

énergie, silence, confort, longévité...

■ un réservoir d'énergie

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

■ un principe simple

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.

comment
ça marche ?

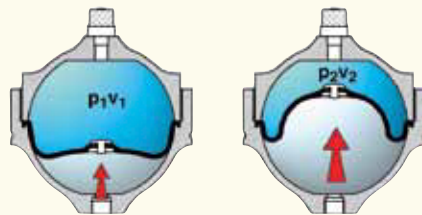
L'accumulateur hydropneumatique est un réservoir divisé en deux chambres par un séparateur souple: une chambre pour le fluide sous pression, une chambre pour de l'azote.



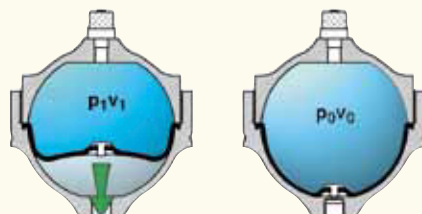
On le gonfle en azote à une pression p_0 .



Lorsque l'accumulateur est traversé par un fluide dont la pression p_1 est supérieure à la pression de gonflage (p_0) de l'accumulateur, le gaz se comprime jusqu'à la pression p_1 et permet ainsi de retenir le volume de fluide correspondant.



Toute baisse de pression dans le circuit hydraulique entraîne une restitution de fluide par l'accumulateur, jusqu'à revenir à la pression initiale p_0 .

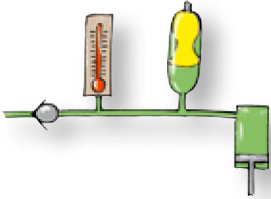


■ Anti-bélier



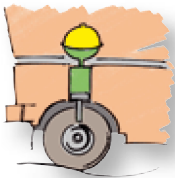
Consiste, pour l'accumulateur, à emmagasiner l'énergie cinétique engendrée par une colonne de fluide en mouvement lors d'une fermeture brutale du circuit (vanne, électro-vanne,...) ou, plus généralement, lors d'une variation brutale de pression dans le circuit.

■ Dilatation thermique



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

■ Amortissement de chocs – Suspension



L'accumulateur, par son rôle d'amortisseur, diminue la fatigue des composants hydrauliques et mécaniques.

Exemples:

- élévateurs,
- chariots de manutention,
- machines agricoles,
- engins de T.P., etc.

■ Récupération et restitution d'énergie

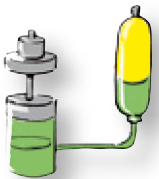


L'énergie fournie par la descente d'une charge peut être absorbée par l'accumulateur et restituée à un récepteur hydraulique pour assurer un mouvement mécanique.

Exemple:

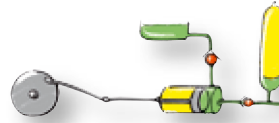
- fermeture des trappes de wagons

■ 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.

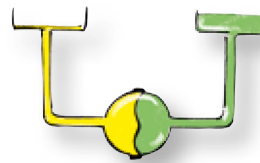
■ Amortissement de pulsations



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.

■ Transfert

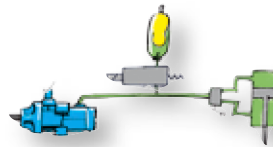


L'accumulateur rend possible le transfert entre deux fluides incompatibles. C'est la membrane qui assure la séparation entre les deux fluides.

Exemples:

- transmission entre une huile minérale et de l'eau de mer,
- surgonfleur,
- banc d'épreuve, etc.

■ Réserve 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.

Exemples:

- 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.

■ Montage et raccordement de votre l'accumulateur

L'accumulateur doit être monté à un endroit facilement accessible et sa fixation doit être réalisée à l'aide d'étriers (voir page 11). Il est important de laisser visibles les marquages gravés sur l'accumulateur.

Raccordements hydrauliques: la documentation technique spécifie les dimensions des orifices de raccordement.

Les tuyauteries ne doivent pas induire de contraintes à l'accumulateur.

L'accumulateur doit être raccordé à un circuit hydraulique comportant un fluide type huile hydraulique minérale ou équivalent. Pour un autre type de fluide, consulter nos ser vices techniques.

Toute opération propre à modifier l'aspect extérieur de l'accumulateur est strictement interdite (soudage, meulage, usinage, etc...)

L'accumulateur doit être efficacement protégé contre la corrosion externe (peinture, etc).

Le circuit doit comprendre une vanne d'isolement de l'accumulateur, ainsi qu'un moyen permettant de vérifier que la pression hydraulique ne dépasse jamais la pression maximale admissible gravée sur l'accumulateur (voir pages 12 et 13 pour les blocs de sécurité).

L'accumulateur doit être raccordé à un limiteur de pression réglé au maximum à la pression maximale de ser vice admissible PS de l'accumulateur.

■ Gonflage

La pression de gonflage doit être inférieure à la pression de ser vice gravée sur le corps de l'accumulateur.

Il est important d'assurer l'accessibilité de l'outillage de vérification - gonflage (voir page 14, équipement de gonflage).

La pression de gonflage doit faire l'objet d'un contrôle avant mise en ser vice (voir chapitre «préconisations accumulateurs» ci-après).

Utiliser uniquement de l'azote (N₂, qualité minimale I).

Si la pression d'azote de l'installation de gonflage est supérieure à la pression maximale admissible gravée sur l'accumulateur, il est impératif de monter un détendeur entre l'installation de gonflage et l'accumulateur.

Prendre en compte l'influence de la température sur la pression de gonflage (un tableau de référence est disponible sur demande).

■ Mise en service

S'assurer que l'installation hydraulique est capable de supporter la pression maximale gravée sur l'accumulateur.

Après liaison hydraulique avec le circuit, la tuyauterie doit être soigneusement purgée. Utiliser les blocs de sécurité décrits.

■ Utilisation

La pression hydraulique maximale ne doit jamais dépasser la pression PS gravée sur le corps de l'accumulateur: vérifier à l'aide des moyens appropriés (voir page 14, vérificateur gonfleur).

Le rapport volumétrique $(V_0 - V_2)/V_0$ ne doit pas être dépassé, voir documentation technique des accumulateurs.

Purger les tuyauteries de l'air qu'elles pourraient contenir.

Les températures limites d'utilisation de l'accumulateur ne doivent pas être dépassées.

■ Maintenance et contrôle

Avant toute inter vention sur un circuit comportant un accumulateur, il est impératif de décompresser le circuit.

Vérifier périodiquement la pression d'azote, voir chapitre «préconisations accumulateurs» ci-après et page 14, équipement de gonflage.

Vérifier périodiquement l'absence de corrosion externe.

■ Préconisations accumulateurs

Rappel des instructions incluses avec chaque accumulateur livré.

Les accumulateurs sont livrés :

- soit prégonflés à une pression de stockage d'environ 5 bar. Dans ce cas, et avant toute utilisation, gonfler à la pression d'azote déterminée par le calcul, à l'aide du vérificateur gonfleur VGL4. Remettre en place la vis sur P1620;
- soit gonflés en azote à une valeur de pression correspondant à celle calculée en fonction des conditions d'utilisation. Vérifier que la valeur de pression de gonflage inscrite sur l'étiquette apposée sur l'accumulateur correspond bien à celle calculée en fonction des conditions d'utilisation.

■ Périodicité des contrôles

La pression de gonflage P₀ indiquée sur l'accumulateur doit être réglée lors de chaque montage ainsi qu'après toute réparation. Une vérification, au minimum, s'impose pendant la première semaine de ser vice. Si aucune fuite d'azote n'est constatée, le contrôle suivant devrait être effectué environ 4 mois plus tard. Si lors de ce dernier contrôle, la pression reste inchangée, une vérification annuelle pourra être considérée comme suffisante.

■ Vérifications

S'assurer lors de toute vérification que l'accumulateur a été isolé du circuit et décompressé côté fluide.

Utiliser le vérificateur VGL4.

Attention : monter un manomètre de mesure compatible avec la pression d'azote à vérifier.



330 bar

Pression maxi de service 330 bar
 Températures extrêmes d'utilisation :
 - version standard - 20°C à + 120°C
 - version **grand froid** - 40°C à + 120°C

■ Présentation technique

Les accumulateurs cylindriques soudés sont constitués d'un corps en acier à haute résistance dans lequel est logé le séparateur gaz-fluide appelé vessico-membrane.

Ce séparateur est réalisé en nitrile pour les versions standards. Il est moulé en nitrile hydrogéné pour les usages au grand froid. Portant une butée anti-extrusion, le séparateur vessico-membrane ainsi constitué, permet une vidange rapide et totale de l'accumulateur.

Un orifice adapté permet le gonflage de l'accumulateur.

■ Points forts

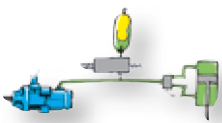
- Version «grand froid», température de fonctionnement jusqu'à - 40°C.
- Interchangeable, de par ses dimensions, avec la plupart des accumulateurs du marché.
- Totalement modulaire entre 0,7 et 4 litres. Cette conception permet une adaptation à toutes capacités.
- Tenue exceptionnelle en fatigue de la vessie.
- Permet des vidanges rapides et totales grâce à l'anti-extrusion portée par la vessie.

■ Gonflage

Deux versions de l'accumulateur sont disponibles:

- avec vis de gonflage,
- avec valve de gonflage.

■ Exemples d'applications



Réserve d'énergie

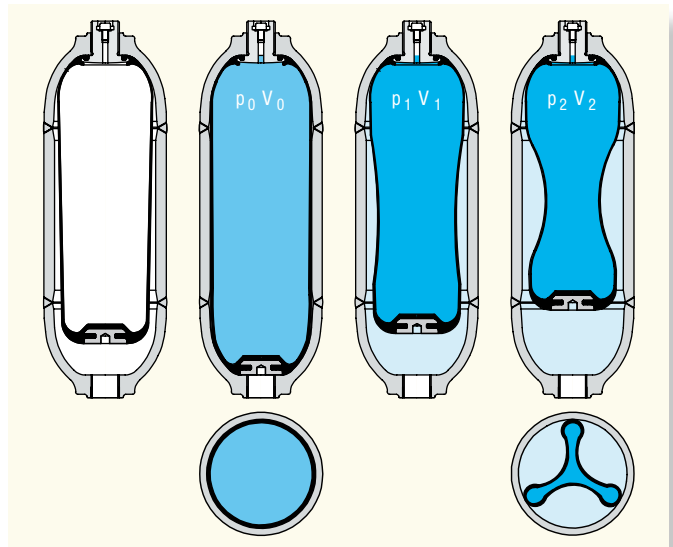


Amortissement de chocs
Suspension

210 bar

Pression maxi de service 210 bar
 Températures extrêmes d'utilisation:
 - version standard - 20°C à + 100°C
 - version **grand froid** - 40°C à + 100°C

■ Déformation de la vessico-membrane



■ Gaz de remplissage

Azote exclusivement.

■ Fluides d'utilisation

- Huiles hydrauliques de base minérale.
- Autres fluides, nous consulter .

■ Rapport volumétrique $(V_0 - V_2)/V_0$

Le rapport volumétrique conseillé de ce type d'accumulateur est de 0,75.

Exemple, un accumulateur pourra absorber un volume de:

$$0,75 V_0 = 0,75 \times 4 = 3 \text{ litres.}$$

Accumulateurs hydropneumatiques à membrane



DESCRIPTION

FONCTIONNEMENT

Les fluides hydrauliques sont pratiquement incompressibles et ne peuvent, de ce fait, accumuler d'énergie liée à la pression.

Dans les accumulateurs à membrane on utilise les propriétés de compressibilité d'un gaz (azote), lequel communique son élasticité au fluide hydraulique.

Les accumulateurs à membrane sont conçus selon ce principe.

Ils se composent de deux parties, l'une renfermant le fluide hydraulique, l'autre le gaz. Elles sont isolées l'une de l'autre par une membrane étanche.

La partie hydraulique de l'appareil est reliée au circuit hydraulique de l'installation, de sorte que, lors du démarrage de celle-ci, l'accumulateur soit directement chargé et mis en pression. Une chute de pression dans le circuit entraîne l'expansion du gaz comprimé et l'accumulateur restitue ainsi le fluide initialement absorbé.

Le fond de la membrane comporte une pastille d'appui qui obture l'orifice d'alimentation hydraulique et évite ainsi l'extrusion de la membrane.

REMARQUE :

Les accumulateurs à membrane, équipés d'un bloc d'arrêt et de sécurité tiennent compte des règles de sécurité relatives aux appareils sous pression 97/23/CE ainsi que de la directive concernant la sécurité de fonctionnement.

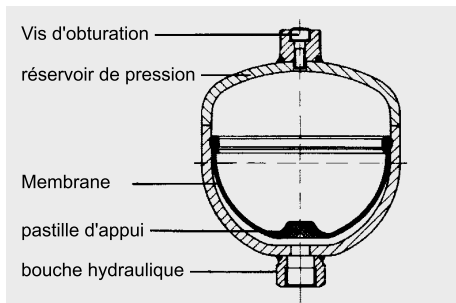
Voir à cet effet la partie:

- Bloc de sécurité et d'arrêt

CONSTRUCTION

Les accumulateurs à membrane sont livrables en 2 exécutions.

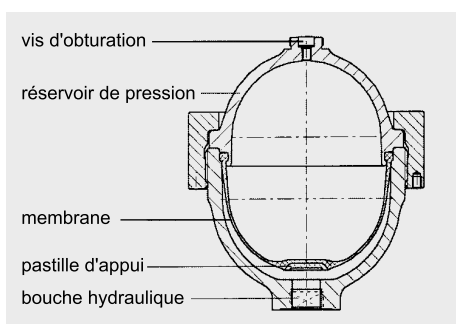
Construction soudée



Celle-ci se compose :

- du réservoir de pression en construction soudée avec ou sans possibilité de recharge de gaz et d'un raccordement hydraulique en différentes exécutions,
- d'un élément séparateur entre gaz et fluide constitué par une membrane élastique,
- d'une pastille d'obturation à la base de la membrane.

Construction vissée



Celle-ci se compose :

- de la partie supérieure forgée du réservoir comportant une valve de gaz,
- de la partie inférieure forgée du réservoir comportant le raccordement hydraulique,
- d'un élément séparateur entre gaz et fluide constitué par une membrane élastique démontable,
- d'une pastille d'obturation vulcanisée à la base de la membrane.
- d'une bague métallique filetée, épaulée pour liaison des parties supérieure et inférieure de l'accumulateur. La liaison entre ces deux parties peut être réalisée par vissage direct des deux éléments.

Matériau de la membrane

Les membranes sont livrables dans les élastomères suivants :

- NBR (caoutchouc acrylonitrile-butadiène, perbunan)
- IIR (caoutchouc butyle)
- FKM (caoutchouc fluoré, Viton®)
- ECO (oxyde d'éthylène, caoutchouc d'épichlorhydrine)

Celui-ci est à définir selon le fluide hydraulique employé ainsi que les températures de service.

Lors du choix de l'élastomère, il faut également tenir compte du fait que, le gaz peut refroidir à des températures inférieures à la température admissible de l'élastomère dans des conditions de restitution défavorables (rapport de pression élevé p_2/p_0 , vitesse de restitution élevée). Suite à cela, des ruptures dues au froid peuvent survenir. A l'aide du programme de simulation ASP, il est possible de calculer la température du gaz.

Traitement anti-corrosion

Pour le fonctionnement avec des fluides chimiques agressifs, l'accumulateur peut être livré avec une protection anti-corrosion comme un revêtement plastique ou galvanisé ou encore une protection chimique de surface. Si ce type de protection ne devait pas suffire, presque tous les types peuvent être fabriqués en acier inoxydable.

SENS DE MONTAGE

Indifférent. Si risque de concentration de polluants, adopter le montage vertical (raccordement hydraulique par le bas).

Accumulateurs hydropneumatiques à membrane

MODE DE FIXATION

Jusqu'à 2 l de volume nominal les accumulateurs peuvent être directement vissés sur la tuyauterie.

En cas de vibrations importantes, l'accumulateur doit être monté en tenant compte du risque de dévissage. Pour les accumulateurs soudés, nous préconisons des colliers de fixation. Les accumulateurs en exécution vissée avec bague fileté peuvent recevoir une console spécialement adaptée.

Autres taraudages à l'orifice hydraulique à visser dans orifices de fixation.

Voir à cet effet partie :

- Eléments de fixation pour accumulateurs hydropneumatiques

GÉNÉRALITÉS

Pression de service admissible

Voir tableaux.

Dans le cas de réceptions étrangères, il est possible que la pression maximale de service soit différente de la pression nominale.

Volume nominal (litres)

Voir tableaux.

Volume de gaz effectif V_0 (litres)

correspond au volume nominal des accumulateurs à membrane.

Volume utile ΔV (litres)

Volume de fluide disponible entre les pressions de service p_2 et p_1 .

Fluides

Huiles minérales, hydrauliques.
Autres fluides sur demande.

Pression de gonflage p_0

Livraison avec gonflage de conservation. Des pressions de gonflage plus importantes sont possibles sur demande (vis de gonflage ou valve de gaz fixe).

Les accumulateurs hydrauliques ne peuvent être gonflés qu'avec de l'azote. Ne pas utiliser d'autres gaz.

Danger d'explosion !

Température de service admissible

-10 °C ... +80 °C

263 K ... 353 K

Autres sur demande.

Rapport de pression admissible

Rapport de la pression de service max p_2 et de la pression de gonflage p_0 .

Débit max.

Pour atteindre le débit max du fluide sous pression indiqué dans le tableau, il faut veiller à ce qu'un volume résiduel de fluide d'env. 10 % du volume de gaz soit conservé dans l'accumulateur.

Réglementations étrangères

Les accumulateurs hydrauliques mis en service à l'étranger sont livrés avec les documents en vigueur dans le pays d'installation. Le pays d'installation doit être désigné lors de la commande.

Les accumulateurs peuvent être livrés avec quasiment tous les types de réception.

Il est possible dans certains cas que la pression maximale de service soit différente de la pression nominale.

Le tableau ci-après indique quelques exemples pour le code de certification dans la désignation article:

Afrique du Sud	U ³⁾
Australie	F ¹⁾
Brésil	U ³⁾
Canada	S1 ²⁾
CEI	A6
Chine	A9
Etats membres de l'UE	U
Hongrie	U ³⁾
Inde	U ³⁾
Japon	P
Nouvelle Zélande	T
Pologne	U
Roumanie	U ³⁾
Slovaquie	U
Suisse	U ³⁾
Ukraine	A10
USA	S

autres sur demande

¹⁾ Homologation nécessaire dans les différents territoires

²⁾ Homologation nécessaire dans les différentes provinces.

³⁾ Autre réception possible.

Il est interdit d'effectuer des travaux de soudure, de brasage ou d'autres interventions d'ordre mécanique sur le corps de l'accumulateur. Après raccordement à la conduite hydraulique, celle-ci doit être complètement purgée. Tous travaux sur une installation comportant un accumulateur (réparations, raccordement de manomètres entre autres) ne doivent être effectués qu'après décompression du fluide sous pression.

Respecter la notice d'utilisation !
N° 3.100.CE

REMARQUE :

Des exemples d'applications, de déterminations d'accumulateurs ainsi que des extraits de directives de réceptions concernant les accumulateurs se trouvent au chapitre.

Calcul approximatif d'accumulateur

Paramètres et abréviations

- p_0 = pression de prégonflage (bar)
- p_1 = pression de service minimale (bar)
- p_2 = pression de service maximale (bar)
- ΔV = volume restitué (l) ($V_1 - V_2$)
- T_1 = température de service minimale (°C)
- T_2 = température de service maximale (°C)
- t = temps de charge / décharge (sec)
- V_0 = volume effectif de l'accumulateur (l)
- V_1 = capacité à la pression p_1 (l)
- V_2 = capacité à la pression p_2 (l)
- n = exposant polytropique 1.6 (@45 °C)
- p_m = pression de service moyenne (bar)

- normalement à 20°C
- surpression de service minimale admissible
- surpression de service maximale admissible
- volume de liquide pris en charge ou restitué
- température ambiante ou du liquide minimale
- température ambiante ou du liquide maximale
- temps nécessaire à l'accumulateur pour accumuler ou restituer
- correspond à l'indication "Capacité" dans les fiches techniques
- volume de gaz accumulé à la pression p_1
- volume de gaz accumulé à la pression p_2
- coefficient qui tient compte de l'échange thermique
- utilisée pour dimensionner des accumulateurs amortisseurs de pulsation

$$\frac{p_2 + p_1}{2} = p_m$$

Pour tous les calculs de dimensionnement d'accumulateurs, on utilisera les pressions absolues (pression relative + 1bar). et les températures T_1 et T_2 en °C.

Dimensionnement des réserves d'énergie:

Formule de calcul de la capacité V_0 :

$$V_0 = \frac{\Delta V \cdot \left(\frac{p_1}{p_0}\right)}{1 - \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{n}}}$$

Formule de calcul du volume restitué ΔV :

$$\Delta V = V_0 \cdot p_0 \frac{1 - \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{n}}}{p_1}$$

Influence de la température:

Les formules présentées ci-dessus ne sont utilisables qu'à des températures approximativement stables. Lorsqu'un système est soumis à de fortes variations de températures, une correction doit être apportée, également lors d'un calcul approximatif.

En général, les formules suivantes sont utilisées:

lors d'accumulation d'énergie / réserve de sécurité

$$p_0 = 0,9 \cdot p_1 \quad \text{à la température de } T_2$$

lors d'équilibrage de poids

$$p_0 = 0,9 \cdot p_1 \quad \text{à la température de } T_2$$

lors d'accumulation de pulsation

$$P_0 = 0,6 \cdot p_m \quad \text{à la température de } T_2$$

Limites : $p_0 \text{ min.} > 0,2 \times p_2$
 $p_0 \text{ max.} = p_1$

Exemple de dimensionnement:

pression de service p_2 max.	180 bar
pression de service p_1 min.	80 bar
volume restitué ΔV	0.5 l
temps de décharge	1 sec
température de service T_1 min.	25° C
température de service T_2 min.	60° C
Exposant polytrique n	1.6 (@45 °C)

Solution:

a) Calcul de la pression de gonflage p_0

$$p_0 = 0,9 \cdot p_1$$

à la température de T_2

$$p_0 = 0.9 \times 81 = 72.9 \text{ bar} = \mathbf{71.9 \text{ bar relatif}}$$

b) Calcul de la capacité V_0

$$V_0 = \frac{\Delta V \cdot \left(\frac{p_1}{p_0}\right)}{1 - \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{n}}} = \frac{0,8 \cdot \left(\frac{81}{72,9}\right)}{1 - \left(\frac{81}{181}\right)^{0,625}} = 1,41$$

Les fiches techniques permettent de sélectionner un accumulateur de la série désirée dans la gamme de pression requise et une capacité $V_0 > 1.4 \text{ l}$.

Attention:

Nous avons mentionné dans la partie théorique de ce document la forte influence de la température sur le dimensionnement des accumulateurs.