

L'hydraulique Industrielle

Sommaire

- Généralités
- Circuit hydraulique de base
- Les pompes
- Les actionneurs
- Les appareils de pression
- Les appareils de distribution
- Les appareils de débit
- Les appareils de blocage
- Les accumulateurs
- Le réservoir
- La filtration
- Les machines
- Les appareils de mesure
- La maintenance

Généralités

- L'énergie hydraulique est une technologie employée dans de nombreux secteurs industriels comme :
 - - La sidérurgie
 - - La transformation des matériaux
 - - La plasturgie
 - - La papeterie
 - - L'automobile
 - - Etc...
- Avantages :
 - - Grande souplesse d'utilisation : facilité de réglage de la pression (force) et du débit (vitesse).
 - - Pas de nécessité de lubrifier les ensembles mécaniques.
 - - Grande puissance massique : une très grande puissance de travail dans un faible encombrement.
 - - Grande résistance mécanique des appareils.
- Inconvénients :
 - - Nécessité de deux énergies : électrique et hydraulique
 - - Sensible à la pollution
 - - Inflammable
 - - Prix de l'huile

Le circuit hydraulique se compose de:

- ☞ Du réservoir : permet de stocker l'huile à pression atmosphérique. C'est une réserve de fluide.
- ☞ Il doit protéger l'huile contre la pollution mais il reste l'un des éléments les plus en contact avec l'air ambiant donc avec les polluants extérieures
- ☞ De la pompe : génératrice de débit.
Elle fournit le débit d'huile sur l'installation. Il en existe différentes technologies : à engrenage, à palette, à pistons,...
- ☞ D'un limiteur de pression : c'est une soupape de sûreté qui protège l'installation contre les surpressions ou les surcharges
C'est le fusible de l'installation hydraulique.
- ☞ D'un vérin : on les appelle également les actionneurs
Il transforme l'énergie hydraulique en énergie mécanique.
Il est animé d'un mouvement de translation



Le réservoir

- Son rôle principal est de stocker l'huile. Sa capacité dépend généralement du débit de la pompe. La proportion se situe entre trois à cinq fois le débit de la pompe. La condition qui détermine également la taille du réservoir est le milieu ambiant où fonctionne le groupe hydraulique : si la centrale hydraulique fonctionne dans une usine où la température est importante, il faudra dimensionner la capacité du réservoir afin qu'il puisse y avoir une régénération et un refroidissement de l'huile plus importante.

Car le réservoir sert également à :

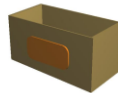
- compenser les fuites externes.
- Refroidir l'huile.
- Condenser les vapeurs d'huiles dues à l'échauffement.
- Décanteur les impuretés contenue dans l'huile.
- Désaérer l'huile.

Il comporte également certains accessoires :

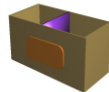
- Le groupe moto-pompe
- Reniflard et bouchon de remplissage
- Filtre au retour
- Soupape de sûreté
- Le bac



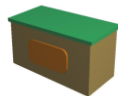
- La trappe de visite



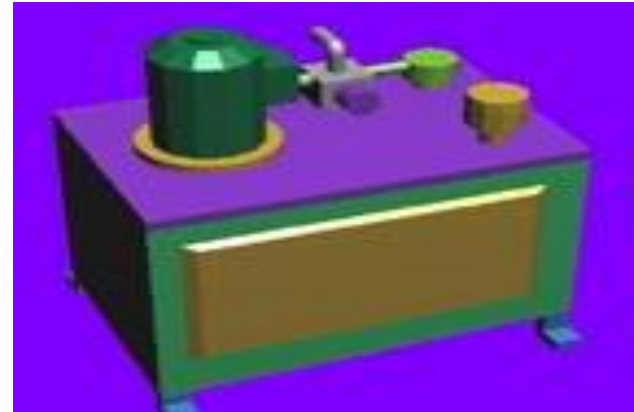
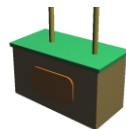
- La chicane



- Le couvercle



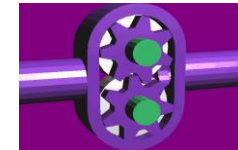
- La tuyauterie d'aspiration et de refoulement



LES POMPES HYDRAULIQUES

- Les pompes hydrauliques fonctionnent sur le principe de la variation volumétrique. Par la variation de volume engendrée par la rotation d'un arbre de transmission et d'une série de pièces en mouvement, on crée une aspiration. La rotation se poursuit et du côté refoulement l'huile est expulsée.

⇒ Les pompes à engrenage ⇒



⇒ Les pompes à palettes: ⇒



⇒ Les pompes à pistons: ⇒



La filtration

- Dans 70 à 80 % des cas, les pannes survenant dans les circuits hydrauliques peuvent être imputées à une mauvaise qualité du fluide .les impuretés présentes dans le fluide provoquent une usure excessive de composantes du circuits, une augmentation des pertes de charge et un encrassement des appareils de régulation et de distribution .
- On trouve des impuretés :
 - ⇒ Abrasives : elles augmentent l'usure et donc les fuites internes et les pannes.
 - ⇒ Non abrasives : ce sont généralement des dépôts de gomme, boues et vernis provenant de la dégradation physicochimique du fluide ou des joints.

1.Rôle des filtres:

- La technologie de la filtration fait partie de ce premier moyen de lutte contre ces impuretés.

2.Implantation des filtres:

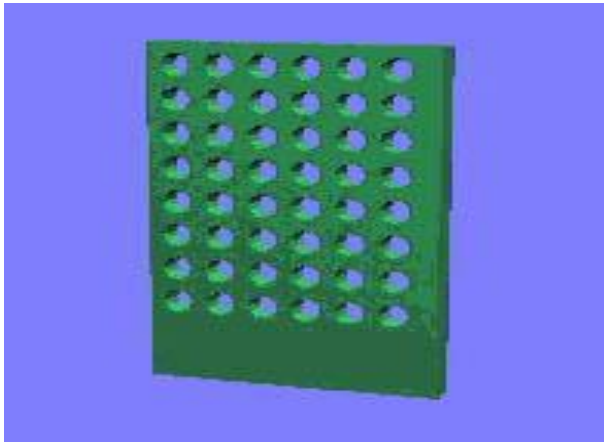
- la filtration peut s'effectuer :
 - ⇒ Sur la haute pression : filtre sur la conduite de refoulement protège les composante hydrauliques
 - ⇒ Sur le retour : filtre sur la conduite de retour
 - ⇒ Sur l'aspiration : crépine protège la pompe

3.Choix des filtres :

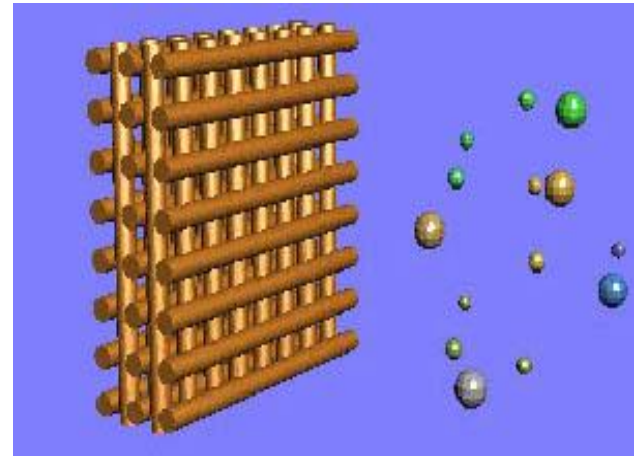
- -il correspond au diamètre moyen des particules arrêtes :
- ⇒ Pour la filtration à l'aspiration : 150 microns
- ⇒ Pour la filtration sur le retour : 10 microns
- ⇒ Pour la filtration sur la haute pression : 5 à 10 microns

4. Technologies de filtration:

Filtre en surface



filtre en profondeur



Les appareils de pression

1. Limiteur de pression :

Rôle : limite la pression maximum admissible sur un circuit hydraulique. Il protège le circuit en aval de la pompe contre les surcharges ou les surpressions. C'est une soupape de sûreté de l'installation.

- Il existe différent type d'appareils de pression:

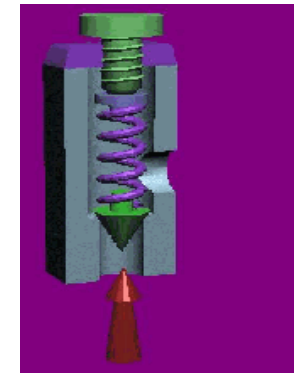
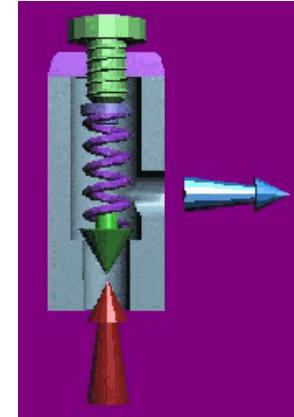
- ↳ Le limiteur de pression à action directe

- ↳ Le limiteur de pression à action pilotée

- ↳ Le limiteur de pression électro-piloté

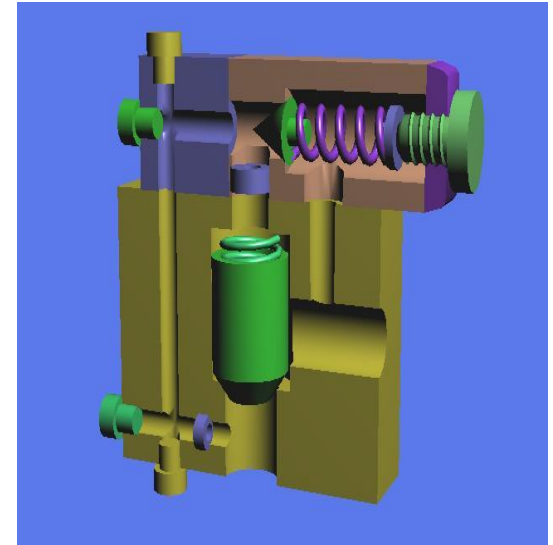
Limiteur de pression à action directe :

- La pression arrive par la canalisation P sur le clapet conique.
- La compression du ressort pr  tar   à l'aide de la vis de réglage détermine la pression de travail.
- Lorsque la pression sous le clapet développe un effort hydraulique égale ou supérieur pour vaincre l'effort mécanique du ressort, le clapet se soulève et le trop de pression retourne au réservoir par la canalisation T de droite.
- Lorsque la pression devient légèrement inférieure à la force de tarage, le clapet se referme.
- Il se crée un phénomène de battement entre le clapet et le siège. Un bruit de sifflement caractérise le laminage de l'huile dans l'appareil de pression



Limiteur de pression à action pilotée :

- Le limiteur de pression à action pilotée est utilisé lorsque le débit de passage de l'huile dans les composants atteint une valeur qui nécessite le dimensionnement des appareils à partir du calibre 10 (>120, 130 litres/minutes).
- Il permet d'évacuer un débit d'huile vers le réservoir sans surdimensionner la taille du ressort de tarage.
- Il évite également une bonne partie des problèmes liés à l'utilisation des limiteurs de pression à action directe : laminage sous forte puissance, battement du clapet et marquage du siège.
- Les deux sous-ensembles qui composent l'appareil ont leur rôle bien défini
- Etage de pilotage : tarage de la pression et pilotage du clapet principal sous un faible débit.
- Etage de puissance : évacuation du débit max. de la pompe sous une faible pression d'ouverture du clapet principal.



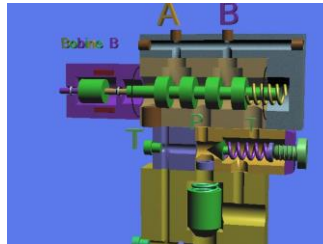
Limiteur de pression à action électropilotée :

1. Etage de commande électrique : permet la mise à vide ou la mise sous pression du limiteur
2. Etage de pilotage : tarage de la pression et pilotage du clapet principal sous un faible débit.
3. Etage de puissance : évacuation du débit max. de la pompe sous une faible pression d'ouverture du clapet principal.

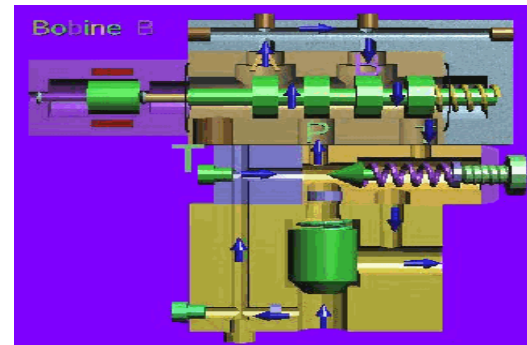
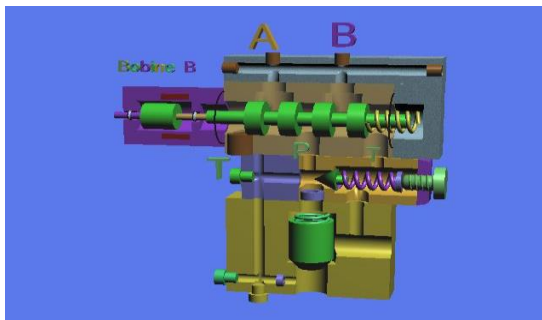
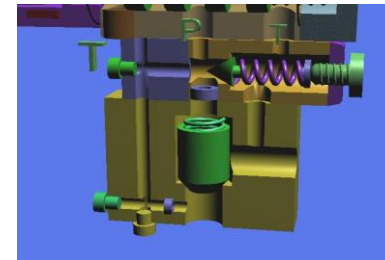
1.



2.

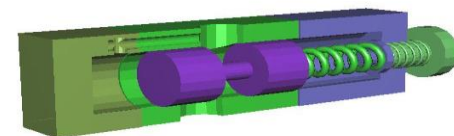
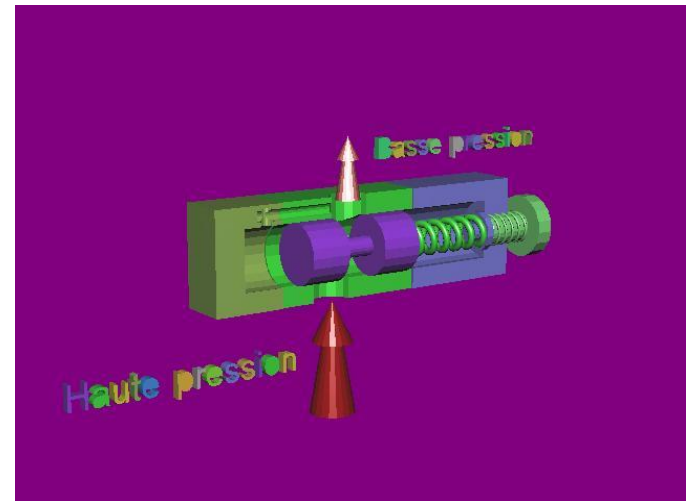


3.



2. Réducteur de pression:

- Son rôle est d'abaisser la pression de fonctionnement en aval du circuit à réguler. La pression sur le circuit de sortie est contrôlée par une canalisation de pilotage qui régule la position du tiroir. Le tiroir détermine l'ouverture qui générera la perte de charge en aval du composant.



3.Valve d'équilibrage

- Aussi appelé valve de freinage, cet appareil est utilisé pour éviter l'emballement des vérins ou des moteurs. Il a pour fonction de créer une résistance hydraulique permettant de contrôler en position la descente d'un vérin ou la position d'un moteur.

4.Valve de séquence

5.Limiteur d'effort

6.Limiteur de couple

Les distributeurs

1. Rôle : aiguiller le fluide vers les actionneurs, les vérins ou les moteurs .

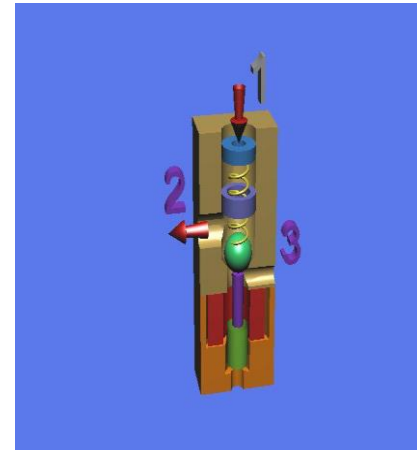
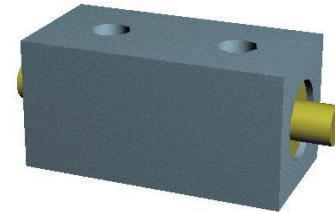
2. Technologie:

☞ Distributeur à tiroir :

Le tiroir, pièce principale du distributeur, permet d'aiguiller le fluide de la canalisation d'alimentation vers les canalisations d'admission ou de retour au réservoir

Distributeur à clapet :

Le clapet obture le passage du fluide d'une canalisation sur l'autre



Les distributeurs à tiroir

1. Les différentes pièces d'un distributeur à tiroir : corps et le tiroir



La tige de commande



Flasque d'étanchéité



La bobine



Le noyau



Le solénoïde



Le connecteur électrique A



Le connecteur électrique B



-
- La commande de secours : permet de commander manuellement le tiroir à l'aide d'un tournevis lorsque l'on veut vérifier l'état de fonctionnement du tiroir ou de la bobine
 - Solénoïde : c'est un enroulement de fil de cuivre sous forme de tor qui permet de créer lorsqu'il est sous tension une force électromagnétique capable d'attirer une pièce mécanique comme le noyau.
 - Le noyau : pièce qui sous l'effet de la Force électromagnétique est attirée par celle-ci et qui permet de pousser la tige de commande
 - La tige de commande : elle transmet l'effort de commande sur le tiroir
 - Le tiroir : en se déplaçant, il permet d'aiguiller le fluide de la canalisation P (alimentation) vers les canalisations A ou B (admission ou utilisation) raccordées sur les actionneurs
 - Le ressort de rappel : lorsque le solénoïde n'est plus alimenté, le tiroir reprend sa position de repos par l'intermédiaire du ressort
 - Le corps : pièce recevant l'ensemble des éléments faisant partie du distributeur
 - La bobine : sous ensemble recevant le solénoïde, le noyau et la tige de commande

2. avantages et inconvénients

Avantages

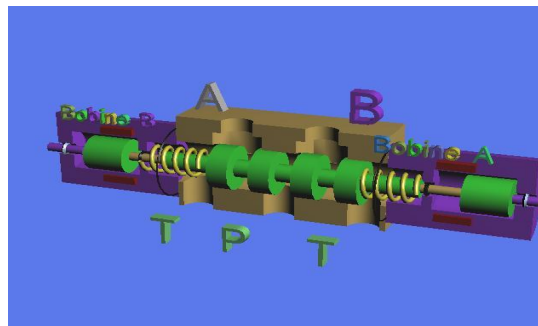
- ↗ Facilité de fabrication
- ↗ Plus de deux positions
- ↗ Effort de commande faible

Inconvénients

- ↗ Le tiroir n'est pas étanche
- ↗ Sensible à la pollution

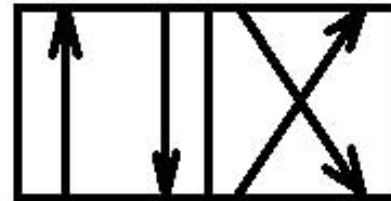
3. La symbolisation

- Le symbole d'un appareil de distribution se décompose de la façon suivante :
 - Les orifices ou les canalisations sont les raccords possibles des différentes tuyauteries P, T, A et B.
 - L'huile passe de P vers B et retourne au réservoir de A vers T
 - Lorsque la bobine du distributeur est commandée la case de droite (position parallèle) passe de droite à gauche. L'huile passe de P vers A et retourne de B vers T au réservoir
- **P : la pression**
- **T : le Tank ou réservoir**
- **A et B : les canalisations d'utilisation**
- Les cases correspondent aux nombre de positions que peut prendre l'appareil



Distributeur 4/2 :

- 4 canalisations et 2 positions



Distributeur 4/3

- 4 canalisations et 3 positions



Distributeur 3/2 :

- 3 canalisations et 2 positions

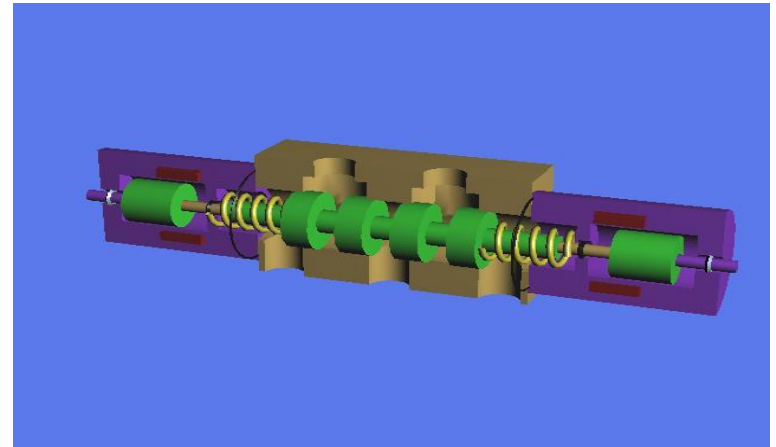
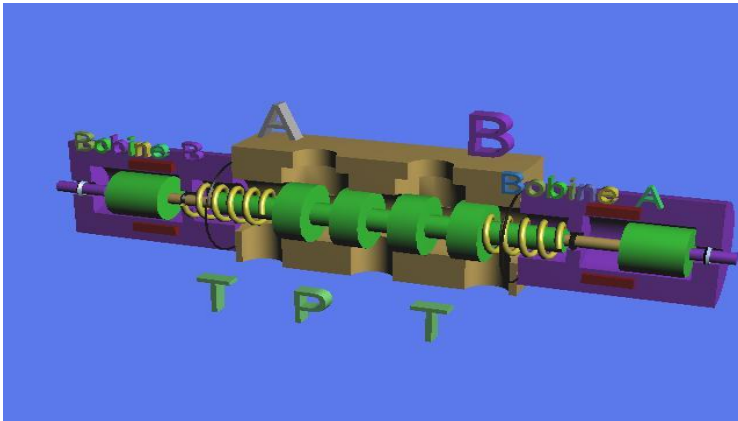


4. Fonctionnement

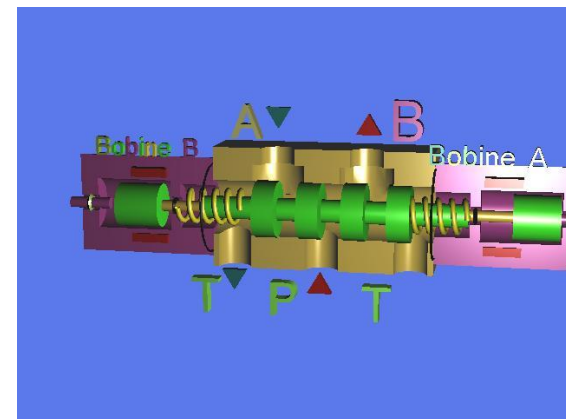
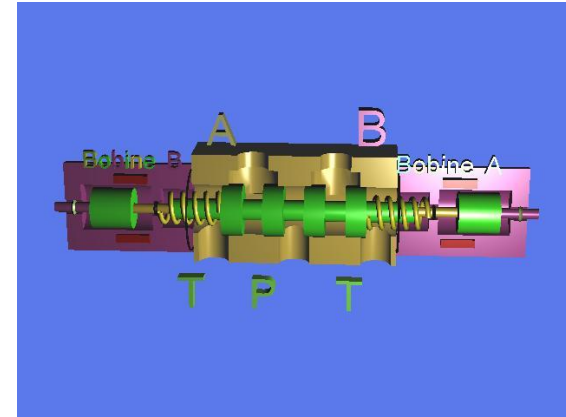
- Distributeur 4/3 à commande électrique directe
- Distributeur 4/3 à commande électrique et pilotage hydraulique
- Distributeur 4/2

Distributeur 4/3

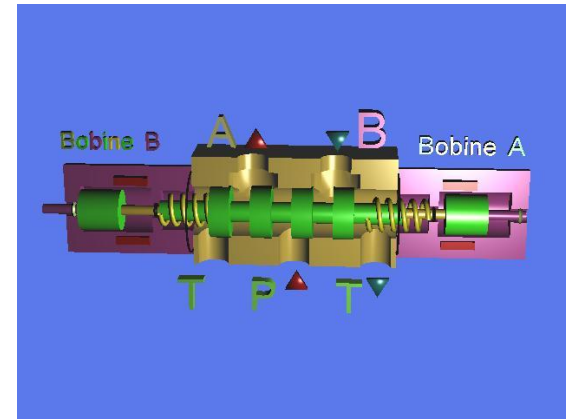
- Distributeur 4/3, à centre fermé, commande électrique directe, rappel par ressort



- Position de repos : ni la commande de la bobine B, ni celle de A ne sont alimentées
- Le tiroir est en position repos, la position centrale est une position "centre fermé". L'huile ne peut pas circuler dans le distributeur et être aiguillée vers l'actionneur.
- Position de travail : la commande de la bobine B est alimentée
- Le tiroir est en position vers la droite. L'huile peut circuler dans le distributeur de P vers B et être aiguillée vers l'actionneur.



- Position de travail : la commande de la bobine A est alimentée
- Le tiroir est en position vers la gauche. L'huile peut circuler dans le distributeur de P vers A et être aiguillée vers l'actionneur.

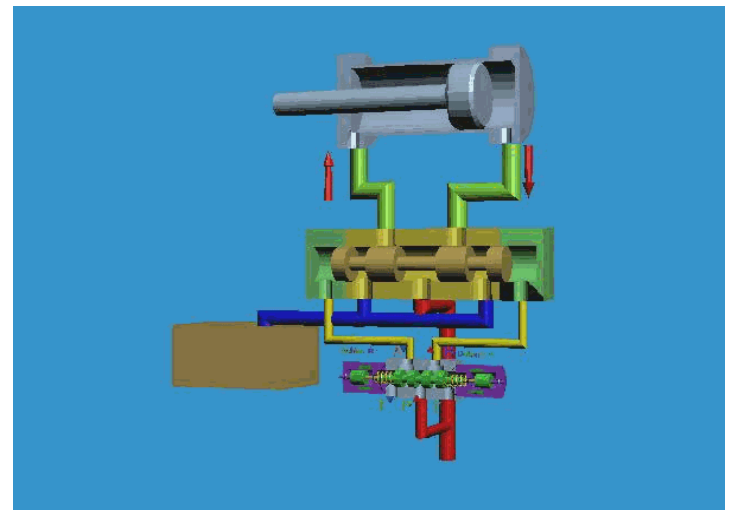
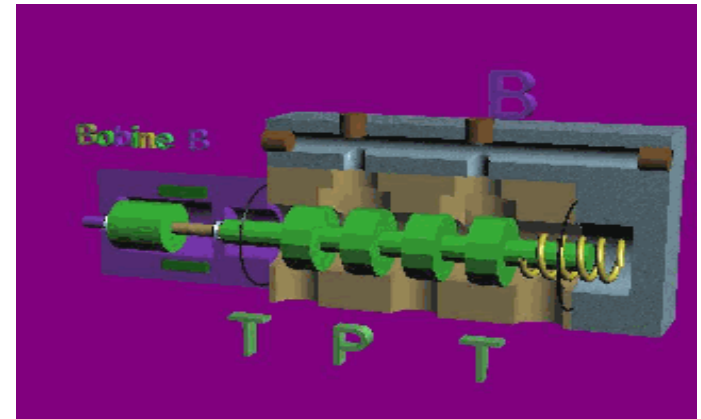


Distributeur 4/3 à commande électrique direct à centre fermé



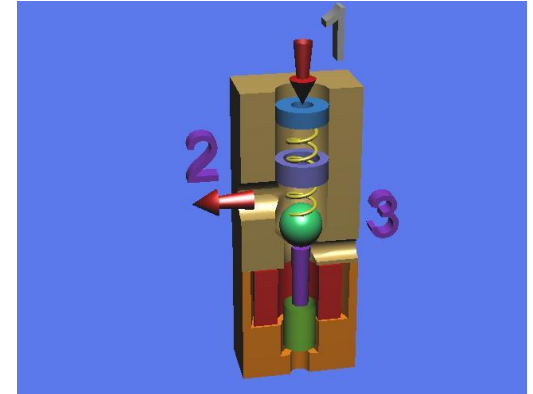
Distributeur 4/2

- Distributeur 4/2 monostable à commande électrique directe
- Distributeur 4/3 à commande électrique pilotage hydraulique et rappel par ressort

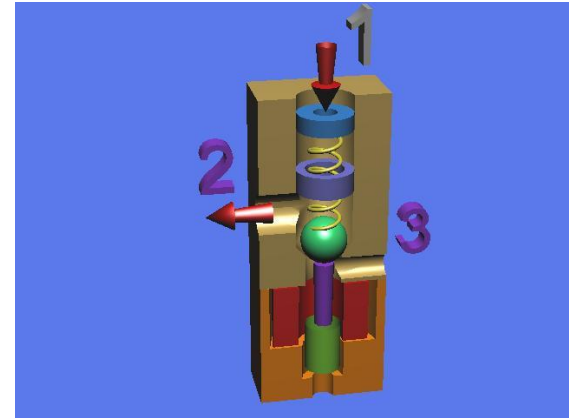


distributeur à clapet

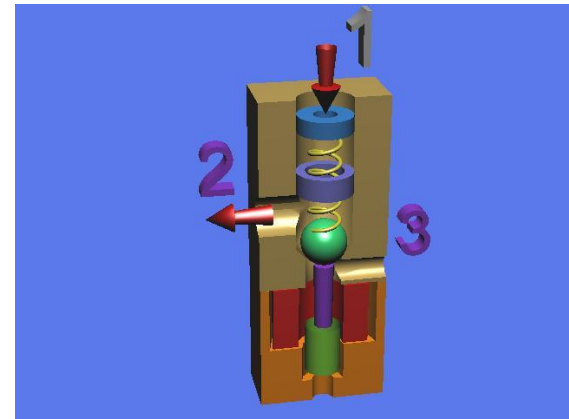
- Les différentes pièces d'un distributeur à clapet :
- **Avantages**
 - Bonne étanchéité de l'appareil : le clapet est maintenu sur son siège et crée une étanchéité parfaite
 - Temps de réponse rapide
 - Possibilité d'inverser le sens des canalisations
- **Inconvénients**
 - Nécessité d'une grande force de commande
 - Pas plus de deux positions



-
- Position repos : l'huile passe de 1 vers 2, l'orifice 3 de retour au réservoir est bouché par le clapet.

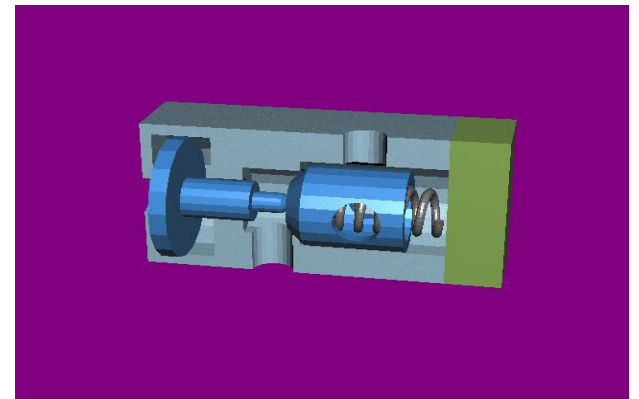
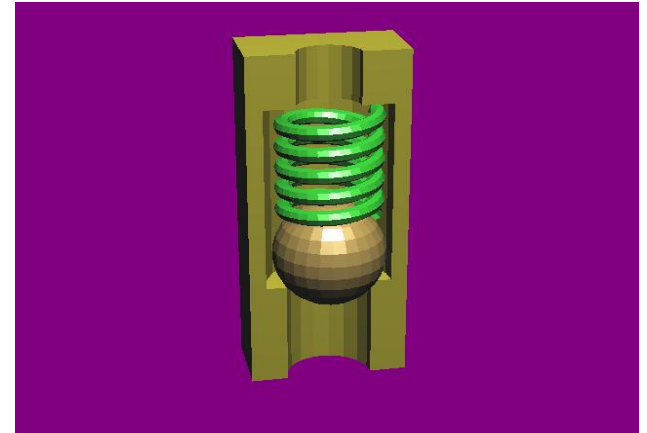


- Position travail : le solénoïde (ou bobine) est alimenté. Le noyau est attiré par la force électromagnétique. La tige de commande pousse le clapet qui obture la canalisation 1. L'huile retourne de 2 vers 3 au réservoir.

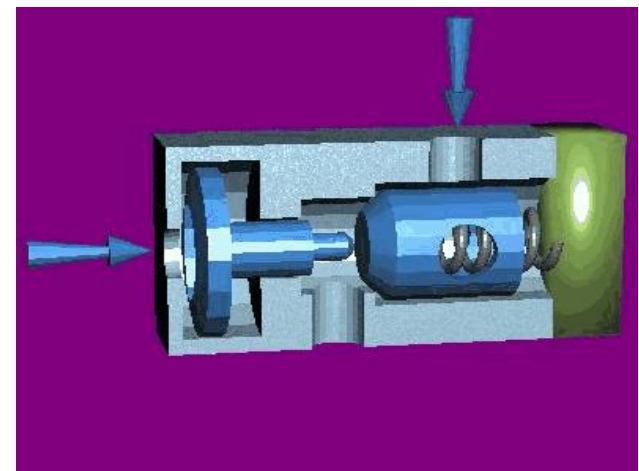
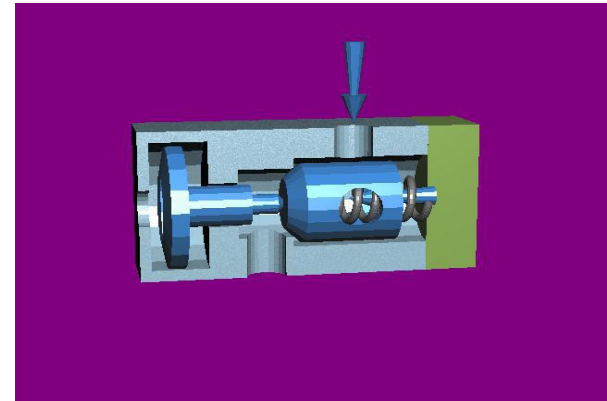


Les appareils de blocage

- 1. Le clapet anti-retour simple:
- *Le clapet anti-retour simple permet de bloquer le fluide dans un sens et laisser passer librement l'huile dans l'autre sens*
- 2. Le clapet anti-retour piloté:
- *Il a pour rôle de bloquer le fluide dans un sens (de B vers A), de laisser passer l'huile librement (de A vers B) et de pouvoir être déverrouillé lors du passage de B vers A par une pression de pilotage X.*
- *L'huile passe librement de A vers B. Sous l'effet de la pression, le clapet se soulève et comprime le ressort de rappel*



-
- Lorsque l'huile arrive de B, la pression pousse le clapet sur son siège. Le passage ne peut pas se faire.
 - Pour déverrouiller le clapet, il faut qu'une pression d'huile suffisante pilote en X le piston. Celui-ci pousse le clapet, comprime le ressort de rappel. L'huile peut circuler de B vers A

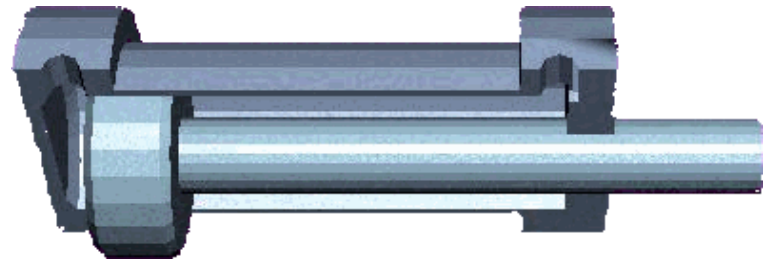


Les actionneurs

- Rôle : les actionneurs ont pour rôle de transformer l'énergie hydraulique en énergie mécanique. Ils créent soit un mouvement de translation (vérin), soit un mouvement de rotation (moteur).

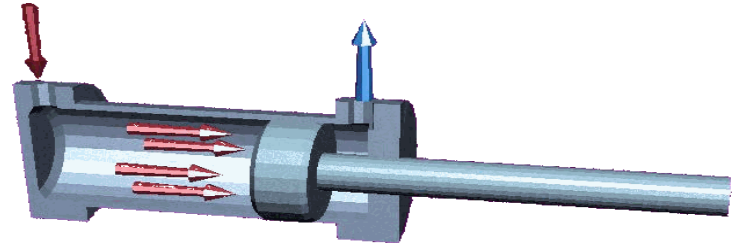


-
- Les vérins : lorsque l'huile arrive soit sur le côté fond soit sur le côté tige du vérin, elle pousse sur le piston et permet de créer un effort et un mouvement de translation
 - Les moteurs : ils utilisent les mêmes techniques que celles des pompes. A engrenage, à palette, à piston, sous l'effet de l'énergie hydraulique, l'arbre de transmission du moteur se met à tourner comme la roue d'un moulin à eau.

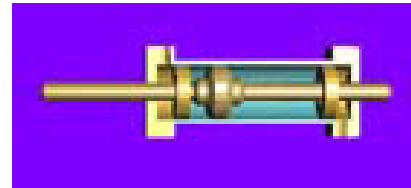


Les différentes technologies d'actionneurs

1. Vérin double effet



2. Vérin double tige



3. Vérin oscillant

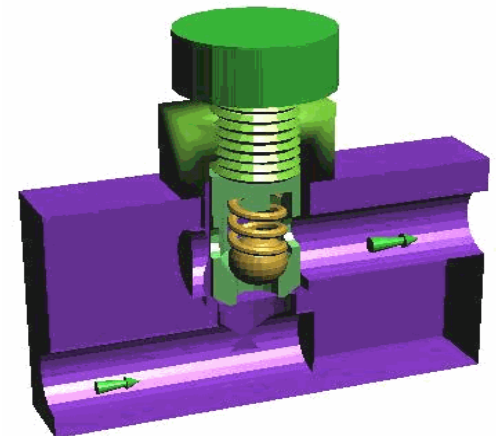
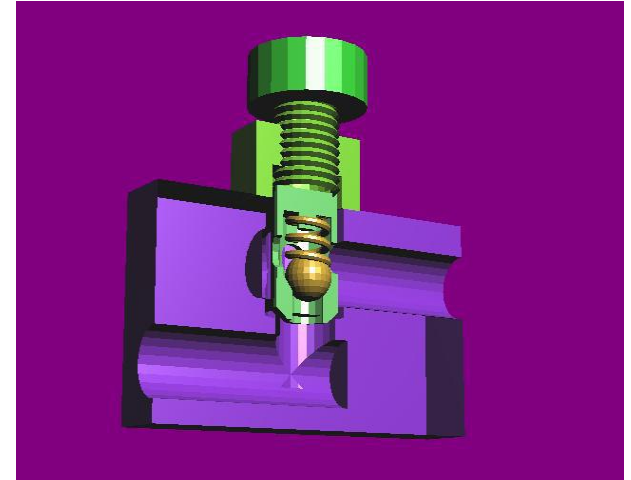


4. Vérin télescopique



Les appareils de débit

- Le rôle d'un appareil de débit est de pouvoir modifier le débit d'alimentation d'un actionneur et ainsi de faire varier la vitesse de rotation ou de translation de celui-ci.
- Il existe:
 - ❖ des étranglements calibrés à paroi longue ou paroi mince
 - ❖ des limiteurs de débit bidirectionnels à paroi longue ou paroi mince
 - ❖ des régulateurs de débit à paroi longue ou paroi mince

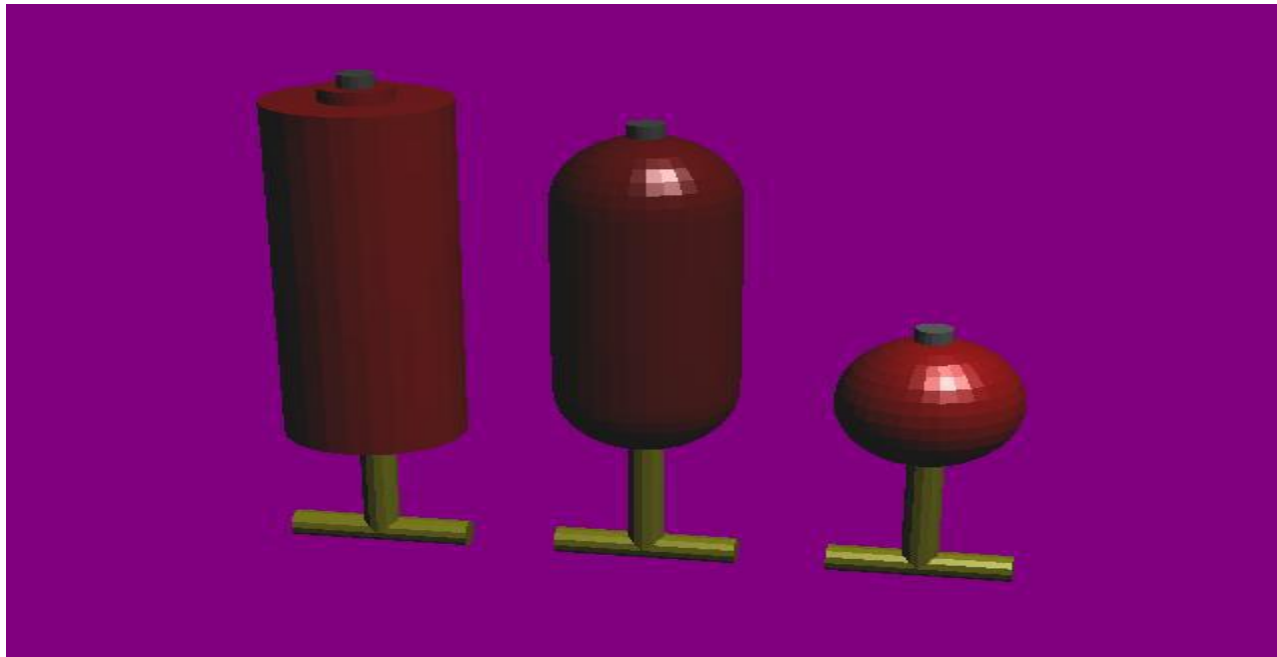


Les accumulateurs

1. Rôle:

- Ils emmagasinent de l'énergie sous forme de pression et la restituent au moment voulu. Ils peuvent servir en temps que :
- Compensation de puissance
- Compensation de fuites
- Restitution d'énergie lors d'un arrêt d'urgence
- Amortissement des coups de bélier
- Amortisseur hydraulique
- ...

-
- **2. Technologie:**
 - Il existe trois technologie d'accumulateurs :
 - A vessie
 - A membrane
 - A piston



- **3.Fonctionnement:**

