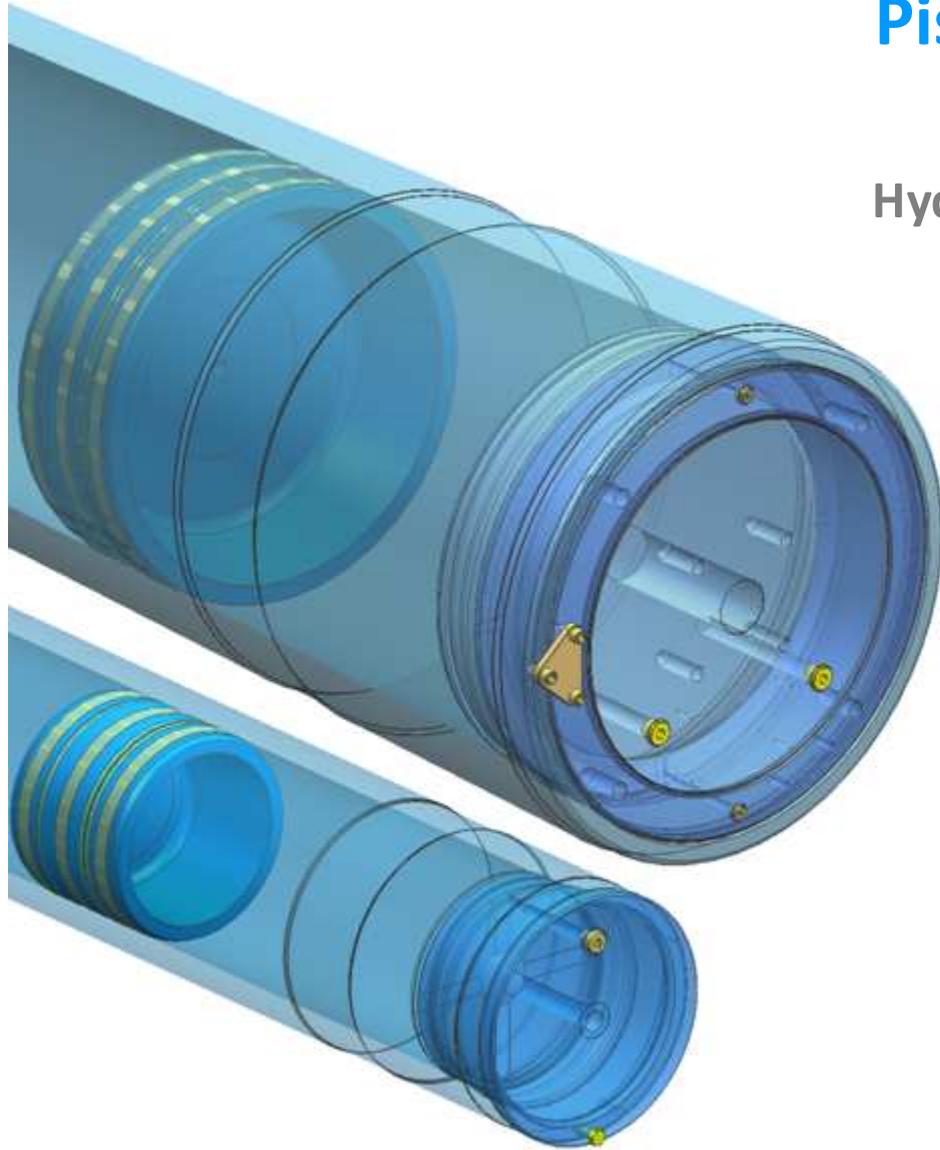


# Hydropneumatics Piston Accumulators

Accumulateurs  
Hydropneumatiques à Piston



Standard Piston  
Accumulators

Special Piston  
Accumulators

Batteries of Piston  
Accumulators

Package Hydraulic  
Cylinders + Piston  
Accumulators

Repaired and after sale  
services



Accumulate urs à  
Piston Sta ndard

Accumulate urs à  
Piston Spéc ial

Rack  
d' Accumulate urs a  
Piston

Ensemble Vérins +  
Accumulate urs à  
Piston

Remise en état SAV

# Principles

# Principes

The piston accumulator is a component used to exchange energy using the hydraulic system to which it is connected.

Piston accumulators are hydropneumatic devices consisting of two chambers separated by a piston which is the separator sealed. One compartment is inflated gas and operates compressible gas properties and the other is connected to the hydraulic system and operates the incompressibility of a liquid.

This gas is separated from the fluid by the piston as it must avoid dissolution. Promoted by high pressure, a solution of one part of the gas would in fact have two adverse consequences:

- Gradual reduction of the amount of nitrogen contained in the accumulator, resulting in a drop of its inflation pressure.
- Increased compressibility of hydraulic fluid and functioning disrupted installation.

Whenever the battery is used, there is a change of state of the gas it contains. The characteristics of compression and expansion of the gas used to describe the operating principle of the hydropneumatic accumulator.

The ratio of pressure and volume is governed by the law of BOYLE-MARIOTTE. Following the rapid change of state, the transformation will be ISOTHERMAL, ADIABATIC or POLYTROPIC.

Un accumulateur à piston est un appareil capable d'emmagasiner de l'énergie et de la restituer ensuite au circuit sur le quel il est connecté.

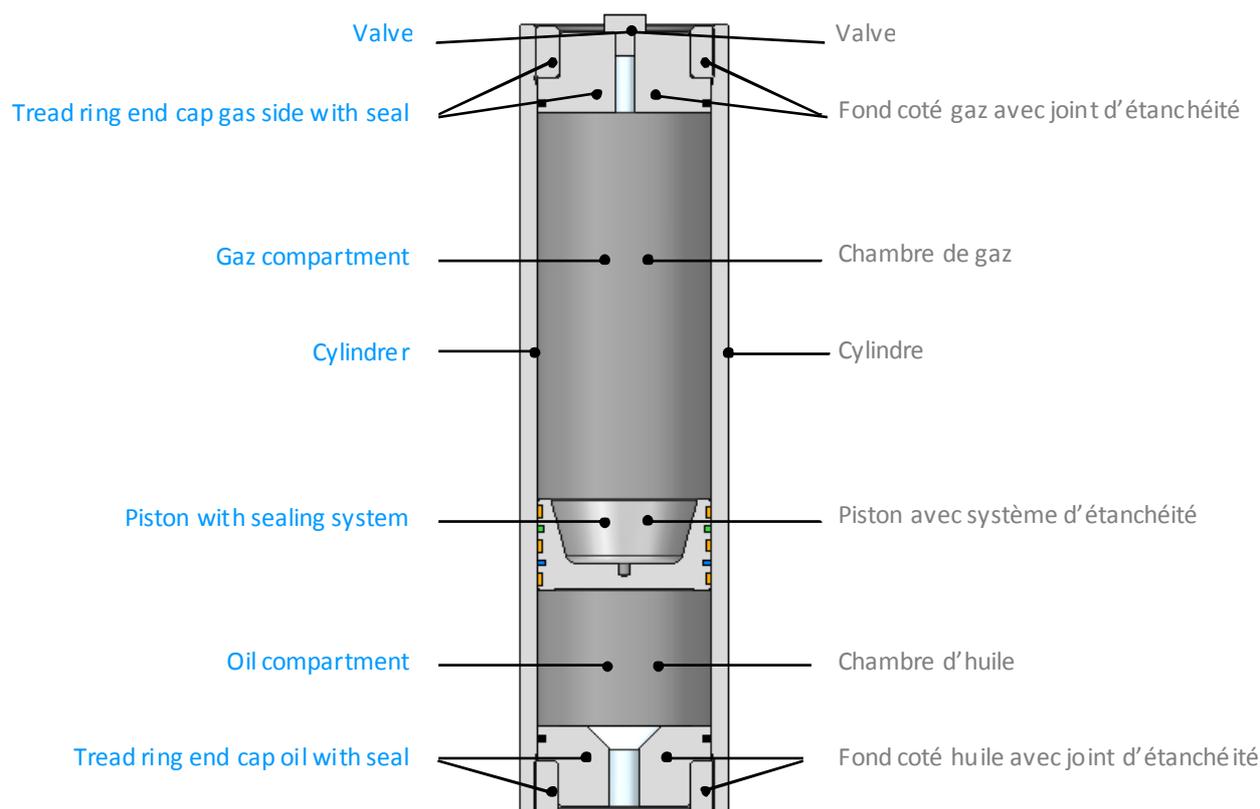
Les accumulateurs à piston sont des appareils hydropneumatiques composés de deux compartiments séparés par un piston qui est l'élément séparateur étanche. L'un des compartiments est gonflé en gaz et exploite les propriétés de compressibilité d'un gaz et l'autre est relié au circuit hydraulique et exploite l'incompressibilité d'un liquide.

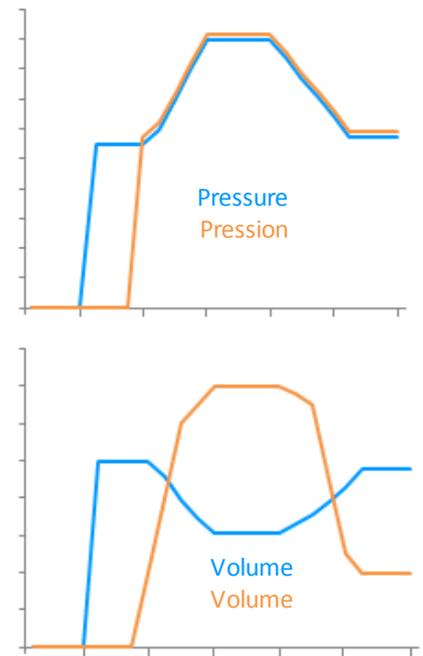
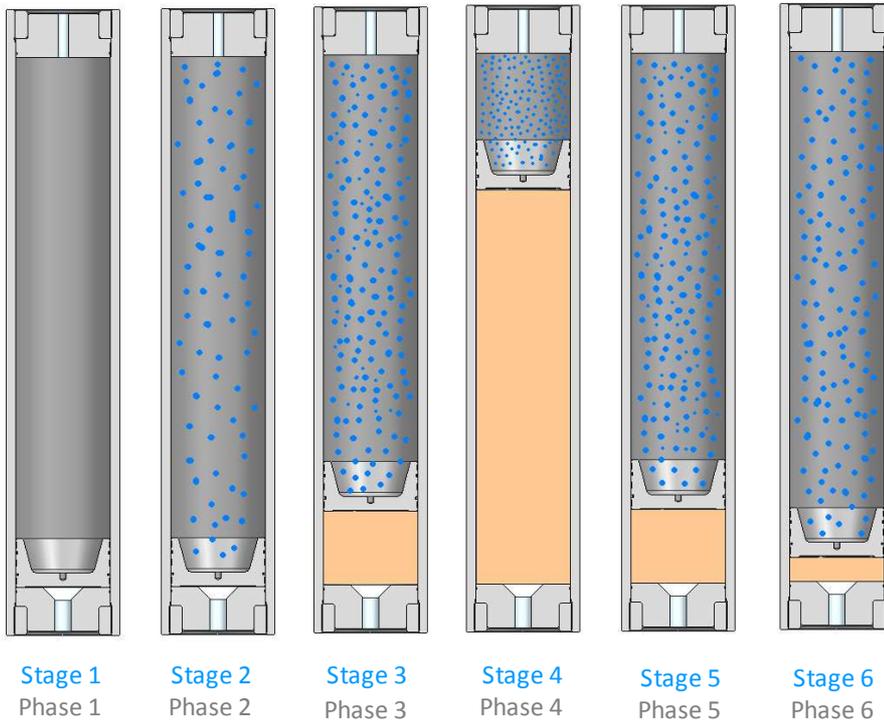
Ce gaz est séparé du fluide par le piston car il faut éviter toute dissolution. Favorisé par les hautes pressions, une dissolution d'une partie du gaz aurait en effet deux conséquences défavorables :

- Diminution progressive de la quantité d'azote renfermée dans l'accumulateur, d'où une chute de sa pression de gonflage.
- Augmentation de la compressibilité du fluide hydraulique et fonctionnement perturbé de l'installation.

Chaque fois que l'accumulateur est utilisé, il y a changement d'état du gaz qu'il contient. Les caractéristiques de compression et de détente du gaz permettent de décrire le principe de fonctionnement de l'accumulateur hydropneumatique.

Le rapport des pressions et des volumes est régi par la loi de BOYLE-MARIOTTE. Suivant la rapidité du changement d'état, la transformation sera, ISOTHERME, ADIABATIQUE ou POLYTROPIQUE.





### Stage 1

The accumulator is empty listed oil and gas side, it is not under pressure.

### Stage 2

The accumulator is precharged

### Stage 3

The hydraulic system is pressurized. The system pressure exceeds the precharge pressure

### Stage 4

System pressure peaks. The accumulator is filled with liquid capacity of calculation. The hydraulic system is pressurized. The system pressure exceeds the precharge pressure.

### Stage 5

Pressure drop in the circuit. The gas that has been preloaded evacuates fluid accumulator in the circuit.

### Stage 6

The minimum pressure is reached, the accumulator has returned its maximum volume of liquid in the circuit.

### Phase 1

L'accumulateur est vide coté huile et coté gaz, il n'est pas sous pression.

### Phase 2

L'accumulateur est préchargé en gaz.

### Phase 3

Le système hydraulique est pressurisé. La pression du circuit excède la pression de prégonflage.

### Phase 4

Le circuit hydraulique atteint son pic de pression. L'accumulateur se remplit de liquide à sa capacité de calcul. Le système hydraulique est pressurisé. La pression du circuit excède la pression de prégonflage.

### Phase 5

Chute de pression dans le circuit. Le gaz qui a été préchargé évacue le liquide de l'accumulateur dans le circuit.

### Phase 6

La pression minimale est atteinte, l'accumulateur a renvoyé son volume maximum de liquide dans le circuit.

# Advantages

# Avantages

## Compression ratios :

The volume of oil that can be stored by accumulators depends on the value of compression it can handle. The piston accumulator has better compression ratios than the bladder accumulators or diaphragm accumulators.

## Reliability:

In the applications where the accumulators should remain under pressure for long periods, a bladder accumulator leaking slowly, this leak may reach 10% of precharged gas, causing periodic maintenance of gas pressure or the replacement of the bladder itself. With the sealing system developed on the Douce-Hydro piston accumulator, there are no intercoms.

## Storage:

Keep an bladder accumulators or diaphragm accumulators inoperative for a long period causes rubber deteriorations. Keep a piston accumulator inoperative for an extended period will have no adverse effects, if the precharge gas loaded does not contain moisture as this would result in corroded inside the cylinder. The interior of the cylinder piston accumulators Douce-Hydro can be coated with an anticorrosion coating to overcome this problem.

## Operating positions :

For piston accumulators, there are no compulsions of operating positions.

The Douce-Hydro Piston accumulators will always be the same performance, we cannot say the same for bladder accumulators depend on the flexible movement of the bladder and severity returned to the volume stored, poor positioning a bladder accumulators generates a n unequal distribution of power and therefore a deterioration of the rubber bladder.

## Safety:

In a diaphragm accumulators or bladder accumulators, the most critical point is the separator elements in rubber who is obtained by injection process. When the dimensions exceed a certain limit, it becomes very difficult to control the quality of the composition, strength, imperfections and thickness. A problem with the diaphragm or bladder causes a blockage of the hydraulic systems on which it is connected. It is important to note that if a piston accumulator is defective, it will begin to leak gradually until it no longer performs its function, so it is possible to intervene before the deadline.

## Capacity:

The piston accumulator can be used for the storage and retrieval of la rge volume.

## Control:

It is easy to control the piston positions, knowing the position, we may have informations on volumes, the analog or digital signal sent by the sensor can be used by Part command for controlling a pump ... or up informations or abnormalities.

## Rapport de compression :

Le volume d'huile pouvant être stocké par un accumulateur dépend de la valeur de la compression qu'il peut supporter. L'accumulateur a piston à un meilleur rapport de compression que les accumulateurs à vessie ou à diaphragme.

## Fiabilité :

Dans les applications où l'accumulateur doit rester en pression pour de longues périodes, un accumulateur à vessie fuit lentement, cette fuite peut atteindre 10 % du gaz préchargé, ce qui engendre une maintenance périodique de la pression de gonflage ou le remplacement de la vessie elle-même. Avec l'étanchéité mise en place sur les pistons des accumulateurs à piston Douce-Hydro, il n'y a pas d'intercomm unication.

## Stockage :

Garder un accumula teur a vessie ou à diaphragme hors de fonctionnement pendant une longue période provoque une détérioration du caoutchouc. Garder un accumulateur a piston hors de fonctionnement pendant une longue période n'a aucun effets néfaste, si la précharge de gaz chargé ne contient pas d'humidité car cela aurait pour conséquence de corrodé l'intérieur du cylindre. L'intérieur des cylindres des accumulateurs à piston Douce Hydro peuvent être revêtu d'un revêtement anticorrosion pour palier ce problème.

## Position de fonctionnement :

Pour un accumulateur a piston, il n' ya pas de contrainte en terme de position de fonctionnement.

Le piston d'un accumulateur a piston Douce-Hydro aura toujours les mêmes performances, on ne peut pas en dire de même pour les accumula teurs a vessie qui dépendent du mouve ment flexible de leur vessie et de la gravité pour restitué le volume emmagasiné, un mauvais positionnement d'un accumulateur a vessie engendre une distribution inégales des forces et donc une détérioration de la vessie en caoutchouc.

## Sécurité :

Dans un accumulateur à membrane ou a vessie, le point le plus critique reste l'élément séparateur en caoutchouc qui est obtenu par presse d'injection plastique. Quand les dimensions excèdent une certaine limite, il devient très difficile de contrôler la qualité de la composition, de la résistance, de l'imperfection et de l'épaisseur. Un problème avec le diaphragme ou la vessie engendre un blocage du circuit hydra ulique sur lequel il est connecté. Il est important de remarqué que si un accumulateur a piston est défectueux, il va se mettre à fuir progressivement jusqu'à ne plus remplir sa fonction, donc il est possible d'intervenir avant cette échéance.

## Capacité :

Les accumulateurs à piston peuvent être employés pour le stockage et la restitution de gros volume.

## Contrôle :

Il est facile de contrôler la position d'un piston, connaissant la position du piston, on peut disposer d'informations sur les volumes, le signal analogique ou digital envoyé par le capteur pourra servir a la partie commande pour commander une pompe,... ou remonter des informations ou des anomalies.

# Certifications

# Certifications

The accumulators and gas bottles are under pressure and equipment is subject to regulations, decrees and laws of the country where they are implanted.

For most U.S. states ASME certification is required on the accumulators and gas bottles.

For European countries, the PED (Directive of Pressure Equipment) came into force in 2002.

Other specific regulations must be observed in some industries such as shipbuilding, aerospace, mining, offshore, etc... ..

Les accumulateurs et les bouteilles de gaz sont des équipements sous pressions et ils sont soumis aux règlements, décrets et lois du pays dans lequel ils seront implantés.

Pour la plupart des États américains la certification ASME est exigée sur les accumulateurs et les bouteilles de gaz.

Pour les pays faisant parti de la communauté européenne, la DESP (Directive des Equipements Sous Pression) est entré en vigueur en 2002.

D'autres règlements particuliers doivent être observés dans certaines industries telles que la construction des navires, l'aéronautique, l'exploitation minière, l'offshore, etc....



Certification/Certification	Countries/Pays	Countries Code/Code du pays
PED 97/23/CE	Europe	EU
PED 97/23/CE + SVTI	Suisse	CH
PED 97/23/CE + ESCO	Corée	KOR
PED 97/23/CE + DOSH	Malaisie	MAL
PED 97/23/CE + DNV	Norvège	N
PED 97/23/CE + GOST	Russie	RUS
PED 97/23/CE + Ukr SEPRO	Ukraine	UKR
PED 97/23/CE + ML	China	VRC
ASME Code Sect VIII Div.1	USA	USA
ASME Code + CRN	Canada	CND
ASME Code + METI Japan	Japan	J

Excellent experience with regulatory organism such as ABS, Bureau Veritas, DNV, Germanischer Lloyd, Lloyd's Register, TÜV and U.S. Army Corps of Engineers, etc..

Excellente expérience avec les organismes de contrôle tels que ABS, Bureau Veritas, DNV, Germanischer Lloyd, Lloyd's Register, TÜV et US Army Corps of Engineers, etc.



To ensure quality performance, all Douce-Hydro Accumulators undergo a 100% hydrostatic testing cycle. Thanks to a new test bench with a capacity of 8 000 liters, a flow of 470 liters/min. and a power of 50 kW, Douce-Hydro can do hydraulic tests with mineral oil, water-glycol and biodegradable fluids. All its welders are certified. Traceability: we maintain LIFETIME all technical records on our products since 1950.

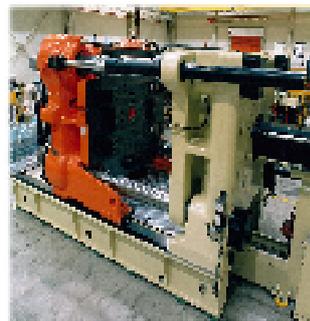
Des soudeurs certifiés, une salle de métrologie climatisée, des bancs d'essais (épreuve hydrostatique réalisée à 100 %) permettent à Douce-Hydro de garantir à sa clientèle, des réalisations en assurance qualité. Grâce à un nouveau banc d'essai d'une capacité de 8 000 litres, un débit de 470 litres/min. et d'une puissance de 50 kW, Douce-Hydro est en mesure de réaliser des tests à l'huile minérale, à l'eau glycol et huiles biodégradables. Traçabilité : nous conservons A VIE tous les dossiers techniques de nos produits depuis 1950.

## Plastic injection molding:

Used to store the energy of the hydraulic pump, and restore this energy during injection stage.

## Presse d'injection plastique :

Utilisé pour le stocker l'énergie de la pompe hydraulique, et restituer cette énergie lors de l'injection.



## Steel working:

Used for functions of damping peak pressures and safety for electric furnaces for example.

## Sidérurgie:

Utilisé pour des fonctions d'amortissement de pics de pressions et de sécurité pour les fours électriques par exemple.

## Machine Tools:

Continued pressure and reducing the size of the hydraulic pump, balancing masses.

## Machine outil :

Maintien de la pression et réduction de la dimension de la pompe hydraulique, équilibrage des masses.



## Construction and mining equipment:

Emergency Energy for steering systems, brakes and hydraulic pilot circuits.

## Engins et équipements miniers :

Energie d'urgence pour les systèmes de direction, freinage et pilote des circuits hydraulique.

## Offshore :

Wireline tensioners, Vertical lay system

## Offshore :

Dépose de conduite flexible, Tensionneurs



## Builder engine:

Power reserve for braking, suspension arms balancing masses.

## Engins de chantier :

Reserve d'énergie pour système de freinage, suspension d'essieu, suspension de flèche, équilibrage des masses.



## Agriculture:

Used for functions of reserve energy for braking systems, absorption of pressure peaks, tools suspension, vehicles suspension, noise reduction...

## Agricole:

Utilisé pour des fonctions de réserve d'énergie pour les systèmes de freinage, amortissements des pics de pressions, suspensions d'outil portés, suspension du véhicule réduction du bruit...



## Renewable Energy:

Used in energy reserve for the brakes to stabilize nacelles for eolians, system recovery of braking energy for vehicles has frequent stops (hybrid).

## Energie renouvelable :

Utilisé en réserve d'énergie pour les freins de stabilisation des nacelles des éoliennes, système de récupération de l'énergie de freinage pour les véhicules à arrêt fréquent (système hybride).



## Trolleys, baskets and lifting gear:

Absorption of pressure peaks.

## Chariots, nacelles et engins de levage :

Amortissement des pics de pression.



## Navy:

Energy reserve for emergency doors, lifting platforms, openings holds...

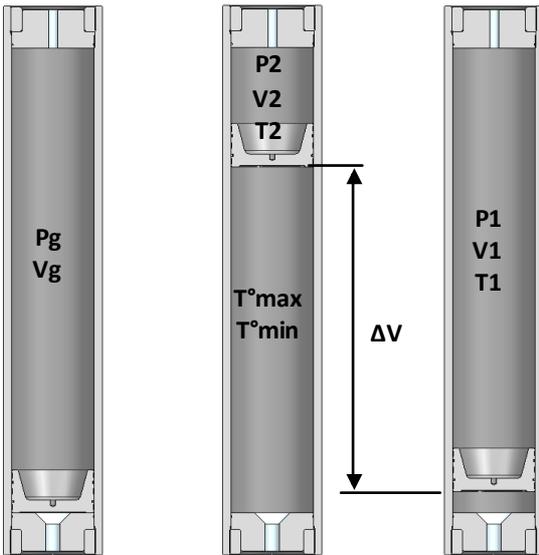
## Marine :

Réserve d'énergie d'urgence pour les portes, plateformes élévatoires, ouvertures de cales ...



## Principles

Sizing accumulator is based on state changes of the gas it contains. The state of a gas that contains a accumulator is defined by three factors that is pressure, volume and temperature. A change of state of the gas means that two or all of the elements changes. When charging or discharging the device rather, there is an exchange of working gas and it is possible that there is a heat exchange can be described by **ISOTHERMAL**, **ADIABATIC** and **POLYTROPIC** transformation.



- Vg = Accumulators nitrogen capacity
- V1 = Gas volume at the minimum hydraulic pressure
- V2 = Gas volume at the maximum hydraulic pressure
- ΔV = Volume restored and/or stored between P1 and P2
- Pg = Initial precharge of accumulator
- P1 = Gas pressure at the minimum hydraulic pressure
- P2 = Gas pressure at the maximum hydraulic pressure
- T1 = Gaz temperature at the end of discharge
- T2 = Gaz temperature before discharge
- T°max = Maximum temperature in the hydraulic system
- T°min = Minimum temperature in the hydraulic system

We must determine the Vg volume of the accumulator who, inflated to a Pg pressure, whether capable of storing or returning an amount of fluid ΔV between 2 thresholds pressure P1mini P2maxi.

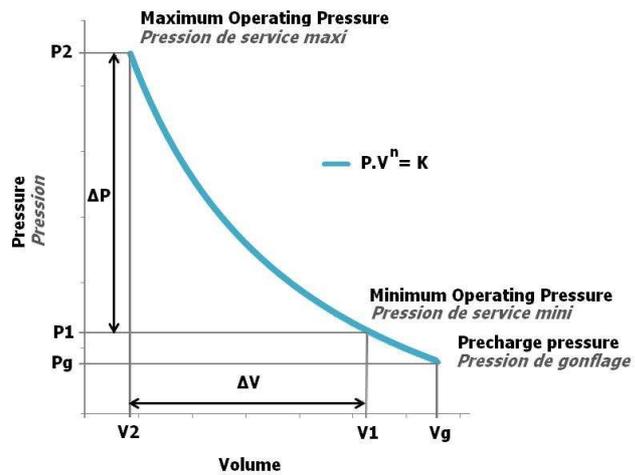
### NOTE:

The pressure calculations are made in absolute.  
Absolute pressure = relative pressure + 1 bar

## Principes

Le dimensionnement d'un accumulateur est basé sur les changements d'états du gaz qu'il contient. L'état d'un gaz que contient un accumulateur est défini par trois éléments à savoir la pression, le volume et la température. Un changement d'état du gaz signifie que deux ou tous les éléments change.

Lors de la charge ou de la décharge de l'appareil, on observe un échange de travail du gaz et il se peut qu'il y est un échange thermique qui peut être décrits par les transformations **ISOTHERME**, **ADIABATIQUE** et **POLYTRAPIQUE**.



- Vg = Capacité en azote de l'accumulateur
- V1 = Volume de gaz à la pression hydraulique minimale
- V2 = Volume de gaz à la pression hydraulique maximale
- ΔV = Volume restitué et/ou emmagasiné entre P1 et P2
- Pg = Précharge initiale de l'accumulateur
- P1 = Pression de gaz à la pression hydraulique minimale
- P2 = Pression de gaz à la pression hydraulique maximale
- T1 = Température du gaz à la fin de la décharge
- T2 = Température du gaz avant décharge
- T°max = Température maximum du circuit hydraulique
- T°min = Température minimum du circuit hydraulique

Il s'agit de déterminer le volume Vg de l'accumulateur qui, gonflé à une pression Pg, soit capable d'emmagasiner ou de restituer une quantité de fluide ΔV entre 2 seuils de pression P1mini et P2maxi.

### NOTA :

Les pressions de calculs sont prises en absolu.  
Pression absolue = Pression relative + 1 bar

# Sizing Dimensionnement

## Calculations formulas

### Isothermal transformation :

During this transformation, the variation of the volume is slow enough so that there is exchange of heat between the gas charge and the external environment, we consider that the gas temperature remains constant.

The law of **BOYLE-MARIOTTE** reads:

$$Vg \cdot Pg = V1 \cdot P1 = V2 \cdot P2$$

Initial volume of the accumulator:

$$Vg = \frac{\Delta V \cdot P1 \cdot P2}{Pg (P2 - P1)}$$

### Adiabatic transformation :

During this transformation, the variation of the fluids volume in the accumulator are so fast, the heat exchange with the external environment does not occur.

The law of **BOYLE-MARIOTTE** reads:

$$Vg^\gamma \cdot Pg = V1^\gamma \cdot P1 = V2^\gamma \cdot P2$$

Based on an ideal gas, the adiabatic exponent depends on the number of atoms of gas. Nitrogen is a diatomic gas, therefore:

$$\gamma = \frac{Cp}{Cv} = \frac{7}{5} = 1,4 \text{ at } 0^\circ\text{C and 1 bar}$$

Cp = thermal capacity at constant pressure.  
Cv = thermal capacity at constant volume.  
The adiabatic exponent thus depends on the gas but also the pressure and temperature, the adiabatic exponent can exceed the value of 1.4.

Initial volume of the accumulator:

$$Vg = \frac{\Delta V}{\left(\frac{Pg}{P1}\right)^{\frac{1}{\gamma}} - \left(\frac{Pg}{P2}\right)^{\frac{1}{\gamma}}}$$

### Polytropic transformation :

This transformation corresponds to an operation close to the physical reality of the accumulator, the volume changes are too slow so that we can consider the adiabatic transformation and yet too fast to allow a calculation isotherm. n depends on the possibilities of thermal exchange and speed of processing.

## Formules de calculs

### Transformation isotherme :

Au cours de ce changement d'état, la variation de volume est suffisamment lente pour qu'il y ait échange de chaleur entre la charge de gaz et le milieu extérieur, on considère que la température du gaz reste constante.

La loi de **BOYLE-MARIOTTE** s'écrit :

Volume initial de l'accumulateur :

### Transformation adiabatique :

Au cours de cette transformation, les variations de volume de fluide dans l'accumulateur sont si rapides, que l'échange de chaleur avec le milieu extérieur n'a pas lieu.

La loi de **BOYLE-MARIOTTE** s'écrit :

En se basant sur un gaz parfait, l'exposant adiabatique dépend du nombre d'atomes du gaz. L'azote est un gaz diatomique donc :

Cp = capacité thermique à pression constante.

Cv = capacité thermique à volume constant.

L'exposant adiabatique dépend donc du gaz mais également de la pression et de la température, l'exposant adiabatique peut donc dépasser la valeur de 1,4.

Volume initial de l'accumulateur :

### Transformation polytropique :

Cette transformation correspond à un fonctionnement proche de la réalité physique de l'accumulateur, les variations de volume sont trop lentes pour que l'on puisse considérer la transformation adiabatique et cependant trop rapides pour admettre un calcul en isotherme. n dépend des possibilités d'échange thermique et de la rapidité de la transformation.

# Sizing Dimensionnement

The law of **BOYLE-MARIOTTE** reads:

La loi de **BOYLE-MARIOTTE** s'écrit :

$$Vg^n \cdot Pg = V1^n \cdot P1 = V2^n \cdot P2$$

In approaching the isothermal transformation n tends to 1. In approaching the adiabatic transformation n tends to "γ".

En se rapprochant de la transformation isothermique n tend vers 1. En se rapprochant de la transformation adiabatique n tend vers « γ ».

**Initial volume of the accumulator:**

**Volume initial de l'accumulateur :**

$$Vg = \frac{\Delta V}{\left(\frac{Pg}{P1}\right)^{\frac{1}{n}} - \left(\frac{Pg}{P2}\right)^{\frac{1}{n}}}$$

**Temperature influence:**

If T1 ≠ T2 in the proposed system, it should be considered in the determination of the accumulators initial volume.

**Influence de la température :**

Si T1 ≠ T2 dans le système envisagé, il convient d'en tenir compte dans la détermination du volume initial de l'accumulateur.

**NOTE :**

The temperatures T1 and T2 are given in °K  
T = 0°C = 273 °K

**NOTA :**

Les températures T1 et T2 sont données en °K  
T = 0°C = 273 °K

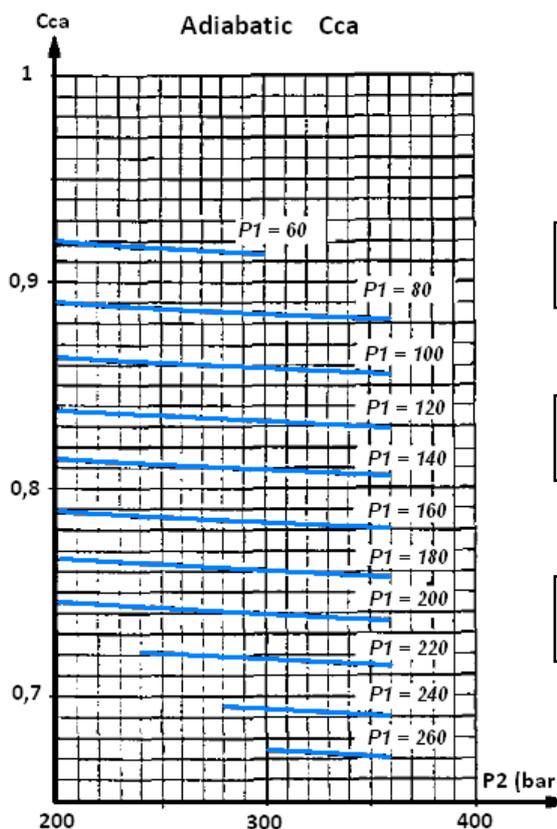
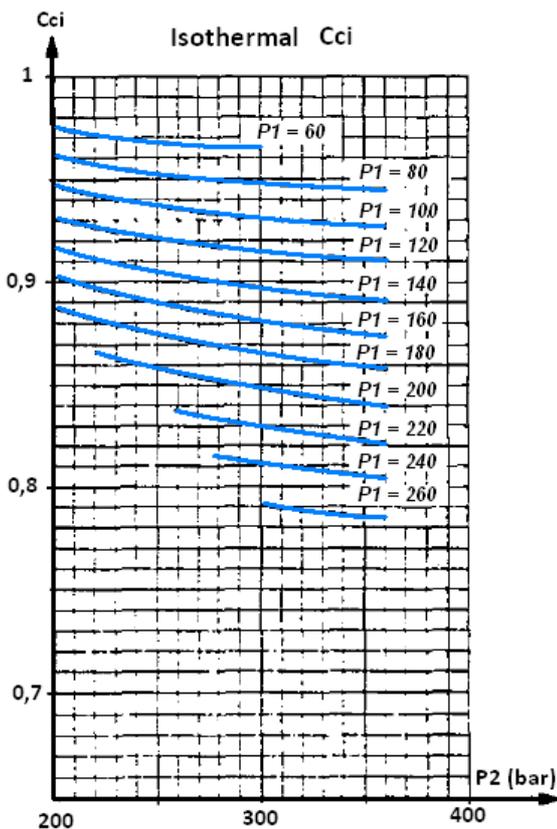
$$Vgt = Vg \cdot \frac{T2}{T1}$$

**High pressure influence:**

With increasing working pressure, the behavior of industrial nitrogen used in the accumulators deviates from the ideal gas for which the formulas are correct. It must be considered for working pressures P2 > 200 bar.

**Influence des hautes pressions :**

Avec l'augmentation de la pression de travail, le comportement de l'azote industriel utilisé dans les accumulateurs s'écarte par rapport au gaz parfait pour lequel les formules sont conformes. Il faut en tenir compte pour les pressions de travail P2 > 200 bar.



**Isothermal correction :**

Correction isotherme :

$$Vgr = \frac{Vg}{Cci}$$

**Adiabatic correction :**

Correction adiabatique :

$$Vgr = \frac{Vg}{Cca}$$

**Polytropic correction :**

Correction polytropique :

$$Vgr = \frac{Vg}{Cca}$$

### Pre-charge pressure:

Over-inflation should be prohibited. If the inflation is too high, the piston will abut against the lower bottom.

Insufficient Inflation, for a piston accumulator, holding the plunger pressed against the upper bottom during high pressure stages of the cycle. The accumulator does make more its role but this is no damage to the device.

We then calculate generally the inflation pressure as follows:

$$P_g = 0,95 \cdot P_1 \text{ at } T_2$$

$$P_g \text{ min} = 0,2 \cdot P_2$$

$$P_g \text{ max} = P_1$$

### Pre-charge pressure at 20°C:

Inflating accumulators made at 20 ° C (workshop temperatures). If the maximum operating temperature is different, it should apply the following correction:

$$P_g (20^\circ\text{C}) = P_g(\text{theoretical}) \cdot \frac{293}{T_2}$$

Following applications, the sizing formulas change, it is not possible to precisely sizing a hydraulic accumulator with diagrams and simple formulas.

DOUCE-HYDRO has tools calculation who provide assist you and advise you throughout your project.

### Pression de gonflage :

Un gonflage excessif doit être prohibé. En cas de gonflage trop important, le piston viendra buter contre le fond inférieur.

Un gonflage insuffisant, pour un accumulateur a piston, maintient le piston plaqué contre le fond supérieur durant les phases de fortes pressions du cycle. L'accumulateur ne remplit alors plus son rôle mais ceci reste sans dommage pour l'appareil.

On calcul donc en général la pression de gonflage comme suit :

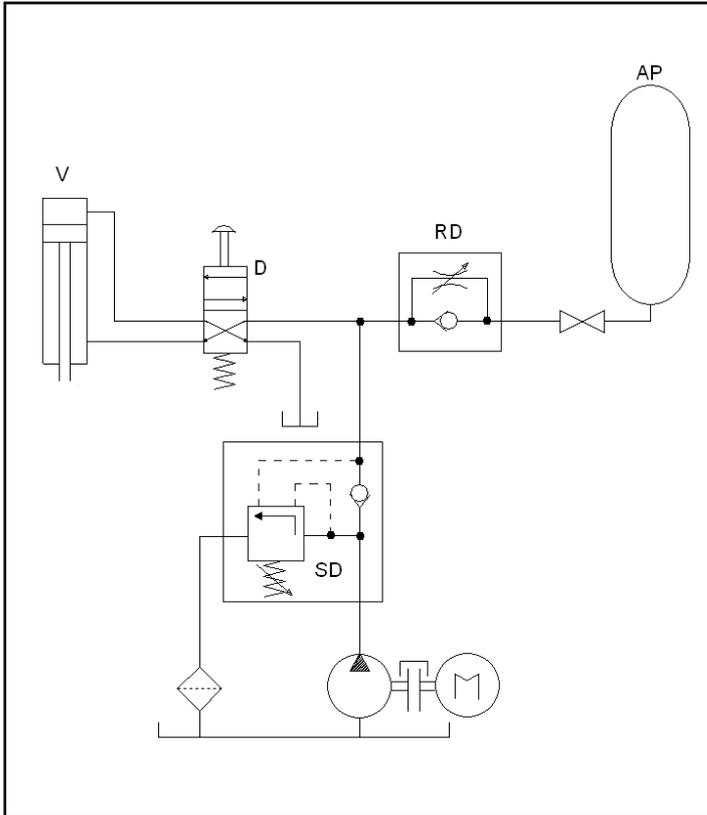
### Pression de gonflage à 20°C:

Le gonflage des accumulateurs s'effectue à 20°C (température de l'atelier). Si la température d'utilisation maxi est différente, il convient d'appliquer la correction suivante :

Suivant les applications, les formules de détermination changes, il n'est pas possible de dimensionner précisément un accumulateur hydraulique à l'aide de diagrammes et de formules simples.

DOUCE-HYDRO possède des outils de calculs qui permettront de vous accompagner et de vous conseiller tout au long de votre projet.





### Example:

Application of a hydraulic accumulator in the press supply.

The hydraulic characteristics of the installation are:

Ø Piston D1 = 250 mm / S1 = 49 087 mm<sup>2</sup>

Ø Rod D2 = 150 mm / S2 = 17 072 mm<sup>2</sup>

Stroke C = 500 mm

Exit speed Vs = 0.1 m/s

Enter speed Ve = 0.2 m/s

Working Pressure = 220 bar to 250 bar

Workshop temperatures : 15°C to 35°C

Cycle time = 20 s

Productivity = 0,85

### Exemple :

Application d'un accumulateur hydraulique dans le circuit d'alimentation d'une presse.

Les caractéristiques hydrauliques de l'installation sont les suivantes :

Ø du piston D1 = 250 mm / S1 = 49 087 mm<sup>2</sup>

Ø de la tige D2 = 150 mm / S2 = 17 072 mm<sup>2</sup>

Course C = 500 mm

Vitesse de sortie vs = 0,1 m/s

Vitesse de rentré ve = 0,2 m/s

Pression de travail = 220 bar à 250 bar

Température de l'atelier : 15°C à 35°C

Temps de cycle = 20 s

Rendement = 0,85

### Pump power without accumulator:

Puissance de la pompe sans accumulateur :

$$P = \frac{P2 \cdot vs \cdot S1}{\eta}$$

$$= \frac{250 \cdot 0,1 \cdot 49\,087}{0,85} \cdot 10^{-4}$$

$$= \mathbf{144\,KW}$$

### Pump power with accumulator:

Puissance de la pompe avec accumulateur :

$$P = \frac{P2}{\eta} \cdot \frac{(S1 \cdot C + S2 \cdot C)}{t}$$

$$= \frac{250}{0,85} \cdot \frac{49\,087 \cdot 500 + 17\,072 \cdot 500}{20} \cdot 10^{-8}$$

$$= \mathbf{4,9\,KW}$$

### Time required for enter / exit of the rod:

Temps nécessaire pour la rentrée et la sortie de tige:

$$tm = \frac{C}{vs} + \frac{C}{ve} = \frac{0,5}{0,1} + \frac{0,5}{0,2} = \mathbf{7,5\,s}$$

### Restore volume:

Volume à restituer :

$$\Delta V = (Vs + Ve) \cdot \left(1 - \frac{tm}{t}\right)$$

$$= (500 \cdot 49\,087 + 500 \cdot 17\,072) \cdot \left(1 - \frac{7,5}{20}\right) \cdot 10^{-6}$$

$$= \mathbf{21\,L}$$

### Precharge pressure of accumulator :

Pression de gonflage de l'accumulateur :

$$Pg = 0,95 \cdot P1 = 0,95 \cdot 220$$

$$= \mathbf{209\,bar = 210\,bar\,abs.}$$

### Volume of accumulators:

Volume de l'accumulateur:

$$Vg = \frac{\Delta V \cdot \left(\frac{P1}{Pg}\right)}{1 - \left(\frac{P1}{P2}\right)^{\frac{1}{n}}}$$

$$= \frac{21 \cdot \left(\frac{221}{210}\right)}{1 - \left(\frac{210}{251}\right)^{\frac{1}{1,7}}} = \mathbf{221\,L}$$

### Temperature influences :

Influence de la température :

$$V2 = Vg \cdot \left(\frac{Pg}{P2}\right) = 221 \cdot \left(\frac{210}{251}\right) = \mathbf{184\,L}$$

$$V1 = V2 + \Delta V = 184 + 21 = \mathbf{205\,L}$$

$$P1 = P2 \cdot \left(\frac{V2}{V1}\right)^{1,7} = 251 \cdot \left(\frac{184}{205}\right)^{1,7} = \mathbf{209\,bar}$$

$$T1 = \frac{Tmin + 273}{P2 \cdot \left(\frac{V2}{P1 \cdot V1}\right)} = \frac{15 + 273}{251 \cdot \left(\frac{184}{209 \cdot 205}\right)} = \mathbf{267\,^{\circ}K = -6\,^{\circ}C}$$

$$T1 = \frac{Tmax + 273}{P2 \cdot \left(\frac{V2}{P1 \cdot V1}\right)} = \frac{35 + 273}{251 \cdot \left(\frac{184}{209 \cdot 205}\right)} = \mathbf{285\,^{\circ}K = 12\,^{\circ}C}$$

$$Vgt = Vg \cdot \left(\frac{T2(Tmin)}{T1}\right) = 221 \cdot \left(\frac{15 + 273}{-6 + 273}\right) = \mathbf{238\,L}$$

### High pressure influences :

Influence des hautes pressions :

$$Cca = \mathbf{0,72}$$

$$Vgr = \frac{Vgt}{Cca} = \frac{238}{0,72} = \mathbf{330\,L}$$