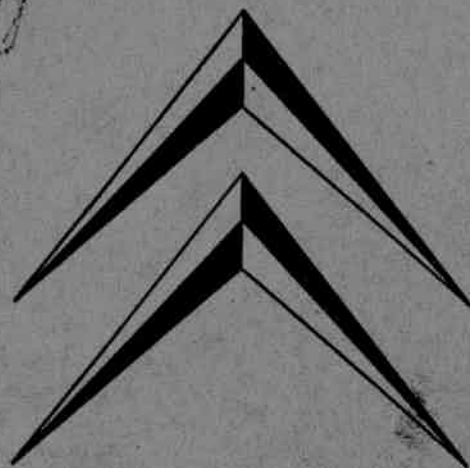


SUPER CONTROLE
E. M. A. C.



VÉHICULES D

Aide-Mémoire du Cours Hydraulique

JANVIER 1968

CONSEILS PRATIQUES DE RÉPARATION

**DESCRIPTION ET PRINCIPE DE
FONCTIONNEMENT DES ORGANES
HYDRAULIQUES :**

DISPOSITION GÉNÉRALE DES CIRCUITS

1 →

SOURCE DE PRESSION

2 →

SUSPENSION

3 →

DISTRIBUTEUR ET RÉGULATEUR DE PRESSION

4 →

FREINAGE

5 →

DIRECTION

6 →

**COMMANDE HYDRAULIQUE DES VITESSES ET
D'EMBRAYAGE**

7 →

8 →

CONSEILS PRATIQUES
DE REPARATION

<http://bk23.free.fr/>

I - PROPETE.

Le fonctionnement correct de la partie hydraulique du véhicule, exige une propreté absolument parfaite du liquide et des organes hydrauliques.

1) Propreté du travail :

Avant toute intervention, la pose de protections est indispensable :

- housses en toile ou simili sur les ailes avant, les panneaux intérieurs de portes et les sièges,
- gaine de protection sur le volant de direction,
- housses de protection sur les garnitures de longerons (DS PALLAS).

2) Propreté des organes :

Pour éviter d'introduire des impuretés dans les organes, il faut :

a) avant démontage :

- nettoyer soigneusement la zone de travail,
- nettoyer à l'alcool (liquide LHS 2) ou à l'essence (liquide LHM) les raccords et les extrémités des tuyauteries à débrancher.

b) après démontage :

- obturer les orifices des organes et tubes métalliques à l'aide de bouchons spéciaux vendus par le Service des pièces détachées,
- protéger les brides raccords des faisceaux de tubes à l'aide de papier adhésif; procéder de même pour les tuyauteries en matière plastique,
- placer un bouchon (goupille cylindrique par exemple) sur les tuyauteries caoutchouc.

c) au remontage :

- nettoyer à l'alcool (liquide LHS 2) ou à l'essence (liquide LHM) puis souffler à l'air comprimé les tuyauteries et les raccords remplacés.
- n'enlever les bouchons de protection qu'au dernier moment.

3) Propreté du liquide :

Ne pas réemployer du liquide ayant déjà servi.

II - DIFFERENTS TYPES DE TUYAUTERIES.

1) Tuyauteries métalliques :

Il existe deux dimensions de tuyauteries :

- \emptyset extérieur = 4,5 mm
- \emptyset extérieur = 6,35 mm

- N'utiliser que des tuyauteries d'origine. A l'exception de celles traversant le longeron, les tuyauteries sont livrées en forme, prêtes à être posées.
- Les tuyauteries essayées sous pression sont repérées par une bague de couleur, Rouge pour les liquides LHS 2 et Verte pour les liquides LHM. Elles doivent être montées sur les véhicules fonctionnant avec les liquides correspondants.
- Aucune réparation n'est admise pour des raisons de sécurité et de bon fonctionnement (exemple : soudure, manchonnage, raccordements divers etc ...).

2) Tuyauteries plastique :

- Ces tuyauteries sont utilisées pour les retours de fuites (exemple : cylindres de suspension, correcteurs de hauteur etc...) et pour la canalisation d'essence.
- Il est possible de réparer ces tuyauteries par manchonnage, à la condition que la tuyauterie ne comprenne pas plus de deux manchons distants d'au moins 800 mm. Le manchon doit être collé et la jonction ainsi réalisée doit être étanche à l'air sous une pression de 5 bars.
- La colle à utiliser est la colle RILSAN. Elle est vendue par les Etablissements BOYRIVEN, 37 bis Avenue de Villiers - NEUILLY-SUR-SEINE.

3) Tuyauteries caoutchouc :

Ces tuyauteries sont utilisées pour les retours (échappement) de liquide des organes, l'aspiration de la pompe au réservoir et certains retours de fuites.

- Toutes ces tuyauteries sont repérées (Vert ou Rouge) en fonction du liquide utilisé (LHM ou LHS 2).

III - STOCKAGE DES ORGANES.

Les organes doivent être stockés pleins de liquide et bouchonnés, à l'abri de la poussière et des chocs. Limiter au maximum la durée du stockage des pièces en magasin.

Les joints et tuyauteries caoutchouc doivent être conservés à l'abri de la poussière, de la lumière et de la chaleur.

IV - DIFFERENTS SYSTEMES D'ETANCHEITE.

1) Etanchéité par collier de serrage :

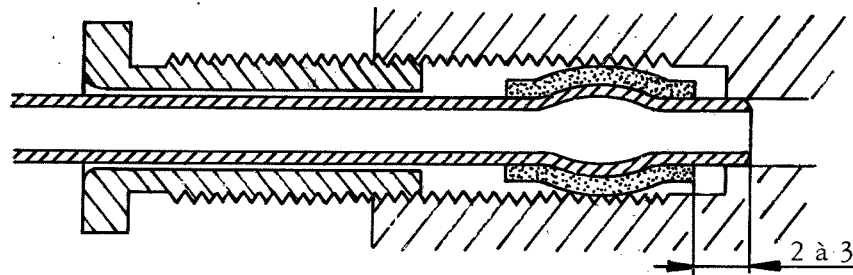
Ce montage concerne les tuyauteries caoutchouc sur tuyauteries et raccords en acier ou en matière plastique.

Au cours du montage :

- interposer sous le collier un anneau de protection,
- éviter de couper l'extrémité de la tuyauterie.

2) Garnitures caoutchouc :

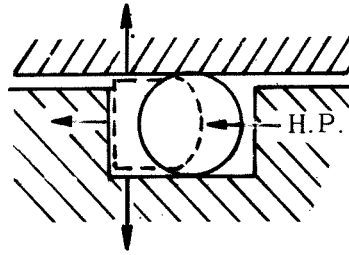
Elles assurent l'étanchéité au montage des tuyauteries en acier sur les organes hydrauliques et raccords.



- L'étanchéité est assurée par la déformation du joint sous l'action de la pression.
- Les garnitures sont à remplacer à chaque démontage.
- Ne pas oublier de retirer l'ancien joint puis de nettoyer l'alésage avant de remonter.
- Mettre en place la garniture sur le tube. La placer à sec et en retrait de 2 mm environ de l'extrémité du tube. Centrer le tube dans l'alésage et s'assurer qu'il pénètre à fond.
- La déformation annulaire du tube le maintient en place.
- Faire prendre l'écrou à la main et le serrer modérément.

Les garnitures fonctionnant au liquide LHS 2 sont repérées en rouge.
Celles fonctionnant au liquide LHM sont repérées en vert.

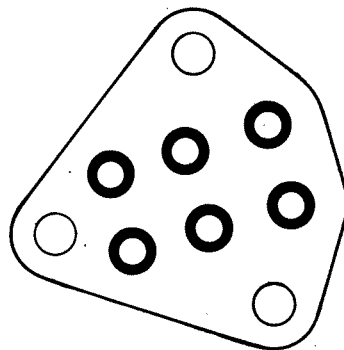
3) Joints toriques.



- L'étanchéité est assurée par la déformation du joint sous l'action de la pression. Pour que la pression puisse s'exercer, le \varnothing du tore est inférieur à la largeur de la gorge et supérieur à sa profondeur.
 - Trois types de joints : Joints repérés en rouge pour liquide LHS 2
Joints repérés en vert pour liquide LHM
Joints repérés en blanc pour les liquides LHS 2 et LHM.
 - Les joints Blancs ne sont utilisés que pour les étanchéités entre des pièces fixes.
- Le repère du joint doit toujours être monté du côté arrivée de pression.

4) Plaquettes joints :

Elles se trouvent à l'accouplement d'un faisceau de tuyauteries sur un organe ou sur un autre faisceau.



- A la mise en place, s'assurer que les trous de passage du liquide sur la plaquette correspondent à ceux des brides.
- Les plaquettes et les joints sont vendus séparément.
- Les joints sont repérés en Blanc et se montent indifféremment sur les véhicules fonctionnant aux liquides LHS 2 ou LHM. Ils sont à remplacer à chaque démontage.

5) Joints TEFLON.

- Ils assurent l'étanchéité entre des pièces soumises à de grands déplacements ou à des déplacements fréquents. (Ex. : Cde de crémaillère, cylindre de suspension ...).
- Les joints Téflon se montent quel que soit la nature du liquide du circuit hydraulique.

6) Identification des joints :

- Des fiches d'atelier, fournies par le Service des pièces détachées indiquent avec précision quels joints (Vert, Rouge ou Blanc) doivent être montés lors d'une réparation ou de la révision d'un organe hydraulique.

V - LIQUIDES.

Deux liquides utilisés :

1) Liquide LHS 2 (Depuis Septembre 1964).

Ce liquide est incolore et son odeur rappelle l'ammoniaque. Il ne doit pas être utilisé sur les véhicules dont les freins sont commandés par maître-cylindre (détérioration des coupelles caoutchouc).

Depuis {Septembre 1966, il est utilisé uniquement sur les véhicules Types USA et Canada. *La Décembre 1968*
Fournisseurs : (voir N.T. 29-D).

2) Liquide LHM (Depuis Septembre 1966).

Ce liquide est de couleur verte. Il est à base d'huile minérale et s'apparente à de l'huile moteur.

Le liquide LHM est aussi utilisé sur les véhicules N et P.
Fournisseurs : (voir N.T. 76-D).

3) Contenance des circuits :

DS = 6 l. environ
ID = 5 l. environ
entre le mini et le MAXI = 1 litre

4) Vidange des circuits :

Une vidange est souhaitable tous les 30.000 km.
Vidanger après avoir ramené le maximum de liquide au réservoir (suspension en position basse, accumulateurs principal et de frein vidés).

5) Nettoyage du filtre :

Le nettoyage du filtre doit être impérativement effectué tous les 10.000 km. (Un filtre colmaté entraîne un mauvais fonctionnement du dispositif hydraulique).

Le filtre doit être nettoyé à l'alcool (pour liquide LHS 2) ou à l'essence (pour liquide LHM) puis soufflé à l'air comprimé.

6) Conseils en cas de mélange de liquides. Note d'information 32 et 72

Un mélange accidentel de liquide du circuit hydraulique (LHM dans LHS 2 ou inversement) entraîne une détérioration rapide de toutes les pièces caoutchouc (joints, membranes, etc...). Le degré de cette détérioration est fonction des proportions du mélange et du temps de fonctionnement du véhicule avec ce mélange.

1°/ En cas de mélange récent et si le fonctionnement du système hydraulique ne présente pas d'anomalie, vidanger le réservoir après y avoir ramené le plus de liquide possible. Ensuite, rincer à l'héxylène-glycol pour les véhicules fonctionnant au LHS 2 et à l'huile de rinçage moteur, l'huile de vaseline ou du LHM pour les véhicules fonctionnant au LHM. Vérifier les blocs pneumatiques, ainsi que l'accumulateur principal en vérifiant l'état des membranes, puis contrôler leurs pressions de tarage ainsi que celle de l'accumulateur de freins. Remonter les ensembles.

Refaire le plein du réservoir, purger longuement le circuit de freins sans réutiliser le liquide qui coule. Puis vérifier la souplesse de la suspension ainsi que le comportement du véhicule au freinage.

S'assurer pendant une semaine d'utilisation du comportement du véhicule (suspension-freins).

Après deux semaines d'utilisation, vidanger de nouveau le circuit et purger le circuit de freinage.

2°/ Dans le cas où le véhicule a fonctionné longuement avec un mélange de liquide, on constate des anomalies dans le comportement des organes hydrauliques. La plupart des caoutchoucs sont détériorés. Déposer alors tous les organes hydrauliques et changer tous les joints et caoutchoucs.

Changer les accumulateurs principal et de freins ainsi que les sphères de suspension.

Rincer tous les organes et tuyauteries à l'essence puis à l'alcool pour les véhicules fonctionnant au LHM et à l'alcool, à l'essence puis de nouveau à l'alcool pour les véhicules fonctionnant au LHS 2. Dans les deux cas, souffler à l'air. Changer tous les tubes et pare-poussières en caoutchouc.

NOTES PERSONNELLES

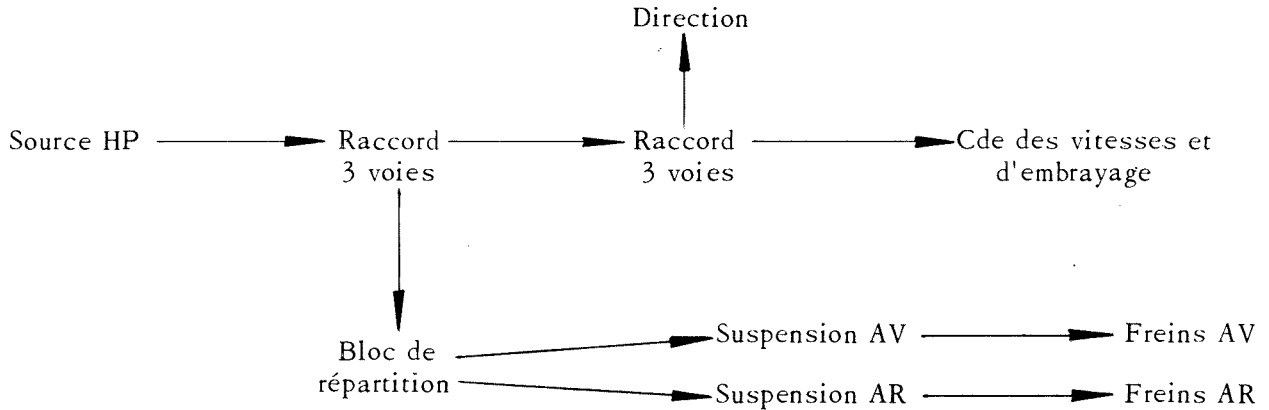
DISPOSITION GENERALE DES CIRCUITS HYDRAULIQUES

DISPOSITION GENERALE DES CIRCUITS HYDRAULIQUES

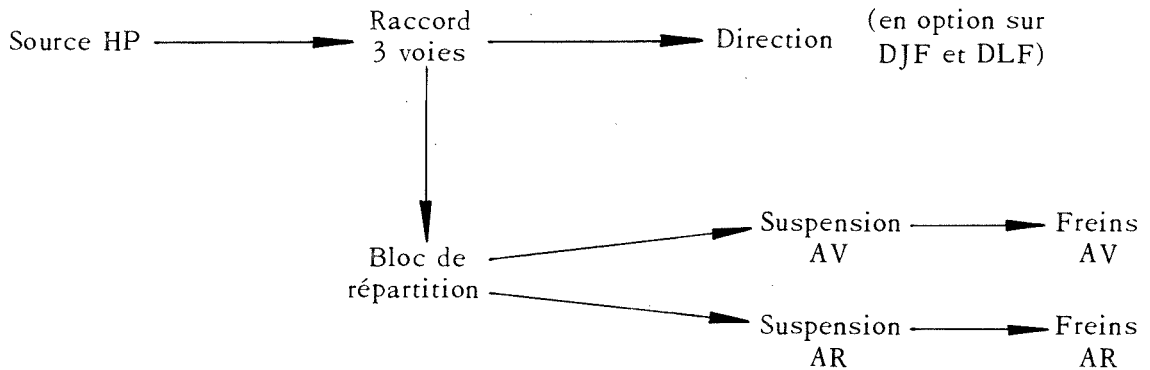
- Pour assurer l'assistance ou la commande des différents organes mécaniques, tous les véhicules disposent d'un circuit semblable appelé «SOURCE DE PRESSION».
- La disposition générale des circuits est toutefois différente suivant les organes mécaniques à assister ou à commander.

Schémas simplifiés des circuits :

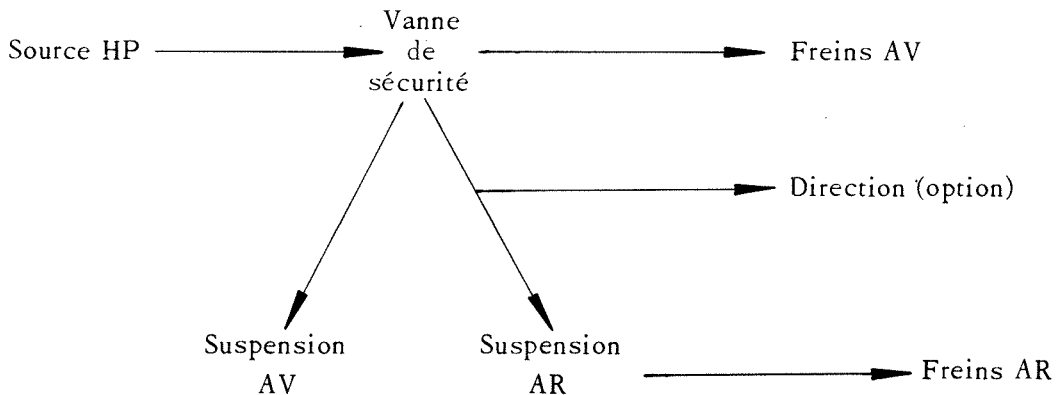
- Circuit DS 21 et DS 19 A (DX-DY) *jusqu'à Décembre 1967*



- Circuit DS 21 M - DS 19 MA - Breaks 21 et 19 A (DJ-DL-DJF-DLF) *jusqu'à dec 67*



- Circuit ID 19 B (DV) 1020 DT



NOTES PERSONNELLES

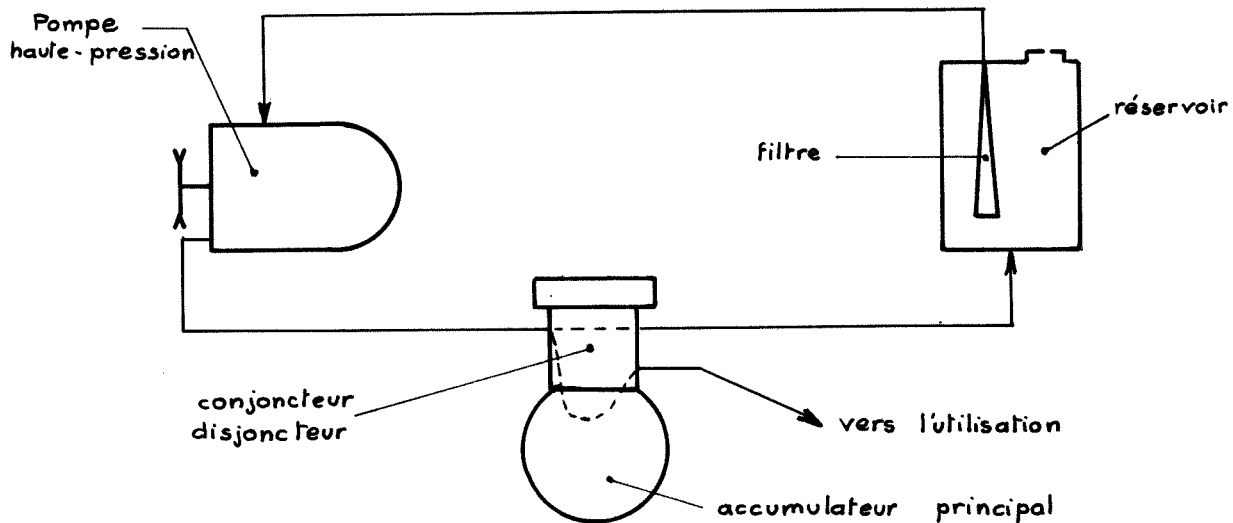
SOURCE DE PRESSION

<http://bk23.free.fr/>

SOURCE DE PRESSION

I - DISPOSITION DU CIRCUIT.

- Les organes constituant la source de pression sont :
 - Le réservoir hydraulique
 - La pompe haute pression
 - Le conjoncteur-disjoncteur
 - L'accumulateur principal



- Pour assurer un fonctionnement correct des organes hydrauliques, une pression minimum doit être maintenue dans les circuits d'utilisation.
Pour éviter l'arrêt et la mise en route de la pompe à chaque demande de liquide sous pression, on «stocke» un certain volume de liquide à une pression supérieure à la pression minimum.
- Pendant tout le temps où la pression reste comprise entre la pression de stockage et la pression minimum, la pompe continue à débiter mais sans pression, directement au réservoir, c'est le temps de repos de la pompe.
- Le «stockage» du liquide sous pression est assuré par l'accumulateur principal.
- Les pressions minimum et maximum sont obtenues par le conjoncteur-disjoncteur qui dirige le débit de la pompe :
 - soit vers l'accumulateur principal (débit sous pression)
 - soit vers le réservoir (débit sans pression)

II - RESERVOIR.

1) Description :

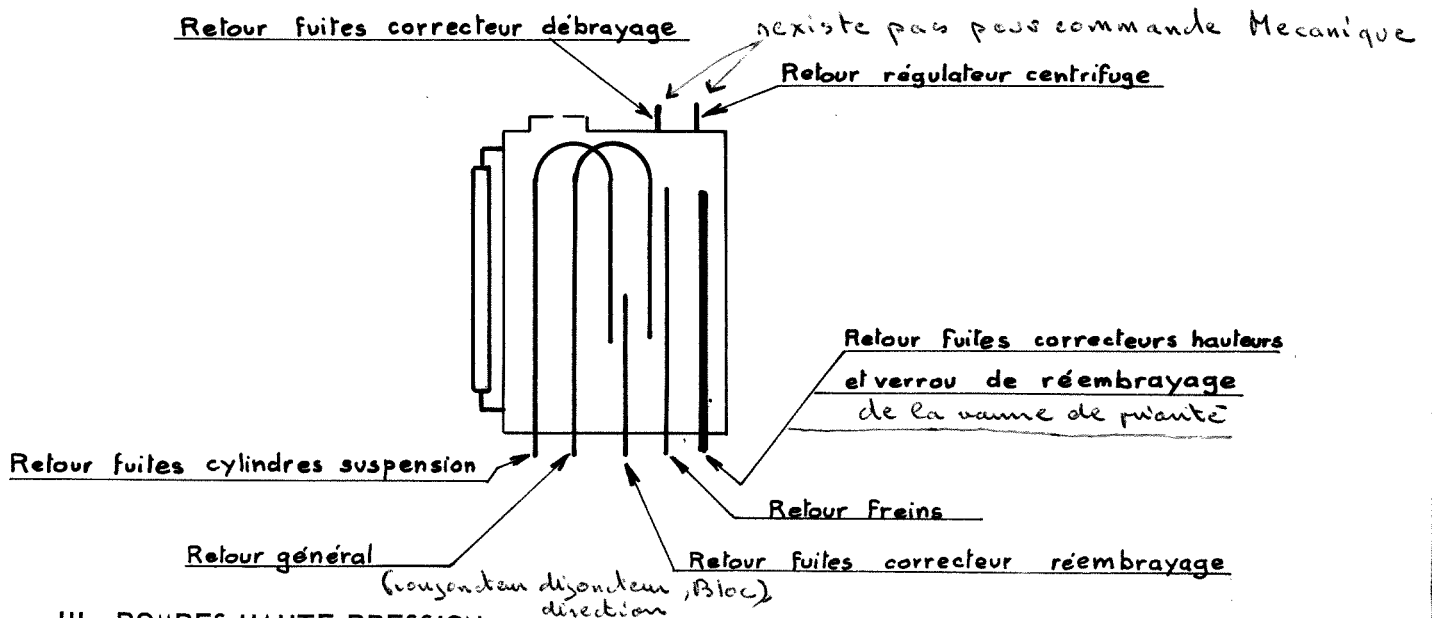
Réceptacle métallique avec niveau extérieur mini-maxi.

- Le réservoir est cloisonné intérieurement pour permettre une décantation du liquide et éviter les mouvements de liquide. Il est à l'air libre par un trou sur le bouchon de remplissage.

- Il existe 2 types de réservoir :

- Un pour les véhicules D à commande mécanique des vitesses (DS 21 M, DS 19 MA, ID 19, Break).
- L'autre pour les véhicules D à commande hydraulique des vitesses. Ces réservoirs diffèrent des précédents par la présence de 2 retours situés à la partie supérieure (régulateur centrifuge, correcteur de débrayage) et 1 retour supplémentaire à la partie inférieure (correcteur de réembrayage).

2) Branchements :



III - POMPES HAUTE PRESSION.

- Il existe 2 types de pompe haute pression :

- **Pompe monocylindrique** : Sur ID 19 série. Cette pompe, fixée sur le carter moteur, est entraînée par l'arbre à cames.
- **Pompe à 7 pistons** : Sur tous les autres types. Cette pompe, fixée sur le carter d'embrayage est entraînée par courroies à $\frac{1}{2}$ vitesse moteur.

- Seule la pompe H.P. à 7 pistons sera étudiée en détail.

IV - POMPE HAUTE PRESSION A 7 PISTONS.

1) Généralités :

- C'est une pompe volumétrique : la cylindrée reste constante quelle que soit la pression.
- Elle est équipée de plusieurs pistons de manière à assurer un débit de liquide continu et à répartir, dans le temps, l'effort nécessaire à la compression du liquide.
 - Le nombre impair de pistons est fixé par des considérations d'hydraulique (amélioration du coefficient d'irrégularité).
 - Le nombre 7 a été choisi pour des raisons d'usinage (diamètre des pistons par exemple) et d'encombrement.

2) Description :

- La pompe est composée de 7 éléments identiques disposés circulairement. Un plateau oscillant commande le mouvement des pistons par l'intermédiaire de tiges de pistons (aiguilles).
- L'ensemble piston-chemise est monté sans joint. L'étanchéité est assurée par un usinage précis.
 - La chemise est percée de 4 trous : ce sont les orifices d'admission.
 - Chaque ensemble est muni d'un clapet de refoulement appliqué sur son siège par ressort. Tous les orifices de refoulement communiquent entre eux et sont reliés à l'utilisation.
- Pour éviter l'entraînement des aiguilles, le plateau oscillant est arrêté en rotation; il communique uniquement son mouvement de basculement.

3) Fonctionnement :

a) Admission et remplissage :

- Dans son mouvement de retrait assuré par un ressort de rappel, le piston crée une dépression dans la chemise. Lorsque les orifices d'admission sont découverts, le liquide contenu dans la cloche est aspiré dans le cylindre.
- Cette dépression se répercute dans la cloche et assure l'aspiration du liquide du réservoir.

b) Compression et refoulement :

- La compression débute lorsque les orifices d'admission sont obturés.
- Quand la pression dans le cylindre devient supérieure à celle qui règne dans le circuit utilisation, le clapet s'ouvre et le liquide est refoulé.
- Le clapet se referme sollicité par son ressort. L'action de la pression établie dans le circuit utilisation le maintient plaqué sur son siège.

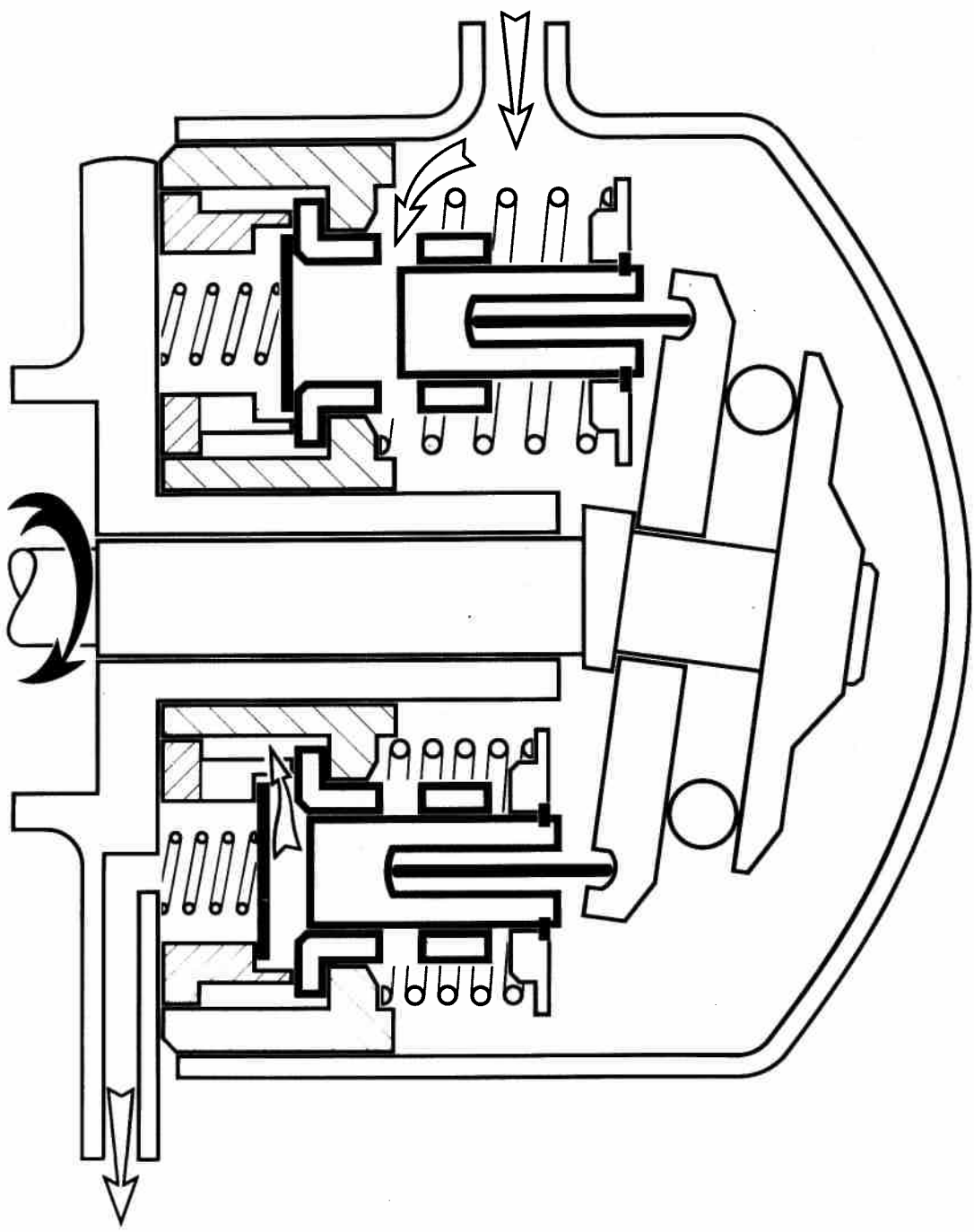
c) Course du piston.

- Lorsque l'axe de pompe effectue un demi-tour, le piston se déplace d'une valeur représentant la course totale.
- Un tour complet de l'axe réalise donc un cycle (admission et refoulement) pour chaque piston.

4) Débit :

- Les tolérances d'usinage des pièces constituant la pompe, font que pour obtenir un débit correct, il faut positionner le piston dans sa chemise.
 - Par ce réglage, la course utile du piston fait que le débit de la pompe est maximum.
 - Le réglage consiste à laisser un jeu de 0,5 mm entre le clapet et le fond de piston. Il est obtenu par montage d'aiguilles de longueurs différentes.
- Le débit par tour de pompe est de 2,80 cm³ soit 840 cm³/mm le moteur tournant à 600 tr/mn pour une pompe neuve.

POMPE H P.



5) **Pression :**

a) **Pression minimum :**

- Dans le fonctionnement à vide, c'est la pression nécessaire pour refouler le liquide dans le réservoir, à travers le conjoncteur-disjoncteur.

b) **Pression maximum :**

- Il n'y a pas de **limite théorique** à la pression maximum.
- En pratique, la pression maximum est limitée par le conjoncteur-disjoncteur.

V - **ACCUMULATEUR PRINCIPAL.**

1) **Généralités :**

- L'accumulateur améliore la souplesse de fonctionnement :
 - En fournissant rapidement du liquide lors d'une demande importante.
 - En permettant un temps de repos de la pompe et en évitant les conjonctions et disjonctions fréquentes.
 - En évitant les chocs hydrauliques dans l'utilisation (rôle de tampon).

2) **Description :**

- C'est une sphère séparée en deux parties par une membrane. L'une d'elle est remplie d'azote sous pression, l'autre reliée au conjoncteur-disjoncteur reçoit le liquide.

a) **La sphère.**

- Elle est composée de deux demi-sphères vissées. L'effort qui tend à séparer les deux demi-sphères est supporté par un pas de vis à flanc droit.

b) **La membrane :** en caoutchouc synthétique, elle est fixée entre les deux demi-sphères et en assure l'étanchéité.

c) **L'azote :** Il est introduit par le bouchon de remplissage. En l'absence de liquide il occupe tout le volume, applique la membrane sur la paroi et la coupelle sur son siège. **Sa pression est alors la pression de tarage de l'accumulateur.**

3) **Points particuliers :**

- Lorsque l'accumulateur est chargé, le liquide occupe une partie importante du volume à la pression d'utilisation.
- C'est grâce à la compressibilité de l'azote que la chute de pression n'est pas importante et brutale lorsqu'il y a consommation de liquide. **Le liquide est repoussé par l'azote qui se détend progressivement jusqu'à la pression de tarage.** A cet instant, la pression chute très rapidement.

4) **Choix de l'accumulateur :**

- Le tarage de l'accumulateur est déterminé en fonction du rôle qui lui est destiné.
 - Tarage élevé si l'on désire que l'accumulateur restitue une grande quantité de liquide uniquement entre deux pressions : Entre pressions de disjonction et de conjonction par exemple.
 - Tarage plus faible pour obtenir une plus grande quantité de liquide stockée utilisable : Accumulateur principal utilisé comme réserve de freinage par exemple.

5) **Identification des accumulateurs :**

- Les accumulateurs sont repérés par un chiffre poinçonné sur le bouchon obturant l'orifice de remplissage.
 - 40 pour véhicules à freinage par doseur ID 19 B (DV)
 - 65 pour tous les autres véhicules D.

VI - CONJONCTEUR - DISJONCTEUR.

1) Généralités :

- Le conjoncteur-disjoncteur fixe :
 - Une pression minimum nécessaire au fonctionnement correct des organes.
 - Une pression maximum pour obtenir un volume de stockage dans l'accumulateur suffisant et pour limiter la pression maximum fournie par la pompe.

2) Description :

- Il se compose essentiellement de trois chambres reliées entre elles par deux clapets.
 - Chambre A : reliée à l'alimentation
 - Chambre U : reliée à l'accumulateur et l'utilisation
 - Chambre R : en liaison avec le réservoir
 - Clapet anti-retour : ne laisse passer le liquide que de A vers U.
 - Clapet entre chambres A et R : commandé par la pression régnant dans la chambre U par l'intermédiaire d'un piston s'appuyant sur la bille B du clapet.
 - Vis de détente : permet la mise en communication éventuelle de l'utilisation (accumulateur) avec le réservoir.

3) Fonctionnement :

a) Mise en pression :

- La pression monte dans la chambre A, soulève le clapet anti-retour et monte dans l'accumulateur U. La pression est nulle dans la chambre R.
- La pression agissant sur la surface s de la bille engendre une force $f = P \times s$ qui tend à appliquer la bille sur son siège.
- Cette même pression s'exerçant sur le piston (chambre U) engendre une force $F = P \times S$ qui tend à décoller la bille de son siège.
- La surface S étant supérieure à s , la résultante de F et f : $(F - f)$ décollerait la bille de son siège dès la mise en pression. Pour maintenir cette bille jusqu'à la pression déterminée (pression de disjonction) un ressort T est placé sous la bille.

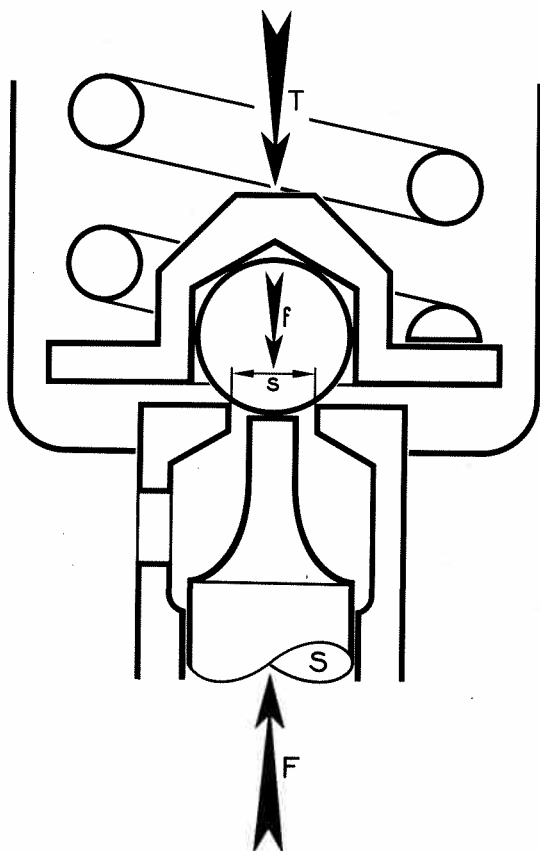
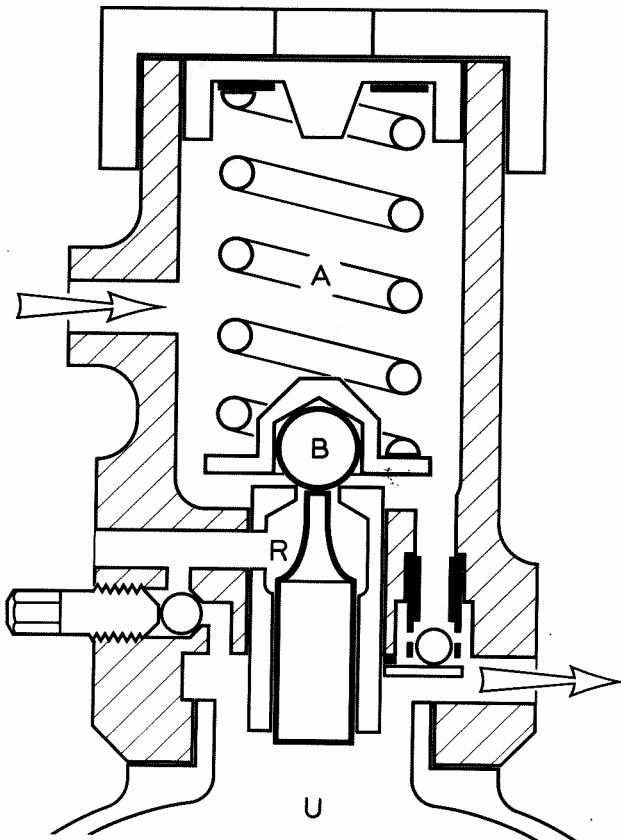
b) Disjonction :

- Lorsque la résultante $(F - f)$ devient supérieure à T , la bille B est décollée de son siège. La pression chute dans la chambre A, le clapet anti-retour se ferme :
- La pression devenant nulle dans la chambre A, la force f devient également nulle, augmentant ainsi la prépondérance de F sur T , ce qui renforce et maintient l'effet de la disjonction.
- La pompe débite dans pression au réservoir.

c) Conjonction.

- La consommation de liquide entraîne une baisse de pression dans l'accumulateur et la force F diminue. Quand T devient prépondérant, la bille B se plaque sur son siège.
- La pression monte alors dans la chambre A, engendrant de nouveau une force f qui augmente ainsi la prépondérance de T .
- La pompe débite sous pression dans les chambres A et U.

CONJONCTEUR – DISJONCTEUR



4) Identification des conjoncteurs-disjoncteurs :

- Les conjoncteurs-disjoncteurs montés sur les véhicules équipés de la pompe 7 pistons et de la pompe monocylindrique sont différents. Ils diffèrent uniquement par les pressions de fonctionnement :

- **C.D. pour pompe monocylindrique :**

Repère : sans gorge à la partie inférieure du bouchon.

Pressions : disjonction : 130 à 140 bars
conjonction : 100 à 110 bars

- **C.D. pour pompe 7 pistons :**

Repère : gorge circulaire à la partie inférieure du bouchon.

Pressions : disjonction : 150 à 175 bars
conjonction : 125 à 140 bars

NOTES PERSONNELLES

SUSPENSION

<http://bk23.free.fr/>

SUSPENSION

I - GENERALITES.

Deux fluides assurent le fonctionnement de la suspension hydropneumatique : un liquide et un gaz.

- Le gaz constitue l'élément élastique de la suspension.
- Le liquide assure la liaison entre les organes non suspendus du véhicule et le gaz.

II - DESCRIPTION.

Le gaz est introduit dans une sphère de conception analogue à celle de l'accumulateur principal.

Le liquide est situé dans un ensemble piston-cylindre vissé sur la sphère.

- Sphère et cylindre constituent le bloc de suspension qui équipe chacune des quatre roues du véhicule.
- Le cylindre est solidaire de la caisse.
- Le piston est solidaire de la roue.

Un amortisseur est incorporé dans chaque bloc; il est vissé dans la sphère.

III - FONCTIONNEMENT.

En l'absence de sollicitations, gaz et liquide sont soumis de part et d'autre de la membrane à une pression identique. Cette pression est déterminée par les poids supportés :

Elle est la même sur les deux blocs de suspension d'un même essieu.

Elle est différente entre l'Avant et l'Arrière (poids supportés différents).

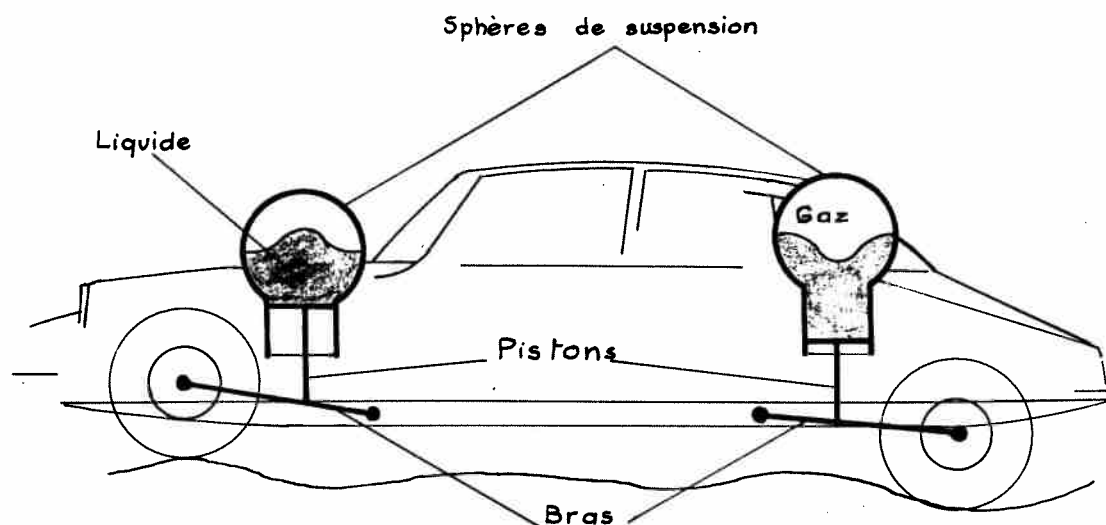
Le volume des sphères étant limité (encombrement) la masse de gaz serait insuffisante pour absorber efficacement les débattements de roues ou de caisse.

Cette condition est réalisée en introduisant initialement dans les sphères un volume important de gaz. Ainsi, le gaz emprisonné au remplissage se trouve à une pression bien déterminée appelée pression de tarage.

Cette pression de tarage est d'ailleurs différente entre les sphères avant et arrière en fonction des poids supportés.

Lorsque la roue aborde un obstacle, le piston se déplace dans son cylindre :

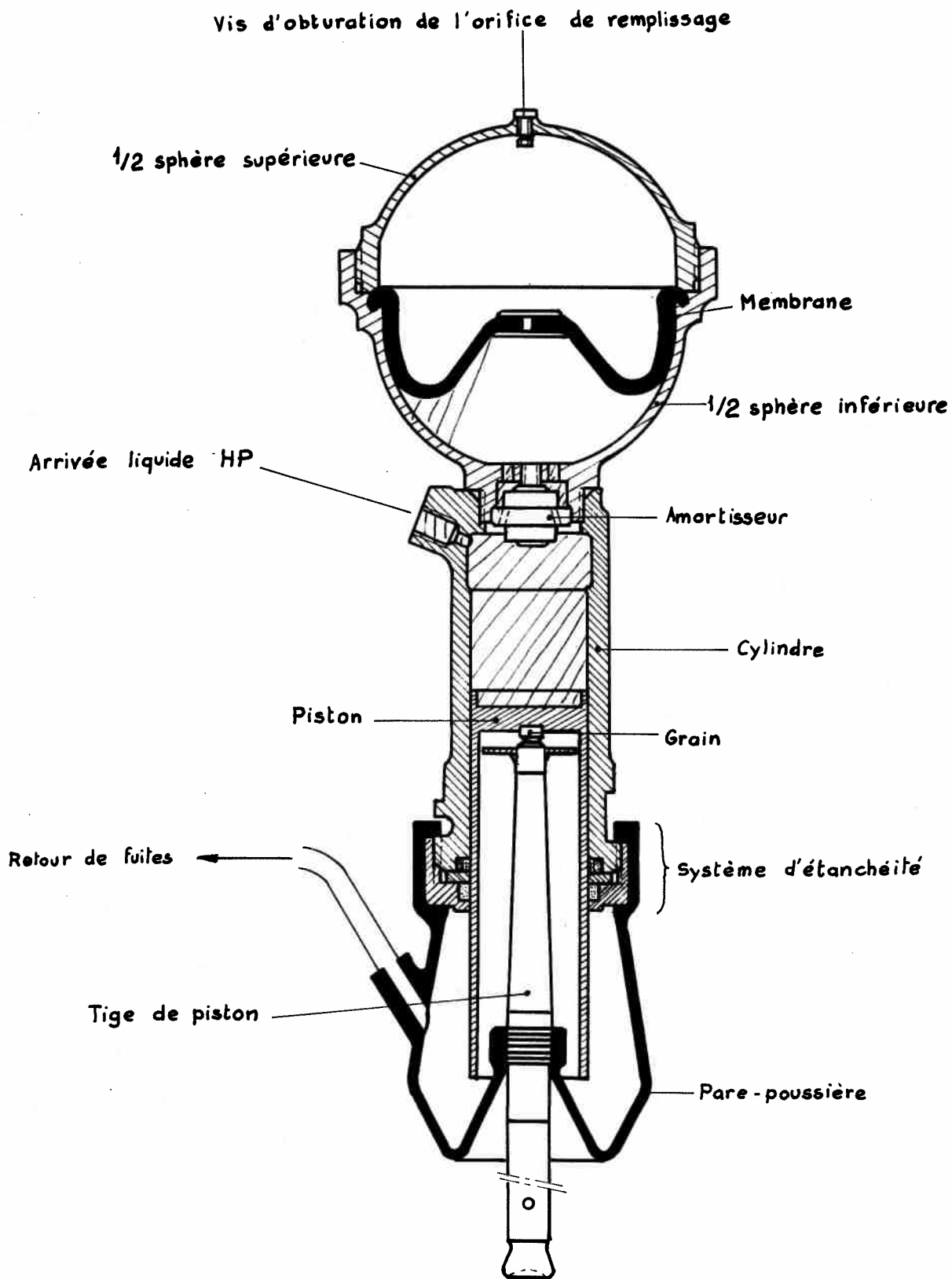
- Dans le cas d'une « bosse », le liquide que contient le cylindre est refoulé dans la sphère et le gaz est comprimé.
- Dans le cas d'un trou, le gaz se détend, le liquide de la sphère passe dans le cylindre.
- La compression ou la détente du gaz évite que l'énergie due au choc soit transmise à la caisse.
- L'obstacle passé, la pression reprend sa valeur d'équilibre et le piston sa position initiale.



Ce système de suspension présente des avantages certains :

- La flexibilité de la suspension est plus grande que dans une suspension classique à ressorts et pour un encombrement moindre (confort amélioré).
- Les sollicitations provoquées par la route n'entraînent pas d'oscillations de la caisse (bonne tenue de route).
- De plus, ce système permet un montage qui améliore la rigidité transversale de la suspension (déport et dérive du véhicule très réduits).

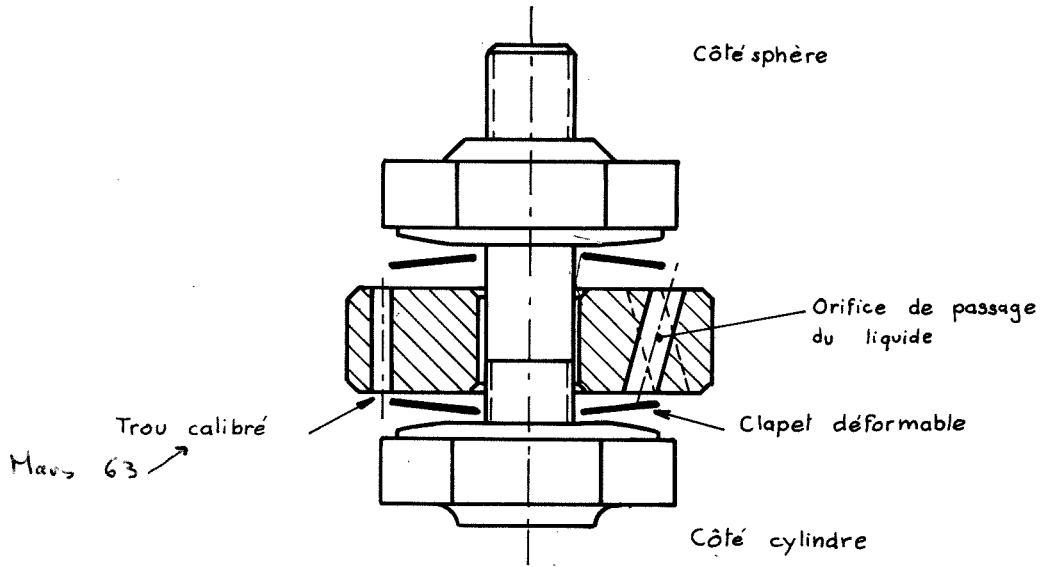
BLOC DE SUSPENSION



Amortisseurs :

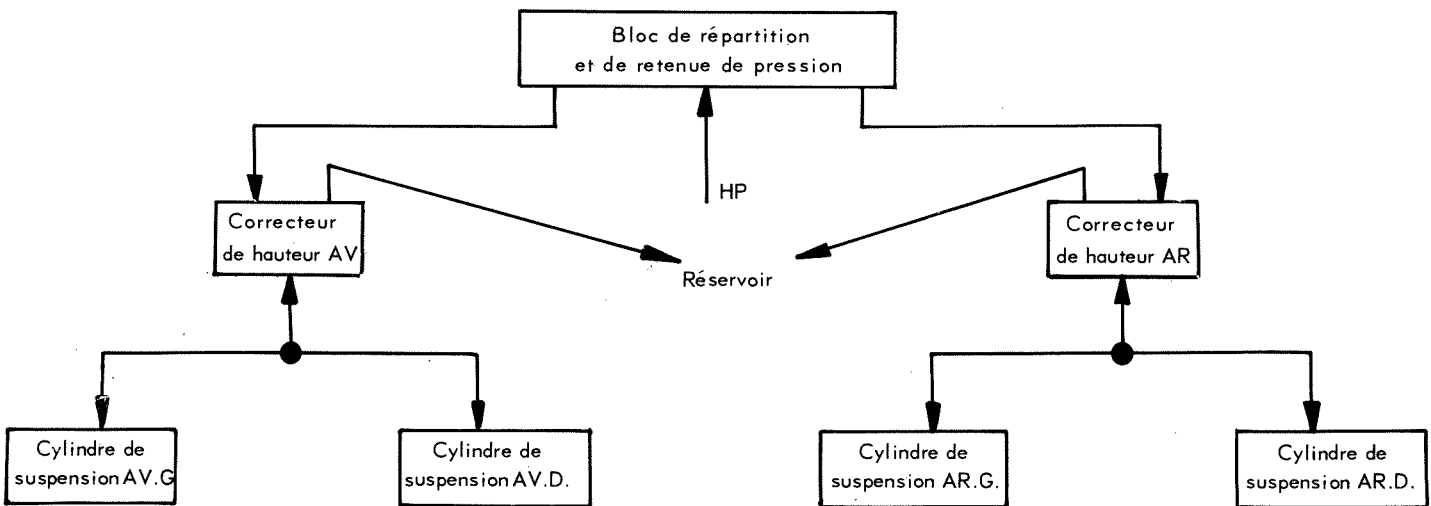
L'amortissement est obtenu en freinant l'écoulement du liquide entre cylindre et sphère et vice versa par un système de clapets déformables. C'est un amortisseur à double effet.

Le trou calibré percé dans le corps d'amortisseur permet un passage direct du liquide du cylindre vers la sphère ou inversement. Il a pour but de diminuer l'effet de l'amortisseur aux faibles amplitudes.

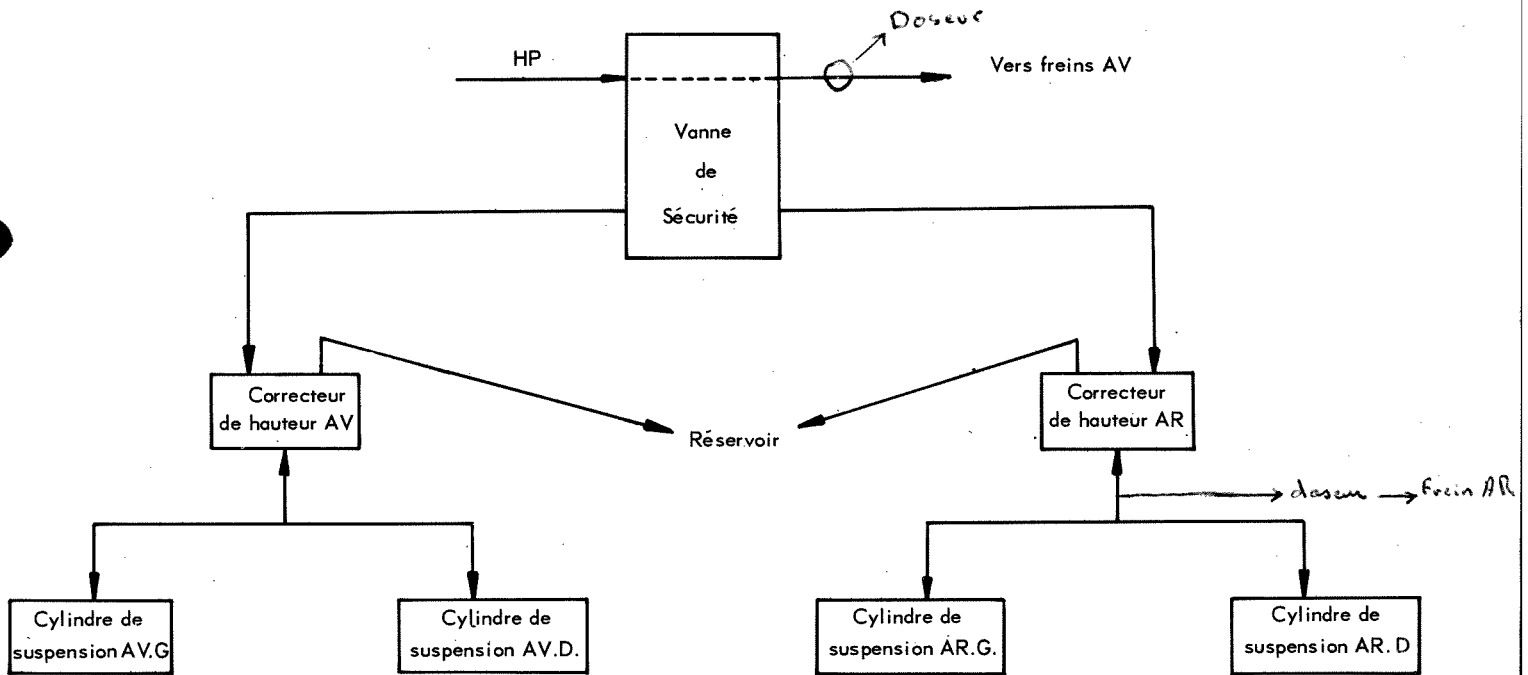


IV - DISPOSITION DES CIRCUITS.

1) Circuits T.T.D sauf DV. (ID 19 B) ID 20 jusqu'à Dec 1969



2) Circuit DV. (ID 19 B) ID 20



V - CORRECTION DES HAUTEURS.

Pour éviter que la grande flexibilité de la suspension entraîne une variation importante de hauteur de caisse et modifie la répartition des poids sur les essieux, un système automatique de correction de hauteurs complète cette suspension.

Ceci permet de faire travailler les essieux dans une même position par rapport au sol et améliore la tenue de route et l'efficacité du freinage.

La correction est obtenue à partir de deux correcteurs identiques (un par essieu) alimentés par la source Haute Pression.

Chaque correcteur est commandé par un système mécanique constituant la commande automatique de hauteur.

De plus, une commande mécanique manuelle agit simultanément sur les deux commandes automatiques.

1) Le correcteur de hauteur.

a) Description.

C'est un distributeur (robinet 3 voies) qui met l'utilisation (cylindre de suspension) en communication soit avec l'admission (source haute pression), soit avec l'échappement (réservoir) suivant la position du tiroir.

- Les chambres C et D fermées par des membranes caoutchouc sont pleines du liquide qui provient des fuites entre tiroir et chemise.
- Un système de «Dash pot» met en communication les deux chambres C et D, il est composé :
 - d'un conduit libre fermé à ses deux extrémités par des clapets commandés par le tiroir.
 - d'un conduit à orifice réduit qui limite le débit de passage du liquide de C vers D et inversement.

b) Effet du «Dash-pot».

Déplacement du tiroir de la position neutre à une position correction (ex. : échappement Fig. 1).

Lorsque le tiroir est sollicité, c'est à dire lorsqu'il tend à s'écarter de la position neutre, le clapet de la chambre C est plaqué sur la face de la chemise par son ressort, obstruant le conduit libre.

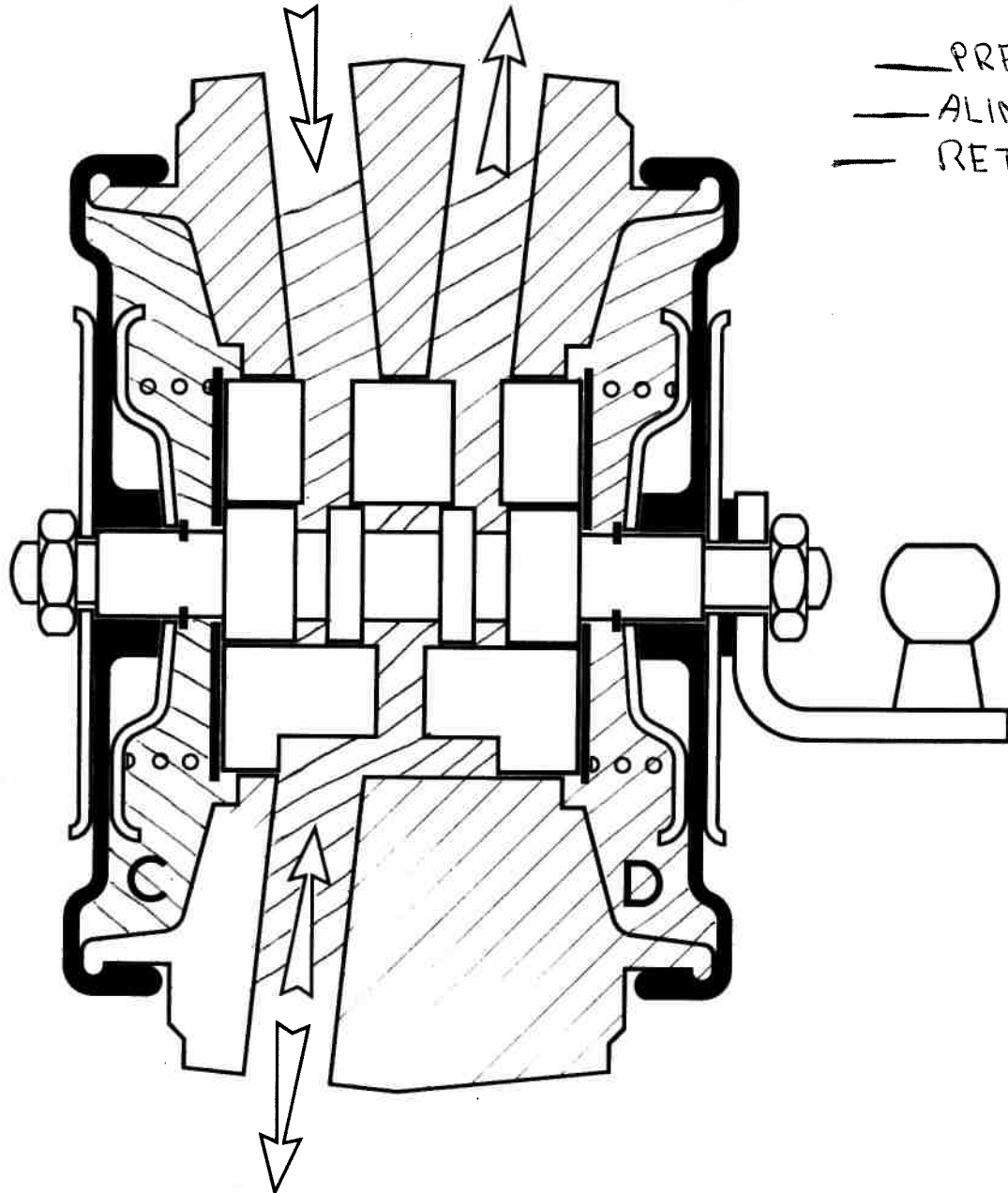
Le liquide contenu dans C est alors obligé de passer par le «Dash-pot» faisant subir un laminage important au liquide. Ce laminage freine le déplacement du tiroir. Le tiroir n'atteindra la position échappement que pour une sollicitation importante et d'une certaine durée. Aucune correction ne se produit pour les sollicitations rapides.

Déplacement du tiroir de la position correction à la position d'équilibre (ex.: fin d'échappement, fig. 2).

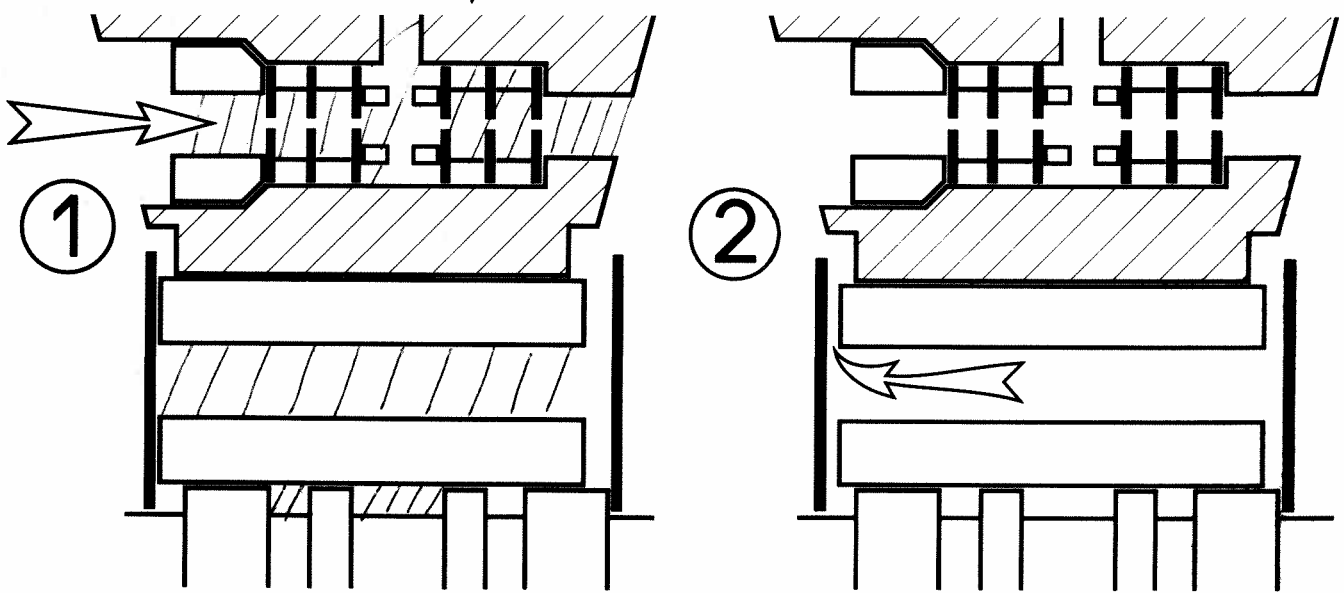
Quand le tiroir tend à revenir à la position neutre, le liquide contenu dans D n'emprunte plus le même chemin pour passer dans C, mais il passe cette fois par le conduit libre libéré par le clapet reposant sur l'épaulement du tiroir.

Le déplacement du tiroir n'est pas freiné et le retour s'effectue rapidement. Dès que le tiroir reprend sa position d'équilibre, le clapet obture à nouveau l'orifice ce qui évite que cette position soit dépassée et qu'une seconde correction s'effectue.

CORRECTEUR DE HAUTEUR -7/4



— PRESSION
— ALIMENTATION
— RETOUR



2) La commande automatique de hauteur.

Examinons la commande avant :

La rotule du correcteur est entraînée par un levier à chape brasé sur une tige de commande flexible. Cette tige est fixée par une bride au milieu de la barre anti-roulis.

La barre anti-roulis est maintenue par deux paliers dont le serrage est réglable par cales. De plus, deux brides permettent d'ajuster son jeu latéral.

Pour la commande arrière, le dispositif est semblable. Seule la barre anti-roulis est différente.

Fonctionnement des commandes :

La barre anti-roulis étant liée aux bras de suspension des deux roues, tout mouvement de celles-ci entraîne sa rotation.

Lorsque la caisse est à hauteur normale de fonctionnement, la position angulaire de la tige par rapport à la barre est réglée de telle sorte qu'elle n'exerce aucun effort sur le tiroir du correcteur; elle le maintient ainsi en position neutre.

Pour comprendre le fonctionnement de la correction de hauteur, prenons l'exemple simple d'une variation de charge statique.

Une augmentation de charge entraîne un affaissement de la caisse et provoque la rotation de la barre anti-roulis. Celle-ci transmet le mouvement à la tige de commande qui se tord, et exerce ainsi un effort continu sur le tiroir du correcteur.

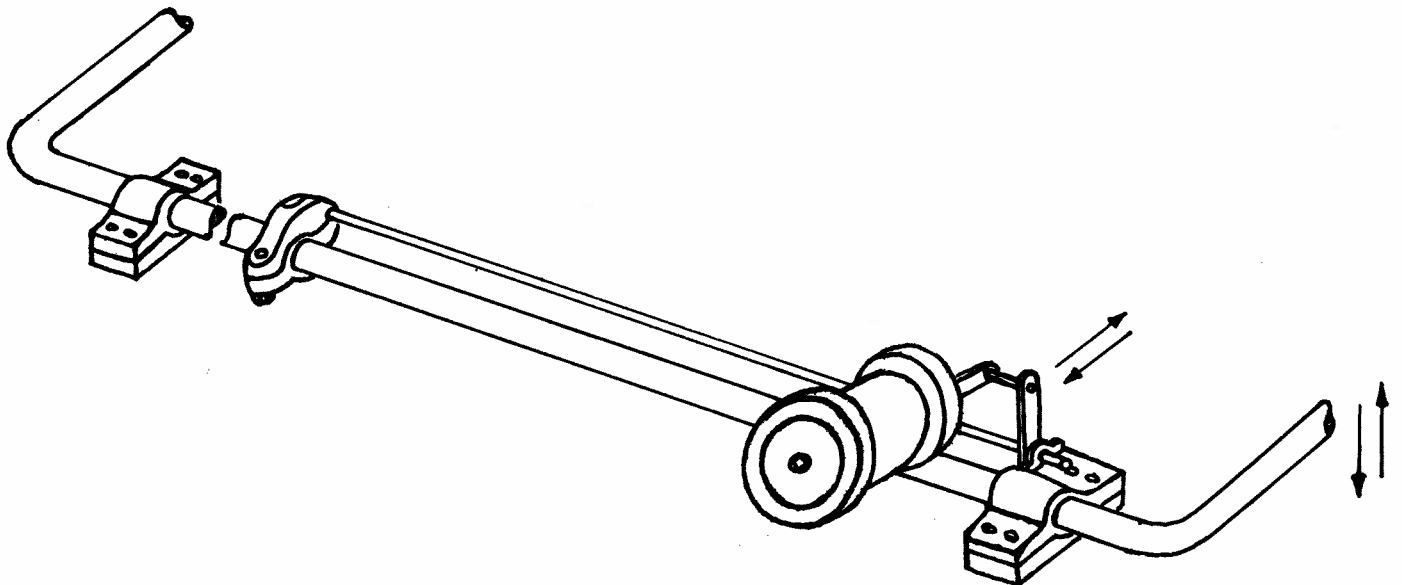
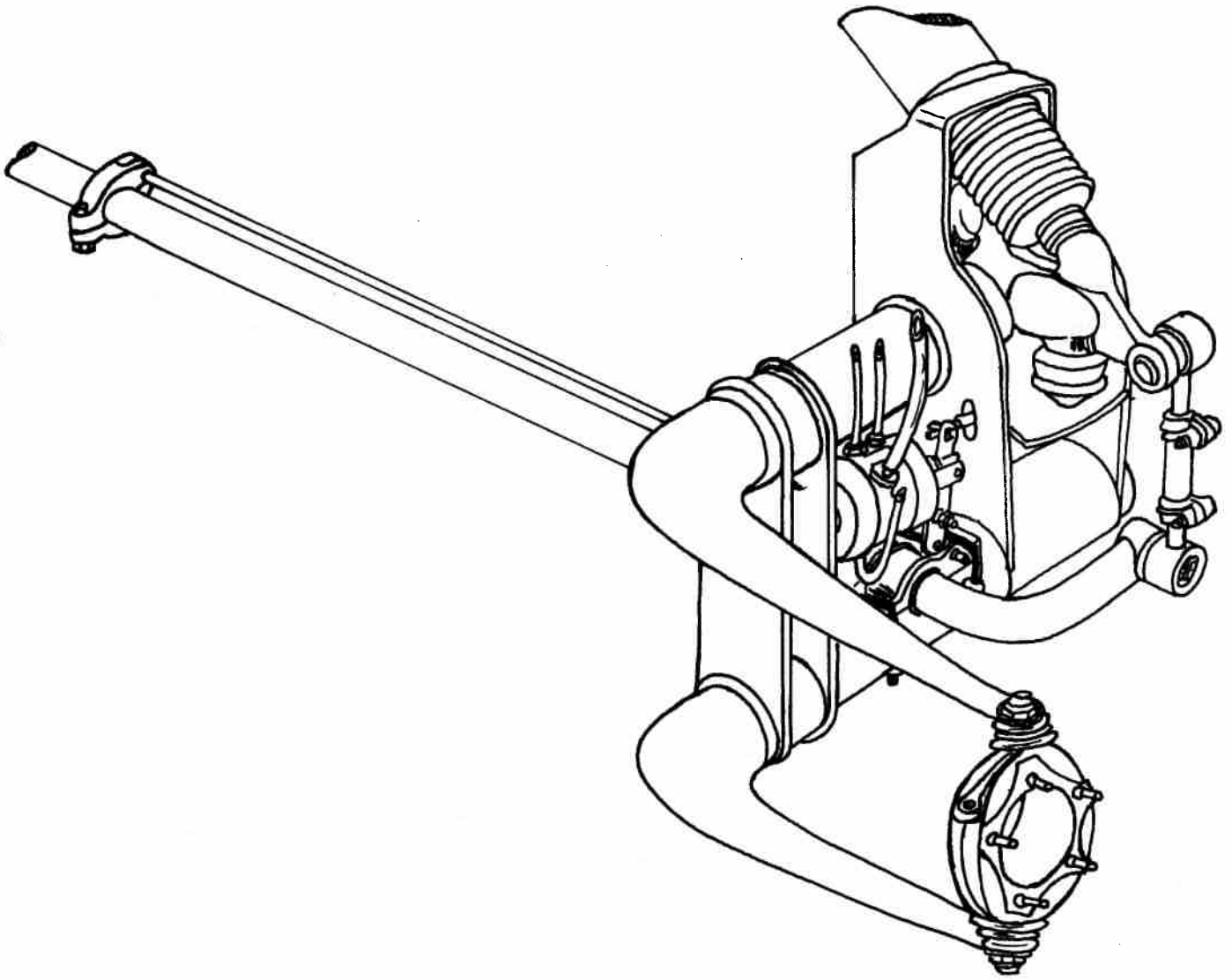
Le tiroir est ainsi repoussé vers l'admission.

A ce moment, le volume du liquide de liaison augmente et la caisse remonte. Ce mouvement entraîne une rotation inverse de la barre anti-roulis. L'effort de la tige s'annule, puis s'exerce en sens contraire, et ramène le tiroir en position neutre. Le retour à la position neutre est rapide, car le tiroir n'offre aucune résistance dans ce sens. La caisse retrouve, à nouveau, la hauteur normale.

Pour une diminution de charge, le fonctionnement est semblable, mais le sens des efforts s'exerçant sur le tiroir est inversé.

Prenons maintenant l'exemple d'une variation de charge dynamique :

- Les sollicitations étant de courte durée, le système de correction ne fonctionne pas. En effet, le temps de réponse du correcteur fait que la tige de commande absorbe, par torsion, les efforts transmis par la barre anti-roulis.

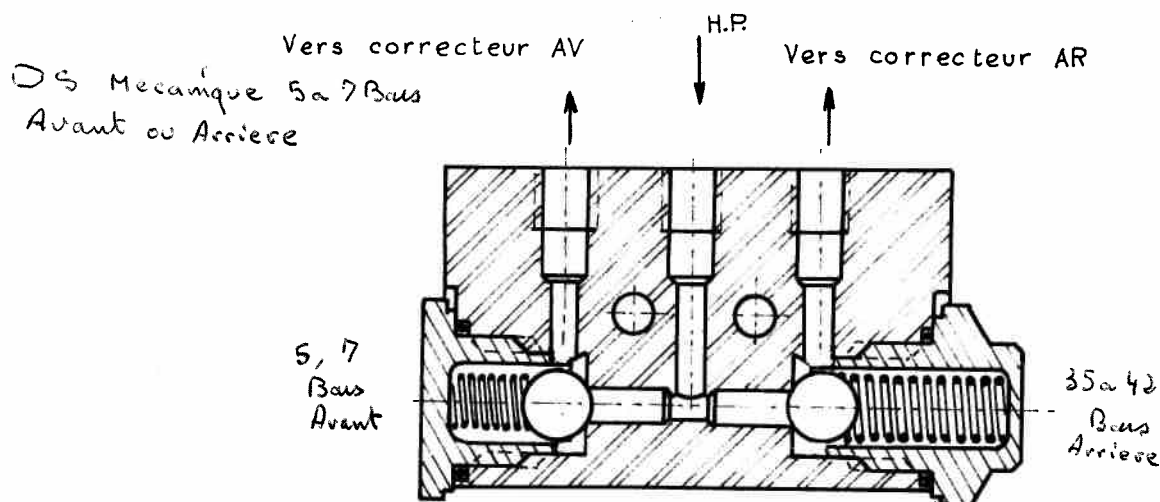


3) La commande manuelle des hauteurs.

- Une commande manuelle modifie l'équilibre du tiroir des correcteurs et permet de sélectionner cinq positions de garde au sol.
- **Position extrême haute et basse** : La suspension est hors service, la caisse repose sur les butées caoutchouc.
La pression dans le cylindre est alors la pression maximum ou nulle.
- **Position route** : C'est la position normale de fonctionnement. Un jeu est prévu sur la commande manuelle permettant le déplacement des tiroirs sans contrainte lors de leur fonctionnement.
- **Deux positions intermédiaires** : Situées entre la position route et la position haute, elles permettent d'augmenter pour des cas particuliers de roulage, la garde au sol du véhicule.
- Dans ce cas, la pression régnant dans le cylindre est la même que celle qui y régnait en position normale. Seul le volume de liquide a été augmenté.

4) Répartition et retenue de pression de suspension.

jusqu'à Déc 67



- Le bloc de répartition est un raccord 3 voies qui permet de distribuer la pression vers la suspension AR et AV. Il est muni de deux clapets anti-retour.
- Sur un véhicule à commande hydraulique des vitesses et d'embrayage, les ressorts maintenant les billes sur leur siège sont tarés différemment.
- La pression est distribuée vers la suspension AV quand elle atteint 7 bars et, vers la suspension arrière quand elle atteint 35 bars.
- Le bloc de répartition par les clapets anti-retour, isole la suspension de la source de pression quand celle-ci est sans pression.
- Le tarage du clapet correspondant au circuit de suspension AR permet à la pression d'atteindre 35 bars dans le cylindre de débrayage (débrayage) avant d'alimenter en liquide les sphères de suspension AR (26 bars).
- Ce système ne s'impose pas sur les véhicules à commande mécanique. Le tarage différent des clapets est lié à la commande hydraulique d'embrayage.

VI - IDENTIFICATION DES ORGANES.

1) Sphères de suspension :

- Toutes les sphères de suspension sont de dimensions identiques. Des chiffres poinçonnés sur le bouchon de remplissage permettent de les identifier (ces chiffres correspondent à la pression de tarage).

- sphères AV tous types	59 - 44 à 61	tolerance
- sphères AR berline	26 - 16 à 28	
- sphères AR break	37 - 27 à 39	

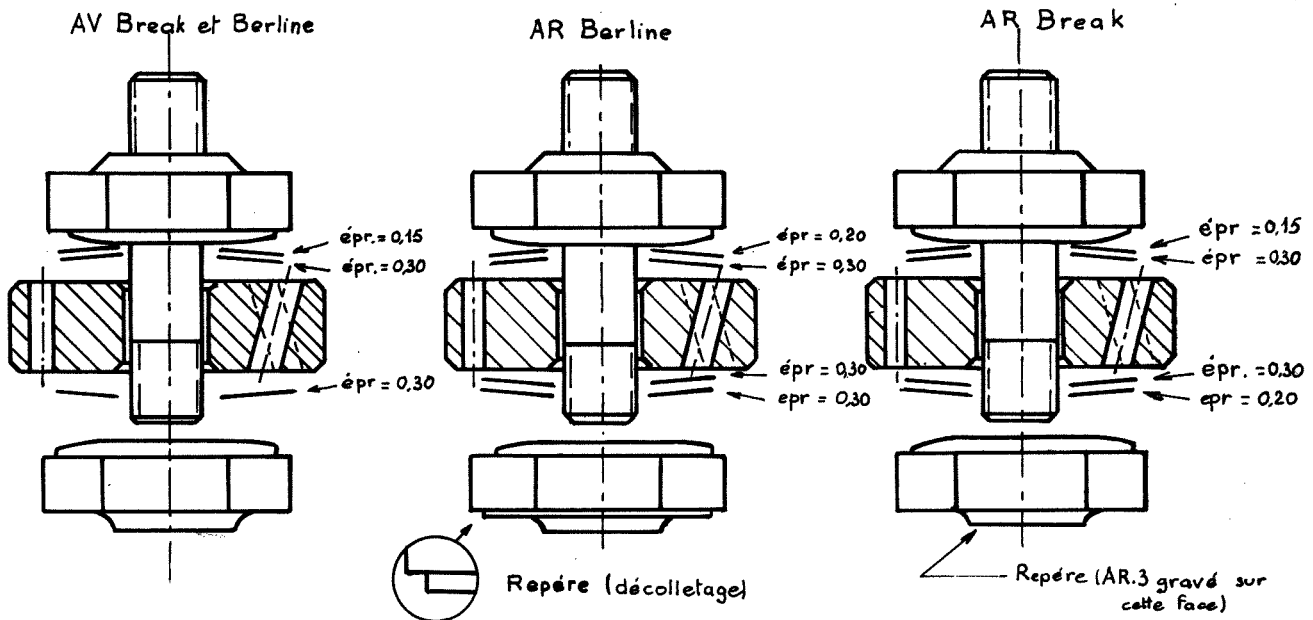
2) Cylindres de suspension :

- Le cylindre est maintenu par deux vis d'arrêt à l'avant et par une plaquette à l'arrière.
- Deux dimensions de cylindres.

- $\varnothing = 35$ mm : AV et AR tous types sauf AR break
- $\varnothing = 40$ mm : AR break

3) Amortisseurs :

- Depuis Septembre 1965, les amortisseurs sont modifiés. Ils sont identifiables par un congé (au lieu d'un angle vif) usiné sur les têtes d'écrous côté cylindre de suspension (écrou repère).
- La face des écrous de blocage est bombée pour permettre la déformation des clapets.



4) Correcteurs de hauteurs :

- Ils sont identiques à l'avant et à l'arrière quel que soit le type du véhicule.

5) Bloc de répartition : deux modèles :

- Pour véhicule à commande mécanique des vitesses : aucun sens de montage.
- Pour véhicule à commande hydraulique des vitesses : sens de montage : le bouchon le plus gros côté alimentation suspension AR.

NOTES PERSONNELLES

DISTRIBUTEUR ET REGULATEUR
DE PRESSION

<http://bk23.free.fr/>

DISTRIBUTEUR ET REGULATEUR DE PRESSION

Le fonctionnement correct de certains organes hydrauliques ne peut être obtenu qu'en utilisant une pression inférieure à celle fournie par la source de pression.

Il faut dans certains cas pouvoir disposer :

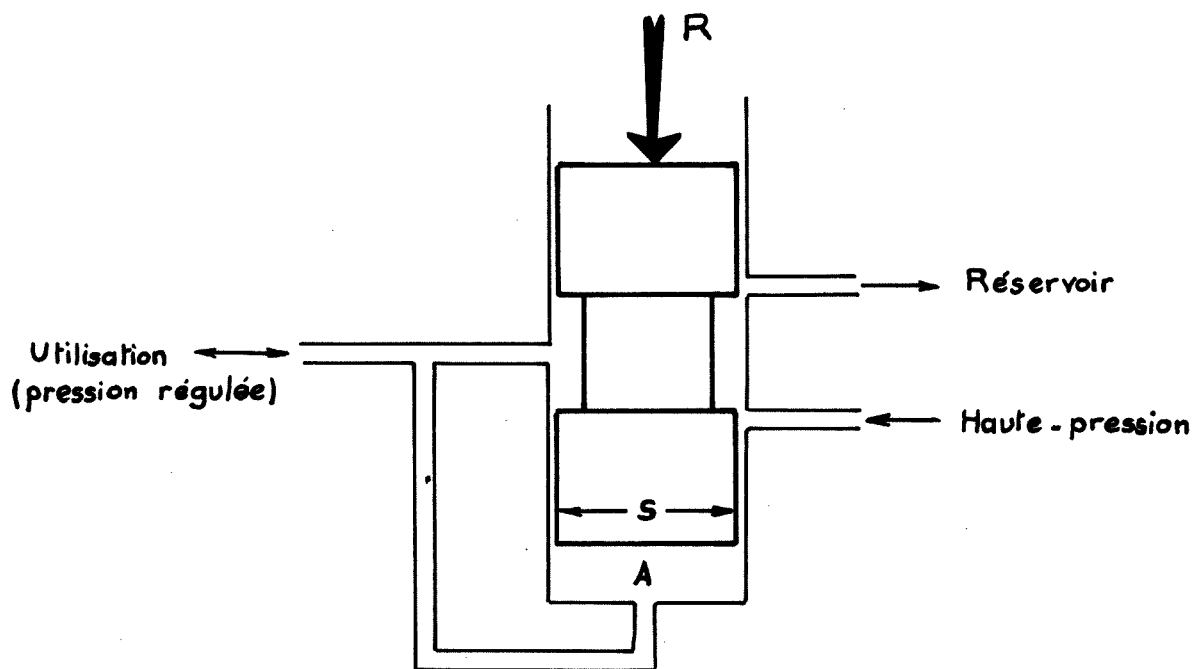
- D'une pression variable mais contrôlable (cas de la direction, du freinage, etc...)
- D'une pression constante mais relativement faible (cas de débrayage par exemple).

Le distributeur et régulateur de pression rendent possible l'alimentation de ces différents organes.

I - DESCRIPTION.

Le schéma ci-dessous montre les différents éléments qui constituent le distributeur ou le régulateur de pression.

L'effort R appliqué sur le tiroir peut être le tarage d'un ressort, la différence de tarage de plusieurs ressorts, un effort manuel.



II - FONCTIONNEMENT.

1) Mise en pression :

Pour mettre le distributeur en action, il faut mettre en communication l'utilisation avec le circuit haute pression.

Cette liaison peut-être.

- **Automatique** : au repos, l'utilisation est reliée au circuit d'alimentation.
- **Commandée manuellement** : au repos, la position du tiroir est indifférente.

La pression croît dans le circuit d'utilisation; cette même pression P s'établit dans la chambre A , sous le tiroir.

Une force $F = P \times S$ s'oppose alors à R .

2) Equilibre :

- Lorsque F devient égale à R, le tiroir occupe une position d'équilibre telle que l'orifice admission est obstrué.
La pression P régnant dans le circuit utilisation est ainsi limitée à une valeur.

$$P = \frac{R}{S}$$

- Si la pression chute dans l'utilisation, F diminue, R devient prépondérant, le tiroir se déplace vers l'admission.
- Si la pression monte dans l'utilisation, F augmente et le tiroir se déplace vers l'échappement.

3) Régulateur de pression :

- Si R est le tarage T fixe d'un ressort, ou un effort manuel également fixe, on obtiendra une pression régulée fixe :

$$P_r = \frac{T}{S}$$

- Il s'agit alors d'un régulateur de pression.

4) Distributeur de pression :

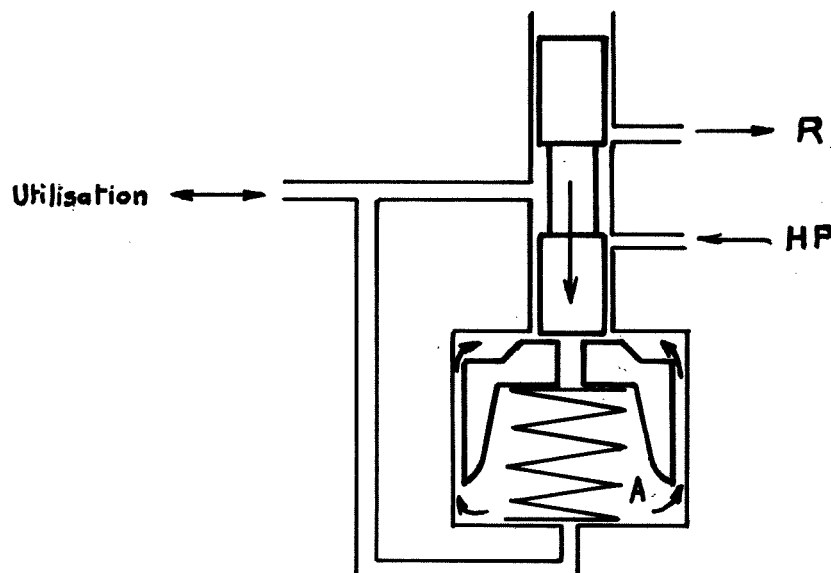
Si R est un effort manuel variable, ou le tarage variable d'un ressort (tarage fonction du déplacement d'une pièce par exemple) on obtiendra une pression proportionnelle à l'effort R fourni :

Il s'agit alors d'un distributeur de pression.

III - DASH-POT.

Pour éviter une montée en pression trop brutale dans l'utilisation lors de la mise en pression, le déplacement du tiroir peut être freiné par un dash-pot.

Ce système évite ainsi les vibrations de tiroir.



Un piston coulisse avec un jeu calibré dans la chambre A de diamètre supérieur à celui du tiroir.

Lorsque le tiroir s'enfonce, le liquide est laminé entre piston et paroi de la chambre, ce qui freine le déplacement du tiroir.

Un ressort de faible tarage et un trou percé dans le piston permettent une remontée rapide de ce dernier.

NOTES PERSONNELLES

FREINAGE

<http://bk23.free.fr/>

FREINAGE

I - GENERALITES.

Les véhicules D sont équipés de freins à disques à l'avant et à tambours à l'arrière.
Il existe deux systèmes de commande sur ces véhicules.

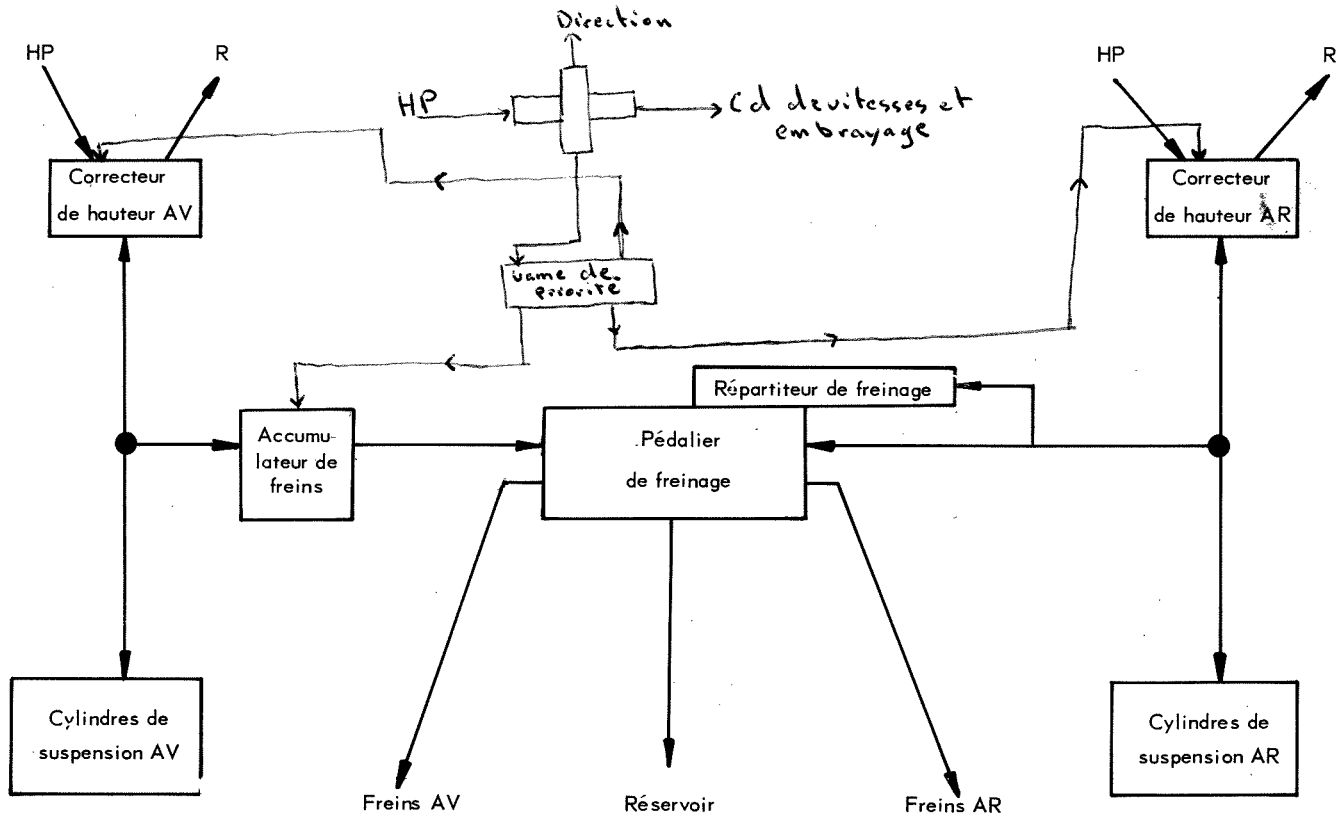
- le freinage par doseur
- le freinage par pédalier

Plusieurs particularités communes caractérisent ces deux systèmes.

- Les circuits de freins AV et AR sont séparés.
- Les circuits de freins AR, sont alimentés par la suspension AR (ce branchement permet de limiter la pression maximum de freinage sur le circuit AR).
- Il existe une réserve de pression sur le circuit AV.
Accu de frein avec freinage par pédalier, accu principal avec freinage par doseur.
- Le freinage est réparti différemment sur les essieux (répartiteur réglable sur freinage par pédalier, non réglable sur freinage par doseur).

II - FREINAGE PAR PEDALIER - (DS tous types et breaks). *jusqu'à Dec 67*

1) Disposition du circuit :



- Le circuit des freins AV est alimenté par la suspension AV. L'accumulateur de freins est monté en série sur ce circuit.
- Le circuit des freins AR est alimenté par la suspension AR.
- Le cylindre répartiteur de freinage est alimenté en dérivation sur le circuit de suspension AR.

REMARQUE : Les valeurs des pressions régnant dans les circuits suspension sont :

- à l'avant : 85 à 110 bars suivant la charge
- à l'arrière : 50 à 90 bars suivant la charge

2) Description.

a) L'accumulateur de freinage.

- Conception et fonctionnement identiques à ceux des accumulateurs principaux. Il est alimenté par le liquide de suspension AV.
- Un clapet anti-retour à bille empêche le liquide de refluer vers la suspension.
- Moteur arrêté ou en cas de défaillance de la source de pression, cet accumulateur représente un volume de liquide suffisant pour permettre l'arrêt du véhicule.
- Un voyant lumineux au tableau de bord, commandé par un mano-contact, contrôle la pression de l'accu, il s'allume quand cette pression est comprise entre 60 et 80 bars.

b) Le pédalier de freinage :

Il est composé : de la pédale de frein

- du bloc de commande hydraulique
 - du mano-contact
 - du répartiteur de freinage
- La pédale de frein supporte le patin, celui-ci est recouvert d'une garniture caoutchouc qui donne à l'effort du conducteur une certaine élasticité.
- Le bloc de commande hydraulique de freinage.
Ce bloc comprend deux distributeurs de pression identiques, leurs tiroirs sont reliés par un plateau répartiteur de freinage.
L'effort exercé sur la pédale de frein est transmis au plateau répartiteur par les galets mobiles A.

Particularités de ces distributeurs :

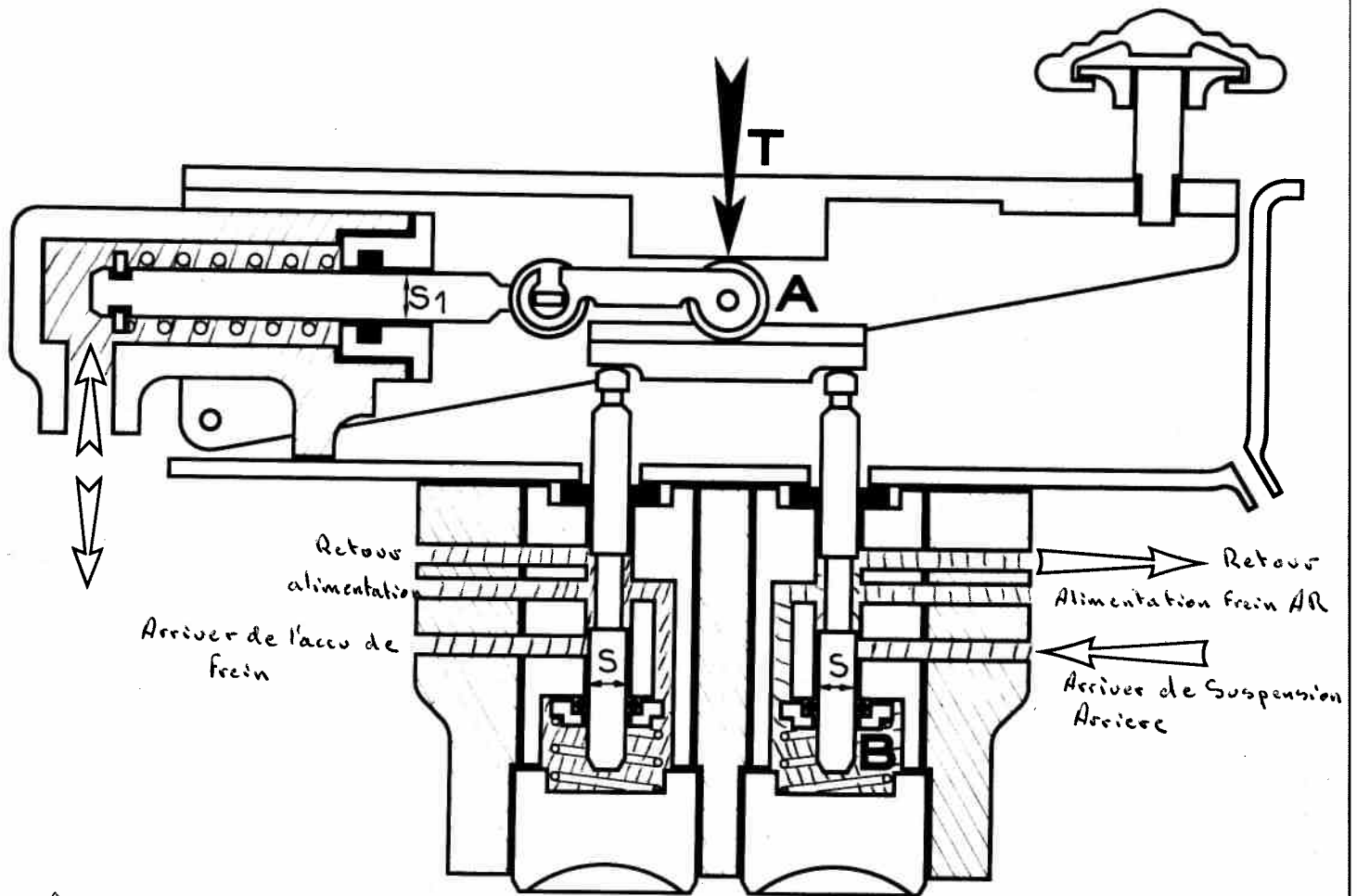
- Au repos, l'utilisation est en communication avec l'échappement (pas de pression résiduelle dans les circuits de freinage).
- Un ressort de rappel ramène le tiroir en position repos.

c) Le répartiteur :

- Le corps du répartiteur est alimenté par le liquide de suspension AR (c'est à l'arrière que les variations de pression en fonction de la charge sont les plus importantes).
- La pression d'alimentation agit sur la surface utile S_1 du piston.
- Le piston est solidaire des galets A.
- Un ressort tend à ramener le piston en position repos.

COMMANDE DE FREINAGE

-3/6



Avant Septembre 66 = Cote $\frac{3}{4}$ -14_{mm} au - 2/10 mm de l'axe du chariot et l'axe du tirais . pression 50 Bars

Depuis Septembre 66 = 14_{mm} au - 0,25 mm pression 60 Bars

3) Fonctionnement :

a) Le bloc de commande :

Le conducteur applique un effort sur le patin.

Le plateau répartiteur de freinage reçoit l'effort T.

Les tiroirs s'enfoncent obturant l'échappement, puis découvrant l'admission.

Il s'établit dans les circuits de freinage AV et AR les pressions p et p'.

Ces mêmes pressions agissant sous les tiroirs (chambre B) vont constituer la réaction de la pédale. Cette réaction équilibre l'effort T :

$$T = (p + p') S$$

La somme des deux pressions est alors proportionnelle à l'effort fourni et indépendante de la pression d'alimentation. En dosant son effort sur le patin, le conducteur dose la puissance de freinage.

b) Le répartiteur de freinage :

Pour une pression dans le cylindre du répartiteur de 60 bars, l'effort T est appliqué au milieu du plateau répartiteur.

- Les pressions dans les circuits de freinage AV et AR sont égales ($p = p'$) mais, par construction, la puissance de freinage est supérieure à l'avant.

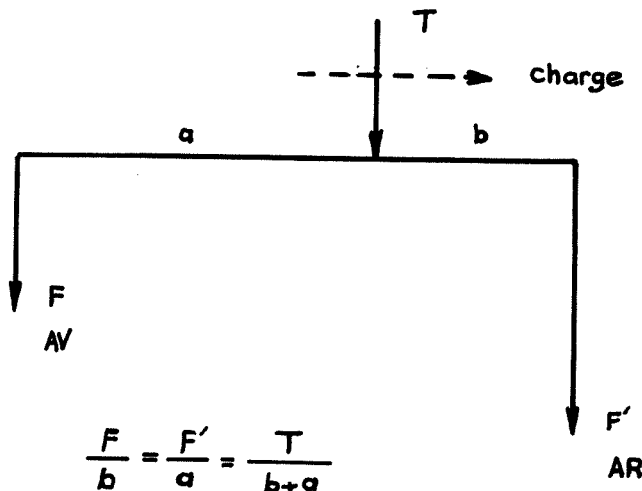
- A l'avant, le diamètre des deux pistons des blocs de commande hydraulique de freinage est de 60 mm.

- A l'arrière, le diamètre du piston des cylindres de roue est :

18 mm en Tous types D sauf Breaks
20 mm en Break

Si la pression dans la suspension AR augmente, le piston du répartiteur se déplace entraînant les galets A.

Le point d'application de l'effort T se déplace vers le distributeur arrière.

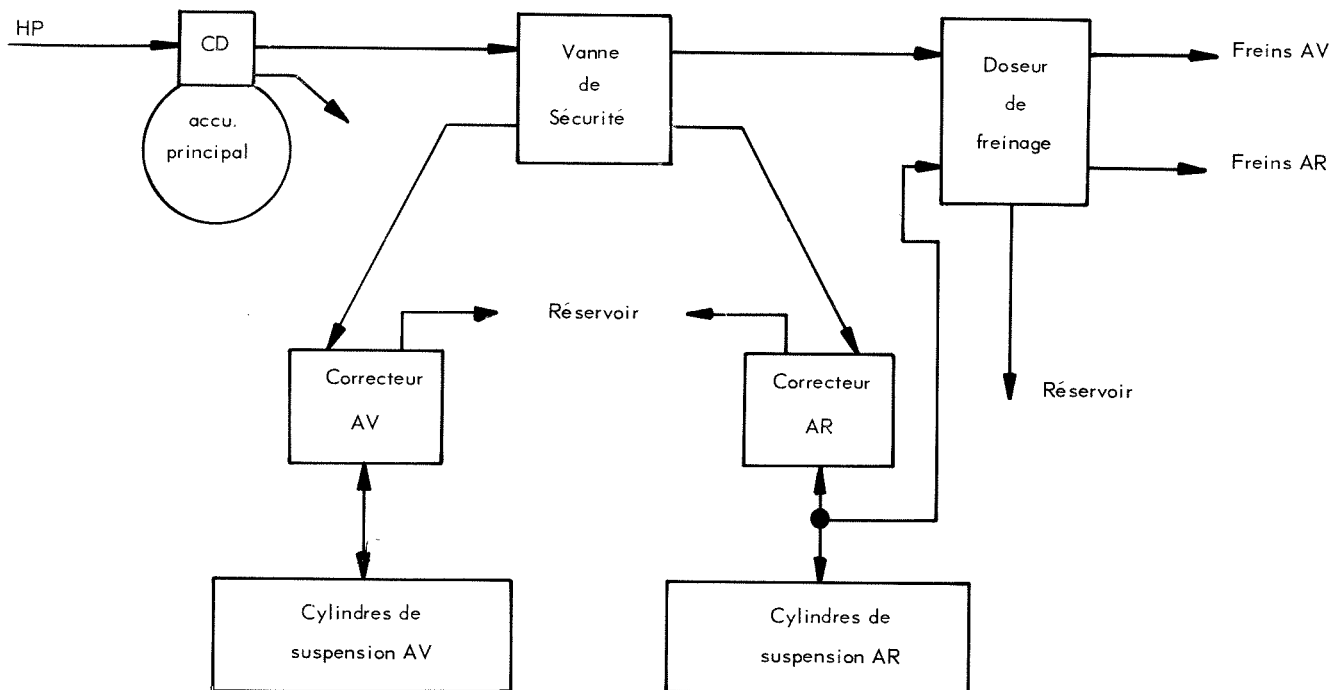


L'effort F' étant supérieur à F, la pression augmente dans les freins AR (p' supérieur à p) et la prépondérance de la puissance de freinage à l'avant diminue.

NOTES PERSONNELLES

III - FREINAGE PAR DOSEUR - (ID 19).

1) Disposition du circuit :



- Le circuit de freins AV est alimenté par la source haute pression.
- Le circuit de freins AR est alimenté par la suspension AR.

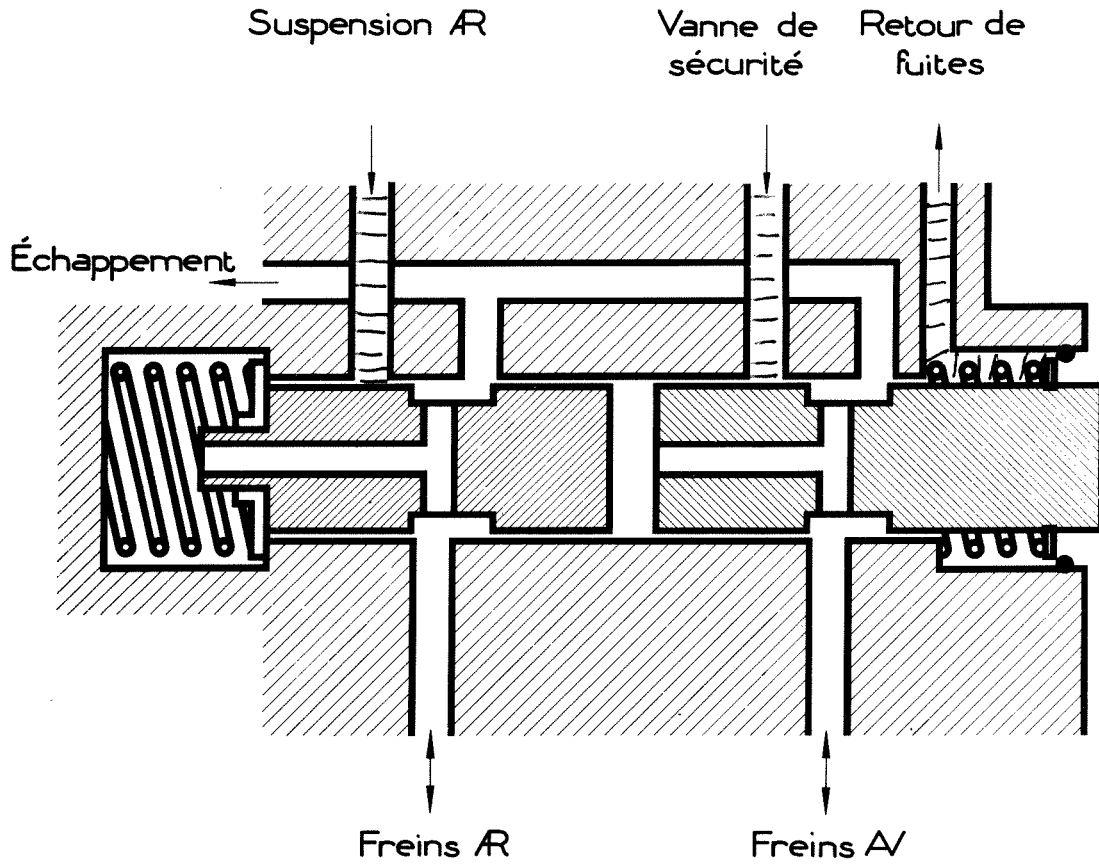
2) Description :

- Vanne de sécurité** : Elle comporte essentiellement 4 voies dont deux (suspension AV et AR) sont, en l'absence de pression, obturées par un tiroir. C'est sur cette vanne de sécurité que se trouve fixé le mano-contact.
- Doseur de freinage** : Il comprend deux distributeurs de pression. Les tiroirs de ces distributeurs sont coaxiaux. Ils sont rainurés circulairement de manière à diminuer les poussées latérales dues à la pression. Un dash-pot unique agit pour les deux tiroirs.

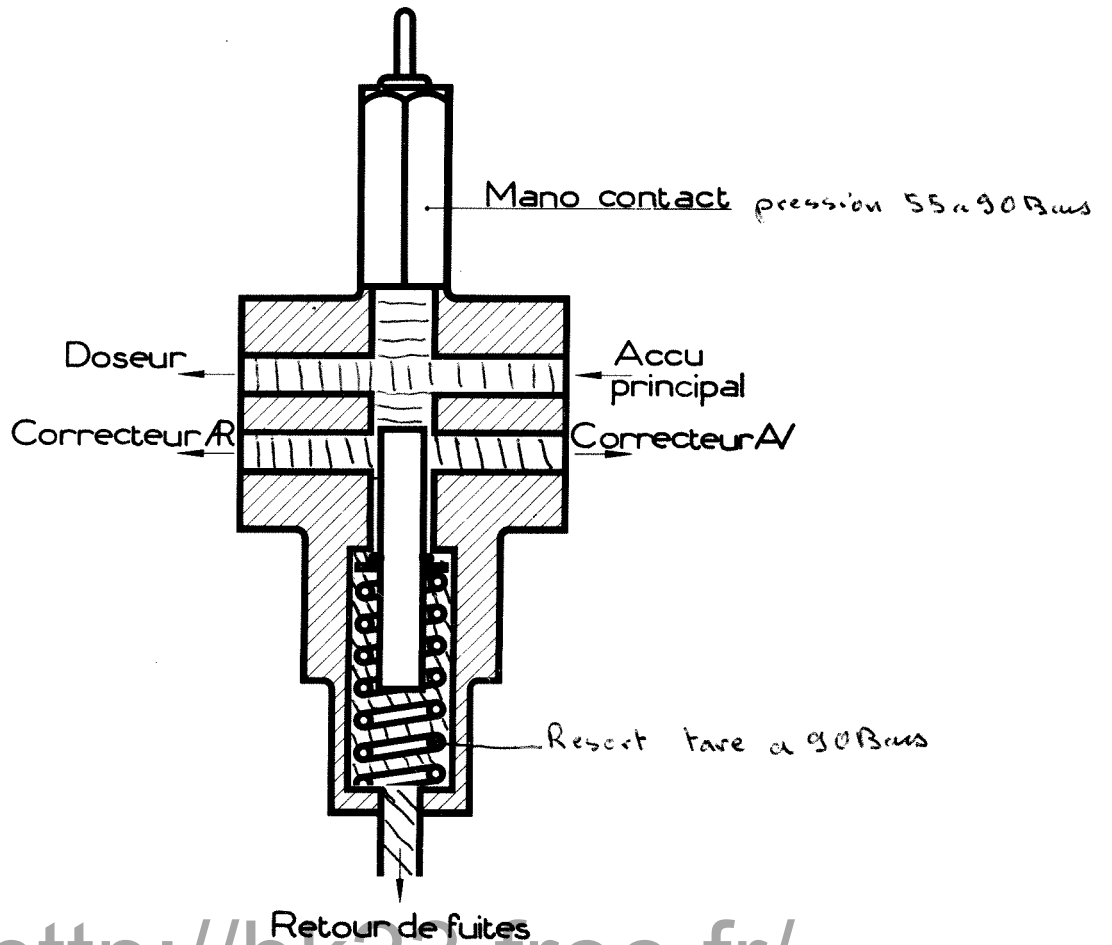
3) Fonctionnement :

- Vanne de sécurité** : Dès que la pression s'établit dans les circuits, il y a priorité d'alimentation des freins avant. Lorsque la pression (70 à 90 bars) est suffisante pour vaincre le ressort de rappel du tiroir, ce dernier se déplace, découvrant les orifices d'alimentation des suspensions AV et AR. Le tiroir a un rôle de sécurité; il isole éventuellement les circuits suspension de la source de pression.
- Doseur de freinage** : Lorsque le conducteur applique un effort sur la pédale de freins : Le tiroir du distributeur des freins avant s'enfonce, il obture l'échappement puis découvre l'admission. Une pression p s'établit dans le circuit de freins AV. Une même pression s'établit dans la chambre inférieure du tiroir. Le tiroir du distributeur de freins arrière reste immobile jusqu'à ce que la pression p soit suffisante pour comprimer le ressort. Lorsque cette pression est atteinte, le tiroir du distributeur de freins arrière se déplace à son tour. Il obture l'échappement, puis découvre l'admission. Une pression p' s'établit dans le circuit de freins AR et dans la chambre inférieure du tiroir.

DOSEUR



VANNE DE SÉCURITÉ



- c) **Prépondérance du freinage** : La pression s'établit d'abord dans le circuit de freins avant. Lorsque cette pression aura atteint une valeur suffisante pour comprimer le ressort, les freins AR seront alors alimentés.

Cette prépondérance est indépendante de la charge de la voiture. L'écart se maintient quel que soit l'effort appliqué sur la pédale de freins.

- d) **Réserve de freinage** : C'est l'accumulateur principal qui également remplit le rôle d'accumulateur de freins. Pour cette raison, son tarage est plus faible (40 au lieu de 65) que celui de l'accumulateur principal normal. Ceci permet une réserve de freinage plus importante.

Le mano-contact contrôle la pression stockée dans l'accumulateur principal. Il établit le contact du voyant lumineux quand la pression est comprise entre 85 et 55 bars.

4) **Organes récepteurs** :

- A l'avant, le diamètre des pistons est de 60 mm.
- A l'arrière, le diamètre du piston des cylindres de roues est de 18 mm.

NOTES PERSONNELLES

NOTES PERSONNELLES

FREINAGE

<http://bk23.free.fr/>

FREINAGE

I - GENERALITES.

Les véhicules D sont équipés de freins à disques à l'avant et à tambours à l'arrière.
Il existe deux systèmes de commande sur ces véhicules.

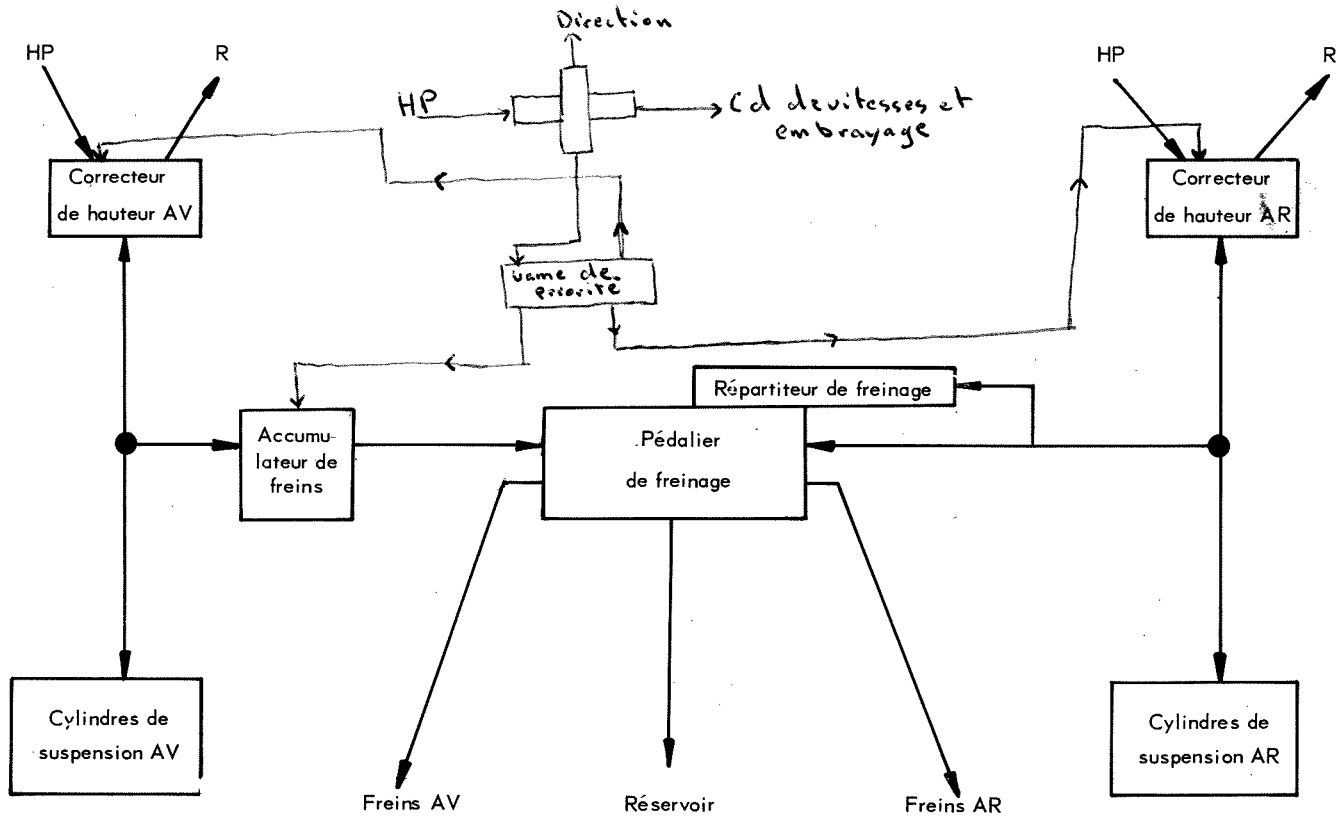
- le freinage par doseur
- le freinage par pédalier

Plusieurs particularités communes caractérisent ces deux systèmes.

- Les circuits de freins AV et AR sont séparés.
- Les circuits de freins AR, sont alimentés par la suspension AR (ce branchement permet de limiter la pression maximum de freinage sur le circuit AR).
- Il existe une réserve de pression sur le circuit AV.
Accu de frein avec freinage par pédalier, accu principal avec freinage par doseur.
- Le freinage est réparti différemment sur les essieux (répartiteur réglable sur freinage par pédalier, non réglable sur freinage par doseur).

II - FREINAGE PAR PEDALIER - (DS tous types et breaks). *jusqu'à Dec 67*

1) Disposition du circuit :



- Le circuit des freins AV est alimenté par la suspension AV. L'accumulateur de freins est monté en série sur ce circuit.
- Le circuit des freins AR est alimenté par la suspension AR.
- Le cylindre répartiteur de freinage est alimenté en dérivation sur le circuit de suspension AR.

REMARQUE : Les valeurs des pressions régnant dans les circuits suspension sont :

- à l'avant : 85 à 110 bars suivant la charge
- à l'arrière : 50 à 90 bars suivant la charge

2) Description.

a) L'accumulateur de freinage.

- Conception et fonctionnement identiques à ceux des accumulateurs principaux. Il est alimenté par le liquide de suspension AV.
- Un clapet anti-retour à bille empêche le liquide de refluer vers la suspension.
- Moteur arrêté ou en cas de défaillance de la source de pression, cet accumulateur représente un volume de liquide suffisant pour permettre l'arrêt du véhicule.
- Un voyant lumineux au tableau de bord, commandé par un mano-contact, contrôle la pression de l'accu, il s'allume quand cette pression est comprise entre 60 et 80 bars.

b) Le pédalier de freinage :

Il est composé : de la pédale de frein

- du bloc de commande hydraulique
 - du mano-contact
 - du répartiteur de freinage
- La pédale de frein supporte le patin, celui-ci est recouvert d'une garniture caoutchouc qui donne à l'effort du conducteur une certaine élasticité.
 - Le bloc de commande hydraulique de freinage.
Ce bloc comprend deux distributeurs de pression identiques, leurs tiroirs sont reliés par un plateau répartiteur de freinage.
L'effort exercé sur la pédale de frein est transmis au plateau répartiteur par les galets mobiles A.

Particularités de ces distributeurs :

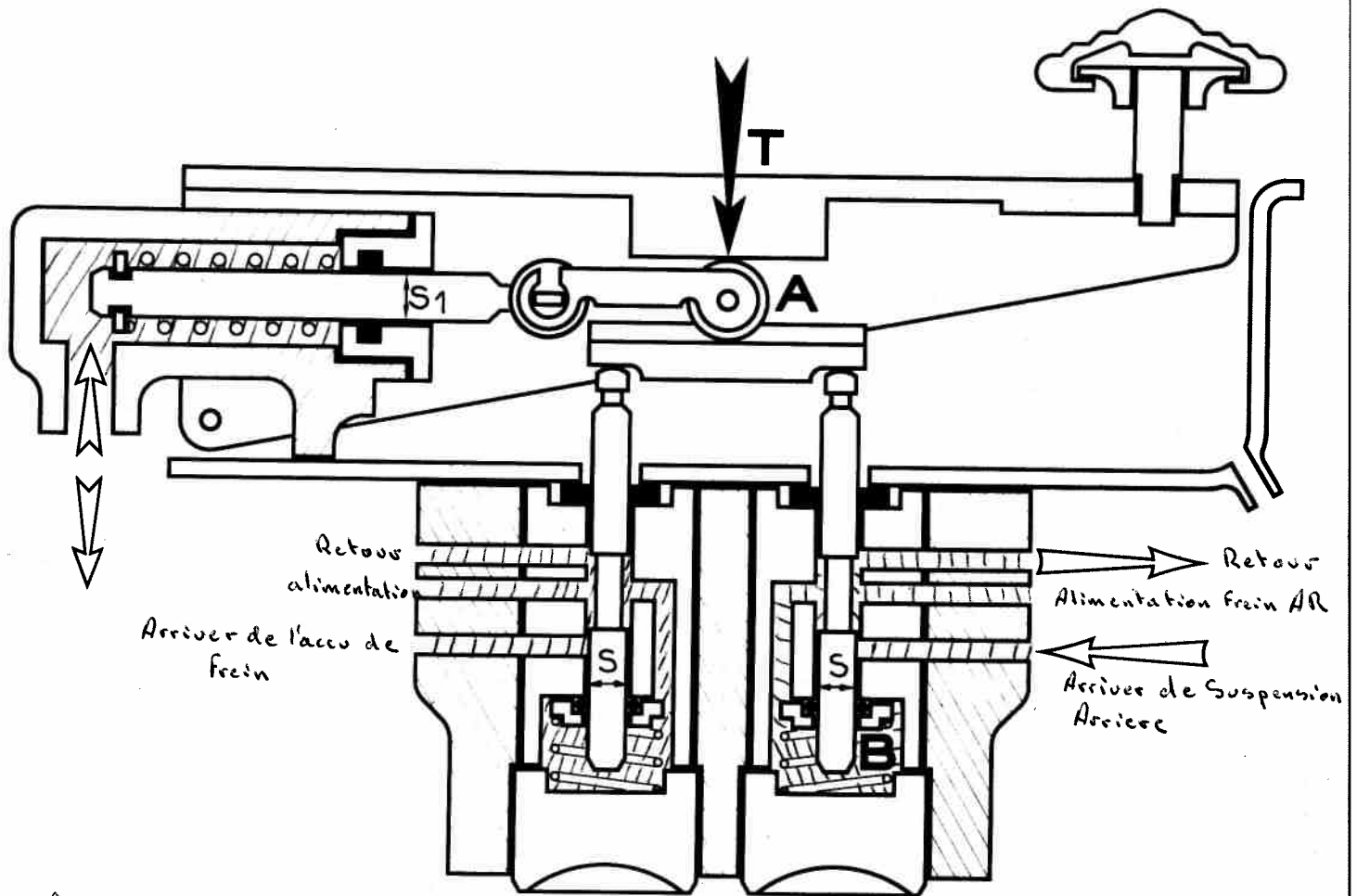
- Au repos, l'utilisation est en communication avec l'échappement (pas de pression résiduelle dans les circuits de freinage).
- Un ressort de rappel ramène le tiroir en position repos.

c) Le répartiteur :

- Le corps du répartiteur est alimenté par le liquide de suspension AR (c'est à l'arrière que les variations de pression en fonction de la charge sont les plus importantes).
- La pression d'alimentation agit sur la surface utile S_1 du piston.
- Le piston est solidaire des galets A.
- Un ressort tend à ramener le piston en position repos.

COMMANDE DE FREINAGE

-3/6



Avant Septembre 66 = Cote $\frac{3}{4}$ -14_{mm} au - 2/10 mm de l'axe du tirais . pression 50 Bars

Depuis Septembre 66 = 14_{mm} au - 0,25 mm pression 60 Bars

3) Fonctionnement :

a) Le bloc de commande :

Le conducteur applique un effort sur le patin.

Le plateau répartiteur de freinage reçoit l'effort T.

Les tiroirs s'enfoncent obturant l'échappement, puis découvrant l'admission.

Il s'établit dans les circuits de freinage AV et AR les pressions p et p'.

Ces mêmes pressions agissant sous les tiroirs (chambre B) vont constituer la réaction de la pédale. Cette réaction équilibre l'effort T :

$$T = (p + p') S$$

La somme des deux pressions est alors proportionnelle à l'effort fourni et indépendante de la pression d'alimentation. En dosant son effort sur le patin, le conducteur dose la puissance de freinage.

b) Le répartiteur de freinage :

Pour une pression dans le cylindre du répartiteur de 60 bars, l'effort T est appliqué au milieu du plateau répartiteur.

- Les pressions dans les circuits de freinage AV et AR sont égales ($p = p'$) mais, par construction, la puissance de freinage est supérieure à l'avant.

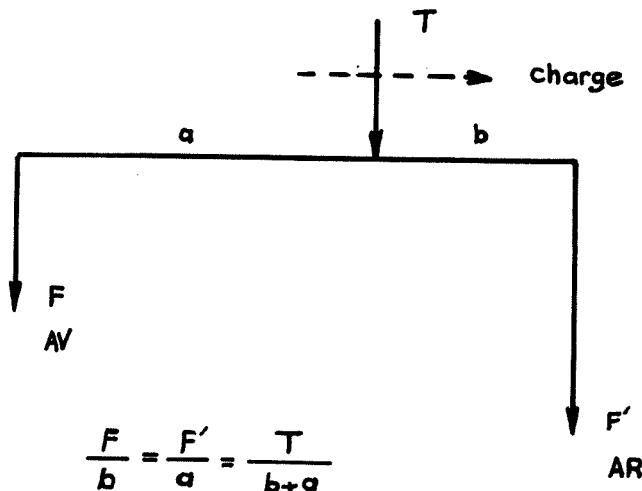
- A l'avant, le diamètre des deux pistons des blocs de commande hydraulique de freinage est de 60 mm.

- A l'arrière, le diamètre du piston des cylindres de roue est :

18 mm en Tous types D sauf Breaks
20 mm en Break

Si la pression dans la suspension AR augmente, le piston du répartiteur se déplace entraînant les galets A.

Le point d'application de l'effort T se déplace vers le distributeur arrière.

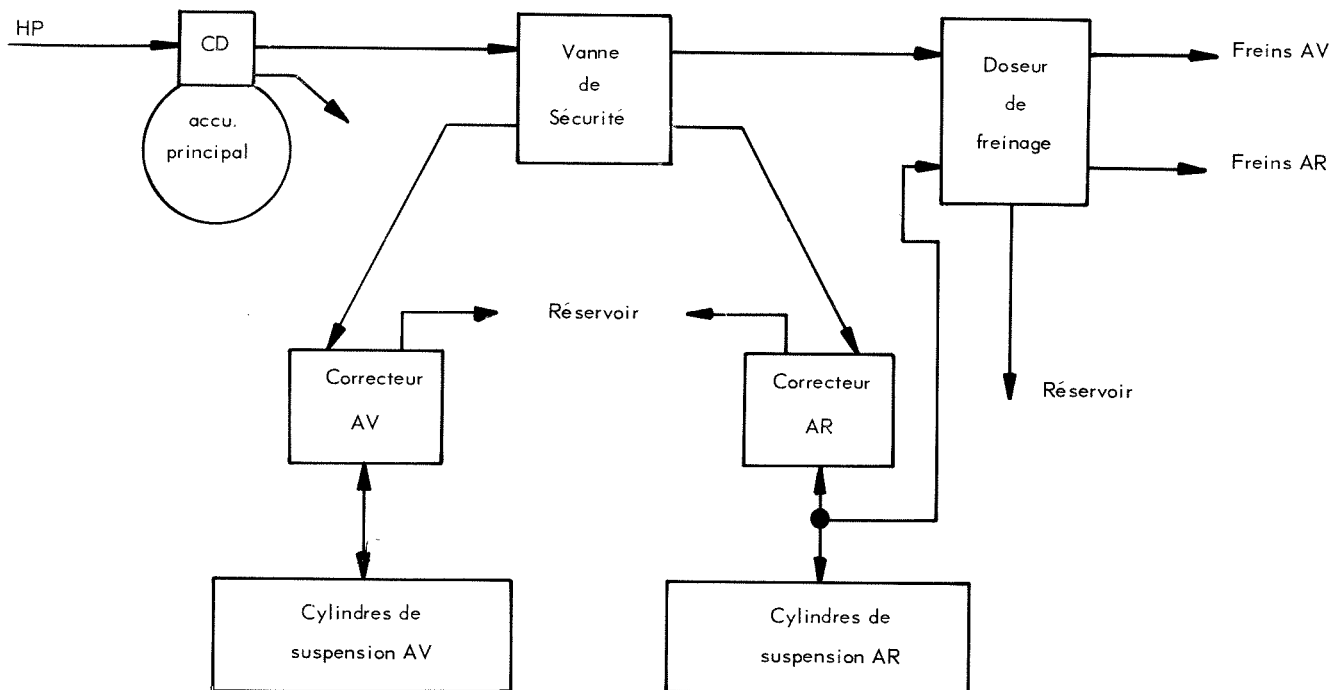


L'effort F' étant supérieur à F, la pression augmente dans les freins AR (p' supérieur à p) et la prépondérance de la puissance de freinage à l'avant diminue.

NOTES PERSONNELLES

III - FREINAGE PAR DOSEUR - (ID 19).

1) Disposition du circuit :



- Le circuit de freins AV est alimenté par la source haute pression.
- Le circuit de freins AR est alimenté par la suspension AR.

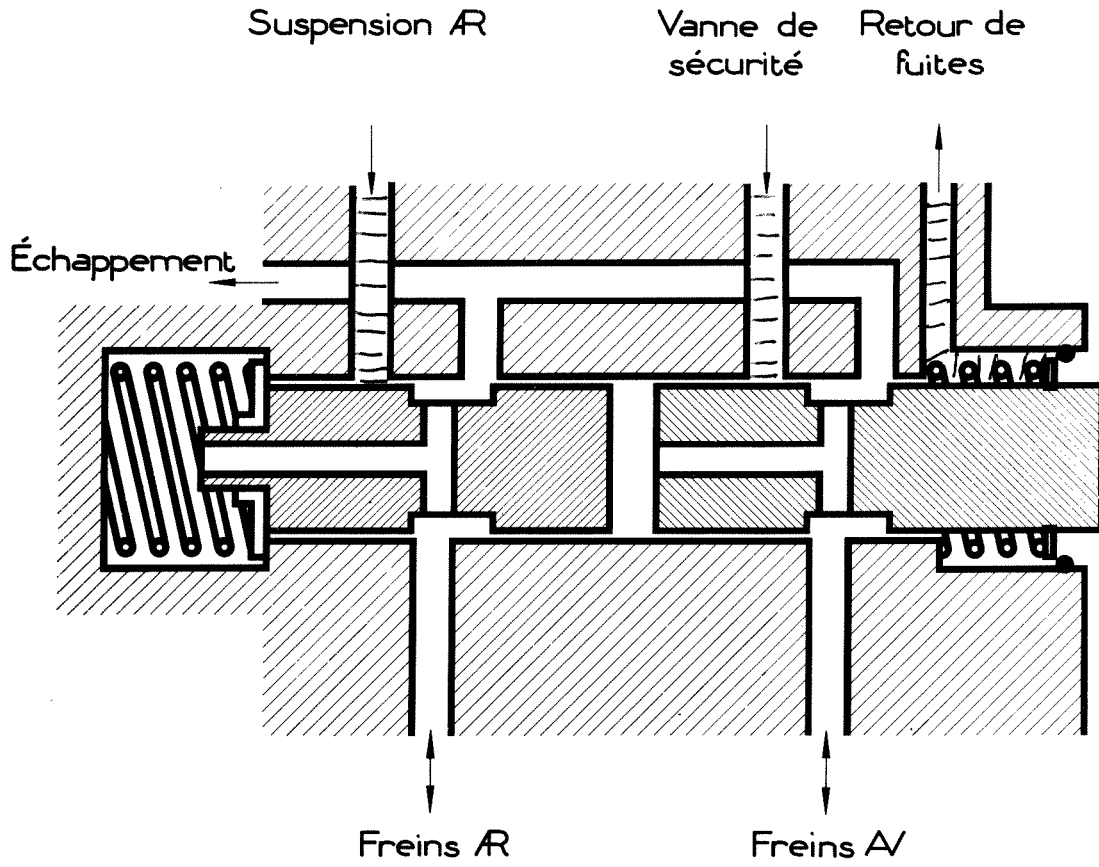
2) Description :

- Vanne de sécurité** : Elle comporte essentiellement 4 voies dont deux (suspension AV et AR) sont, en l'absence de pression, obturées par un tiroir. C'est sur cette vanne de sécurité que se trouve fixé le mano-contact.
- Doseur de freinage** : Il comprend deux distributeurs de pression. Les tiroirs de ces distributeurs sont coaxiaux. Ils sont rainurés circulairement de manière à diminuer les poussées latérales dues à la pression. Un dash-pot unique agit pour les deux tiroirs.

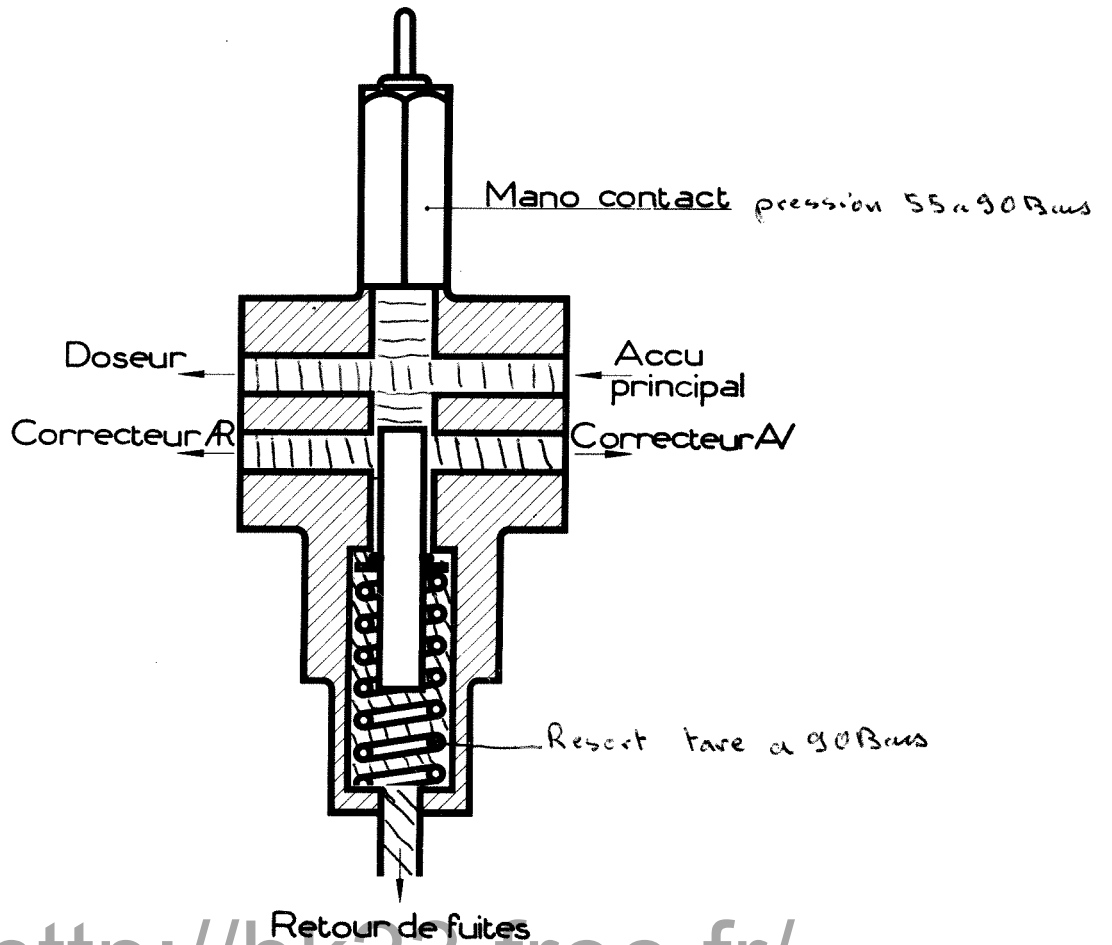
3) Fonctionnement :

- Vanne de sécurité** : Dès que la pression s'établit dans les circuits, il y a priorité d'alimentation des freins avant. Lorsque la pression (70 à 90 bars) est suffisante pour vaincre le ressort de rappel du tiroir, ce dernier se déplace, découvrant les orifices d'alimentation des suspensions AV et AR. Le tiroir a un rôle de sécurité; il isole éventuellement les circuits suspension de la source de pression.
- Doseur de freinage** : Lorsque le conducteur applique un effort sur la pédale de freins : Le tiroir du distributeur des freins avant s'enfonce, il obture l'échappement puis découvre l'admission. Une pression p s'établit dans le circuit de freins AV. Une même pression s'établit dans la chambre inférieure du tiroir. Le tiroir du distributeur de freins arrière reste immobile jusqu'à ce que la pression p soit suffisante pour comprimer le ressort. Lorsque cette pression est atteinte, le tiroir du distributeur de freins arrière se déplace à son tour. Il obture l'échappement, puis découvre l'admission. Une pression p' s'établit dans le circuit de freins AR et dans la chambre inférieure du tiroir.

DOSEUR



VANNE DE SÉCURITÉ



- c) **Prépondérance du freinage** : La pression s'établit d'abord dans le circuit de freins avant. Lorsque cette pression aura atteint une valeur suffisante pour comprimer le ressort, les freins AR seront alors alimentés.

Cette prépondérance est indépendante de la charge de la voiture. L'écart se maintient quel que soit l'effort appliqué sur la pédale de freins.

- d) **Réserve de freinage** : C'est l'accumulateur principal qui également remplit le rôle d'accumulateur de freins. Pour cette raison, son tarage est plus faible (40 au lieu de 65) que celui de l'accumulateur principal normal. Ceci permet une réserve de freinage plus importante.

Le mano-contact contrôle la pression stockée dans l'accumulateur principal. Il établit le contact du voyant lumineux quand la pression est comprise entre 85 et 55 bars.

4) **Organes récepteurs** :

- A l'avant, le diamètre des pistons est de 60 mm.
- A l'arrière, le diamètre du piston des cylindres de roues est de 18 mm.

NOTES PERSONNELLES

DIRECTION

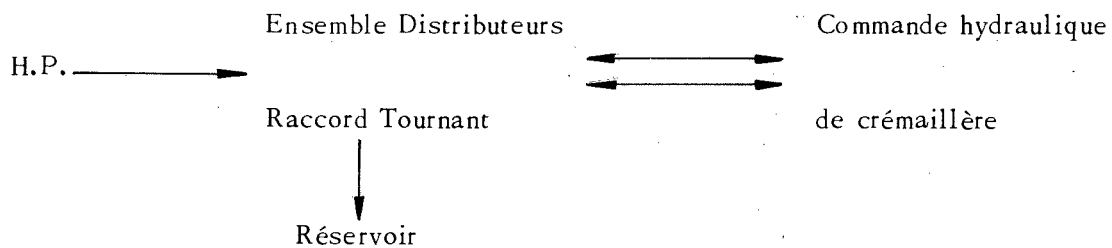
<http://bk23.free.fr/>

DIRECTION

I - GENERALITES.

- C'est une direction du type pignon crémaillère, assistée hydrauliquement.
- L'assistance permet, pour un faible effort au volant, d'avoir une direction très peu démultipliée.

II - DISPOSITION DU CIRCUIT.



III - DESCRIPTION

Deux organes principaux composent la partie hydraulique de la direction. Il s'agit de la commande hydraulique de crémaillère et du distributeur tournant.

1) Commande hydraulique de crémaillère :

C'est un ensemble piston cylindre à double effet dont le piston est rendu solidaire de la crémaillère.

2) Distributeur tournant :

Deux tiroirs distributeurs de pression (1 pour chaque face du piston) sont reliés au volant par l'intermédiaire d'une fourchette de commande.

- Comme les tiroirs distributeurs suivent les mouvements de rotation du volant, la liaison hydraulique entre les parties fixes (arrivée et échappement de pression) et les parties tournantes (distributeurs) est assurée par un raccord tournant.

IV - FONCTIONNEMENT.

1) Aucune action sur le volant :

La fourchette de commande est en équilibre sur les deux tiroirs et les orifices admission des distributeurs sont obturés.

2) Action sur le volant :

- A une rotation du volant correspond, au niveau des distributeurs, un déplacement des tiroirs par rapport aux chemises. Un des tiroirs s'enfonce l'autre se soulève. Celui qui s'enfonce met en communication la haute pression avec le cylindre de direction.

Le piston se déplacera à condition que le liquide se trouvant sur l'autre face puisse s'échapper afin qu'il ne forme pas « verrou ». Or, celui qui se soulève met en communication l'autre face du piston avec l'échappement.

3) Immobilisation du volant :

- La crémaillère en se déplaçant entraîne, par l'intermédiaire du pignon, les chemises des distributeurs dans un sens tel que l'enfoncement du tiroir tend toujours à s'annuler.

Tant que le conducteur agit sur le volant, il maintient les tiroirs en contrainte, mais lorsque cette action cesse, les chemises reprennent leur position d'équilibre par rapport aux tiroirs et la crémaillère cesse de se déplacer.

4) Sensibilité de la direction :

Elle est obtenue par le principe même des distributeurs de pression à savoir :

- La dérivation qui existe entre l'utilisation et le dessous des tiroirs permet de proportionner l'effort de braquage au rayon de braquage désiré.
- Le dash-pot placé sous chaque tiroir évite les brusques montées en pression.

5) Pression résiduelle :

Une pression résiduelle est maintenue de part et d'autre du piston lorsque le volant est au repos.

Cette pression est fournie par les distributeurs et la valeur est fonction de la position des tiroirs dans leurs chemises (réglage du croisement des pressions).

- De ce fait, toute action sur le volant se traduira immédiatement dans la commande de crémaillère, par une augmentation de pression sur une face du piston et une diminution de pression sur l'autre face. Le déplacement de la crémaillère est ainsi immédiat.

6) Liaison mécanique :

- **Direction sans pression :** Pour assurer une liaison mécanique la fourchette possède deux ergots qui commandent directement le pignon de crémaillère.

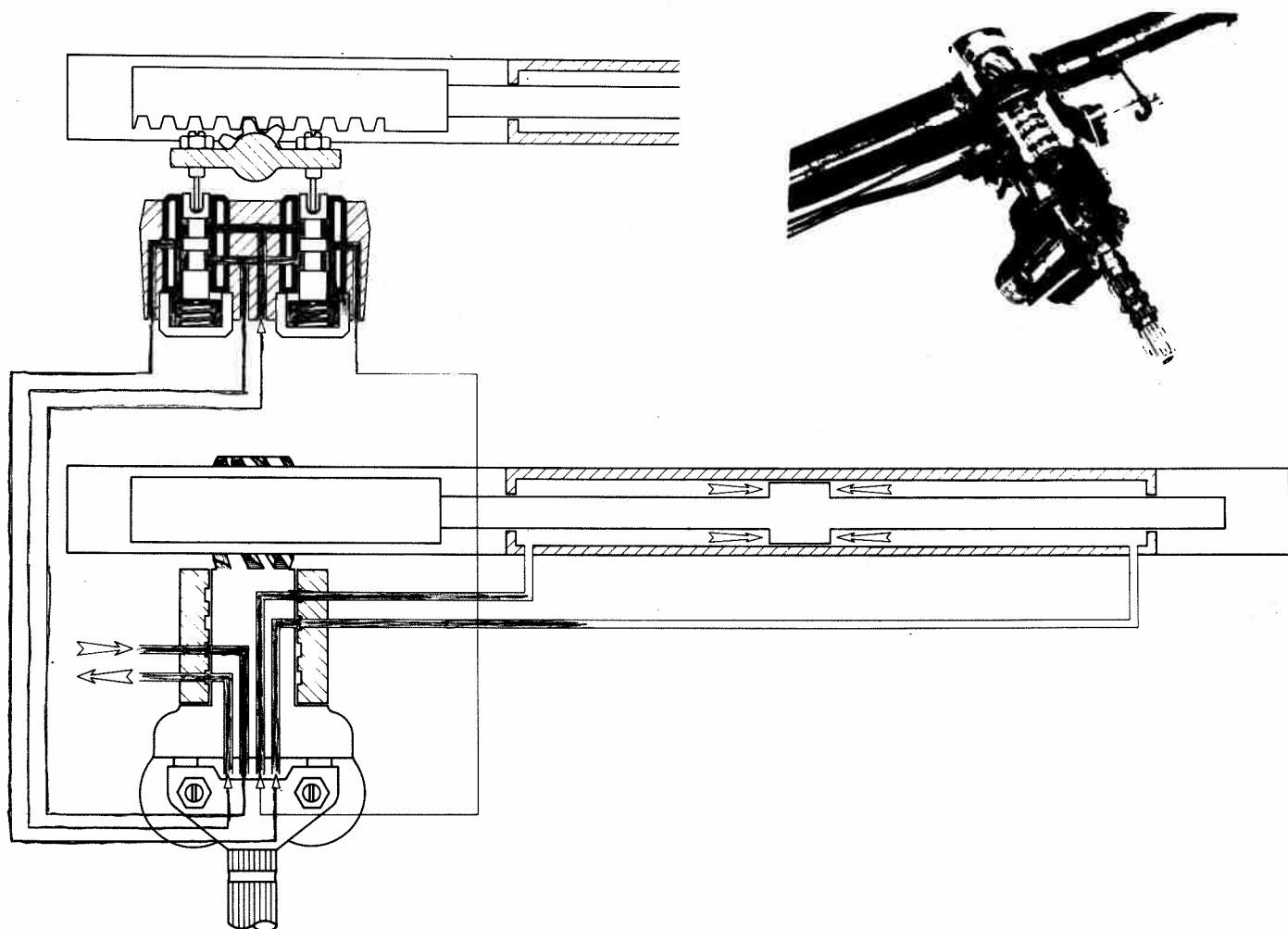
Ces ergots sont montés avec jeu dans leur logement; ce jeu est tel qu'il permet :

en pression, le déplacement des tiroirs

sans pression, le déplacement du pignon de crémaillère avant que les tiroirs soient à fond de chemises.

- **Direction en pression :** Le jeu n'est pas ressenti - car la pression résiduelle qui s'exerce également sous les 2 tiroirs maintient ceux-ci au contact de la fourchette.

DIRECTION



NOTES PERSONNELLES

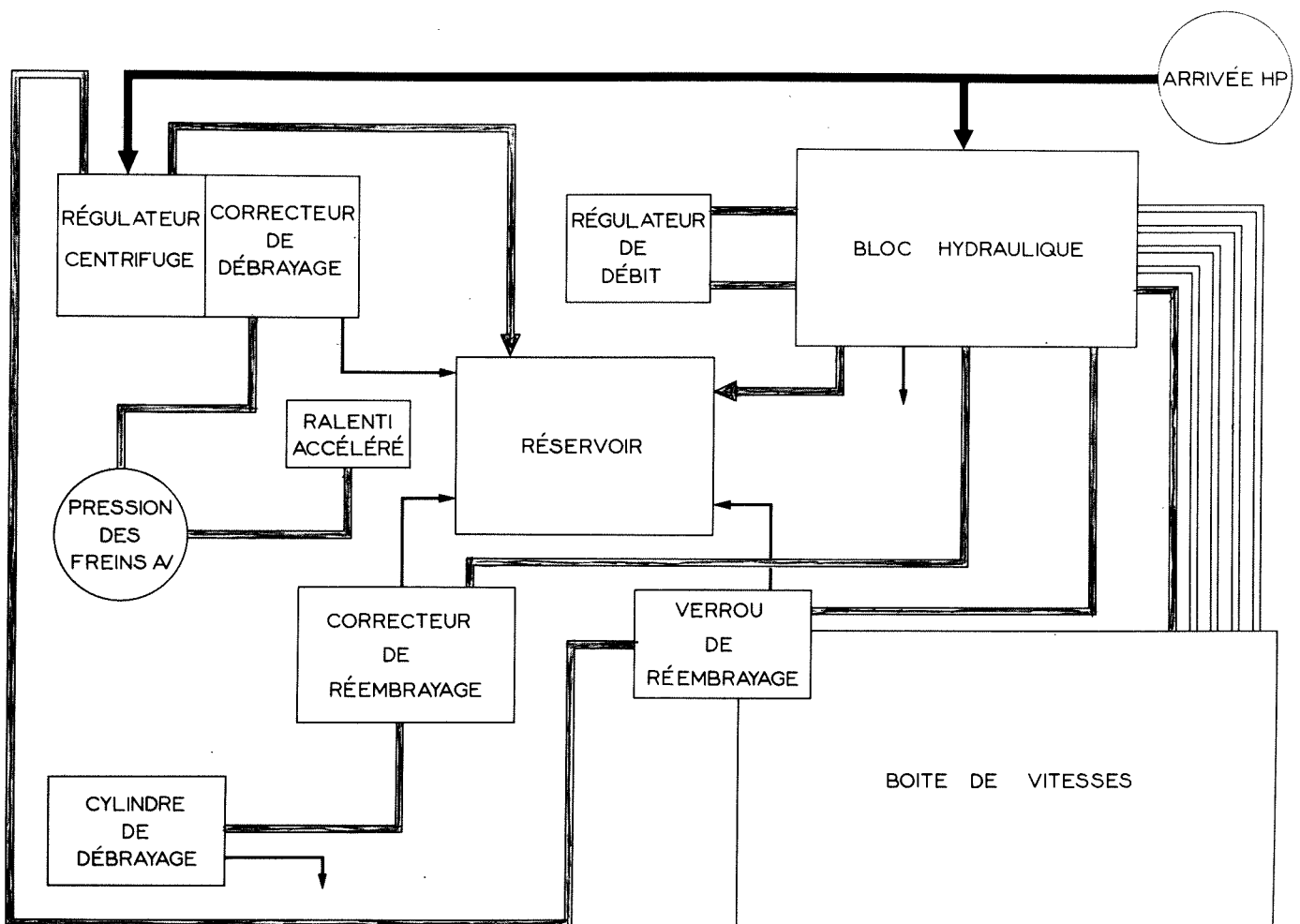
COMMANDE HYDRAULIQUE DES VITESSES
ET D'EMBRAYAGE

COMMANDE HYDRAULIQUE DES VITESSES ET D'EMBRAYAGE

I - GENERALITES.

- Pour effectuer toutes les opérations relatives au passage des vitesses et à l'embrayage, le conducteur ne dispose que du levier de sélecteur et de la pédale d'accélérateur. Comme le véhicule possède une boîte de vitesses et un mécanisme d'embrayage classiques, les opérations de passage de vitesses et d'embrayage sont exécutées automatiquement.
- Cette commande automatique est assurée par deux organes principaux :
 - le bloc hydraulique,
 - le régulateur centrifuge.

II - DISPOSITION DU CIRCUIT.



III - LE BLOC HYDRAULIQUE.

1) Rôle :

- Le bloc hydraulique assure le débrayage au point mort et, du point mort, permet le passage de n'importe quelle vitesse.
- Au cours d'un changement de vitesses, il commande dans l'ordre :
 - le débrayage,
 - le retrait de la vitesse en prise,
 - le passage de la vitesse choisie,
 - le réembrayage.

2) Description :

- Les différents éléments qui composent le bloc hydraulique sont :

a) le tiroir de sélecteur :

- Il est creux, possède 1 orifice pour l'arrivée H.P. et 5 orifices pour l'utilisation (1 pour chaque vitesse).
- Les rainures longitudinales et circulaires usinées sur le tiroir ont pour but de permettre l'échappement de liquide (vitesses par exemple) au réservoir par l'intermédiaire de la face AV du bloc hydraulique.
- Au point mort, les orifices utilisation du tiroir se trouvent en correspondance d'une partie pleine de la chemise du tiroir. L'étanchéité est assurée uniquement grâce à la précision d'usinage du tiroir et de la chemise (précision de l'ordre de quelques microns).
- Le positionnement du tiroir dans sa chemise est très important, et fait l'objet d'un calage très précis qui correspond à une position donnée du levier de changement de vitesses.

b) Les pistons de commande automatique d'embrayage :

- Au nombre de 5 (1 pour chaque vitesse) ils peuvent se déplacer vers le haut du bloc lorsqu'ils sont sollicités. Ils reprennent leur position initiale par l'intermédiaire du ressort de rappel du tiroir de commande automatique d'embrayage.

c) Le tiroir de commande automatique d'embrayage.

d) Les pistons de synchronisation :

Au nombre de 4, il n'y en a que 3 qui peuvent se déplacer, le 4ème formant bouchon. Ils reprennent leur position initiale par l'intermédiaire de deux ressorts de rappel.

- Il n'existe pas de piston de synchronisation de 1ère vitesse bien qu'elle soit synchronisée.

e) **Le tiroir de commande à main d'embrayage :**

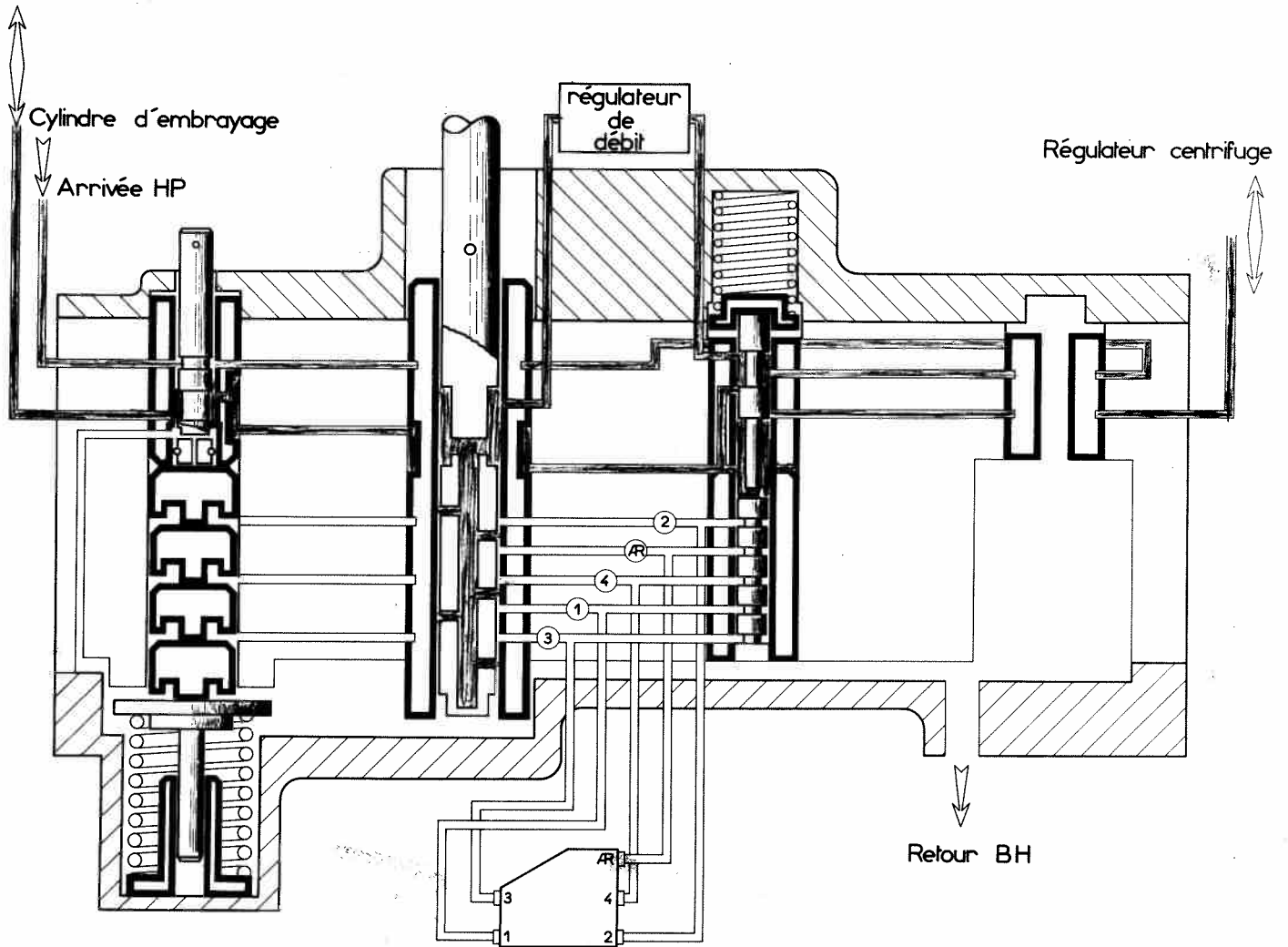
Commandé manuellement à partir d'un levier et d'une tringle, il ne peut avoir que deux positions.

- la position de marche normale (tiroir enfoncé)
- la position embrayée (tiroir tiré)

A son extrémité inférieure (en coupe sur le schéma) deux canalisations percées perpendiculairement.

f) **Les canalisations internes :**

Les 5 départs vers les pistons de commande des vitesses ont été schématisés par 5 cercles situés sur les canalisations reliant la chemise du tiroir de sélecteur aux pistons de commande automatique d'embrayage.



3) **Fonctionnement :**

a) **Commande manuelle d'embrayage :**

- Tiroir en position de marche normale : l'alimentation en H.P. du bloc hydraulique est assurée.
- Tiroir en position embrayée : dans cette position, le tiroir provoque :
 - l'obturation du circuit d'alimentation du bloc hydraulique
 - la mise à l'échappement du cylindre de débrayage.
- Dans cette dernière position du tiroir, le véhicule se trouve embrayé ce qui rend possible entre autres :
 - le dégommage et la mise en route du moteur à la manivelle
 - le réglage des culbuteurs.

b) **Mise en pression - débrayage :** (tiroir d'embrayage à main en position normale).

- Avant que l'alimentation en liquide H.P. du bloc soit assurée, la position du tiroir de commande automatique d'embrayage est telle que :
 - l'alimentation du tiroir de sélecteur est obturée
 - le passage vers le cylindre de débrayage (à travers le bloc) est ouvert
- Lorsque l'alimentation H.P. s'effectue, le tiroir fonctionne en régulateur de pression et le débrayage a lieu sous une pression de 50 à 70 bars (cette pression est fonction du ressort placé au-dessus du tiroir).
- Dans sa position de régulation, le tiroir permet l'alimentation du tiroir de sélecteur (à travers le régulateur de débit).

Ainsi, moteur en marche, au point mort, le véhicule est débrayé.

c) **Passage de la 1ère vitesse ou de la marche AR. :**

En déplaçant le levier, le tiroir de sélecteur met le circuit de la vitesse choisie en communication avec l'alimentation HP. La pression monte simultanément :

- dans le circuit vitesses (cylindres de commande des axes de fourchettes)
- dans le circuit des pistons de commande automatique d'embrayage.

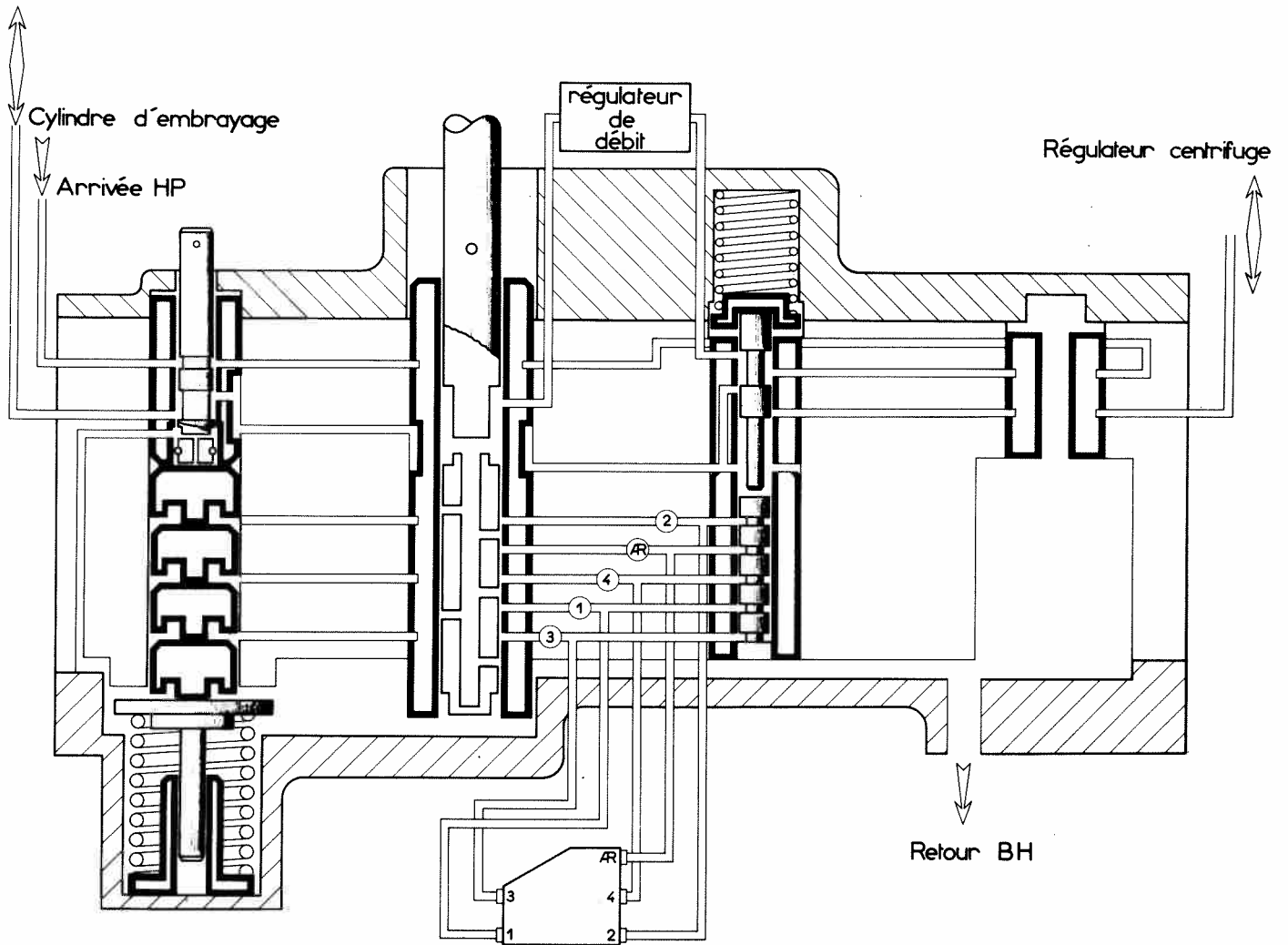
Les surfaces des pistons et la force des ressorts à vaincre sont telles que la pression provoque :

- Tout d'abord le déplacement de l'axe de fourchette jusqu'au crabotage de la vitesse.
- Ensuite, la pression continuant à monter, le déplacement du piston de commande automatique d'embrayage.

BLOC HYDRAULIQUE

POSITION POINT MORT

ET DEBRAYE



d) Passage de 2ème, 3ème ou 4ème vitesses :

Le circuit de la vitesse choisie étant en communication (par le tiroir de sélecteur) avec l'alimentation HP la pression monte simultanément :

- dans le circuit vitesses (cylindres de commande des axes de fourchettes)
- dans le circuit des pistons de commande automatique d'embrayage
- dans le circuit des pistons de synchronisation.

Pour les mêmes raisons que précédemment, les différentes phases s'effectuent dans l'ordre suivant :

- Déplacement de l'axe de fourchette jusqu'à mise en contact des cônes de synchronisation des pignons de B.V. à craboter.
- Déplacement du piston de synchronisation correspondant; ce qui permet au liquide d'augmenter en volume d'ou stabilisation de la pression (synchronisation à pression constante).
- Déplacement rapide de l'axe de fourchette provoquant le crabotage lorsque le piston de synchronisation est en butée.
- Déplacement du piston de commande automatique d'embrayage correspondant.

e) Réembrayage :

- Quelle que soit la vitesse choisie, la dernière phase effectuée par le bloc hydraulique est le déplacement du piston de commande automatique d'embrayage.
- En se déplaçant, le piston provoque le déplacement du tiroir de commande automatique. L'équilibre de régulation du tiroir est rompu, et dans sa nouvelle position, le tiroir permet :
 - de maintenir l'alimentation du tiroir de sélecteur (c'est la pression qui maintient la vitesse en prise)
 - la mise en communication du cylindre de débrayage avec le régulateur centrifuge. (Nous verrons que l'embrayage ou le réembrayage seront effectifs que si le régulateur centrifuge permet l'échappement du cylindre de débrayage vers le réservoir).

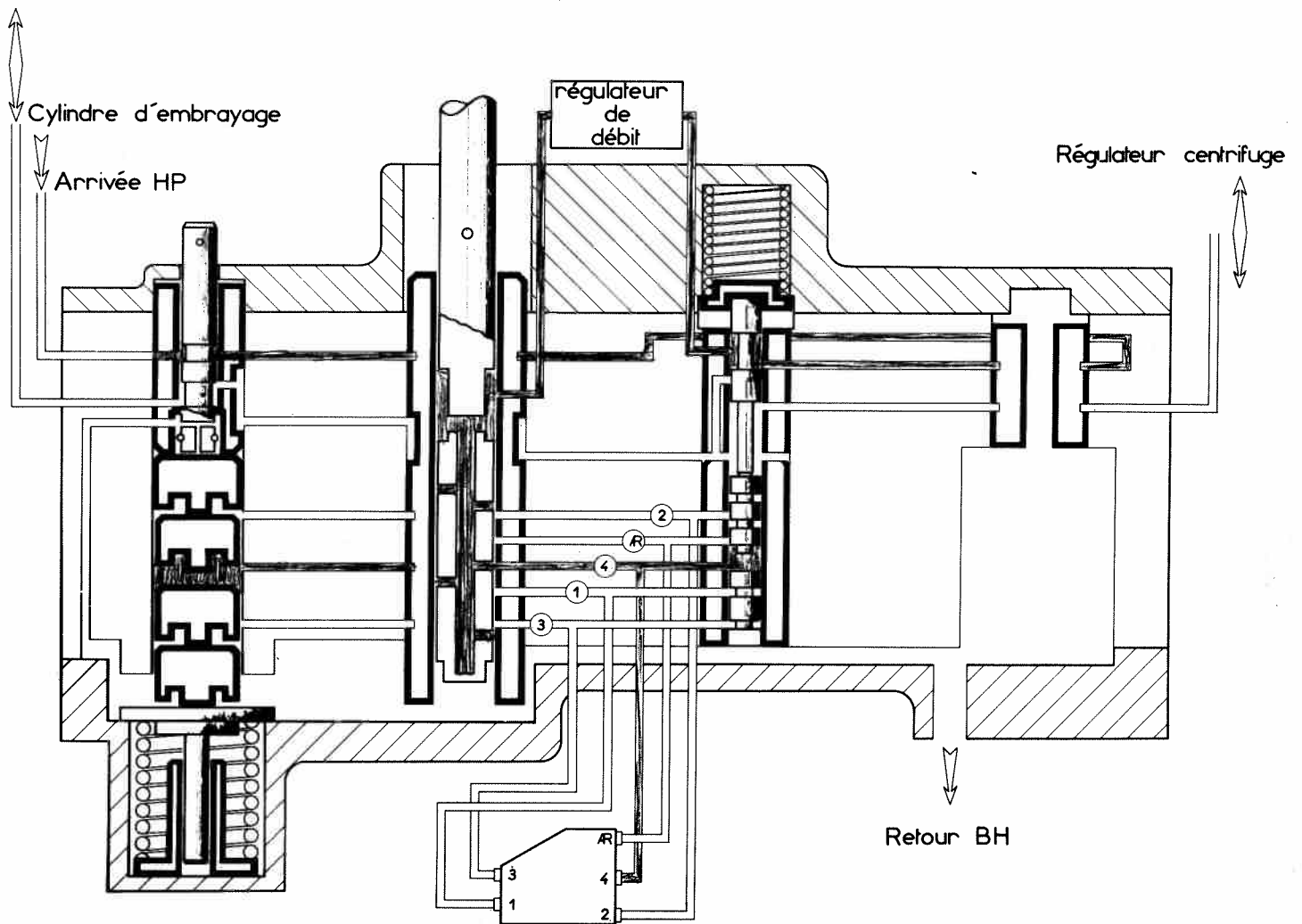
f) Rappel au point mort :

Entre chaque vitesse, le tiroir de sélecteur met tous les circuits alimentés à l'échappement par les rainures longitudinales et circulaires qu'il porte.

Toutes les pièces reprennent leur position initiale sous l'action des ressorts de rappel.

BLOC HYDRAULIQUE

POSITION 4^{ème} VITESSE



IV - LE REGULATEUR CENTRIFUGE.

1) Rôle :

- Le régulateur centrifuge commande l'embrayage au moment du démarrage, et le débrayage au moment de l'arrêt du véhicule, vitesse passée.
Son fonctionnement est lié au régime du moteur.

2) Description :

Il se compose de 3 parties essentielles :

- Régulateur classique à masselottes
- Ensemble tiroir chemise distributeur de pression
- Correcteur de débrayage dont l'alimentation est assurée par les freins AV

3) Fonctionnement :

a) Régulateur à masselottes :

Il transmet au tiroir régulateur par l'intermédiaire du grain un effort variable fonction du régime moteur :

A l'arrêt, l'effort correspond au tarage des ressorts.

En rotation, les masselottes s'écartent, les ressorts se compriment jusqu'au moment où il y a équilibre entre la force centrifuge et la force due à la compression des ressorts.

- L'effort F transmis au tiroir par le grain sera d'autant plus faible que le régime moteur sera plus élevé.

b) Ensemble tiroir chemise régulateur de pression :

- L'ensemble tiroir-chemise fonctionne comme un régulateur de pression.

- L'équilibre du tiroir est réalisé quand la somme des forces agissant en bout de tiroir (force due à la pression plus ressort) devient égale à l'effort transmis par le grain.

$$p \times s + R = F$$

- La pression d'utilisation (pression régulée) est donc uniquement fonction de l'effort F , c'est à dire du régime moteur.

$$p = \frac{F - R}{s}$$

Ainsi la pression régulée diminue quand le régime moteur augmente et inversement.

REMARQUE : Lorsque l'embrayage est réalisé, la position du tiroir permet la communication permanente du circuit d'embrayage avec l'échappement.

Ainsi, lors des changements de vitesses, seul le tiroir de commande automatique d'embrayage assure le débrayage et le réembrayage.

- Un dash-pot évite les montées brutales en pression et freine les mouvements du tiroir régulateur.

c) **Correcteur de débrayage :**

- **But :** Le correcteur de débrayage facilite le désaccouplement moteur-boîte de vitesses lors d'un arrêt brutal du véhicule sur coup de frein vitesse passée. Le débrayage franc est obtenu par une augmentation de pression d'environ 10 bars dans le cylindre de débrayage.
- **Fonctionnement :**
 - Au ralentissement, la pression des freins agit également sur le piston du correcteur de débrayage en comprimant son ressort de rappel.
 - Dans son déplacement, le piston provoque une diminution de tarage du ressort R situé en bout du tiroir.
 - Pour un même régime, l'équilibre du tiroir est de nouveau réalisé avec une pression d'utilisation plus importante :

$$\text{Nous avons précédemment } p = \frac{F - R}{s}$$

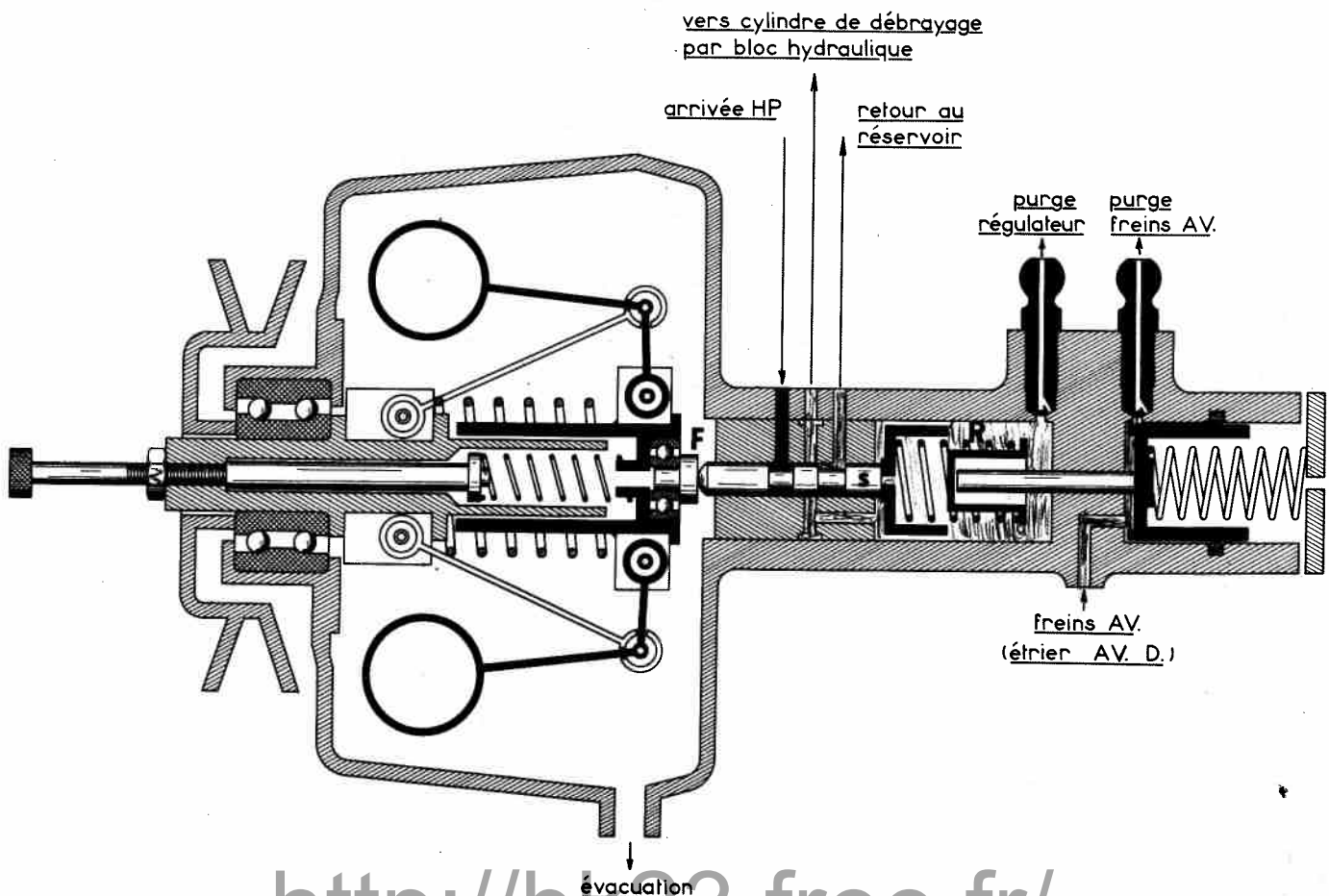
R diminuant et F restant constant, p devient supérieur (10 bars environ).

d) **Réglage de la vitesse de démarrage :**

soit p la pression correspondant au léchage pour un régime donné.

- En vissant la vis de réglage, F augmente, p augmente. La pression correspondant au léchage sera obtenue pour un régime moteur plus élevé.
- En dévissant la vis de réglage: phénomène inverse

RÉGULATEUR CENTRIFUGE



V - VERROU DE REEMBAYAGE.

1) But :

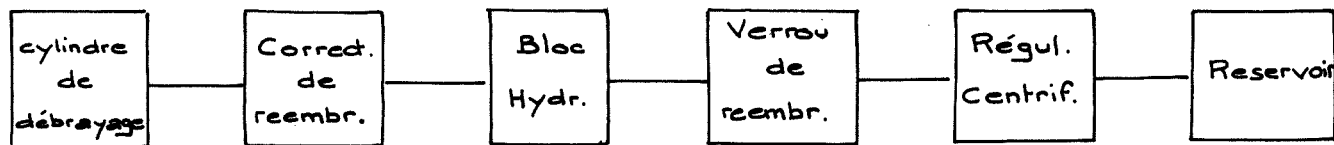
Cet organe est destiné à éviter le réembrayage, lors des passages de 1ère et 2ème vitesse, si l'un de ces 2 rapports n'est pas totalement craboté.

Cette sécurité est surtout justifiée pour le réembrayage en 1ère vitesse; en effet, cette vitesse n'ayant pas de capacité de synchronisation lui correspondant dans le bloc hydraulique, ce dernier pourrait permettre le réembrayage avant que le synchroniseur et le crabot n'aient eu complètement le temps d'agir.

2) Description :

Le verrou de réembrayage est fixé sur l'avant droit de la boîte de vitesses et, dans le circuit hydraulique, entre le bloc hydraulique et le régulateur centrifuge.

Il ne peut ainsi empêcher le débrayage lors du changement de vitesses, même s'il est fermé.



Il se compose de :

- 1 corps
- 1 chemise de verrou
- 1 tiroir de verrou de réembrayage muni d'une gorge
- 1 ressort de rappel de tiroir
- 1 tiroir de commande de bille et une bille

Ce tiroir est en liaison avec l'axe de fourchette de 1ère et 2ème vitesses, par l'intermédiaire d'un levier et d'un ressort.

3) Principe :

Le principe consiste à couper le circuit de chute de pression dans le cylindre de débrayage tant que 1ère ou 2ème vitesse ne sont pas crabotées.

4) Fonctionnement :

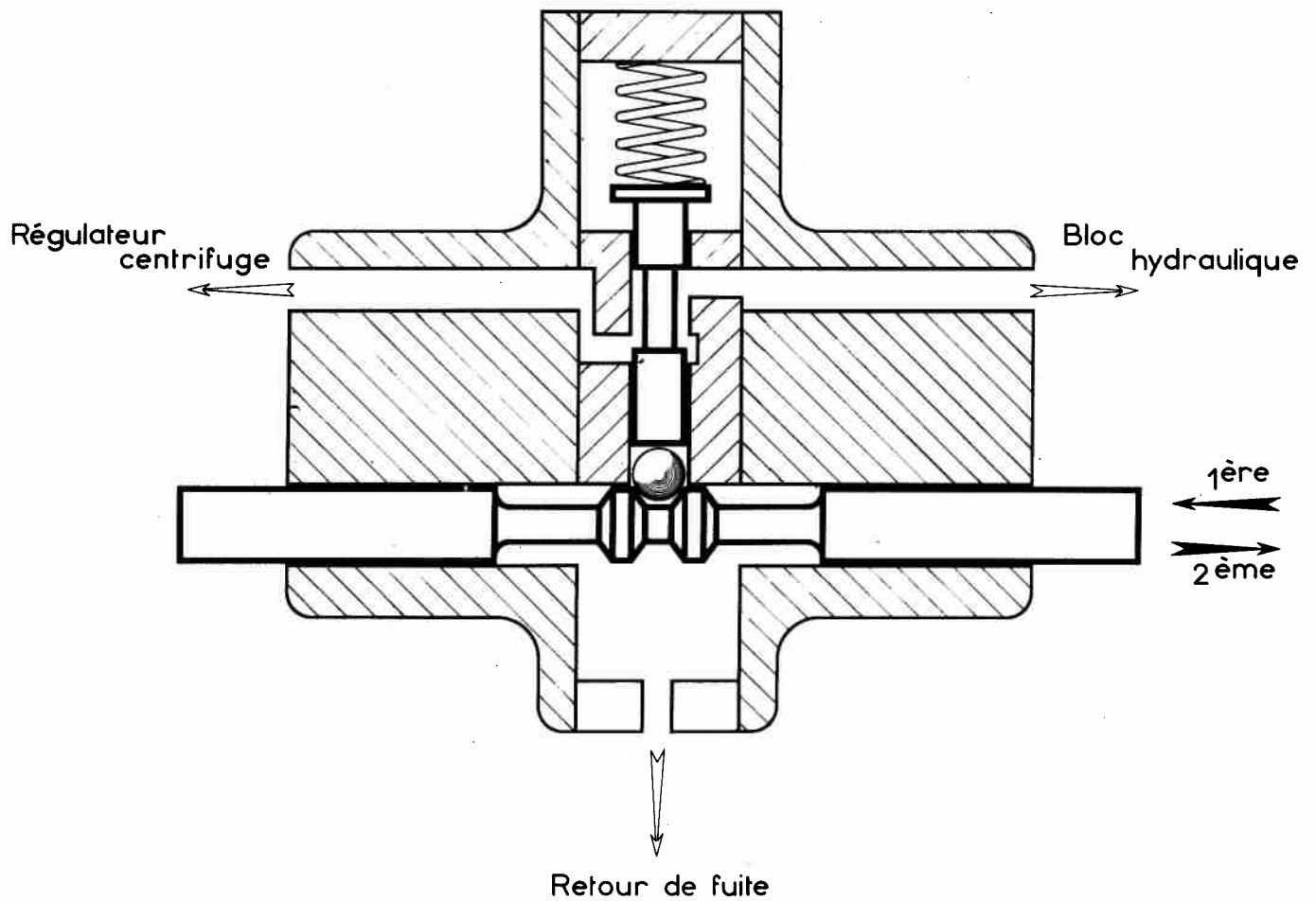
Lors du passage de la 1ère ou 2ème vitesse, la bille, repoussée par un épaulement du tiroir de commande, pousse le tiroir de verrou qui ferme le passage du liquide. Tant que synchronisation et crabotage ne sont pas réalisés, l'axe de fourchette (1ère - 2ème), et le tiroir de commande de bille, restent dans cette position intermédiaire et condamnent ainsi la chute de pression dans le cylindre de débrayage.

Le crabot s'engageant à fond, l'axe de fourchette et le tiroir de commande se déplacent à nouveau et l'épaulement cesse son action sur la bille; celle-ci redescend sous l'effort du tiroir de verrou poussé par son ressort de rappel.

Le passage du liquide est alors possible par la gorge du tiroir de verrou et le réembrayage peut s'effectuer.

Pour le passage en 3ème, 4ème, ou marche arrière, l'axe 1ère-2ème est au point mort et le verrou reste donc ouvert en permanence.

VERROU DE RÉEMBRAYAGE



VI - CORRECTEUR DE REEMBAYAGE.

1) But :

Il est destiné à assurer un réembrayage rapide et progressif.

Il doit :

- Faire varier la rapidité du réembrayage suivant la pression exercée sur l'accélérateur.
- Permettre un débrayage rapide.

2) Description :

Le correcteur est situé, dans le circuit hydraulique, entre bloc hydraulique et cylindre de débrayage.

Une came solidaire de l'axe de papillon du premier corps de carburateur commande, par l'intermédiaire d'un galet, un levier qui agit sur la tension d'un ressort; ce dernier applique en permanence un renvoi sur un tiroir.

Un second tiroir est poussé vers le premier par un faible ressort. Dans sa partie centrale, ce tiroir a un diamètre inférieur à celui de l'alésage dans lequel il coulisse.

3) Principe et fonctionnement :

a) Débrayage :

Principe :

On cherche à ce que cette opération se réalise le plus rapidement possible. Il faudra donc que le correcteur permette une circulation non freinée du liquide, du bloc hydraulique vers le cylindre de débrayage.

Fonctionnement :

Partons de la position repos embrayée. La pression venant du bloc hydraulique lors du débrayage repousse d'abord le tiroir by-pass car le tarage de son ressort de rappel est faible. Le tiroir dégage un orifice qui libère le passage du liquide (planche position I).

La pression augmentant, le second tiroir est repoussé à son tour découvrant un autre orifice et tendant le ressort de correcteur; ce tiroir s'arrête dans son déplacement lorsque le renvoi arrive en butée. La pression arrivant à son maximum, s'équilibre des deux côtés du tiroir by-pass qui revient rappelé par son ressort (planche position II).

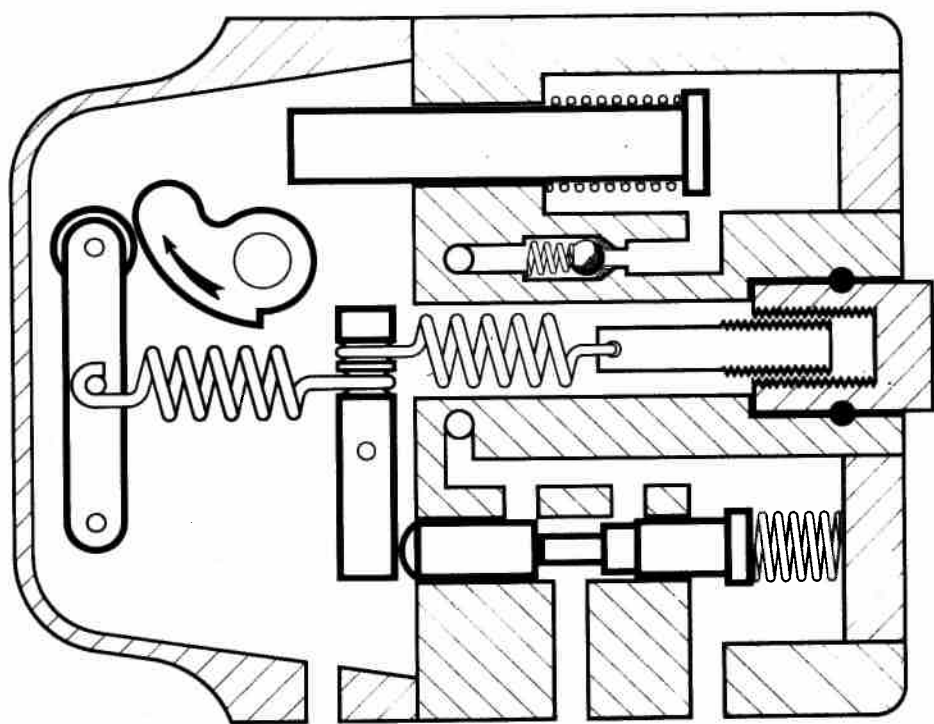
On obtient bien ainsi le débrayage rapide souhaité, le liquide n'ayant pratiquement pas été freiné.

b) Réembrayage :

Principe :

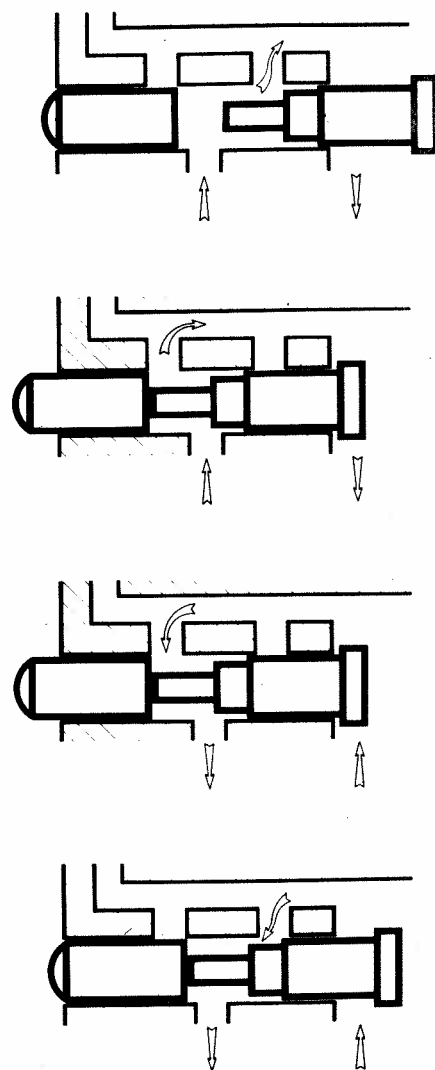
Il faudra assurer une première phase de réembrayage rapide pour atteindre le léchage sans perte de temps et une 2ème phase plus lente pour éviter les variations brutales de couple transmis. Pour cela le retour du liquide doit être libre d'abord, freiné ensuite.

CORRECTEUR DE RÉEMBRAYAGE



Bloc hydraulique

Cylindre de débrayage



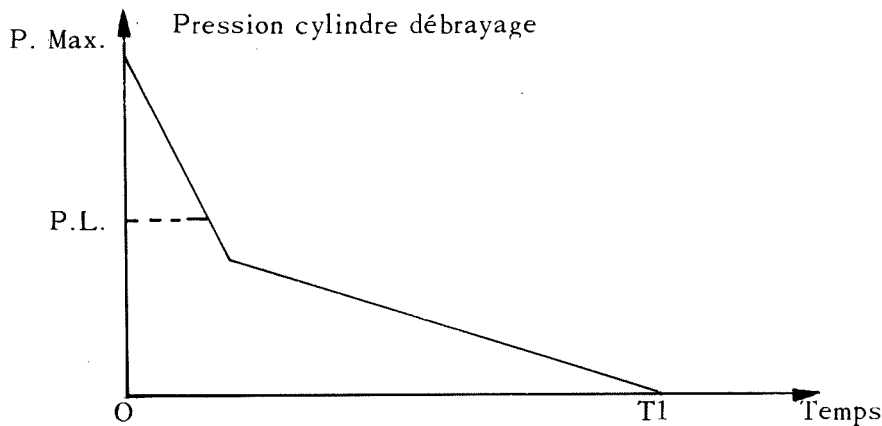
Fonctionnement :

La canalisation reliée au bloc hydraulique est mise en communication avec l'échappement vers le réservoir par l'intermédiaire de ce bloc.

Il y a donc chute brusque de pression (planche : position III), jusqu'à ce que le tiroir obture l'orifice; cela se produit dès que la force due à la pression du liquide d'un côté du tiroir devient inférieure à celle du renvoi appliqué par le ressort de correcteur de l'autre côté.

Cela correspond à la première phase rapide de réembrayage décrite dans le principe.

C'est dans la partie du tiroir by-pass (planche : position IV) située entre l'orifice et le retour au bloc hydraulique que l'on trouve le jeu diamétral cité dans la description; la chute de pression se poursuit donc par la fuite calibrée par ce jeu, mais cette fois-ci le débit est lent.

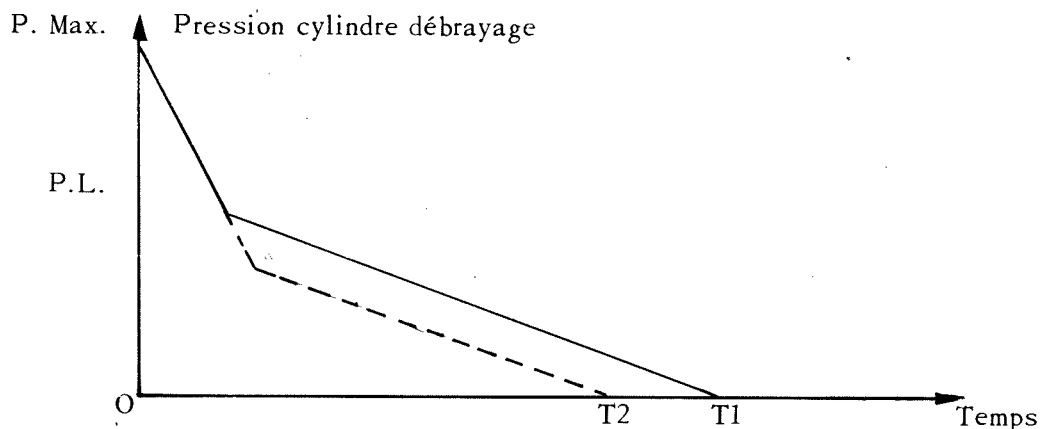


Mais on veut pouvoir faire varier la rapidité du réembrayage suivant le mode de fonctionnement choisi par le conducteur. Pour cela on agit sur la pression de changement de phase. En diminuant cette pression on allonge la durée de la phase rapide ce qui a pour effet de réduire le temps total de réembrayage.

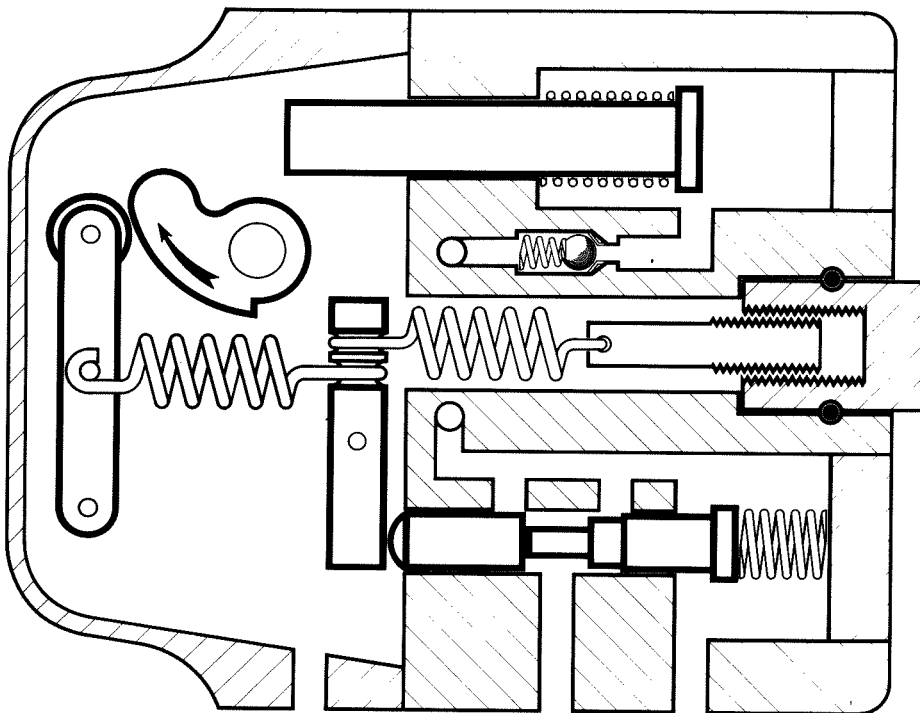
Les limites de cette action sont le patinage dans un sens, les à-coups dans l'autre.

- En marche, la modification du fonctionnement est obtenue par rotation de la came qui agit sur la tension du ressort de correcteur.

Ex.: En accélérant, la force diminue sur le tiroir, l'embrayage total (T2) est plus rapide.

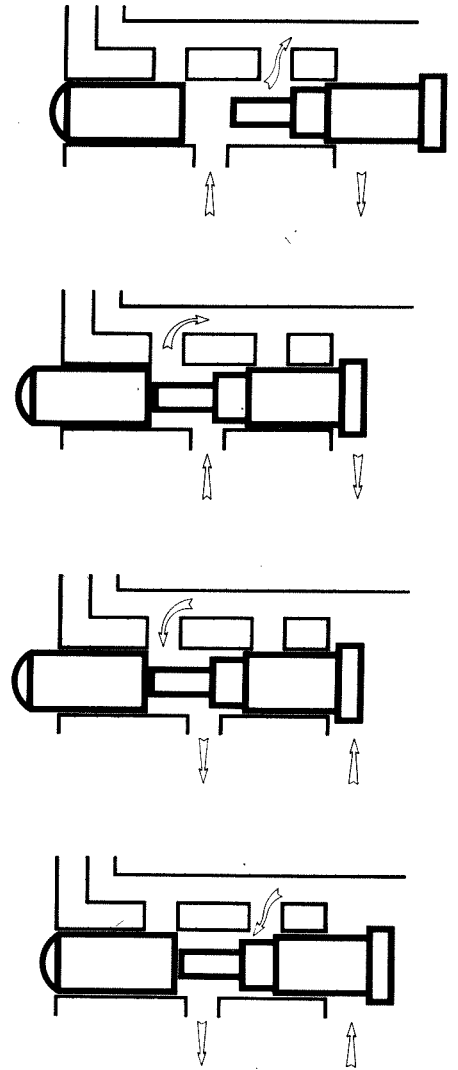


- A l'arrêt un réglage fin de la tension du ressort de correcteur est possible grâce à un second ressort dont la tension est commandée par un système vis-écrou. (En vissant on raccourcit le temps de réembrayage).



Bloc
hydraulique

Cylindre de
débrayage



- Piston de fermeture des gaz :

Pour éviter que le régime moteur ne soit trop important au moment du réembrayage on limite ce régime lors du débrayage. Cela permet notamment de rester accéléré en rétrogradant sans que la souplesse du réembrayage n'en soit affectée.

Pendant la montée en pression dans le cylindre de débrayage, le liquide, après avoir été freiné par laminage entre la bille et son siège, vient pousser le piston. Le freinage du liquide est nécessaire pour éviter un « coup de bélier » hydraulique et surtout une coupure trop rapide des gaz.

Le piston avance donc et limite ainsi le débattement angulaire de la came solidaire de l'axe de papillon de carburateur. Le régime est bien limité en position débrayée.

Au réembrayage la pression s'annule aussi rapidement que dans le cylindre de débrayage et le piston revient à sa position initiale sous l'action du ressort de rappel.

VII - CORRECTEUR DE PASSAGE DES VITESSES.

Le liquide qui alimente les circuits « vitesses » n'est pas toujours à son arrivée au bloc hydraulique dans les mêmes conditions de température et de pression.

Sans correction ces différences entraîneraient des écarts dans les temps de passage des vitesses. Pour les éviter, le liquide qui alimente les circuits vitesses traverse un « régulateur de débit ».

NOTES PERSONNELLES