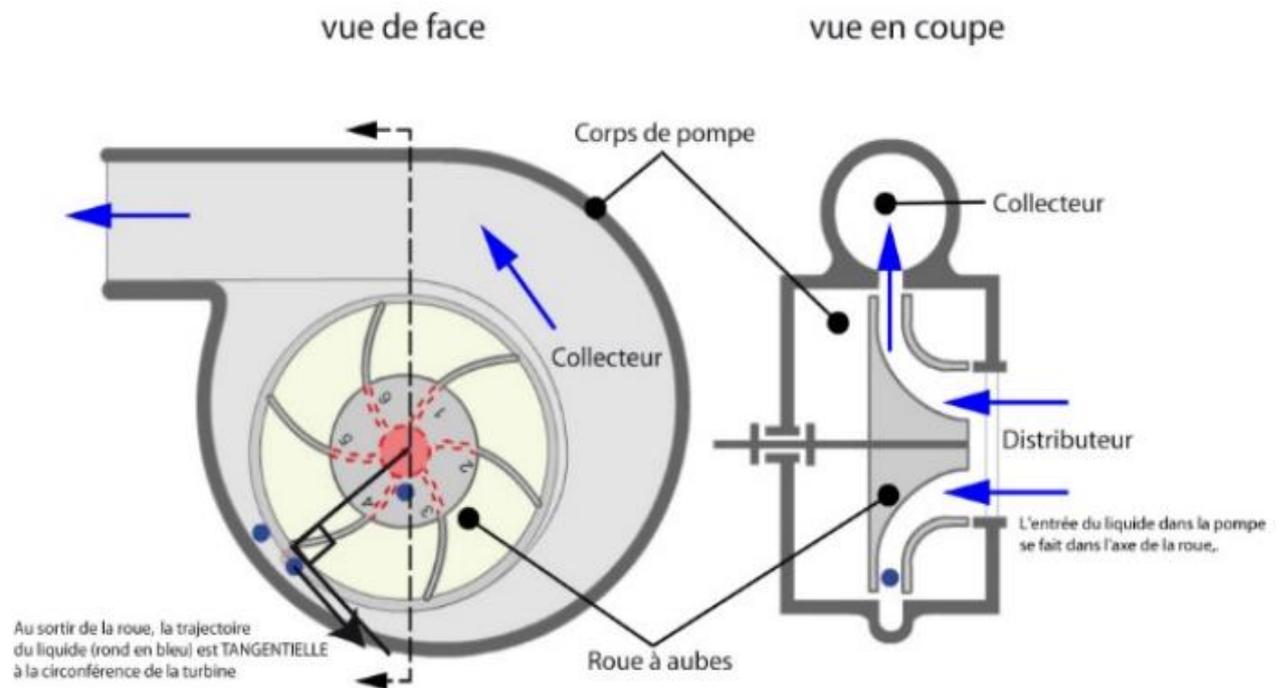


Figure II-1 : Fonctionnement la pompe centrifuge [17] .

II.1.2.a - les Avantages des pompes centrifuges :

- Construction simple, peu de composants mobiles, longue durée de service.
- Débit de refoulement facile à ajuster par une soupape à la sortie de la pompe ou par la vitesse de rotation.
- Vitesse de rotation élevée, entraînement direct possible par moteur électrique ou turbine.
- Concentration élevée de la puissance et petit espace de construction.

II.1.2.b - les Inconvénients des pompes centrifuges :

- Pas d'auto-amorçage
- Risque de cavitation avec de l'eau chaude ou des pressions d'aspiration faibles.
- Plusieurs étages requis pour les pressions de refoulement élevées.

II.1.3 - pompes volumétriques :[4]

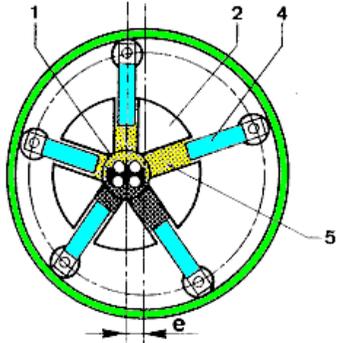
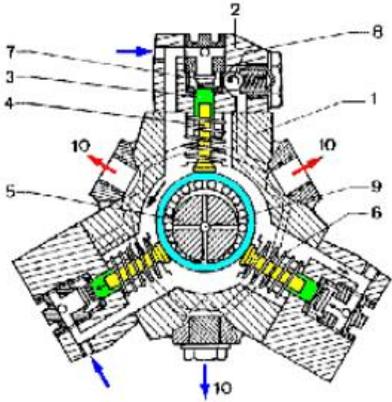
Les pompes volumétriques se composent d'un élément mobile se déplaçant dans un corps fixe parfaitement ajusté, le fluide est déplacé par un mouvement entre l'orifice d'aspiration et l'orifice de refoulement dû à la diminution de la pression. On distingue généralement :

- Les pompes volumétriques linéaires : à pistons axiaux, à pistons radiaux.
- Les pompes volumétriques rotatives : à engrenages, à palette, à lobes Les pompes volumétriques sont généralement auto-amorçantes, dès leur mise en route elles provoquent une diminution de pression en amont qui permet l'aspiration du liquide, il est nécessaire néanmoins d'examiner la notice du fabricant.

Les pompes volumétriques permettent d'obtenir des hauteurs manométriques totales beaucoup plus élevées que les pompes centrifuges, la pression au refoulement est ainsi plus importante, Le débit est par contre généralement plus faible, le rendement est souvent voisin de 90 % sauf dans le cas de fuites internes.

Chapitre II : composants hydrauliques

Tableaux II-1: différents types des pompes volumétriques linéaires et rotatives [18] :

Types	Figure	Composants	Caractéristiques Technique
<p>pompes à pistons radiaux à bloc cylindre tournant</p>	 <p>Figure II-2</p>	<ul style="list-style-type: none"> (1) Piston (2) Barillet (3) Arbre menant (4) Embout sphérique (5) Patin (6) Plateau fixe incliné (7) Plaque d'appui (8) Glace de distribution 	<p>Cylindrée = 16-80 cm³/tr Pression = 280-300 bar Vitesse de rotation = 1000 tr/min</p>
<p>pompes à pistons radiaux et cylindres fixes</p>	 <p>Figure II-3</p>	<ul style="list-style-type: none"> (1) Carter (2) Eléments de pompage (3) Alésage (4) Piston (5) Excentrique (6) Ressort (7) Clapet d'alimentation (8) Clapet de refoulement (9) Croisillon (10) Les sorties 	<p>Petite cylindrée = 0.4-2 cm³/tr Pression = 600-700 bar Vitesse de rotation = 1000-3500 tr/min</p>

Chapitre II : composants hydrauliques

Les pompes à
Pistons axiaux à
barillet rotatif à
axe droit

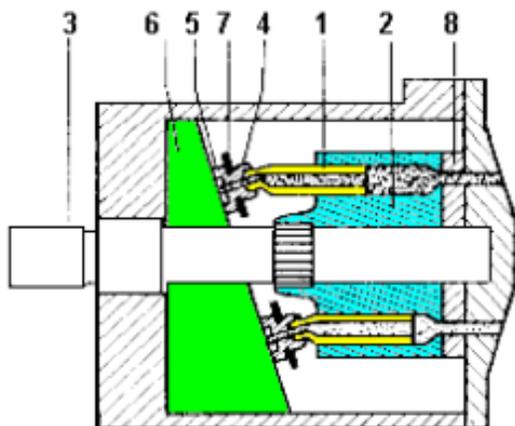


Figure II-4

- (1) Piston
- (2) Barillet
- (3) Arbre menant
- (4) Embout sphérique
- (5) Patin
- (6) Plateau fixe incliné
- (7) Plaque d'appui
- (8) Glace de distribution

Pression = 280-300 bar
Vitesse de rotation=1000 tr/min

Les pompes à
Pistons axiaux
et débit variable

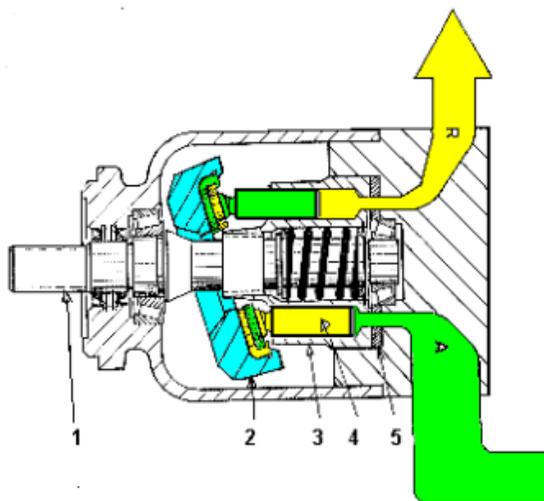


Figure II-5

- (1) Arbre d'entraînement
- (2) Le plateau inclinable
- (3) Le bloc cylindre
- (4) Piston
- (5) La tête de distribution

Pression =17-210 bar
Vitesse de rotation = 3500 tr/min

Chapitre II : composants hydrauliques

Pompes à pistons axiaux a axe coude : à cylindrée constante

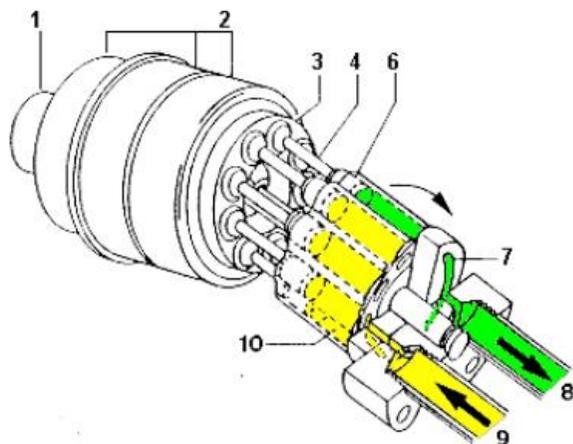


Figure II-6

- (1) L'arbre menant
- (2) Roulements
- (3) Plateau de l'arbre d'entraînement
- (4) Bielles de piston
- (6) Pistons
- (7) Une lumière
- (8) Orifice de refoulement
- (9) Orifice d'aspiration
- (10) Barillet avec les alésages des pistons

Pression = jusqu'à 350 bars
 Vitesse de rotation = 1500/2800 tr/min
 Débit = 30/500 l/mn

Pompes à pistons à axe brisé à cylindrée variable

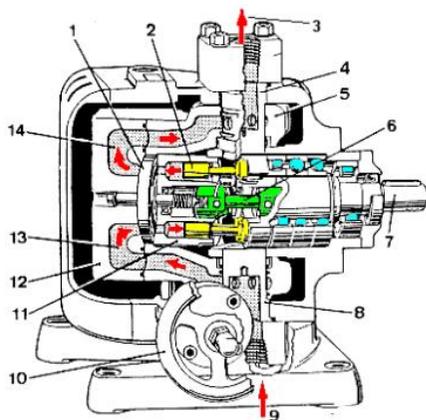


Figure II-7

- (1) Glace de distribution
- (2) piston
- (3) Refoulement
- (4) Pivot de sortie
- (5) Etrier de pompe
- (6) Joint universel
- (7) Arbre d'entraînement
- (8) Pivot d'entrée
- (9) Aspiration
- (10) Volant de commande de l'angle d'inclinaison
- (11) Barillet
- (12) Carter de distribution
- (13) Circuit d'admission
- (14) Circuit de refoulement

Pression = 206/350 bars
 Vitesse de rotation = 1200 / 1800 tr/min
 Débit = 190/570 l/mn

Les pompes à engrenage à
Denture extérieure

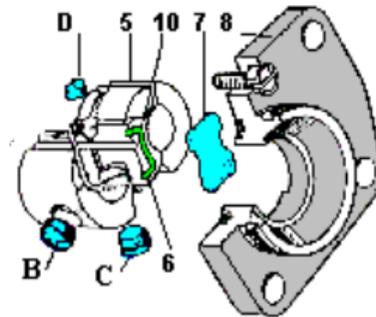
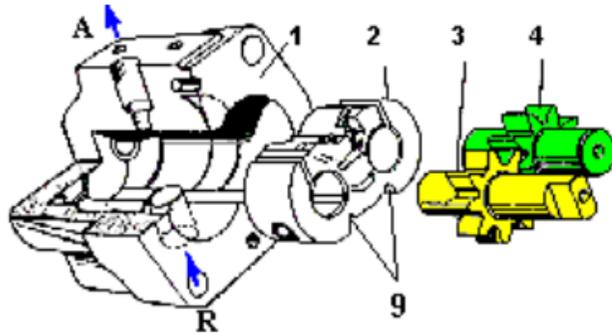


Figure II-8

- (1) Carter de pompe
- (2) Jumelle arrière
- (3) Pignon menant
- (4) Pignon mené
- (5) Jumelle avant
- (6) Joint torique délimitant la zone d'équilibrage axial
- (7) Plaque de réaction
- (8) Couvercle et joint étanchéité
- (9) Charnières
- (10) Fentes de compensation
- (A) Orifice d'alimentation
- (B) Tampon de compensation
- (C) Tampon de poussée
- (D) Tampon d'étanchéité
- (R) Orifice de refoulement

Cylindrée = 1-5 cm³/tr
 Pression = 220-550 bar
 Vitesse de rotation = 750/4000 tr/min

Chapitre II : composants hydrauliques

Les pompes à engrenage à denture intérieure droite non composée

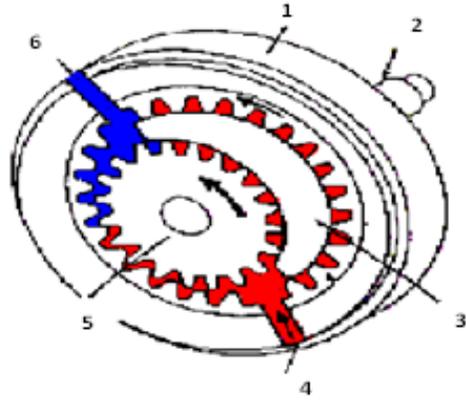


Figure II-9

- (1) Carter
- (2) Arbre
- (3) Séparateur
- (4) Arrivée huile
- (5) Pignon menant
- (6) Sortie huile

Pression = max 50 bars
 Vitesse de rotation = élevée
 Débit = important

Les pompes à engrenage à Denture intérieure type rotor

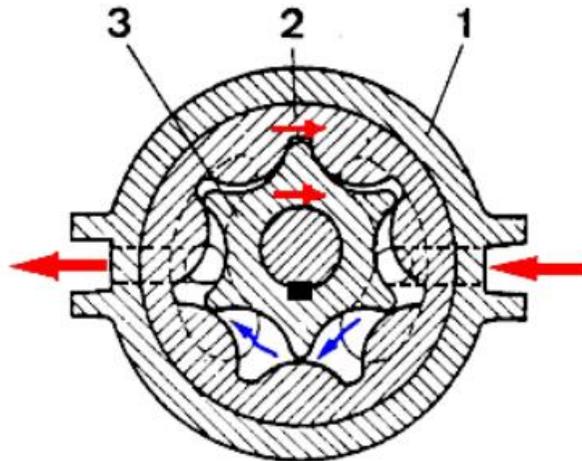


Figure II-10

- (1) Carter
- (2) Un pignon à denture intérieure
- (3) Un pignon central à denture extérieure

Pression = max 150 bars
 Vitesse de rotation = 5/6000 tr/min

II.1.3. a– Avantages des pompes volumétriques :

- faible dépendance du débit de refoulement par rapport à la hauteur de refoulement.
- adaptées aux pressions élevées à très élevées ; seul un étage requis
- très bonne puissance d'aspiration.
- adaptées aux fortes viscosités.
- biens adaptés aux faibles vitesses de rotation d'entraînement

II.1.3. b-Inconvénients des pompes volumétriques :

- le principe de fonctionnement n'inclut pas de limitation de la pression, c'est pourquoi une soupape de sécurité ou soupape de limitation de la pression est requise.
- sur les pompes volumétriques oscillantes, un fonctionnement sans vibrations n'est possible qu'avec un complexe équilibrage des masses.
- les pompes volumétriques oscillantes ne sont pas bien adaptées aux vitesses de rotation élevées.
- pour certains types, construction avec soupapes compliquée et propice aux pannes

II.1.4 -Symboles :

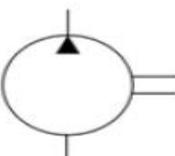
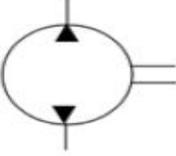
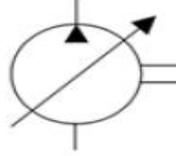
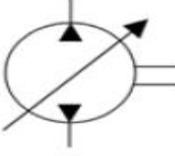
Pompes à débit constant		Pompes à débit variable	
à un sens de flux	à deux sens de flux	à un sens de flux	à deux sens de flux
			

Figure II-11 : Symboles des pompes hydrauliques[19].

II.2- Moteur hydraulique :[5]

II.2.1- Définition :

Le moteur hydraulique transfère l'énergie hydraulique en énergie mécanique, il utilise le débit d'huile qui est poussé dans le circuit hydraulique par une pompe hydraulique et le transforme par un mouvement rotatoire pour entraîner un autre dispositif.

Chapitre II : composants hydrauliques

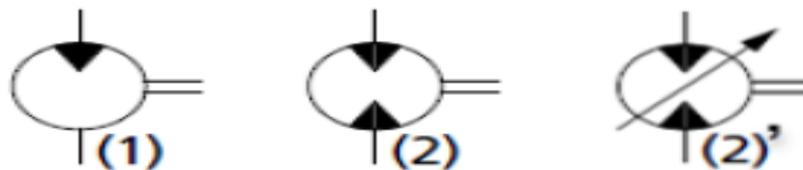
Une différence de pression existe entre l'admission et le refoulement du moteur, cette différence de pression s'applique sur les parties mobiles internes du moteur qui sont reliées mécaniquement à l'arbre d'accouplement du moteur, sous l'effet de la différence de pression les pièces mobiles internes se déplacent et entraînent ainsi l'arbre du moteur et la charge à déplacer.

Les différents types de moteurs hydrauliques sont :

- Moteurs à engrenage
- Moteurs à palettes
- Moteurs à pistons

Le moteur hydraulique et la pompe hydraulique sont similaires dans la construction, mais différent dans les caractéristiques opérationnelles.

II.2.2- Symboles du moteur hydraulique :



1 : Moteur hydraulique à cylindrée fixe à un seul sens de flux

2 : Moteur hydraulique à cylindrée fixe à deux sens de flux

2' : Moteur hydraulique à cylindrée réglable à deux sens de flux

Figure II-12 : Symboles des moteurs hydrauliques.

II.3- Clapet :

On distingue deux types de clapets de retenue :

- Les clapets de retenue non pilotés.
- Les clapets de retenue pilotés.

II.3.1- Clapet de retenue non piloté :

Les clapets de retenue simples à ressort faible sont utilisés surtout comme dérivation et comme isolateur de circuit hydraulique.

Leur conception est très simple et leur prix faible. Ils existent sous forme de blocs s'adaptant aux différents autres appareils ou autonomes pour s'installer directement sur une conduite.

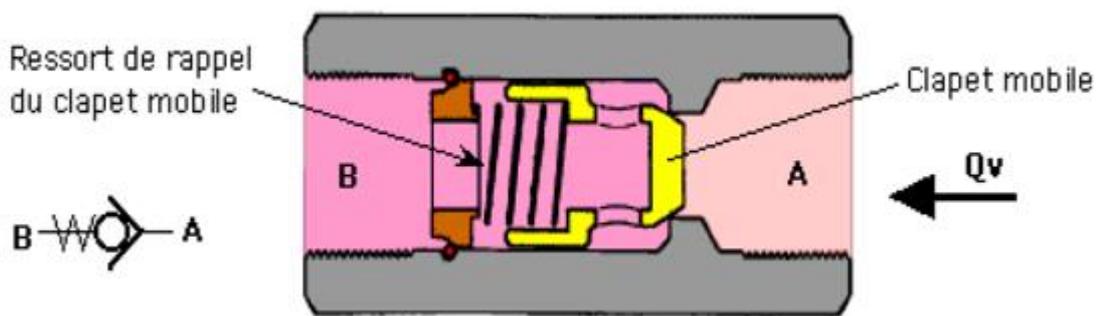


Figure II-13 : Clapet de retenue non piloté [20].

Il existe des modèles de clapets à rappel ressort, dont le pré charge du ressort est déterminé Pour créer une perte de charge imposée. On les appelle "clapets tarés».

II.3.2- Clapet de retenue piloté :

Les clapets de retenue pilotés jouent le même rôle que des clapets non pilotés.

Cependant, les clapets pilotés peuvent être maintenus ouvert même dans le sens bloqué clapet.

Fonction: assurer la fonction d'un clapet anti-retour, avec un déverrouillage de cette fonction pour laisser le libre passage dans les deux sens.

Ils sont utilisés pour le maintien en position des différents actionneurs, lorsque les distributeurs ne peuvent le faire (centres ouverts, fuites entre tiroir et corps ...).

Il faut installer ces appareils le plus près possibles des actionneurs entraînant les récepteurs (Vérins par exemple).

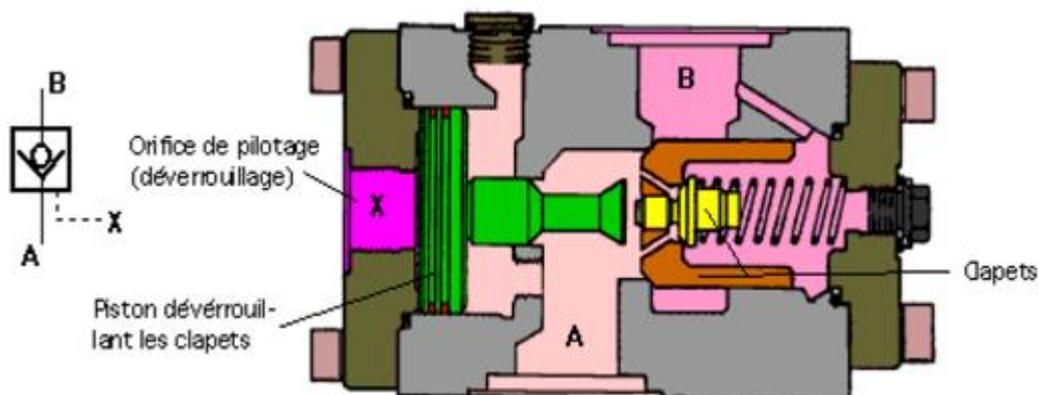


Figure II-14 : Clapet de retenue piloté.

Chapitre II : composants hydrauliques

Clapet piloté déverrouilla blé: Un piston poussé par la pression de pilotage (déverrouillage) en X soulève les clapets permettant le passage de B vers A. Il y a dans cet exemple deux clapets pour assurer la progressivité de l'ouverture et diminuer la pression minimale de pilotage en X.

Lorsqu'il est nécessaire d'assurer ces fonctions sur deux voies simultanément, on peut utiliser alors un clapet piloté déverrouilla blé double. Cet appareil est très compact et peut être installé directement sur l'actionneur qu'il verrouille (vérin par exemple). Il existe pour cet appareil un symbole simplifié.

II.3.3- Symboles :

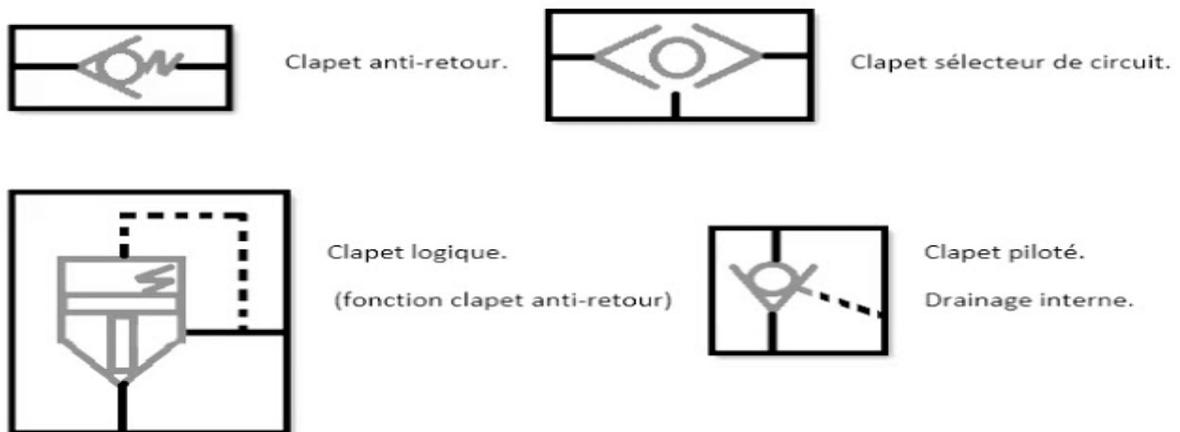


Figure II-15 : Symboles des Clapets.

II.4- Distributeur :[6]

II.4.1- Définition :

Pour désigner les distributeurs, on tient compte des orifices utilisés comme conduite de circulation principale du circuit et du nombre de positions de commutation. Les orifices de pilotage et de drainage ne sont pas considérés comme tels.

Il en existe 3 principaux.

- A clapet
- A tiroir,
- A piloté

II.4.2- Distributeur à clapet :

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.

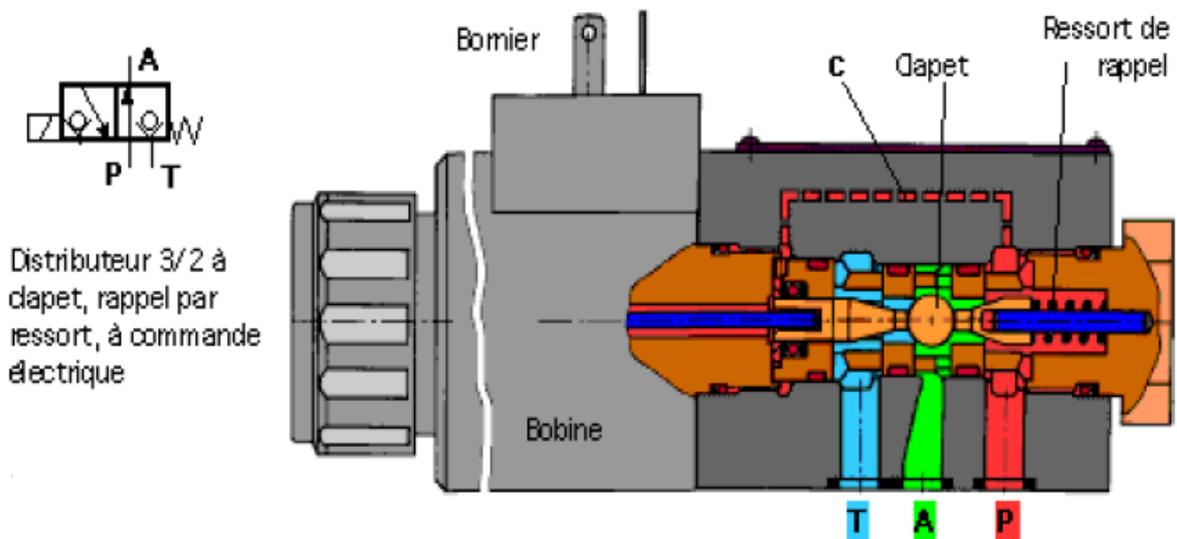


Figure II-16 : Distributeur à clapet commande électrique [21].

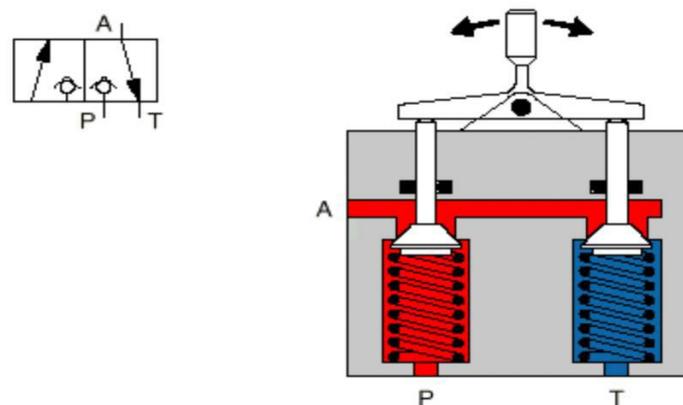


Figure II-17 : Distributeur à clapet commande manuel.

II.4.3- Distributeur à tiroir :

Le distributeur à tiroir sert à diriger le fluide hydraulique dans les parties d'un circuit dans les quelles on a besoin de la pression engendrée par la circulation du fluide. On distingue deux types de distributeurs à tiroir : ceux à tiroir coulissant et ceux à tiroir rotatif.

La majorité des distributeurs sont de type à tiroir rectiligne.

Leur construction est relativement simple et leur capacité de débit est importante.

Chapitre II : composants hydrauliques

La commande du tiroir peut être de manière mécanique, manuelle, électrique, hydraulique, ou pneumatique.

- **Forme des tiroirs en fonction des schémas :**

La réalisation de toutes les variations des schémas est obtenue par des adaptations des arêtes de distribution placées sur le tiroir, le corps de valve restant le même sans modification.

Le comportement d'un distributeur est défini par le recouvrement du tiroir. Il y a trois types de recouvrement : positif, négatif et nul.

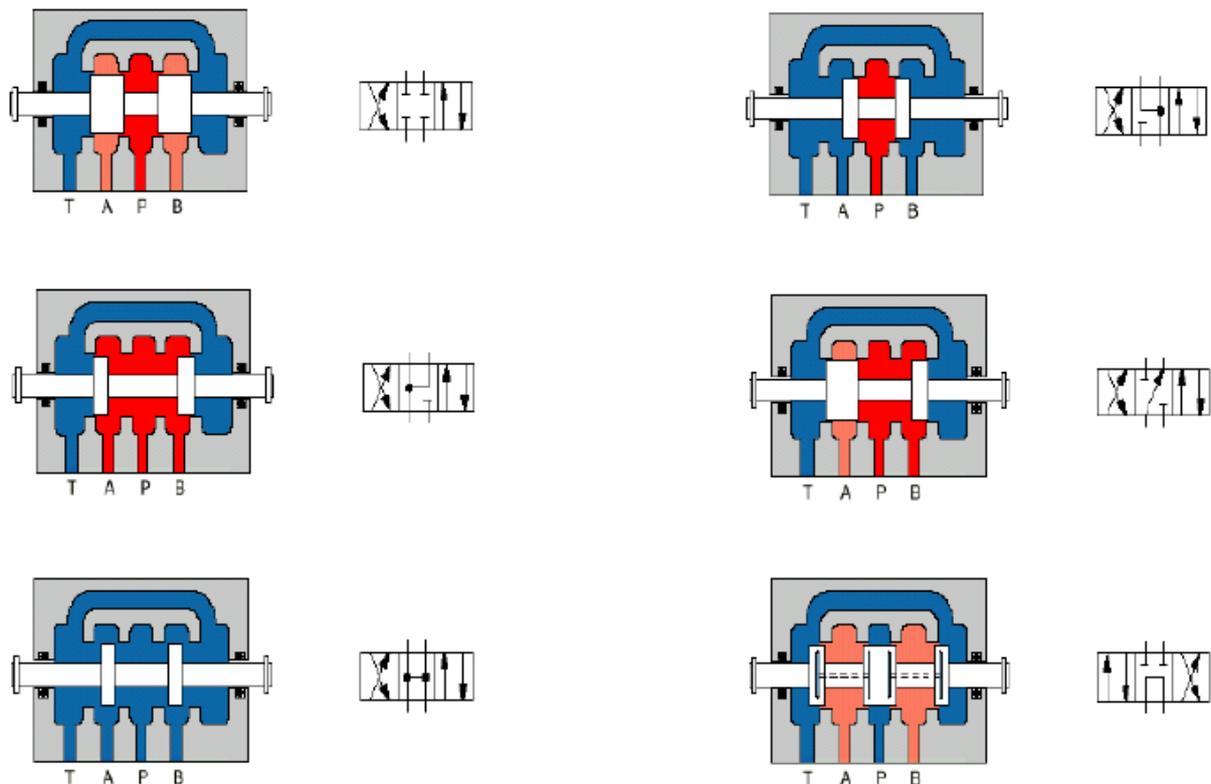


Figure II-18 : Distributeurs à tiroir [22].

II.4.4- Distributeur piloté :

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. Des limiteurs de débits installés sur les conduites de pilotage

Chapitre II : composants hydrauliques

permettent de ralentir la vitesse de commande de façon à donner une certaine progressivité à l'action.

On fera tout particulièrement attention, dans les circuits ayant ce type de distributeur, à ce que le distributeur pilote ait toujours un minimum de pression à sa disposition. Par exemple, un centre ouvert mettant tout le circuit à la bêche ($p \approx 0$) empêchera tout fonctionnement. On sera donc souvent amené à réaliser un circuit séparé pour ces distributeurs, dit circuit de "servitude" ou de pilotage. Dans les circuits fermés, on pourra utiliser le circuit de gavage comme pression de servitude.

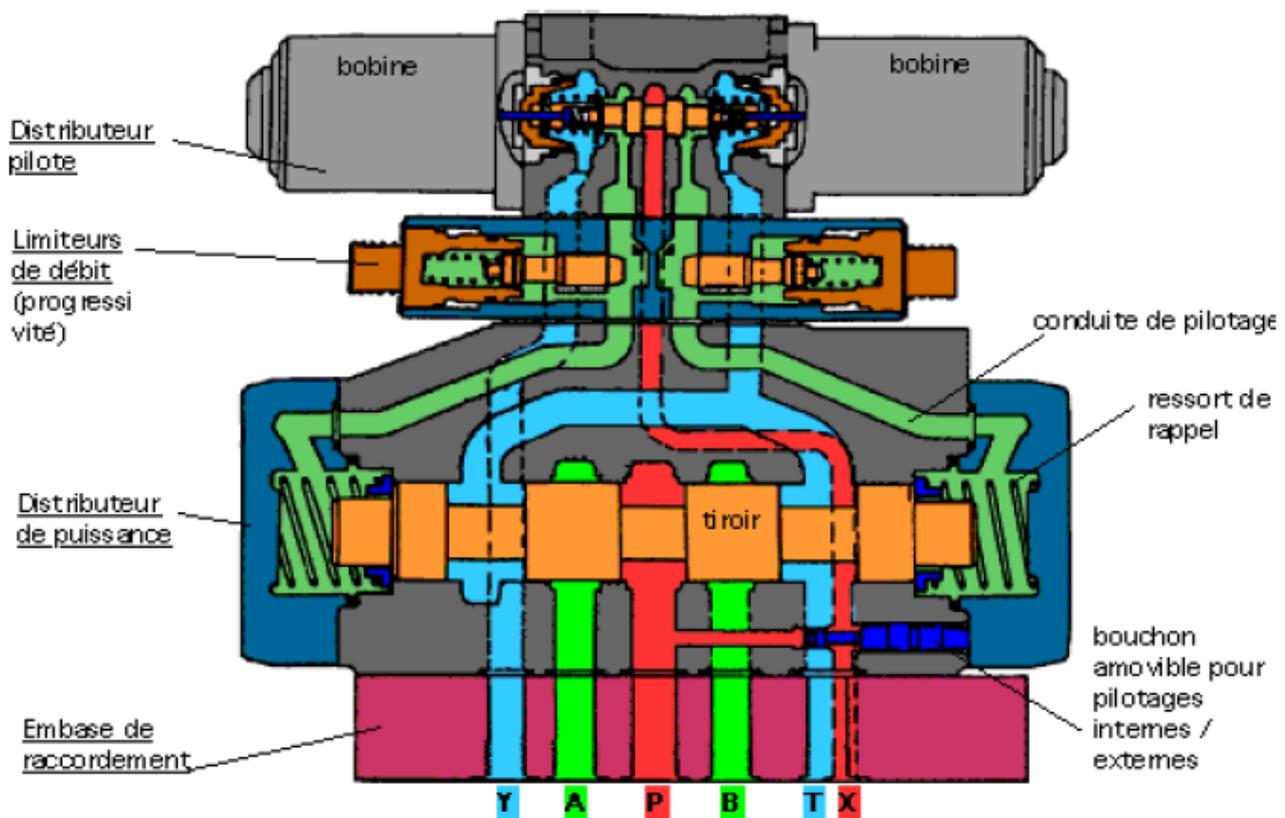


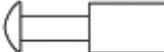
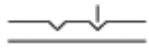
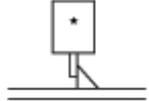
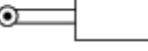
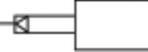
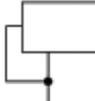
Figure II-19 : Distributeur piloté.

Chapitre II : composants hydrauliques

II.4.5- Symboles :

Ce tableau représente les symboles des différents types de commande Des distributeurs :

Tableau II-2 : Symboles des différents types de commande Des distributeurs.

Commandes manuelles		Commandes électriques	
En général		Électro-aimant : 1 enroulement (1 sens)	
A bouton poussoir (1 sens)		Électro-aimant : 2 enroulements sens contraire dans même ensemble (2 sens de fonctionnement)	
Par levier		Éléments mécaniques	
Par pédale (simple effet)		Dispositif de maintien en position (2 sens)	
Commandes mécaniques		Dispositif de verrouillage 1 sens (symbole du verrouillage de commande à préciser dans le rectangle)	
Par ressort		Dispositif à détente brusque (basculeur) 2 sens	
Par plongeur		Pression hydraulique	
Par galet		Commande indirecte par application d'une pression d'huile	
Par galet escamotable			
Commandes pneumatiques		Commandes combinées	
Commande directe par pression		Commande parallèle (OU) Électrique ou hydraulique	
Commande directe par dépression		Électrique OU pneumatique	
Commande indirecte par pression (par distributeur pilote)		Commande en série (ET) Électrique ET hydraulique	
Commande indirecte par dépression (par distributeur pilote)		Électrique ET pneumatique (électropneumatique)	
Commande par pression auto-alimentée			

II.5- Vérins :[7]

On distingue deux grandes catégories de vérins hydrauliques : ceux à simple effet et ceux à double effet. Les vérins sont utilisés pour transformer l'énergie hydraulique en énergie mécanique et plus précisément en un mouvement de translation. La section active du vérin est une donnée primordiale, car elle influe sur la force de celui-ci ($\text{Force} = \text{Pression} \times \text{Surface}$).

Plus cette surface est importante, plus la force du récepteur augmente. La pression de la pompe impacte également les performances du vérin. De même pour sa vitesse de sortie ($\text{Vitesse} = \text{Débit} / \text{Surface}$). Là encore, le débit fourni par la pompe a une influence. Plus la surface du vérin est faible, plus la vitesse est importante, ce qui s'explique par le volume à remplir.

II.5.1- Vérin simple effet :

Le vérin n'est commandé hydrauliquement que dans un seul sens, celui de sortie. On le schématise comme suit :

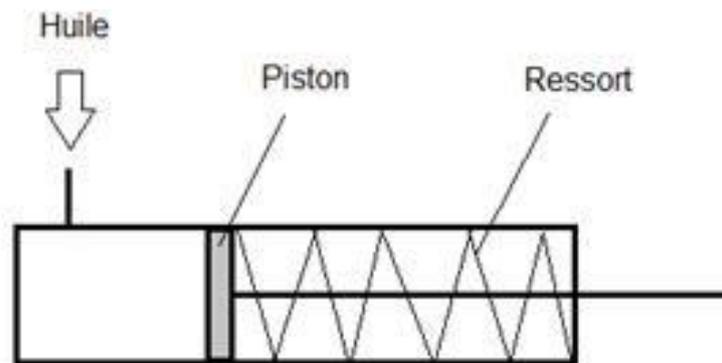


Figure II- 20 : Fonctionnement du vérin hydraulique simple effet [23].

On commande la sortie du vérin simple effet en introduisant de l'huile sous pression. L'entrée du vérin se fait lorsqu'on commande le retour de l'huile au réservoir. La pression chute dans la chambre et le ressort ou le simple poids de la charge repousse le piston.

II.5.2- Vérin double effet :

Les mouvements d'entrée et de sortie sont commandés hydrauliquement. On le schématise comme suit :

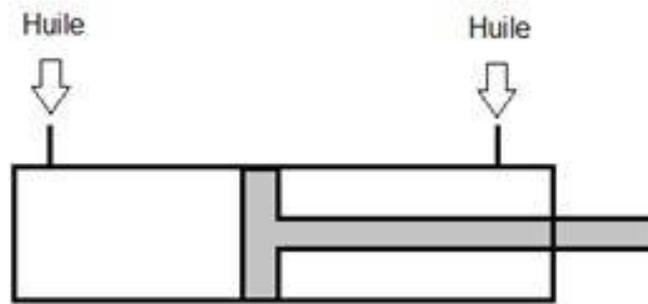


Figure II-21: Fonctionnement du vérin hydraulique double effet.

La section active de sortie du vérin est la surface totale du piston (1). Lors de l'entrée, c'est la section du piston qui entoure la tige (2), puisque l'huile ne peut pas agir sur la section de la tige. Ainsi lorsqu'on remplit une chambre, l'autre se vide. Du coup, les vitesses de sortie et d'entrée sont différentes. Certains vérins double effet possèdent une tige de chaque côté pour disposer de la même section. C'est le cas par exemple du vérin de direction.

II.5.3- Symbolisation graphique des vérins hydraulique :

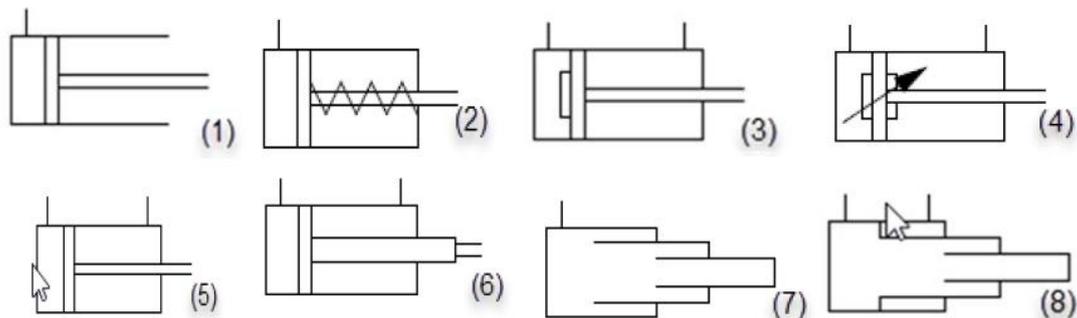


Figure II-22 : Symboles des vérins hydrauliques.

- 1 : Vérin à simple effet à rappel par force non définie.
- 2 : Vérin à simple effet à rappel par un ressort.
- 3 : Vérin à double effet avec amortisseur fixe d'un côté.
- 4 : Vérin à double effet avec amortisseurs réglables des deux côtés.
- 5 : Vérin à double effet à simple tige.
- 6 : Vérin différentiel.
- 7 : Vérin télescopique à simple effet.
- 8 : Vérin télescopique à double effet.

II.6- Régulation de la pression :

De nombreux appareils peuvent contrôler la pression, notamment les suivants :

- Limiteur de la pression
- Réducteur de la pression
- Accumulateur

II.6.1- Limiteurs de pression :[8]

Les limiteurs de pression permettent d'assurer la sécurité d'un circuit ou d'une partie de circuit, en limitant la pression à un maximum.

Le limiteur de pression est installé en dérivation entre la ligne de circuit et la basse pression.

De par sa conception, cet appareil provoque une perte de charge qui est fonction du débit à évacuer

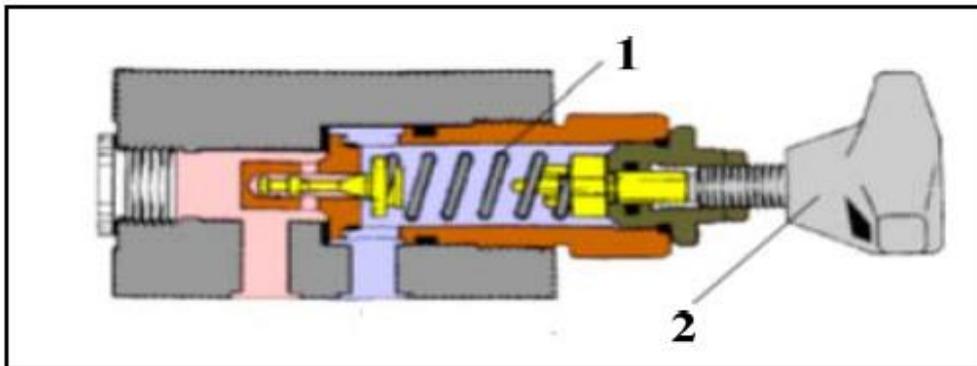


Figure II-23 : Limiteur de pression [24].

- 1- Ressort s'opposant à l'effet de pression
- 2- Bouton de réglage de la pression maximal

II.6.2- Réducteurs de pression :

Il est normalement ouvert au repos et lorsque la pression en aval dépasse la valeur de tarage, il coupe la communication entre l'entrée et la sortie, le réducteur pression permet d'assurer une pression inférieure à la pression d'alimentation, et constante.

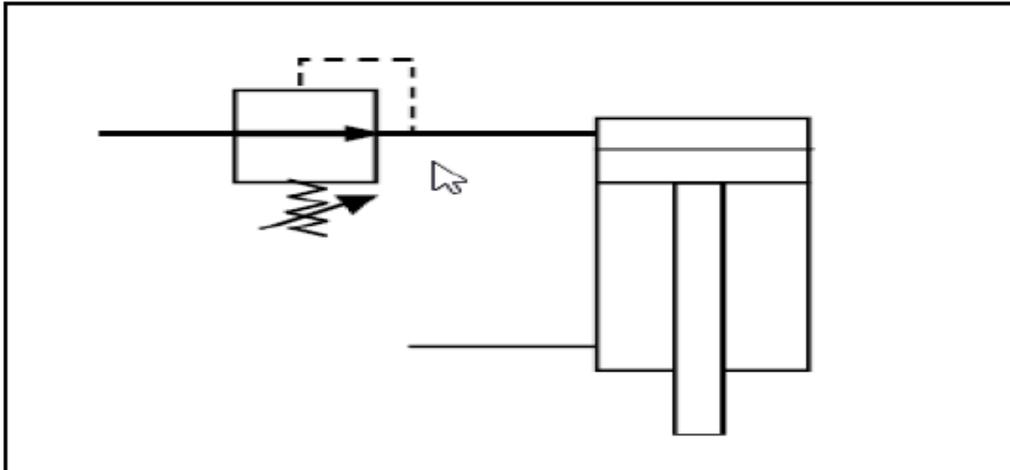


Figure II-24 : Réducteur de pression avec vérin a double effet.

II.6.3- Accumulateurs de pression:

Les accumulateurs sont destinés à restituer de l'énergie ou une pression, on les utilise en particulier dans les circuits où la puissance moyenne utilisée est faible, mais la puissance instantanée importante.

Les Différentes Fonction D'un Accumulateur sont : Dilatation thermique, amortissement de chocs, récupération et restitution d'énergie, amortissement de pulsations, compensation de fuites et réserve d'énergie.

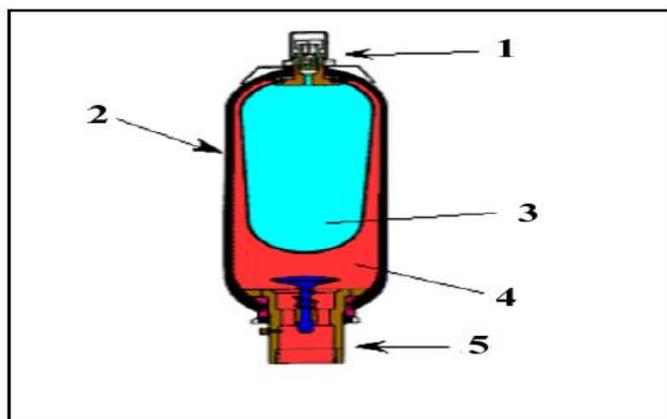


Figure II-25 : Composants d'un accumulateur à vessie.

- 1 – Valve de gonflage
- 2 – Enveloppe haute pression
- 3 – Vessie + gaz comprimé
- 4 – Huile
- 5 –Raccordement

II.6.4- Symboles :

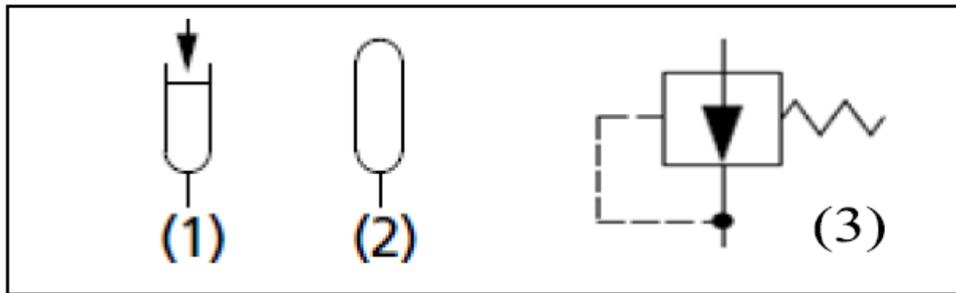


Figure II-26 : Symboles des régulateurs de la pression.

- 1 : Accumulateur à ressort à poids
- 2 : Accumulateur hydropneumatique
- 3 : Limiteur ou Réducteur de pression

II.7- Le contrôle de débit :

Le rôle de limiteur de débit ou de régulateur de débit est de faire varier la section dans laquelle le fluide circule.

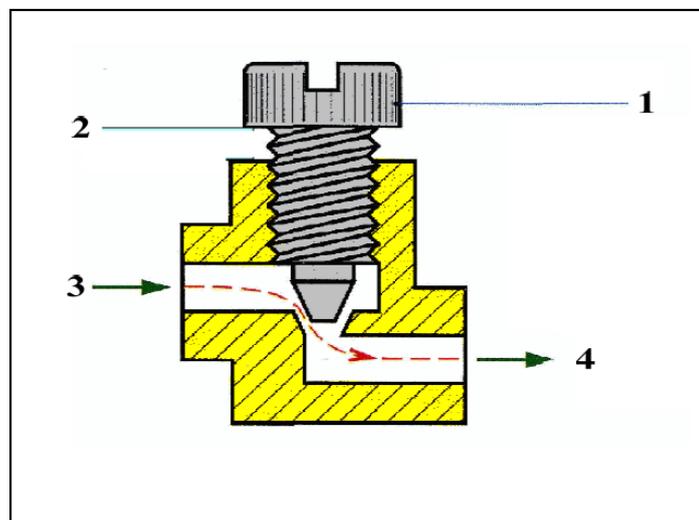


Figure II-17 : Régulateurs de débit.

- 1 –Vis de réglage
- 2 –Cale de réglage
- 3 – Débit entrée
- 4 – Débit réduit

II.7.1- Symboles :

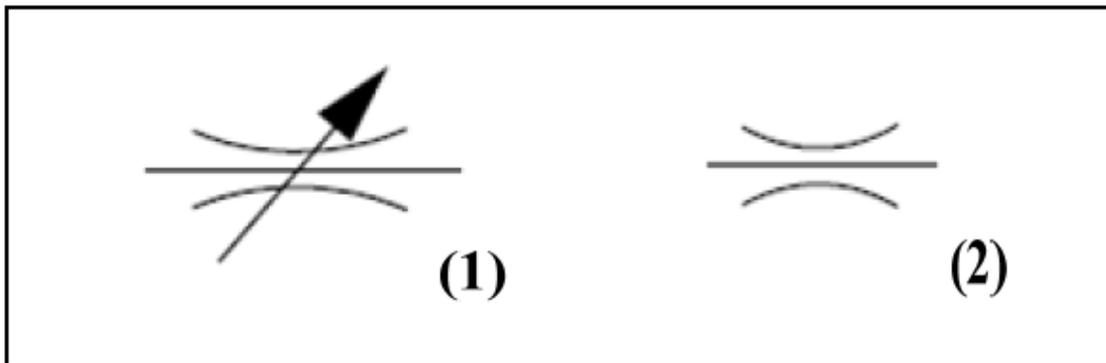


Figure II-28 : Symboles des régulateurs de débit.

1 – Réducteur de débit réglable

2 – Réducteur de débit non réglable

II.8- Filtres hydrauliques :

Les dispositifs pour le liquide de nettoyage peuvent être classés comme: filtres, crépines et aimants.

Les filtres sont des dispositifs dont la fonction principale est de retenir les contaminants insolubles du fluide.

Les crépines sont des filtres bien sûr. Leur filtration varie de 50 à 300 microns (la plupart des crépines font 125 microns).

La fonction des aimants est d'attirer et d'éliminer le fer du fluide. Ils doivent être placés là où ils attireront le plus de particules - entre les conduites de retour et d'aspiration. Des aimants peuvent être installés à l'intérieur du bouchon du réservoir (bouchons magnétiques).

Les filtres hydrauliques sont classés par pression nominale comme suit:

- Filtres basse pression
- Filtres haute pression
- Filtres moyenne pression

Il existe cinq types de filtres classés en fonction de leur emplacement et de leur fonction dans le système.

Chapitre II : composants hydrauliques

✓ Filtres d'aspiration :

Ce sont des filtres bas pressions situés dans la conduite d'aspiration avant la pompe. Ils sont généralement placés à l'intérieur du réservoir. Les filtres d'aspiration ou de retour peuvent être associés à un reniflard lorsqu'ils sont installés à l'entrée ou à la sortie du réservoir. Afin de déterminer le type de filtre à utiliser, nous devons tenir compte des exigences de chaque composant et du système hydraulique en tant que système.

✓ Filtre à pression :

Ces types de filtres sont placés dans la conduite de pression soit immédiatement après la pompe, soit avant un composant avec des exigences de clarté de fluide élevées. Ils sont à haute ou moyenne pression.

✓ Filtres de retour :

Des filtres de retour sont installés dans la conduite de retour. Ils peuvent être placés à l'extérieur ou à l'intérieur du réservoir. Il est recommandé que les filtres de retour aient une soupape de dérivation qui protège l'élément filtrant pendant le démarrage à froid et les pics de pression. Les filtres de retour qui n'ont pas de mâle de soupape de dérivation doivent être conçus pour des pressions supérieures à la pression du système. Ils peuvent être soumis à une pression élevée lorsqu'ils sont obstrués.

✓ Filtres à flux inversé :

Les filtres à flux inversé sont utilisés lorsque le sens du flux est inversé dans les conduites. Ce filtre doit retenir les contaminants dans une direction et empêcher le retour des contaminants dans le système lorsque le débit est inversé. Ceci est réalisé en ayant deux lignes parallèles et des clapets anti-retour dans chaque ligne. Dans les applications de chariots élévateurs, les filtres à flux inversé sont utilisés dans les transmissions hydrostatiques et les systèmes de récupération d'énergie avec pompe / moteur réversible.

✓ Filtres à air :

Les filtres à air sont placés sur le réservoir et ils sont généralement combinés avec un bouchon de reniflard ou une jauge pour l'indication du niveau de liquide. Les filtres à air du bouchon du reniflard vont de 2 à 40 micromètres de filtration.

Les filtres d'aspiration ou de retour peuvent être associés à un reniflard lorsqu'ils sont installés à l'entrée ou à la sortie du réservoir. Afin de déterminer le type de filtre à utiliser, nous devons tenir compte des exigences de chaque composant et du système hydraulique en tant que système.

Chapitre II : composants hydrauliques

✓ **Avantage:**

- 1) Dissipez tout degré de turbulence résiduel de l'huile retournée.
- 2) Protégez l'ensemble du système à l'avant et attrapez tous les contaminants qui pénètrent dans l'huile par le reniflard.
- 3) Afin de minimiser les pertes de charge dans la conduite d'aspiration, le filtre d'aspiration doit avoir une plus grande surface de filtrage

✓ **Désavantage:**

Augmentez la résistance dans la conduite d'aspiration, ce qui peut entraîner une aspiration inefficace de la pompe. Pour cette raison, ils sont principalement utilisés dans les conceptions de pompe à flotteur (la pompe est située sous le niveau du liquide du réservoir).

- 1) Lorsque le filtre est bouché, le débit contourne le filtre à travers le clapet anti-retour et tous les avantages de la filtration sont perdus. Il est recommandé de changer le filtre pendant la maintenance préventive après un certain nombre d'heures et à chaque fois que des travaux de réparation sont effectués sur le système. Pour réduire le temps de changement, le filtre doit être situé à un endroit facile d'accès.
- 2) Prenez plus d'espace dans le réservoir lorsque le filtre est placé à l'intérieur.

✓ **Viscosité et effets de la viscosité**

La viscosité est la propriété la plus importante du fluide. C'est la première chose à considérer lors du choix d'un fluide hydraulique. Avant de faire une sélection, nous devons déterminer la viscosité de démarrage et la viscosité à sa température de fonctionnement.

Une autre caractéristique clé du processus de sélection est le changement de viscosité par rapport au changement de température. Si le réservoir hydraulique est sous-dimensionné, il ne peut pas dissiper toute la chaleur accumulée et faire fonctionner le fluide à un niveau plus élevé.

Ce fait ajoute des exigences de performance au fluide pour maintenir de petits changements de viscosité dans des plages de température plus larges.

Lorsque le fluide s'oxyde, sa viscosité augmente. Cela doit être surveillé car lorsque le système fonctionne à froid, la viscosité plus élevée peut provoquer une cavitation dans la pompe lors d'un démarrage.

Comme nous avons déjà défini la viscosité comme la propriété la plus importante de l'huile, il est logique de mesurer fréquemment la viscosité à l'aide d'un équipement de test sur site. Il existe deux paramètres déterminables, la viscosité absolue et cinématique. La viscosité cinématique mesure la résistance du fluide à l'écoulement et au cisaillement sous l'effet de la gravité, comme l'huile

Chapitre II : composants hydrauliques

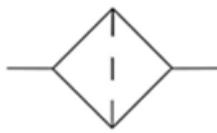
s'écoulant à travers un entonnoir. La viscosité absolue, quant à elle, détermine la résistance interne de l'huile à l'écoulement et au cisaillement. Pour visualiser la viscosité absolue, imaginez la force nécessaire pour remuer l'huile avec un bâton.

Les avantages d'une viscosité plus élevée du fluide sont les suivants: réduisent l'usure et les fuites. Les inconvénients d'une viscosité plus élevée du fluide sont: une augmentation des chutes de pression du filtre et un éventuel contournement du filtre, une réponse réduite aux entrées et une lenteur du démarrage à froid du système hydraulique.

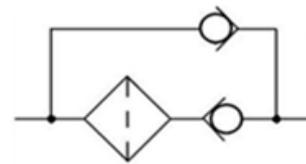
Les fabricants de chariots élévateurs doivent fournir des recommandations sur le grade de viscosité approprié du fluide pour les systèmes hydrauliques de leur équipement. Il est particulièrement important de fournir des recommandations si le système est soumis à des conditions de travail extrêmes (les conseils du fournisseur de fluide peuvent également être précieux).

II.8.1- Symbole :

On distingue deux types :



a) filtre pour flux unidirectionnel



b) filtre pour flux inversé

Figure II-29 : filtre unidirectionnel et inverse.

II.9- Réservoirs hydrauliques :

Le réservoir a deux fonctions principales: stocker le fluide hydraulique et maintenir le fluide dans les limites de température de fonctionnements définis.. Il existe deux types de réservoirs: ouverts (ventilés) et pressurisés (non ventilés). Dans cette section, nous allons discuter uniquement du type ventilé car il est principalement utilisé dans l'équipement industriel mobile.

Un réservoir doit être conçu pour répondre aux exigences du système. Ces exigences sont:

- Bonne taille :

Le réservoir doit avoir le plus petit volume qui contient le fluide nécessaire pour le système. La taille la plus économique doit être calculée en fonction des exigences du système. Les formules utilisées pour déterminer le volume du réservoir sont basées sur le calcul de la surface de refroidissement et sont données plus loin dans cette section.

- Bonne étanchéité et filtration contre la contamination du fluide :

L'air doit entrer et sortir du cylindre par un reniflard contenant un filtre à air. L'efficacité de capture du filtre à air doit être égale ou supérieure à l'efficacité de capture du filtre à huile principal. Les

Chapitre II : composants hydrauliques

respirateurs sans filtre n'empêchent pas la contamination de l'air. Dans les environnements poussiéreux, l'air entrant

le réservoir doit être filtré. Dans les environnements humides, des reniflards déshydratants sont utilisés pour empêcher la pénétration d'humidité.

- Haut degré d'échange thermique entre le fluide et l'air environnant à travers les parois du réservoir :

Les parois des réservoirs doivent assurer un bon échange thermique entre le fluide à l'intérieur et l'air ambiant. La libre circulation de l'air autour du réservoir doit être garantie. Les réservoirs sans surface suffisante pour dissiper la chaleur de la circulation naturelle et les réservoirs des systèmes à cycles de travail courts devraient avoir une cloison (déflecteur) qui sépare le réservoir en deux parties. Un déflecteur est une plaque de séparation divisant le réservoir en deux sections: retour et aspiration. Les chicanes font circuler le flux de retour autour de la paroi extérieure avant de pouvoir atteindre la conduite d'aspiration. L'avantage de cette circulation est un meilleur échange thermique et une meilleure dissipation des turbulences du retour. Habituellement, les coins inférieurs du déflecteur est coupés. La zone des coupures doit être plus grande que la zone de section transversale de la conduite d'entrée.

- Dissipation des bulles d'air dans le fluide le long du trajet depuis le retour au tuyau d'aspiration. :

Un écoulement turbulent induit des bulles d'air dans le fluide. Ces bulles peuvent pénétrer dans le tuyau d'aspiration et provoquer des dommages par cavitation dans le système. Pour minimiser ce risque, les conduites d'aspiration et de retour doivent être aussi éloignées que possible l'une de l'autre. S'il y a un déflecteur dans le réservoir, les orifices d'aspiration et de retour doivent se trouver sur les côtés opposés du déflecteur. La conduite d'aspiration (ou filtre d'aspiration) doit être au minimum à 20 mm au-dessus du fond du réservoir afin d'éviter de prendre des contaminants avec le fluide. De plus, les conduites de retour et d'aspiration doivent être immergées à au moins 30 mm sous le niveau de fluide le plus bas. Une autre

façon de dissiper les turbulences de la conduite de retour consiste à utiliser un diffuseur (épandeur) au niveau de la conduite de retour afin que le flux de retour passe à travers un épandeur. Au lieu d'un diffuseur, on peut utiliser deux filtres de retour connectés en parallèle ou une crépine. La crépine provoquera une contre-pression, ce qui est souhaitable pour certaines fonctions des systèmes hydrauliques du chariot élévateur. Il est recommandé de créer des réservoirs profonds et étroits plutôt que peu profonds et larges afin de minimiser les effets de vortex qu'ils ne contiennent.

II.9.1- Symbole :



a) Ouvert



b) sous pression

Figure II-30 : Réservoirs ouvert et sous pression .

II.10- Avantages des systèmes hydrauliques :

Les systèmes 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
- La possibilité de démarrer les installations en charge
- Une grande durée de vie des composants, du fait de la présence de l'huile

II.11- Inconvénients des systèmes hydrauliques :

Les systèmes hydrauliques engendrent aussi des inconvénients :

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

II.12- Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons essayé de présenter les principaux composants hydrauliques, leur fonctionnement et leurs choix et caractéristiques qui vont nous permettre dans la suite du travail de faire l'étude de cas.

Chapitre III :

Systemes hydrauliques pour chariots élevateurs

III- INTRODUCTION :

Un chariot élévateur est un appareil de levage et de manutention destiné au transfert de charges dans les usines ou les entrepôts de stockage. Il sert principalement au transport de produits finis depuis les chaînes de fabrications vers les lieux de stockage, au chargement et au déchargement de camions, wagons, navires et autres moyens de transport, bien que sa souplesse d'utilisation rende d'autres usages possibles.

III.1- Les différents types des chariots élévateurs :

Chariot élévateur tout-terrain: Conçu pour être largement utilisé, la capacité de levage des chariots élévateurs tout-terrain est de 1 à 50 tonnes. Quel que soit le type de terrain, il peut s'adapter à toutes les distances. Il est apprécié pour sa polyvalence et sa robustesse puissantes ainsi que pour sa rapidité.

Chariot élévateur à fourche: Le chariot élévateur à fourche est aussi efficace que les chariots élévateurs tout-terrain tout-terrain en termes de capacité de chargement, a les mêmes fonctions, convient à une utilisation large et présente les avantages de "forte polyvalence, vitesse rapide et robustesse éprouvée", peut s'adapter à toutes les distances. Il peut également être utilisé pour recycler les marchandises stockées en hauteur dans les entrepôts, les entreprises de logistique et même les centres de distribution.

Empileur: Idéal pour la manutention, le levage et l'empilage de marchandises d'un poids moyen de 1 à 2 tonnes. Le gerbeur est également adapté à un usage intensif. Il est très pratique, peut facilement pénétrer dans des espaces confinés et sa vitesse est également largement saluée, bien qu'elle ne soit efficace que sur un terrain paysager avec une pente allant jusqu'à 5% à 10%. Idéal pour placer des marchandises sur des étagères de hauteur moyenne. [9]

Préparateur de commandes: très adapté à la manutention, au levage et à l'empilage, le préparateur de commandes peut fournir environ 1 à 2 tonnes de capacité de charge. Bien qu'il ne convient que pour des conditions de sol avec une inclinaison maximale comprise entre 5% et 10%, il présente les avantages d'une vitesse rapide et d'un confort d'utilisation maximal. Il a trouvé l'efficacité dans l'optimisation substantielle de la gestion du cycle des produits.

Transpalette: utilisé uniquement pour une faible capacité de manutention, cet outil peut facilement pénétrer dans un petit espace, mais convient uniquement aux sols finis. Ceci est particulièrement efficace pour déplacer des palettes à faible hauteur

III.2- L'Anatomie d'un Chariot Élévateur :[10]

Les chariots élévateurs sont constitués d'éléments mobiles et de différents accessoires qui lui confère ses propriétés. Comprendre la terminologie inhérente liée à chaque composant dont ils sont constitués est important pour une communication efficace avec l'ensemble du personnel qui sera amené à être en interaction avec ce dernier au travail qui l'utilise, qui l'entretient ou qui en parle. Voici donc quelques-unes des caractéristiques fondamentales qui composent l'anatomie d'un chariot élévateur.



Figure III-1 : l'anatomie d'un chariot élévateur [25].

1- Mât :

Le mât d'un chariot élévateur est l'élément vertical qui permet de soulever et d'abaisser les charges. Pour la plupart des chariots élévateurs, le mât est situé à l'avant du chariot élévateur, directement dans le champ de vision de l'opérateur.

Les mâts sont constitués d'une ou plusieurs profilés qui permettent de lever ou abaisser le tablier porte- équipement avec les fourches ou l'accessoire qui y est attaché. Il existe quatre types de mât que l'on peut aisément identifier :

- Simplex : un profilé de mât
- Duplex : deux profilés de mât
- Triplex : Trois profilés de mât
- Quadruplex : Quatre profilés de mât

2- Vérins de Levage :

Le vérin de levage est un système qui permet au mât de se déplacer verticalement, ou de lever et abaisser le chariot et la fourche. Les vérins de levage sont généralement entraînés hydrauliquement. Il s'agit d'un vérin hydraulique à simple effet, ce qui signifie qu'il ne peut être poussé que dans un seul sens.

3- Vérin d'Inclinaison :

Semblable au vérin de levage, le vérin d'inclinaison est utile pour placer ou ramasser des marchandises à déplacer. La principale différence est que le vérin d'inclinaison contrôle le mouvement d'inclinaison du mât du camion et l'angle de la fourche par rapport au sol.

4- Le Tablier d'Équipement :

Le support d'équipement est un composant situé à l'avant du mât du chariot élévateur. Il est utilisé pour y suspendre divers types d'équipements pour manipuler des charges. Le premier accessoire peut être la fourche d'un chariot élévateur. Le dossier de support de charge y est également attaché.

5- Fourches :

Les fourches sont l'équipement de base le plus couramment utilisé pour saisir des charges. Ils sont en contact direct avec la charge pour les manipuler. Ils sont installés sur le plateau d'équipement d'un camion ou d'autres accessoires qui nécessitent un chariot élévateur, et ils sont conçus pour manipuler la cargaison par le bas. Les chariots élévateurs se présentent sous de nombreuses formes et tailles. Il existe de nombreuses fourches pour diverses applications.

6- Dossieret d'Appui de Charge :

Le dossier de support de charge du chariot élévateur est un accessoire qui vous permet d'avoir un élément de support de charge vertical. Le dossier de charge est installé sur le tablier pour empêcher la charge de basculer vers l'opérateur pendant les opérations de levage et de déplacement. Le dossier de support de charge peut également protéger le mât et tous ses composants (vérins, flexibles hydrauliques, etc.).

7- Contrepoids :

Le contrepoids fait référence à la masse installée sur le chariot élévateur afin qu'il puisse compenser le poids soulevé par le chariot élévateur. Il peut assurer sa stabilité lors des opérations de levage et de déplacement. Chaque machine de chargement et de déchargement a la plus grande capacité de charge par rapport au contrepoids dont elle est équipée. Par conséquent, il est important de connaître la capacité de charge du chariot élévateur afin que la charge puisse être soulevée sans basculer. L'opérateur doit vérifier la capacité de levage indiquée sur la plaque signalétique installée sur chaque chariot élévateur. Le contrepoids pour les équipements à combustion interne (essence et diesel) est situé à l'arrière du chariot élévateur ou de l'autre côté du chariot élévateur. Pour les équipements électriques, c'est le même principe, mais la batterie peut également être utilisée comme contrepoids, contribuant ainsi à sa stabilité et sa capacité de levage.

8- Source d'Énergie :

Différentes sources d'énergie sont disponibles pour les chariots élévateurs et plusieurs motorisations existent en fonction du type de chariot élévateur. Les chariots élévateurs peuvent être électriques (à batteries), ils peuvent être alimentés par du diesel, du gaz ou du propane (combustion interne). Sur les chariots élévateurs à combustion interne, le moteur est généralement situé à l'arrière du chariot élévateur, sous le siège. Les chariots élévateurs gaz propane sont équipés spécialement pour recevoir soit une bouteille, soit un réservoir monté en général sur le contrepoids pour un accès plus aisé.

9- Pneus :

Tous les chariots élévateurs ont besoin de pneus pour fonctionner, mais le type et le nombre de pneus peuvent varier. Les chariots élévateurs à quatre pneus ou plus peuvent soulever des objets lourds et sont très polyvalents. Les chariots élévateurs à trois roues conviennent parfaitement à une utilisation à l'intérieur ou dans des endroits avec un espace de manœuvre limité, et ces endroits doivent avoir des capacités de direction et de manœuvre efficaces. Il existe deux principaux types de pneus pour chariots élévateurs:

Bandage: Chariots élévateurs généralement utilisés pour une utilisation en intérieur. Les surfaces de ces chariots élévateurs sont plates et lisses, et leur structure est conçue pour résister à des coefficients de poinçonnage élevés au sol. Les bandages sont généralement plus chers. Ils n'ont pas les mêmes performances de traction que les pneus pleins, flexibles ou pneumatiques. Cependant, en raison de leur nature, ils rendent les chariots élévateurs plus stables. Par conséquent, les ingénieurs ont pu développer une série de chariots élévateurs plus compacts, qui conviennent

Chapitre III: Systèmes hydrauliques pour chariots élévateurs

parfaitement aux entrepôts et à d'autres environnements intérieurs avec un espace de fonctionnement limité et / ou des exigences plus élevées en termes de capacité de levage.

Pneus: Les chariots élévateurs pneumatiques sont généralement utilisés là où la surface est inégale, rugueuse ou changeante.

Dans ce cas, le pneu ressemble plus à un pneu sur une voiture, ce qui rend le chariot élévateur plus efficace lors de la conduite sur des routes non goudronnées et / ou inégales. Les pneus peuvent être gonflés (c'est-à-dire remplis d'air) ou des pneus pleins flexibles (PPS), ce qui signifie qu'ils sont entièrement constitués de caoutchouc solide.

10- Roues motrices :

Les roues motrices rétablissent la puissance du moteur en permettant au chariot élévateur de se déplacer. Ils sont généralement plus grands que les volants et sont conçus pour supporter des poids très lourds lors des opérations de manutention.

11- Roues directrices :

Le volant est généralement situé à l'arrière de l'équipement de manutention pour mieux diriger le chariot élévateur. Dans la plupart des cas, elles sont plus petites que les roues motrices, parfois de la même taille, mais jamais plus grandes.

12- Cabine de l'Opérateur :

Selon l'option choisie, la cabine du chariot élévateur peut être ouverte ou fermée. C'est l'espace où l'opérateur contrôle et actionne toutes les fonctions. Dans la cabine, on retrouvera un grand nombre de fonctions de chariot élévateur et de dispositifs de sécurité, tels que: freins de service et freins de stationnement, volants, klaxons, commandes d'éclairage et de direction, engrenages permettant le mouvement du mât, commandes hydrauliques, pédales d'accélérateur, jauges et autres indicateurs de fonctionnement.

13- Siège :

Contrairement aux équipements portés à la verticale (sachant que l'opérateur se tient debout lors de l'utilisation du chariot), les équipements à opérateur assis sont équipés d'un siège.

Il existe de nombreux types de sièges: sans ressort ou avec suspension, suspension mécanique ou pneumatique, avec ou sans accoudoirs, avec ou sans dossier, avec ou sans appui-tête, tissu ou PVC.

14- Volant :

Il contrôle le mouvement du volant. Des billes sont généralement installées sur le volant pour faciliter une rotation rapide. Assise sur le dessus de la colonne de direction, la colonne de direction peut généralement être ajustée pour l'inclinaison et parfois la hauteur.

15- Commandes Hydrauliques :

Ils permettent de contrôler le mouvement du mât (levage et basculement) et le mouvement des accessoires installés sur l'équipement.

Les commandes par joystick sont opposées aux commandes hydrauliques du bout des doigts, qui ont des noms différents selon le fabricant (mini joystick, joystick par opposition au joystick multitâche, bout du doigt, etc.).

16- La Plaque de Charge :

Ils permettent de contrôler le mouvement du mât (levage et basculement) et le mouvement des accessoires installés sur l'équipement.

Les commandes par joystick sont opposées aux commandes hydrauliques du bout des doigts, qui ont des noms différents selon le fabricant (mini joystick, joystick par opposition au joystick multitâche, bout du doigt, etc.).

17- Toit de Protection :

Aussi connu sous le nom de protection aérienne, c'est l'élément de base de la sécurité de l'opérateur car sa fonction est de protéger l'opérateur en cas de chute d'un objet dans la cabine du chariot élévateur.

Le chariot élévateur est conçu pour minimiser le risque de chute partielle ou totale de la charge sur le toit de protection. Cependant, en cas de choc accidentel ou de mauvaise disposition de la charge ou de fixation incorrecte, le risque de chute d'objets ne peut être exclu.

Vous venez de parcourir quelques lignes pour vous fournir les bases de la construction d'un chariot élévateur. Nous espérons que ces connaissances de base vous aideront à mieux comprendre la description technique du chariot élévateur et à améliorer vos futures spécifications / suffisance de matériaux.²

III.3- Aperçu des systèmes hydrauliques :

contourné par la soupape vers le réservoir. Les systèmes ouverts coûtent généralement moins cher et offrent plus de liberté dans la conception. Ce type de système est utilisé dans la plupart des applications mobiles pour faire fonctionner la charge utile.

Les systèmes fermés sont des circuits hydrauliques dans lesquels le fluide circule entre la pompe et l'actionneur en boucle fermée. Actionneur rotatif (ou linéaire) la direction est inversée en utilisant des pompes bidirectionnelles et en inversant le débit. Les pompes peuvent être à cylindre fixe ou variable. Systèmes fermés souvent utiliser des pompes de type à compensation de pression. La pression maximale est commandée par un compensateur de pompe, qui coupe le débit lorsque la pression maximale est atteinte. La pression fournie s'ajuste en continu à une valeur légèrement supérieure à la demande de pression des actionneurs. Parfois, cela le système n'a pas de soupape de décharge et il y a un minimum de gaspillage d'énergie pendant que la pompe fonctionne. Les inconvénients des systèmes de type fermé sont le coût élevé de la pompe ainsi que gaspillage d'énergie sous forme de chauffer lorsque la pompe s'efforce de maintenir la pression de service du tout conditions.

Les systèmes hydrauliques peuvent également être classés comme:

- 1) détection de pleine charge systèmes.
- 2) systèmes avec éléments de détection de charge.

L'objectif principal de ces deux types est l'efficacité énergétique.

Un système de détection de pleine charge peut également être fermé ou ouvert. Utilisation des systèmes fermés une pompe à pression compensée et au moins une soupape de détection de charge. La pompe à pression-débit compensée est une pompe à piston à volume variable, qui détecte les exigences de débit et de pression du système et délivre débit variable à des pressions variables selon ces exigences. La pompe se tient à une basse pression afin d'économiser de l'énergie. De plus, ce système a une valve directionnelle de détection de charge qui a une rétroaction de pression. la vanne reçoit les exigences de pression de l'actionneur et envoie un signal de pression à la pompe. L'avantage de ce système est le plus efficace énergétique.

Un inconvénient du système est son coût élevé. À cause de les systèmes de détection de pleine charge à coût élevé ne sont actuellement pas utilisés pour l'industrie applications des Chariot élévateur Au lieu de la détection de pleine charge, le système hydraulique peut être conçu comme un système de type ouvert qui utilise un déplacement fixe non compensée pompe et au moins une soupape de détection de charge. Cette combinaison semble dont le rapport cout par puissance le

plus bas. Pour cette raison, ces types sont devenant plus populaire et tous les nouveaux designs ont des éléments de pression la détection du retour d'information afin d'améliorer l'efficacité.

Dans les années 1990, les fabricants de chariots élévateurs ont commencé à utiliser des Moteurs AC et DC comme sources d'énergie pour les systèmes hydrauliques. Disponibilité de moteurs à vitesse variable pour entraîner les pompes hydrauliques fournis plus options de conception aux ingénieurs. Accouplement de moteurs à vitesse variable à déplacement fixe les pompes hydrauliques permettent aux concepteurs de contrôler les débits des pompes en contrôlant la vitesse de rotation du moteur de la pompe, ce qui améliore l'énergie l'efficacité du système.

III.4- Système hydraulique avec manuel proportionnel valve directionnelle :

Les systèmes hydrauliques pour chariots élévateurs ont des pressions élevées normales de 15 à 25 MPa. Afin de créer une puissance suffisante pour la manipulation de la charge, la conception des systèmes doit répondre au pire aux exigences de pression des conditions de fonctionnement.

La pression de service est déterminée par la charge. La pression de service doit être égale ou inférieure à la pression nominale des composants dans le système.

La pression maximale du système est déterminée par la soupape de décharge lorsque la soupape est en position complètement ouverte.

La pression de pointe est le pic avant que la soupape de décharge ne commence à s'ouvrir et déterminé par le temps de réaction du ressort de soupape. Cela se produit pendant moins de 100 ms.

III.4.1- Conception de circuits :

Le système hydraulique doit contrôler différentes fonctions (levage / abaissement, déplacement latéral, inclinaison ou autres) indépendamment ou simultanément si nécessaire. Chaque la fonction est contrôlée par une vanne directionnelle. Les vannes pourraient indépendants composants ou combinés dans une pile de vannes composée de différents sections. Il existe deux principaux types d'empilements des vannes directionnelles: les vannes sections connectées en parallèle (Fig 3.2) et sections de vannes connectées en série (Fig 3.3a et Fig 3.3b). Les vannes ont un chemin d'écoulement de dérivation qui est fermé lorsque le fluide est redirigé vers les actionneurs.

L'agencement de la figure 3.3 est la pile de vannes directionnelles la plus populaire utilisée dans les systèmes hydrauliques mobiles. Pour cette raison, seul ce système être utilisé pour une analyse plus approfondie et son fonctionnement sera décrit en détail. Pendant que le fonctionnement du

Chapitre III: Systèmes hydrauliques pour chariots élévateurs

système est décrit, nous aborderons également les différents types de composants et déterminerez ceux qui correspondent le mieux à notre application. La taille des composants sera déterminée après avoir calculé les exigences de pression et de débit des systèmes.

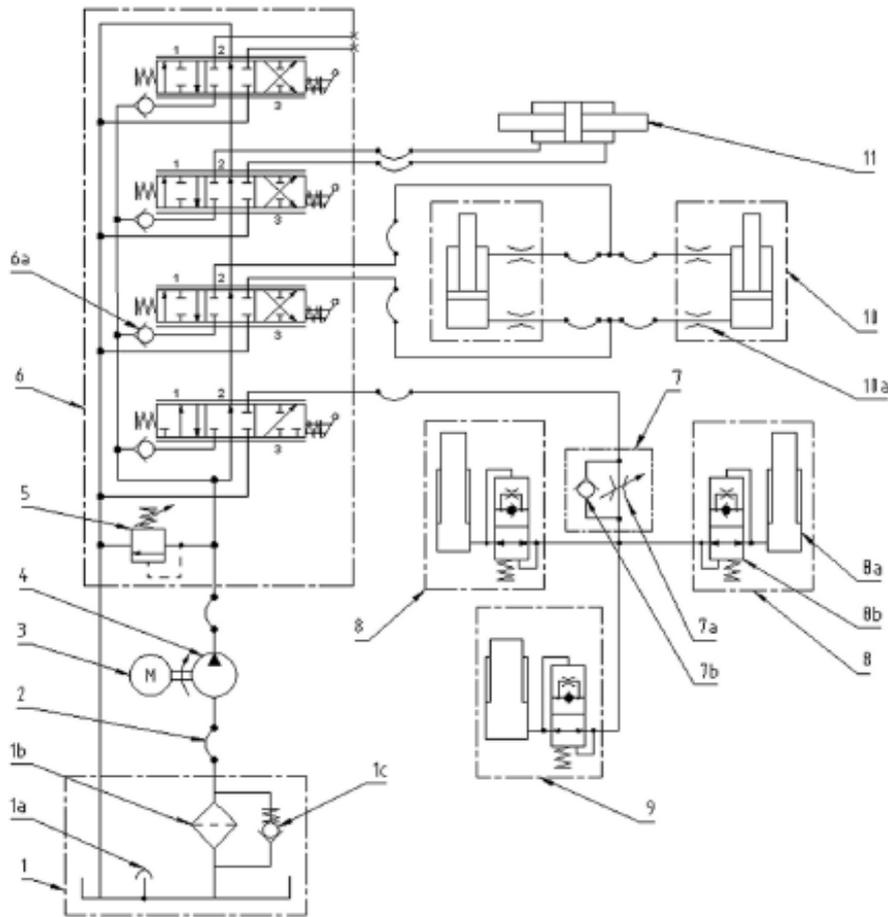


Figure III-2 : Schéma d'un système hydraulique avec une directionnelle à centre ouvert sections de vanne connectées en parallèle [26].

Composants (Figure 3.2):

- | | |
|----------------------------|---|
| 1. Assemblage du réservoir | 6. Vanne de commande directionnelle (quatre sections) |
| 1a. Respirer | 6a. Clapet anti-retour |
| 1b. Filtre | 7. Limiteur de débit (a) avec clapet anti-retour (b) |
| 1c. Clapet anti-retour | 8. Cylindre de levage avec soupape de sécurité (levage principal) |
| 2. Ligne flexible | 9. Vérin de levage (levée libre) |
| 3. Moteur électrique | 10. Cylindres d'inclinaison |
| 4. Pompe hydraulique | 10a. Orifice |
| 5. Soupape de surpression | 11. Cylindre de décalage latéral |

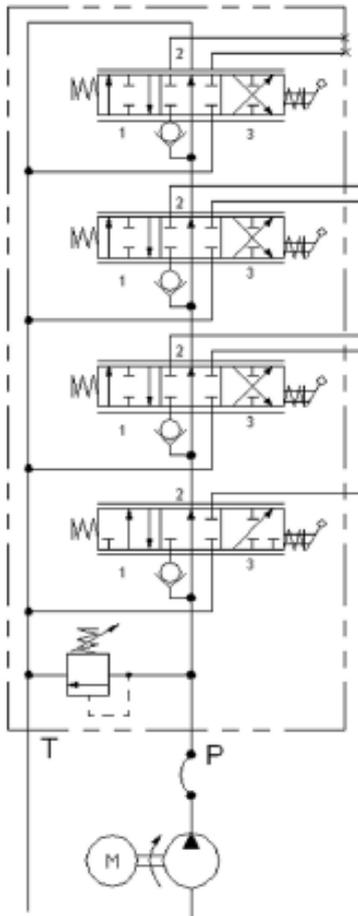


Figure. III.3a

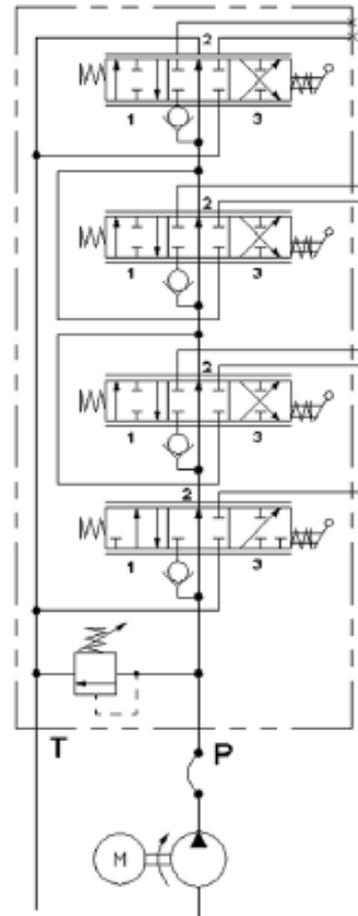


Figure. III.3b

Figure III-3 : Vanne directionnelle avec sections à centre ouvert connectées en série.

Dans l'agencement de la figure III.3a, les sections amont (sections plus proches de l'entrée) du distributeur ont la priorité pour recevoir le débit. Désavantage est que lorsqu'une section amont est complètement décalée, le passage de dérivation est fermé et il n'y a pas d'écoulement vers les sections aval. Une exception existe lorsque la première bobine est en position d'abaissement (position 1). Pendant la descente, le débit est disponible pour d'autres fonctions car l'abaissement est causé par le poids de la charge et ne nécessite pas de fluide sous pression.

Dans l'agencement de la figure III.3b, la conduite de retour des sections 2 et 3 est connectée à la ligne commune après la vanne de manière à fournir du fluide aux sections suivantes en aval.

III.4.2- Sélection des composants et principe de fonctionnement (figure III.2) :

L'huile hydraulique est stockée dans un **réservoir** (1). Le réservoir est de type ventilé. Dans la conception du chariot élévateur que nous essayons d'utiliser le poids de l'huile dans le 0

Le filtre d'aspiration (1b) est monté à l'intérieur du réservoir (tête de filtre et raccord les orifices sont à l'extérieur tandis que la cartouche filtrante est à l'intérieur). Il est recommandé de Montez le filtre verticalement au-dessus du niveau du liquide. L'huile s'écoule du réservoir

à travers le filtre jusqu'à la pompe à engrenages (4) dans un tuyau flexible. Un filtre d'aspiration plus est équipé d'un clapet anti-retour de dérivation (1c). Cette valve protège la pompe à partir de la cavitation par un chemin d'écoulement parallèle et assurant que la pression à l'entrée de la pompe reste au-dessus d'une valeur critique. La valve commence à ouvrir lorsque le filtre commence à se boucher. Il est complètement ouvert lorsque le filtre est complètement branché. La vanne s'ouvre également lorsque le fluide hydraulique a une viscosité accrue parce que le chariot élévateur était garé dans le froid ou en dessous de zéro des températures. Le côté négatif des filtres avec des vannes de dérivation est que le fluide contournera les filtres à chaque fois pendant le démarrage à froid. Afin d'éviter cela condition, le concepteur peut utiliser un capteur de filtre obstrué au lieu d'un bypass soupape. Le capteur de filtre obstrué est un capteur de pression qui donne un signal au moteur de la pompe (3) et désactive le fonctionnement des systèmes jusqu'à ce que le filtre soit modifié. Lorsqu'un capteur de pression est utilisé en plus de la vanne de dérivation son réglage de pression doit être environ un (1) bar plus bas que le réglage de la vanne et son rôle est uniquement d'alerter l'opérateur.

La conduite d'aspiration est l'emplacement idéal pour un filtre car le filtre empêche contamination de pénétrer dans le système. Dans certains modèles, les filtres d'aspiration sont évités car ils créent une chute de pression et augmentent le risque de formation un vide dans l'entrée de la pompe. Un vide à l'entrée peut réduire jusqu'à 50% de la durée de vie des pompes à engrenages et à palettes. Pour éviter la création de vide, nous pouvons place la pompe sous le niveau d'huile dans le réservoir.

La pompe (4) fournit le débit nécessaire à tous les consommateurs du système. Pour des systèmes à haute pression et à haut rendement, le premier choix est une pompe à piston axial. Pour un système sensible aux coûts, le premier choix est une pompe à engrenages. Dans ce système, nous allons utiliser un déplacement fixe pompe à engrenages. Lorsque nous avons un chariot élévateur (combustion interne), la pompe hydraulique est montée sur l'arbre d'entraînement du moteur et un moteur électrique dédié pour la pompe n'est pas nécessaire. Dans les chariots élévateurs électriques, la pompe est reliée à un moteur électrique dédié (3). Dans ce système, la pompe

Chapitre III: Systèmes hydrauliques pour chariots élévateurs

démontre toujours avant l'ouverture du distributeur. La raison en est que La pompe doit d'abord atteindre une vitesse de rotation minimale et augmenter la pression.

La soupape de décharge (5) est intégrée dans la soupape directionnelle (6). Sa fonction est pour limiter la pression maximale dans le système. Nous utilisons une valve réglable lorsque différentes applications nécessitent des pressions différentes. La tension du ressort est ajustée afin de fournir le niveau de pression souhaité dans le système. Cette peut être effectué par le fabricant de la vanne ou par le système hydraulique assembleurs. Le niveau de pression dépend de la charge maximale soulevée par le cylindre.

Une soupape de décharge a deux positions qui sont contrôlées 1) lorsque la soupape démarre pour ouvrir et 2) lorsque la vanne est complètement ouverte. En première position, la valve commence à contourner une partie du débit de la conduite de pression vers le réservoir. La pression à laquelle cela se produit est appelée pression de fissuration. Le craquement la pression doit toujours être supérieur à la pression de service du système. À position complètement ouverte, la valve permet à tout le débit de retourner vers le réservoir.

Lorsque la même vanne ou le même système hydraulique est installée sur les chariots élévateurs de capacité de charge, les monteurs sur le site de production doivent ajuster la soupape de décharge. Deux procédures d'ajustement sont utilisées pour s'assurer que la vanne est complètement fermée pendant le fonctionnement du système. Le premier est quand le soulagement la vanne est ajusté à la pression de fissuration avec une charge sur les fourches de 10% à 20% plus élevé que la charge nominale maximale. La seconde est lorsque la valve est ajustée avec la charge nominale maximale sur les fourches. Dans le second cas, les lectures de pression sont utilisées pour configurer la vanne. Tout d'abord, les assembleurs mesurer la pression de service maximale du mât entièrement chargé. Puis, le mât déchargé est étendu jusqu'à ce qu'il atteigne les butées et que le flux soit contourné à travers la soupape de décharge. Le ressort de soupape est réglé jusqu'à ce que la pression avant la décharge soit de 10% au-dessus de la pression maximale enregistrée précédemment. Correctement la soupape de décharge ajustée n'affecte pas les temps de levage. Augmentation des temps de levage indique qu'une partie du fluide est contournée vers le réservoir. Temps de levage dans la spécification de conception indique que le réglage de la vanne est correct.

Clapet anti-retour (6a), empêche le reflux du système vers la pompe. Il est placé avant chaque section de la valve directionnelle. Le clapet anti-retour peut également être intégré dans la pompe ou il peut s'agir d'une vanne de type en ligne.

La vanne directionnelle (6) utilisée dans ce système hydraulique est une commande manuelle type proportionnel. Les vannes de type proportionnel permettent un changement de débit en

Chapitre III: Systèmes hydrauliques pour chariots élévateurs

douceur et donc un mouvement de piston régulier. La commande manuelle est généralement un levier qui est déplacé par l'opérateur. La vanne a une pile de quatre sections construites comme un module. Chaque section a trois positions - une neutre (position médiane 2) et deux opérationnels (positions 1 et 3). En position neutre, il n'y a pas écoulement de la soupape aux cylindres ou des cylindres à la soupape. Les sections sont de type à ressort et à commande manuelle. Chaque section a un tiroir de vanne séparé avec une commande séparée et peut agir indépendamment des autres. En position neutre, la conduite de pression est contournée vers le réservoir. Lorsqu'un débit est requis, la pompe hydraulique démarre pour délivrer le débit en premier, puis le piston se déplace pour rediriger le flux à travers la valve. Le déplacement du tiroir ouvre les orifices vers les actionneurs hydrauliques et ferme en même temps la ligne de dérivation. La première section est destinée au levage et n'a qu'une seule sortie de pression. Chacune de trois autres sections a deux sorties. La quatrième section a deux rapides Connecter / déconnecte des connecteurs pour utiliser une puissance supplémentaire les consommateurs. La commande manuelle n'agit que d'un côté du tiroir par un levier. Lorsque le levier est poussé vers l'avant, il déplace la bobine dans une direction. Lorsque le levier est tiré vers l'arrière, il déplace la bobine dans l'autre sens. Lorsque le levier est relâché, le ressort ramène le plongeur à sa position neutre positionner. Ce type de contrôle nous permet d'avoir un positionnement infinitif de la bobine. Lorsque nous déplaçons légèrement le piston, il ouvre l'orifice de pression partiellement et divise le débit de la pompe en envoyant une partie de celui-ci vers l'actionneur et le reste vers le réservoir. Les sections de vannes sont connectées en parallèle. Lorsque toutes les sections sont complètement ouvertes en même temps (nécessite un débit dans les quatre sorties), le fluide ne les rejoindra pas. La raison en est que le système a des pressions différentes dans les différentes branches et lorsque l'opérateur déplace deux sections ou plus à la fois, le fluide prend toujours le chemin de résistance le plus bas et va d'abord à la sortie avec la pression la plus basse. Mais, si l'opérateur ouvre les ports, juste un peu, et crée une contre-pression à partir de chaque bobine, deux sections ou plus peuvent fonctionner en même temps.

Le rôle de l'orifice (7a) est de restreindre le débit des vérins de levage vers le réservoir lors de la descente de la charge. Lors du levage, le fluide se dirige vers les cylindres passes à travers le clapet anti-retour (7b). La vallée de contrôle a très petites pertes de charge et permet un levage plus économe en énergie. Quand le cylindre est abaissé, le clapet anti-retour (7b) se ferme et le fluide est forcé de passer à travers l'orifice (7a). Le diamètre de la section transversale de l'orifice doit être calculé et correctement sélectionné afin de créer une contre-pression suffisante pour atteindre la vitesse de descente souhaitée.

Chapitre III: Systèmes hydrauliques pour chariots élévateurs

Les vérins à vérin à simple effet (8 et 9) soulèvent la charge utile hauteur prééglée. Les vérins (8) sont appelés vérins de levage principal et leur fonction est , soulevez les sections mobiles du mât. Ils sont montés sur le côté ou derrière ce mât. Les deux cylindres (8) sont connectés via une barre transversale rigide afin qu'ils travaillent toujours ensemble en tandem. Le cylindre (9) est appelé à lever libre cylindre. Sa fonction est de soulever le chariot élévateur fourches sans soulever les sections de ce mât. S'il n'y a qu'un seul vérin à levée libre, il est monté au milieu de le mât. La surface du piston du vérin à lever libre (9) est plus grande que la surface de piston combinée des deux cylindres de levage principal (8). Par conséquent, quand l'huile pression est appliquée, la pression crée une force plus élevée ($F = p * A$) dans le Cylindre central et ce cylindre commence à se soulever en premier. La levée libre n'augmente pas la hauteur totale du chariot élévateur et permet de transporter la charge à travers des portes. Cette fonction permet également des vitesses de levage plus rapide et nécessite moins de puissance. Lorsque le vérin (9) termine sa course, le flux commence à soulever les vérins(8) ensembles. Lorsque les cylindres abaissent la charge, leur fonction est similaire à un Accumulateur pondéré (par gravité).

Le fluide sous pression retenant la charge accumule de l'énergie potentielle qui doit être libérée d'une manière qui absorber les ondes de choc et fournir un mouvement de piston d'abaissement en douceur. Lors de la compression et de la décompression grande volumes de fluide dans les vérins hydrauliques, il faut tenir compte de la compressibilité du facteur fluide. Compression du fluide hydraulique accumule de l'énergie potentielle similaire à l'énergie potentielle accumulée dans un ressort comprimé. Les fluides moins compressibles absorbent moins d'énergie. Lorsque le fluide est décompressé, il libère cette énergie créant du bruit. Nous doivent contrôler le processus de décompression sinon l'énergie libérée peut endommager les composants du système. La décompression instantanée est commandée en installant un limiteur de débit (orifice) (7a) après l'hydraulique Actionneurs (les vérins de levage).

Le restricteur absorbe une partie de la l'énergie et la convertit en chaleur. Pour ces raisons, les systèmes hydrauliques sont conçus avec le moins de fluide calorigène possible. Par conséquent, le système doit avoir des volumes de vérins aussi petits que possible et des circuits hydrauliques courts lignes aux cylindres. Les diamètres des cylindres sont sélectionnés en fonction de deux exigences: 1) hydraulique - fournir les vitesses de levage souhaitées et 2) résistance mécanique - capacité à supporter les charges de compression et de flexion sans déformation permanente.

Les systèmes de levage peuvent avoir un interrupteur de limite de vitesse de levage qui envoie un signal au moteur électrique (3) pour réduire la vitesse de rotation lorsque la charge est soulevée

au-dessus d'une certaine hauteur prédéterminée. Réduire la vitesse du moteur en tour réduit le débit de la pompe et la vitesse de levage.

La soupape de sécurité (8b) est intégrée à l'entrée de l'ensemble cylindre (8). Cette vanne est une commande de débit qui limite le débit hors du cylindre à une valeur prédéterminée débit maximal en cas de défaillance de l'hydraulique d'assistance ou tuyaux déconnectés du cylindre. La soupape de sécurité, représentée sur la figure 3.2,a deux positions. La première position (écoulement libre) a un diamètre plus grand assurant le libre passage du flux entrant et sortant du cylindre.

la deuxième position a deux composants connectés en parallèle: un petit orifice de diamètre et un clapet anti-retour qui assure l'écoulement dans un seul sens.

La position d'écoulement libre de la vanne est reliée à une entrée de vanne de sorte que la pression à l'entrée de la vanne agit sur le piston. En plus, il y a un ressort action du même côté du piston. L'autre côté de la valve est connecté à l'entrée du cylindre de sorte que la pression du cylindre agit sur l'autre côté du piston. Pendant le levage ou l'abaissement contrôlé, il y a peu de différence de pression aux deux extrémités de la vanne et le piston est poussé à la position d'écoulement libre par le ressort. En cas de défaillance du système, une telle comme un tuyau cassé ou un raccord déconnecté, la pression au niveau du fin (entrée de la vanne) devient presque nul Puis la pression du cylindre, agissant sur un côté du piston, créera une force plus élevée que le ressort force et il poussera le piston dans la deuxième position fermant le flux libre passage. À ce stade, le fluide sortant du cylindre sera forcé de passer à travers l'orifice qui restreindra le débit et ralentira le cylindre vitesse à un niveau de sécurité acceptable.

Les soupapes de sécurité (8b) à l'orifice du vérin de levage peuvent être remplacées à faible coût raccords de restriction de débit (limiteur de débit). Ces raccords sont placés à la fin des flexibles attachés aux vérins de levage. Ils sont conçus pour être insérés dans un cylindre hydraulique. Le raccord de limitation de débit a une vanne intégrée qui limite le débit en cas de défaillance du tuyau. La défaillance du tuyau est détectée lorsque le débit de fluide dépasse une valeur spécifiée. Ce raccord peut contrôler l'écoulement dans une direction - lorsque l'écoulement sort du cylindre pendant l'abaissement l'écoulement est incontrôlé lorsqu'il entre dans le cylindre.

Deux **vérins à double effet** (10) permettant d'incliner la charge en l'inclinant soient le mât ou la voiture. Le corps du cylindre est monté sur le châssis tandis que l'extrémité de tige de piston est montée sur le mât pivotant. Ces cylindres peuvent ont des limiteurs de débit intégrés (10a) qui limitent la vitesse. Limiter l'inclinaison vers l'avant la vitesse est très importante car une vitesse d'inclinaison élevée entraîne une instabilité du chariot élévateur. Lorsque les vérins d'inclinaison

n'ont pas de restrictives intégrés, un l'orifice ou le contrôle de débit est utilisé pour contrôler la vitesse d'inclinaison avant.

III.5- Chariot contrebalancés : [11]

C'est un véhicule qui sert à :

- soulever
- transporter
- déposer des charges

Les roues arrière servent ordinairement à la direction du chariot, tandis que les roues avant sont motrices.

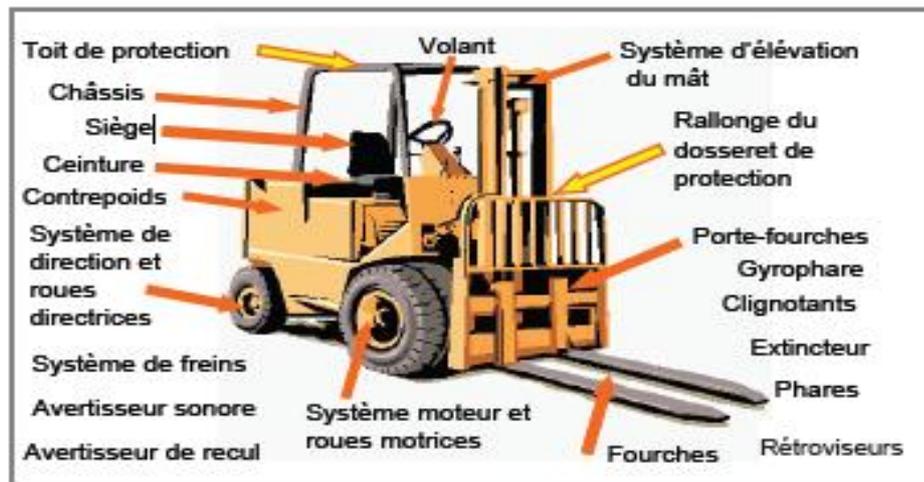


Figure III-4 : un chariot élévateur [27].

Lorsqu'il est chargé, le chariot élévateur illustre le principe de la balance. Les roues avant agissent comme point d'appui.

Le poids qui repose sur les bras de fourche est équilibré par un contrepoids à l'arrière du chariot (a). Une charge trop lourde sur les bras de fourche risque de faire basculer le chariot vers l'avant (b), ou si la charge n'est pas prise correctement sur la fourche, le chariot peut aussi basculer vers l'avant (c),

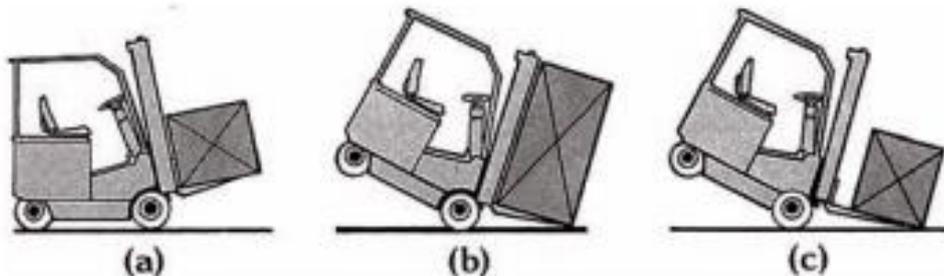


Figure III-5 : un chariot contre balance.

A- La maîtrise du chariot élévateur :

Dans la plupart des situations, l'emplacement du centre de gravité détermine la stabilité du chariot sur ce dessin, le point noir à l'intérieur au triangle de stabilité indique le centre de gravité du chariot. Si nous ajoutons une charge, le poids de celle-ci fait déplacer le centre de gravité vers les roues avant.

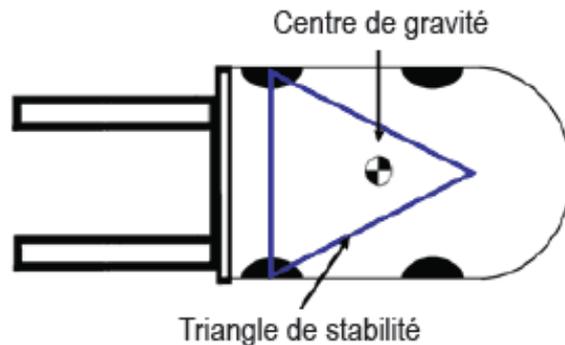


Figure III-6 : centre de gravité d'un chariot [28].

Lorsqu'un chariot n'est pas chargé, le centre de gravité se déplace vers l'arrière du véhicule à cause du lourd contrepoids qui s'y trouve. Lorsque **le poids du chargement d'un chariot élévateur excède** la limite de charge recommandée du chariot, le centre de gravité se trouve à l'extérieur du triangle de stabilité. Dans un tel cas, le chariot va basculer vers l'avant.

Un mouvement brusque crée des forces qui font déplacer le centre de gravité à l'extérieur du triangle de stabilité. Lorsqu'un chariot roule en avant et que les freins sont appliqués brusquement, la force produite fera déplacer le centre de gravité vers l'avant du triangle de stabilité. L'arrêt du chariot élévateur produit également une force vers l'avant.

Cependant, **un virage agit latéralement** sur le centre de gravité. Si un conducteur va trop vite ou s'il tente de prendre un virage trop aigu, le centre de gravité apparent peut se déplacer assez pour que le chariot se renverse de côté. C'est pourquoi le cariste doit ralentir lorsqu'il tourne avec son chariot élévateur.

III.5.1- concepts de stabilité traités :

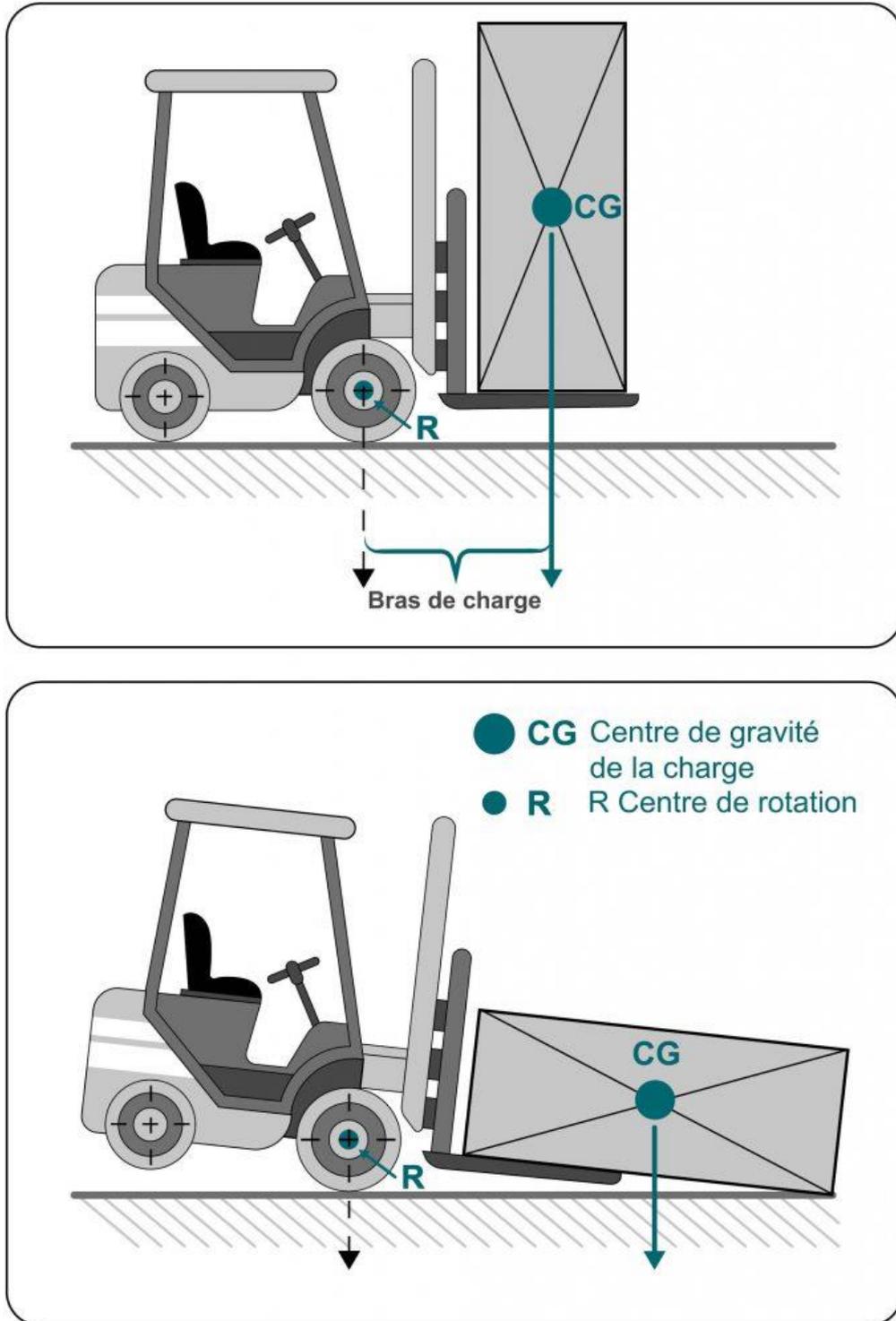


Figure III-7 : l'équilibre d'un chariot élévateur.

Le triangle de stabilité est abordé dans toutes les formations. La raison pour laquelle un chariot à quatre roues possède une base de stabilité triangulaire est souvent expliquée sommairement en mentionnant la présence d'un pivot sur l'essieu arrière directeur. Une seule formation illustre de

façon plus explicite ce pivot et spécifie sa raison d'être, i.e. qu'il permet aux roues de direction de monter ou de descendre lorsque le chariot roule sur des surfaces inégales.

Le centre de gravité et le centre de gravité combiné : Le centre de gravité est un concept Présenté dans toutes les formations. Le centre de gravité combiné (chariot + charge) est souvent expliqué en utilisant le principe de la balance. Dans certaines formations, l'explication du principe de la balance est ambiguë et peut laisser croire que, pour que le chariot soit stable, le contrepoids et la charge doivent littéralement s'équilibrer autour de l'axe formé par les roues avant du chariot. Cette description correspond plutôt à une situation à la limite du renversement frontal. Dans les formations, la localisation verticale (en hauteur) du centre de gravité combiné est peu souvent expliquée, mais est généralement illustrée. On retrouve dans quelques formations des illustrations erronées ou ne reflétant pas bien les explications du texte, par exemple en montrant que le CG combiné se déplace vers l'avant ou vers l'arrière du chariot lorsque le mât est monté verticalement (sans inclinaison).[12]

Les forces. Pour illustrer l'effet des forces s'exerçant au centre de gravité combiné du chariot (force gravitationnelle, forces inertielles de freinage, accélération et centrifuge), certaines formations symbolisent ces forces par des flèches (vecteurs) dont l'origine se situe au CG combiné. D'autres formations parlent de « ligne d'action » pour désigner l'axe de ces forces. Ces représentations sont cohérentes avec les modèles physiques habituels; elles permettent de voir où et dans quelle direction les forces auront tendance à agir sur le chariot. Par ailleurs, probablement pour simplifier les explications, plusieurs formations discutent et illustrent l'effet des forces par un déplacement du centre de gravité combiné dans le triangle de stabilité. Peu de formations illustrent l'effet de la force de la gravité lorsque le chariot circule pour monter ou descendre une pente; l'une présente une illustration de la position du CG dans le triangle qui n'est pas appropriée pour la description textuelle.

Évaluation de l'état de stabilité. Dans les formations, l'état de stabilité du chariot est abordé de quatre façons. 1) Le renversement frontal est traité notamment par l'étude de la fiche signalétique du chariot – le respect des prescriptions du fabricant étant une condition pour éviter le renversement (poids de la charge, éloignement de son CG par rapport au talon des fourches et parfois aussi la hauteur du CG de la charge). 2) Les formations, qui simplifient l'illustration des forces, considèrent que le chariot ne renversera pas tant que le centre de gravité combiné restera à l'intérieur du triangle. 3) Les formations symbolisant les forces par des vecteurs (ou lignes d'action) discutent de la stabilité en terme de marge de manoeuvre ou montrent l'intersection entre le vecteur et le triangle de stabilité pour juger si le chariot est stable. 4) Trois formations utilisent

Chapitre III: Systèmes hydrauliques pour chariots élévateurs

un triangle dans le plan longitudinal du chariot ou une pyramide pour illustrer l'effet de la hauteur du CG sur la stabilité. Cependant, le texte d'accompagnement explique peu ou pas comment utiliser cette représentation pour juger de la stabilité.

Une formation fait la nuance intéressante entre l'équilibre stable et instable et réfère ainsi à l'idée de marge de manoeuvre. Dans cette formation, l'état de stabilité du chariot est discuté en mettant en relation la position du centre de gravité en hauteur, la largeur de la base d'appui et le centrage du centre de gravité de l'objet par rapport à cette base.

Les différents types de chariots élévateurs qui nécessitent des contrepoids sont généralement les chariots élévateurs à conducteur porté debout et les chariots contrebalancés à conduite assise. Sur les modèles contrebalancés à conduite assise, les contrepoids se trouvent généralement au milieu ou derrière les roues arrières. Les modèles à conducteur porté debout sont suffisamment petits pour se glisser dans des allées étroites, c'est la raison pour laquelle leurs contrepoids sont intégrés dans un compartiment à l'intérieur de l'engin. Les engins les plus massifs peuvent être dotés de masses amovibles afin de faciliter leur transfert.[13]

Il existe deux types de contrepoids pour chariots élévateurs :

- 1) Bloc : pièce spécialement conçue pour l'arrière du véhicule. Il s'agit généralement d'une pièce coulée ou d'un conteneur creux, constitué d'un mélange de béton et de métal.
- 2) Ensemble de pièces modulables : plaques en métal forgées formées par oxycoupage empilées sur une base ou sur un bloc existant.
- 3) Il est possible de modifier le poids en rajoutant ou en retirant des plaques. On peut empiler jusqu'à 6 plaques d'un poids unitaire de 2,5 tonnes.

Ces deux types de chariots élévateurs ont fait leurs preuves quand à leur efficacité et leur sécurité.

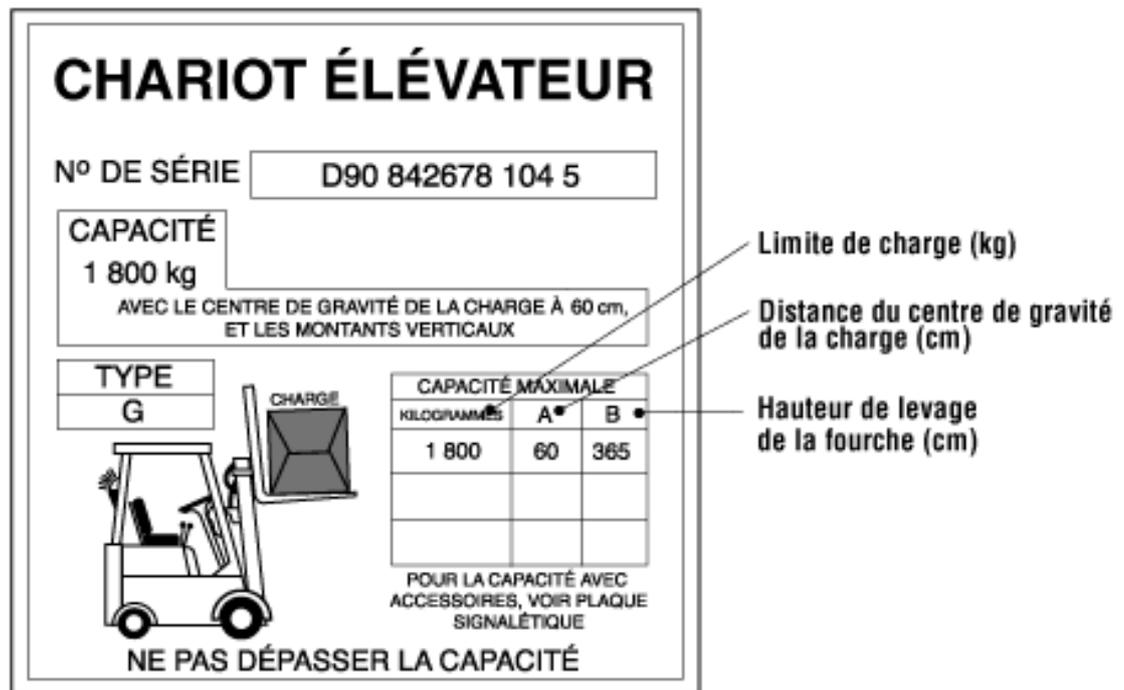


Figure III-8 : capacité d'un chariot élévateur.

III.6- Choix de la pompe hydraulique :

La pompe hydraulique se caractérise par :

- Débit volumétrique : C'est le volume d'huile que la pompe peut fournir pendant L'unité de temps.

$$Q = \frac{V}{t} \quad (1)$$

Q : Débit volumétrique en (l/min), ou (m³/s)

t: Unité du temps (min) ou (s)

v : le volume (litre **ou** m³)

- Cylindrée: Elle correspond au volume d'huile théorique débitée par tour en litre.

Donc le débit Q correspond à la cylindrée par la vitesse de rotation.

$$Q = \text{cyl} * N \quad (2)$$

Avec :

Q : débit, en litres /minute (l/min)

cyl : Cylindrée, en litres/tour (l/tr)

N : vitesse de rotation, en tours /minute (tr/min)

- Puissance hydraulique :

Chapitre III: Systèmes hydrauliques pour chariots élévateurs

-La puissance hydraulique à la sortie d'une pompe traitant le débit volumique Q est :

$$P_h = \Delta P * Q \quad (3)$$

Avec :

P_h : La puissance hydraulique (pascal)

Q : débit, en m³/s

$\Delta P = P_s - P_e$: La différence de pression entre l'entrée et la sortie de la pompe et P_e et P_s en Pascal (Pa).

La puissance donnée à la pompe par le moteur dont l'axe tourne à la vitesse (N) et transmet un couple (C) est la puissance mécanique (absorbée)

S'écrit :

$$P_a = C * \omega \quad (4)$$

C : moment du couple appliqué à l'arbre d'entraînement de la pompe (N. m).

ω : La vitesse angulaire de l'arbre d'entraînement de la pompe (rad/s).

P_a : La puissance absorbée par la pompe (W).

- Rendements :

- Rendement Volumétrique (η_v)

- Rendement Mécanique (η_m)

- Rendement Global (η_g)

* Le rendement volumétrique : rapport du débit réel au débit théorique, (qui permettra de connaître les fuites)

$$\eta_m = \frac{Q_{réel}}{Q_{th}} = \frac{Q_{réel}}{Cyl * N} \quad (5)$$

Q théorique – Q réel = fuites internes

* Le rendement mécanique : rapport de la pression théorique à la pression réelle, ou le rapport du couple théorique au couple réel.

$$\eta_m = \frac{p_{réelle}}{p_{th}} \quad (6)$$

Le produit de ces deux rendements est évidemment le rendement global.

* Le rendement global :

$$\eta_g = \eta_v * \eta_m \quad (7)$$

Il est également fonction du rapport puissance hydraulique et puissance mécanique :

$$\eta_g = \frac{p_h}{p_a} = \frac{\Delta P * Q}{C * \omega} \quad (8)$$

- La vitesse de rotation :

La vitesse de rotation maximale en fonctionnement continu (dite vitesse nominale) est principalement limitée par la capacité de la pompe d'aspirer le fluide dans certaines conditions spécifiques.

III.7- Charges principales :

III.7.1- Charges propres :

Les charges propres sont les charges ou les poids de toutes les parties fixes et mobiles toujours présentes en service, des installations mécaniques et électriques et de la partie accessoires porteurs, par exemple câbles, à l'exclusion des charges

III.7.1.1- Charges de levage :

Les charges de levage se composent du poids de la charge utile et des charges propres des parties recevant la charge utile par exemple fourche télescopique, table à rouleaux, fourche porte-charge et poids du chariot élévateur ainsi que de la partie accessoires porteurs, par exemple: câbles, chaînes etc.

III.7.1.2- forces proportionnelles verticales :

les forces proportionnelles verticales qui se produisent lors de la mise en mouvement du chariot élévateur sont force de la charge appliquée et force de frottement et force de vérin de levage

III.7.1.3- forces dynamiques horizontales :

Il existe plusieurs forces appliquées horizontalement par exemple:

F1 : force dynamique d'accélération horizontale exercée par "unité de charge et le poids du chariot élévateur

F2 :force dynamique d'accélération horizontale exercée par la charge pendant son déplacement sur le mat

F_3 :force d'accélération horizontale exercée par le poids de la traverse de pied, du mécanisme de translation et des accessoires (par ex. armoire de commande, mécanismes de levage ou autres)

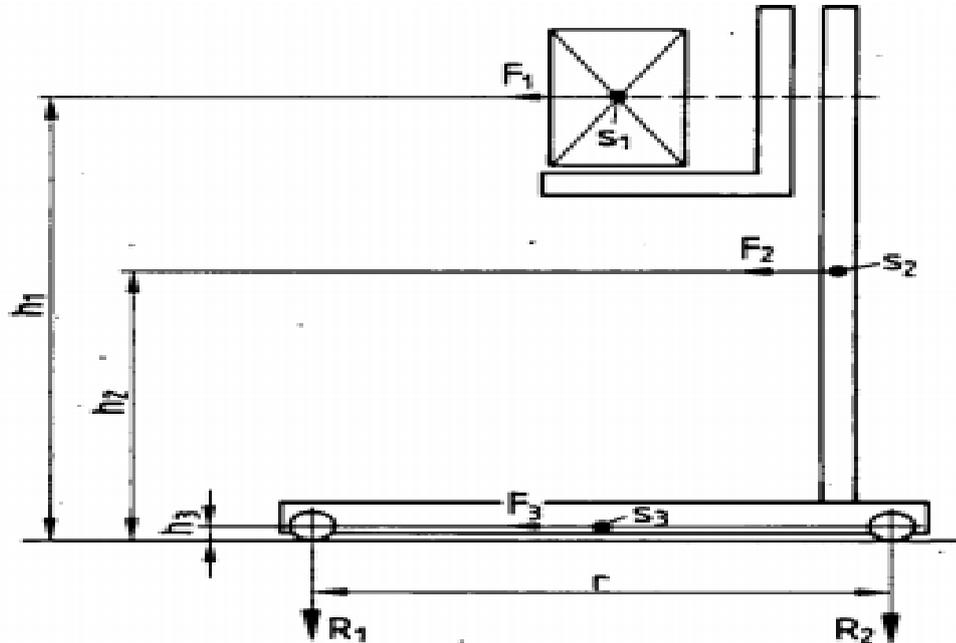


Figure III-9: forces appliquées sur chariot élévateur. [29]

III.8- Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons étudié le chariot élévateur de type a fourche en premier lieu en a présenter l'anatomie du chariot et leur conceptions du circuit hydraulique.

Chapitre IV :

Calcul des vérins

IV.1- Paramètres de chariot élévateur :

G : poids de charge = (7000 kg) /2 = 3500 kg

W : poids de montant plus Les fourches

P : pression = 120 bar

g : accélération de la pesanteur = 10 m/s²

S : section

D : diamètre

T : la force appliquée

1.3 : facteur d'application des charges

IV.1.1- Calcul de vérin de levage :

$$\mathbf{T = G * g} \quad (1)$$

$$T = 3500 * 10 = 35000 \text{ N}$$

$$T_{totale} = T * 1.3 + T \quad (2)$$

$$T_{totale} = 35000 * 2.3 = 80500 \text{ N}$$

La section du piston :

$$\mathbf{P = \frac{T_{totale}}{s}} \quad (3)$$

$$S = \frac{T_{totale}}{p} = \frac{80500}{120 * 10^5} = 0.0067083 \text{ m}^2 = 67.08 \text{ cm}^2$$

Le diamètre du piston :

$$\mathbf{S = \frac{\pi D^2}{4}} \quad (4)$$

$$\mathbf{D = \sqrt{\frac{4*s}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 67.08}{3.14}} = 9.24 \text{ cm}}$$

Chapitre IV: calcul des vérins

***Le mode de fixation du vérin est :**

Sur cette figure nous trouvons pour ce type de fixation un coefficient de course est égale à
 $K = 1.5$

***Calcul de la longueur libre du flambage :**

***Longueur libre :**

$$L = C * K \quad (5)$$

$$L = C * K = 3000 * 1.5 = 4500 \text{ mm}$$

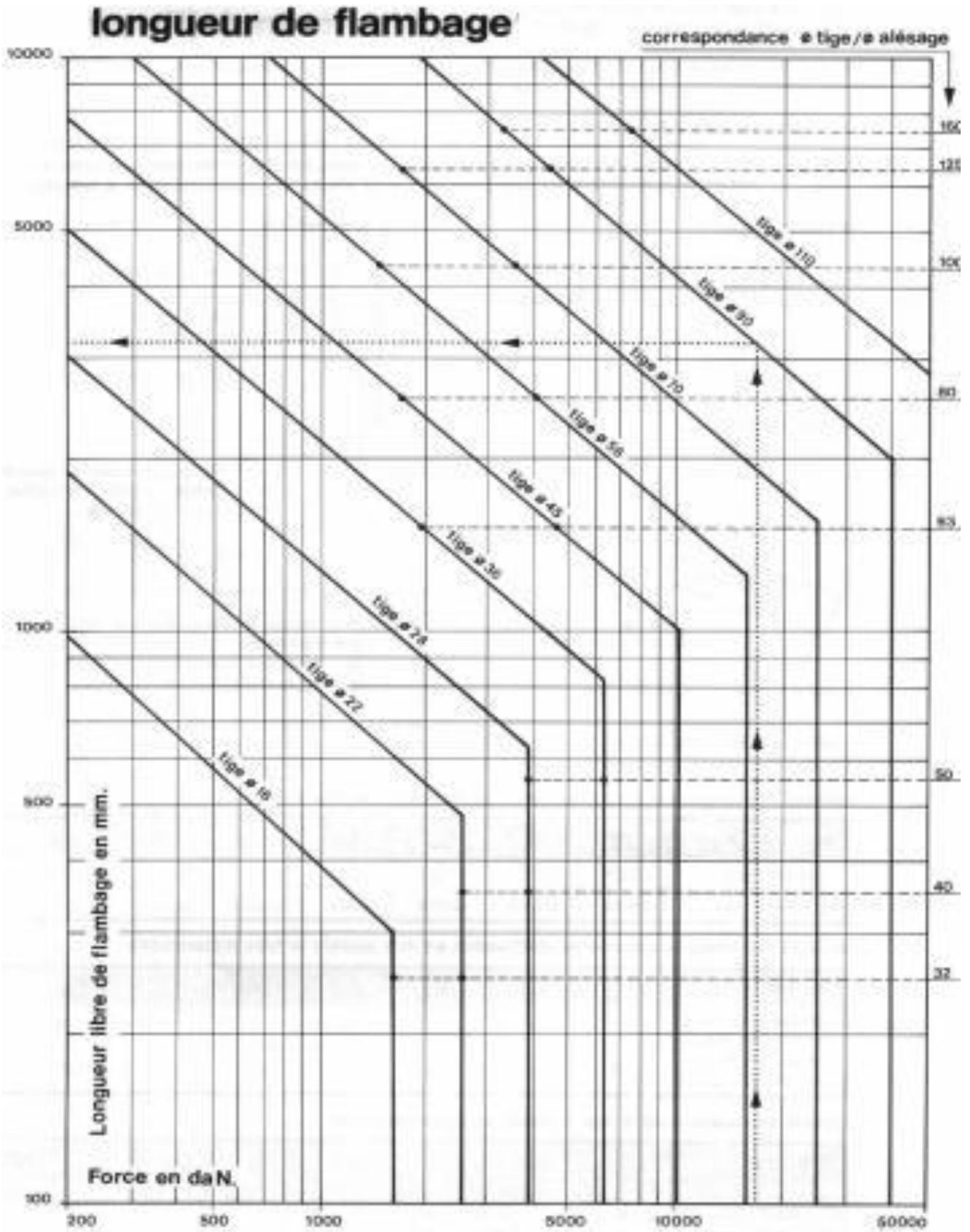


Figure IV -2 : Abaque de flambage.

Chapitre IV: calcul des vérins

D'après la figure nous trouvons pour une Force réelle totale de 94247.76 N et une tige de Diamètre 70 mm, une longueur libre du flambage max de 400 mm

$$L_{fmax} = 400 \text{ mm}$$

Donc le choix du vérin : ($\varnothing 100 * 70$)

*La nouvelle valeur de la pression :

$$P = \frac{T}{s} = \frac{94247.76}{7853.98 * 10^{-6}} = 120 \text{ bar}$$

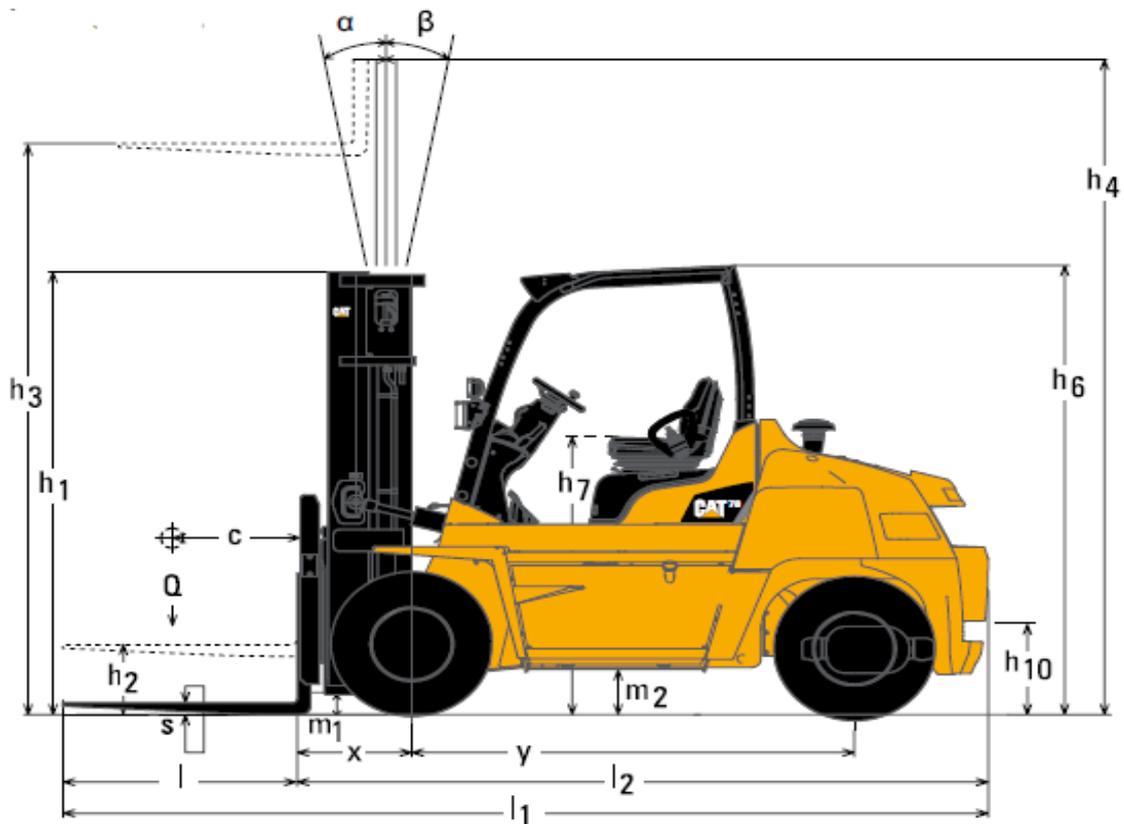


Figure IV -3 : les dimensions d'un chariot élévateur.

Chapitre IV: calcul des vérins

Tableau IV -2 : cahier de charge d'un chariot élévateur. [13]

Caractéristiques			
1.1	Fabricant (abréviation)		Cat Lift Trucks
1.2	Désignation du modèle du fabricant		DP70N
1.3	Energie (batterie, diesel, gaz PL, essence)		Diesel
1.4	Conduite (conducteur à pied, debout, assis)		Assis
1.5	Capacité de levage	Q (kg)	7000
1.6	Distance au centre de gravité de la charge	c (mm)	600
1.8	Distance de charge, entre l'axe de la roue avant et le talon des fourches	x (mm)	585
1.9	Empattement	y (mm)	2300
Poids			
2.1	Poids du chariot à vide (batteries incluses / Config. mât simplex)	kg	9420
2.2	Charge par essieu avec charge nominale, avant/arrière (Config. mât simplex)	kg	14800/16200
2.3	Charge par essieu à vide, avant/arrière (Config. mât simplex)	kg	4190/5230
Roues, groupe motopropulseur			
3.1	Type de roues : V = bandage, L = pneumatique, SE = pneus pleins souples - avant/arrière		L
3.2	Dimensions des pneus, avant		8.25X15-12PR
3.3	Dimensions des pneus, arrière		8.25X15-12PR
3.5	Nombre de roues - avant/arrière (x = motrices)		4X / 2
3.6	Voie entraxe des pneus, avant	b10 (mm)	1650
4.8	Hauteur du siège	h7 (mm)	1592
4.12	Hauteur du crochet d'attelage	h10 (mm)	485
4.19	Longueur hors tout	l1 (mm)	4800
4.20	Longueur au talon de la fourche	l2 (mm)	3580
4.21	Largeur hors tout	b1/b2 (mm)	2170
4.22	Fourches (épaisseur, largeur; longueur)	s, e, l (mm)	60/150/1220
4.23	Tablées selon DIN 15 173 A/B/ccc		
Divers			
8.1	Type de transmission		Convert. Vitesse 2/1
8.2	Pression de travail pour équipements	bar	191
8.3	Débit hydraulique pour équipements	l/min	-
8.4	Niveau sonore, valeur moyenne perçue aux oreilles du cariste (selon EN 12053)	dB(A)	83.4
8.5	Type de crochet d'attelage / norme DIN type, réf		Pin
4.36	Distance minimale entre les centres de rotation	b13 (mm)	1260
Performances			
5.1	Vitesse de translation, en charge/à vide	km/h	22.5 / 26.5
5.2	Vitesse de levage, en charge/à vide	m/s	0.47 / 0.49
5.3	Vitesse d'abaissement, en charge/à vide	m/s	0.50 / 0.50
5.5	Effort de traction nominal, en charge/à vide	N	53000 / 27200
5.7	Pente franchissable, en charge/à vide	%	35 / 27
5.10	Freins de manœuvres (mécan./hydr./élect./pneum.)		Hydraulique
Moteurs thermiques			
7.1	Constructeur / Type		Perkins 854E
7.2	Puissance Nominale / Effective selon norme ISO 1585**	kW	68
7.3	Régime nominal selon DIN 70 020	rpm	2300
7.4	Nombre de cylindres / cylindrée	/cm ³	4 / 3400
7.5	Consommation carburant (selon cycle VDI 60)	l/h / kg/h	-

IV.1.2- calcul de vérin d'inclinaison :

$$W = 1.3 * G$$

$$W = 1.3 * 70000$$

$$W = 91000 \text{ N}$$

On va calculer la sommes des moments par rapport le centre de la roue avant.

$$\Sigma M/o = 0 \quad (1)$$

$$T * \cos(\theta) * \frac{h_1}{2} = W * \left(\frac{X}{2} + \frac{h_1}{2} * \tan(\alpha)\right) + G * (c + X + h_1 * \tan(\alpha))$$

$$T = \frac{w * \left(\frac{X}{2} + \frac{h_1}{2} * \tan(\alpha)\right) + G * (c + X + h_1 * \tan(\alpha))}{\cos(\theta) * \frac{h_1}{2}}$$

$$T = \frac{45500 * \left(\frac{0.585}{2} + \tan(6) * \frac{3.06}{2}\right) + 35000 * (0.6 + 0.585 + 3.06 * \tan(6))}{\cos(30) * \frac{3.06}{2}}$$

$$T = 55363.17 \text{ N}$$

section du piston :

$$P = \frac{T}{S} \quad (2)$$

$$S = \frac{T}{P} = \frac{55363.17}{120 * 10^5}$$

$$S = 0.004613 \text{ m}^2 = 46.13 \text{ cm}^2$$

diamètre du piston :

$$S = \frac{\pi D^2}{4} \quad (3)$$

$$D = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 46.13}{3.14}} = 7.66 \text{ cm}$$

C - Détermination de la tige du vérin :

Tableau IV- 3 : les diamètres des vérins de levage.

	Diamètre d'alésage du vérin (mm)																
	32		40		50		63		80		100		125		160		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Diamètre De La tige (mm)	16	22	28	36	45	56	70	90	100								

Chapitre IV: calcul des vérins

D'après figure nous trouvons pour un diamètre du piston $D = 80$ mm une tige de diamètre 56 mm.

$$S = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi * 80^2}{4} = 5026.548 \text{ mm}^2$$

$$T = S * P$$

$$T = 5026.548 * 10^{-6} * 120 * 10^5$$

$$T = 60318.576 \text{ N}$$

$$P = \frac{T}{s} = \frac{60318.576}{5026.548 * 10^{-6}} = 120 \text{ bar}$$

Tableau IV -4 : Tableau récapitulatif des calculs

	Pression (bar)	la force appliquée (N)	Section du piston (mm^2)	Diamètre du piston (mm)
Vérin de levage	120	94247.76	7853.98	70
Vérin d'inclinaison	120	60318.576	5026.548	56

IV.2- Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons fait des calculs concernons les vérins d'un chariot élévateur a fourche et On a mentionné les 4 paramètres de ces vérin tel que la force applique la pression le diamètre et la section de piston



Conclusion générale

Conclusion générale :

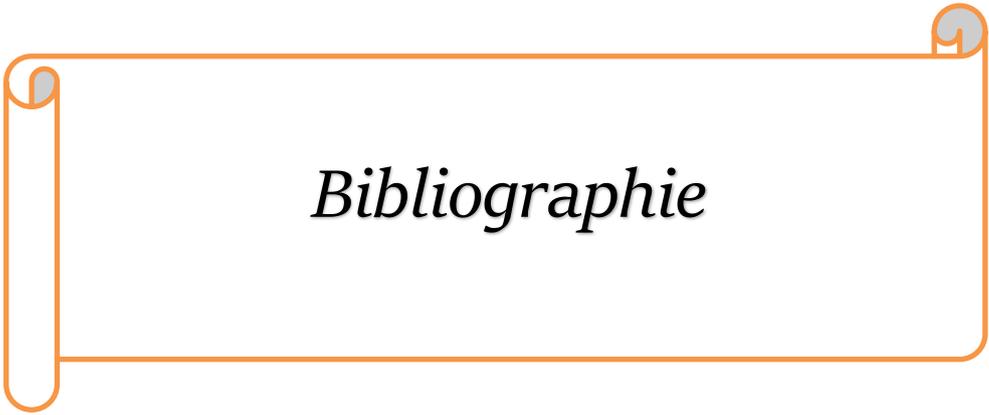
L'hydraulique industrielle concerne toutes les transmissions à l'aide de fluides, Le fluide principalement utilisé est l'huile qui transporte l'énergie tout en lubrifiant les mécanismes utilisés. Les domaines d'application de cette technologie sont innombrables, et il est incontournable de connaître cette technologie lorsqu'on travaille dans le monde industriel.

Le système hydraulique est essentiel à l'application des chariots élévateurs. Il fonctionne en utilisant un fluide sous pression pour alimenter le moteur. La puissance hydraulique est capable de convertir une petite quantité de liquide en une grande quantité de puissance.

Dans la plupart des cas, le réservoir, qui contient le fluide hydraulique, est intégré au châssis du véhicule. Les autres composants du système hydraulique du chariot élévateur comprennent la pompe, la soupape de commande, la soupape de décharge et la conduite de retour.

La plupart des chariots élévateurs utilisent une pompe à engrenages et produisent un débit constant de fluide pour alimenter la vanne de commande hydraulique. La vanne de commande hydraulique démarre et arrête la direction du fluide et son contrôle à l'aide de bobines vers l'actionneur souhaité. La soupape de décharge agit comme une soupape de sécurité pour protéger le système hydraulique d'une pression hydraulique trop élevée. Enfin la ligne de retour qui renvoie le fluide vers le réservoir termine le cycle du système hydraulique.

Le but de notre projet de fin d'étude a été concerné de faire l'étude d'un chariot élévateur a fourche avec calcul de ses éléments mais a cause défunt de mon encadreur Mr MIMOUN Okacha en a réduit notre travail et on a fait seulement les calcul des vérins .



Bibliographie

[1]: Ravi Doddannavar, Andries Barnard and Steve Mackay. (PRATICAL HYDRAULIC SYSTEMS). (Année :2005). (Pages: 240)

[2] Cours Hydraulique - PDFCOFFEE.COM

<https://pdfcoffee.com/hydraulique-cours-2-pdf-free.html>

[3]: Jean Claude Debatty. (LES POMPES HYDRAULIQUES). (Année :2007). (Pages: 22)

[4] : Objectifs des pompes volumétriques - Maté Vi

[5] Principaux types de moteurs hydrauliques

<https://www.maxicours.com/se/cours/principaux-types-de-moteurs-hydrauliques-introduction/>

[6] Contrôles de direction (distributeurs) (1) – Maxicours

<https://www.maxicours.com/se/cours/controles-de-direction-distributeurs-1/>

[7] Le circuit hydraulique du tracteur : les différents organes

<https://www.terre-net.fr/materiel-agricole/tracteur-quad/article/le-circuit-hydraulique-du-tracteur-207-99889.html>

[8] cours hydraulique 2 - PDFCOFFEE.COM

[9] Qu'est ce qu'un chariot élévateur?

<https://www.usinenouvelle.com/expo/guides-d-achat/comment-choisir-son-chariot-eleveur-798>

[10] Tout savoir sur l'Anatomie d'un Chariot Élévateur

<https://mon-chariot-eleveur.com/anatomie-chariot-eleveur/>

[11] Livret du cariste. entreposage.

<https://docplayer.fr/11246216-Livret-du-cariste-entreposage-conduite-preventive-des-chariots-eleveurs.html>

[12] Stabilité des chariots élévateurs élaboration d'un module

<https://numerique.banq.qc.ca/patrimoine/details/52327/2047523?docref=CU5SwpolBoy7xfckpBxlig>

[13] DP70N Spécifications Chariot élévateur thermique 7.0 tonnes

Bibliographie des figures :

[14] article Chouchéne Mohamed, Technologie des Systèmes Hydrauliques, chapitre 2: Les circuits hydrauliques de transmission de puissance.

<https://www.technologuepro.com/technologie-systemes-hydrauliques/chapitre-2-les-circuits-hydrauliques-de-transmission-de-puissance.pdf>

[15] Ravi Doddannavar, Andries Barnard and Steve Mackay. (PRATICAL HYDRAULIC SYSTEMS). (Année :2005). (Pages: 240)

[16] Humard automatisation , PROCESSLINE humard Lignes de production automatisées

<http://www.humard.com/wp-content/uploads/2016/10/humard-produits-processlinehumard-fr-001.pdf>

[17] **Henri FAUDUET** "Mécanique des fluides & des solides appliquée à la chimie", Ed. Tec&Doc Lavoisier, Paris, 2011

[18] Dossier élaboré par JC Debatty sur la base de documents ETAI

http://www4.ac-nancy-metz.fr/autocompetences/2_ressources_pedagogiques/12_parcset-jardins/stockage_debatty-jc/h-dossiers-divers/1_technologies_sous-systemes/5_pompeshydrauliques.pdf

[19] Sami Bellalah , L'hydraulique Industriel, Iset Nabeul page :14

<https://www.technologuepro.com/Mecanique/Etude-des-systemes-hydrauliques/2-Hydraulique-Industriel.pdf>

[20] Emilian Robert Vicol, Brass-Spring-Check-Valve_82799-480×360.

[21] Les distributeurs hydrauliques (Clapet anti retour) – Partie II

<https://www.hydrauliquesimple.com/les-distributeurs-hydrauliques-clapet-anti-retour-part-ii/>

[22] : M. Gillon et JP Blondel, « Rappel des lois de l'hydraulique », Techniques de l'Ingénieur, article b6000, 1991.

[23] Le circuit hydraulique du tracteur : les différents organes

<https://www.terre-net.fr/materiel-agricole/tracteur-quad/article/le-circuit-hydraulique-du-tracteur-207-99889.html>

[24] Limiteurs de Pression Antichocs, de Type Piloté, à Clapet Équilibré
<https://www.sunhydraulics.com/fr/about/highlights/limiteurs-de-pression-antichocs-de-type-pilot%C3%A9-%C3%A0-clapet-%C3%A9quilibr%C3%A9>

[25] Jean-Jacques Boulet octobre 2018, Tout savoir sur l'Anatomie d'un Chariot Élévateur
<https://mon-chariot-eleveur.com/anatomie-chariot-eleveur/>

[26] PART 2 FORKLIFT HYDRAULIC SYSTEM

[27] Connaître les composants de votre chariot élévateur
<https://www.experlif.fr/connaître-les-composants-de-votre-chariot-eleveur/>

[28] <https://multiprevention.org/wp-content/uploads/2015/11/multiprevention-fiche-chariot-eleveur.pdf>

[29] https://www.cchst.ca/oshanswers/safety_haz/forklift/load.html