

# S U M M A I R E

Le rôle de la source de pression page 2

Le réservoir page 2

La pompe haute-pression page 4

La pompe 5 pistons  
à aspiration centrale page 4

La pompe 6 pistons page 5

La pompe 6+2 pistons page 6

Le conjoncteur-disjoncteur page 8

L'accumulateur principal page 12

La vanne de sécurité page 13

C O M M A I D E

# LA SOURCE DE PRESSION

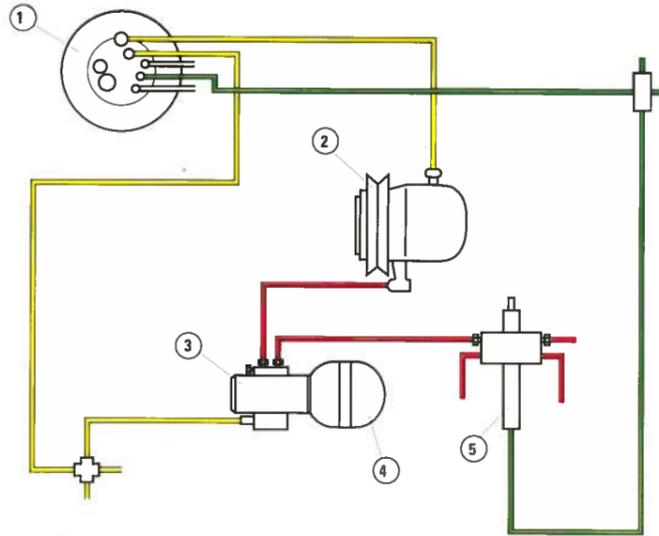
AUTOMOBILES CITROËN  
Société Anonyme au capital de 1 400 000 000 F R.C.S. Nanterre B 642 050 199  
Siège Social : 62, boulevard Victor Hugo - 92208 Neuilly-sur Seine cedex  
Tél. (1) 47 48 41 41 - Télex : CITR 614 830 F

L'INSTITUT CITROËN  
Direction des ressources Humaines  
Centre International de Formation Commerce  
Édition : janvier 1994

© AUTOMOBILES CITROËN Toute reproduction ou traduction même partielle sans autorisation écrite d'AUTOMOBILES CITROËN est interdite et constitue une contrefaçon



Après nous être familiarisés avec les phénomènes physiques de **force** et de **pression** et avoir étudié les mécanismes simples d'un **circuit hydraulique**, nous allons, dans ce deuxième cahier Expert, observer en détail **la source de pression** qui alimente en liquide sous-pression l'ensemble des organes hydrauliques d'un véhicule.



Les 5 organes de la source de pression :  
 1/ le réservoir hydraulique - 2/ la pompe haute-pression  
 3/ le conjoncteur-disjoncteur - 4/ l'accumulateur principal  
 5/ la vanne de sécurité.

## LA SOURCE DE PRESSION

Elle a pour fonction d'assurer une **pression minimale en permanence** dans le circuit.

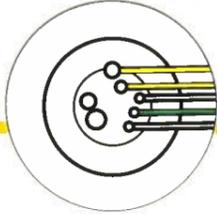
Elle se compose de **5 organes hydrauliques distincts** que nous allons étudier successivement : le réservoir hydraulique, la pompe haute-pression, le conjoncteur-disjoncteur, l'accumulateur principal, la vanne de sécurité. Ces organes remplissent un rôle spécifique et fonctionnent en inter-dépendance. En voici les grandes lignes :

**La pompe** aspire le liquide hydraulique contenu dans le **réservoir** pour l'envoyer vers les utilisateurs (ex : étriers de freins, verin de la direction assistée) qui, s'opposant à sa libre circulation, font monter la pression. Cette pression est maintenue dans un intervalle de 145 bar mini et 170 bar maxi grâce au **conjoncteur-disjoncteur**. En communication directe avec ce dernier, l'**accumulateur principal** stocke le liquide sous-pression et le libère selon les besoins du circuit. Enfin, en cas de problème, la **vanne de sécurité** intervient afin d'attribuer, en priorité, la pression nécessaire aux organes permettant d'effectuer un arrêt d'urgence du véhicule.

## LE RÉSERVOIR

### Les six fonctions du réservoir

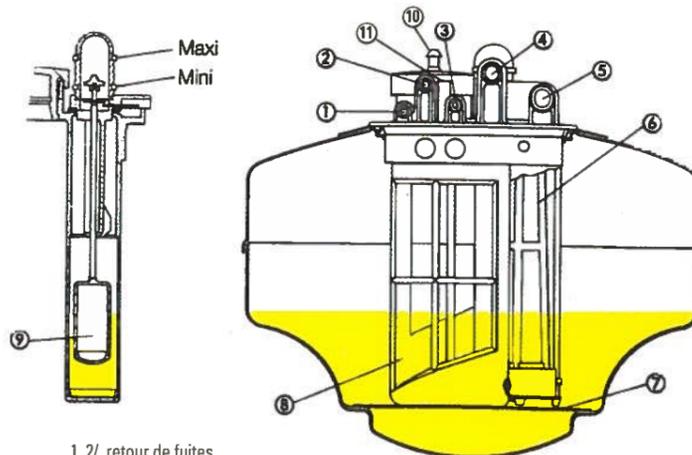
- **Stocker** : le liquide nécessaire au bon fonctionnement des organes hydrauliques (ce liquide sera aspiré par la pompe).
- **Recueillir** :
  - le liquide débité par la pompe lorsqu'elle est déconnectée du circuit (dès lors que la pression existant dans le circuit est suffisante : voir chapitre "pompe haute-pression");
  - les retours d'utilisation (provenant du conjoncteur-disjoncteur quand l'accumulateur est à son maximum de stockage : voir chapitre "conjoncteur-disjoncteur" de la DIRASS, "pompe 6+2 pistons", etc.);
  - les fuites des différents organes.
- **Décantier et purifier** : le liquide afin de le débarrasser du gaz, de l'eau et des impuretés, avant de le laisser repartir vers la pompe haute-pression.
- **Refroidir** : le liquide.
- **Reposer** : le liquide moussé.
- **Visualiser** : le niveau du liquide.



Réservoir.



Bloc d'aspiration-retour.



- 1, 2/ retour de fuites
- 3, 4/ retour d'utilisation
- 5/ aspiration de la pompe HP
- 6/ filtre d'aspiration de la pompe HP
- 7/ déflecteur
- 8/ filtre de retour de fuites et d'utilisation
- 9/ flotteur d'indicateur de niveau
- 10/ mise à l'air libre du réservoir
- 11/ mise à l'air libre cylindres de suspension avant

### Code couleurs : rappel



**Rouge** : haute pression ou pression maximum délivrée par la source de pression ( $145 \text{ bar} \leq p \leq 170 \text{ bar}$ ).



**Orange** : gamme décroissante des pressions utilisées dans les organes et circuits ( $p_a < p < \text{haute pression}$ ).



**Jaune** : pression d'aspiration et retour après utilisation ( $p = p_a = \text{pression atmosphérique}$ ).



**Vert** : retour de fuites ( $p = p_a = \text{pression atmosphérique}$ ).



**Bleu** : pression du gaz (azote).

Expression d'une pression dans un liquide. →

Expression d'une force exercée par ou sur un solide. →

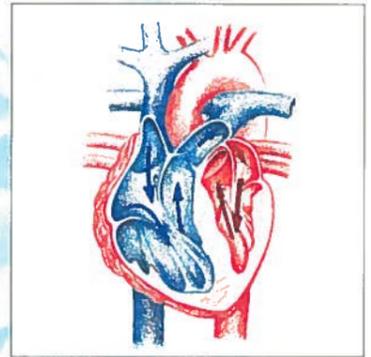
Expression du mouvement d'un solide. →

### COIN EXPERT

#### Principes hydrauliques et circulation sanguine.

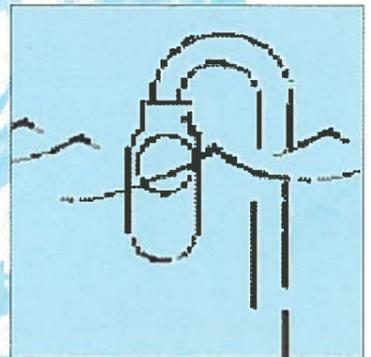
C'est en appliquant au corps humain les principes de l'hydraulique, que William Harvey découvre, au XVII<sup>e</sup> siècle, la circulation du sang et bouleverse toutes les idées reçues.

Le sang coule du cœur vers les organes par les artères; les veines le ramènent des organes vers le cœur, qui fonctionne comme une pompe. Les cinq litres de la masse sanguine effectuent ainsi une révolution complète en une minute.



#### Le tuba et son clapet à bille.

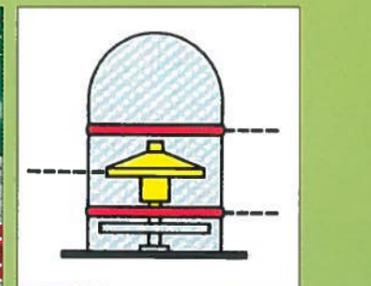
Certains tubas sont comme les pistons de la pompe haute-pression, munis d'un clapet à bille. La bille, emprisonnée dans sa cage vient se plaquer sur l'orifice supérieur du tuba et l'obstruer lors de l'immersion.



### CONSEILS PRATIQUES



Installation hydraulique Xantia.



#### Comment lire le niveau hydraulique ?

Le niveau hydraulique se contrôle moteur tournant et levier de commande manuel des hauteurs en position haute. Le petit champignon orange doit se situer entre les repères mini et maxi.

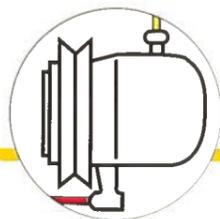
Attention, il ne faut surtout pas prendre en considération la rondelle de cuivre. Elle ne sert à rien pour le contrôle de niveau du LHM; sa fonction est d'établir un contact électrique pour allumer le voyant hydraulique du tableau de bord.

#### Entretien périodique.

Rappelons que le filtre de réservoir est à nettoyer tous les 30 000 km et que le circuit hydraulique doit être vidangé tous les 60 000 km. Ne pas oublier, lors de la vidange du circuit, de bien nettoyer l'intérieur du réservoir, en particulier la chambre de décantation, et de replacer le déflecteur (sur les anciens modèles).

## LA POMPE HAUTE PRESSION

Pompe mécanique ou électrique ?

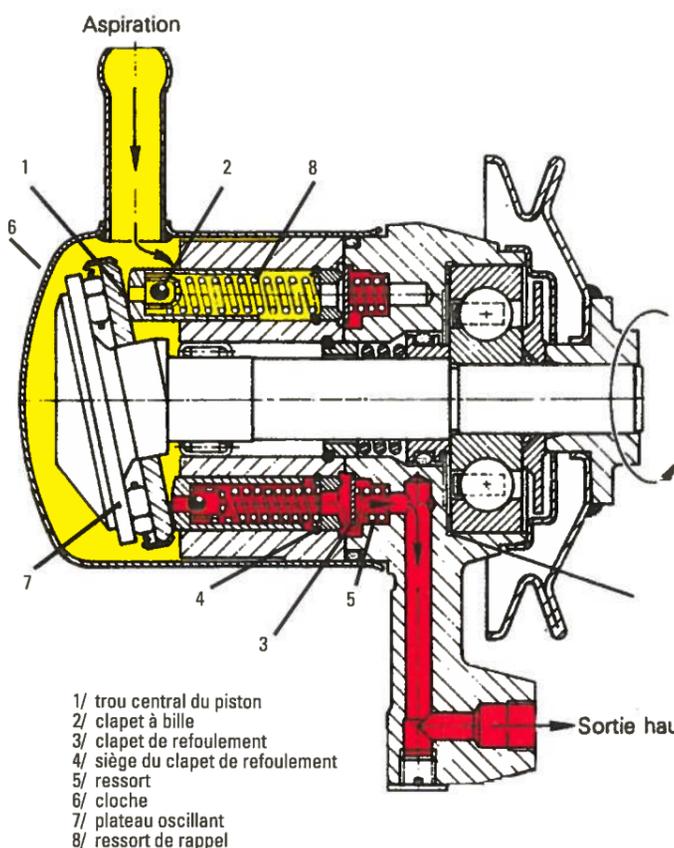


C'est une **pompe mécanique** (entraînée par le moteur) qui permet de répondre à la consommation des différents organes. Les pompes mécaniques sont, en effet, utilisées pour de fortes consommations ou des débits rapides (directions assistées).

Les **pompes électriques** sont, quant à elles, utilisées pour des consommations plus faibles, dans des systèmes où la pression n'a pas un rôle d'actionneur, par exemple, l'ABS.

### Rapport d'entraînement de la pompe.

Moteur	Ø Poulie d'entraînement	Ø Poulie de pompe	Rapport
4 cylindres	84 mm	132,5mm	0,6 fois la vitesse moteur
6 cylindres	124 mm	100 mm	0,6 fois la vitesse moteur



- 1/ trou central du piston
- 2/ clapet à bille
- 3/ clapet de refoulement
- 4/ siège du clapet de refoulement
- 5/ ressort
- 6/ cloche
- 7/ plateau oscillant
- 8/ ressort de rappel

## Pompe 5 pistons à aspiration centrale "XM"

La pompe 5 pistons à aspiration centrale est une pompe volumétrique, commandée par l'arbre à cames. Sa vitesse de rotation est donc proportionnelle au régime moteur.

### Regardons la pompe en détail.

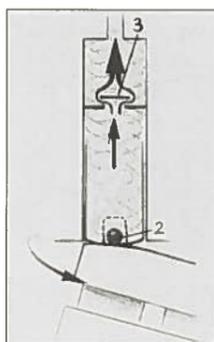
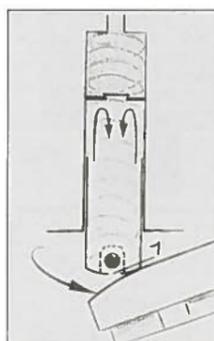
La pompe est composée de **5 pistons identiques** disposés circulairement. Un **plateau oscillant (7)** est monté en force sur l'arbre de commande. N'étant pas perpendiculaire à l'axe général, ce plateau, en tournant, appuie successivement sur les pistons. Il leur transmet ainsi un **mouvement rectiligne alternatif**.

Les chemises sont usinées directement dans le corps de la pompe. Chaque piston est percé d'un trou central (1) muni d'un clapet à bille (2). Chaque ensemble est muni d'un **clapet de refoulement (3)** appliqué sur son siège (4) par un ressort (5). Les **orifices de refoulement** sont reliés entre eux et communiquent avec l'utilisation. La lubrification est assurée par le **liquide hydraulique interne**.

### Analysons le fonctionnement.

1/ Après avoir complètement enfoncé le piston, le plateau, en tournant, le libère progressivement ; le piston se détend grâce à son ressort de rappel. Le volume dans la chambre augmente, la **pression diminue** (phénomène d'aspiration). La bille se décolle du trou central 1, ce qui permet au liquide de pénétrer dans la chemise. C'est la **phase d'aspiration**.

2/ En continuant à tourner, le plateau vient pousser sur le piston. Le volume de la chambre diminue, la **pression augmente** et plaque la bille 2 du clapet. Il n'y a plus de communication avec l'aspiration. Dès que la pression est supérieure à celle du circuit d'utilisation, le clapet à ressort 3 s'ouvre et le liquide est refoulé. C'est la **phase de refoulement**.



Tour à tour en phase d'aspiration dans la cloche, et de refoulement vers le circuit d'utilisation, les cinq pistons drainent le liquide hydraulique.

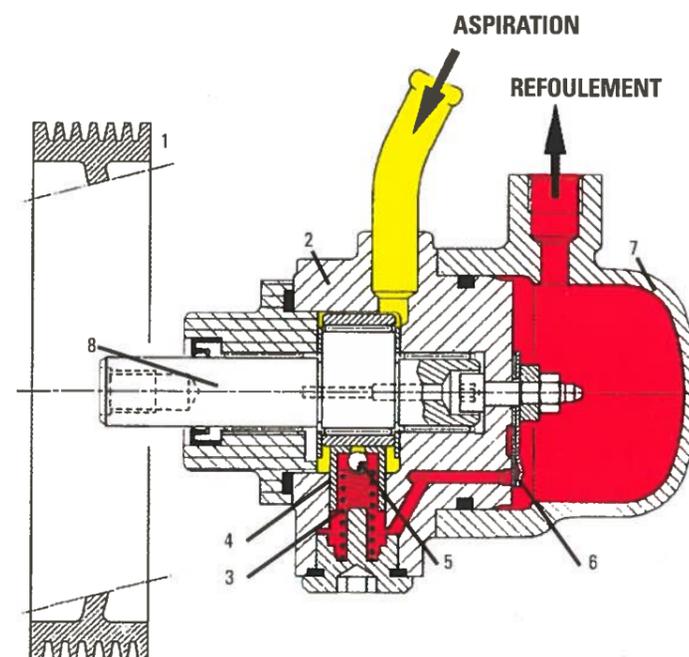
## Pompe 6 pistons "XANTIA"



Pompe 6 pistons.

Un piston en plus, et un arbre excentré.

Comme pour la pompe à 5 pistons, nous retrouvons le clapet à bille (5) et le ressort de rappel (3) qui équipent chaque piston.



- 1/ poulie - 2/ corps de pompe - 3/ ressort - 4/ piston - 5/ clapet à bille - 6/ clapet étoile - 7/ cloche - 8/ arbre

De même, tous les orifices de refoulement sont reliés entre eux, mais se retrouvent dans la cloche (7) avant de communiquer avec l'utilisation.

La différence majeure, c'est l'arbre (8). Les 6 pistons, identiques, sont disposés en périphérie d'un **arbre excentré**, entraîné en rotation par une poulie (1). En tournant sur lui-même, le côté doté du plus grand rayon viendra appuyer sur les pistons, contrairement au côté "petit rayon".

Le résultat : un **mouvement alternatif !**

COIN EXPERT

### Analogie Electrique.

Certains systèmes électriques et hydrauliques ont des fonctionnements semblables : la pompe hydraulique et le générateur de courant, le joncteur-disjoncteur hydraulique et le joncteur-disjoncteur d'un circuit électrique qui garantit une tension constante, l'accumulateur principal et le condensateur qui stocke de l'électricité pour la restituer peu après.

### 20 000 lieux sous les mers !

Au fur et à mesure que l'on s'aventure dans les profondeurs sous-marines, la pression augmente (+1 bar tous les 10 mètres).

Le non-respect des paliers de décompression peut entraîner des accidents. Prenons le cas de l'azote : sous l'effet de la profondeur, il se comprime dans le sang. Lors d'une remontée rapide, cette molécule se décompresse brutalement en générant une bulle de gaz. Si celle-ci atteint le cerveau, c'est l'embolie.

Ces dangers justifient l'extrême rigueur qui entoure les opérations de maintenance sur les plates-formes pétrolières. Les plongeurs doivent parfois travailler à 500 mètres de fond avec une pression de 50 bar. Ces performances physiques sont envisageables grâce à la technique de la "plongée à saturation". Les plongeurs sont isolés durant plusieurs jours dans "un caisson hyperbare", dont la pression interne augmente progressivement pour atteindre la pression régnant sur le chantier sous-marin.

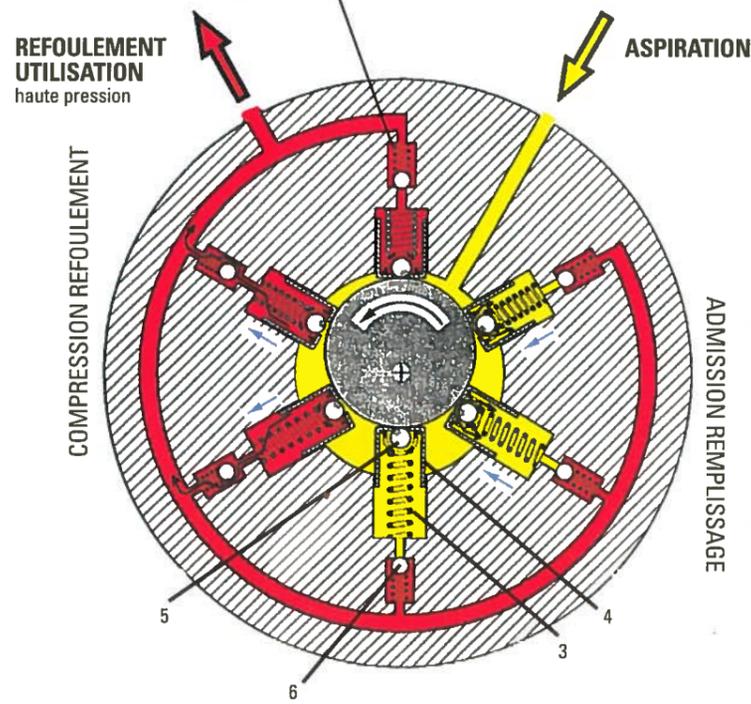
Ce caisson est à bord du bateau d'assistance et sert aux plongeurs de camp de base. Par un sas étanche, ils pénètrent dans une tourelle de plongée. Elle sert en fait d'ascenseur entre les fonds et la surface, durant la durée de la mission. Ainsi les plongeurs évoluent dans un milieu isobare (à pression constante) et alternent sans risque, travail et repos. Le chantier terminé, commencent alors de longues journées de décompression afin de revenir à la pression atmosphérique.

Pour une plongée à 500 mètres, la phase de décompression dure 20 jours ! C'est une épreuve de patience que connaissent bien les cosmonautes, puisque ces mêmes techniques s'appliquent aussi au domaine spatial.



**Un piston en plus, un principe identique**

**Remarque :** Afin de faciliter l'explication, nous allons remplacer les branches du clapet étoile par un clapet muni d'un ressort.



3/ ressort - 4/ piston - 5/ clapet à bille - 6/ clapet

1/ Fin de refoulement, début d'aspiration : l'arbre excentré appuie sur le piston ; son rayon va diminuer en fonction de sa rotation, libérant ainsi le piston. Par le mouvement d'étirement assuré par le ressort, une dépression se crée. Le clapet à bille 5 s'ouvre, le liquide est aspiré dans le cylindre.

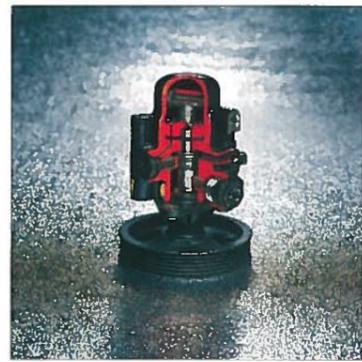
2/ Fin d'aspiration, début de refoulement : le rayon de l'arbre excentré s'accroît au fur et à mesure de la rotation. La poussée sur le piston plaque le clapet 5 contre son siège. Le volume de la chambre diminue et la pression monte. Lorsqu'elle est devenue supérieure à celle du circuit d'utilisation, le clapet 6 s'ouvre et le liquide est refoulé.

**CONSEILS PRATIQUES**

**ATTENTION :** lors de l'échange d'une pompe haute-pression, il est impératif de :

- 1/ desserrer la vis de détente du conjoncteur-disjoncteur,
- 2/ remplir le tube d'aspiration de la pompe de liquide LHM,
- 3/ accoupler le tube d'aspiration,
- 4/ mettre le moteur en marche,
- 5/ serrer la vis de détente du conjoncteur-disjoncteur, dès que l'on sent des pulsations dans le tube de retour.

**Pompe 6+2 pistons Xantia,\* XM\***

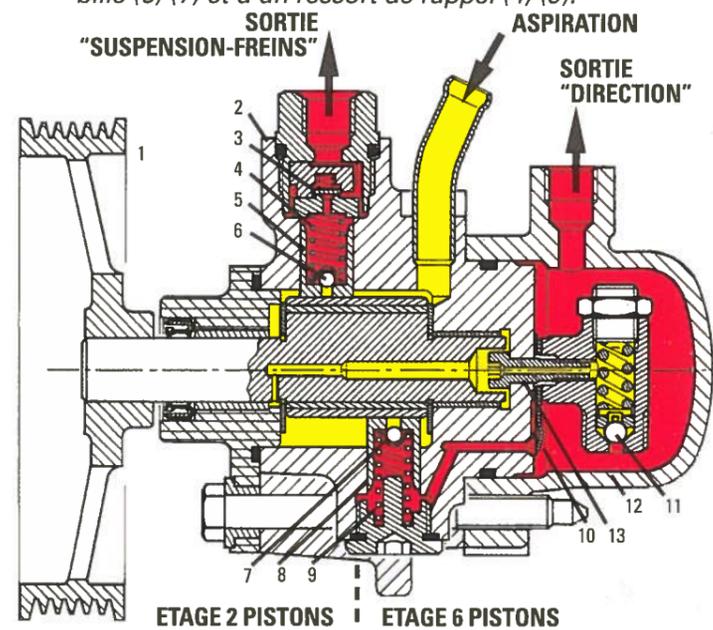


Pompe HP 6+2 pistons.

**Une pompe 6 pistons plus une pompe 2 pistons**

La pompe comporte deux étages de pression :  
 - un étage à 6 pistons pour le circuit de direction ;  
 - un étage à 2 pistons pour le circuit hydraulique principal (suspension-freins).  
 Les 8 pistons qui la composent sont identiques. Répartis sur les 2 étages, ils sont disposés à la périphérie d'un arbre excentré (14). L'arbre est entraîné en rotation par une poulie (1). Chaque piston est équipé d'un clapet à bille (6) (7) et d'un ressort de rappel (4) (9).

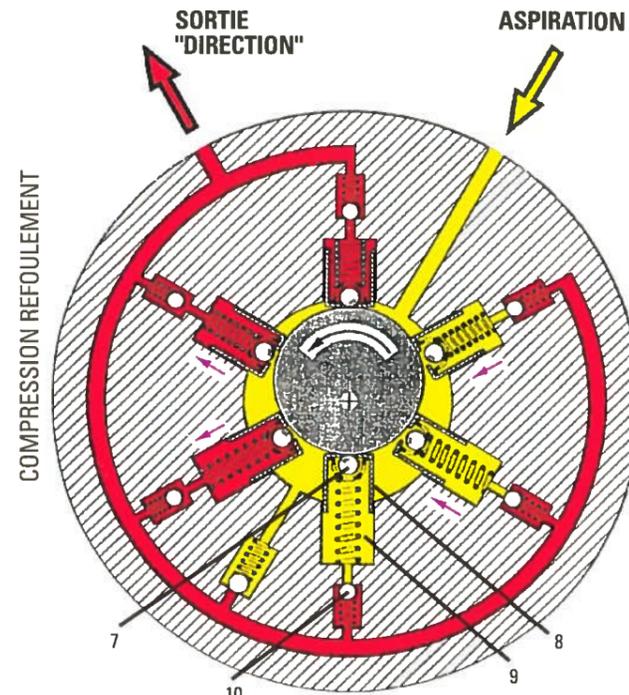
ADMISSION REPLESSAGE



1/ poulie - 2/ corps de pompe - 3/ clapet de refoulement - 4/ ressort - 5/ piston - 6/ clapet - 7/ clapet - 8/ piston - 9/ ressort - 10/ clapet étoile - 11/ clapet de décharge - 12/ cloche - 13/ arbre

**Etage 6 pistons "DIRASS" : un principe de fonctionnement identique, un système de régulation différent.**

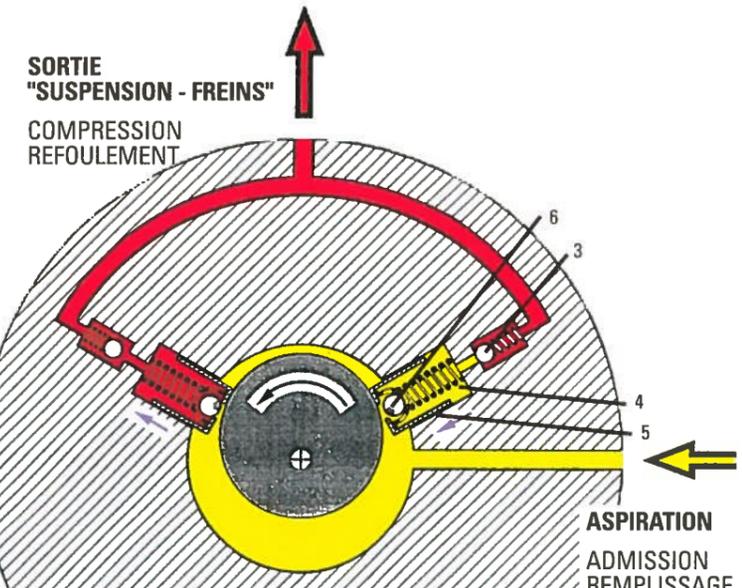
**Remarque :** Afin de faciliter l'explication, nous allons remplacer les branches du clapet étoile par un clapet muni d'un ressort.



9/ ressort - 8/ piston - 7/ clapet à bille - 10/ clapet

Cet étage fonctionne comme la pompe 6 pistons de Xantia. Les six orifices de refoulement communiquent entre eux dans la cloche (12), et sont reliés à la sortie direction.

Par contre, le système de régulation "DIRASS" est particulier : ( voir chapitre "DIRASS") cet étage effectue lui-même sa propre régulation de pression. Lorsqu'il y a surpression dans la cloche (12), le clapet de décharge (11) s'ouvre et renvoie le liquide hydraulique à l'aspiration au travers de la vis (13) et de l'arbre .



4/ ressort - 5/ piston - 6/ clapet à bille - 3/ clapet

Les deux pistons fonctionnent sur le même principe que la pompe à 6 pistons. Les deux orifices de refoulement communiquent entre eux par un conduit dans le corps de la pompe et sont reliés à la sortie "suspensions-freins".

Enfin, c'est le conjoncteur-disjoncteur qui assure la régulation de la pression.

**HISTOIRE**

**Au cœur des fêtes versaillaises : l'eau.**

Quel rapport existe-t-il entre la circulation sanguine et les fontaines de Louis XIV ? Aucune, si l'on ne connaît pas la brillante corrélation qu'en ont établi deux des architectes du roi : le Baron Arnold de Ville et Rannequin Swalem.

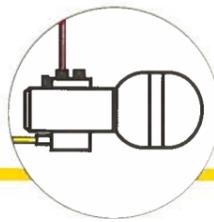
Inspirée du cœur et des artères, la Machinerie de Marly pompait l'eau de la Seine et l'acheminait jusqu'aux bassins du château de Versailles. Qualifiée à l'époque de huitième merveille du monde, elle offrait des spectacles aquatiques "palpitants" mais néanmoins très onéreux. De modifications en modifications, elle perdit au cours du temps de sa singularité pour finalement disparaître en 1966.

**A I D E - M É M O I R E**

- 1/ Une source de pression est composée d'un réservoir, d'une pompe haute-pression, d'un ..... d'un accumulateur et d'une .....
- 2/ On contrôle un niveau hydraulique avec le moteur... ..
- 3/ Dans une pompe haute-pression à 5 pistons, chaque ensemble piston-chemise est muni d'un clapet à bille qui permet ..... du liquide et d'un clapet à ressort qui permet le ..... vers la sortie haute-pression.
- 4/ Pour amorcer une pompe haute-pression, il faut ..... la vis de détente du conjoncteur-disjoncteur.

1/ conjoncteur-disjoncteur - vane de sécurité - 2/ tournant au ralenti - 3/ aspiration - 4/ desserrer

## CONJONCTEUR-DISJONCTEUR



**La pression : oui,  
les excès : non**



Le conjoncteur-disjoncteur intervient chaque fois que :

- la pression dans les circuits ainsi que dans l'accumulateur descend au-dessous de 145 bar, pression minimum nécessaire au fonctionnement correct des organes,
- la pression dépasse 170 bar, pression maximum qui sature le volume de stockage de l'accumulateur.

### Pompe et réservoir : les deux voies de l'équilibre

Analysons en détail le fonctionnement.

Le conjoncteur-disjoncteur se compose de :

- T1 : Tiroir de disjonction et son ressort R1 taré pour une pression de 170 bar (disjonction : la pompe arrête de débiter dans le circuit d'utilisation) ;
- T2 : Tiroir de conjonction et son ressort R2 taré pour une pression de 145 bar (conjonction : la pompe commence à débiter dans le circuit utilisation) ;
- La chambre de conjonction B ;
- La chambre A (reliée à l'accumulateur) ;
- La chambre de disjonction D (reliée au réservoir) ;
- Le clapet anti-retour C ;
- La vis de détente V.

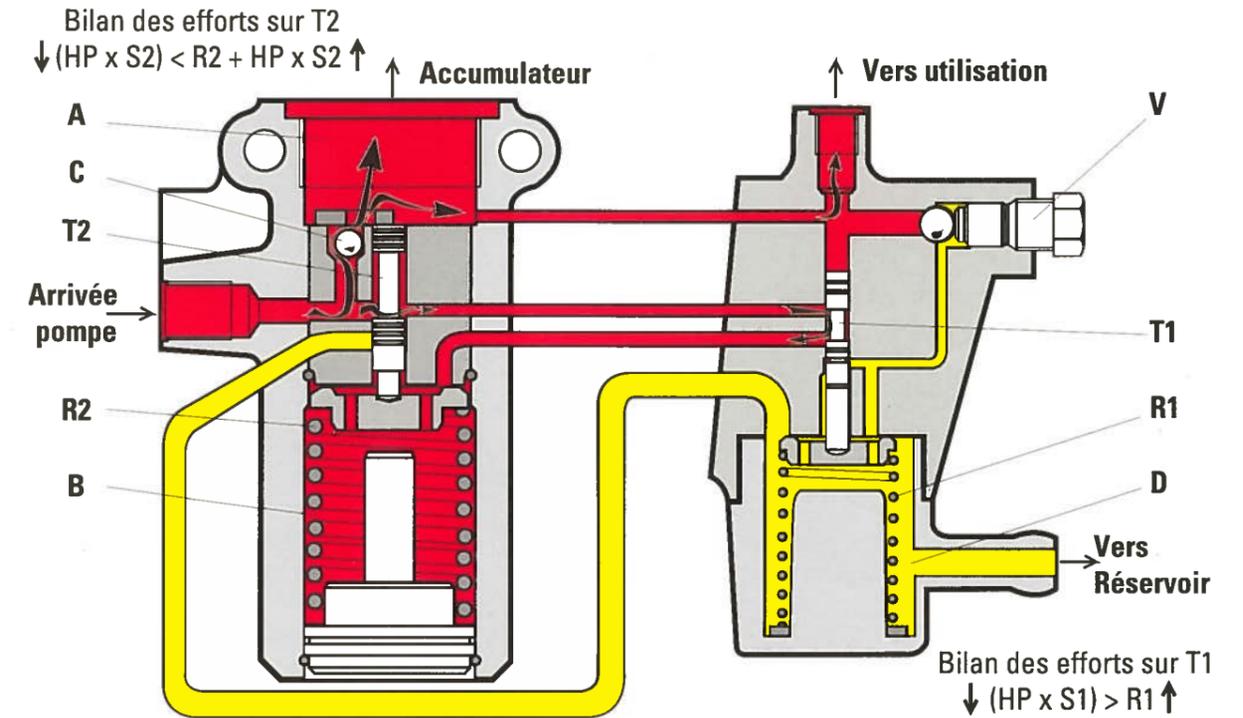
**Remarque :** pour faciliter la compréhension du système, nous utiliserons des schémas représentant les 2 tiroirs séparés.

#### - Phase de conjonction :

La pression est **inférieure à 170 bar**. Le liquide arrive de la pompe, soulève le clapet C, monte en pression dans la chambre A (accumulateur). Du liquide à la pression de la chambre A peut aller à l'utilisation.

Le tiroir T1 est soumis d'un côté à la haute-pression, et de l'autre au ressort. Celui-ci étant taré pour 170 bar, le tiroir est en position haute. Il y a communication entre l'arrivée de la pompe et la chambre B.

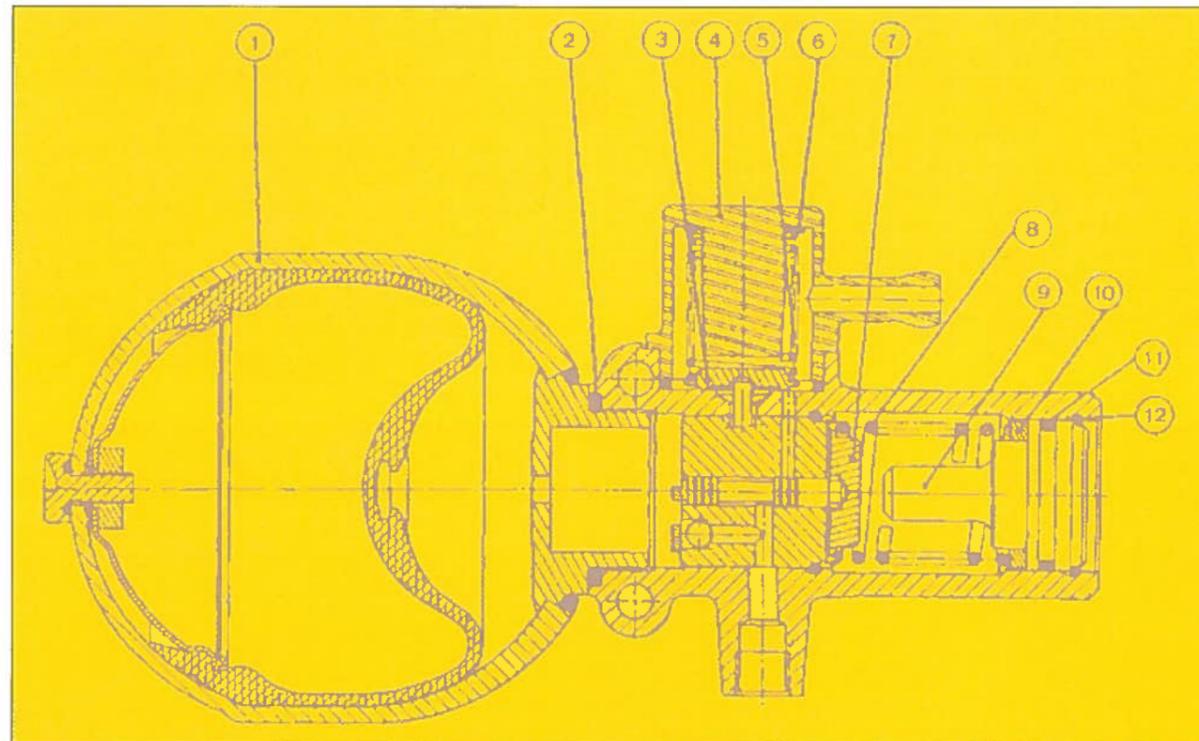
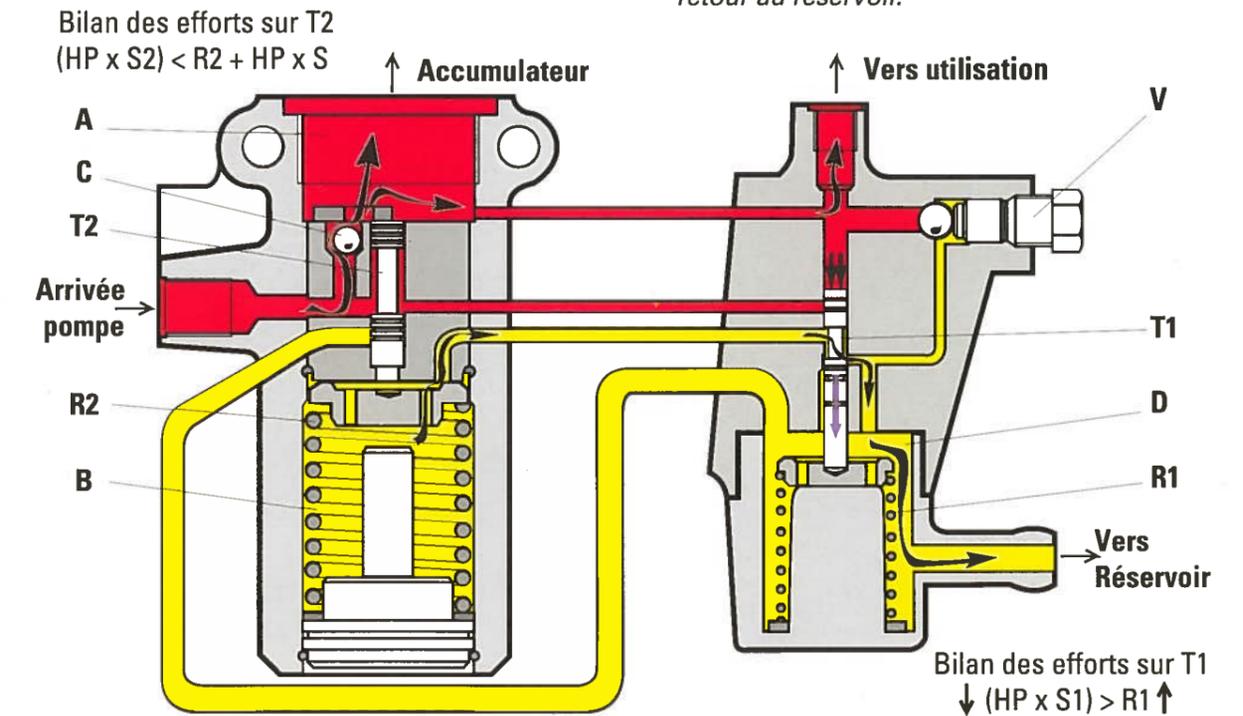
Le tiroir T2 est soumis, d'un côté à la haute-pression, et de l'autre, à la haute-pression et au ressort. Il reste lui aussi en position haute. L'arrivée de la pompe est isolée du retour au réservoir.



#### - Phase intermédiaire :

La pression dans l'accumulateur et dans les circuits d'utilisation devient légèrement supérieure à 170 bar, **la disjonction se prépare**.

Cette pression élevée fait baisser le tiroir T1. Celui-ci isole la chambre B de la haute-pression et la met en communication avec le retour au réservoir.

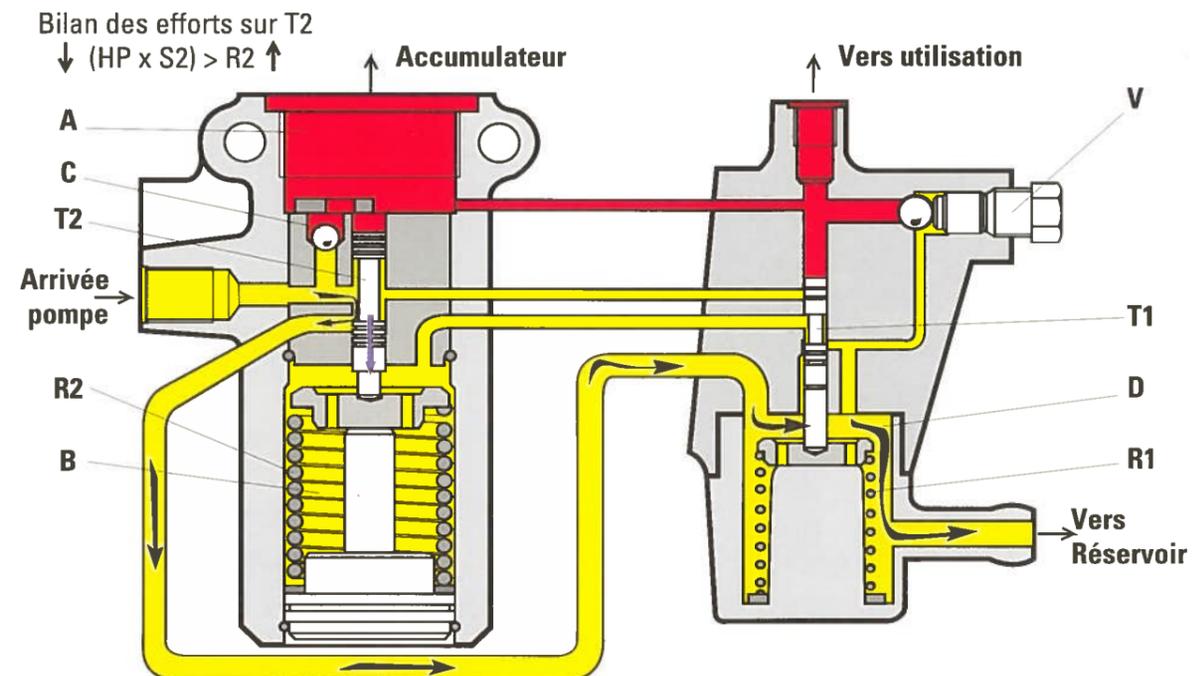


- |                           |                                |                           |                                 |
|---------------------------|--------------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| 1/ accumulateur principal | 4/ logement de ressort         | 7/ coupelle de ressort    | 10/ cales de réglage du ressort |
| 2/ joint carré            | 5/ ressort de disjonction      | 8/ ressort de conjonction | 11/ joint torique               |
| 3/ embase de ressort      | 6/ cales de réglage du ressort | 9/ bouchon de ressort     | 12/ jonc d'arrêt                |

### Phase de disjonction :

La pression est encore légèrement **supérieure à 170 bar**. La chambre B est maintenant à la pression atmosphérique. Le tiroir T2, soumis à une haute-pression supérieure à 170 bar d'un côté et, à un ressort taré pour 145 bar

de l'autre, descend. L'arrivée de la pompe débite alors directement dans le réservoir. Le clapet C se ferme. L'utilisation est ainsi isolée. **C'est la disjonction.**

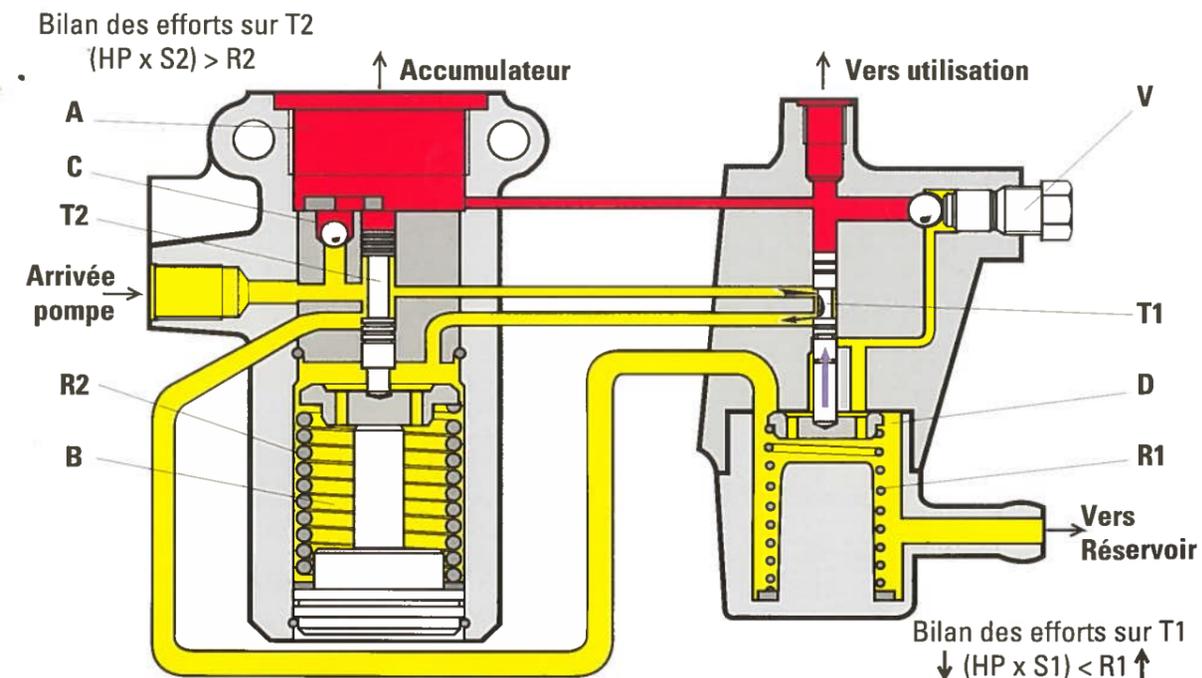


### - Phase intermédiaire :

La pression, à l'utilisation, diminue (consommation des divers éléments). Elle devient **inférieure à 170 bar**, et T1 remonte. Quand la pression dans l'accumulateur redeviendra inférieure à 145 bar, le tiroir T2 remontera et on reviendra en phase de conjonction. La

pompe referra le plein de l'accumulateur en liquide hydraulique.

**Remarque :** la vis de détente V permet de faire chuter la pression dans les circuits en mettant en liaison l'accumulateur et le réservoir.



## CONSEILS PRATIQUES

### Le contrôle de la pression de disjonction.

Serrez la vis de détente "V"

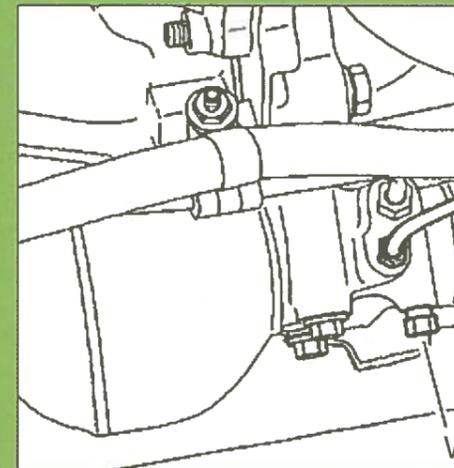
Mettez le moteur en marche.

Le manomètre doit atteindre la pression de disjonction, 170 (-5+5) bar.

### Le contrôle de la pression de conjonction.

Lorsque la disjonction s'est produite, desserrez légèrement la vis de détente "V".

Le manomètre descend lentement pour atteindre la pression de conjonction-disjonction, 145 (-5; +5) bar, puis remonte.



### Fabrication de précision.

Nous vous parlions dans le cahier 1, des exploits technologiques réalisés quotidiennement par le centre de production d'Asnières dans l'usinage et l'assemblage des organes hydrauliques au micron près (0,001 millimètre). Regardons en détail et ... en photo, deux étapes importantes de fabrication. C'est grâce à cette **rectifieuse cylindrique extérieure**, que s'effectue la dernière opération de fabrication des pistons de la pompe six et six + 2. Elle permet d'assurer les conditions dimensionnelles et géométriques idéales (coaxialité, concentricité, cylindricité...) ainsi qu'un état de surface parfaitement lisse. La partie gauche se compose de deux meules entre lesquelles se glisse la pièce acheminée sur des rails. Grâce à l'écran de droite, il est possible de contrôler et de visualiser l'écartement des meules.



La rectifieuse cylindrique extérieure

La machine à aléser le corps de pompe

**La machine à aléser le corps de pompe** permet quant à elle, d'assurer les super-finitions de l'emplacement des pistons dans la pompe. Le degré de finition est, bien sûr, aussi performant pour ces deux pièces complémentaires : le micron.



## L'ACCUMULATEUR PRINCIPAL



### Une réserve de pression

L'accumulateur principal est un réservoir. Il conserve sous-pression le liquide hydraulique débité par la pompe haute-pression. La sphère qui le compose est séparée en deux par une membrane déformable. Une partie est remplie d'azote sous-pression, l'autre, reliée à la sortie "accumulateur" du conjoncteur-disjoncteur, reçoit le liquide sous-pression. La capacité totale de l'accumulateur est de 400 cm<sup>3</sup>.

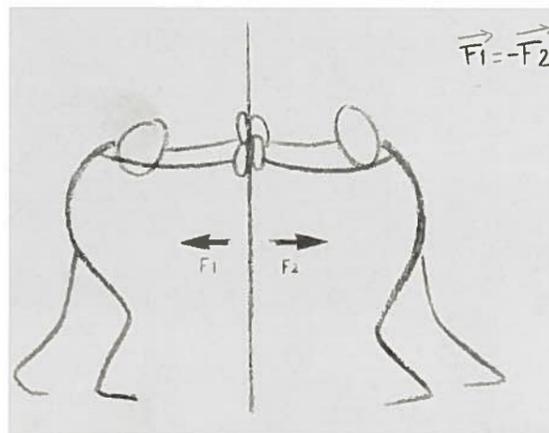
### Gros plan sur l'accumulateur.

La sphère est en tôle emboutie sur laquelle est soudée une **embase usinée**. La **membrane** est fixée entre la paroi de la sphère et une **plaque de maintien**. Une coupelle en plastique est solidaire de la membrane. La membrane a pour unique rôle de séparer les deux fluides.

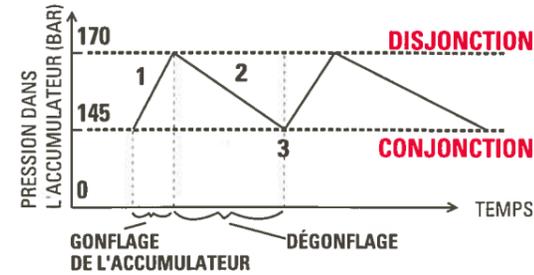
L'azote est introduit par le **bouchon de remplissage**. En l'absence de liquide, ce gaz occupe tout le volume. La membrane est alors entièrement plaquée contre la paroi de la sphère, et la coupelle repose sur le trou de l'embase. La pression qui règne alors est la **pression de tarage** (pression du gaz à vide). Cette valeur pour la Xantia est de 62 bar (+ 2 bar; - 32 bar). Elle est indiquée sur la sphère, à côté du bouchon de remplissage par un **chiffre poinçonné**.

### Quelques rappels ...

- le liquide hydraulique est un fluide incompressible,
- le gaz est un fluide compressible et peut être conservé sous-pression,
- principe des actions mutuelles : un corps exerce une force sur un autre corps. Ce dernier exerce une force égale et directement opposée sur le premier. Les corps sont alors en état d'équilibre.



### ... Pour comprendre le fonctionnement de l'accumulateur



1/ Le liquide sous-pression entre dans l'accumulateur, appuie sur la membrane et comprime le gaz jusqu'à ce que les deux fluides soient soumis à une pression de valeur identique. La membrane atteint alors un état d'équilibre.



2/ Lorsque le liquide sort de l'accumulateur (pour répondre à la demande de liquide sous-pression due au fonctionnement d'un organe hydraulique), le volume qu'il occupait diminue, ainsi que la pression. Le gaz comprimé se détend, augmente de volume et compense ainsi ces variations jusqu'à ce que la membrane atteigne une nouvelle position d'équilibre.

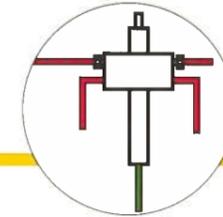
3/ En l'absence de pression hydraulique, l'azote occupe tout le volume de la sphère et la membrane est plaquée sur la paroi.



### Trois avantages pour une souplesse de fonctionnement.

- **Rapidité** : l'accumulateur libère du liquide sous-pression dès qu'une demande se fait sentir.
- **Relai** : en réinjectant automatiquement du liquide dans le circuit d'utilisation, l'accumulateur permet à la pompe de se mettre au repos et évite de fréquentes conjonctions/disjonctions (voir chapitre "conjoncteur-disjoncteur").
- **Constance** : grâce à la précision qu'offre un stockage sous-pression, l'accumulateur ôte le risque de choc hydraulique dans l'utilisation.

**Remarque** : ces avantages n'incombent pas à l'accumulateur pris isolément, mais au couple accumulateur-conjoncteur-disjoncteur (voir chapitre suivant).



## LA VANNE DE SÉCURITÉ

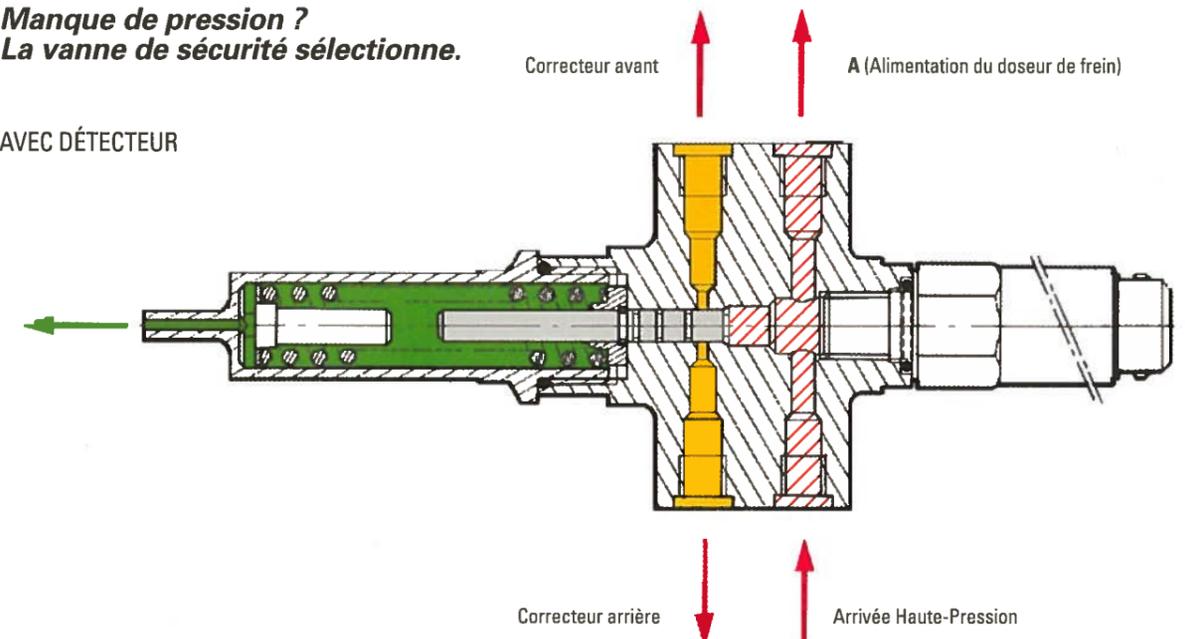
### Priorité sécurité

Obligatoire depuis 1977, la vanne de sécurité intervient en cas de défaillance du circuit hydraulique. Elle privilégie l'alimentation en liquide sous-pression, des organes dont le fonctionnement conditionne la **sécurité des passagers** : le système de freinage avant ou l'assistance de la direction à efforts variables en fonction de la vitesse.

Cette priorité est effectuée aux dépens des circuits de suspension avant et arrière, alors isolés de la source principale.

### Manque de pression ? La vanne de sécurité sélectionne.

AVEC DÉTECTEUR



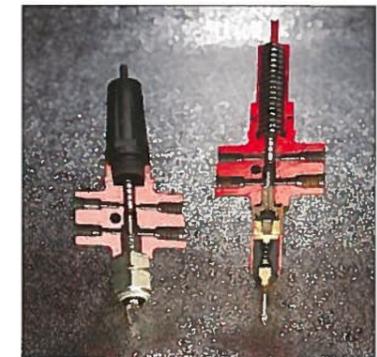
### CONSEILS PRATIQUES

Afin d'effectuer une rapide vérification de fonctionnement de la vanne de sécurité, vous devez :

- laisser tourner le moteur, commande de hauteur en position haute, jusqu'à la disjonction,
- arrêter alors le moteur et ouvrir la vis de détente du conjoncteur-disjoncteur. Si le véhicule ne s'affaisse pas, la vanne de sécurité fonctionne.

### L'azote de A à Z.

L'azote est un corps simple (une seule molécule notée N) et un gaz bien discret : incolore, inodore, peu réactif à la température ordinaire. Ni combustible, ni carburant, il ne fait pas parler de lui. Pourtant, 80% de l'air qu'on respire est composé d'azote. Cela est d'autant plus étonnant lorsqu'on sait que notre précieux oxygène, lui, ne représente que 19% (le 1% restant contient des gaz rares comme le fréon, le néon, l'argon etc...).



La vanne comporte quatre voies dont deux alimentent les correcteurs de hauteur des suspensions avant et arrière, la troisième, le freinage ou la direction assistée DIRAVI, et la dernière reçoit l'arrivée de la haute-pression.

Lorsque le circuit d'utilisation est en sous-pression, la force du ressort qui actionne le tiroir devient supérieure à celle qu'exerce la pression. Le tiroir se déplace alors de façon à obturer les orifices d'alimentation des correcteurs de hauteur. L'accumulateur débite sa réserve de liquide sous-pression qui va directement aux circuits de freinage avant et de direction assistée à efforts variables en fonction de la vitesse. Cette pression est suffisante pour effectuer des manœuvres d'urgence.

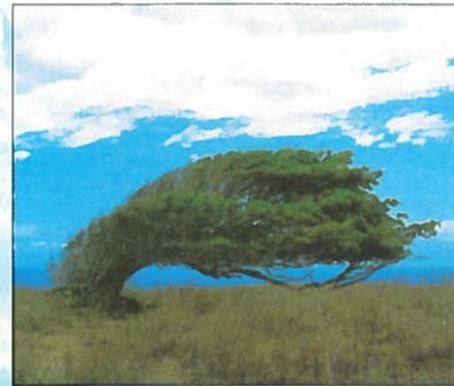
### La vanne et les fuites.

Afin d'éviter toute perte de liquide, les éventuelles fuites entre le tiroir et le corps de la vanne sont récupérées et canalisées vers le réservoir.

### L'alerte au conducteur

Un détecteur ( BX, Xantia), ou un mano contact de pression est monté sur la vanne. Il permet d'allumer une lampe témoin rouge sur le tableau de bord, signifiant l'arrêt immédiat du véhicule. C'est le mouvement du tiroir de la vanne, au moment où la pression minimale est atteinte, qui va actionner le détecteur.

COIN EXPERT



Arbre couché par le vent

### Qui sème la pression, récolte la tempête !

Tramontane, Sirocco, Zéphyr, Mistral, ces noms chantants évoquent plus facilement des régions que des pressions ! Mais les vents, d'où qu'ils viennent, sont toujours des déplacements de masses d'air. Chaudes ou froides, denses ou non, celles-ci se rencontrent, s'affrontent et de leurs différences naissent des variations de pression. Appels d'air, reflux, dépressions, tout alors devient mouvements, qui engendreront à leur tour d'autres mouvements...



Témoins lumineux s'allument simultanément sous l'effet du détecteur de la vanne.

## A I D E - M É M O I R E

1/ Dans un joncteur-disjoncteur, il y a ..... lorsque la pompe alimente l'accumulateur en liquide sous-pression et il y a ..... lorsqu'elle débite vers le réservoir.

2/ Dans un accumulateur principal, le liquide hydraulique est maintenu .....

3/ Le gaz que renferme l'accumulateur principal est de ..... qui constitue par ailleurs ..... % de l'air que l'on respire.

4/ La pression du liquide hydraulique dans l'accumulateur est ..... à la pression du gaz, de l'autre côté de la membrane.

5/ A la sortie du joncteur-disjoncteur, la pression du liquide dans l'accumulateur oscille entre ..... bar et ..... bar.

6/ La vanne de sécurité alimente en priorité en liquide sous-pression les fonctions de sécurité c'est-à-dire le système de freinage ..... et .....

1/ conjonction - 2/ sous-pression - 3/ l'azote - 4/ égale - 5/ 145 - 170 - 6/ avant - la direction assistée à efforts variables en fonction de la vitesse

## CONSEILS PRATIQUES

### - Fuites d'azote dans l'accumulateur ?

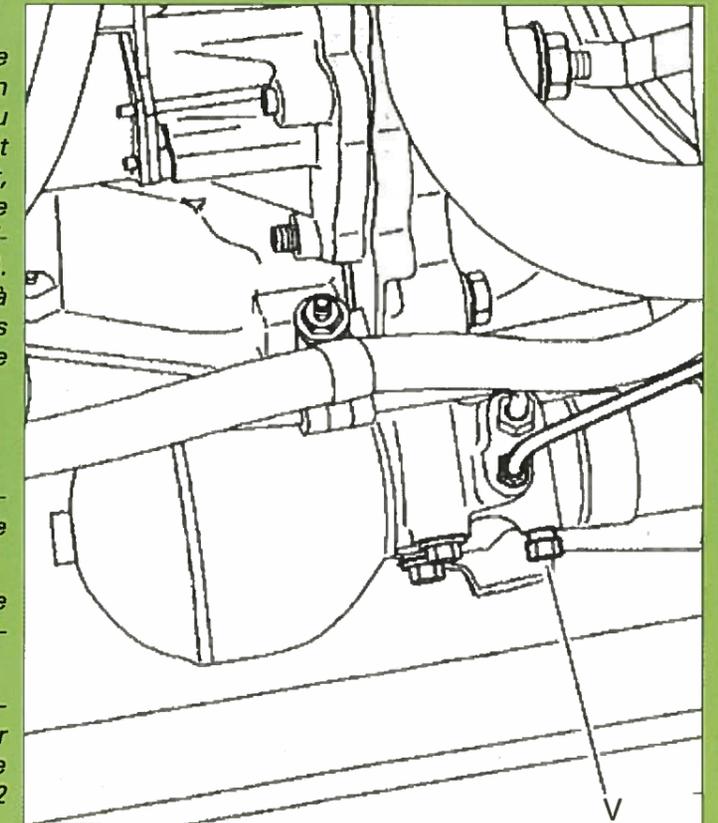
Lorsque des fuites occasionnent le dégonflement de l'accumulateur, on observe un claquement fréquent du joncteur-disjoncteur correspondant aux déplacements des tiroirs. En effet, il suffira de faire pénétrer peu de liquide dans l'accumulateur pour arriver à la valeur de disjonction (170 bar). Inversement, on arrivera rapidement à la valeur de conjonction (145 bar) sans avoir pu consommer beaucoup de liquide.

### - Contrôlez la pression de tarage !

La pression de conjonction ou de disjonction étant atteinte, arrêtez le moteur

Desserez légèrement la vis de détente "V" pour créer une chute lente et régulière de la pression.

A partir d'une certaine valeur, la pression chute brusquement. Cette valeur indique la pression de tarage de l'accumulateur principal : 62 bar (+2 bar ; -32 bar).



### Un équilibre surprenant.

Selon les forces mises en jeu, un équilibre peut parfois se présenter sous des formes à priori illogiques : prenons le cas d'un verre d'eau rempli à ras bord. La surface n'est pas plane comme on pourrait s'y attendre mais bombée. On en déduit donc que le volume de l'eau est supérieur au volume que peut contenir son récipient.



L'explication de ce phénomène se situe à un niveau moléculaire : les composants de l'eau sont tous polarisés + ou - selon leur nature. Ils tissent entre eux des interactivités et s'organisent en fonction de leurs attractions. Or, les liaisons sont très différentes de celles qui peuvent exister dans l'air. Tant que la force intra-moléculaire est supérieure ou égale aux forces contraires (attraction terrestre, pression de l'air) ces molécules vont rester solidaires. Mais cet équilibre a ses limites : il suffira d'ajouter une larme d'eau et se déversera du verre une quantité de liquide bien supérieure à celle contenue dans la petite goutte fatidique...

### Lacs artificiels : de l'énergie en stock.



Si l'usine marémotrice de La Rance fait tourner ses turbines au gré du flux et du reflux des marées bretonnes, il s'agit là d'un cas particulier, unique au monde. Les autres centrales hydrauliques sont généralement construites sur des fleuves. Afin de pourvoir aux aléas saisonniers des baisses de niveaux d'eau comme aux périodes de pointe, elles ont besoin d'un recours, d'une réserve. Voilà tout l'intérêt des lacs artificiels formés derrière les barrages. En quelques minutes, ils peuvent délivrer l'eau nécessaire à fournir le surcroît d'électricité. Ils permettent ainsi une régulation souple et rapide de la distribution d'électricité.