

### 1 Introduction, généralités.

La commande de direction des véhicules impose au conducteur de vaincre par l'intermédiaire du volant le couple de pivotement dû à l'action du sol sur les roues directrices.

Pour cela il est nécessaire de transmettre le mouvement donné à la colonne de direction aux biellettes de commande des roues. Différents systèmes peuvent être utilisés :

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

Ce dernier principe est utilisé sur les véhicules de tourisme et les poids lourds.

Du système adopté dépendent non seulement la stabilité du véhicule, mais encore le confort et la sécurité des passagers. C'est un organe essentiel.

Pour être parfaite une direction doit répondre aux impératifs suivants :

- la sécurité
- la douceur
- la précision
- l'irréversibilité
- la stabilité
- la fixité ou compatibilité de la direction et de la suspension.

### 2 Fonction assistance

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 le poids 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.

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

Ces directions assistées peuvent être classées en plusieurs groupes :

- **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.

- **direction avec distributeur à centre fermé** : en position neutre le fluide ne circule pas. La direction est verrouillée hydrauliquement, le conducteur ne ressent pas les effets de l'action de la route sur la direction. Cette solution impose un vérin différentiel.

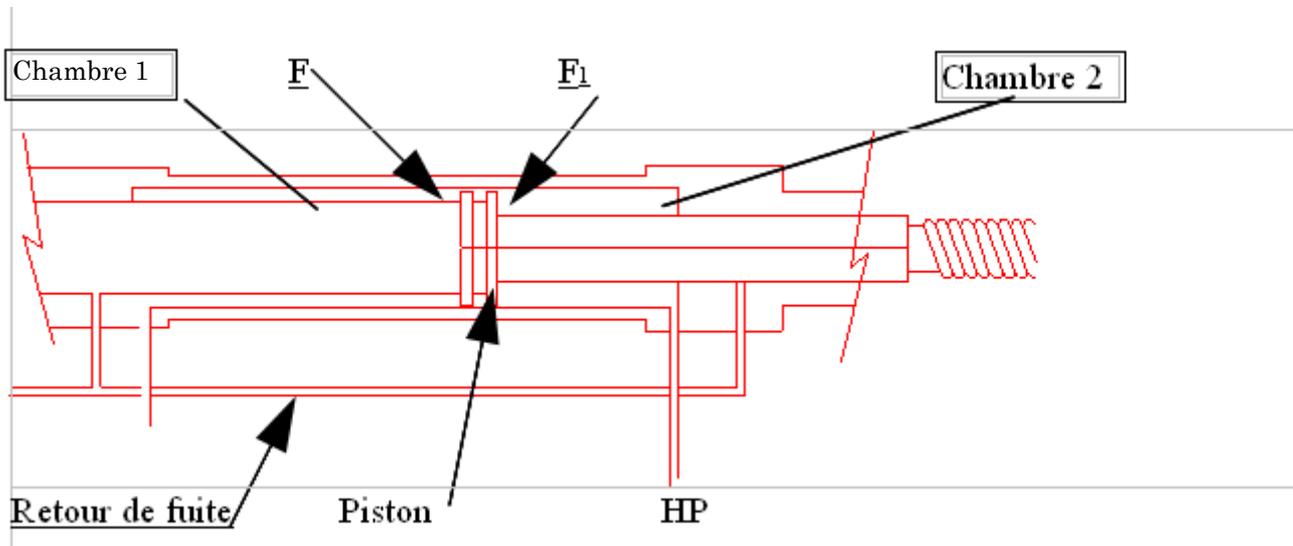
[Le mode de commande du distributeur permet aussi de classer les différents directions. Le](#)

distributeur peut être asservi en angle ou en effort.

### 3 Direction DIRAVI

La direction assistée étudiée au laboratoire est utilisée sur les véhicules « haut de gamme », elle est du type distributeur à centre fermé dont la commande est asservie en angle.

- une partie de mise en pression du fluide hydraulique constituée :
  - d'un réservoir à la pression atmosphérique
  - d'une pompe à pistons axiaux
  - d'un accumulateur dont la pression de stockage du fluide est comprise entre 14 et 17,5 MPa
- un bloc de commande, un distributeur
- un vérin de direction
- un régulateur centrifuge



#### 3.1 Commande hydraulique de crémaillère (vérin) :

##### Description :

La crémaillère est liée au piston de la commande hydraulique (vérin).

Soit  $S$  la surface du piston dans la chambre 1 et  $S/2$  sa surface (par construction) dans la chambre 2.

##### Fonctionnement :

L'équilibre de la direction est obtenu lorsque les forces  $F$  et  $F1$  qui s'exercent sur chaque face du piston sont égales :

$$\text{soit } F = S \times HP/2 = F1 = S/2 \times HP$$

HP : pression de fonctionnement du circuit hydraulique (variable de la pression de conjonction à la pression de disjonction)

Le déplacement de la crémaillère (d'où assistance) est assuré par une modification de pression à l'intérieur de la chambre 1 soit :

- retour du liquide au réservoir → HP/2 diminue
- admission de liquide → HP/2 diminue.

### 3.2 Bloc de commande :

#### Description :

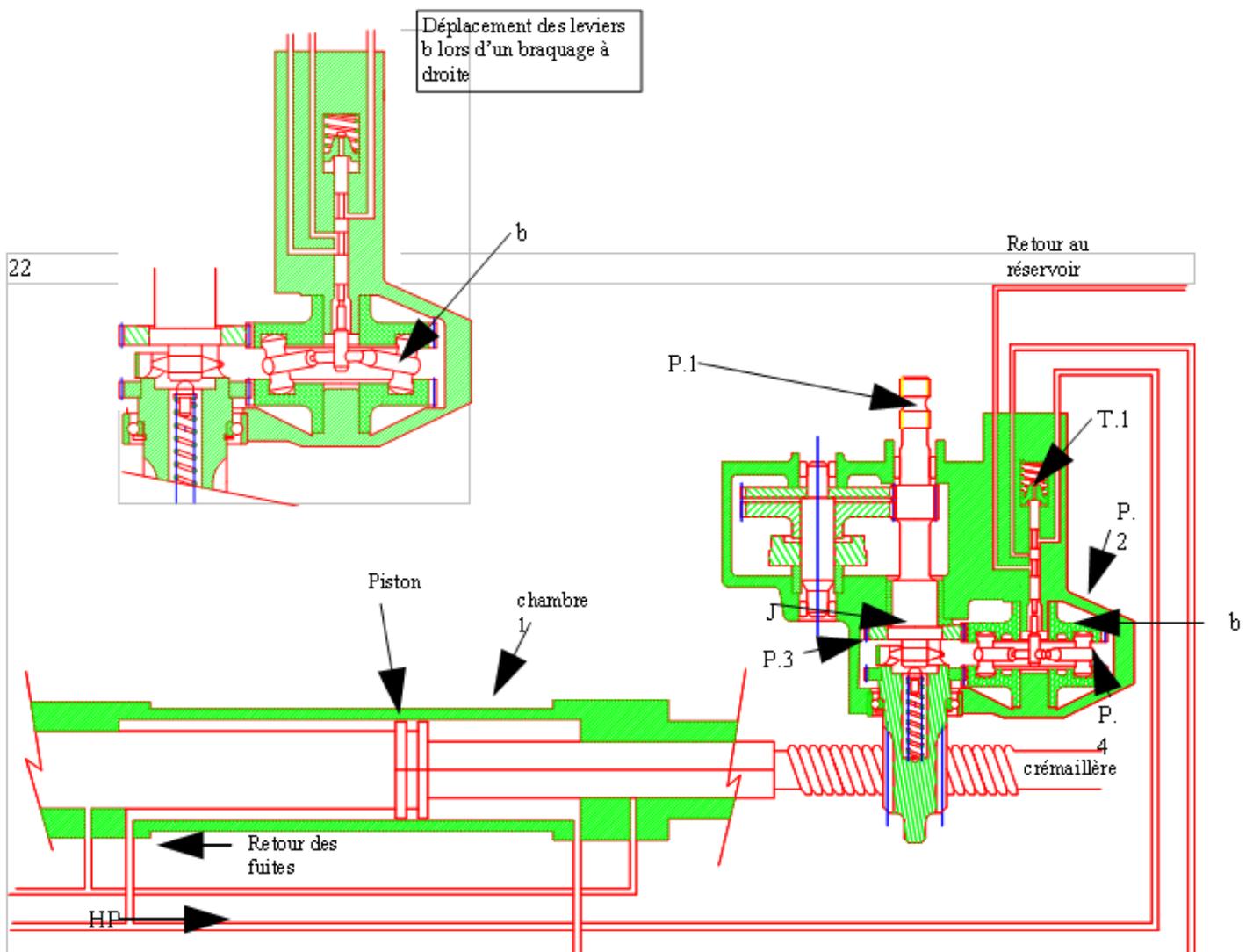
Le bloc de commande, situé sous le volant, comporte un tiroir distributeur (T 1) qui, dans sa position d'équilibre hydraulique assure dans la chambre 1 les pressions nécessaires à l'équilibre du piston d'assistance.

Le bloc de commande est également constitué par :

- un arbre de commande en liaison avec le volant (P 1)
- un arbre de sortie en liaison avec le pignon de crémaillère (P 3)
- deux plateaux (P 4 et P 2) porte-biellettes (b)
- un verrouillage de sécurité (g).

La commande mécanique est assurée par la liaison, en rotation, de l'arbre de commande (P 1) et du pignon (P 3) après annulation du jeu J.

La liaison entre les pignons (P 2 et P 4) est réalisée par des biellettes à rotules.



### 3.3 Fonctionnement :

Braquage (voir vidéos bloc de commande)

Dans le jeu permis « J », l'arbre P.1 entraîne en rotation le plateau P.4. Le pignon P.3 et le plateau P.2 sont alors fixes ( liés mécaniquement au pignon de crémaillère ). Les biellettes b agissent en palonnier, se déplacent entraînant en translation le tiroir T.1.

- Déplacement vers le bas : chambre 1 du vérin alimenté en HP.
- Déplacement vers le haut : chambre 1 du vérin en communication avec le retour au réservoir.

Retour à la position d'équilibre :

Le déplacement de la crémaillère entraîne en rotation son pignon de commande, le pignon P.3 et le plateau P.2

Le plateau P.4 étant alors fixe, le plateau P.2 agit sur les biellettes b qui ramènent le tiroir T.1 en position d'équilibre.

**REMARQUE:**

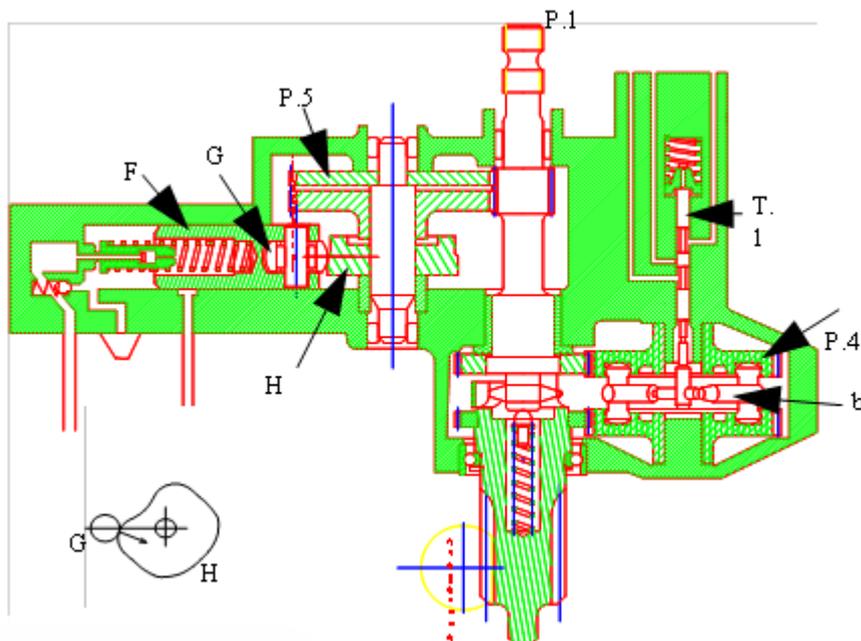
La crémaillère est verrouillée hydrauliquement pour toutes les positions de braquage, d'où la grande stabilité directionnelle du véhicule.

C'est une condition importante au point de vue de sécurité. Le braquage ne peut être influencé par :

- une différence de freinage sur la roue droite et la roue gauche,
- l'éclatement d'un pneu, par la rencontre d'un pneu avec un obstacle important, un terrain meuble, une flaque d'eau , etc. . .

## 4 Asservissement du Rappel

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



#### 4.1 a) Principe mécanique:

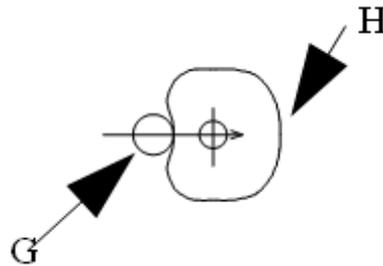
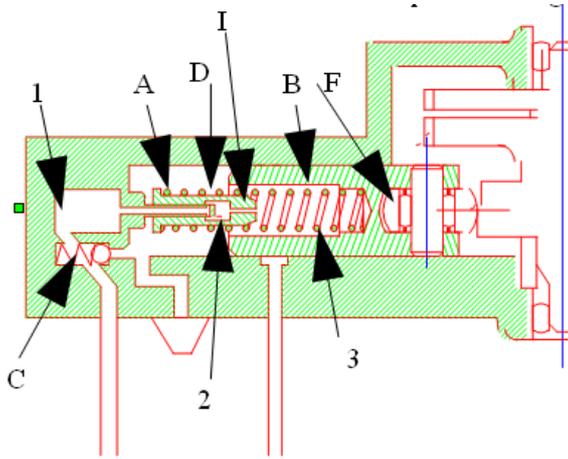
Après braquage, le conducteur lâche le volant:

- Le piston F, exerçant un couple sur la came H, provoque la rotation de celle-ci.
- Le pignon P.5 solidaire de la came entraîne l'arbre de commande P1
- La rotation de l'arbre de commande P.1, transmise au plateau P.4 entraîne le basculement du tiroir distributeur T.1, d'où déplacement de la crémaillère.

Ce mouvement est stoppé lorsque le galet G atteint le creux de la came H (annulation du couple).

La direction est alors en « ligne droite ».

REMARQUE : La pression ne s'exerce sur le piston F qu'au travers d'un régulateur à débit variable; ceci afin de freiner le retour de la direction en position « ligne droite »



#### 4.2 Régulateur à débit variable:

##### Description :

Il est constitué par :

- un corps dans lequel coulisse un piston (F)
- une chemise (A) avec trou calibré (I) coulissant sur la partie centrale du corps percé de petits orifices (D)
- un ressort (B) agissant sur la chemise,
- un clapet et son ressort (C)

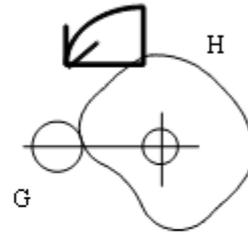
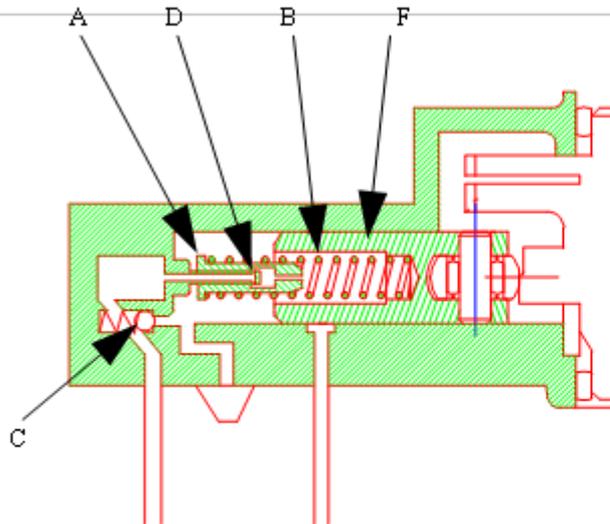
##### Fonctionnement :

###### Position neutre ou ligne droite

Dans cette position de repos, la pression délivrée par le régulateur règne dans toutes les chambres 1-2-3

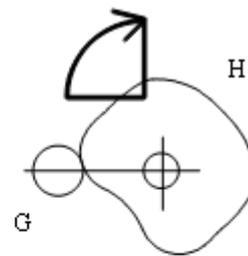
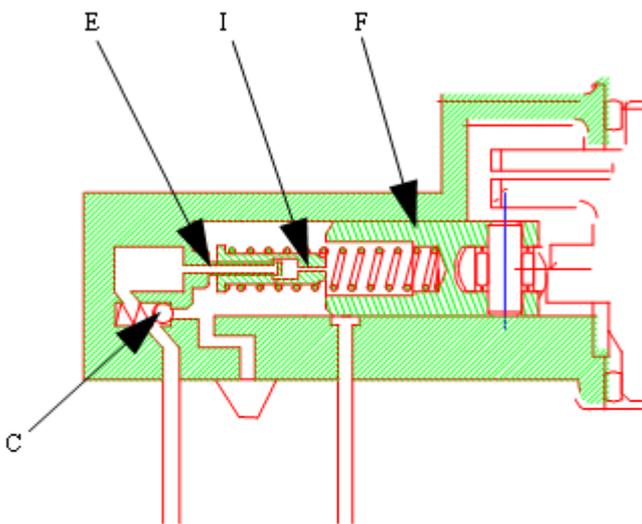
Le ressort (B) est sous tension et la chemise (A) ferme les orifices D du corps.

Le ressort (B) étant sous tension, le débit possible à travers le trou calibré (I) est nul



**Position braquage :** le recul du piston F provoque :

- le retour du liquide au travers du clapet C ouvert,
- la compression du ressort B qui repousse la chemise A découvrant les orifices D

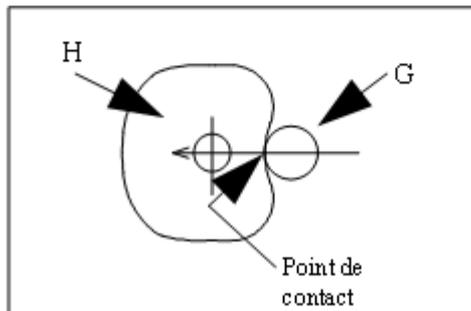
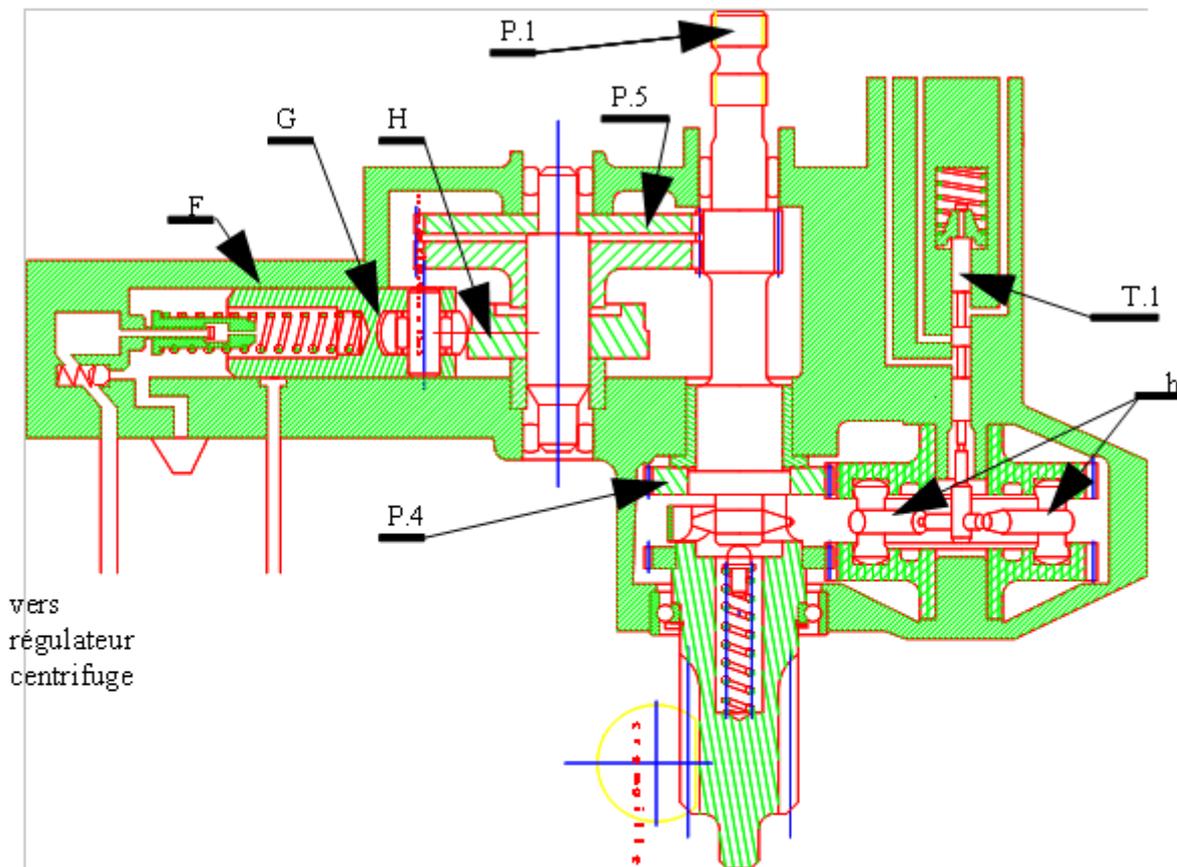


**Position rappel :**

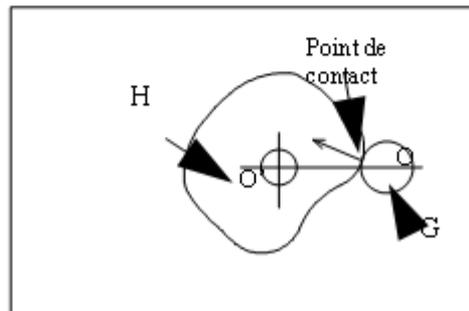
- le liquide passe par le canal E (clapet C fermé), et par le trou calibré I, provoquant ainsi le recul de la chemise A
- la chemise A comprimant alors légèrement le ressort B, revient lentement obturer les orifices D au fur et à mesure du déplacement du piston F

## 5 Durcissement du braquage en fonction de la vitesse du véhicule

Le durcissement de la direction est obtenu par un effort mécanique variable, venant s'appliquer sur l'arbre de commande A.



« LIGNE DROITE »



« BRAQUAGE »

### 5.1 Principe mécanique:

L'arbre de commande P.1 est en prise avec le pignon P5.

Le pignon P.5 est solidaire d'une came H sur laquelle, un piston F, muni d'un galet G, applique un couple plus ou moins important suivant :

- l'angle de rotation de l'arbre de commande P.1 (effet de l'excentrique)
- la pression exercée sur le piston F (pression variable obtenue à partir d'un régulateur centrifuge)

#### Ligne droite :

L'effort du piston F s'exerce dans le creux de la came H et tient à garder le véhicule en ligne droite.

#### Au braquage :

Le point de contact came-galet situé hors de l'axe passant par les centres O et O' provoque alors un couple qui s'oppose à la volonté du conducteur, donc durcissement.

## 5.2 Régulateur centrifuge :

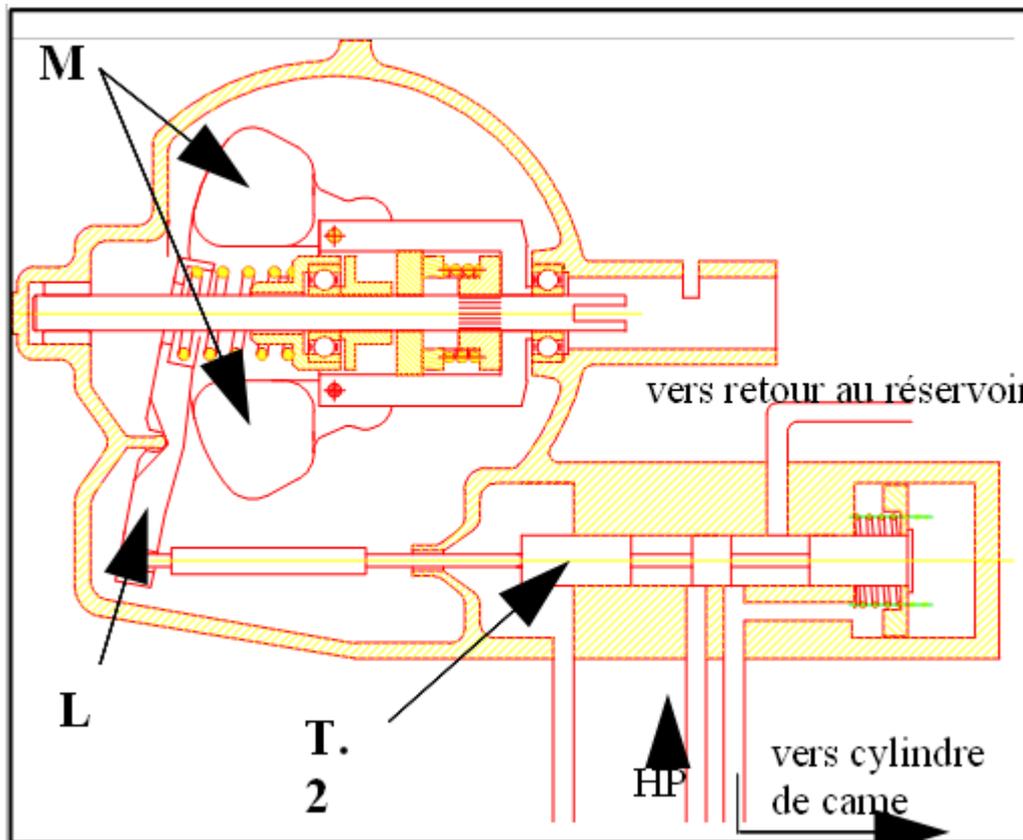
Situé sur le cadre de l'essieu avant et entraîné mécaniquement (flexible) par le couple cylindrique de la boîte de vitesses.

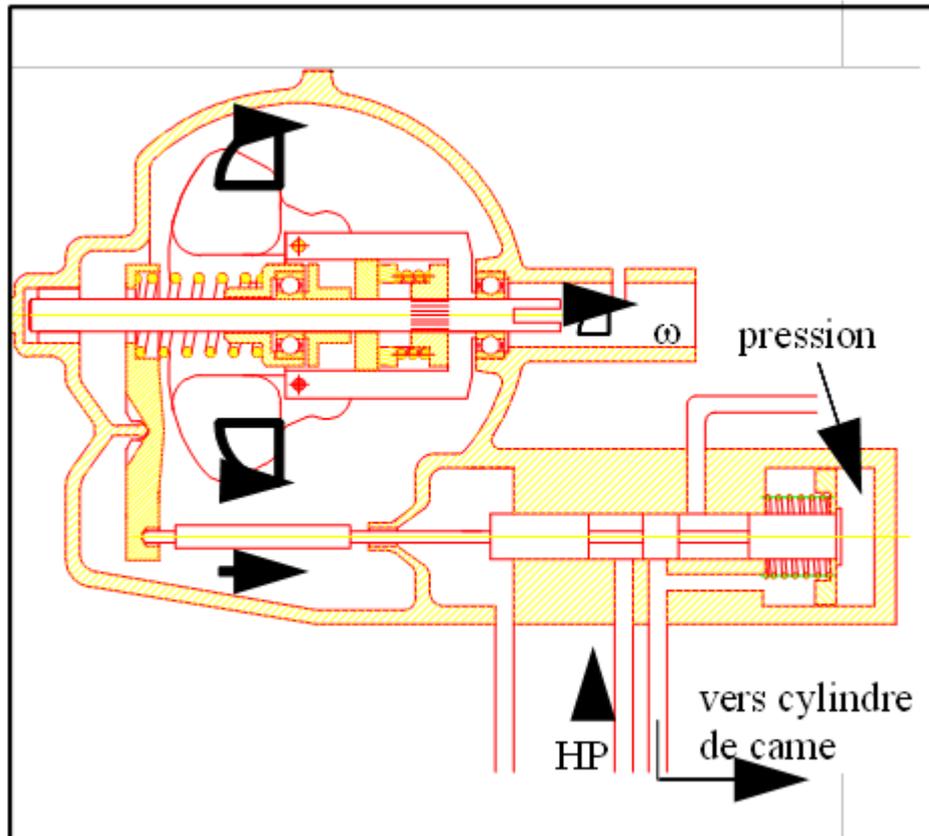
### Description :

Il est constitué par :

- un ensemble comportant un corps avec masselottes (M) et ressorts,
- un levier de commande (L)
- un tiroir distributeur (T.2)

<p>Vitesse de rotation <math>\omega</math> (rd/s) proportionnelle à la vitesse du véhicule <math>V_v</math> (km/h)</p> $\omega = 1,76 \cdot V_v$
--





Fonctionnement :

Le tiroir distributeur T.2 est lié au levier L.

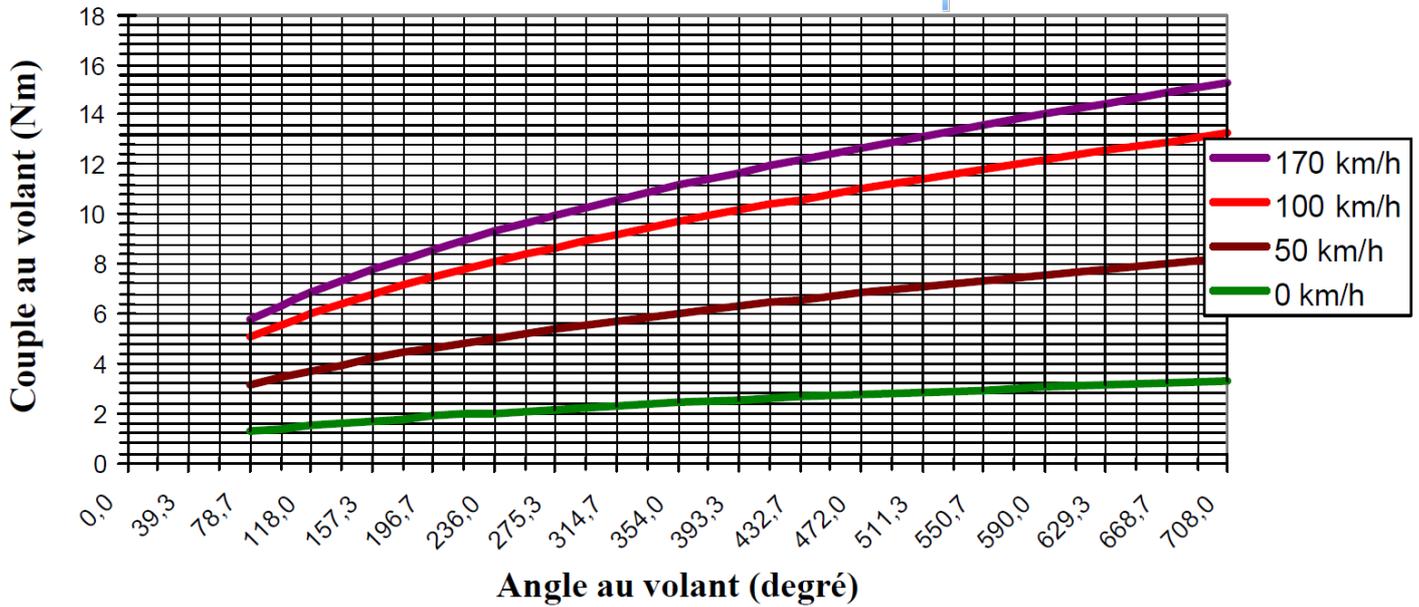
Les masselottes M entraînées en rotation, (soumise à l'effet centrifuge ) provoquent le basculement du levier L.

L'enfoncement variable du tiroir du distributeur T.2 permet alors la modulation de la pression agissant sur le piston du cylindre de came.

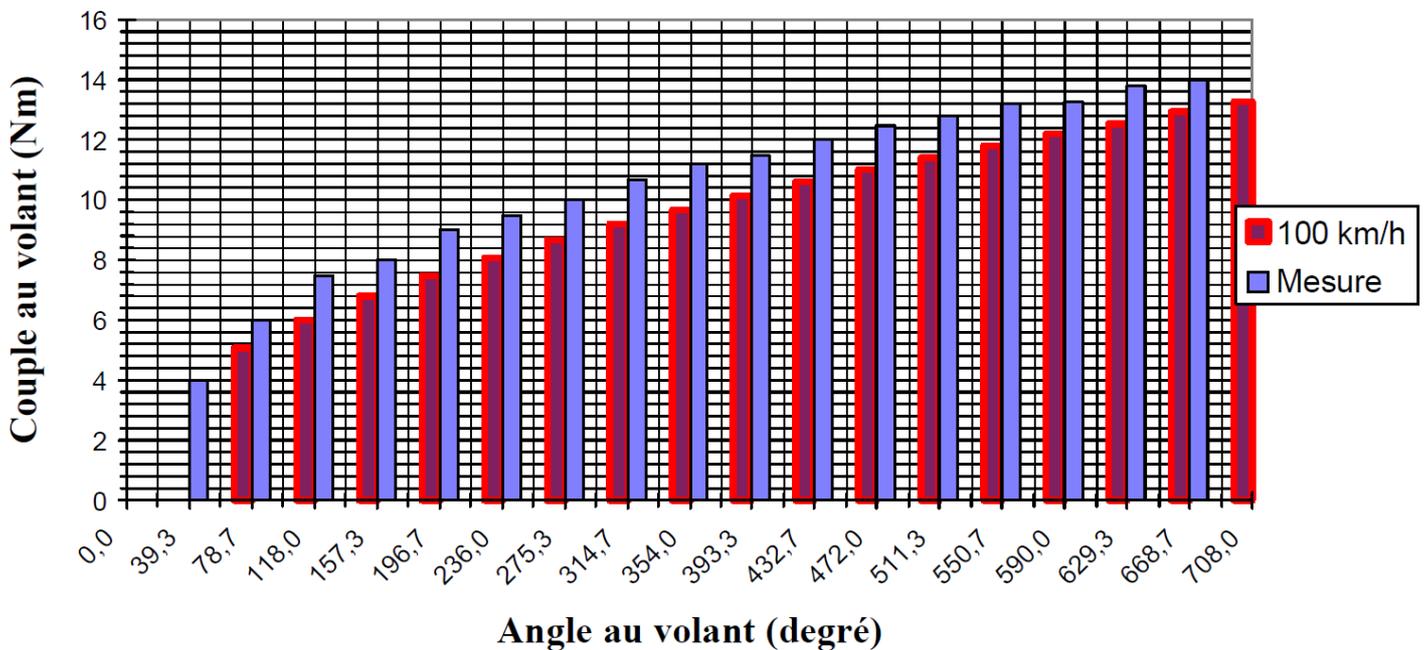
REMARQUE :

Afin de permettre la fonction de rappel asservi, le régulateur centrifuge délivre une pression de 20 bars (+/- 5 bars), lorsque le véhicule est à l'arrêt, (moteur tournant)

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



### 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

