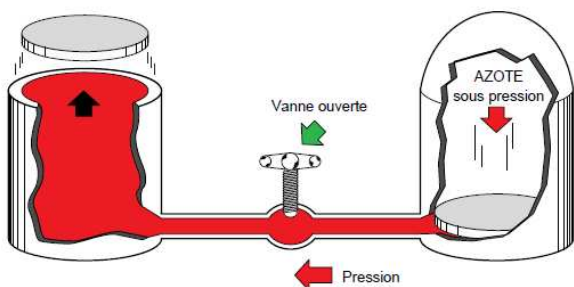
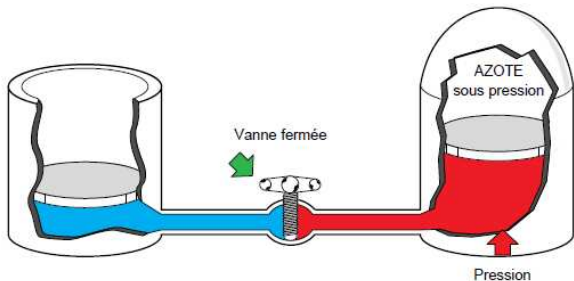


Les accumulateurs

1/Généralités :



Description :

C'est un appareil hydraulique capable de recevoir de l'énergie et la restituer sous la même forme.

$$W = V \times p$$

W : Energie

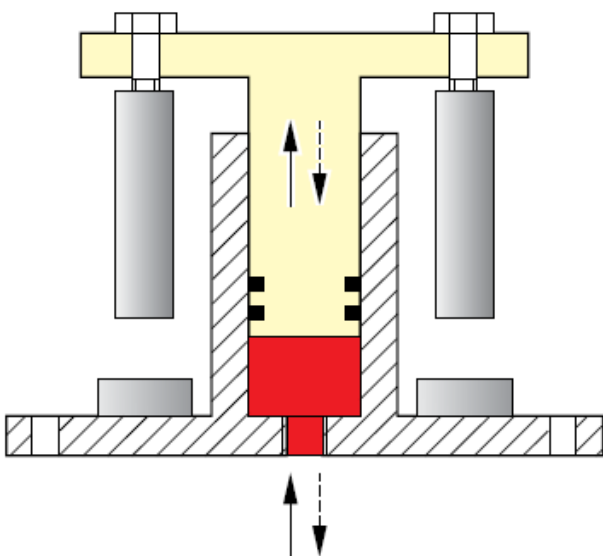
V : Volume

p : Pression

2/Différents types :

A pression constante

- A poids

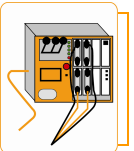


L'accumulateur à poids seul répond à cette appellation. C'est sans aucun doute l'ancêtre de tous les accumulateurs. Sa constitution est relativement simple, puisqu'il s'agit en fait d'un vérin équipé d'un piston plongeur portant un ou plusieurs contrepoids permettant la mise sous pression du liquide.

La pression à laquelle est soumis le liquide est constante, durant tout le temps que dure la restitution du fluide.

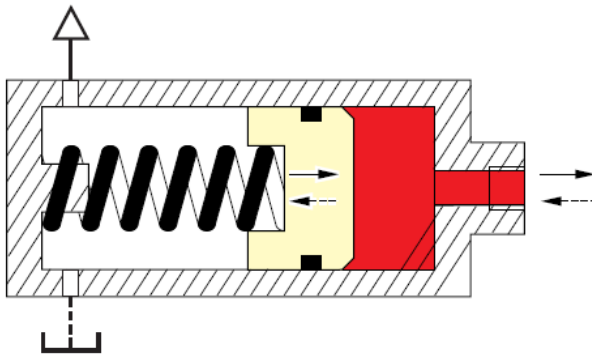
Ce type d'accumulateur, utilisé surtout dans les circuits à eau, est employé lorsque les volumes ($V_1 - V_2$) mis en jeu sont importants (généralement plusieurs m^3).

Les pressions vont de 50 à 150 bar. On lui reproche d'être encombrant.



A pression variable

- A ressort



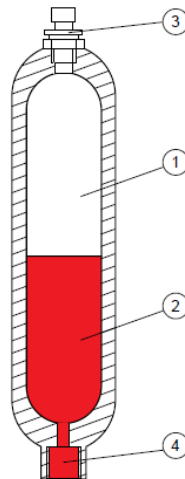
On le rencontre très rarement et il ne peut être utilisé que lorsque les volumes de liquide et les pressions mis en œuvre sont relativement faibles. L'inertie du piston et l'encombrement des ressorts limitent ses utilisations

A gaz

- A contact direct

légende

1. Volume occupé par le gaz
2. Volume occupé par le fluide sous pression
3. Valve de gonflage
4. Raccordement d'arrivée d'huile



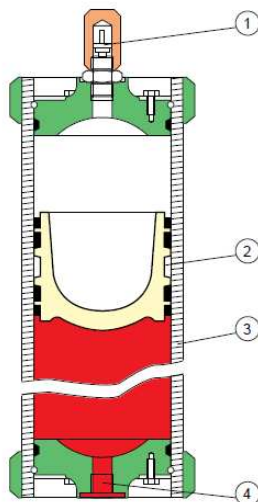
Cet accumulateurs appelé plus communément "hydropneumatique", se rencontre sous plusieurs formes :

- à contact direct,
- à piston flottant ou séparateur,
- à membrane,
- à vessie.

- A piston

légende

1. Valve de gonflage
2. Piston avec joints
3. Cylindre
4. Raccordement d'arrivée d'huile

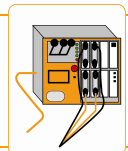


Afin d'éviter les inconvénients du modèle précédent, le liquide et le gaz sont séparés par un piston libre équipé de joints pour assurer l'étanchéité entre les deux chambres. Le cylindre qui sert de chemin de glissement doit être usiné avec un très grand soin.

Le frottement et la masse du piston diminuent les possibilités d'applications de ce type d'accumulateur par rapport aux accumulateurs à vessie.

Ils sont en particulier mal adaptés pour l'amortissement des vibrations, pour les pressions de travail peu élevées, quand les différences de pression (Δp) sont faibles, ainsi que dans le cas de fréquences élevées. Par contre on les préférera aux autres quand les conditions de températures sont extrêmes ou lorsque les volumes de liquide mis en jeu sont importants.

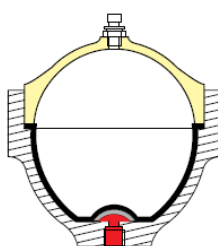
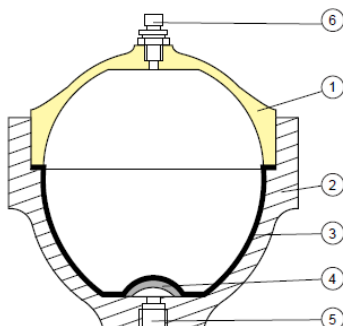
De plus ils peuvent être équipés d'un indicateur de volume d'huile présent dans l'accumulateur.



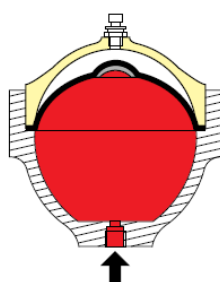
- **A membrane**

légende

1. Calotte hémisphérique
2. Calotte hémisphérique
3. Membrane en élastomère
4. Butée métallique anti-extrusion
5. Orifice d'alimentation
6. Valve de gonflage en azote



Accumulateur sphérique à membrane, accu chargé en azote : aucune action de l'huile,



Accumulateur sphérique à membrane, accu soumis à la pression de l'huile (recharge).

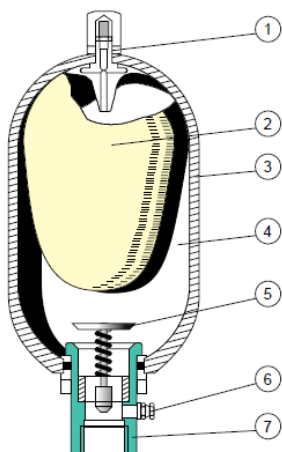
La forme sphérique de cet appareil lui confère l'avantage d'être, à performance égale, plus léger et de présenter des caractéristiques mécaniques supérieures.

On trouve ce type d'appareil dans des gammes allant de 0,02 l à 50 l. Il est généralement réalisé en deux parties vissées l'une dans l'autre. Une membrane en élastomère compatible avec le gaz et le liquide sert de séparateur entre les deux fluides.

Il est également à noter que cette membrane ne travaille pas ou peu à l'allongement et qu'un dispositif fixé sur celle-ci évite son extrusion par l'orifice d'alimentation.

Il peut travailler dans toutes les positions avec un rendement identique et dans des plages de pression allant jusqu'à 500 bar

- **Accumulateurs à vessie**



légende

1. Valve de gonflage
2. Vessie
3. Corps
4. Chambre contenant le liquide
5. Clapet anti-extrusion
6. Vis de purge
7. Raccordement d'arrivée d'huile

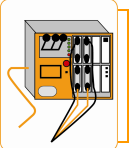
C'est un Brevet Français déposé par l'ingénieur Jean MERCIER.

Il est constitué :

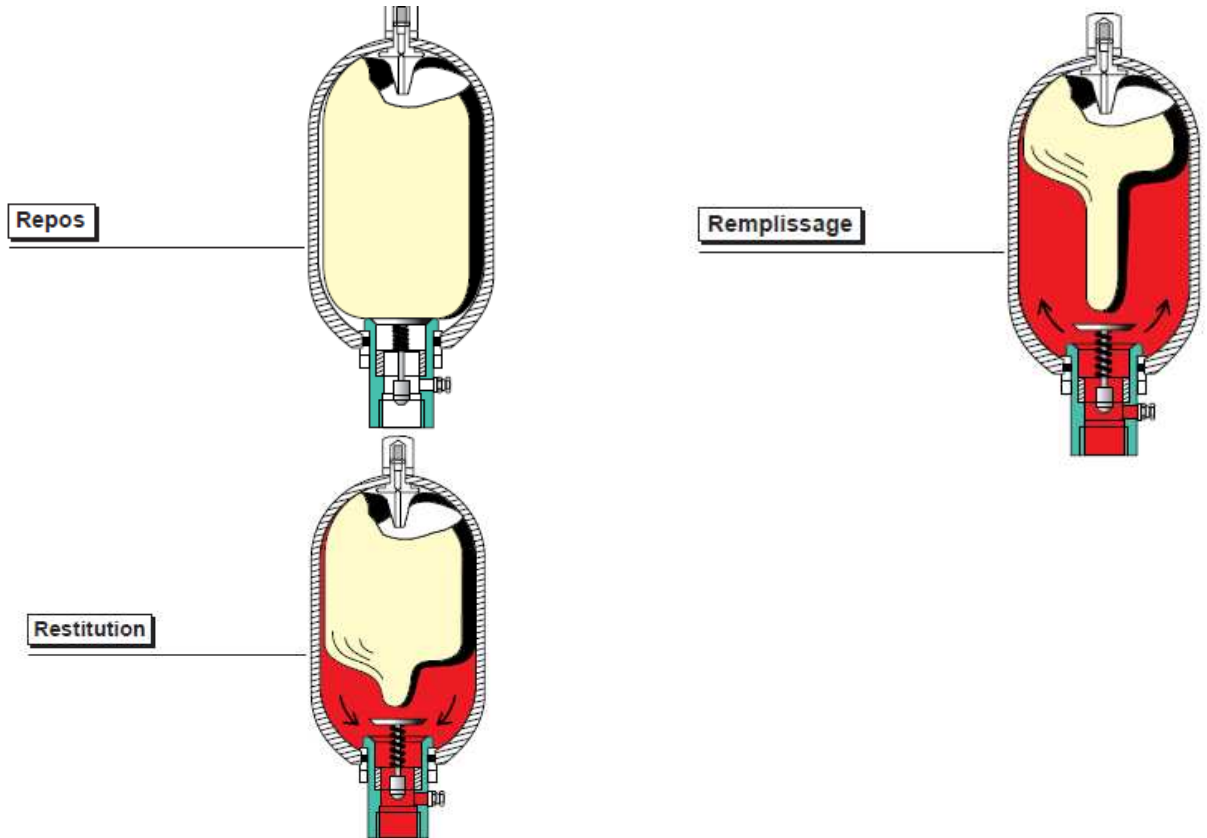
- d'un corps cylindrique (3), en acier forgé pour les hautes pressions (600 bar), □ en acier soudé pour les basses pressions (moins de 20 bar),

Nota : l'intérieur du corps est grenailé, afin d'éviter l'adhérence de la vessie sur la surface interne,

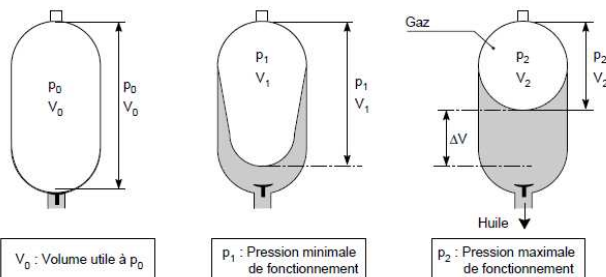
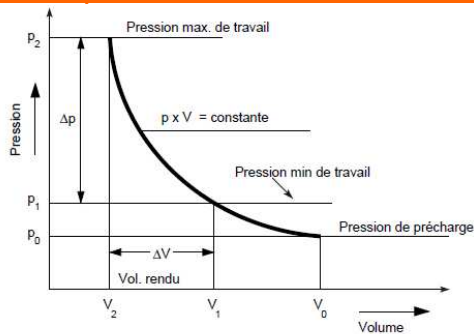
- d'une vessie (3) en élastomère compatible avec le fluide en présence, de forme légèrement tronconique équipée d'une valve de gonflage et dont la déformation s'effectue de façon particulière,
- d'un raccordement d'arrivée d'huile (7) munie d'un clapet anti-extrusion (5) pour les modèles haute pression ou d'une crépine pour les modèles basse pression



3/Différents états d'un accumulateur à Vessie



4/Principe de fonctionnement

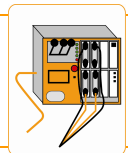


Ces appareils fonctionnent sur le principe de la loi énoncée par BOYLE - MARIOTTE disant que pour une même masse gazeuse la variation de la pression est inversement proportionnelle de la variation de son volume.

$$p_0 \times V_0 = p_1 \times V_1 = p_2 \times V_2 = K \text{ (constante)}$$

On appelle :

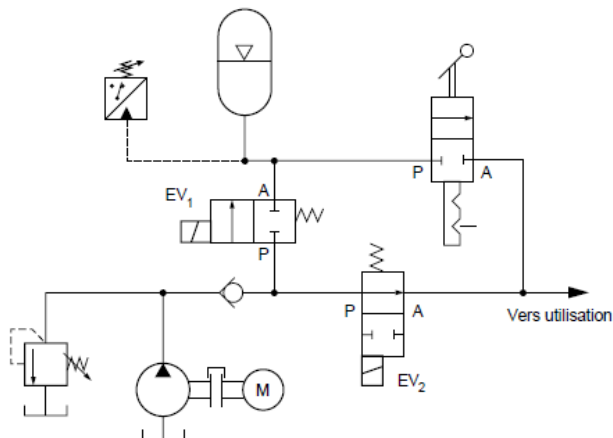
- p_0 = précharge d'azote, c'est-à-dire pression de gonflage de la vessie lorsque le circuit hydraulique est sans pression à la température de 20 °C ($p_0 = 0,9 \times p_1$ en général).
- p_1 = pression minimale permettant le fonctionnement du récepteur.
- p_2 = pression maximale permettant de stocker le liquide sous pression ; elle est inférieure au réglage du limiteur de pression et supérieure à la pression minimale.
- $\Delta P = p_2 - p_1$ = différence de pression nécessaire à la création de la ΔV capable d'effectuer le travail.
- V_0 = c'est le volume total de l'accumulateur. Il correspond au volume que l'azote occupe à la pression p_0 .
- V_1 = volume occupé par l'azote à la pression p_1 .
- V_2 = volume occupé par l'azote à la pression p_2 .
- $\Delta V = V_1 - V_2$ = volume de liquide restitué par l'accumulateur, directement lié aux variations de la pression de p_2 à p_1 .



5/Utilisation des accumulateurs

En réserve d'énergie

- Isolé

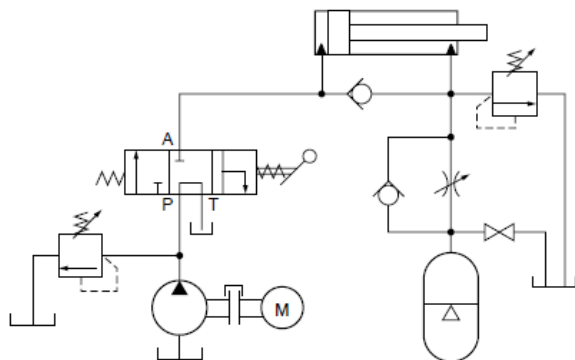


Lors d'un arrêt imprévu sur une installation, il peut être nécessaire de terminer un mouvement ou de ramener un récepteur dans une position de sécurité.

Deux possibilités de montage sont possibles :

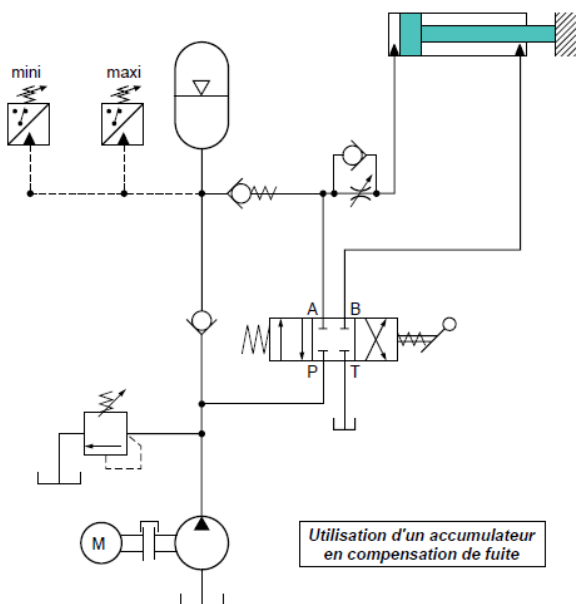
- L'accumulateur une fois gonflé est isolé du circuit. Son énergie ne sera utilisée que pour une manœuvre de secours

- Relié



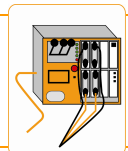
- L'accumulateur est relié en permanence au circuit et effectue à chaque cycle le mouvement prévu dans la manœuvre de secours.

En compensation de fuite

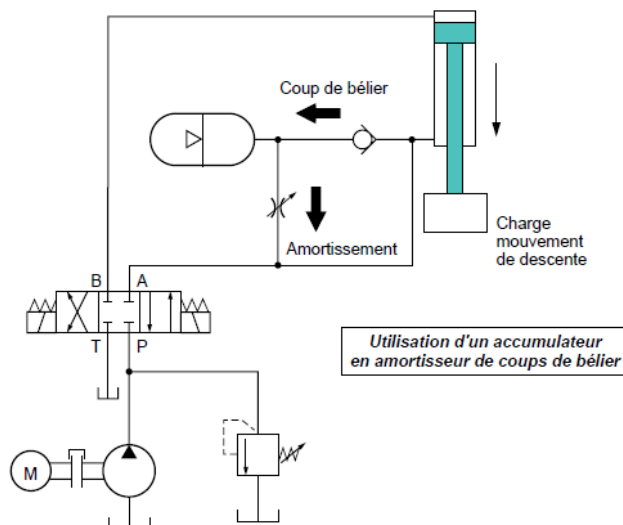


Ce type de montage est adapté pour un maintien en pression de longue durée.

Il est avantageux dans ce cas de pouvoir arrêter la pompe. Un manostat maxi assure la mise en route ou l'arrêt de la pompe



En amortisseur de coups de bélier



Lorsque l'on réduit brutalement l'écoulement d'un liquide dans une canalisation, son énergie cinétique se transforme en énergie de pression. Le coup de bélier est le résultat de cette transformation.

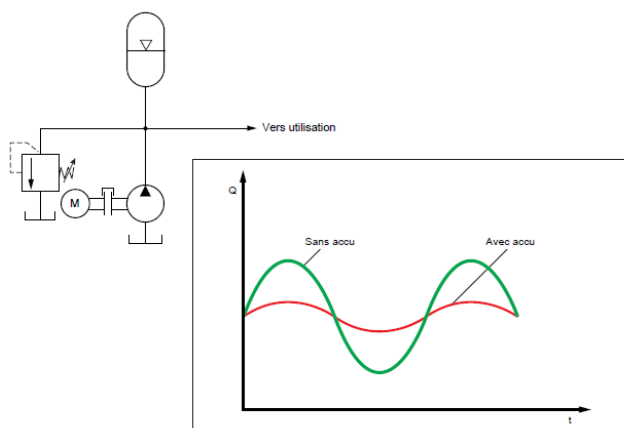
Il se manifeste par des vibrations de forte amplitude et un bruit anormal dans les tuyauteries.

Ses effets sont néfastes et peuvent provoquer la rupture des tuyauteries, le desserrage des raccords et la destruction des joints.

Le même phénomène se produit lorsqu'on immobilise une charge importante en mouvement.

Un accumulateur placé à proximité immédiate de l'appareil générateur de coups de bélier, si possible dans l'axe de propagation des ondes, permet d'en atténuer les effets.

En amortisseur de pulsations



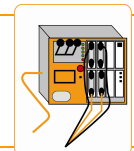
La plupart des pompes volumétriques utilisées en hydraulique ayant un régime de débit pulsatoire engendrent un régime pulsatoire de pression provoquant des vibrations.

Lorsque ces phénomènes sont gênants, un accumulateur, monté si possible dans l'axe de sortie du fluide, les atténue dans une large mesure. Son volume dépend de la cylindrée de la pompe et du taux d'ondulation résiduel de pression admissible. La pression de gonflage de la vessie dans ce cas est égale à 0,6 fois la pression de travail afin d'éviter le pincement de la vessie par le clapet.

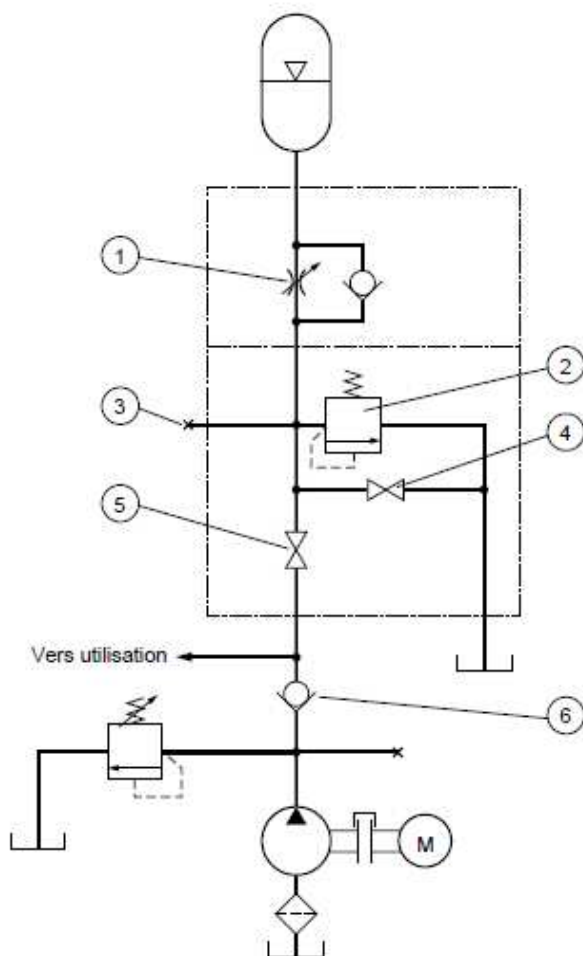
6/Précautions d'emploi des accumulateurs

Protection des organes du circuit

- un clapet anti-retour sera placé entre la pompe et l'accumulateur afin d'éviter une éventuelle décharge de ce dernier vers la pompe au moment de l'arrêt de celle-ci,
- un limiteur de débit unidirectionnel permettra de contrôler la décharge de l'accumulateur,
- un limiteur de pression situé près de l'accumulateur préviendra toute surpression accidentelle. Cette partie du circuit sera équipée d'un manomètre ou tout simplement une prise manométrique,
- on veillera à ce que la vessie soit compatible avec le liquide du circuit.



Protection du personnel



légende

1. Limiteur de débit	4. Vanne de purge
2. Limiteur de pression	5. Vanne d'isolement
3. Prise de pression	6. Clapet anti-retour

Avant toute intervention sur le circuit il est nécessaire d'isoler et de purger l'accumulateur. Selon le type d'installation, ces opérations pourront être manuelles ou seront automatiques.

Il existe des blocs de sécurité à installer directement sous l'appareil qui regroupent au minimum une vanne d'isolement, une vanne de purge, et un limiteur de pression.

Si l'on procède au dégonflage de vessies d'accumulateurs, on veillera à ce que les locaux soient bien aérés

Remarques importantes

Afin de garantir un rendement et une durée de vie optimum de l'accumulateur, il est recommandé de vérifier la pression de pré- gonflage P0 périodiquement :

- tous les mois si l'accumulateur est très sollicité,
- tous les 6 mois dans les autres cas.

Réglementation Française



légende

1. Type
2. Réf. de construction
3. N° de fabrication
4. Année de fabrication
5. Poinçon SDM (avec dates de vérifications)
6. Nom du fabricant
7. Pression de service
8. Pression d'épreuve

Les accumulateurs hydropneumatiques sont soumis à la réglementation des appareils sous pression de gaz lorsque la pression effective du gaz peut accéder 0,5 bar, par :

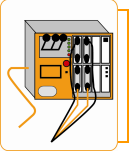
- le décret ministériel 99-1046 du 13 Décembre 1999,
- et des arrêtés ministériels du 15 Mars et 11 Juillet 2000.

Pas de marquage CE ni de déclaration de conformité si le volume est inférieur à 1 litre et la pression de service inférieure à 1000 bar.

Les arrêtés du 15 mars et du 11 juillet 2000 relatif à l'exploitation des équipements sous pression, qui définissent le champ d'application de la maintenance pour les accumulateurs gonflés à l'azote :

- PS > 4 bar, PS.V > 200 bar.litre V > 1 litre et PS > 1000 bar.
- Les appareils de PS > 4 bar et PS.V > 10000 bar.litre sont soumis à déclaration adressée au préfet avant la mise en service.

Conserver toute la légende de l'accumulateur mais mettre toute les annotations sur la plaque du haut ou sont déjà inscrit le type et la référence de l'accu.



Epreuve

Neuf, l'accumulateur est soumis à une première épreuve hydraulique individuelle selon le calcul et le coefficient de sécurité suivant : $P_e = P_s \times 1,43$.

Celle-ci est réalisée sous la responsabilité du constructeur et/ou du fabricant, sous le contrôle de DRIRE (Direction Régionale de l'Industrie et de la Recherche) compétente

Fixations

Tout accumulateur, qu'il soit fixe ou mi-fixe, doit être installé de façon à ne soumettre à aucun effort anormal les canalisations qui lui sont raccordées directement ou indirectement.

Il doit être soit assujéti à un support, soit entouré d'une garde, capable respectivement d'empêcher ou de limiter son déplacement en cas de rupture de ses liaisons à l'installation hydraulique (arrêté du 24/11/1982).

Visites périodiques

Un arrêté ministériel précise la périodicité des visites auxquelles sont soumis les accumulateurs.

Elles doivent être effectuées à la demande de l'utilisateur. Les appareils et accessoires doivent être maintenus constamment en bon état.

Le propriétaire est tenu d'assurer en temps utile les nettoyages, réparations et remplacements nécessaires

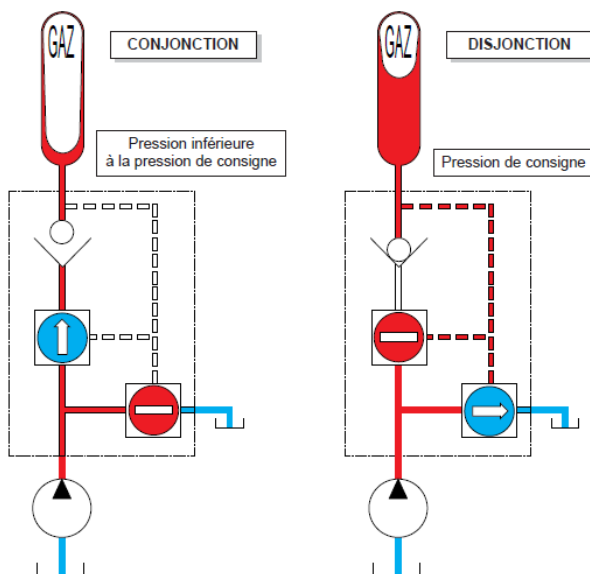
Organes de fixations

Les organes de fixations ne doivent en aucune façon être soudés au corps de l'accumulateur.

Suivant les arrêtés ci-dessus : il est admis que l'organe de sûreté soit placé sur le circuit hydraulique relié à l'accumulateur.

7) Conjoncteurs - disjoncteurs

Mise en situation



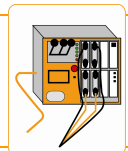
Le fluide se dirige vers le haut, la pression étant inférieure à la pression de consigne.

Dès que la pression de consigne est atteinte, le fluide prend la direction du réservoir.

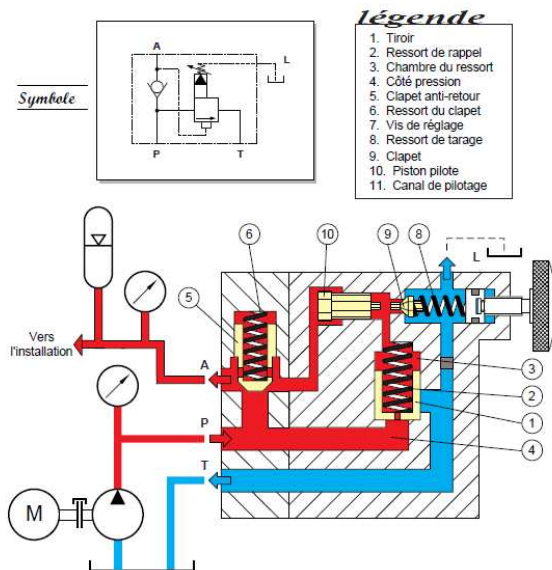
Fonction

Le conjoncteur-disjoncteur est utilisé pour mettre la pompe en décharge (réservoir) dès que la pression maximale définie est atteinte (disjonction) et lorsque la pression chute à une valeur minimale, l'appareil permet à nouveau le remplissage de l'accumulateur.

L'appareil maintient donc la pression dans un circuit entre deux valeurs de pression p_{mini} , p_{maxi}



Fonctionnement phase de conjonction



La pompe débite dans le circuit de (P) vers (A), le tiroir (1) appliqué sur son siège par la légère poussée du ressort (2) est hydrauliquement équilibré, les pressions dans les chambres (3) et (4) étant égales.

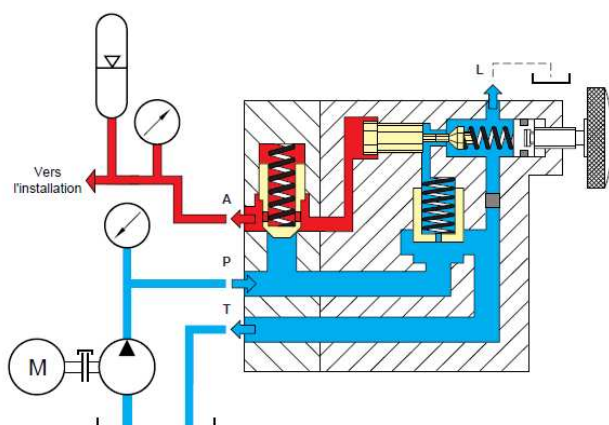
L'huile provenant de la pompe pousse le clapet (5) et la pression croît dans le circuit hydraulique.

Lorsque la pression atteint la valeur de tarage du ressort (8) correspondant à la pression maximale de travail dans le circuit, le clapet (9) se soulève et une fuite se crée par (L), il y a alors déséquilibre, la pression dans la chambre (4) continue de croître.

Lorsque la différence de pression dans les chambres (3) et (4) devient supérieure à la valeur de tarage du ressort (2), le tiroir (1) se soulève et la pompe débite au réservoir. Le clapet anti-retour (5) se ferme.

Le piston pilote (10) sous l'action de la pression côté utilisateur par le canal de pilotage (11) pousse le clapet (9) et le maintient écarté de son siège.

Fonctionnement phase de disjonction



La pompe débite au réservoir de (P) vers (T) sous une pression correspondant au faible tarage du ressort (2). La pression côté utilisateur décroît en fonction des besoins du circuit hydraulique.

Lorsque la pression agissant sur le piston pilote (10) devient inférieure à celle proportionnelle au tarage du ressort (8), le clapet (9) se referme. Les pressions dans les chambres (3) et (4) sont à nouveau égales et le tiroir (1) est appliqué sur son siège par le ressort (2).

La pression minimale de travail est atteinte et la pompe débite à nouveau dans le circuit de (P) vers (A) et le cycle recommence.