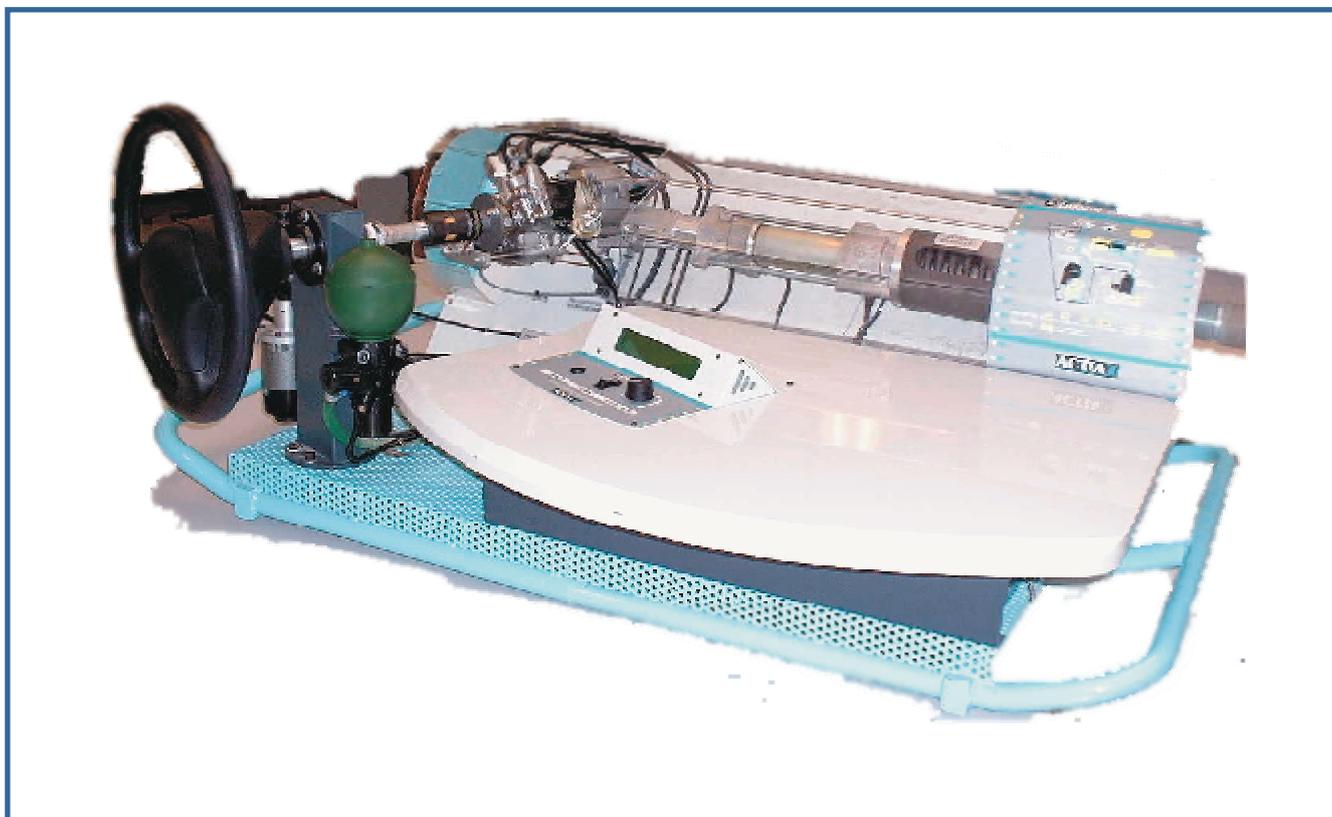


DIRAVI



DOSSIER TECHNIQUE

1. PRESENTATION

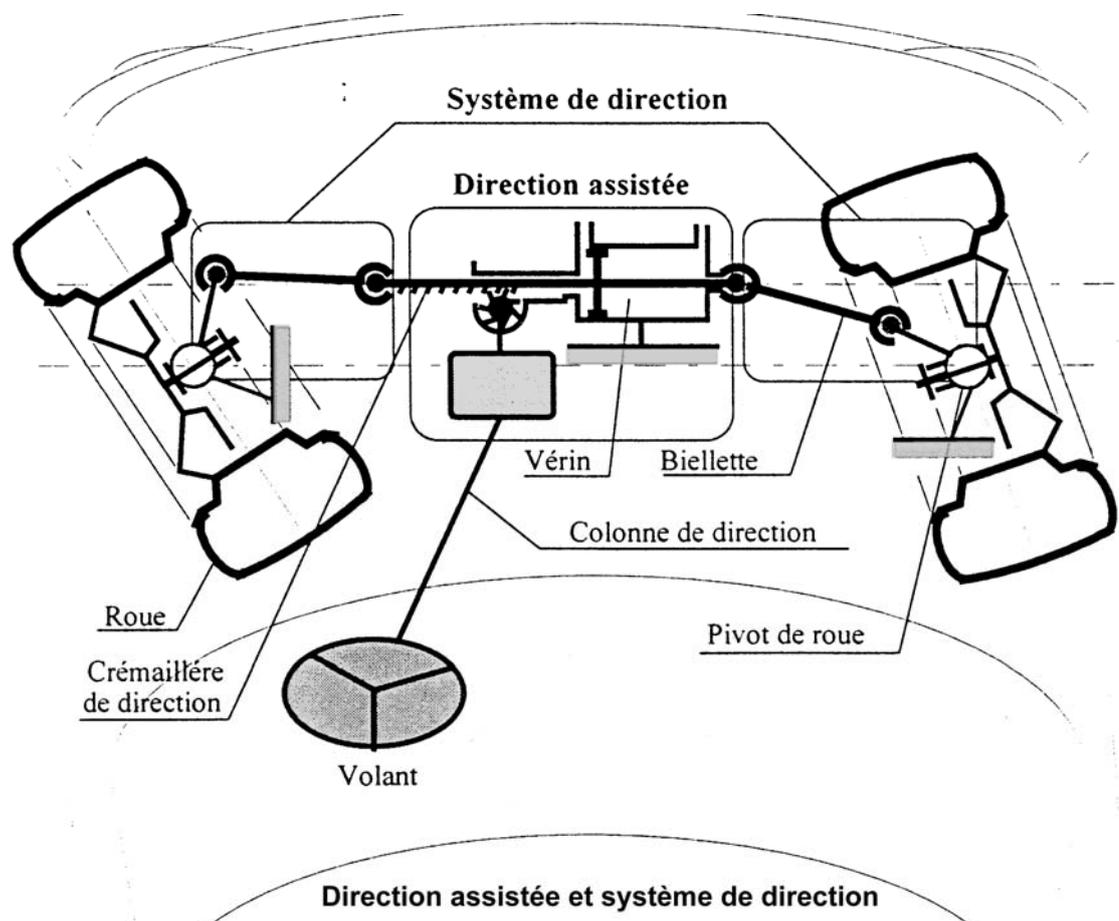
1.1. Les directions assistées

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 de commande du volant aux biellettes de roues.

Différents systèmes peuvent être utilisés:

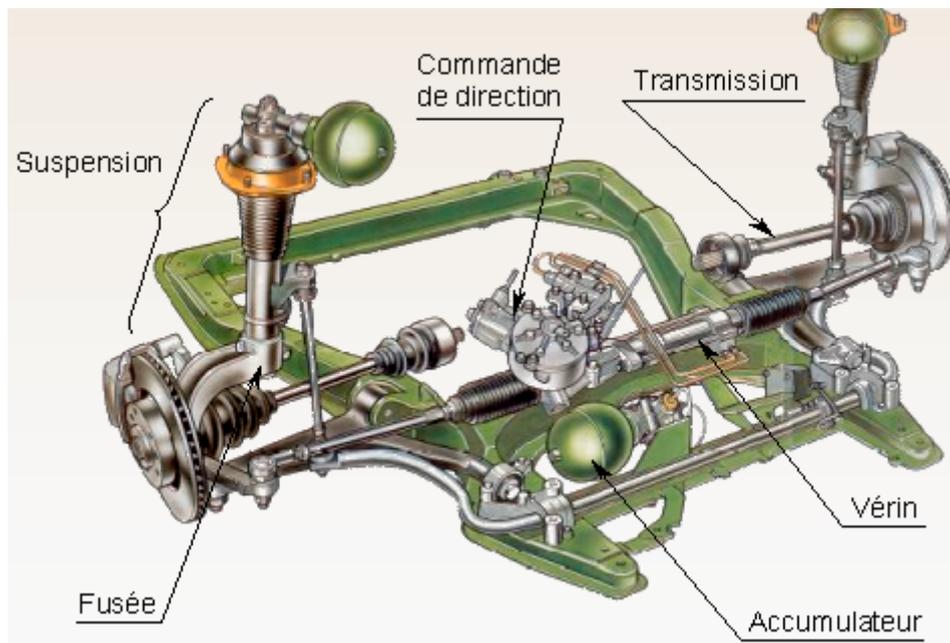
- systèmes vis écrou;
- roues et vis sans fin;
- pignon crémaillère.
- ...

Ce dernier principe 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 des biellettes de direction (voir la figure ci-dessous).



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.
- **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 manoeuvres de stationnement ou la conduite sur les routes sinueuses.



Ces directions assistées peuvent être classées en plusieurs groupes, selon la façon dont est utilisée l'énergie fluide :

- **direction avec distributeur à centre ouvert**: en position neutre le fluide circule librement. La pression dans le circuit d'utilisation est réglée en faisant varier le débit à l'aide d'un régulateur dont le rôle est double: assurer un débit à peu près constant quel que soit le régime du moteur et permettre une assistance importante pour les manoeuvres à grand débattement angulaire. Dans ce cas il faut remarquer que le débit est prépondérant la pompe débite en permanence dans le circuit. Pour ce type de directions l'asservissement est réalisé généralement en effort.

Ces mécanismes, de conception assez simple et d'un prix relativement bas, présentent l'inconvénient de transmettre au volant les actions néfastes de la route sur les roues.

- **direction avec distributeur à centre fermé**: en position neutre le fluide ne circule pas. La direction est verrouillée hydrauliquement, ce qui donne au véhicule une grande stabilité directionnelle car le conducteur ne ressent pas les effets de l'action de la route sur la direction. en particulier une différence de freinage sur les roues droite et gauche .

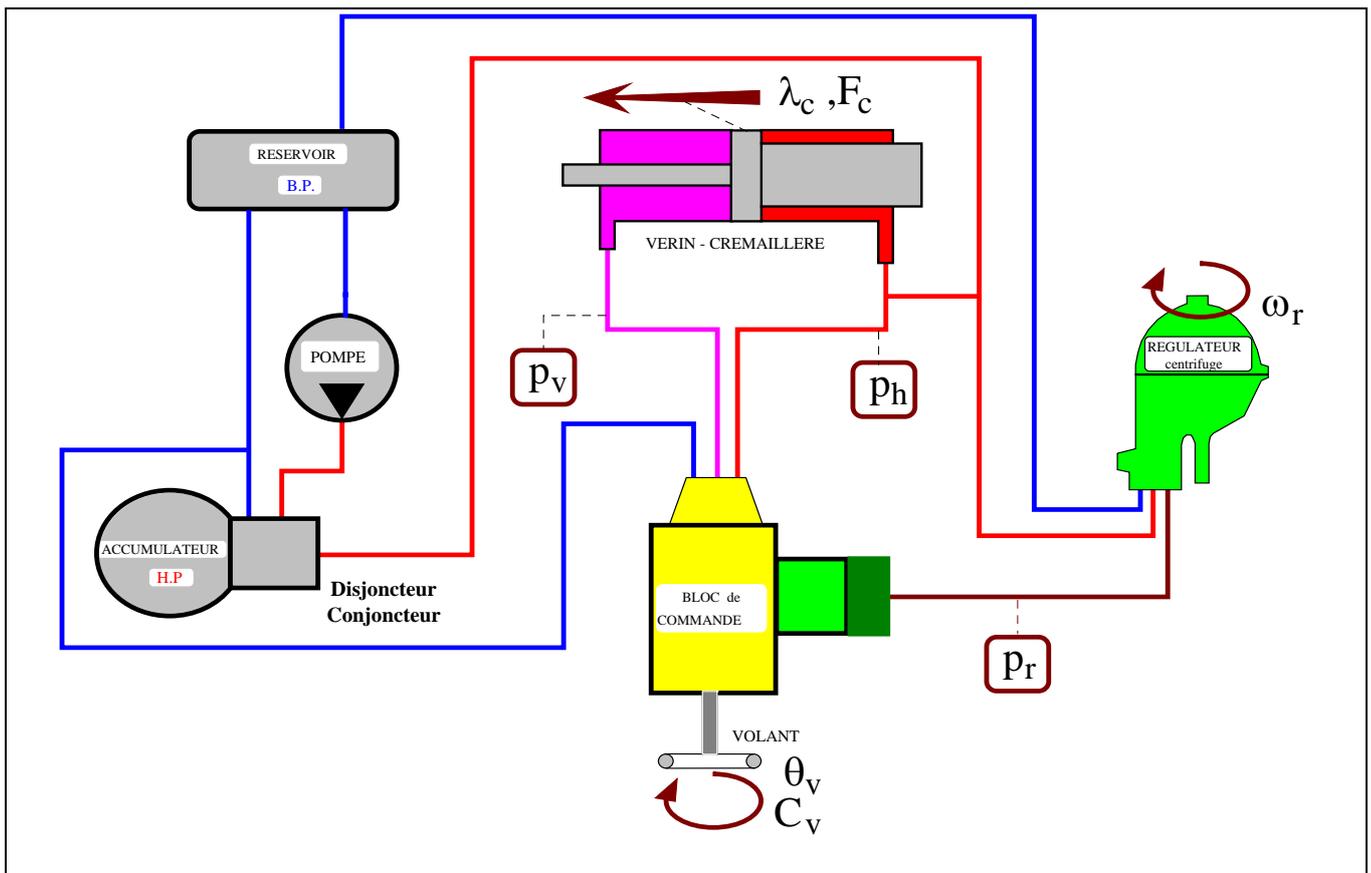
Elle présente donc de grands avantages lors de l'éclatement d'un pneu ou bien lorsque l'une des roues est sollicitée différemment de l'autre (rencontre d'un obstacle, flaque d'eau, terrain meuble.....). La direction Diravi en est un exemple.

1.2. Structure de la direction assistée DIRAVI

Le schéma de la figure 5 représente les différents constituants, 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'une pompe hydraulique, entraînée par le moteur, associée à un réservoir d'huile, un accumulateur de pression et un bloc de régulation de débit / pression : conjoncteur - disjoncteur.
- d'un bloc de commande qui détecte les actions exercées par le conducteur au niveau du volant pour commander la rotation des roues et provoque le couple de rappel, celui-ci variant en fonction de la position du volant;
- d'un régulateur centrifuge, qui permet de faire varier le couple de rappel du volant en fonction de la vitesse du véhicule;
- d'un vérin hydraulique d'assistance, commandant la crémaillère de direction et donc la rotation des roues.



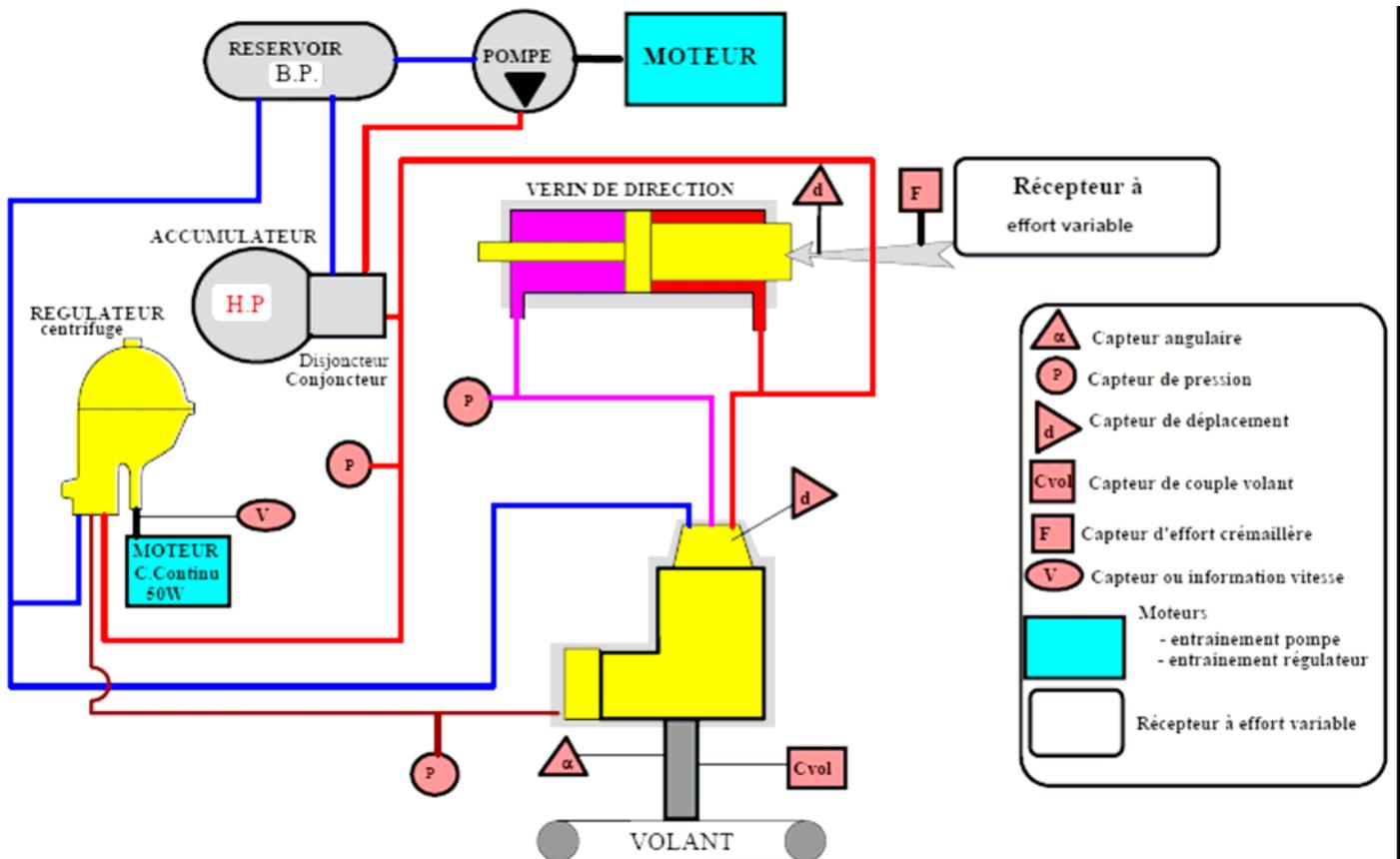
1.3 Instrumentation de la station

L'ensemble de direction est instrumenté pour permettre son fonctionnement dans des conditions voisines du réel et pour enregistrer plusieurs grandeurs physiques.

Un récepteur à effort variable 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.

Un moteur électrique à courant continu permet de simuler la vitesse de déplacement du véhicule en entraînant le "régulateur centrifuge" à une vitesse réglable.

Enfin, un ensemble de capteurs enregistrent les grandeurs physiques: déplacements, efforts, pression en fonction du temps.



2. ANALYSE DES FONCTIONS

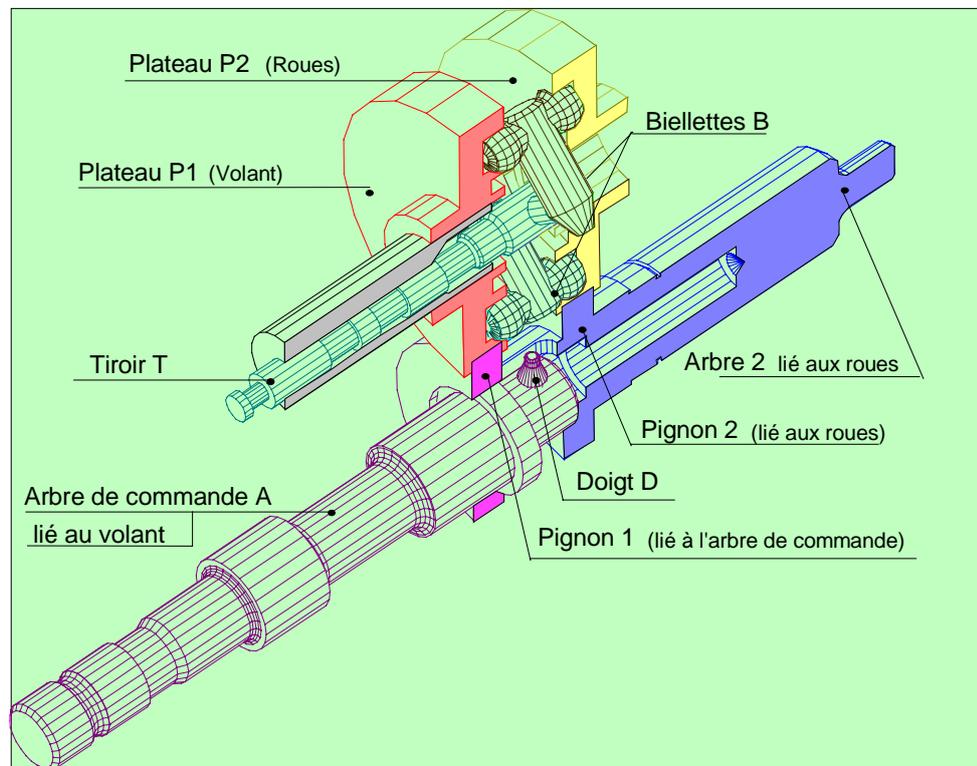
Le mécanisme de direction assistée DIRAVI étudié est utilisé sur les véhicules "haut de gamme" CITROEN . La Diravi assure quatre fonctions fondamentales:

- ✓ assister le conducteur dans la rotation du volant
- ✓ durcir la direction avec la vitesse du véhicule
- ✓ durcir la direction avec l'angle de rotation du volant
- ✓ réguler la vitesse de rappel du volant

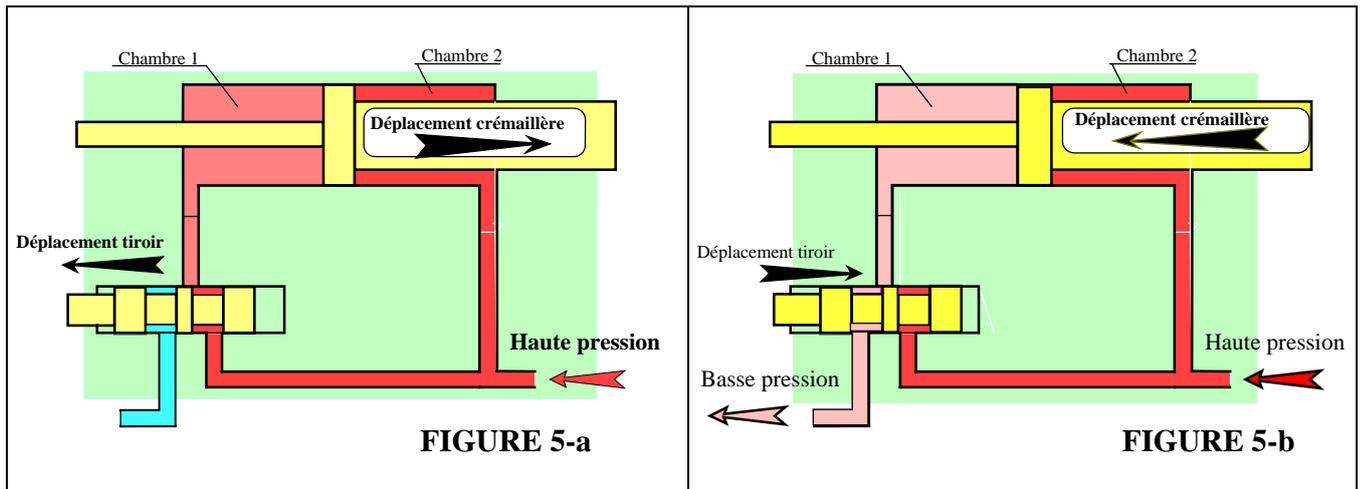
2.1. Assistance

Phase de braquage: le conducteur fait tourner le volant.

La rotation du volant doit commander le déplacement du tiroir du distributeur du vérin de crémaillère.



Un couple 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 déplacement du tiroir :



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

Phase de retour en position d'équilibre: 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 $\underline{2}$ et le plateau $\underline{P2}$. Le plateau $\underline{P1}$ est alors fixe, le plateau $\underline{P2}$ agit sur les biellettes \underline{B} qui ramènent le tiroir \underline{T} en position d'équilibre. La crémaillère est bloquée.

2.2. Durcissement de la direction

Le durcissement de la direction est obtenue par un couple de rappel variable, appliqué à l'arbre de commande \underline{A} 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 croit, et d'autre part lorsque la vitesse du véhicule augmente.

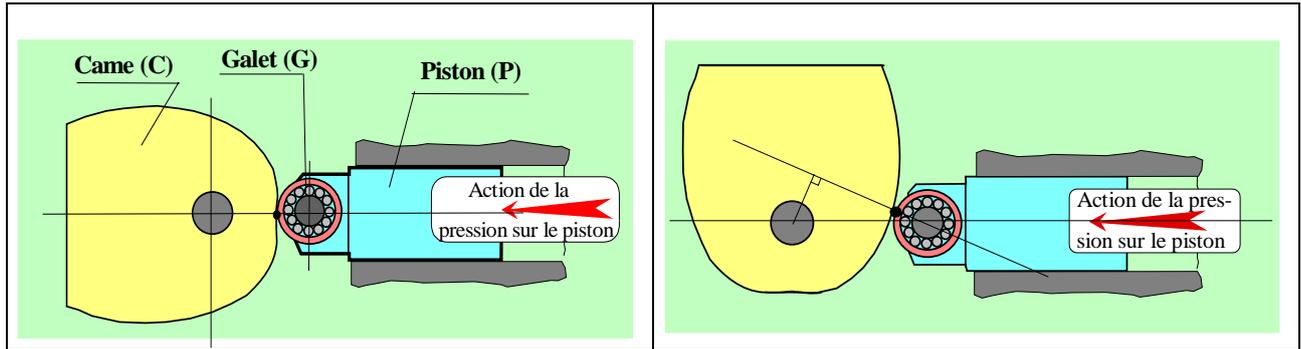
Durcissement fonction de l'angle de braquage (effet de la came)

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

Durcissement en fonction de la vitesse (effet du régulateur)

Cette fonction est réalisée à l'aide d'un régulateur centrifuge qui capte la vitesse et délivre une pression variable venant agir sur le piston \underline{P} .

L'action appliquée par le galet \underline{G} sur la came \underline{C} est d'autant plus importante que la vitesse du véhicule est élevée.



2.3. 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 A . 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. Le retour du volant est ainsi amorti.

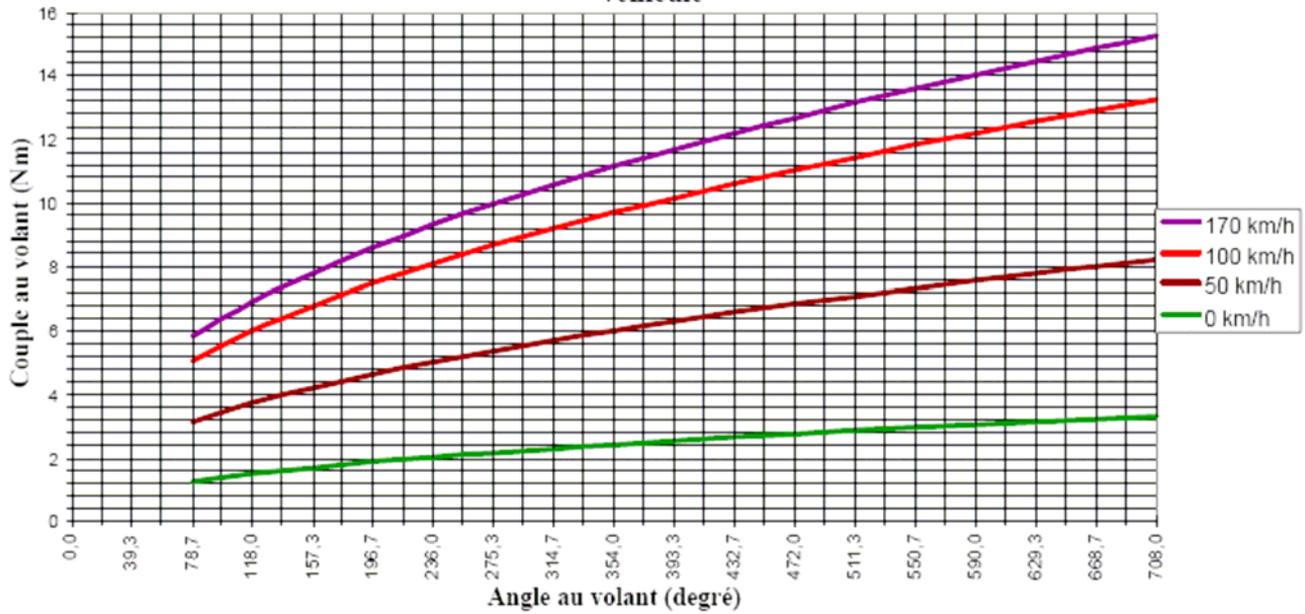
C'est le rôle du régulateur à débit variable.

Annexe 1 : Caractéristiques techniques

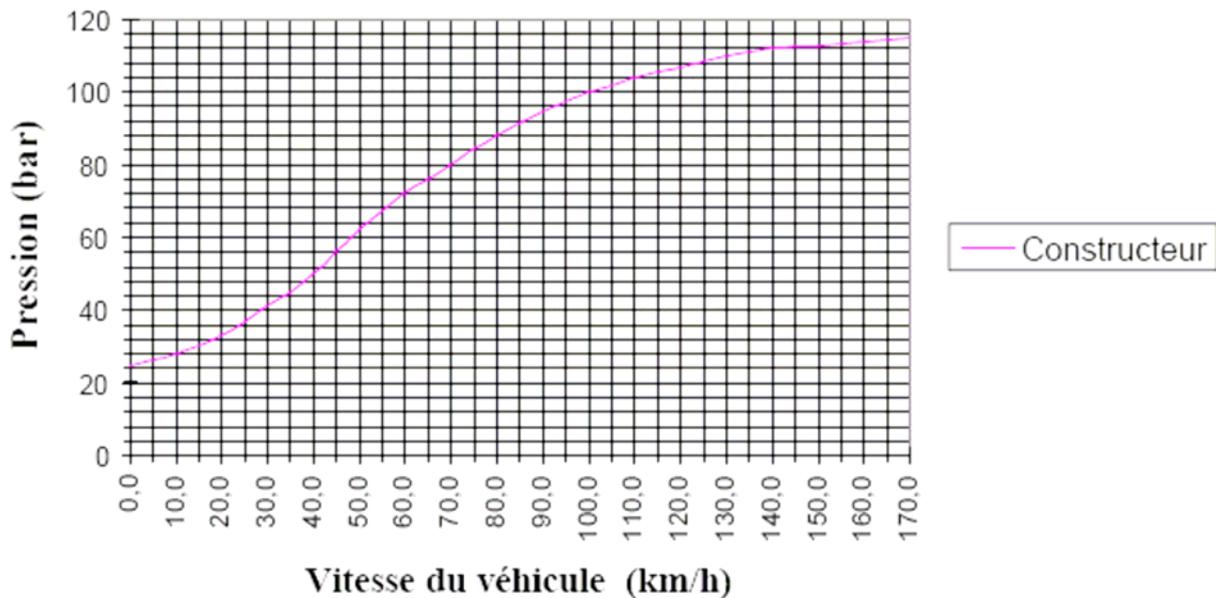
<p><u>Pompe hydraulique</u> Volumétrique à 5 pistons</p>	<p>Débit théorique 6 l/mn à 1450 t/mn sur le véhicule et 1.9 l/mn à 400 t/mn sur la station</p>
<p><u>Disjoncteur Conjoncteur</u> P disjonction : 17 ± 0.5 Mpa P conjonction: 14.5 ± 0.5 Mpa</p>	<p><u>Réservoir (sphère)</u> Volume : 400 cm^3 P gonflage : 6.2 Mpa (azote) P maxi utilisation : 22.7 MPa</p>
<p><u>Bloc de commande</u> Engrenage comparateur : $Z_{10} = Z_{12} = 60$; $Z_9 = Z_{P1} = 36$ dents $m = 1.25$ Engrenage came : $Z_{28} = 59$ $Z_{9'} = 15$ dents ; $m = 1.25$ Pignon crémaillère $Z = 10$ dents ; m réel = 1.6 Came : caractéristiques en annexe</p>	<p>Couple au volant en fonction de l'angle voir les tableaux et courbes en annexe. Tiroir : déplacement environ 6 mm Volant : rotation $\pm 620^\circ$ rayon 190 mm débattement libre sans assistance $\pm 15^\circ$ Frottement dans le boîtier sans assistance < 0.65 Nm au volant</p>
<p><u>Crémaillère</u> Course = ± 82 mm Résistance passive < 1500 N</p>	<p>Section chambre 1 : 4.2 cm^2 ou 6 cm^2 Section chambre 2 : 8.4 cm^2 ou 12 cm^2</p>
<p><u>Régulateur centrifuge</u> Pression en fonction de la vitesse du véhicule : voir en annexe Relation vitesse du véhicule (Km/h) et vitesse du régulateur (t/mn) : $N_{\text{régul}} = 16.66 V_{\text{véhic}}$</p>	<p>Couple au volant en fonction de sa rotation : voir les tableaux et courbes en annexe.</p>
<p><u>Système résistant</u> <u>Caractéristiques du ressort :</u> <ul style="list-style-type: none"> • 13 spires utiles • $d=11$mm (diamètre du fil) • $D=80$mm (diamètre moyen d'enroulement) • $L_0=376,6$ mm longueur libre du ressort </p>	<ul style="list-style-type: none"> • $L_2=241,5$ mm correspond à la précharge maximale , l'écrou étant vissé pour un réglage maximum (volant en position neutre) • $L_3=159,5$ correspond à la précharge maximale, l'écrou étant vissé pour un réglage maximum (crémaillère sortie totalement vers la droite)
<p>∴</p>	<p>Moteurs : - entraînement du régulateur - entraînement de la pompe</p>

Annexe 2 :

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



Pression du régulateur en fonction de la vitesse du véhicule



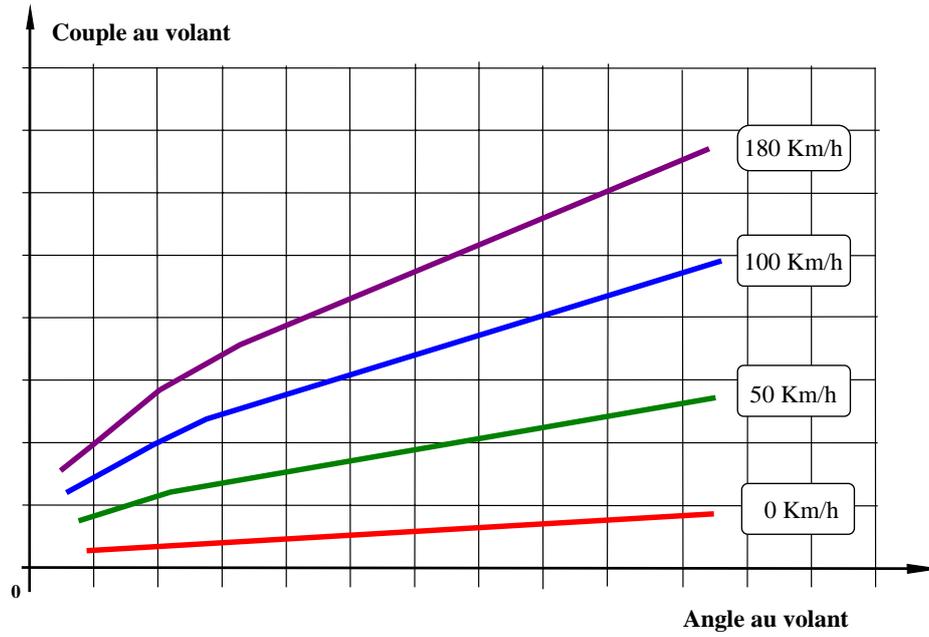


FIGURE 7: Couple de rappel en fonction de l'angle de braquage.

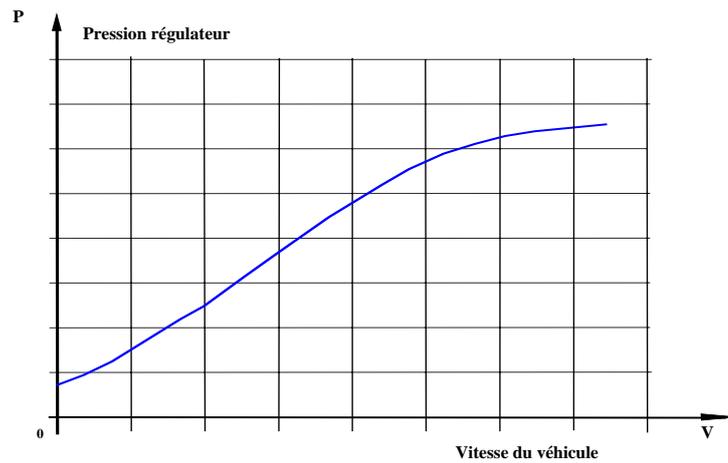


FIGURE 8: Pression délivrée par le régulateur en fonction de la vitesse du véhicule