

# Vérification de systèmes hydrauliques et pneumatiques



# Introduction

- ✘ Présentation
  - ✘ Enseignant
  - ✘ Élèves
    - ✘ Nom, expérience(s)
- ✘ Mon mode de fonctionnement :
  - ✘ Sécurité
  - ✘ Respect
  - ✘ Effort
  - ✘ Ponctualité
  - ✘ Pas de cellulaire (classe et atelier)

# Évaluation des compétences

[évaluation #1s.pptx](#)

# Hydraulique les machines et les applications





Figure 1.4 Système de freins hydrauliques Hydromax Booster (AlliedSignal)

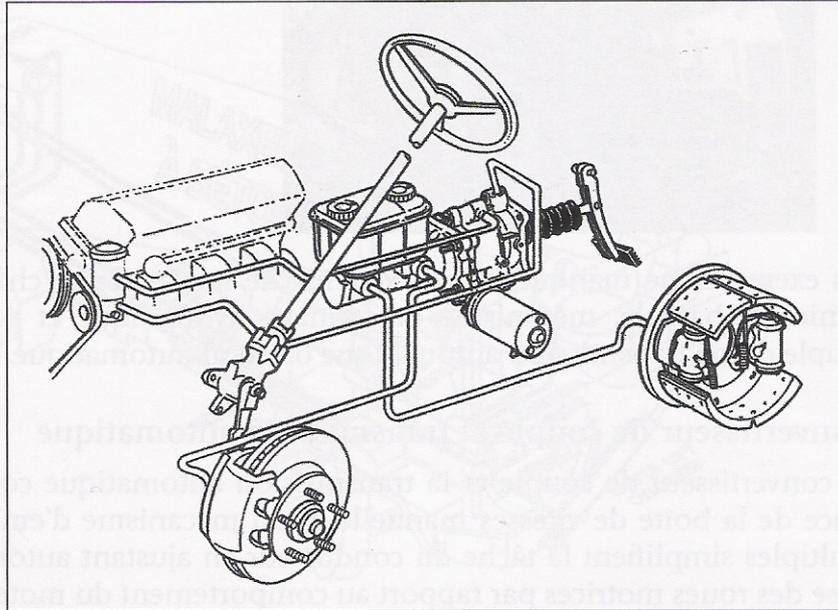


Figure 1.2 Illustration de la transformation de l'énergie (CEMEQ, MACK)

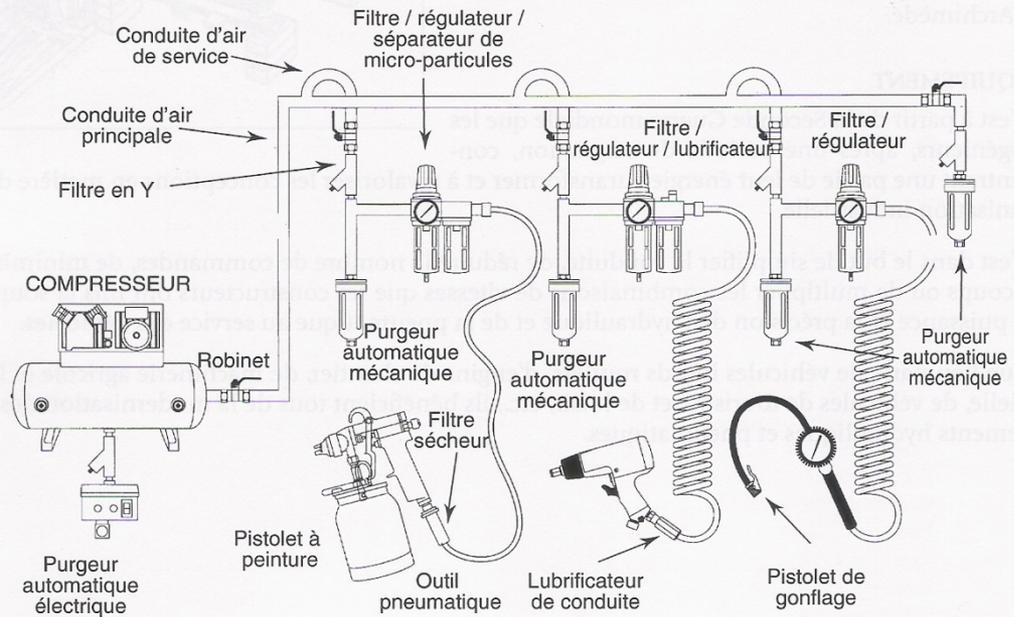
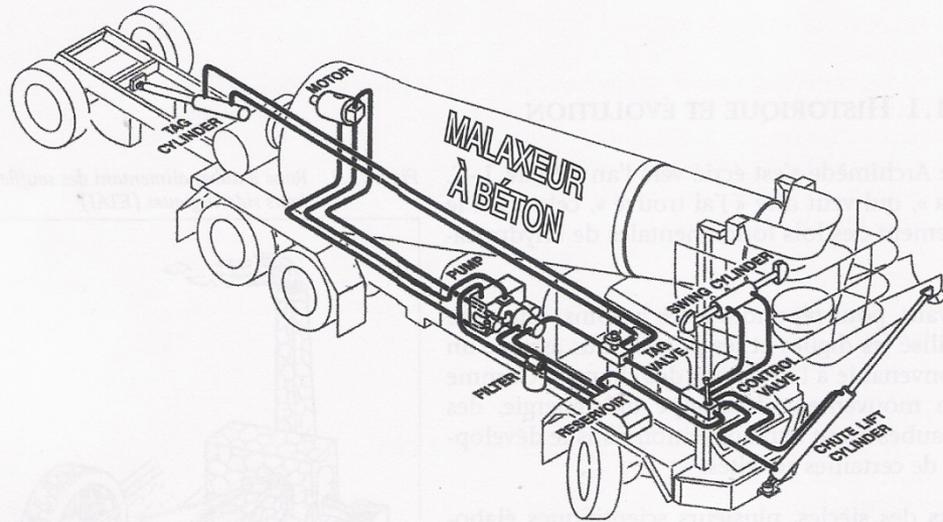
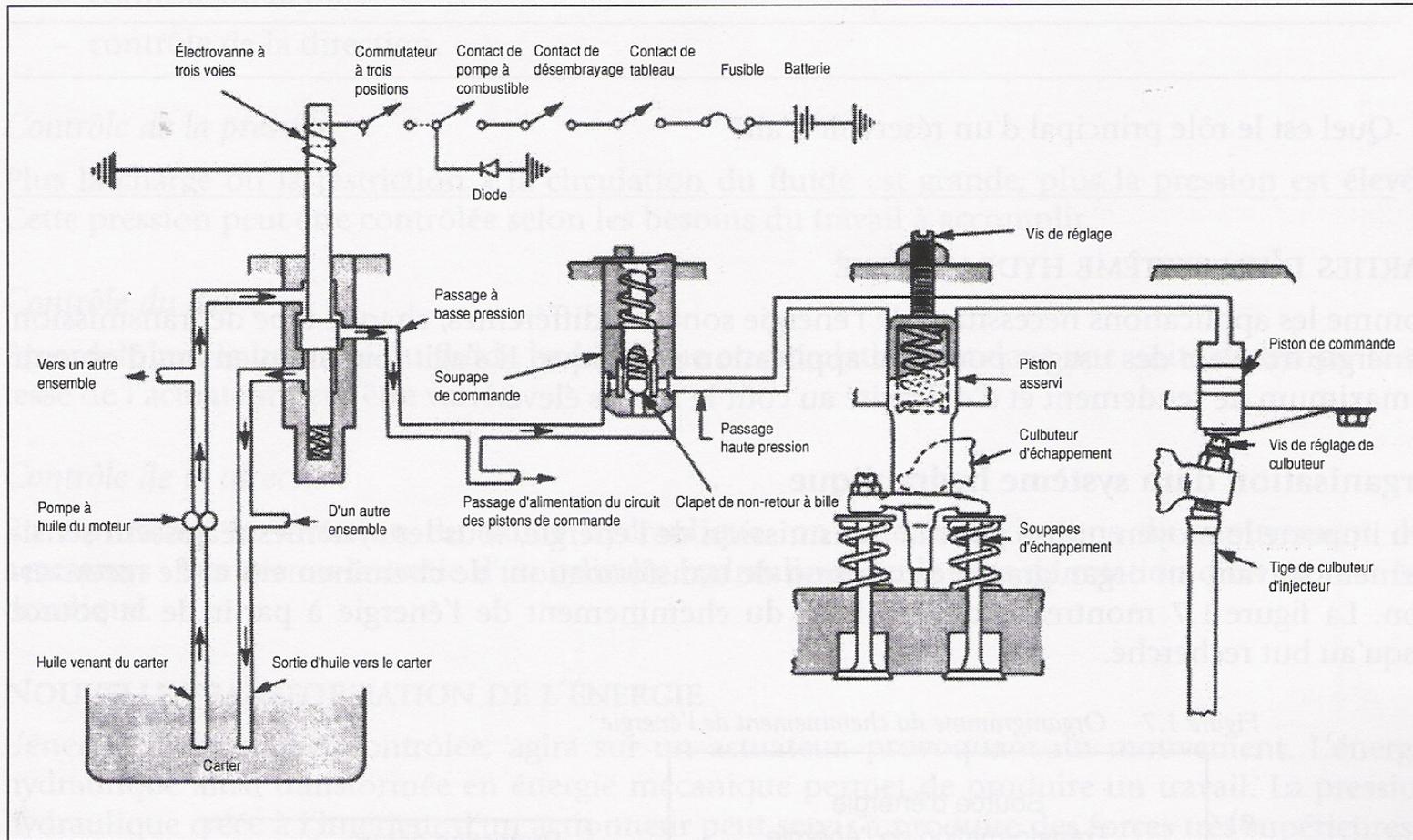


Figure 1.6 Principe de freinage par déphasage des gaz d'échappement (MACK)



L'expulsion de l'air comprimé dans l'atmosphère évite la restitution d'énergie sur le piston du moteur pendant la course de détente. Cela se traduit par une perte nette d'énergie puisque le travail absorbé pendant la compression n'est pas restitué pendant la détente.

# Les trois grandes phases du système hydraulique

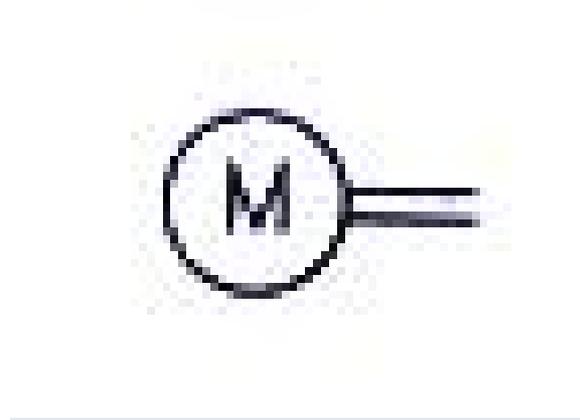
## Phase #1

source d'énergie.

Le moteur d'un véhicule lourd produit de l'énergie  
Une partie de cette énergie entraîne une pompe  
hydraulique ,ex. direction assistée, comp. à air  
cylindre télescopique.

# Moteur d'entraînement

- Moteur électrique
- Moteur à combustion interne



# Les trois grandes phases du système hydraulique

## Phase #2

### Le contrôle de l'énergie

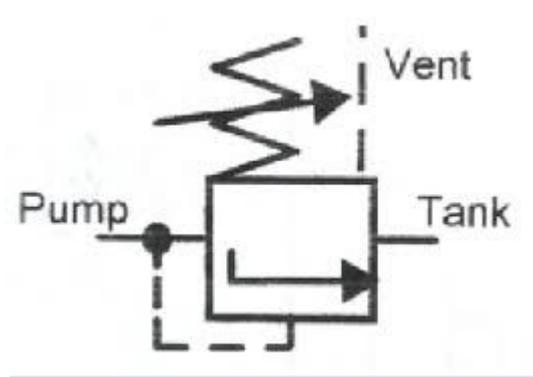
#### A: contrôle de la pression

par ce contrôle ,la force développée par la pompe peut être réglée selon la nécessités du travail à accomplir

#### B: contrôle du débit

en contrôlant la quantité de fluide admis dans le circuit ou un des ses éléments ,par unité de temps, la rapidité d'exécution d'un mouvement peut être limitée

- Valve de sécurité où de détente



# Les trois grandes phases du système hydraulique

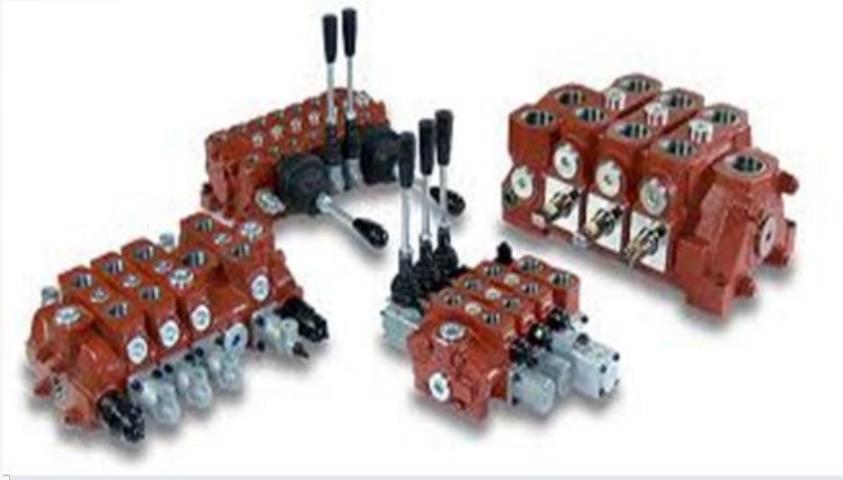
## Phase

## #2 suite

### C: contrôle de la direction.

en contrôlant la direction du fluide, le sens des mouvements des éléments du système peut être déterminé

- Distributeur (x)



# Les trois grandes phases du système hydraulique

## Phase #3

### Le travail.

Cette phase est le résultat des deux précédentes ;  
l'énergie hydraulique est reconvertie, à l'aide d'appareils  
Mécanique, en énergie mécanique



# : cylindres

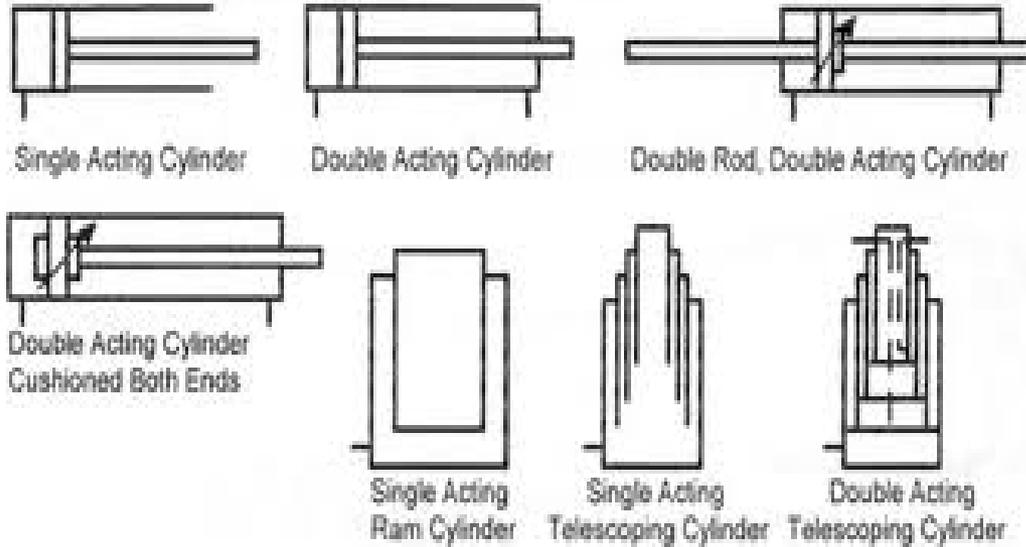




Figure 1.7 Organigramme du cheminement de l'énergie

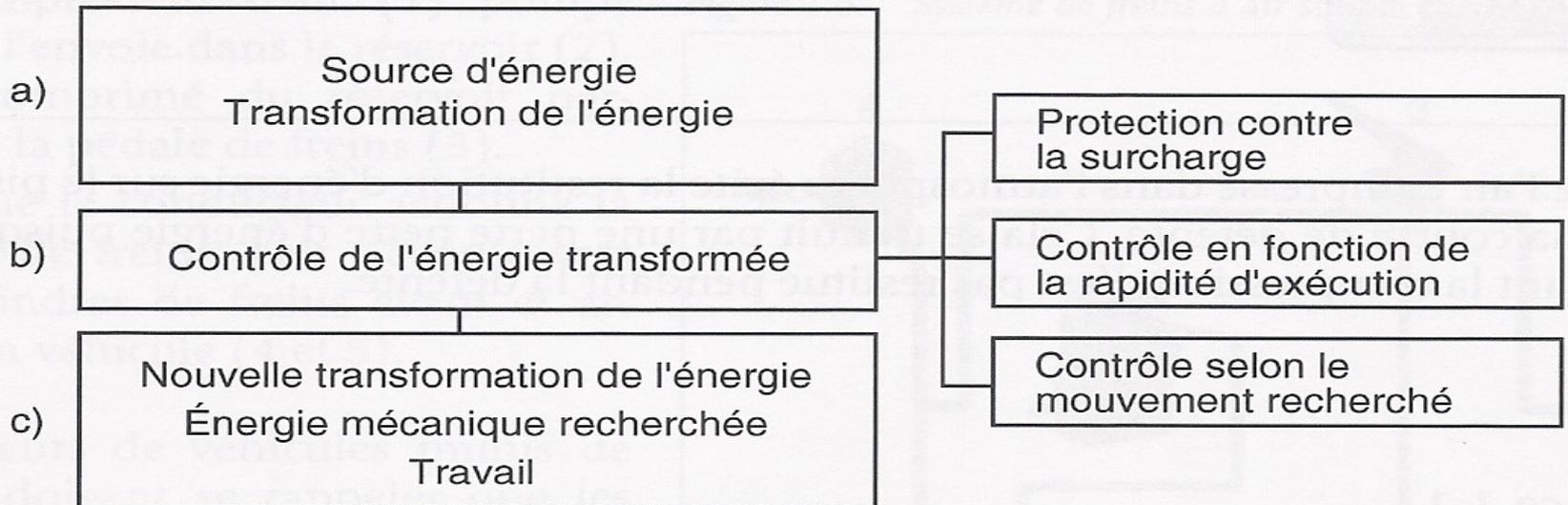
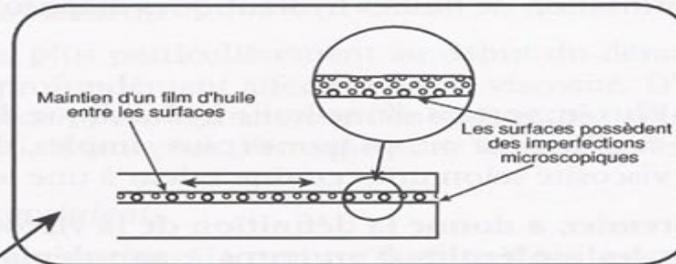


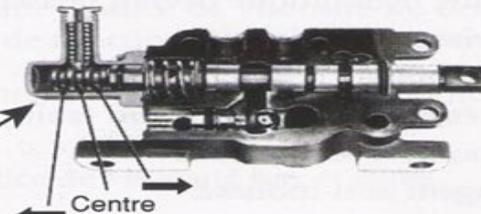
Figure 1.13 Fonctions du fluide hydraulique

## RÔLE DU FLUIDE HYDRAULIQUE

### 2 LUBRIFIE LES PIÈCES



### 3 SERT DE JOINT D'ÉTANCHÉITÉ ENTRE LES PIÈCES



### 1 TRANSMET LA PUISSANCE

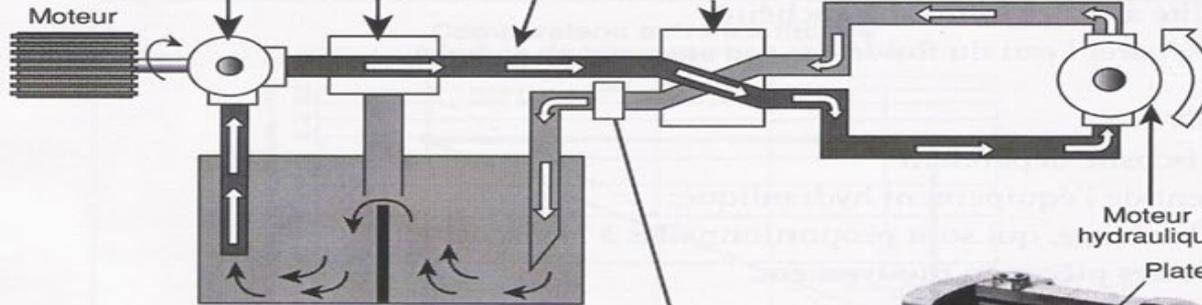


Pompe hydraulique

Moteur

Contrôle de pression

Contrôle de direction



Moteur hydraulique

Plateau

Joint

Roulement

Ensemble rotatif

4 REFROIDIT LES PIÈCES EN ABSORBANT LA CHALEUR QUI TRANSFÉRÉE AU RÉSERVOIR EST ENSUITE DISSIPÉE PAR LES PAROIS

5 TRANSPORTE LA SALETÉ VERS LES FILTRES ET LE RÉSERVOIR



Filtre

# Circuit simple ???

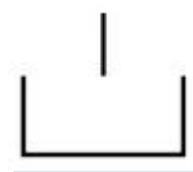
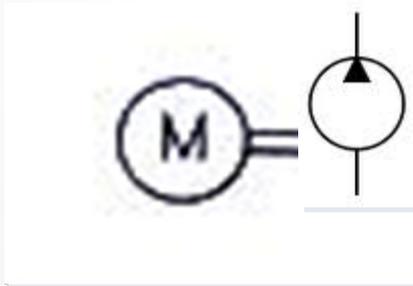
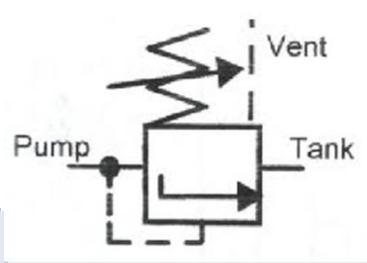
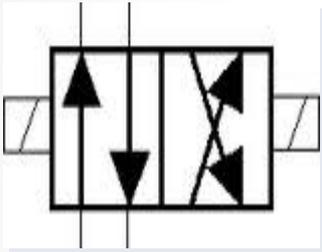
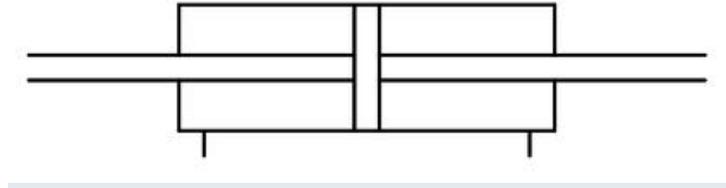
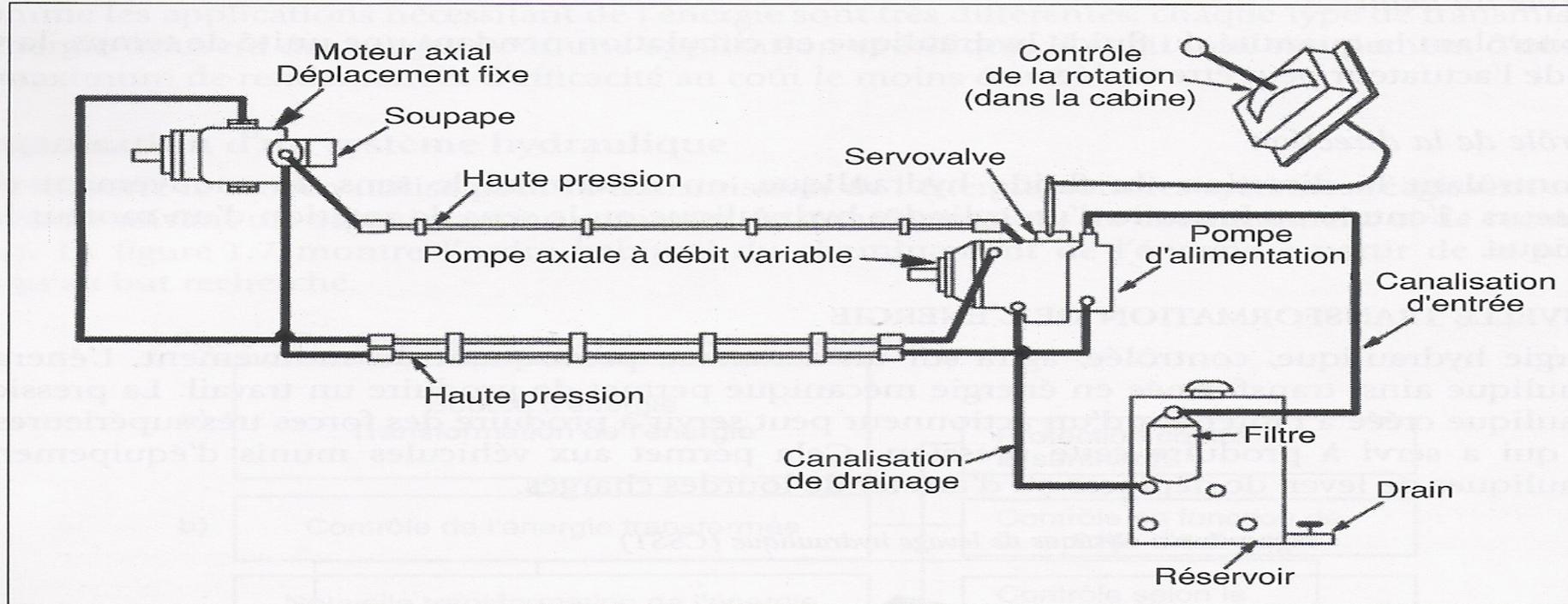


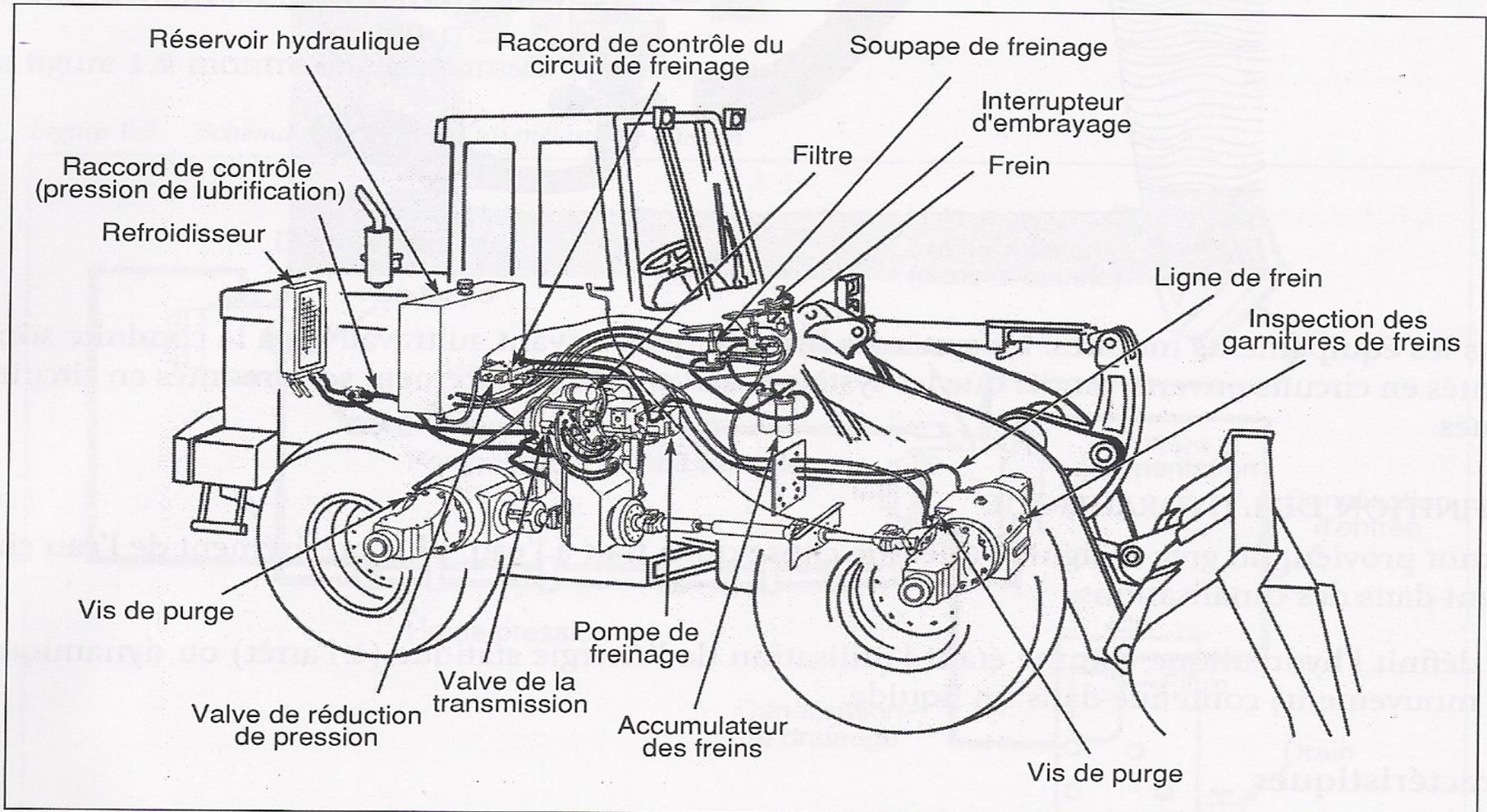


Figure 1.9 Schéma d'un circuit d'un mélangeur à béton



La pompe achemine l'huile au moteur. L'huile, sortant du moteur, retourne à la pompe.

Figure 1.11 Trajet de l'hydraulique



# Fluides hydrauliques????



# Fonctions

#1 de transmettre la puissance

#2 de lubrifier

Cemeq p 1.17

#3 de participer à l'étanchéité

#4 de refroidisseur

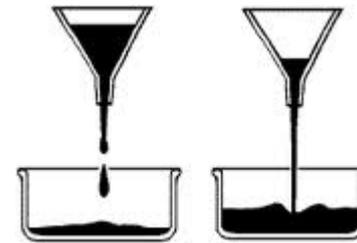
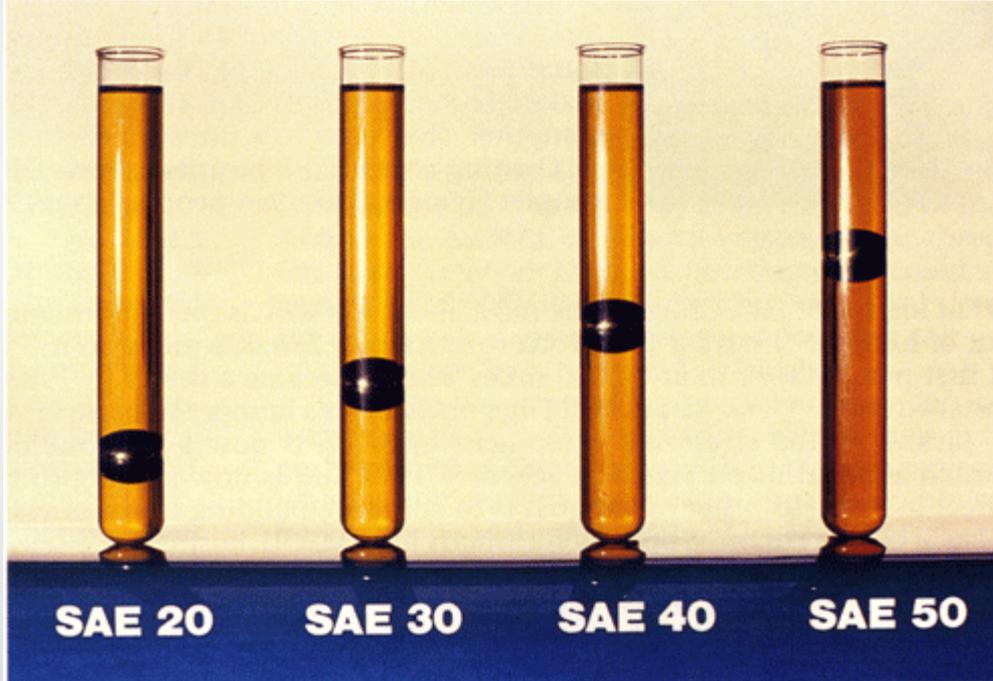
# la viscosité ?

- Cemeq p.1.19
- Real player

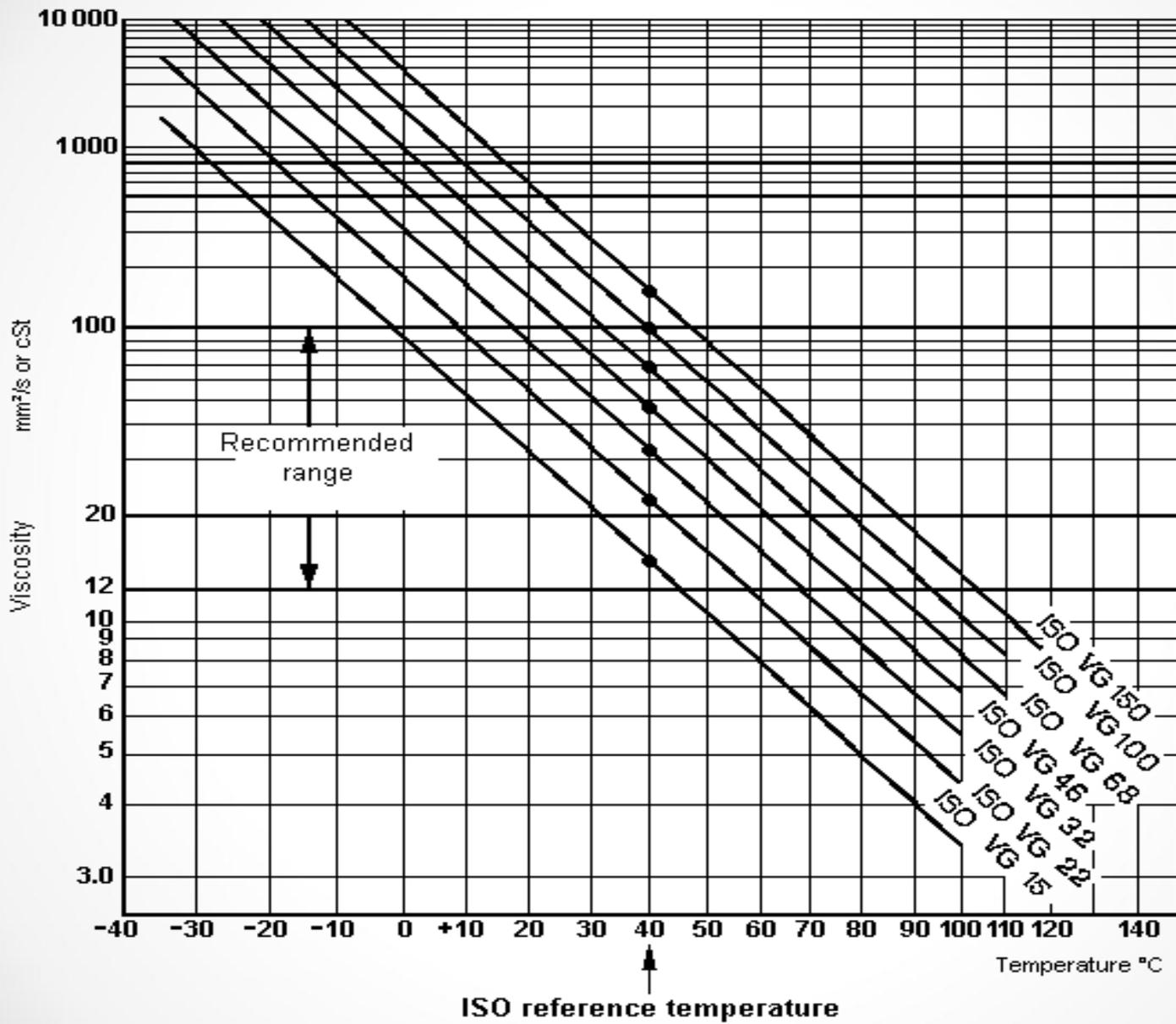
## Les propriétés (additifs)

Cemeq p. 1.20-1.26

- Huile hydraulique et viscosité



*Steel balls of equal weight dropped into test tubes filled with motor oils fall at different rates. Their rate of fall depends on the viscosity of the oil. The ball travelling through the light SAE 20 oil has travelled farthest, while the ball in the heavy SAE 50 has travelled least.*





24

5240

6479

BRIGON 223

L35934

VOLVO  
P314000



# Notions générales, système international (si)

## Masse

L`unité légale pour la masse est le **kilogramme (kg)**

-Quand nous parlons du poids d`une personne

En réalité nous parlons de sa **masse**.

# poids

Le poids d'un corps, est égale au produit de sa **masse** par l'accélération Gravitationnel.

Une personne a une masse de 100 kg  
La force qu'il exerce est de 980 newton.  
 $100 \times 9.8 \text{ m/s}^2 = 980 \text{ newton (N)}$

# force

Dans le système métrique la force s'exprime en **newton**

Elle est le produits de la **masse** par

L'accélération gravitationnel de **9.8** mètre

Par seconde au carré.

Une personne a une masse de 100 kg

La force qu'il exerce est de 980 newton.

- $100 \times 9.8 \text{ m/s}^2 = 980 \text{ newton}$

# Le travail

Le travail se définit par l'application d'une

**Force** par une **distance**

L'unité est le **joule**

Le joule est le travail produit par force de 1 newton qui se déplace de 1 mètre.

# Travail Le joule

Le **joule** est le travail produit par une  
Force de **1 newton** qui se déplace  
De **1 mètre**

**1 joule = 1 newton mètre**

# Puissance (w)

La puissance est le travail exécuté dans  
L`unité de temps

L`unité est **watt** son symbole est **W**

Le watt est la puissance de 1 joule par  
seconde

**KW** vaut 1000 watt

# La puissance

Une puissance implique trois facteurs  
FORCE, DISTANCE, TEMPS

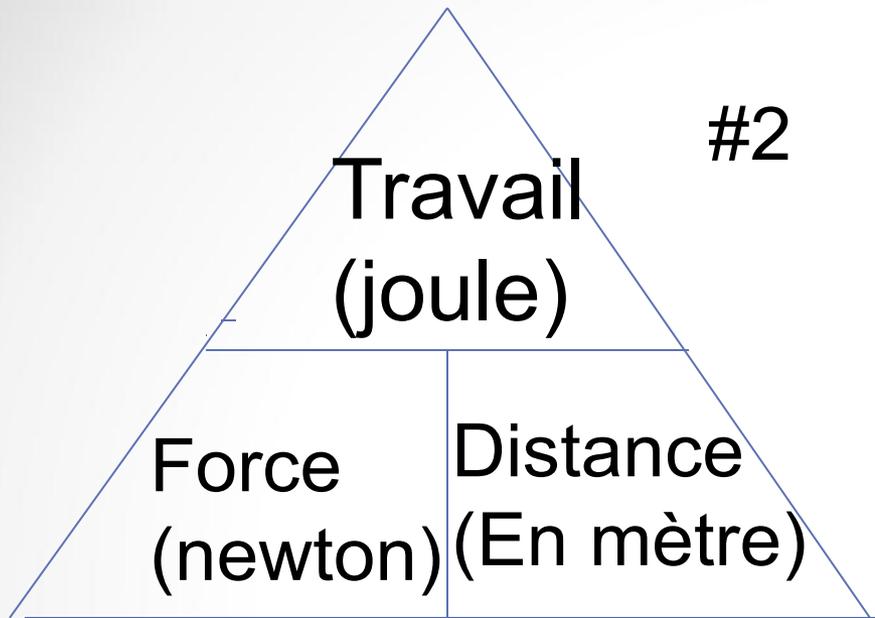
P Puissance=watt

F force en newtons

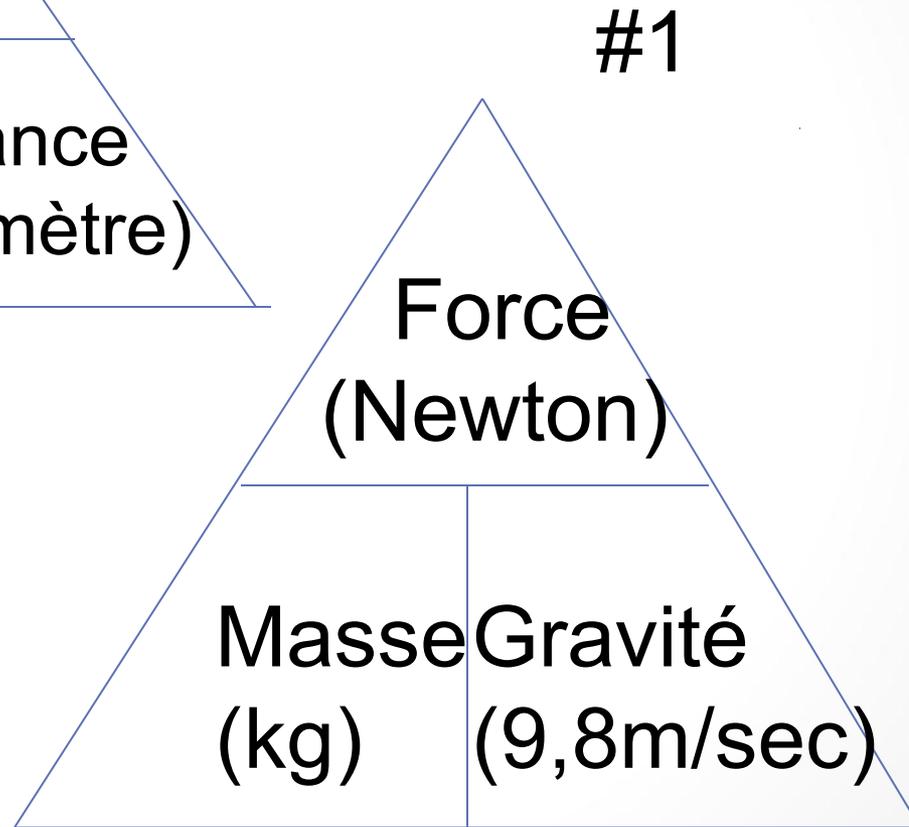
d distance parcourue ou à parcourir  
mesurée en mètres

t temps exprimé en seconde

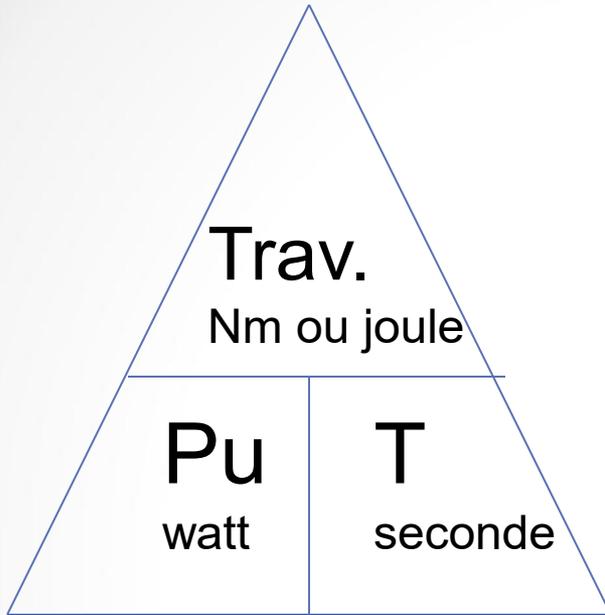
L`unité est le Le watt



travail

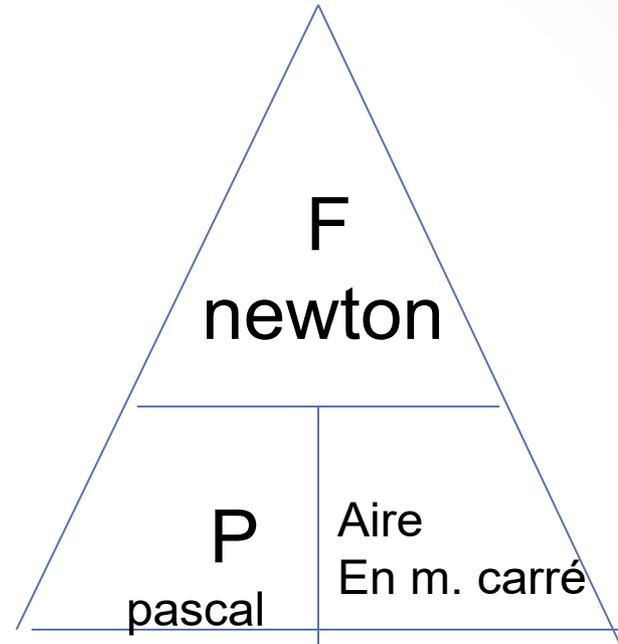


force



puissance

$$P = \frac{f \times d}{t}$$

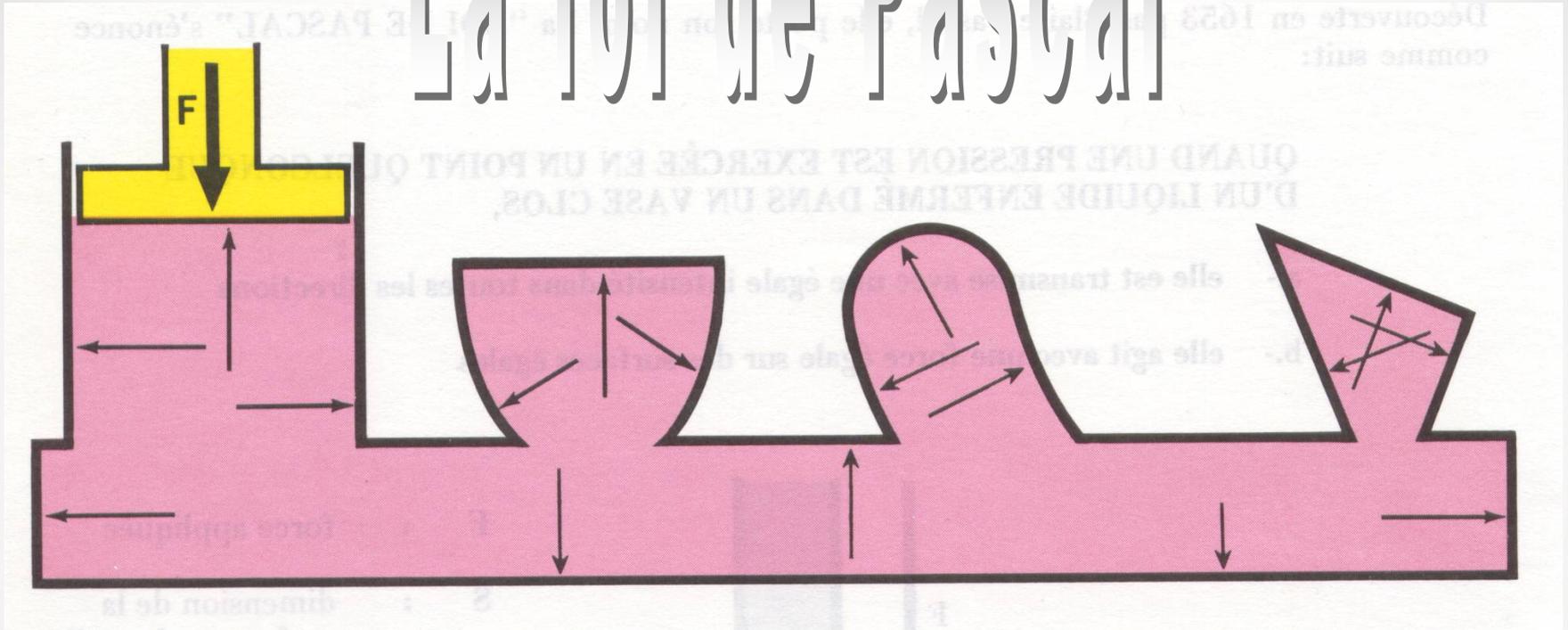


pression

# La loi de Pascal



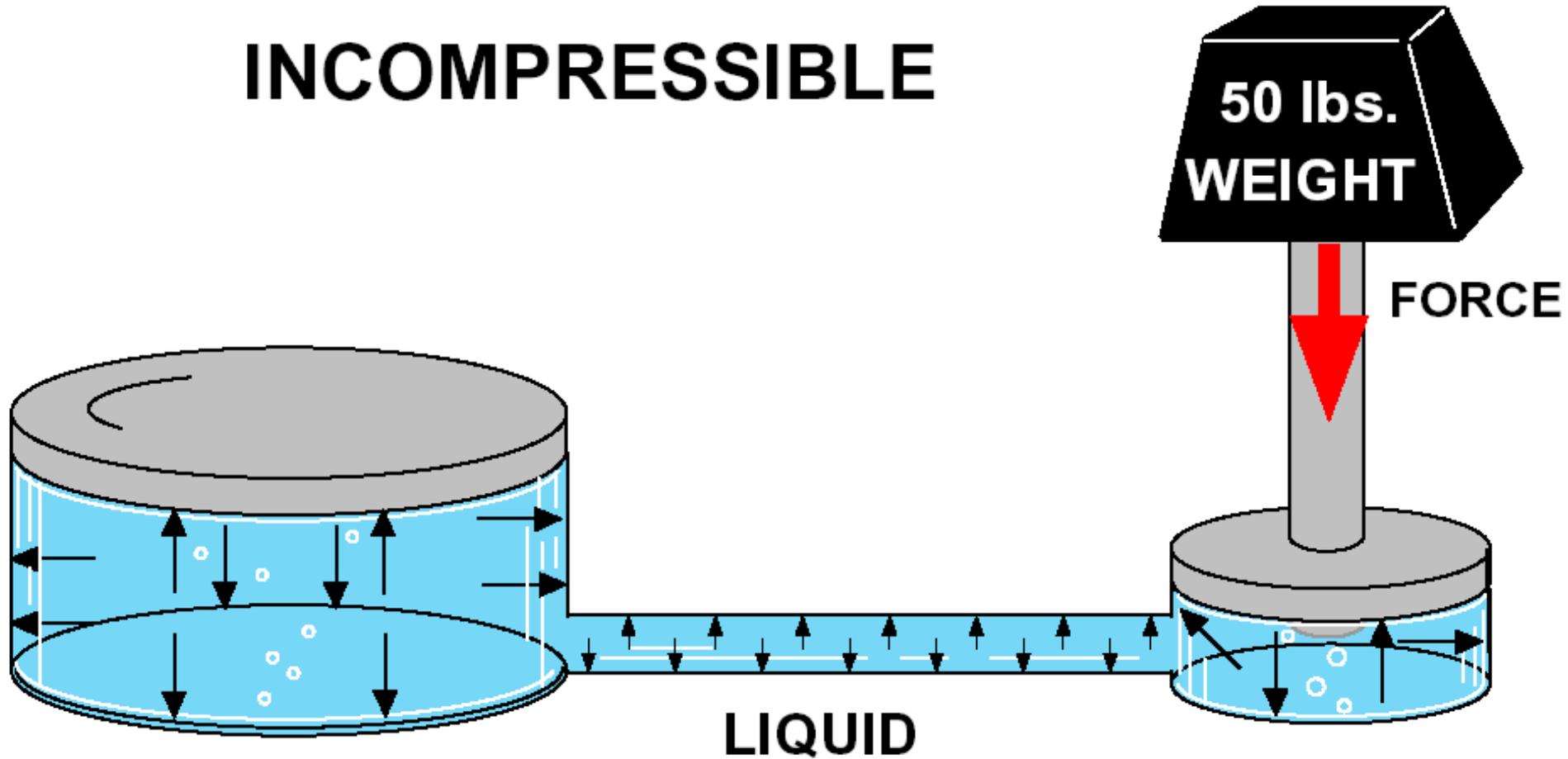
# La loi de Pascal



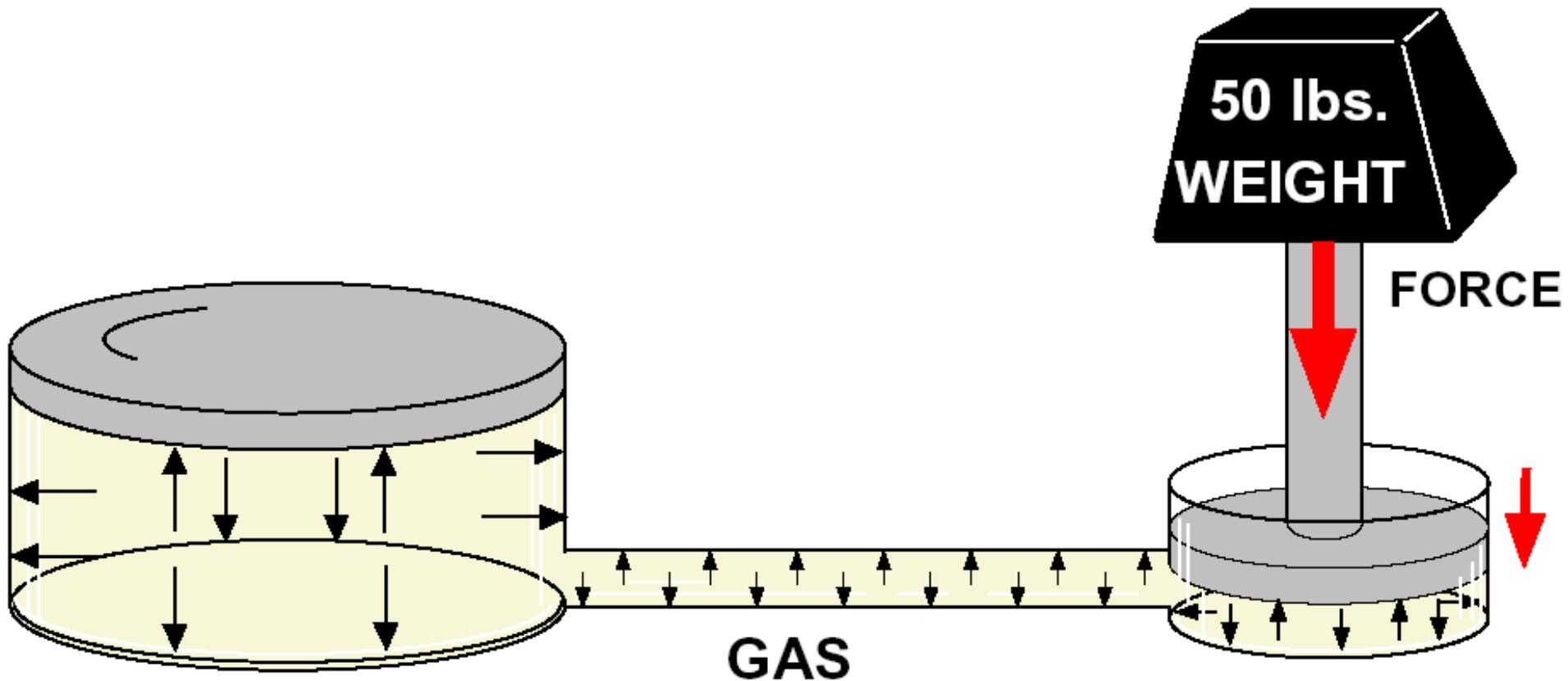
La pression exercée sur un liquide confiné dans un vase clos, est transmise également dans toutes les directions avec une force égale sur une surface égale.

**N.B.:** Tous les fluides, gazeux ou liquides sont soumis à cette loi.

# INCOMPRESSIBLE



Le liquide est incompressible, certaines substances occupent moins d'espace quand elles subissent l'effet de la pression. Le liquide occupe la même espace ou volume avec ou sans l'effet de la pression.



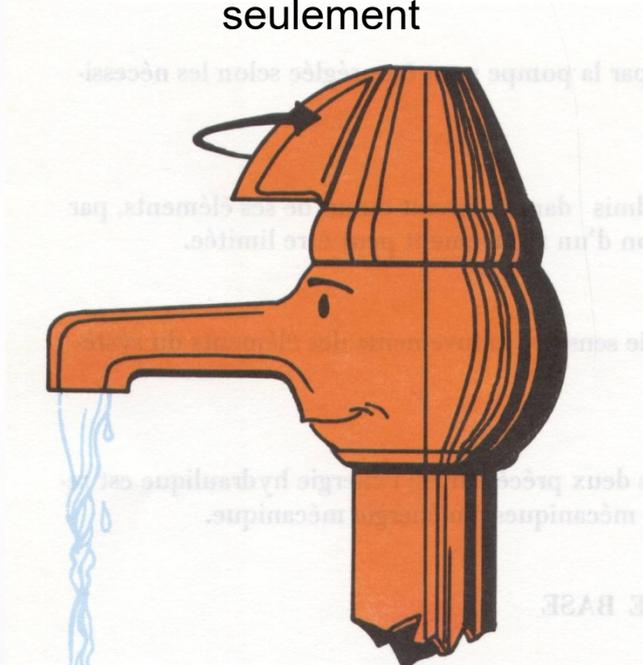
Quant au gaz, il est compressible. Quand un gaz subit une pression, il occupe moins d'espace donc son volume diminue. L'espace qu'occupait le gaz est remplacée par un objet ( le piston).

# LE DÉBIT

Voyons ce qu'est le "DÉBIT"

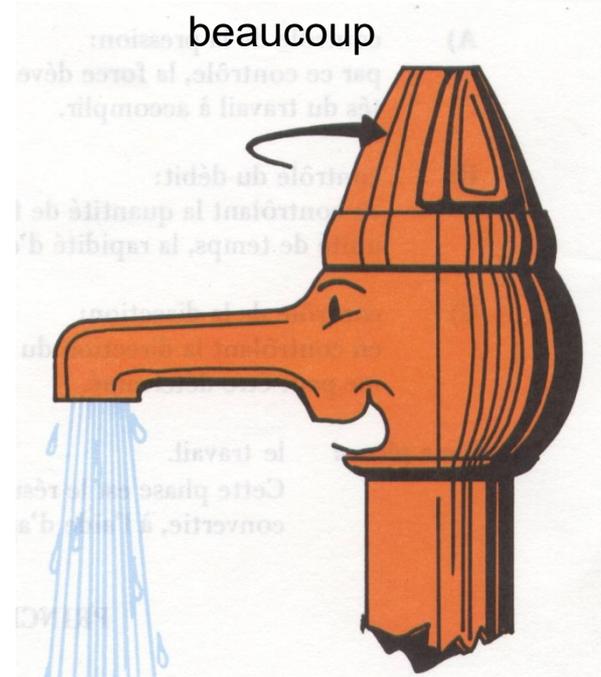
Ouvrons le robinet de la cuisine:

Un petit peu  
seulement



Le robinet laisse couler un mince filet d'eau, un "PETIT DÉBIT" OU "DÉBIT LENT"

Maintenant ouvrons le  
beaucoup



L'eau s'échappe à grand flots, un "GRAND DÉBIT" ou "DÉBIT RAPIDE"

# LE DÉBIT

Le rôle du débit dans un système:

- Véhiculer l'énergie d'un endroit à l'autre.

Qu'est-ce que le débit ?

- Le débit est une quantité de fluide déplacé dans un moment déterminé.

- Le débit donne la vitesse au système.

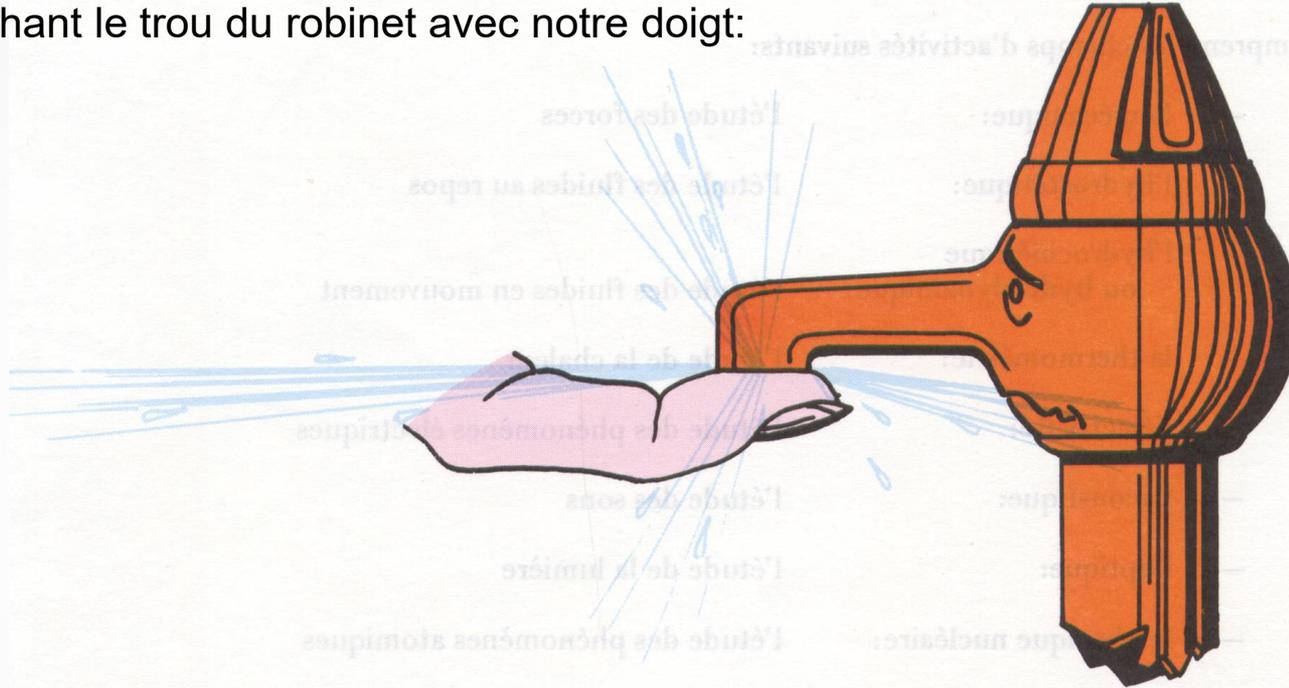
- Plus le débit est grand, plus les composants vont agir rapidement.

Comment exprime-t-on le débit ?

- Le débit est exprimé en litres par minute (LPM) dans le SI. Ou en gallons par minute (GPM) dans le système IMP.

# LA PRESSION

Reprenons notre robinet de tout à l'heure et essayons d'arrêter l'écoulement de l'eau en bouchant le trou du robinet avec notre doigt:



Nous apercevons que l'eau pousse sur notre doigt et parvient en écartant notre peau du robinet, à s'échapper dans tous les sens. Cette poussée que nous ressentons nettement est ce qu'on appelle "LA PRESSION".

**LA PRESSION EST DONC CRÉE PAR LA RÉSISTANCE À L'ÉCOULEMENT DE L'EAU.**

# LA PRESSION

-Le rôle de la pression dans un système est de lui procurer de la force.

-Qu'est que la pression?

-La pression est une force appliquée à une unité de surface.

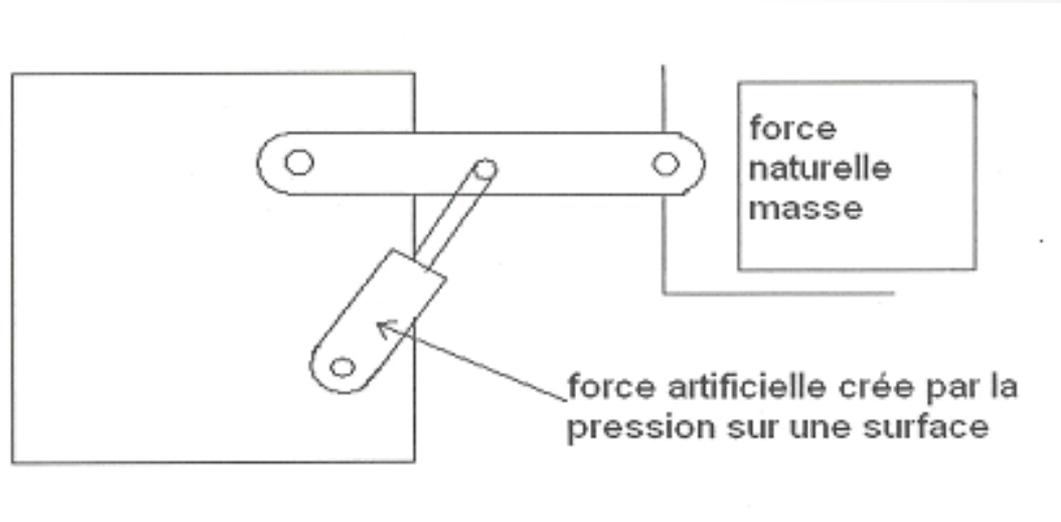
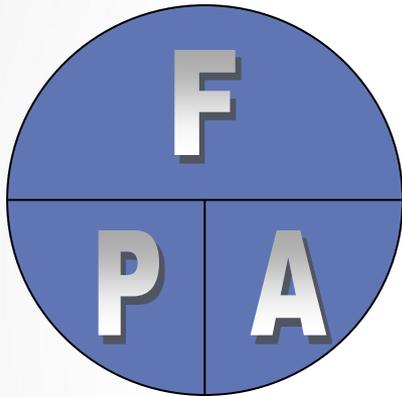
-Une pompe hydraulique ne produit pas de pression, c'est la charge ou la résistance à l'écoulement qui crée la pression.

-Comment est exprimée la pression ?

-La pression est exprimée en lb/po<sup>2</sup>, en Pa, en Bar en kg/cm<sup>2</sup>.

# LA FORCE ARTIFICIELLE

La force artificielle est la force créée par la pression hydraulique sur une surface dans le but de soulever la masse, donc combattre la force naturelle.

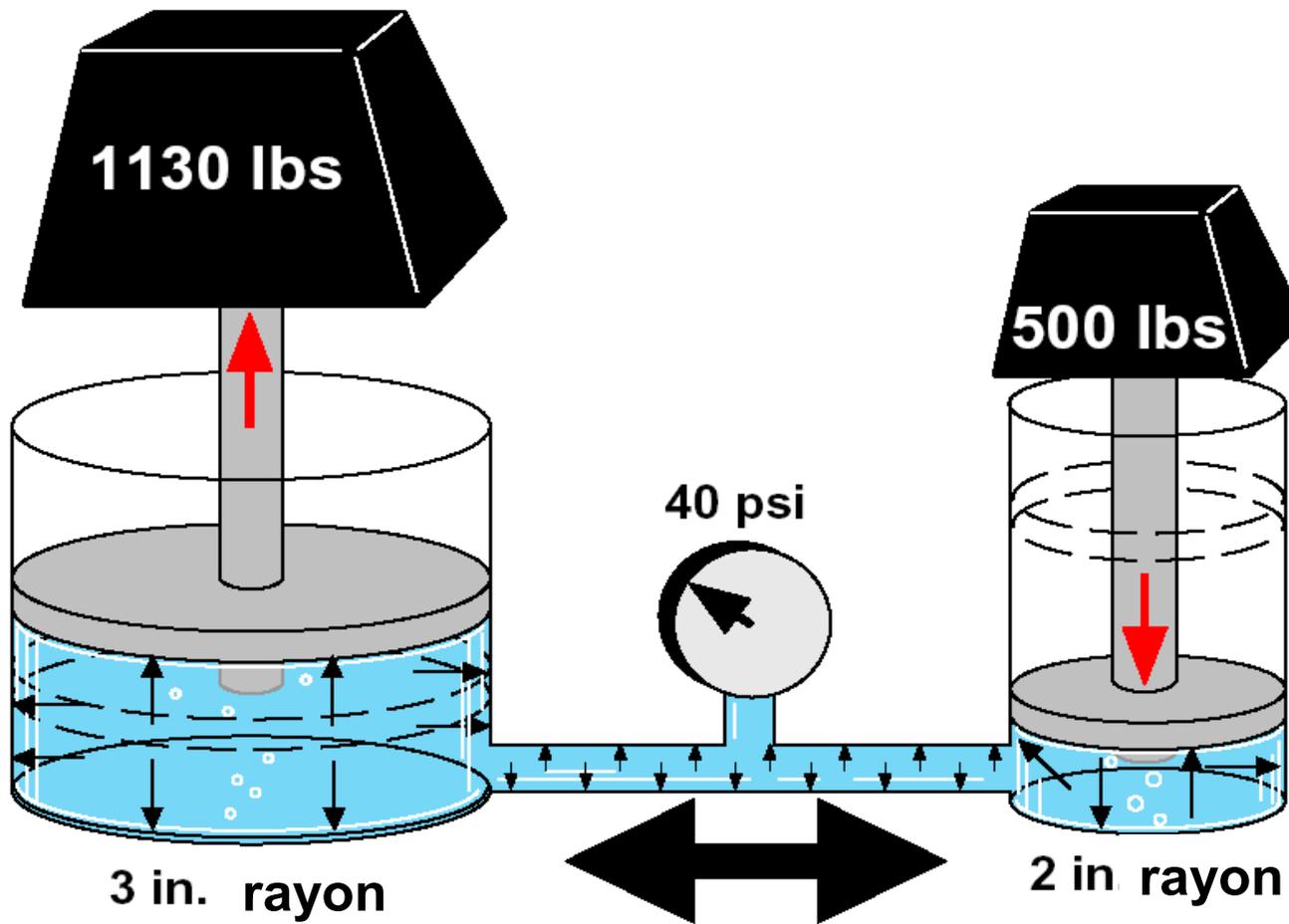


Où

F = Force en lb ou en Newtons (9.81N/Kg)       $F = P \times A$

P = Pression en psi ou en Pa       $P = F / A$

A = Aire en po<sup>2</sup> ou en m<sup>2</sup>       $A = F / P$



$$P = ?$$

$$F = 500 \text{ lb}$$

$$A = D^2 \times .7854$$

$$A = 4^2 \times .7854 = 12.56 \text{ po}^2$$

$$P = F/A = 500 \text{ lb} / 12.56 \text{ po}^2$$

$$P = 39.79 \text{ psi.}$$

Force développée par la pression.

$$F = P \times A$$

$$P = 39.79 \text{ psi}$$

$$A = 6^2 \times .7854 = 28.27 \text{ po}^2$$

$$F = 39.79 \times 28.27$$

$$F = 1124.86 \text{ lb}$$

Dans cette exemple, la force du poids de 500 livres agissant sur le piston de 4 po crée une pression d'environ 40psi. Cette même pression de 40psi agissant sur le piston de 6 po supporte le poids de 1130 livres.



# LA PRESSION

Le rôle de la pression dans un système:

-Elle procure une force au système ( $F = P \times A$ )

Qu'est-ce que la pression ?

-La pression est une force appliquée à une unité de surface ( $P=F/A$ )

Comment exprime-t-on la pression ?

-La pression est exprimée en lb/po<sup>2</sup> (PSI = pound square inch), en Pa (kPa Mpa), en Bar, en Kg/cm<sup>2</sup>.

À titre d'exemple, la figure 1.18 représente un clapet commandé par ressort, où

- le  représente le siège de la valve;
- le cercle  symbolise le clapet ou la valve;
- le trait en zigzag  représente un ressort (la force du ressort est souvent indiquée.)

L'ensemble donne un clapet retenu par un ressort.

Figure 1.18 Clapet de retenue

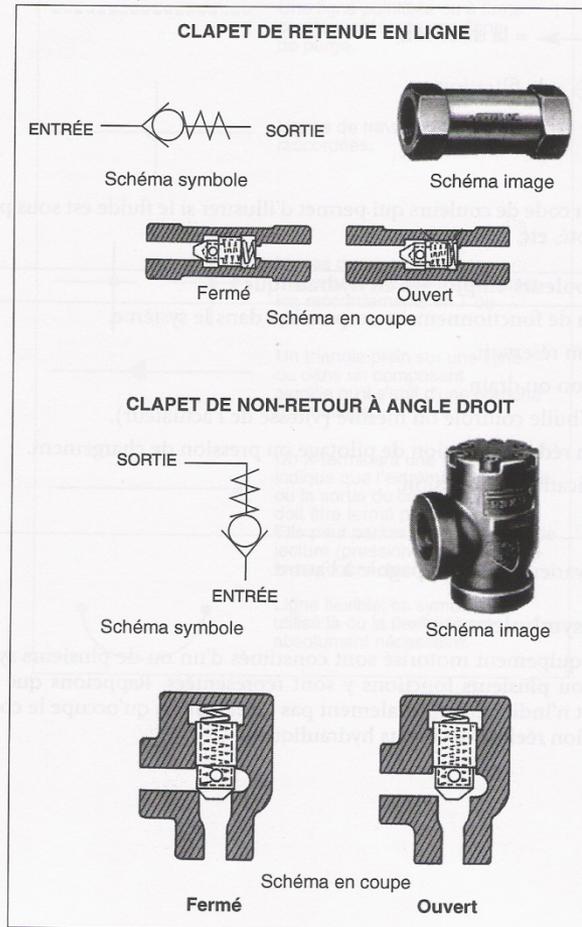


Figure 1.19 Symboles à base de lignes

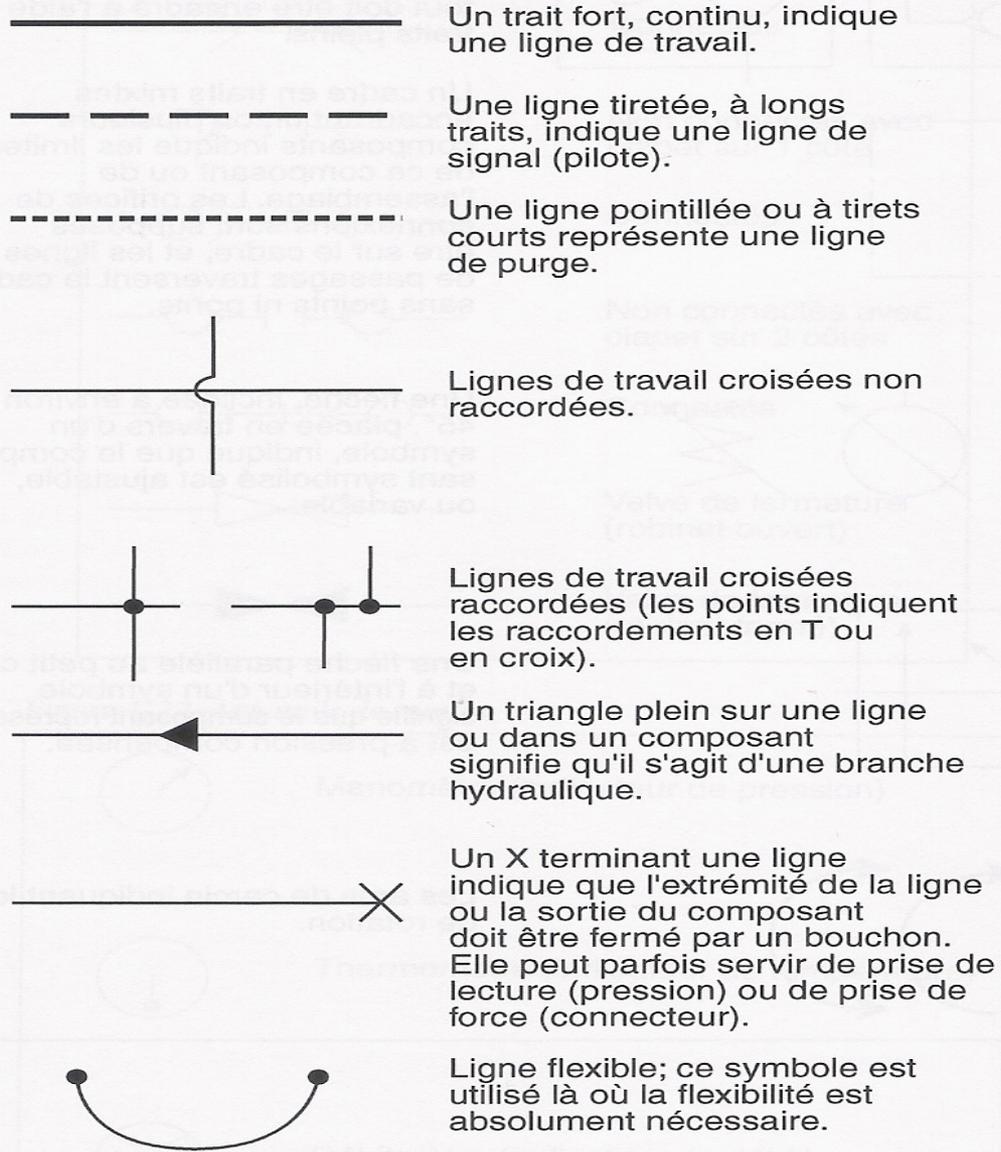
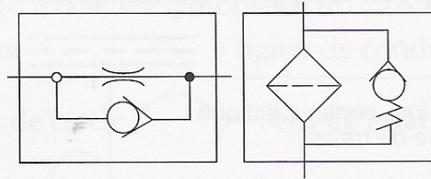


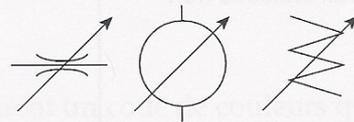
Figure 1.20 Symboles à base de traits et de lignes



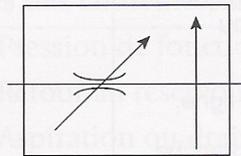
Lorsque, dans un même corps, il y a différents composants, le tout doit être encadré à l'aide de traits pleins.



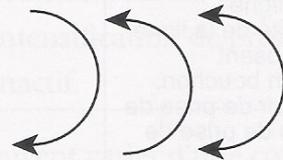
Un cadre en traits mixtes encadrant un ou plusieurs composants indique les limites de ce composant ou de l'assemblage. Les orifices de connexions sont supposés être sur le cadre, et les lignes de passages traversent le cadre sans points ni ponts.



Une flèche, inclinée à environ 45°, placée en travers d'un symbole, indique que le composant symbolisé est ajustable, ou variable.



Une flèche parallèle au petit côté et à l'intérieur d'un symbole signifie que le composant représenté est à pression compensée.



Les arcs de cercle indiquent le sens de rotation.

Figure 1.21 Passage

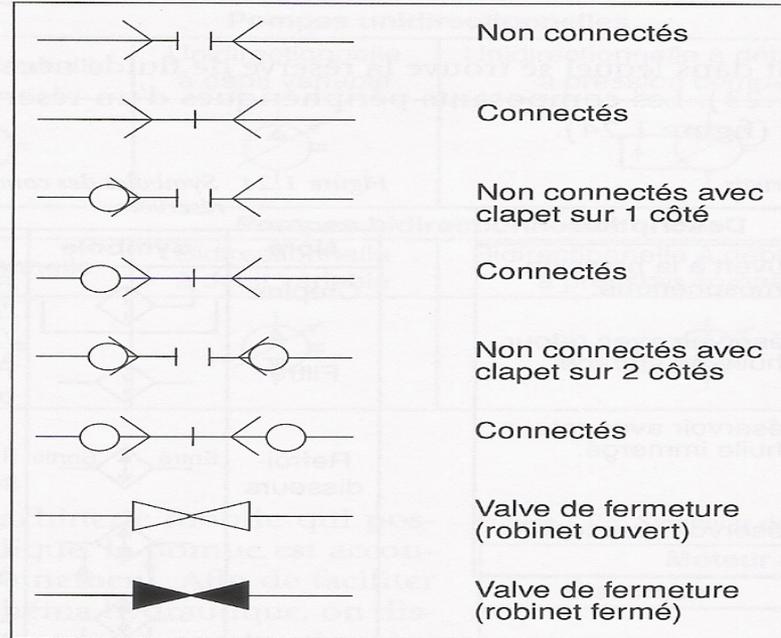


Figure 1.22 Appareils de mesure

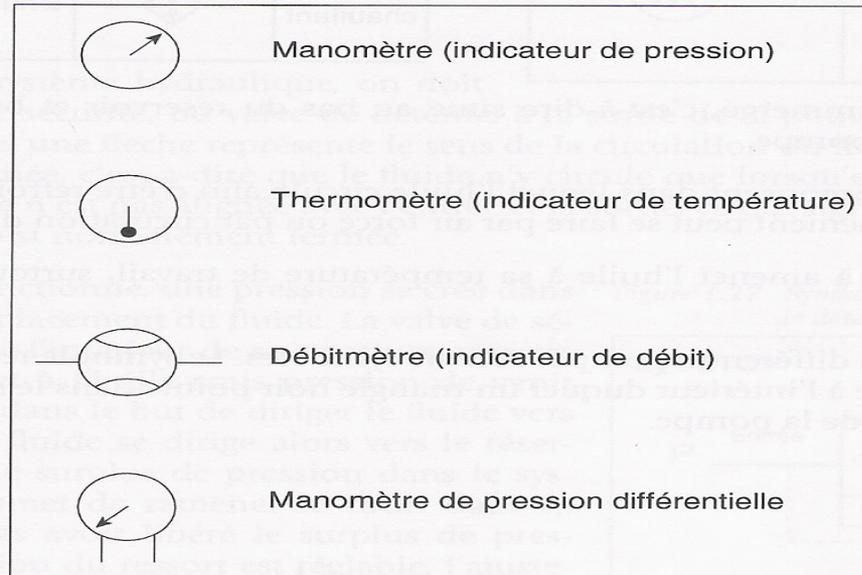
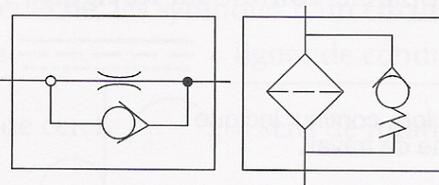
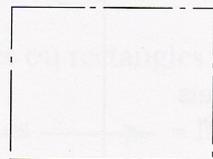


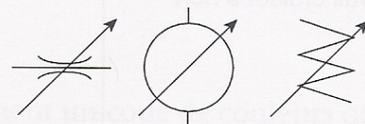
Figure 1.20 Symboles à base de traits et de lignes



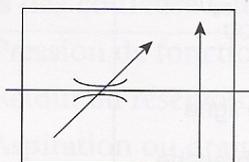
Lorsque, dans un même corps, il y a différents composants, le tout doit être encadré à l'aide de traits pleins.



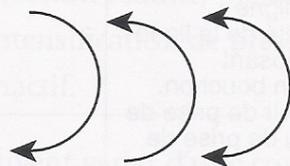
Un cadre en traits mixtes encadrant un ou plusieurs composants indique les limites de ce composant ou de l'assemblage. Les orifices de connexions sont supposés être sur le cadre, et les lignes de passages traversent le cadre sans points ni ponts.



Une flèche, inclinée à environ 45°, placée en travers d'un symbole, indique que le composant symbolisé est ajustable, ou variable.



Une flèche parallèle au petit côté et à l'intérieur d'un symbole signifie que le composant représenté est à pression compensée.



Les arcs de cercle indiquent le sens de rotation.

Figure 1.23 Symboles d'un réservoir

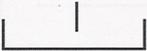
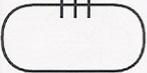
Nom	Symbole	Description
Réservoirs		Ouvert à la pression atmosphérique.
		Réservoir avec retour d'huile en surface.
		Réservoir avec retour d'huile immergé.
		Réservoir pressurisé.

Figure 1.24 Symboles des composants périphériques d'un réservoir

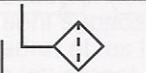
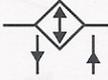
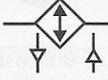
Nom	Symbole	Description
Crépine		Filtre immergé à l'aspiration de la pompe.
Filtre		Filtre sur la ligne de pression ou de retour.
Refroidisseurs	Entré  Sortie	Il refroidit le fluide avant son retour au réservoir.
		L'huile est refroidie à l'eau.
		L'huile est refroidie à l'air.
Élément chauffant		L'huile est réchauffée.

Figure 1.25 Symboles de pompes

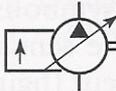
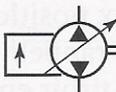
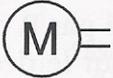
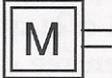
<b>Pompes unidirectionnelles</b>		
Unidirectionnelle	Unidirectionnelle à débit variable	Unidirectionnelle à débit variable, à pression compensée
		
<b>Pompes bidirectionnelles</b>		
Bidirectionnelle	Bidirectionnelle à débit variable	Bidirectionnelle à débit variable, à pression compensée
		





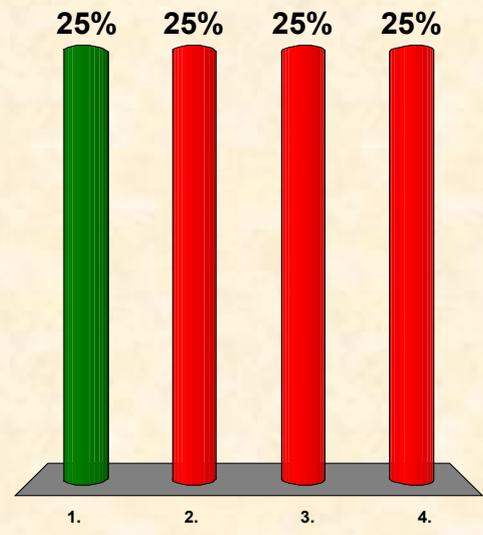
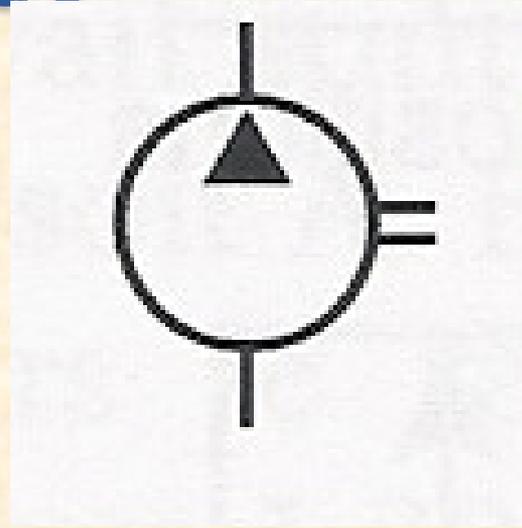
Figure 1.26 Symboles de moteurs d'entraînement

Moteur d'entraînement	
Électrique	À combustion interne
	

# Que représente ce symbole?



1. Pompe hydraulique unidirectionnelle à débit fixe
2. Moteur pneumatique à débit variable
3. Moteur à débit fixe
4. Pompe à pression variable



# Que représente ce symbole?

1. Pompe unidirectionnelle
2. Pompe bidirectionnelle à débit fixe
3. Moteur hydraulique bidirectionnel à débit variable
4. Pompe hydraulique bidirectionnelle à débit variable

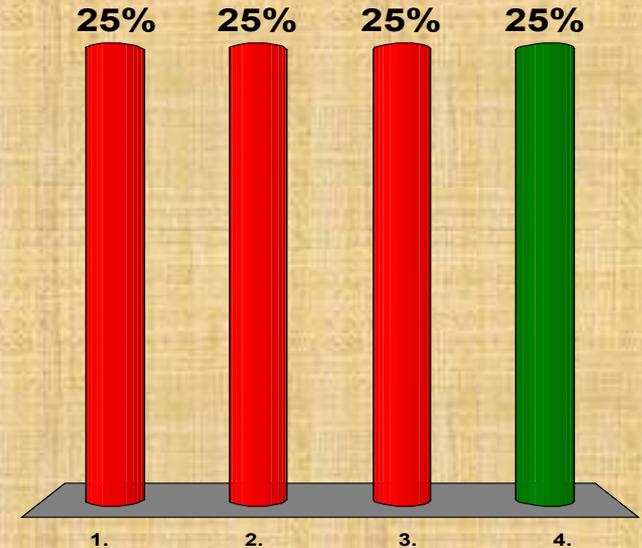
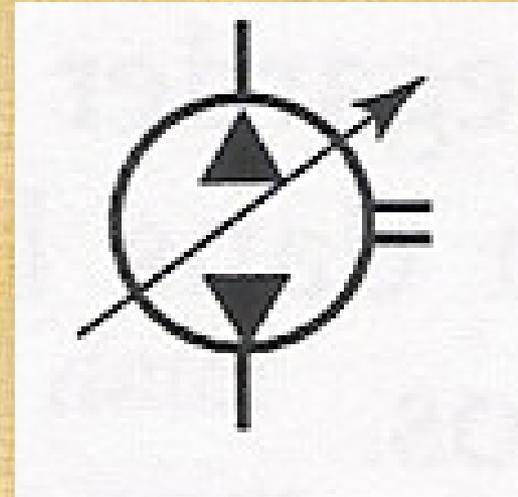
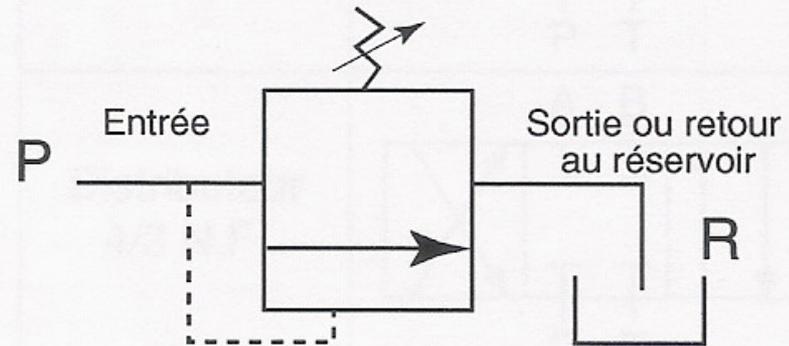


Figure 1.27 Symboles de la valve de sécurité ou de détente

a) CETOP



b) ISO

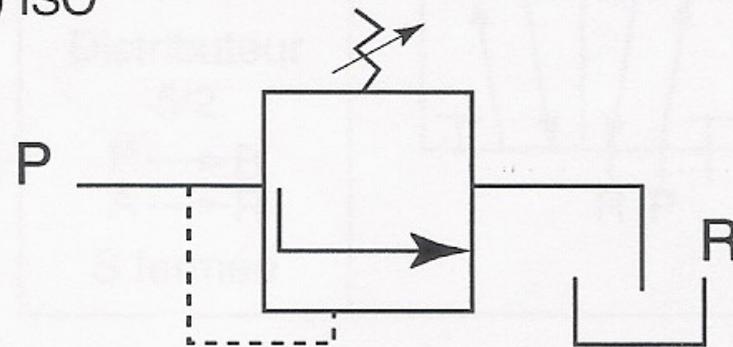


Figure 1.30 Symboles de distributeurs

Distributeur 2/2 N.O.	
Distributeur 2/2 N.F.	
Distributeur 3/2 N.O.	
Distributeur 3/2 N.F.	
Distributeur 3/3 N.F.	
Distributeur 4/2 P → B	
Distributeur 4/3	
Distributeur 4/3 N.F.	
Distributeur 5/2 P → B A → R S fermée	

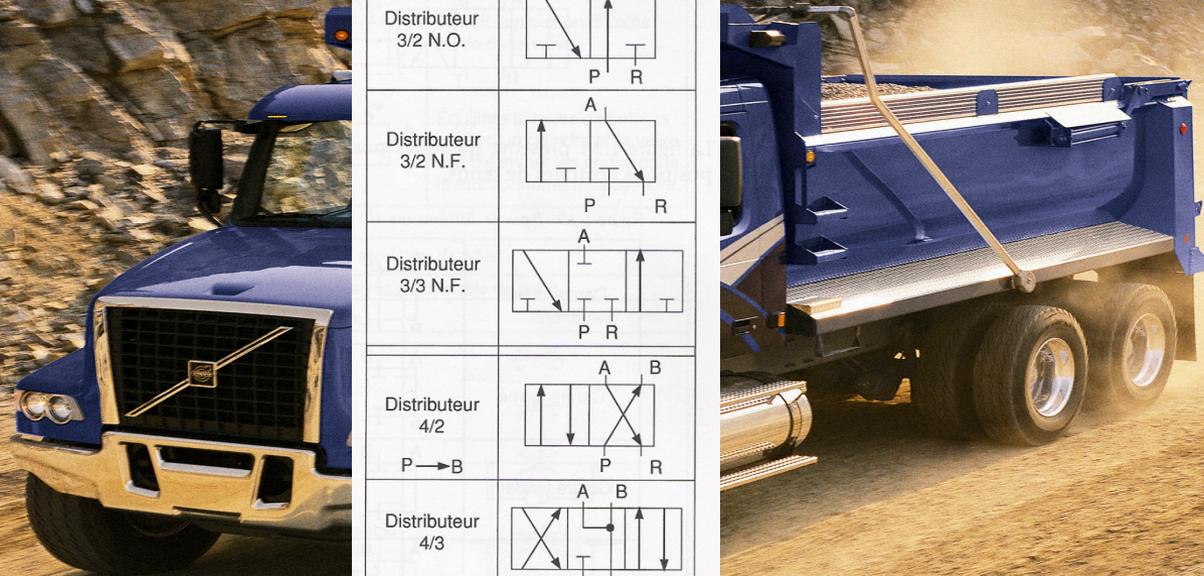
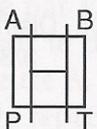
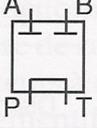
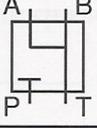


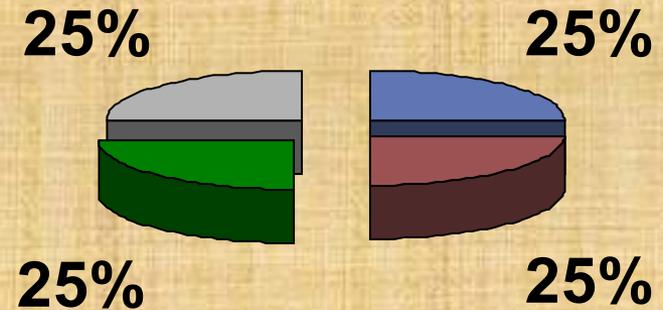
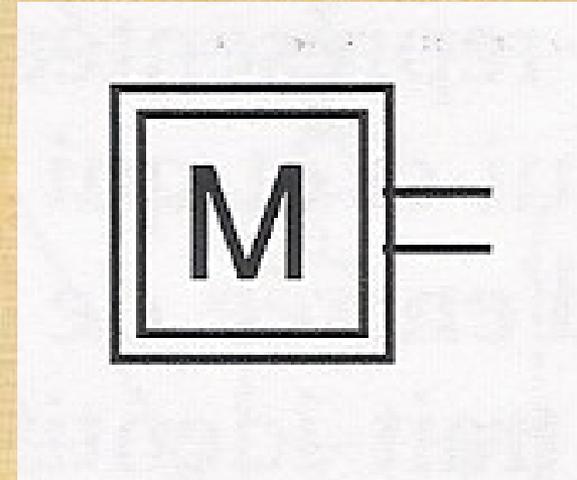
Figure 1.35 Types de distributeurs 4/3

Centre ouvert	
Centre fermé	
Centre tandem	
Centre flottant	
Centre régénération	



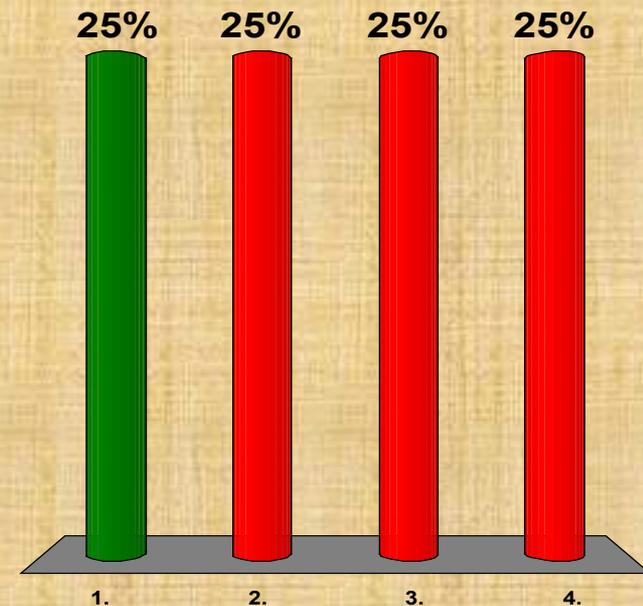
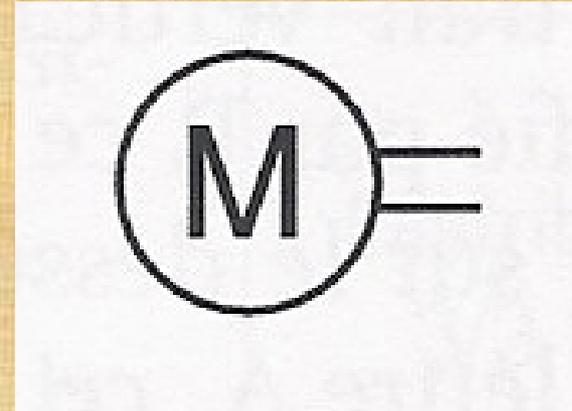
# Que représente le symbole suivant?

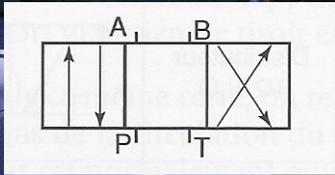
1. Un moteur électrique
2. Un moteur mécanique
3. Un moteur à combustion interne
4. Un moteur anglais

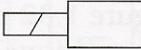
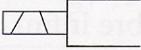
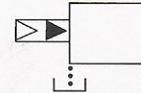


# Que représente le symbole suivant?

- ✓ 1. Moteur électrique
- 2. Moteur mécanique
- 3. Pompe mécanique
- 4. Pompe électrique

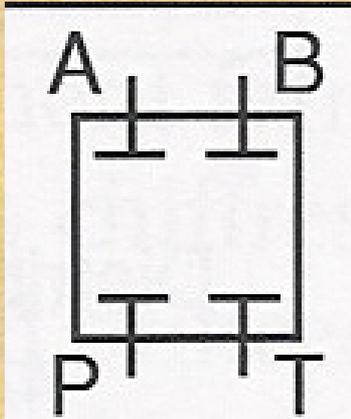




<b>Force électrique</b>	
Solénoïde (simple bobinage)	
Solénoïde (double bobinage)	
<b>Pression hydraulique</b>	
Par pilotage	
<b>Pression pneumatique</b>	
Pilotage par pression	
Pilotage par dépression	
<b>Force combinée</b>	
Électrique ou hydraulique	
Électrohydraulique	
Pilotage pneumatique et centrage par ressort	
Commande hydropneumatique à 2 étages, retour d'huile de pilotage externe	

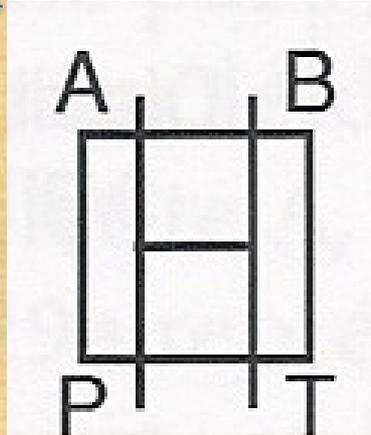


Quel est le nom du centre représenté par le symbole suivant?



- 5% 1. Ouvert
- 5% 2. Tandem
- 5%  3. Fermé
- 5% 4. Flottant
- 5%

Quel est le nom du centre représenté par le symbole suivant?



1. Fermé

25%



2. Ouvert

25%

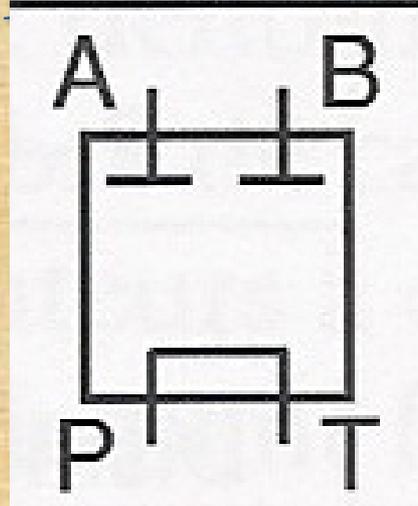
3. Tandem

25%

4. Régénération

25%

Quel est le nom du centre représenté par le symbole suivant?



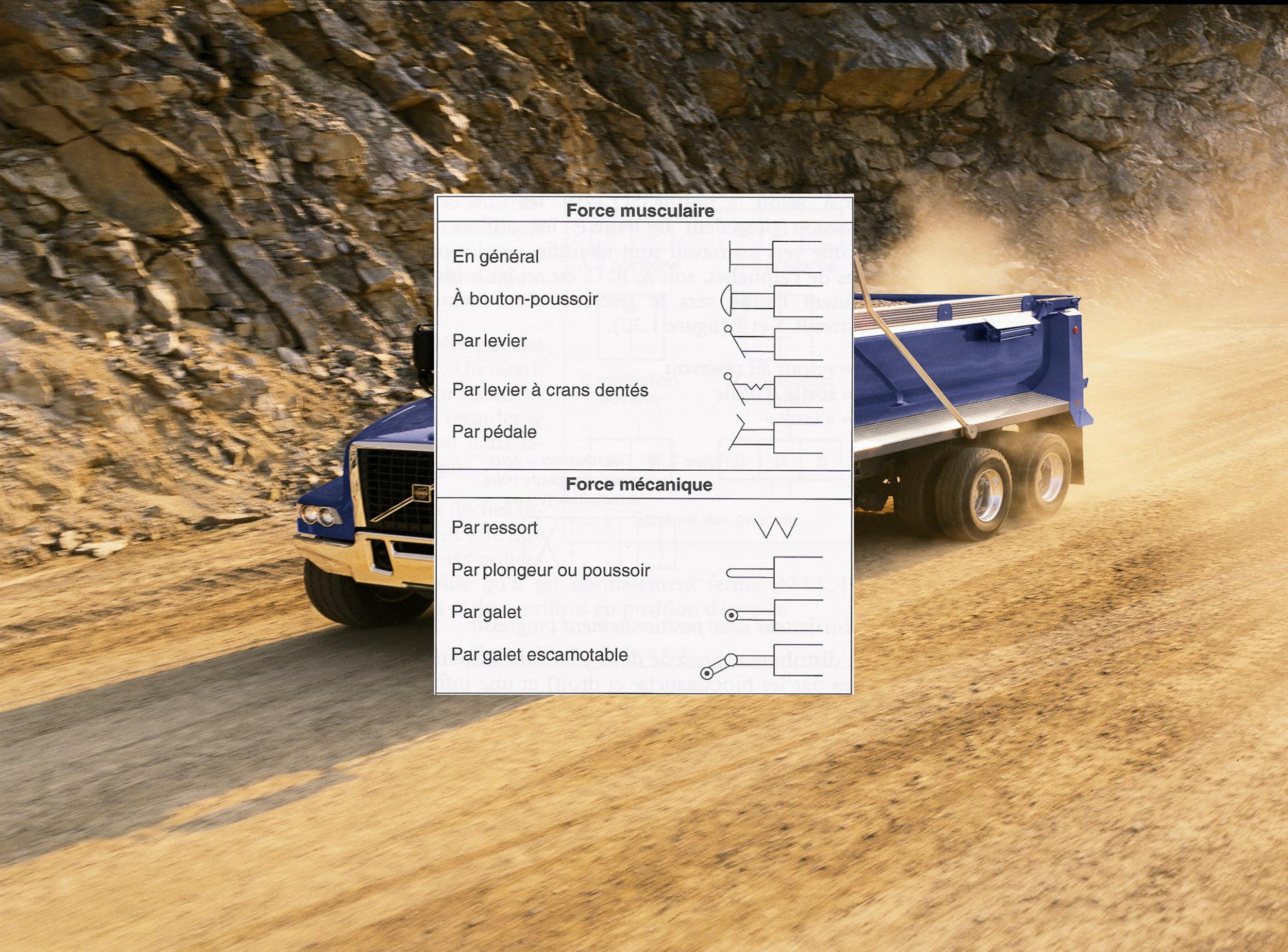
- ➔ 1. Tandem
- 2. Fermé
- 3. Ouvert
- 4. Régénération

25%

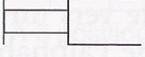
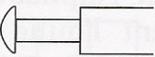
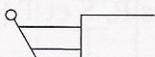
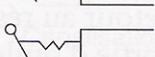
25%

25%

25%



**Force musculaire**

- En général 
- À bouton-poussoir 
- Par levier 
- Par levier à crans dentés 
- Par pédale 

**Force mécanique**

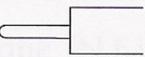
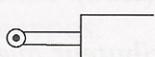
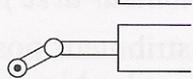
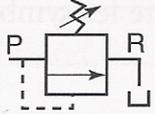
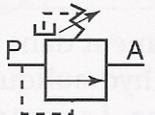
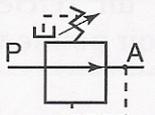
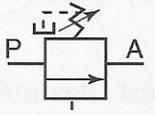
- Par ressort 
- Par plongeur ou poussoir 
- Par galet 
- Par galet escamotable 

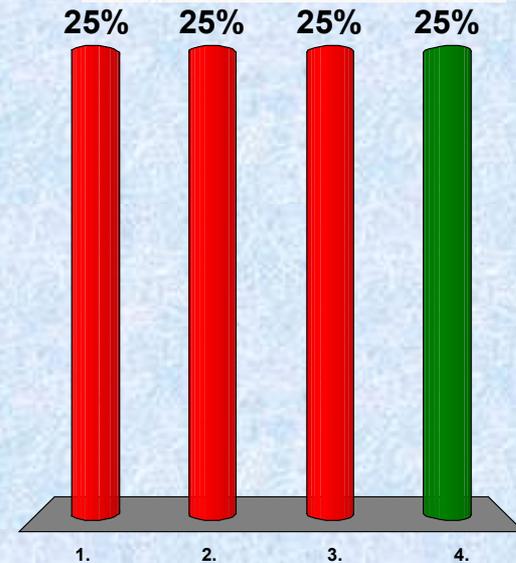
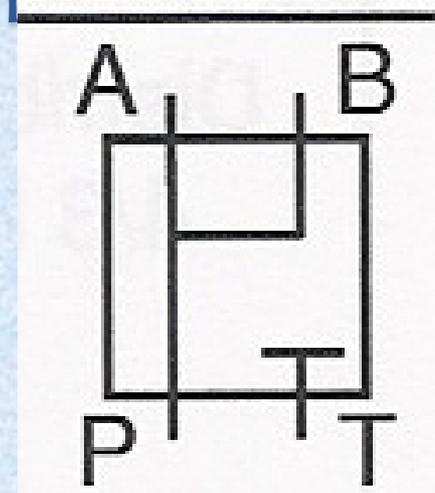
Figure 1.36 Valves de contrôle de pression

Valves de contrôle de pression		
Valve	Symbole	Fonction
Limitation de pression		Limite la pression du circuit; elle sert aussi de valve de sécurité.
Valve de séquence		Ouvre un circuit pour faire un travail dans une séquence.
Valve de réduction de pression		Réduit la pression du côté sortie de la valve.
Valve d'équilibrage		Équilibre la pression entre la sortie d'un cylindre et la valve afin d'éliminer les coups dans le fonctionnement du cylindre.

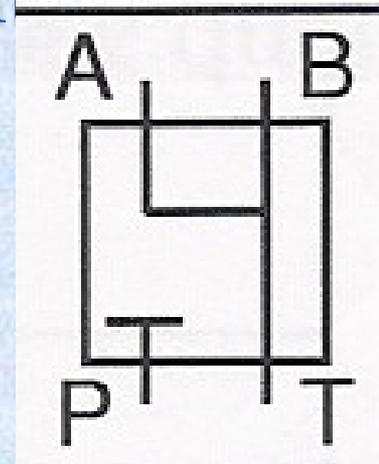


Quel est le nom du centre représenté par le symbole suivant?

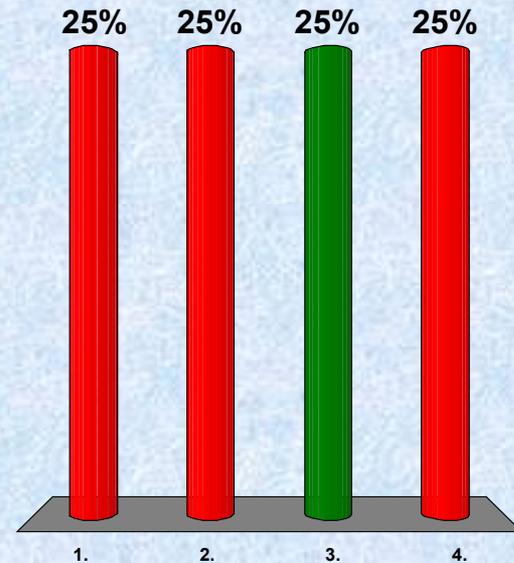
1. Tandem
2. Ouvert
3. Flottant
- 😊 4. Régénération



Quel est le nom du centre représenté par le symbole suivant?



1. Tandem
2. Ouvert
- ✓ 3. Flottant
4. Régénération



### Valves de contrôle de débit

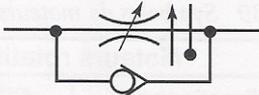
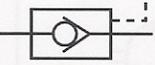
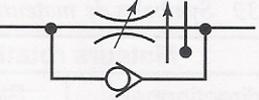
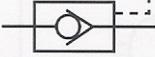
Types de valves	Symboles
Restriction fixe	
Contrôle de débit ajustable	
Contrôle de débit avec clapet non-retour	
Contrôle de débit variable avec clapet non-retour, pression compensée et température compensée	
Clapet non-retour	
Clapet non-retour piloté	



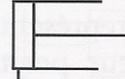
Figure 1.37 Valves de régulation de débit

Valves de contrôle de débit	
Types de valves	Symboles
Restriction fixe	
Contrôle de débit ajustable	
Contrôle de débit avec clapet non-retour	
Contrôle de débit variable avec clapet non-retour, pression compensée et température compensée	
Clapet non-retour	
Clapet non-retour piloté	

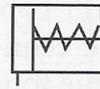


## Vérins hydrauliques

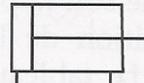
Simple action



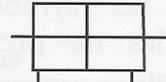
Simple action avec retour par ressort



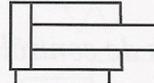
Double action



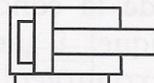
Double action  
Double tige



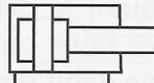
Vérin proportionnel



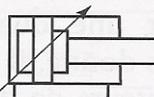
Double action avec amortisseur simple



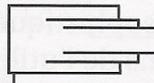
Double action avec amortisseurs doubles



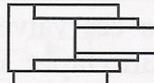
Double action avec amortisseurs doubles ajustables



Télescopique simple action



Télescopique double action

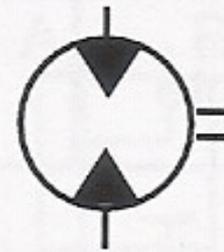
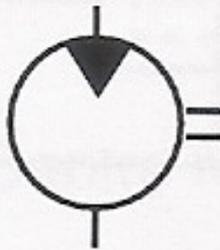


## Moteurs rotatifs

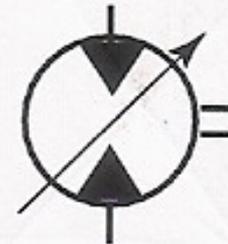
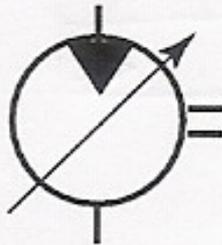
Unidirectionnels

Bidirectionnels

À débit fixe

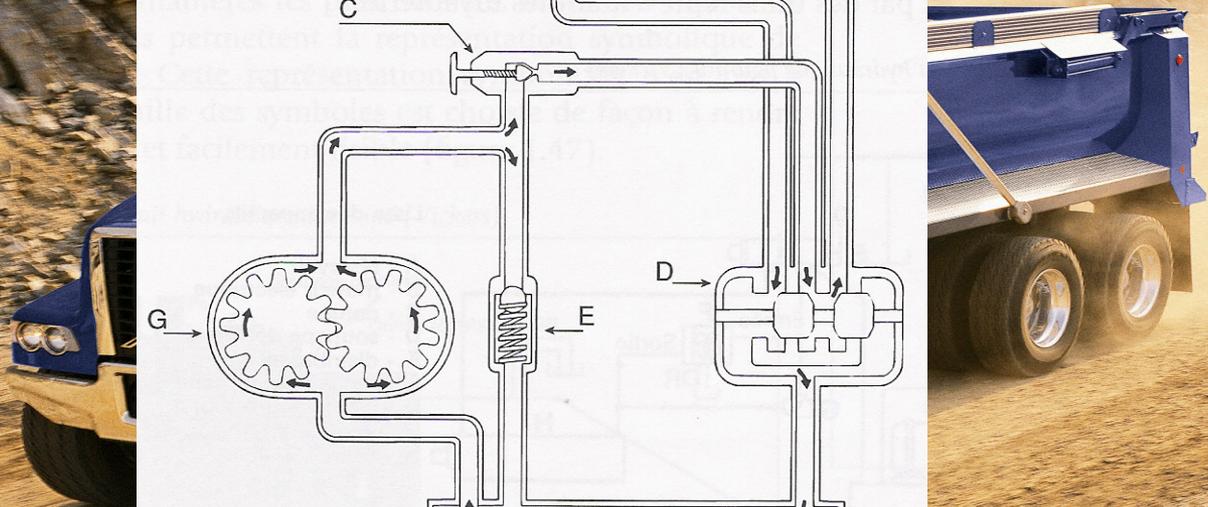
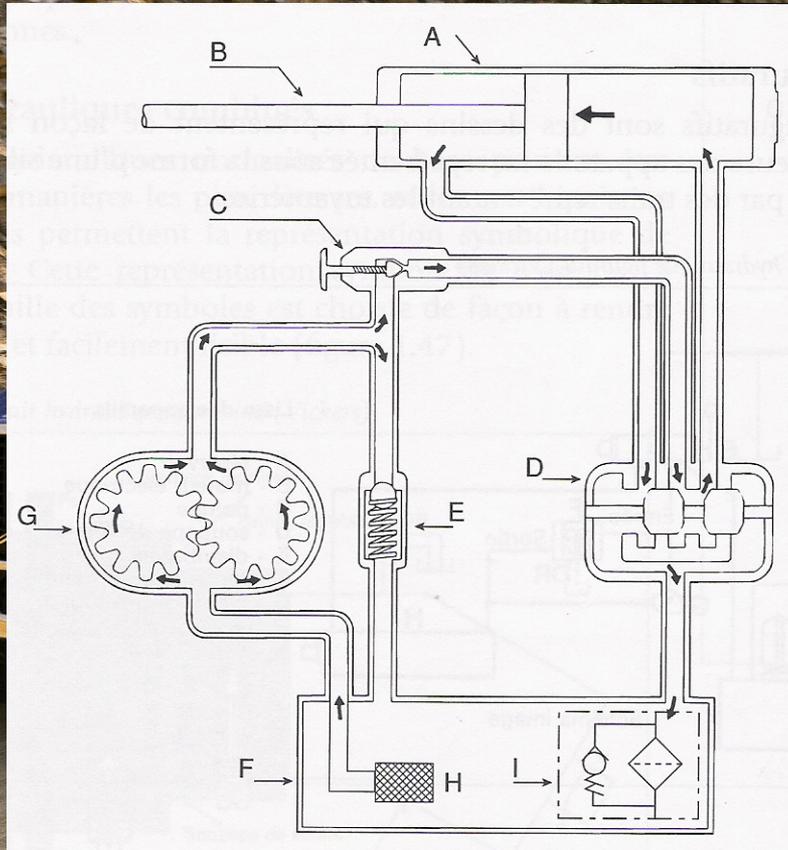


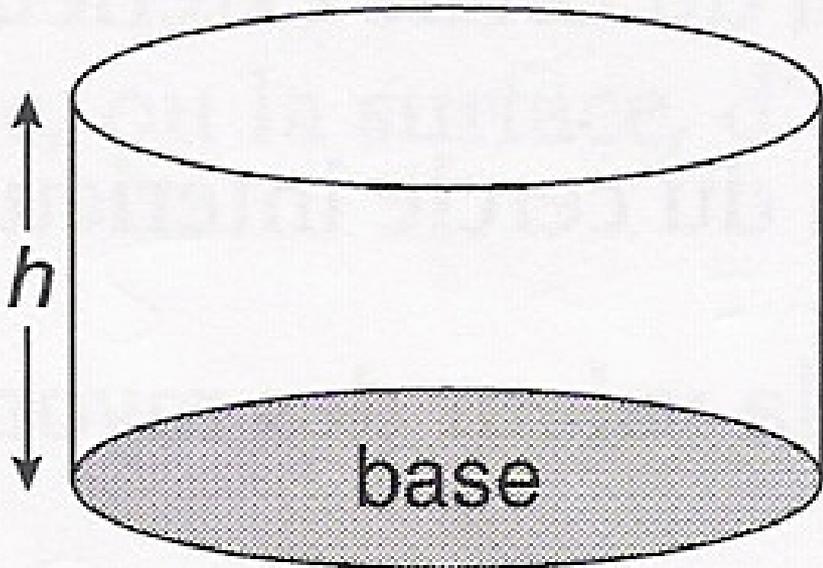
À débit variable



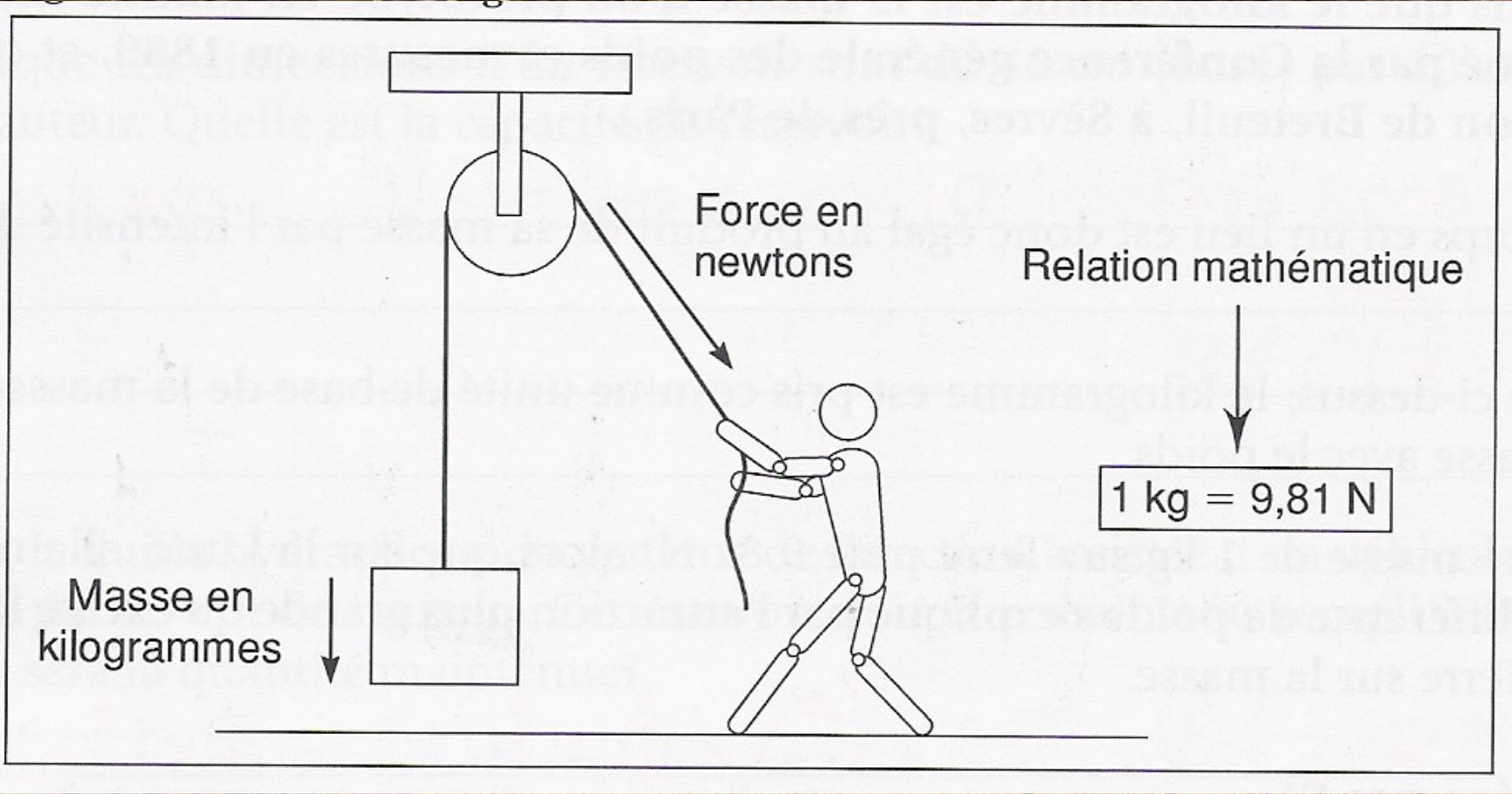


**ACCUMULATEUR**





$$V = \text{Aire de la base} \times h$$



Force en newtons

Relation mathématique

$$1 \text{ kg} = 9,81 \text{ N}$$

Masse en kilogrammes

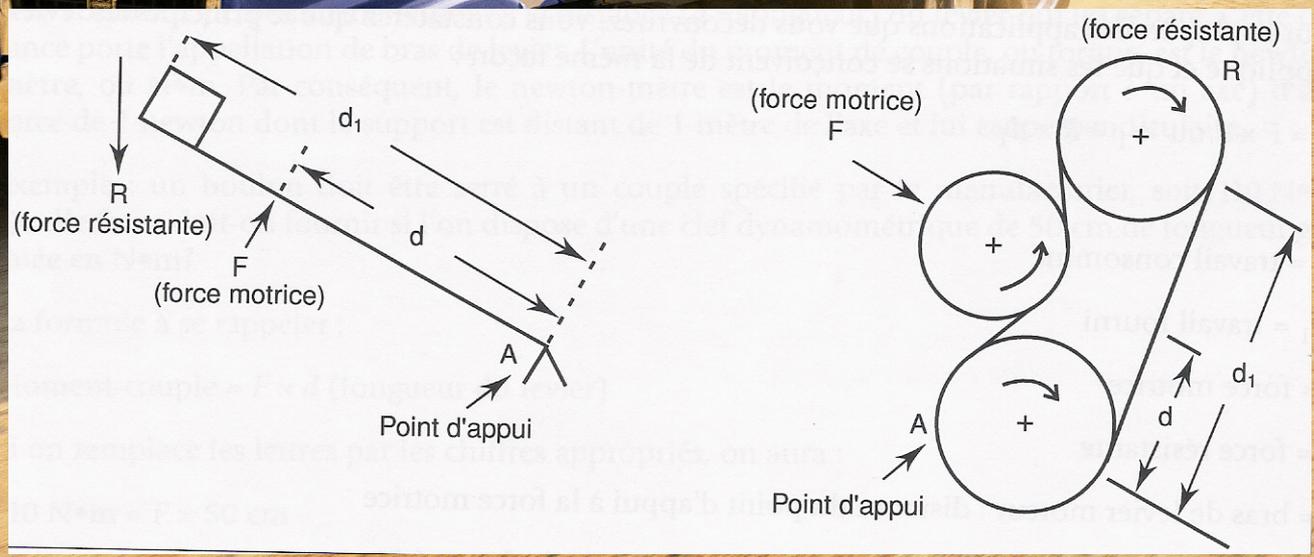
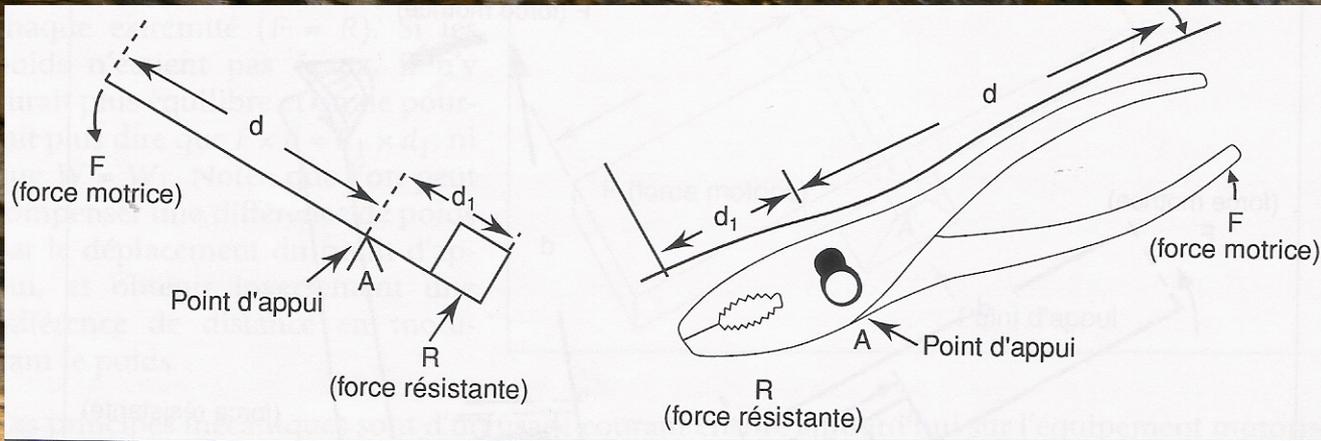
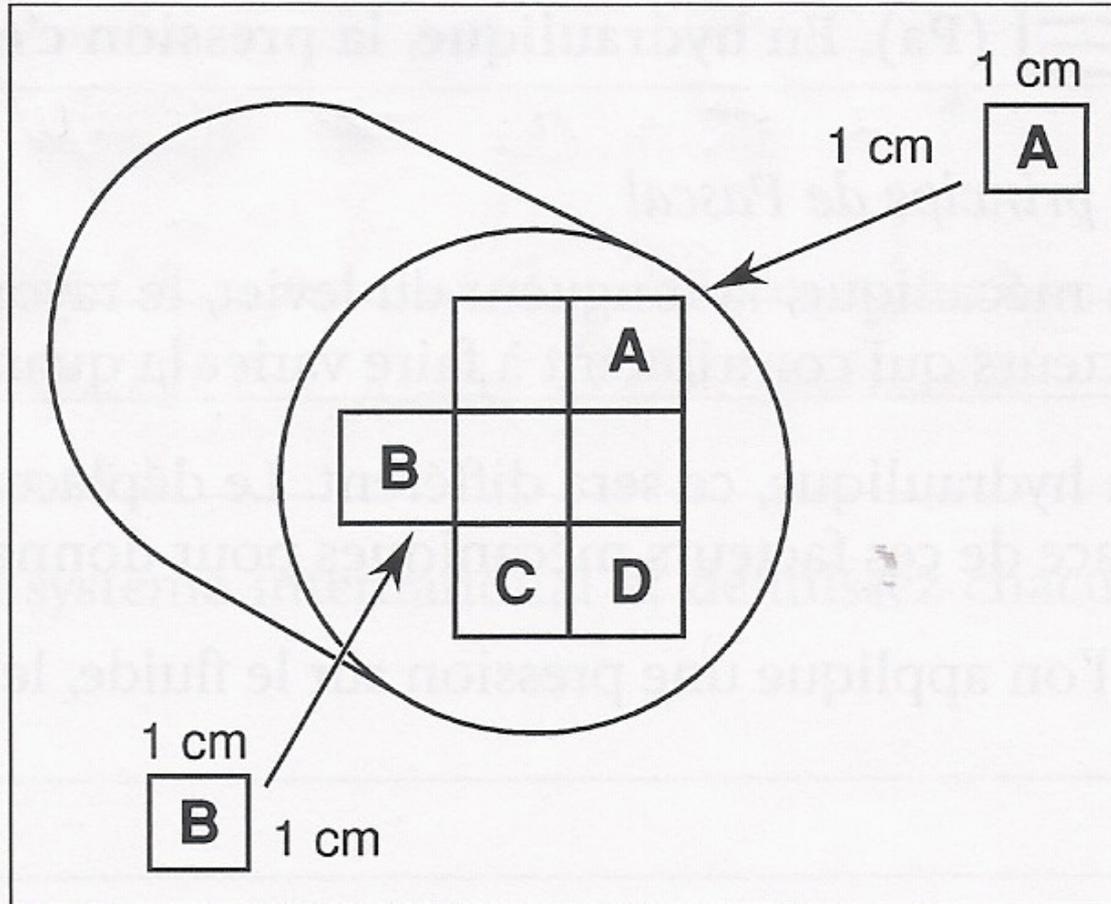
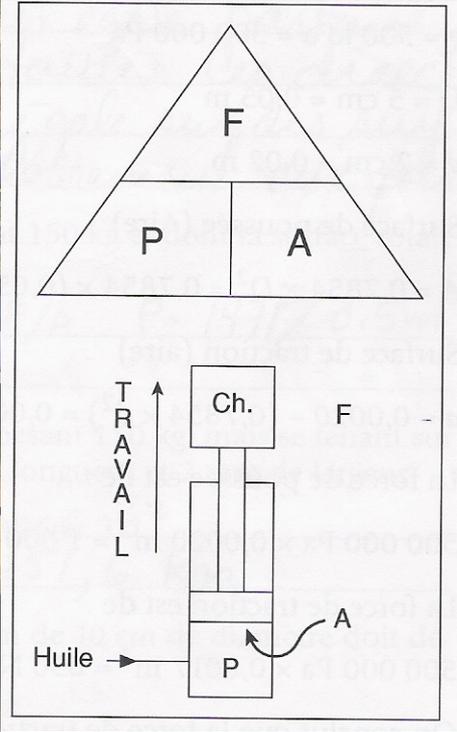
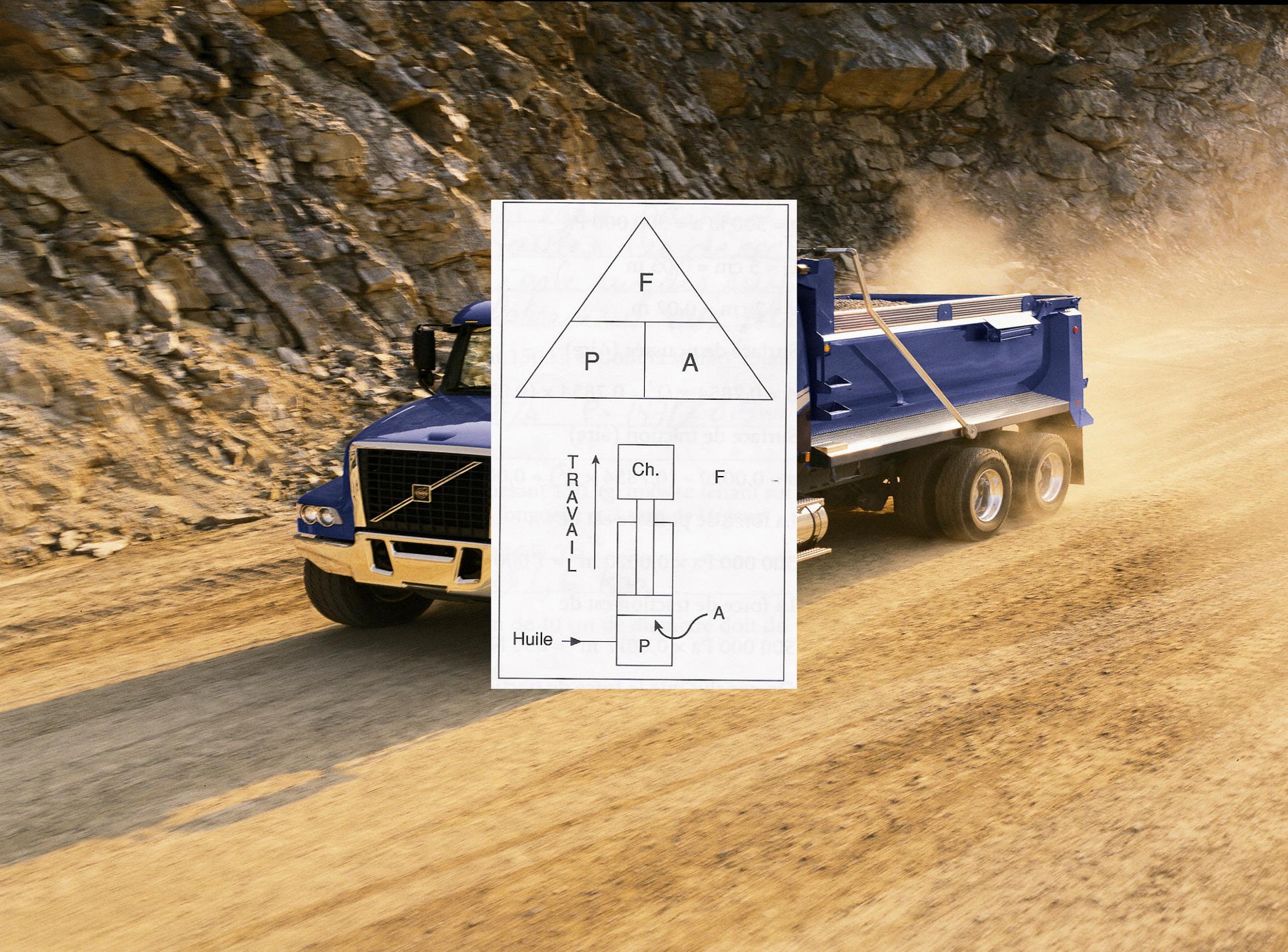
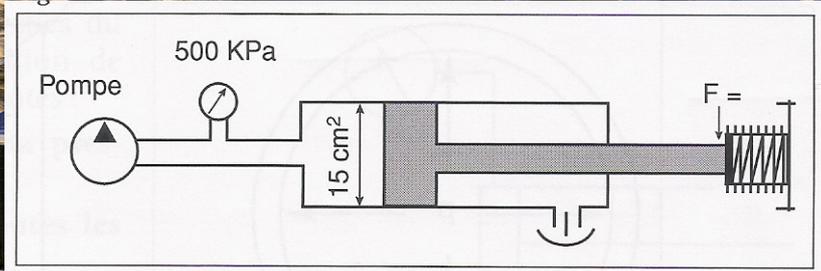
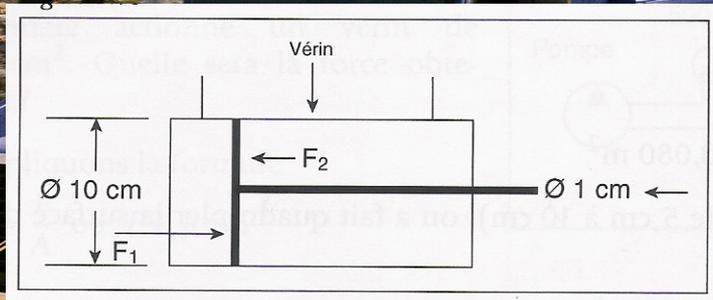
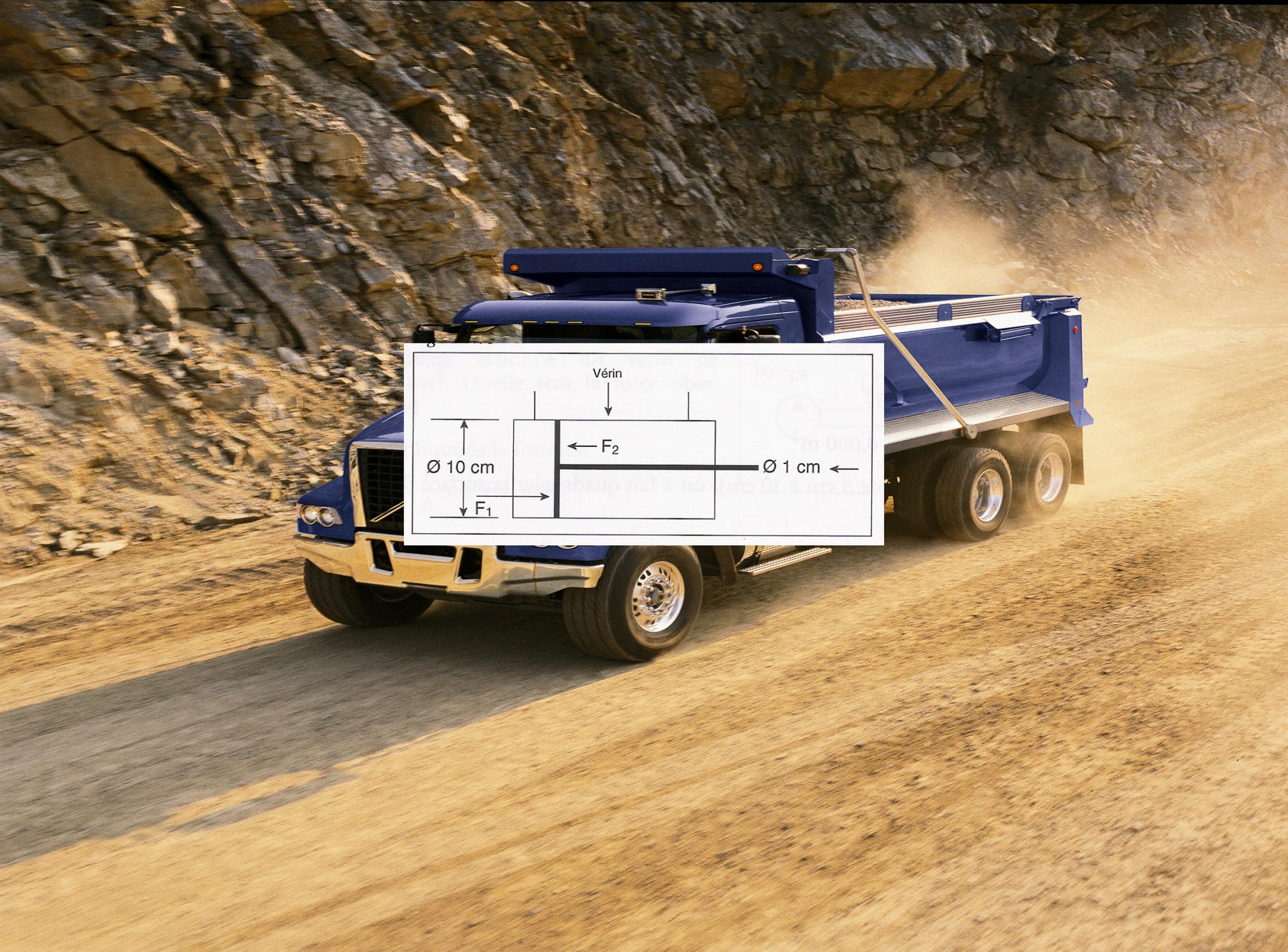


Figure 1.69 La pression développe une force égale sur des surfaces égales.









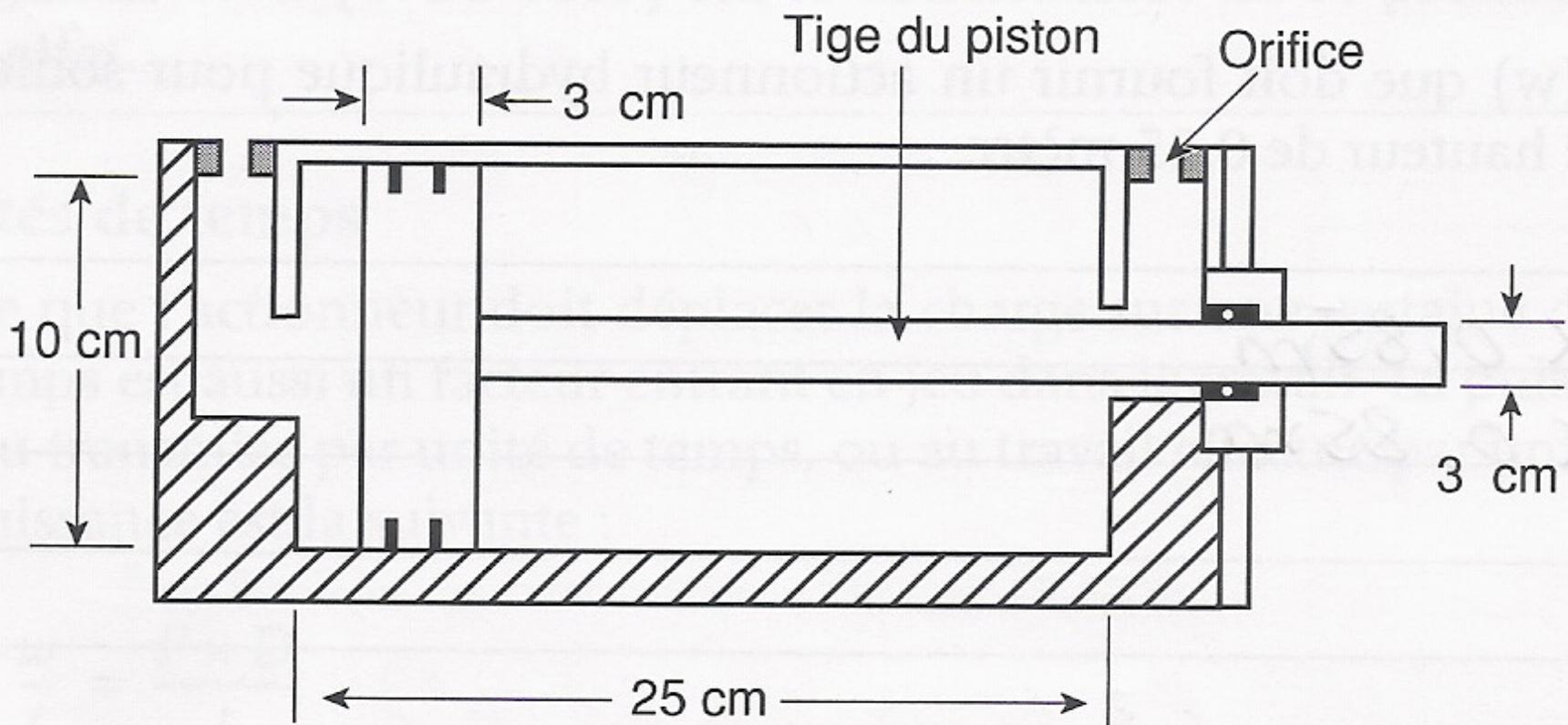
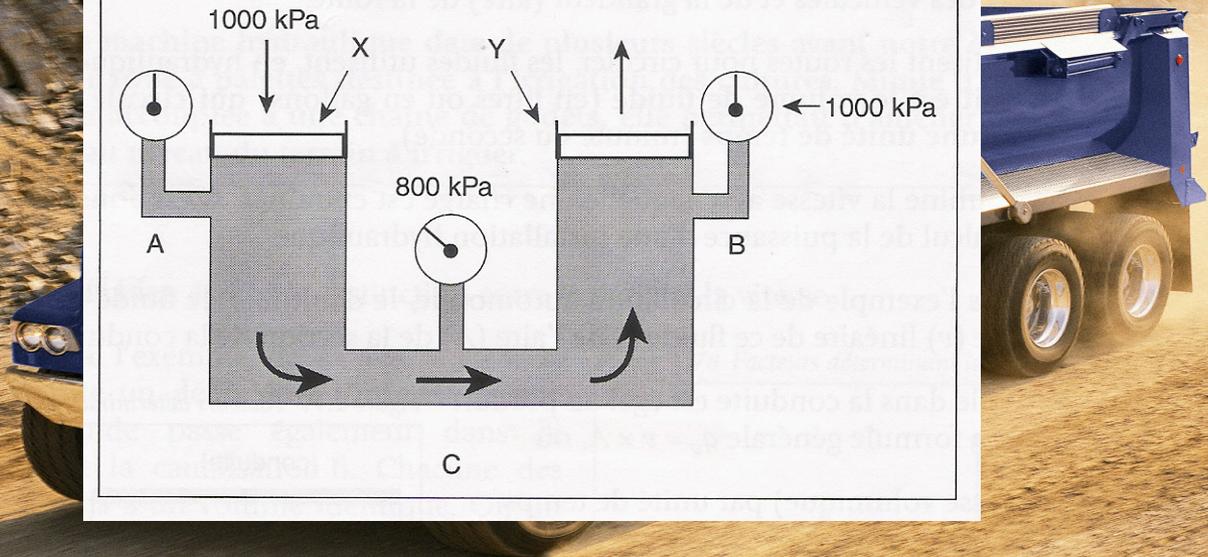
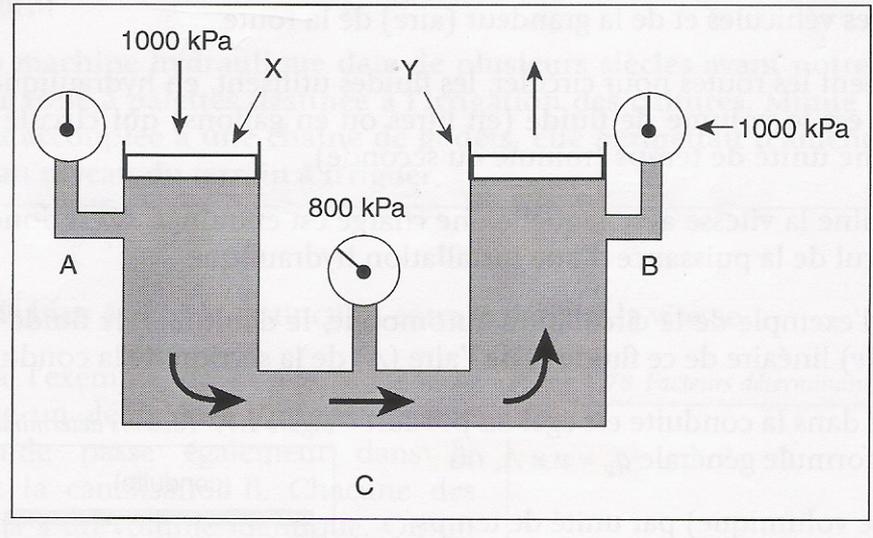
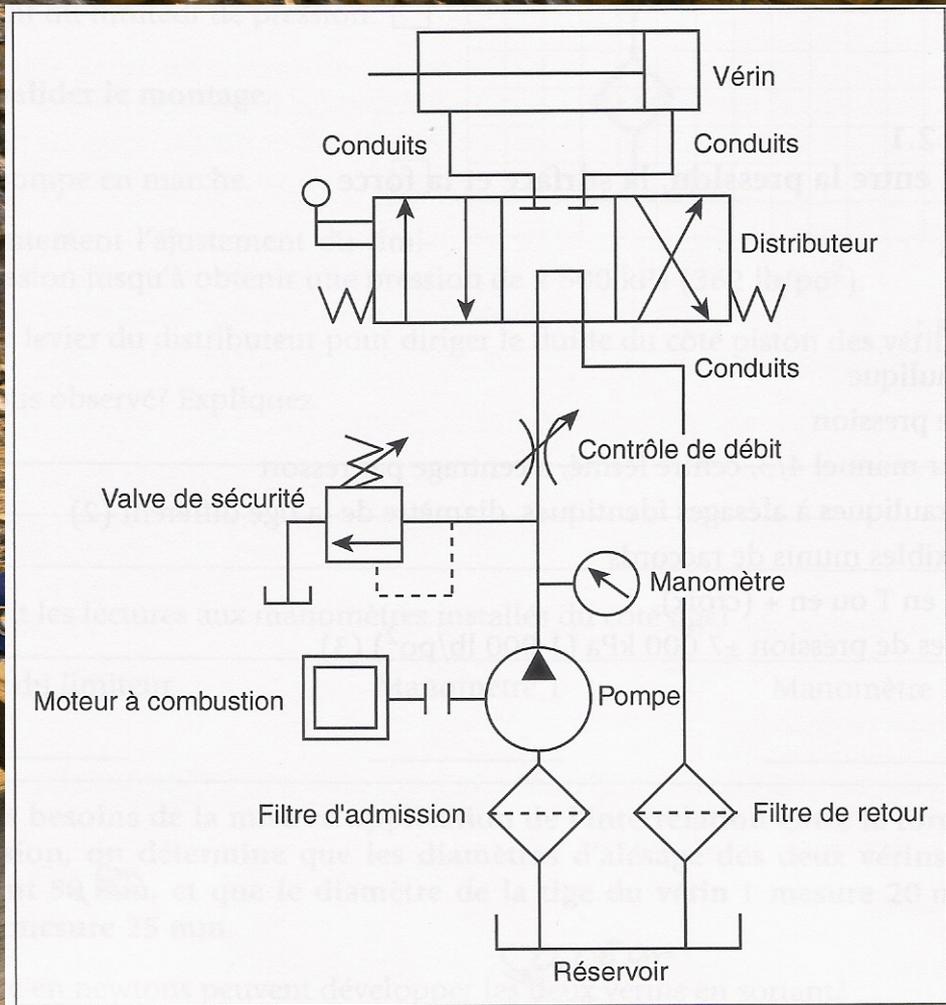


Figure 1.76 Théorème de Bernouilli





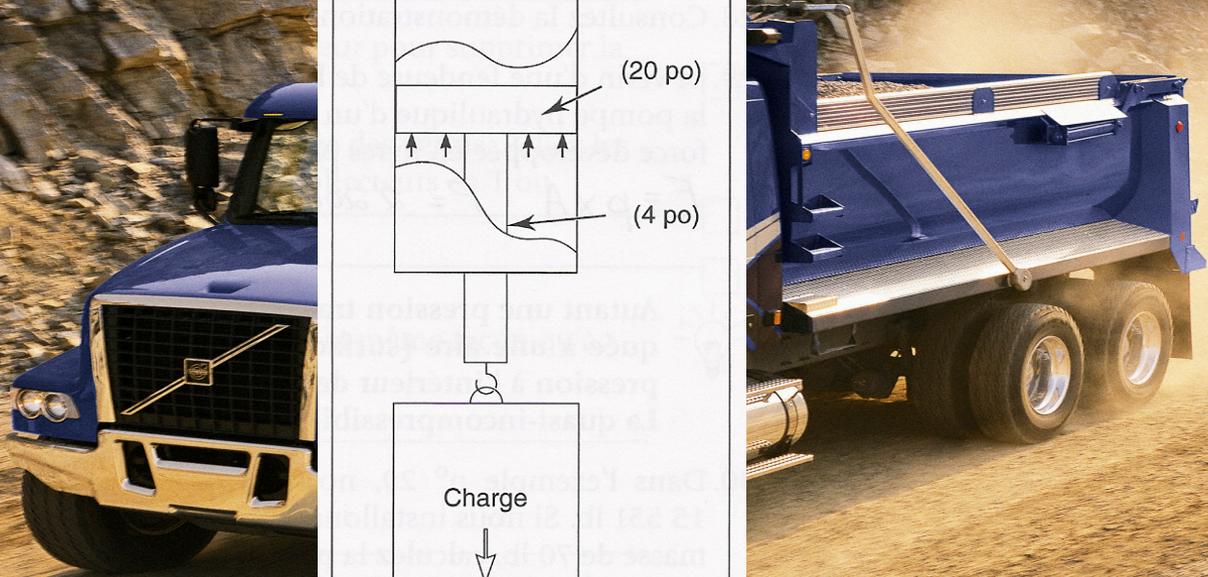
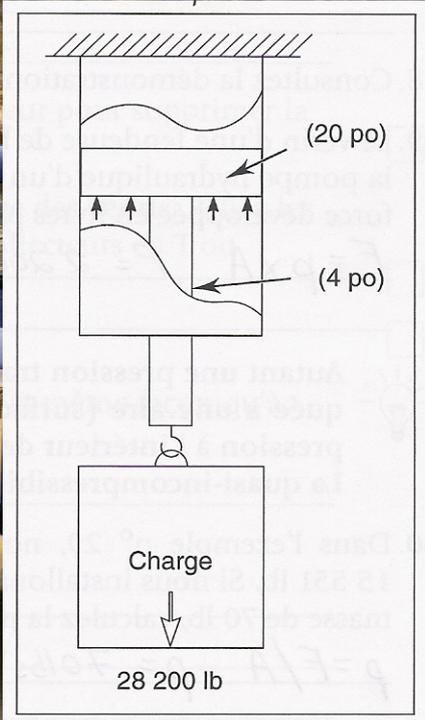


Figure 2.7 *Contrôle de débit à graduation grossière*

### Application

Contrôle de débit à pointeau

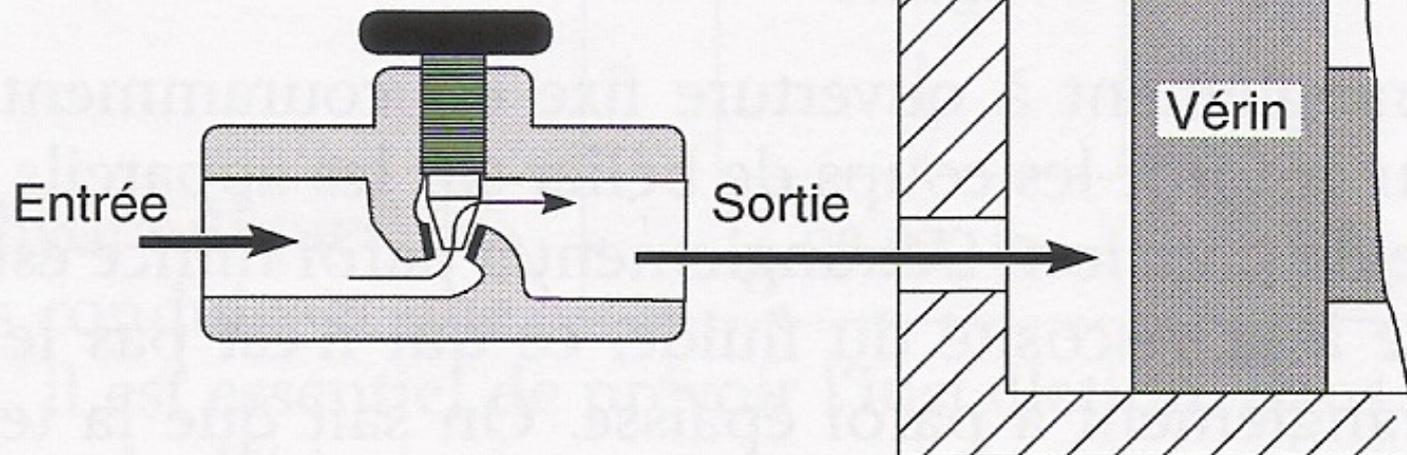
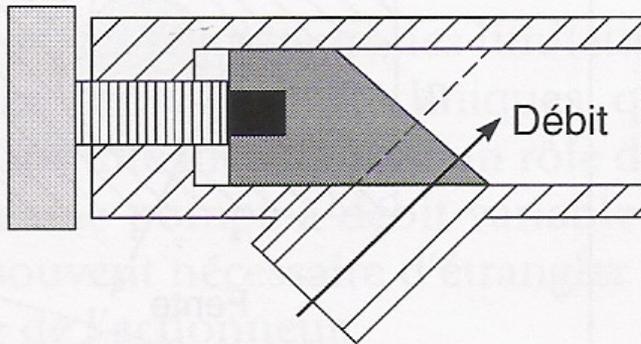


Figure 2.8 Contrôle de débit à graduation fine

### Contrôle de débit à pointeau rotatif



### Application

Circuit de fuite autorisée (*Bleed-Off*)

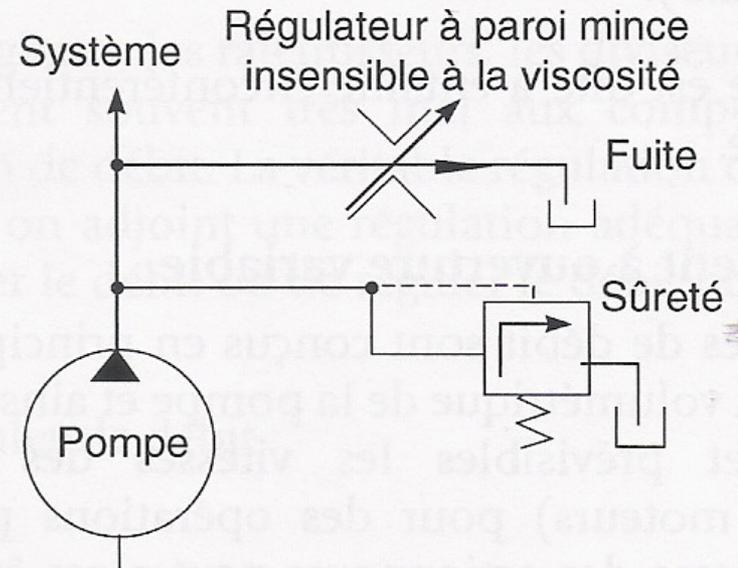
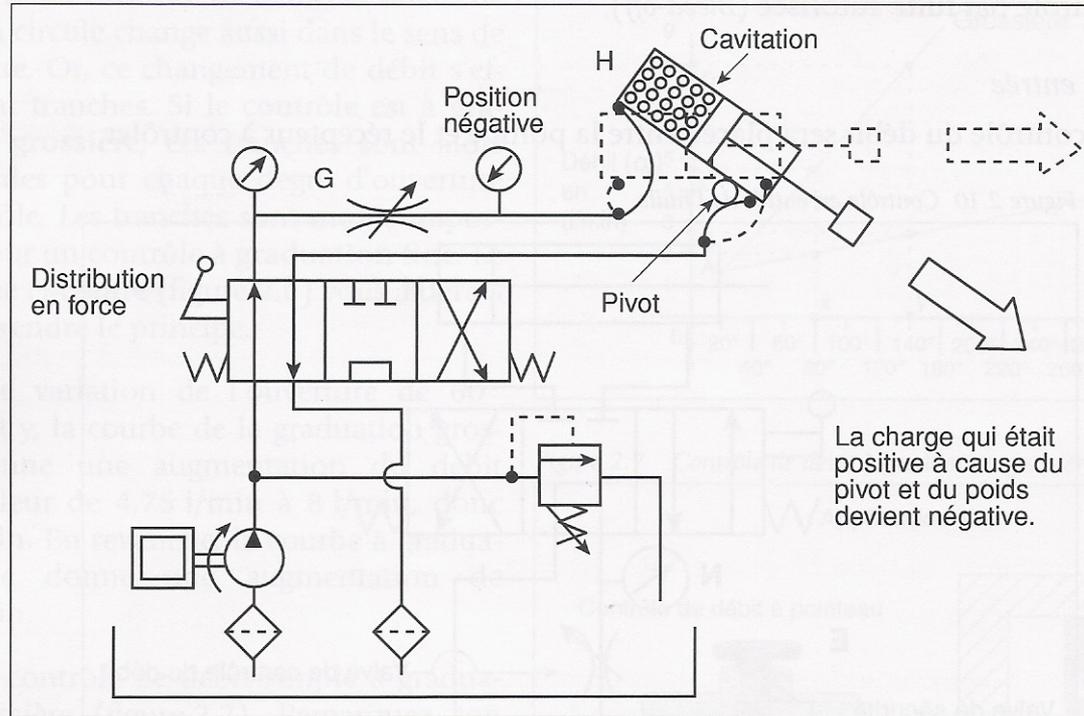


Figure 2.11 Charge négative



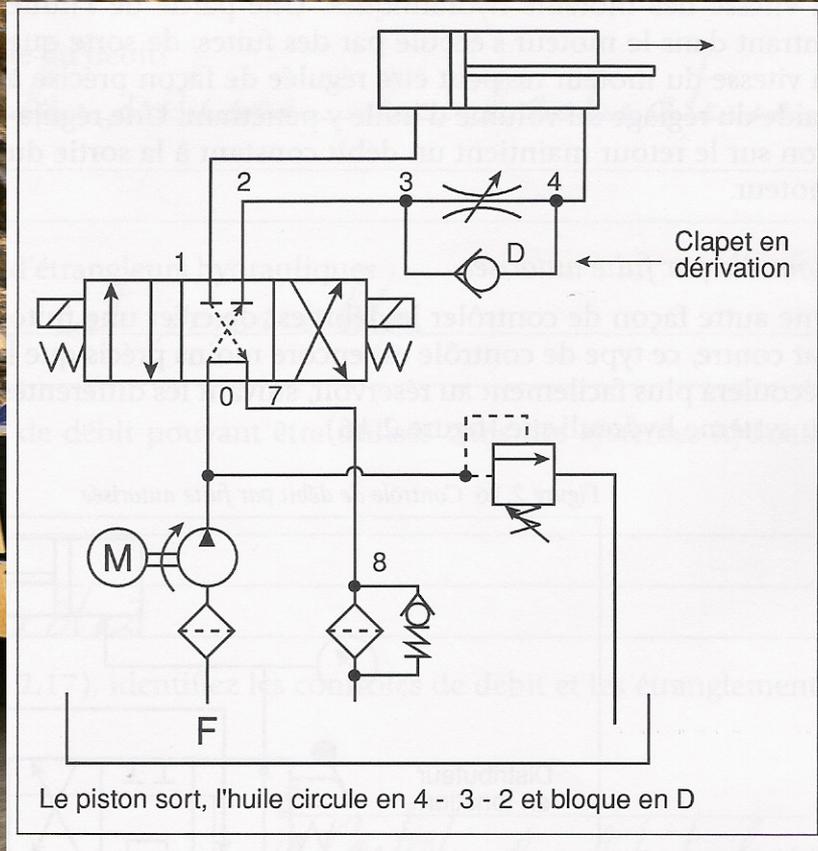


Figure 2.14 Contrôle de débit avec dérivation

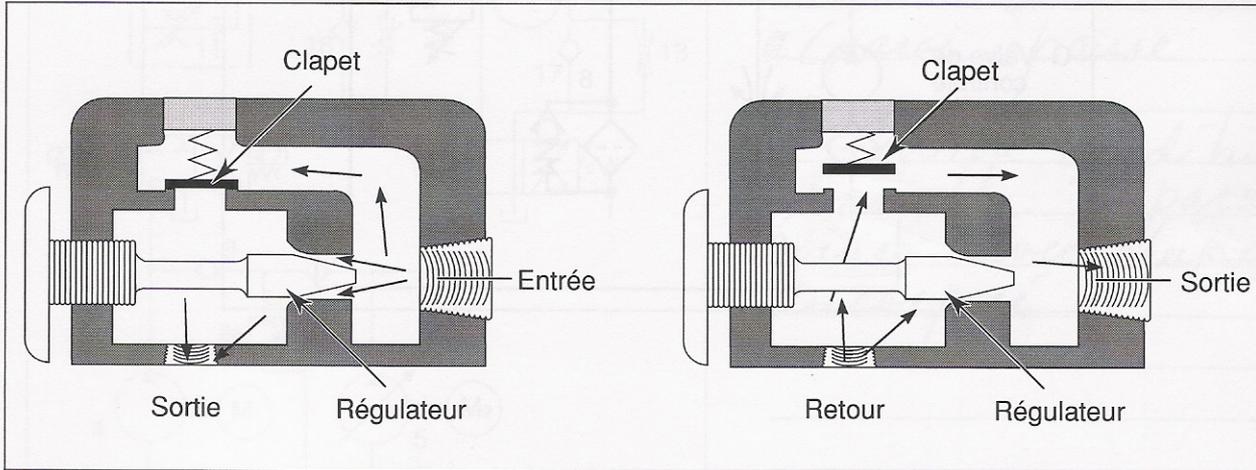


Figure 2.16 Contrôle de débit par fuite autorisée

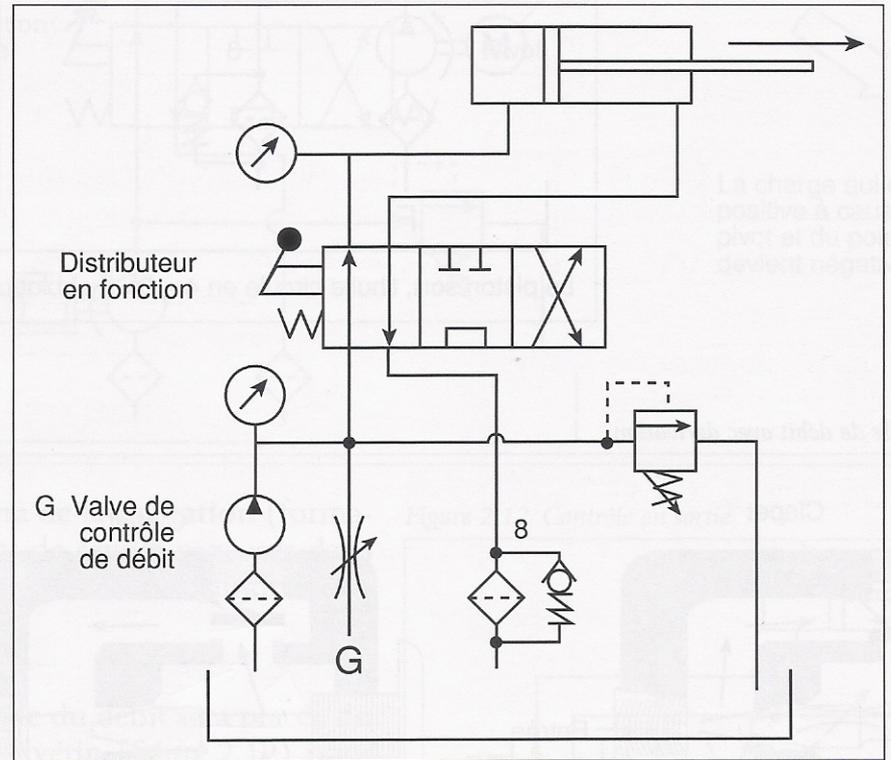


Figure 2.36 Valve de limitation de pression à action directe à bille

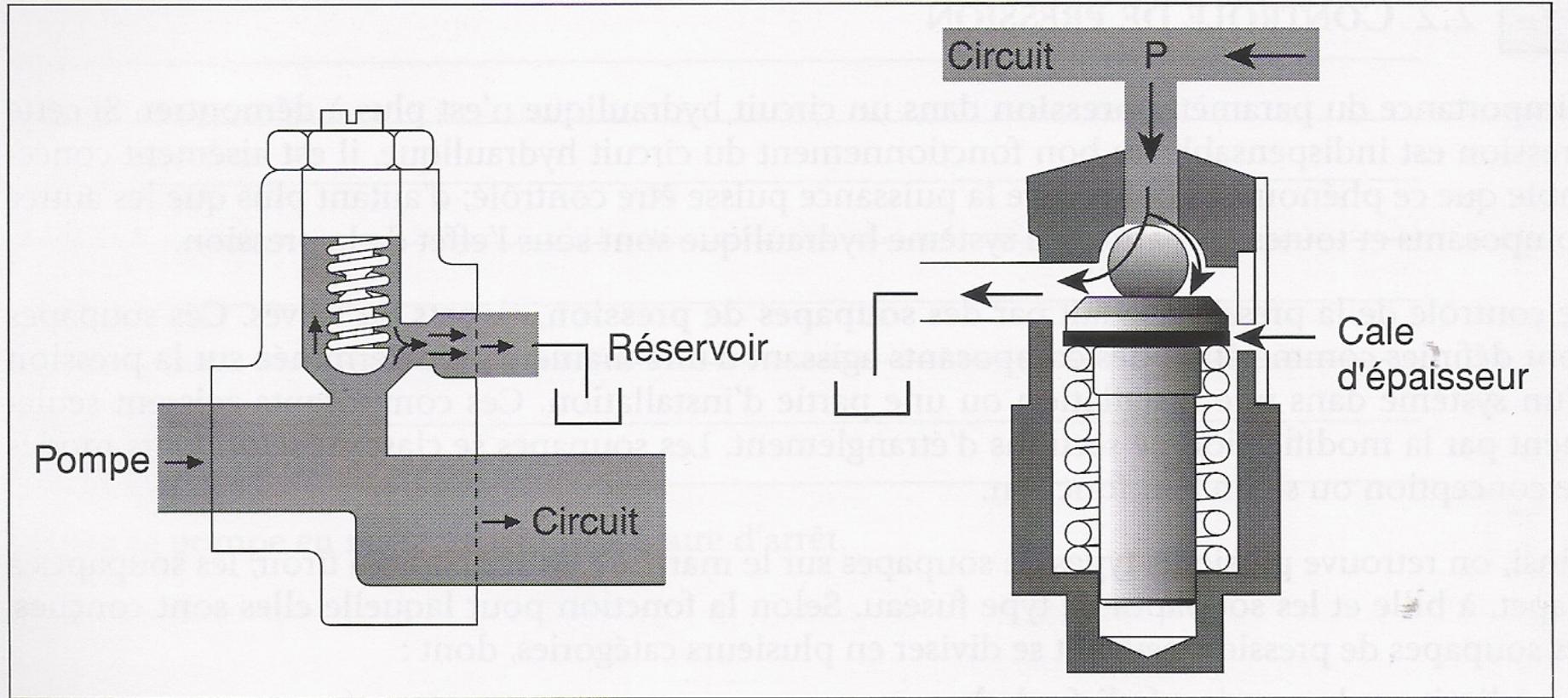


Figure 2.37 Valve de limitation de pression à action directe à clapet

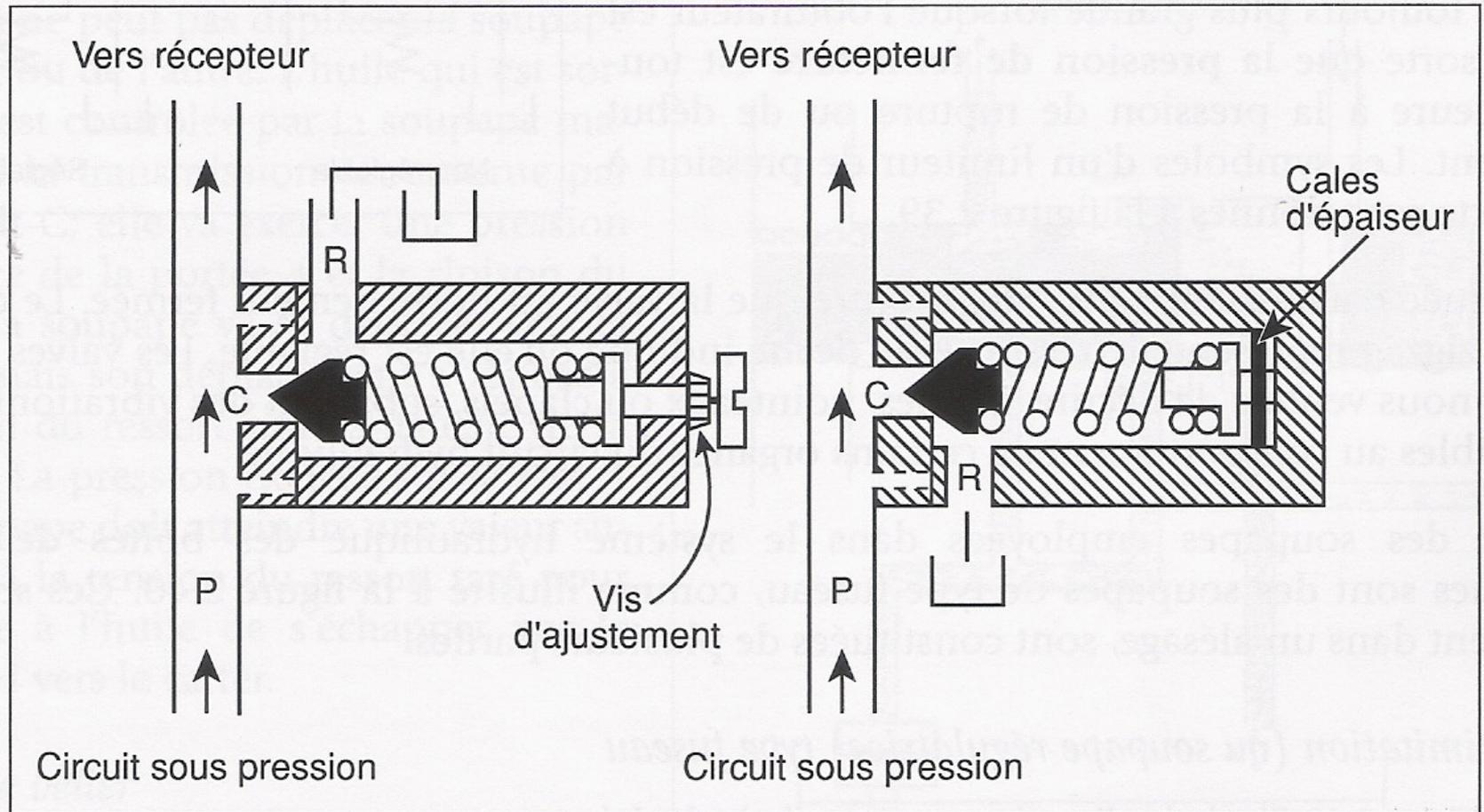


Figure 2.38 Surface de la valve en début d'écoulement et à plein débit

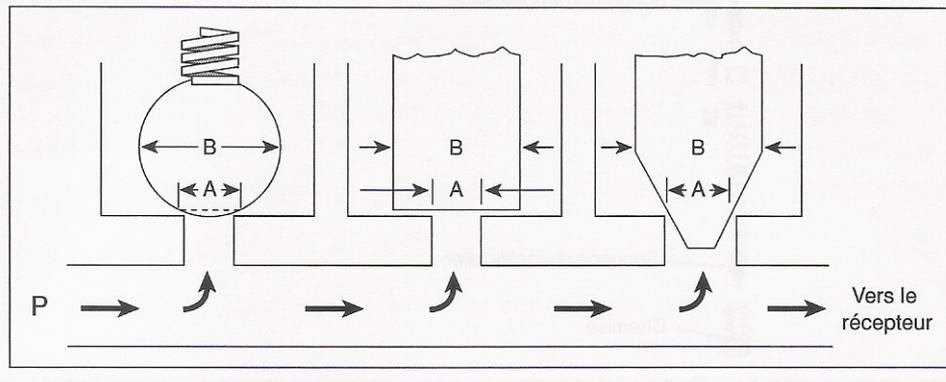


Figure 2.47 Soupape de séquence

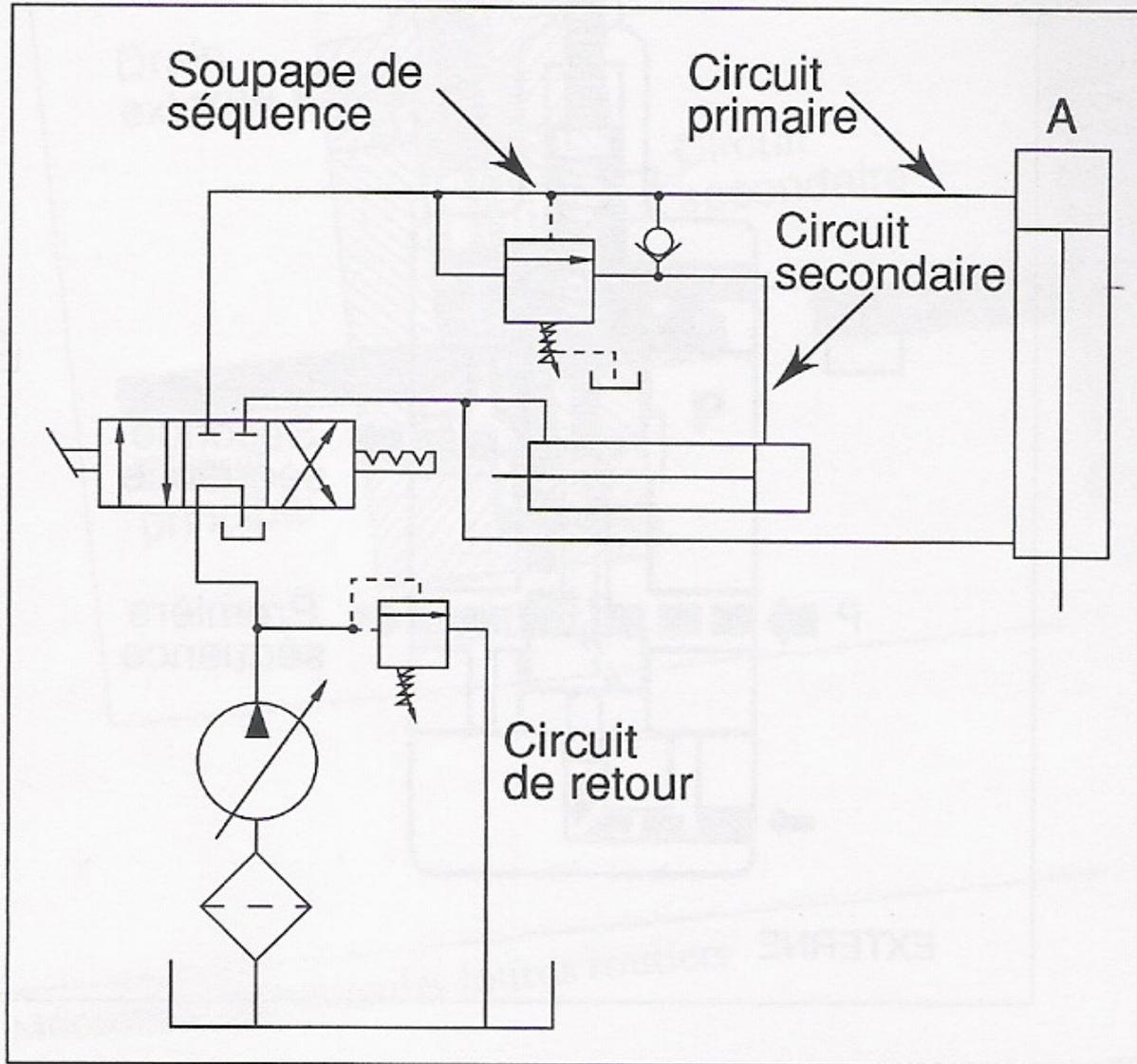


Figure 2.49 Symboles de la soupape de séquence et du limiteur de pression

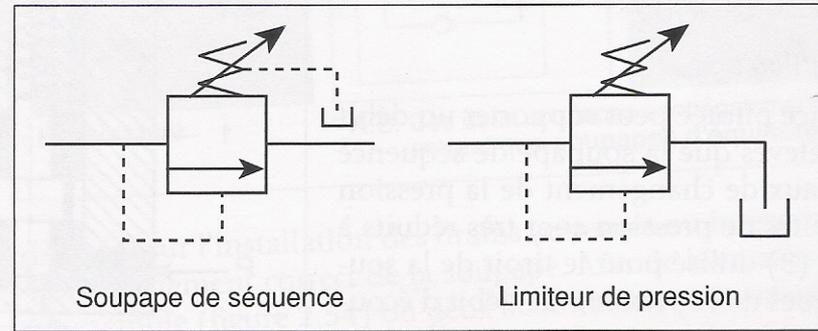


Figure 2.50 Soupape de séquence à action directe

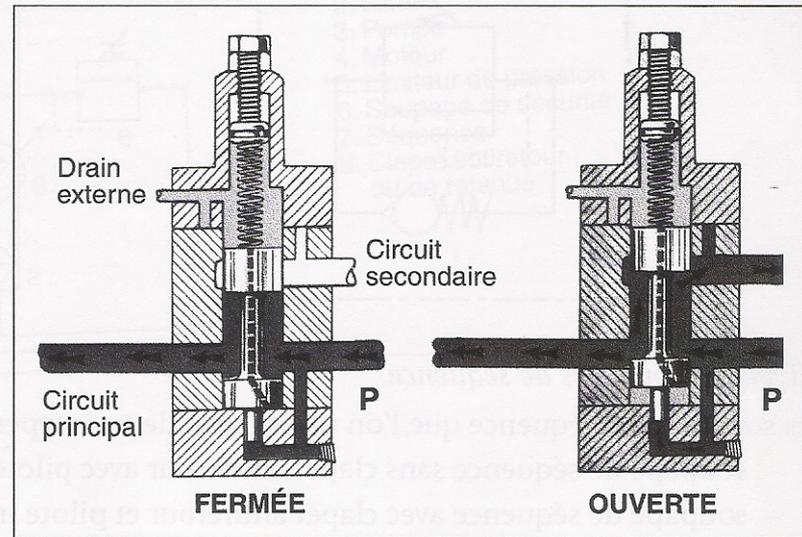


Figure 2.51 Soupape de séquence pilotée

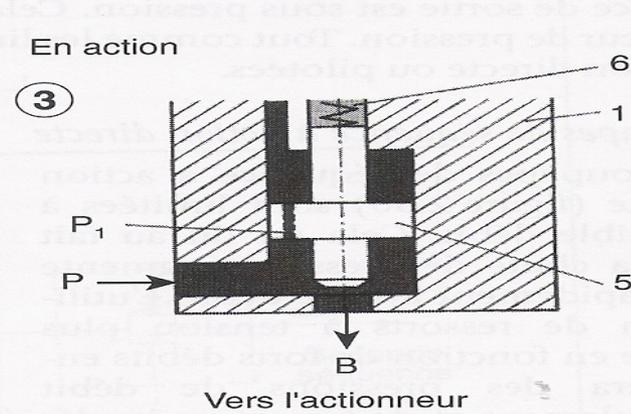
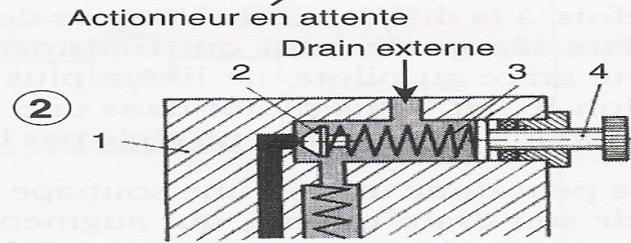
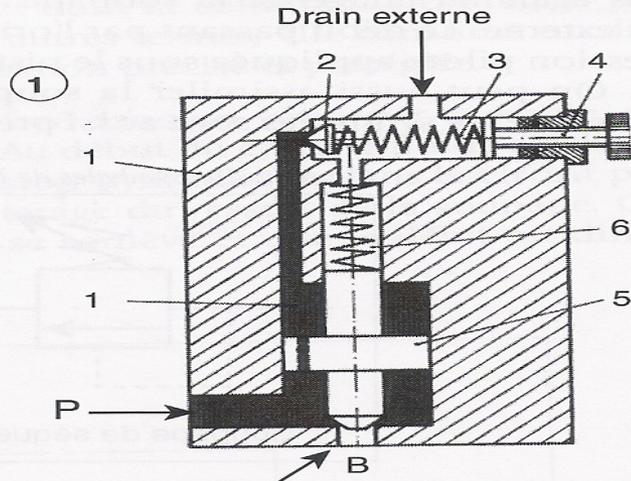


Figure 2.53 Catégories de soupapes de séquence

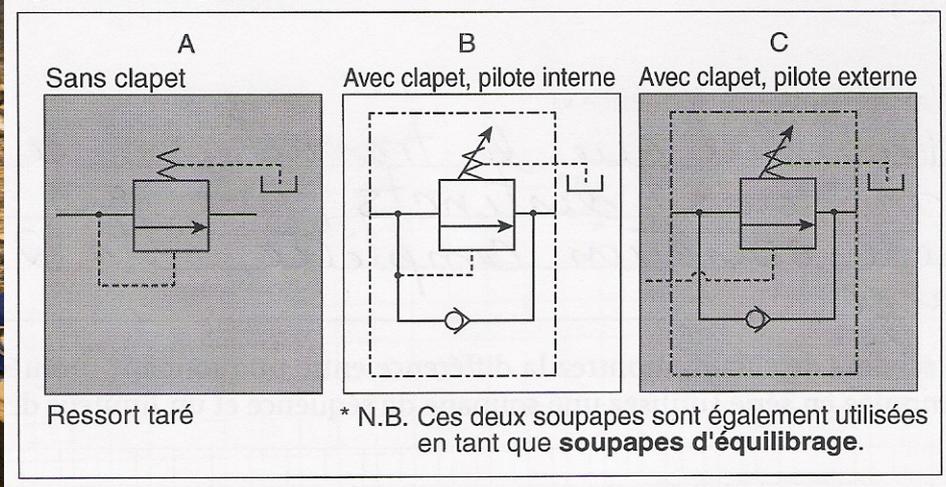


Figure 2.54 Réalisation d'une séquence

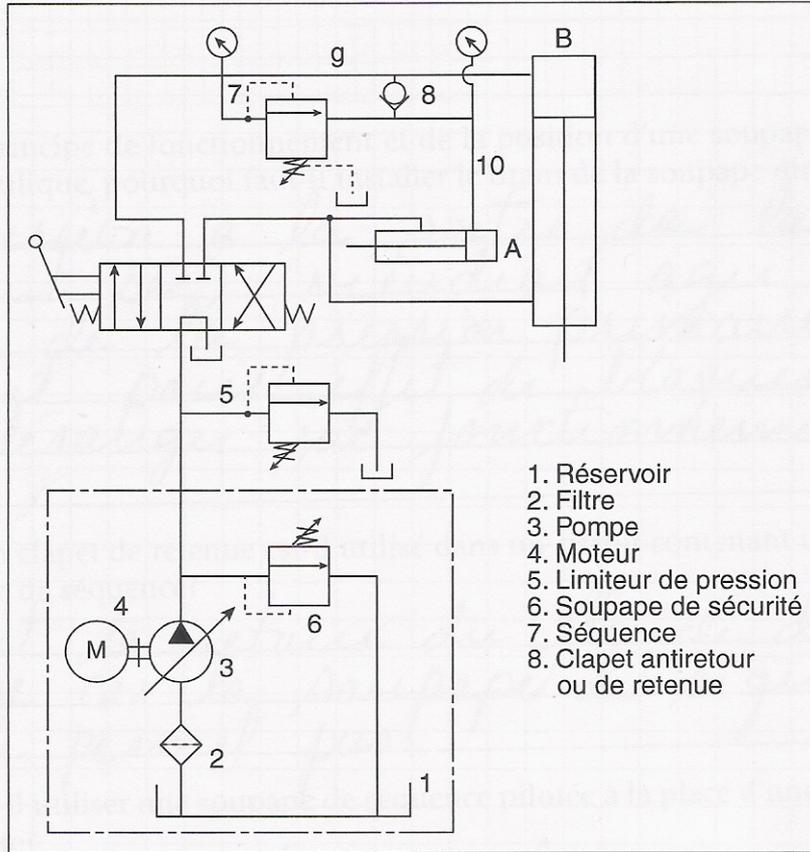
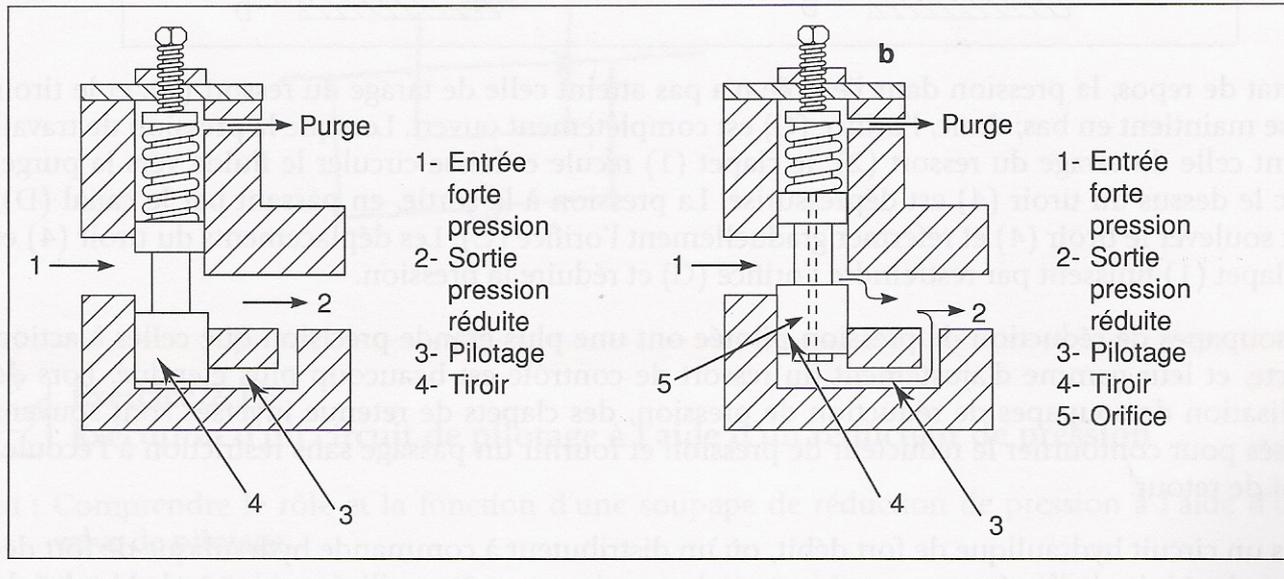


Figure 2.56 Soupape de réduction de pression à action directe



*Figure 2.55 Symbole CETOP de soupapes de réduction de pression*

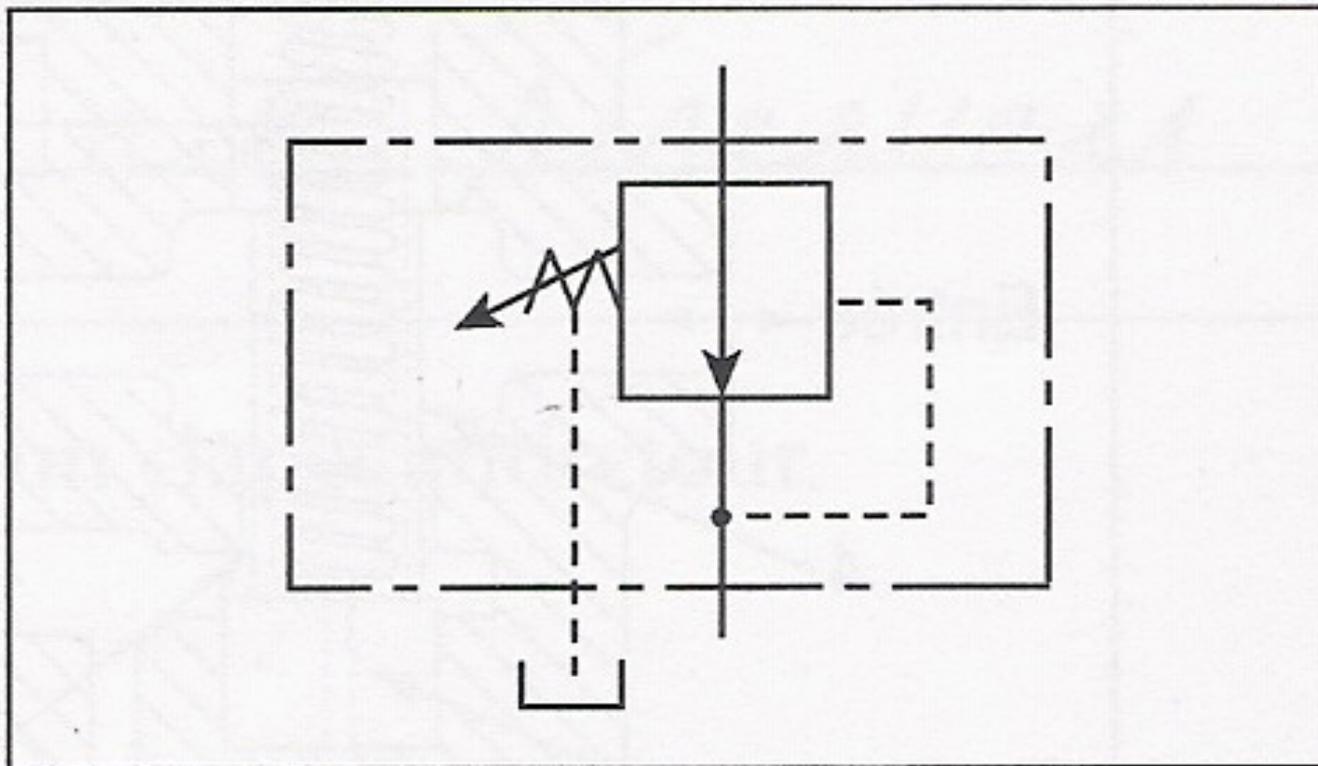




Figure 2.58 Soupape d'équilibrage

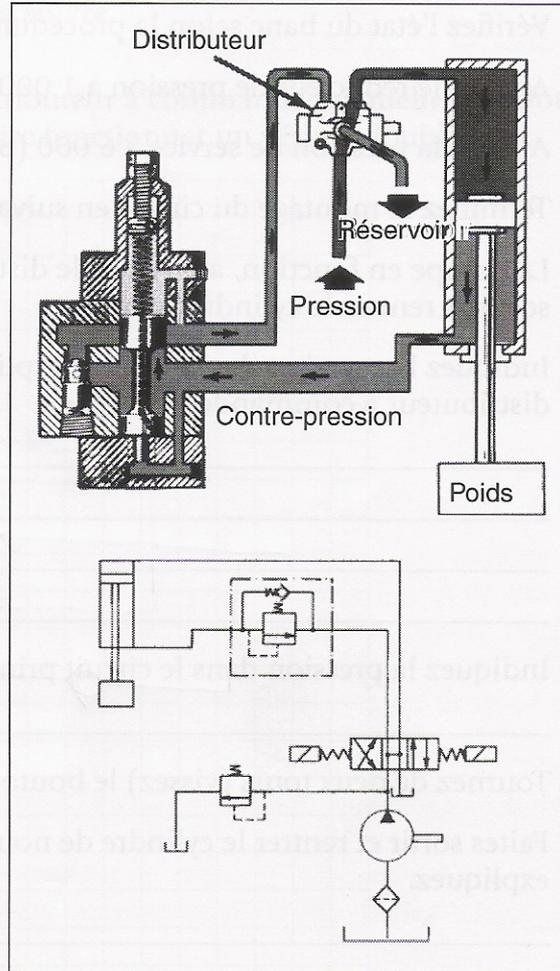


Figure 2.64 Identification d'une soupape de freinage

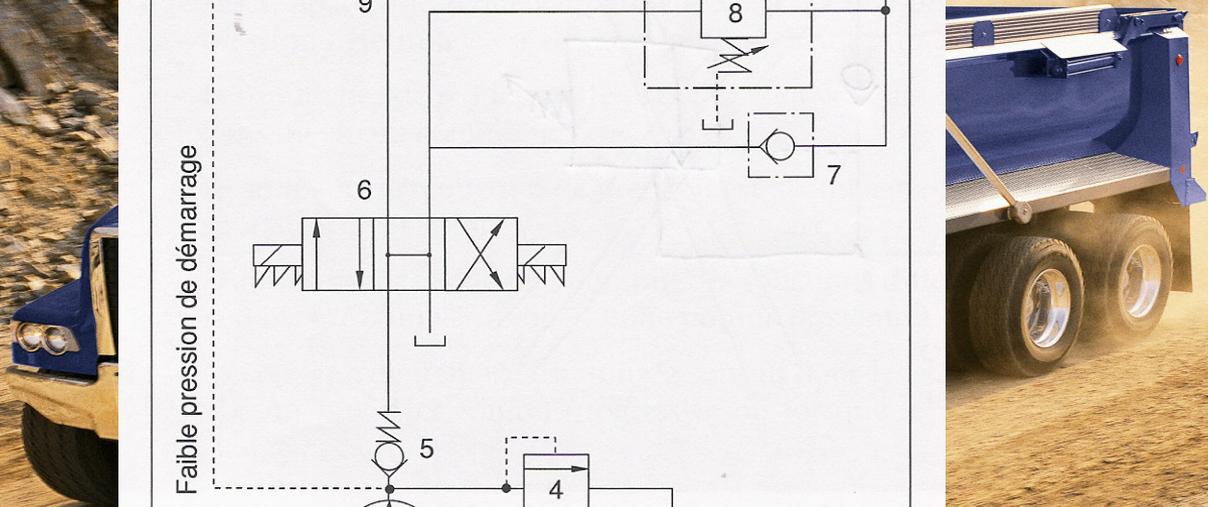
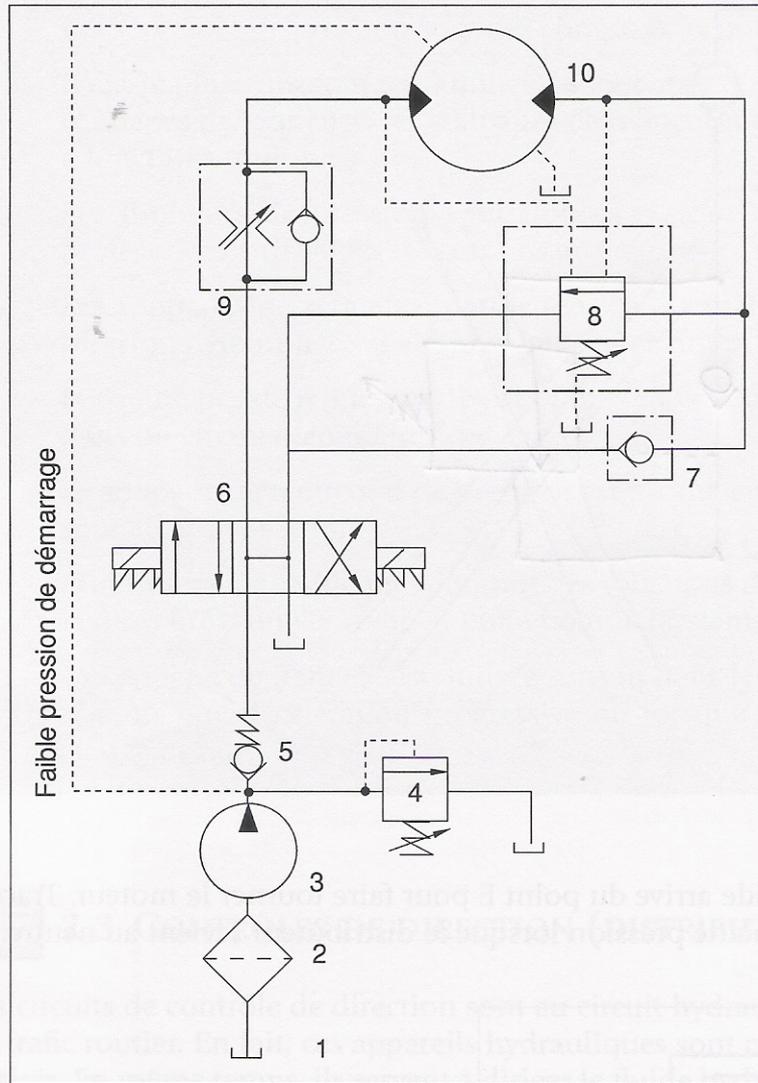


Figure 2.67 Clapet en ligne (bille)

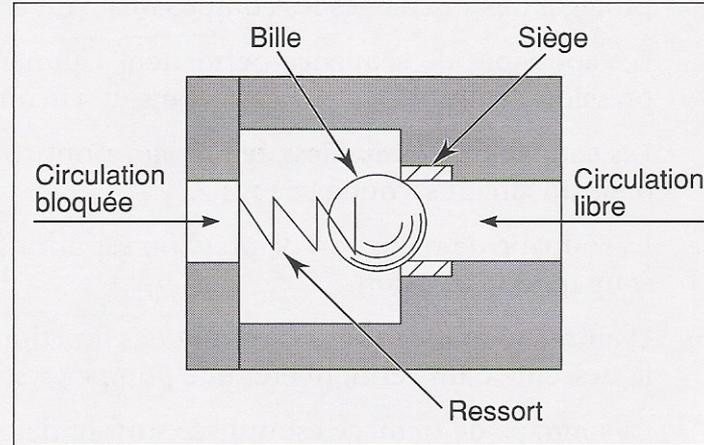


Figure 2.68 Clapet en ligne (cône)

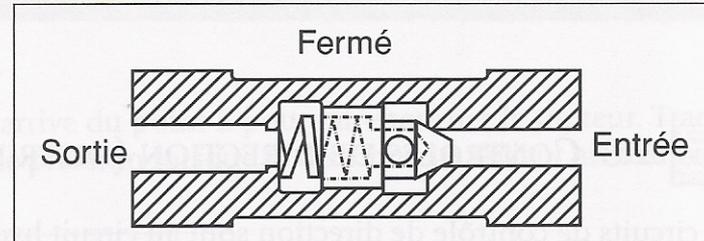


Figure 2.75 Symbolique d'un sélecteur de circuit

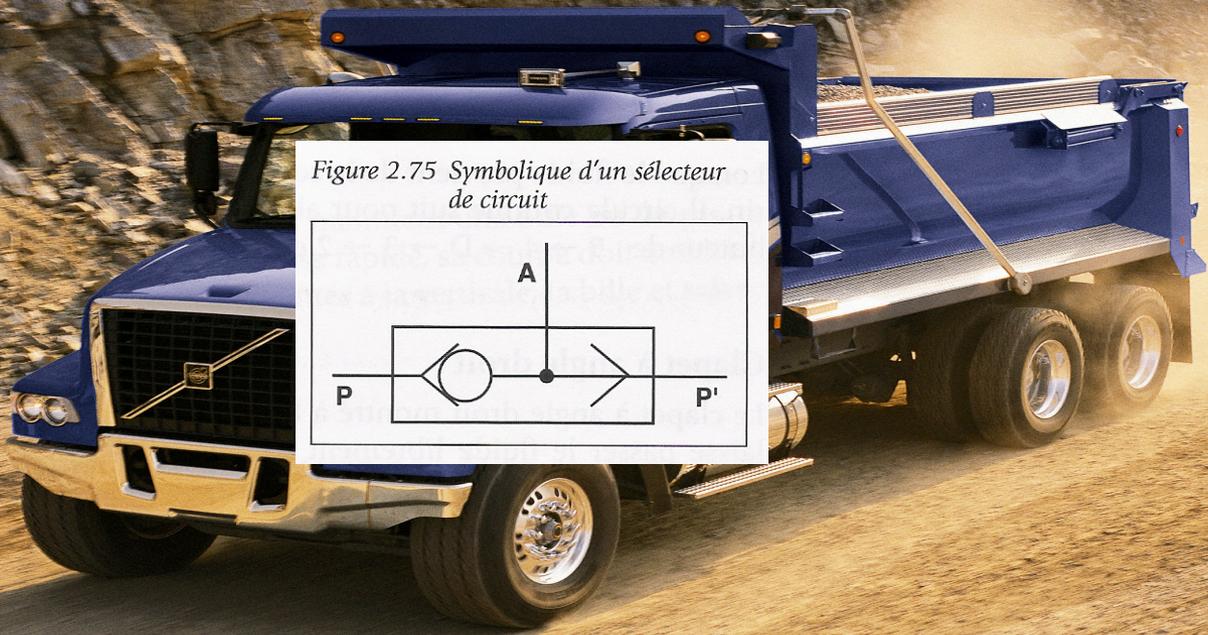
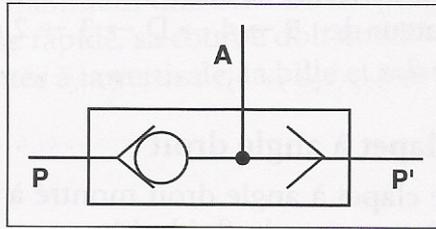
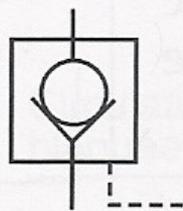
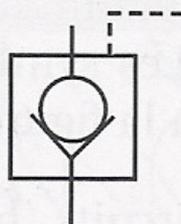


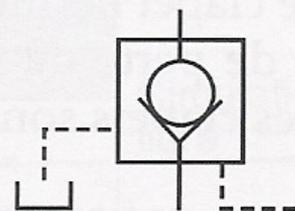
Figure 2.76 Symbolique des différents types de clapets antiretour pilotés



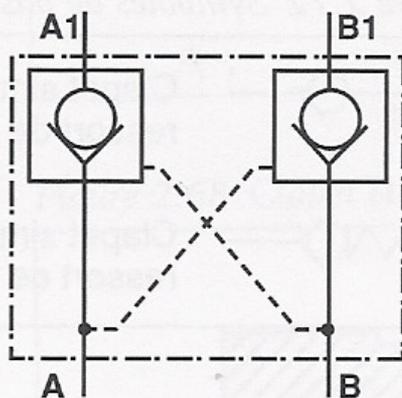
Piloté pour l'ouverture



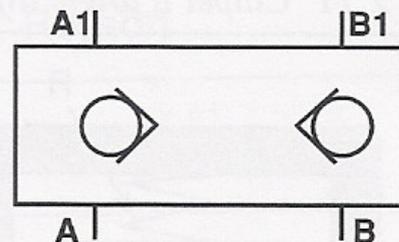
Piloté pour la fermeture



Piloté pour l'ouverture avec drain externe



Double pilote  
représentation  
détaillée



Double pilote  
représentation  
simplifiée

Figure 2.77 Clapet piloté

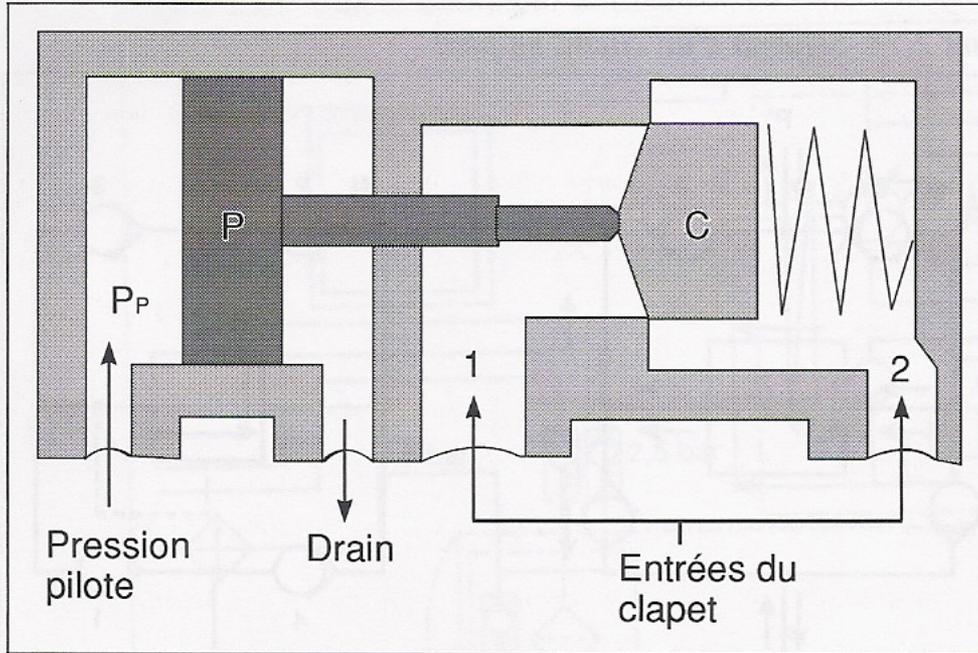


Figure 2.78 Clapet piloté utilisé comme stabilisateur de charge

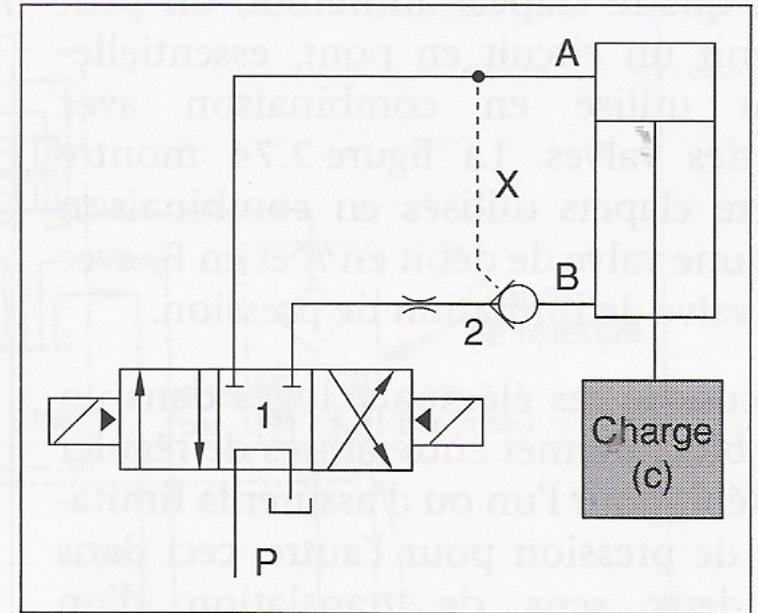


Figure 2.85 Exemple de fonctionnement du distributeur 4/3 et son symbole

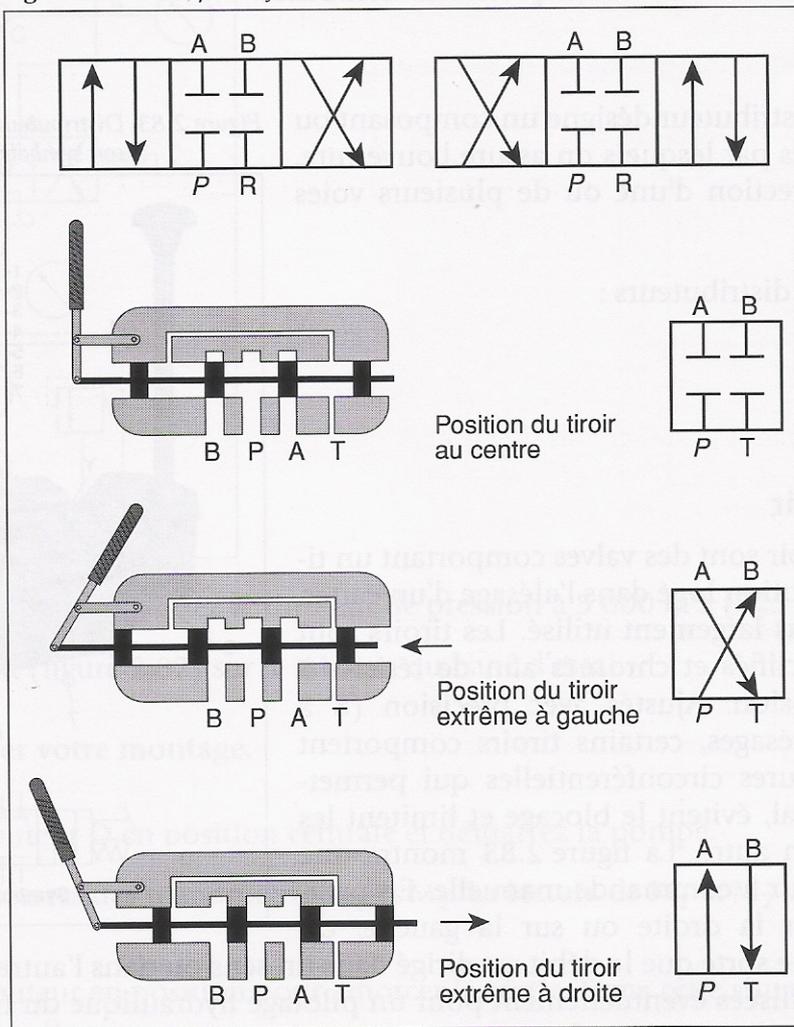
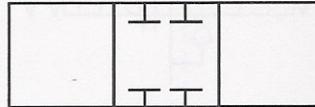
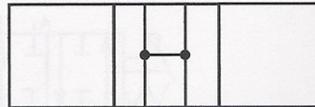


Figure 2.86 Types de positions les plus populaires

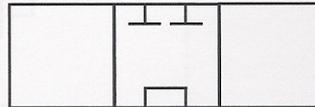
Centre fermé



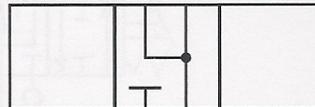
Centre ouvert



Centre tandem



Centre flottant



Tous ces types de centres peuvent être réalisés à l'aide d'un même corps de valve; seulement le tiroir devra être changé.

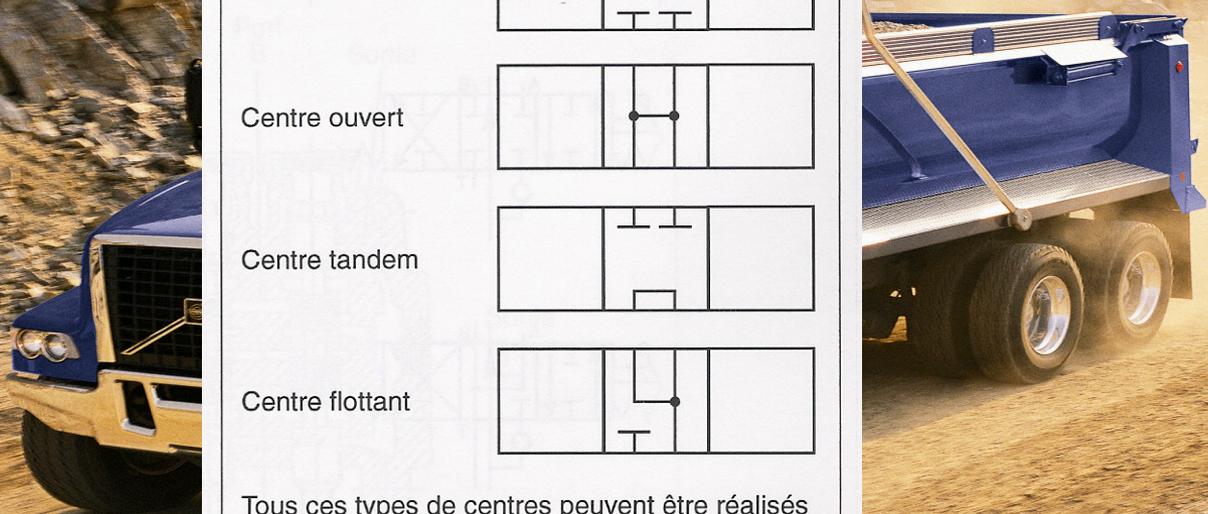


Figure 2.87 Autres types de distributeurs utilisés en équipement motorisé (Vickers)

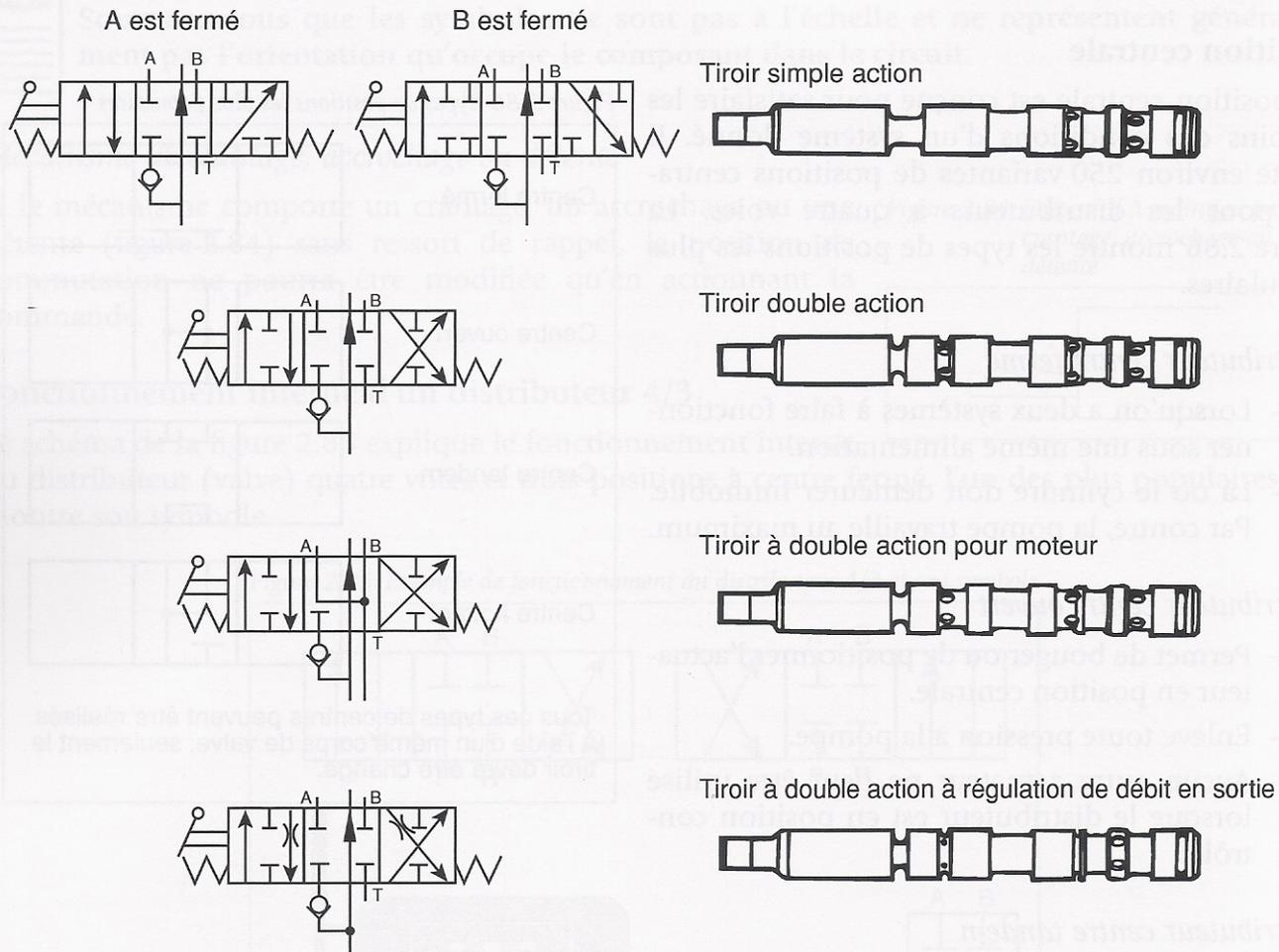


Figure 2.90 Schéma hydraulique d'un distributeur monobloc installé sur un camion (Vickers)

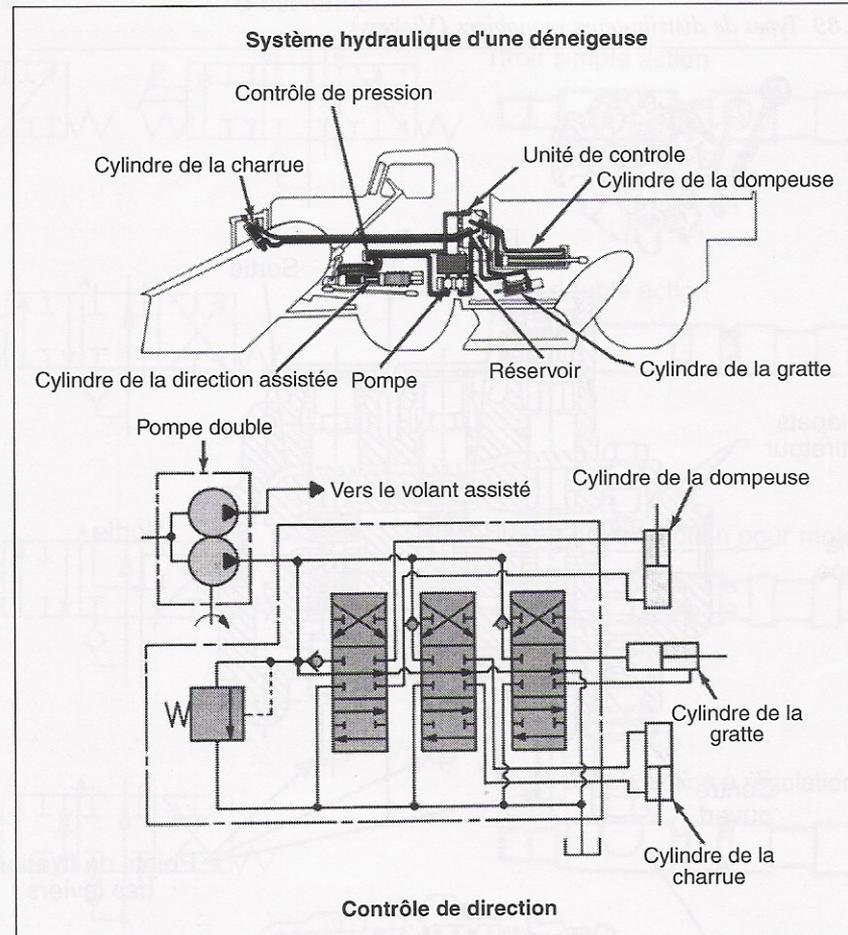


Figure 2.91 Commandes manuelles

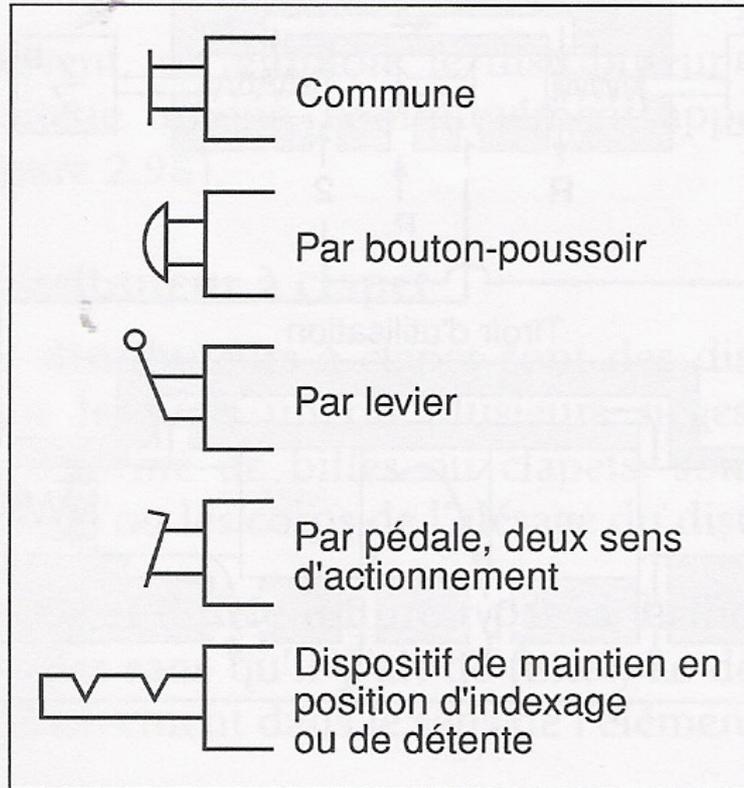


Figure 2.92 Commandes pilotées

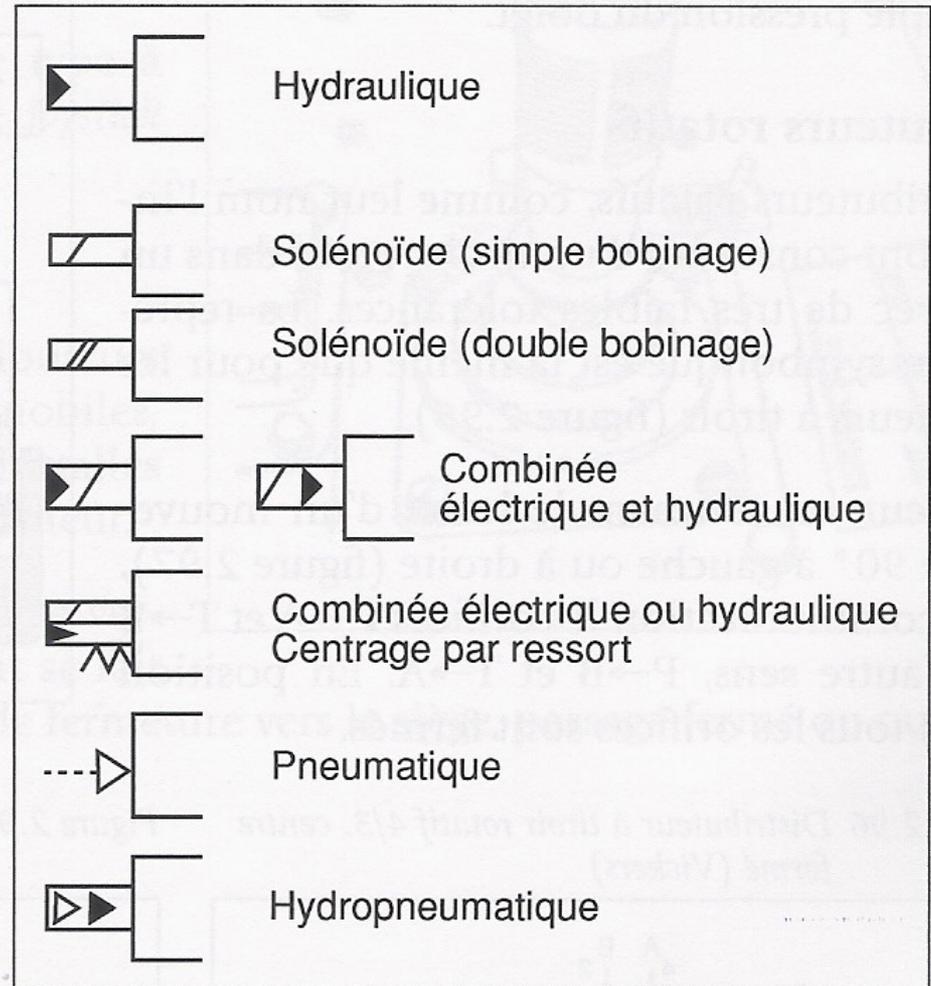


Figure 2.93 Commande directe par électroaimant (Vickers)

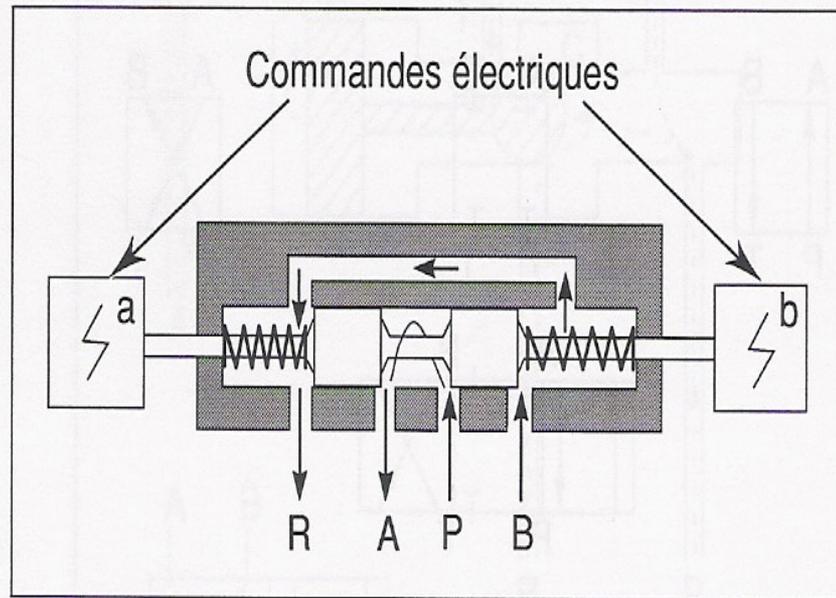


Figure 2.94 Commande directe hydraulique (Vickers)

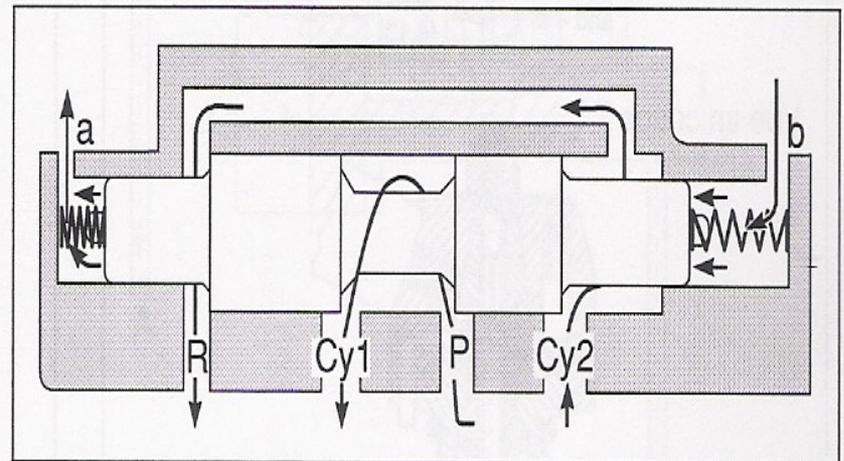


Figure 2.95 Commande combinée avec électroaimant et pilotage hydraulique (Vickers)

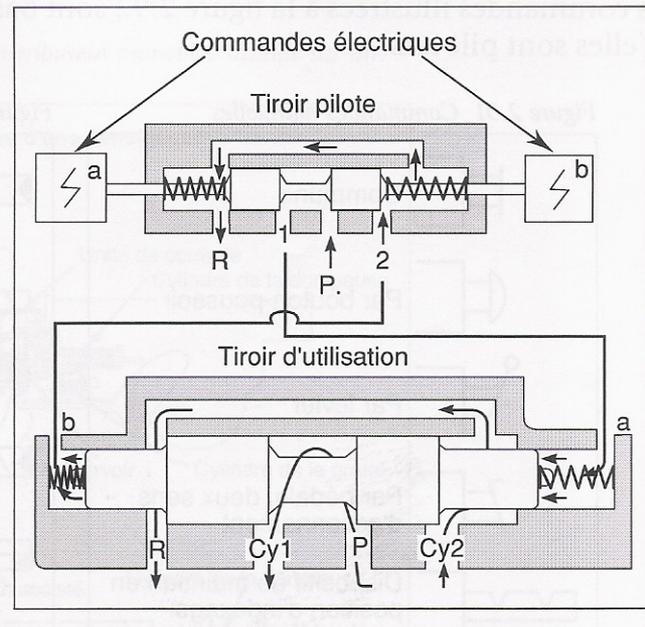


Figure 2.96 Distributeur à tiroir rotatif 4/3, centre fermé (Vickers)

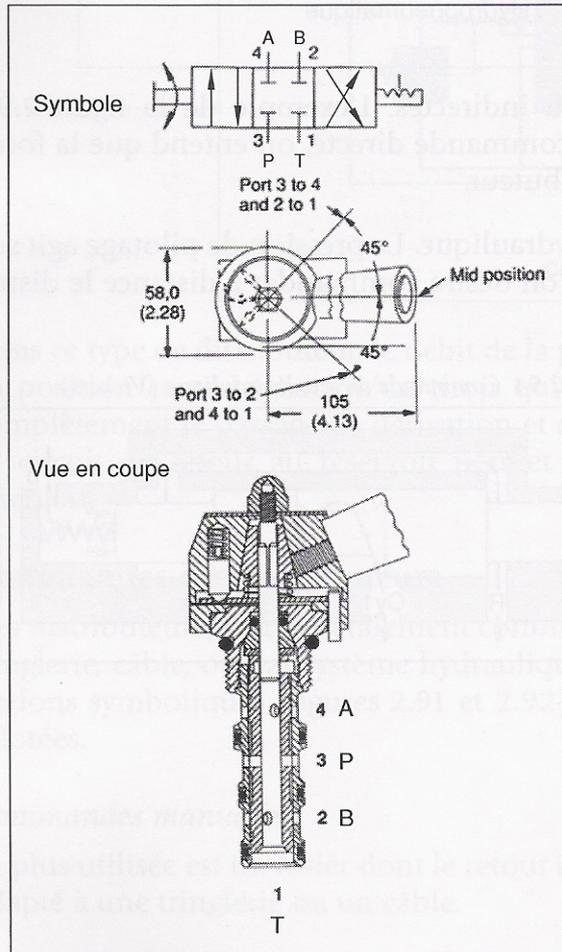
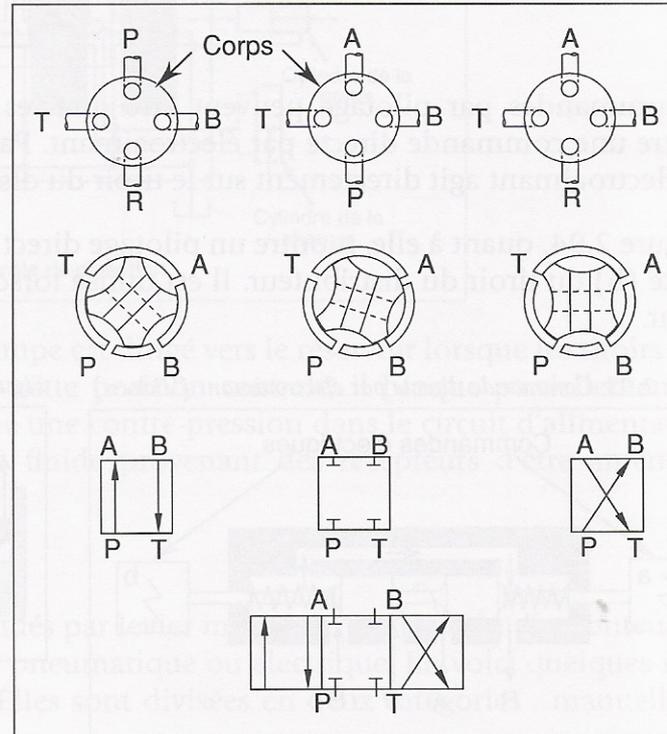


Figure 2.97 Principe de fonctionnement d'un distributeur à tiroir rotatif (Vickers)





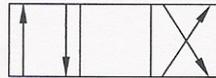
a) Centre fermé



b) Centre ouvert



c) Centre tandem



d) Centre flottant

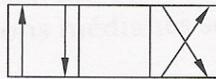


Figure 2.111 Différents types de vérins à simple effet à rappel par ressort

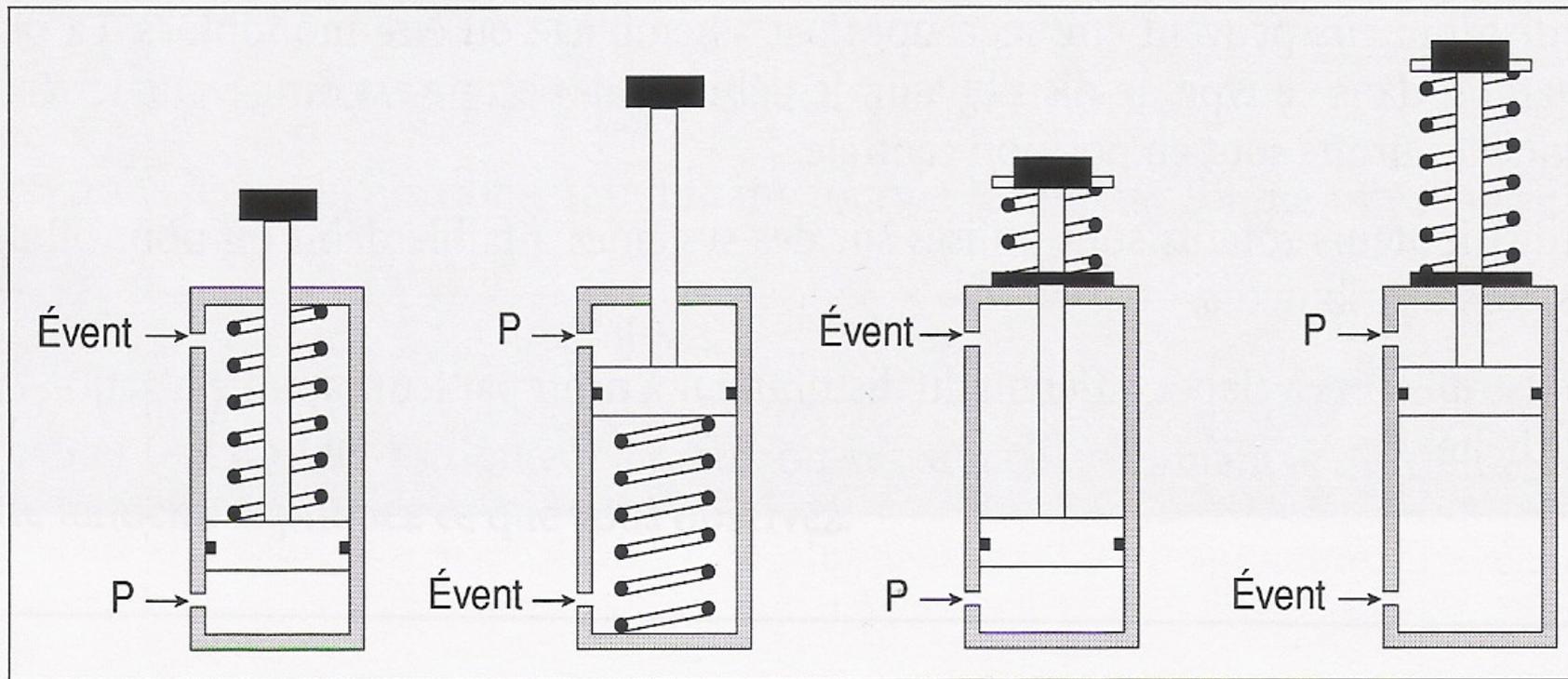


Figure 2.114 Vérin télescopique et son symbole

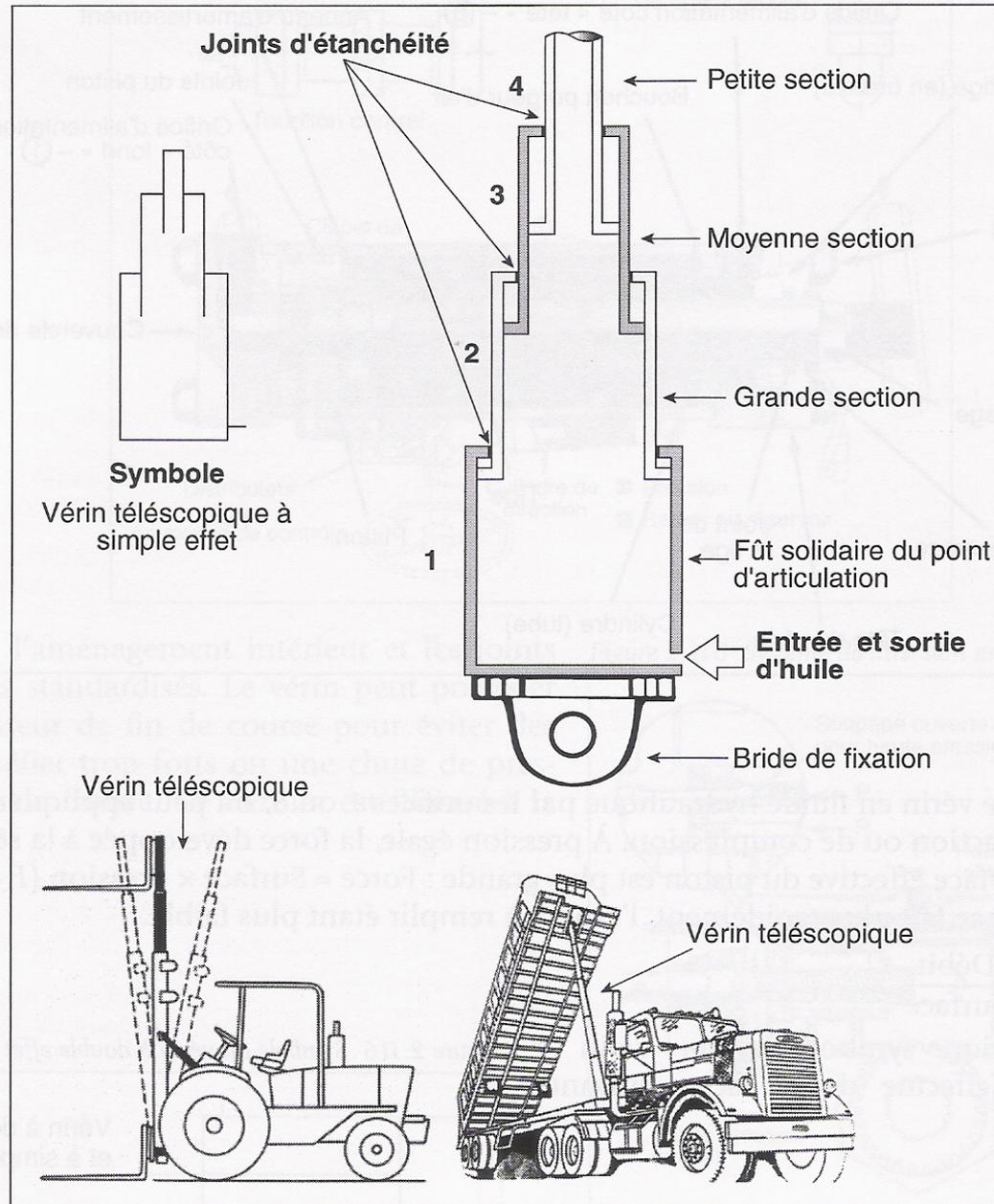


Figure 2.115 Vérin à double effet, simple tige

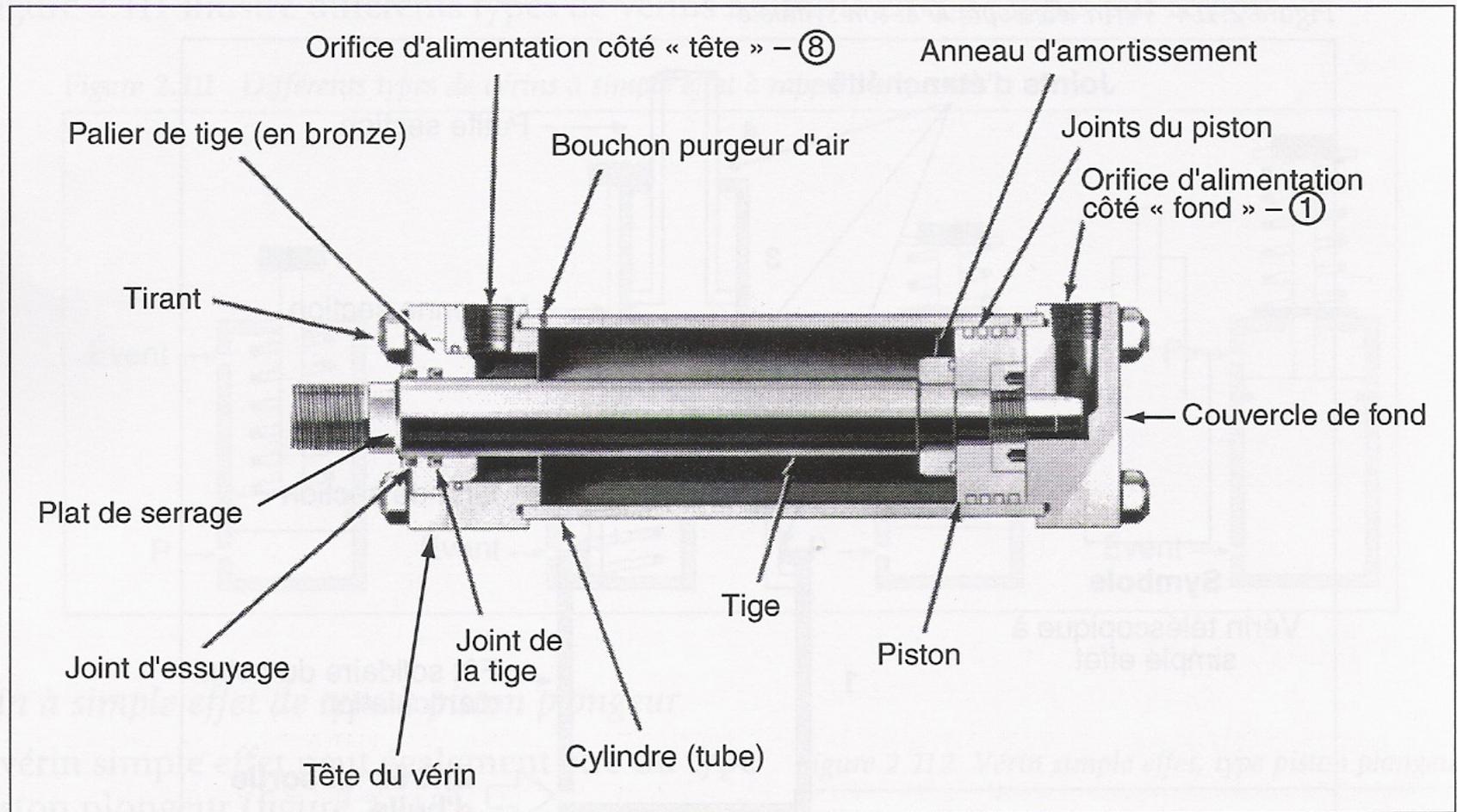


Figure 2.117 Types de fixations des vérins

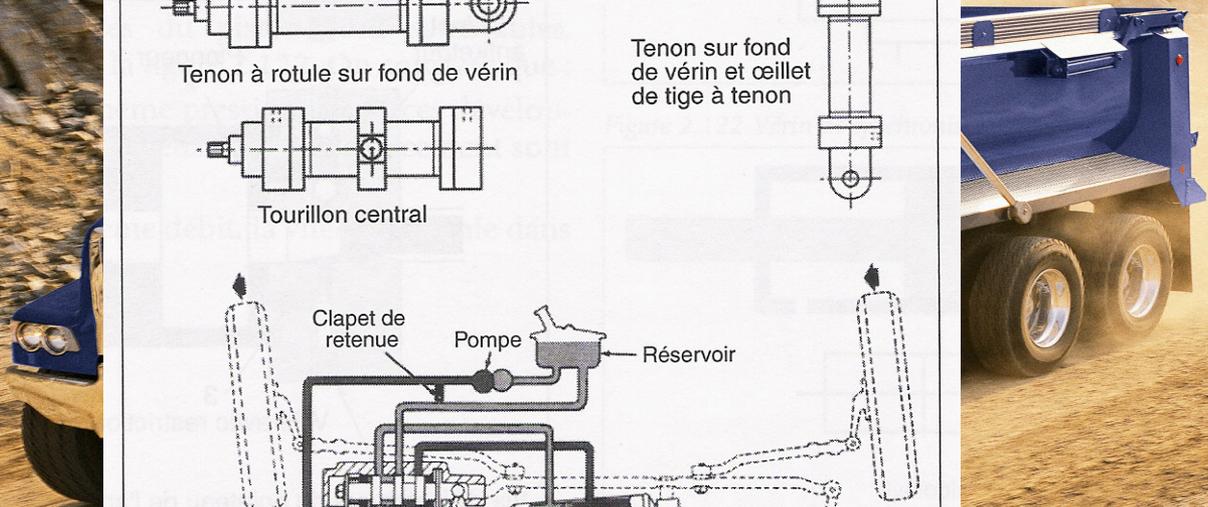
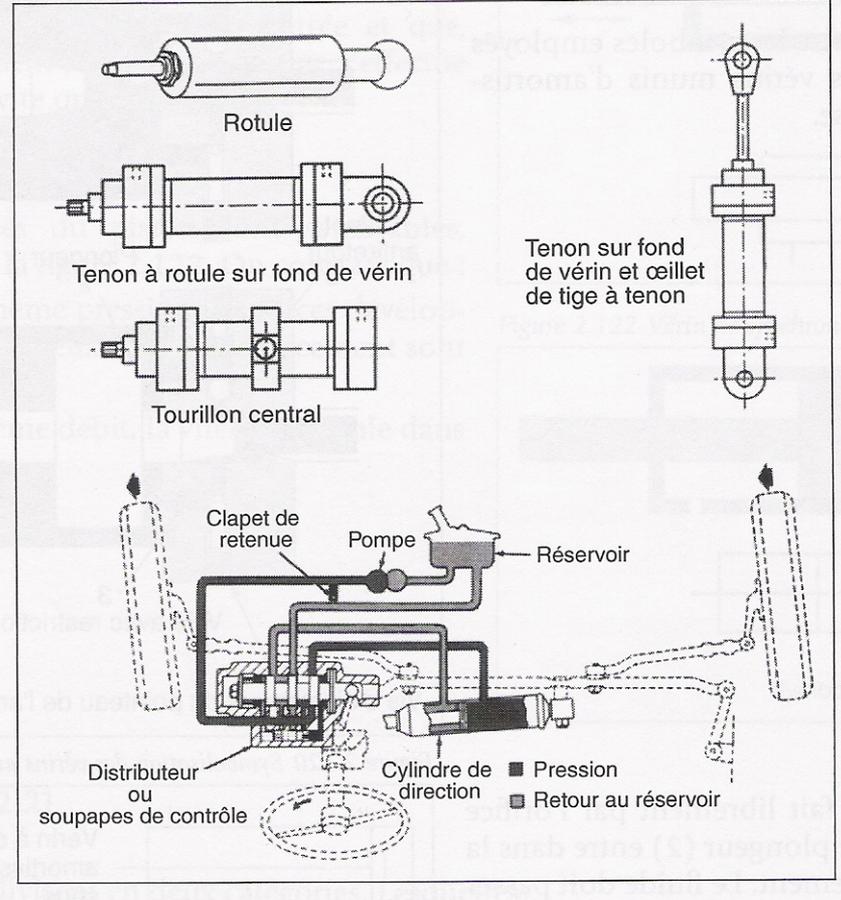


Figure 2.118 Système de direction assistée

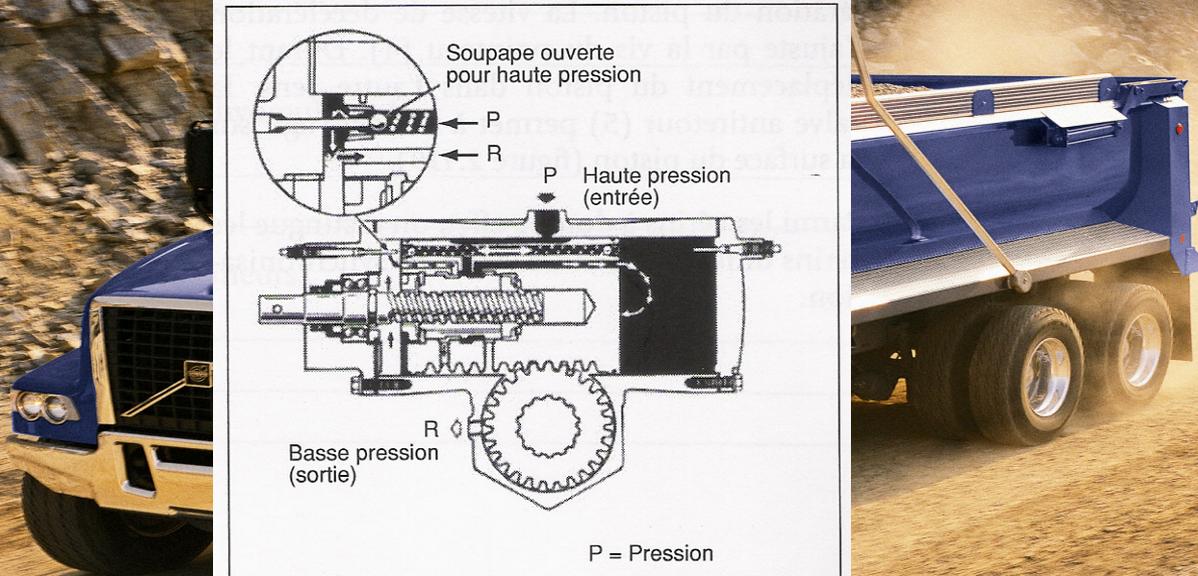
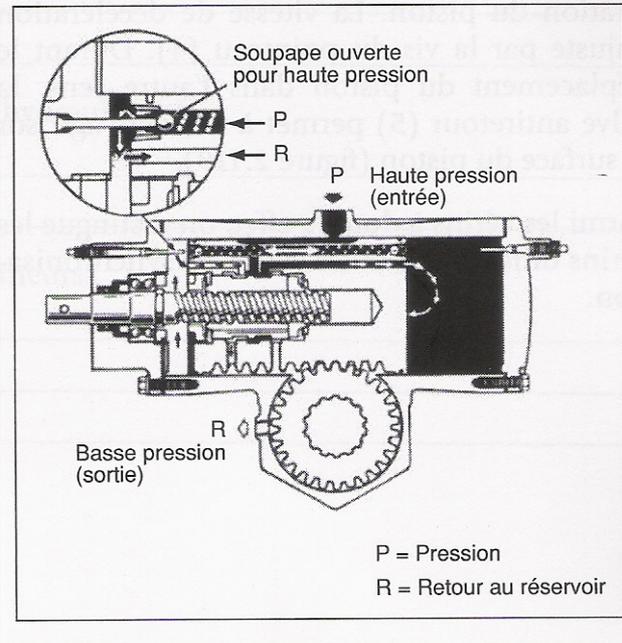


Figure 2.119 Vérin amortisseur

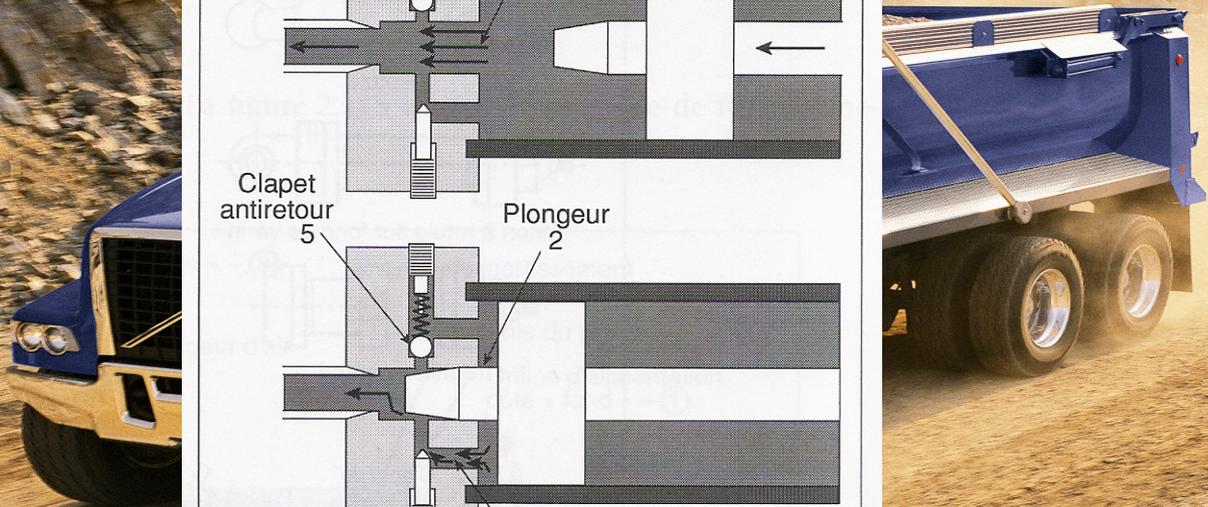
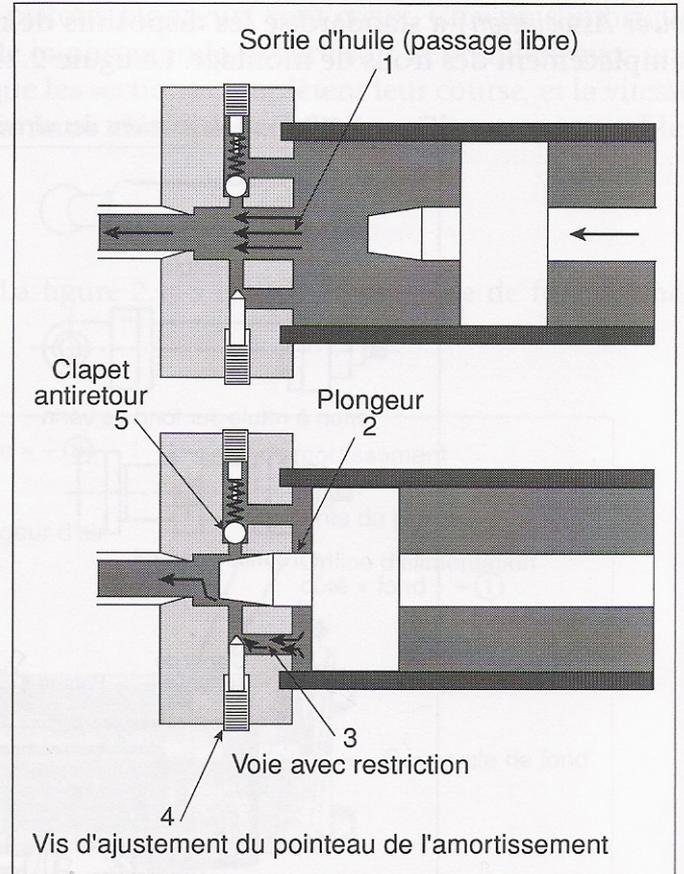
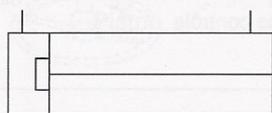
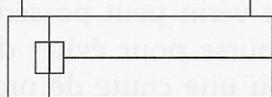


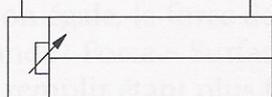
Figure 2.120 Symbolisation des vérins amortisseurs



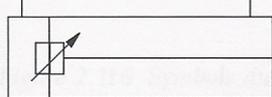
Vérin à double effet avec amortisseur dans un seul sens



Vérin à double effet avec amortisseurs dans les deux sens



Vérin à double effet avec amortisseur dans un seul sens et réglable



Vérin à double effet avec amortisseurs dans les deux sens et réglables



Figure 2.121 Vérin différentiel et son symbole

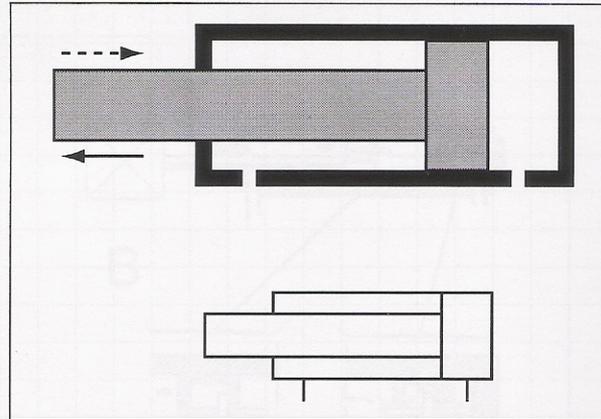


Figure 2.122 Vérin de synchronisation et son symbole

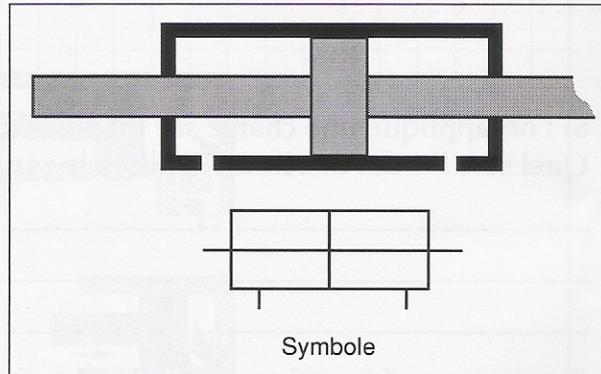


Figure 2.126 Modes d'entraînements pivotants

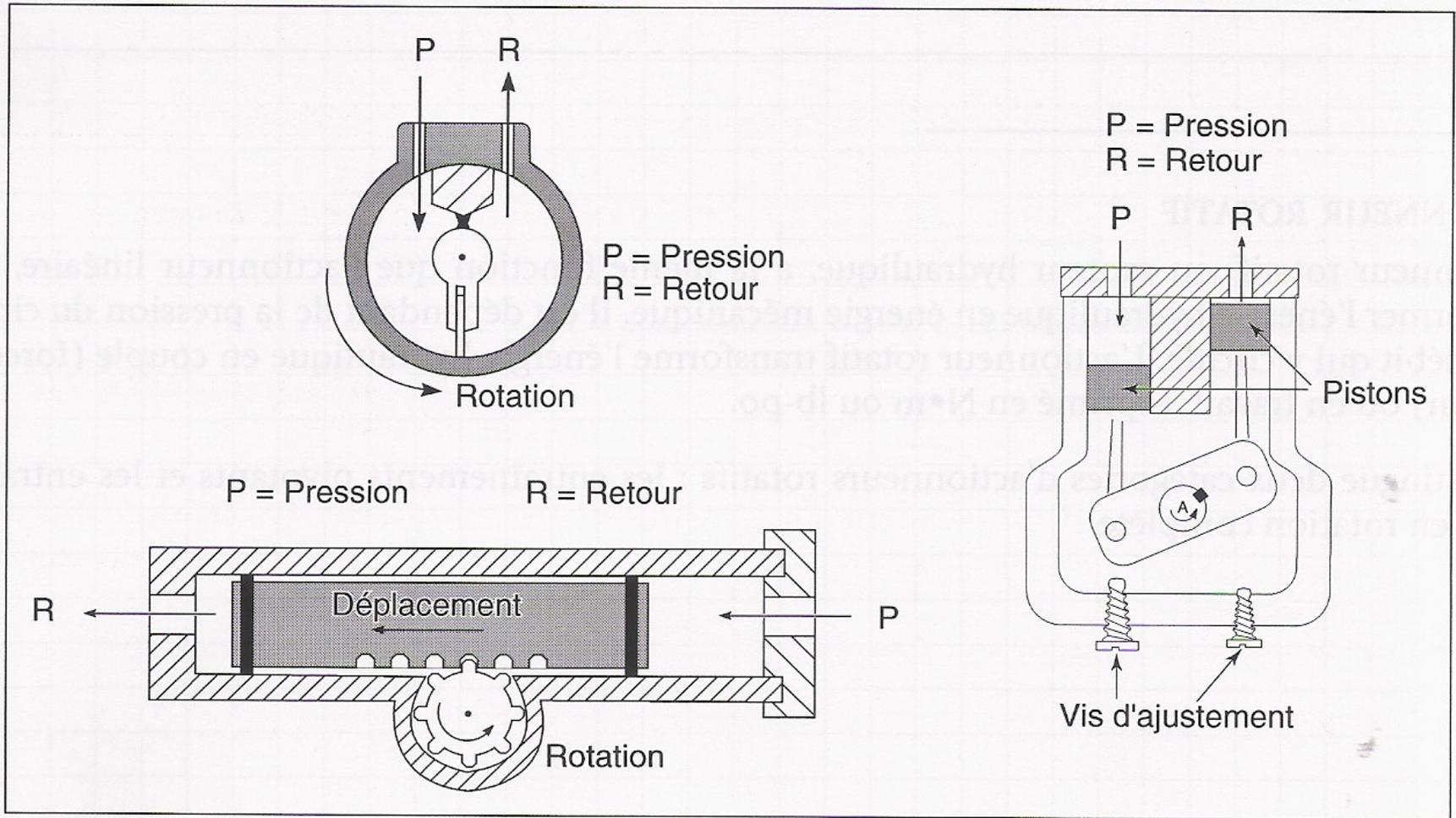


Figure 2.127 Système de direction assistée intégrée

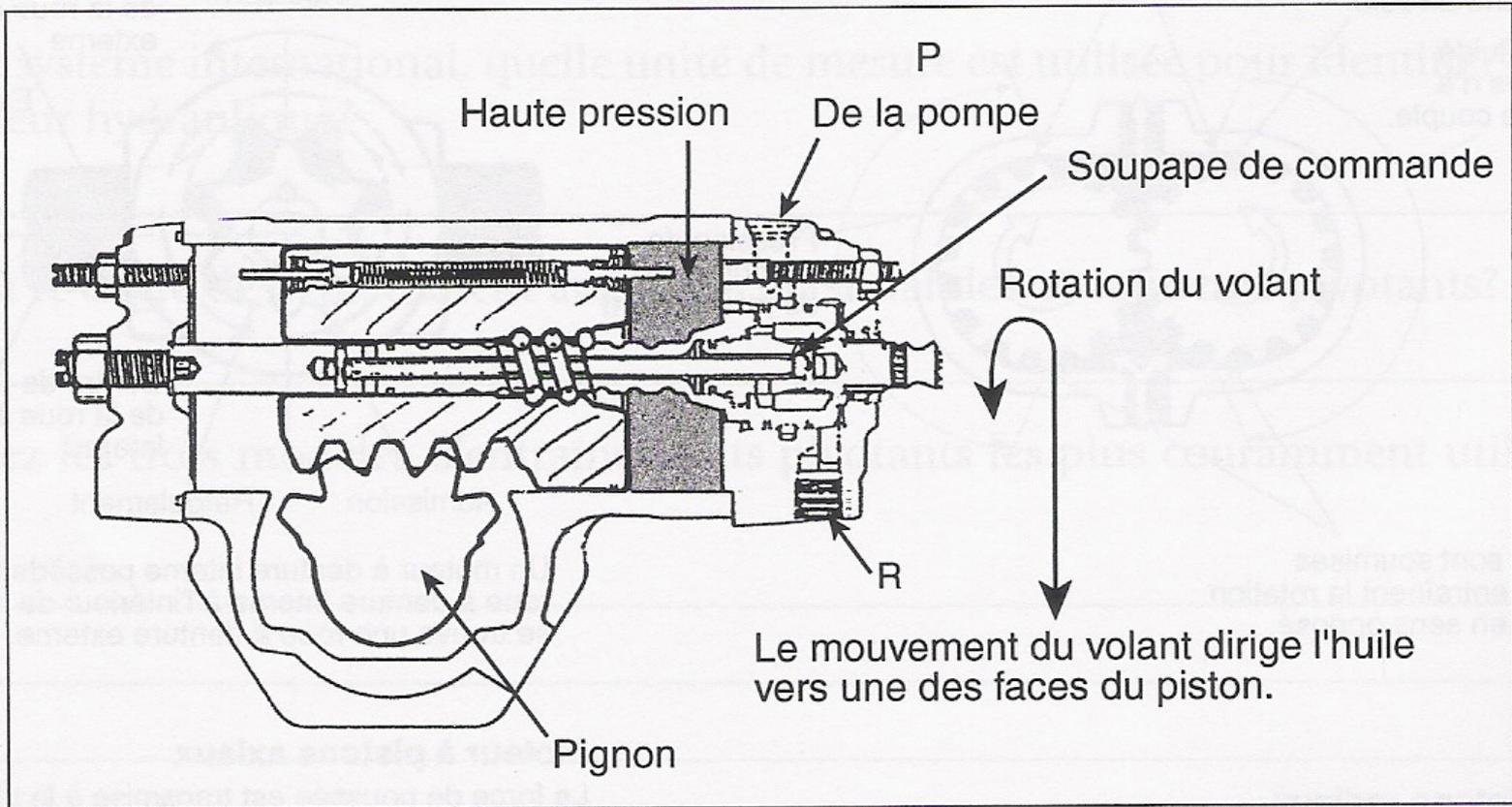
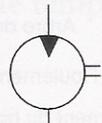
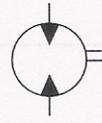


Figure 2.128 Symboles des moteurs hydrauliques



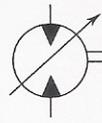
Moteur à cylindrée fixe et à un sens de rotation



Moteur à cylindrée fixe et à deux sens de rotation



Moteur à cylindrée variable et à un sens de rotation

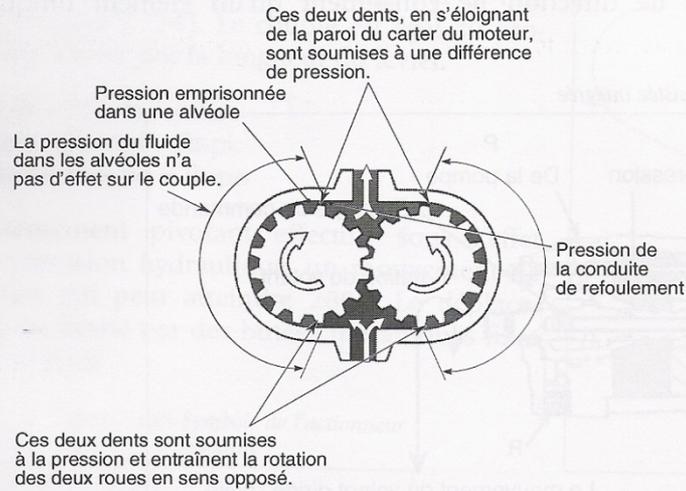


Moteur à cylindrée variable et à deux sens de rotation

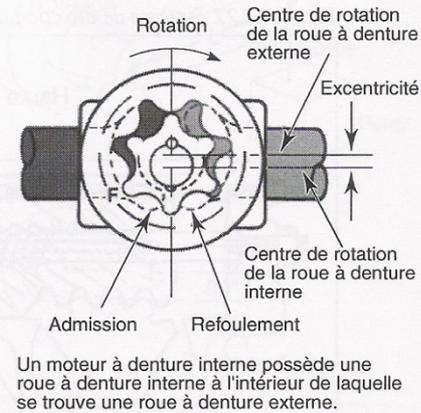


Figure 2.129 Illustration des moteurs en hydraulique (Vickers)

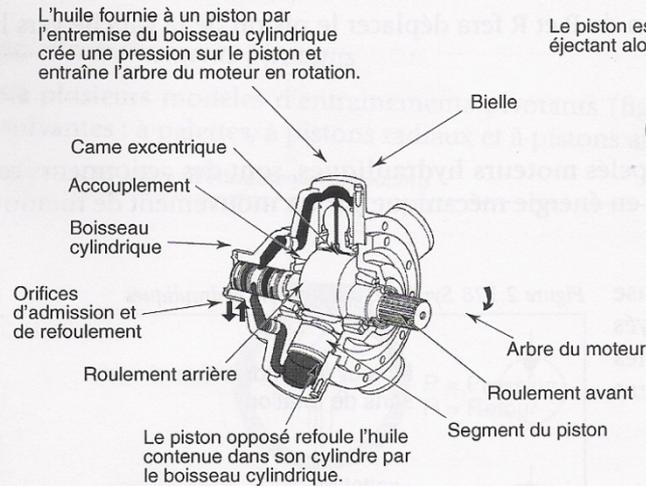
### Moteur à engrenage



### Moteur à gérotor



### Moteur à pistons radiaux



### Moteur à pistons axiaux

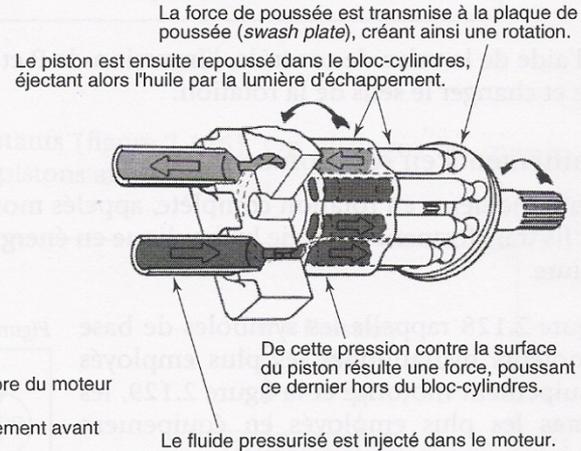


Figure 2.132 Pompe de système de refroidissement d'un moteur

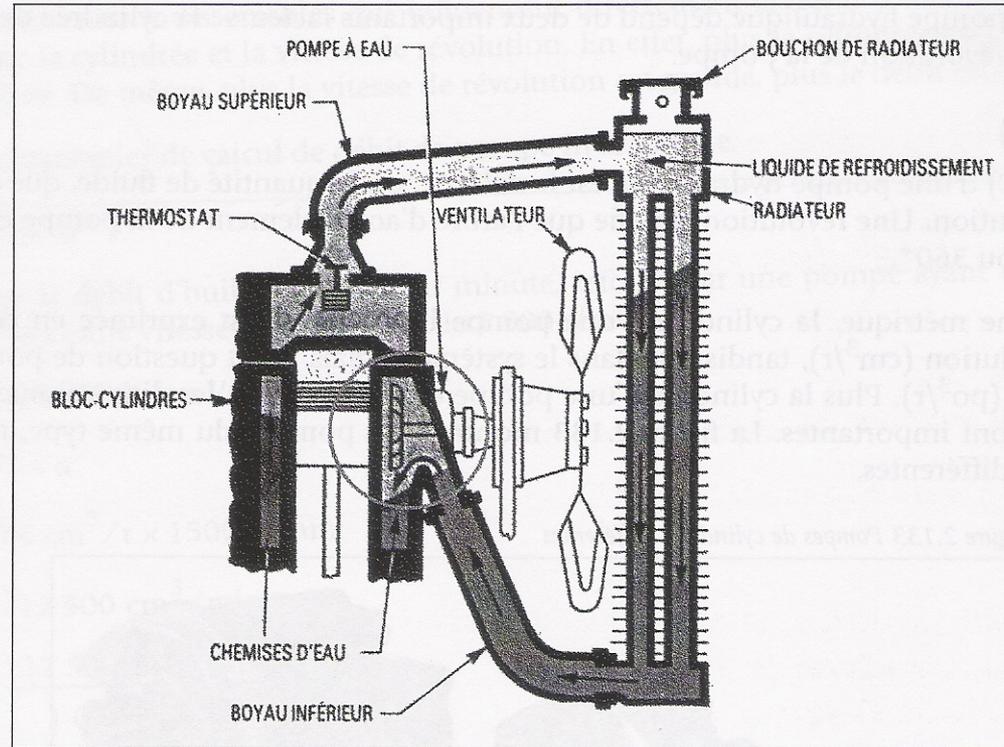
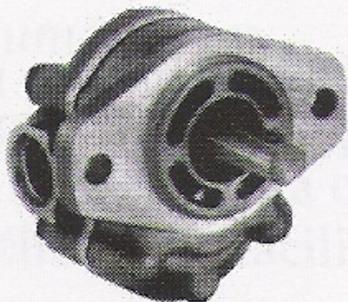
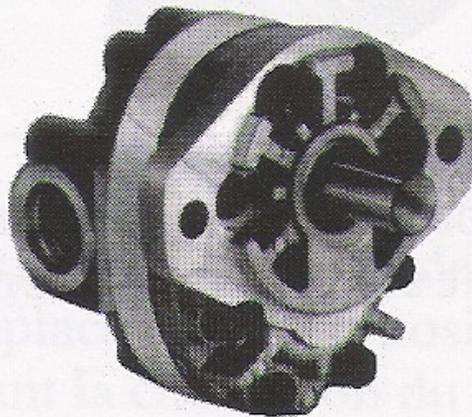


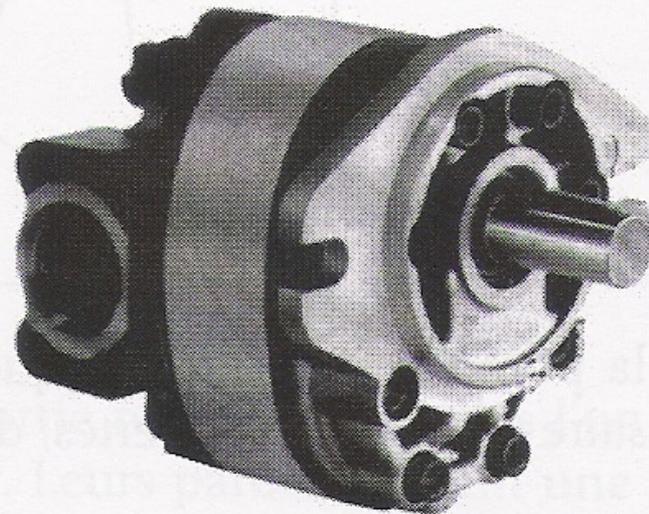
Figure 2.133 Pompes de cylindrées différentes



Cylindrée =  $10 \text{ cm}^3/\text{r}$



Cylindrée =  $35 \text{ cm}^3/\text{r}$



Cylindrée =  $50 \text{ cm}^3/\text{r}$

Figure 2.134 Principe de fonctionnement d'une pompe à engrenage externe

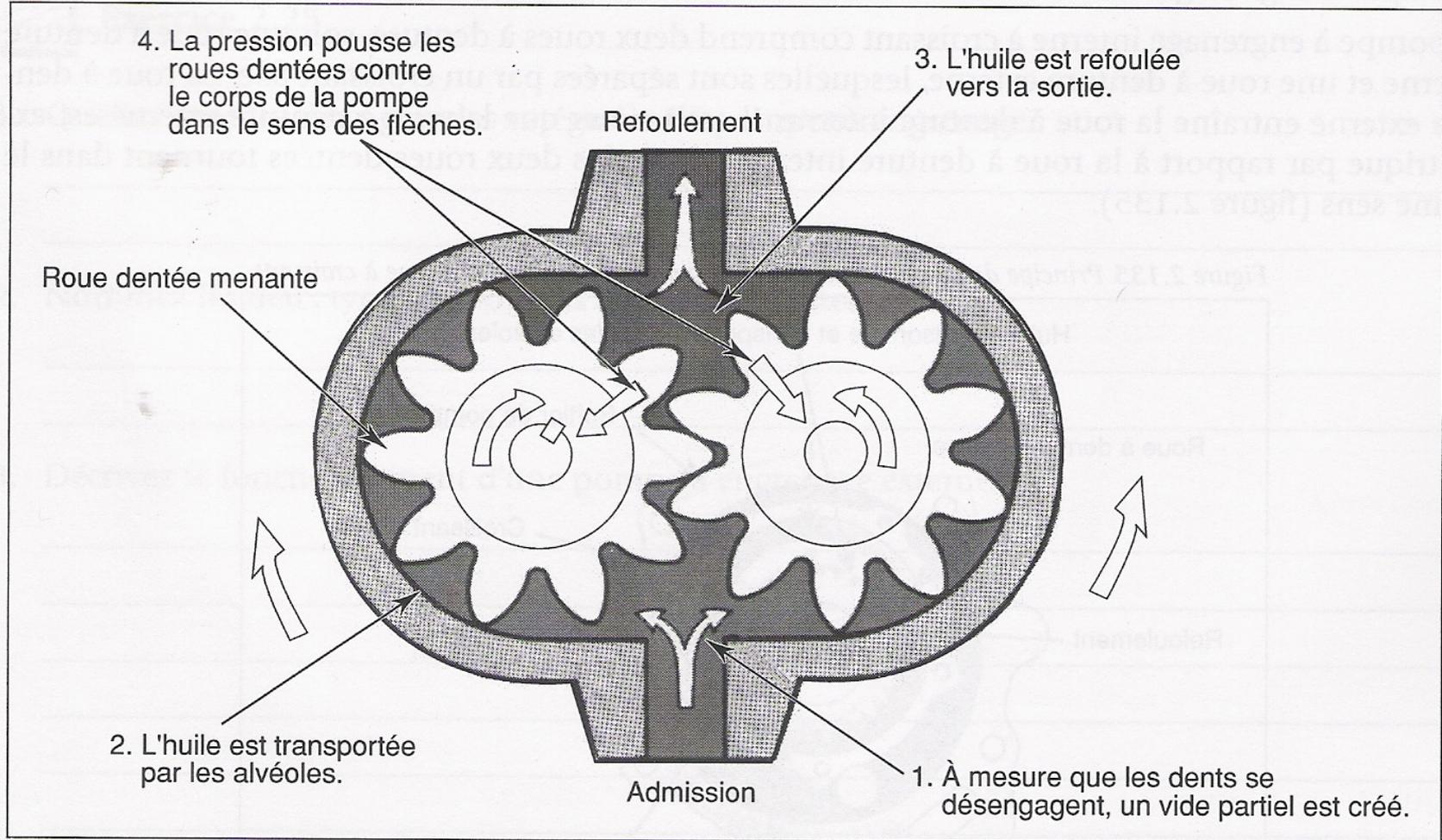


Figure 2.135 Principe de fonctionnement d'une pompe à engrenage interne à croissant

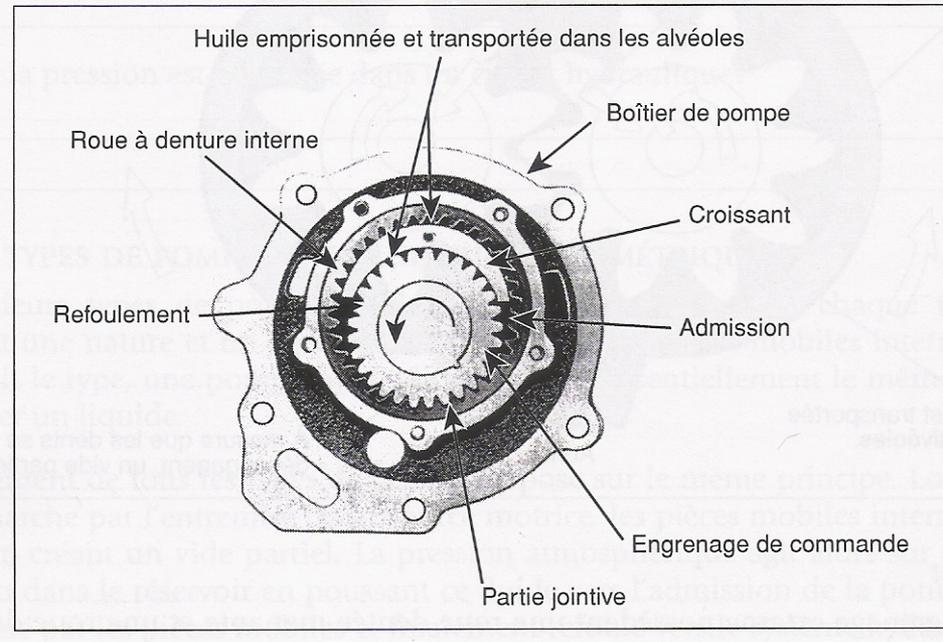


Figure 2.136 Principe de fonctionnement de la pompe à engrenage interne à gérotor

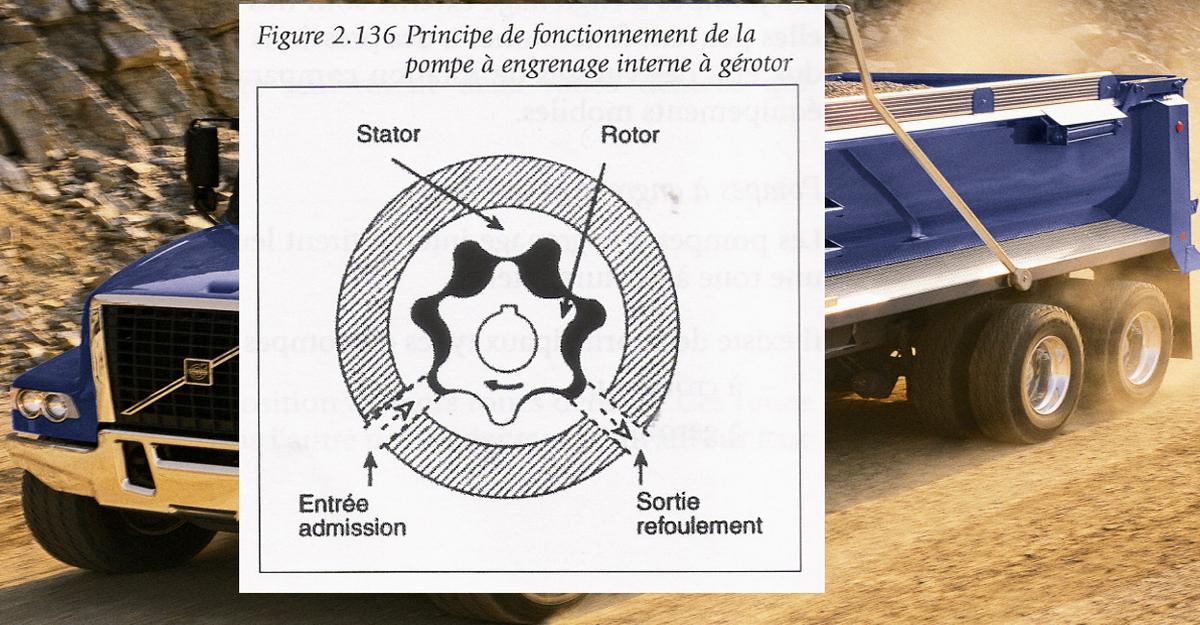
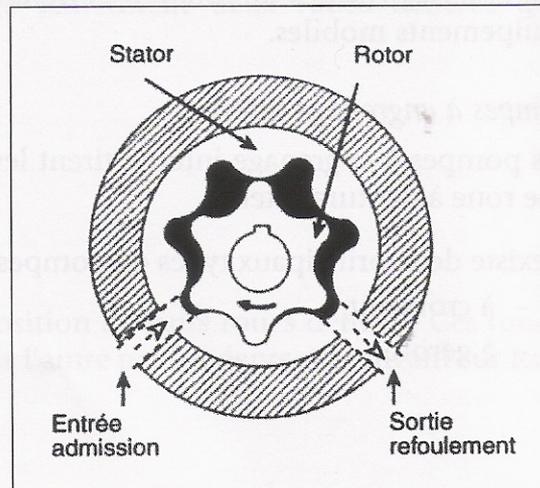


Figure 2.137 Rotor d'une pompe hydraulique volumétrique à palettes

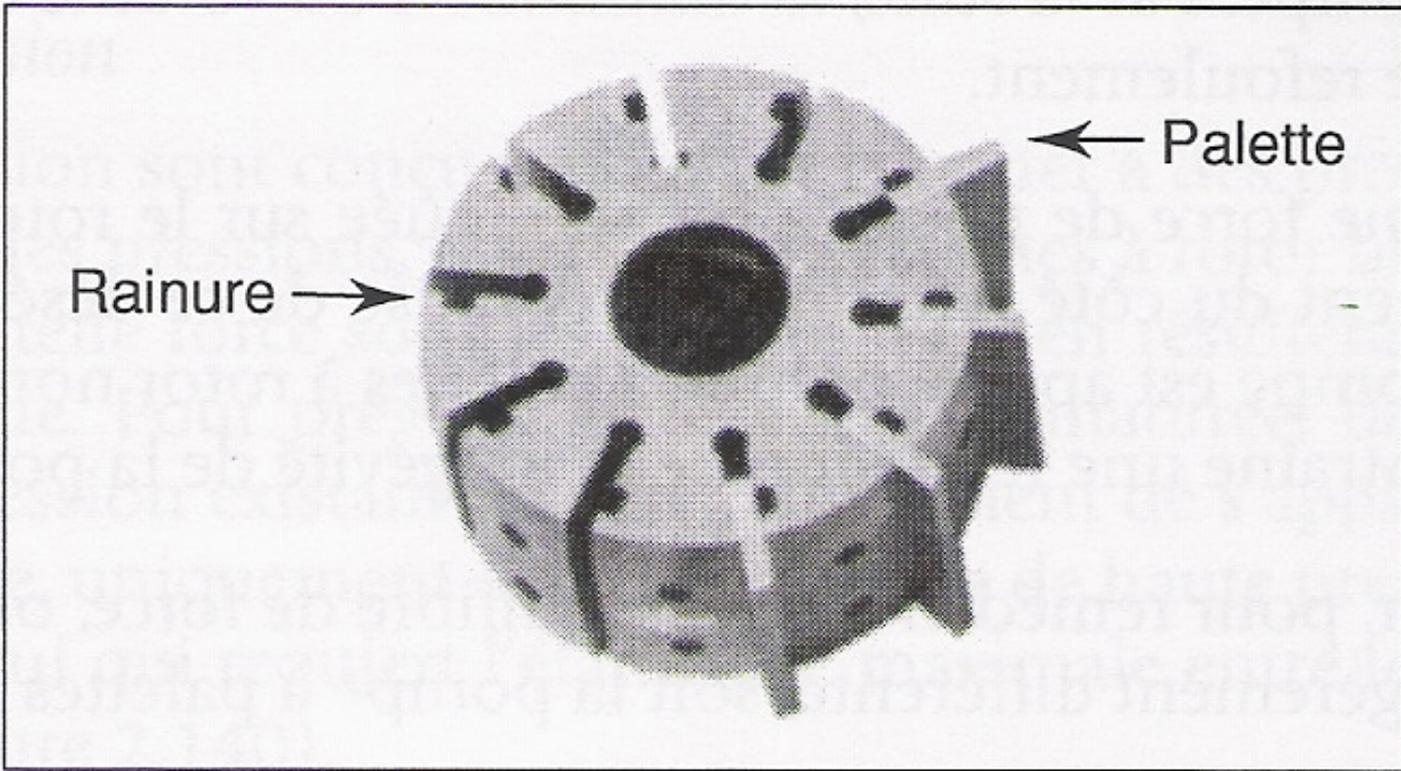


Figure 2.138 Principe de fonctionnement d'une pompe à palettes à cylindrée fixe à rotor non balancé

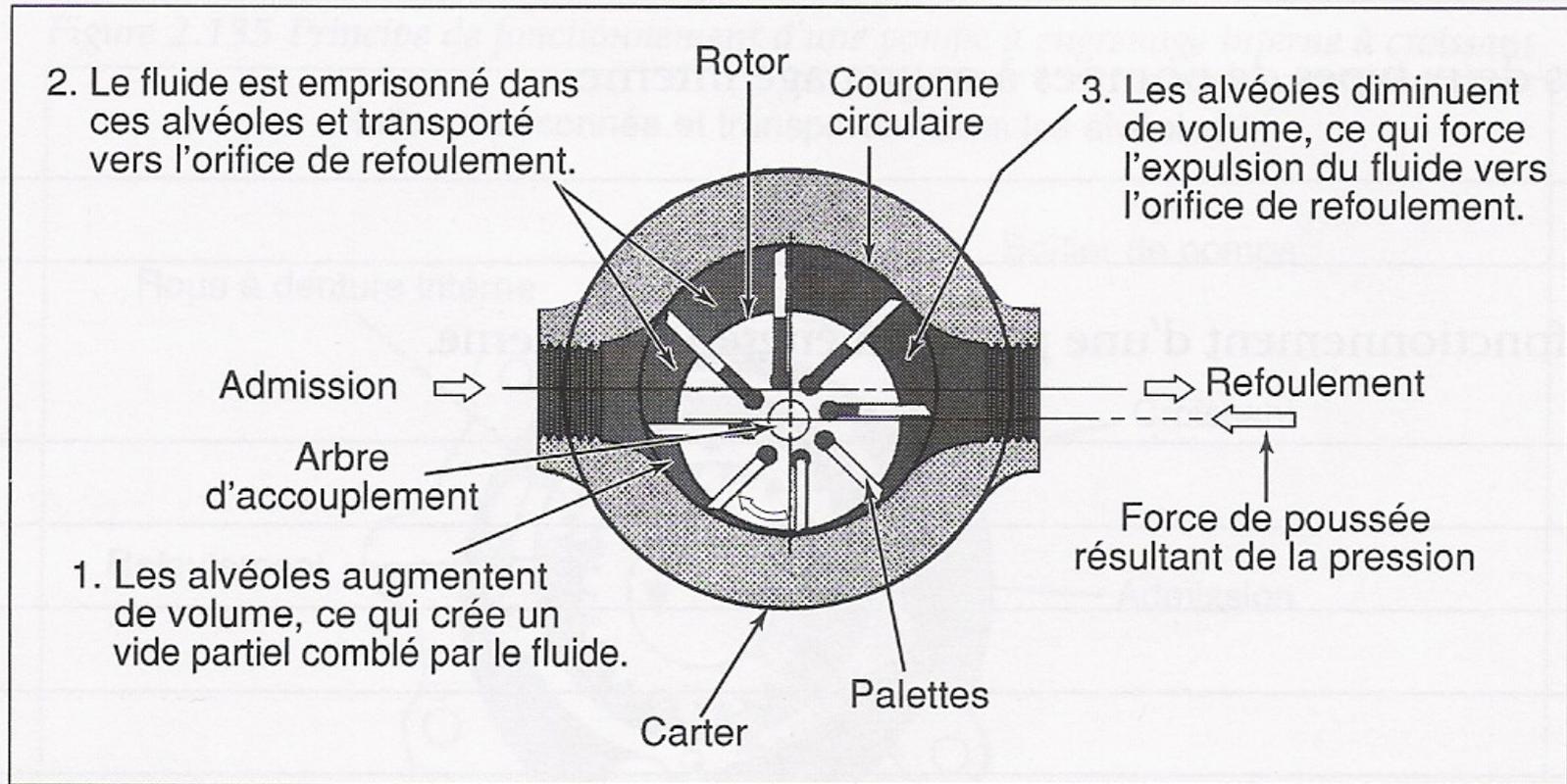


Figure 2.139 Pompe à palettes à cylindrée fixe à rotor balancé

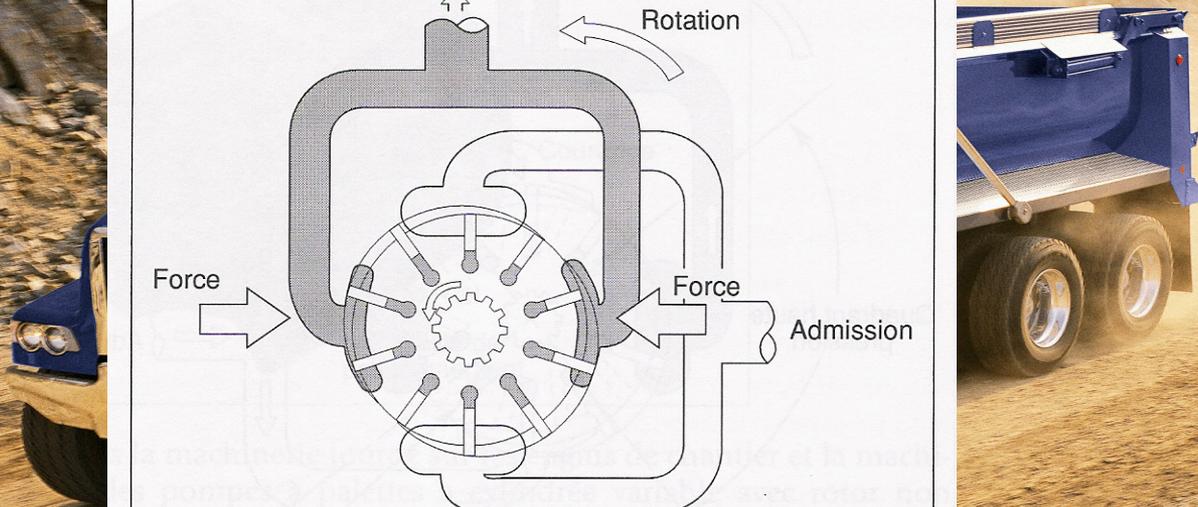
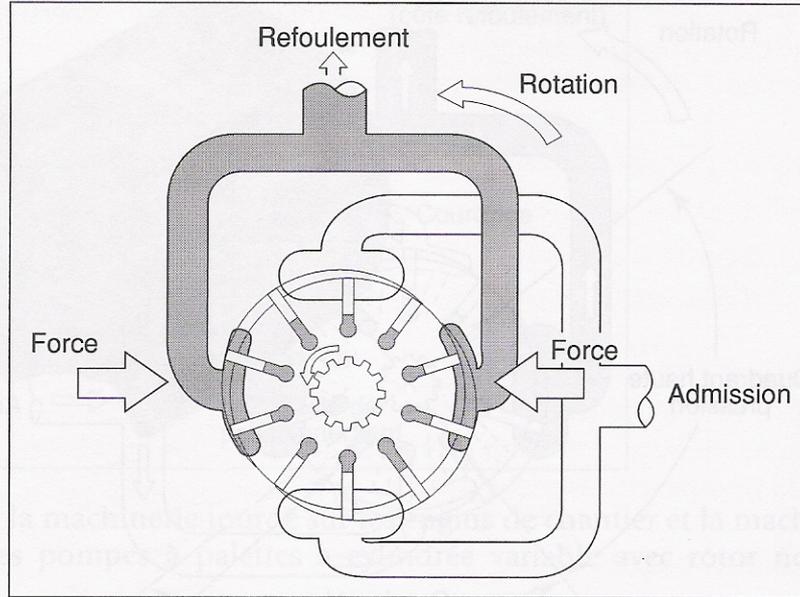


Figure 2.140 Pompe à palettes à rotor balancé pour haute pression

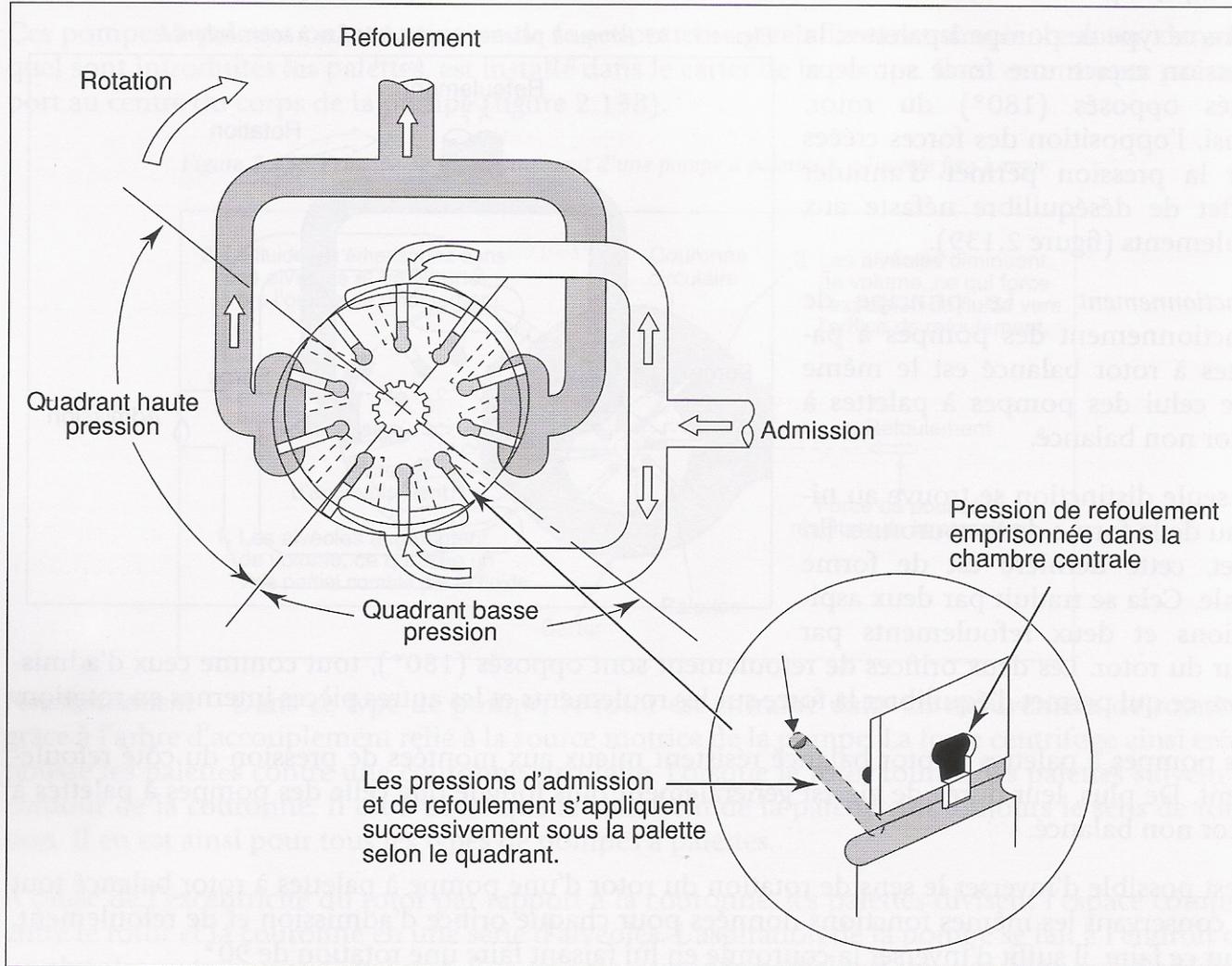


Figure 2.143a Principe de fonctionnement d'une pompe à pistons radiaux à bloc cylindrique tournant

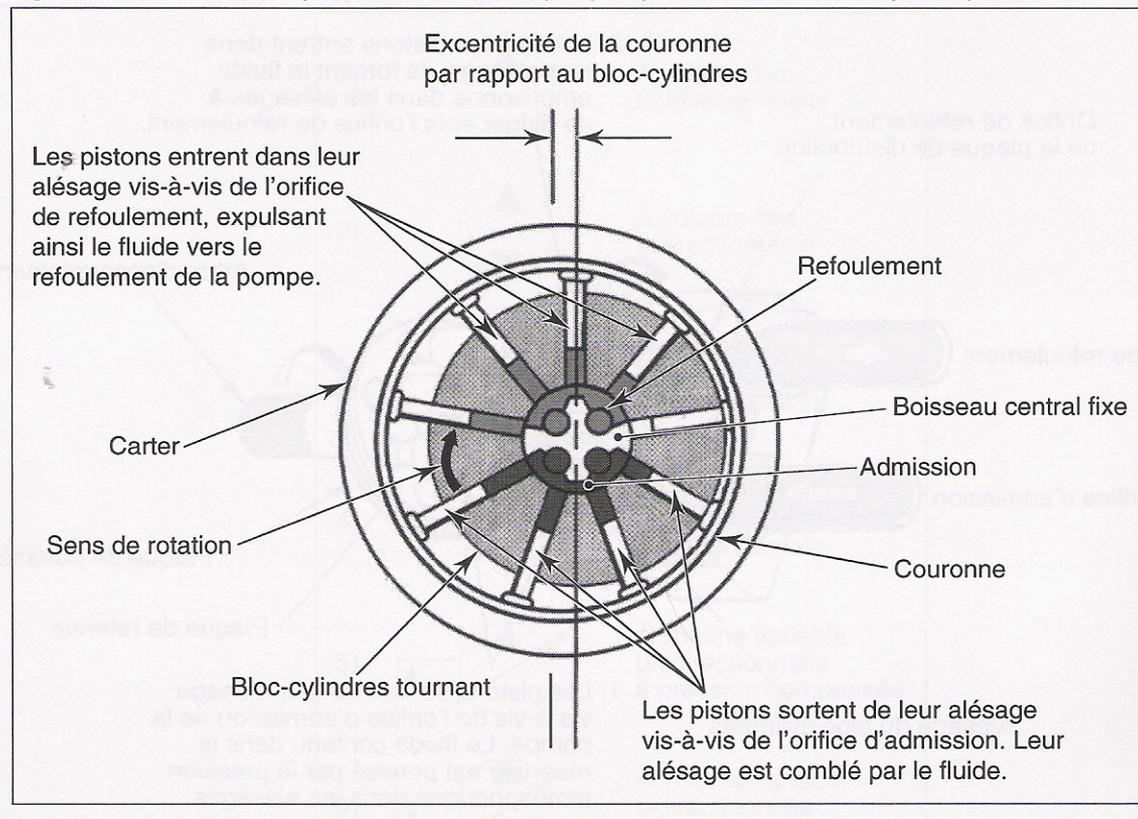


Figure 2.143b Principe de fonctionnement d'une pompe à pistons radiaux à bloc cylindrique fixe

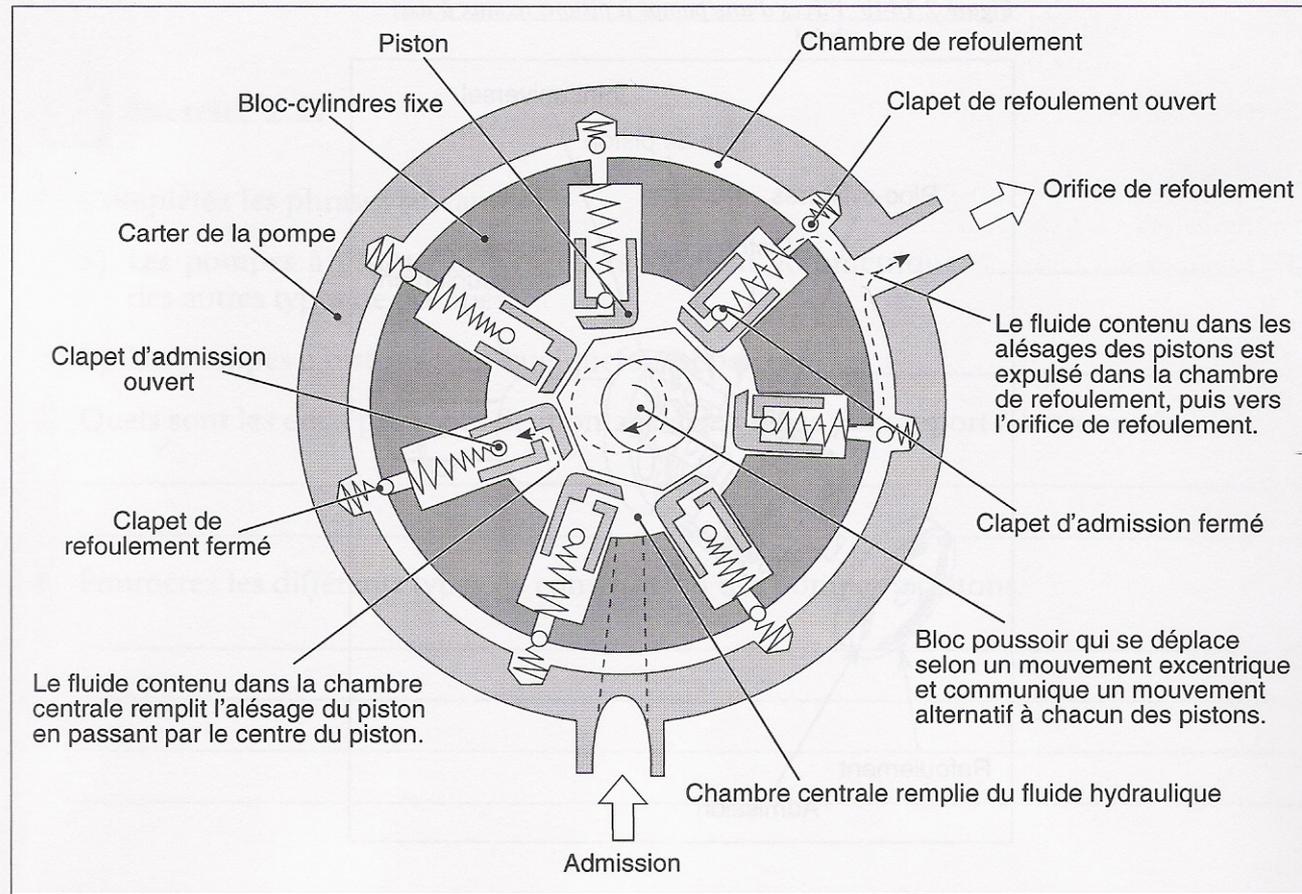


Figure 2.144a Principe de fonctionnement d'une pompe à pistons axiaux à axe droit

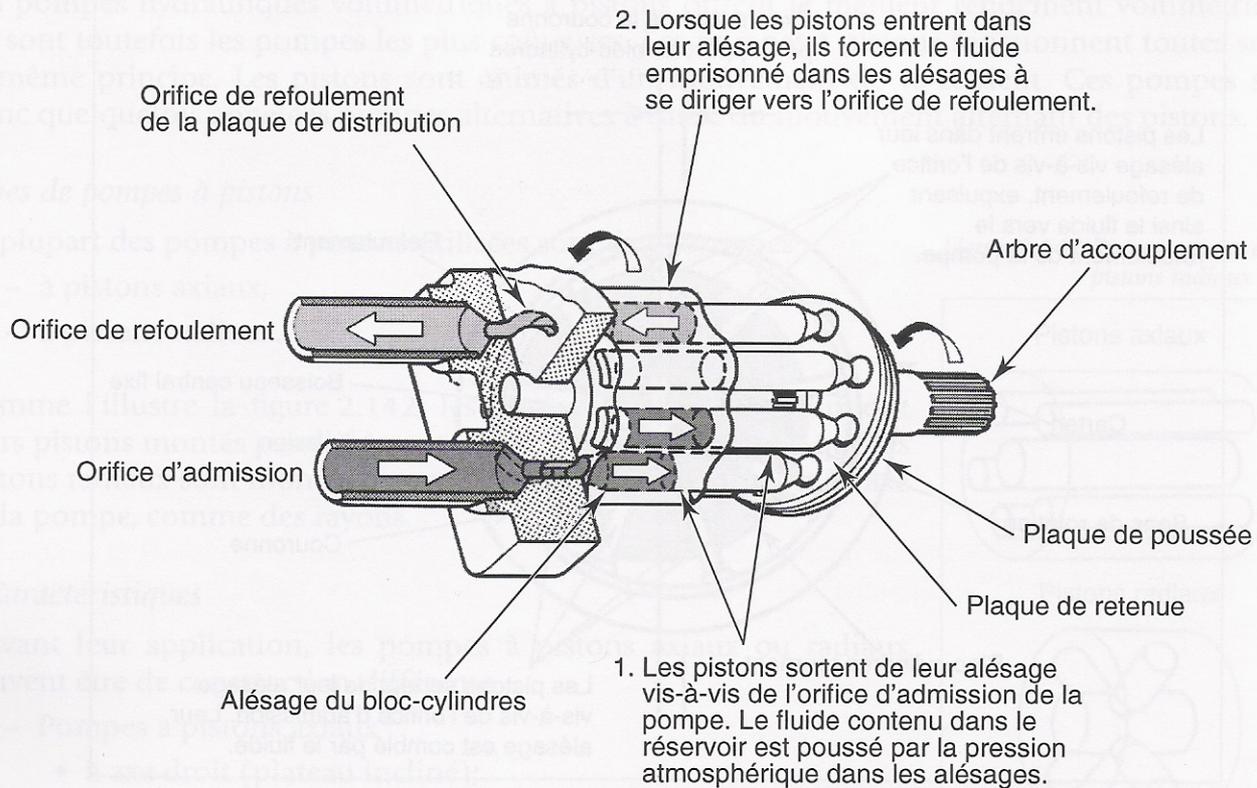


Figure 2.144b Pièces d'une pompe à pistons axiaux à axe brisé

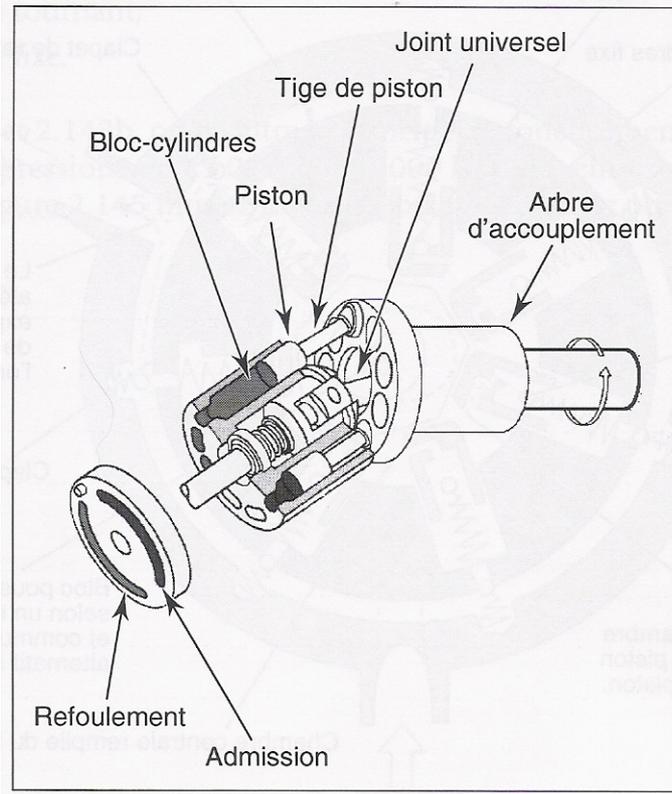


Figure 3.2 Dimensions d'un tuyau d'acier rigide

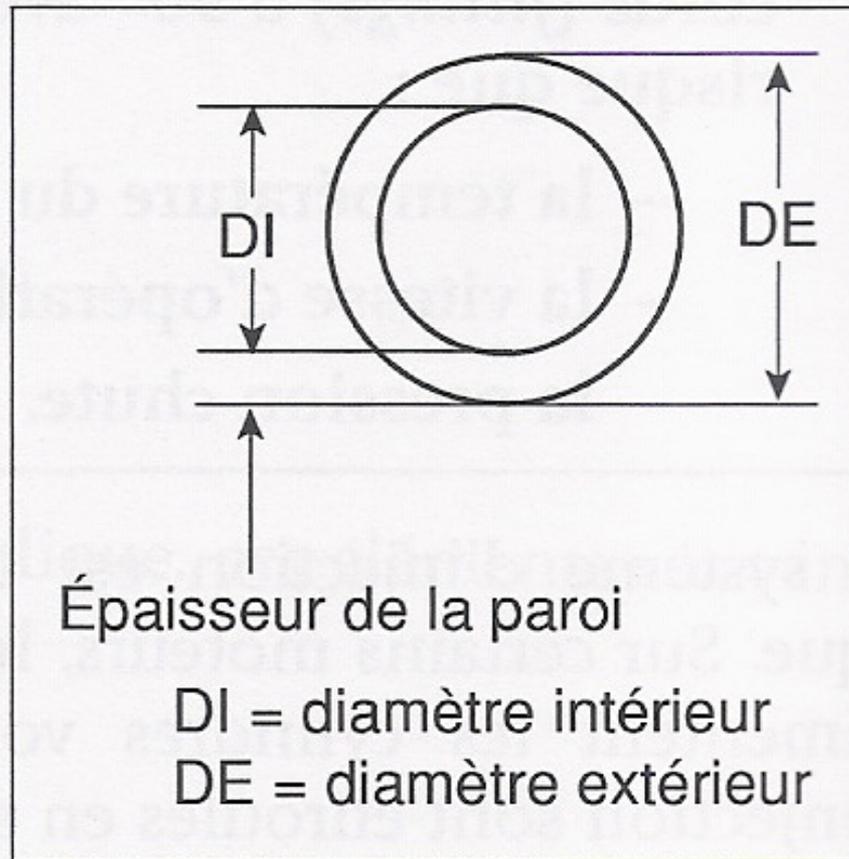


Figure 3.3 Différentes dimensions de tuyaux

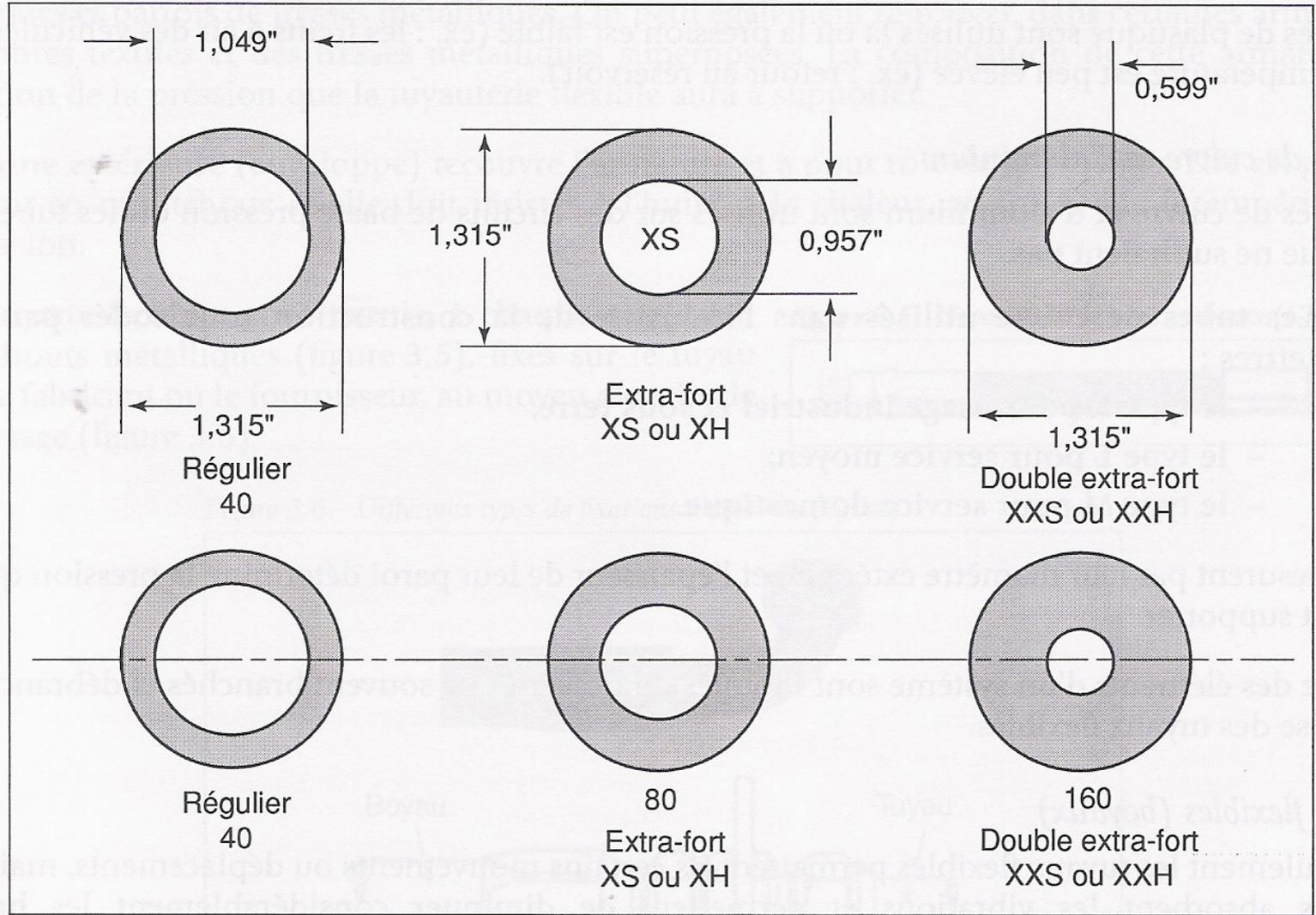


Figure 3.4 Composition d'un tuyau flexible (boyau)  
(Gates)

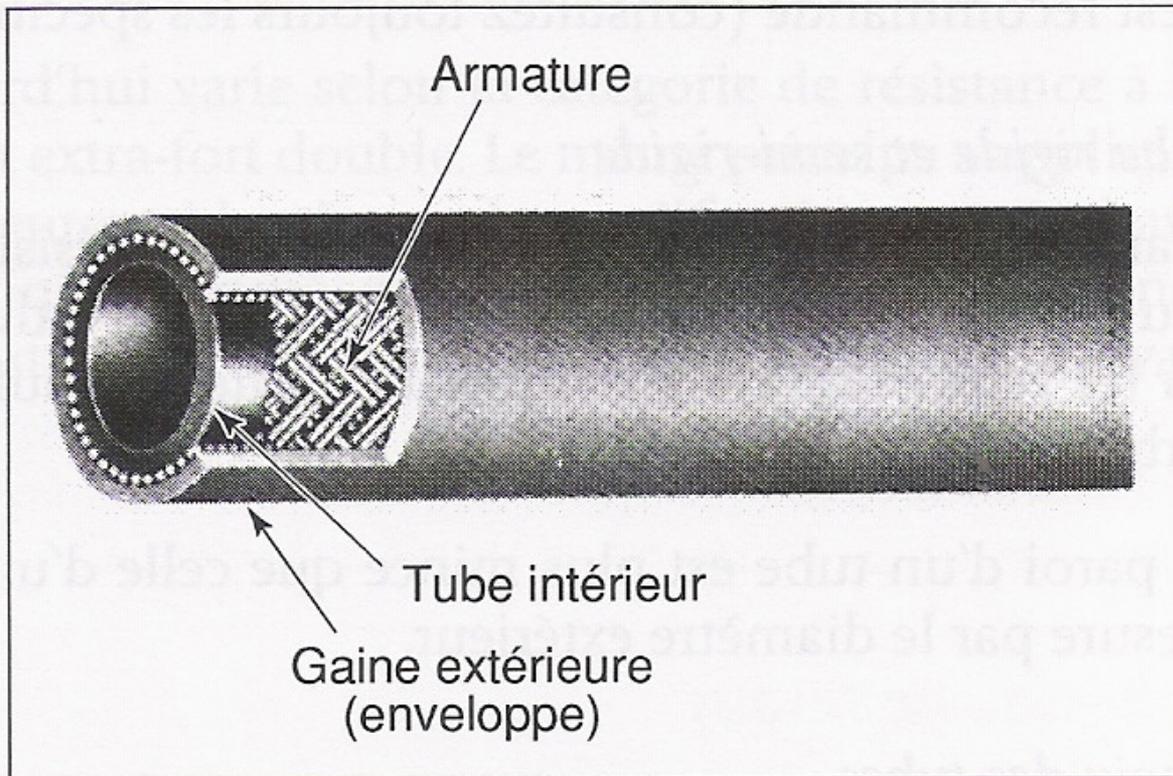
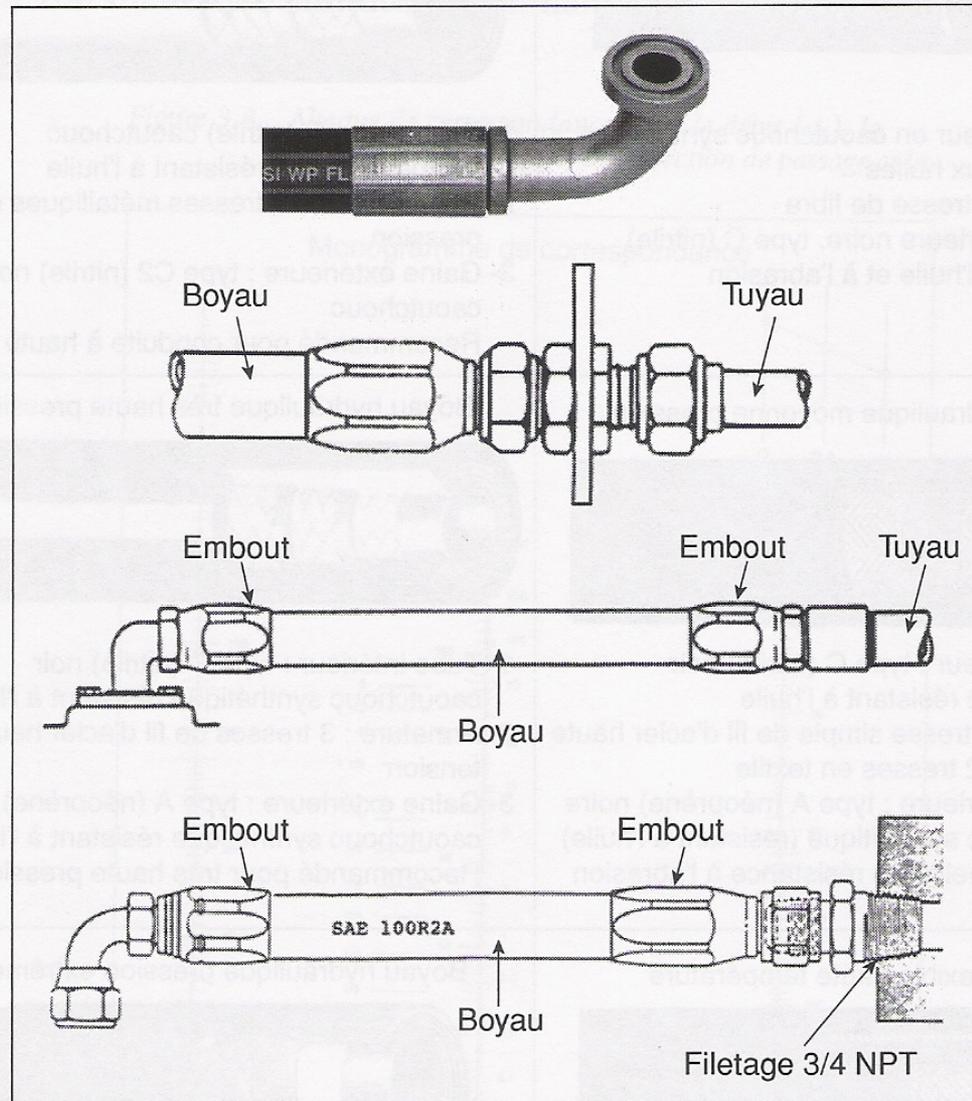
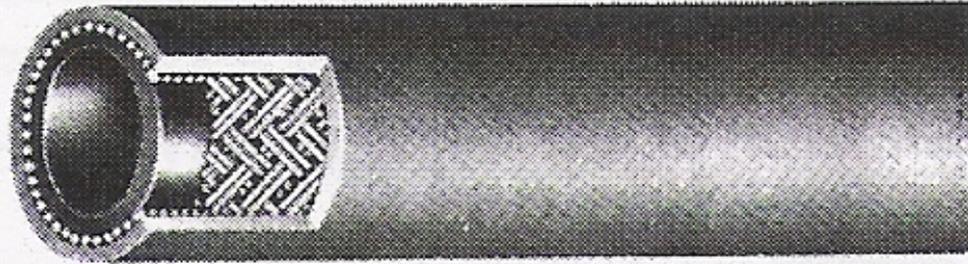


Figure 3.6 Différents types de fixations d'embouts (Gates)

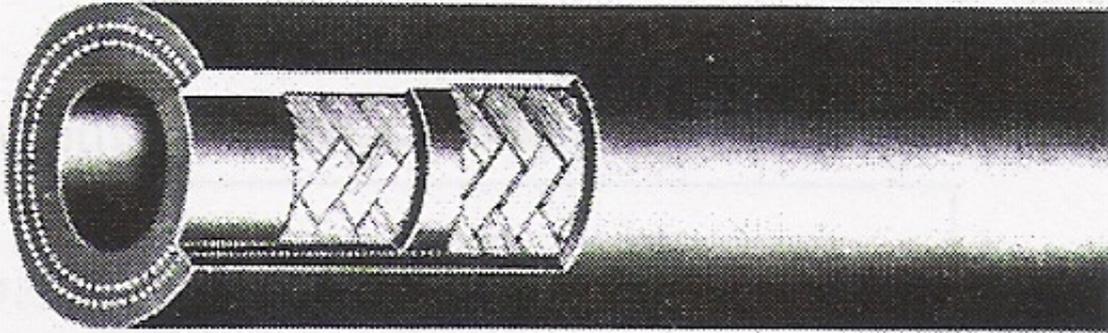


## Boyau hydraulique basse pression



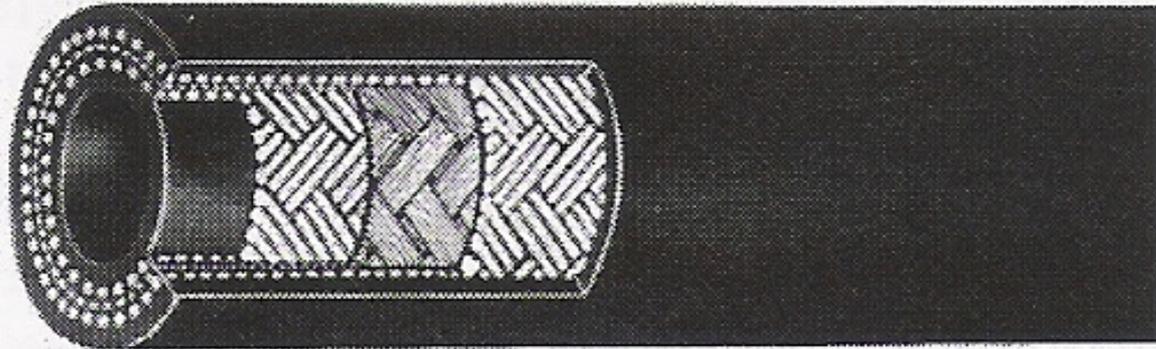
- 1- Tube intérieur en caoutchouc synthétique résistant aux huiles
- 2- Armature : tresse de fibre
- 3- Gaine extérieure noire, type C (nitrile) résistant à l'huile et à l'abrasion

## Boyau hydraulique haute pression



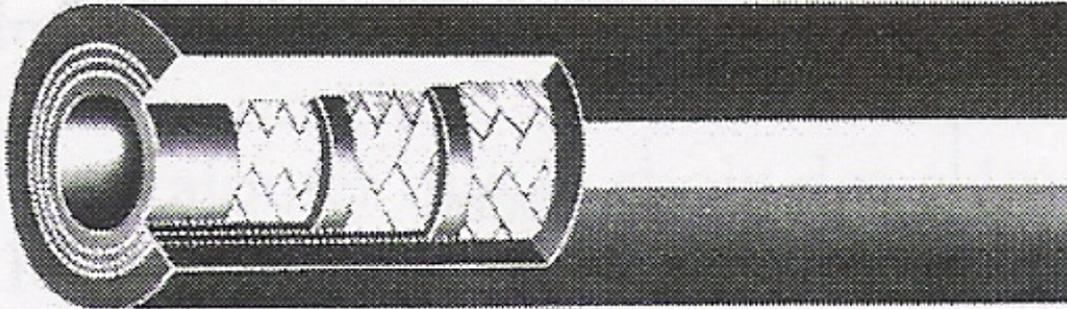
- 1- Tube : type C (nitrile) caoutchouc synthétique noir résistant à l'huile
  - 2- Armature : deux tresses métalliques de haute pression
  - 3- Gaine extérieure : type C2 (nitrile) noire en caoutchouc
- Recommandé pour conduite à haute pression

## Boyau hydraulique moyenne pression



- 1- Tube intérieur : type C (nitrile) noir caoutchouc résistant à l'huile
- 2- Armature : tresse simple de fil d'acier haute tension et 2 tresses en textile
- 3- Gaine extérieure : type A (néoprène) noire caoutchouc synthétique (résistant à l'huile) pour une meilleure résistance à l'abrasion

## Boyau hydraulique très haute pression



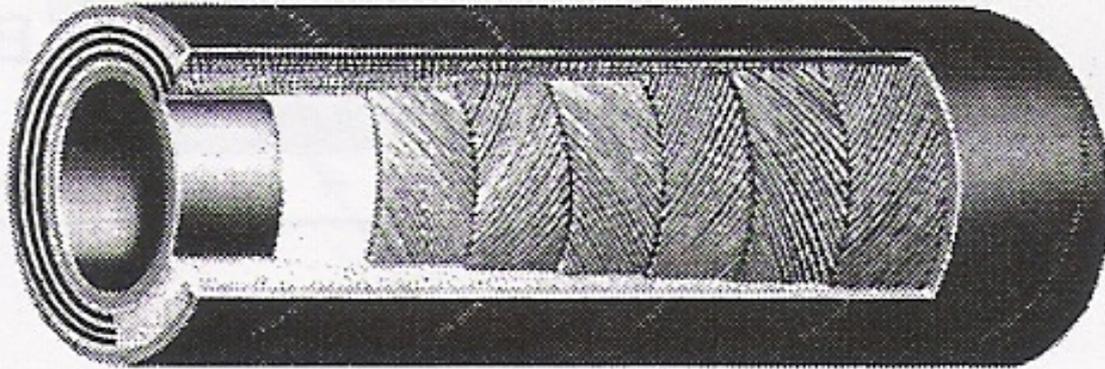
- 1- Tube intérieur : type C (nitrile) noir caoutchouc synthétique résistant à l'huile
- 2- Armature : 3 tresses de fil d'acier haute tension
- 3- Gaine extérieure : type A (néoprène) noire, caoutchouc synthétique résistant à l'huile  
Recommandé pour très haute pression

### Boyau flexible haute température



- 1- Tube intérieur : caoutchouc synthétique noir (nitrile) résistant à l'huile et à la chaleur
- 2- Armature : tresse simple de fil d'acier haute tension sur une tresse de polyester
- 3- Gaine extérieure noire tressée imprégnée de caoutchouc résistant à l'huile et à la chaleur

## Boyau hydraulique pression extrême



- 1- Tube intérieur : type A (néoprène) caoutchouc synthétique noir, résistant à l'huile
- 2- Armature : 4 plis de fil d'acier spiralé de haut calibre alternés sur une tresse de textile
- 3- Gaine extérieure : type A (néoprène) caoutchouc résistant aux flammes

Figure 3.10 Montages d'un boyau flexible  
(Gates)

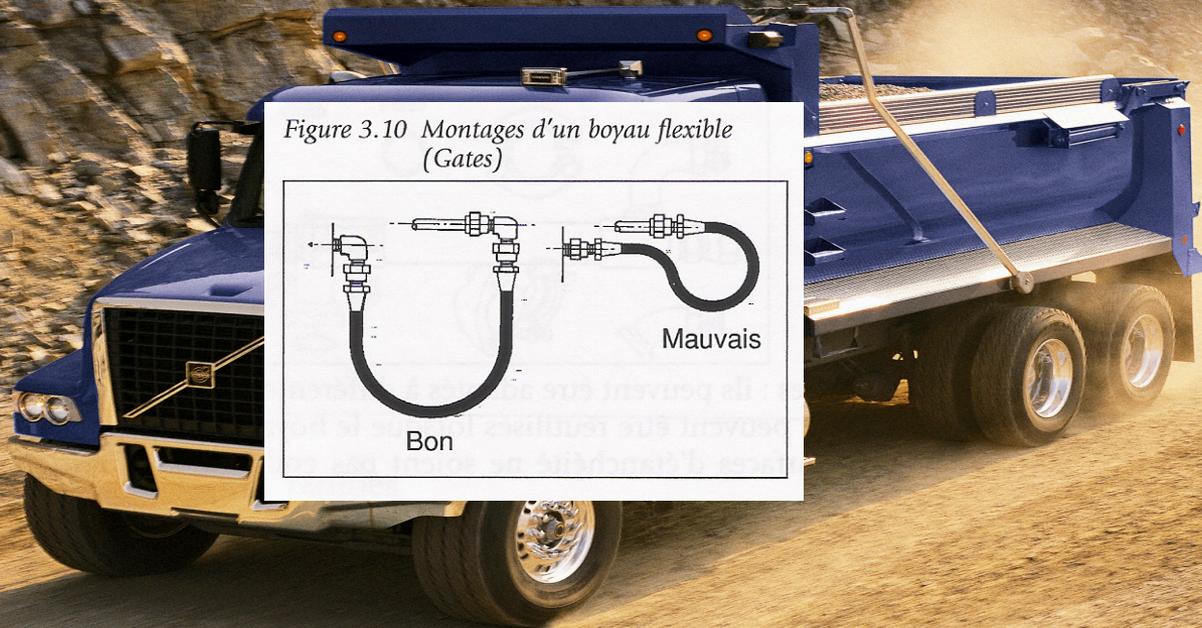
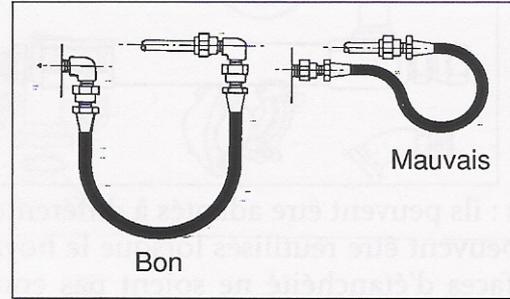


Figure 3.11 Installation correcte d'un boyau (Gates)

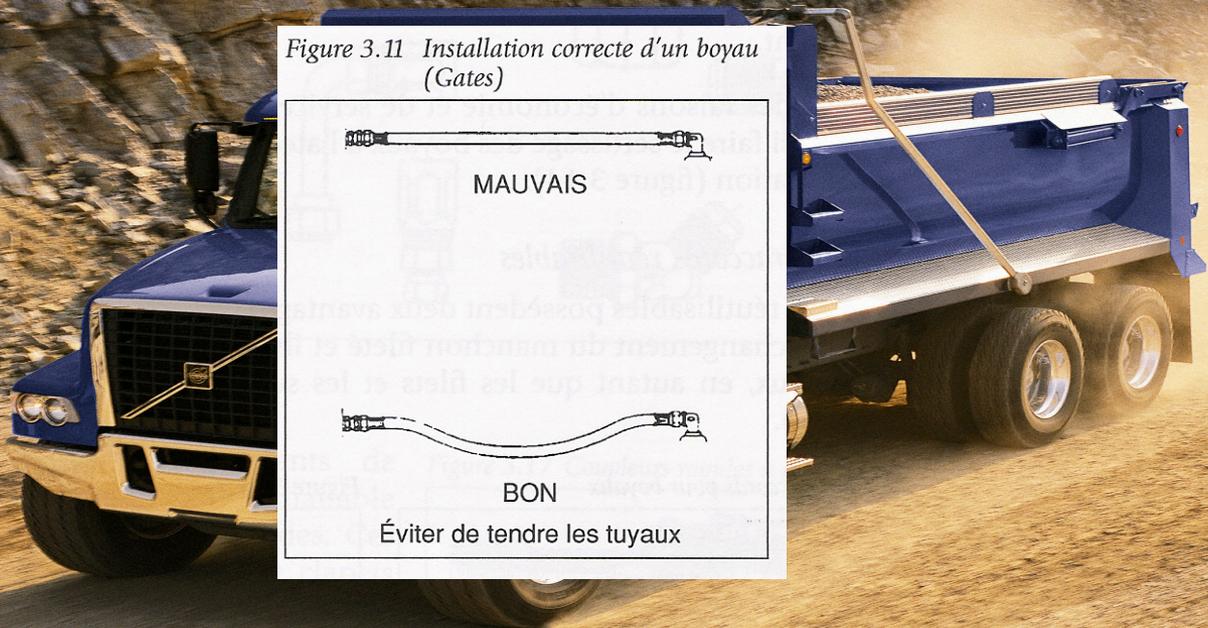
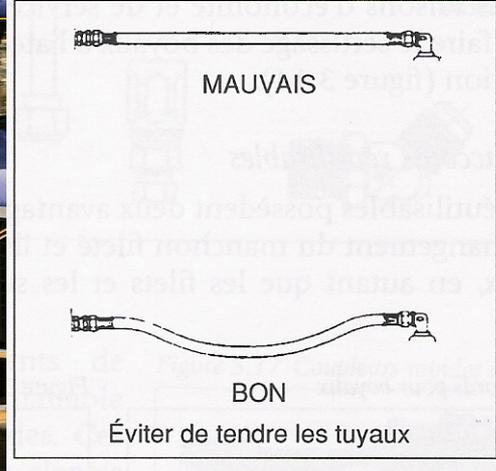


Figure 3.12 Longueur de l'assemblage lors d'une commande (Gates)

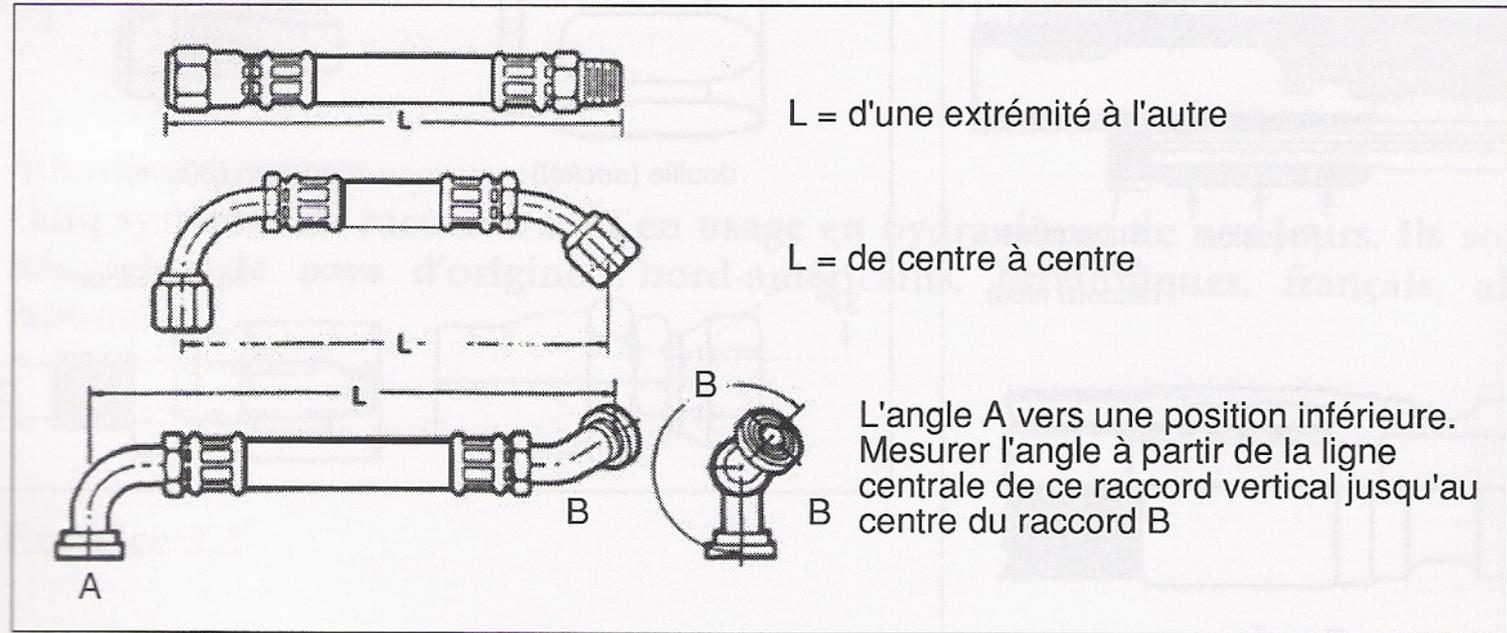


Figure 3.9 Abaque des débits des boyaux aux vitesses d'écoulement recommandées dans le système impérial (Gates)

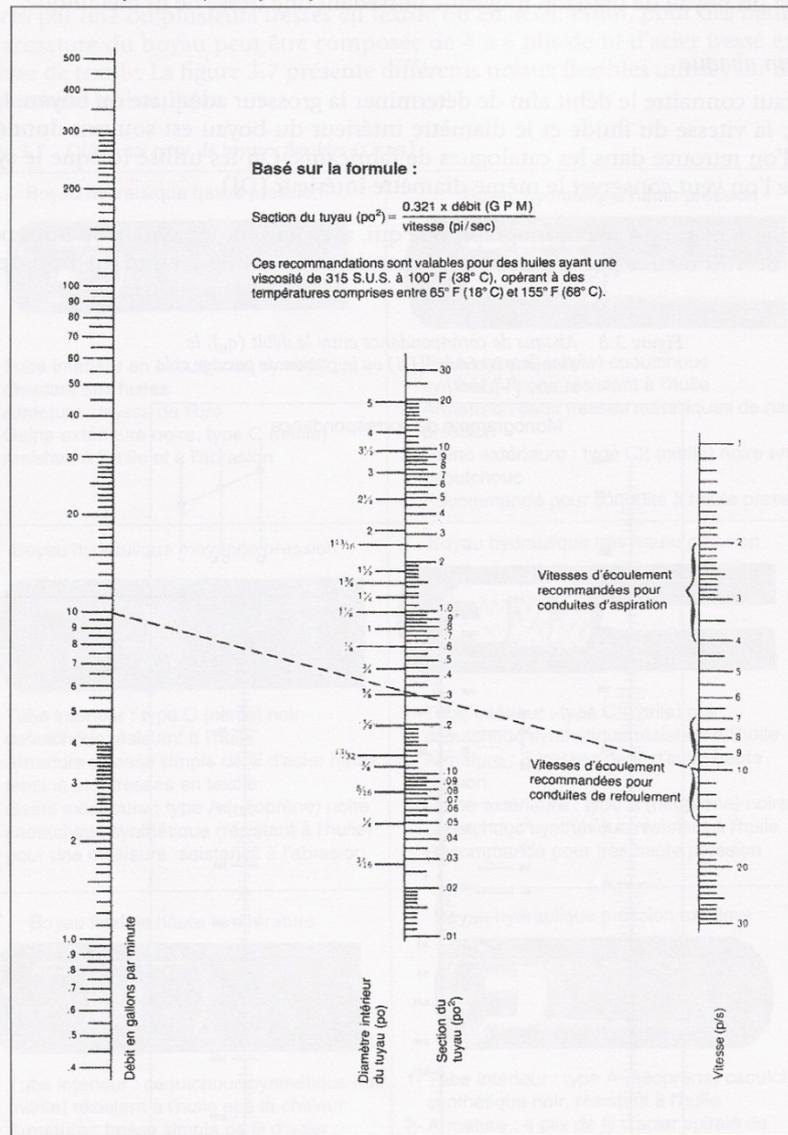
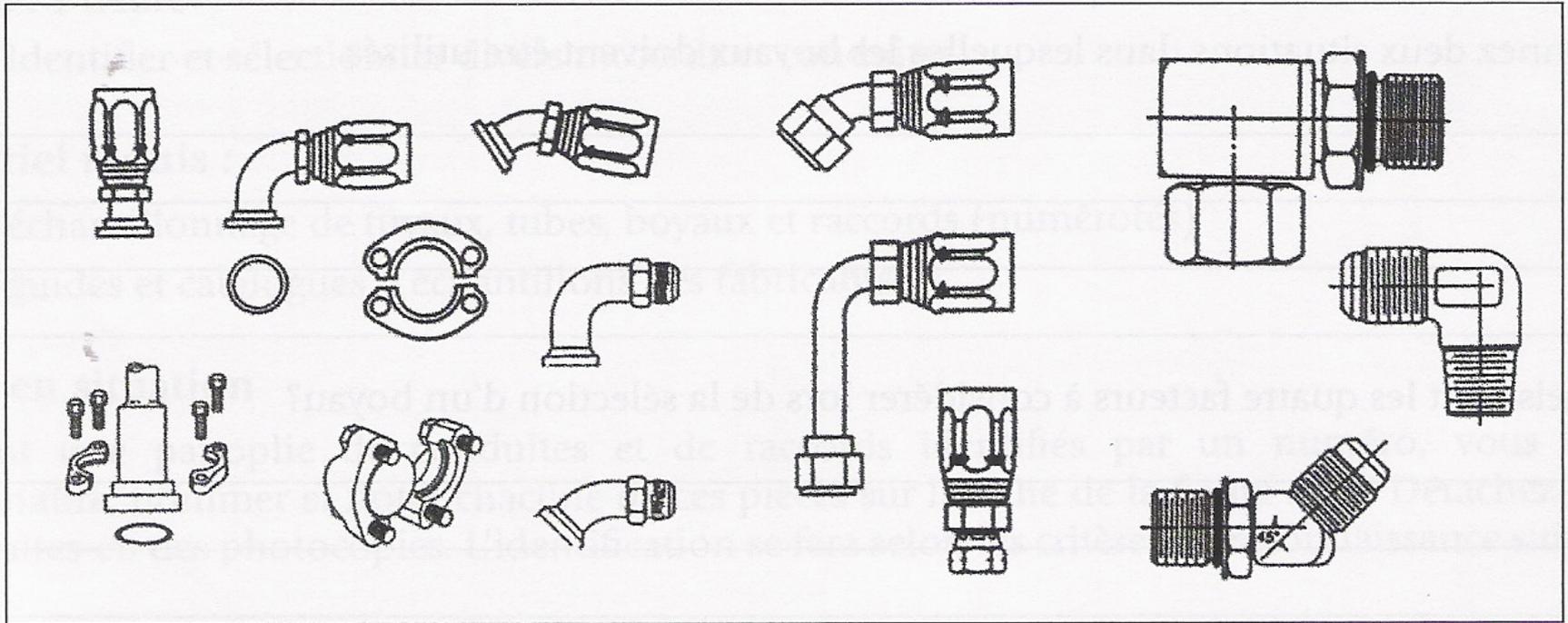


Figure 3.16 Variété de raccords hydrauliques (MEQ, Gates)



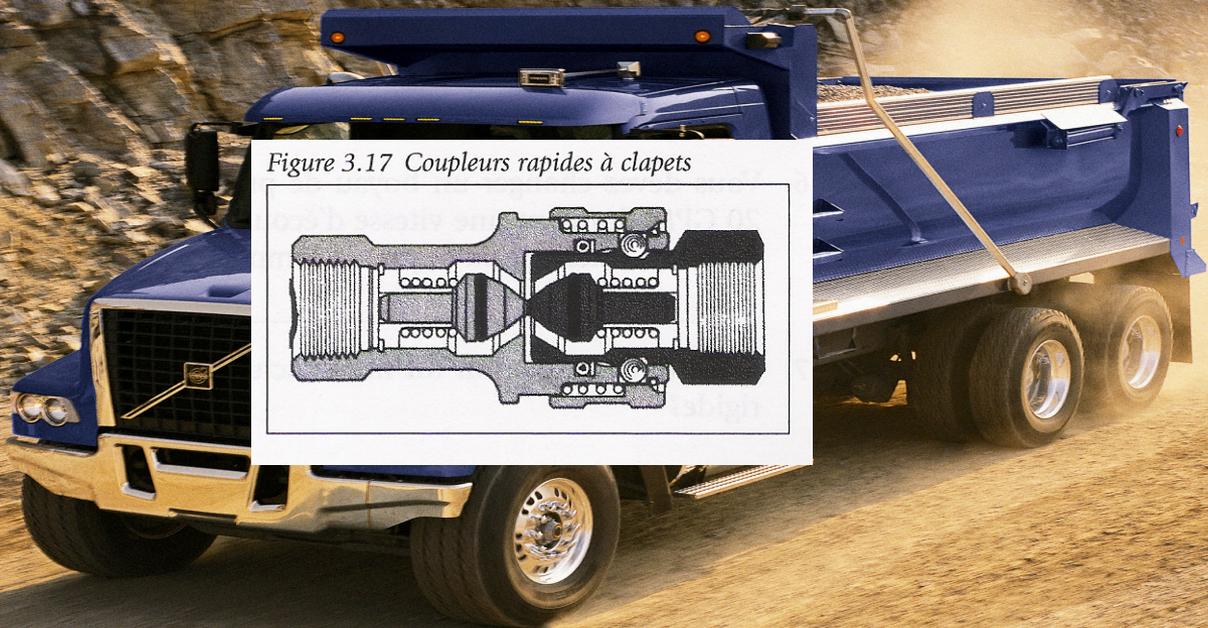


Figure 3.17 Coupleurs rapides à clapets

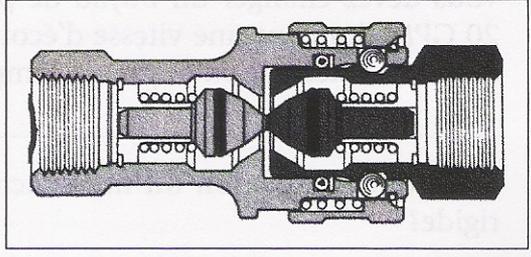


Figure 3.24 Différents types de réservoirs hydrauliques

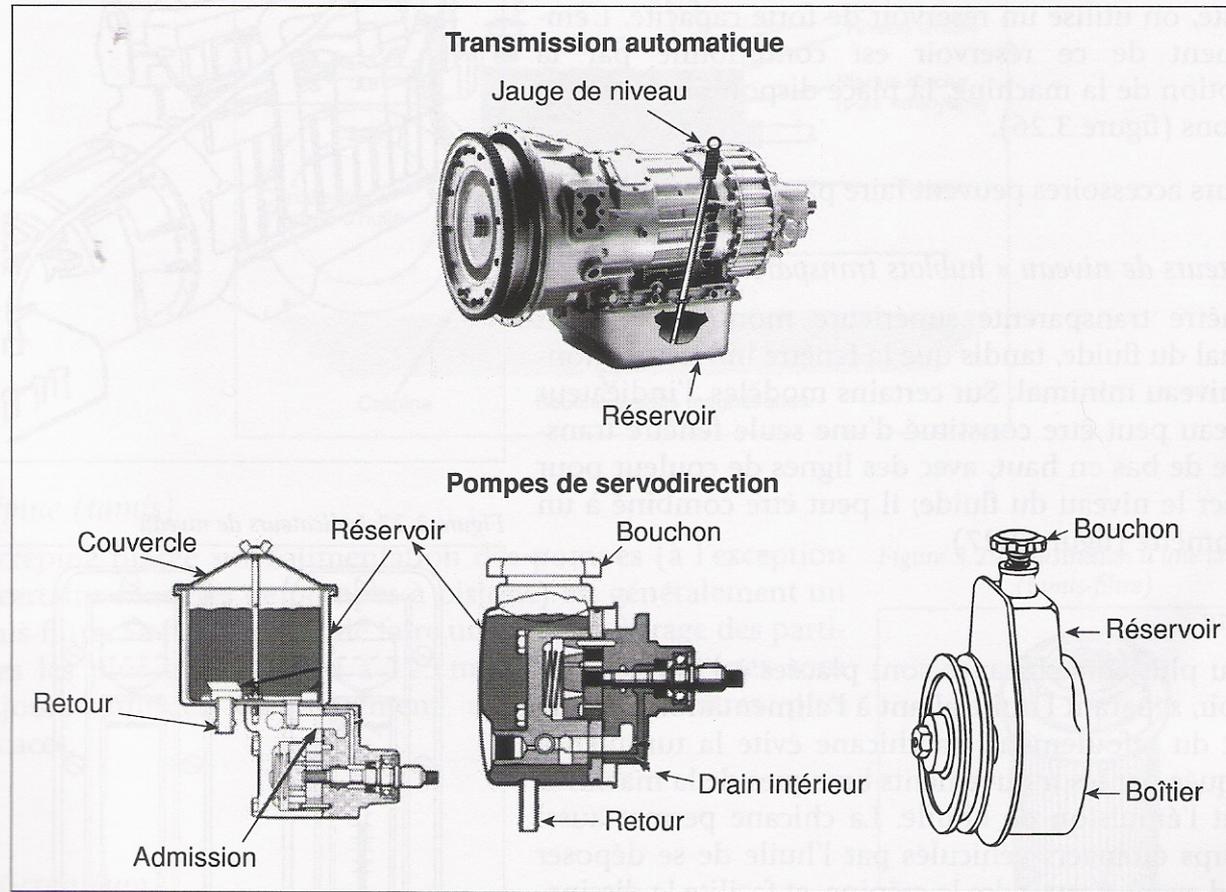


Figure 3.25 Bouchons munis de jauge

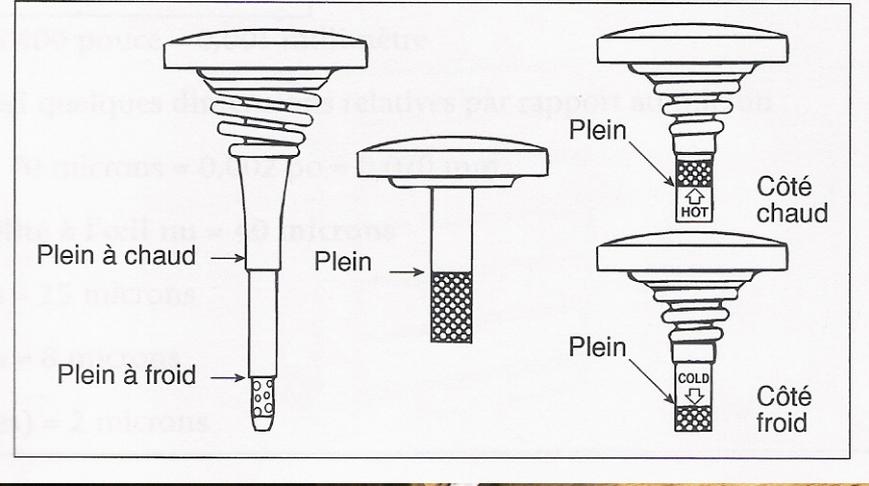


Figure 3.30 Fonctionnement des refroidisseurs à air (OLF)

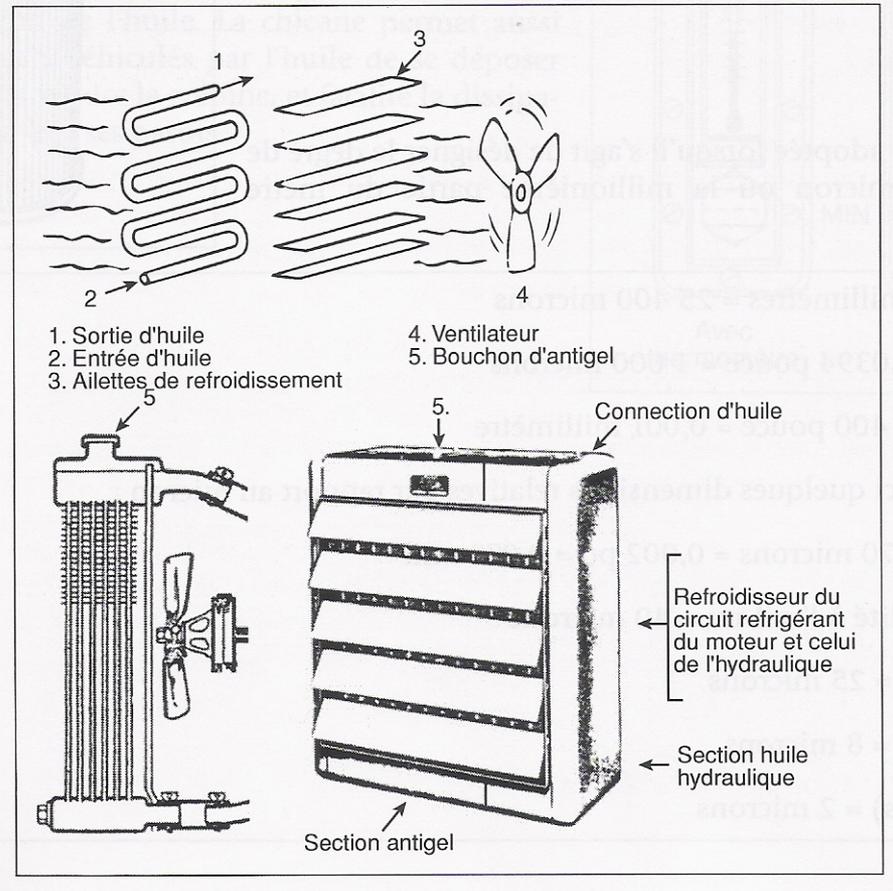


Figure 3.31 Fonctionnement des refroidisseurs à eau (Vickers)

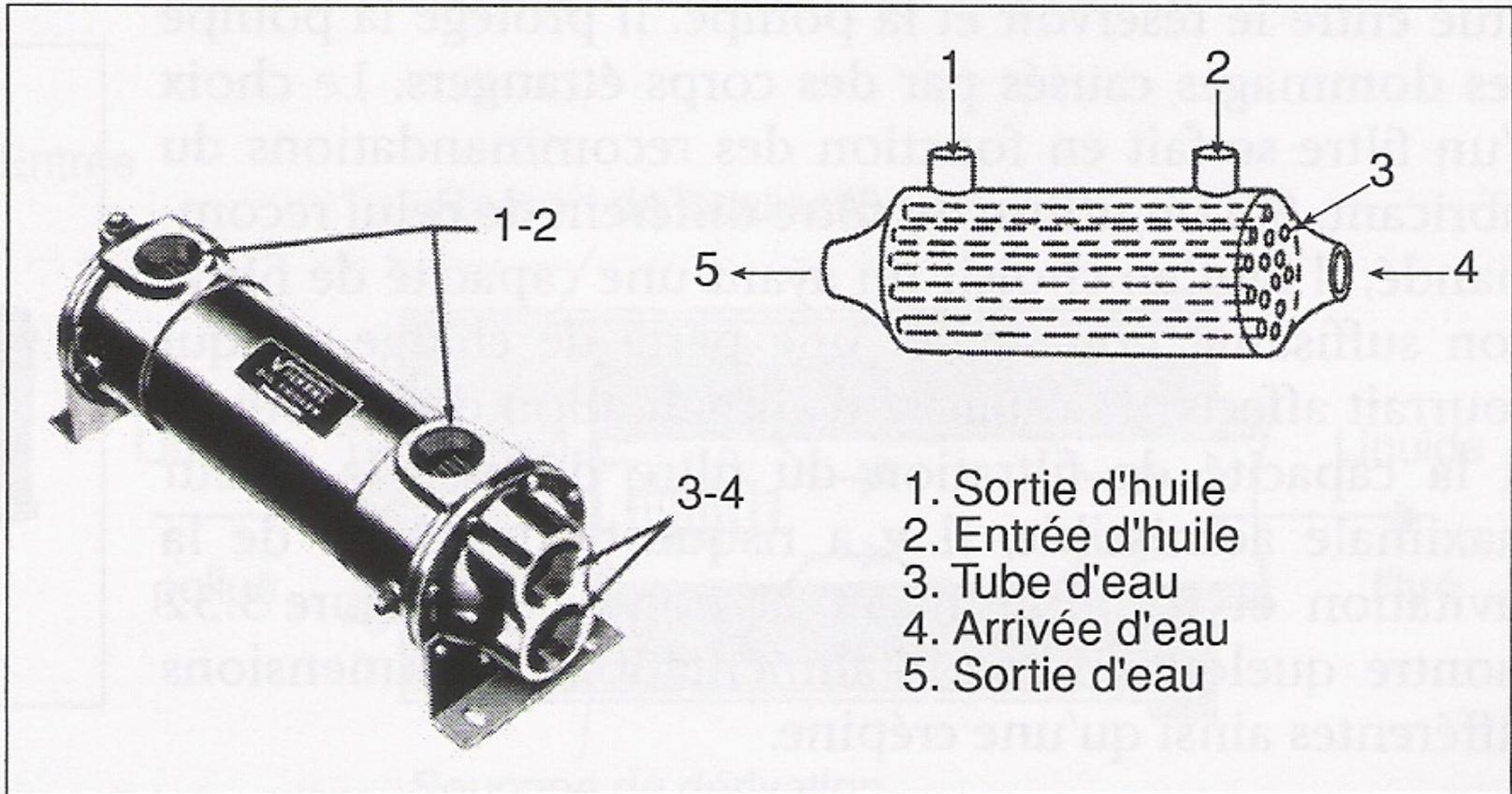


Figure 3.34 Vue en coupe d'un élément de filtre

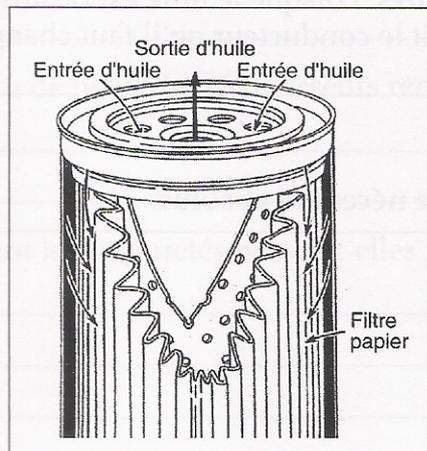


Figure 3.35 Filtre de retour (Vickers)

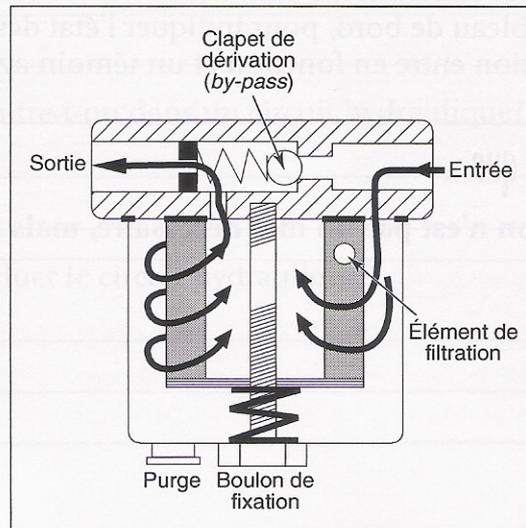


Figure 3.38 Amortisseurs de manomètre de pression (Vickers)

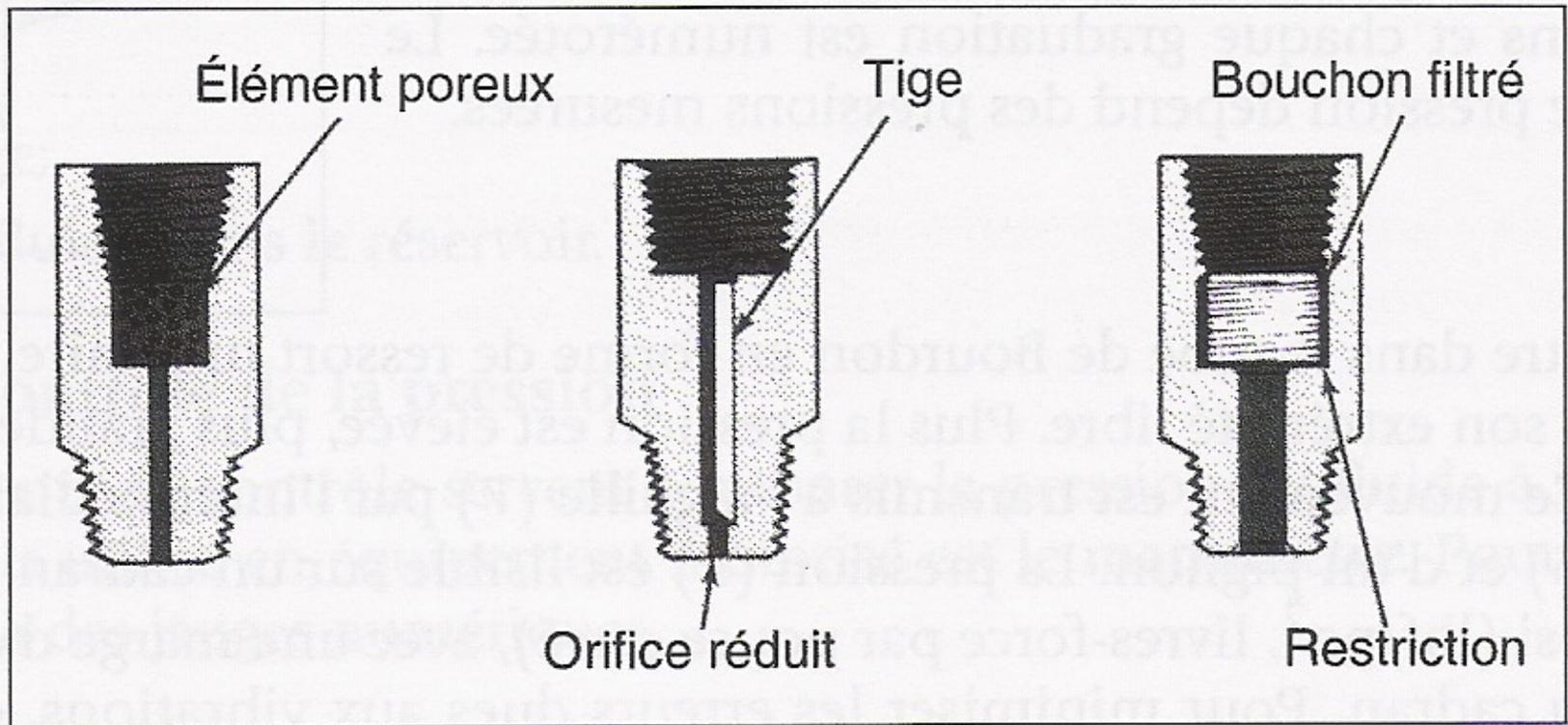


Figure 3.39 Débitmètre en ligne (Vickers)

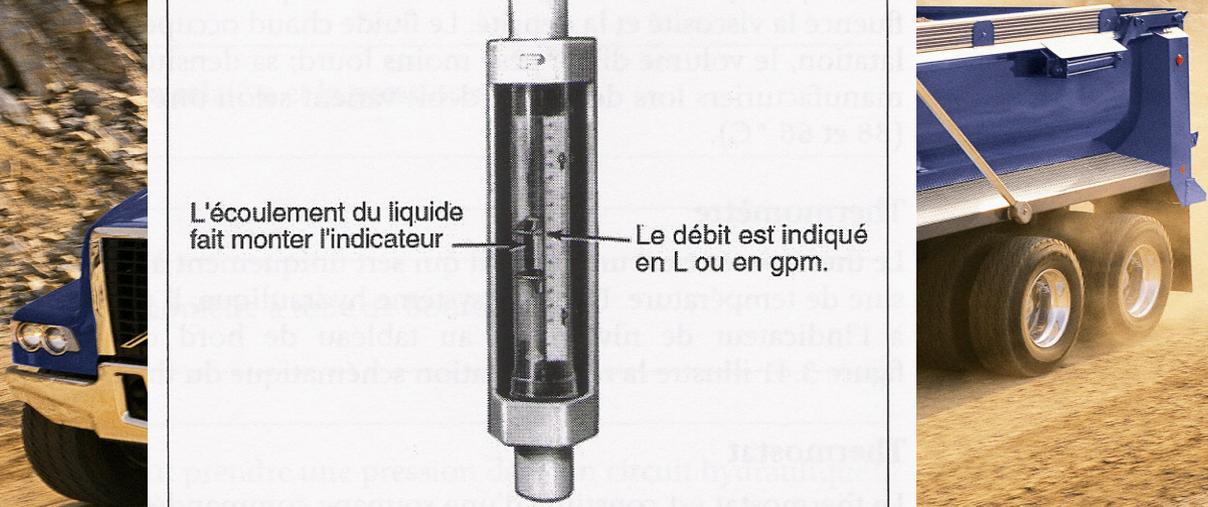
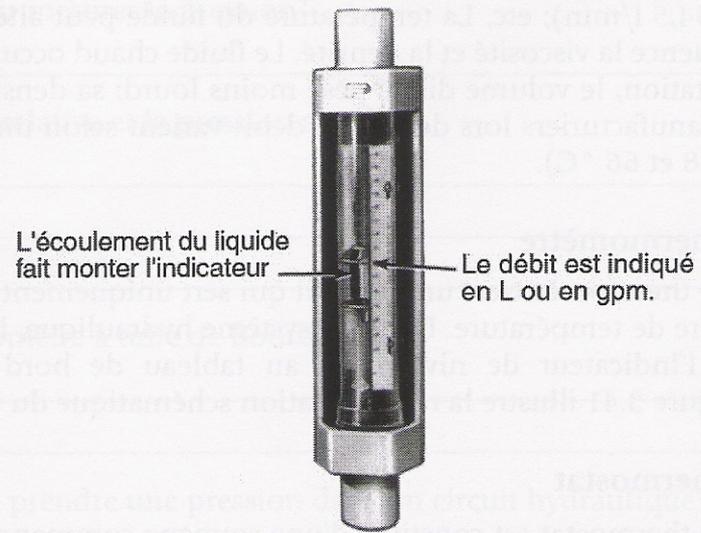


Figure 3.40 Débitmètre avec jauge de pression incorporée (Vickers)

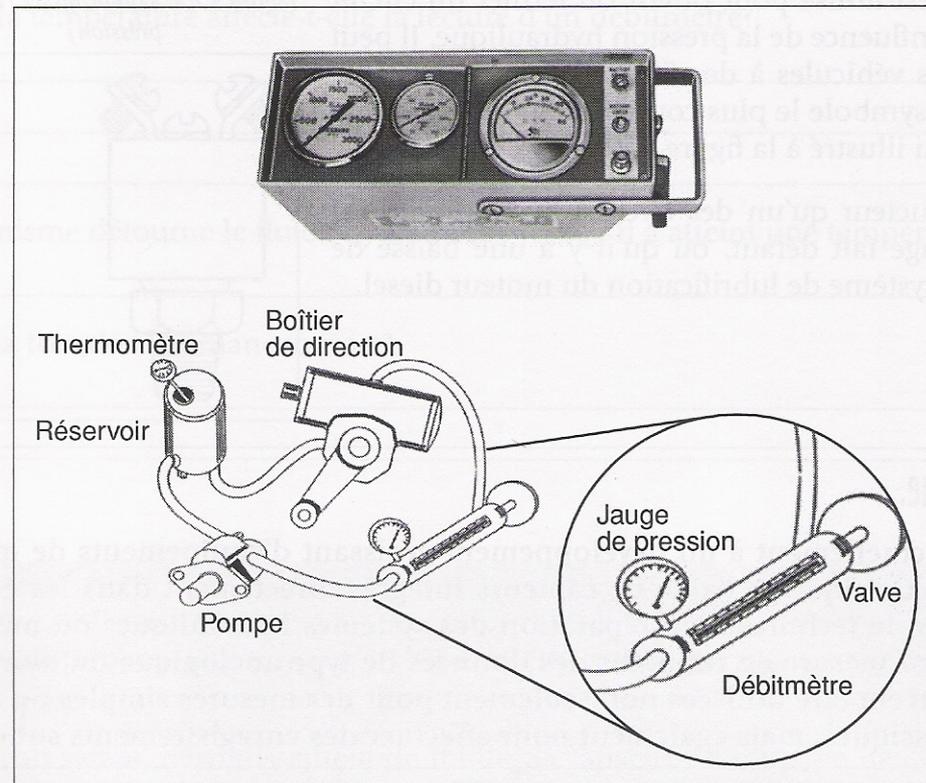
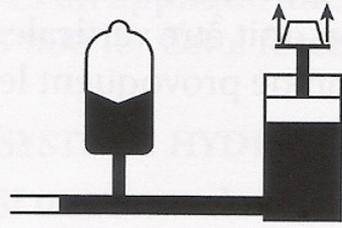
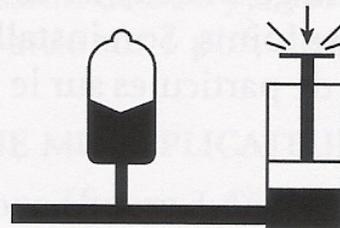


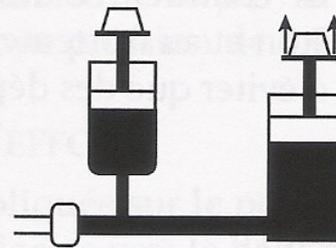
Figure 3.44 Types d'accumulateurs



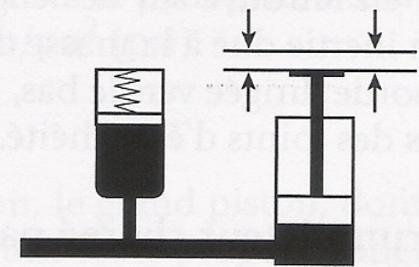
Emmagasine l'énergie



Absorbe les chocs

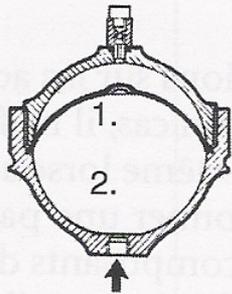


Maintient la pression constante

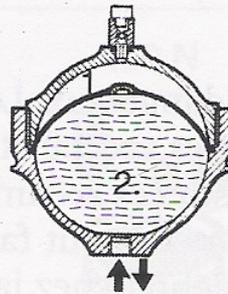


Bâtit une pression

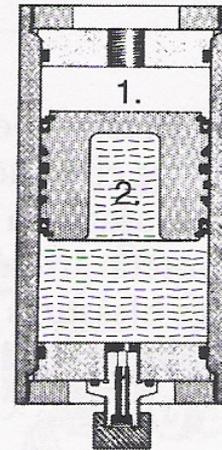
À vessie



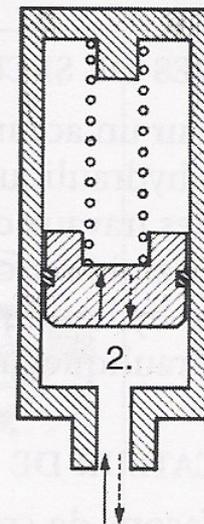
À membrane



À piston flottant

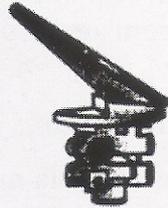


À ressort



1. Gaz (azote) 2. Fluide hydraulique

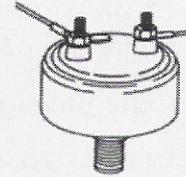
Figure 4.6 Éléments de contrôle de freins pneumatiques



Pédale de frein



Soupape de limitation de pression



Commutateur de lumière d'arrêt



Manomètre indicateur de pression



Régulateur de pression



Soupape de sécurité

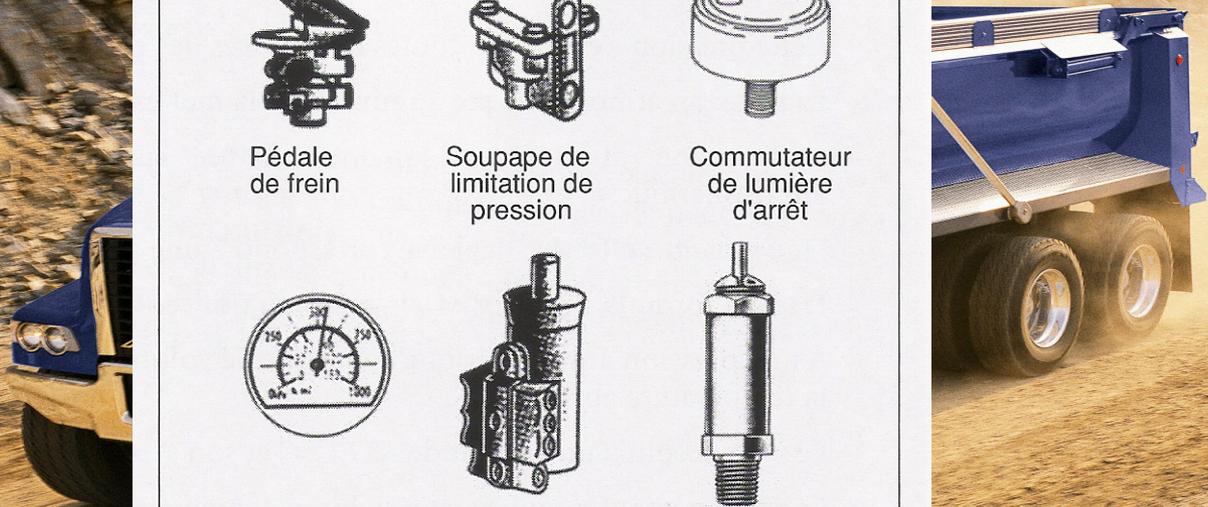
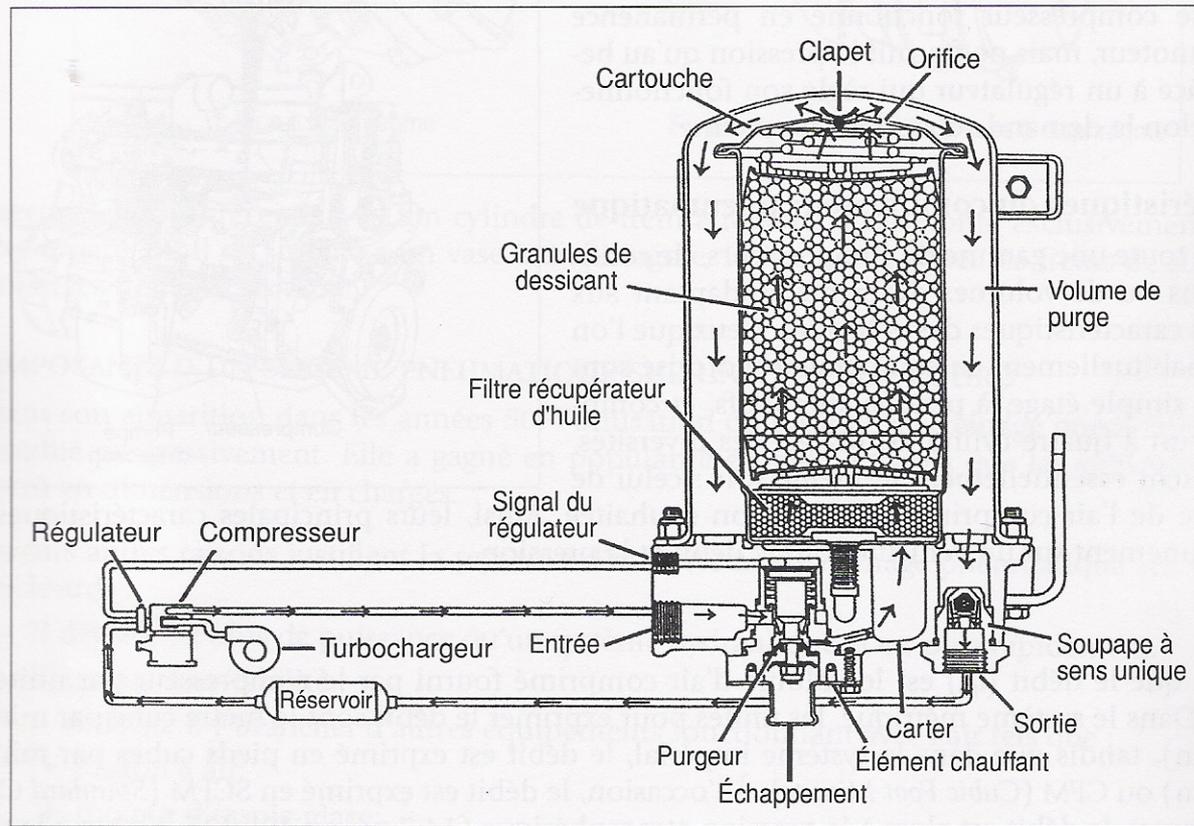


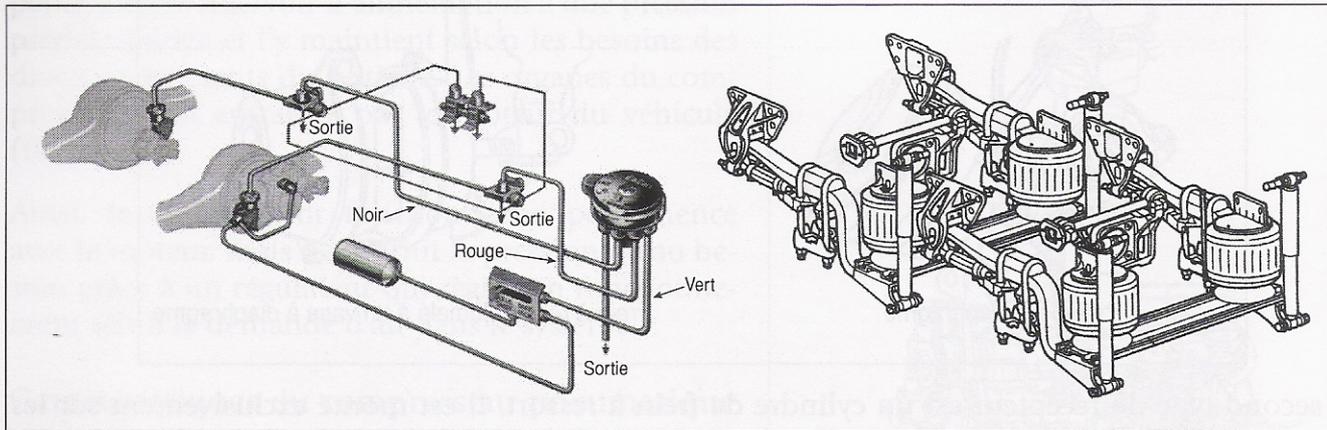
Figure 4.7 Assécheur (dessiccateur) d'air



Saviez-vous que...

À 100 °C (212 °F), un mètre cube d'air peut contenir jusqu'à un demi-litre d'eau.

Figure 4.10 Deux applications de la pneumatique sur des camions



## RÉSUMÉ

- L'utilisation de l'air dans le secteur de l'équipement motorisé est le moyen le plus efficace et le plus économique d'obtenir un résultat à la suite d'un travail donné.
- Une grande quantité d'énergie peut être emmagasinée sous forme d'air comprimé dans un réservoir.
- L'air n'est pas un gaz explosif; il constitue ainsi une énergie sécuritaire et non toxique.
- Les particules de poussière et les vapeurs d'eau contenues dans l'air constituent des éléments indésirables.
- La puissance de travail pneumatique ainsi que sa précision sont moindres que celles de l'hydraulique.
- Les constituants fixes de l'air sont l'azote (78,03 %), l'oxygène (20,99 %) et les gaz rares.
- Les constituants variables de l'air sont la vapeur d'eau, le bioxyde de carbone, les poussières et les vapeurs d'eau.
- Le filtre a pour fonction de bloquer les impuretés de l'air aspiré.
- Le dessiccateur d'air placé à la sortie du compresseur élimine l'humidité de l'air ambiant ainsi que l'huile qui pourrait s'échapper des segments du compresseur.
- Le compresseur réduit le volume d'air en le compressant et en l'expédiant dans le réservoir d'alimentation à une pression prédéterminée.
- Le compresseur est entraîné par le moteur du véhicule.
- Les compresseurs utilisés en équipement motorisé sont de type à simple étage et à pistons alternatifs, comprenant entre un et quatre cylindres.
- Le débit d'air que peut fournir un compresseur est exprimé en  $m^3/min$  dans le système international et en CFM ou en SCFM dans le système impérial.
- Le régulateur de pression limite automatiquement la pression d'air accumulée dans le réservoir.
- Les récepteurs de freinage sont de deux types :
  - à vase à diaphragme;
  - à cylindre de frein à ressort jumelé à un vase à diaphragme.

Figure 4.11 Vue en coupe d'un compresseur

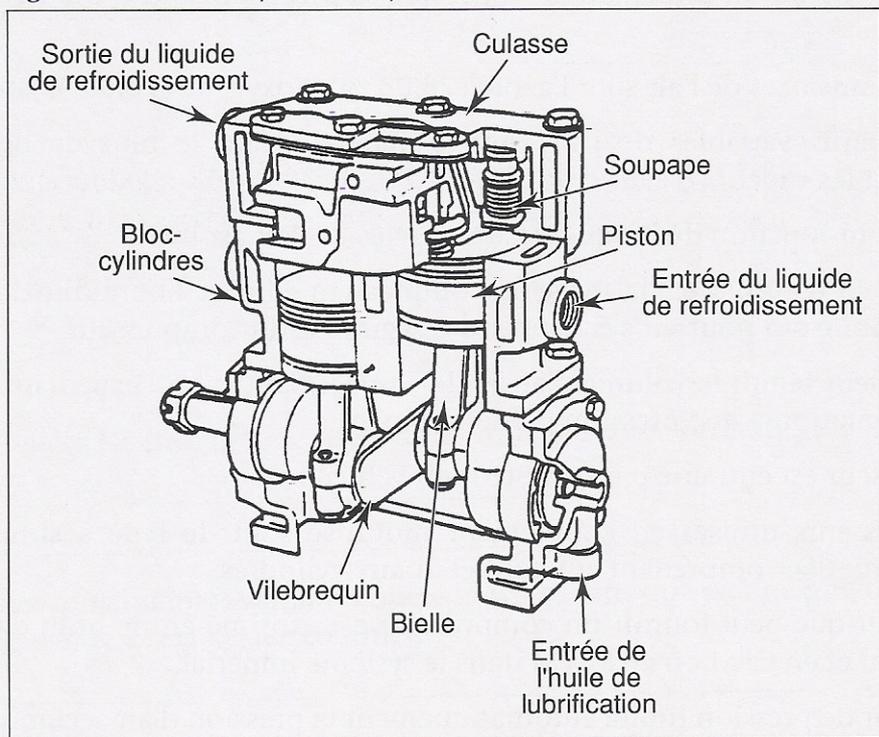
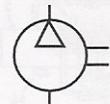
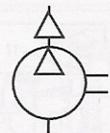


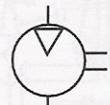
Figure 4.12 Symboles pneumatiques comportant un cercle



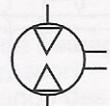
Compresseur



Pompe à vide



Moteur pneumatique  
(unidirectionnel)



Moteur pneumatique  
(bidirectionnel)



Manomètre

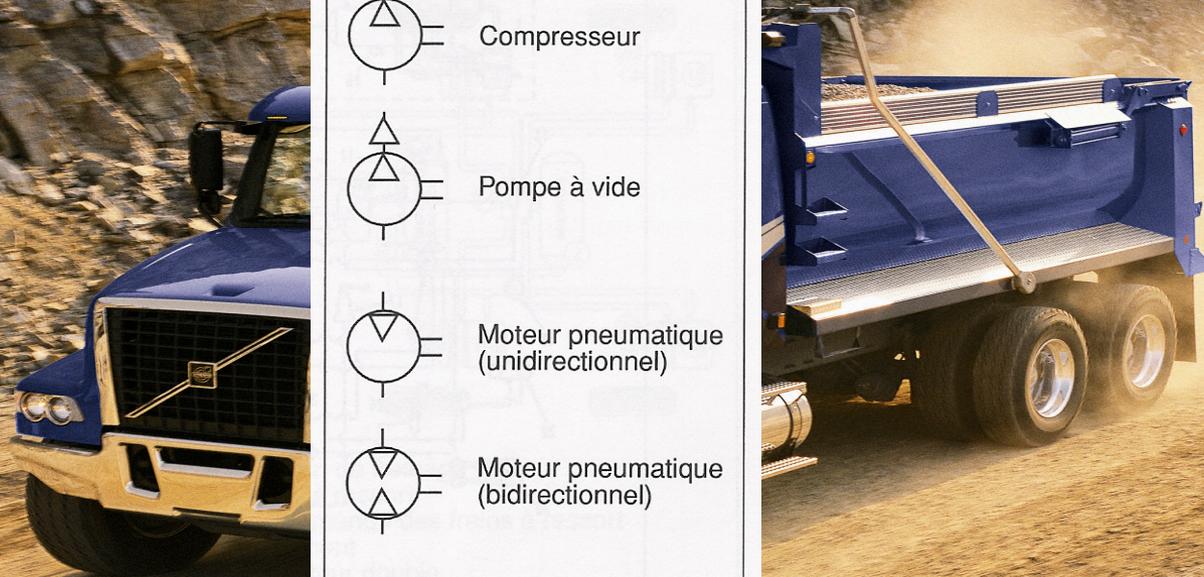


Figure 4.15 Schéma d'un système de freinage pneumatique (SAAQ)

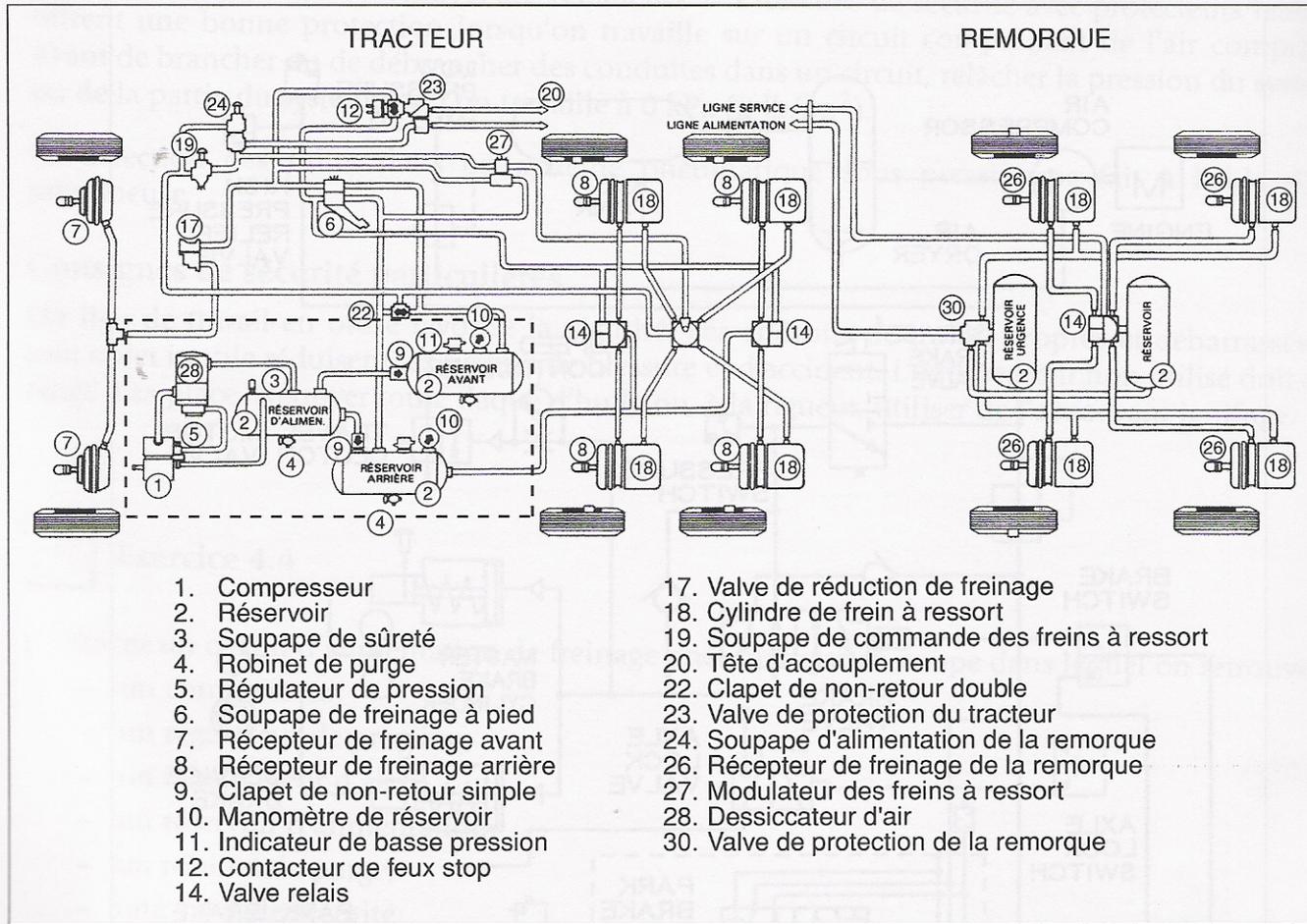


Figure 4.16 Représentation ISO d'un circuit pneumatique (Case)

