

Chapitre 4 : Canalisations hydrauliques

1. Introduction

L'hydraulique est la science qui traite des problèmes posés par l'emploi des fluides en mouvement ou au repos. Ses bases scientifiques, établies par Blaise Pascal et par Isaac Newton, remontent au 17^{ème} siècle. C'est d'ailleurs à cette époque que le mot « hydraulique » apparaît dans la langue française. Autrefois, une machine hydraulique était toujours mue par l'eau, aujourd'hui, le terme désigne tout engin dont le fonctionnement fait intervenir un liquide.

2. Définition :

On comprend par l'Hydraulique Industrielle, la discipline qui étudie la transmission de l'énergie par un liquide en transformant l'énergie mécanique en énergie Hydraulique, moyennant des composants qui véhiculent et régulent cette énergie.

Les deux composants de l'énergie hydraulique sont la Pression et le Débit.

3. Comparaison de L'hydraulique à la Pneumatique

Hydraulique : P (jusqu'à 300 bars)

- Force supérieure à 50 000 N.
- Positionnement intermédiaire et précis des vérins.
- Vitesse d'avance régulière (car l'huile est incompressible).

Pneumatique : P (jusqu'à 10 bars)

- Force inférieure à 50 000 N.
- Installation peu coûteuse (production centralisée de l'air comprimé)
- Transport du fluide plus simple et beaucoup plus rapide (maxi de 15 à 50 m/s contre 3m/s pour l'hydraulique).

• Avantages pour l'hydraulique

Développer des très grandes puissances (grands efforts) ;

Faible encombrement ;

La fidélité et la précision ;

Fiabilité et long durée de vie de matériels constitutifs du circuit hydraulique;

• En contre partie

Un circuit hydraulique requiert un niveau de surveillance et de contrôle ;

La nécessité d'intégrer un circuit de filtration et de refroidissement ;

Les accidents d'hydraulique ont des conséquences plus graves.

4. Canalisation

Une canalisation est un tuyau ou un canal destiné à l'acheminement de matières gazeuses, liquides, solides ou poly phasiques [21].

Lorsqu'il s'agit d'un tuyau, le diamètre nominal d'une canalisation peut aller de trente millimètres environ (un pouce un quart) pour des fluides spéciaux jusqu'à plus de trois mètres vingt (soixante-huit pouces) pour les adductions d'eau.

Le terme anglais pipeline est également couramment utilisé. Lorsqu'une canalisation a un très petit diamètre (moins de trente millimètres environ), on parle plutôt de *tuyauterie*.

5. Types de canalisation

Le type et le nom d'une canalisation dépendent des caractéristiques physiques et des conditions d'acheminement du produit à déplacer.

- Pour le gaz naturel, on parle de gazoduc ;
- Pour le pétrole, on parle d'oléoduc ;
- Pour l'eau industrielle ou alimentaire, on parle de canal, d'aqueduc - dans lesquels l'écoulement se fait à l'air libre - de conduite, de conduite hydraulique ou d'émissaire constitué de tuyaux.
- Pour les eaux d'égouttage on parle d'égout.
- Pour l'eau salée, on utilise le terme de saumoduc ;
- Pour l'oxygène, on utilise le terme d'oxygénoduc ou d'oxyduc ;
- Pour l'hydrogène, on utilise le terme d'hydrogénoduc.
- De manière générale, le suffixe d'origine latine "ductus", dérivé de "ducere" qui veut dire "conduire", permet ainsi de construire le nom français d'une canalisation spécialisée pour l'acheminement d'un type de produit particulier [21].

6. Tuyaux, tubes, boyaux et raccords :

Qu'elles soient rigides ou souples, les conduites assurent le transport de l'énergie délivrée par la pompe hydraulique vers les composantes de transformation et vers les actionneurs qui exécutent le travail.

Nous devons retenir que les deux facteurs physiques q_v , et p qui influencent la puissance agissent sur le choix de tuyauterie.

La sélection des conduites hydrauliques s'effectue selon deux critères :

- Le débit qu'elles doivent porter.
- La pression qu'elles doivent supporter.

7. Tuyau d'acier rigide :

Pour être de bonne qualité, le tuyau ou la conduite doit être fabriqué en acier étiré à froid par exemple de toute soudure ou joint. Souvent, on tolère le tuyau d'acier noir (utilisé généralement pour l'eau) avec joint soudé. Or, l'utilisation d'un tel tuyau n'est faite que dans un seul but : économiser.

Ce choix s'avère dangereux puisque la soudure du joint peut briser à tout moment. C'est pour cette raison que l'étude portera uniquement sur les tubes rigides sans soudure.

Les tubes se mesurent d'après leur diamètre extérieur et d'après l'épaisseur de leur paroi. Le diamètre intérieur (diamètre extérieur moins deux fois l'épaisseur de la paroi) nous détermine le diamètre d'écoulement. Cette donnée essentielle pour régler la vitesse d'écoulement et du débit.

Suivant la formule on a : le débit = la vitesse du fluide par la section.

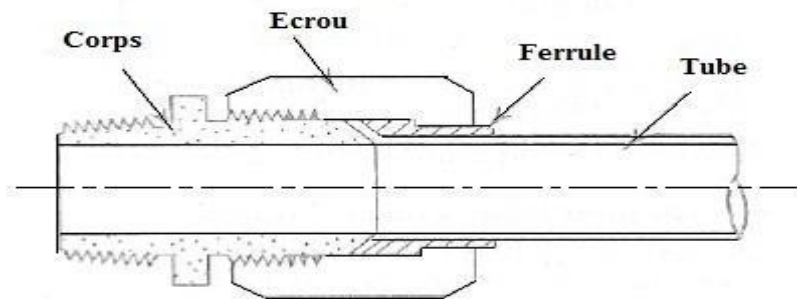
$$Q_v = V.A$$

8. Tube et raccords :

Dans un système hydraulique, il faut tenir compte des énormes variations de température du fluide qui y circule car la température du fluide en mouvement, augmente et provoque une dilatation du métal de la conduite.

Pour raccorder des tubes aux composants du système hydraulique, on utilise deux types de raccords :

- Les raccords pour tubes évasés.
- Les raccords pour tubes non évasés.



9. Boyaux :

Les canalisations souples, plus souvent appelées boyaux, sont utilisées en hydraulique pour raccorder des composantes relativement mobiles l'une par rapport à l'autre. On les utilise aussi dans les endroits où se produit une vibration [22].

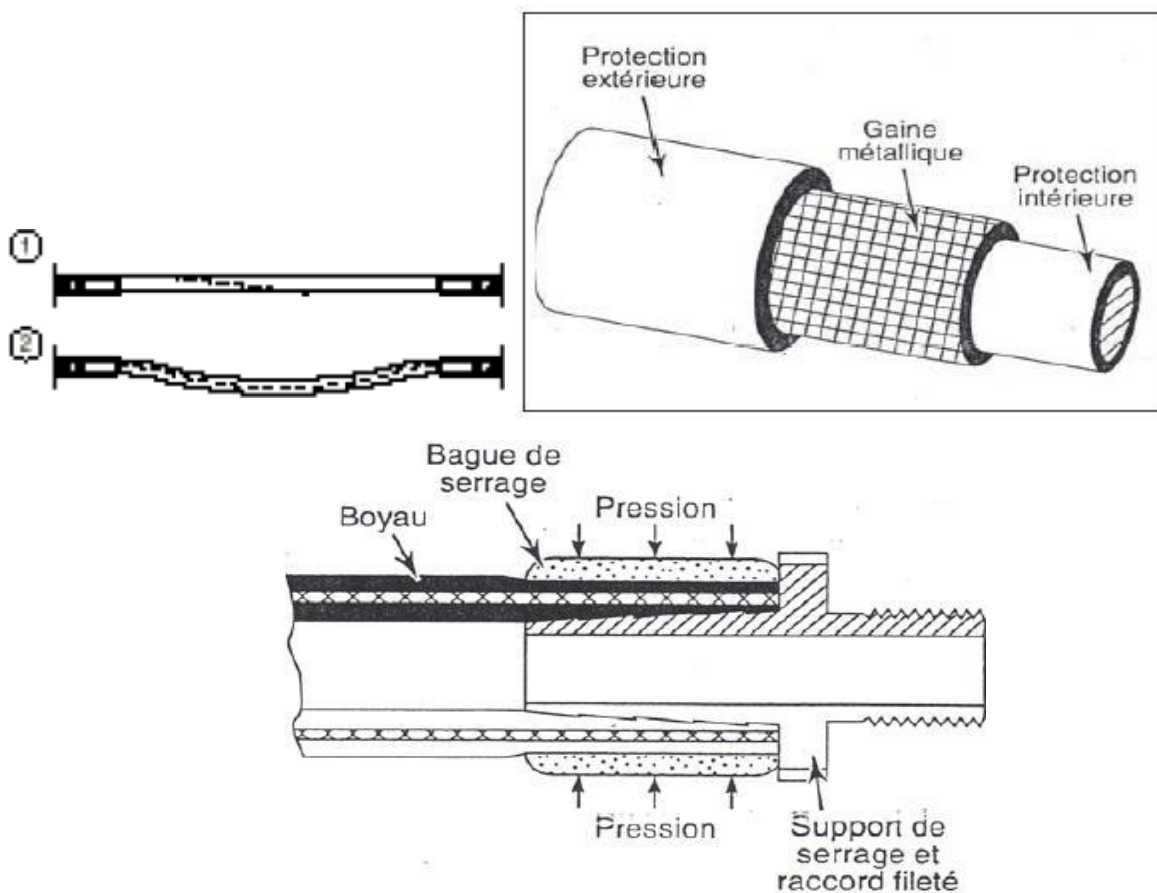


Figure (29) : les différents composants d'un boyau

10. Limiteur de pression

Le limiteur de pression est l'organe de sécurité d'une installation hydraulique, il intervient pour protéger le circuit contre les surpressions (surcharges).

a. Fonctionnement

Les limiteurs de pression sont du type normalement fermé.

Ils sont commandés par la pression du circuit et dirigent le débit issu de la pompe vers le réservoir, lorsque la pression maximale prédéterminée par le tarage de la Soupape est atteinte.

11. Le Limiteur de pression à action direct simple

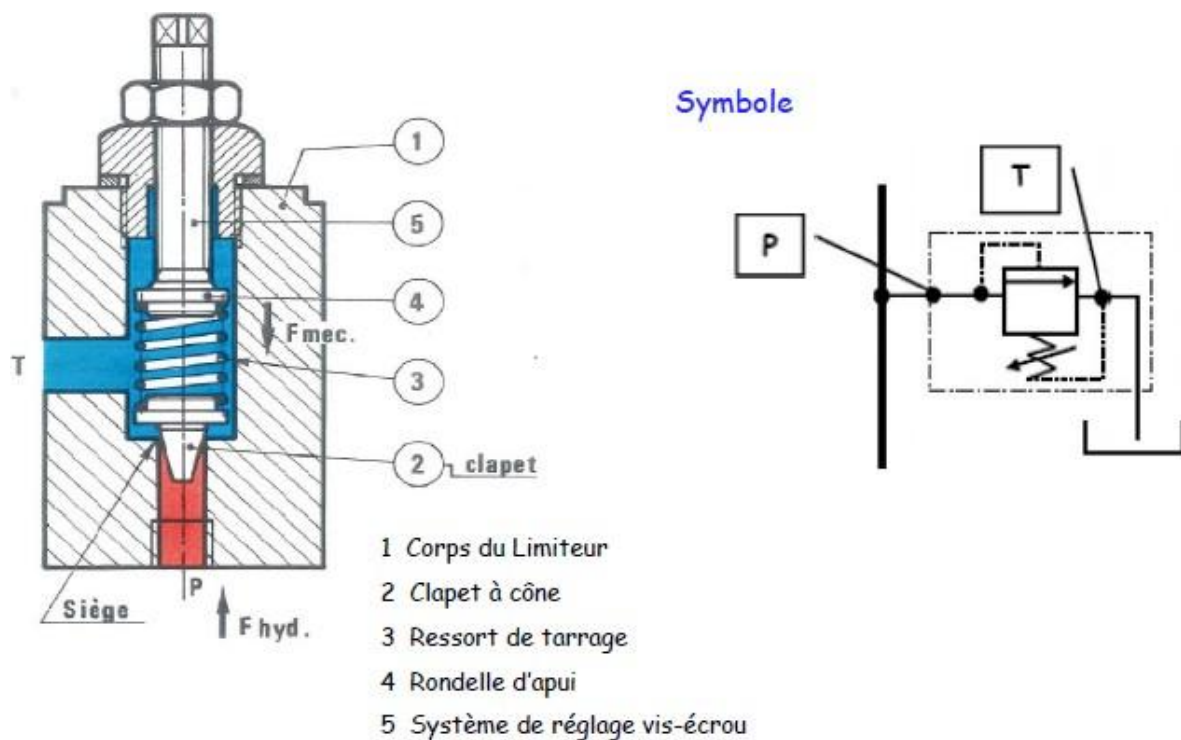
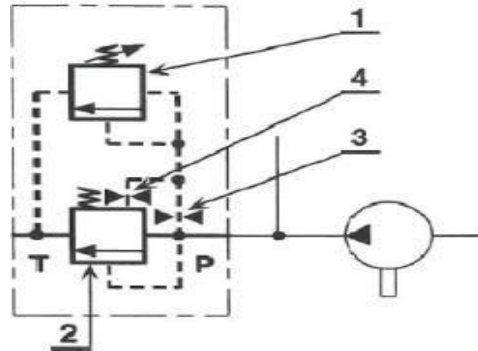


Figure (30) : Limiteur de pression à action directe [22].

12. Le Limiteur de pression à action indirecte

Limiteur de pression à action pilotée est un appareil normalement fermé, monté en dérivation, piloté sur l'entrée, réglable, drainé interne.

Symbole :



1 - Etage pilote à réglage manuel.

1- Etage principal du type équilibré hydrauliquement.

2- Gicleur créant la variation de pression d'ouverture de l'étage principal.

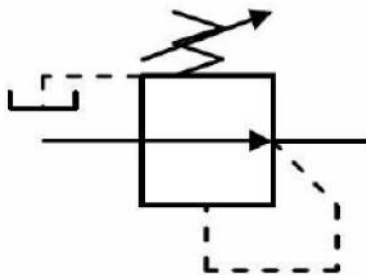
3- Gicleur de stabilisation.

13. Réducteur de pression

a. Définition et fonction

Les soupapes de réduction de pression sont des appareils du type normalement ouvert. Elles permettent de délivrer une pression réduite sur un circuit secondaire à partir d'un circuit primaire haute pression [22].

Symbole :



b. Technologie

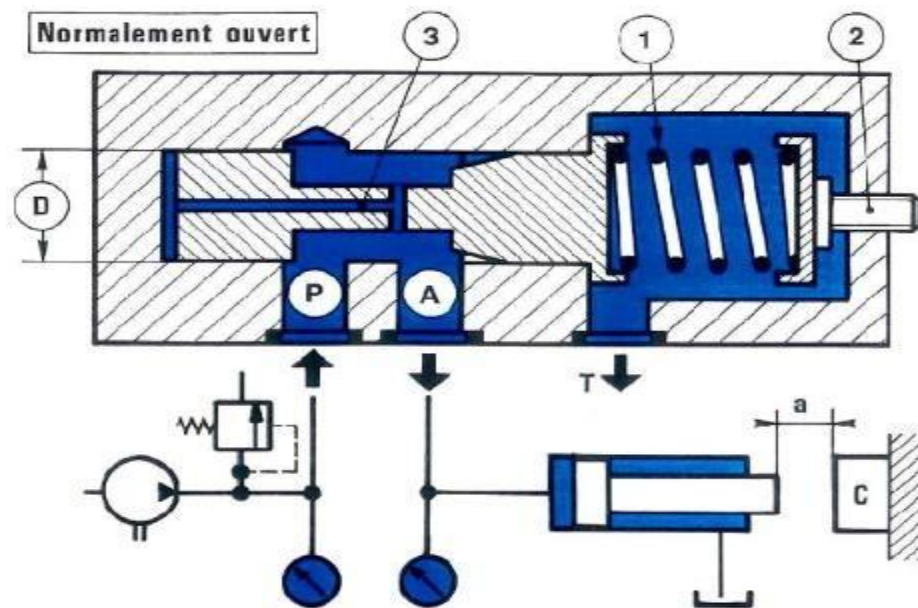


Figure (31) : Schéma d'un réducteur de pression [22].

14. Les appareils de pression :

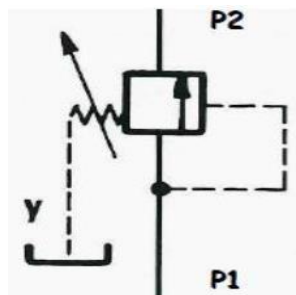
a. La soupape antichoc

Les soupapes antichocs sont des soupapes de sûreté permettant de protéger le récepteur (vérin ou hydromoteur) de toute surpression, provoquée par une force extérieure.

c. La soupape de séquence de mouvement

Cet appareil permet donc d'alimenter un circuit secondaire -P2- lorsqu'une certaine pression -P1- est atteinte dans le circuit primaire.

Symbole :



C. La soupape d'équilibrage

La soupape d'équilibrage dont la technologie est pratiquement la même que celle d'un limiteur où une séquence est destinée à contrôler une charge motrice reliée à la machine à commander (coulisseau de presse vertical, treuil a charge pendue par exemple). L'appareil est du type normalement fermé, drainé externe, et monté en série sur la ligne d'alimentation.

Sa symbolisation de base est celle d'un limiteur de pression.

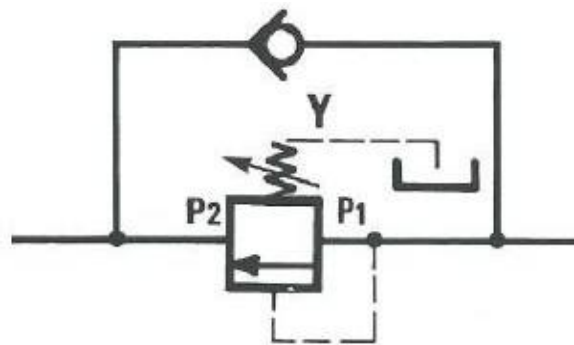


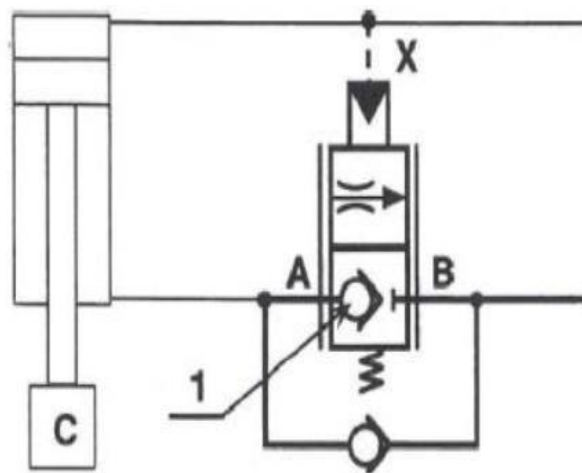
Figure (32): Symbolisation d'une soupape d'équilibrage

d. La soupape de freinage

Définition et fonction

La soupape de freinage, comme la soupape d'équilibrage ont pour fonction de contrôler une charge motrice reliée à la machine à commander.

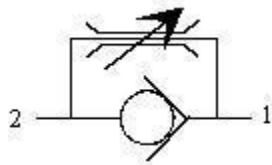
Symbole :



15. Les réducteurs de débit unidirectionnel (RDU):

Ces composants sont destinés à régler le débit d'air, les RDU sont unidirectionnels. Ils doivent assurer le freinage du débit d'air dans un sens (sens N°1) et le plein passage dans l'autre sens (sens N°2). Le clapet anti retour obstrue le passage dans le sens N°1 et l'oblige à passer par l'étrangleur [22].

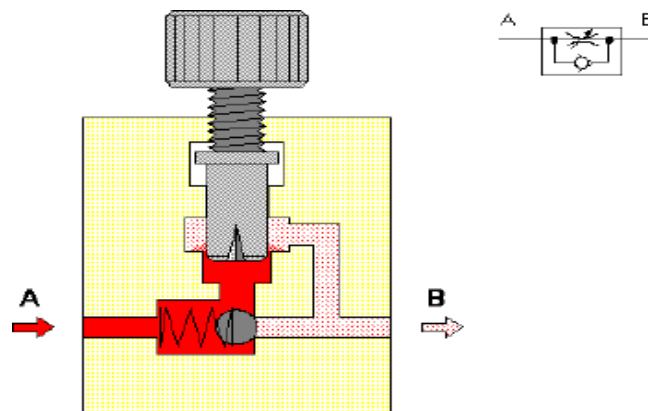
Symbole :



16. Régulateurs de débit :

a. Régulateur de débit à une voie :

Les régulateurs de débit servent à maintenir le débit constant par rapport à une valeur prédéterminée [22].

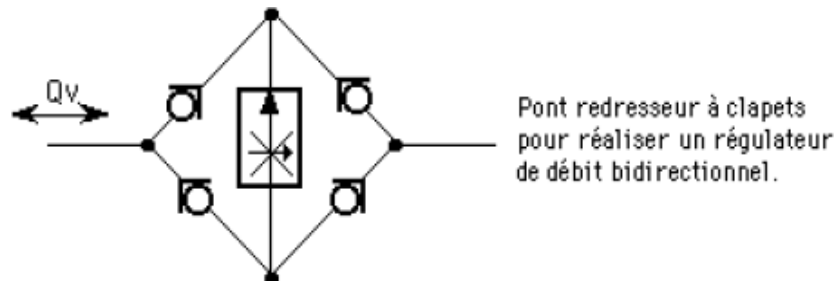


Figure(33) : Régulateur de débit [22]

b. Régulateur de débit à deux voies :

Le régulateur doit être sensible aux variations de viscosité et aux fluctuations de pression. Pour éviter les changements dans la viscosité du fluide, le régulateur est pourvu d'un orifice variable à paroi mince. Pour contrer les variations de pression, on incorpore un tiroir de balance de pression au régulateur.

Dans les régulateurs à deux voies, la balance de pression est montée en série avec l'étranglement, de plus l'étrangleur de réglage est ouvert au repos.



c. Régulateurs de débit à trois voies :

Lorsqu'on utilise un appareil de contrôle du débit comme ceux décrits précédemment, le problème vient toujours de l'évacuation du débit en trop (sauf en cas d'alimentation par une pompe autorégulée) [22].

Il existe donc une version régulateur/diviseur de débit qui sépare le débit d'alimentation en deux, le débit réglé + l'évacuation à la bêche du complément.



17. Les accumulateurs

Un accumulateur hydropneumatique est un appareil capable d'emmagasiner sur les circuits hydrauliques une grande quantité d'énergie sous un faible volume.

a. Principe de fonctionnement

Si la très faible compressibilité des fluides rend difficile le stockage de leur énergie dans des volumes restreints, elle leur permet en revanche de transmettre des efforts importants. A l'inverse, le taux de compressibilité élevé des gaz permet de stocker une énergie considérable sous un faible volume. L'accumulateur hydropneumatique réalise l'association de ces deux propriétés.

b. **Fonctions** : Les accumulateurs sont capables de justifier les fonctions suivantes [23] :

1- Anti-bélier

Consiste, pour l'accumulateur, à emmagasiner l'énergie cinétique engendrée par une colonne de fluide en mouvement lors d'une fermeture brutale du circuit (vanne, électrovanne,...) ou, plus généralement, lors d'une variation brutale de pression dans le circuit.

2- Dilatation thermique

L'augmentation de volume due à l'élévation de température sera absorbée par la mise en place d'un accumulateur.

3- Amortissement de choc

L'accumulateur par son rôle d'amortisseur, diminue la fatigue des composants hydrauliques. Exemple : élévateur, chariots de manutention, machines agricoles, engins de TP., etc.

4- Récupération et restitution d'énergie

L'énergie fournie par la descente d'une charge peut être absorbée par l'accumulateur et restituée à un récepteur hydraulique pour assurer un mouvement mécanique. Exemple : Fermeture des trappes de wagons.

5- Compensation de fuites

Une fuite dans un circuit hydraulique peut entraîner une chute de pression. L'accumulateur compense alors la perte de volume et maintient ainsi une pression sensiblement constante dans le circuit.

6- Amortissement de pulsations

L'adjonction d'un accumulateur sur un circuit hydraulique permet de limiter le taux d'irrégularité des pompes ; il s'en suit un meilleur fonctionnement de l'installation, protection et augmentation de la durée de vie des éléments du circuit, ainsi qu'une diminution sensible du niveau sonore. Exemple : pompes doseuses.

7- Transfert

L'accumulateur rend possible le transfert entre deux fluides incompressibles. C'est la membrane qui assure la séparation entre les deux fluides.

Exemple : transmission entre une huile minérale et de l'eau de mer, sur gonfleur, banc d'épreuve, etc.

8- Reserve d'énergie

Dans un circuit sous pression, l'accumulateur permet de tenir immédiatement disponible une réserve de fluide. On peut ainsi utiliser, au cours d'un cycle, dans un temps très court, une énergie importante, accumulée par une installation de faible puissance pendant les périodes de non consommation.

Exemple :

- Machines automatiques
- Freinage ou débrayage de véhicules ou d'engins de travaux publics,
- Achèvement d'un cycle de travail en cas de défaillance du générateur principal,
- Commande de manipulateur pour assistance de distributeur, etc.

