

# **Le besoin de maintenance sur les équipements industriels hydrauliques aujourd'hui...**

## **PRÉAMBULE**

*Les accumulateurs hydropneumatiques équipent de nombreuses installations industrielles, de nombreuses machines du secteur « mobile » (travaux publics, agriculture ...), de nombreux parcs d'attraction .... Ces composants sont considérés comme les appareils les plus dangereux en hydraulique. En tant qu'Équipements Sous Pression, ils sont soumis à la réglementation en vigueur et l'exploitant de ces ESP est tenu de la respecter.*

*Cette ressource technique, non exhaustive, contient des informations sur la technologie de ces composants, leurs déterminations ... mais surtout sur la maintenance, la sécurité et la réglementation européenne liée à l'utilisation des équipements sous pression. Elle s'adresse à toutes les formations qui intègrent l'hydraulique de transmission dans leur programme :*

- *Licence professionnelle Maintenance et technologie : systèmes pluritechniques parcours hydraulique industrielle*
- *Licence professionnelle Hydraulique industrielle et commandes associées (HICA)*
- *DUT Génie industriel et maintenance*
- *BTS Maintenance des systèmes*
- *BTS Aéronautique*
- *Mention complémentaire MIOP*
- *Mention complémentaire RCOP*
- *Baccalauréat professionnel MEI*
- *Baccalauréat professionnel Aéronautique*
- *Baccalauréat professionnel Pilote de ligne de production*
- *Baccalauréat professionnel Maintenance de matériels option TP et manutention*
- *Brevet professionnel Conducteur d'engins*
- *CAP maintenance des matériels*
- ...

*L'objectif de cette ressource est de mettre à disposition de chaque enseignant ou formateur, des informations techniques et réglementaires sur les accumulateurs hydropneumatiques. Selon les diplômes et les niveaux concernés, chacun pourra certainement y trouver quelques informations dont il a besoin pour construire ses séquences d'enseignement.*

*Michel ZAJAC  
Centre de formation hydraulique  
Centre agréé par le CETOP\*  
Lycée polyvalent Beaupré  
Haubourdin*

\*Comité Européen des Transmissions Oléohydrauliques et Pneumatiques



# Les accumulateurs hydropneumatiques

## Sommaire

<b>I. Introduction</b>	3
<b>II. Technologie et caractéristiques des accumulateurs</b>	3
• À membrane	3
• À vessie	4
• À piston	5
<b>III. Exemples d'utilisation</b>	6
• Compensation des fuites	6
• Réserve d'énergie de secours	6
• Énergie d'appoint	7
<b>IV. Principe de détermination</b>	8
• Présentation	8
• Détermination par calculs	9
<b>V. Maintenance et sécurité</b>	10
• Contrôle de la pression de gonflage	10
• Bloc de sécurité	10
• Précaution d'utilisation	10
• Mise en service et maintenance	11
<b>VI. Réglementation</b>	11
Réglementation CE	11
La vie d'un accumulateur hydropneumatique	12
<b>VII. Quelques autres exemples d'utilisation ...</b>	13

## I. Introduction

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

Le rôle des accumulateurs est de stocker un



certain volume de fluide sous pression pour le restituer en fonction des besoins. Ils sont aussi utilisés pour les commandes d'urgence (terminer un mouvement, actionner un frein...) ou pour amortir les chocs dans les démarrages des installations.

Dans les accumulateurs mécaniques, on utilise l'action d'une masse ou l'action d'un ressort (ils ne font pas partie de cette étude).

## II. Technologie et caractéristiques des accumulateurs

### Comment est constitué un accumulateur à gaz ?

Dans les accumulateurs à gaz, on utilise les propriétés de compressibilité d'un gaz (azote), lequel communique son élasticité au fluide hydraulique. Son principe de fonctionnement est fondé sur la loi de Boyle-Mariotte (**pression x volume = constant**) et sur la différence de compressibilité des médias liquides et gazeux.

Trois principales technologies sont présentes :

- Accumulateur à membrane
- Accumulateur à vessie
- Accumulateur à piston

### 2.1 Accumulateurs à membrane

Ils sont généralement constitués de deux hémisphères soit soudés, soit vissés serrant une membrane.



La membrane séparant le gaz du fluide est en élastomère, elle est constituée en son centre d'un renfort métallique (pastille) qui vient obturer l'orifice lorsque l'accumulateur est vidé de son huile, ce qui permet d'éviter l'extrusion de la membrane. Cette membrane doit être :

- Inattaquable par le fluide et le gaz.
- Peu sensible aux phénomènes d'usure et de fatigue.
- Capable de résister aux efforts de déformation.
- Supporter les variations de températures.

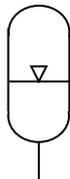
## Avantages :

- Le sens de montage est indifférent.
- Le rapport de pression  $p_2/p_0$  est élevé.
- Il n'y a pas de frottement (aucune pièce en mouvement).
- Possibilité de vidange totale très rapide.
- L'entretien est facile.
- La durée de vie est élevée et le prix modéré.

## Inconvénients :

- Le volume est souvent limité à 5 litres.
- Les accumulateurs soudés ne sont pas réparables.
- Ne peut pas être utilisé à basse température (sauf cas spéciaux), car au-dessous de  $-25^{\circ}\text{C}$ , l'élastomère de la membrane se durcit, perd de son élasticité et devient cassant.

Symbole de l'accumulateur à membrane :  
(NF ISO 1219-1 2012)



## 2.2 Accumulateurs à vessie

Les accumulateurs à vessie sont basés sur le même principe que les accumulateurs à membrane en ce sens que l'élément séparateur entre le gaz et l'huile est une vessie souple en élastomère, intimement solidarisée à la valve de gonflage. Un clapet (ou soupape) obstrue l'orifice d'arrivée d'huile pour éviter l'extrusion de la membrane.



## Avantages :

- Bon temps de réponse.
- Débit restitué élevé.
- Entretien réduit (vérification de la pression de gonflage  $p_0$ ).

## Inconvénients :

- Le montage à l'horizontal est problématique, puisque seule la moitié du volume est restituée.
- Le rapport de pression est limité, puisque  $p_2/p_0 < 4$ .

Remarque sur les accumulateurs à membrane et à vessie.

Le rendement, caractérisé par le rapport entre l'énergie restituée et l'énergie emmagasinée, est généralement meilleur pour les accumulateurs à membrane et à vessie que pour les accumulateurs à piston séparateur, en raison de la faible inertie de la membrane ou de la vessie et de l'absence presque totale de frottement. Pour les mêmes raisons, ils ont un temps de réponse plus faible et ils autorisent des mouvements alternatifs à fréquence plus élevée.

Symbole de l'accumulateur à vessie :  
(NF ISO 1219-1 2012)

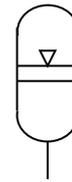


### 2.3 Accumulateur à piston

Un piston libre sépare le gaz de l'huile. Les frottements entre le piston et le cylindre ne sont pas négligeables et nécessitent un usinage soigné du piston et du cylindre. L'inertie du piston peut aussi poser des problèmes. Par contre, l'étanchéité est excellente et ce composant, de par la matière qui le constitue, est très peu sensible à la température. Il est donc souvent utilisé comme organe de sécurité, par exemple dans les téléphériques en montagne pour alimenter le frein de secours.



Symbole de l'accumulateur à piston :  
(NF ISO 1219-1 2012)

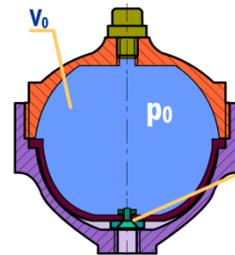


### Comment fonctionne un accumulateur à gaz ?

Exemple avec un accumulateur à vessie

#### Indice « 0 »

Il correspond à l'état initial de l'accumulateur. La chambre supérieure est gonflée à l'azote jusqu'à une valeur de référence  $p_0$ .

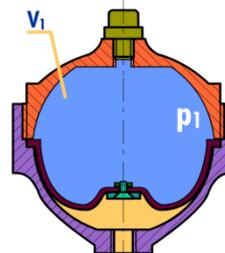


$p_0$  = pression de gonflage en azote.

$V_0$  = Volume nominal de l'accumulateur.

#### Indice « 1 »

Il correspond à l'état 1 de l'accumulateur : état déchargé. C'est la pression minimale de fonctionnement.

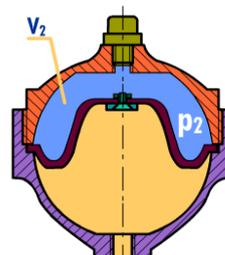


$p_1$  = pression minimale de fonctionnement.

$V_1$  = Volume du gaz à la pression  $p_1$ .

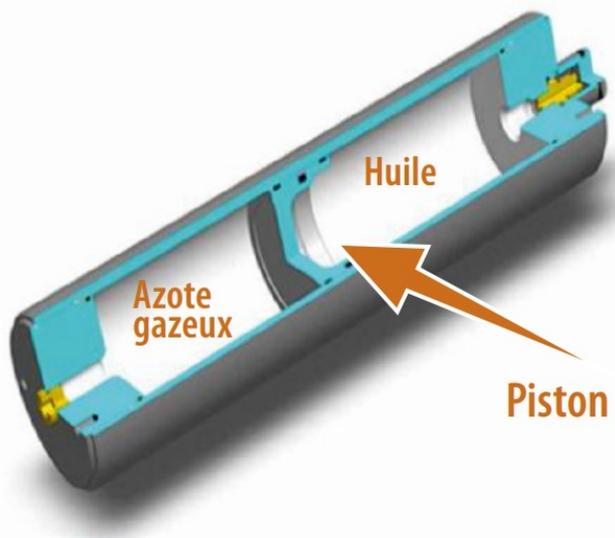
#### Indice « 2 »

Il correspond à l'état 2 de l'accumulateur : état plein ou chargé. C'est la pression maximale de fonctionnement.



$p_2$  = pression maximale de fonctionnement, accumulateur chargé.

$V_2$  = Volume du gaz à la pression  $p_2$ .



Caractéristiques :

- Rapport de pression  $p_2/p_0$  illimité.
- Sens de montage indifférent.
- Contrôle de position du piston.
- Volumes utiles importants (jusqu'à plusieurs centaines de litres).
- Solution économique en montage transfert pour des  $V_0$  importants avec un volume à restituer faible.
- Débits de restitution extrêmes.
- Sécurité (pas de rupture brutale de l'élément séparateur).
- Coût d'entretien faible.

L'accumulateur restitue un volume :

$$\Delta V = V_1 - V_2 \text{ pour une pression qui passe de } p_2 \text{ à } p_1$$

Les liens ci-dessous dirigent vers une vidéo sur le site de PARKER visualisant l'accumulateur en fonctionnement dans les différentes phases.

#### Accumulateur à piston

[https://www.youtube.com/watch?v=1GBHtYgoznk&feature=emb\\_rel\\_pause](https://www.youtube.com/watch?v=1GBHtYgoznk&feature=emb_rel_pause)

#### Accumulateur à vessie

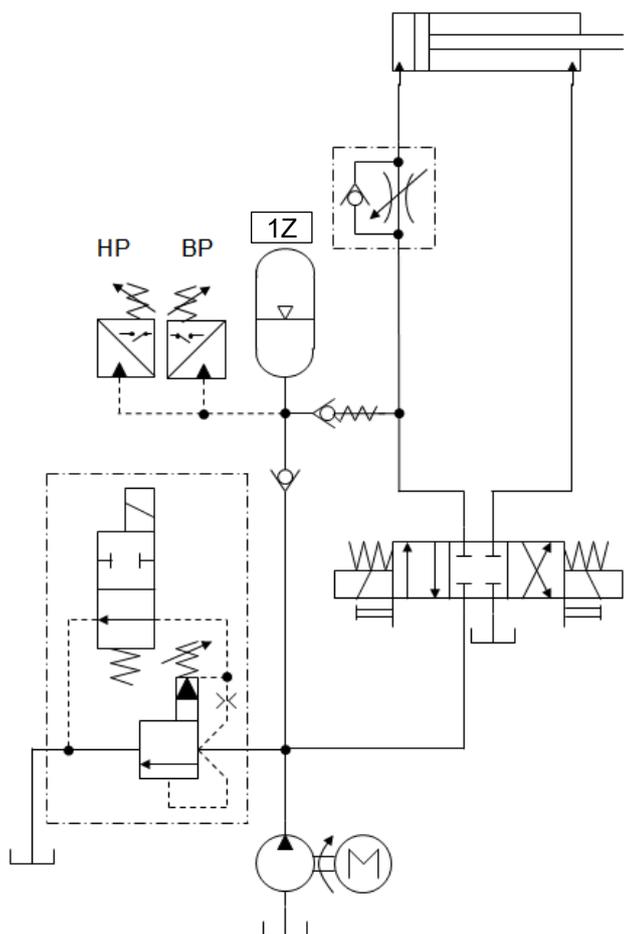
[https://www.youtube.com/watch?list=RDCMUCe74hvmtnVrXfZPBofJ\\_GJA&v=RMDE5v3ouN8&feature=emb\\_rel\\_end](https://www.youtube.com/watch?list=RDCMUCe74hvmtnVrXfZPBofJ_GJA&v=RMDE5v3ouN8&feature=emb_rel_end)

### III. Exemples d'utilisation.

#### 3.1 Compensation des fuites.

Ce raccordement est surtout utilisé dans les circuits où les actionneurs doivent fournir un effort important pendant une longue durée.

Exemple : presse de cuisson.



Lorsque le vérin est en phase de pressage et que l'accumulateur est chargé, le pressostat HP met la pompe en circulation sans pression par le limiteur de pression à commande électrique. Le clapet anti retour se referme. Pendant ce temps, l'accumulateur maintient la pression dans le vérin tout en compensant les fuites du circuit (distributeur à tiroir). L'accumulateur compense ces fuites grâce à sa réserve d'huile sous pression. Au fur et à mesure de la décharge de 1Z, la pression diminue. Lorsque la valeur réglée sur le pressostat BP est atteinte, la pompe est remise en charge. L'accumulateur se recharge jusqu'à obtention de la valeur réglée sur le pressostat HP.

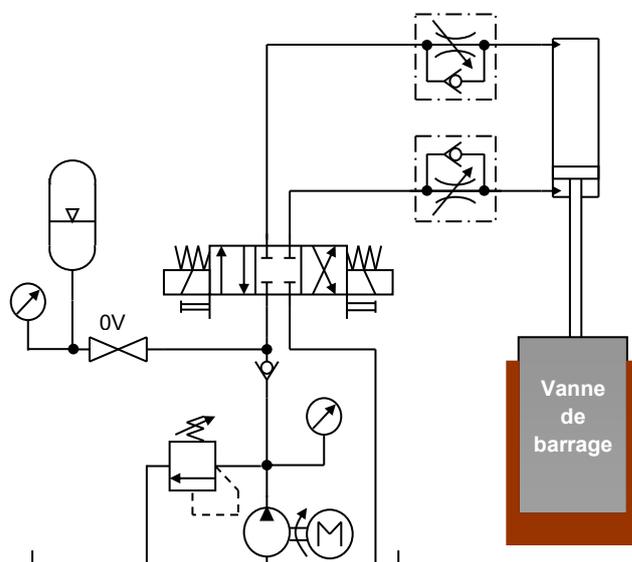
Lorsque le temps de pressage est très important, il est avantageux de pouvoir arrêter le fonctionnement de la pompe.

#### 3.2 Réserve d'énergie de secours.

Ce montage est utilisé lorsque, pour des raisons de sécurité, il est impératif de pouvoir réaliser un mouvement sans aucune énergie électrique.

Exemple : station de contrôle des eaux pluviales.

Certains réseaux d'évacuation ne sont pas suffisamment dimensionnés en cas de fortes pluies. Pour éviter le risque d'inondation, des bassins de stockage sont construits afin de recevoir le surplus d'eau. L'accès au bassin passe par une **vanne de barrage**.



A la première mise en fonctionnement, il est nécessaire de charger l'accumulateur en ouvrant la vanne 0V. Cette vanne est ensuite refermée. La réserve d'énergie est constituée et la vanne de barrage est alors opérationnelle.



En fonctionnement « normal », c'est l'énergie provenant de la centrale hydraulique qui est amenée dans le vérin. En cas de coupure d'électricité, il faut ouvrir la vanne 2 voies. L'énergie stockée dans l'accumulateur est alors disponible à l'entrée du distributeur. Il suffit de piloter manuellement le pré-actionneur pour amener l'huile sous pression de l'accumulateur vers le vérin.

### 3.3 Réserve d'énergie d'appoint.

L'accumulateur peut être utilisé en réserve d'énergie pour améliorer le rendement d'une installation.

Sur les installations nécessitant des volumes d'huile variant dans d'importantes proportions ou présentant des fréquences de cycles élevées, la solution la plus rationnelle passe par l'utilisation d'accumulateur.

Lorsque que le besoin d'huile est faible, la pompe charge l'accumulateur, et lorsque la demande en huile dépasse les capacités de la pompe, le volume manquant est restitué par l'accumulateur.

L'accumulateur se charge lorsque le débit demandé est inférieur à celui de la pompe. Il se décharge dans le cas inverse.

L'installation d'un accumulateur oléopneumatique comme source d'énergie secondaire permet l'utilisation de pompes, de réservoirs et de moteurs d'entraînement de tailles et puissances plus faibles, ce qui réduit substantiellement le prix de revient des installations.

### Porte-avions nucléaire Charles de Gaulle



Plusieurs ascenseurs hydrauliques, mus par des vérins, permettent aux aéronefs de sortir du hangar vers le pont (ou inversement) le plus rapidement possible.

L'ascenseur, qui pèse plusieurs dizaines de tonnes, dessert les différents niveaux entre le hangar et le pont d'envol en quelques dizaines de secondes. Afin de respecter le cahier des charges et de réduire la puissance à installer, deux batteries d'accumulateurs à piston sont utilisées.



Ascenseur hydraulique

Caractéristiques des accumulateurs (données du constructeur) :

- Encombrement par batterie : 4020 x 1560 x 1560.
- Fluides utilisés : air comprimé / huile hydraulique Fyrquel 220 MLT.
- Pression de service : 210 bars à 45°C (piston en position haute maxi).
- Pression d'utilisation mini : 155 bars à 15°C (piston en position basse maxi).
- Tarage du limiteur de pression : 230 bar (plombé).
- Pression d'épreuve des accumulateurs : 330 bar.
- Pression d'épreuve des tuyauteries : 375 bar.
- Débit d'huile maxi à l'alimentation (4 accumulateurs) : 1200 L/min.
- Débit d'huile maxi en restitution (4 accumulateurs) : 7200 L/min.
- Volume d'huile maxi par accumulateur : 315 litres.



## IV. Principe de détermination

### Comment déterminer un accumulateur à gaz ?

#### 4.1 Présentation.

La transformation thermodynamique subie par le gaz dépend de la durée des phases de charge / décharge.

→ Si cette durée est inférieure à 1 minute : L'énergie thermique échangée par la masse de gaz avec le milieu extérieur est faible. On peut alors retenir une **transformation adiabatique** comme modèle de transformation thermodynamique.

→ Si cette durée est supérieure à 5 minutes : L'énergie thermique échangée par la masse de gaz avec le milieu extérieur est suffisante pour que la variation de température soit limitée. On peut alors retenir une **transformation isotherme** comme modèle de transformation thermodynamique.

→ Pour les cas intermédiaires, on utilise la notion de **transformation polytropique**.

Les accumulateurs hydropneumatiques peuvent être déterminés de plusieurs manières :

- 1) On peut envoyer aux fournisseurs un certain nombre d'informations nécessaires au choix de l'accumulateur et c'est le fournisseur qui effectue une étude et propose le ou les accumulateurs répondant au cahier des charges imposé par le client.
- 2) On peut aussi utiliser des logiciels de calcul d'accumulateur permettant de rentrer les paramètres du cahier des charges et le logiciel propose un accumulateur situé dans la base de données du logiciel et répondant au cahier des charges. Ces logiciels sont à disposition sur Internet mais ne sont pas toujours simples d'utilisation.
- 3) Enfin on peut déterminer les accumulateurs soi-même en utilisant les formules théoriques de détermination puis en utilisant les abaques ou les catalogues constructeurs.

## 4.2 Détermination par calculs.

On appelle :

**p0** : Pression de précharge d'azote ; c'est-à-dire pression du gaz lorsque le circuit hydraulique n'est pas sous pression.

NOTE : La pression p0 s'entend à une température de 20°C (± 5°C).

**p1** : Pression minimale en service. C'est la valeur mini de pression du circuit hydraulique permettant d'effectuer le travail voulu aux récepteurs.

**p2** : Pression maximale en service. Cette valeur n'est pas obligatoirement égale à la pression de tarage du limiteur de pression qui protège la pompe.

**V0** : Volume initial. C'est le volume réel de l'accumulateur. Il correspond donc au volume d'azote à la pression P0.

**V1** : Volume d'azote à la pression p1.

**V2** : Volume d'azote à la pression p2.

**ΔV** : = V1 – V2 : Variation du volume de gaz entre les pressions p1 et p2, correspondant au volume de fluide dans l'accumulateur restituable dans l'installation.

### Exemple de calcul dans le cas d'une transformation isotherme :

Elle se produit si la variation de volume est suffisamment lente pour qu'il y ait échange de chaleur entre la charge de gaz et le milieu ambiant et que l'on puisse donc considérer que l'azote ne change pas de température.

D'après la loi de Boyle-Mariotte :

$p \cdot V = \text{constante}$  à température constante.

On peut écrire :  $p_0 \cdot V_0 = p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$ , d'où l'on tire :

$$V_1 = p_0 \cdot V_0 / p_1 \text{ et } V_2 = p_0 \cdot V_0 / p_2$$

On retient les formules suivantes :

$$\Delta V = p_0 \cdot V_0 \cdot (p_2 - p_1) / p_1 \cdot p_2$$

$$V_0 = \Delta V \cdot p_1 \cdot p_2 / p_0 \cdot (p_2 - p_1)$$

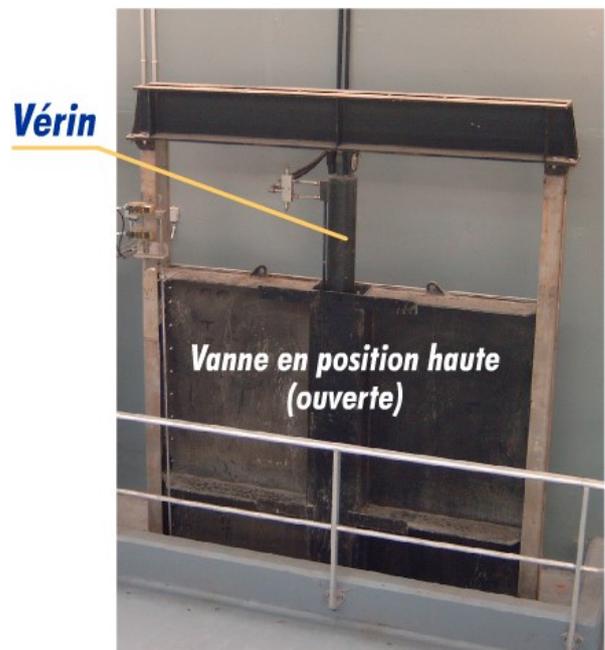
*Reprenons l'exemple de la vanne de barrage pour la station de contrôle des eaux pluviales page 6.*

Cahier des charges :

En cas d'absence d'électricité, l'installation doit permettre d'ouvrir puis de refermer la vanne de barrage.

Données :

- L'effort nécessaire pour lever la vanne de barrage nécessite une pression minimale de 100 bars (**p1**).
- La pression maximale **p2** (en fonction des composants utilisés) est donnée à 250 bars et respecte le rapport  $p_2/p_0 < 4$ .
- Le volume à restituer par l'accumulateur doit correspondre aux volumes des deux chambres du vérin (**ΔV** = 15 litres).
- La variation de l'état du gaz est considérée isothermique.
- La pression de gonflage en azote (**p0**) est généralement à 90% de la pression minimale de fonctionnement p1.



Calculs pratiques et résultats :

$$p_0 = 0,9 \times p_1 = 90 \text{ bar}$$

$$V_0 = \frac{\Delta V \times p_1 \times p_2}{p_0 \times (p_2 - p_1)} = \frac{(15 \times 100 \times 250)}{90 \times (250 - 100)} = 28 \text{ Litres}$$

**Un accumulateur d'un volume nominal de 28 litres et gonflé à 90 bars d'azote pourra restituer un volume d'huile de 15 litres entre une pression maximale de 250 bars et une pression minimale de 100 bars.**

*Remarque : pour un fonctionnement adiabatique ou polytropique, un coefficient correcteur sera appliqué à la formule utilisée.*

## V. Maintenance et sécurité

**« L'accumulateur étant potentiellement une petite bombe en puissance, toute intervention sur l'installation ou sur le composant impose d'être réalisée par un personnel compétent et habilité ».**

### 5.1 Matériel de contrôle de la pression et de gonflage.

Les pertes en gaz des accumulateurs hydropneumatiques sont en général très faibles. Pour éviter, lors d'une éventuelle chute de pression de gonflage  $p_0$ , que le piston ne vienne en contact avec le couvercle ou que la membrane ou la vessie ne soit trop déformée, il est indispensable de vérifier régulièrement la pression du fluide contenu dans la poche de gaz (environ tous les 6 mois pour une utilisation intense). Pour ceci on utilisera un vérificateur gonfleur. Cet organe est composé de manomètres et d'une prise pour y relier une alimentation de pression. Il peut se relier à l'accumulateur puisque celui-ci est équipé d'un clapet permettant la mise en relation avec la poche de gaz. En cas de sous gonflage de la poche de gaz, si  $p_0 < 50\%$  de sa valeur nominale, il se peut que l'accumulateur présente des problèmes de rupture de vessie ou que l'élastomère devienne perméable.

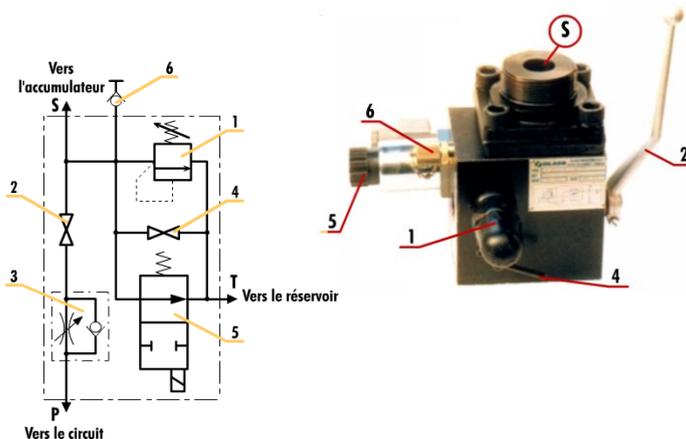


### 5.2 Bloc de sécurité

Afin de respecter les règles de sécurité, l'accumulateur doit être équipé d'un ensemble « bloc de sécurité » suivant l'exemple.

Le bloc de sécurité comporte :

- un limiteur de pression (1) avec mécanisme de réglage protégé par un capuchon plombé. Le tarage de l'appareil ne doit pas dépasser la valeur PS gravée sur le corps de l'accumulateur,
- une vanne de décompression manuelle (4) de l'accumulateur,
- une vanne de décompression à commande électrique (5),
- une vanne manuelle (2) permettant d'isoler l'accumulateur du circuit,
- une prise (6) permettant le raccordement d'un manomètre,
- un limiteur de débit unidirectionnel (3) pour réglage de débit lors de la décharge de l'accumulateur vers le circuit.



### 5.3 Précautions d'utilisation.

L'utilisation d'appareils à pression de gaz étant l'objet d'une réglementation très précise, **il est impératif de respecter les prescriptions en vigueur.**

Il faut s'assurer que le tarage du limiteur de pression de protection de l'accumulateur n'est en aucun cas supérieur à la valeur de pression PS indiquée sur la plaque de l'accumulateur.

Il doit être parfaitement assujéti à son support et être suffisamment accessible pour permettre des interventions et des contrôles.

## 5.4 Mise en service et maintenance.

### Avant la mise en service :

- Vérifier que l'accumulateur possède bien un dossier d'exploitation à jour.
- Vérifier que l'accumulateur soit bien gonflé en azote à la pression requise.
- Contrôler l'étanchéité de la valve (eau savonneuse, produit « Mille bulles » ou équivalent).

Avant toute intervention sur le circuit hydraulique il faut décharger complètement l'accumulateur et vérifier que la pression est à zéro au niveau du bloc de sécurité. Isoler l'accumulateur du circuit en fermant la vanne d'isolement.

Avant de déposer l'accumulateur de l'installation, s'assurer que la pression de l'huile est à 0 (zéro).

## Le non-respect de ces règles peut mettre votre vie en danger

## VI. Réglementation concernant les fluides du groupe 2 (fluides non dangereux).

### Avertissement

Les informations données ci-après sont extraites du décret relatif aux équipements sous pression et des arrêtés relatifs à l'exploitation des équipements sous pression. Elles sont données à titre indicatif et ne sont pas exhaustives. L'organigramme présenté donne des éléments importants mais ne permet pas à lui seul d'avoir toutes informations nécessaires au suivi en service des accumulateurs. Il appartient au lecteur et à l'utilisateur de compléter ces informations et de s'assurer de l'évolution de la réglementation en consultant les sites officiels.

### Mon accumulateur est-il soumis à la réglementation ?

#### Réglementation CE

Extrait de la législation européenne.



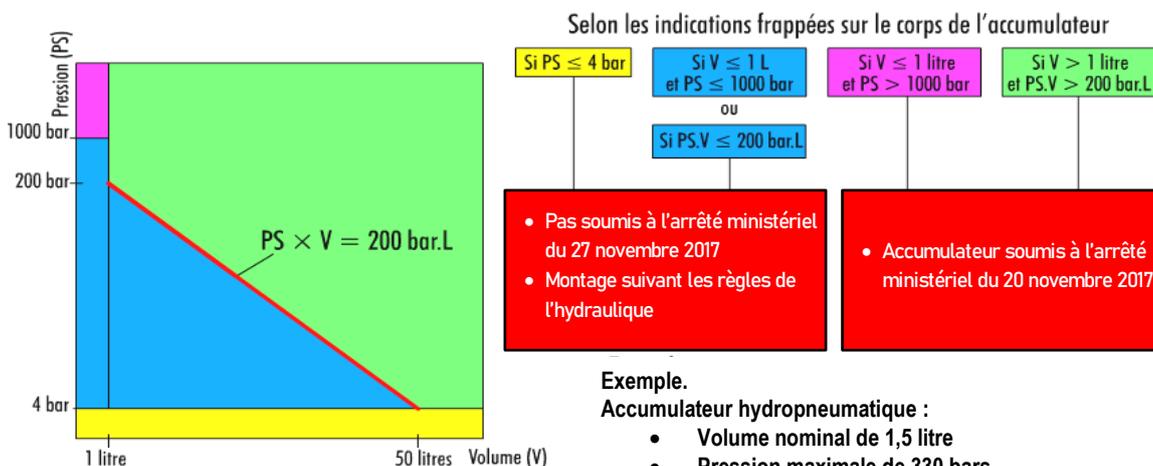
La nouvelle **directive 2014/68/UE** du parlement européen et du conseil du 15 mai 2014 remplace l'ancienne directive 97/23/CE.

Elle est applicable à tous les membres de l'Union Européenne.

L'**arrêté ministériel du 20/11/2017** relatif au suivi en service des équipements sous pression succède à l'AM du 15/03/2000.

**L'arrêté ministériel du 20 novembre 2017 est applicable à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2018.**

Ce diagramme concerne les accumulateurs hydropneumatiques utilisant des fluides du groupe 2 (non dangereux) et permet de savoir s'ils sont soumis à l'arrêté ministériel du 20 novembre 2017.



Ces indications ne se substituent en aucun cas à l'arrêté ministériel du 20 novembre 2017 auquel il convient de se rapporter dans tous les cas.



## VII. Quelques autres exemples d'utilisation ...

### ➤ Parc d'attraction



Une des plus grandes montagnes russe propulse les passagers à une vitesse de 200 km/h en 4 secondes.

Une telle accélération nécessite une énergie de plusieurs milliers de kilowatts. Cette puissance est obtenue par un ensemble de plusieurs batteries d'accumulateurs cumulant un volume de 13 000 litres à une pression de 350 bars.

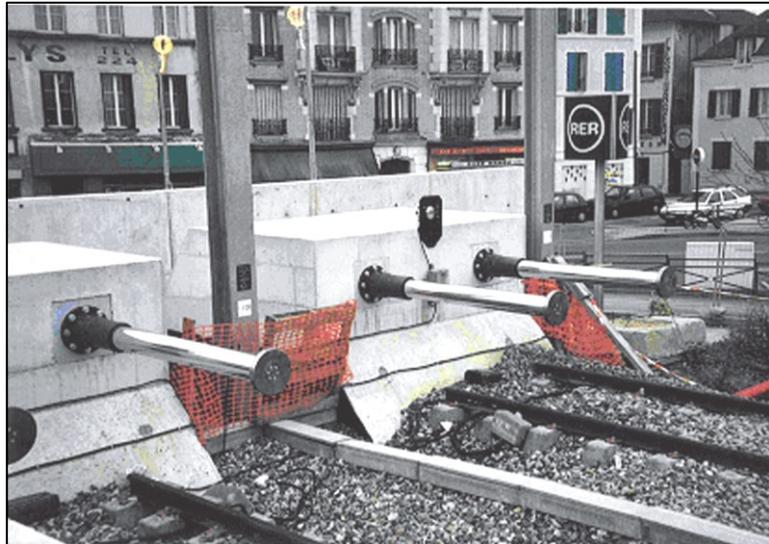
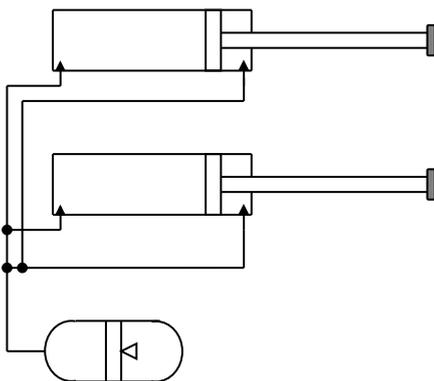


Photo : Bolenz & Schäfer

### ➤ Amortisseur

Ces amortisseurs à absorption d'énergie permettent d'arrêter un train de 480 tonnes à 10 km/h sur les 2 mètres de course.

Schéma de principe :



## ➤ Freinage hydraulique

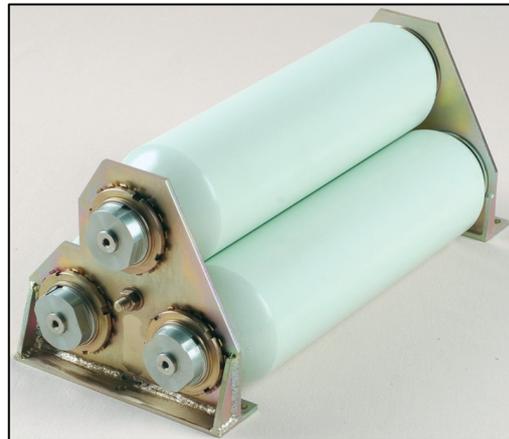
- Airbus A 340

En cas de dysfonctionnement de la centrale hydraulique, l'accumulateur remplace le générateur en injectant dans le circuit sa pression interne. Il est également utilisé pour maintenir la pression à l'arrêt au parking.



- Char Leclerc

Une batterie de trois accumulateurs gonflés à trois pressions différentes et connectés entre eux en permanence assure la linéarité du freinage.



## ➤ Récupération d'énergie

Le groupe PSA a étudié un système hydraulique innovant « Hybrid Air ».

L'énergie récupérée lors du freinage et lors de la décélération du véhicule actionne une pompe qui va comprimer l'azote contenu dans un réservoir haute pression (accumulateur hydropneumatique). La détente de l'azote ainsi que la mise en action de la pompe hydraulique permettent ensuite de créer un couple moteur utilisé lors de l'accélération de la voiture.

