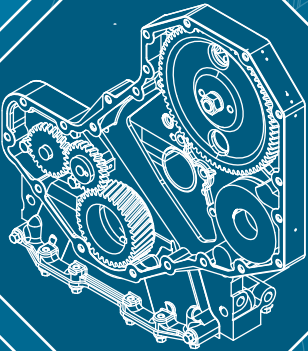
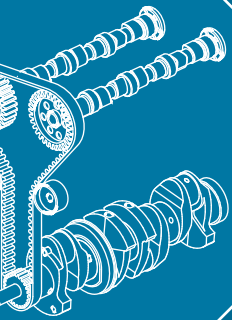
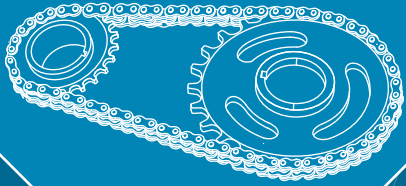


HYDRAULIQUE



3

INTRODUCTION À LA MÉCANIQUE

Table des Matières

1. Les principes de base de l'hydraulique.....	1
1.1. Les composants supplémentaires nécessaires pour faire fonctionner un système hydraulique.....	3
2. Le distributeur de commande (Ex : 4 orifices et 3 positions 4\3).....	4
2.1. Un limiteur de pression.....	4
2.2. Les avantages et les inconvénients de l'hydraulique.....	4
2.3. Les deux principaux types de systèmes hydrauliques.....	5
2.4. Les variantes des systèmes à centre ouvert et à centre fermé.....	6
2.5. Les distributeurs de commande.....	8
2.6. Le système à centre ouvert avec montage en série.....	9
2.7. Le système à centre ouvert avec montage en série parallèle.....	10
3. Les Pompes Hydrauliques.....	11
3.1. La pompe volumétrique.....	12
3.1.1. Les pompes à cylindrée fixe.....	12
3.1.2. Les pompes à cylindrée variable.....	13
3.2. Les types de pompes hydrauliques.....	13
3.3. Pompe à pistons axiaux (cylindrée variable).....	14
3.4. Les pompes à engrenages.....	14
3.4.1. Les pompes à engrenages extérieurs.....	15
3.4.2. Les pompes à engrenages intérieurs.....	16
3.5. Les pompes à palettes.....	16
3.5.1. Les pompes à palettes équilibrées.....	17
3.5.2. Les pompes à palettes non équilibrée.....	18
3.6. Les pompes à pistons.....	19
3.6.1. Les pompes à pistons axiaux.....	19
3.6.1.1. Pompe à pistons axiaux en ligne droite.....	20
3.6.1.2. Pompe à pistons axiaux.....	22
3.6.1.3. Les pompes à pistons axiaux à axe brisé.....	23
3.6.2. Les pompes à pistons radiaux.....	24
3.7. L'efficacité de la pompe hydraulique.....	25
3.8. Les qualités de la pompe hydraulique.....	25
3.9. Débit, pression et vitesse de la pompe.....	26
4. Sécurité.....	27
5. Les distributeurs hydrauliques.....	28
5.1. Introduction.....	28
5.2. Les régulateurs de pression.....	29

5.3. Détendeurs de pression.....	29
5.3.1. Les détendeurs de pression à action directe.....	29
5.3.2. Les détenteurs de pression pilotés.....	31
5.4. Les réducteurs de pression.....	32
5.5. Modèle piloté.....	34
5.6. Les valves de séquence de pression.....	34
5.7. Les soupapes de décharge.....	35
5.8. Les soupapes de décharge dans un circuit d'accumulateur.....	35
6. Les cylindres hydrauliques (ou vérins).....	36
6.1. Introduction.....	36
6.2. Les vérins à simple effet.....	37
6.3. Les cylindres à double effet.....	38
6.4. Les amortisseurs pour vérins hydrauliques.....	40
6.5. L'entretien des vérins.....	40
6.6. Evacuer l'air d'un vérin hydraulique.....	42
6.7. Attention.....	43
6.8. Le système hydraulique de base.....	44
7. Les accumulateurs hydrauliques.....	45
7.1. Introduction.....	45
7.2. Les accumulateurs pneumatiques.....	47
7.3. L'accumulateur à vessie.....	47
7.4. Les précautions.....	48
7.4.1. Vérification de l'accumulateur chargé sur l'engin.....	49
7.4.2. Avant de retirer l'accumulateur de l'engin.....	49
7.4.3. Réparer l'accumulateur.....	50
7.4.4. Charger l'accumulateur.....	51
7.4.5. Installer l'accumulateur sur un engin.....	51
7.5. Nouveaux développements.....	51
8. Exercice pratique.....	52

Note : en conformité avec l'objectif de l'Académie d'enseigner à ses stagiaires des bases d'anglais technique, les textes de certaines des illustrations de ce manuel ont volontairement été laissés en anglais.

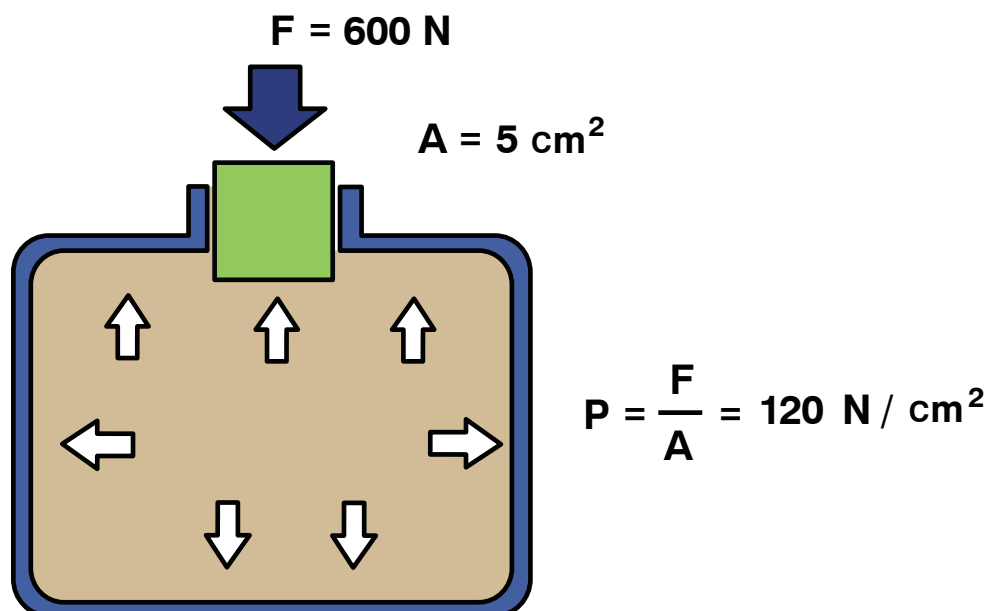
1. Les principes de base de l'hydraulique

Les principes de base de l'hydraulique

- Les liquides n'ont pas de forme qui leur est propre ;
- Les liquides sont pratiquement incompressibles ;
- Les liquides transmettent la pression qui leur est appliquée dans toutes les directions;
- Les liquides augmentent considérablement la force de travail.

A) Les liquides n'ont pas de forme qui leur est propre

Ils prennent la forme de n'importe quel contenant. Ainsi, le liquide d'un système hydraulique pourra s'écouler dans n'importe quelle direction, quelles que soient la taille et la forme du conduit.



B) Les liquides transmettent la pression qui leur est appliquée dans toutes les directions

L'expérience du bocal en verre qui vole en éclats sous la pression démontre que les liquides transmettent la pression dans toutes les directions lorsqu'ils sont comprimés. Ce principe est très important dans un système hydraulique.

Une force de 600 N appliquée sur un bouchon transmettra une pression $P = 600 : 5 = 120 \text{ N/cm}^2$.

Cette pression est créée tout le long du système, et une force égale à 120 N/cm^2 est appliquée à toutes les faces (et le bouchon) du bocal.

C) Les liquides sont pratiquement incompressibles

Pour des raisons de sécurité, il est évident que nous ne réaliserons pas l'expérience suivante. Cependant, si l'on devait appuyer sur le bouchon de ce bocal bien fermé, le liquide contenu dans le bocal ne se comprimerait pas. Le bocal éclaterait d'abord.

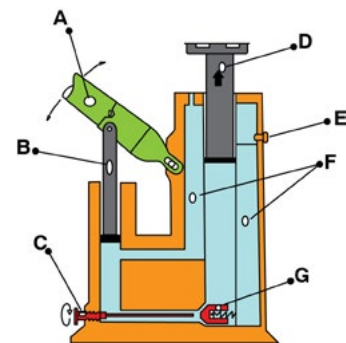
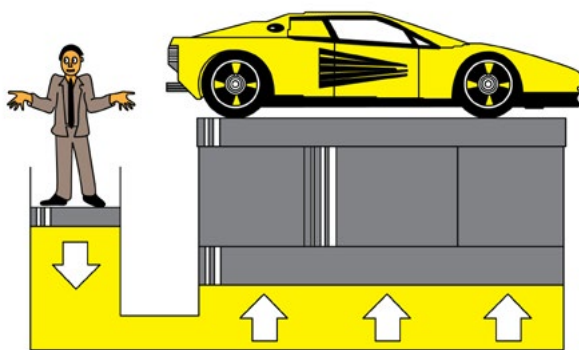
Remarque : Les liquides se compriment très légèrement sous la pression, mais dans l'application qui nous intéresse ici, ils sont incompressibles.

D) Les liquides augmentent considérablement la force de travail

Prenons l'exemple d'un cric-bouteille.

Le piston plongeur de pompe a une aire de $7,07 \text{ cm}^2$ et le grand piston de levage a une aire de 314 cm^2 .

Le poids du véhicule sur le grand piston est de $1\,800 \text{ kg}$. $1\,800$ divisé par 314 est égal à $40,5$ (kilos)

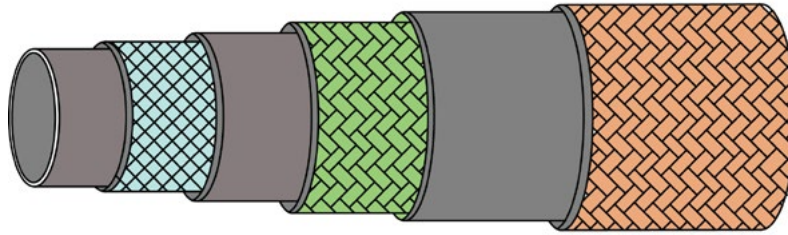


La force requise sur le petit piston est donc de $40,5 \text{ kg}$.

Ainsi, une petite force appliquée sur le petit piston peut soulever une lourde charge ($1\,800 \text{ kg}$).

Lettre	Description
A	Piston plongeur avec poignée
B	Piston plongeur (avec petite aire de plongée)
C	Détendeur de pression (pour le piston plongeur à abaisser D)
D	Grand piston plongeur (piston de levage)
E	Bouchon de remplissage (liquide)
F	Liquide hydraulique
G	Clapet anti-retour

Des tuyaux spéciaux sont nécessaires pour transporter un liquide sous haute pression. Ils sont renforcés avec des couches de métal.



On peut mesurer la pression en utilisant un manomètre.

Le fonctionnement d'un système hydraulique

Un système hydraulique basique se compose de deux éléments :

- Une pompe qui transporte le liquide ;
- Un cylindre (vérin) ou un moteur hydraulique qui se sert de la force du liquide et la transforme en forces mécaniques.

En réalité, la pompe convertit une force mécanique en énergie hydraulique, tandis que le vérin convertit l'énergie hydraulique en force mécanique pour effectuer un travail.

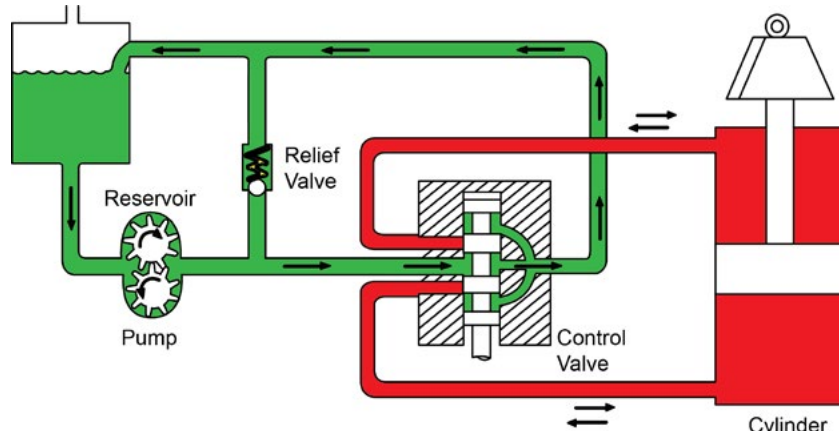
1.1. Les composants supplémentaires nécessaires pour faire fonctionner un système hydraulique

A) Des clapets anti-retour : Ils permettent de retenir le liquide dans les vérins entre chaque mouvement et de l'empêcher de retourner dans le réservoir. Les clapets-billes s'ouvrent lorsque le liquide s'écoule dans un sens et se ferme dans l'autre sens

B) Un réservoir hydraulique : Il permet d'emmagasiner le liquide. Lorsqu'on utilise la pompe en continu pour soulever un poids, il faudra utiliser davantage de liquide. Le réservoir est doté d'une grille d'aération, ce qui permet de forcer le liquide à entrer dans la pompe grâce à la gravité et à la pression atmosphérique lorsque le piston de la pompe est en phase d'aspiration.

C) Une soupape de commande ou distributeur : Elle dirige le liquide. Elle permet également à l'opérateur de commander l'approvisionnement constant en liquide depuis la pompe jusqu'aux vérins hydraulique et inversement. Lorsque la soupape de commande est en position neutre, le liquide partant de la pompe passe directement dans la soupape et retourne tout droit jusqu'au réservoir. Dans le même temps, la soupape piège le liquide des deux côtés du vérin hydraulique, ce qui empêche son déplacement dans l'une ou l'autre direction.

2. Le distributeur de commande (Ex : 4 orifices et 3 positions 4\3)



2.1. Un limiteur de pression

Il protège le système de trop hautes pressions. Si la pression requise pour soulever la charge est trop élevée, ce limiteur s'ouvre et relâche la pression en renvoyant le liquide dans le réservoir.

L'utilisation du limiteur de pression est également nécessaire lorsque le piston atteint la fin de sa course. À ce moment-là, le liquide n'a pas d'autre choix que de retourner dans le réservoir par le limiteur de pression.

2.2. Les avantages et les inconvénients de l'hydraulique

Comme vous avez pu le voir dans ce système hydraulique simple, l'objectif est de transmettre l'énergie depuis une source (moteur) jusqu'à l'endroit où cette énergie est nécessaire pour travailler.

Afin d'étudier les avantages et les inconvénients du système hydraulique, nous allons le comparer aux autres méthodes de transmission d'énergie couramment utilisées. Il s'agit des systèmes mécaniques (arbres de transmission, roues dentées ou câbles).

A) Avantages

1. Flexibilité : Contrairement à la transmission d'énergie mécanique, où la position relative du moteur et de la zone de travail doit rester plus ou moins constante, la flexibilité du système hydraulique permet de transmettre l'énergie presque n'importe où.

2. **Multiplication de la force** : Dans un système hydraulique, on peut utiliser de très petites forces pour déplacer de lourdes charges, simplement en changeant les sections des vérins.
3. **Simplicité** : Un système hydraulique dispose de moins de pièces amovibles, donc moins de points d'usure. De plus, le système se lubrifie tout seul.
4. **Compacité** : Comparez la taille d'un petit moteur hydraulique à celle d'un moteur électrique de puissance (en puissance équivalente). Imaginez ensuite la taille des roues dentées et des arbres de transmission nécessaires pour atteindre les forces obtenues par une petite presse hydraulique. Le système hydraulique peut gérer davantage de puissance par rapport à sa taille que les deux autres systèmes.
5. **Économie** : Il s'agit là du résultat naturel de la simplicité et de la compacité du système, ce qui permet des coûts relativement bas pour l'énergie transmise. De plus, les pertes d'énergie et les frottements sont plus faibles que les autres systèmes.
6. **Sécurité** : Un système hydraulique possède moins de pièces amovibles (roues dentées, arbres de transmission, courroies, connecteurs électriques, etc.) que les autres systèmes. Il est plus facile de contrôler une surcharge en utilisant les régulateurs de pression qu'avec les dispositifs de surcharge des autres systèmes.

B) Inconvénient :

1. **Propreté indispensable** : Un système hydraulique peut être endommagé par la rouille, la corrosion, la poussière, la chaleur et la dégradation du liquide. Un environnement propre et un entretien adapté sont des facteurs plus importants dans un système hydraulique que dans les autres méthodes de transmission.

2.3. Les deux principaux types de systèmes hydrauliques

A) Système à centre ouvert

Le système hydraulique simple présenté en page 4 est un système à centre ouvert. Le tiroir de commande du distributeur doit être ouvert au centre afin que le liquide de la pompe puisse le traverser et retourner dans le réservoir. La pompe utilisée maintient un flux constant du liquide, et celui-ci doit pouvoir retourner dans le réservoir lorsqu'il n'est pas nécessaire au système pour fonctionner.

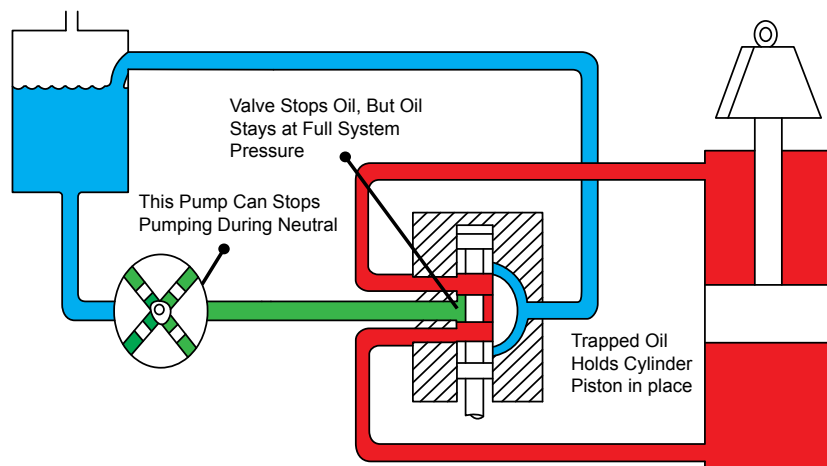
Dans un système à centre fermé, la pompe est capable de « faire une pause » lorsque le liquide n'est pas nécessaire au système pour fonctionner. Ainsi, la soupape de commande est fermée au centre, ce qui stoppe le flux de liquide (blocage d'huile entre la pompe et le distributeur) depuis la pompe. C'est ce que l'on appelle le « centre fermé ».

Pompes à cylindrée fixe :

Pour un seul tour de rotation de la pompe on a un débit constant de liquide
Elles sont couramment utilisées dans un système à centre ouvert ;

Pompe à cylindrée variable :

Permet la variation de débit avec la même vitesse de rotation
On les utilise plutôt dans un système à centre fermé.

B) Système à centre fermé

2.4. Les variantes des systèmes à centre ouvert et à centre fermé

Afin d'en diversifier les fonctions, on utilise des systèmes hydrauliques avec les variantes suivantes :

A) Systèmes à centre ouvert :

- Système à centre ouvert avec montage en série ;
- Système à centre ouvert avec montage en série parallèle ;
- Système à centre ouvert avec diviseur de débit.

B) Systèmes à centre fermé :

- Système à centre fermé avec accumulateur et pompe à cylindrée fixe ;
- Système à centre fermé avec pompe à cylindrée variable.

Une famille de symboles graphiques a été mise au point afin de représenter les systèmes et composants de l'énergie hydraulique sur des schémas. Aux États-Unis, l'American National Standards Institute (ANSI) se charge de donner des informations sur ces symboles. Il contrôle la mise au point de ces symboles et effectue des modifications ou des additions lorsque cela est nécessaire.

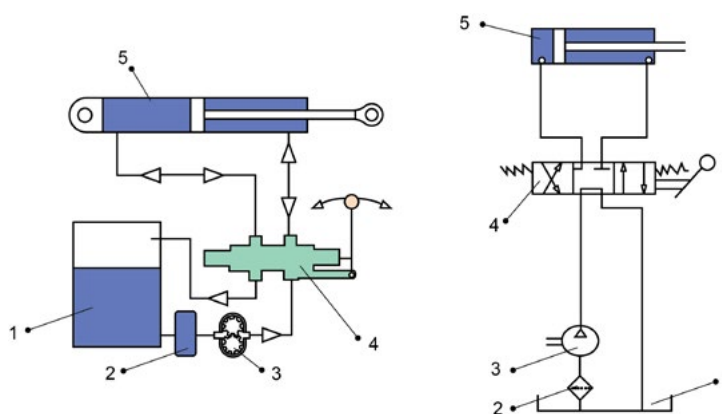
L'Organisation internationale de normalisation (ISO) se charge quant à elle des symboles utilisés à l'international. Les deux systèmes utilisent quasiment le même format (en particulier depuis que l'ANSI a changé ses symboles en 1966 pour supprimer tout symbole écrit).

La normalisation des symboles permet une lecture et une compréhension des schémas de systèmes hydrauliques par des personnes venant de nombreux pays, même lorsque ces dernières ne parlent pas la même langue. Aux États-Unis, on peut utiliser l'un des deux systèmes de symboles (celui de l'ANSI ou celui de l'ISO).

Cependant, de nombreuses sociétés utilisent actuellement les symboles de l'ISO, car il s'agit de la norme pour travailler avec des fournisseurs et des clients étrangers. Afin de simplifier la schématisation des systèmes hydrauliques, nous continuerons en utilisant les symboles de l'ISO.

Au lieu de dessiner des circuits compliqués en utilisant des images des composants, les symboles hydrauliques sont faciles à dessiner et reconnaissables à l'international comme un langage uniforme.

Exemple

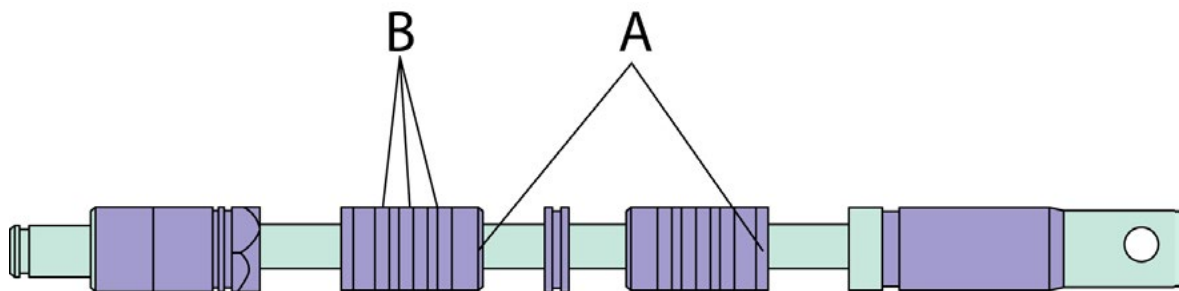


Numéro	Description
1	Réservoir du liquide hydraulique
2	Crépine (pré-filtre)
3	Pompe de liquide hydraulique
4	Distributeur de commande hydraulique
5	Vérin hydraulique (à double effet)

L'avantage de l'utilisation de symboles par rapport à des images des composants, c'est que les symboles sont conçus pour que le type de distributeur soit facile à reconnaître.

Par exemple, le symbole numéro 4 du schéma ci-dessus représente un distributeur à 4/3 (4 orifices et 3 positions) à centre ouvert. Le symbole transmet toutes les informations nécessaires pour reconnaître le type de distributeur.

2.5. Les distributeurs de commande



Les distributeurs de commande peuvent être commandés de façon manuelle, hydraulique (servomécanisme) ou électrique (par solénoïde).

Le distributeur cylindrique lui-même se compose d'un certain nombre de pièces avec des fentes «**A**» permettant de contrôler le débit de liquide.

Les rainures «**B**» font office de repères et de joints d'étanchéité.

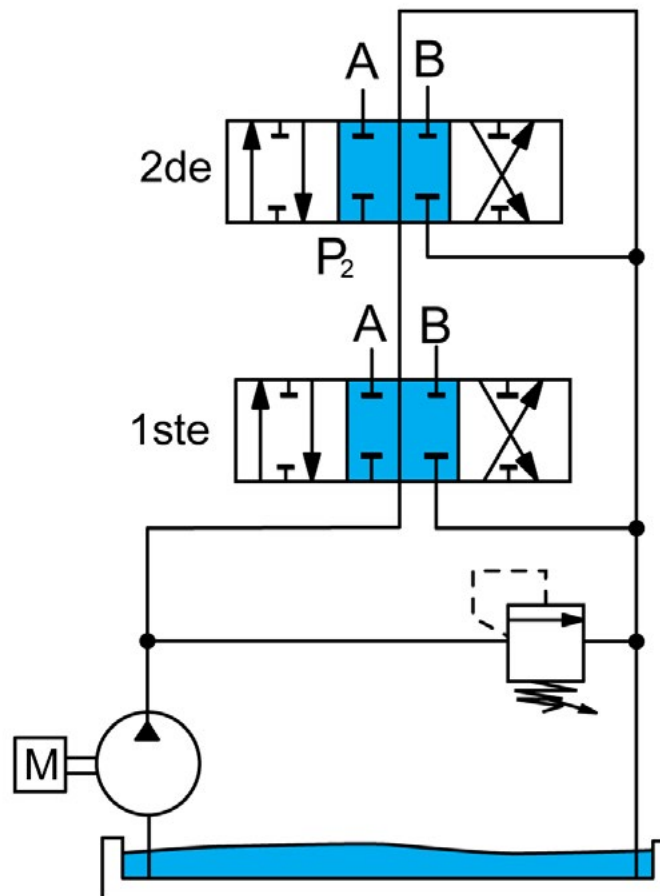
Les fentes du distributeur cylindrique peuvent prendre toutes sortes de formes, en fonction de la sensibilité nécessaire dans chaque système.

Les distributeurs actionnés hydrauliquement sont complétés par des distributeurs de pilotage tout ou rien ou de distributeurs proportionnelles.

2.6. Le système à centre ouvert avec montage en série

Le liquide provenant de la pompe est acheminé vers les deux distributeurs de commande montés en série.

Lorsque le 1^{er} distributeur est actionné, le liquide n'atteint pas le 2^e.

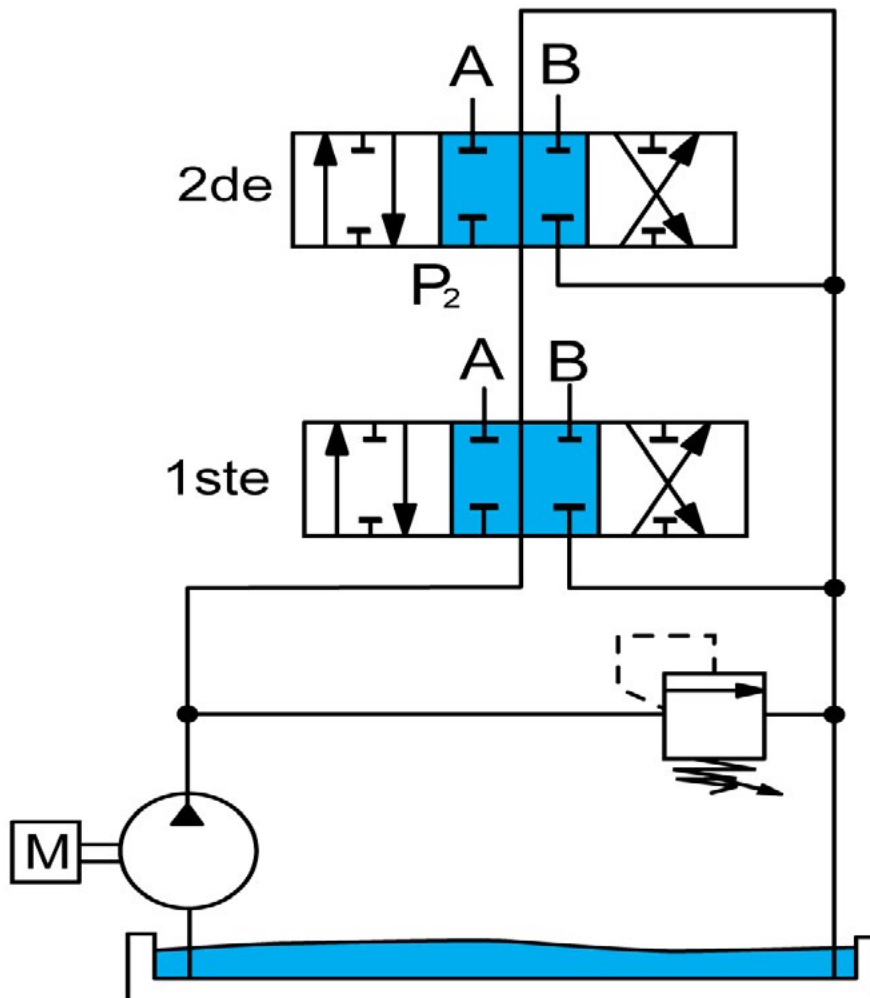


En position neutre, le liquide passe par les distributeurs montés en série et retourne au réservoir, comme le montrent les flèches. Lorsqu'un distributeur de commande est actionné, le liquide qui arrive est dérivé vers le vérin.

Ce système est satisfaisant tant qu'un seul distributeur est actionné à la fois. Dans ce cas, l'intégralité de la puissance de sortie de la pompe est disponible pour cette fonction à la pression du système. Cependant, si plus d'un distributeur est actionné, les pressions additionnées nécessaires pour chaque fonction ne peuvent excéder les capacités du système de limitation de pression.

2.7. Le système à centre ouvert avec montage en série parallèle

Ce système, présenté ci-dessous, est une variante de modèle monté en série. Le liquide provenant de la pompe est acheminé vers les distributeurs de commande, montés à la fois en série et en parallèle. Parfois, les distributeurs sont «empilés» pour permettre des passages supplémentaires.

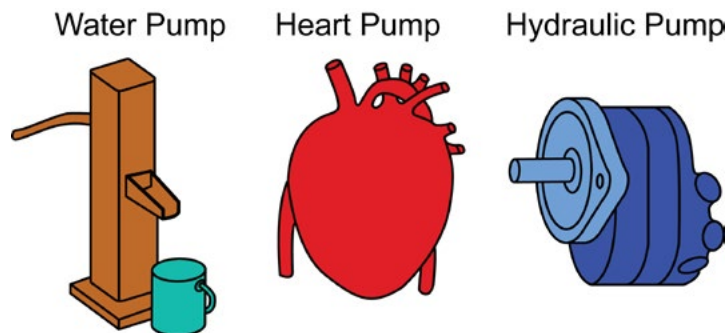


En position neutre, le liquide passe par les distributeurs montés en série, comme le montrent les flèches.

Les distributeurs 2 et 3 sont montés à la fois en série et en parallèle. Lorsque le distributeur 2 est actionné, le distributeur 3 reçoit aussi du liquide et peut être actionné en même temps.

3. LES POMPES HYDRAULIQUES

La pompe est le cœur du système hydraulique. Elle génère l'écoulement du liquide qui alimente tout le circuit.



Le cœur humain lui-même est une pompe. Comme l'était cette ancienne pompe à eau que l'on trouvait autrefois dans les fermes.

Autrefois, le terme «hydraulique» signifiait l'étude des fluides en mouvement. Ainsi, toute pompe déplaçant un fluide pouvait être considérée comme une pompe hydraulique.

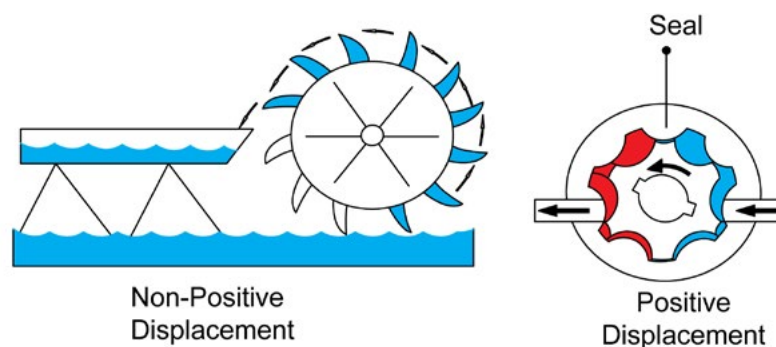
Mais de nos jours, « l'hydraulique» signifie non seulement l'étude de la pression et de l'écoulement d'un fluide en mouvement, mais aussi son application pour accomplir une tâche.

La définition d'une pompe hydraulique

Toutes les pompes génèrent un débit. Elles fonctionnent sur un principe que l'on appelle la **cylindrée**. Elles prennent le fluide et le déplacent vers un autre point.

La cylindrée peut prendre deux formes :

- Non volumétrique ;
- Volumétrique.



3.1. La pompe volumétrique

Utilisée en hydraulique de nos jours, la pompe volumétrique génère un débit et le soutient. Remarquez la cavité créée autour de la roue dentée. Elle permet de piéger le fluide et de le maintenir pendant le mouvement.

Ainsi, lorsque le fluide s'écoule de l'autre côté, il ne peut pas repartir d'où il vient. C'est cette cavité qui constitue le «volume» de ce type de pompe. Sans elle, le fluide ne pourrait jamais vaincre la résistance des autres parties du système.

Lorsqu'une haute pression est nécessaire dans un circuit, une pompe volumétrique est idéale. Cette affirmation est vraie pour tous les systèmes hydrauliques modernes produisant une énergie par fluide.

Dans un système à basse pression (comme un système de refroidissement à eau ou de pulvérisation), une pompe non volumétrique peut convenir.

Dans ce chapitre, nous traiterons uniquement de **pompes volumétriques**, qui constituent le cœur des systèmes hydrauliques modernes. Ce type de pompe est une véritable pompe hydraulique.

La cylindrée d'une pompe hydraulique

La «cylindrée» est le volume de liquide déplacé durant chaque cycle (révolution) de la pompe.

En ce sens, il existe deux grandes catégories de pompes hydrauliques :

- Les pompes à cylindrée fixe ;
- Les pompes à cylindrée variable.

3.1.1. Les pompes à cylindrée fixe

Elles déplacent le même volume de liquide à chaque cycle. Ce volume change uniquement lorsque l'on change la vitesse de la pompe.

Le volume peut être affecté par la pression du système, mais il s'agit alors d'une augmentation de la fuite dans l'orifice d'entrée de la pompe. Cela arrive généralement lorsque la pression augmente.

À cause de cette fuite, les pompes à cylindrée fixe sont généralement utilisées dans des systèmes à basse pression, ou servent de soutien à une autre pompe dans un système à plus haute pression.

3.1.2. Les pompes à cylindrée variable

Elles peuvent varier le volume de liquide déplacé à chaque cycle, sans forcément changer de vitesse. Ces pompes disposent d'un mécanisme interne qui fait varier la puissance de sortie du liquide, généralement pour maintenir une pression constante dans le système.

- Lorsque la pression du système diminue, le volume augmente;
- Lorsque la pression augmente, le volume diminue.

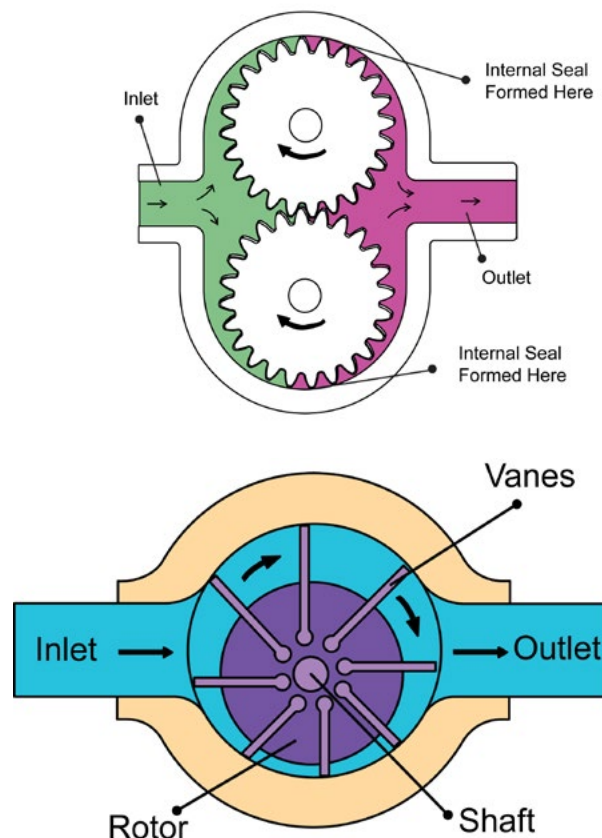
N'oubliez pas:

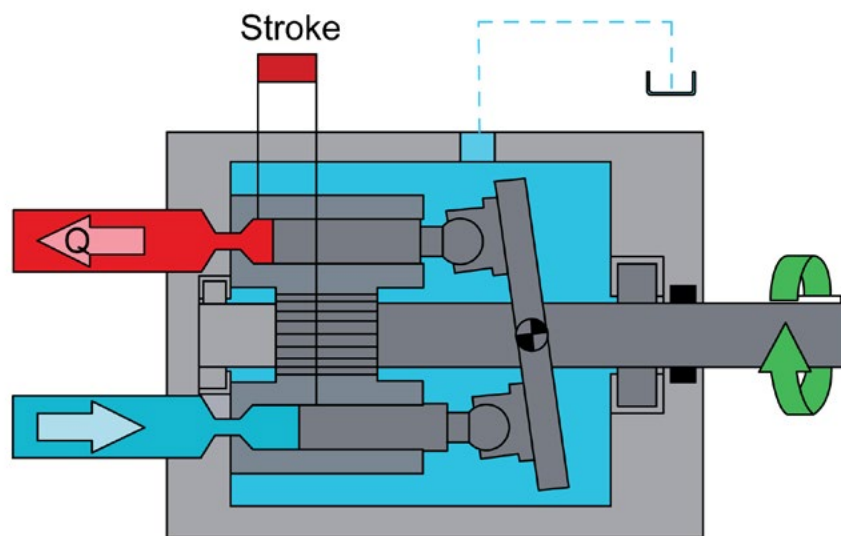
Une pompe hydraulique ne crée pas de pression, elle crée un débit.

La pression est créée par la résistance à ce débit !

3.2. Les types de pompes hydrauliques

Maintenant que nous avons vu le principe et les capacités des pompes hydrauliques, regardons un peu à «l'intérieur».





3.3. Pompe à pistons axiaux (cylindrée variable)

Nous allons vous présenter le fonctionnement et les applications de chaque type de pompe. Un système hydraulique peut être équipé d'un type de pompe, mais aussi de deux ou plus.

Ces trois types de pompes fonctionnent sur un principe rotatif : un rotor à l'intérieur de la pompe déplace le fluide. Une pompe rotative peut être très compacte, mais tout de même déplacer le volume de fluide nécessaire. Cette particularité est primordiale dans un système mobile, où l'espace est limité.

3.4. Les pompes à engrenages

Les pompes à engrenages sont à cylindrée fixe. Il existe des pompes à engrenages extérieurs et des pompes à engrenages intérieurs. Elles sont largement utilisées car elles sont simples et économiques. Bien qu'elles ne soient pas à cylindrée variable, elles peuvent produire le volume requis par la plupart des systèmes grâce à une cylindrée fixe. On les utilise souvent comme pompes de charge dans de grands systèmes avec d'autres pompes. On s'en sert également dans les servomécanismes.

Il existe deux types de pompes à engrenages :

- Les pompes à engrenages extérieurs ;
- Les pompes à engrenages intérieurs.

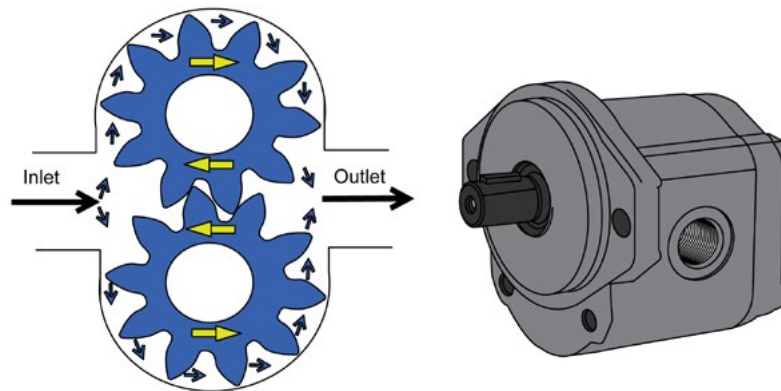
3.4.1. Les pompes à engrenages extérieurs

Les pompes à engrenages extérieurs disposent généralement de deux pignons engrenés et logés dans un boîtier étroit. L'arbre de transmission entraîne une roue, qui entraîne alors l'autre roue. On utilise des coussinets, des surfaces usinées ou des plaques d'usure pour fermer hermétiquement le boîtier.

Fonctionnement

Le fonctionnement de ce type de pompe est assez simple. Lorsque les roues tournent et se désengrènent, elles piègent le liquide entrant entre les dents et le boîtier. Le liquide piégé est entraîné jusqu'à la chambre

de sortie. Puis, lorsque les roues dentées s'engrènent à nouveau, elles forment une cavité qui empêche le liquide de retourner vers l'entrée. Cela force le liquide à passer par la sortie et le renvoie dans le système.

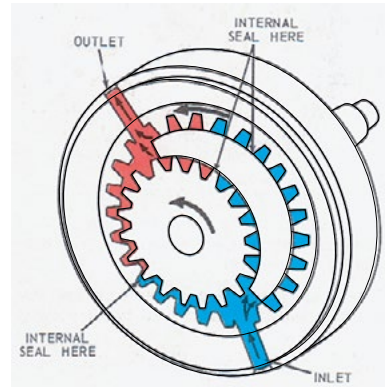
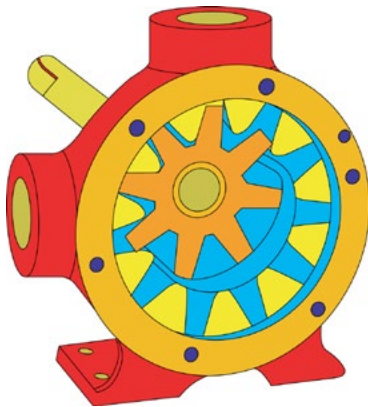


Ainsi, le liquide est poussé par le flux continu de liquide piégé passant par la chambre de sortie à chaque rotation des roues dentées. Du côté de l'entrée, la gravité achemine davantage de liquide du réservoir pour remplacer celui qui a été expulsé par les roues dentées.

Dans certaines pompes à engrenages, on utilise une plaque de pression qui applique une force contre les roues dentées, ce qui augmente l'efficacité de la pompe. Une petite quantité de liquide sous pression passe sous la plaque d'appui, se retrouve poussée contre les roues dentées et forme un joint encore plus solide contre les fuites.

3.4.2. Les pompes à engrenages intérieurs

La pompe à engrenages intérieurs possède également deux roues dentées, mais cette fois-ci on monte une roue cylindrique avec une seconde roue dentée plus grande. La roue cylindrique est engrenée d'un côté avec la grande roue dentée, et les deux roues sont séparées de l'autre côté par un séparateur en forme d'arche. L'arbre de transmission entraîne la roue cylindrique, qui entraîne alors la grande roue dentée.



Fonctionnement

Le fonctionnement est pratiquement le même que pour une pompe à engrenages extérieurs. La principale différence est que les deux roues dentées tournent dans la même direction.

Lorsque les roues se désengrènent, le liquide est piégé entre les dents et le séparateur, puis est entraîné jusqu'à la chambre de sortie. Lorsque les roues s'engrènent à nouveau, elles forment une cavité empêchant le liquide de repartir dans le mauvais sens. Ainsi, un flux continu de liquide allant vers la sortie pousse le fluide et le fait repartir dans le circuit. La gravité achemine davantage de liquide à l'entrée de la pompe pour remplir le vide partiel créé lorsque le liquide est entraîné par les roues dentées.

3.5. Les pompes à palettes

Les pompes à palettes sont très polyvalentes et peuvent être montées en dispositif simple, double ou même triple.

Toutes les pompes à palettes déplacent le liquide grâce à un rotor fendu équipé de palettes.

On utilise principalement deux types de pompes à palettes:

- Les pompes à palettes équilibrées;
- Les pompes à palettes non équilibrées.

La pompe à palettes équilibrée est toujours à cylindrée fixe.

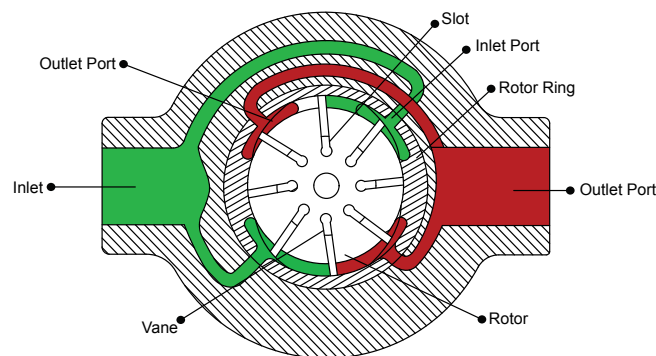
La pompe à palettes non équilibrée peut être à cylindrée fixe ou variable.

3.5.1. Les pompes à palettes équilibrées

Dans une pompe à palette équilibrée, le rotor est entraîné par l'arbre de transmission et tourne à l'intérieur d'un anneau ovale.

Les palettes sont fixées dans les fentes du rotor et glissent librement vers l'intérieur ou vers l'extérieur.

La partie «équilibrée» de cette pompe s'explique par la position des orifices d'entrée et de sortie du liquide. La pompe possède deux orifices d'entrée, situés à l'opposé l'un de l'autre. Elle possède également deux orifices de sorties, eux aussi placés de l'un et l'autre côté de la pompe. Ces deux installations sont reliées à une entrée et une sortie centrales.



Fonctionnement

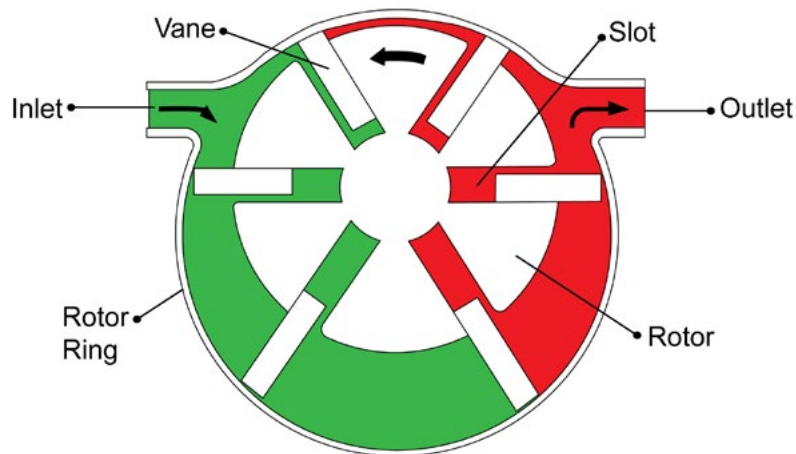
Lorsque le rotor tourne, les palettes sont rejetées contre la surface intérieure de l'anneau par la force centrifuge. Lorsque les palettes épousent les contours de l'anneau ovale, elles divisent les parties en forme d'arche entre le rotor et l'anneau en deux chambres séparées. Ces chambres s'agrandissent et rétrécissent deux fois à chaque révolution. Les orifices d'entrée sont situés à l'endroit où chaque chambre commence à s'agrandir, tandis que les orifices de sorties se trouvent à l'endroit où chaque chambre commence à rétrécir.

Lorsque la chambre commence à s'agrandir, le liquide afflue pour remplir le vide partiel. Ce liquide est ensuite transporté par les palettes. Lorsque la chambre commence à rétrécir, le liquide piégé est poussé vers l'orifice de sortie.

Durant la seconde moitié de la révolution, cette action se répète au niveau dans la deuxième installation d'orifices d'entrée et de sortie.

3.5.2. Les pompes à palettes non équilibrée

La pompe à palettes non équilibrée utilise le même principe de base d'un rotor à palettes tournant dans un anneau fixe.



Cependant, le cycle ne se déroule qu'une seule fois à chaque révolution. Ainsi, cette pompe ne possède qu'un seul orifice d'entrée et un seul orifice de sortie. De plus, le rotor fendu est désaxé et placé dans un anneau circulaire.

En cours de fonctionnement, la chambre commence à s'agrandir au niveau de l'orifice d'entrée et finit de rétrécir au niveau de l'orifice de sortie.

Le liquide est attiré par le vide partiel formé, puis poussé vers la sortie par le rétrécissement de la chambre, exactement comme dans une pompe à palettes équilibrée.

Cependant, la conception d'une pompe à palette non équilibrée est différente de celle du modèle équilibré, comme nous allons le voir à présent.

Une pompe à palettes équilibrée ne peut pas être à cylindrée variable.

Une pompe à palettes non équilibrée le peut.

En réalité, la pompe à palettes équilibrée est une amélioration du modèle non équilibré. Pourquoi cette amélioration était-elle nécessaire?

Dans la pompe à palettes non équilibrée, on avait remarqué des défaillances au niveau des paliers. On découvrit alors que le problème provenait de la force appliquée sur l'arbre et les paliers par la contre-pression du liquide expulsé vers l'orifice de sortie de la pompe. Aucune force équivalente n'était appliquée du côté opposé, puisque le liquide à l'entrée n'était pas ou peu sous pression.

La pompe à palettes équilibrée fut la solution au problème. Afin de rééquilibrer la pression de sortie sur l'arbre, on utilise désormais deux (2) orifices de sortie, placés à l'opposé l'un de l'autre. Ce système permet d'équilibrer les forces, d'augmenter la durée de vie des paliers et de faire fonctionner la pompe plus longtemps.

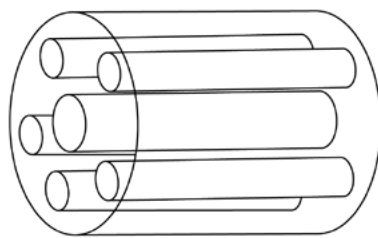
Mais alors que la pompe à palettes équilibrée résolvait un problème, elle en posait un autre: elle devenait à cylindrée fixe uniquement. Il est en effet impossible de changer la position des orifices de sortie, car l'équilibre serait rompu.

La pompe à palettes non équilibrée peut être à cylindrée fixe ou variable. De par sa conception, il est possible de changer la position de son anneau de rotor et celle de ses orifices d'entrée et de sortie par rapport au rotor désaxé. Cela change la taille des chambres créées par les palettes, et change également la quantité de liquide transporté. Résultat: la pompe devient à cylindrée variable.

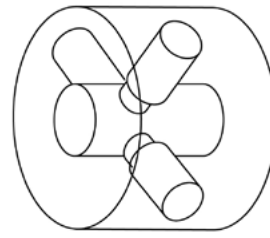
3.6. Les pompes à pistons

Les pompes à piston sont très souvent utilisées dans des systèmes hydrauliques modernes travaillant à grande vitesse et à forte pression. Cependant, les pompes à piston sont plus complexes et plus chères que les deux autres types de pompes. Les pompes à piston peuvent être à cylindrée fixe ou variable.

- Pompes à pistons axiaux ;
- Pompes à pistons radiaux ;



Axial Piston



Radial Piston

3.6.1. Les pompes à pistons axiaux

Piston **AXIAL** signifie que les pistons sont montés en ligne parallèlement à « l'axe » de la pompe (ligne qui la traverse par le centre).

Piston **RADIAL** signifie que les pistons sont montés perpendiculairement au centre de la pompe, comme des rayons de soleil.

Dans les deux cas, les pistons pompent le liquide en se déplaçant d'avant en arrière dans l'alésage du cylindre (on parle également de mouvement de «va-et-vient»).

Les pompes à pistons axiaux et radiaux utilisent le mouvement de va-et-vient, mais entraînent leurs pistons au moyen d'un rotor. De cette façon, l'efficacité du mouvement de va-et-vient se combine à la compacité d'une pompe à rotor.

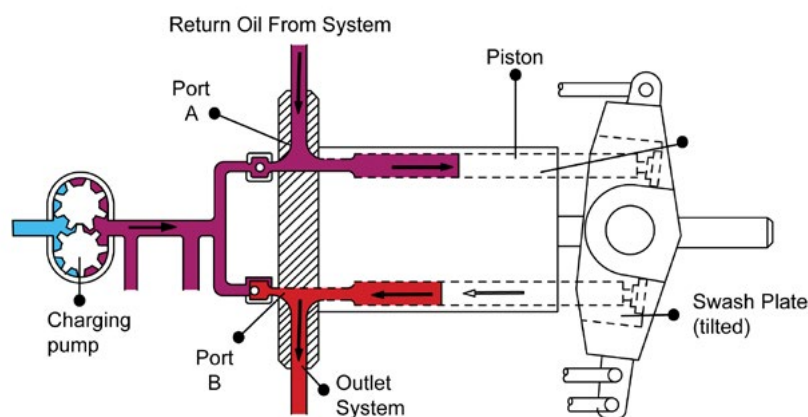
On obtient ainsi une pompe très efficace que l'on peut tout de même installer dans le système hydraulique d'un engin.

Les pompes à pistons axiaux se classent généralement en deux catégories : en ligne droite et à axe coudé.

3.6.1.1. Pompe à pistons axiaux en ligne droite

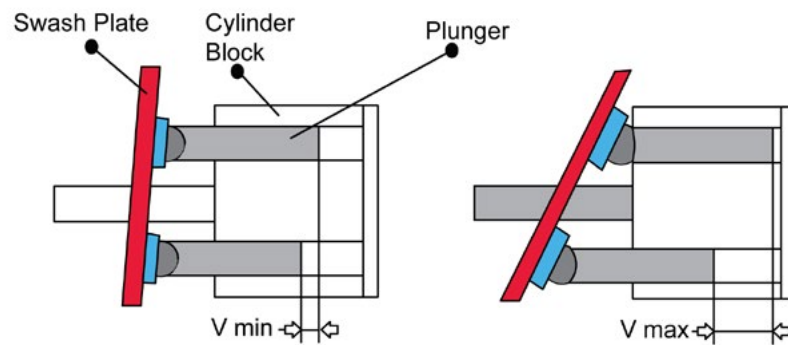
Dans ce type de pompe, le bloc-cylindres est monté sur un arbre de transmission qui l'entraîne dans son mouvement. Les pistons sont actionnés dans l'alésage du cylindre, qui est parallèle à l'axe du bloc-cylindres. Les têtes des pistons sont en contact avec un plateau incliné, que l'on appelle le plateau oscillant.

Le plateau oscillant ne tourne pas, mais il peut osciller d'avant en arrière. Il est monté sur un pivot et est contrôlé soit manuellement, soit par un servomécanisme automatique.



Étant donné que le plateau oscillant commande la sortie des pistons, cette pompe est à cylindrée variable.

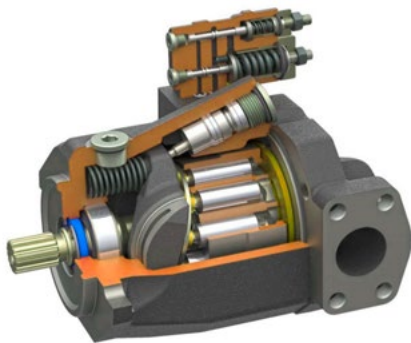
Rappelez-vous que l'angle du plateau oscillant commande la distance que les pistons peuvent parcourir d'avant en arrière dans leur alésage. Plus l'angle est grand, plus les pistons peuvent aller loin et plus la quantité de liquide déplacée par la pompe est importante.



Avec le plateau oscillant est incliné, comme présenté ci-dessus, lorsque le bloc-cylindres tourne, l'alésage du piston s'aligne avec cet orifice, et le liquide est poussé dans l'alésage par la petite pompe de charge. Ce liquide repousse les pistons contre le plateau oscillant. Puis lorsqu'ils tournent, ces pistons suivent l'inclinaison du plateau oscillant et poussent le liquide hors de leur alésage vers l'orifice de sortie.

Si l'angle du plateau oscillant était fixe, la pompe serait à cylindrée fixe, car elle repousserait la même quantité de liquide à chaque révolution.

Plateau oscillant

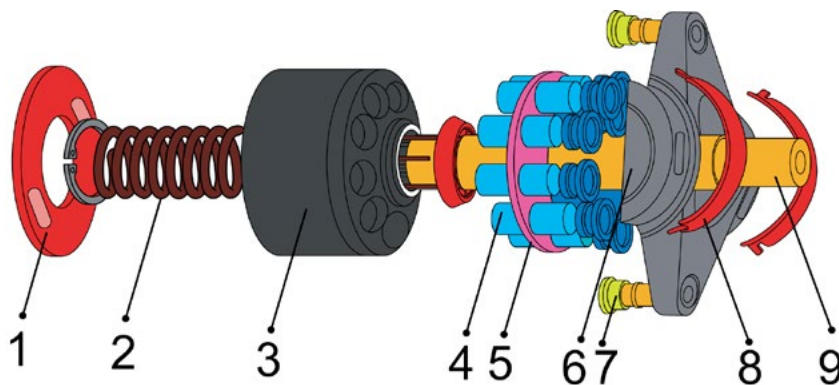


Pompe à axe

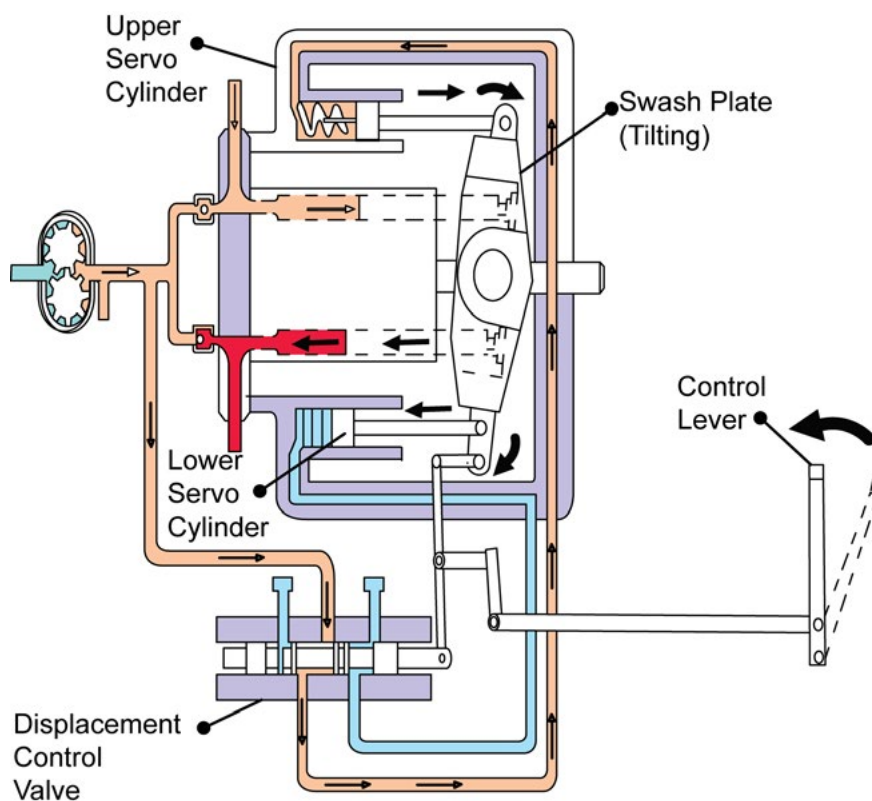


La pompe à axe brisé présentée ci-dessus est un modèle à cylindrée fixe. On l'utilise souvent comme moteur hydraulique entraînant les chenilles des pelles hydrauliques.

3.6.1.2. Pompe à pistons axiaux



Numéro	Description
1	Glace de distribution (orifices d'entrée et de sortie)
2	Ressort hélicoïdal lourd
3	Le barillet (maintient les pistons ou pistons plongeurs)
4	Pistons ou pistons plongeurs
5	Anneau de rétractation des manchons de piston
6	Plateau oscillant
7	Servomécanisme de commande du plateau oscillant
8	Coquilles ou coussinet du plateau oscillant (souvent roulement à aiguilles)
9	Arbre de transmission du barillet



Pour incliner le plateau oscillant, on actionne le levier de commande, ce qui déplace la soupape de commande de cylindrée sur la gauche. Cette action achemine le liquide depuis la pompe de charge jusque dans le servovérin supérieur, ce qui déplace le piston et incline le plateau oscillant.

Pendant ce temps, le piston du servovérin inférieur est repoussé par la partie inférieure du plateau oscillant, ce qui repousse le liquide dans la soupape et jusqu'à la pompe.

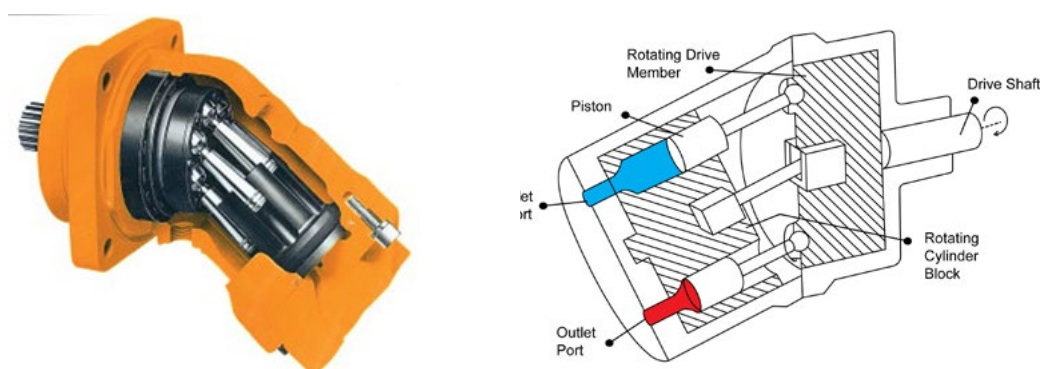
Lorsque le plateau oscillant atteint l'angle commandé par le levier, la soupape de commande retourne en position neutre et piège le liquide dans les servovérins. Cela maintient le plateau oscillant jusqu'à ce que le levier de commande soit de nouveau déplacé.

La pompe continue de pomper comme expliqué précédemment, ce qui envoie le liquide vers l'entrée en haut et la pousse vers la sortie en bas à chaque révolution.

Si le plateau oscillant était incliné dans l'autre sens, le cycle d'entrée-sortie de la pompe serait inversé. Le liquide serait envoyé vers l'entrée en bas et poussé vers la sortie en haut. Ainsi, le servomécanisme commande non seulement à la cylindrée de la pompe mais aussi à la direction que prend le liquide.

3.6.1.3. Les pompes à pistons axiaux à axe brisé

Comme expliqué précédemment, la pompe à axe brisé est un type de pompe à cylindrée fixe.



Autrefois, les chargeuses sur pneus hydrauliques étaient équipées de **moteurs** hydrauliques à axe coudé.

Désormais, puisque la vitesse et le couple doivent pouvoir varier davantage, les derniers modèles de chargeuses sur pneus sont dotés d'une pompe à pistons axiaux, à cylindrée variable, avec deux directions de flux.

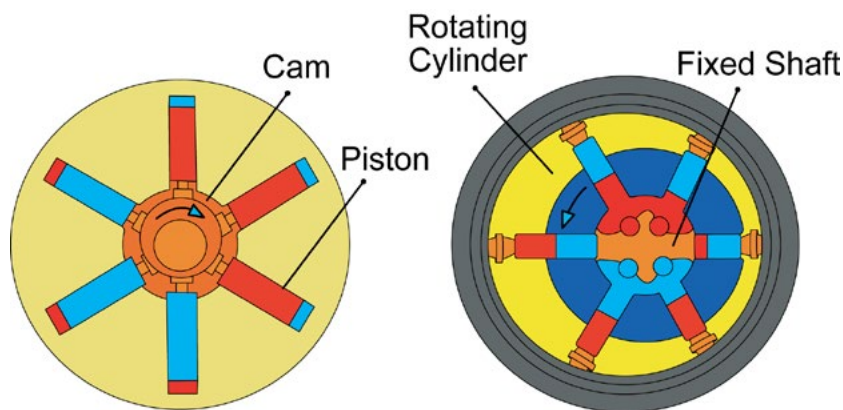
Les moteurs hydrauliques ne sont donc plus à cylindrée fixe mais variable, et certaines chargeuses sur pneus disposent de deux moteurs fixés sur la boîte de transfert (grande et petite vitesse).

3.6.2. Les pompes à pistons radiaux

Les pompes à pistons radiaux font partie des pompes les plus sophistiquées. Elles sont capables de générer de hautes pressions, de déplacer de grands volumes, de travailler à grandes vitesses, et sont à cylindrée variable.

Leur fonctionnement de base est simple, mais en y ajoutant des soupapes et autres dispositifs, ces pompes peuvent s'adapter à de nombreux systèmes et répondre à de nombreux besoins.

Étant donné que ce type de pompe est fixé très solidement, l'usure peut devenir un problème, à moins d'utiliser un liquide très propre. De plus, le liquide doit avoir la propriété de lubrifier les parties solidement fixées.



Les pompes à pistons radiaux sont conçues pour fonctionner de deux façons.

Dans une pompe à «came tournante», les pistons sont situés dans le corps de pompe fixé. L'arbre central est doté d'une came qui entraîne les pistons en tournant.

Dans une pompe à «piston tournant», les pistons sont situés dans le cylindre tournant. Lorsque le cylindre tourne, les pistons sont repoussés contre le boîtier externe. Étant donné que le cylindre tournant est désaxé dans le boîtier, les pistons sont repoussés d'avant en arrière en suivant la forme du boîtier.

Autrefois, les engins Poclain (excavatrices) étaient équipés de pompes à pistons radiaux. Aujourd'hui, la plupart des engins et équipements lourds sont dotés de pompes à pistons axiaux.

En résumé :

1. *Une pompe hydraulique convertit une force mécanique en énergie hydraulique, c'est-à-dire qu'elle fait travailler le fluide.*
2. *Parmi les deux principaux types de pompes (volumétriques et non volumétriques), la pompe volumétrique est plus adaptée à l'énergie hydraulique car elle est capable de générer un flux constant malgré les hautes pressions du système.*
3. *Une pompe hydraulique peut être conçue pour produire un volume de fluide donné à une vitesse donnée, ou bien pour produire un volume variable à vitesse constante . . . cylindrée fixe ou cylindrée variable.*
4. *Les trois types de pompes les plus utilisés dans les systèmes hydrauliques d'engins sont les pompes à engrenages, à palettes et à piston.*
5. *Ces trois pompes fonctionnent au moyen d'un rotor. Cela leur permet de rester de petite taille, tout en ayant la capacité de produire le volume de fluide nécessaire.*
6. *Le texte ci-avant couvre uniquement le principe de pompes hydrauliques basiques. Il en existe un grand nombre de variantes.*

3.7. L'efficacité de la pompe hydraulique

Jusqu'à présent, nous avons seulement décrit les trois types de pompes les plus utilisés. Bien sûr, cela n'est pas représentatif de l'histoire des pompes hydrauliques. Leur efficacité et leurs applications sont aussi importantes que leur fonctionnement, et peuvent aider à diagnostiquer un problème dans un système hydraulique.

3.8. Les qualités de la pompe hydraulique

En raison du grand nombre de pompes et de systèmes hydrauliques, il est purement impossible de recommander un modèle particulier de pompe pour un système donné sans disposer de toutes les informations nécessaires sur ce dernier. Cependant, nous pouvons énumérer les qualités désirables et indésirables des trois types de pompes pour vous laisser juger par vous-même de l'adéquation d'un type de pompe en particulier dans un système hydraulique donné.

L'un des premiers facteurs à prendre en compte lors du choix de la pompe pour un système est la taille de la pompe. La plupart des systèmes d'engins n'ont pas ou peu d'espace, et la pompe pourra se retrouver dans un emplacement très réduit.

Heureusement, grâce à la grande variété de pompes et de tailles disponibles, ce facteur n'est pas un gros problème. À moins que le système nécessite une qualité que seule une pompe de grande taille peut avoir. Dans ce cas-là, il faudra faire de la place pour la pompe, quelle que soit sa taille, car il n'est pas possible de faire l'impasse sur les besoins les plus nécessaires du système.

3.9. Débit, pression et vitesse de la pompe

L'un des autres facteurs à prendre en compte est le volume de fluide que la pompe peut produire.

La plupart des pompes sont classées selon leur volume, que l'on exprime généralement en litres par minutes (ou en gallons par minute, ou gpm). Cette classification peut prendre plusieurs noms : débit, capacité ou taille. Mais quelle que soit sa classification, d'autres éléments sont nécessaires. Doit également figurer un nombre stipulant la quantité de contre-pression que la pompe peut supporter tout en continuant à produire le même débit. En effet, lorsque la pression augmente, le nombre de fuites internes à la pompe augmente, et la quantité de volume utilisable diminue.

La vitesse de la pompe doit également être mentionnée avec son débit, et ce pour deux raisons.

Premièrement, dans une pompe à cylindrée fixe, le flux est directement lié à la vitesse de la pompe: plus la vitesse est élevée, plus le fluide est pompé.

Deuxièmement, la vitesse à laquelle une pompe doit fonctionner pour produire un certain volume de flux indique la vitesse à laquelle le mécanisme d'entraînement doit tourner (en révolutions par minute, ou rpm). En ajoutant cela au débit, on obtient un exemple de la façon de lire la classification d'une pompe : «11,5 gpm avec 2 000 lbf à 2 100 rpm. »

Parfois, une pompe peut avoir un débit alterné, que l'on appelle débit intermittent. La classification indique alors le plus haut niveau que la pompe peut atteindre en termes de débit, de vitesse et de pression pendant une certaine période, tout en conservant une durée de vie satisfaisante.

L'efficacité de la pompe

L'efficacité d'une pompe (sa capacité à bien faire son travail) est aussi un critère important à prendre en compte lors du choix d'une pompe.

On peut avoir une pompe satisfaisante en termes de débit nécessaire dans un système donné sous la pression existante et à la vitesse que la pompe peut atteindre. On peut avoir tout cela et même plus, mais que faire si l'on découvre que la pompe a besoin d'une énorme quantité d'énergie mécanique pour atteindre ce débit ? Ou que faire si l'on découvre que les matériaux de la pompe doivent être spécialement élaborés (ce qui revient cher) pour supporter la pression ou les frottements du système? C'est pour cela qu'avoir une bonne connaissance de l'efficacité de la pompe est un élément important avant d'en choisir une. On ne cherche pas seulement à atteindre un certain débit, mais à l'atteindre de manière efficace et économique.

Pour cela, on juge la qualité d'une pompe selon trois critères :

- L'efficacité volumétrique ;
- L'efficacité mécanique ;
- L'efficacité globale.

L'efficacité volumétrique est le rapport entre la puissance de sortie réelle de la pompe et sa puissance de sortie théorique (la puissance qu'elle devrait atteindre dans des conditions idéales). La différence entre les deux s'explique généralement par des fuites à l'intérieur de la pompe.

L'efficacité mécanique correspond au rapport entre l'efficacité globale de la pompe et son efficacité volumétrique. Cette différence est généralement due à l'usure et aux frottements sur les pièces en mouvement de la pompe.

L'efficacité globale est le rapport entre la puissance de sortie hydraulique de la pompe et sa puissance d'entrée mécanique. Il s'agit du produit de l'efficacité mécanique et de l'efficacité volumétrique.

4. Sécurité

Ayez toujours conscience des hautes pressions que peut atteindre un système hydraulique.

Des pressions de plus de 300 bars (kg/cm^2) sont tout à fait normales dans les systèmes hydrauliques actuels.

Durant un pic de pression, cette valeur peut même doubler.

Une pompe à piston moyenne a un débit d'environ 200 litres par minute.

En cas d'éclatement d'un tuyau ou d'autre défaillance causant une fuite, le système risque de perdre beaucoup de liquide.

Remplissez toujours le réservoir après une perte de liquide.



5. Les distributeurs hydrauliques

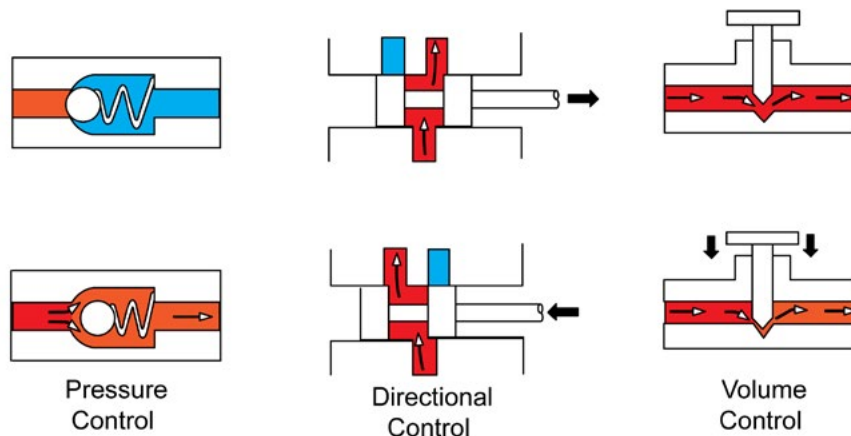
5.1. Introduction

Les distributeurs sont les commandes du système hydraulique.

Elles en régulent la pression, la direction et le volume de liquide acheminé dans le circuit hydraulique.

On distingue trois grandes catégories de vannes hydrauliques :

- Les limiteurs de réglage de pression;
- Les distributeurs de commande de direction;
- Les vannes de commande de débit;



Les limiteurs de réglage de pression sont utilisées pour limiter ou réduire la pression du système, soulager une pompe, ou ajuster la pression à laquelle le liquide entre dans le circuit. Parmi ces soupapes, on compte les détendeurs de pression, les réducteurs de pression, les valves de séquence de pression et les soupapes de décharge.

Les distributeurs de commande de direction contrôlent la direction du liquide dans un système hydraulique. Elles comprennent notamment les clapets anti-retour, les soupapes cylindriques, les soupapes rotatives, les distributeurs à clapet pilotés et les soupapes électro-hydrauliques.

Les vannes de commande de débit régulent le débit du liquide, généralement par déviation ou par étranglement. On compte parmi elles les limiteurs de débit compensés et non compensés, ainsi que les distributeurs.

Certains régulateurs sont des variantes de ces trois principales catégories. Par exemple, de nombreuses vannes de commande de volume disposent d'une soupape de réglage de pression intégrée.

On peut piloter de diverses façons: manuelle, hydraulique, électrique ou pneumatique. Dans certains systèmes modernes, l'intégralité de la séquence d'opérations d'une machine complexe peut être automatique.

Étudions à présent chaque type de régulateur en détail, en commençant par les régulateurs de pression.

5.2. Les régulateurs de pression

On utilise les soupapes de réglage de pression pour :

- limiter la pression du système ;
- réduire la pression ;
- ajuster la pression à laquelle le liquide entre dans le circuit ;
- soulager une pompe.

5.3. Détendeurs de pression

Tout système hydraulique est conçu pour fonctionner à une certaine pression. Une pression trop élevée peut endommager les composants ou générer une force trop grande pour le travail à effectuer.

Les détendeurs de pression contrent ce problème.

Ces soupapes de sûreté relâchent l'excès de liquide lorsque la pression est trop élevée.

Il existe deux types de détendeurs de pression :

- À action directe il s'agit d'une simple soupape à ouverture et fermeture ;
- Pilotés ils sont équipés d'une «gâchette» qui commande le détendeur de pression principal.

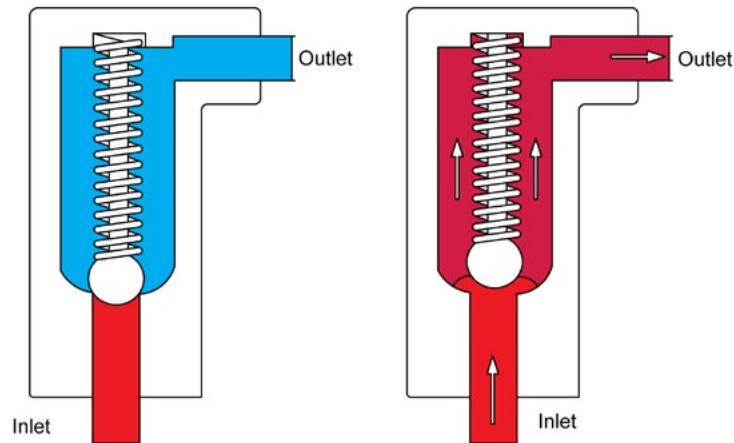
5.3.1. Les détendeurs de pression à action directe

Lorsqu'il est fermé, la tension du ressort est plus forte que la pression du liquide entrant, et la bille reste donc en place.

Le détendeur s'ouvre lorsque la pression de liquide entrant augmente et dépasse la force du ressort. Le liquide s'écoule alors vers le réservoir, empêchant ainsi toute augmentation de la pression.

Le détendeur se referme ensuite lorsqu'une quantité suffisante de liquide a été relâchée pour que la pression redescende en dessous de la tension du ressort. Certains détendeurs de

pression sont ajustables. Souvent, on installe une vis derrière le ressort. En la vissant ou en la dévissant, on peut ainsi ajuster le détendeur de pression pour qu'il s'ouvre à une pression donnée



On appelle «clapet» la partie mouvante du détendeur. Les clapets à bille sont les plus couramment utilisés (bien qu'ils puissent parfois « riper » en cas d'usage fréquent). On peut également utiliser des clapets en forme de bouton, de disque ou de petit cône.

Pression de tarage et limitation de pression

La «pression de tarage» correspond à la pression à laquelle le détendeur de pression commence à s'ouvrir. La «pression de plein débit» est la pression à laquelle le détendeur laisse passer la quantité maximale de liquide.

La pression de plein débit est légèrement plus élevée que la pression de tarage. Cela s'explique par le fait que la tension du ressort augmente à mesure que s'ouvre le détendeur. C'est ce que l'on appelle la «limitation de pression», et il s'agit là d'un désavantage du détendeur de pression simple.

Détendeurs de pression à action directe

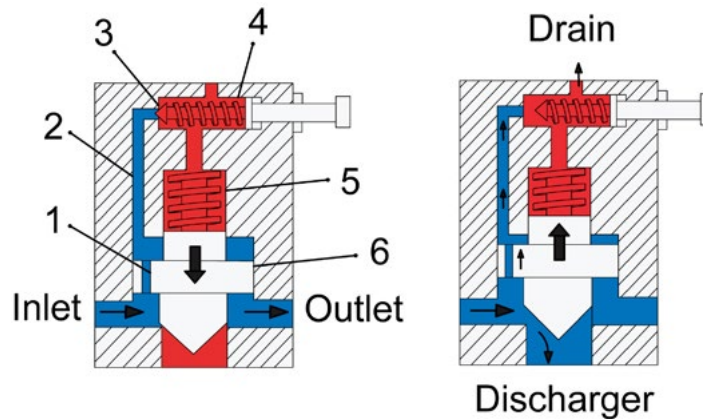
On utilise principalement ces détendeurs dans des systèmes où le volume est peu important et pour des opérations moins fréquentes. Ils réagissent rapidement, ce qui les rend parfaits pour encaisser des chocs de pression. On les utilise souvent comme des soupapes de sûreté pour prévenir tous dommages sur les composants.

Les détendeurs de pression à action directe font également office de soupape pilote pour les détendeurs de pression pilotés.

Les détendeurs de pression à action directe sont très simples. En cas de défaillance, cela n'endommage généralement pas le système. L'opérateur remarquera la perte de pression qui en résulte et pourra remplacer le ressort cassé, la soupape usée ou le siège de la bille.

5.3.2. Les détenteurs de pression pilotés

Lorsqu'on a besoin d'un détendeur de pression pour un grand volume avec peu de pression différentielle, on utilise généralement un détendeur de pression piloté.



La soupape pilote agit comme une «gâchette» qui commande le détendeur de pression principal. Il s'agit généralement d'un petit détendeur à ressort intégré dans le détendeur de pression principal.

Le détendeur de pression principal est fermé lorsque la pression du liquide entrant est inférieure à son réglage. Le conduit (1) du détendeur principal (6) maintient celui-ci en équilibre hydraulique, tandis que le ressort (5) le maintient fermé. La soupape pilote (3) est également fermée à ce moment-là. La pression du liquide entrant dans le conduit détecteur de pression (2) est inférieure au réglage de la soupape pilote.

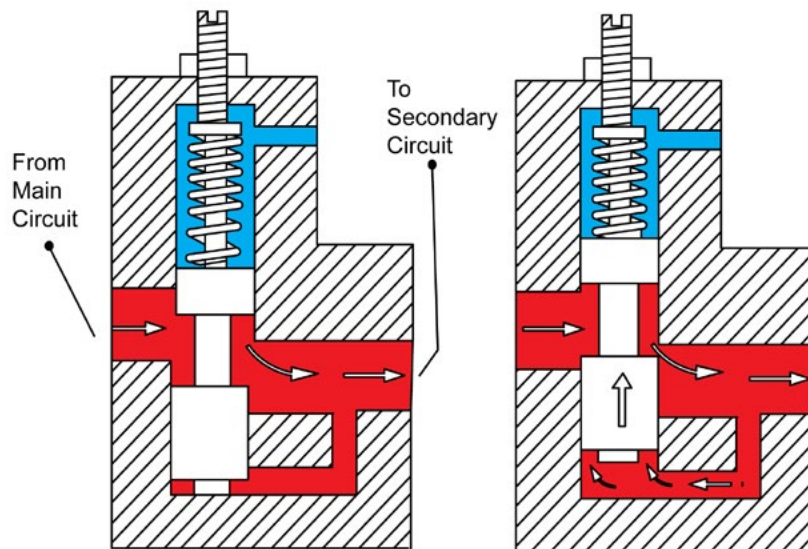
Lorsque la pression du liquide entrant augmente, la pression dans le conduit (2) augmente également. Lorsque la pression atteint le réglage de la soupape pilote (3), celle-ci s'ouvre. Le liquide situé derrière le détendeur principal est alors relâché dans le conduit (2) et envoyé vers l'orifice de dégorgeage. La baisse de pression causée derrière le détendeur principal (6) ouvre alors ce dernier. Ensuite, le liquide en excès est envoyé vers l'orifice de refoulement, ce qui empêchera la pression du liquide entrant de remonter. Le détendeur se referme lorsque la pression du liquide entrant descend en-dessous du réglage de la soupape.

Les détendeurs de pression pilotés sont moins soumis aux limitations de pression que les simples modèles à action directe. Alors que le détendeur à action directe commence à s'ouvrir à environ la moitié de la pression de plein débit, le détendeur piloté s'ouvre à environ 90 pour cents de sa pression de plein débit.

L'efficacité du système est ainsi préservée et le renvoi de liquide est plus faible.

5.4. Les réducteurs de pression

On utilise un réducteur de pression pour maintenir la pression dans une branche du circuit plus basse que dans le circuit principal. Lorsqu'il ne fonctionne pas, le réducteur de pression est ouvert. Lorsqu'il fonctionne, il se ferme comme dans le dessin ci-dessous.



Déroulement des opérations

Lorsque la pression commence à augmenter dans le circuit secondaire, le bas du tiroir de commande est soumis à une force qui ferme en partie le réducteur. La tension du ressort maintient le réducteur contre la pression du liquide afin que la quantité suffisante de liquide traverse le réducteur pour que le circuit secondaire redescende à la pression désirée (il est possible d'ajuster la tension du ressort grâce à la vis située en haut du schéma).

Le détecteur de pression du réducteur se trouve du côté de la sortie, ou dans le circuit secondaire. Le réducteur effectue donc l'action inverse d'un détendeur, qui détecte la pression du côté de l'entrée et est fermé lorsqu'il n'est pas actionné.

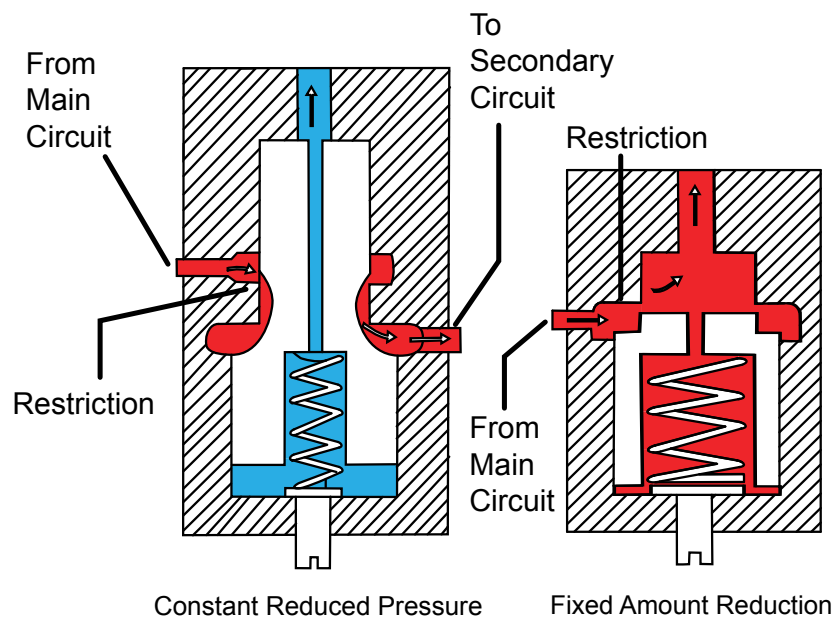
Le réducteur de pression limite une montée maximale de pression dans le circuit secondaire, sans tenir compte des changements de pression dans le circuit principal, tant que la charge appliquée sur le système ne crée pas de contre-pression dans l'orifice du réducteur. Une contre-pression fermerait complètement le réducteur.

Les deux types de réducteurs de pression

Il existe deux types de réducteurs de pression :

- À réduction à pression constante ;
- À réduction fixe.

Les réducteurs de pression à réduction constante appliquent une pression fixe, quelle que soit la pression dans le circuit principal (tant qu'elle est supérieure).



Les réducteurs de pression à réduction fixe appliquent une quantité de réduction de pression fixe, qui varie donc en fonction de la pression du circuit principal.

Par exemple, le réducteur peut être réglé pour appliquer une réduction de pression de 500 lbf. Si la pression du système est de 2 000 lbf, il réduira la pression à 1 500 lbf. Si la pression du système descendait à 1 500 lbf, il réduirait la pression à 1 000 lbf.

Le détendeur de pression à réduction constante fonctionne en contrebalançant la pression secondaire contre un ressort ajustable capable d'ouvrir le détendeur. Lorsque la pression du circuit secondaire baisse, le ressort ouvre suffisamment le réducteur pour augmenter la pression et maintenir une pression réduite constante dans le circuit secondaire.

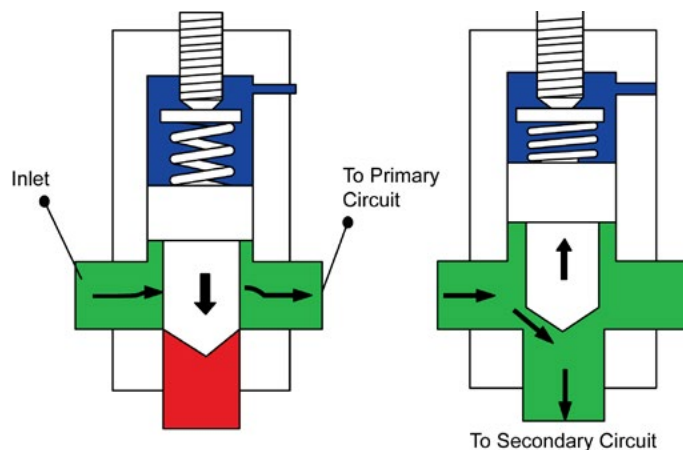
Le détendeur de pression à réduction fixe fonctionne en contrebalançant la pression du circuit principal entrant contre la pression du ressort et la pression du circuit secondaire à la sortie. Étant donné que les zones exposées à l'entrée et à la sortie sont égales, la réduction fixe sera celle du réglage du ressort.

5.5. Modèle piloté

Comme avec les détendeurs de pression, il est possible d'ajouter une petite soupape pilote pour commander un réducteur de pression. Le fonctionnement est le même que décrit ci-dessus, à l'exception que la soupape pilote est actionnée en premier pour «déclencher» le réducteur. L'utilisation d'une soupape pilote permet un plus grand choix d'ajustement et une réduction de pression constante.

5.6. Les valves de séquence de pression

On utilise les valves de séquence de pression pour contrôler l'ordre de passage du flux dans les diverses branches du circuit. En général, ce type de valve applique un second chemin au flux uniquement lorsque le premier chemin a été effectué.



Lorsque la valve est fermée, elle achemine librement le liquide vers le circuit primaire.

Lorsqu'elle est ouverte, le liquide dévie vers le circuit secondaire.

La valve s'ouvre lorsque la pression de liquide dans le circuit primaire atteint un certain seuil (ajustable au niveau du ressort de la valve). Elle quitte alors son emplacement (comme présenté ci-dessus), et le liquide peut circuler vers l'orifice du bas pour rejoindre le circuit secondaire.

L'une des fonctions de la valve de séquence est de réguler l'ordre des opérations de deux cylindres séparés. Le second cylindre entame son mouvement lorsque le premier termine le sien. La valve maintient alors la pression dans le premier cylindre durant le mouvement du second.

Les valves de séquence disposent parfois d'un clapet anti-retour permettant au liquide de circuler librement dans l'autre sens, du circuit secondaire au circuit primaire, mais le contrôle de l'ordre de passage est possible uniquement lorsque le liquide circule du circuit primaire au circuit secondaire.

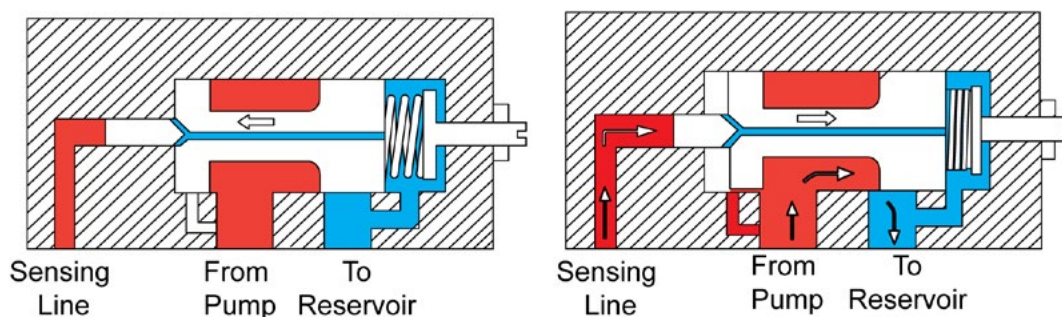
5.7. Les soupapes de décharge

La soupape de décharge redirige le liquide sortant de la pompe vers le réservoir à basse pression une fois que la pression du système a été atteinte. On peut l'installer dans la ligne de sortie de la pompe avec un T de raccordement.

Dans certains systèmes hydrauliques, le flux de la pompe n'est pas nécessaire durant une partie du cycle. Si le liquide sortant de la pompe doit traverser un détendeur à la pression du système, une grande partie de l'énergie hydraulique est perdue sous forme de chaleur. C'est dans ce cas de figure qu'une soupape de décharge est idéale.

Lorsqu'elle est fermée, la pression du ressort maintient la soupape en place. La pression détectée de l'autre côté de la soupape est inférieure à celle du ressort. La sortie du réservoir est fermée et la décharge n'a pas lieu.

La soupape s'ouvre lorsque la pression détectée augmente et arrive à vaincre la force du ressort.



La soupape se déplace et ouvre la sortie du réservoir. Le liquide sortant de la pompe se dirige alors vers le réservoir à basse pression.

5.8. Les soupapes de décharge dans un circuit d'accumulateur

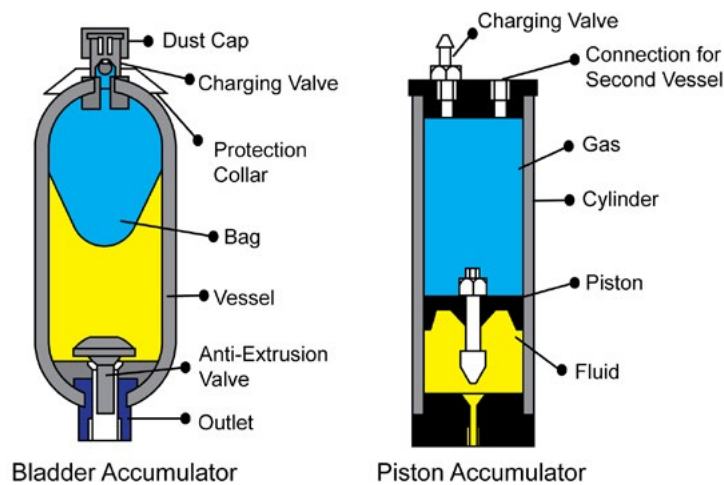
On utilise souvent une soupape de décharge dans un circuit d'accumulateur pour soulager la pompe après le chargement de l'accumulateur.

La soupape est fermée pendant que la pompe charge l'accumulateur grâce au liquide. Lorsque la pression augmente, elle pousse le petit piston de détection contre la grande soupape et comprime le ressort.

Lorsque la pression de l'accumulateur atteint le réglage du ressort, la soupape s'ouvre en laissant passer du liquide, déchargeant ainsi la pompe. Ainsi, le liquide à basse pression neutre est acheminé vers le côté large du grand piston.

Lorsque l'accumulateur se décharge et que la pression du système chute, le ressort repousse la soupape contre la pression réduite du système dans le petit piston et la pression neutre contre le côté large de la soupape.

Cela signifie que la soupape se fermera à une pression légèrement plus basse que lorsqu'elle s'ouvre. Ceci autorise une certaine marge de manœuvre à la soupape et l'empêche de riper.



6. Les cylindres hydrauliques (ou vérins)

6.1. Introduction

C'est le vérin qui travaille au sein du système hydraulique. Il convertit l'énergie du fluide de la pompe en énergie mécanique. Les vérins sont les « bras » du circuit hydraulique.

Le module «Hydraulique de base» explique les applications de l'hydraulique et présente la façon d'utiliser les vérins pour actionner les équipements montés et les outils traînés (utilisation à distance) La conception de base de vérin est la même dans les deux cas, seules les fonctionnalités supplémentaires changent.

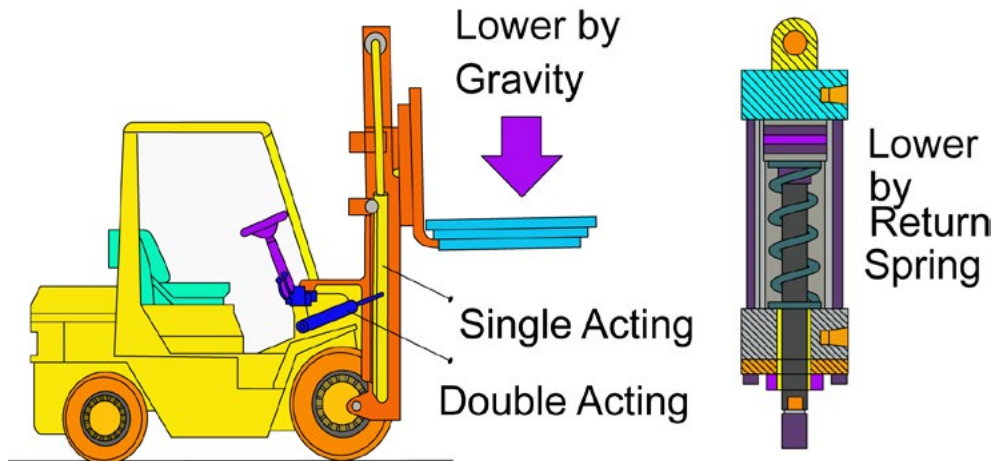
Types de vérins

Il existe deux principaux types de vérins que nous allons aborder dans ce chapitre :

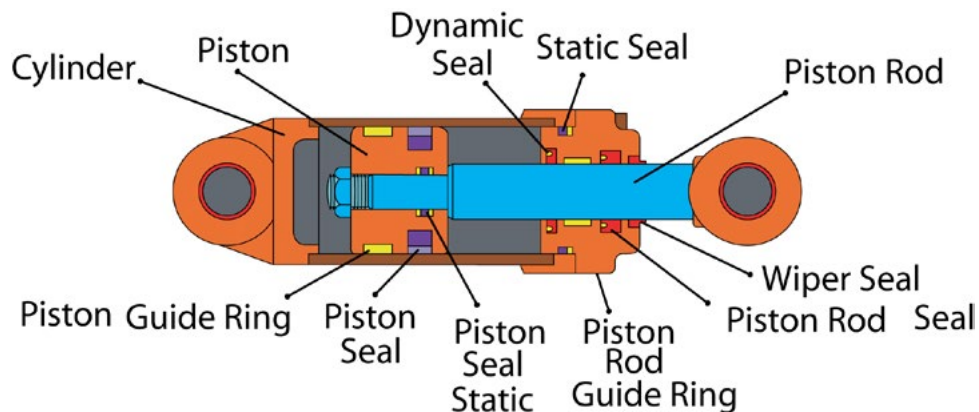
- Les vérins à simple effet ;
- Les vérins à double effet.

6.2. Les vérins à simple effet

Les vérins à simple effet appliquent la force dans une seule direction. Le liquide sous pression entre uniquement par un seul côté du vérin, ce qui soulève la charge. Puis une force extérieure, comme la gravité ou un ressort, doit ramener le vérin à la position initiale.



Le liquide contenu dans le vérin est nécessaire pour soulever les fourches du chariot élévateur. Puis les fourches se rabaisent sous leur propre poids (force de gravité). Certains vérins à simple effet s'étendent grâce au liquide et se rétractent grâce à un ressort hélicoïdal. Vérins à double effet appliquent la force dans deux directions. Le liquide sous pression entre d'abord d'un côté du vérin, puis de l'autre, fournissant ainsi une énergie par deux côtés.

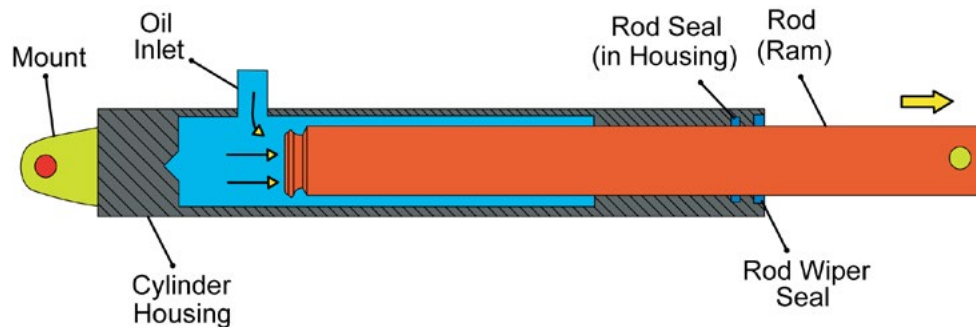


Dans les deux types de vérins, un piston (ou une tige) mobile se déplace dans le logement ou le barillet en réponse au liquide sous pression entrant dans le vérin. Le piston peut être équipé de plusieurs garnitures ou joints pour empêcher toute fuite.

Un joint empêche toute fuite de liquide du côté sec du vérin. Un joint racleur situé sur

l'embout du vérin nettoie la tige pendant qu'elle se déplace de l'intérieur vers l'extérieur de son logement. Dans certains vérins à simple effet, la tige ne se termine pas par un piston à l'intérieur du logement. C'est le bout de la tige qui fait alors office de piston. C'est ce que l'on appelle un cylindre à vérin.

La tige est légèrement plus petite que l'intérieur du cylindre (une petite bague ou un épaulement situé au bout de la tige empêche celle-ci d'être poussée hors du cylindre).

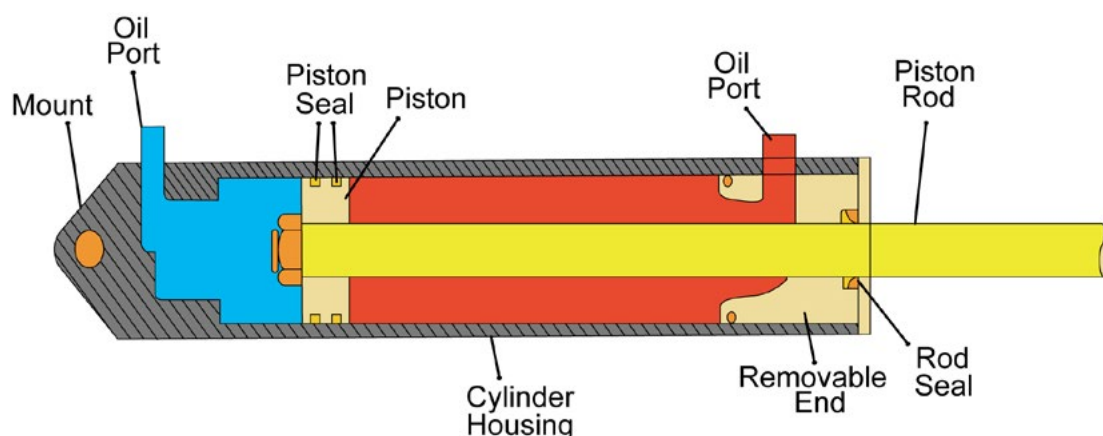


Le modèle à vérin présente plusieurs avantages par rapport au modèle à piston :

- 1) La tige est plus grande et résiste à la courbure due aux charges latérales ;
- 2) La garniture se situe à l'extérieur et est donc plus facile à atteindre ;
- 3) Les éraillures dans l'alésage du cylindre n'endommageront pas la garniture ;
- 4) Aucune grille d'aération n'est nécessaire car le liquide remplit toute la chambre du logement du cylindre.

6.3. Les cylindres à double effet

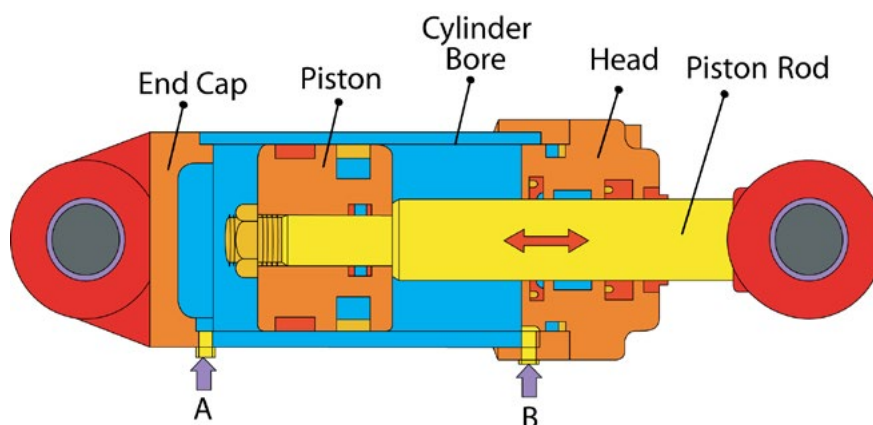
Les cylindres à double effet appliquent une force dans les deux directions. Le liquide sous pression entre d'un côté du cylindre pour l'étendre et d'un autre côté pour le rétracter. Le liquide provenant du côté opposé du cylindre retourne au réservoir à chaque fois.



Avec un vérin à double effet, la tête et la tige du piston doivent être scellées pour empêcher toute fuite de liquide.

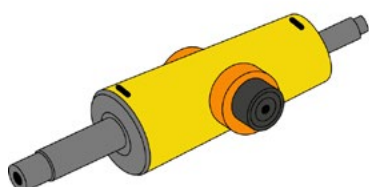
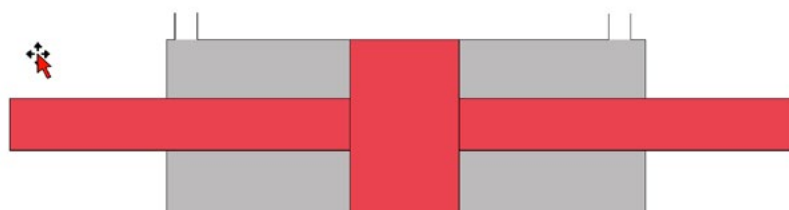
Il existe deux types de vérins à double effet :

Dans le modèle NON ÉQUILIBRÉ ou différentiel, la force totale appliquée sur le côté de la tige du piston est inférieure à celle du côté sans tige. Cela s'explique par le fait que la tige remplit une zone non exposée à la pression. Ce type de vérin est généralement conçu pour un mouvement plus lent mais plus puissant lorsqu'il s'étend, et un mouvement plus rapide mais moins puissant lorsqu'il se rétracte.



Dans un modèle ÉQUILIBRÉ, la tige du piston s'étend le long de la tête du piston des deux côtés. Cela résulte en une zone de travail égale des deux côtés du piston et équilibre la force de travail du cylindre, qu'il s'étende ou qu'il se rétracte.

Cylinder



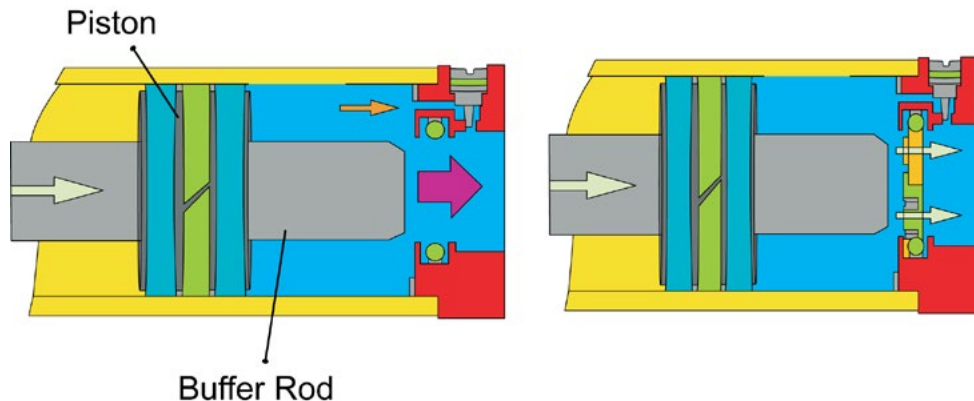
Balanced Cylinder, Double Acting
Often Used as Steering Cylinder

Les chariots élévateurs mobiles sont souvent équipés d'un cylindre équilibré à double effet.

6.4. Les amortisseurs pour vérins hydrauliques

Un coussinet est intégré à certains vérins pour les ralentir à la fin de chaque mouvement. Il fait alors office de «frein hydraulique», pour protéger le vérins de dommages causés par des impacts.

Le vérin fonctionne normalement durant son mouvement principal (en haut), mais ralentit à mesure que le piston ferme la sortie du liquide (en bas). Ensuite, le liquide sortant doit passer par un petit orifice, ce qui ralentit le piston.



Test et diagnostic de problèmes de vérin

Il est possible de tester les vérins d'un engin afin de vérifier la présence d'éventuelles fuites ou autres défaillances. Cette section sur «l'entretien des vérins» traite des problèmes les plus courants.

6.5. L'entretien des vérins

Les entretiens sur les vérins hydrauliques sont minimes et relativement simples.

Les éléments-clés à vérifier sont les joints et les pivots. Voici quelques conseils d'entretien :

1. **FUITE EXTERNE** : Si l'extrémité ou les bouchons du vérin fuient, resserrez les bouchons. Si cela n'arrête pas la fuite, remplacez le joint d'étanchéité. Si le vérin fuit autour de la tige, remplacez la garniture. Assurez-vous de placer la lèvre du joint face au liquide sous pression. Si le joint continue à fuir, vérifiez les points 5 à 9 ci-dessous.
2. **FUITE INTERNE** : Une fuite traversant les joints du piston dans le cylindre risque de ralentir le mouvement ou de provoquer une sous-charge. Ce genre de fuite peut provenir de l'usure des joints ou des anneaux du piston, ou bien d'éventuelles entailles sur les bords du cylindre. Celles-ci peuvent être causées par de la poussière ou du sable dans le liquide.

IMPORTANT : Lorsque vous réparez un vérin, assurez-vous de remplacer tous les joints

et toute la garniture avant de le remonter.

3. **RIPAGE DU VERIN** : Si le vérin ripe lorsqu'on l'arrête à mi-course, vérifiez la présence d'éventuelles fuites internes (point 2). Il conviendra également de vérifier l'usure du vérin.
4. **RALENTISSEMENT DU MOUVEMENT** : Un ralentissement du mouvement est généralement causé par la présence d'air dans le vérin (voir à la fin du chapitre pour apprendre à évacuer l'air). Une fuite interne dans le vérin peut également provoquer ce ralentissement (voir point 2). Si le mouvement est ralenti au démarrage du système mais s'accélère une fois qu'il est chaud, vérifiez la viscosité du liquide, qui pourrait être trop élevée (voir le manuel de l'opérateur de l'engin). Si le mouvement est toujours ralenti malgré ces vérifications, il convient de tester l'intégralité du circuit afin de vérifier la présence éventuelle de composants usés.
5. **FIXATIONS LÂCHES**: Les fixations et points de pivotement peuvent être mal serrés. Il convient alors de resserrer les boulons ou les broches du système, qui peuvent aussi être usés.

Les joints de la tige du piston peuvent être endommagés lorsque les fixations du vérin sont trop lâches.

Vérifiez régulièrement l'intégralité du vérin pour repérer la présence éventuelle de ces relâchements.

6. **DÉSALIGNEMENT** : La tige du piston doit toujours fonctionner en ligne droite. Si elle est «désalignée», elle risque de s'abîmer, ce qui endommagera la garniture et causera des fuites. De plus, la tige finira par se plier ou casser sa ligne de soudure.
7. **MANQUE DE LUBRIFICATION** : Si la tige du piston est mal lubrifiée, la garniture risque de se gripper, ce qui entraînera un mouvement irrégulier, en particulier dans les vérins à simple effet.
8. **CORROSION SUR LA TIGE DU PISTON** : Lorsque la tige du piston s'étend, elle peut récupérer de la poussière ou d'autres matériaux. Puis lorsqu'elle se rétracte, elle entraîne ces résidus dans le vérin, ce qui risque d'endommager le joint de la tige. C'est pourquoi on place souvent un joint racleur du côté de la tige pour la nettoyer lorsqu'elle se rétracte. Dans certains cas, on place également une enveloppe de caoutchouc sur le bout du vérin. D'autre part, la tige du piston peut aussi rouiller. Lorsque vous rangez un vérin, pensez à toujours rétracter les tiges de piston pour les protéger.
9. **BAVURES SUR LA TIGE DU PISTON** : Lorsqu'elle n'est pas protégée, la tige du piston peut être endommagée par un impact avec un objet dur. Si la surface lisse de la tige est abîmée, le joint de la tige pourra être endommagé. Il convient d'effacer immédiatement une bavure grâce à une toile à polir.

10. **VÉRIFICATION DES GRILLES D'AÉRATION** : Les vérins à simple effet (sauf ceux à vérin) doivent être équipés d'une grille d'aération du côté sec du vérin. Pour prévenir toute entrée de poussière, on peut utiliser divers filtres. La plupart sont autonettoyants, mais il convient tout de même de les inspecter régulièrement pour s'assurer qu'ils fonctionnent bien.

6.6. Evacuer l'air d'un vérin hydraulique

À chaque fois que l'on raccorde un vérin à un circuit hydraulique, il convient d'évacuer l'air piégé. Cela préviendra tout ralentissement du mouvement du cylindre.

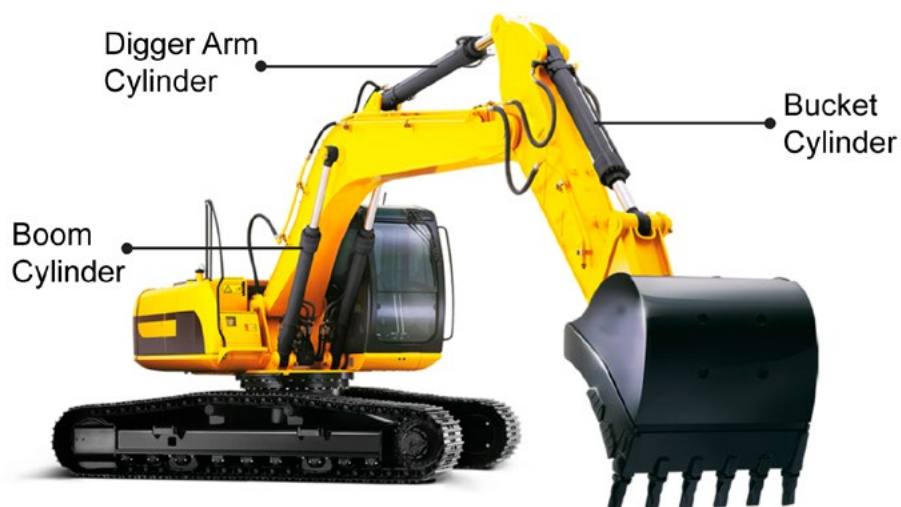
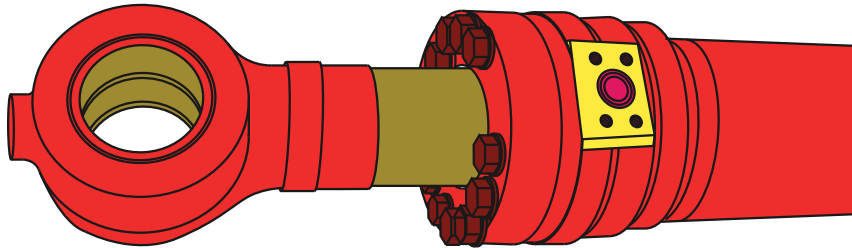
Tout d'abord, raccordez le vérin au circuit. En vous plaçant sur le côté de l'engin, placez le cylindre sur le sol (ou sur un crochet) avec le côté de la tige de piston vers le bas (sur un vérin monté, placez le côté de la tête du cylindre dans son emplacement pour permettre au côté de la tige d'entrer et de sortir librement). Demandez à une autre personne de démarrer l'engin et de déplacer le levier de commande hydraulique d'avant en arrière sept ou huit fois pour étendre et rétracter le cylindre. Cela permettra d'évacuer l'air (sur les cylindres à double effet, vous devrez peut-être retourner le cylindre et répéter l'opération avec le levier de commande).



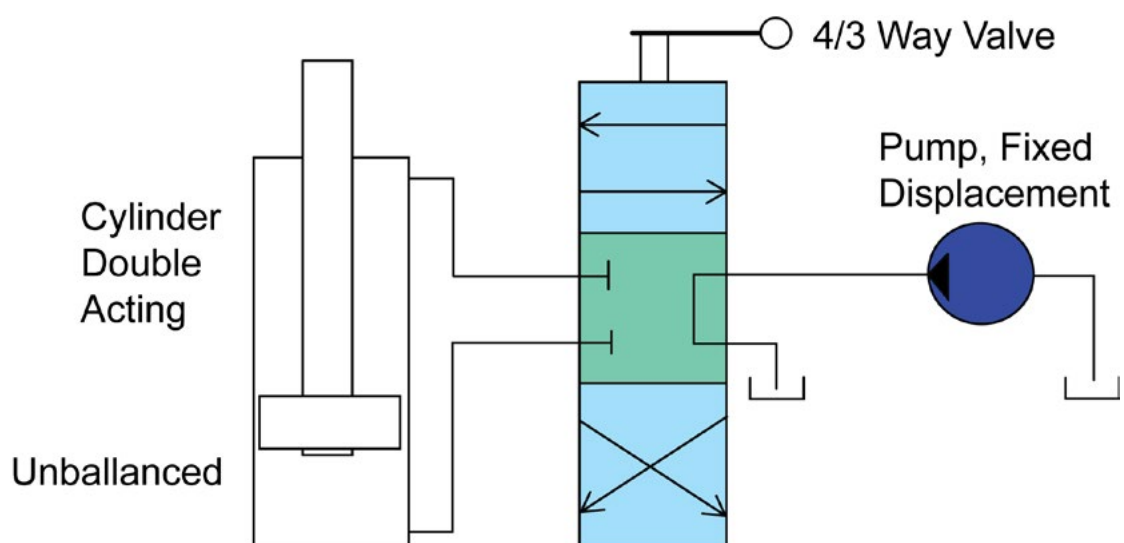
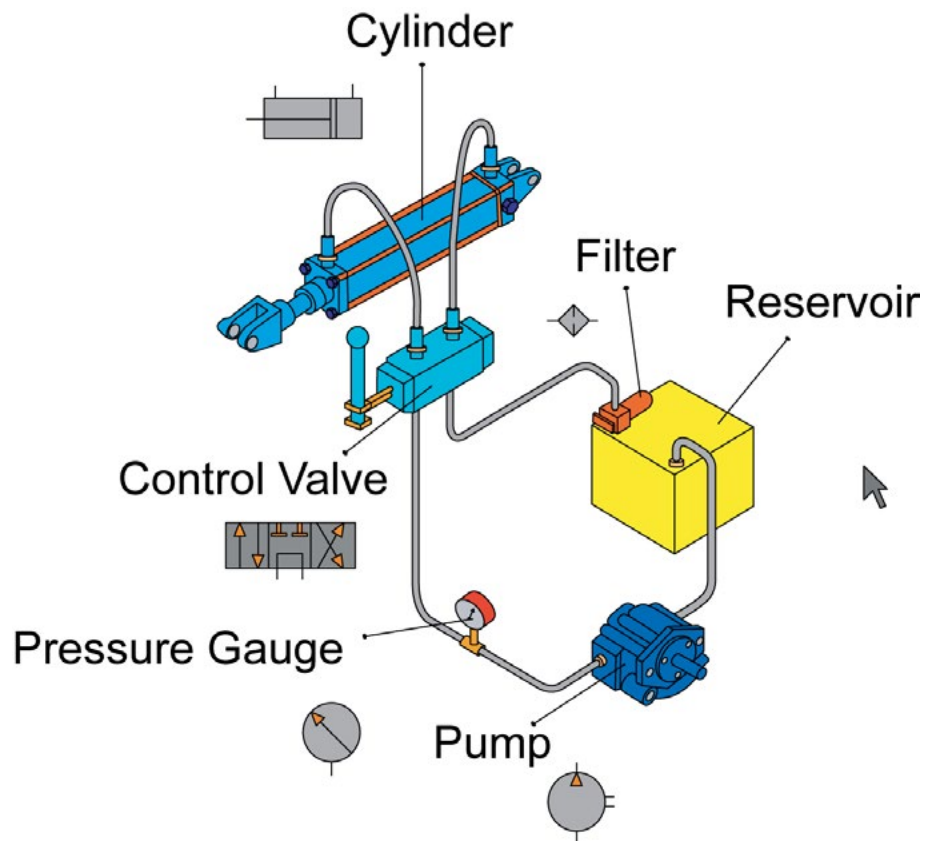
6.7. Attention

Il est très facile d'endommager un cylindre de bras longue portée.

Lorsqu'une force extérieure s'applique sur le bras, elle peut endommager son cylindre hydraulique, qui risque alors de se fissurer à proximité du joint où la tête du cylindre est soudée sur celui-ci.



6.8. Le système hydraulique de base



7. Les accumulateurs hydrauliques

7.1. Introduction

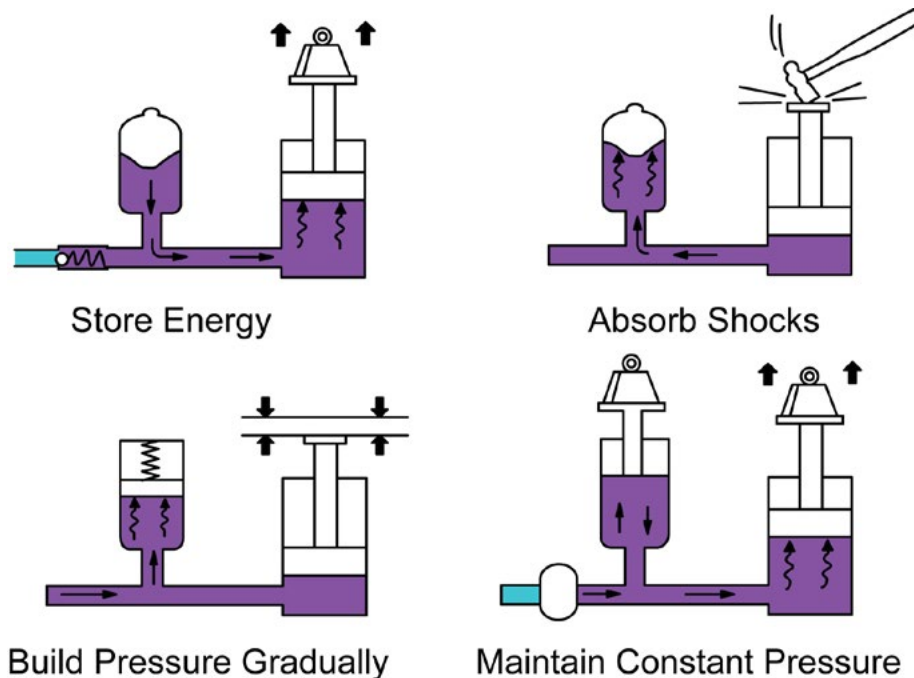
L'accumulateur le plus simple est un ressort.

Lorsqu'il est comprimé, le ressort devient une source d'énergie potentielle.

On peut également l'utiliser pour absorber des chocs ou pour contrôler la force sur une charge.

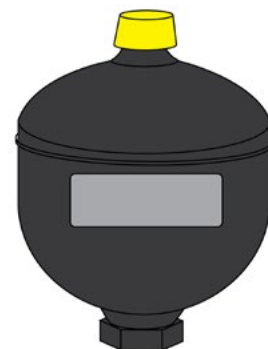
Les accumulateurs hydrauliques fonctionnent pratiquement de la même façon.

En gros, ils agissent comme un conteneur qui stocke le fluide sous pression.



Les accumulateurs ont quatre principales fonctions :

- Emmagasiner de l'énergie ;
- Absorber les chocs ;
- Constituer graduellement de la pression ;
- Maintenir une pression constante.



Alors que la plupart des accumulateurs peuvent accomplir toutes ces tâches, leur utilisation se limite généralement à une seule fonction.

Les accumulateurs emmagasinant de l'énergie sont souvent utilisés comme des «surpresseurs» dans un système avec une pompe à cylindrée fixe. L'accumulateur emmagasine du liquide sous pression durant une période creuse de l'utilisation du liquide, puis le renvoie dans le système durant une période pic. La pompe recharge l'accumulateur après chaque pic. Parfois, l'accumulateur est utilisé comme protection en cas de défaillance d'alimentation en liquide.

Exemple : Les freins assistés par servofrein sur les gros engins. Si l'alimentation en liquide est défaillante dans ce système, l'accumulateur envoie alors plusieurs «salves» de liquide dans le frein d'urgence.

Les accumulateurs absorbant les chocs récupèrent le liquide en excès durant une période pic de pression et le libèrent une fois la «vague» passée. Cela réduit les vibrations et le bruit dans le système.

L'accumulateur peut également homogénéiser le mouvement en cas de retard de pression, lorsqu'une pompe à cylindrée variable entame son mouvement. En déchargeant à ce moment précis, l'accumulateur «donne du mou».

Les accumulateurs constituant graduellement de la pression sont utilisés pour «adoucir» le mouvement d'un piston sur une charge fixe, comme sur une presse hydraulique. En absorbant une partie de la pression grandissante du liquide, l'accumulateur ralentit le mouvement.

Les accumulateurs maintenant une pression constante sont toujours équipés d'un contrepoids qui applique une force constante sur le liquide dans un circuit fermé. Si le volume de liquide change à cause d'une fuite ou d'une expansion ou contraction due à la chaleur, l'accumulateur maintient la même pression sur le système.

Les deux principales catégories d'accumulateurs

- Les accumulateurs à contrepoids pneumatique (gaz sous pression);
- Les accumulateurs à ressort.

7.2. Les accumulateurs pneumatiques

Nous avons vu que les fluides ne se compriment pas (ou très peu), mais ce n'est pas le cas des gaz.

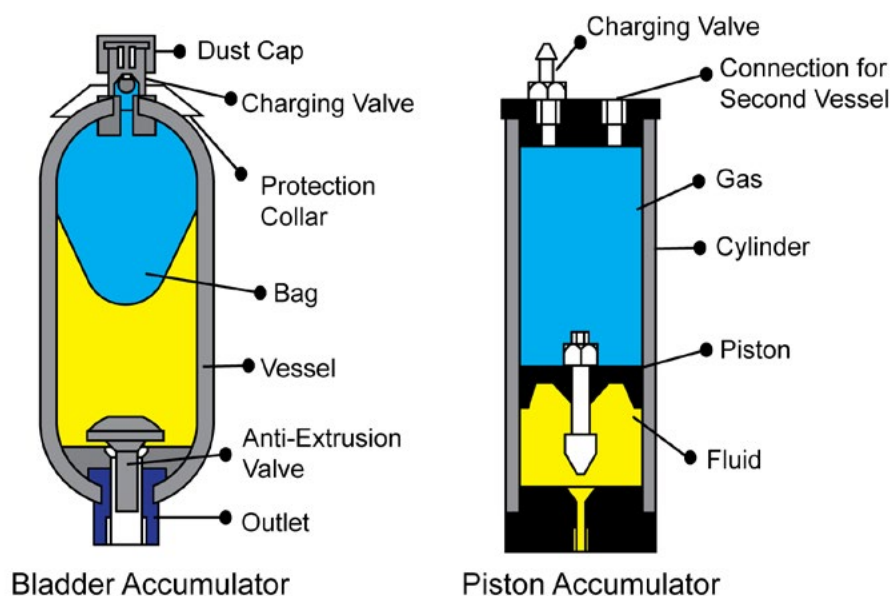
C'est pour cette raison que de nombreux accumulateurs se servent d'un gaz inerte pour «charger» une certaine quantité de liquide ou pour faire office de «coussinet» contre les chocs.

«Pneumatique» signifie «fonctionnement par gaz comprimé». Dans ce type d'accumulateur, le gaz et le liquide occupent le même conteneur. Lorsque la pression du liquide augmente, le liquide entrant comprime le gaz. Lorsqu'elle descend, le gaz s'étend et repousse le liquide.

Dans la plupart des cas, on sépare le gaz du liquide par un piston, une vessie ou un diaphragme. Ceci afin de prévenir tout mélange de gaz et de liquide, mais aussi d'empêcher le gaz d'entrer dans le système hydraulique.

7.3. L'accumulateur à vessie

Un sac ou une vessie flexible en caoutchouc synthétique contient le gaz et le sépare du liquide hydraulique. La vessie est moulée en fonction de la tige de charge du gaz située en haut de l'accumulateur

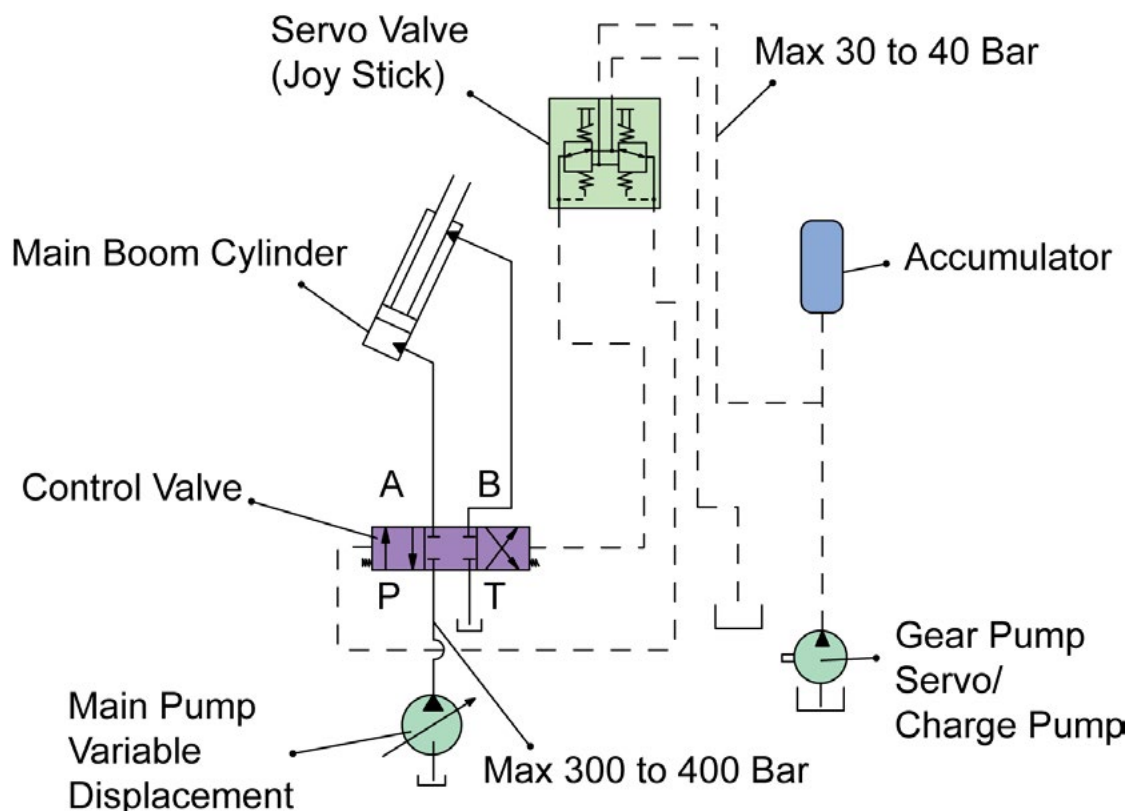


Pour prévenir tout dommage sur la vessie, on utilise un bouton de protection en bas de l'accumulateur. Ce bouton empêche la vessie d'être aspirée dans l'orifice d'entrée du liquide lorsqu'elle s'étend. Sans ce bouchon, la vessie pourrait se rompre ou se déchirer.

Les accumulateurs à vessie peuvent également être chargés avant utilisation.

Tous les engins de terrassement hydrauliques sont équipés d'accumulateurs. Ils servent à amortir la flèche principale lorsque l'engin se déplace (excavatrice mobile), ou font office de système de suspension (camion-benne et camion de chantier).

Dans un servomécanisme, l'accumulateur sert également à absorber les chocs lors de l'activation de la soupape de commande principale. Il permet aussi de rabaisser la flèche principale au niveau du sol en toute sécurité en cas de défaillance du moteur (le moteur qui ne tourne plus).



7.4. Les précautions

Suivez les précautions suivantes lorsque vous travaillez avec un accumulateur pneumatique. Les procédures correctes d'entretien vous seront fournies en détail dans la partie « Entretien et charge des accumulateurs pneumatiques ».

1. **ATTENTION : NE REMPLISSEZ JAMAIS UN ACCUMULATEUR AVEC DE L'OXYGÈNE!**
Il y a un risque d'explosion si le liquide et l'oxygène se mélangent sous la pression.

2. Ne remplissez jamais un accumulateur avec de l'air. Lorsque l'air est comprimé, la vapeur d'eau qu'il contient se condense et peut entraîner de la rouille. Ceci peut ensuite endommager les joints et détruire l'accumulateur. De plus, lorsque l'air se mélangera au liquide, celui-ci s'oxydera et se dégradera.
3. Remplissez toujours un accumulateur avec un gaz *inerte*, par exemple de *l'azote sec*. Ce gaz ne contient ni vapeur d'eau ni oxygène, ce qui le rend inoffensif et sûr.
4. Ne chargez jamais un accumulateur à une pression supérieure à celle recommandée par le fabricant. Lisez l'étiquette et respectez la « pression de service ».
5. Avant de retirer un accumulateur d'un système hydraulique, *relâchez toute la pression hydraulique*.
6. Avant de désassembler un accumulateur, relâchez toutes les pressions gazeuses et hydrauliques.
7. Lorsque vous désassemblez un accumulateur, assurez-vous de ne pas faire entrer de la poussière ou autres matériaux abrasifs dans les ouvertures.

7.4.1. Vérification de l'accumulateur chargé sur l'engin

1. Si vous suspectez une fuite externe de gaz, appliquez de l'eau savonneuse sur la soupape à gaz et les rivures du réservoir du côté «sortie de gaz». Si des bulles se forment, vous avez trouvé la fuite.
2. Si vous suspectez une fuite interne, vérifiez la présence de liquide écumant dans le réservoir du système et/ou vérifiez si l'accumulateur fonctionne. Ces signes indiquent généralement la défaillance des joints de la vessie ou du piston à l'intérieur de l'accumulateur.
3. Si l'accumulateur semble fonctionner mais reste lent ou inactif, chargez-le suffisamment.

7.4.2. Avant de retirer l'accumulateur de l'engin

Assurez-vous d'abord que la pression hydraulique est relâchée.

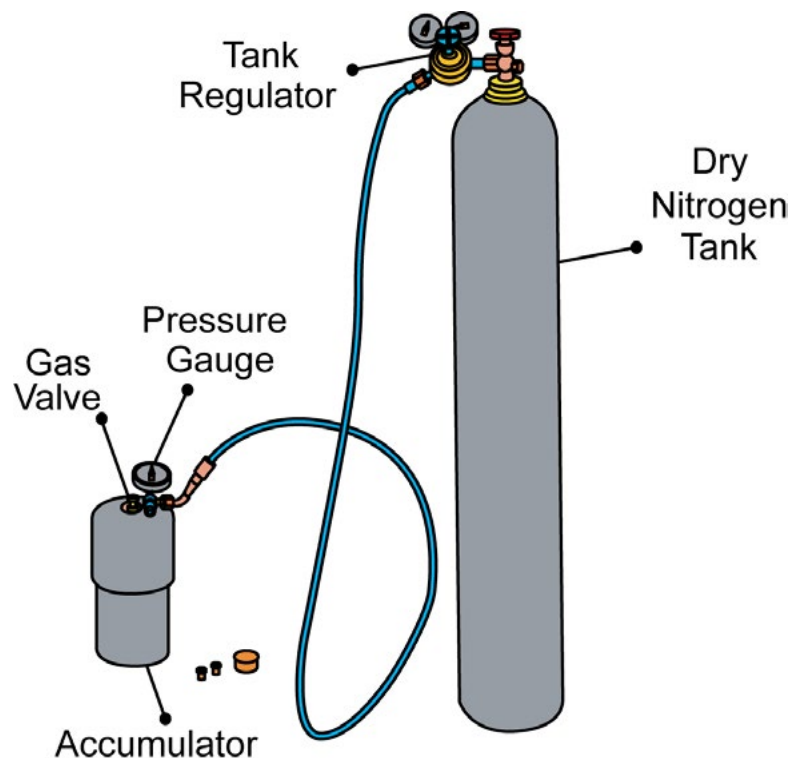
Pour ce faire, éteignez la pompe et faites tourner un mécanisme dans le circuit hydraulique de l'accumulateur pour relâcher la pression de liquide (ou ouvrez une vis d'évacuation d'air).

Déposer l'accumulateur de l'engin

Une fois que toute la pression hydraulique est relâchée, retirez l'accumulateur de l'engin pour entretien.

7.4.3. Réparer l'accumulateur

1. Avant de démonter l'accumulateur, relâchez toute la pression de gaz. Dévissez très doucement la soupape à gaz. Installez la valve de charge en premier si nécessaire. Ne relâchez jamais le gaz en abaissant l'obus de soupape, car celui-ci pourrait se rompre.
2. Démontez l'accumulateur sur un atelier propre.
3. Vérifiez toutes les pièces pour repérer la présence éventuelle de fuites ou d'autres dégâts.
4. Bouchez les ouvertures avec des bouchons en plastique ou des serviettes propres dès que vous enlevez une pièce.
5. Vérifiez la présence éventuelle de dégâts sur les joints de la vessie ou du piston, et remplacez si nécessaire.
6. Si vous remplacez les obus de soupape à gaz, assurez-vous d'utiliser les modèles recommandés.
7. Remontez l'accumulateur avec précaution.



7.4.4. Charger l'accumulateur

Attachez le tuyau d'un réservoir d'azote sec à la soupape de charge de l'accumulateur et ouvrez la soupape.

Ouvrez très doucement la soupape sur le régulateur jusqu'à ce que la pression indiquée sur la jauge soit la même que celle recommandée par le fabricant. Fermez la soupape de charge de l'accumulateur, puis fermez la soupape sur le régulateur. Retirez le tuyau de la soupape de charge.

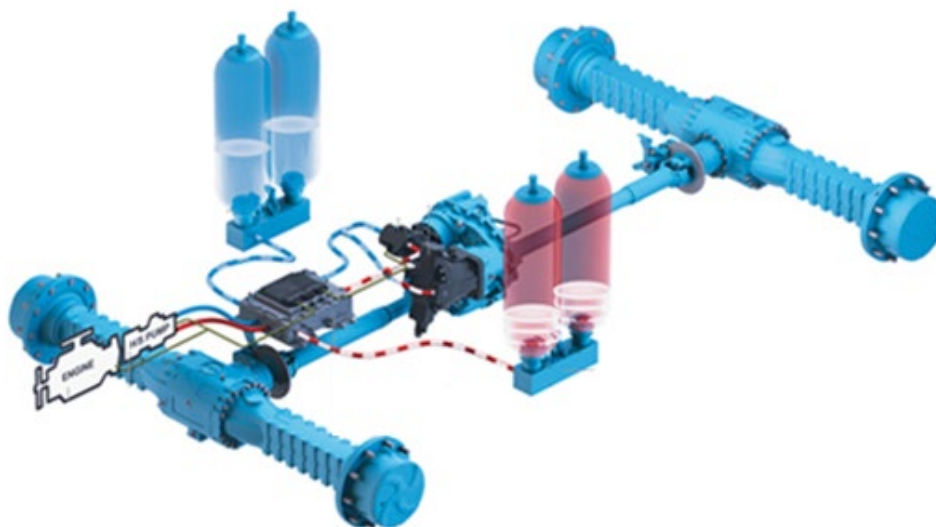
REMARQUE : Lorsque vous vérifiez la charge d'un accumulateur installé sur un engin, relâcher d'abord la pression hydraulique de l'accumulateur. Sinon, vous ne pourrez pas obtenir une lecture juste de la pression.

7.4.5. Installer l'accumulateur sur un engin

Fixez l'accumulateur à l'engin et raccordez tous les branchements. Démarrez l'engin et faites tourner une fonction hydraulique afin d'évacuer tout l'air du système. Ensuite, vérifiez que l'accumulateur fonctionne correctement.

7.5. Nouveaux développements

Les fabricants d'équipement lourd s'efforcent de rendre leurs engins plus respectueux de l'environnement. C'est ce que l'on appelle le système hydraulique hybride. L'accumulateur emmagasine l'énergie de la transmission lorsque le moteur tourne, ce qui l'alimente lorsque le véhicule freine. Les circuits hydrauliques de la giration et de la flèche de levage des excavatrices sont désormais hybrides.



Allez sur Internet pour plus d'informations sur le sujet.

8. Exercice pratique

1) Référez-vous au manuel approprié et répondez aux questions A, B et C

a) Dessinez le symbole pour les éléments suivants :

Réservoir sous pression	
Conduite de retour au-dessus du niveau d'huile	
Conduite de succion/de retour en dessous du niveau d'huile	
Réservoir avec une conduite de succion attachée au fond	
Conduites, tubes et tuyaux	
Conduites, tubes et tuyaux	
Pompes	
Arrivée d'huile (sens unique)	
L'huile peut arriver dans les deux sens	
Pompe volumétrique	

Moteur non-réversible	
Moteur réversible	
Single acting cylinder	
Vérin à simple effet	
Vérin à double effet	
Détendeur de pression normalement fermé	
Détendeur de pression normalement ouvert	
Réducteur de pression	
Clapet anti-retour	
Soupape de dérivation	

L'huile peut arriver dans les deux sens

Pompe volumétrique

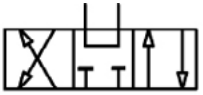
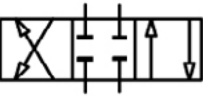
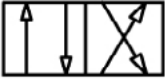

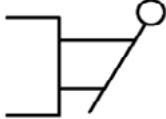
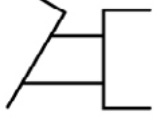
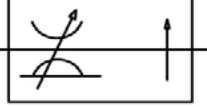
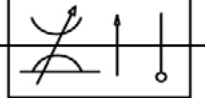
Moteur non-réversible

Moteur réversible

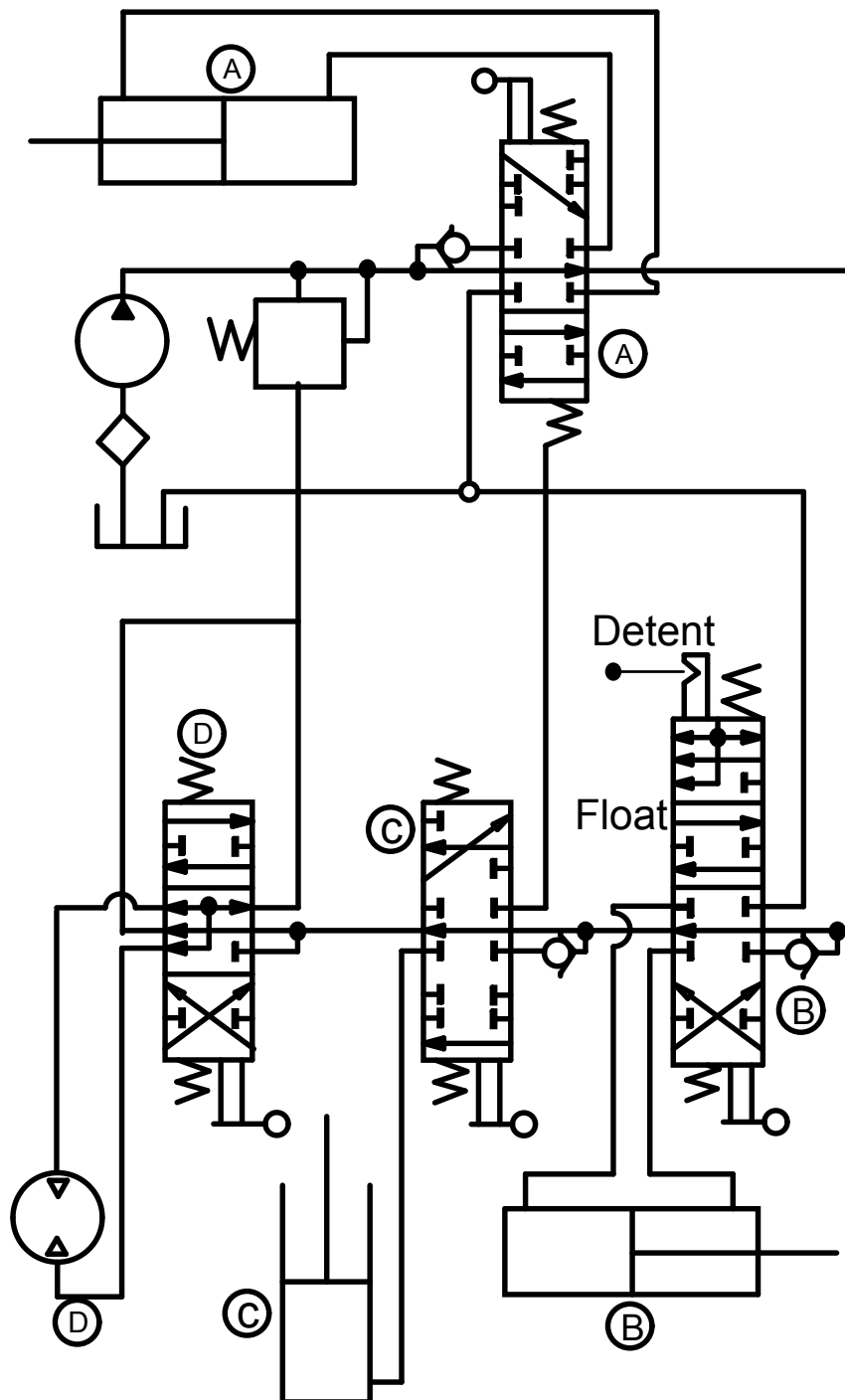
Vérin à simple effet

Vérin à double effet

b) Ecrivez de courtes notes sur les symboles suivants :

c) Considérez le schéma simple donné et décrivez la fonction des soupapes A, B, C et D



Soupape A

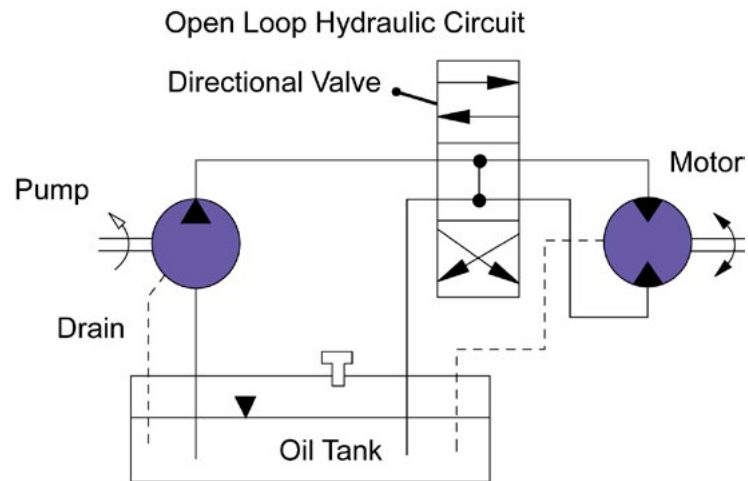
Soupape B

Soupape C

Soupape D

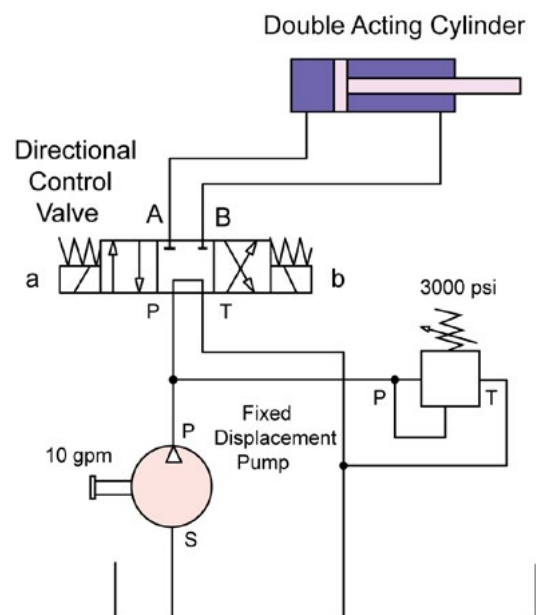
2) Sur le banc d'essai, construisez le circuit hydraulique ci-dessous et observez son fonctionnement

a)



Notes:

b)



Notes:

3) Référez-vous au manuel approprié et menez une Inspection et Ajustement de la pression hydraulique suivante en suivant toutes les précautions et la séquence prescrites

a) Inspectez la pression de la pompe hydraulique

Pression à zéro tours/minute	
Pression à 1000 tours/minute	
Pression à 1500 tours/minute	

b) Inspectez et ajustez le système de détendeur de pression sur le distributeur de commande de direction

Pression à zéro tours/minute	
Pression à 1000 tours/minute	

c) Comment allez-vous inspecter et ajuster les réducteurs de pression ? (choisissez n'importe lequel)

Notes:

d) Pour la machinerie pratique donnée, utilisez les outils appropriés et menez divers tests et ajustement dans la pression du système.

Notes:

Cylindre hydraulique

Inspection et remplacement des joints

Afin d'éviter de vous blesser, n'utilisez pas de l'air comprimé pour retirer le piston et la tige de piston du barillet du cylindre.

Les pressions de liquide élevées sont dangereuses.

Les composants chauds peuvent causer des brûlures.

Pour un cylindre hydraulique (à double effet), vous devez:

Inspecter le piston, la tige de piston et le barillet du cylindre;

Inspecter et remplacer les joints.

1. Choisissez les outils et accessoires appropriés;
2. Utilisez le manuel de réparation approprié;
3. Si nécessaire, utilisez une clé dynamométrique;
4. Mesurez la rectitude de la tige de piston;
5. Installez de nouveaux joints d'étanchéité en suivant la procédure appropriée.

ATTENTION

Suivez toutes les recommandations de sécurité et procédures de réparation mentionnées dans le manuel ou sur le cylindre à réparer.

Utilisez toujours des outils et équipements en bon état de fonctionnement.

Utilisez des équipements de levage capables de soulever la charge en toute sécurité.

N'oubliez jamais que votre sécurité relève de votre propre responsabilité.

Cylindre d'excavatrice

Le cylindre utilisé pour faire fonctionner la flèche ou le godet d'une excavatrice est équipé d'un butoir de tige, qui agit comme un coussinet uniquement lorsque la tige du cylindre est entièrement rétractée (et que le godet est placé à proximité du bras). Ce type de cylindre est présenté dans le dessin ci-dessous.

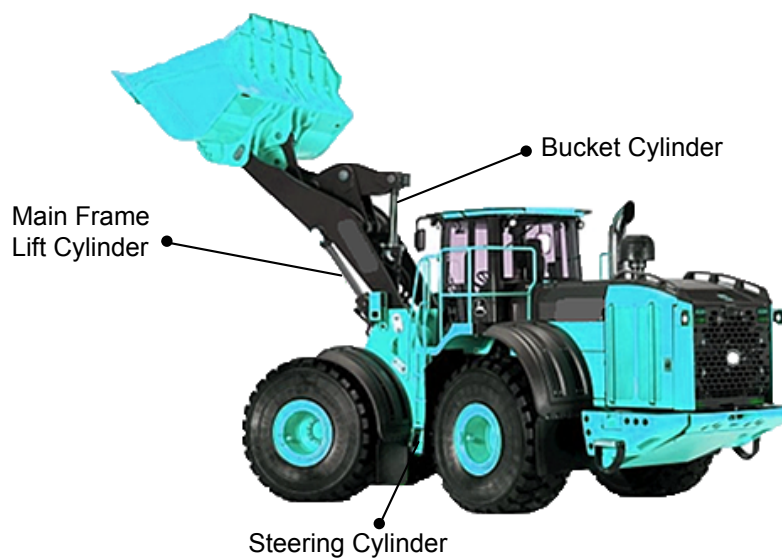
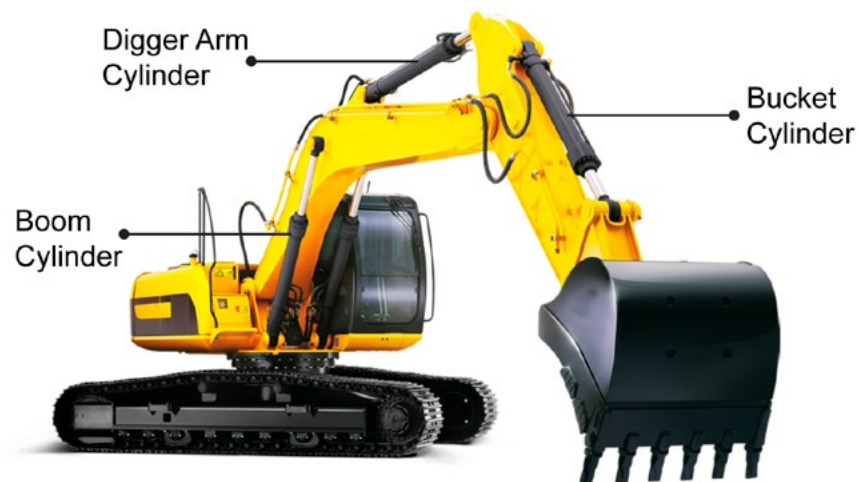
ATTENTION

Évacuez l'air du système hydraulique avant de débrancher les tuyaux de raccordement du cylindre.

Utilisez le levier du réservoir lorsque le moteur tourne.

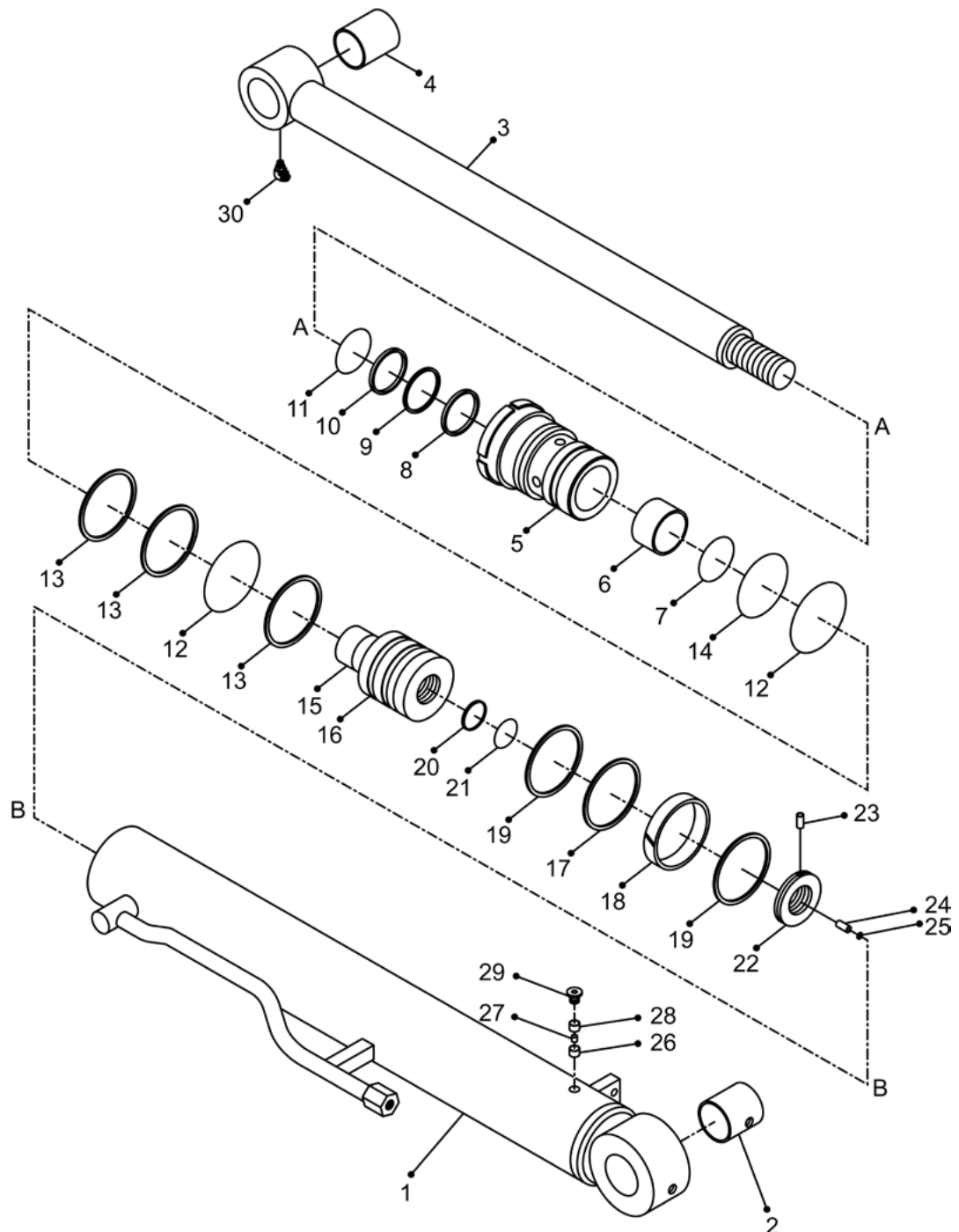
Déchargez l'accumulateur hydraulique et évacuez la pression résiduelle dans le réservoir une fois le moteur coupé.

En cas de perte excessive de liquide, rajoutez du fluide de remplacement propre dans le système.



Cylindre de bras d'arracheuse

Les cylindres de bras sont équipés d'un coussinet ou d'un butoir pour fonctionner dans deux directions.



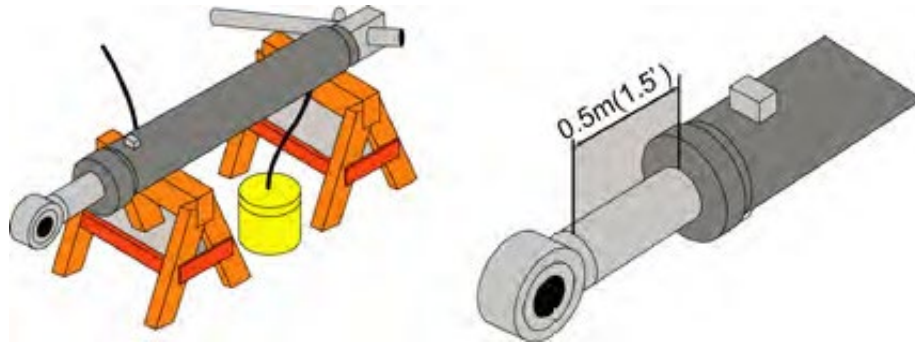
Numéro de référence	Description
1	Assemblage de tube (barillet de cylindre)
2	Palier à douille
3	Assemblage de tige
4	Palier à douille
5	Couvre-tige

Cylindre de bras d'arracheuse (suite)

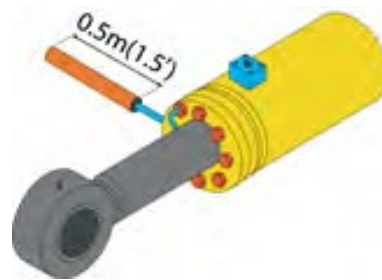
Numéro de référence	Description	Numéro de référence	Description
6	Douille	19	Bague anti-poussière
7	Bague de retenue	20	Joint torique
8	Joint d'amortisseur	21	Bague anti-extrusion
9	Couronne emboutie	22	Écrou de piston
10	Joint racleur	23	Vis de serrage
11	Bague de retenue	24	Piston plongeur de l'amortisseur
12	Joint torique	25	Bague de retenue
13	Bague anti-extrusion	26	Clapet anti-retour
14	Joint torique	27	Ressort
15	Bague d'amortisseur	28	Ressort de soutien
16	Piston	29	Bouchon à six pans creux
17	Bague Glyd	30	Embout de graissage
18	Collerette d'étanchéité		

DÉMONTAGE

1. Après avoir retiré le cylindre de l'accessoire de l'excavatrice, posez le cylindre sur une plateforme d'atelier et drainez tout le liquide. Tourner le cylindre afin que les orifices de raccordement des tuyaux se trouvent sur le haut, pour évacuer l'air piégé.

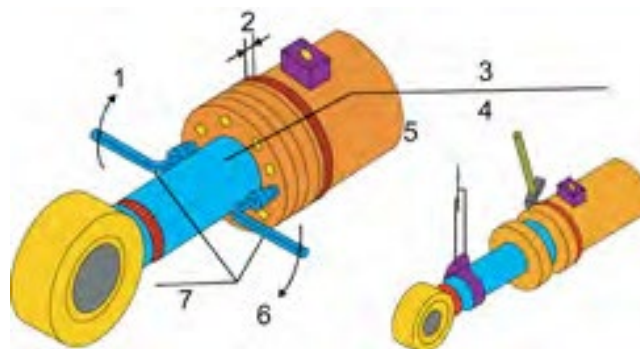


2. Positionnez la tige de piston de manière à ce qu'elle s'étende sur environ 50 cm.
3. Retirez tous les boulons situés sur l'embout du cylindre.



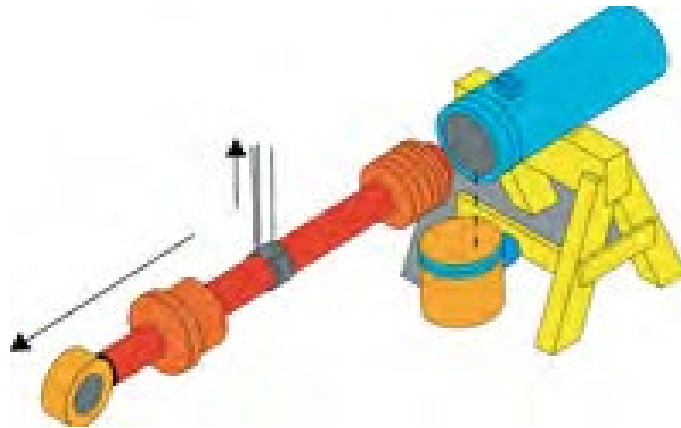
Remarque: Enroulez la tige de piston autour d'un chiffon ou autre matériau de protection, pour éviter que la surface de la tige ne soit rayée ou éraflée.

4. Placez deux boulons sur le couvercle de la tête de cylindre, à 180° l'un de l'autre. Resserrez les boulons de façon graduelle et homogène, afin d'éloigner le couvre-tige de piston du bord du cylindre

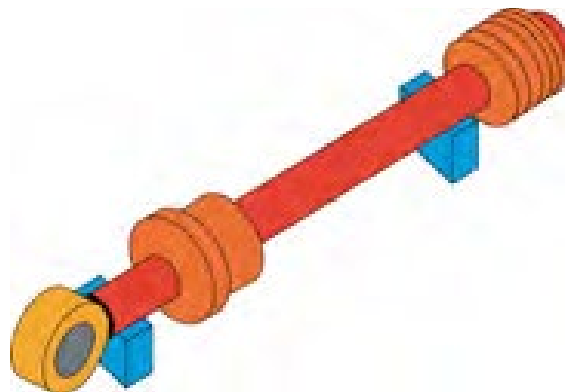


Vérifiez qu'il y a assez d'espace entre le couvre-tige et le bord du cylindre avant d'utiliser un marteau à tête tendre pour le démontage final.

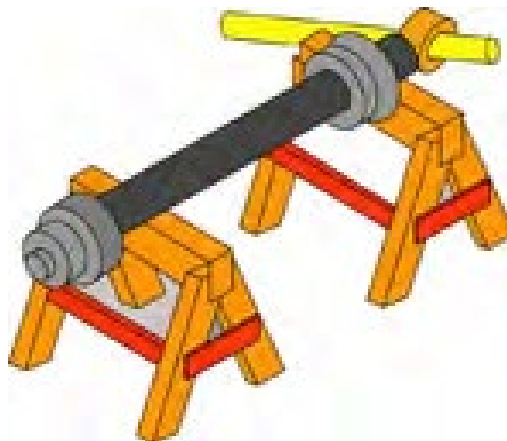
- Commencez à retirer l'assemblage de la tige de piston du cylindre. Lorsqu'il ne reste qu'un tiers de la tige dans le barillet du cylindre, utilisez un dispositif pour soutenir la tige. Préparez des supports pour la tige de piston avant que celle-ci ne soit complètement retirée.



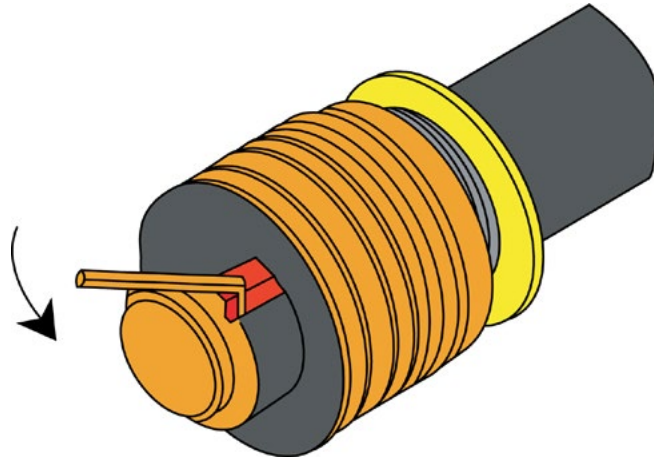
- Posez la tige de piston sur les supports et retirez la collerette d'étanchéité (surface extérieure) de l'embout de la tige.



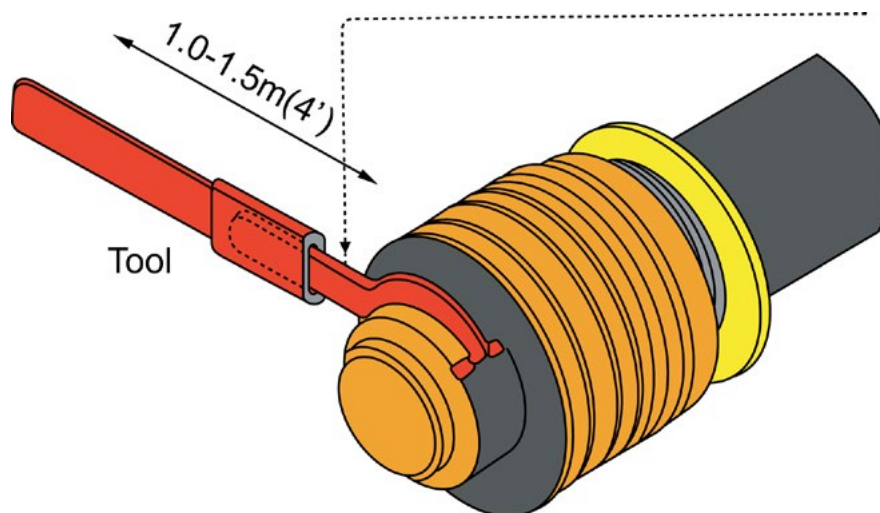
- Immobilisez la tige de piston en insérant un support en bois (ou dans un autre matériau non métallique et ne risquant pas de rayer la tige) dans l'embout de la tige.



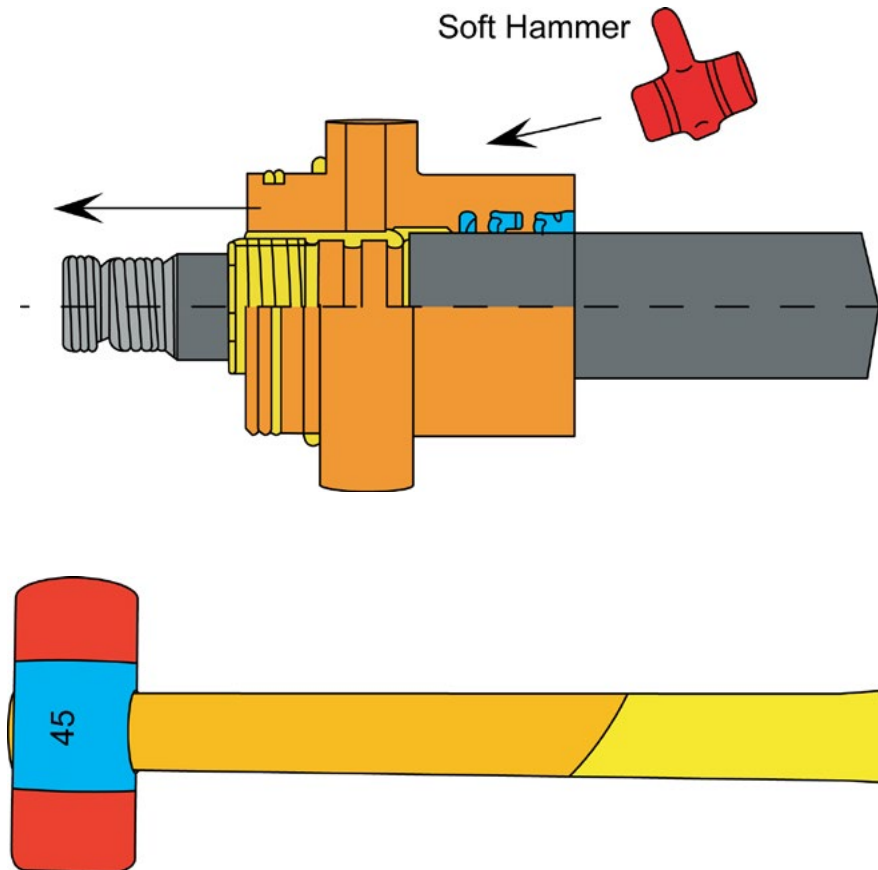
8. Retirez la vis de serrage grâce à une clé à douille.



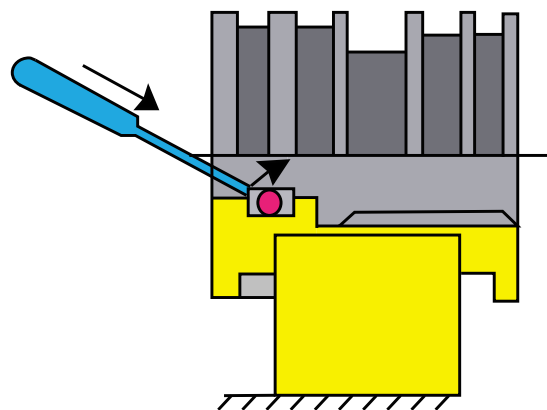
9. Fabriquez ou achetez une clé pour retirer l'écrou de piston.



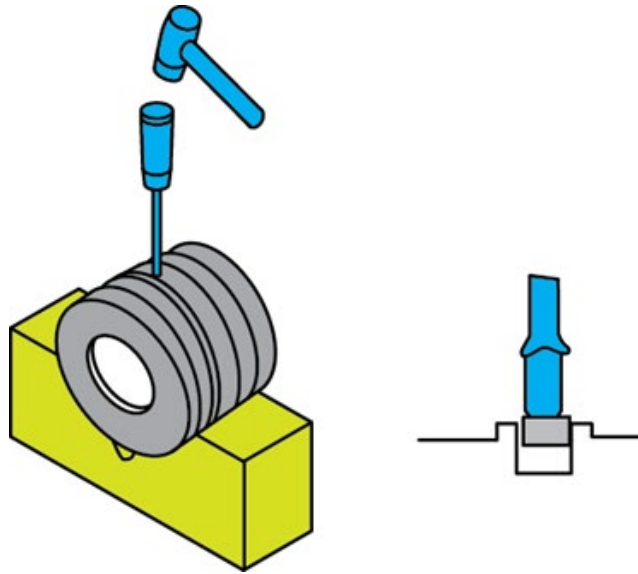
10. Utilisez un marteau à embouts plastiques pour séparer le couvre-tige de l'embout de la tige du piston.
 Veillez à ne pas endommager la douille de tige, le joint racleur, la couronne emboutie et les autres joints.



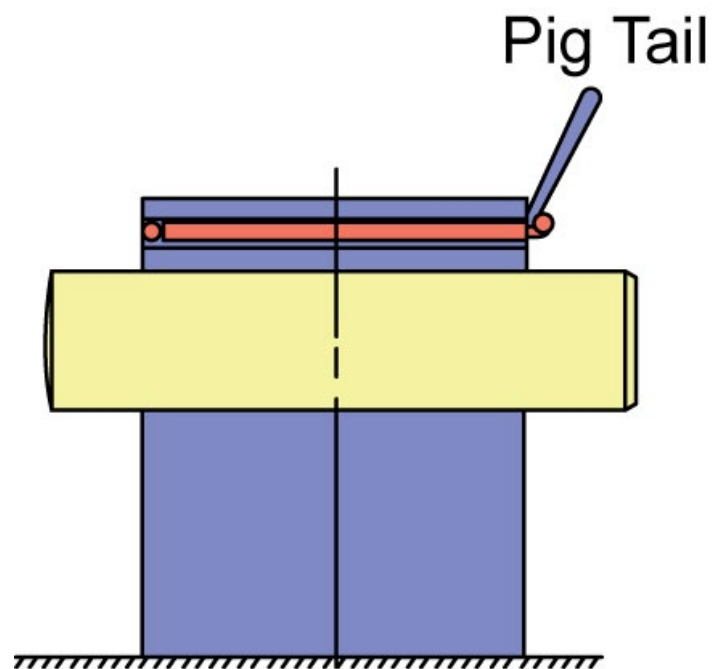
11. Utilisez un outil émoussé à bout arrondi afin de faire levier sur le joint torique et la bague anti-extrusion pour les retirer.



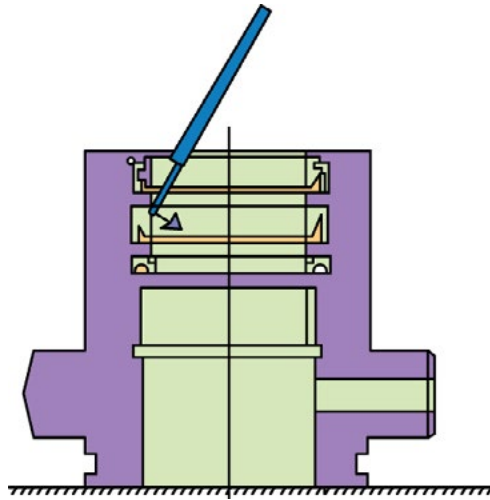
12. Prenez un tournevis de la bonne largeur pour enlever plus facilement la bague de frottement, la collerette d'étanchéité et l'anneau de glissement du piston.



13. Retirez le joint torique et la bague anti-extrusion de la tête de cylindre.

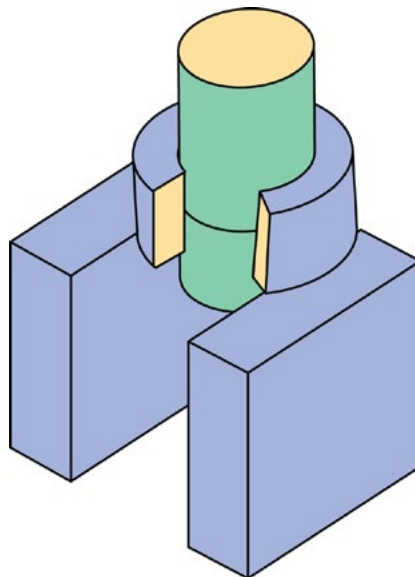


14. Durant le démontage de la tête de cylindre, veillez à ne pas endommager le joint d'amortisseur et la couronne emboutie.



15. Démontez la bague de retenue et le joint racleur. Séparez la bague de retenue de la douille de tige.

16. Retirez la douille du corps de cylindre.



MONTAGE

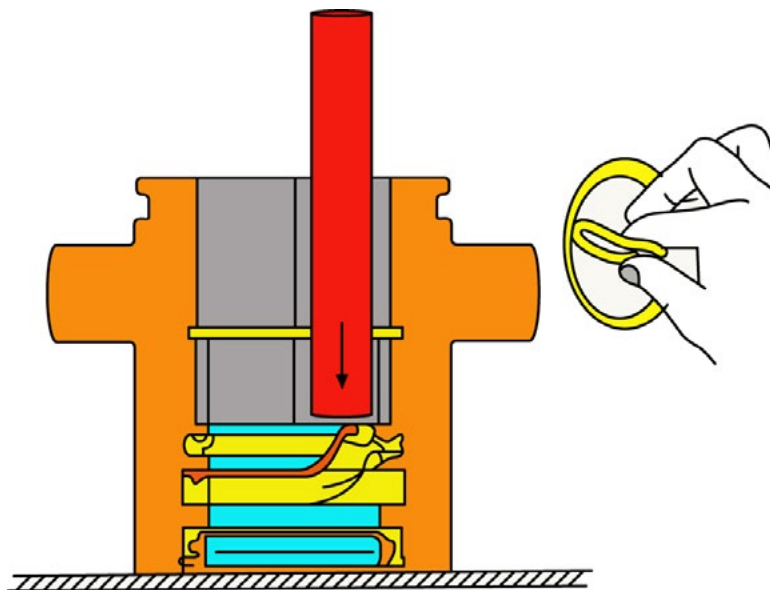
NOTE: Montez les sous-ensembles du cylindre dans l'ordre suivant:

1. Le corps de cylindre;
2. La tige de piston;
3. L'assemblage de piston;
4. L'assemblage de tête de cylindre.
5. Repositionnez la douille de l'axe du piston sur la tige de piston et le corps de cylindre.
6. Après le montage des composants du couvre-tige, installez le joint racleur et la douille de tige sur le couvre-tige. Insérez les bagues de retenue.

IMPORTANT

Remplacez toute pièce semblant endommagée ou trop usée. Le remplacement de tous les joints toriques et autres joints flexibles est fortement recommandé. Avant de commencer la procédure de montage du cylindre, nettoyez et séchez soigneusement toutes les pièces, et/ou prélubrifiez-les avec un fluide hydraulique propre. Préparez la zone de travail à l'avance pour la garder propre durant la procédure de montage.

7. Prélubrifiez les joints toriques et autres joints avant le montage.



8. Avant de commencer à remonter l'assemblage de piston, chauffez la bague de frottement pendant 5 minutes dans un bain d'huile à 150°-180°C. Au début de la procédure, utilisez un dispositif de serrage adapté à la bague de frottement ou autre outil spécialisé pour la fixer. Refroidissez la bague en poussant et en rétractant le dispositif de serrage sur le joint pendant plusieurs minutes. Appliquez un morceau de ruban d'étanchéité propre et transparent autour de la bague de frottement afin de la protéger de la poussière.

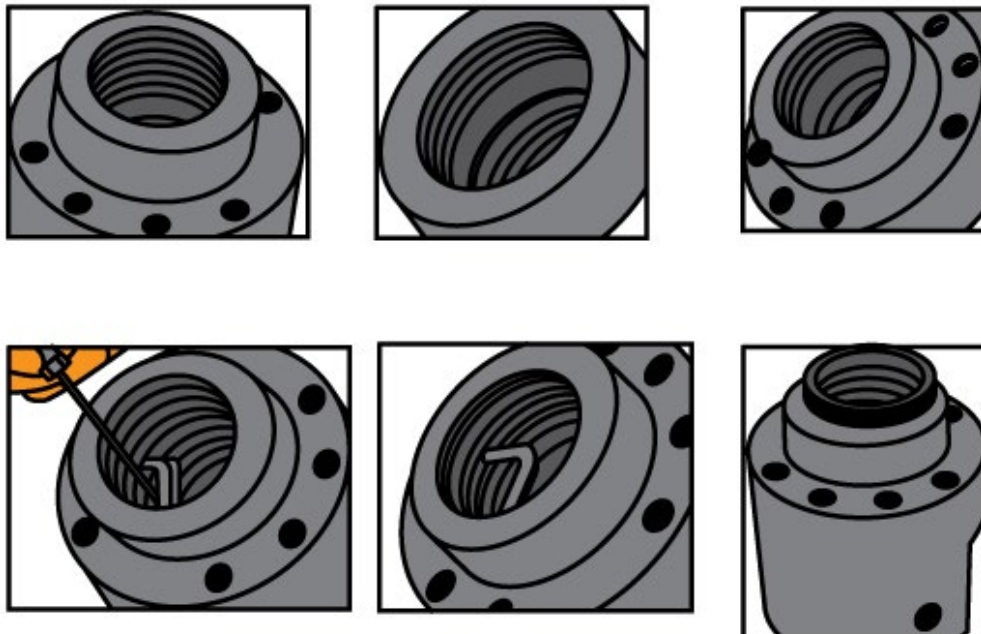
9. Immobilisez la tige de piston sur des supports solides. Montez le joint torique et la bague

anti-extrusion. Préparez-vous à fixer l'assemblage de couvre-tige sur la tige de piston. Serrez l'écrou de piston pour pousser le couvre-tige.

10. Montez la bague d'amortisseur et fixez l'assemblage de piston sur la tige de piston.
11. Fabriquez ou achetez un outil spécialisé pour serrer l'écrou de piston.
12. Montez la collerette d'étanchéité, l'anneau de glissement et la vis de serrage sur l'assemblage de piston.
13. Immobilisez le corps du cylindre avant le montage.
14. Appliquez un produit de fixation (Loctite ou produit équivalent) sur toutes les vis de fixation du couvre-tige. Enroulez un amortisseur de protection autour de l'embout de tige tout en serrant les fixations, ceci afin d'empêcher tout endommagement de la surface polie de la tige si une clé ripe pendant la fixation.

Instructions générales de montage et de démontage, cylindres hydrauliques

Retirer un joint



Insérez un extracteur de joints (Fig.2) derrière le joint de la tige.

Attention: Veillez à ne pas endommager la base de la rainure.

Grâce à l'extracteur, retirez le joint de la rainure (Fig.3 à 5).

Vous pouvez à présent retirer le joint avec le doigt.

Suivez cette procédure pour tous les autres joints durant le montage.

Installer les joints de piston

Fig.7



Fig.8

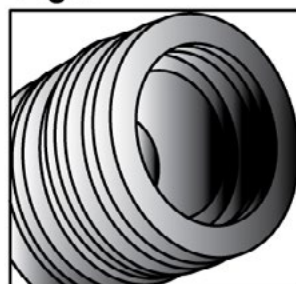


Fig.9



Fig.10

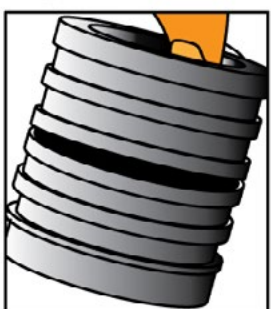


Fig.11

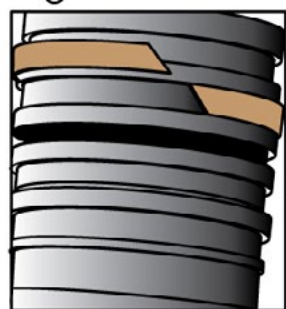
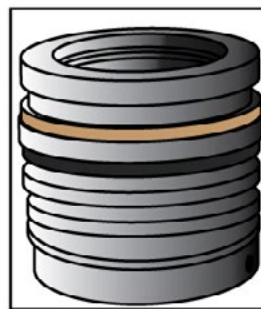
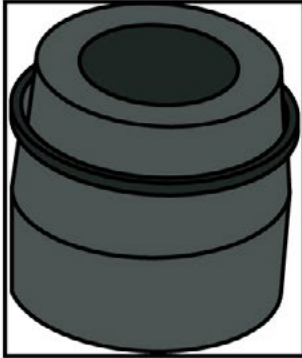


Fig.12



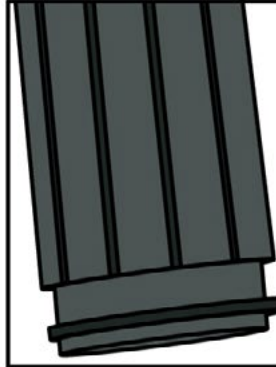
Installer les joints de piston

Fig.13



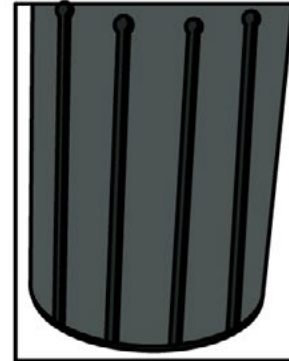
Please use an assembly bush and an assembly sleeve to install the PTFE seal. Place the PTFE seal over the assembly bush.

Fig.14



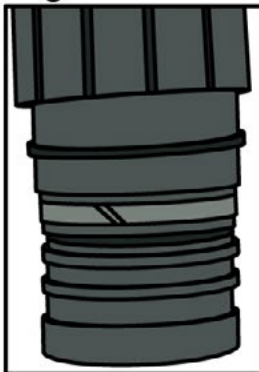
Then use the assembly sleeve to push the PTFE seal to the end of the assembly bush.

Fig.15



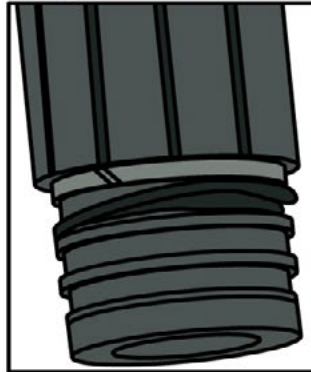
After pushing the PTFE seal to the end of the assembly bush, the assembly sleeve may be removed. We recommend that it not be removed, as it will be required again later.

Fig.16



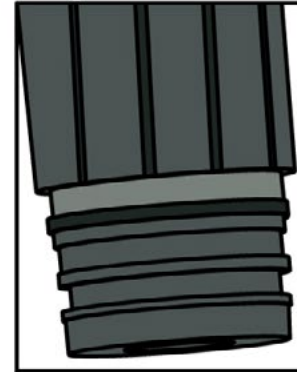
Place the assembly bush on the end of the piston. The assembly bush should be flush with the upper edge of the installed guide strip.

Fig.17



Using the assembly sleeve, push the PTFE seal into the groove on top of the O-ring.

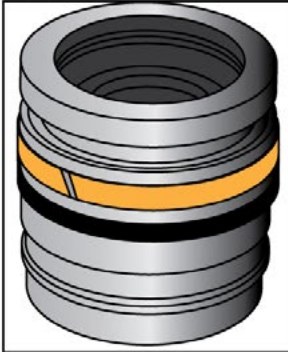
Fig.18



Remove the assembly bush when the PTFE seal sits completely in the groove.

Installer les joints de piston

Fig. 19



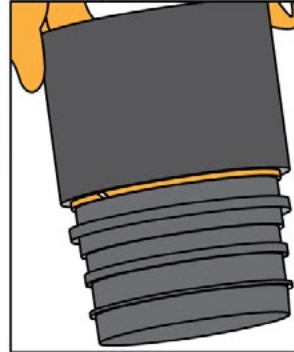
Check whether the piston seal has been correctly installed and grease it.

Fig. 20



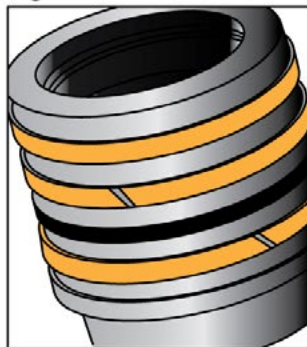
The piston seal deforms slightly during assembly with the assembly bush. A calibration sleeve is required to return the piston seal to its original shape. Push this over the piston

Fig. 21



The calibration sleeve should remain on the piston for approx. 10 seconds to obtain the best results

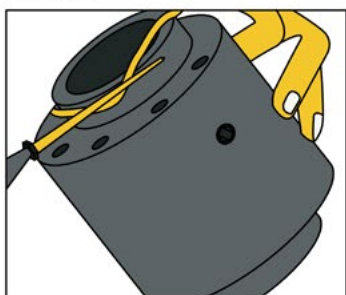
Fig. 22



Fit the remaining guide strips as described in Fig 4 and 5 and repeat the calibration shown in Fig 20, make sure, however, that the calibration sleeve encloses all the seals.

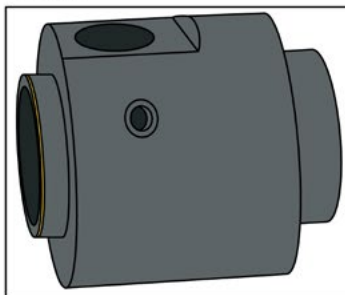
Installer les joints de piston

Fig.23



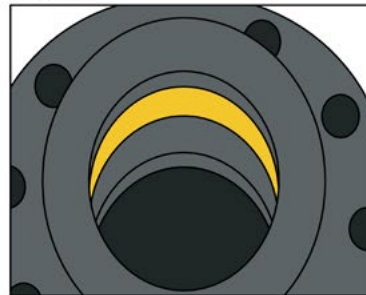
Insert the seal in its groove using a flat -blade screwdriver with rounded blade edges.

Fig.24



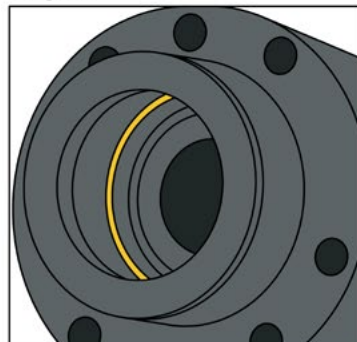
Check that the seal has been fitted correctly.

Fig.25



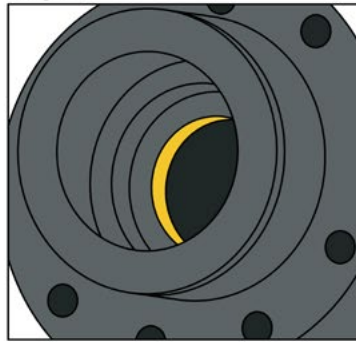
Deform the guide strip to suit the corresponding diameter of the guide and insert it into the correct groove.

Fig.26



Perform the step shown in Fig.25 for all guide strips.

Fig.27



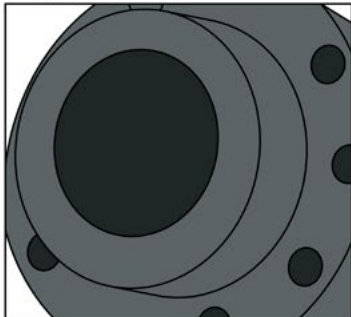
Check that the guide strips have been correctly installed

Fig.28



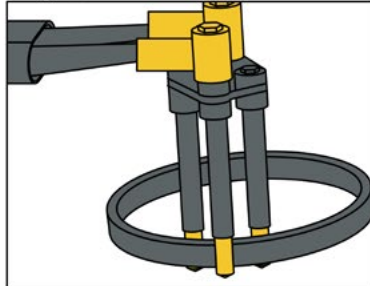
Check the groove for the PTFE seals for damage and contamination.

Fig.29



Insert the O-ring into its groove.

Fig.30



The PTFE seal can either be installed using a special tool or, alternatively, between two fingers.

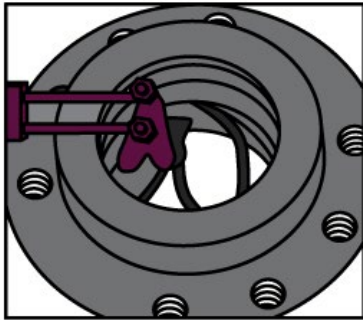
Fig.31



To ease fitting in the groove, deform the PTFE seal into a kidney shape.

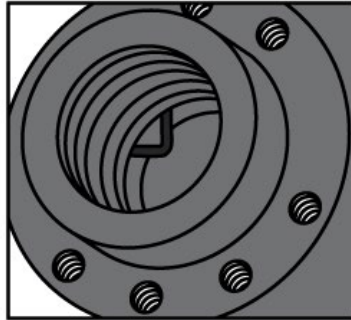
Installer les joints de piston

Fig.32



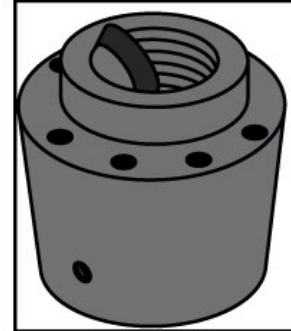
Make sure the non-deformed side is inserted into the groove first.

Fig.33



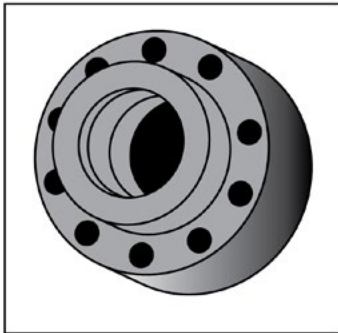
Then press the rest of the seal into the groove.

Fig.34



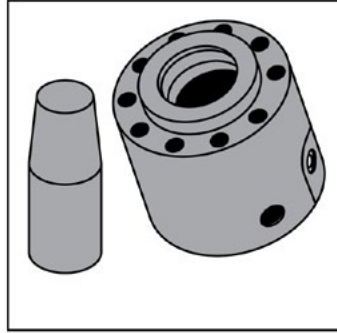
Insert the rod seal

Fig. 35



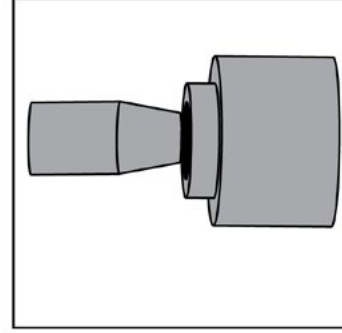
Check that all theseal have been correctly fitted and grease them

Fig. 36



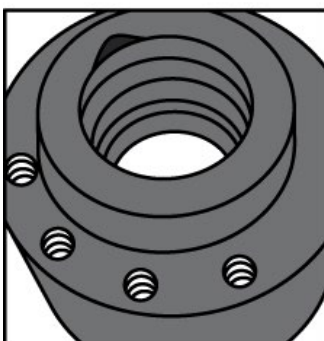
Use an assembly drift with a diameter corresponding to inner diameter of the guide.

Fig. 37



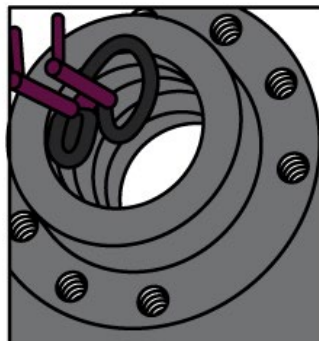
Insert this into guide in order to restore the PTFE seals to its original shape.

Fig.38



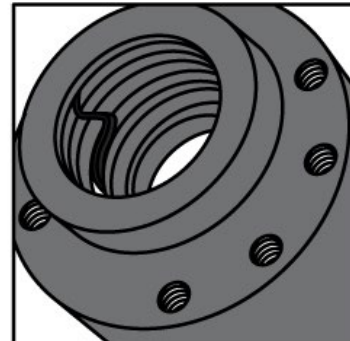
Place the O-ring in the corresponding groove.

Fig.39



Deform the wiper into a kidney shape as already described in Fig.30 and 31

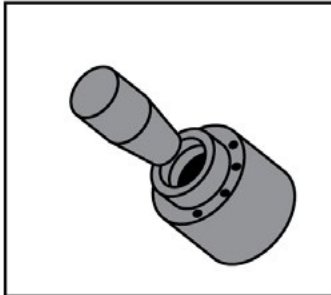
Fig.40



Place the wiper in the groove as described in Fig. 32 and 33

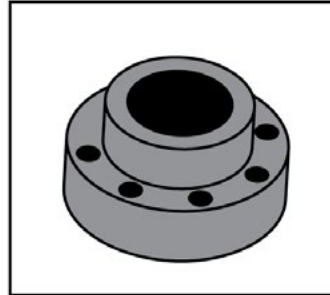
Installer les joints de piston

Fig. 41



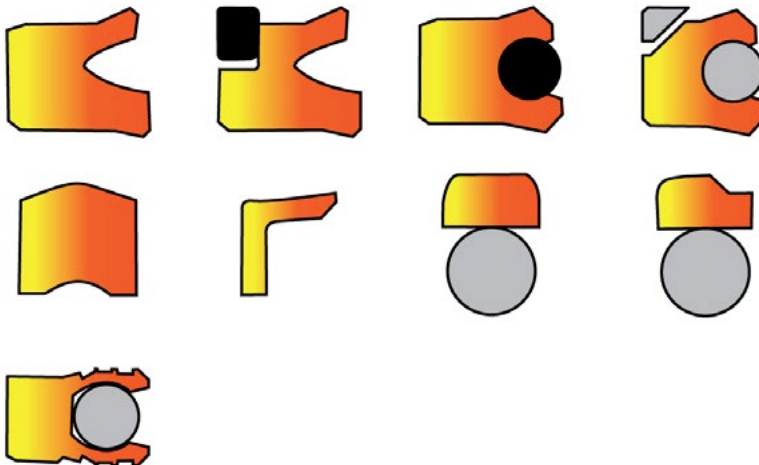
Reinser the assembly drift into the guide.

Fig. 42



Ensure that all seal have been fitted corectly.

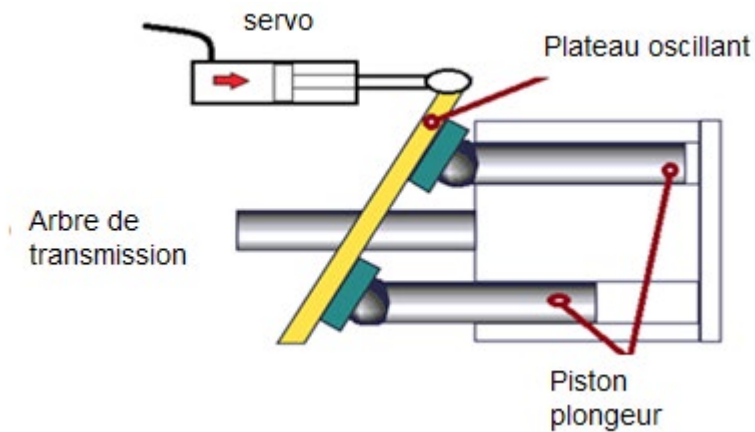
Piston Seals



Exercice pratique, révision de cylindre hydraulique

Notez vos remarques dans l'espace ci-dessous.

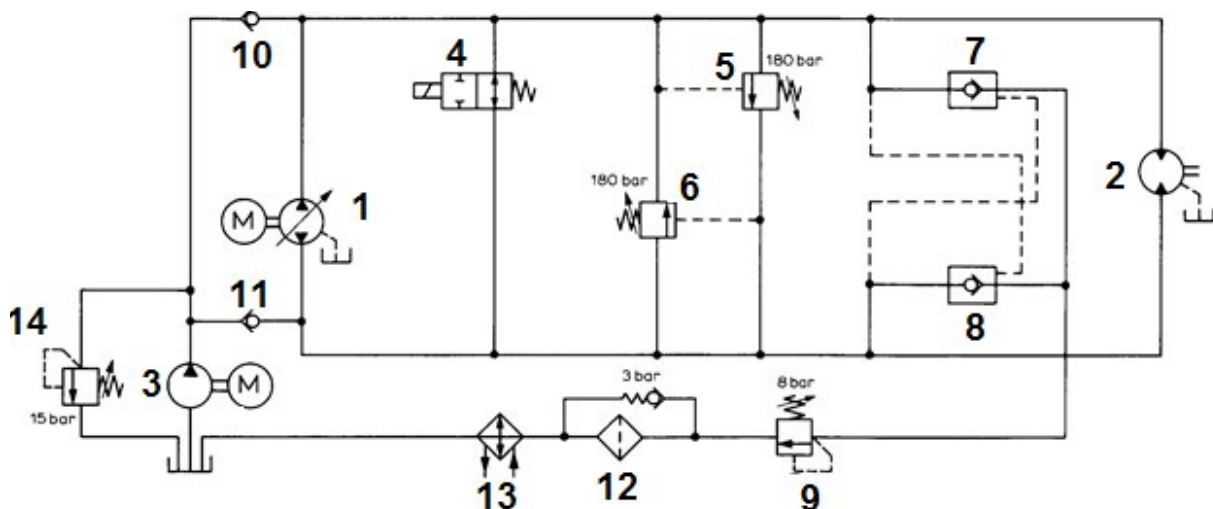
LESTRANSMISSIONS HYDROSTATIQUES



Hydrodynamique;
 Convertisseur de couple
 Changement de vitesse

Hydrostatique;
 Pompe hydraulique
 Boîte de transfert
 Moteur hydraulique

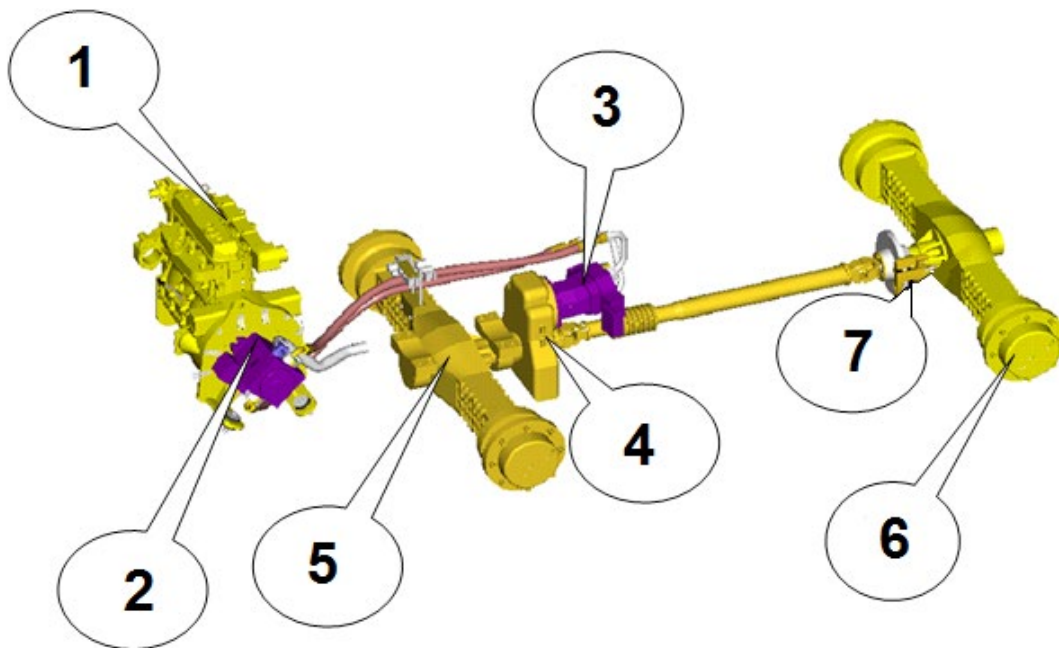
Le schéma de la transmission hydrostatatique



Nombre:	Description:
1.	Pompe à piston axial et à cylindrée variable, bidirectionnel
2.	Moteur hydraulique
3.	Pompe d'alimentation (pompe de charge et servo)
4.	La soupape de point mort (2/2 voies) pour permettre le remorquage du véhicule
5 & 6	Soupapes de décharge croisées (clapet de décharge secondaire)
7 & 8	Soupapes de déversement
9.	Soupape de décompression
10 & 11	Clapets antiretour
12.	Filtre à huile hydraulique
13.	Refroidisseur d'huile hydraulique
14.	Soupape de décompression

La transmission d'une chargeuse sur pneus

Par exemple :



Nombre:	Description:
1.	Moteur diesel
2.	Pompe à piston
3.	Moteur hydraulique
4.	Boîte de transfert
5.	Différentiel
6.	Transmission finale planétaire avec freins à disque multidisques
7.	Frein de stationnement

De nombreuses chargeuses sur pneus sont hydrostatiques. Les transmissions hydrostatiques permettent au moteur d'être monté dans des endroits différents, sans perturber la ligne d'entraînement. Les flexibles hydrauliques remplacent l'embrayage et la boîte de vitesses. Il est donc possible d'installer le moteur à n'importe quel endroit.



Les transmissions hydrostatiques

Description générale

Se reporter au schéma pour la structure de tout le système de transmission. Outre les réparations indiquées dans ce chapitre, les avantages de l'ensemble du système de transmission, qui a été développé spécialement pour les exigences d'une chargeuse sur pneus, sont également examinés brièvement.

Transmissions hydrostatiques

Le développement d'une machine extrêmement facile à utiliser a été réalisé principalement via l'utilisation d'un système de transmission hydrostatique et moderne. Le fonctionnement doit être facile à apprendre car les chargeuses sur pneus sont souvent utilisées par tous le personnel. La transmission hydrostatique intégrée avec son système automatique de contrôle fournissent les caractéristiques de conduite qui sont les mêmes, et même surpassent, celles des véhicules de tourisme. La direction de la marche et le rapport d'engrenage sont modifiés semi-automatiquement. Bien que le sens de marche change et le levier de rapport d'engrenage peuvent être modifiés sous pleine charge, ces procédures n'entraînent aucune usure, contrairement aux systèmes d'engrenage hydrodynamiques normaux avec les couplages correspondants qui doivent récupérer la puissance. Lors du fonctionnement de la machine, le système automatique «réfléchit» à la place du conducteur et adapte au maximum la vitesse aux conditions de route. La puissance de sortie d'un moteur diesel est distribuée par l'unité de commande automatique lorsque le moteur est en marche afin que cette

puissance soit toujours disponible aux composants qui ont la priorité dans les opérations individuelles sans pour cela faire «caler» le moteur diesel. Pour cette raison, une puissance nominale qui est relativement petite comparée à la capacité de fonctionnement de la machine est suffisante pour toutes les opérations. Cela implique également une faible consommation de carburant qui représente un avantage important compte tenu des prix actuels du carburant.

Boîte de transfert

La boîte de transfert est conçue sous la forme d'une boîte à roue conique à deux vitesses. Sa fonction consiste à transformer et distribuer le couple d'entrée (moteur hydraulique) sur l'essieu arrière et via l'arbre de transmission universel vers l'essieu avant (roues motrices). Un avantage particulier de cette conception réside dans le fait que l'autre essieu reçoit la totalité du couple de transmission de la boîte de transfert en cas de faible adhérence d'un seul essieu.

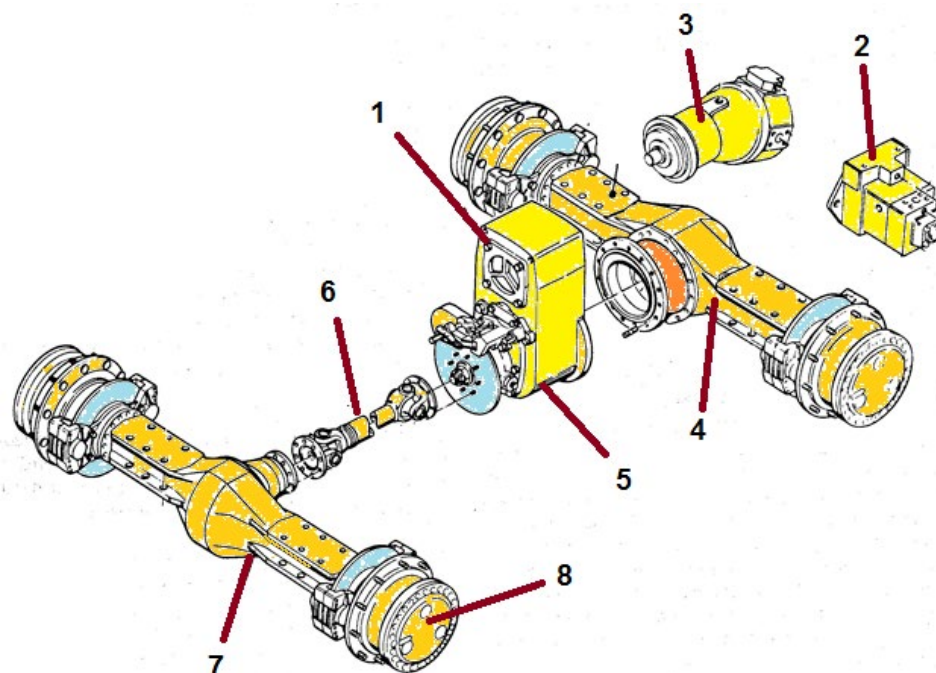
L'arbre de transmission universel

Malgré les divergences d'angle d'entrée ou de sortie entre l'entrée de l'essieu avant et la sortie de la boîte de vitesse de transfert, l'arbre de transmission universel envoie le couple lentement.

Les essieux

Les essieux transmettent le couple moteur aux roues. La puissance motrice peut donc être réduite en cas de patinage d'une roue par le biais de l'effet différentiel. C'est pour cette raison que les essieux avant et arrière ont des différentiels de 25 % ou 40 %.
(Différentiel auto-bloquant)

La composition d'une transmission hydrostatique



CLÉ :

1	Vers le moteur d'entraînement
2	Pompe hydraulique
3	Moteur hydraulique
4	Essieu arrière
5	boîte de transfert
6	arbre de transmission universel (arbre d'hélice)
7	Essieu avant (avec diff.)
8	Transmission finale

Les principaux composants de la transmission hydrostatique sont énumérés ci-dessus. La pompe hydraulique est une pompe à piston axial avec plateau oscillant, le moteur hydraulique est un moteur à piston axial avec essieu incliné. Cette combinaison, en conjonction avec une commande «automatique», transforme l'appareil en une machine de construction qui peut être facilement conduite par des conducteurs sans formation. La commande adapte de façon optimale la vitesse de conduite à la résistance de la route pour que le moteur diesel et le conducteur ne soient pas excessivement «stressés».

Afin d'être en mesure d'accomplir efficacement les réparations de la machine, il est essentiel que la fonction soit bien comprise. Par conséquent, veuillez lire les explications et les schémas suivants avec soin, car ils fournissent toutes les informations nécessaires lorsque vous rechercherez les raisons des défauts et dommages.

Une connaissance de base du fonctionnement d'un système de transmission hydrostatique et d'une pompe à piston axial est aussi supposée. Après le circuit d'huile, cette description commence avec la pompe auxiliaire 3.

Cette pompe qui est montée coaxialement sur la pompe hydraulique et à l'instar de la pompe principale, est entraînée par le moteur à combustion, a trois tâches principales :

Elle complète la fuite de l'huile du circuit fermé et l'huile de rinçage drainée par le dispositif de vidange.

Elle alimente le système de contrôle et de régulation de la pompe principale avec l'huile nécessaire.

Elle refroidit le circuit.

Le fonctionnement (voir figure 2 ci-après)

Le fonctionnement (voir figure 2 ci-après)

La pompe obtient l'huile hydraulique provenant du réservoir 8. L'huile de fuite de la pompe à cylindrée variable et du moteur à cylindrée variable ainsi que l'excédent d'huile est redirigée vers le réservoir via le refroidisseur 7 via les connexions en T.

La pompe obtient l'huile hydraulique provenant du réservoir 8. L'huile de fuite de la pompe à cylindrée variable et du moteur à cylindrée variable ainsi que l'excédent d'huile est redirigée vers le réservoir via le refroidisseur 7 via les connexions en T.

En fonction de la vitesse de transmission, le débit de la pompe auxiliaire 3 agit sur l'orifice de la soupape de commande 6. La commande de pression qui s'accumule de cette manière agit sur le piston au niveau de la connexion X_1 ou X_2 , selon la direction de la marche sélectionnée sur le commutateur 14 sur le déplacement de la pompe.

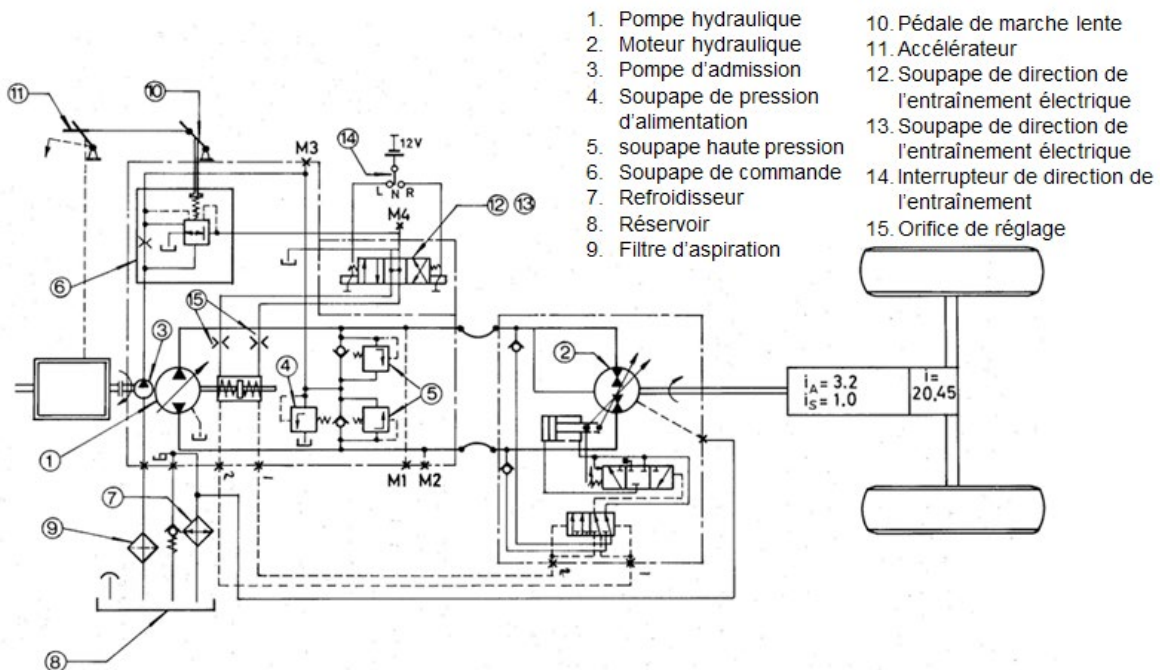
La pression de commande augmente à mesure que la vitesse augmente ; la plaque pivotante pivote davantage à l'aide du déplacement hydraulique et le taux de débit est augmenté sur la ligne de fonctionnement B.

Ce débit provoque une augmentation de la vitesse de conduite au niveau de l'arbre de transmission. Un couple correspondant est requis en fonction de la charge sur l'entraînement. Le couple moteur maximum est obtenu lorsque le moteur est pivoté au maximum (position illustrée), où la pression de fonctionnement détermine également la valeur du couple moteur.

Pour cette raison, un couple élevé est transmis aux roues motrices en raison de la position pivotée lorsque le véhicule accélère (démarrage). La position illustrée du déplacement est obtenue par la haute pression qui agit sur le piston de déplacement via le clapet anti-retour à billes intégrées et le piston de commande, voir fig. 2.

Le piston de commande du moteur commute la haute pression et la force du ressort si la haute pression chute en phase d'accélération et la pression de commande agissant sur le déplacement au-dessus des lignes de commande à X_1 est prédominante.

Composants principaux



Le cylindre, de concert avec la lentille de contrôle, est décalé d'un plus petit angle de pivotement via le déplacement hydraulique.

Le déplacement du moteur rétrécit et la vitesse de conduite augmente davantage. Le piston de commande est connecté et le déplacement pivote davantage pour transmettre un couple moteur plus élevé lorsqu'une haute pression présélectionnée est dépassée.

Une caractéristique de commande est spécifiée sur le distributeur 6. Ceci entraîne une accumulation de la pression de commande correspondante dans une plage de vitesse déterminée. Lorsque le moteur (moteur à combustion) est surchargé, sa vitesse est réduite, le distributeur provoque une chute de pression de commande qui fait pivoter la pompe en arrière.

Un dispositif automatique de prévention des surcharges est fourni par le biais de la baisse du débit, entraînant le moteur à tourner à la vitesse optimale après une courte et légère chute de régime moteur.

Une soupape de sélection est pressurisée via les lignes de commande du moteur de déplacement afin d'éviter les déplacements incontrôlés en descente ou freinage et aussi en cas de changement des forces directionnelles. Ceci distribue la haute pression vers le contacteur de sens approprié, empêchant ainsi les opérations de commande irrégulières.

La pression de commande peut être réduite au moyen de la pédale 10 via le levier de la soupape de commande 6 et en conjonction avec l'accélérateur 11. De cette façon, il est possible de démarrer en douceur même à plein régime moteur. La pompe à déplacement variable peut être prématurément pivotée en arrière en diminuant la pression de commande ; le moteur freine la machine de manière hydraulique.

Conclusion

La pompe à cylindrée variable avec le moteur à cylindrée variable constitue une unité

d'entraînement mobile avec tous les composants nécessaires pour le circuit fermé. La commande de l'automobile en fonction de la vitesse fournit un changement sensible de la vitesse d'entraînement en utilisant les couples optimaux sans surcharger le moteur d'entraînement.



Les réglages et les pressions

Précaution Toutes les mesures doivent être prises lorsque la machine est en fonctionnement
Température (du réservoir 70° C).

Pressions

Haute pression marche avant : M_1 410 bar (± 10 bar)

Haute pression marche arrière : M_2 410 bar (± 10 bar)

Figure 4

Pression de commande X_1 : 25 - 27 bar

Pression de commande X_2 : 25 - 27 bar

Pression d'alimentation M_3 : 26 - 28 bar

Pression de commande centrale M_4 : 26 - 28 bar

Vitesse

(mesurée sur le moteur diesel par un instrument de mesure d'impulsion)

Régime de ralenti : 800 tr/min (± 50 tr/min)

Vitesse à vide maximale : 2600 tr/min (± 50 tr/min)

Vitesse de poussée (par rapport au moteur) : > 2500 tr/min

Régime de démarrage : 1100 tr/min (± 50 tr/min)

Vitesse pour obtenir la haute pression maximum : 2000 tr/min (± 100 tr/min)

Vitesse (avec pneumatiques de 20 à 24 pouces)

Vitesse sur route : > 36 km/h

Vitesse hors route : > 12 km/h

Puissance de traction sur les vitesses sur route : > 2,6 t (20 - 24 pneumatiques)

Figure 3

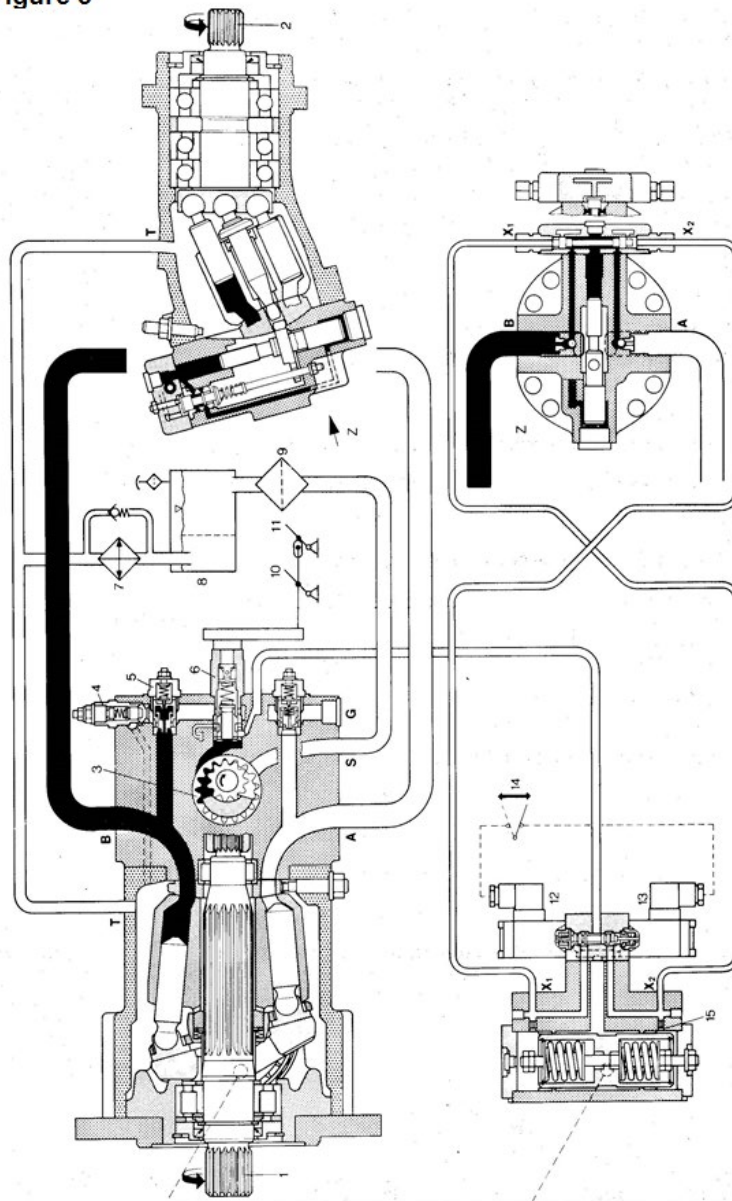
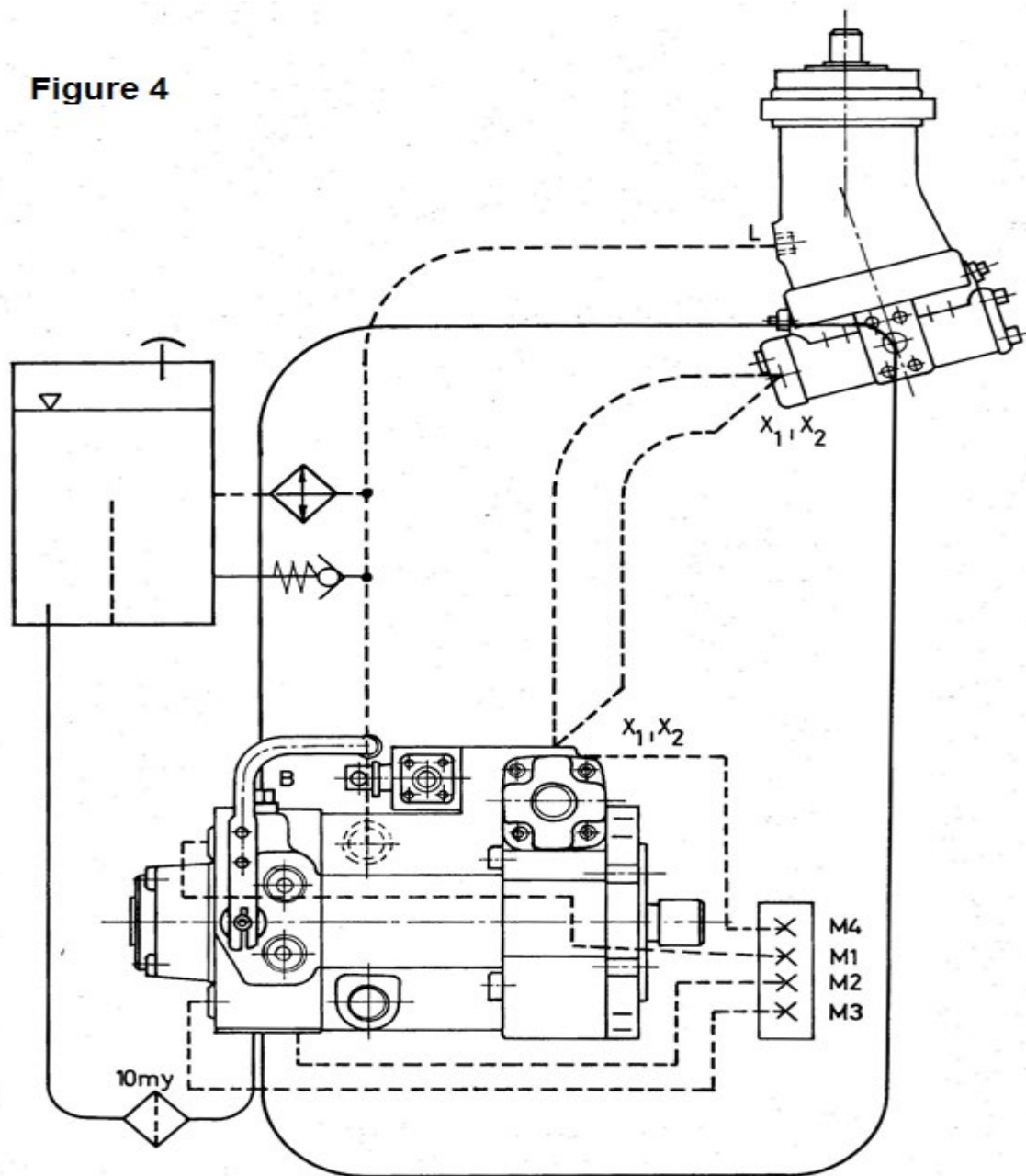


Figure 4



Pompe hydraulique

Plateau incliné

Barillet de piston

Plaque d'orifice

La pompe de pression d'alimentation et de commande

Restricteur de réglage de l'heure de déplacement

La soupape de limitation de pression (pression de contrôle/alimentation)

Clapet limiteur de pression avec soupape d'alimentation (haute pression)

Cylindre de déplacement

Soupape de contrôle (trois positions)

Aimant de course 'a'

Aimant de course 'b'

Soupape de régulation

A, B Lignes de fonctionnement

S Conduite d'entrée pour la pompe d'alimentation et de pression de commande

T₂ Connexion du réservoir (fuite)

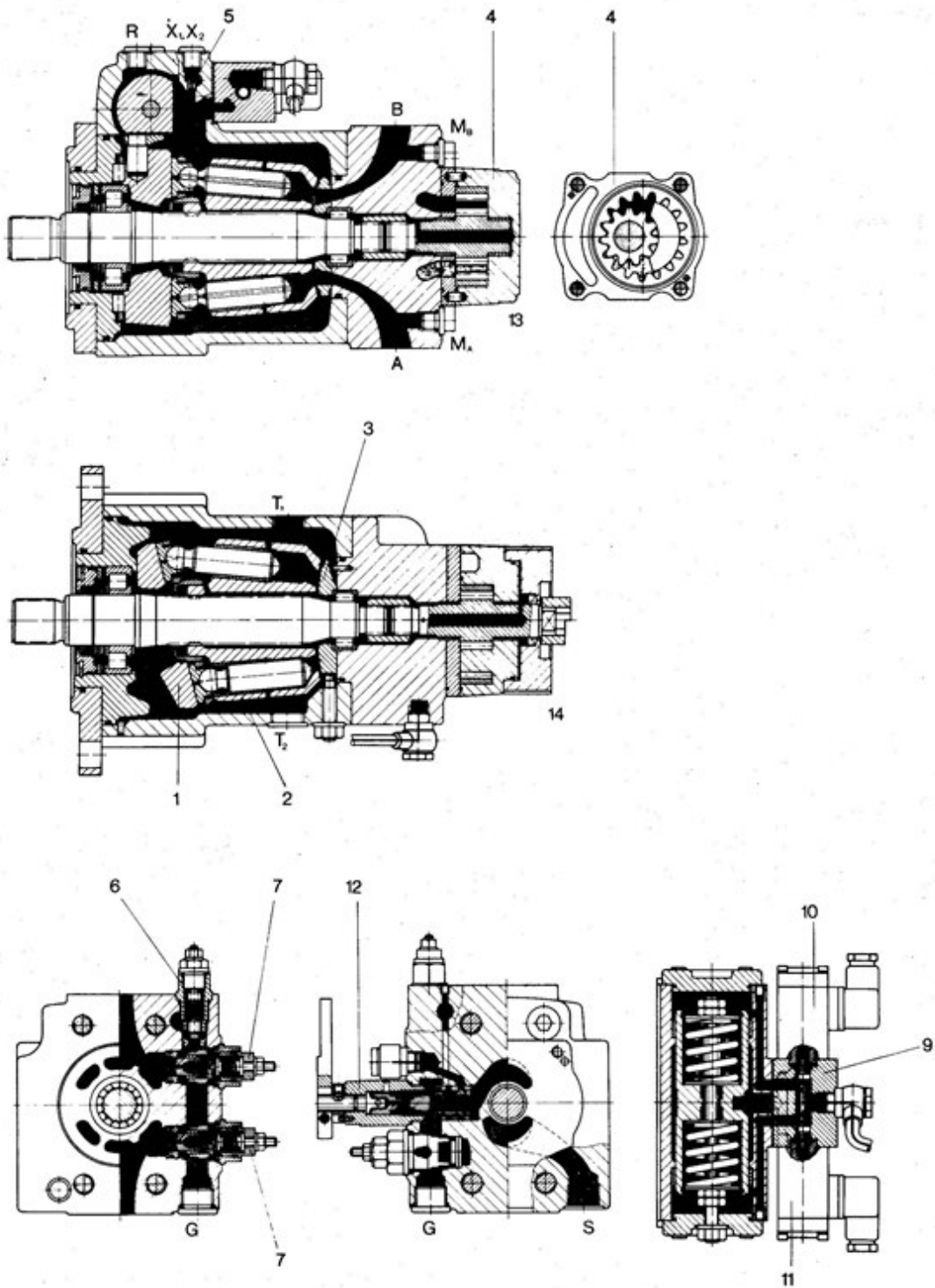
G Raccord de pression pour les circuits auxiliaires

R Évacuation

X₁, X₂ Points de test (lignes de commande)

M_a, M_b Points de test (lignes d'exploitation)

Figure 5

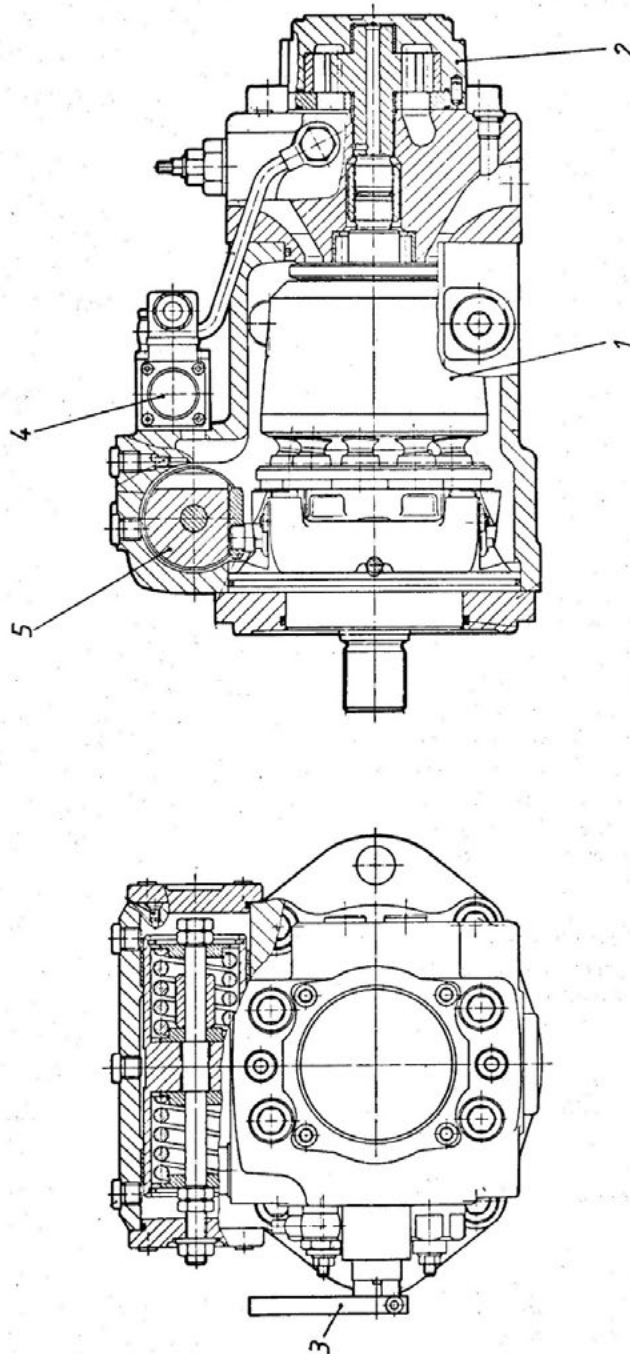


Pompe hydraulique avec soupape de régulation

- 1 Mécanisme d'entraînement
- 2 Pompe d'alimentation
- 3 Soupape de régulation
- 4 Soupape électromagnétique
- 5 Élément de réglage

Figure

6



La soupape de commande

$P_1 =$ Pression de la pompe d'alimentation avant la soupape de commande

$P_2 =$ Pression derrière l'orifice du distributeur (pression d'alimentation)

$P_3 =$ Pression de commande

La fonction de la soupape de commande

La fonction de la soupape de commande (voir figure 7 ci-après).

La pompe de commande et d'alimentation 2 tournant à la vitesse du moteur à combustion avec un volume de déplacement constant produit un débit volumétrique proportionnel à la vitesse. Un différentiel de pression $(P_1 - P_2) = \Delta P$, survient au niveau de l'orifice 3 de cette façon. Ce différentiel de pression impacte la position d'équilibre de l'orifice du piston de façon à ce que l'arrête de commande 4 s'ouvre et l'huile s'écoule vers le piston de positionnement de la pompe de déplacement variable 7.

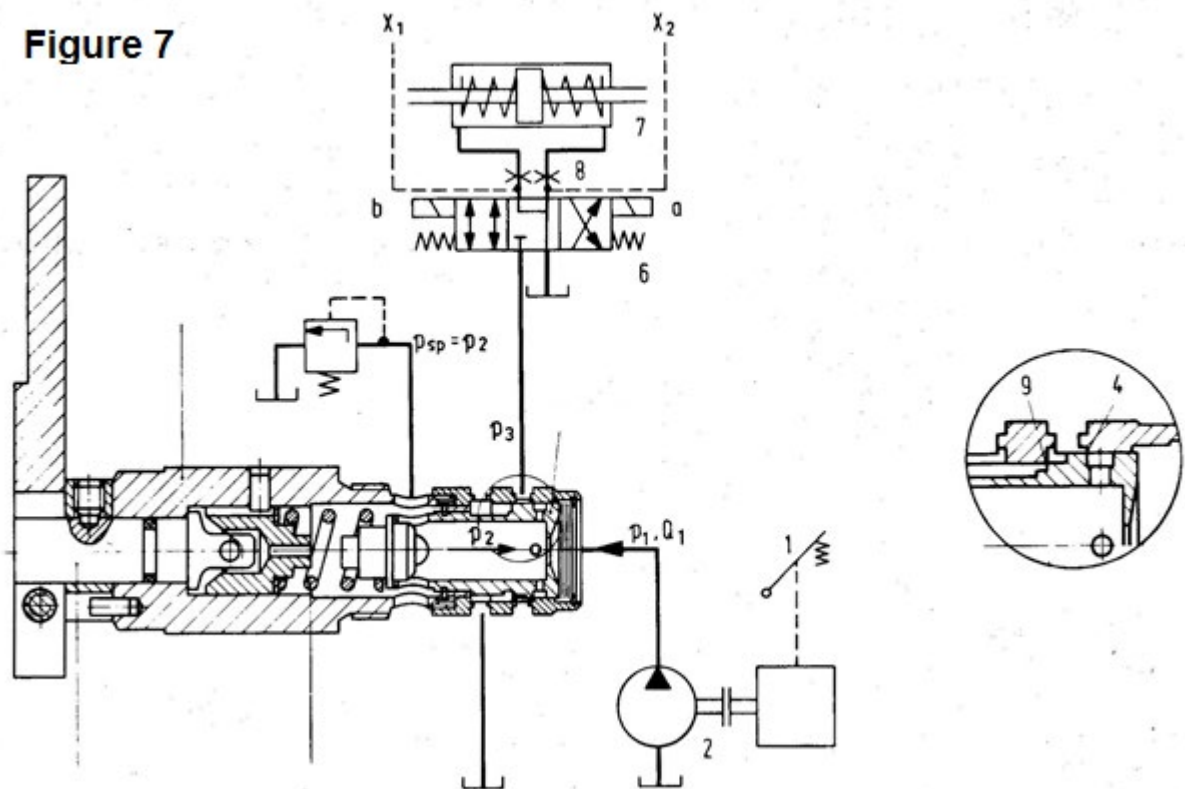
La pression P_3 s'accumule dans la ligne de commande, cette pression déplace l'orifice du piston jusqu'à ce que l'arrête de commande 4 se referme. Les opérations inverses surviennent lorsque la pression différentielle est réduite au niveau de l'orifice, l'arrête de commande 9 s'ouvre et l'huile est sortie jusqu'à ce que l'orifice du piston soit une fois de plus en équilibre. De cette façon, une corrélation est définie entre la vitesse d'entraînement et la pression du piston grâce à la soupape de commande, c'est-à-dire une réduction de la vitesse du moteur entraîne une baisse immédiate de la pression pilote. La surcharge du moteur est empêchée de cette façon.

Le ressort de compression 5 peut être pré-tendu en tournant la broche de déplacement 10 de sorte que la force du ressort soit prédominante quand bien même le régime moteur est au maximum, c'est-à-dire que la pression pilote est 0 et le conducteur freine le véhicule.

Une perte de pression spécifique est obtenue en combinant l'accélérateur et la pédale avance lente (soupape de commande).

La pression pilote est maintenue constante en appuyant sur le joint d'accouplement malgré l'augmentation du régime moteur.

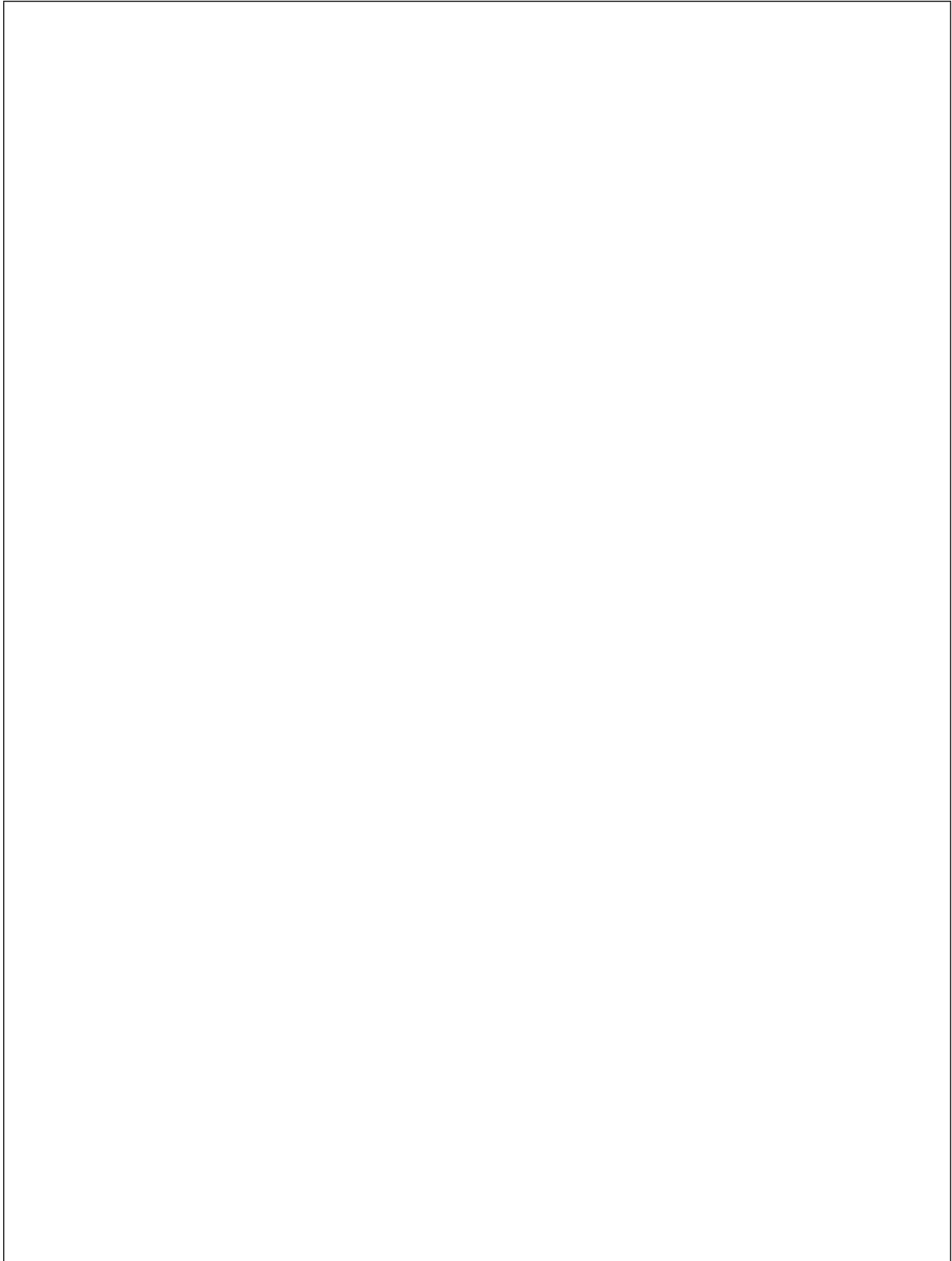
Figure 7



Légende :

	Soupape de commande
	Orifice
	Pédale d'accélérateur
	Axe de déplacement pour la prétension

Notes:



Ce module s'inscrit dans le cadre de la Learning and Knowledge Development Facility (Plateforme d'Apprentissage et de Développement des Connaissances - LKDF), mise au point par la Swedish International Development Cooperation Agency (Agence suédoise pour le développement international - Sida) et l'Organisation des Nations unies pour le développement industriel (ONUDI). Le but de la LKD Facility est de promouvoir les compétences industrielles des jeunes dans les économies émergentes. Opérant conjointement avec le secteur privé par le biais des Partenariats de développement public privé (PDPP), la LKD Facility soutient la création et l'amélioration des centres locaux de formation industrielle afin qu'ils puissent répondre aux demandes croissantes du marché de l'emploi en matière de main-d'oeuvre qualifiée, contribuant ainsi au développement industriel inclusif et durable.



ORGANISATION DES NATIONS UNIES
POUR LE DÉVELOPPEMENT INDUSTRIEL

Centre international de Vienne,
B.P. 300, 1400 Vienne, Autriche
Tél : +43 (1) 26026-3752
E-mail : lkd-facility@unido.org

www.lkdfacility.org