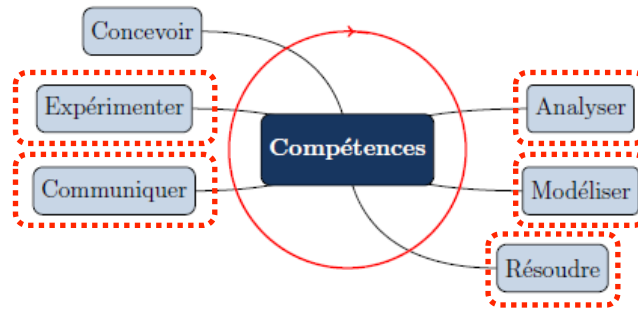


Problème technique :

Les différents modes de fonctionnement de la direction assistée hydraulique DIRAVI repose s'utilisation d'un régulateur à centrifuge couplé à un distributeur hydraulique. On se propose ici de vérifier les performances de ce système.



Matériel utilisé :

- Direction assistée Diravi
- Logiciel d'acquisition associé au système
- Logiciel de modélisation simulation dynamique : SolidWorks/meca3D



Déroulement du TP :

- Une première partie **d'analyse du système** permet de quantifier les performances attendues et d'identifier les composants constituant une chaîne fonctionnelle.
- Une deuxième partie **d'étude expérimentale** permet de mesurer les performances réelles.
- Une troisième partie permet de **simuler** le fonctionnement du régulateur sur une **modélisation numérique**.
- Enfin il faudra veiller tout au long du TP à caractériser les écarts entre les performances **réelles** et **simulées**.

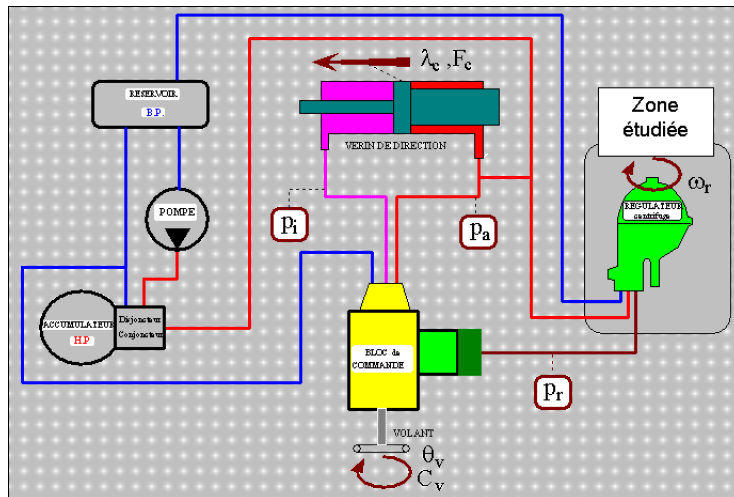
I. Analyse du système

a. Présentation structurelle

Le schéma ci-dessous représente les différents constituants, ainsi que les connexions hydrauliques associées.

- une **pompe hydraulique**, un **réservoir**, un **accumulateur** et un **bloc régulation débit/pression**.
- un **ensemble de commande** qui détecte les actions exercées sur le volant 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.
- un **vérin hydraulique** d'assistance coaxial à la crémaillère de direction.

Le fonctionnement du régulateur est donné par la vidéo : « regul1.avi »



b. Analyse du besoin : adaptation de l'assistance

Pour une sécurité de conduite accrue, la dureté du volant doit être fonction de la vitesse du véhicule.

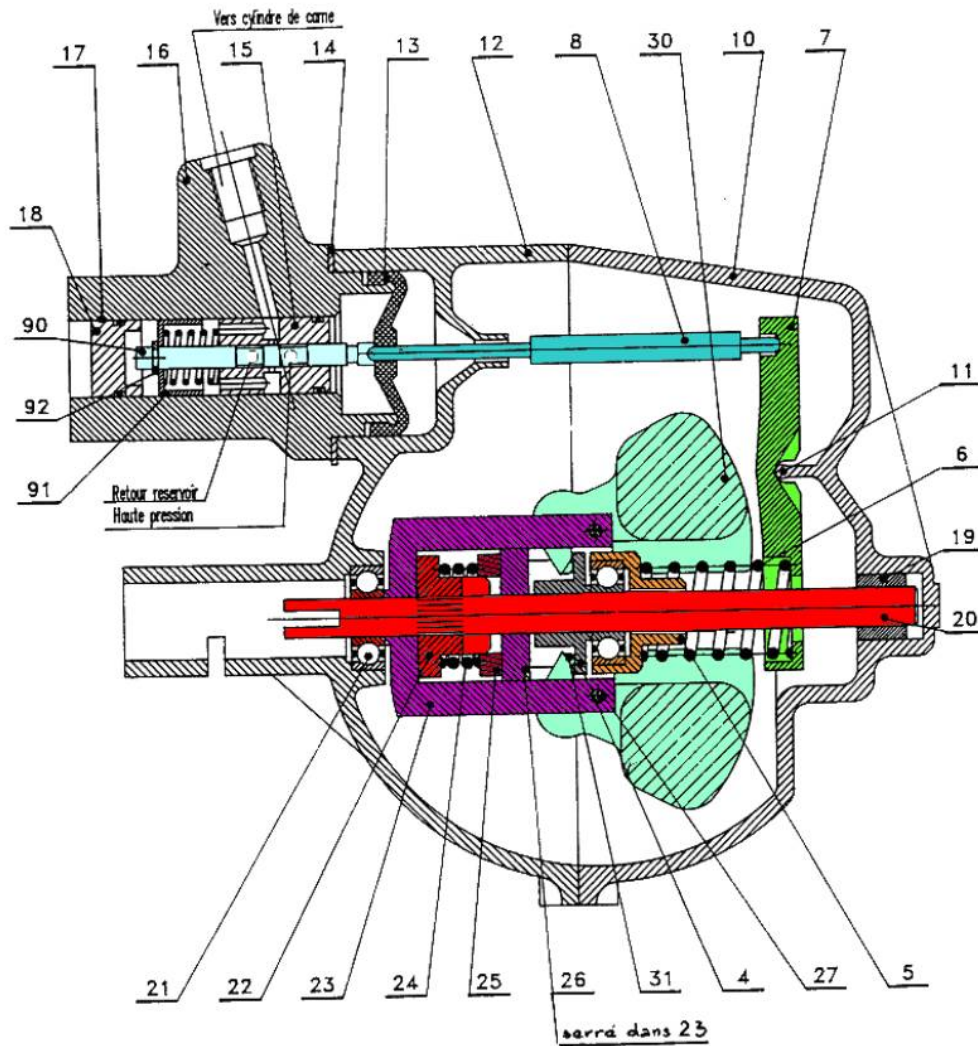
Question 1. Dans la phase de conduite, élaborer analyser les différentes exigences techniques en dressant un diagramme des exigences permettant de les caractériser.

Le couple de rappel au volant croît avec :

- l'angle de pivotement des roues (du volant) fonction assurée par le mécanisme à came (détaillé en annexe).
- la vitesse de déplacement du véhicule fonction assurée par le régulateur centrifuge (objet de l'étude).

c. Principe de fonctionnement du régulateur à centrifuge

- Le dessin d'ensemble, ci-dessous, permet de mettre en évidence le fonctionnement du régulateur.
- L'arbre **20** ainsi que les **2 masselottes 30** sont entraînés en rotation par un flexible à partir de la boîte de vitesse à une vitesse proportionnelle à celle du véhicule
- **(N regul (t/mn) = 12,5*V** avec V vitesse du véhicule (km/h)).
- La position angulaire de ces masselottes et la position linéaire de la bague **coulissante 4** et de la **butée 5** sont donc fonction de la vitesse du véhicule.
- Lorsque cette vitesse varie, l'action du ressort 6, sollicité par la **butée 5** provoque le basculement du **levier 7** et la translation du **tiroir du distributeur 90**.



Rp	Nb	Désignation	Rp	Nb	Désignation
4	1	Bague coulissante	19	1	Coussinet
5	1	Butée à billes	20	1	Arbre
6	1	Ressort	21	1	Roulement à billes
7	1	Levier	22	1	Plateau limiteur de couple
8	1	Tige de commande	23	1	Fourreau
10	1	Couvercle	24	1	Ressort
11	1	Axe levier	25	1	Disque limiteur de couple
12	1	Corps	26	1	Plateau limiteur de couple
13	1	Soufflet	27	2	Axe masselotte
14	1	Joint étanchéité	30	2	Masselotte
15	1	Chemise distributeur	31	2	Doigt d'appui
16	1	Corps distributeur	90	1	Tiroir distributeur
17	1	Segment d'arrêt	91	1	Coupelle ajourée
18	1	Bouchon	92	1	Segment d'arrêt

d. Distributeur hydraulique

Le distributeur hydraulique est formé du **tiroir 90**. Il coulisse dans la chemise **15** elle-même bloquée dans le corps **16**. Le fluide à haute pression (*comprise environ entre 14,5 et 17,5 MPa*) arrive par

l'orifice noté « Haute pression ». Il est plus ou moins laminé lors de son passage entre le **tiroir 90** et la chemise **15**. Il se dirige par l'orifice noté « Vers cylindre de came », vers le dispositif qui exerce le couple de rappel sur le volant.

Le fait que la position du tiroir varie légèrement sous l'effet de l'action transmise par la **tige 8** règle la pression du fluide du côté du dispositif qui exerce le couple de rappel sur le volant. On montre que le distributeur constitue un système bouclé qui asservit la pression d'utilisation à l'effort F exercé par la **tige 8** sur le tiroir **tiroir 90**.

La position du tiroir est toujours la même en régime établi, et l'application du principe fondamental de la statique permet de donner la relation entre l'effort F et la pression "p" du fluide en sortie.

e. Limiteur de couple

- Le plateau 22 est en liaison encastrement avec l'arbre 20.
- Le plateau 26 est en liaison encastrement avec le fourreau 23.
- L'ensemble des pièces {20, 23, 24 et 26} forme un limiteur de couple.

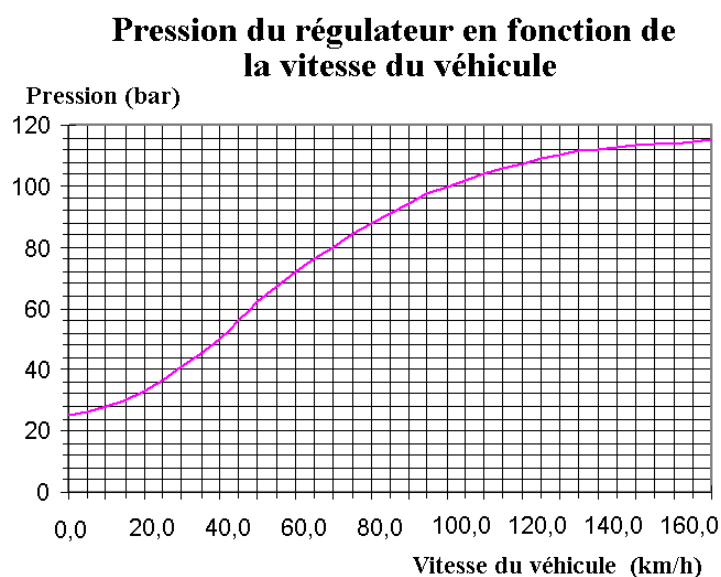
L'intérêt du dispositif est mis en évidence lorsque le conducteur réalise un freinage brusque à grande vitesse, les masselottes poursuivent leur rotation, entraînées par leur inertie. La dureté du volant est ainsi conservée, au moins au début de cette phase de freinage, dans un souci de sécurité.

II. Analyse expérimentale : mesure de la pression de rappel du volant en fonction de la vitesse du véhicule.

a. Objectif de l'expérimentation

Il s'agit de relier la pression de régulation mesurée en fonction de la vitesse du véhicule et de vérifier les performances données par le constructeur.






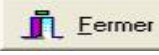



Ci-dessous figurent les données du constructeur.

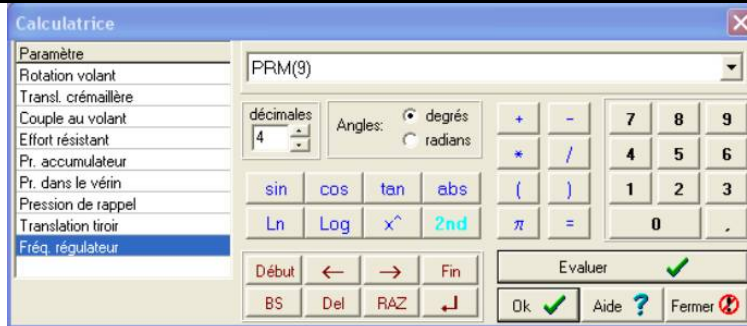


Vitesse véhicule	Pression constructeur
(Km/h)	(+/-5bars)
0	25
20	33
40	50
60	72
80	88
100	100
120	107
140	112
160	114

b. Manipulations


Dans le tableau suivant sont rappelées les différentes étapes qui permettent d'utiliser le dispositif :


Mise en service de la maquette	1	<ul style="list-style-type: none"> Mettre sous tension la maquette. Mettre la pompe en fonctionnement. Ne pas manœuvrer le volant.
Lancement du logiciel	2	Lancer l'application Diravi3 
Initialiser la mesure	3	<ul style="list-style-type: none"> Cliquer sur « mesures » :  Cliquer sur initialiser :  Un message s'inscrit sur l'écran du panneau de commande de la maquette.
Mesure	4	<p>Vous disposez de 10 s pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> APPUYER sur le bouton DEPART du tableau de bord (le message disparaît alors de l'écran d'affichage de la maquette). TOURNER le bouton VITESSE VEHIC. Régulièrement, de la position mini à la position maxi.
	5	
Importation des résultats	6	<ul style="list-style-type: none"> Au bout des 10s, le message « Calcul en cours » apparaît sur l'écran maquette. La station est alors hors service aucune manipulation ne peut plus être exécutée. Lorsque « Calcul en cours » disparaît de l'écran, retourner dans le logiciel DIRAVI et cliquer sur Importer  ; Une fois les résultats importés, fermer  la boîte de dialogue.
Tracé de la courbe	8	<ul style="list-style-type: none"> Cliquer sur  un synoptique s'affiche. Vous allez réaliser l'affichage de la pression de rappel P_r en Mpa, en fonction de la vitesse du véhicule V en km/h. La vitesse de rotation du régulateur centrifuge est liée à la vitesse du véhicule par $N_{\text{régulateur}} (\text{tr/min}) = 16,8 * V_{(\text{km/h})}$ donc Cliquer sur  Cliquer sur  vous disposez alors d'une calculatrice qui effectuera les opérations définies sur les paramètres que vous sélectionnerez. Sélectionner « Fréq. régulateur ». PRM(9) s'affiche dans la case de formule. Compléter celle-ci à l'aide de la calculatrice afin d'avoir en abscisse la vitesse du véhicule en km/h,.




- Cliquer sur  pour revenir au synoptique.

- Cliquer sur  ;

- Cliquer sur  pression du régulateur ;

- Cliquer sur  tracer de la courbe.

Changement d'échelle.

- Cliquer sur  dans la barre menu du graphique et entrer les valeurs : abscisse mini 0 - maxi 100; ordonnée mini 3 - maxi 13.

c. Analyse des résultats expérimentaux

Question 2. Identifier sur la courbe les différentes zones.

Question 3. Compléter le tableau ci-dessous.

Vitesse véhicule	Vitesse régulateur	Pression régulation mesurée (en bars)	Pression constructeur
$V(\text{km/h}) = N(\text{tr/min}) / 16,8$	$N(\text{Tr/min})$	bar	(+/- 5bars)
	0		
	500		
	1000		
	1500		

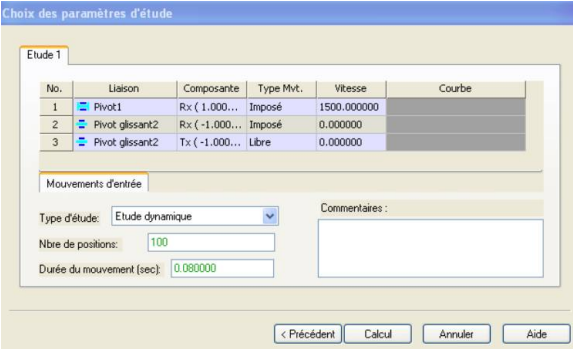
Question 4. Conclure quant à la tolérance du constructeur.

III. Modélisation et simulation du régulateur à l'aide d'un outil de simulation : Solid works/meca 3D

a. Objectif

- Mettre en évidence l'évolution de la pression dans le mécanisme de rappel du volant en fonction de la vitesse du véhicule (module Méca3D de SOLIDWORKS).
- Le logiciel « solidworks » associé à son module « méca3D » permet de traiter le problème par simulation.
- Le travail va consister à analyser le comportement du système pour quatre vitesses de rotation de l'arbre d'entrée :
- $\omega_r = 500, 1000, 1500 \text{ tr/min}$

b. Mise en place de la simulation

Lancement de Solid Works	1	<ul style="list-style-type: none"> Charger le fichier régulateur-simplif.SLDASM dans le dossier « CAO » Ce fichier contient le système modélisé du régulateur modélisé.
Visualisation des données du modèle	2	<p>Cliquer sur l'onglet méca 3D Une arborescence du mécanisme apparaît alors.</p> <ul style="list-style-type: none"> Pièces : contient les composants du mécanisme. Liaisons : contient la définition des liaisons entre les solides. Efforts : contient la définition des efforts appliqués au mécanisme <p>(vous pouvez obtenir des informations en développant cette arborescence « + »)</p>
Définition de l'analyse	3	<ul style="list-style-type: none"> Cliquer avec le bouton droit sur l'icône : Analyse Un panneau s'ouvre et donne une analyse du mécanisme. Cliquer sur le bouton suivant. Dans type d'étude sélectionner « étude dynamique » si ce n'est pas le cas.
Paramétrage	4	<p>Définition du mouvement pilote :</p> <ul style="list-style-type: none"> Pour cela sélectionner la liaison pilote « Pivot1 » entre fourreau et carter, lui donner une vitesse « imposée » de « ωr » tr/mn. ($\omega r \in 500, 1000, 1500$). <i>Pour faire apparaître le Type de Mvt. De la liaison il faut cliquer dans le cadre Type de Mvt associé à la liaison ; un curseur apparaît permettant le choix de « imposé, var ou libre.</i> Pour entrer une valeur numérique cliquez dans le cadre vitesse associé à la liaison et entrer la valeur au clavier.
	5	<p>Définir le deuxième mouvement pilote :</p> <ul style="list-style-type: none"> Le mouvement de rotation de la bague par rapport au fourreau correspond à une mobilité interne : On peut par exemple imposer ce mouvement nul. Pour faire apparaître les liaisons, dans le cadre du nom de la liaison ; un curseur apparaît permettant le choix de la liaison à sélectionner. Pour faire apparaître les degrés de liberté de la liaison, cliquer dans le cadre « composante » de la liaison ; un curseur apparaît permettant le choix de la composante à sélectionner.
	6	<p>Définir le troisième mouvement pilote :</p> <p>Le mouvement de la bague par rapport au fourreau doit être déclaré « libre » en translation de façon à laisser pivoter les masselottes.</p>  <p>Indiquer la durée du mouvement correspondant à la vitesse spécifiée à la première liaison pilote et pour une amplitude de rotation de 2 tours ; choisir environ 100 positions de calcul. Cliquer sur « calcul » et « fin ».</p>
Analyse des résultats	7	<p>Animation du mécanisme :</p> <ul style="list-style-type: none"> Cliquer droit sur « simulation ». Utiliser les courbes pour analyser facilement les résultats :

	<ul style="list-style-type: none"> • Cliquer doit sur « Résultat » – courbes-simples • Cliquez sur l'onglet « effort » et sur « ressort variable » dans l'arborescence et « consulter ». • Vous pouvez exporter ces résultats dans excel.
--	--

IV. Analyse des résultats de la simulation et estimation des écarts entre performances simulées et mesurées

Question 5. Analyser le degré de mobilité du problème dynamique.

Question 6. Compléter le tableau suivant :

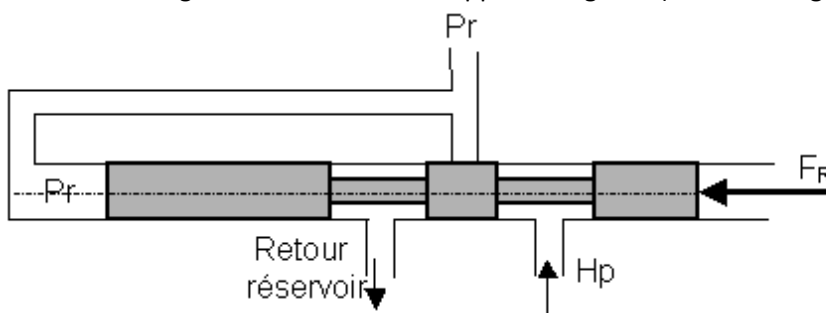
Vitesse du régulateur (tr/min)	Effort FR (N)	Pression Pr1 (bars) calculées	Pression Pr2 (bars) mesurée dans la première manipulation	Pression Pr3 (bars) constructeur
0				
500				
1000				
1500				

Question 7. La valeur de l'effort FR (en régime établi) est-elle fonction de l'intensité de l'effort d'amortissement visqueux installé dans la liaison pivot glissant "bague / fourreau"? (cf logiciel solidworks liaison pivot glissant)

Question 8. A partir des trois valeurs d'effort FR définies par l'étude logicielle, étudier l'équilibre statique du tiroir (90).

Données :

- diamètre du tiroir du distributeur 4 mm
- le ressort qui exerce son action sur la coupelle (91) développe 30 N dans la position moyenne.
- les longueurs DC et CH sont supposées égales. (voir fiche régulateur centrifuge)

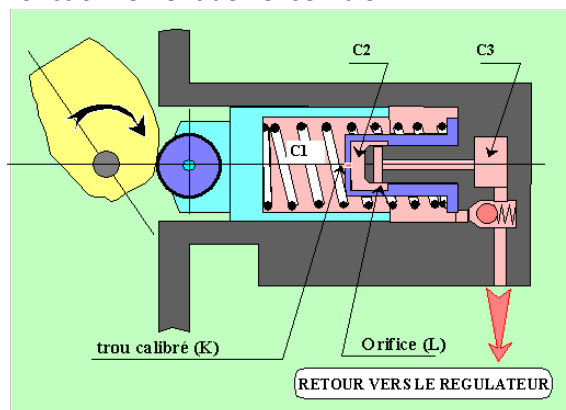
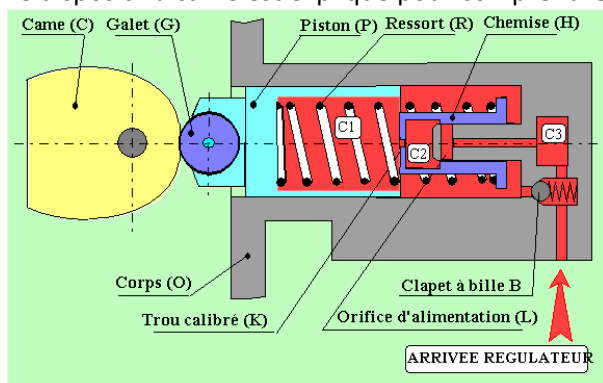


Question 9. Calculer les trois valeurs de la pression d'assistance qui correspondent aux trois vitesses du véhicule. Reporter ces valeurs dans le tableau précédent et rappeler les données de la manipulation 1.

Question 10. Conclure en formulant des hypothèses sur les causes possibles des différences.

V. Annexe : fonctionnement du mécanisme à came

La manœuvre du volant par le conducteur impose la rotation de la came (C) et, par l'intermédiaire du galet (G), la translation du piston (P) soumis à la pression p_r . L'effort à exercer par le conducteur est directement fonction de la valeur de cette pression, donc de la vitesse du véhicule. Le dispositif à came est expliqué pour comprendre le fonctionnement de l'ensemble.



La direction est en position neutre

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

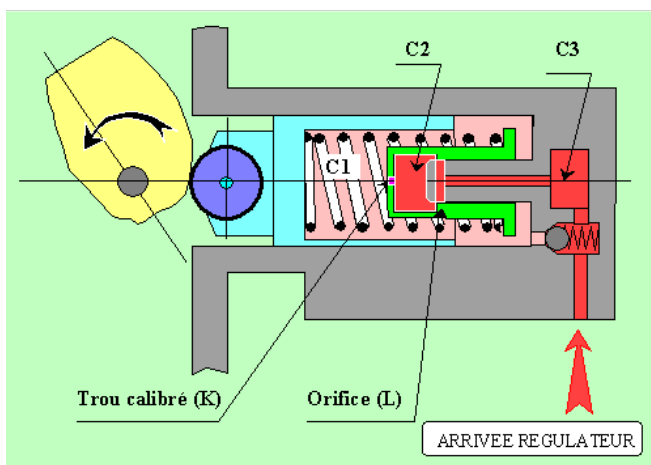
Le ressort (R) n'est pas sollicité, la chemise (H) ferme les orifices (L) d'alimentation.

Le débit à travers le trou calibré est nul.

Le conducteur braque les roues

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'excédent de fluide vers le régulateur.

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



Le conducteur permet à la direction de revenir 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 section des orifices d'alimentation (L) de telle manière que le débit à travers le trou calibré (K) atteigne 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 croît au début du rappel et tend vers zéro lorsque le volant

Page : 10	Cycle 3 : Performances dynamiques des solides	PSI	TP4
Direction assistée Diravi : étude du régulateur à centrifuge			

revient à sa position de ligne droite.