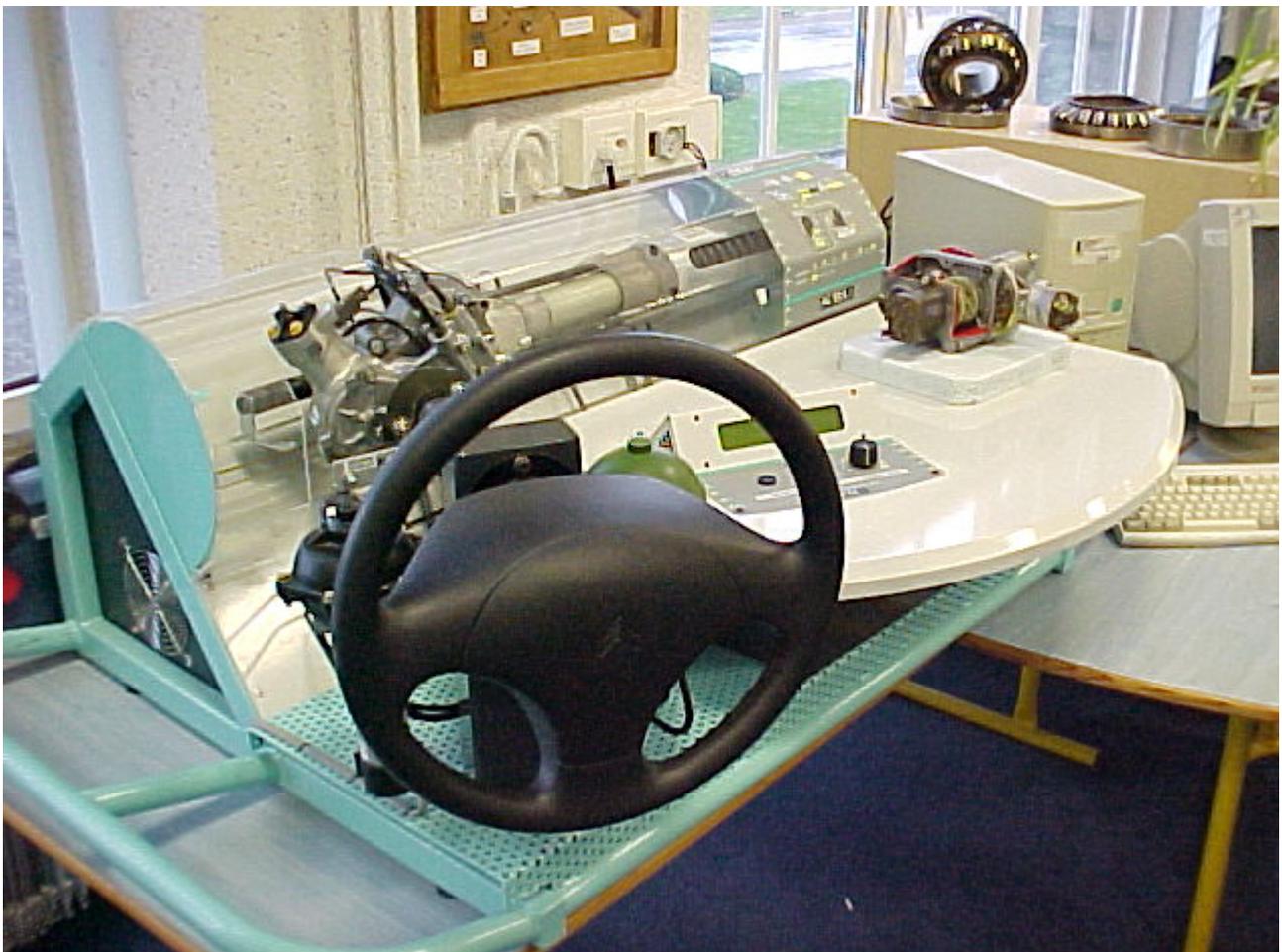


Direction assistée DIRAVI



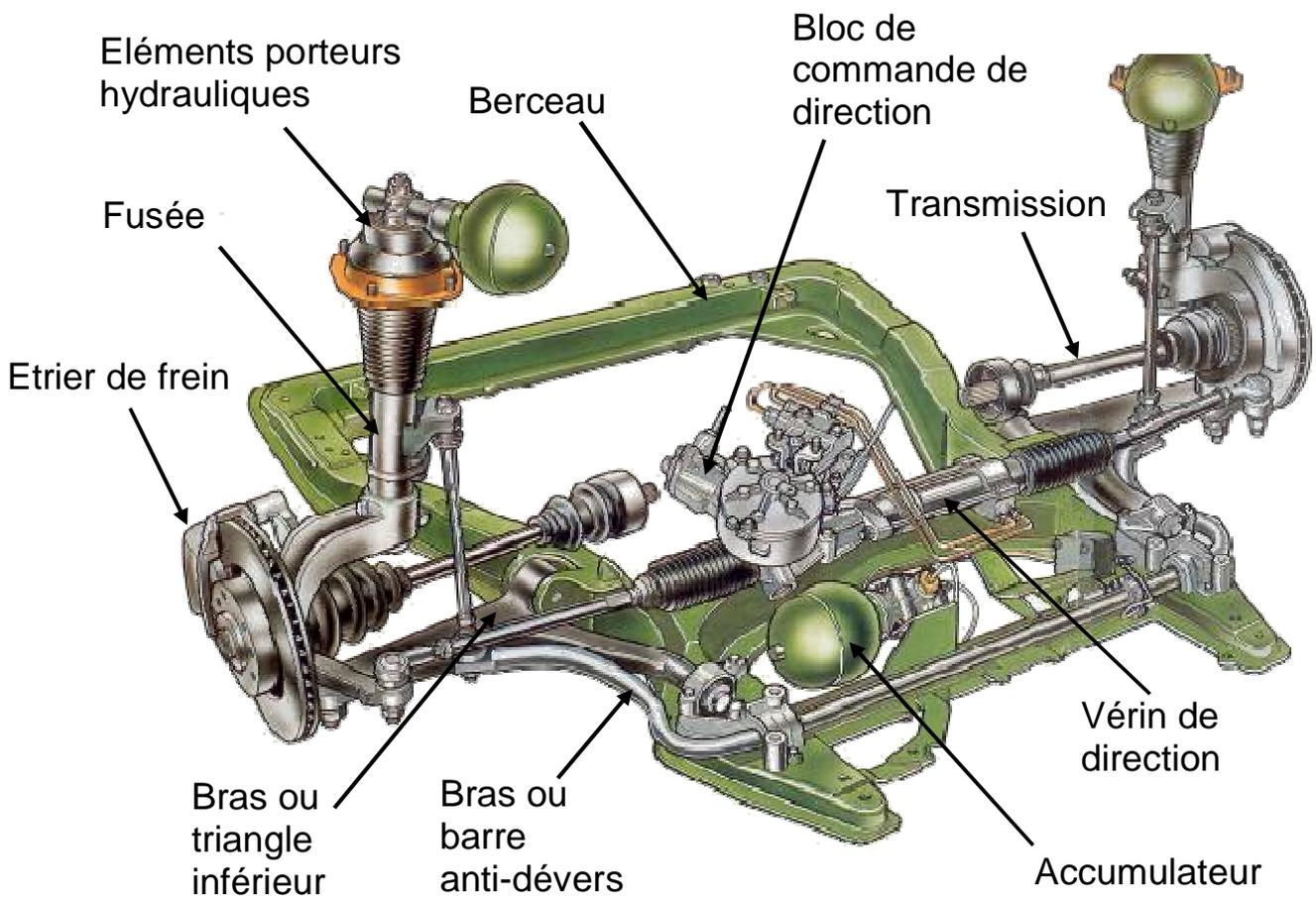
1) MISE EN SITUATION.....	3
11) TRAIN AVANT DE LA CITROËN XM V6.....	3
12) LES DIFFERENTS SYSTEMES DE DIRECTION.	4
13) LES SYSTEMES DE DIRECTION PIGNON-CREMAILLERE.	5
2) LA DIRECTION ASSISTEE DIRAVI DE CITROËN.	5
21) CONSTITUANTS.	5
22) INSTRUMENTATION DE LA MAQUETTE.	6
23) FONCTIONNEMENT.	8
231) <i>Assistance</i>	8
Phase de braquage : le conducteur agit sur le volant.	8
Phase de retour en position d'équilibre du distributeur : le conducteur maintient le volant dans une position.....	9
232) <i>Durcissement de la direction</i>	9
Durcissement en fonction de l'angle de braquage (effet de la came).	9
Durcissement en fonction de la vitesse (effet du régulateur).	10
233) <i>Asservissement du rappel</i>	11
Description.....	11
Phase initiale : La direction est en position neutre.....	11
Phase de braquage : le conducteur agit sur le volant.	12
Phase de retour : Le conducteur permet à la direction de revenir en position neutre	12

1) Mise en situation.

11) Train avant de la Citroën XM V6.



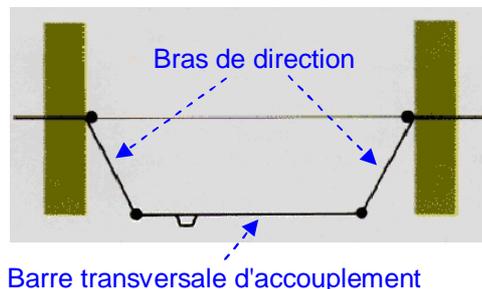
Le train avant est composé de 2 parties :
- le sous-ensemble «suspension »
- le sous-ensemble «direction »



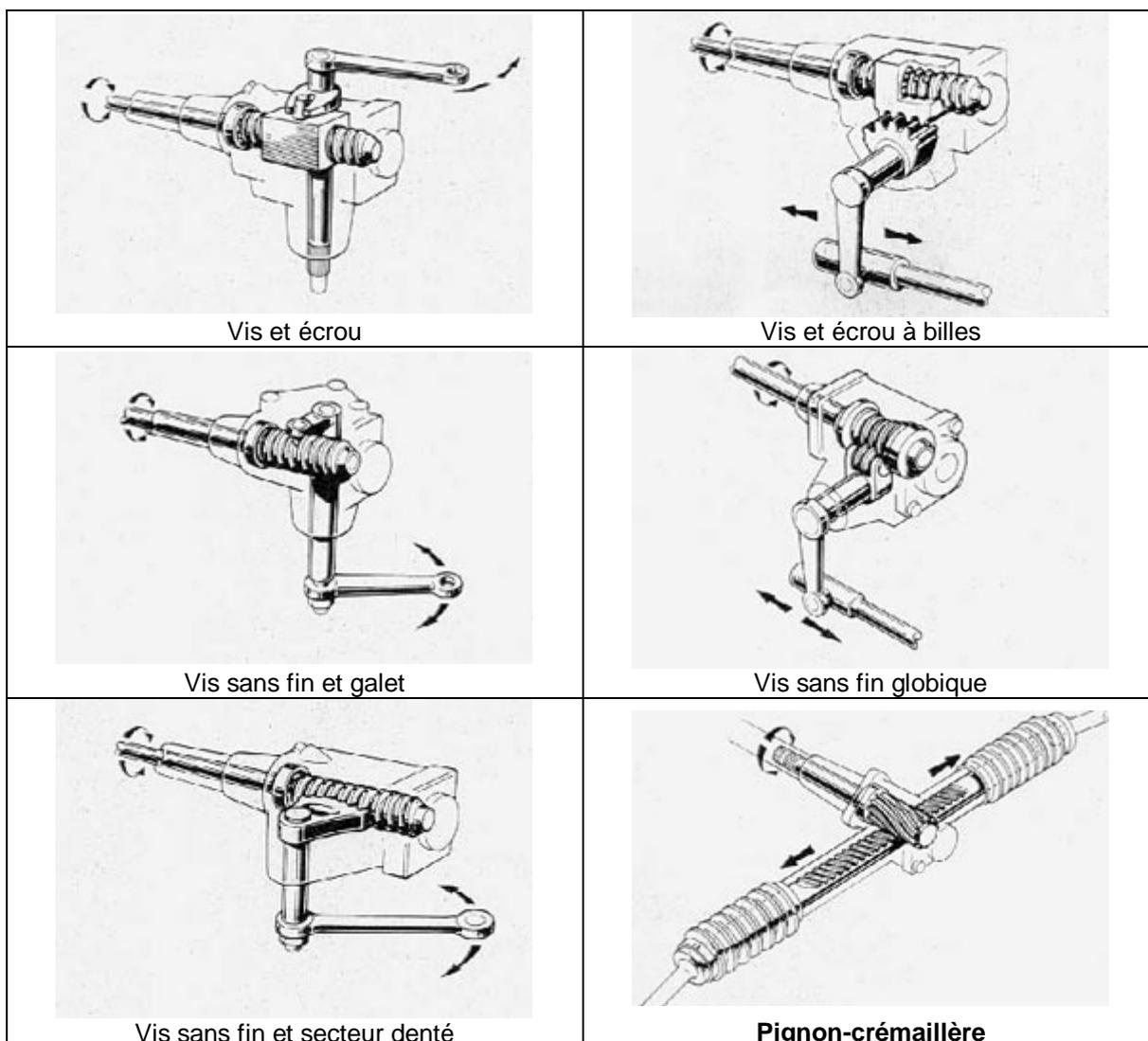
12) Les différents systèmes de direction.

La commande de direction des véhicules automobiles impose au conducteur de vaincre par l'intermédiaire du volant, la résistance au pivotement exercée par le sol sur les roues directrices. Pour cela il est nécessaire de **transmettre le mouvement et l'effort** du volant - colonne de direction **aux** éléments de direction constituant « **le quadrilatère** ».

Le quadrilatère est constitué en général de deux bras de direction solidaires des fusées de roue et reliés entre eux par une barre transversale d'accouplement. Celle-ci peut être soit allongée, soit raccourcie, afin de permettre de régler l'ouverture ou le pincement des roues directrices.



La transmission entre la colonne de direction et le quadrilatère peut se faire selon différents moyens :



Ce dernier principe (pignon-crémaillère) est le plus couramment utilisé sur les véhicules de tourisme car il permet de transformer la rotation de la colonne de direction en une translation au niveau du quadrilatère.

13) Les systèmes de direction pignon-crémaillère.

Les directions commandées par un système pignon-crémaillère peuvent être :

- **traditionnelles** : l'énergie nécessaire au pivotement des roues directrices est fournie par le conducteur. Ce type de mécanisme, simple convient lorsque l'action appliquée aux roues directrices du véhicule est relativement faible (véhicule léger).
- **assistées hydrauliquement** : lorsque la charge sur l'essieu avant devient importante, l'énergie nécessaire au pivotement des roues est fournie pour une part variable par un vérin hydraulique alimenté par une pompe hydraulique délivrant une pression inférieure à 18 MPa.

Plus la vitesse du véhicule est faible plus l'assistance est importante ce qui en particulier a pour avantage, de faciliter les manœuvres de parage ou la conduite sur les routes sinueuses.

Mode de commande du distributeur (distribuant l'énergie hydraulique au vérin) :

Le distributeur peut-être asservi en angle ou en effort, dans l'application étudiée il s'agit d'un asservissement en angle, dont le schéma fonctionnel est représenté par la figure 3.

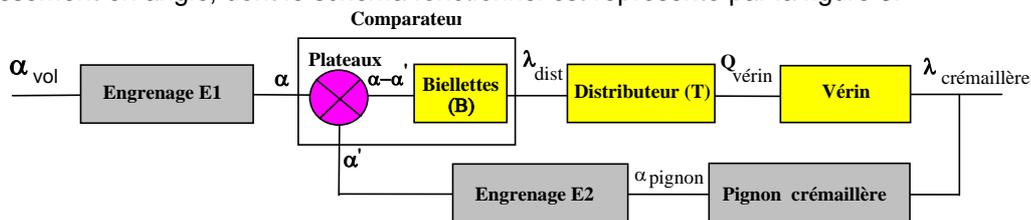


FIGURE 3 : Schéma fonctionnel de la direction assistée

2) La direction assistée DIRAVI de Citroën.

21) Constituants. (voir fig1 page 7)

Le mécanisme de direction assistée DIRAVI que l'on trouve sur les véhicules Citroën « haut de gamme » est décrit par le schéma de la figure 1 page 7. Les différents constituants sont représentés, ainsi que les connexions hydrauliques associées.

En plus du classique système mécanique de direction (volant, colonne de direction, pignon, crémaillère...), l'ensemble d'assistance est constitué :

- d'un **vérin hydraulique d'assistance**, commandant la crémaillère de direction et donc le pivotement des roues,
- d'un ensemble de mise en pression du fluide hydraulique constitué :
 - d'un **réservoir d'huile** à la pression atmosphérique,
 - d'une **pompe hydraulique à pistons axiaux**,
 - d'un **accumulateur de pression et disjoncteur-conjoncteur** gérant le débit et la pression du fluide (pression de stockage comprise entre 14 et 17,5Mpa),
- d'un **bloc de commande** qui assure deux fonctions :
 - piloter le système hydraulique de braquage des roues en fonction de la position du volant,
 - exercer le couple de rappel, variable en fonction de la position du volant,
- d'un **régulateur centrifuge**, qui permet de faire varier le couple de rappel en fonction de la vitesse du véhicule.

En plus des différents constituants, nous pouvons distinguer sur la figure 1 page 7, les différentes canalisations les raccordant :

- canalisations **Haute Pression** : pression Pa (rouge),
- canalisations **chambre Secondaire** : pression Pi (magenta/rose),
- canalisations de **fuite et retour au réservoir** (bleu),
- canalisations de **pression régulée** : Pr (marron).

22) Instrumentation de la maquette.

L'ensemble de direction du laboratoire a été instrumenté (rajout d'éléments) (figure 2 page 7) pour pouvoir étudier son fonctionnement dans des conditions voisines du réel et pour enregistrer plusieurs grandeurs physiques. Ces éléments supplémentaires sont :

- un **récepteur à effort variable** qui permet de simuler la résistance au pivotement au contact des roues avec le sol. Il est constitué principalement d'un ressort hélicoïdal à pas variable,
- **2 moteurs électriques** :
 - le moteur à courant alternatif sert à entraîner la pompe, il remplace le moteur thermique de la voiture,
 - le moteur à courant continu entraîne le « régulateur centrifuge » à une vitesse réglable, pour simuler la vitesse de déplacement du véhicule,
- **des capteurs** qui enregistrent les grandeurs physiques en fonction du temps :
 - les capteurs de pression :
 - HP : pression du circuit haute pression comprise entre 14 et 17 MPa,
 - BP : pression du circuit secondaire,
 - Pr : pression associée au régulateur centrifuge (utilisée pour la fonction durcissement),
 - les capteurs d'efforts :
 - Cv : mesure du couple au volant (effort tournant),
 - Fr : mesure de la résistance au pivotement des roues,
 - les capteurs de déplacements :
 - θ_v : mesure de la rotation du volant,
 - λ_c : mesure du déplacement de la crémaillère,
 - δ_d : mesure du déplacement du tiroir de commande,
 - le capteur de vitesse :
 - ω_r : le moteur d'entraînement du régulateur centrifuge donnant l'information de la vitesse simulée du véhicule.

De plus cette station est équipée de manière autonome d'un ensemble de traitement des informations fournies par les capteurs.

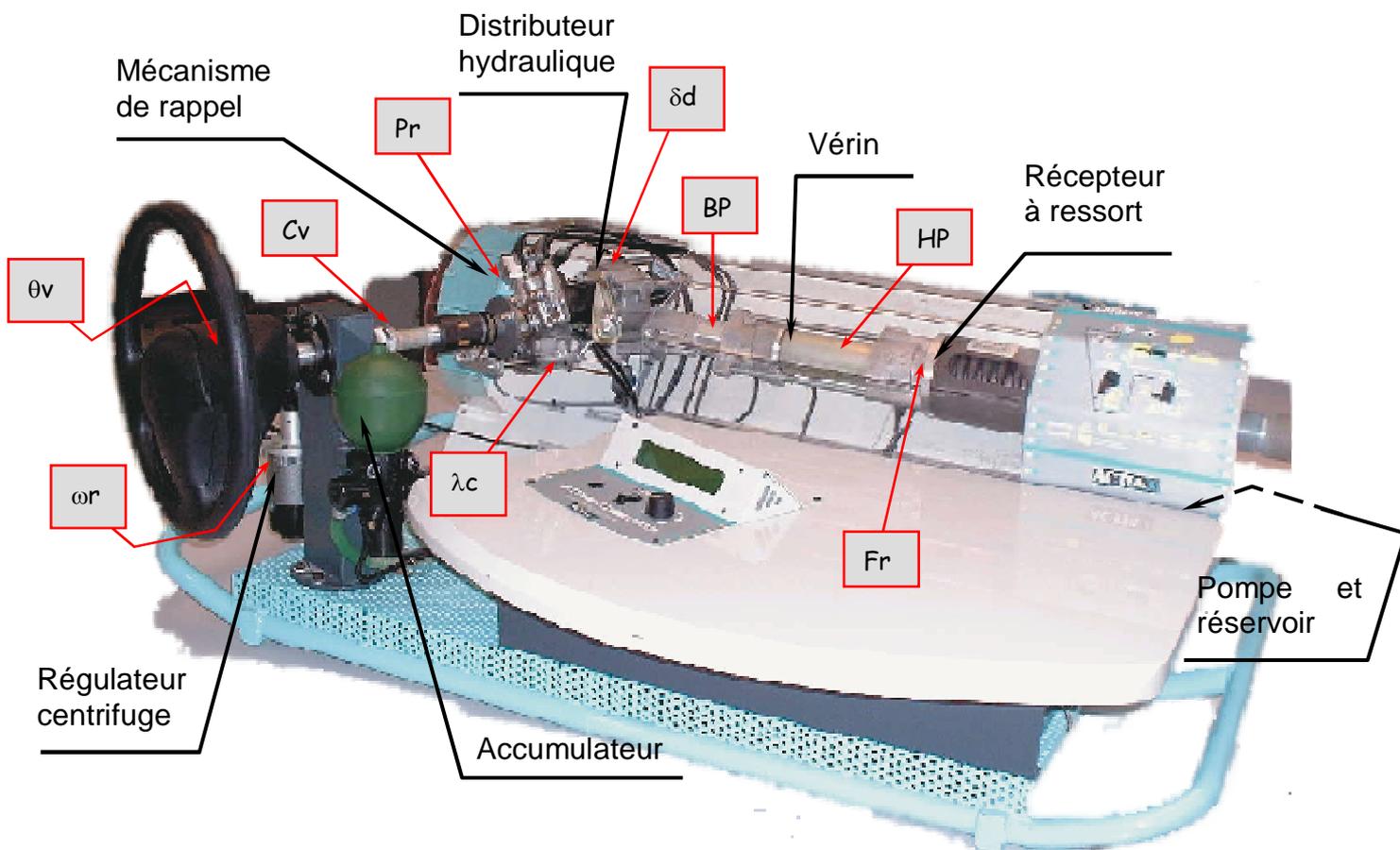


FIGURE 1 : Schéma d'implantation des composants d'une direction Diravi

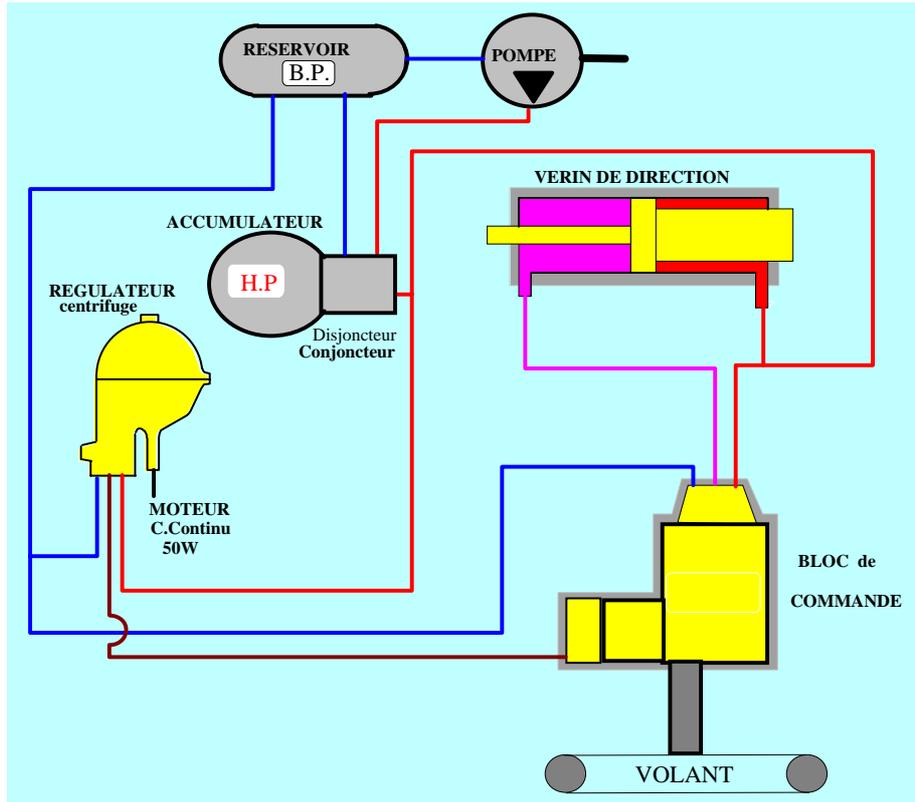
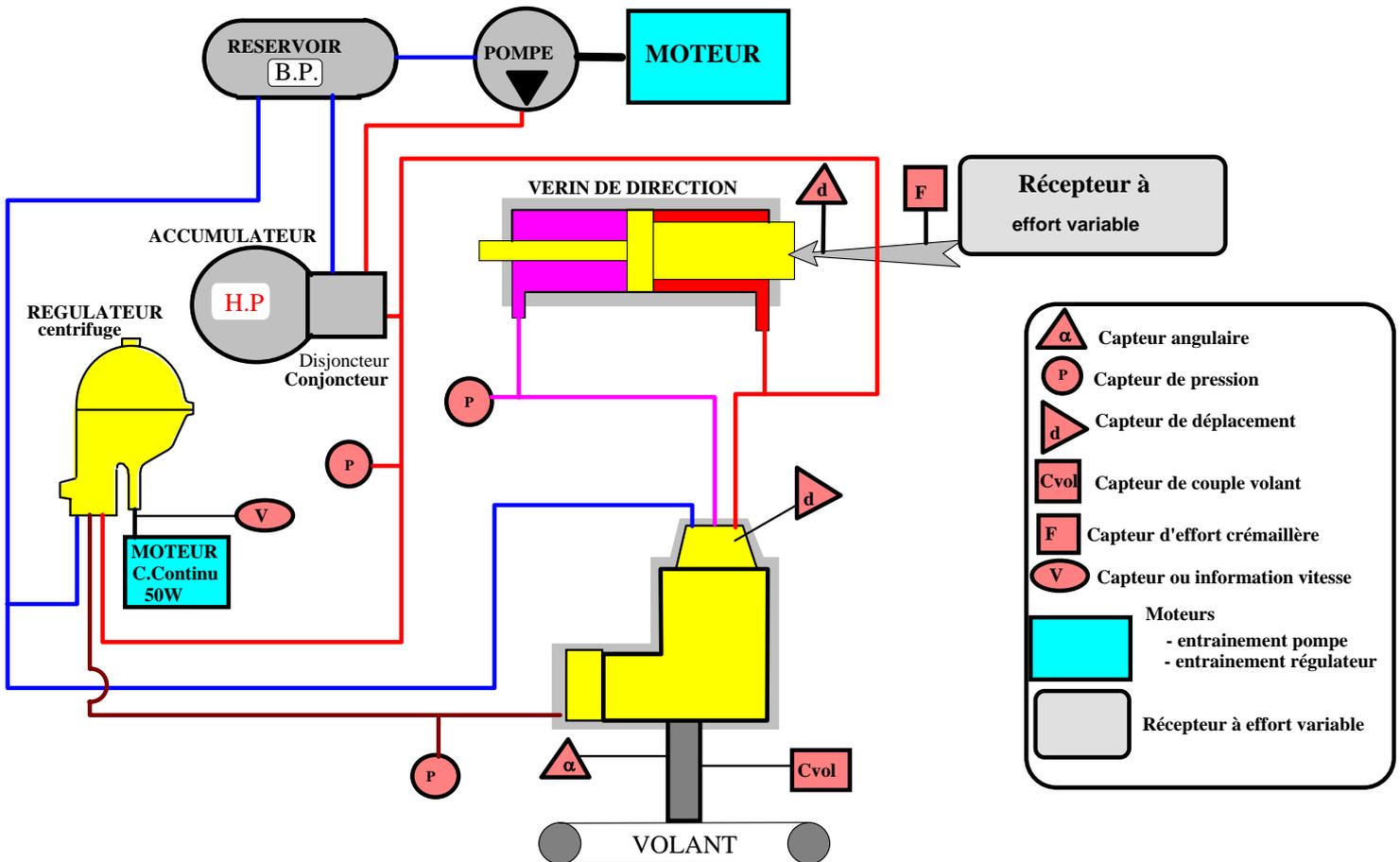


FIGURE 2 : Schéma de la maquette instrumentée



23) Fonctionnement.

La DIRAVI comprend trois fonctions distinctes :

- assistance,
- durcissement en fonction de la vitesse ou de l'angle de rotation du volant,
- asservissement du rappel.

231) Assistance.

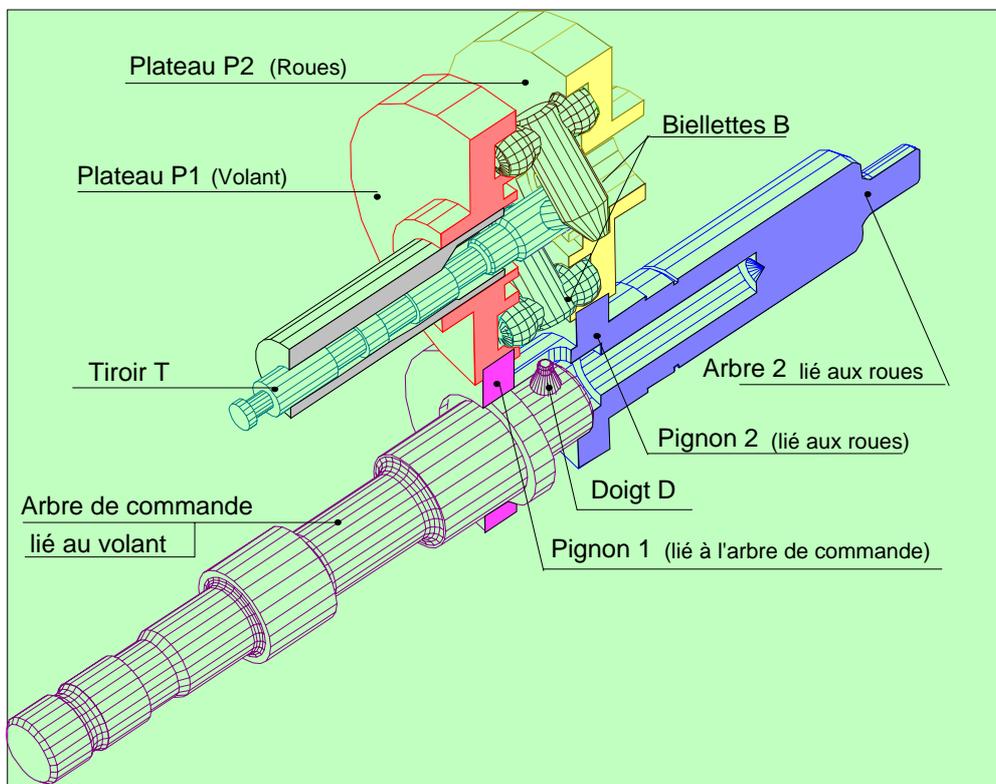


FIGURE 4 : Bloc de commande (NB : Un bloc à peu près similaire est démonté sur la table...)

Phase de braquage : le conducteur agit sur le volant.

La rotation du volant doit commander le déplacement du tiroir du distributeur (du vérin de crémaillère). Un couple (effort tournant) exercé sur le volant fait tourner le plateau (P1) par l'intermédiaire du pignon arbré (1). Le couple de résistance au pivotement du sol sur les roues empêche la rotation de l'arbre (2) donc du plateau (P2) dans la limite du jeu autorisé par le doigt lié à (1) dans la rainure de (2). Les biellettes (B) en s'inclinant commandent la translation du tiroir (T). Selon le sens de son déplacement :

- la chambre 1 du vérin est alimentée en H.P, la crémaillère se déplace vers la droite (figure 5-a).
- la chambre 1 du vérin est en communication avec le retour au réservoir la crémaillère se déplace vers la gauche (figure 5-b).

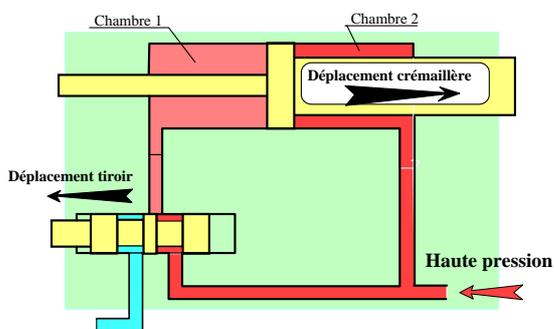


FIGURE 5-a

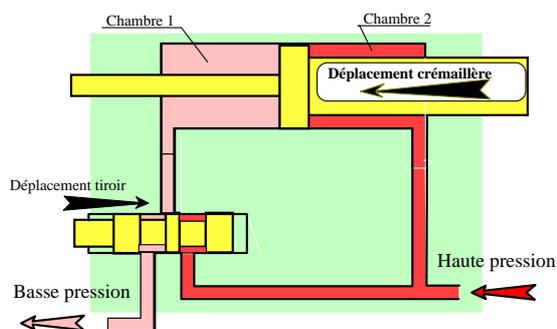


FIGURE 5-b

FIGURE 5 : Fonctionnement de l'assistance

Le débit du fluide dépend de la valeur du déplacement du tiroir (laminage du fluide plus ou moins important), donc de l'amplitude de la rotation relative des deux plateaux. Celle-ci sera d'autant plus grande que la puissance développée par le conducteur au niveau du volant est importante. On comprend qu'ainsi la direction réagit fidèlement à la consigne donnée à l'entrée.

Phase de retour en position d'équilibre du distributeur : le conducteur maintient le volant dans une position.

Le tiroir doit revenir en position d'équilibre.

Le déplacement de la crémaillère entraîne en rotation le pignon arbré (2) et le plateau (P2). Le plateau (P1) est alors fixe, le plateau (P2) agit sur les biellettes (B) qui ramènent le tiroir (T) en position d'équilibre. La crémaillère est bloquée.

Remarque : la boucle de retour de l'asservissement est réalisée par l'intermédiaire du système pignon crémaillère et des roues dentées qui commandent le plateau P2. L'information angulaire obtenue est alors comparée à l'angle de rotation du volant (donnée par le plateau P1) à l'aide du mécanisme de biellettes (B). C'est le comparateur.

232) Durcissement de la direction.

Le durcissement de la direction est obtenu par un couple de rappel variable, appliqué à l'arbre de commande (1) s'opposant à la volonté du conducteur.

Cette action totalement indépendante de la fonction assistance, recrée de façon artificielle, la rigidité (dureté) d'une direction traditionnelle qui augmente, d'une part lorsque l'angle de braquage croît, et d'autre part lorsque la vitesse du véhicule augmente.

Durcissement en fonction de l'angle de braquage (effet de la came).

Pour une vitesse du véhicule donnée, (pression constante à l'arrière du piston) un galet (G) porté par le piston (P) vient appliquer un effort constant sur une came (C). Cette dernière est liée par l'intermédiaire d'un engrenage à l'arbre de commande (1).

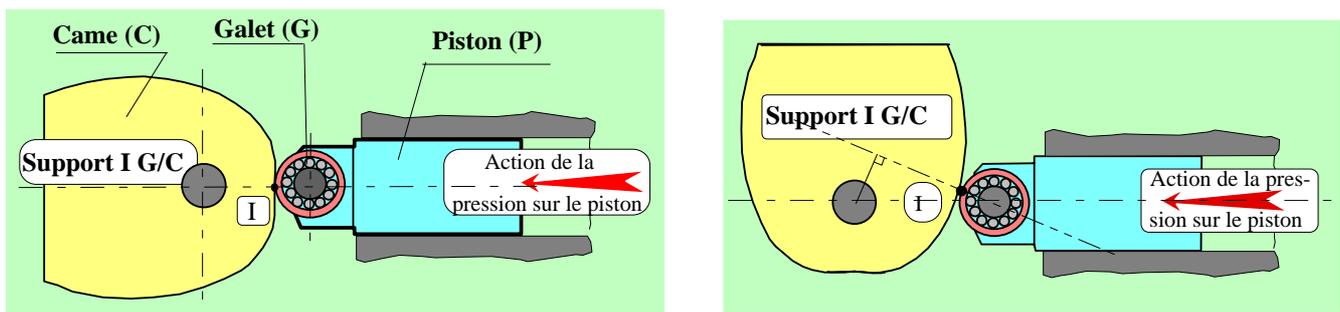


FIGURE 6 : Durcissement en fonction de l'angle de braquage

Sur la première figure, la direction est en position neutre, on constate que le support de l'action du galet sur la came en I ne crée pas de couple s'opposant à la rotation du volant.

Par contre lorsque l'on tourne le volant, l'action du galet sur la came crée un couple de rappel qui s'oppose à l'action du conducteur. Le profil de la came est tel que ce couple augmente proportionnellement à l'angle de braquage.

Un réseau de courbes caractéristiques est fourni par le constructeur (voir page suivante).

Naturellement cette propriété permet le rappel de la direction en position neutre lorsqu'on lâche le volant.

Couple au volant en fonction de l'angle au volant pour différentes vitesses du véhicule

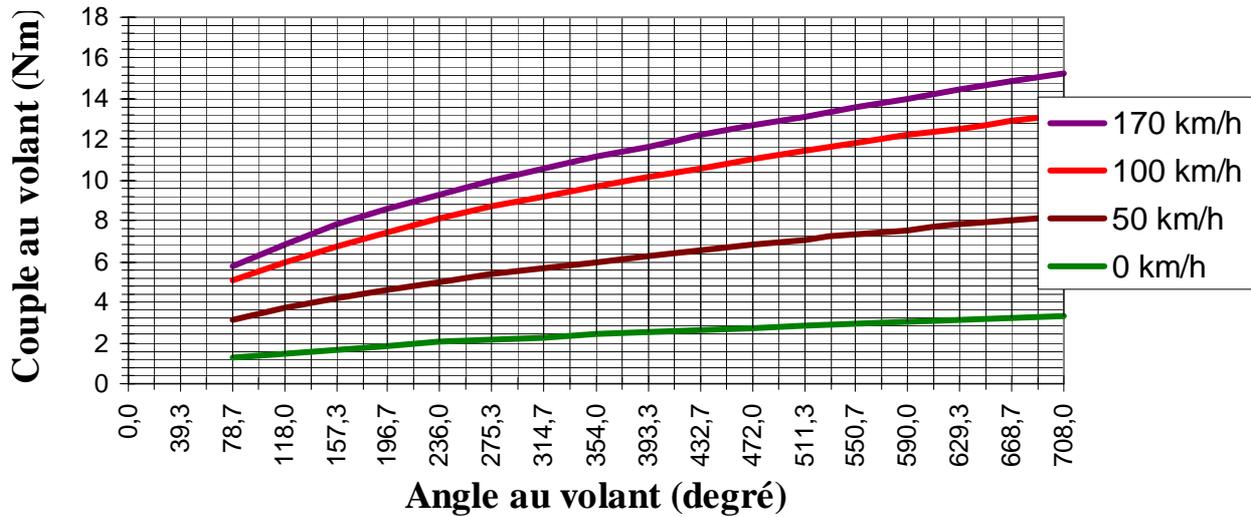


FIGURE 7 : Couple de rappel en fonction de l'angle de braquage selon des données du constructeur

Durcissement en fonction de la vitesse (effet du régulateur).

Cette fonction est réalisée à l'aide d'un régulateur centrifuge qui capte la vitesse du véhicule et délivre une pression variable agissant sur le piston (P).

L'action appliquée par le galet (G) sur la came (C) est d'autant plus importante que la vitesse du véhicule est élevée.

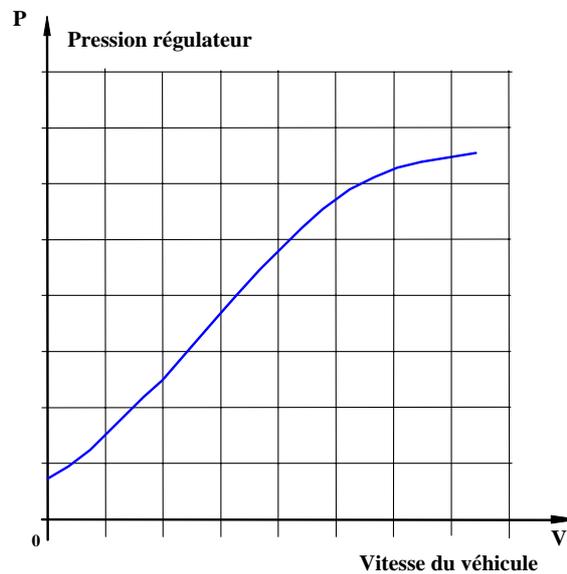


FIGURE 8 : Pression délivrée par le régulateur en fonction de la vitesse du véhicule

Cette courbe est obtenue à partir des caractéristiques du régulateur à masselottes et du régulateur de pression. A partir du profil de la came on peut retrouver le réseau de courbes représentées sur la figure 7.

233) Asservissement du rappel.

Le rappel asservi est une combinaison des deux fonctions précédentes, la fonction durcissement commandant la fonction assistance.

Après braquage, le conducteur lâche le volant, le couple qui s'opposait à sa volonté (créé par l'action du galet (G) sur la came (C)) va entraîner l'arbre de commande (1). La rotation de celui-ci est transmise au plateau (P1). Le tiroir T se déplace et engendre le mouvement de la crémaillère.

Ce mouvement est stoppé lorsque le galet (G) retrouve la position centrale de la came.

Si le couple de rappel engendré par l'action du galet sur la came n'était pas freiné la direction reviendrait en position neutre trop rapidement et trop brutalement. Elle pourrait même dépasser cette position et le contrôle du véhicule pourrait échapper au conducteur.

Pour éviter ces problèmes la direction est munie d'un dispositif permettant de freiner le retour du piston porte galet. C'est le rôle du régulateur à débit variable.

Description.

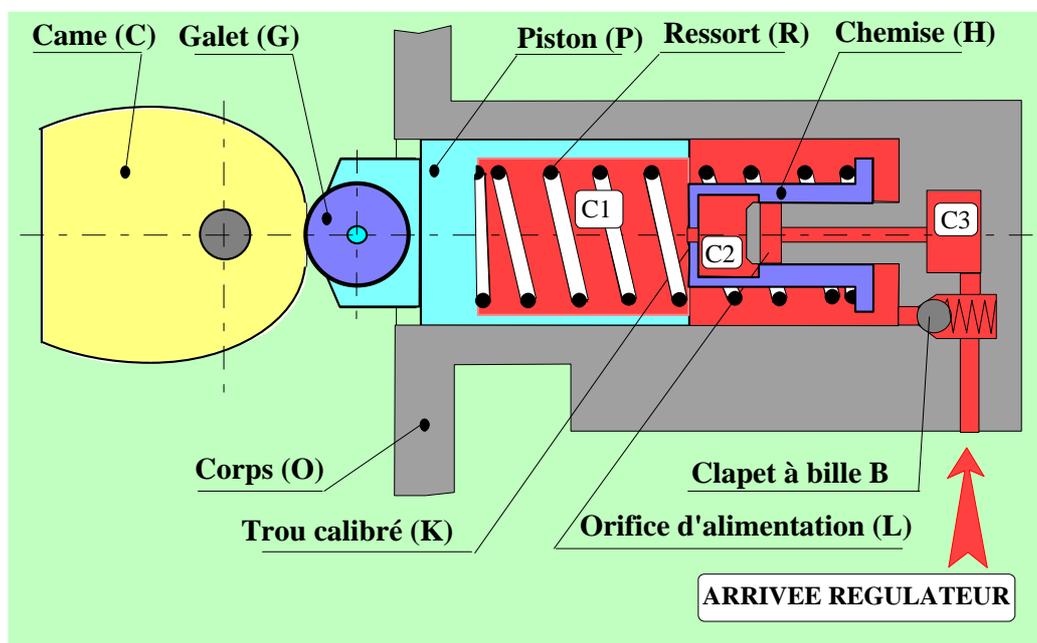


FIGURE 9 : Description du régulateur à débit variable (position neutre)

Le régulateur à débit variable est constitué :

- du corps (O) dans lequel coulisse le piston porte galet (P),
- de la chemise (H) percée du trou calibré (K), elle coulisse sur la partie centrale du corps où aboutissent les orifices d'alimentation (L) venant du régulateur,
- d'un ressort (R) prenant appui d'une part sur (P) et d'autre part sur (H),
- d'un clapet à bille (B) et de son ressort,
- de trois chambres (C1), (C2) et (C3),
- les canalisations de retour de fuites et de purge ne sont pas représentées.

Phase initiale : La direction est en position neutre.

Position de la figure 9.

Dans cette position la pression délivrée par le régulateur est égale dans les trois chambres (C1), (C2) et (C3).

Le ressort (R) n'est pas sollicité, la chemise (H) ferme les orifices (L) d'alimentation.

Le débit à travers le trou calibré est nul.

Phase de braquage : le conducteur agit sur le volant.

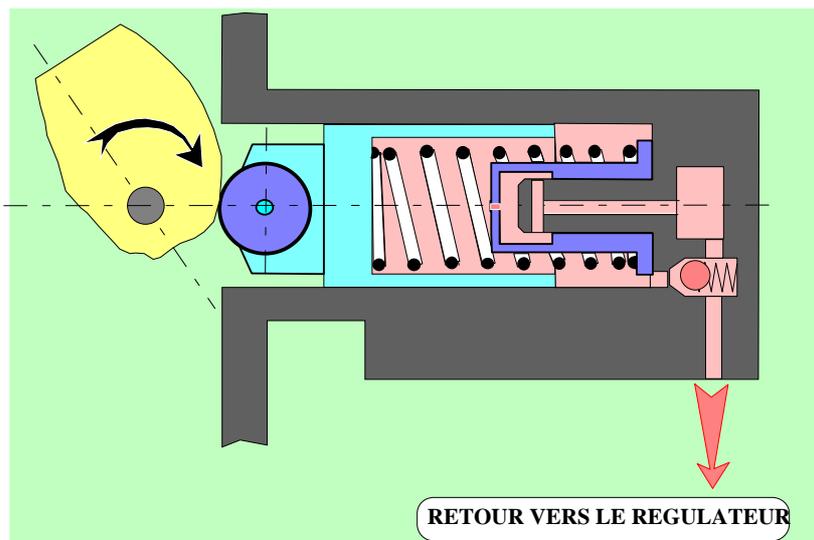


FIGURE 10 : Comportement du régulateur à débit variable en phase de braquage

Lorsque le conducteur fait tourner le volant, la came (C) fait pénétrer le piston (P) dans le corps, la pression augmente dans la chambre (C1) ce qui permet l'ouverture du clapet à bille (B) et l'évacuation de l'excédant de fluide vers le régulateur.

Le piston dans son mouvement comprime le ressort (R), celui-ci vient déplacer la chemise (H) jusqu'à sa mise en butée sur le corps (O) : les orifices d'alimentation (L) sont alors découverts.

Phase de retour : Le conducteur permet à la direction de revenir en position neutre

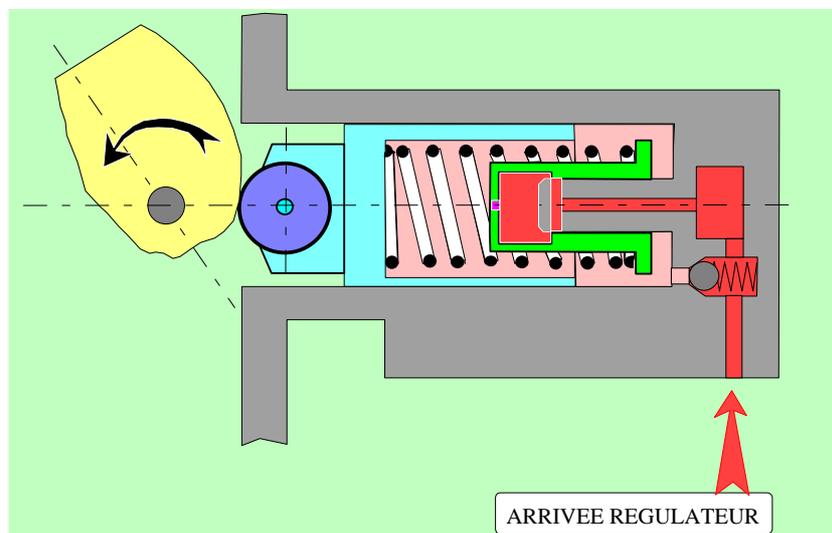


FIGURE 11 : Retour de la direction en position neutre

Si le conducteur lâche le volant, celui-ci va revenir vers la position neutre, sous l'action de la pression agissant sur le piston (P) et du ressort.

Le liquide venant du régulateur arrive dans la chambre (C2) par les orifices (L), cette chambre est à la pression du régulateur alors que la chambre (C1) est à une pression inférieure car le piston sous l'action du ressort s'est déplacé vers la gauche. La chemise est entraînée vers la gauche ce qui a tendance à comprimer légèrement le ressort. Le déplacement de la chemise provoque une réduction de la section des orifices d'alimentation (L) de telle manière que le débit à travers le trou calibré (K) atteint une valeur qui est fonction à chaque instant, de la tension du ressort.

Le ressort est d'autant plus comprimé que la direction est braquée. La vitesse d'écoulement à travers le trou calibré, donc la vitesse de rappel, a une valeur qui croit au début du rappel et tend vers zéro lorsque le volant revient à sa position de ligne droite.