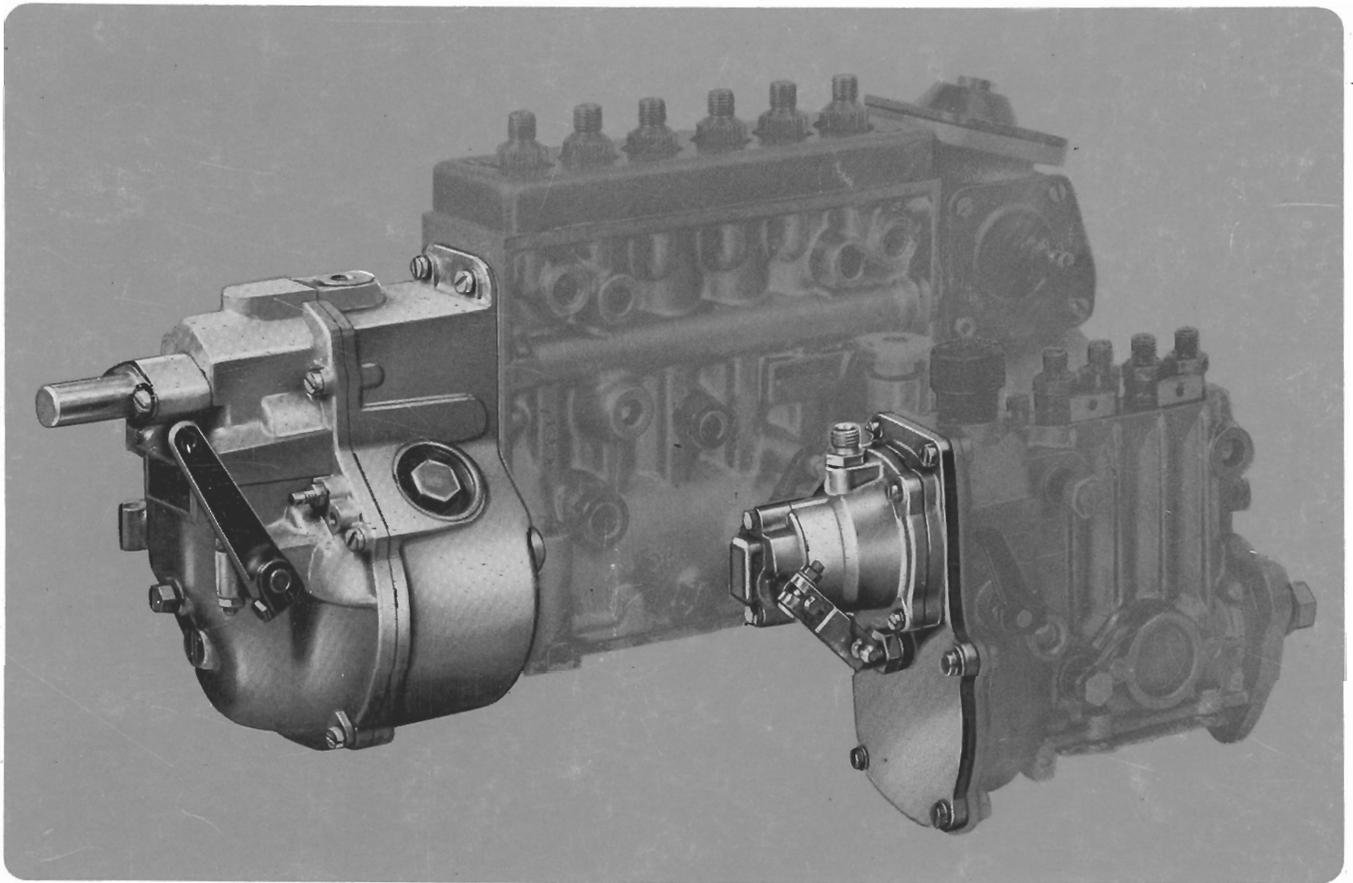


2

BOSCH

Cahier technique



Equipements d'injection pour moteurs Diesel

Régulateurs pour pompes d'injection en ligne

cf. brochure 10/85

**Equipements d'injection
pour moteurs Diesel**

**Régulateurs
pour pompes d'injection
en ligne**

© 1975 Robert Bosch GmbH
Postfach 50, D-7000 Stuttgart 1
Division Equipement Automobile
Département Documentation Technique, KH/VDT

Rédacteur en chef: Ulrich Adler
Rédacteur: Erich Kaufmann
Traduction (1977): Séverine Breteau, Paul Lambert
Conseillés par les départements techniques de notre société.
Composition, illustrations, mise en page: Département KH/VDT.

La réimpression, la reproduction et la traduction, même d'extraits de ce texte, ne sont permises qu'avec notre autorisation écrite préalable et indication obligatoire de l'origine.

Les illustrations, les descriptions, les schémas et autres données sont uniquement destinés à la présentation et à la compréhension du texte. Elles ne peuvent servir de base en ce qui concerne les détails de construction, de montage et de livraison.

Nous n'assumons aucune responsabilité quant à la conformité du texte aux différentes prescriptions nationales.

Sous réserve de modifications.

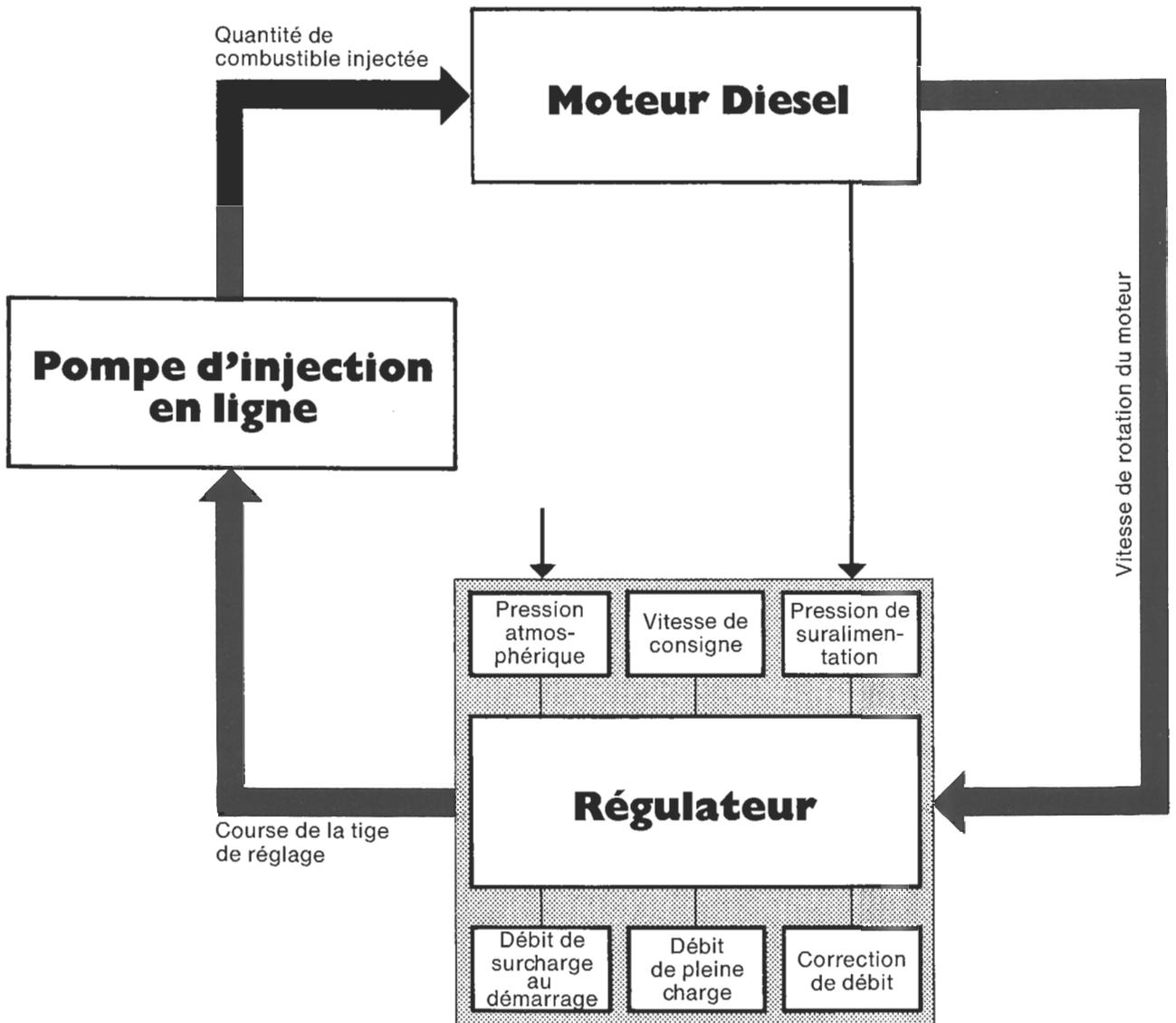
Printed in the Federal Republic of Germany.
Imprimé en République Fédérale d'Allemagne par Robert Bosch GmbH.

1^{ère} édition

Fin de rédaction: 30. 09. 1975

Sommaire

6	Introduction
6	Généralités
6	Pourquoi le moteur Diesel nécessite-t-il un régulateur?
8	Statisme
8	Fonctions du régulateur
10	Correction de débit
12	Types de régulateurs
13	Régulateur de vitesse maximale
13	Régulateur «mini-maxi»
14	Régulateur «toutes vitesses»
14	Régulateur à échelons
15	Régulateurs mécaniques
15	Mécanismes de détection
16	Régulateur «mini-maxi» RQ
20	Régulateur «mini-maxi» RQU
20	Régulateurs de vitesse maximale RQ et RQU
21	Régulateur «toutes vitesses» RQV
24	Régulateur «toutes vitesses» RQUV
25	Régulateur «toutes vitesses» RQV . . K
28	Régulateurs à échelons RQV et RQUV
28	Régulateur «toutes vitesses» EP/RSV
32	Régulateur «toutes vitesses» EP/RSUV
33	Régulateur «mini-maxi» EP/RS
36	Butées de levier de commande et de tige de réglage pour régulateurs mécaniques
36	Butées de levier de commande
36	Butée élastique de ralenti
36	Butée de réduction de débit ou de vitesse intermédiaire
37	Butées de tige de réglage
37	Butée rigide de débit de surcharge au démarrage
37	Butée élastique de tige de réglage pour régulateur RQ
38	Butée automatique de tige de réglage
38	Butée de tige de réglage avec correcteur de débit
40	Limiteur de richesse (LDA)
41	Correcteur altimétrique (ADA)
43	Dispositif électrique de réglage de la vitesse de rotation
43	Utilisation
43	Construction
44	Régulateur pneumatique
44	Régulateur «toutes vitesses» EP/M . .
44	Principe de fonctionnement
45	Comportement en service
47	Modèles spéciaux
49	Entretien
50	Essai et remise en état
52	Glossaire
55	La page de tests



Dans le cahier technique
«Pompes d'injection Diesel
Types PE et PF»
appartenant à cette
même série d'imprimés,
nous avons traité
des pompes en ligne.
Mais la pompe en ligne n'est
qu'un élément de l'équipement
d'injection.

Le régulateur est tout
aussi important. Son rôle est de
maintenir à une vitesse
déterminée le moteur
soumis à des variations de charge.

Il assure également la
protection du moteur contre le
risque d'autodestruction en
l'empêchant d'atteindre
une vitesse excessive.

De même, il empêche le moteur
de s'arrêter pendant les pauses
de travail, c'est-à-dire
au régime de ralenti.

Le régulateur remplit ces
fonctions – et bien d'autres encore –
en agissant sur la quantité
de combustible injectée.

La présente notice décrit
la construction et le rôle
du régulateur.

Introduction

Généralités

Pendant la course d'admission, le moteur Diesel n'aspire que de l'air. Durant la course de compression, l'air aspiré s'échauffe si fortement que le gas-oil injecté à la fin de cette course s'enflamme spontanément. Le combustible est dosé par la pompe d'injection et injecté à haute pression dans la chambre de combustion par l'intermédiaire des injecteurs.

L'injection de combustible est effectuée

- en quantité exactement dosée en fonction de la charge du moteur;
- au moment opportun;
- durant un intervalle de temps déterminé avec précision;
- d'une manière appropriée au système de combustion.

Ces conditions sont assurées par la pompe d'injection et le régulateur. La quantité de combustible injectée par course de piston est, à peu de chose près, proportionnelle au moment du couple moteur. Elle est dosée par un mouvement de rotation imprimé au piston de pompe pourvu de rampes hélicoïdales; la course utile du piston se trouve ainsi modifiée. La rotation du piston de pompe est commandée par la tige de réglage agissant sur une denture ou sur une autre pièce de transmission appropriée. (Voir description détaillée de la construction et du fonctionnement de la pompe en ligne Bosch PE dans l'imprimé VDT-UBP 001/15 F). Sur les véhicules, la tige de réglage est reliée à la pédale d'accélérateur par l'intermédiaire du régulateur et d'une tringlerie. Lorsqu'on agit sur la pédale d'accélérateur, la course qui

lui est imprimée se traduit par une course correspondante de la tige de réglage (fig. 2). La commande des moteurs stationnaires peut être effectuée par le levier de commande du régulateur ou par un dispositif électrique de réglage de la vitesse de rotation.

Pourquoi le moteur Diesel nécessite-t-il un régulateur?

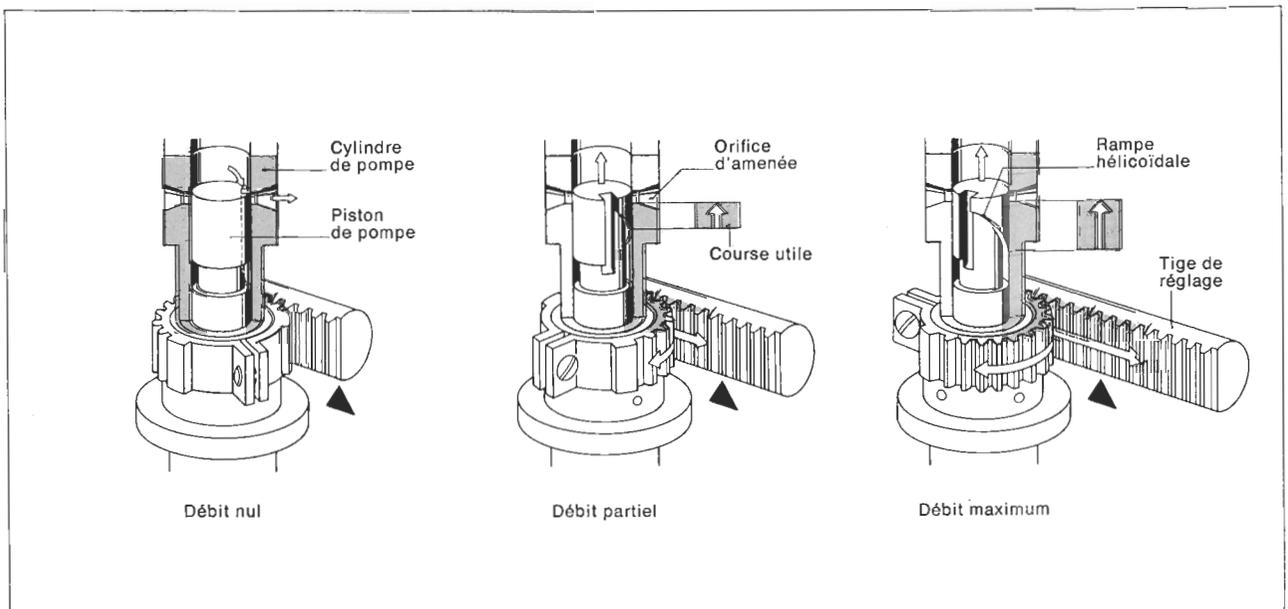
Il n'existe pas de position fixe de la tige de réglage qui permette au moteur Diesel de conserver exactement sa vitesse de rotation sans régulateur. Au ralenti par exemple, sans régulateur, la vitesse tomberait jusqu'à l'arrêt du moteur ou s'élèverait au contraire constamment jusqu'à l'emballement du moteur. Ce dernier phénomène provient de ce que le moteur Diesel fonctionne avec un excès d'air. Il en résulte qu'aucun freinage efficace du remplissage des cylindres ne se produit lorsque la vitesse de rotation s'élève.

Prenons l'exemple d'un moteur froid mis en marche à l'aide du démarreur et qui fonctionne au ralenti avec une quantité de combustible appropriée. Au bout d'un certain temps, le frottement propre du moteur diminue ainsi que la résistance à l'entraînement des organes entraînés par le moteur: génératrice, compresseur d'air, pompe d'injection, etc. Il s'ensuit que, pour une position inchangée de la tige de réglage, sans régulateur, la vitesse de rotation du moteur augmenterait de plus en plus et atteindrait finalement le point d'autodestruction du moteur.

C'est pourquoi un régulateur est indispensable au fonctionnement de la pompe d'injection sur le moteur Diesel.

Le régulateur agit en fonction de la vitesse de rotation (régulateur mécanique) ou en fonction de la pression régnant dans le collecteur d'admission (régulateur pneumatique). Il fait varier la quantité de combustible injectée dans le moteur dont il règle ainsi la vitesse de rotation.

Fig. 1 Régulation des débits d'injection obtenue par rotation du piston de pompe commandé par une tige de réglage dentée.



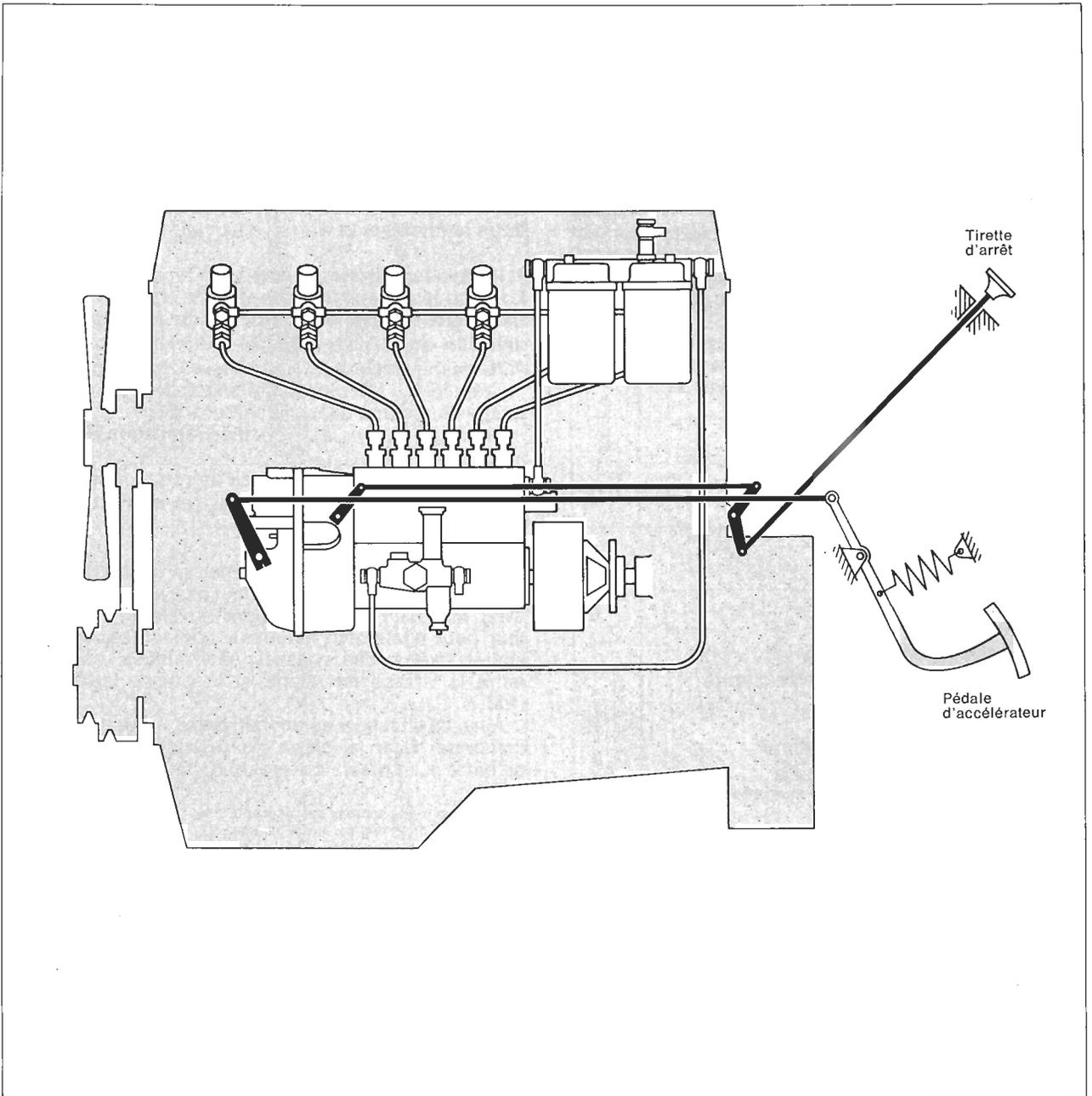
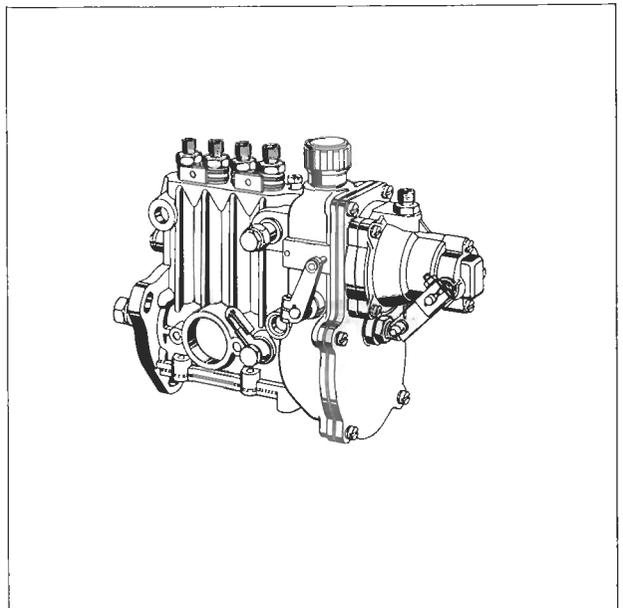
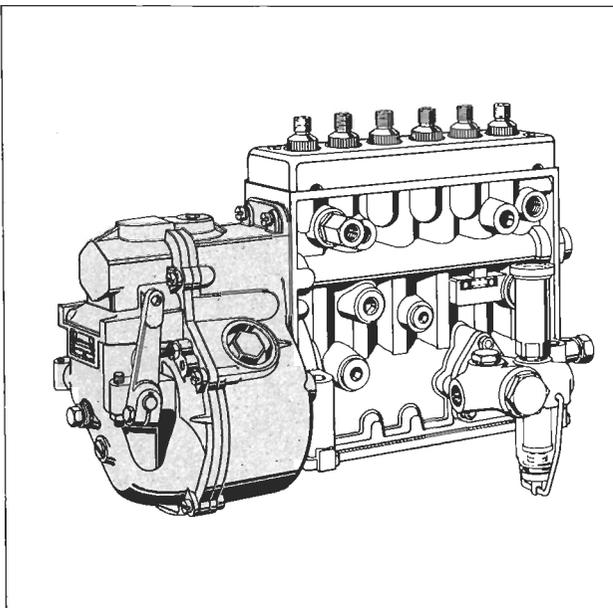


Fig. 2 Equipement d'injection avec pompe d'injection PE.
 Fig. 3 Pompe d'injection PE 6 P avec régulateur.

Fig. 4 Pompe d'injection PES 4 M avec régulateur.



Statisme

Chaque moteur possède une courbe caractéristique de couple correspondant à sa charge maximale admissible. A chaque vitesse correspond un moment de couple maximal déterminé. Lorsqu'on réduit la charge du moteur sans modifier la position du levier de commande, la vitesse de rotation ne doit augmenter, dans l'étendue de régulation, que dans la mesure admissible déterminée par le constructeur du moteur (p. ex. de n_v = vitesse de pleine charge à n_1 = vitesse à vide). L'accroissement de la vitesse de rotation est proportionnel à la variation de la charge: il est d'autant plus important que la charge diminue. D'où la notion de statisme et de régulateur à action proportionnelle.

Le statisme du régulateur est, en général, déduit de la vitesse maximale de pleine charge (= vitesse nominale) et calculé de la manière suivante:

$$\delta = \frac{n_{10} - n_{v0}}{n_{v0}}$$

ou en pourcentage:
$$\delta = \frac{n_{10} - n_{v0}}{n_{v0}} \cdot 100\%$$

avec

δ = statisme

n_{10} = vitesse maximale à vide

n_{v0} = vitesse maximale de pleine charge

Exemple:

(Vitesses de rotation de la pompe)

$n_{10} = 1000$ tr/mn

$n_{v0} = 920$ tr/mn

$$\delta = \frac{1000 - 920}{920} \cdot 100\% = 8,7\%$$

Lorsque la vitesse décroît, le statisme augmente. Il est maximal dans la plage de ralenti.

En règle générale, un statisme important permet d'obtenir un comportement plus stable de l'ensemble de la boucle de régulation (régulateur, moteur, machine entraînée ou véhicule). Par contre, le statisme est limité par les conditions de fonctionnement. Par exemple:

2 à 5% env. pour les groupes électrogènes

6 à 10% env. pour les véhicules

10 à 15% env. pour les excavateurs avec volant d'accumulation.

La figure 8 représente l'effet du statisme dans un cas pratique.

Pour une vitesse de consigne réglée, la vitesse effective varie dans les limites de statisme suivant les variations de la charge (p. ex. variation de la pente).

En raison de cette caractéristique d'irrégularité, le statisme était nommé autrefois «degré d'irrégularité».

Fonctions du régulateur

La fonction de base de tout régulateur est la limitation de la vitesse maximale à vide, ce qui signifie qu'il doit empêcher le moteur Diesel de dépasser la vitesse maximale admissible, fixée par le constructeur. Suivant le type, le régulateur remplit d'autres fonctions, par exemple maintien à une valeur constante de vitesses déterminées, telle que vitesse de ralenti, ou de vitesses incluses dans une plage bien définie ou dans la gamme complète des vitesses de rotation entre le ralenti et la vitesse maximale.

1. Régulation de vitesse maximale (fig. 9)

Lorsque le moteur fonctionne sans charge, la vitesse maximale de pleine charge n_{v0} ne doit, suivant le statisme admissible, s'élever au maximum qu'à n_{10} (vitesse maximale à vide ou vitesse de rotation à vide). Le régulateur effectue cette régulation en ramenant la tige de réglage dans la position «Stop».

La plage $n_{v0} - n_{10}$ est appelée «régulation de vitesse maximale».

L'augmentation de la vitesse de rotation de n_{v0} à n_{10} est d'autant plus élevée que le statisme est plus important.

2. Régulation de vitesses intermédiaires (fig. 10)

Lorsque le mode d'exploitation l'exige (p. ex. véhicule avec dispositif d'entraînement auxiliaire), le régulateur peut également maintenir constantes, dans des limites fixées, des vitesses déterminées, comprises entre la vitesse de ralenti et la vitesse maximale à vide.

Ainsi, la vitesse n ne devrait varier, suivant la charge comprise dans la plage de puissance du moteur, qu'entre n_v (à pleine charge) et n_1 (moteur à vide).

Signification des symboles des figures 5 à 10:

n_{v0} = vitesse minimale de pleine charge

n_v = vitesse de pleine charge quelconque

n_{v0} = vitesse maximale de pleine charge

n_{1u} = vitesse inférieure de ralenti

n_1 = vitesse de ralenti quelconque

n_{10} = vitesse maximale à vide

Fig. 5 Vitesses de pleine charge et vitesses à vide correspondantes réglées par coupure de débit.

Fig. 6 Augmentation de la vitesse de rotation pour différents statismes. A gauche = faible statisme; à droite = fort statisme.

Fig. 7 Statisme d'un régulateur RQV pour différentes vitesses de rotation réglées au moyen du levier de commande.

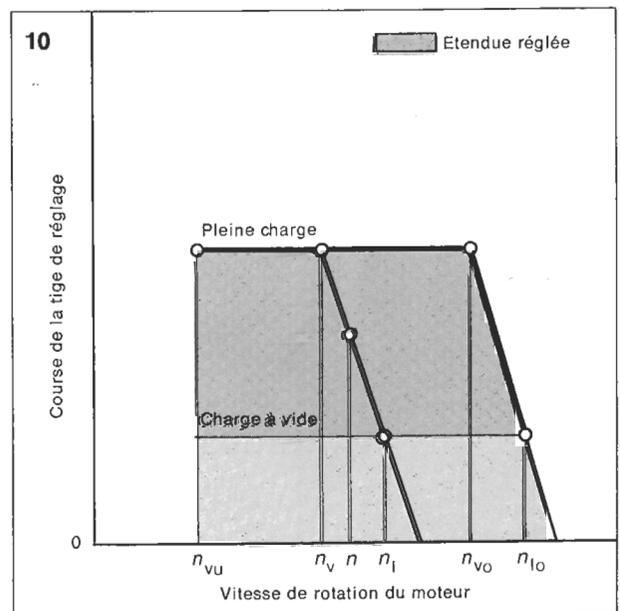
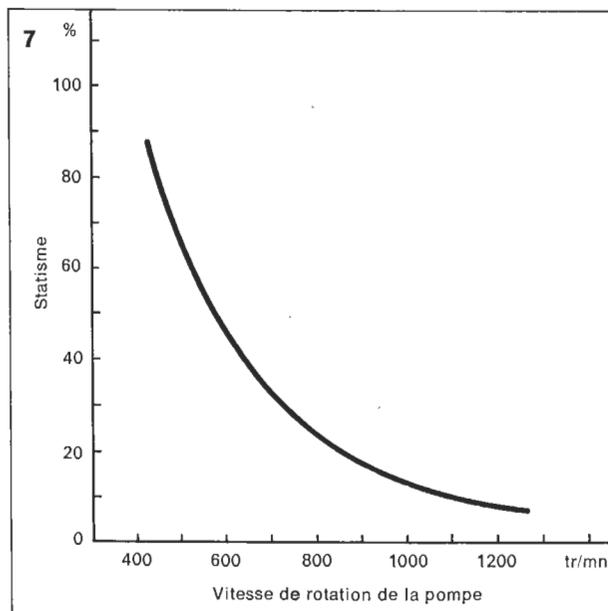
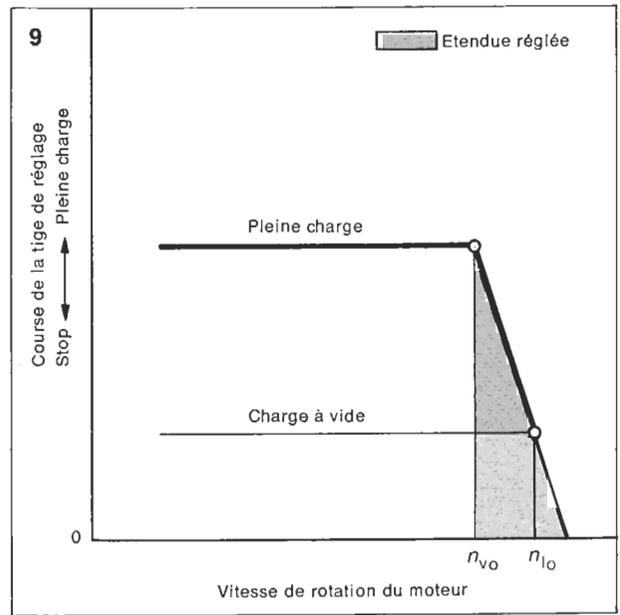
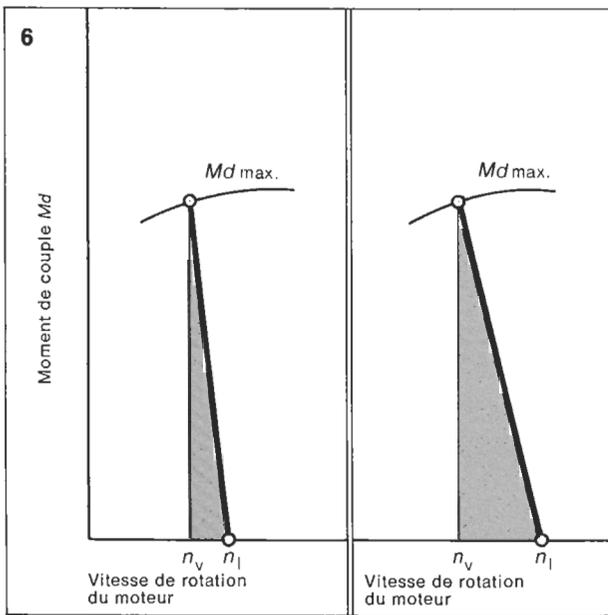
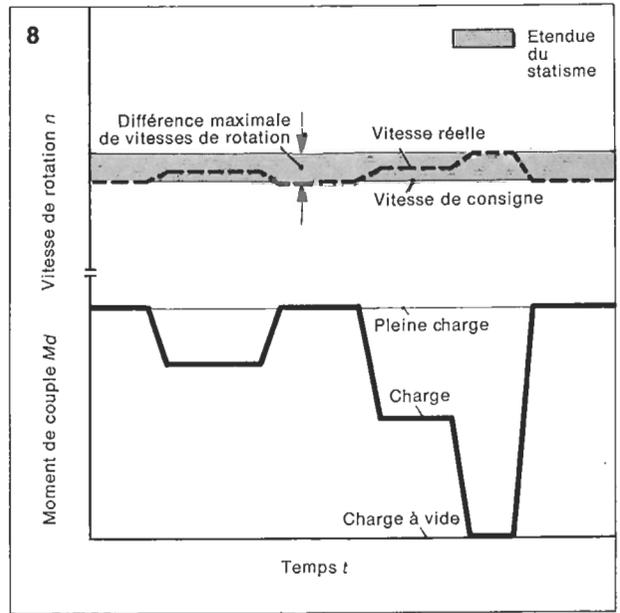
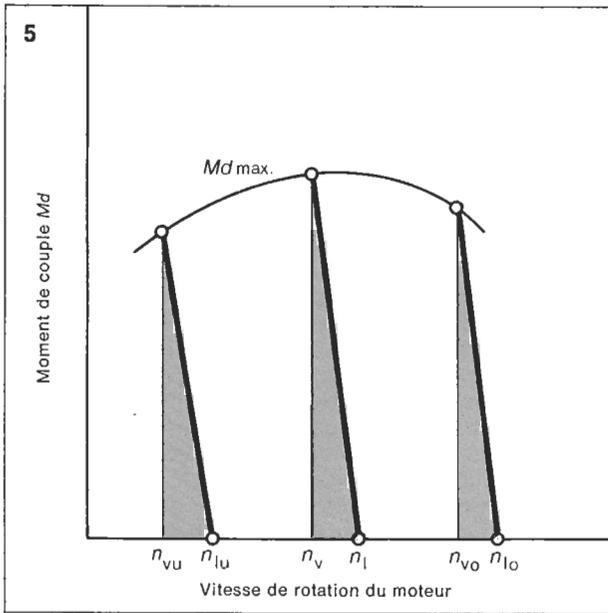
Fig. 8 Influence du statisme sur les vitesses de rotation réelles lors de variations de charge.

Fig. 9 Etendue de régulation du régulateur de vitesse maximale.

n_{v0} = vitesse maximale de pleine charge; n_{10} = vitesse maximale à vide.

Fig. 10 Régulation de vitesse intermédiaires (régulateur «toutes vitesses»).

n_{vu} = vitesse minimale de pleine charge.



3. Régulation de vitesse de ralenti (fig. 11)

Dans la gamme des plus basses vitesses de rotation du moteur Diesel, une régulation peut également s'effectuer. Après le démarrage d'un moteur froid, lorsque la tige de réglage revient de la position de démarrage à la position B, la résistance de frottement du moteur est encore relativement forte. La quantité de combustible nécessaire pour maintenir le moteur en marche est, par conséquent, un peu plus grande que celle correspondant au point de réglage de ralenti L, de même que la vitesse de rotation est un peu inférieure.

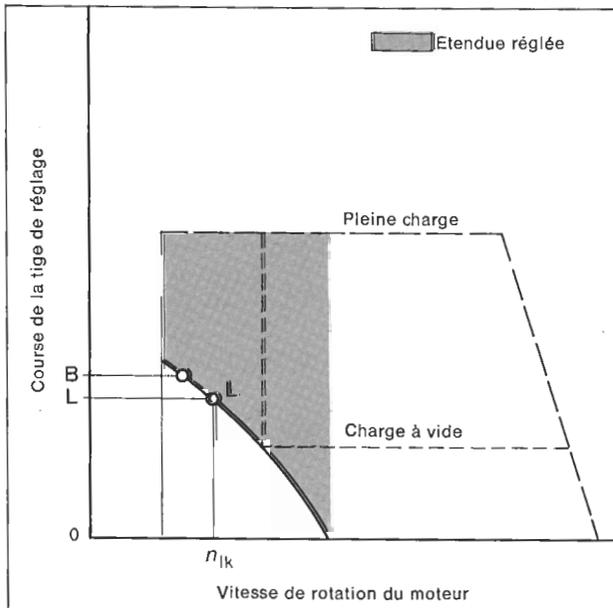
Après diminution du frottement pendant la phase de réchauffage, la vitesse de rotation augmente et la tige de réglage revient à la position L correspondant à la vitesse de ralenti du moteur chaud.

Ces diverses fonctions de régulation imposent divers types de régulateurs:

- Régulateurs de vitesse maximale qui limitent seulement la vitesse maximale du moteur.
- Régulateurs «mini-maxi» qui limitent la vitesse maximale du moteur et assurent une vitesse de ralenti stable.
- Régulateurs «toutes vitesses» qui règlent non seulement la vitesse maximale et la vitesse de ralenti, mais également la plage des vitesses intermédiaires.
- Régulateurs à échelons qui sont une combinaison du régulateur «mini-maxi» et du régulateur «toutes vitesses».

Au rôle spécifique du régulateur s'ajoutent des fonctions de commande, telles que libération et blocage automatiques du débit de surcharge au démarrage, variation du débit de pleine charge en fonction de la vitesse de rotation (correction de débit) ou en fonction de la pression de suralimentation ou de la pression atmosphérique.

Fig. 11 Régulation dans la plage de ralenti.



Certains dispositifs additionnels, nécessaires au fonctionnement du système d'injection, seront étudiés dans les pages suivantes.

Correction de débit

La correction de débit permet une exploitation optimale du couple moteur. Il ne s'agit pas, à proprement parler, d'un processus de régulation mais d'une des fonctions de commande confiées au régulateur. Elle est utilisée pour régler le débit de pleine charge, c'est-à-dire la quantité maximale de combustible fournie au moteur dans sa plage de charge et pouvant être brûlée sans émission de fumée.

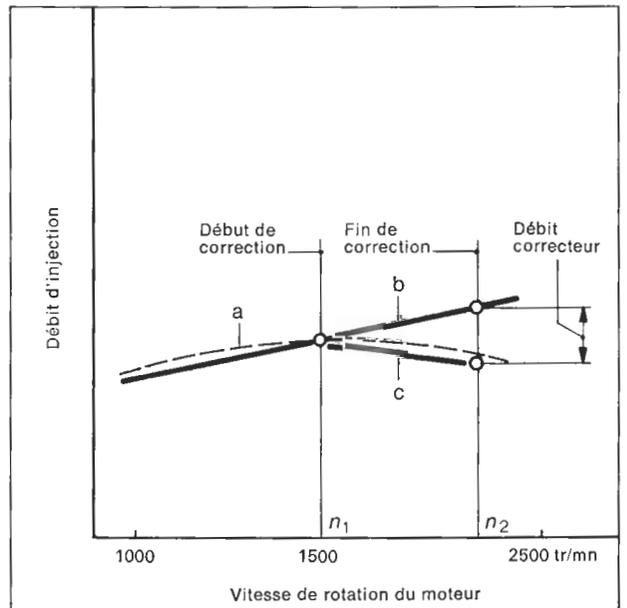
Le besoin en combustible du moteur Diesel non suralimenté (voir glossaire technique) diminue généralement lorsque la vitesse augmente (débit d'air relativement plus faible, conditions thermiques limites, formation du mélange modifiée), tandis que, pour une même position de la tige de réglage, le débit de la pompe d'injection Bosch augmente dans une plage déterminée lorsque la vitesse croît, à cause d'un effet d'étranglement au niveau de l'orifice de décharge de l'élément de pompe. Un excès de combustible injecté se traduit par une émission de fumée et un échauffement excessif du moteur.

C'est pourquoi la quantité de combustible injectée doit être corrigée (fig. 12), c'est-à-dire adaptée au besoin en carburant du moteur.

Sur les régulateurs comportant un correcteur de débit, la tige de réglage est déplacée, dans la plage de correction, en direction «Stop» d'une course de correction déterminée. Lorsque la vitesse de rotation augmente (de n_1 à n_2), le débit d'injection diminue donc (correction positive ou correction dans le sens de régulation); lorsque la vitesse de rotation décroît (de n_2 à n_1), le débit augmente.

Fig. 12 Courbes caractéristiques des besoins en combustible et des débits d'injection avec correction.

a = besoin du moteur en combustible; b = débit de pleine charge sans correction; c = débit de pleine charge corrigé.



Suivant le type de régulateur, les correcteurs de débit sont construits et disposés de différentes manières. La description spécifique à chaque type de régulateur vous donnera plus de détails à ce sujet.

La figure 14 montre la courbe du moment de couple d'un moteur Diesel avec correction et sans correction de débit, le couple maximal étant atteint dans toute la gamme de vitesses de rotation sans dépassement de la limite d'émission de fumée.

Dans le cas de moteurs avec turbo-compresseur, et donc à degré de suralimentation élevé, le besoin en combustible à la pleine charge, dans la gamme inférieure de vitesses de rotation, croît si fortement que l'augmentation normale du débit d'injection ne suffit

plus. Il est alors nécessaire d'apporter, en fonction de la vitesse de rotation ou de la pression de suralimentation, une correction qui sera effectuée, suivant les conditions, par le régulateur seul ou par le limiteur de richesse, ou encore simultanément par ces deux organes.

Cette correction de débit est dite négative. Elle est caractérisée par un accroissement renforcé du débit d'injection lorsque la vitesse de rotation augmente (fig. 15).

Par contre, la correction de débit habituelle — ou correction positive — est caractérisée par une diminution de la quantité de combustible injectée lorsque la vitesse de rotation augmente.

Fig. 13 Caractéristique de la course de la tige de réglage de la pompe d'injection, avec correction positive (dans le sens de la régulation).

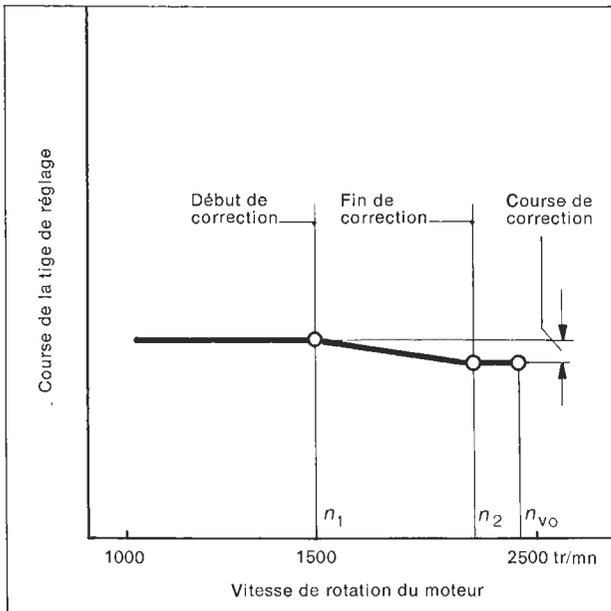


Fig. 14 Caractéristique du moment de couple d'un moteur Diesel, avec et sans correction de débit.

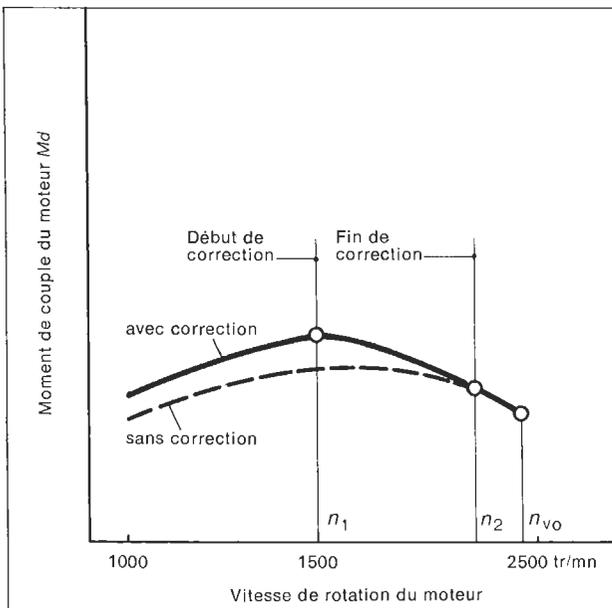
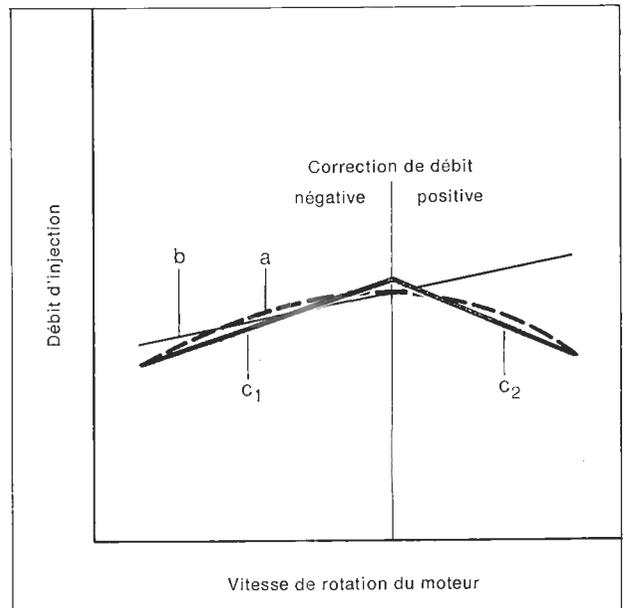


Fig. 15 Courbe caractéristique des débits. a = besoin du moteur en combustible; b = débit de pleine charge non corrigé; c = débit de pleine charge corrigé; c₁ = correction négative; c₂ = correction positive.



Types de régulateurs

Type	Modèle de régulateur	Mécanisme de détection	pour pompes des tailles	Affectation
RQ	régulateur «mini-maxi» ou seulement régulateur de vitesse maximale	à force centrifuge	A, P	véhicules routiers, locomotives, appareils groupés
RQU*			ZW	
EP/RS	régulateur «mini-maxi»	à force centrifuge	A, P	véhicules routiers
RQV	régulateur «toutes vitesses» et régulateur à échelons	à force centrifuge	A, P	véhicules avec entraînement auxiliaire, poids lourds
RQUV*			ZW	
RQV-K	régulateur «toutes vitesses» avec correction de débit à volonté	à force centrifuge	A, P	véhicules routiers
EP/RSV	régulateur «toutes vitesses»	à force centrifuge	A, M, P	tracteurs, appareils groupés, véhicules
EP/RSUV*			P, ZW	
EP/M	régulateur «toutes vitesses»	pneumatique	A, M	voitures de tourisme, tracteurs

* avec transmission pour moteurs à marche lente

Régulateur de vitesse maximale

Les régulateurs de vitesse maximale conviennent aux moteurs Diesel qui entraînent, à la vitesse nominale, des machines telles que groupes électrogènes. Le rôle du régulateur se limite, dans ce cas, au maintien de la vitesse maximale, la régulation de vitesse de ralenti et la commande d'un débit de surcharge au démarrage n'étant pas prévues. Si la vitesse maximale à pleine charge n_{v_0} est dépassée par suite d'une diminution de la charge du moteur, le régulateur pousse la tige de réglage dans le sens «Stop»: la course de la tige de réglage diminue ainsi que le débit d'injection. L'augmentation de la vitesse de rotation et la diminution de la course de la tige de réglage sont concrétisées par la section de droite A-B. La vitesse maximale à vide n_{l_0} est atteinte lorsque la charge du moteur s'annule. La pente de la droite A-B est déterminée par le statisme du régulateur.

Pour les installations de groupes électrogènes, on utilise un type de régulateur qui permet d'assurer la régulation de la vitesse maximale à l'intérieur de limites étroites, définies par des directives officielles (plage de réglage des vitesses de rotation, fig. 17).

Fig. 16 Courbes caractéristiques du régulateur de vitesse maximale.

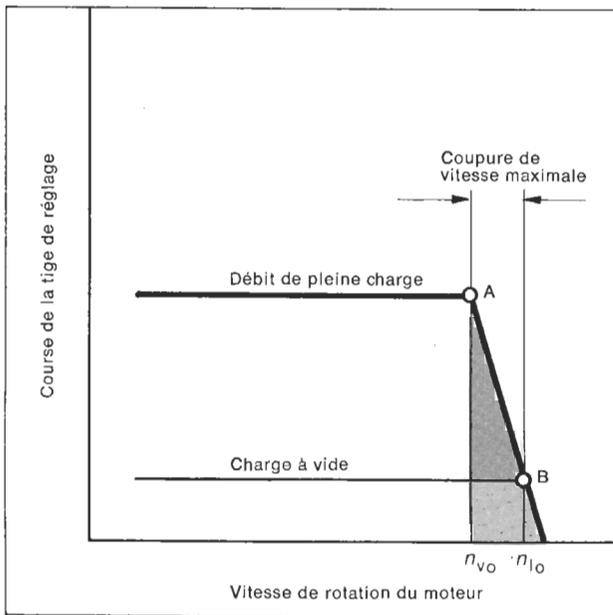
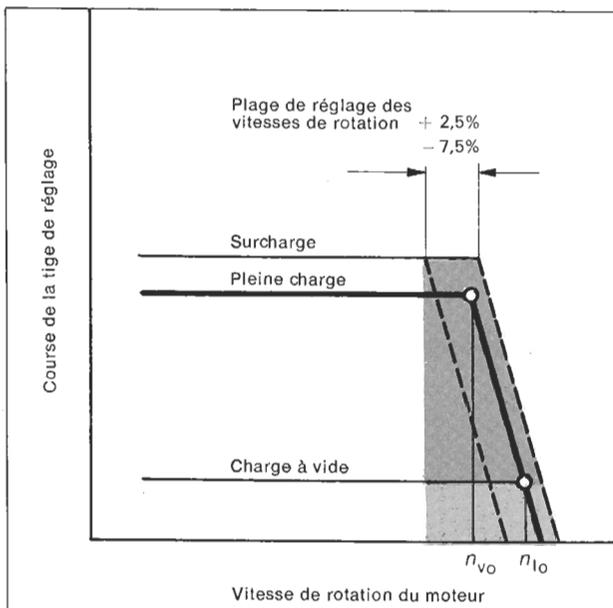


Fig. 17 Courbes caractéristiques du régulateur de vitesse maximale avec plage de réglage des vitesses de rotation.



Régulateur «mini-maxi»

Pour les moteurs Diesel équipant les poids lourds, il est fréquent qu'une régulation ne soit pas nécessaire dans la plage comprise entre la vitesse de ralenti et la vitesse maximale. Dans cette gamme de vitesses de rotation, le conducteur actionne directement, au moyen de la pédale d'accélérateur, la tige de réglage de la pompe d'injection et détermine ainsi le moment de couple nécessaire. Dans la plage de ralenti, le régulateur empêche le moteur de caler; en outre, il limite la vitesse maximale.

Les courbes caractéristiques du régulateur (fig. 18), permettent de suivre le processus. Le moteur froid a été lancé avec un débit de surcharge au démarrage (A). A cet effet, le conducteur a enfoncé la pédale d'accélérateur au plancher. Lorsqu'il libère la pédale, la tige de réglage revient à la position de ralenti (B). Pendant la phase de réchauffage, la vitesse de ralenti se stabilise au point L de la courbe de régulation du ralenti.

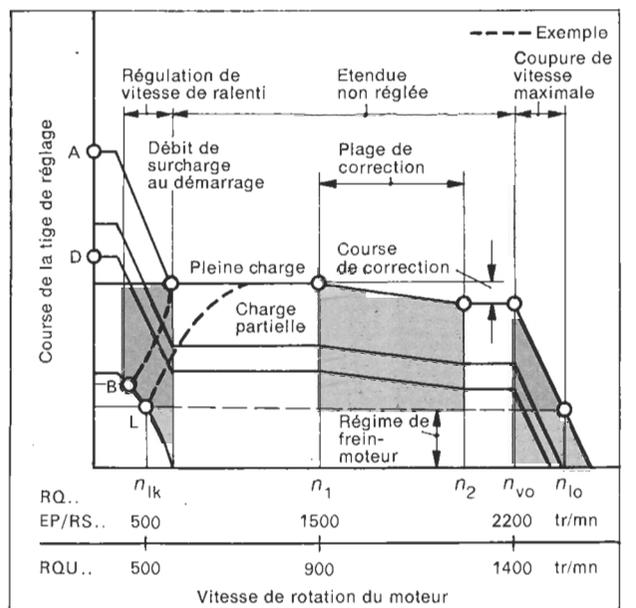
Lorsque le moteur a atteint sa température normale de fonctionnement, un démarrage renouvelé n'exige plus, en général, le débit de surcharge maximal. Certains moteurs peuvent également démarrer alors que le levier de commande régulateur est placé sur le ralenti.

Lorsque le conducteur enfonce complètement la pédale d'accélérateur du moteur en marche, la tige de réglage passe sur la position «débit de pleine charge». La vitesse de rotation s'élève alors et, pour la valeur n_1 , la correction de débit intervient: le débit de pleine charge est légèrement réduit. Si la vitesse continue d'augmenter, la correction de débit se termine en n_2 .

La pédale d'accélérateur étant complètement enfoncée, le débit de pleine charge est injecté jusqu'à ce que la vitesse maximale de pleine charge n_{v_0} soit atteinte.

A partir de n_{v_0} , la coupure de vitesse maximale commence en fonction du statisme, cependant que la vitesse de rotation s'élève encore légèrement, que la course de la tige de réglage diminue et que, en conséquence, le débit d'injection baisse. La vitesse maximale à vide n_{l_0} est atteinte quand le moteur est totalement déchargé. En régime de frein-moteur (descente), la course de la tige de réglage peut être annulée, cependant que la vitesse de rotation continue de croître légèrement.

Fig. 18 Courbes caractéristiques du régulateur «mini-maxi» avec correction de débit.



Régulateur «toutes vitesses»

Les régulateurs «toutes vitesses» équipent les véhicules qui assurent un entraînement auxiliaire, par exemple pour pompes de citernes, échelles de pompiers, etc., et les tracteurs agricoles dont la vitesse de déplacement doit rester constante, de même que les moteurs Diesel pour bateaux et les installations fixes.

Outre la vitesse de ralenti et la vitesse maximale, ces régulateurs détectent aussi toutes les vitesses comprises entre ces deux limites, indépendamment de la charge du moteur. La vitesse désirée est réglée au moyen du levier de commande. Les courbes caractéristiques du régulateur permettent d'observer: le démarrage du moteur avec débit de surcharge, la phase de régulation de pleine charge suivant la ligne n_1 et n_2 , jusqu'à la coupure de débit à la vitesse maximale de pleine charge sur la droite $n_{v0} - n_{l0}$ (fig. 20).

Les autres courbes montrent la caractéristique de coupure aux vitesses intermédiaires. On constate ici un accroissement du statisme lorsque la vitesse diminue. Les courbes en traits interrompus sont valables pour les véhicules dont le système d'entraînement auxiliaire fonctionne dans la gamme inférieure des vitesses de rotation. Lors d'un accroissement de charge, la vitesse diminue moins que dans le cas d'un régulateur normal (courbes en traits continus). Ce résultat est obtenu grâce à un plus grand rapport de transmission de levier.

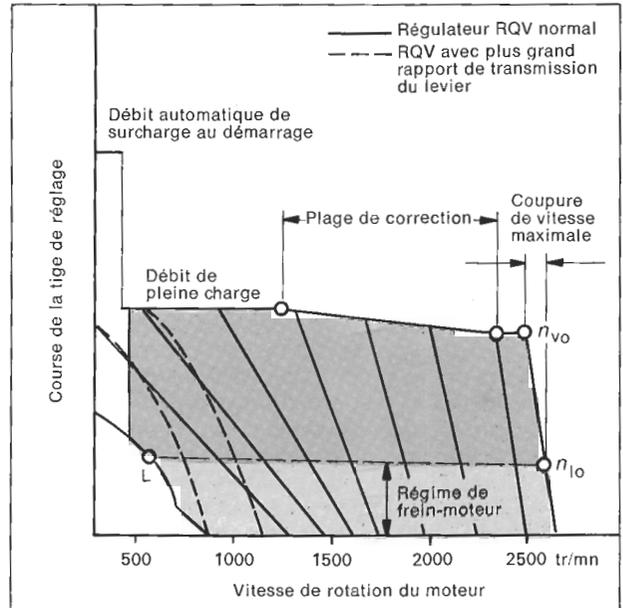


Fig. 20 Courbes caractéristiques du régulateur «toutes vitesses» (RQV).

Régulateur à échelons

Lorsque, dans la plage supérieure ou inférieure de réglage du régulateur «toutes vitesses» RQV et RQUV, le statisme normal est trop important pour le but recherché et que la régulation dans la plage intermédiaire n'est toutefois pas nécessaire, le mécanisme de détection est alors conçu pour la régulation par échelons. Aucune correction de débit n'est possible dans la plage non réglée de l'élément régulateur de vitesse maximale.

Il ressort des courbes caractéristiques du régulateur que le diagramme représenté à gauche appartient au type de régulateur mentionné en premier lieu: l'échelon non réglé se situe dans la gamme inférieure et l'échelon réglé dans la gamme supérieure des vitesses.

L'examen des courbes caractéristiques, représentées en bas à droite, montre que celles-ci appartiennent à un régulateur qui travaille comme un régulateur «toutes vitesses» dans la gamme inférieure des régimes, celle-ci étant suivie d'une plage non réglée s'étendant jusqu'à la coupure de vitesse maximale.

Les parties horizontales des deux séries de courbes représentent la course de la tige de réglage pour diverses positions de charge partielle du levier de commande. Les courbes qui s'éloignent vers le bas, à partir de la ligne de pleine charge, représentent la coupure de débit correspondant aux vitesses intermédiaires réglées.

Fig. 19 Courbes caractéristiques du régulateur de vitesses à échelons, plage inférieure de vitesses de rotation non réglée.

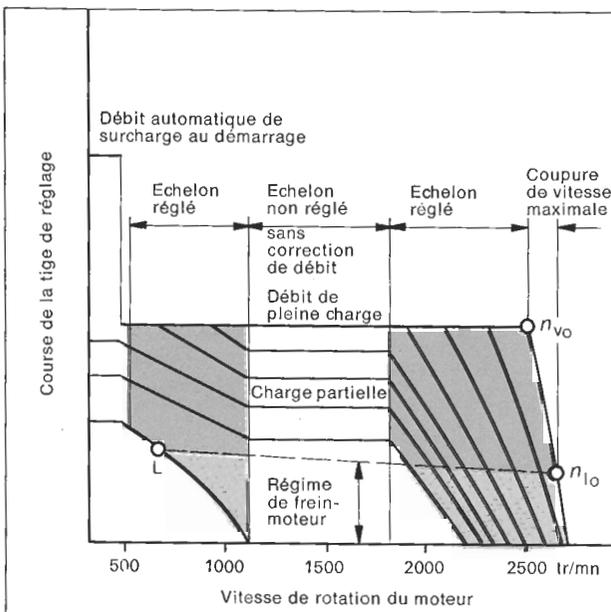
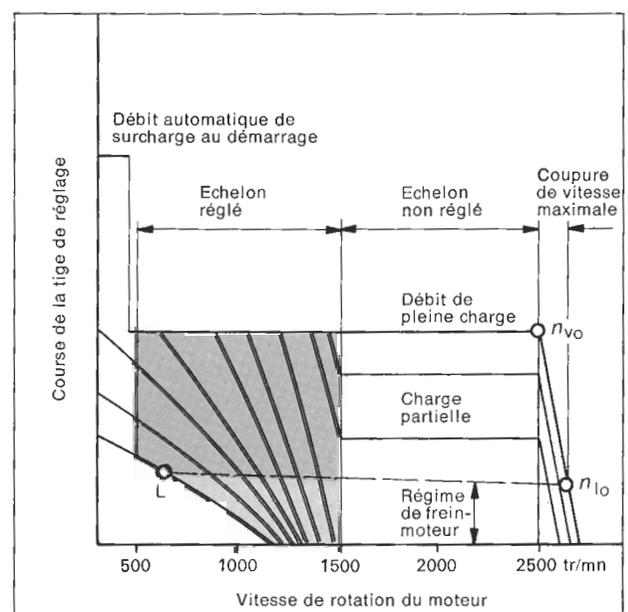


Fig. 21 Courbes caractéristiques du régulateur de vitesse à échelons, plage supérieure de vitesses de rotation non réglée.



Régulateurs mécaniques

Les régulateurs mécaniques centrifuges sont le plus souvent utilisés sur les gros moteurs Diesel.

Le régulateur mécanique Bosch est adapté à la pompe d'injection. La tige de réglage de la pompe d'injection est reliée par une articulation à la tringle du régulateur. La liaison avec la pédale d'accélérateur est réalisée par l'intermédiaire du levier de commande du régulateur.

Mécanismes de détection

Il existe deux modèles différents de mécanisme de détection pour régulateurs mécaniques.

- RQ, RQV:

les ressorts de régulation sont montés dans les masselottes.

- RSV, RS:

la force centrifuge agit, par l'intermédiaire d'un système de leviers, sur le ressort de régulation monté à l'extérieur des deux masselottes.

Sur les régulateurs mécaniques des types RQ et RQV, chacune des deux masselottes agit directement sur un jeu de ressorts spécialement prévu pour la vitesse maximale déterminée.

Dans le cas des régulateurs du type RS/RSV, les deux masselottes poussent, par l'intermédiaire d'un axe mobile, le levier de tension que le ressort de régulation tire en sens opposé. Lors du réglage de la vitesse au moyen du levier de commande, le ressort de régulation se trouve tendu en fonction de la vitesse désirée.

Les ressorts de régulation de ces deux mécanismes de détection sont choisis de manière que, pour la vitesse désirée, la force centrifuge des masselottes et la force élastique des ressorts s'équilibrent. Lorsque cette vitesse est dépassée, la force centrifuge croissante déplace la tige de réglage par l'intermédiaire d'un système de leviers et le débit d'injection diminue.

Fig. 22 Mécanisme de détection des régulateurs RQ et RQV.

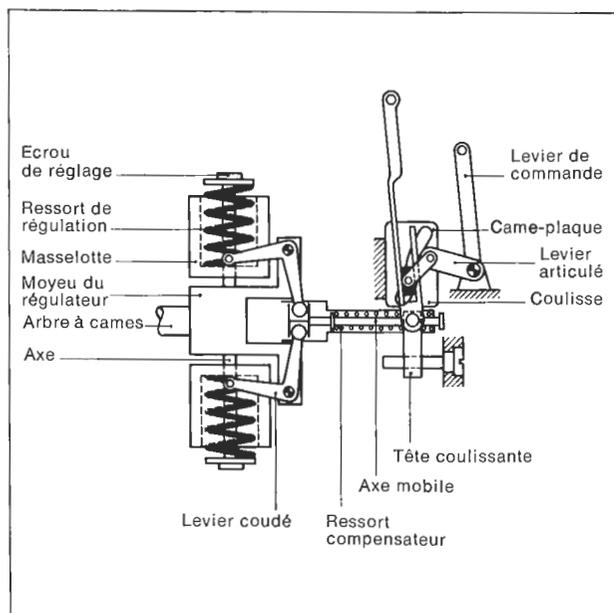
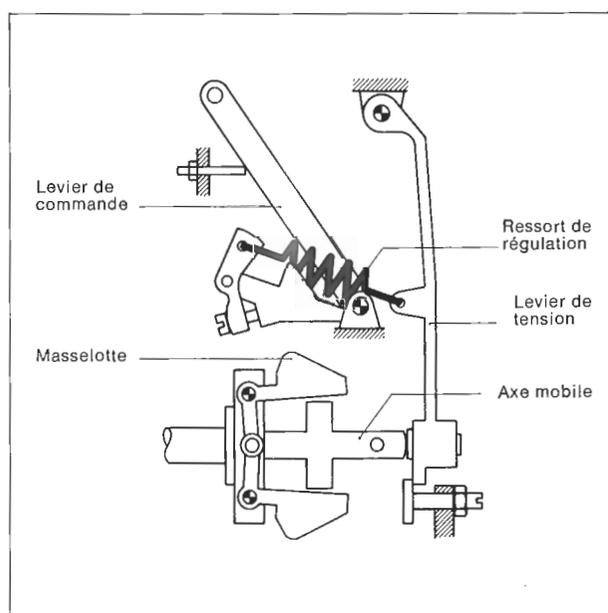


Fig. 23 Mécanisme de détection des régulateurs RS et RSV.



Régulateur «mini-maxi» RQ

Construction

La représentation schématique permet de reconnaître les composants principaux du régulateur et leurs fonctions coordonnées. L'arbre à cames de la pompe d'injection entraîne le moyeu du régulateur par l'intermédiaire d'un amortisseur de vibrations. Les deux masselottes et leur levier coudé sont logées à l'intérieur du moyeu. Un jeu de ressorts est monté dans chaque masselotte. Le levier coudé convertit les courses radiales des masselottes en déplacements longitudinaux de l'axe mobile, qui les transmet à la tête coulissante. Guidée longitudinalement par l'axe de guidage, la tête coulissante établit, par l'intermédiaire du levier de réglage, la liaison entre le bloc régulateur et la tige de réglage, l'extrémité inférieure du levier de réglage étant articulée sur la tête coulissante.

Le levier de réglage comporte une coulisse. Le coulisseau est guidé radialement par le levier articulé; celui-ci est relié au levier de commande monté sur le même axe. Le levier de commande est actionné soit à la main, soit par la pédale d'accélérateur et une tringlerie intermédiaire.

Lorsqu'on actionne le levier de commande, le coulisseau se déplace et le levier de réglage pivote autour du centre de rotation de la tête coulissante. Lorsque le régulateur entre en action, le centre de rotation du levier de réglage se trouve sur le coulisseau (voir «Comportement en service»).

Grâce à la coulisse, le rapport de transmission du levier de réglage se trouve modifié. En conséquence, une force de réglage plus que suffisante est disponible pour actionner la tige de réglage, même au régime de ralenti où les forces centrifuges sont encore faibles.

Les jeux de ressorts de régulation incorporés aux masselottes consistent généralement en trois ressorts hélicoïdaux disposés concentriquement. Le ressort extérieur s'appuie entre la masselotte et la cuvette de ressort extérieure. Les deux ressorts intérieurs sont placés entre la cuvette extérieure et la cuvette intérieure. Lors de la régulation de vitesse de ralenti le ressort extérieur — ou ressort de ralenti — agit seul; lorsque la vitesse augmente, les masselottes demeurent appuyées sur la cuvette de ressort intérieure, après avoir parcouru la course de ralenti, jusqu'au commencement de la régulation de vitesse maximale. Lors de la régulation de vitesse maximale, tous les ressorts agissent simultanément. Les deux ressorts intérieurs sont dits «ressorts de régulation de vitesse maximale».

Fig. 24 Représentation schématique du régulateur «mini-maxi» RQ — position de repos (Stop).

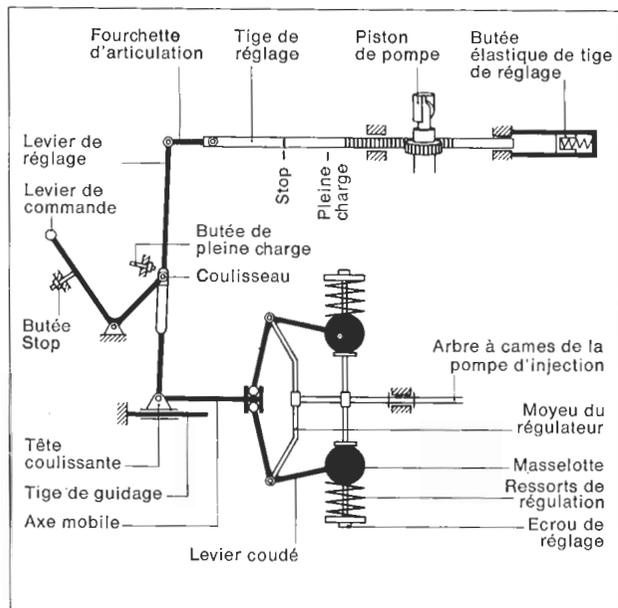
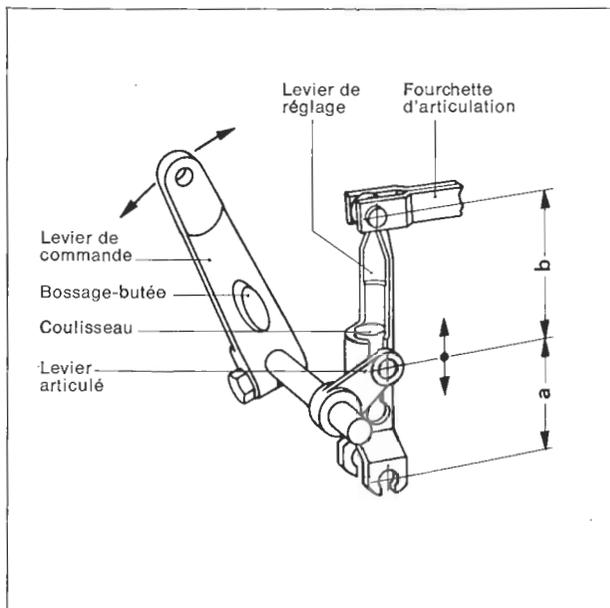


Fig. 25 Modification du rapport de transmission a/b du levier de réglage du régulateur RQ.



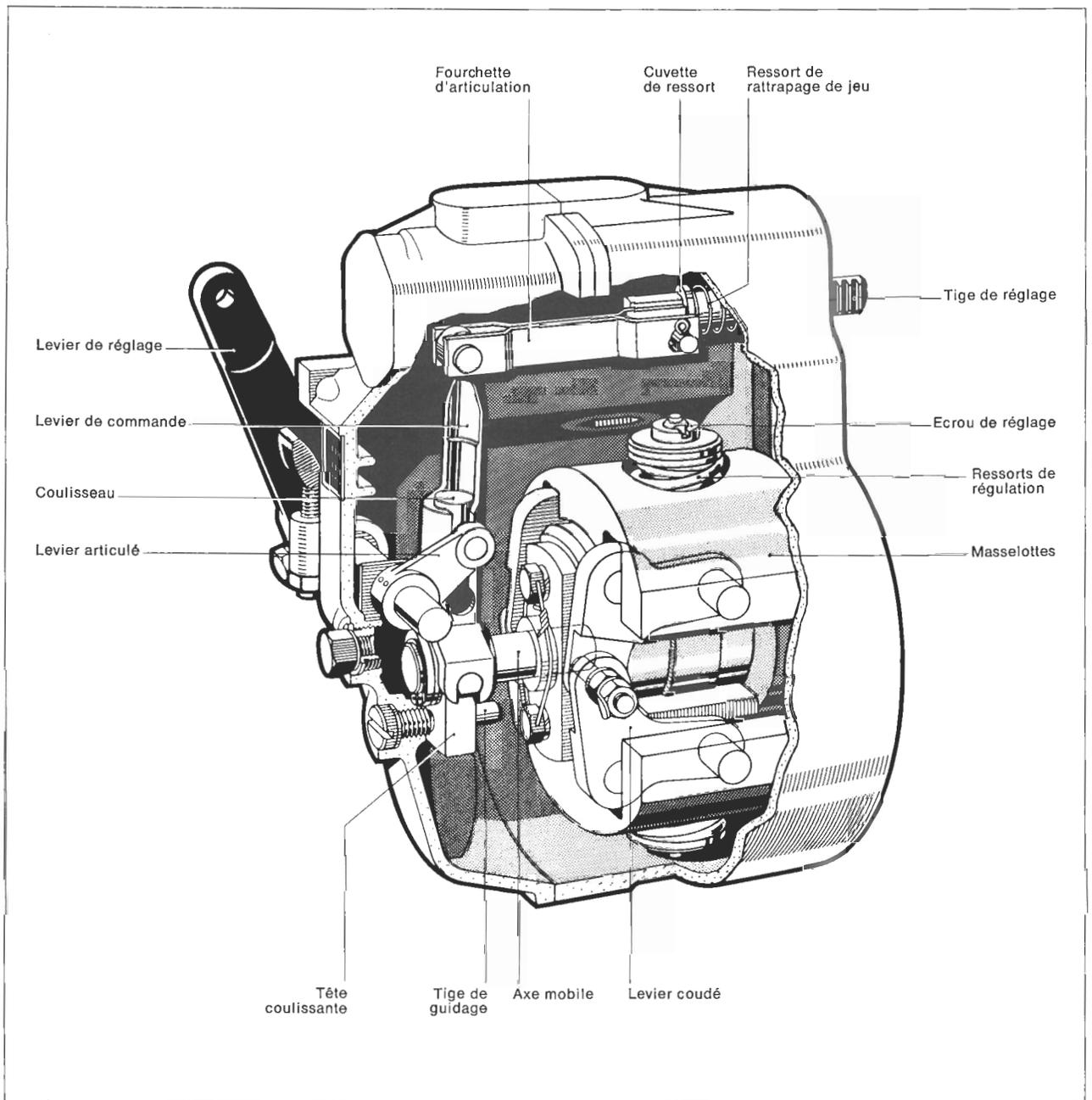
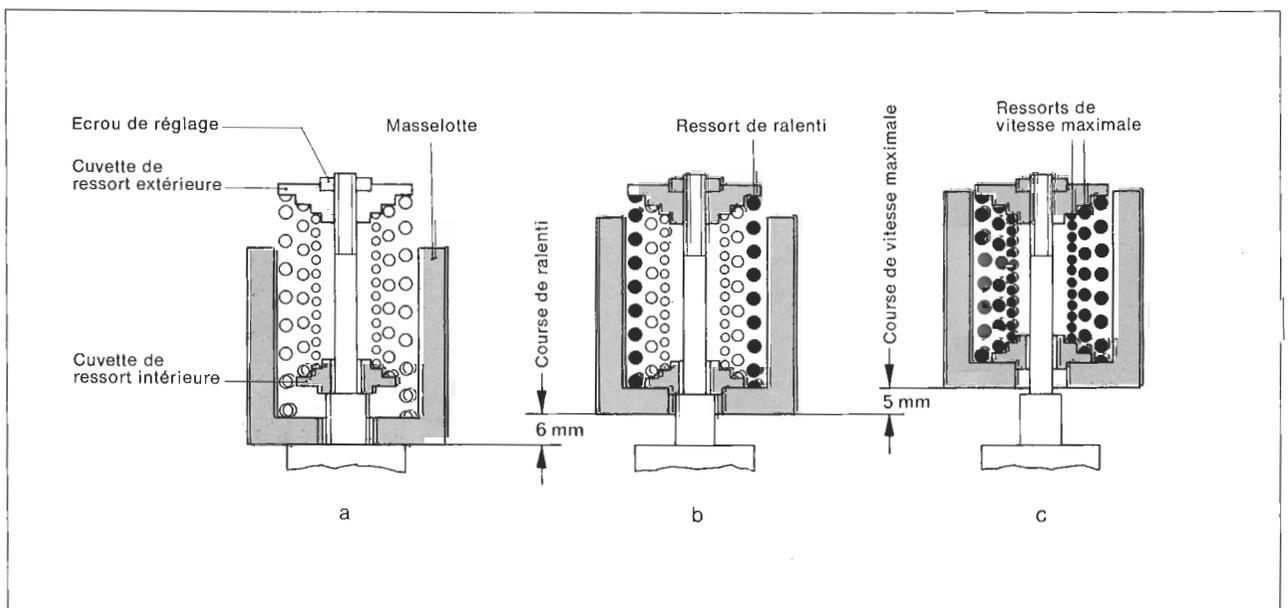


Fig. 26 (en haut) Régulateur RQ.

Fig. 27 (en bas) Courses des masselottes et jeu de ressorts de régulation du régulateur RQ.



Comportement en service

Arrêt du moteur

Le levier de commande est à la butée «Stop» et la tige de réglage à la position «Stop». Les masselottes sont complètement rentrées.

Position de démarrage (levier de commande sur pleine charge)

Après compression du ressort de renvoi dans la butée élastique de la tige de réglage, la tige de réglage se déplace jusqu'à la butée de surcharge au démarrage.

Position de ralenti

Après démarrage du moteur et libération du levier de commande (pédale d'accélérateur), celui-ci revient à la position de ralenti (une butée appropriée est à prévoir sur le véhicule ou sur le moteur). La tige de réglage revient également à la position de ralenti déterminée par le régulateur qui est alors entré en action. On entend par vitesse de ralenti d'un moteur, la vitesse minimale à laquelle il continue de tourner avec sûreté sans fournir un travail utile. La charge n'est alors constituée que par le frottement propre du moteur et par les organes accessoires, tels que génératrice, pompe d'injection, ventilateur, etc. qui lui sont accouplés en permanence. Pour vaincre cette charge à vide, le moteur a besoin d'une certaine quantité de combustible. Il reçoit cette alimentation pour une position du levier de commande qui correspond à la position de ralenti prescrite.

Fig. 28 Courbes caractéristiques du régulateur maxi-mini RQ.
 n_{1k} = vitesse de ralenti, n_{vo} = vitesse maximale de pleine charge, n_1 = début de correction, n_2 = fin de correction, n_{1o} = vitesse maximale à vide.

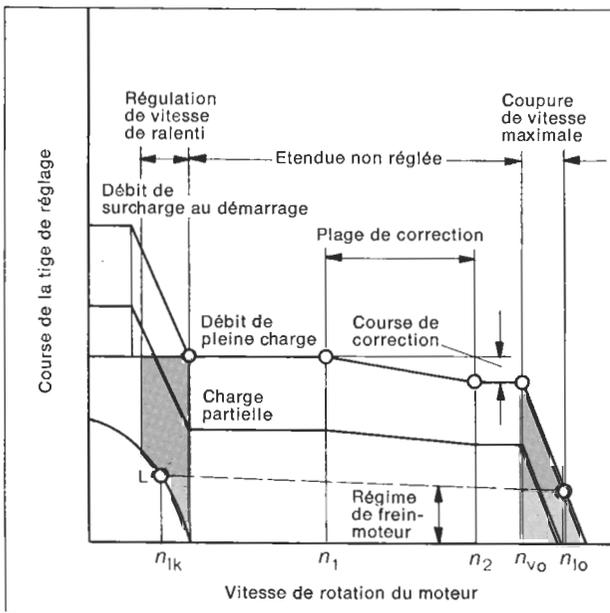


Fig. 29 Régulateur RQ – position de démarrage.

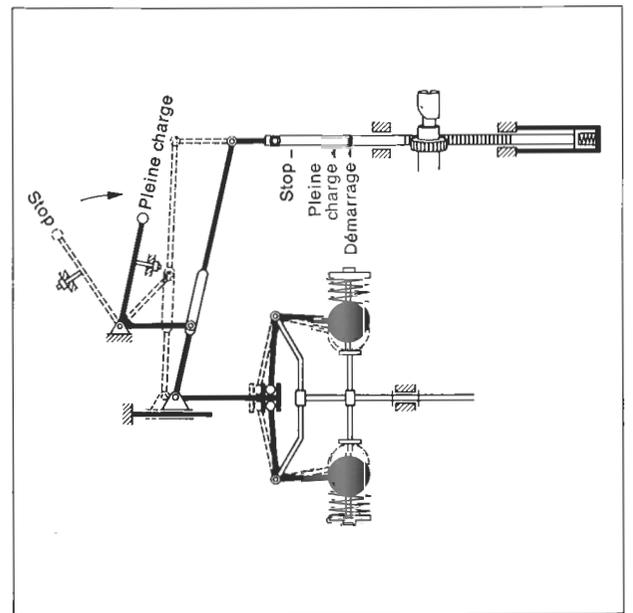
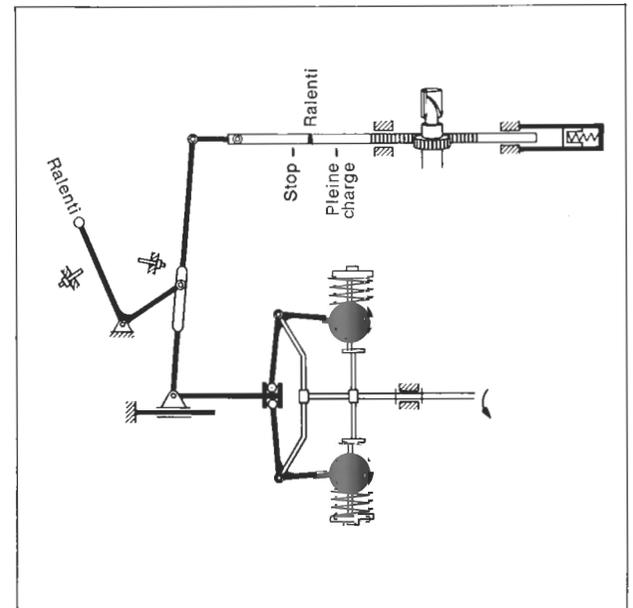


Fig. 30 Régulateur RQ – ralenti.



Position de charge partielle

Fonctionnement du moteur entre la charge à vide et la pleine charge. Dès que le conducteur appuie légèrement sur la pédale d'accélérateur, le moteur accélère et les masselottes s'écartent. Au début, le régulateur aurait tendance à modérer l'augmentation de la vitesse de rotation. Mais, dès que la vitesse de ralenti est très légèrement dépassée, les masselottes s'appliquent sur les cuvettes de ressort chargées par les ressorts de vitesse maximale et demeurent en cette position jusqu'à ce que la vitesse maximale soit atteinte. En effet, les ressorts de vitesse maximale ne cèdent à la poussée de la force centrifuge que lorsque le moteur tend à dépasser le régime limite qui lui a été imposé. Par conséquent, le régulateur n'intervient pas entre la vitesse de ralenti et la vitesse maximale. Dans cette plage, la position de la tige de réglage – et donc le moment de couple du moteur – n'est influencée que par le conducteur.

Nous décrivons, par la suite, la phase de correction de débit qui s'est accomplie durant ce processus.

Fig. 31 Régulateur RQ – charge partielle.

La position des masselottes demeure inchangée jusqu'à ce que la vitesse maximale soit atteinte.

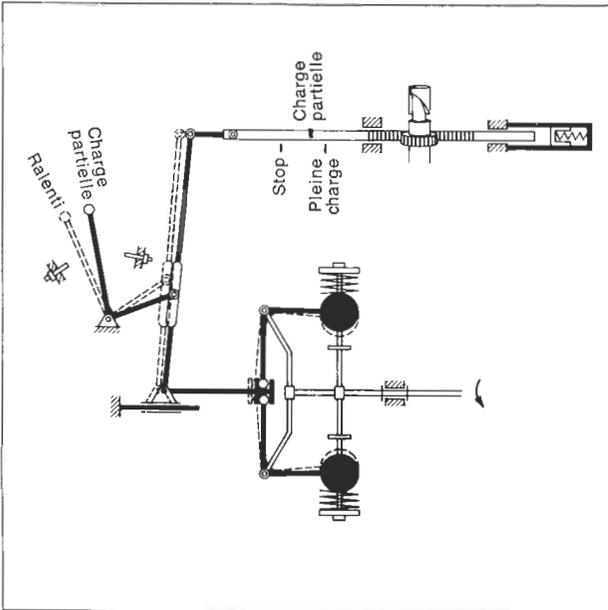
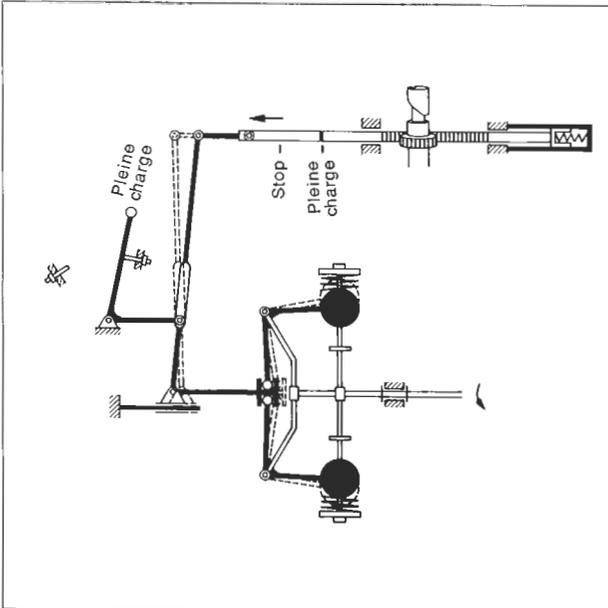


Fig. 32 Régulateur RQ – régulation de vitesse maximale à pleine charge. La tige de réglage commence à se déplacer en direction «Stop».



Dans la gamme supérieure de vitesses du moteur – Régulation de la vitesse maximale

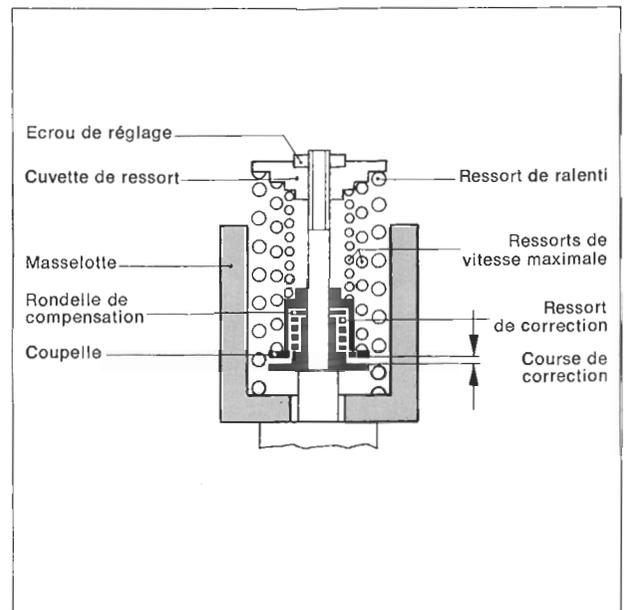
La régulation de vitesse maximale intervient quand le moteur tend à dépasser son régime maximum à pleine charge n_{vo} . Ceci peut donc survenir à pleine charge ou à charge partielle, selon la position du levier de commande. Dès que la régulation de vitesse maximale commence à agir, la position de la tige de réglage ne dépend plus exclusivement du conducteur, mais également du régulateur. La course des masselottes pour la régulation de vitesse maximale est de 5 mm, ce qui donne – avec une démultiplication de 1:3,23 – une course de tige de réglage de 16 mm environ, ce qui suffit pour que le régulateur repousse la tige de réglage de la position «pleine charge» à la position «Stop».

Correcteur de débit sur le régulateur RQ

Sur le régulateur RQ, le correcteur de débit est monté dans les masselottes, entre la cuvette de ressort intérieure et les ressorts de vitesse maximale. Le ressort de correction est logé dans une coupelle sur laquelle s'appuient les deux ressorts de vitesse maximale. L'action du ressort de correction précède celle des ressorts de régulation de vitesse maximale. La distance entre la cuvette de ressort intérieure et la coupelle représente la course de correction (0,3...1,5 mm). Elle peut être réglée à l'aide de rondelles de compensation.

Le début de la correction de débit n_1 dépend de la courbe caractéristique des besoins du moteur en combustible. Lorsque la vitesse maximale va être atteinte, le ressort correcteur est suffisamment comprimé pour que la cuvette de ressort intérieure et la coupelle entrent en contact (n_2). Sans ressort de correction, le régulateur reste inactif entre la vitesse de ralenti et la vitesse maximale. Le ressort de correction cédant sous l'action de la force centrifuge, les masselottes peuvent alors se déplacer vers l'extérieur (course de correction), dans la plage comprise entre la vitesse de ralenti et la vitesse maximale, et repousser la tige de réglage dans la direction «Stop» (correction de débit positive).

Fig. 33 Correcteur de débit du régulateur RQ.



Régulateur «mini-maxi» RQU

Le régulateur RQU convient à la régulation des très basses vitesses. Il est muni d'un engrenage multiplicateur (env. 1:3) entre l'arbre à came de commande de la pompe d'injection et le moyeu de régulateur. Le régulateur RQU a été conçu pour les pompes d'injection PE..Z utilisées sur les gros moteurs, le plus souvent à régime lent. Son fonctionnement et son comportement en service sont les mêmes que pour le régulateur RQ.

Le levier articulé du régulateur RQU est en deux parties et il est guidé dans une came-plaque, comme sur le régulateur RQV.

Régulateurs de vitesse maximale RQ et RQU

Le régulateur de vitesse maximale se distingue principalement du régulateur «mini-maxi» du fait qu'il n'a pas d'étage de ralenti. En service, il se comporte comme l'étage de vitesse maximale du régulateur «mini-maxi» RQ ou RQU: la coupure de vitesse maximale intervient lorsque le moteur tend à dépasser la vitesse maximale à pleine charge.

Les courbes caractéristiques représentées ci-dessous sont valables pour un régulateur permettant un réglage de surcharge, c'est-à-dire une augmentation du débit de pleine charge.

Fig. 34 Représentation schématique du régulateur «mini-maxi» RQU – position de repos (Stop).

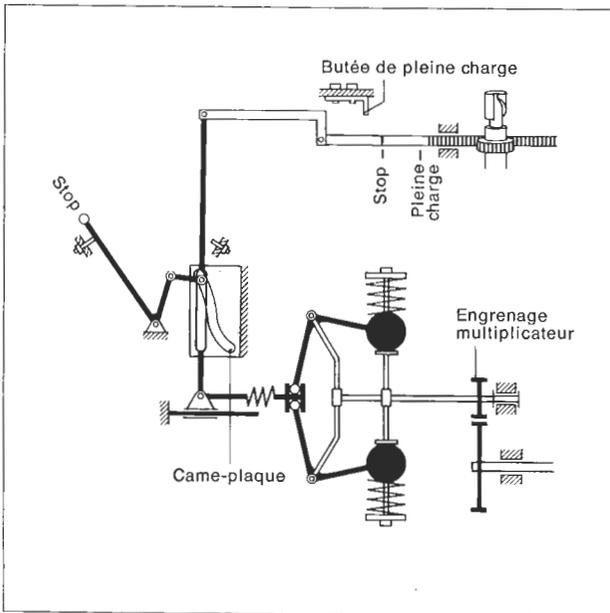


Fig. 35 Courbes caractéristiques du régulateur de vitesse maximale RQ 750... pour groupe stationnaire.

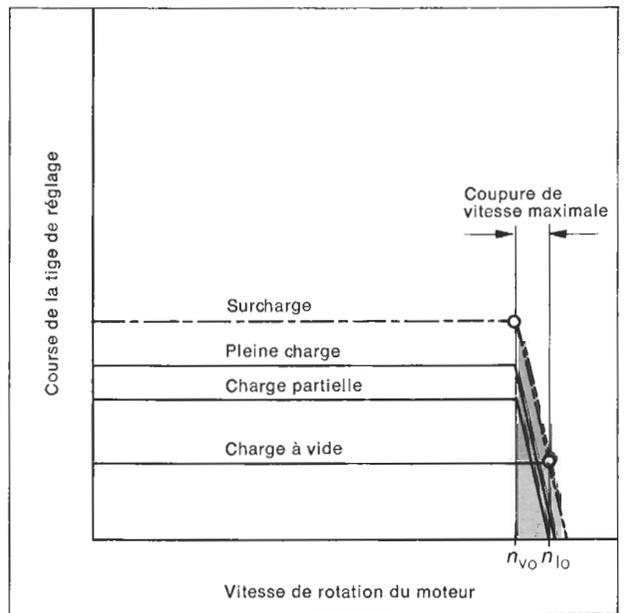
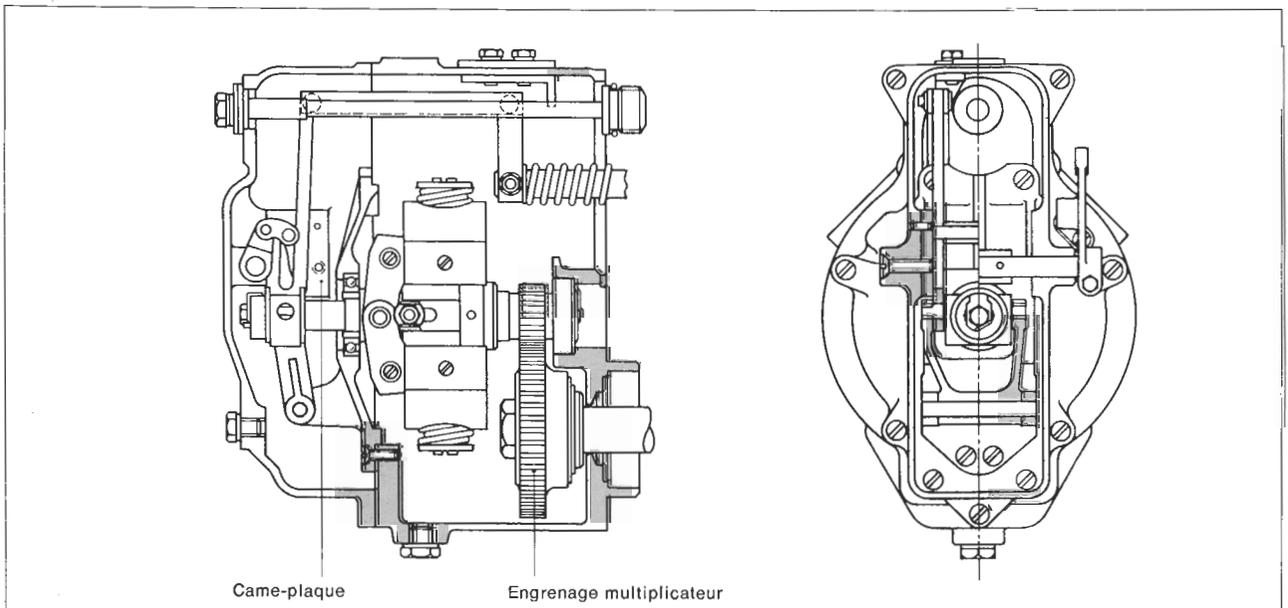


Fig. 36 Régulateur RQU.



Régulateur «toutes vitesses» RQV

Construction

Le régulateur RQV est de construction semblable au régulateur RQ. Les ressorts de régulation sont montés dans les masselottes. Toutefois, à vitesse croissante à l'intérieur de la plage de réglage prescrite, les masselottes se déplacent continuellement vers l'extérieur. A chaque position du levier de commande correspond une vitesse déterminée à laquelle la coupure de débit commence. Les mouvements du levier de commande sont transmis au levier de réglage, puis à la tige de réglage, par l'intermédiaire du levier articulé, en deux parties (levier à rotule), et du coulisseau. Le centre de rotation du levier de réglage peut se déplacer dans la coulisse et il est en outre guidé dans une came-plaque fixée sur le carter du régulateur, de sorte que le rapport de multiplication du levier de réglage varie dans les limites comprises entre 1:1,7 et 1:5,9.

L'axe mobile, qui sert d'organe de jonction entre le bloc régulateur et le levier de réglage, dispose d'un ressort compensateur qui agit par traction et compression.

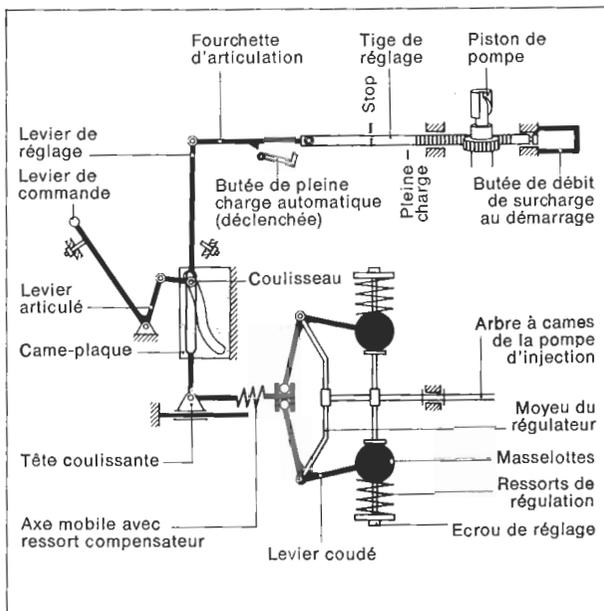
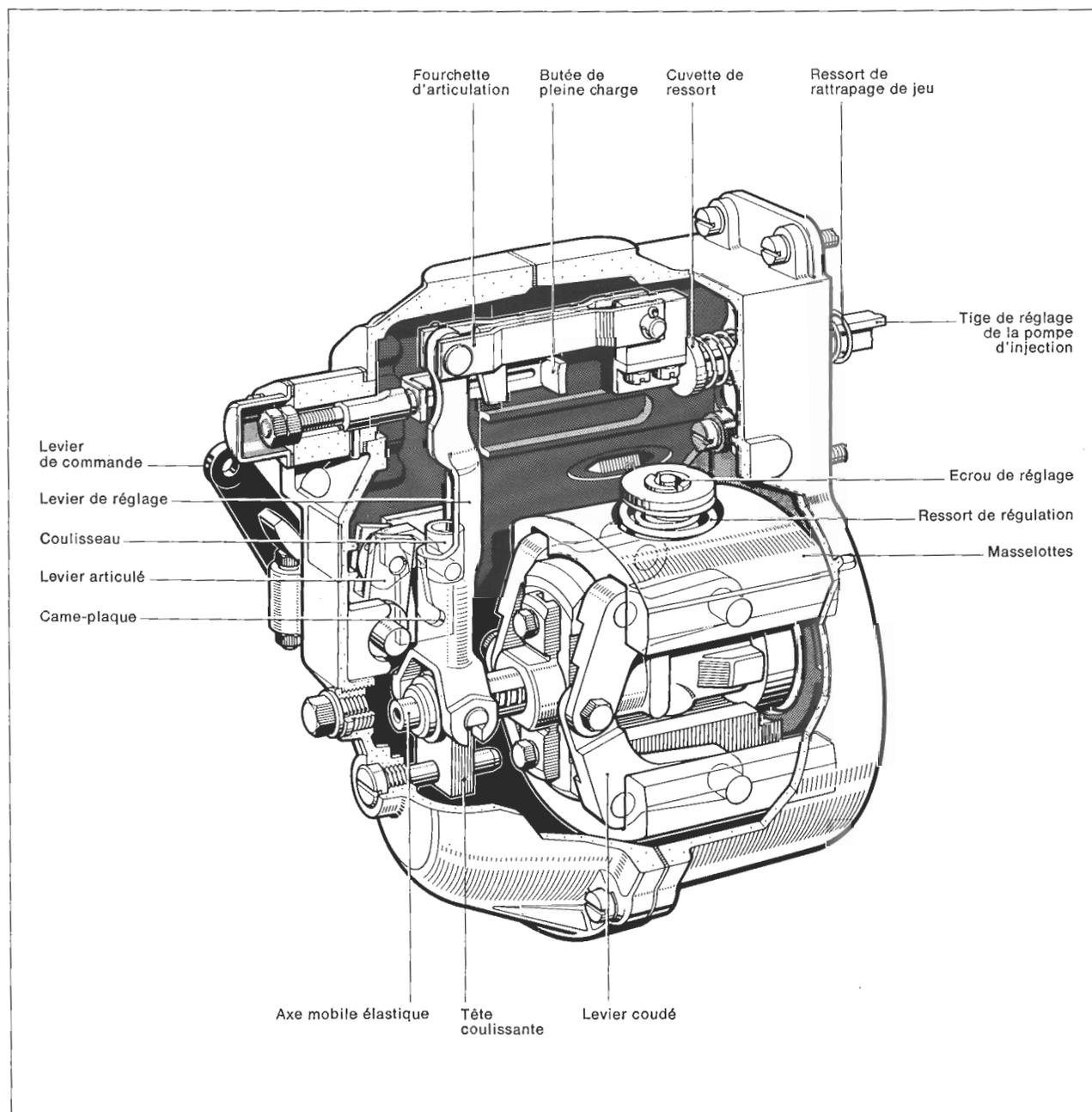


Fig. 38 Régulateur «toutes vitesses» RQV.

Fig. 37 Représentation schématique du régulateur «toutes vitesses» RQV.



Comme sur le régulateur RQ, les jeux de ressorts montés dans les masselottes sont constitués en général de trois ressorts hélicoïdaux disposés concentriquement. Le ressort extérieur sert à la régulation de vitesse de ralenti; il est placé entre la masselotte et l'écrou servant au réglage de sa tension initiale. Après accomplissement de la brève course de ralenti (étape de ralenti), la masselotte porte sur la cuvette de ressort et les ressorts intérieurs, montés entre la cuvette de ressort et l'écrou de réglage, entrent également en action. A partir de ce moment, tous les ressorts participent à la régulation des vitesses réglées au moyen du levier de commande.

Comportement en service

Arrêt du moteur

Le levier de commande est appuyé contre la butée «Stop» et la tige de réglage se trouve à la position «Stop».

Position de démarrage (fig. 41)

Le levier de commande est contre la butée de vitesse maximale, la tige de réglage se déplace jusqu'à la butée de débit de surcharge au démarrage (point A₁, fig. 40).

Position de ralenti (fig. 42)

Après le démarrage du moteur et le relâchement du levier de commande (pédale d'accélérateur), ce dernier revient à la position de ralenti. La tige de réglage revient également à la position de ralenti déterminée par le régulateur qui est entré en action à ce moment (point A ou L, fig. 40).

Charge du moteur (fig. 43)

Si, pour une vitesse de rotation quelconque réglée par le levier de commande (pédale d'accélérateur), on fait varier la charge qui est imposée au moteur, le régulateur maintient le régime réglé par augmentation ou diminution du débit d'injection dans les limites du statisme correspondant.

Fig. 39 Masselotte de régulateur RQV.

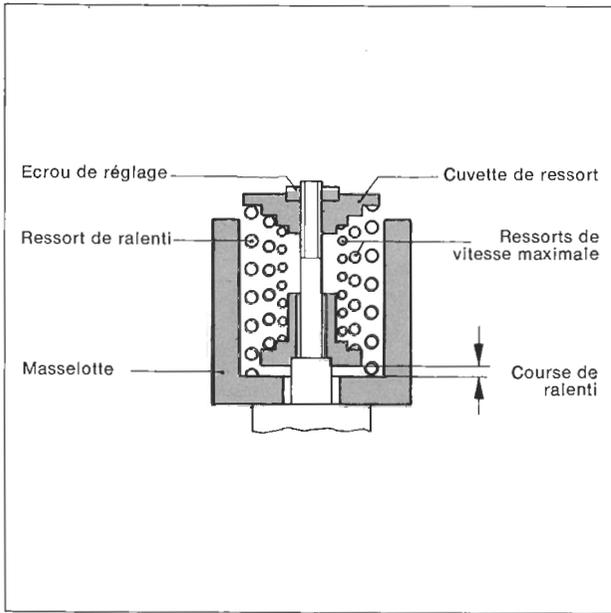


Fig. 41 Régulateur RQV – position de démarrage.

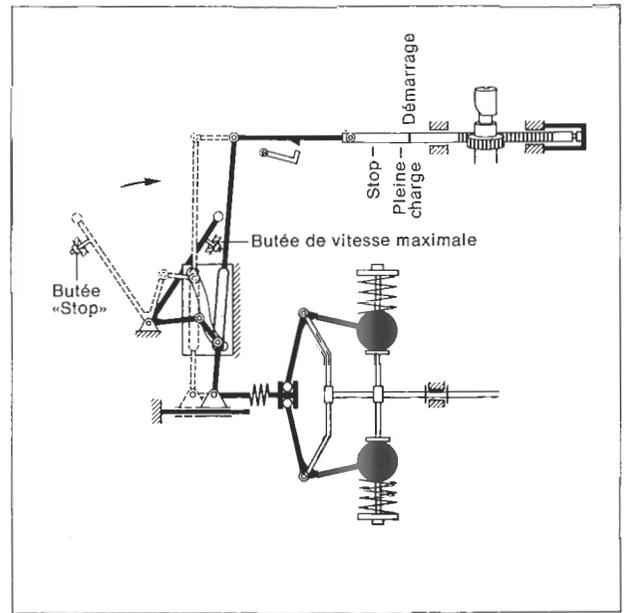


Fig. 40 Courbes caractéristiques du régulateur RQV.

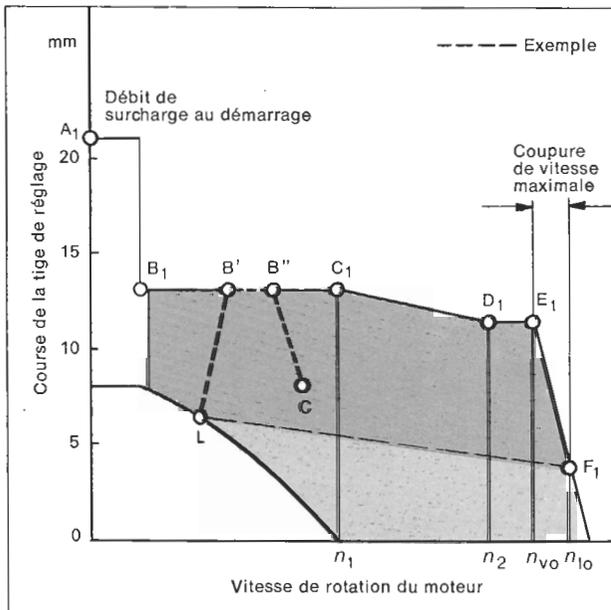
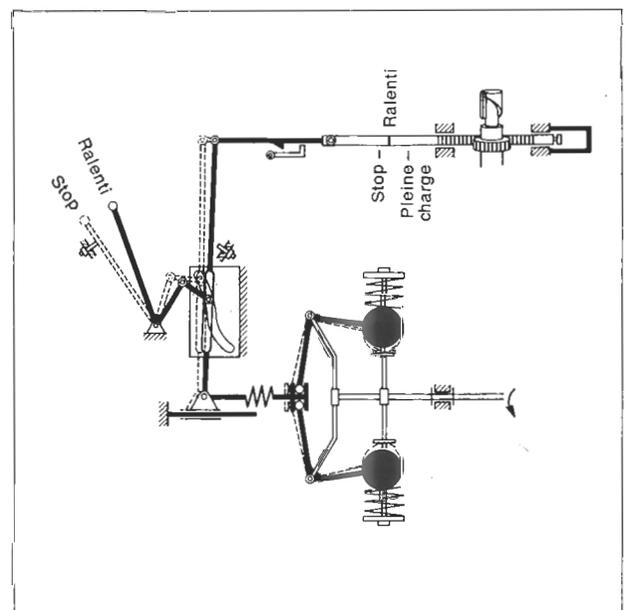


Fig. 42 Régulateur RQV – position de ralenti.

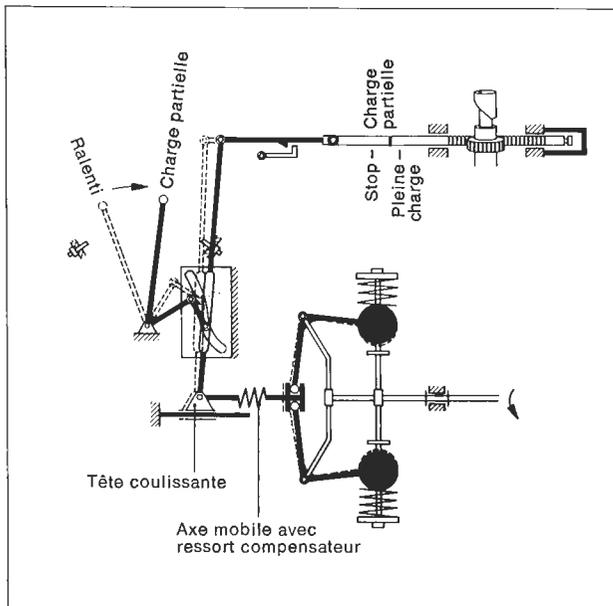


Exemple: Le conducteur amène le levier de commande de la position de ralenti à une position qui doit correspondre à une vitesse désirée du véhicule. Le déplacement du levier de commande est transmis au levier de réglage par l'intermédiaire du levier articulé. Le rapport de transmission du levier de réglage est variable et prend, immédiatement au-dessus de la plage de ralenti, une valeur telle qu'une portion même relativement faible de la course du levier de commande, ou de la course des masselottes, suffise pour déplacer la tige de réglage jusqu'à la butée de pleine charge réglée (course L-B' sur la figure 40). Une butée de tige de réglage (fixe ou réglable à la main, mais en aucun cas élastique) doit donc être prévue. En continuant de pivoter, le levier de commande entraîne la tension du ressort compensateur. La tige de réglage demeure provisoirement sur «pleine charge» et provoque une rapide accélération du moteur (B'-B''). Les masselottes se déplacent alors vers l'extérieur, mais la tige de réglage demeure sur «pleine charge» jusqu'à ce que le ressort compensateur se soit détendu. A cet instant seulement, les masselottes agissent sur le levier de réglage et la tige de réglage est déplacée en direction «Stop». Le débit d'injection diminue donc à nouveau, ce qui limite la vitesse de rotation. Cette limitation du régime du moteur correspond à la position du levier de commande et à la butée des masselottes (course B''-C sur le diagramme).

En service, à chaque position du levier de commande est donc conjuguée une gamme de vitesses de rotation bien déterminée, tant que le moteur n'est ni surchargé, ni entraîné par le véhicule (descente en régime de frein-moteur). Mais si la charge du moteur augmente maintenant, dans une côte par exemple, la vitesse du moteur et du régulateur diminue. Il s'ensuit que les masselottes se rapprochent de l'axe de rotation et déplacent la tige de réglage en direction «pleine charge», ce qui a pour effet de maintenir la vitesse du moteur déterminée par la position du levier de commande et par le statisme. Si, toutefois, la charge (= pourcentage de la rampe) est suffisamment élevée pour que la tige de réglage atteigne bien la butée de pleine charge, mais que la vitesse diminue malgré tout, les masselottes se rapprochent davantage en fonction de cette réduction de la vitesse et poussent l'axe mobile vers la gauche.

Les masselottes tendent donc à déplacer la tige de réglage encore plus loin dans la direction «pleine charge». Mais comme la tige de réglage est arrêtée

Fig. 43 Régulateur RQV - charge du moteur (charge partielle).



par la butée de pleine charge et ne peut plus progresser dans ce sens, le ressort compensateur se comprime. Cela signifie que le moteur est surchargé. Dans ce cas, le conducteur sera donc obligé de rétrograder sur une vitesse inférieure.

Dans une descente, c'est le contraire qui se produit. Le moteur est entraîné par le véhicule et accéléré. En conséquence, les masselottes s'écartent et la tige de réglage est déplacée dans la direction «Stop» jusqu'à la butée. Si la vitesse de rotation continue alors à augmenter (tige de réglage en position «Stop»!), le ressort compensateur est comprimé dans le sens opposé.

Le comportement du régulateur décrit ci-dessus est en principe valable pour toutes les positions du levier de commande, lorsque la charge ou la vitesse du moteur varie si fortement, pour une raison quelconque, que la tige de réglage atteint ses positions extrêmes: «pleine charge» ou «Stop».

Correction de débit

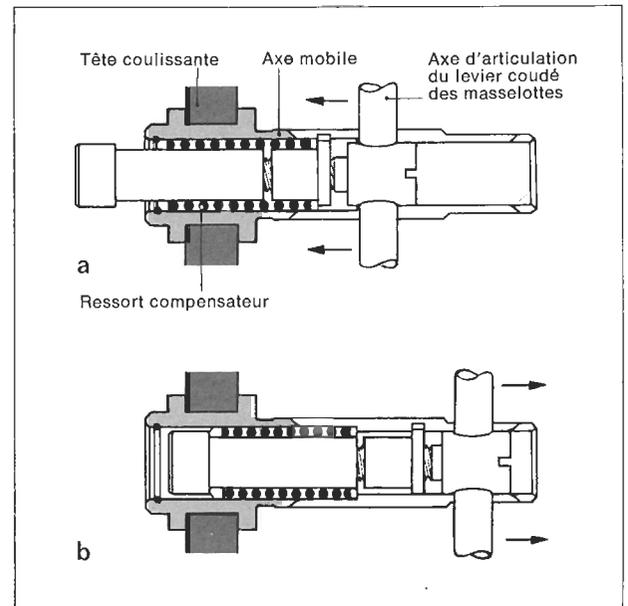
La correction de débit de pleine charge se produit entre n_1 et n_2 sur la droite $C_1 - D_1$ (fig. 40).

Sur le régulateur RQV, le correcteur de débit est monté dans la butée de la tige de réglage. Pour plus de détails, voir le chapitre «Butées de tige de réglage».

Fig. 44 Axe mobile avec ressort compensateur.

a) A l'accélération ou à la surcharge du moteur, les masselottes ont déplacé la tige de réglage jusqu'à la butée de pleine charge; le ressort compensateur est comprimé.

b) Descente d'une côte: le moteur est entraîné par le véhicule. Les masselottes ont déplacé la tige de réglage jusqu'à la butée «Stop», le ressort compensateur se comprime dans le sens opposé et absorbe la course des masselottes.



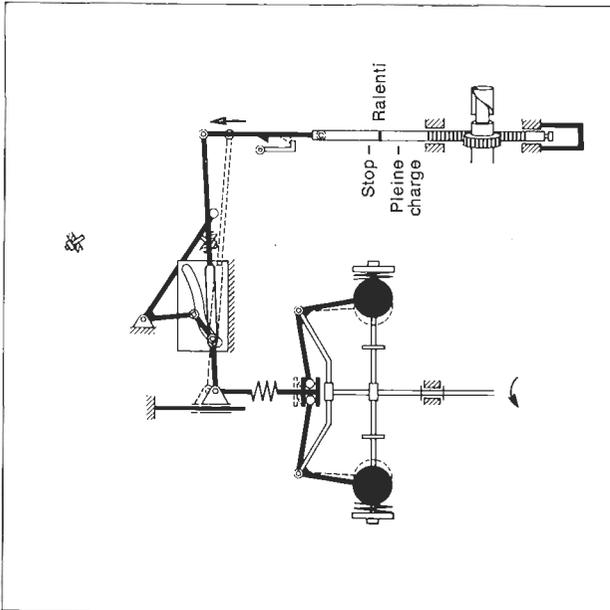


Fig. 45 Régulateur RQV –
régulation de vitesse maximale à pleine charge.

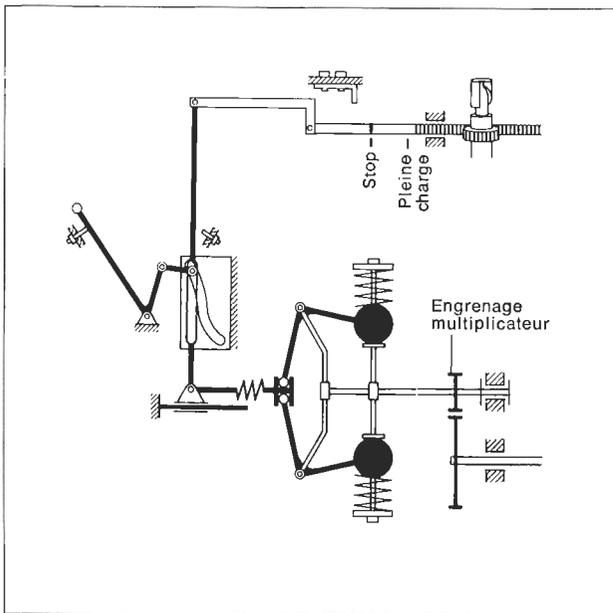


Fig. 46 Représentation schématique du régulateur
«toutes vitesses» RQUV.

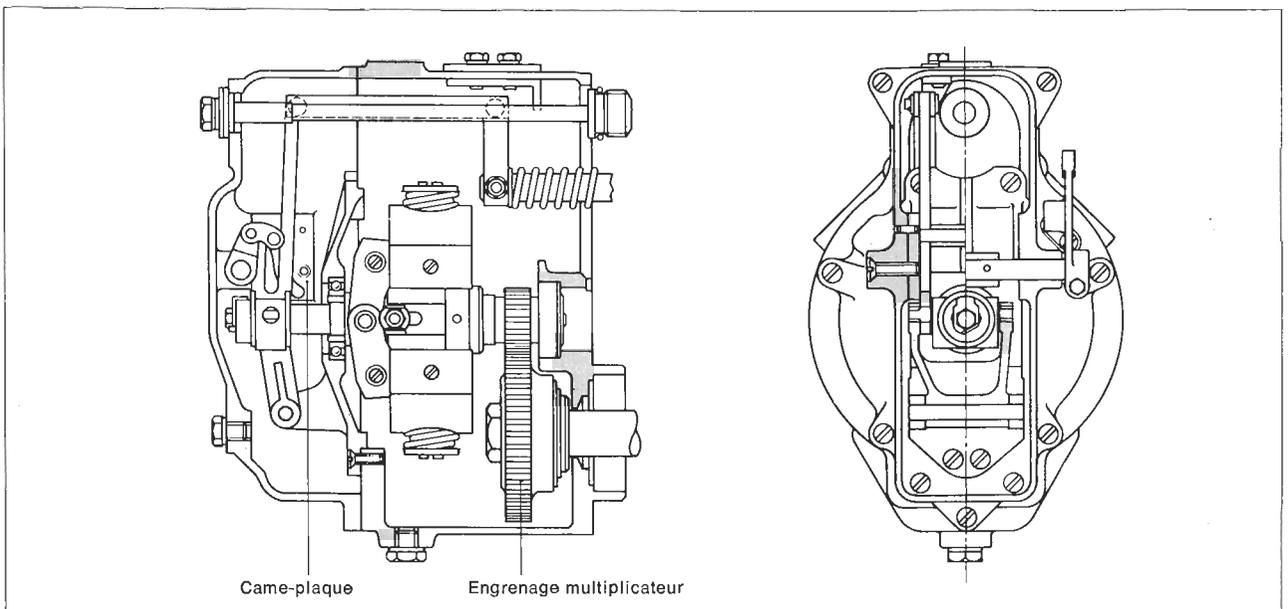
Coupe de vitesse maximale (fig. 45)

La coupe de vitesse maximale $E_1 - F_1$ (fig. 40) commence lorsque le moteur dépasse son régime limite. Les masselottes s'écartent alors, la tige de réglage se déplace dans la direction «Stop». La vitesse maximale à vide n_{10} est atteinte lorsque le moteur n'est plus soumis à aucune charge.

Régulateur «toutes vitesses» RQUV

Le régulateur RQUV est destiné à la régulation des moteurs tournant très lentement, par exemple les moteurs marins. C'est une variante du régulateur RQV présentant deux rapports multiplicateurs différents (1:2,2 et 1:3,76 env.) entre l'arbre à cames d'entraînement de la pompe d'injection et le moyeu du régulateur. Comme sur le régulateur RQV, le rapport de transmission du levier de réglage est variable (de 1:1,85 à 1:7). Le régulateur RQUV peut être utilisé sur les pompes d'injection PE..P et PE..ZW. Même fonctionnement et comportement en service que le régulateur RQV, toutefois sans débit de surcharge au démarrage.

Fig. 47 Régulateur «toutes vitesses» RQUV.



Régulateur «toutes vitesses» RQV..K

Le régulateur RQV..K possède, en principe, le même système de détection que le régulateur RQV, avec ressorts de régulation montés dans les masselottes. Sa particularité essentielle est son mode de correction de débit. Alors que, sur tous les autres régulateurs, la correction se traduit par une certaine diminution du débit d'injection à pleine charge et à vitesse croissante, le régulateur du type RQV-K permet aussi bien d'augmenter que de diminuer légèrement le débit de pleine charge.

Le régulateur RQV-K assure la correction de la manière suivante: un basculeur situé à l'extrémité supérieure du levier de réglage explore un profil à came appartenant à la butée de pleine charge et dont la configuration traduit les besoins en combustible du moteur. La patte de jonction entre le levier de réglage et la tige de réglage transmet à cette dernière le mouvement résultant du palpement du profil à came. On obtient ainsi un débit de pleine charge correspondant à la courbe du couple moteur souhaité.

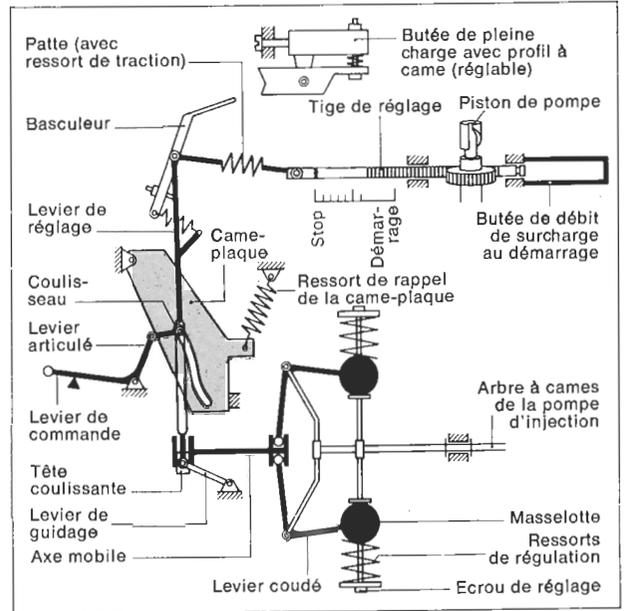
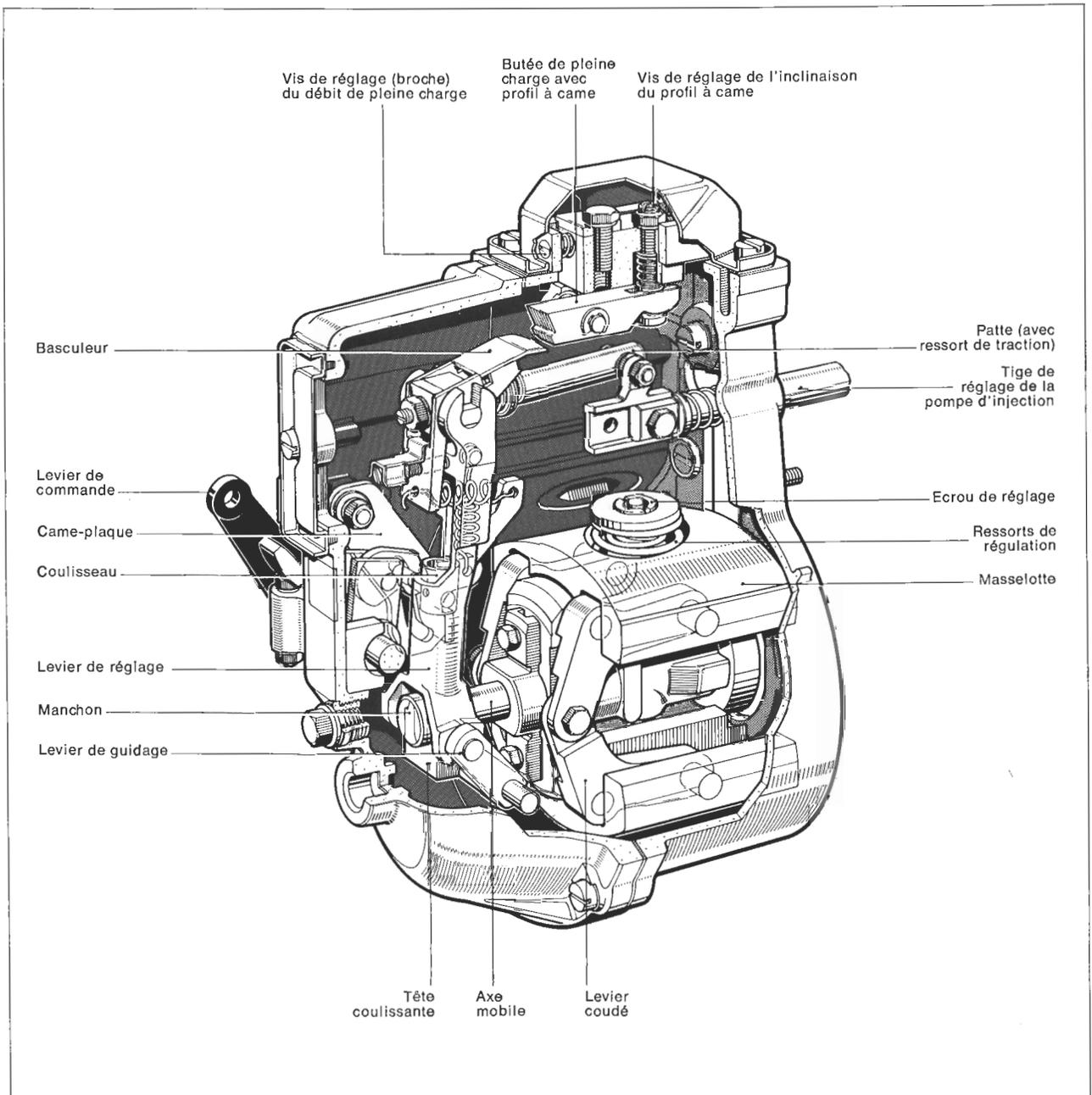


Fig. 48 Représentation schématique du régulateur «toutes vitesses» RQV-K.

Fig. 49 Régulateur RQV-K.



Le débit peut être aussi bien augmenté que diminué en fonction du profil de la came.

Pour le réglage du débit d'injection, la butée de pleine charge peut être déplacée dans le sens longitudinal au moyen de la vis de réglage. On peut également faire varier l'inclinaison du profil à came, et donc la pente de la courbe de correction, au moyen d'une vis d'ajustage.

Comportement en service

Arrêt du moteur

Le levier de commande est appuyé contre la butée «Stop» et la tige de réglage se trouve en position «Stop».

Démarrage du moteur (fig. 50)

Amener le levier de commande du régulateur à la position «vitesse maximale». Le basculeur pivote alors complètement sous la butée de pleine charge,

Fig. 50 Régulateur RQV-K – position de démarrage.

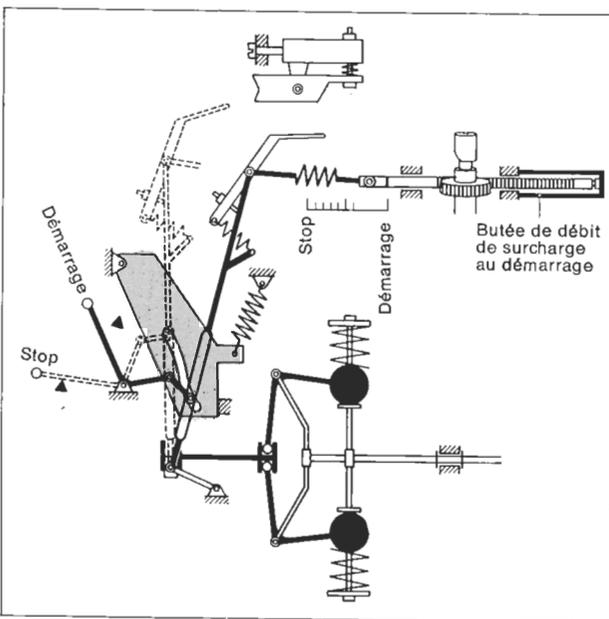
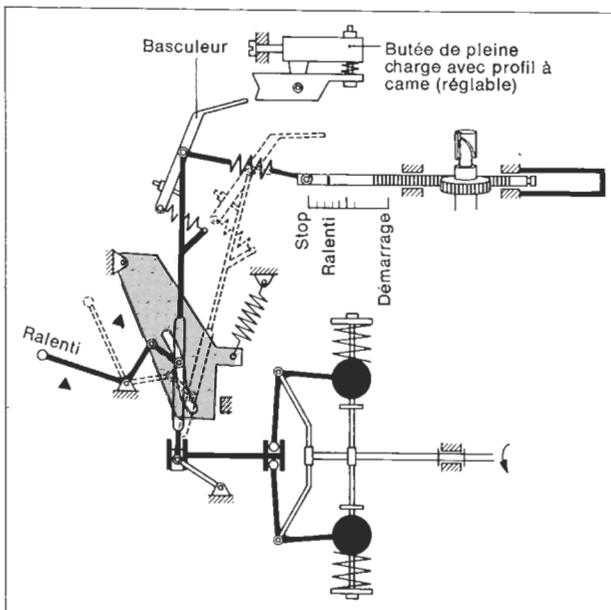


Fig. 51 Régulateur RQV-K – position de ralenti.



la tige de réglage gagne la position de débit de surcharge au démarrage A1 (fig. 52). Une butée de débit de surcharge au démarrage se trouve sur la pompe d'injection.

Après la mise en circuit du démarreur, la pompe d'injection fournit au moteur, par l'intermédiaire des injecteurs, la quantité de combustible nécessaire au démarrage (débit de surcharge au démarrage).

Ralenti (fig. 51)

Dès que le moteur est lancé, le levier de commande est ramené à la position de ralenti. En même temps, le basculeur élastique glisse sous la butée de pleine charge et regagne la position de ralenti. Le moteur tourne alors à la vitesse de ralenti.

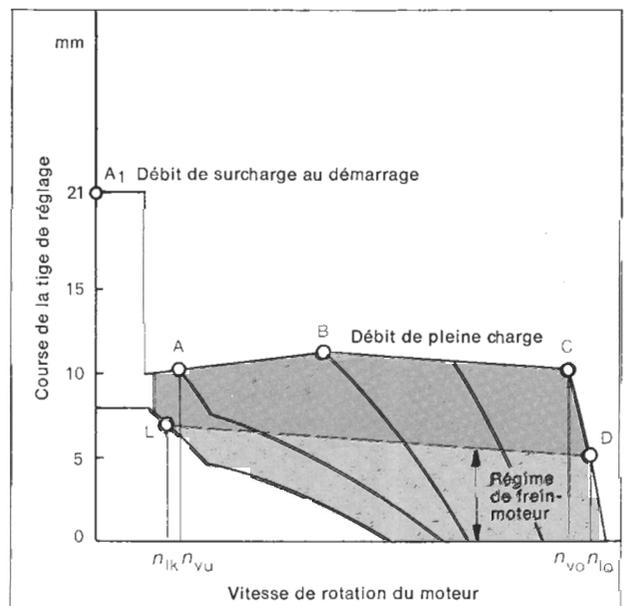
Débit de pleine charge à bas régime (fig. 53)

Si, par exemple, on amène le levier de commande de la position de ralenti à la position de vitesse maximale, le coulisseau se déplace sur le profil de la came-plaque et, simultanément, dans le guide du levier de réglage, vers le bas. Le levier de réglage pivote alors vers la droite autour du centre de rotation de la tête coulissante et, par l'intermédiaire de la patte de jonction, pousse la tige de réglage dans la direction «pleine charge». Le débit d'injection et la vitesse du moteur augmentent.

Les masselottes s'écartent et le manchon se déplace légèrement vers la droite. Il en résulte un mouvement de bascule: le levier de guidage et le levier de réglage se soulèvent, de sorte que le basculeur glisse sur le profil à came de la butée de pleine charge (A-B sur la courbe caractéristique, fig. 52).

Lors du glissement du coulisseau vers le bas, dans le guide du levier de réglage, la came-plaque décolle de sa butée sur le carter en s'opposant à l'action du ressort de rappel.

Fig. 52 Courbes caractéristiques du régulateur RQV-K.



**Débit de pleine charge à régime moyen (fig. 54)
(avec correction de débit)**

Lorsque la vitesse continue d'augmenter, les masselottes s'écartent davantage et le basculeur parcourt le profil à came de la butée de pleine charge. Jusqu'au changement de sens de la courbe au point B, il se produit une correction dans le sens d'une augmentation du débit de pleine charge à vitesse croissante (correction négative) et, après le point d'inversion, une correction dans le sens d'une diminution du débit de pleine charge (correction positive, B-C sur la caractéristique, fig. 52).

Fin de la correction, début de la coupure de débit
A la fin de la correction, lorsque la coupure de débit intervient, la came-plaque s'appuie de nouveau sur la butée située sur le carter.

Si la vitesse continue d'augmenter, la régulation de vitesse maximale commence (coupure de débit). Les masselottes s'écartent davantage et le manchon se déplace d'une course correspondante vers la droite. La branche supérieure du levier de réglage pivote alors vers la gauche en prenant le coulisseau comme centre de rotation. La tige de réglage se déplace en direction «Stop» (C-D sur la courbe caractéristique, fig. 52).

En service, chaque position du levier de commande correspond donc à une gamme de vitesses de rotation bien précise, tant que le moteur n'est ni surchargé, ni entraîné par le véhicule au cours d'une descente. Mais si la charge appliquée au moteur augmente, en montée par exemple, la vitesse du moteur et du régulateur diminue. Il s'ensuit que les masselottes se rapprochent et déplacent la tige de réglage en direction «pleine charge», ce qui a pour effet de maintenir la vitesse du moteur déterminée par la position du levier de commande (ou par la pédale d'accélérateur). Si, toutefois, la charge (= pourcentage de la rampe) est suffisamment élevée pour que la tige de réglage atteigne bien la butée de pleine charge, mais que la vitesse diminue malgré tout, les masselottes se rapprochent davantage en fonction de cette réduction de la vitesse et poussent le manchon plus loin dans la direction «pleine charge».

Mais comme la tige de réglage ne peut plus progresser dans la direction «pleine charge», la branche inférieure du levier de réglage se déplace vers la gauche et soulève la came-plaque de sa butée, après avoir vaincu la résistance du ressort de rappel.

Dans une descente, c'est l'inverse qui se produit. Le moteur est entraîné par le véhicule et accéléré. En conséquence, les masselottes s'écartent et la tige de réglage est déplacée en direction «Stop». Si la vitesse continue de croître (tige de réglage à la position «Stop»!), la patte élastique, qui relie le levier de réglage à la tige de réglage, s'allonge. Si le conducteur freine quelque peu le véhicule ou engage une vitesse supérieure, la patte se raccourcit à nouveau à sa longueur normale.

Le comportement du régulateur décrit ci-dessus est en principe valable pour toutes les positions du levier de commande, lorsque la charge ou la vitesse de rotation du moteur varient si fortement, pour une raison quelconque, que la tige de réglage atteint ses positions extrêmes: «pleine charge» ou «Stop».

Régulation des vitesses de rotation moyennes

Les familles de courbes montrent les possibilités de régulation des régimes intermédiaires, en B par exemple.

Fig. 55 Régulateur RQV-K - régime maximum à pleine charge; fin de la correction de débit positive (en traits interrompus: coupure de débit).

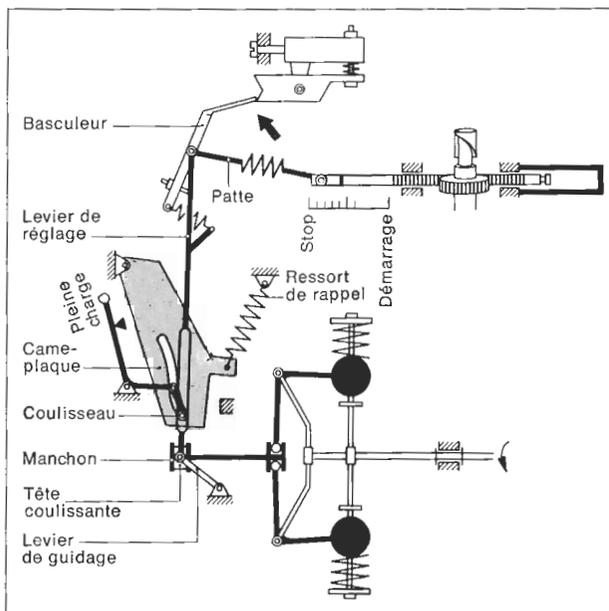


Fig. 53 Régulateur RQV-K - débit de pleine charge à bas régime; début de la correction de débit négative.

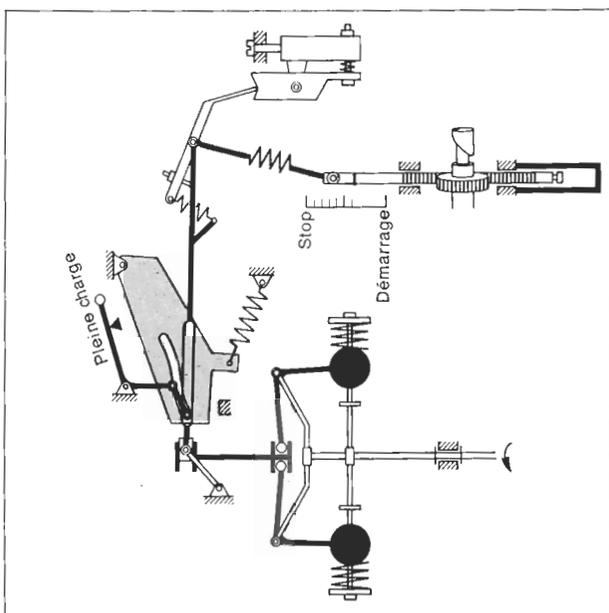
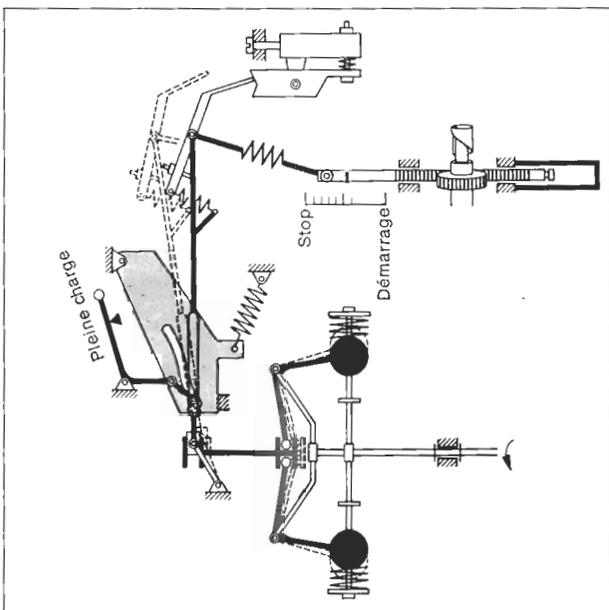


Fig. 54 Régulateur RQV-K - débit de pleine charge à régime moyen; inversion de la correction de débit.



Régulateurs à échelons RQV et RQUV

Le régulateur à échelons est une variante du régulateur toutes vitesses dont une plage déterminée de vitesses de rotation demeure non réglée. Suivant les modèles, cette plage peut se situer immédiatement après le ralenti ou commencer à une vitesse moyenne pour atteindre la vitesse maximale à vide. Dans le reste de la gamme, le régulateur à échelons assure la régulation de toutes les vitesses déterminées au moyen du levier de commande. Les courbes caractéristiques montrent la plage réglée et la plage non réglée.

La construction du régulateur à échelons ne diffère de la conception du régulateur toutes vitesses que par le choix de ressorts de régulation différents.

Fig. 56 Courbes caractéristiques du régulateur à échelons – plage inférieure de vitesses de rotation non réglée.

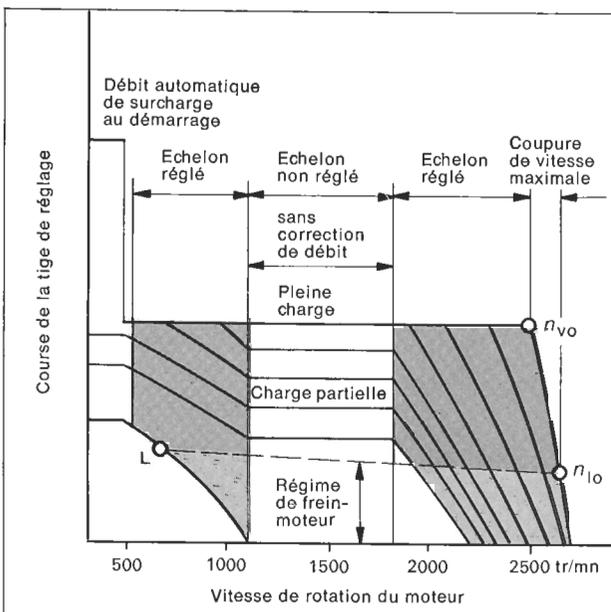
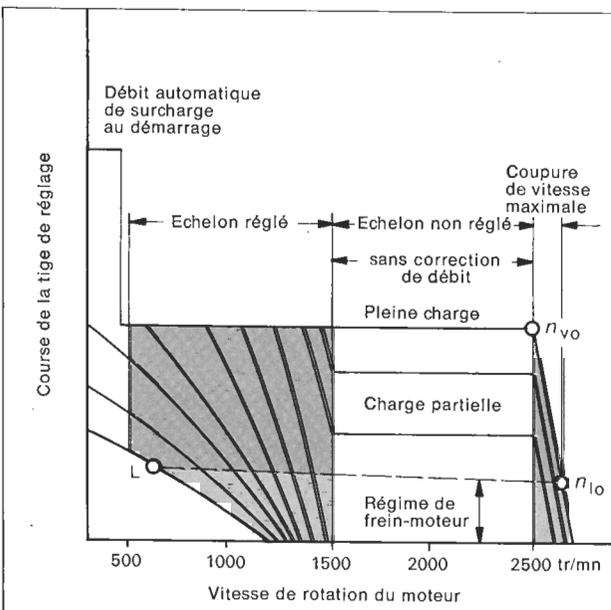


Fig. 57 Courbes caractéristiques du régulateur à échelons – plage supérieure de vitesses de rotation non réglée.



Régulateur «toutes vitesses» EP/RSV

Construction

Le régulateur EP/RSV est différent, par sa construction, du type comparable RQV. Il ne possède qu'un ressort de régulation, lequel est pivotant. Lors du réglage de la vitesse de rotation au moyen du levier de commande, la position et la tension de ce ressort se modifient de telle sorte que le moment de couple effectif du levier de tension s'équilibre avec le moment de couple engendré par les forces centrifuges à la vitesse de rotation désirée. Tous les réglages effectués au levier de commande, ainsi que les courses des masselottes, sont transmis à la tige de réglage par la tringlerie du régulateur.

Le ressort de démarrage, qui est accroché à l'extrémité du levier de réglage, tire la tige de réglage en position de démarrage, le débit de surcharge au démarrage étant alors réglé automatiquement.

Fig. 58 Représentation schématique du régulateur «toutes vitesses» EP/RSV.

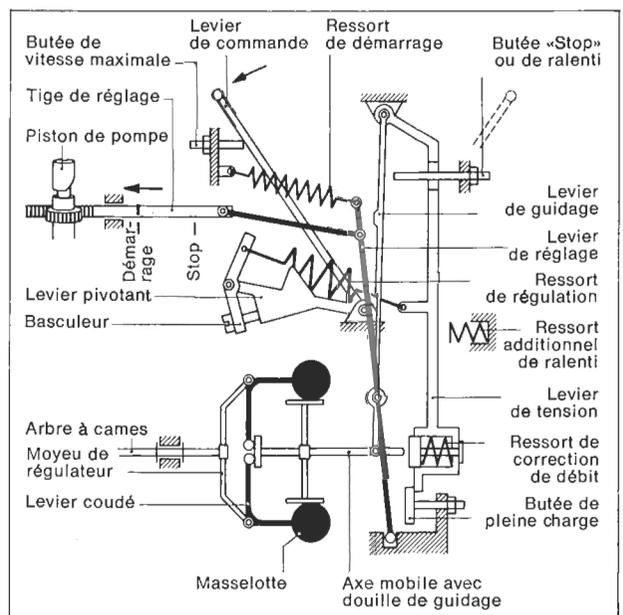
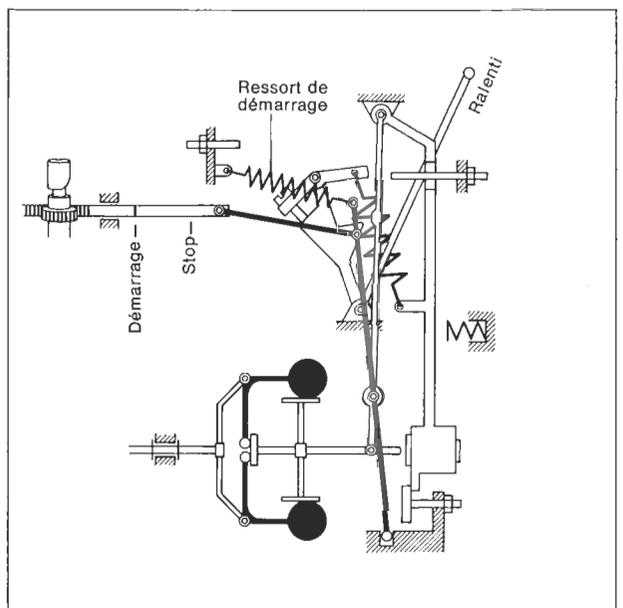


Fig. 59 Régulateur EP/RSV — position de démarrage.



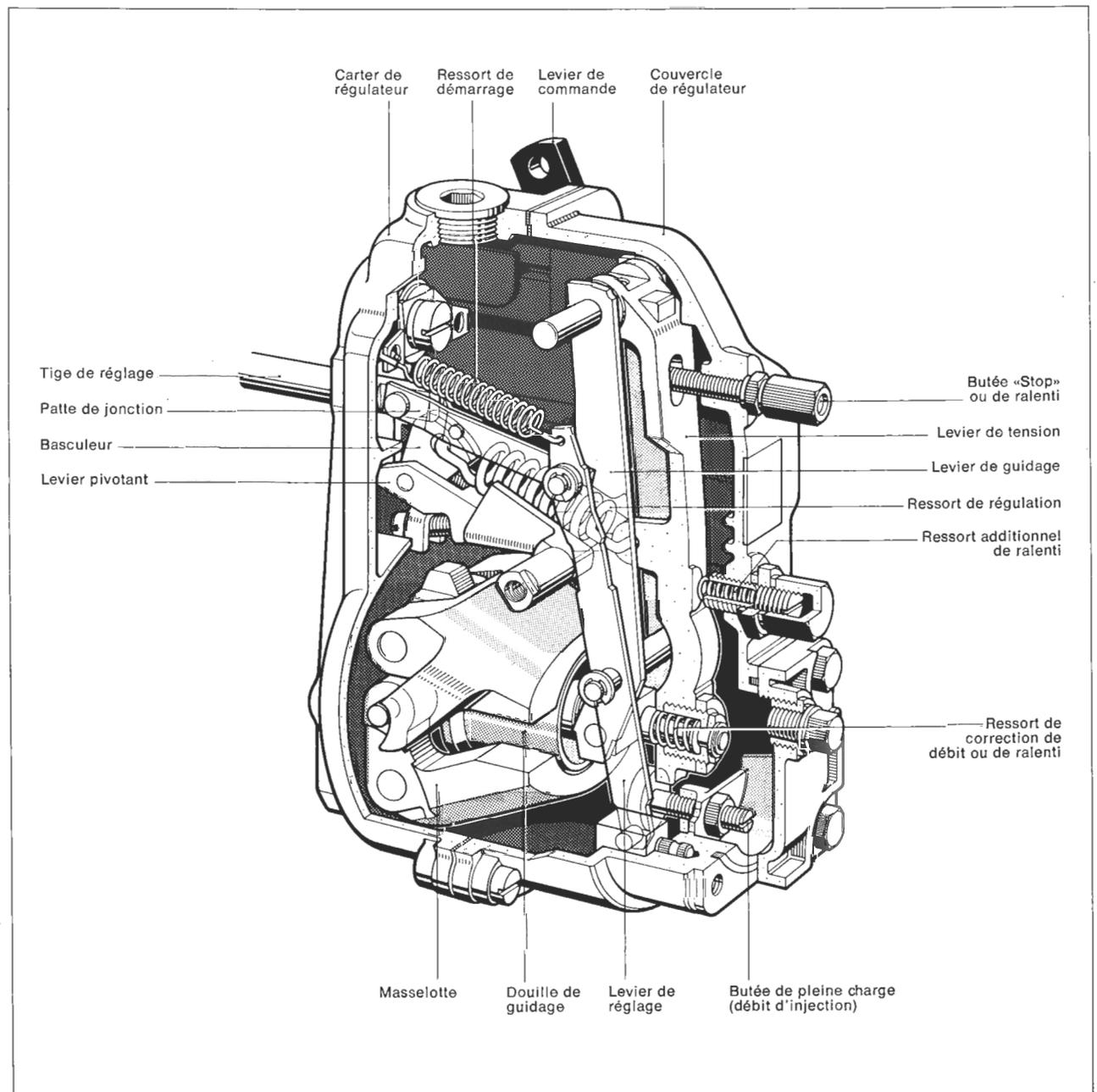
La butée de pleine charge et le correcteur de débit sont incorporés au régulateur. Monté dans le couvercle de régulateur, le ressort additionnel de ralenti, avec vis de réglage, sert à la stabilisation du ralenti. A l'aide de la vis de réglage du ressort de régulation, le statisme peut être modifié à l'intérieur de limites déterminées. Des masselottes plus légères sont nécessaires pour des gammes de vitesses plus élevées. Des ressorts plus souples permettent de choisir un statisme plus faible aux vitesses de rotation plus basses.

Comportement en service

Démarrage du moteur (fig. 59)

Le moteur étant à l'arrêt, la tige de réglage demeure à la position débit de surcharge au démarrage afin que le démarrage puisse s'effectuer à la position «ralenti» du levier de commande.

Fig. 60 Régulateur «toutes vitesses» EP/RSV.



Position de ralenti (fig. 62)

Le levier de commande repose contre la butée de ralenti. Le ressort de régulation est ainsi presque détendu et se trouve à peu près vertical. Il n'agit que très mollement, de sorte que, même aux vitesses réduites, les masselottes peuvent s'écarter. En conséquence, l'axe mobile se déplace vers la droite et entraîne le levier de guidage. Ce dernier fait pivoter le levier de réglage vers la droite, de sorte que la tige de réglage atteint, en direction «Stop», la position de ralenti. Le levier de tension s'applique sur le ressort additionnel de ralenti qui soutient la régulation de ralenti.

Régulation des vitesses inférieures (fig. 63)

Un déplacement relativement peu important du levier de commande au-delà de la position de ralenti suffit pour déplacer la tige de réglage de sa position initiale (point L, figure 61) à sa position de pleine charge (point B', figure 61). La pompe d'injection distribue le débit de pleine charge aux cylindres du moteur et la vitesse augmente (B'-B''). Dès que la force centrifuge vient à surpasser la tension du ressort de régulation déterminée par la position du levier de commande, les masselottes s'écartent et repoussent la douille de guidage, l'axe mobile, le levier de réglage et la tige de réglage sur un plus petit débit d'injection (point C du diagramme). La vitesse du moteur cesse de s'élever et, les conditions de fonctionnement ne variant pas, le régulateur la maintient stable.

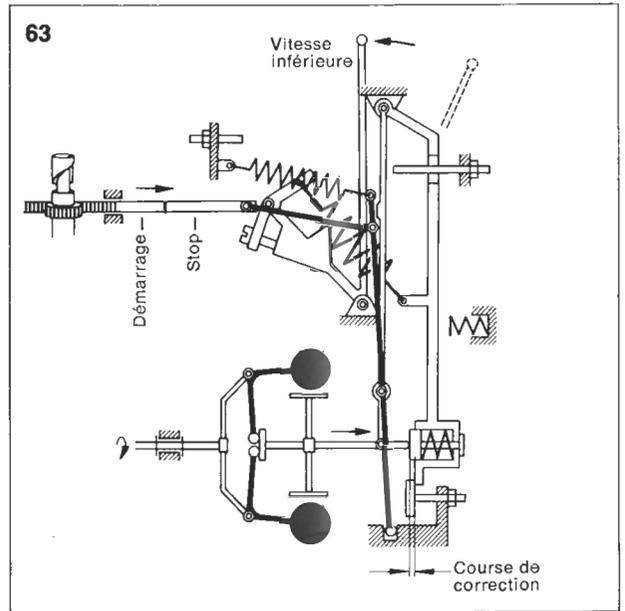
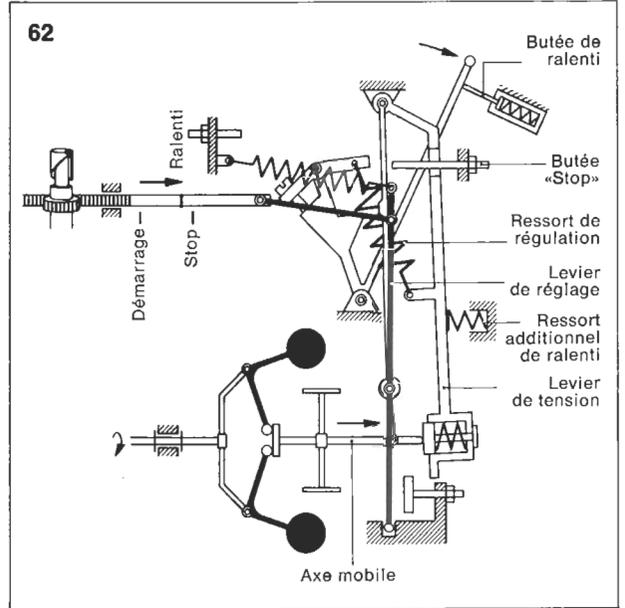
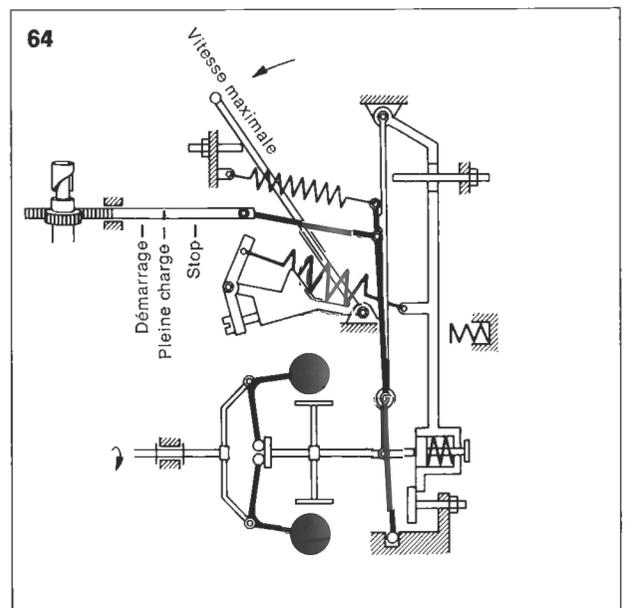
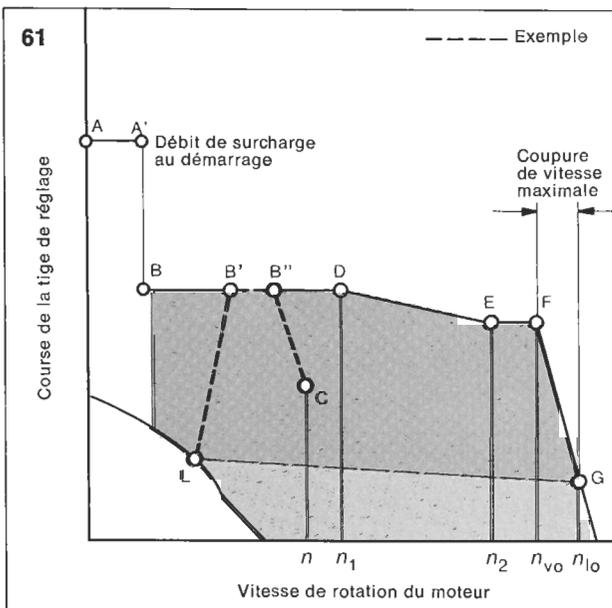


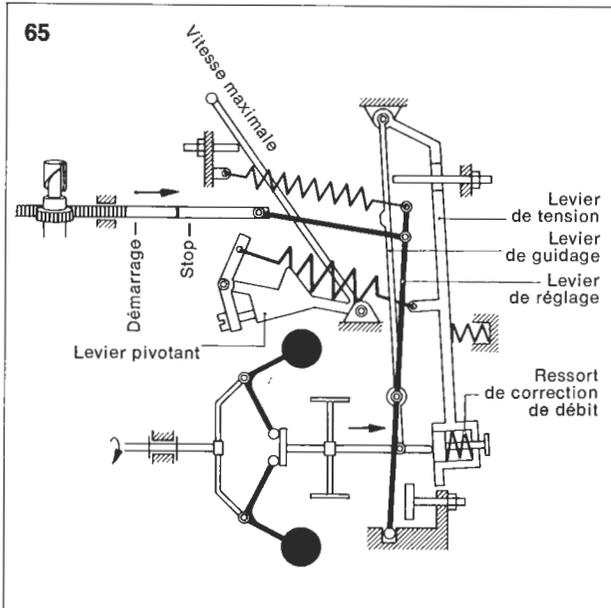
Fig. 61 Courbes caractéristiques du régulateur EP/RSV.

Fig. 62 Régulateur EP/RSV – position de ralenti.

Fig. 63 Régulateur EP/RSV – pleine charge à bas régime, début de la correction de débit.

Fig. 64 Régulateur EP/RSV – pleine charge à vitesse maximale – fin de la correction de débit, début de la coupure de vitesse maximale.





Régulation de vitesse maximale (fig. 64 et 65)

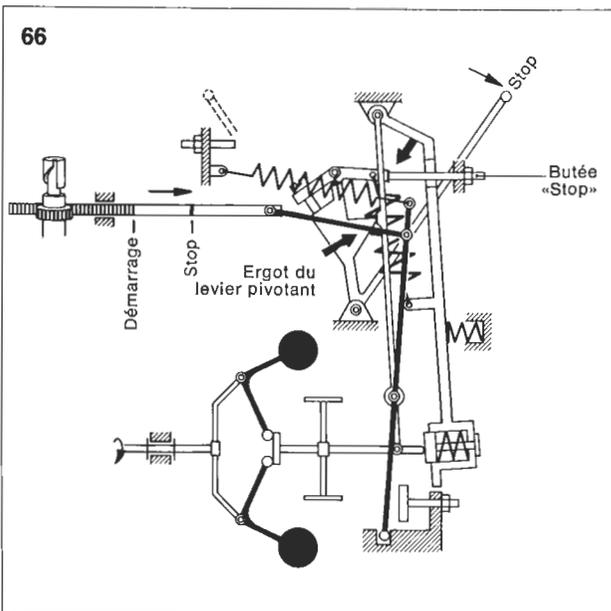
Lorsqu'on amène le levier de commande à la position de butée de vitesse maximale, le régulateur agit comme décrit auparavant. Toutefois, le levier pivotant tend complètement le ressort de régulation.

Il en résulte que celui-ci attire, avec une force accrue, le levier de tension à la butée de pleine charge et la tige de réglage sur «plein débit». Le moteur accélère et la force centrifuge augmente de manière continue.

Sur les régulateurs comportant un correcteur de débit, dès que le levier de tension atteint la butée de pleine charge, le ressort correcteur est, à vitesse croissante, comprimé en permanence (D-E sur le diagramme). Le levier de guidage, le levier de réglage et la tige de réglage se déplacent alors en rapport dans la direction «Stop» et «corrigent» le débit d'injection, c'est-à-dire le diminuent de la valeur correspondant à la course de correction.

Au moment où la vitesse maximale de pleine charge n_{v_0} est atteinte, la force centrifuge vainc la force de tension du ressort de régulation et le levier de tension dévie vers la droite. L'axe mobile avec le levier de guidage, et la tige de réglage solidaire du levier de réglage, se déplacent dans la direction «Stop» (F-G sur le diagramme) jusqu'à obtention d'un débit d'injection réduit en fonction du nouvel état de charge.

Lorsqu'il n'est plus soumis à aucune charge, le moteur atteint la vitesse maximale à vide n_{1_0} .



Mise à l'arrêt du moteur

a) A l'aide du levier de commande (fig. 66)

Les moteurs équipés d'un régulateur sans dispositif d'arrêt spécial sont mis à l'arrêt en amenant le levier de commande du régulateur à la position «Stop». Les ergots du levier pivotant (flèches obliques) poussent alors le levier de guidage. Celui-ci, en pivotant vers la droite, entraîne le levier de réglage et la tige de réglage dans la direction «Stop». Les ressorts de régulation déchargent l'axe mobile et les masselottes s'écartent.

b) A l'aide du levier d'arrêt (fig. 67)

Sur les régulateurs doté d'un dispositif d'arrêt spécial, la tige de réglage peut être amenée sur «Stop» en plaçant le levier d'arrêt sur la position «Stop».

Lorsqu'on pousse le levier d'arrêt dans la position «Stop», la branche supérieure du levier de réglage pivote vers la droite autour du centre de rotation C du levier de guidage. Par l'intermédiaire de la patte de jonction, la tige de réglage est alors tirée dans la direction «Stop». Le ressort de rappel, non représenté sur la figure, ramène le levier d'arrêt relâché à sa position initiale.

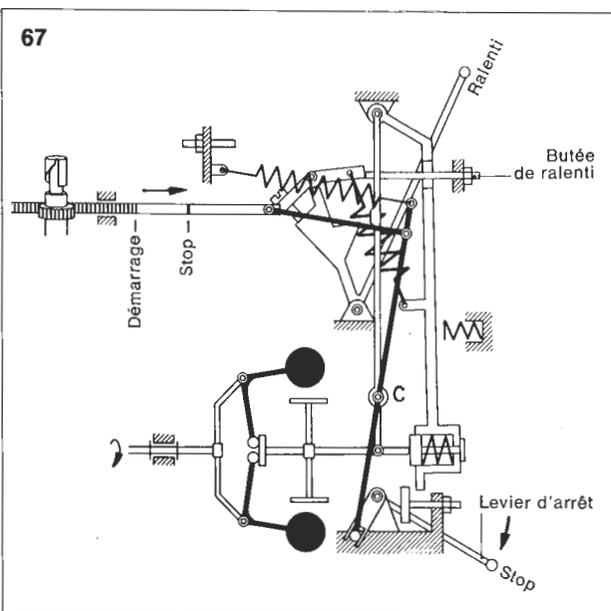


Fig. 65 Régulateur EP/RSV – charge à vide réglée par coupure de débit à partir de la pleine charge.

Fig. 66 Régulateur EP/RSV – mise à l'arrêt du moteur au moyen du levier de commande du régulateur.

Fig. 67 Régulateur EP/RSV – mise à l'arrêt du moteur au moyen du dispositif d'arrêt.

Régulateur «toutes vitesses» EP/RSUV

Le régulateur RSUV est utilisé pour le réglage des très basses vitesses de rotation, par exemple sur les moteurs marins tournant très lentement. Sa construction diffère principalement de celle du régulateur EP/RSV par l'engrenage multiplicateur monté entre l'arbre à cames d'entraînement de la pompe d'injection et le moyeu de régulateur. Le principe de fonctionnement est le même. Utilisation sur pompes d'injection des tailles P et Z.

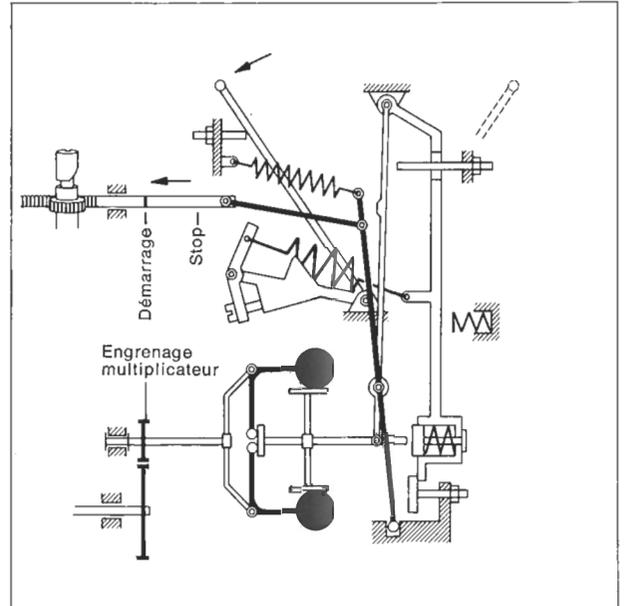
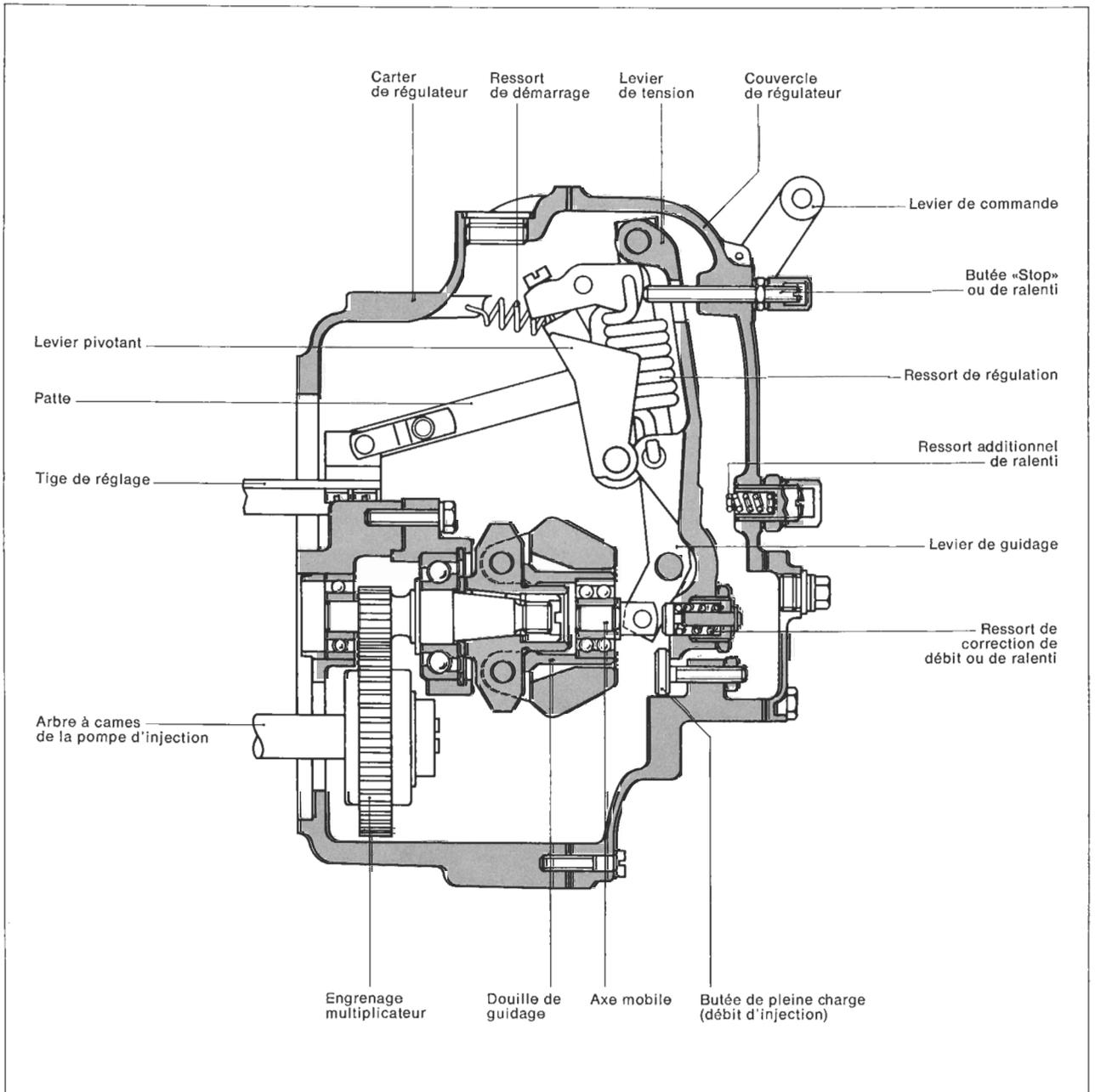


Fig. 68 Représentation schématique du régulateur «toutes vitesses» EP/RSUV - vitesse maximale.

Fig. 69 Régulateur «toutes vitesses» EP/RSUV.



Régulateur «mini-maxi» EP/RS

Construction

Dérivé du régulateur «toutes vitesses» EP/RSV, le régulateur «mini-maxi» EP/RS possède un levier de commande qui n'est soumis qu'à de faibles forces. Sur le régulateur EP/RSV, le levier de commande tend le ressort de régulation et sert ainsi au réglage de la vitesse de rotation. Par contre, sur le modèle actuel du régulateur EP/RS, le levier de commande est bloqué à la position de vitesse maximale par une butée réglable située sur le couvercle de régulateur. La détection d'une vitesse intermédiaire est également possible, par exemple sur les véhicules dotés d'un dispositif d'entraînement auxiliaire.

Le levier d'arrêt utilisé sur le régulateur EP/RSV (fig. 67) sert de levier de marche sur le régulateur EP/RS, le sens de manœuvre étant inversé.

La régulation de la vitesse de ralenti est assurée par un ressort de ralenti qui est monté dans la coupelle en plus du ressort de correction de débit. Ce ressort de ralenti amène la tige de réglage sur la position «débit de surcharge au démarrage» et sert à la régulation du régime de ralenti. La vis de butée de ralenti et le ressort auxiliaire de ralenti, qui équipent le régulateur EP/RSV, n'existent pas sur le régulateur EP/RS.

Comportement en service

Position de démarrage (fig. 73)

Amener le levier de marche sur la position «pleine charge». Le ressort de ralenti logé dans la coupelle pousse la tige de réglage sur la position de démarrage par l'intermédiaire de l'axe mobile, du levier de guidage, du levier de réglage et de la patte de jonction.

Fig. 70 Aspect du régulateur «mini-maxi» EP/RS.

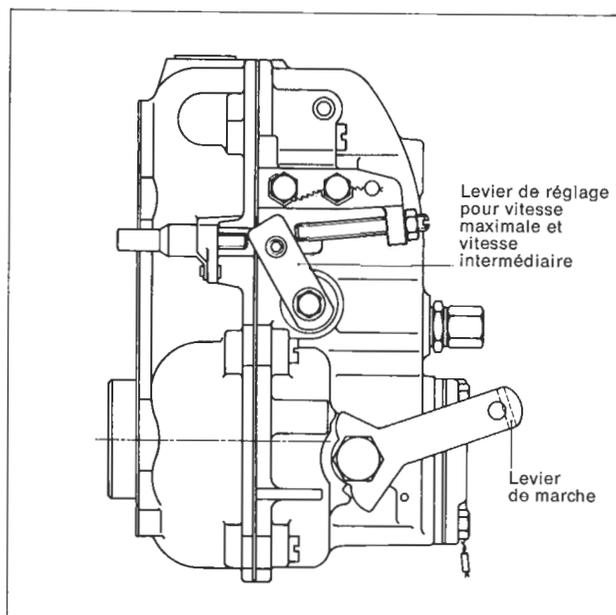


Fig. 72 Coupe du régulateur EP/RS.

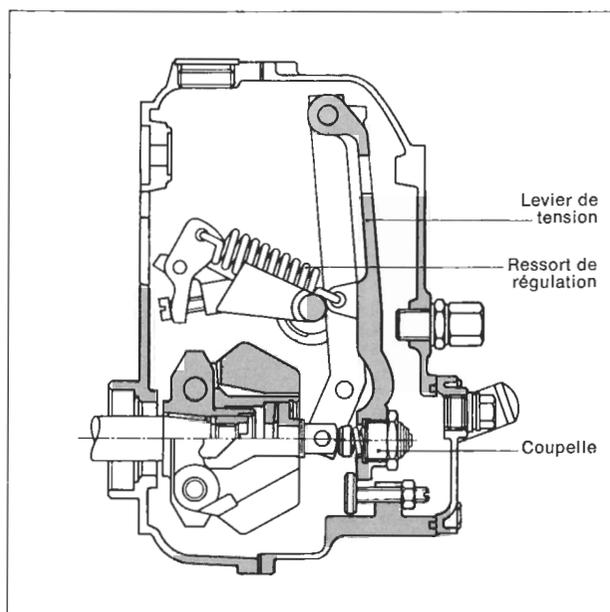


Fig. 71 Coupelle.

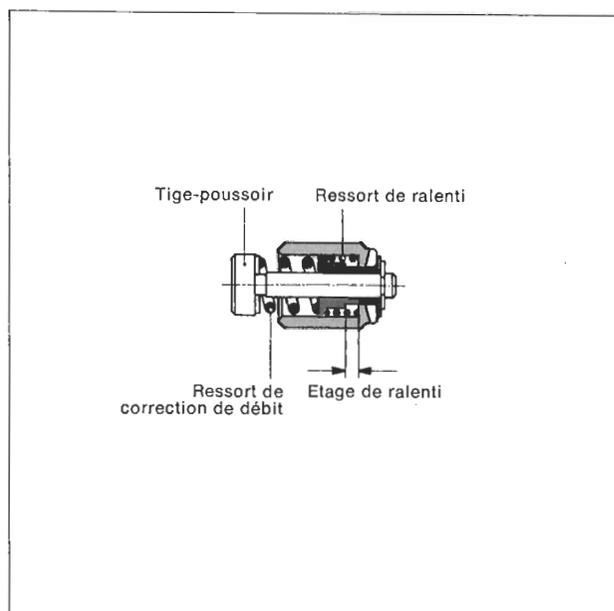
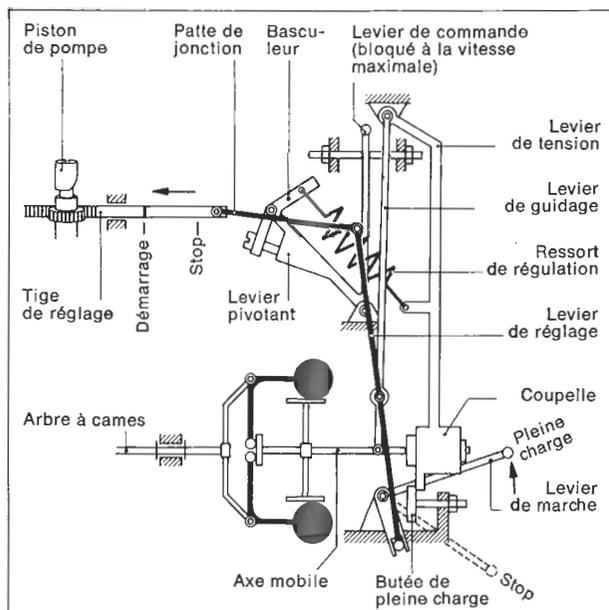


Fig. 73 Régulateur EP/RS – position de démarrage.



Position de ralenti (fig. 75)

Après le démarrage du moteur, le levier de marche est amené sur la position de ralenti. Le ressort de ralenti monté dans la coupelle agit sur l'axe mobile par l'intermédiaire de la tige-poussoir et règle ainsi le ralenti.

Charge du moteur

(entre la vitesse de ralenti et la vitesse maximale)

La plage B-E (fig. 74) n'est pas réglée. Ici, le conducteur règle le débit d'injection correspondant au couple moteur nécessaire en agissant sur la pédale de mar-

che. S'il désire rouler plus vite ou si une côte se présente, il doit «donner des gaz»; au contraire, il doit relâcher la pédale de marche lorsqu'il veut utiliser une puissance moindre. Sur la section C-D, entre les plages de vitesses n_1 et n_2 , une correction du débit d'injection se produit, car la force centrifuge agissant sur l'axe mobile surpasse la force du ressort correcteur monté dans la coupelle. Le ressort correcteur cède en fonction de la force centrifuge s'exerçant sur l'axe mobile et le levier de réglage imprime à la tige de réglage un déplacement dans la direction «Stop» correspondant à la course de correction.

Fig. 74 Courbes caractéristiques du régulateur EP/RS.

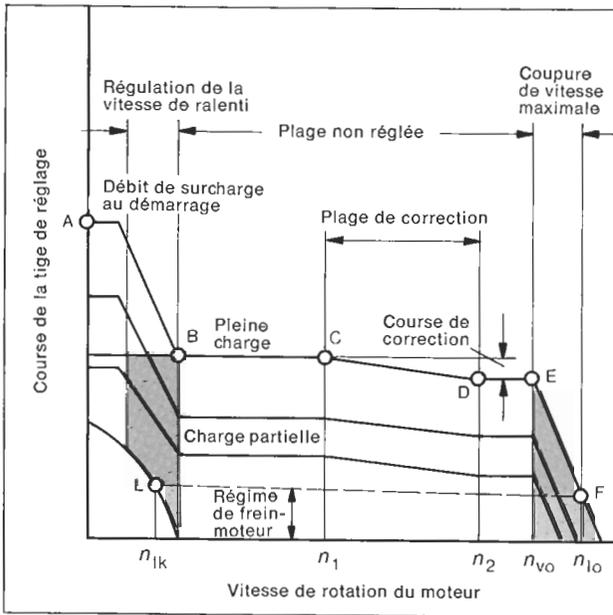


Fig. 75 Régulateur EP/RS – position de ralenti.

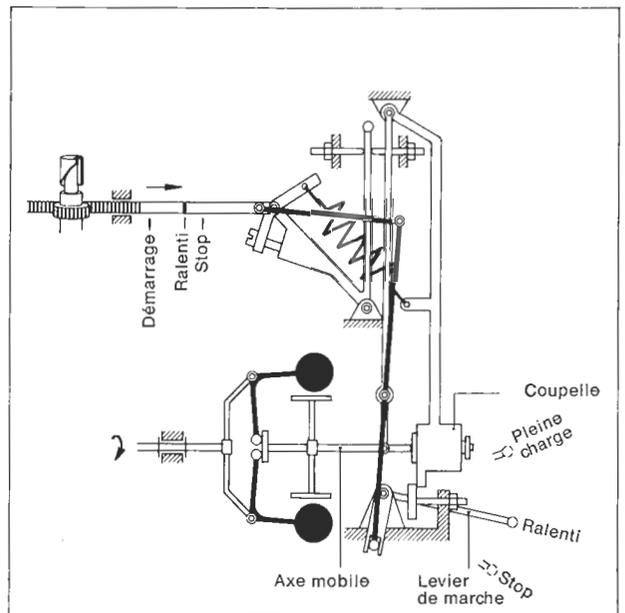
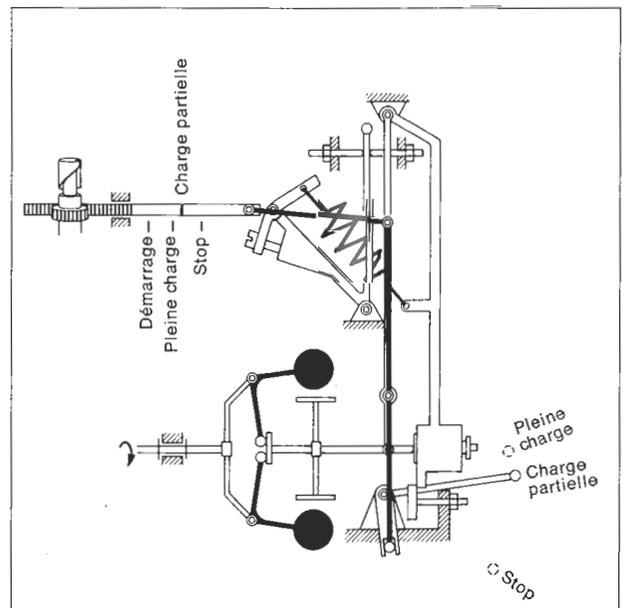


Fig. 76 Régulateur EP/RS – charge du moteur (charge partielle).



Régulation de vitesse maximale à pleine charge (fig. 77)

Le levier de marche se trouve sur la position «pleine charge», le moteur tourne à la vitesse maximale n_{v_0} . La force centrifuge surpasse alors la force antagoniste du ressort de régulation. Il s'ensuit que l'axe mobile et le levier de guidage se déplacent vers la droite. Le levier de réglage tire la tige de réglage dans la direction «Stop». Lorsqu'il n'est plus soumis à aucune charge, le moteur atteint la vitesse maximale à vide n_{1_0} (E-F sur la figure 74).

Mise à l'arrêt du moteur (fig. 78)

Amener le levier de marche sur la position «Stop». Le levier de réglage pivote autour du point d'articulation C et tire la tige de réglage sur «Stop». Les masselottes reviennent vers l'intérieur.

Fig. 77 Régulateur EP/RS – régulation de vitesse maximale à pleine charge, début de coupure de débit.

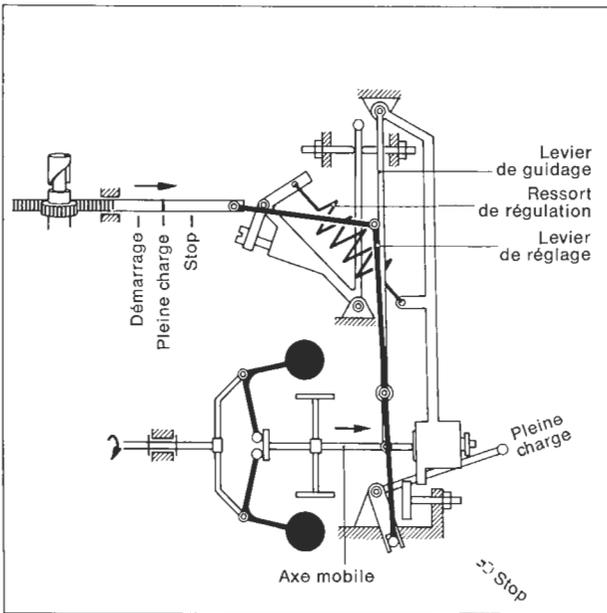
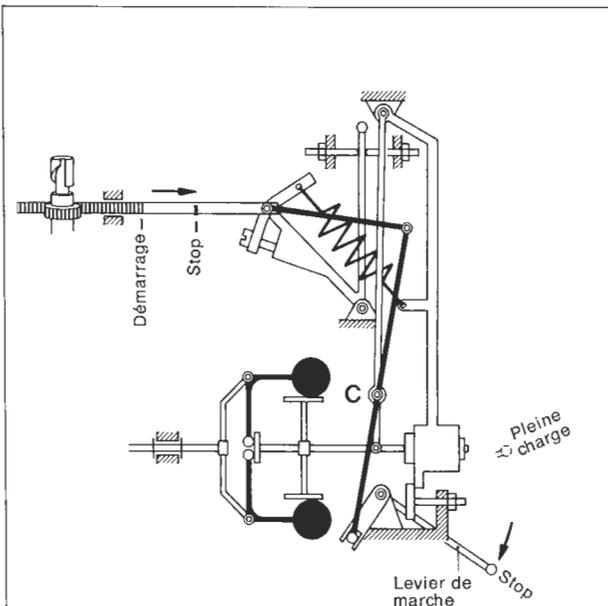


Fig. 78 Régulateur EP/RS – mise à l'arrêt (Stop).



Butées de levier de commande et de tige de réglage pour régulateurs mécaniques

Butées de levier de commande

Sur le couvercle de régulateur se trouvent une vis de butée «Stop» et une vis de butée de débit de pleine charge ou de vitesse maximale.

Sur demande, et suivant le type de régulateur (RQ ou RQV), on peut également prévoir une butée pour le ralenti inférieur ou pour une vitesse intermédiaire et un débit d'injection inférieur au débit de pleine charge.

Fig. 79 Vis de butée du levier de commande.

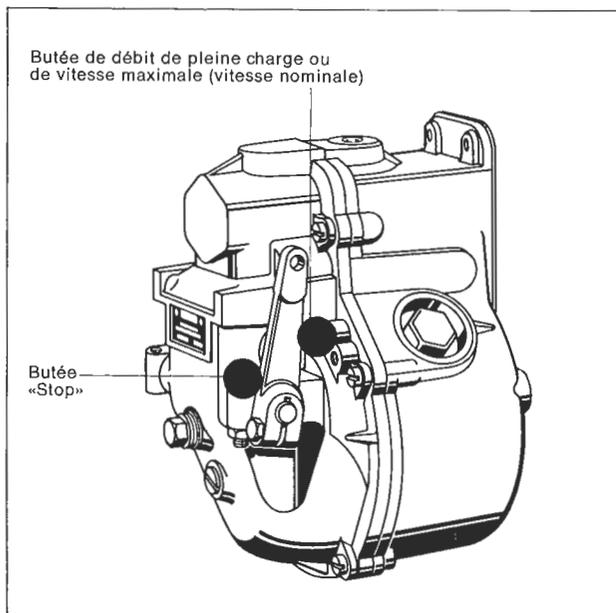
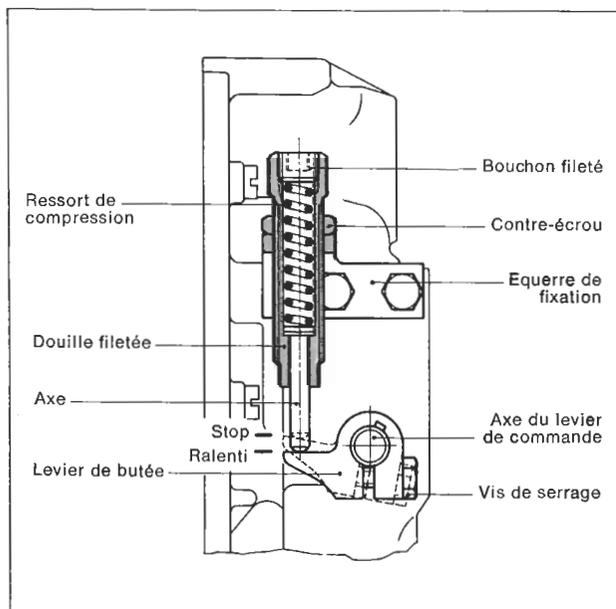


Fig. 80 Butée élastique de la tige de réglage (RQ et RQV).



Butée élastique de ralenti

La butée élastique de ralenti (voir coupe) se compose d'une douille pourvue d'un filetage et d'où émerge un axe taré par un ressort.

Le débit d'injection de ralenti est obtenu lorsque le levier de butée s'appuie sur l'axe élastique. Pour arrêter le moteur, il faut amener le levier de commande du régulateur sur la position «Stop», en s'opposant à la résistance du ressort antagoniste, et l'y maintenir jusqu'à l'arrêt complet.

Butée de réduction de débit ou de vitesse intermédiaire

Cette butée sert de point de réglage fixe pour un débit d'injection inférieur au débit de pleine charge ou pour une vitesse intermédiaire (suivant le type de régulateur). Elle est montée sur le couvercle de régulateur et agit en association avec un levier court, réglable, qui est fixé sur l'axe du levier de commande.

Fig. 81 Butée de réduction de débit ou de vitesse intermédiaire (aspect extérieur).

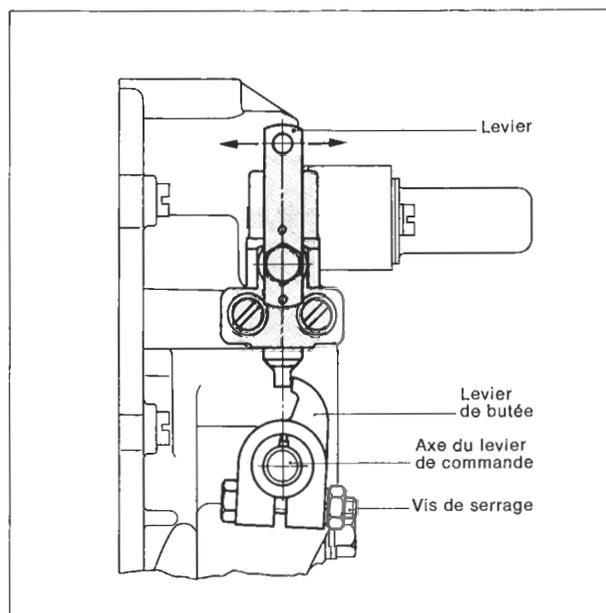
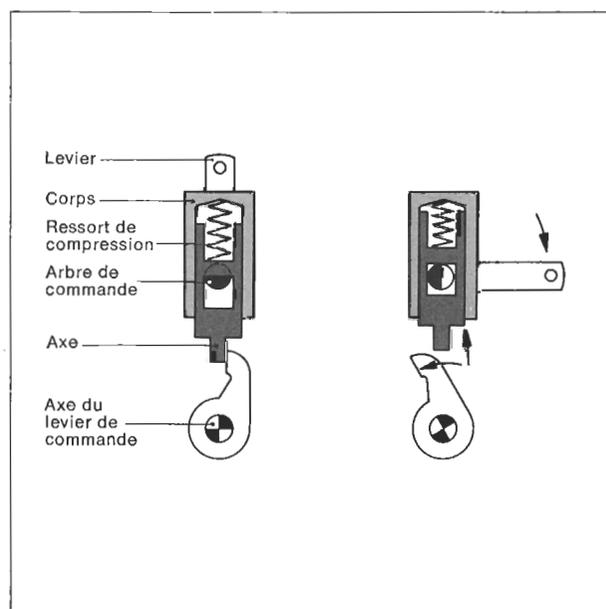


Fig. 82 Butée de réduction de débit - principe de fonctionnement.



Sur la coupe schématique, on reconnaît l'axe taré par un ressort et qui peut être déplacé dans le corps par un arbre présentant une fraisure. Dans l'une des positions extrêmes, le levier bute contre l'axe, ce qui limite la course du levier de commande.

Dans l'autre position extrême, l'axe libère le levier de commande qui peut alors atteindre sa position finale.

Butées de tige de réglage

Outre les butées de «Stop», de débit de pleine charge ou de vitesse maximale qui sont prévues sur chaque régulateur pour le levier de commande, une butée spéciale est nécessaire pour limiter la course de la tige de réglage au débit de pleine charge et au débit

de surcharge au démarrage. Suivant leur fonction et leur application, il existe différents types de butées de tige de réglage: butées rigides ou élastiques, butées pour débit de pleine charge avec déverrouillage mécanique ou électromagnétique du débit de surcharge au démarrage, modèles avec correcteur de débit incorporé. Des butées de pleine charge ont été également conçues pour assurer des corrections bien déterminées. Certaines butées de pleine charge peuvent être fixées sur la pompe d'injection, d'autres sur le régulateur. Nous étudierons ci-après quelques types de butées à adapter au régulateur.

Butée rigide de débit de surcharge au démarrage

La butée rigide de débit de surcharge au démarrage est surtout utilisée sur les régulateurs RQ pour basses vitesses de ralenti. Lorsque le moteur est lancé, le régulateur coupe le débit de surcharge au démarrage pour éviter les émissions polluantes (fumées).

Butée élastique de surcharge au démarrage de la tige de réglage sur régulateur RQ

Au démarrage, lorsqu'on enfonce complètement la pédale d'accélérateur, l'axe de butée comprime le ressort et atteint la position de débit de surcharge au démarrage réglée. Le ressort incorporé à la butée s'oppose à l'action du ressort de ralenti et précipite le recul de la tige de réglage hors de la position de démarrage. Ainsi, lorsqu'on accélère brusquement (reprises) à partir de la position de ralenti, une suralimentation partielle de démarrage est évitée.

Fig. 83 Butée rigide de la tige de réglage sur régulateur RQ pour la limitation du débit de surcharge au démarrage.

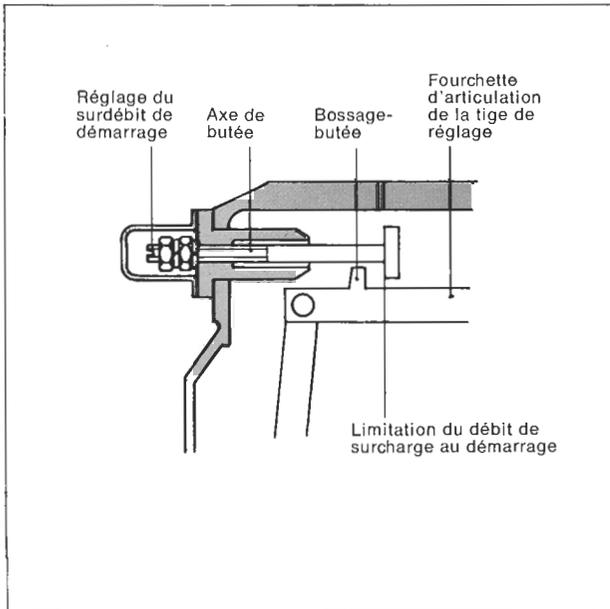
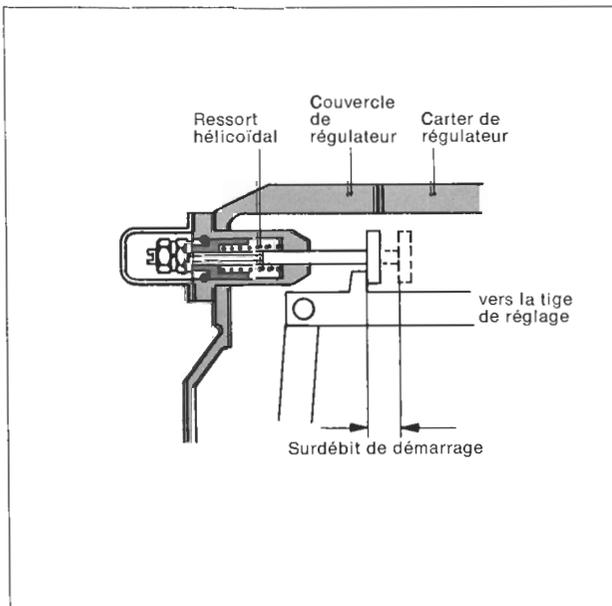


Fig. 84 Butée élastique de la tige de réglage sur régulateur RQ pour la limitation du débit de surcharge au démarrage.



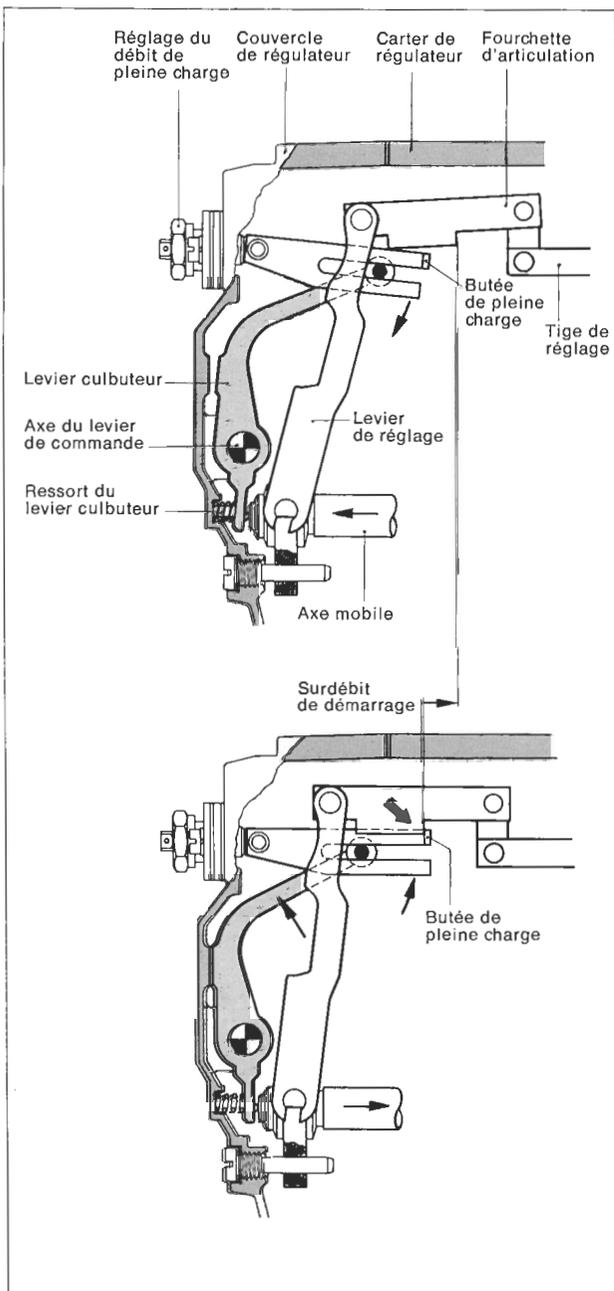
Butée automatique de pleine charge de la tige de réglage

A l'arrêt du moteur, les ressorts de régulation des masselottes compriment le ressort du levier culbuteur par l'intermédiaire de l'axe mobile, et le levier culbuteur pousse vers le bas la patte de butée portant le bossage-butée de pleine charge (flèche).

Au démarrage du moteur, la tige de réglage peut donc se déplacer jusqu'à la position de démarrage quand on enfonce complètement la pédale d'accélérateur (fig. 85, en haut).

Après le démarrage du moteur, l'axe mobile s'éloigne du levier culbuteur sous l'influence de la force centrifuge. De même, la tige de réglage passe du débit de surcharge au démarrage sur un débit plus faible. Il s'ensuit que le ressort du levier culbuteur pousse vers le haut le bras le plus long de ce levier et que le bossage de la patte de butée, en venant s'appuyer contre la pièce de butée de la fourchette d'articulation, limite alors à nouveau la course de la tige de réglage sur «débit de pleine charge» (fig. 85, en bas).

Fig. 85 Butée automatique de pleine charge de la tige de réglage sur régulateur RQ. En haut: libération du débit de surcharge au démarrage; en bas: débit de pleine charge.



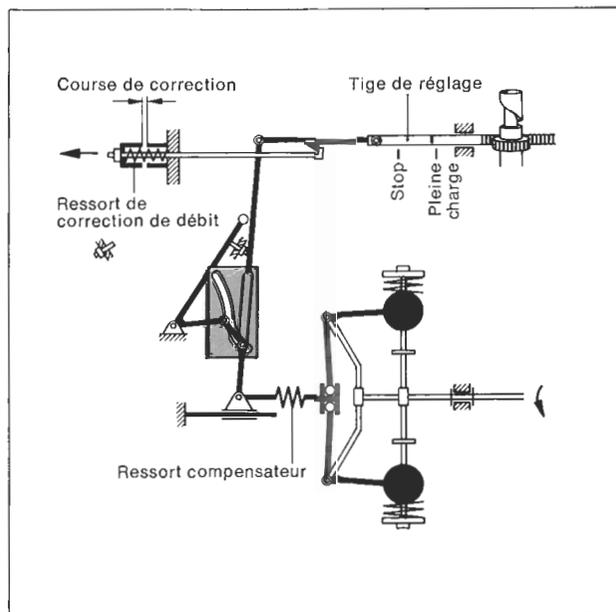
Butée de la tige de réglage avec correcteur de débit monté à l'extérieur (pour régulateur RQV)

La butée de tige de réglage avec levier de traction pour suralimentation au démarrage et avec correction de débit est utilisée sur les régulateurs RQV. Pour limiter la course de la tige de réglage sur «débit de pleine charge», la vis de réglage s'appuie sur la périphérie de l'axe de blocage. Lorsqu'on tire sur le levier de traction, l'axe de blocage tourne de 90°. La tige de réglage peut alors effectuer une course correspondant à la cote du fraisage de l'axe de blocage et atteindre la position de démarrage (libération du surdébit de démarrage).

Une correction de débit est obtenue par l'action commune du ressort compensateur du régulateur et du ressort de correction, ces deux ressorts devant être exactement adaptés l'un à l'autre (fig. 86).

Lorsqu'on sélectionne une vitesse plus élevée à l'aide du levier de commande, le ressort compensateur se tend pendant la durée de l'accélération, tandis que le ressort de correction, qui est lui-même comprimé, détermine une course plus grande de la tige

Fig. 86 Représentation schématique de la butée de la tige de réglage avec correction de débit (RQV) - la force du ressort de correction de débit surpasse la force du ressort compensateur.

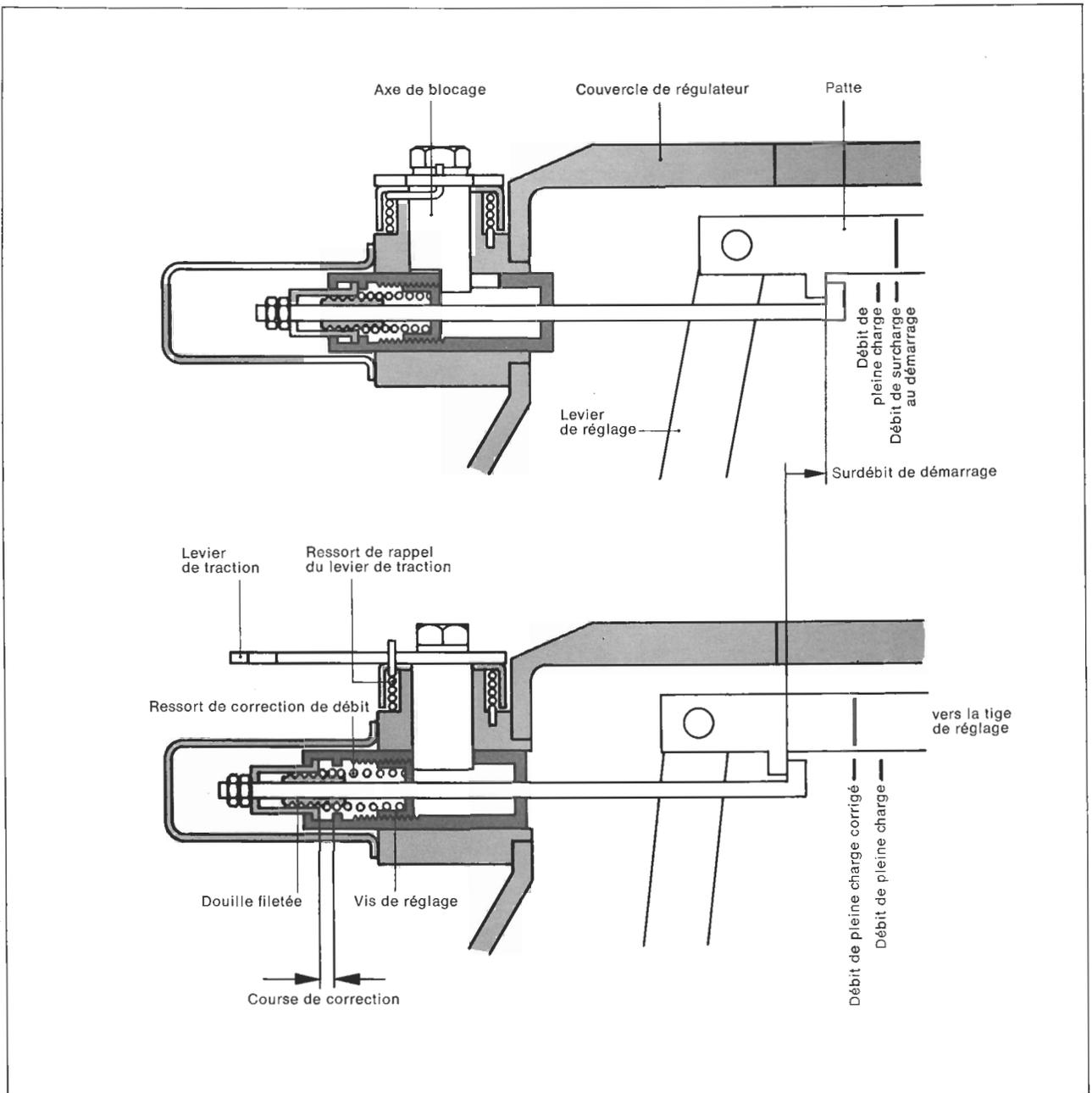


de réglage. Lorsque la vitesse augmente, les masselottes s'écartent et le ressort compensateur se détend. La force du ressort de correction alors prépondérante déplace la tige de réglage dans le sens d'une diminution du débit d'injection.

Réglage de la correction de débit

Le débit de la correction de débit (vitesse de rotation n_1) peut être réglé par modification de la tension initiale du ressort de correction en agissant sur la vis de réglage. On peut également modifier la courbe de correction en faisant varier la raideur du ressort. A cet effet, on tourne la douille filetée, sur laquelle le ressort est vissé, sur une longueur d'un ou de plusieurs filets. La course de correction est réglable au moyen de rondelles de diverses épaisseurs.

Fig. 87 Butée de la tige de réglage sur régulateur RQV avec levier de traction pour surdébit de démarrage et avec correction de débit. En haut: position débit de surcharge au démarrage; en bas: position débit de pleine charge avec correction de débit.



Butée de la tige de réglage avec correcteur de débit incorporé (pour régulateur RQV)

Lorsque les conditions de montage ne permettent pas d'utiliser, en raison de l'encombrement, une butée de tige de réglage avec correcteur de débit extérieur pour régulateur RQV, on dispose de la butée de tige de réglage avec correcteur de débit incorporé. La cote de dépassement de cette butée n'atteint même pas le quart de la longueur de montage de la butée avec correcteur de débit extérieur.

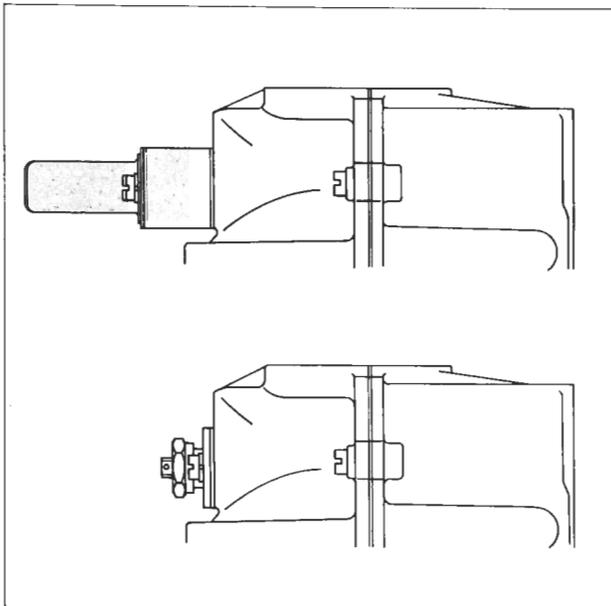
A l'accélération du moteur, le levier de réglage, par l'intermédiaire de la patte, déplace la tige de réglage dans la direction «pleine charge» (fig. 89). Le ressort compensateur se tend alors dans l'axe mobile, l'axe de butée s'appuie sur la butée de pleine charge et le ressort de correction est comprimé par le basculeur (début de la correction de débit). Lorsque le régime augmente, les masselottes s'écartent et le ressort compensateur se détend à nouveau. A partir d'une vitesse de rotation déterminée, la force du ressort de correction surpasse la force du ressort compensateur, et le ressort de correction se détend. Le basculeur pivote alors et l'axe de butée, qui s'appuie sur la butée de pleine charge, déplace la tige de réglage en direction «Stop» jusqu'à la fin de la course de correction. Le basculeur se trouve alors contre sa butée supérieure (fin de la correction de débit).

Limiteur de richesse (LDA)

Le débit de pleine charge des moteurs suralimentés est adapté à la pression de suralimentation. Mais, dans la gamme inférieure de vitesses de rotation, la pression de suralimentation est plus faible et, par suite, le poids de la charge d'air dans les cylindres est également moindre. C'est pourquoi il est nécessaire d'adapter dans le même rapport le débit de pleine charge au poids d'air réduit. Dans ce but, on utilise le limiteur de richesse (en abrégé LDA) qui, à partir d'une certaine pression d'alimentation (réglable), réduit le débit d'injection de pleine charge aux bas régimes.

Il existe des limiteurs de richesse prévus pour être montés sur la pompe d'injection et d'autres pouvant être adaptés au régulateur. Le modèle décrit ci-après est à monter sur le régulateur RSV.

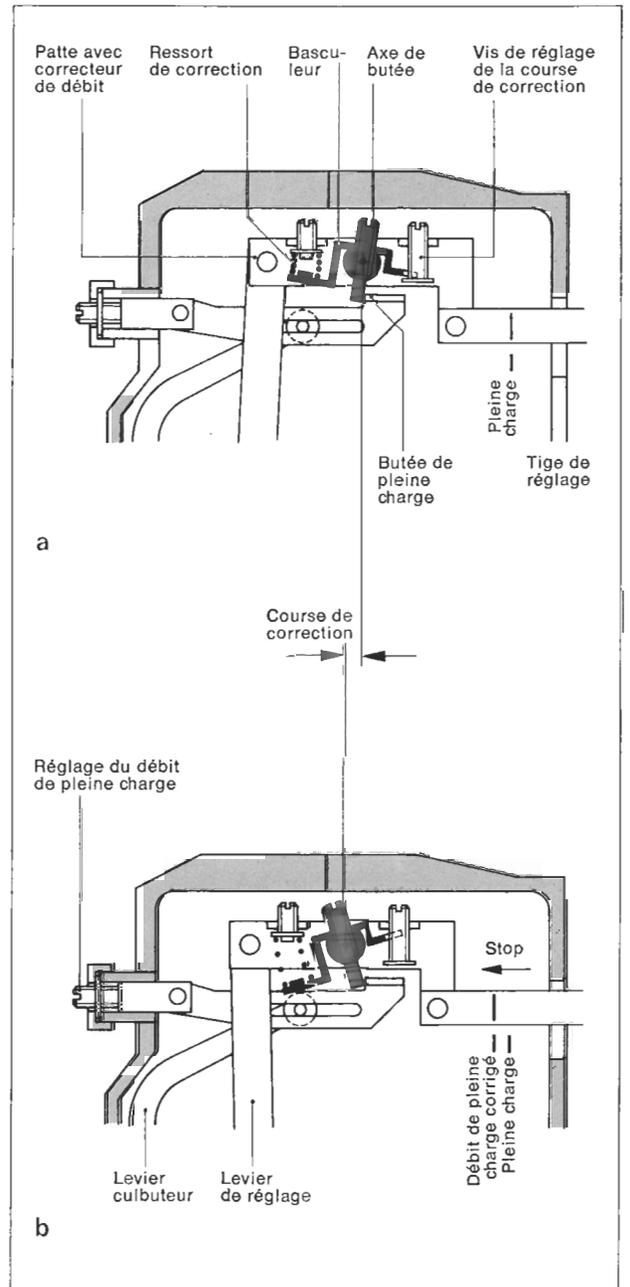
Fig. 88 Vue partielle du régulateur RQV avec correcteur de débit accolé (en haut), ou incorporé (en bas).



Le principe de construction est le même pour tous les modèles de limiteurs de richesse (fig. 90). Une membrane étanche à l'air est tendue entre le carter à visser sur le régulateur et un couvercle approprié. Le couvercle comporte un raccord pour la pression de suralimentation. Un ressort de compression agit sur la face inférieure de la membrane. Du côté opposé, ce ressort s'appuie sur une douille de guidage vissée dans un taraudage du carter. La tension initiale du ressort peut ainsi être réglée entre certaines limites.

Un axe fileté est vissé sur la membrane avec interposition d'une rondelle cuvette et d'une rondelle de guidage. L'extrémité de l'axe, qui émerge sous le carter, porte une vis munie d'un contre-écrou. La tête de la vis, dont l'écartement à la surface d'appui du carter est réglé à une cote déterminée, transmet à la tige de réglage, par l'intermédiaire d'un levier coudé, les déplacements de l'axe fileté. La cote d'écartement est pré-réglée. Après le montage du limiteur de richesse, des corrections peuvent être apportées en agissant sur la vis sans tête.

Fig. 89 Régulateur RQV avec correcteur de débit incorporé. a) début de correction; b) fin de correction.



Lorsque la membrane est soumise à la pression de suralimentation, l'axe fileté se déplace en comprimant le ressort de compression. La course maximale de l'axe fileté correspond à la pression de suralimentation maximale. Par l'intermédiaire du levier coudé, qui pivote sur un axe à l'intérieur du carter du régulateur, et de la patte de jonction, l'axe fileté agit sur la tige de réglage de la pompe d'injection. Lorsque la pression de suralimentation diminue, la tige de réglage est déplacée dans la direction «Stop».

Afin que la tige de réglage puisse être amenée sur le débit de surcharge lors du démarrage du moteur, le levier coudé peut être désolidarisé de la patte par déplacement latéral de l'axe de commande. Cette manœuvre peut être commandée à la main par un câble ou par une tringlerie. Il existe également des

modèles de régulateurs sur lesquels cette commande peut s'effectuer électromagnétiquement, l'électro-aimant n'intervenant que pendant la phase de démarrage.

Correcteur altimétrique (ADA)

Dans les régions et pays où la circulation routière se déroule dans un relief présentant de grandes variations d'altitude, la quantité de combustible injectée doit être adaptée, à partir d'une certaine altitude, aux conditions de charge d'air des cylindres déficitaires. Ce rôle est rempli par le correcteur altimétrique ADA (fig. 93).

Le correcteur altimétrique est utilisé sur les régulateurs mécaniques RQ ou RQV; il est monté sur le couvercle du régulateur.

Fig. 90 Coupe du limiteur de richesse.

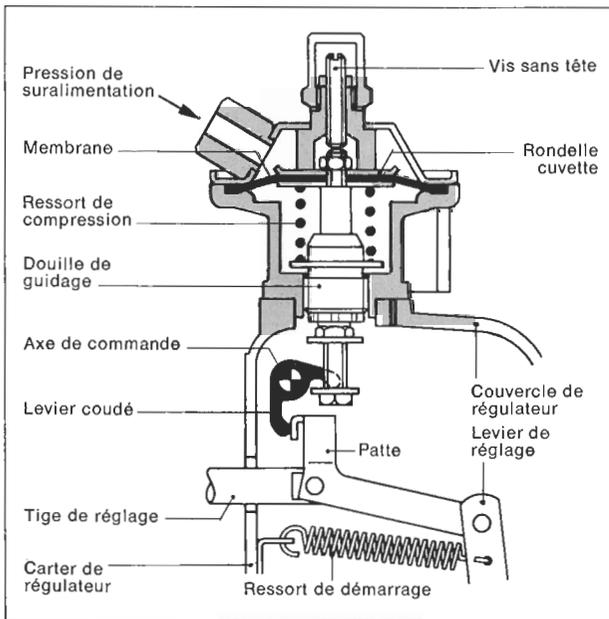


Fig. 91 Action du limiteur de richesse sur la course de la tige de réglage.

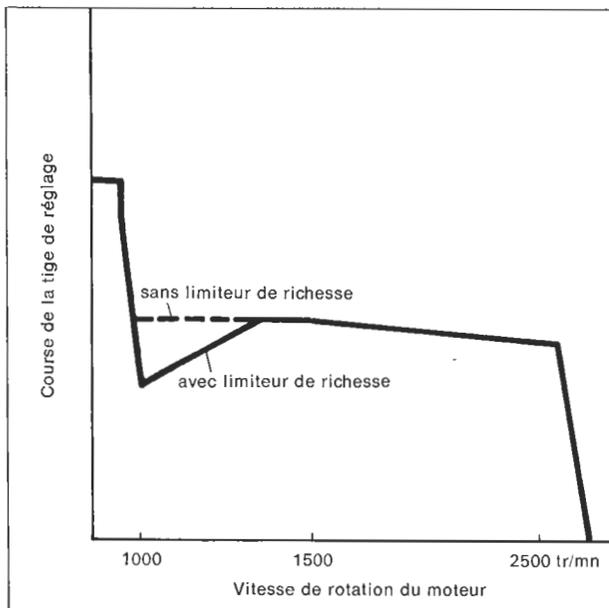


Fig. 92 Limiteur de richesse - à gauche: position de service; à droite: au démarrage, position de la patte par rapport au levier coudé.

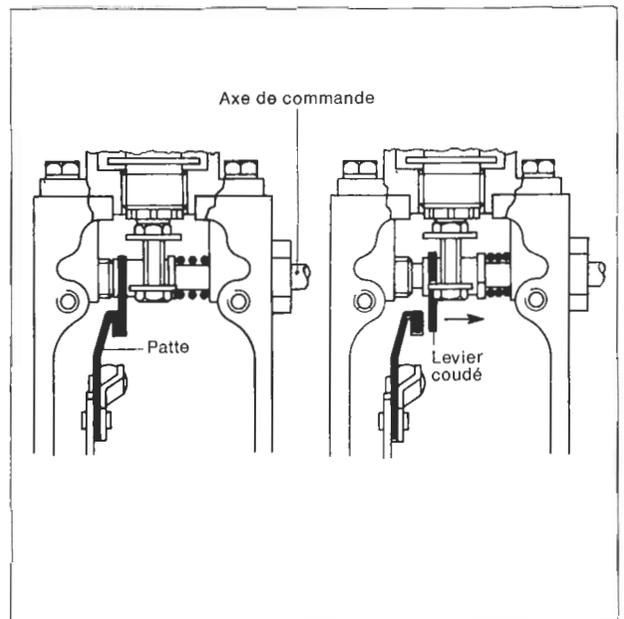
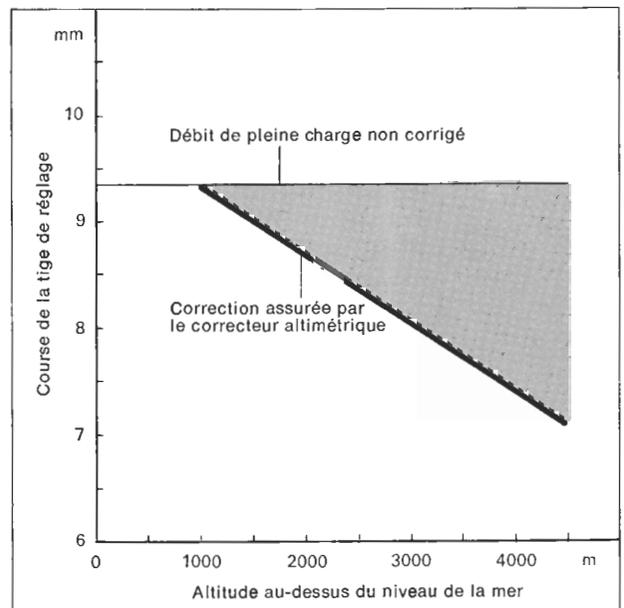


Fig. 93 Exemple de correction de la course de réglage par le correcteur altimétrique.

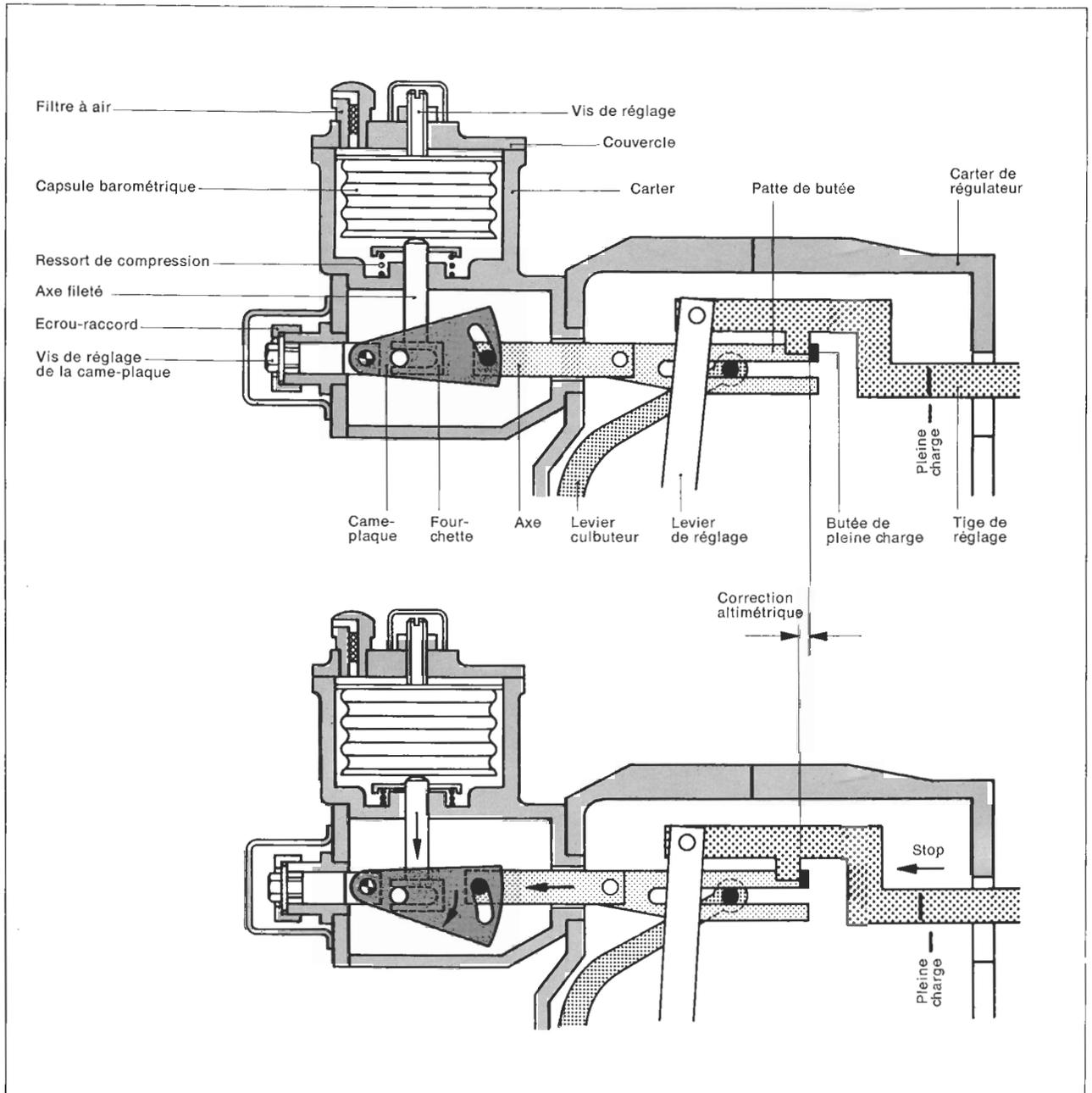


Le correcteur altimétrique (ADA) se compose d'une capsule barométrique montée verticalement dans un boîtier et pouvant être réglée à une altitude déterminée au moyen d'une vis de réglage et d'un axe fileté taré par un ressort antagoniste. Dans la zone fonctionnelle de la capsule barométrique, un allongement de la capsule se produit lorsque la pression atmosphérique diminue. L'axe fileté, taré par un ressort et logé sous la capsule barométrique, ainsi que la fourchette qui y est vissée, transmettent les variations de la longueur de la capsule à la came-plaque

pivotante. La came-plaque agit sur l'axe solidaire de la patte de butée.

Lorsque la capsule barométrique se dilate, la came-plaque pivote vers le bas. L'axe relié à la patte de butée tire la tige de réglage dans la direction «Stop» et le débit d'injection diminue. Lorsque la capsule barométrique se rétracte, le débit d'injection augmente. La came-plaque peut être déplacée dans le sens horizontal au moyen d'une vis, afin de permettre le réglage du débit de pleine charge.

Fig. 94 Correcteur altimétrique. En haut: position normale; en bas: position de service par faible pression atmosphérique.



Dispositif électrique de réglage de la vitesse de rotation

Utilisation

Les dispositifs électriques de réglage de la vitesse de rotation sont utilisés pour le réglage à distance de la vitesse des moteurs de groupes stationnaires.

Ils sont montés sur le régulateur de la pompe d'injection; suivant le type de régulateur, diverses pièces de montage sont nécessaires.

Construction

Le dispositif électrique de réglage de la vitesse de rotation se compose d'une plaque de base groupant les éléments suivants: un moteur à réductance de 24 V relié par un accouplement à une broche filetée pouvant déplacer dans un sens ou dans l'autre, suivant le sens de rotation du moteur, un écrou taraudé

guidé dans des rails de translation. Le levier de commande du régulateur est solidaire de l'écrou taraudé; il est actionné soit par un ressort de torsion monté sur son axe (régulateur RQV et RQUV), soit par un ressort de traction accroché au levier. Sur les régulateurs RQV et RQUV, le ressort pousse le levier de commande dans la direction «pleine charge», dans la direction «Stop» sur les régulateurs RSV et RSUV. Le moteur et la broche de réglage sont reliés par un accouplement débrayable, doté d'un dispositif de protection contre les surcharges. Après le débrayage de l'embrayage du moteur, on peut faire tourner la broche à l'aide de la roue de manœuvre.

Dans les deux sens de réglage, la course de réglage est limitée par un contacteur de fin de course.

Pour arrêter le moteur Diesel, on amène le levier de commande du régulateur sur la position «Stop». La butée «Stop» et la butée de pleine charge sont réglées sur le couvercle de régulateur. Il existe deux modèles: un pour montage à gauche, l'autre pour montage à droite (voir figure).

Fig. 95 Dispositif électrique de réglage de la vitesse de rotation - modèle pour montage à gauche.

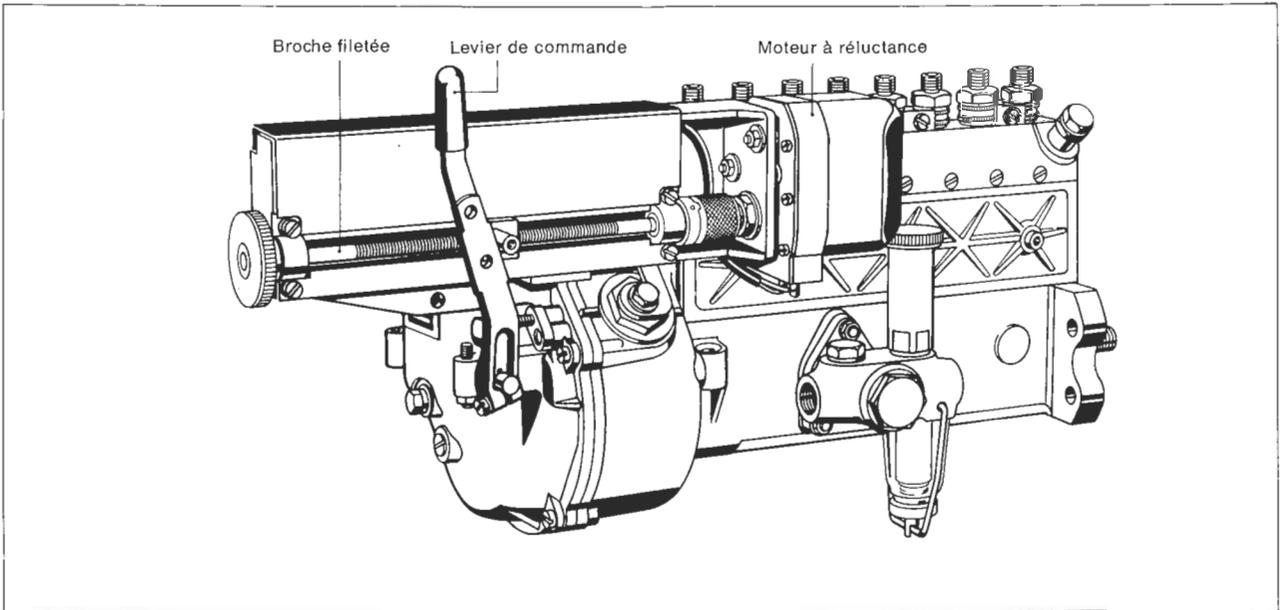


Fig. 96 Dispositif de réglage de la vitesse de rotation pour le régulateur RQV.

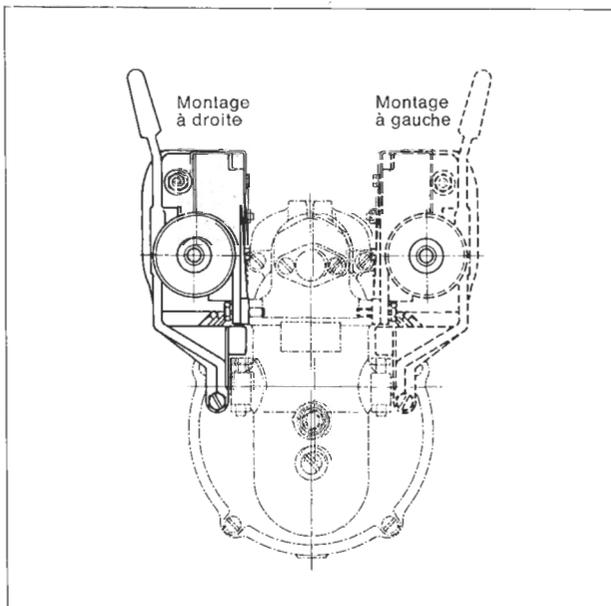
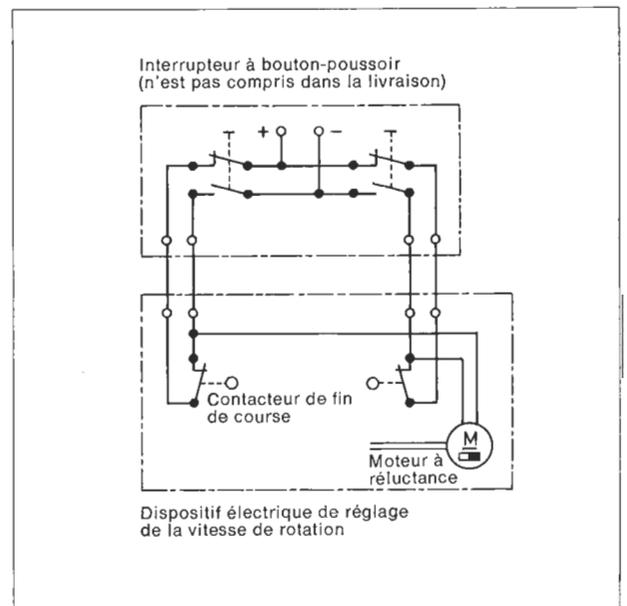


Fig. 97 Schéma d'un dispositif de réglage de la vitesse de rotation.



Régulateur pneumatique

Régulateur «toutes vitesses» EP/M . .

Principe de fonctionnement

Le régulateur pneumatique comprend deux composants principaux :

- la tubulure à papillon fixée sur le collecteur d'admission du moteur, côté admission ;
- l'ensemble membrane monté sur la pompe d'injection.

L'air aspiré par le moteur à travers le filtre à air passe par l'orifice venturi de la tubulure à papillon. A l'endroit le plus étroit se trouvent un papillon de réglage et le raccord de la conduite de dépression allant au bloc de membrane. Le papillon de réglage est relié à la pédale d'accélérateur par le levier de commande et la tringlerie.

La dépression nécessaire à la régulation automatique (à pleine charge, 400 mm colonne d'eau) se règle, en fonction de la position du papillon, à faible, moyenne ou grande vitesse de rotation. Le diamètre du venturi doit être choisi de manière que, le papillon étant complètement ouvert, la vitesse maximale de pleine charge prescrite soit facilement atteinte. Une vis de butée permet de régler avec précision la vitesse maximale de pleine charge (limitation de l'ouverture de papillon).

Le régulateur pneumatique est principalement utilisé sur les voitures de tourisme et les tracteurs agricoles. Le tube venturi additionnel, qui se trouve à l'emplacement de prélèvement de la dépression, est prévu pour empêcher l'emballement du moteur en cas de marche arrière (inversion du sens de rotation) et pour arrêter le moteur.

Une membrane reliée par une articulation à la tige de réglage de la pompe d'injection divise l'ensemble membrane en deux chambres (fig. 99) :

- la chambre à dépression, qui est reliée à la tubulure à papillon par un tuyau souple ou rigide et dans laquelle le ressort de régulation tend à déplacer la membrane — et donc la tige de réglage — dans la direction «pleine charge».
- la chambre sous pression atmosphérique qui est en communication avec l'air extérieur.

Lorsque le moteur fonctionne, la position de la membrane, et par conséquent la position de la tige de réglage, dépend de la différence de pression entre les deux côtés de la membrane, différence résultant de la charge instantanée appliquée au moteur. Si, pour une position déterminée du papillon, la charge du moteur augmente ou diminue, la vitesse de rotation baisse ou croît, ce qui entraîne une variation de la dépression régnant dans la chambre à dépression. Lorsque la tension initiale du ressort de régulation surpasse la dépression agissant sur la membrane, la tige de réglage est déplacée dans la direction de sur-débit. Si la dépression croît, la pression atmosphérique agit sur la membrane en comprimant le ressort et la tige de réglage se déplace dans la direction «Stop».

La régulation commence dès que le moteur a atteint la vitesse de rotation qui correspond à la valeur de dépression capable de vaincre la force du ressort de régulation, ou inversement. Le régulateur pneumatique est efficace du ralenti à la vitesse maximale.

Fig. 98 Dépression régnant dans la chambre à dépression pour diverses vitesses de rotation et diverses positions du papillon.

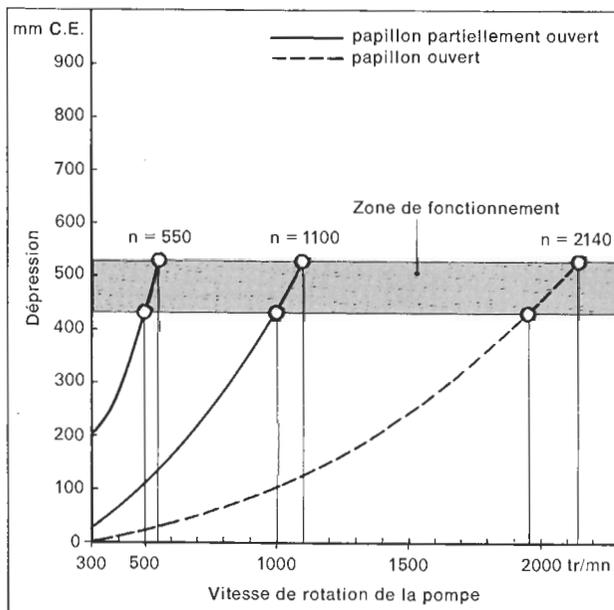
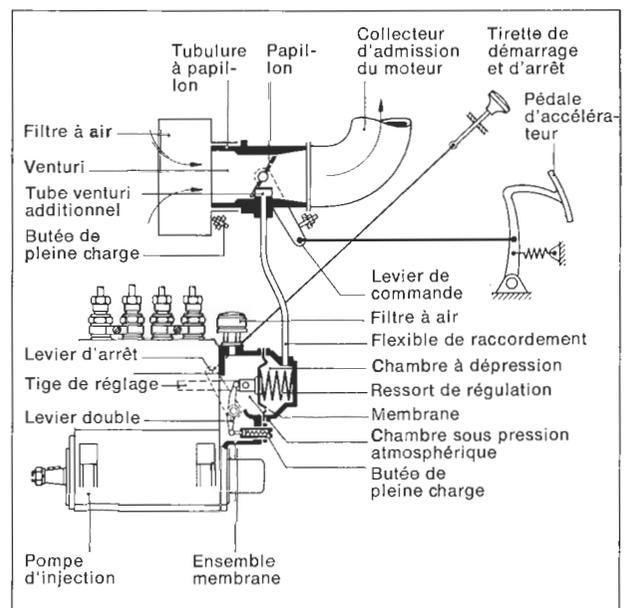


Fig. 99 Représentation schématique du régulateur pneumatique (position de repos).



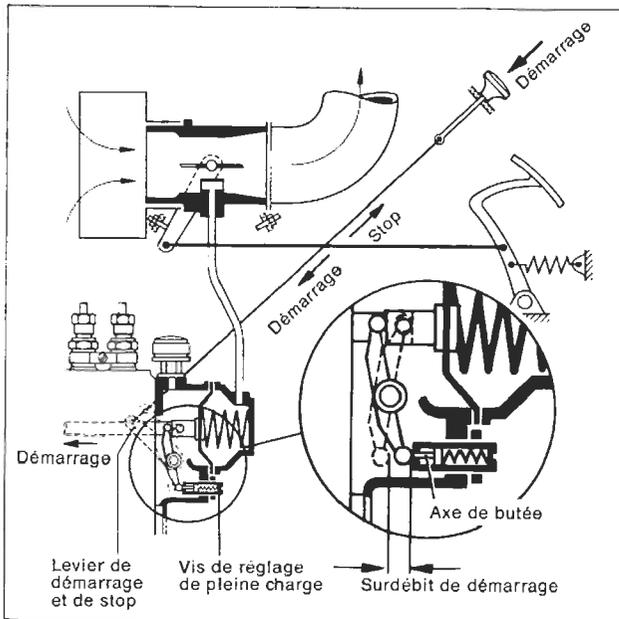


Fig. 100 Ensemble membrane du régulateur pneumatique avec butée de tige de réglage incorporée pour pleine charge et surdébit de démarrage.

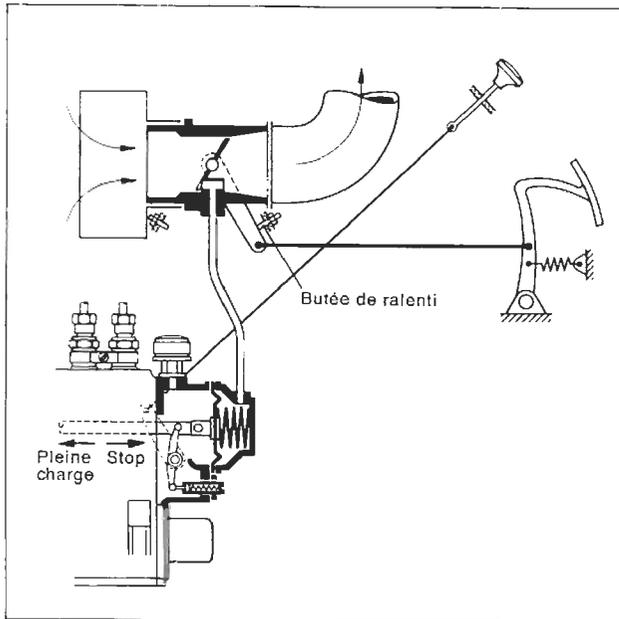
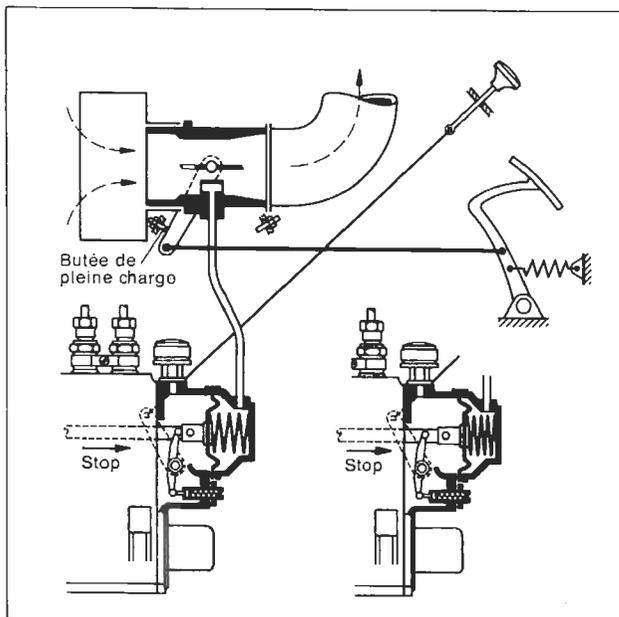


Fig. 101 Position de ralenti.



Comportement en service

Démarrage du moteur (fig. 100)

L'ensemble membrane comporte une butée de surdébit de démarrage. Cette butée est réglable au moyen d'un filetage.

Pour le démarrage, on pousse le levier de démarrage et d'arrêt dans la direction «démarrage». Par cette manœuvre, l'axe de la butée de pleine charge, taré par un ressort, est poussé dans la vis de réglage par le levier à deux bras (levier double). Le ressort de régulation peut alors déplacer la membrane, et donc la tige de réglage, dans la direction «pleine charge». Ainsi, le moteur reçoit au démarrage davantage de combustible qu'à la pleine charge.

Plage de ralenti du moteur (fig. 101)

Lorsque le moteur tourne au ralenti, le levier de commande du papillon de réglage s'appuie sur la butée de ralenti et le venturi est presque complètement fermé. Une dépression s'établit dans la chambre à dépression et l'action qu'elle exerce est déjà suffisante, à la vitesse de ralenti, pour amener la tige de réglage à sa position de ralenti en comprimant le ressort de régulation. Si la charge vient à diminuer, le moteur accélère, ce qui fait croître la dépression. En conséquence, la membrane déplace la tige de réglage encore plus loin dans la direction «Stop»: la vitesse du moteur diminue donc à nouveau. Par contre, si la charge augmente, le moteur tend à ralentir et la dépression diminue. Il s'ensuit que le ressort de régulation déplace la tige de réglage dans la direction «pleine charge» et que le moteur reprend de la vitesse. Le régulateur limite donc la vitesse de marche à vide aussi bien vers le haut que vers le bas, c'est-à-dire qu'il assure la régulation du régime de ralenti.

Gamme supérieure des vitesses de rotation du moteur (fig. 102)

(coupure de vitesse maximale)

Lorsque le conducteur veut obtenir la vitesse nominale (puissance maximale), il doit enfoncer complètement la pédale d'accélérateur. Le levier de commande du papillon porte alors sur sa butée de pleine charge (réglable), ce qui provoque l'ouverture complète du papillon de réglage. La dépression qui règne d'abord dans la chambre à dépression est faible; ce n'est qu'à la vitesse nominale qu'elle atteint la valeur nécessaire à la régulation de vitesse maximale. Lorsque le moteur dépasse sa vitesse nominale, la tige de réglage quitte sa butée de pleine charge et se déplace dans la direction «Stop» jusqu'à ce que la quantité de combustible injectée soit assez réduite pour empêcher tout dépassement de la vitesse supérieure à vide.

Entre ralenti et vitesse maximale

Comme le régulateur mécanique toutes vitesses, le régulateur pneumatique maintient constante toute vitesse de rotation comprise entre la vitesse de ralenti et la vitesse maximale, et cela dans les limites du statisme. Plus on déplace la pédale d'accélérateur (donc le papillon de réglage) dans la direction «pleine charge», plus la vitesse de rotation du moteur s'élève.

Fig. 102 Coupure de vitesse maximale.

A gauche = vitesse maximale à pleine charge; à droite = vitesse maximale à vide.

Mise à l'arrêt du moteur (fig. 103)

Le levier d'arrêt de l'ensemble membrane peut être relié à un bouton-tirette ou à un dispositif d'arrêt combiné avec le commutateur de préchauffage-démarrage. A la mise à l'arrêt, le levier double, couplé au levier d'arrêt, pousse la tige de réglage sur «Stop». L'injection du combustible cesse et le moteur s'arrête (exception: voir «Rotation du moteur en sens inverse»).

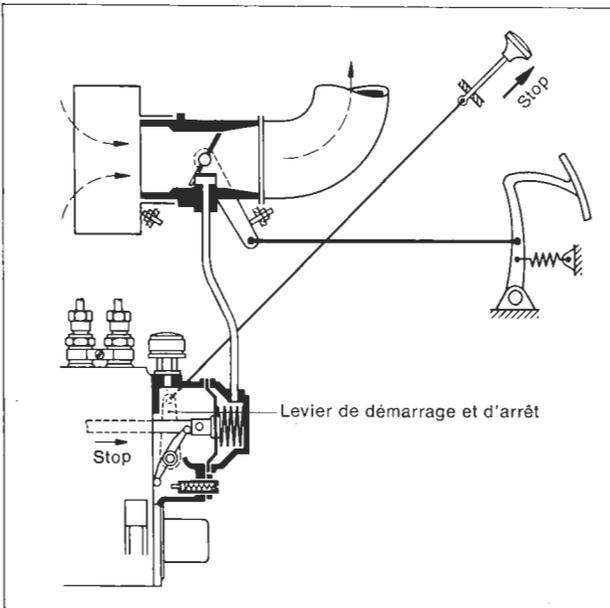
Rotation du moteur en sens inverse

Actuellement, les constructeurs montent généralement en série une sécurité contre la marche du moteur dans le sens inverse de rotation. Mais, en l'absence de cette sécurité, il arrive que des moteurs à la température de fonctionnement (moteurs à préchambre en particulier) démarrent dans le mauvais sens et tournent par conséquent dans le sens opposé au sens normal de rotation, par exemple lors d'un retour au démarrage ou lorsque le véhicule roule en reculant dans une descente. Dans ce cas, le régulateur pneumatique ne fonctionne plus correctement car, en cas d'inversion du sens de rotation, l'échappement s'effectue par la tuyauterie d'admission. Le papillon de réglage étant à peine ouvert au ralenti, les gaz d'échappement stagneraient dans la tubulure d'admission. Mais une surpression dans la tubulure d'admission entraîne également l'existence d'une surpression dans la chambre à dépression du régulateur. La membrane n'est plus soumise alors à des forces d'aspiration, mais bien à des forces de pression. Celles-ci, renforcées par le ressort de régulation, poussent très fortement la tige de réglage dans la direction «pleine charge». En conséquence, le moteur accélère brusquement et tend à s'emballer. En raison des puissantes forces antagonistes qui se développent, il est alors impossible d'arrêter le moteur au moyen du bouton-tirette de mise à l'arrêt.

Le tube venturi additionnel est monté dans la tubulure à papillon, au point de raccordement de la dépression dans le venturi, et il traverse le papillon de réglage. Par conséquent, même lorsque le papillon est fermé, les gaz d'échappement peuvent se dégager lors du fonctionnement du moteur dans le sens inverse de rotation. Mais si le papillon s'ouvre alors brièvement, le moteur a tendance à s'emballer, et cela même si le papillon est immédiatement refermé.

Un moteur tournant dans le sens inverse de rotation — reconnaissable au fort dégagement de fumée

Fig. 103 Mise à l'arrêt du moteur.



épaisse par le capot — doit être immédiatement mis à l'arrêt. Dans le cas contraire, les paliers risqueraient d'être endommagés par suite du manque de lubrification et le filtre à air pourrait brûler. Dans ce cas, la méthode la plus efficace et la plus sûre pour arrêter rapidement le moteur est de passer une vitesse (3^{ème} ou 4^{ème} vitesse de préférence), d'enfoncer la pédale de frein et de caler le moteur en relâchant la pédale d'embrayage. Il existe d'autres possibilités de mise à l'arrêt du moteur, par exemple: obturer le tuyau d'échappement ou actionner le dispositif d'arrêt en appuyant simultanément à fond sur la pédale d'accélérateur.

Statisme du régulateur pneumatique

Dans le cas du régulateur pneumatique, le statisme est sensiblement le même sur toute la gamme de vitesses de rotation. Pour les moteurs de véhicules, il est généralement compris entre 6 et 12‰.

Fig. 104 Ecoulement de l'air dans la tubulure à papillon lorsque le moteur tourne dans le sens normal et dans le sens inverse de rotation.

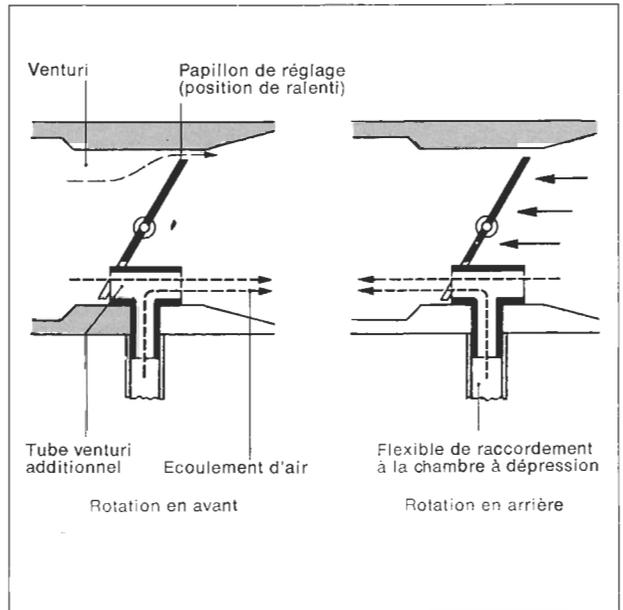
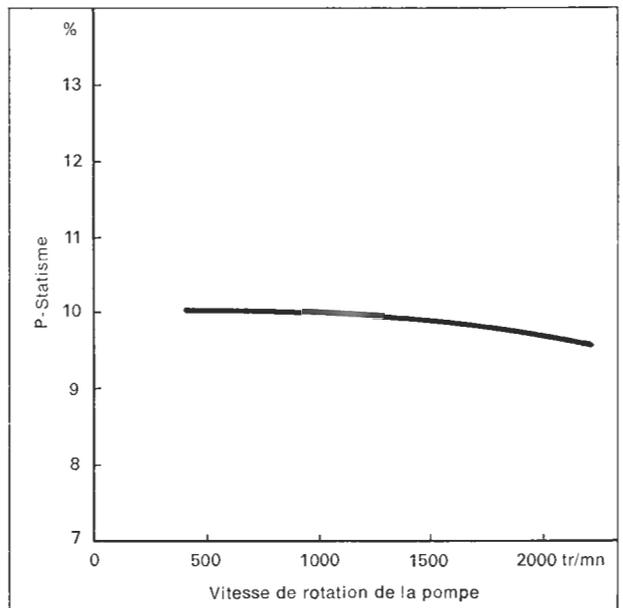


Fig. 105 Statisme d'un régulateur pneumatique pour diverses vitesses de rotation.



Modèles spéciaux

Ensemble membrane avec ressort auxiliaire de ralenti
 Le ressort auxiliaire n'intervient qu'au régime de marche à vide. Beaucoup plus rigide que le ressort de régulation de la vitesse maximale, il sert à stabiliser le ralenti. Les figures 108 et 109 montrent un ensemble membrane dont le ressort auxiliaire est mis en action automatiquement par une came, à la charge à vide, et mis hors fonction, de la même manière, à la pleine charge. On obtient ainsi une coupure de débit parfaitement sûre, par exemple en régime de frein-moteur.

Fig. 106 Schéma d'un régulateur pneumatique - ensemble membrane avec ressort auxiliaire de ralenti dans la vis de réglage de ralenti.

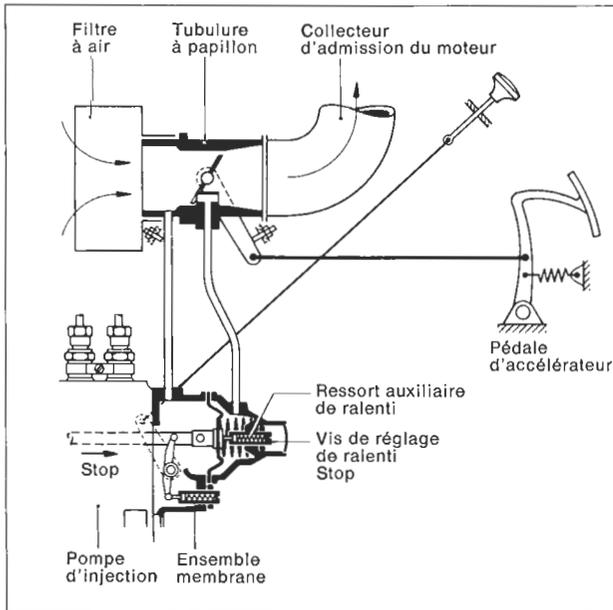


Fig. 107 Ensemble membrane EP MZ 60 A (avec ressort auxiliaire). Vis de réglage intérieure réglable de l'extérieur.

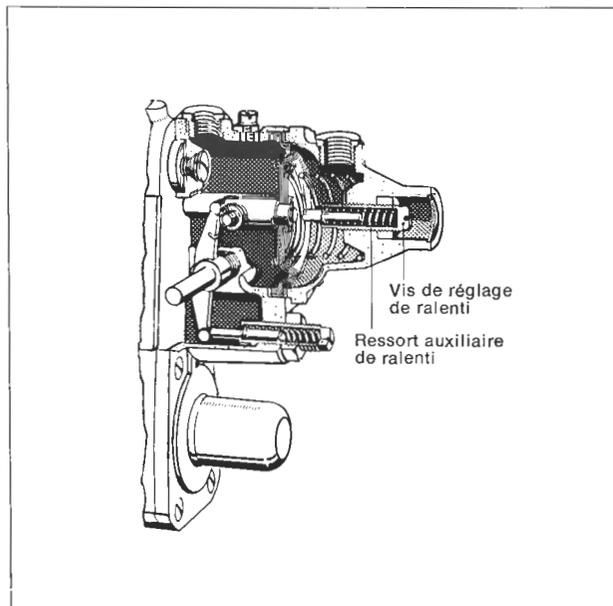


Fig. 108 Schéma d'un régulateur pneumatique - ensemble membrane avec ressort auxiliaire de ralenti et came de déclenchement.

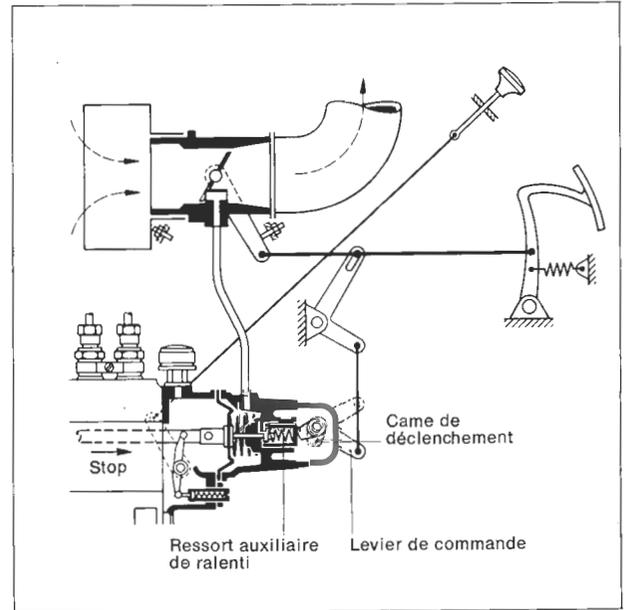
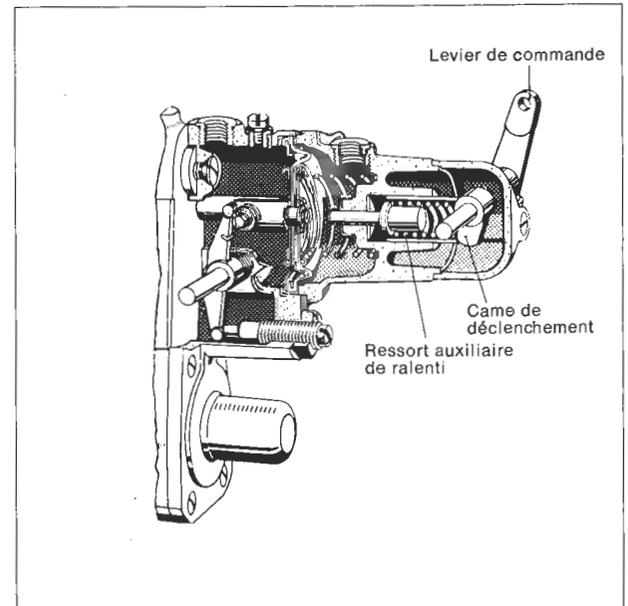


Fig. 109 Ensemble membrane EP MN 60 .. A avec ressort auxiliaire de ralenti et came de déclenchement.



Amortissement des vibrations

Sur les moteurs à quatre cylindres ou moins, l'ensemble membrane peut être soumis à des variations de dépression assez fortes pour entraîner un fonctionnement irrégulier du moteur. Afin de limiter ces fluctuations à une valeur admissible, un étrangleur a été prévu dans le raccord fileté de la conduite de dépression du bloc de membrane (fig. 110).

Afin que les légères oscillations, qui peuvent encore apparaître au niveau de la membrane, ne soient pas transmises à la tige de réglage, ces deux pièces ne sont pas reliées rigidement. C'est pourquoi le boulon

de jonction entre la tige de réglage et la membrane n'est pas logé dans un alésage normal mais dans une fente pratiquée dans l'axe de la membrane. Ainsi, l'axe de membrane peut effectuer un léger mouvement axial de va-et-vient d'une certaine amplitude sans déplacer la tige de réglage. Ces mesures permettent d'obtenir un fonctionnement régulier du moteur (fig. 111).

Afin d'amortir le bruit au ralenti (cas des régulateurs avec ressort de ralenti auxiliaire), l'axe de membrane a été muni, côté dépression, d'un amortisseur en caoutchouc.

Fig. 110 Etranglement amortisseur dans le raccord de conduite.

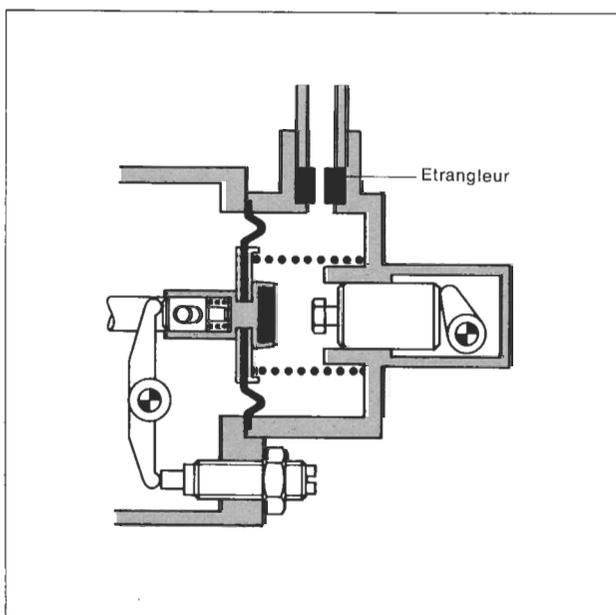


Fig. 112 Montage du ressort auxiliaire de ralenti.

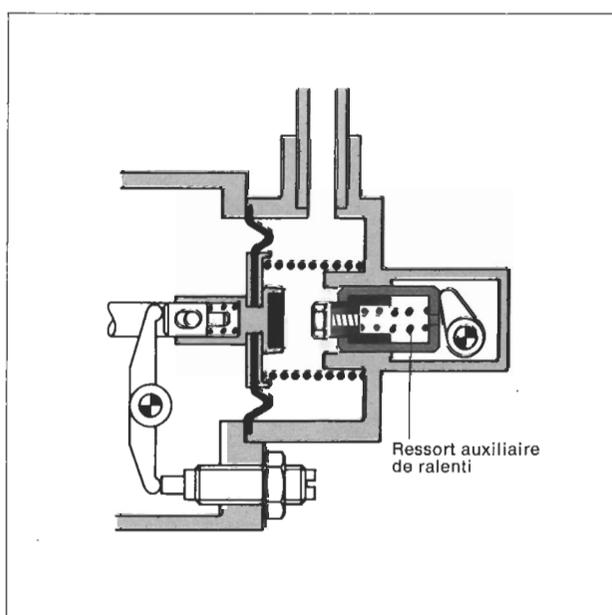
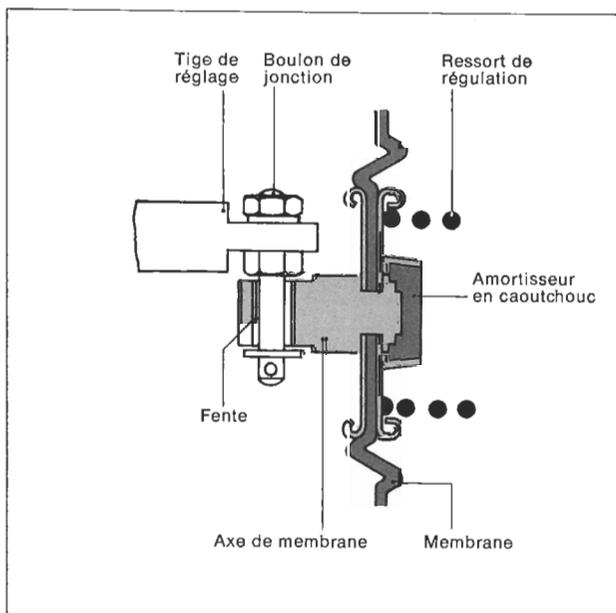


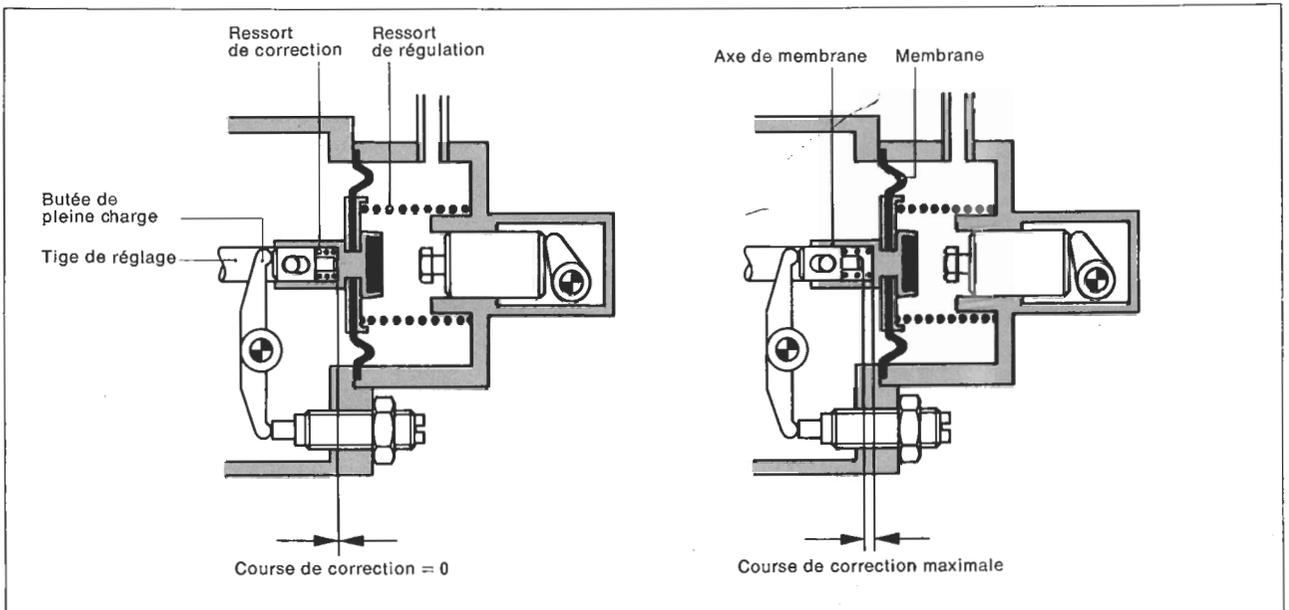
Fig. 111 Pièce d'accouplement entre la tige de réglage et l'axe de membrane.



Correcteur de débit du régulateur pneumatique

Lorsque le conducteur exige la pleine puissance du moteur, il doit appuyer à fond sur la pédale d'accélérateur. Le papillon de réglage s'ouvre alors complètement et, en raison de la vitesse de rotation encore relativement basse, une faible dépression s'établit dans la chambre à dépression. Il en résulte que le ressort de régulation pousse la tige de réglage sur sa butée de pleine charge et que le ressort de correction est comprimé jusqu'à annulation de la course de correction: la tige de réglage effectue donc encore, dans la direction «pleine charge», un déplacement correspondant à la course de correction. Le fait de «donner des gaz» provoque l'accélération du moteur. Plus la vitesse de rotation augmente, plus la dépression croît, ce qui entraîne la diminution de la pression du ressort de régulation sur le ressort de correction. Ce dernier commence à se détendre et pousse la membrane, ainsi que la tige de réglage, dans la direction «Stop» sur une distance égale à la course de correction.

Fig. 113 Régulateur pneumatique avec correcteur de débit.



Entretien du régulateur

Les régulateurs mécaniques sont généralement alimentés en huile de graissage par l'intermédiaire de la pompe d'injection. Dans certains cas particuliers, par exemple montage incliné, on utilise un graissage par barbotage, avec réserve d'huile distincte pour la pompe d'injection et pour le régulateur. La pompe et le régulateur possèdent alors chacun une jauge ou un bouchon fileté pour le contrôle du niveau d'huile. Avant la première mise en service, il faut remplir le régulateur avec la même huile de graissage que celle utilisée pour le moteur. Le niveau d'huile est déterminé au moyen de la jauge ou du bouchon fileté de niveau d'huile. Tous les 1500 km ou toutes les 50 heures de fonctionnement, contrôler le niveau d'huile, le compléter ou vidanger l'huile en excès. Après 15 000 km environ, ou 500 heures de fonctionnement, vidanger et renouveler l'huile.

Les nouveaux régulateurs pneumatiques, c'est-à-dire sans bouchon graisseur à couvercle, ne nécessitent pas de graissage.

Essai et remise en état

L'essai et la remise en état des régulateurs exigent des connaissances théoriques spéciales.

Une formation appropriée est donc requise pour toute intervention sur les pompes d'injection équipées de régulateurs. Pour permettre un travail rationnel, accompli dans les meilleures conditions, nous édi-

tons des valeurs d'essai adéquates et nous réalisons des outils spéciaux ainsi que des bancs d'essai. Les connaissances techniques indispensables sont enseignées et mises en pratique dans notre centre de formation et de perfectionnement professionnels.



Résumé

1. Le régulateur utilisé sur la pompe d'injection d'un moteur Diesel est aussi important que la pompe elle-même. En effet, sans le régulateur, qui règle la quantité de combustible injectée, le moteur Diesel ne peut fonctionner normalement. Il s'arrêterait spontanément aux bas régimes ou accélérerait jusqu'à atteindre une vitesse d'autodestruction.

2. Le régulateur Bosch est monté sur les pompes d'injection en ligne de la série PE et, suivant le type, il est commandé par la force centrifuge ou par la dépression régnant dans le collecteur d'admission du moteur Diesel.

3. Suivant l'application ou la fonction à remplir, on dispose de plusieurs types de régulateurs:

a) Les régulateurs de vitesse maximale, qui règlent seulement la vitesse maximale, c'est-à-dire la vitesse nominale du moteur.

b) Les régulateurs «mini-maxi», qui règlent la vitesse de ralenti et la vitesse maximale à vide.

c) Les régulateurs «toutes vitesses», qui règlent toutes les vitesses, du ralenti jusqu'à la vitesse maximale, en fonction de la position du levier de commande. Ces régulateurs sont de type soit mécanique, soit pneumatique.

d) Les régulateurs à échelons, qui sont dérivés du régulateur toutes vitesses. Les régulateurs de ce type n'assurent la régulation que dans une plage bien définie de la gamme de vitesses de rotation. Suivant les modèles, cette plage peut se situer immédiatement après le ralenti ou commencer à une vitesse moyenne pour atteindre la vitesse maximale. Dans le reste de la gamme, la régulation des vitesses est assurée au moyen du levier de commande.

4. Le processus de régulation est le même pour tous les types de régulateurs. Lorsque, dans l'étendue de régulation, une vitesse choisie au moyen du levier de commande est dépassée, le régulateur tire la tige de réglage sur un débit d'injection plus faible. Si la vitesse de rotation diminue, le régulateur pousse la tige de réglage sur un débit d'injection plus élevé.

5. L'augmentation ou la diminution de la vitesse de rotation et la modification correspondante du débit d'injection se déroulent en fonction du statisme du régulateur. Le statisme exprime le pourcentage d'augmentation de la vitesse de rotation quand le moteur passe de l'état chargé à l'état non chargé. Il est déterminé par le constructeur du moteur.

La variation du débit d'injection est à peu près proportionnelle à la variation de la vitesse de rotation.

6. En plus de la régulation, le régulateur remplit également des fonctions de commande, par exemple libération ou blocage automatiques de la quantité accrue de combustible nécessaire au démarrage (débit de surcharge au démarrage). Il assure en outre la correction du débit de pleine charge en fonction de la vitesse (correction de débit), en fonction de la pression de suralimentation ou en fonction de la pression atmosphérique. Ces tâches exigent l'adjonction de dispositifs additionnels incorporés ou adaptés au régulateur.

7. La plupart des régulateurs sont équipés d'un dispositif destiné à assurer, sur une gamme de vitesses déterminée, la correction de la quantité de combustible débitée par la pompe d'injection en vue de la

ramener à la quantité pouvant être brûlée sans émission de fumée par le moteur au régime de pleine charge. La correction est nécessaire car, d'une part, le besoin en combustible du moteur Diesel non suralimenté diminue quand la vitesse de rotation augmente et, d'autre part, pour la même position de la tige de réglage, le débit de la pompe d'injection augmente lorsque la vitesse croît dans une plage de vitesses déterminée. Le correcteur de débit réduit donc la quantité de combustible injectée lorsque la vitesse augmente dans une gamme déterminée. Ce mode de correction est appelé correction positive ou correction dans le sens de régulation. Par contre, sur les moteurs équipés d'un turbo-compresseur à haut degré de suralimentation, le besoin en combustible augmente si fortement, à la pleine charge du moteur et à partir d'un certain régime, que l'accroissement normal de débit de la pompe d'injection ne suffit plus. Dans ce cas, l'augmentation du débit d'injection doit donc être adaptée à l'élévation de la vitesse de rotation (correction négative).

Le régulateur RQV..K permet de réaliser la correction positive et la correction négative dans les limites de ses caractéristiques. «K» signifie ici: correction commandée par came.

8. Pour le réglage des débits de pleine charge, de ralenti et de surcharge au démarrage, ainsi que de la vitesse de pleine charge ou de vitesses intermédiaires, des butées appropriées sont prévues sur le régulateur et sur la pompe d'injection. Il existe en outre des butées de tige de réglage remplissant un rôle de correction:

a) Le limiteur de richesse (LDA). Réagissant à la pression de suralimentation d'un turbo-compresseur, le limiteur de richesse a pour rôle d'adapter en permanence le débit de pleine charge à la pression de suralimentation réduite dans la gamme inférieure des vitesses de rotation.

b) Le correcteur altimétrique (ADA) qui adapte le débit d'injection de pleine charge à la densité de l'air diminuant avec l'altitude.

Glossaire

ADA

Abréviation allemande pour «correcteur altimétrique».

Amortisseur de vibrations

Pièces annulaires en matériau élastique qui transmettent le couple d'entraînement de l'arbre à cames de la → pompe d'injection au moyeu de régulateur; empêche l'effet des vibrations dues au mouvement de rotation.

Axe mobile

Transmet la course des masselottes à la → tige de réglage par un système de leviers.

Butée de la tige de réglage

Dispositif monté sur le régulateur ou sur la → pompe d'injection pour limiter la course de la → tige de réglage. Limite le débit de pleine charge ou le débit de surcharge au démarrage. Comporte, dans certains cas particuliers, un → correcteur de débit.

Caractéristique de ressort

Diagramme représentant la course et la force élastique d'un ressort.

Chambre de combustion

Espace où ont lieu l'allumage et la combustion.

Charge à vide

Charge représentée exclusivement par les appareils (p. ex. génératrice) accouplés en permanence au moteur et entraînés à vide par celui-ci, c'est-à-dire sans production de puissance utile.

Charge d'air

Quantité d'air aspirée dans le cylindre pendant la course d'admission.

Charge gazeuse

Quantité totale d'air ou de mélange refoulée par cycle de travail.

Charge partielle

Etendue comprise entre la charge à vide et la pleine charge.

Correcteur altimétrique (ADA)

Butée de pleine charge commandée par la pression atmosphérique et utilisée sur les véhicules exploités sur des parcours présentant de fortes variations d'altitude. Elle diminue le débit de pleine charge lorsque l'altitude s'élève.

Correcteur de débit

Dispositif auxiliaire du régulateur servant à l'adaptation automatique du → débit de la pompe d'injection au besoin en combustible du moteur Diesel.

Correction de débit

Adaptation de la → courbe caractéristique des débits de la pompe d'injection à la → courbe des besoins en combustible du moteur à vitesse de rotation croissante. Correction de débit positive = diminution de la quantité de combustible à vitesse de rotation croissante; correction de débit négative = augmentation de la quantité de combustible à vitesse croissante.

Coulisse

Alésage longitudinal du levier de réglage servant au guidage d'une pièce cylindrique (→ coulisseau) avec tourillon transversal qui, en fonction de la position du levier de commande du régulateur, fait varier la position du centre de rotation du levier de réglage, modifiant ainsi le rapport de transmission de ce levier.

Coulisseau

Pièce cylindrique polie, avec tourillon transversal. Le coulisseau est guidé par la manœuvre du levier de commande du régulateur dans la → coulisse du levier de réglage. Le tourillon transversal constitue le centre de rotation du levier de réglage lors du processus de régulation.

Coupure de débit

Diminution par le régulateur du → débit d'injection lors du dépassement d'une vitesse de rotation prédéterminée.

Coupure de vitesse maximale (régulation de vitesse maximale)

Coupure de débit se produisant de la vitesse maximale de pleine charge à la vitesse maximale à vide.

Courbe caractéristique des besoins en combustible

→ Courbe caractéristique de combustion; diagramme de la quantité de combustible pouvant être brûlée sans émission de fumée en fonction de la vitesse de rotation du moteur.

Courbe caractéristique des débits

Diagramme de la quantité de combustible injectée par cylindre et par cycle de travail en fonction de la vitesse de rotation.

Courbe caractéristique de combustion

Diagramme qui indique, en fonction de la vitesse de rotation, la quantité de combustible pouvant être brûlée par le moteur sans émission de fumée.

Courbes caractéristiques du régulateur

Diagramme représentant la → course de la tige de réglage en fonction de la vitesse de rotation et qui renseigne sur le type et les propriétés du régulateur ainsi que sur → l'étendue de régulation.

Course de la tige de réglage

Déplacement effectué par la → tige de réglage à partir de la position «Stop». Il est mesuré en millimètres.

Débit correcteur

Adaptation de la quantité de combustible refoulée par la pompe d'injection aux → caractéristiques de combustion du moteur Diesel. Cette variation de débit est commandée par le correcteur de débit du régulateur et dépend de la vitesse de rotation du moteur.

Débit de pleine charge

La plus grande quantité de combustible injectée au moteur dans la gamme des vitesses utiles.

Débit de ralenti

Quantité de combustible injectée au → ralenti.

Débit de surcharge au démarrage

Débit maximum de la → pompe d'injection réglé pour le départ à froid du moteur Diesel.

Débit d'injection

Quantité de combustible refoulée par la → pompe d'injection par cylindre et par cycle de travail.

Emballlement du moteur Diesel

Accélération incontrôlée de la vitesse du moteur Diesel causée par une défaillance du dispositif de régulation.

Etendue de régulation

Gamme de vitesses de rotation dans les limites de laquelle le régulateur agit.

Excès d'air

Par cycle de travail, le moteur Diesel aspire un volume d'air supérieur de 40% au maximum à la charge d'air nécessaire à la combustion de la plus grande → quantité de combustible injectée. Cet excès d'air est indispensable afin que, dans la mesure du possible, toutes les particules du combustible viennent au contact de l'oxygène et puissent brûler intégralement.

Gas-oil

C'est un mélange d'hydrocarbures de différentes natures dont le point d'ébullition se situe entre 200 et 360 °C et qu'on obtient par distillation du pétrole brut. Il convient à l'alimentation des → moteurs Diesel à régime élevé.

Injecteur

Sert à introduire et à pulvériser le combustible dans les cylindres du moteur Diesel.

LDA

Abréviation allemande pour → limiteur de richesse.

Levier de commande

Sert à régler le régulateur sur une vitesse déterminée (ou sur une quantité de combustible à injecter).

Limiteur de richesse (LDA)

Butée de pleine charge commandée par la → pression de suralimentation sur les moteurs suralimentés. Il réduit le débit de pleine charge aux bas régimes pour une faible pression de suralimentation.

Masselotte

Organe de commande mû par la force centrifuge et qui, sous l'effet de l'augmentation de la vitesse, se déplace en sens inverse de la poussée exercée par le ressort de régulation.

Membrane

Plaque mince, feuille ou peau en métal ou en matière plastique, tendue hermétiquement entre les bords de deux demi-boîtiers.

Moteur Diesel

Moteur à allumage par compression, dans lequel de l'air est comprimé, et où le combustible liquide (huile lourde) est introduit dans chaque cylindre vers la fin de cette compression.

Moteur suralimenté

Moteur Diesel équipé d'un → surpresseur dont le rôle est d'augmenter la charge du cylindre moteur en pré-comprimant, à l'extérieur du cylindre, une partie ou la totalité de la charge d'air.

Papillon de réglage

Sur le → régulateur pneumatique, sert au réglage, en fonction de la vitesse, de la dépression qui agit sur la membrane du régulateur et qui représente la valeur de la quantité d'air aspirée.

Pédale d'accélérateur

Pédale servant à la commande de l'alimentation en combustible des moteurs à combustion interne.

Pleine charge

Charge maximale admissible du moteur.

Pompe d'injection

Appareil qui dose le combustible et l'envoie sous pression aux → injecteurs.

Pression de suralimentation

Pression de l'air comburant envoyé par un → surpresseur en amont de la soupape d'admission fermée.

Régime de frein-moteur

Fonctionnement caractérisé par le fait que le moteur est entraîné par le véhicule, dans une descente par exemple.

Régulateur à échelons

Variante du régulateur toutes vitesses avec une plage de vitesses de rotation non réglée (échelon de vitesses).

Régulateur de vitesse maximale

Régulateur qui maintient constante la vitesse nominale des → moteurs Diesel devant tourner à un régime régulier. Exemple: moteurs de groupes électrogènes.

Régulateur «mini-maxi»

Régulateur qui limite la vitesse maximale du moteur et assure une → vitesse de ralenti stable. Entre ces deux vitesses, le levier de commande dose directement la quantité de combustible injectée.

Régulateur mécanique

Régulateur dans lequel la détection de vitesse est assurée mécaniquement par un système centrifuge et la commande du débit est effectuée mécaniquement.

Régulateur pneumatique

Régulateur qui détecte la différence entre la pression atmosphérique et la pression régnant dans le collecteur d'admission, afin de régler la vitesse du moteur Diesel en faisant varier le débit de la pompe d'injection.

Régulateur «toutes vitesses»

Régulateur dans lequel, à chaque position du → levier de commande, correspond une vitesse du moteur maintenue constante, à l'intérieur du pourcentage de statisme, quelle que soit la charge.

Ressort compensateur

Ressort qui absorbe un déplacement pour le restituer à retardement.

Statisme

Nommé autrefois «degré d'irrégularité». Exprime l'augmentation de la vitesse d'un → moteur Diesel à la → coupure de débit entre la → vitesse maximale à pleine charge n_{v_0} (vitesse nominale) et la vitesse maximale à vide n_{l_0} . Est le plus souvent exprimé en pourcentage de l'accroissement de vitesse par rapport à la vitesse de pleine charge n_{v_0} .

Surcharge

La charge maximale admissible à laquelle un moteur peut être soumis brièvement.

Surdébit de démarrage

Quantité de combustible ajouté au → débit de pleine charge pour constituer le → débit de surcharge au démarrage.

Surpresseur

Appareil qui, par compression préalable de l'air d'admission, permet d'accroître la → charge d'air introduite dans le cylindre de travail.

Tête coulissante

Élément guidé, coulissant, qui transmet le déplacement de l'axe mobile rotatif au levier de réglage.

Tige de réglage (crémaillère)

Tige qui commande la variation du débit d'une pompe d'injection en ligne par la rotation simultanée de tous les pistons.

Tubulure à papillon

Orifice d'entrée d'air en forme de \rightarrow venturi situé sur le collecteur d'admission d'un moteur Diesel utilisant un \rightarrow régulateur pneumatique avec papillon de réglage du débit d'air.

Turbo-compresseur

Turbine actionnée par les gaz d'échappement du moteur à combustion interne et qui entraîne à son tour un compresseur monté sur le même arbre. Le compresseur comprime l'air aspiré et élève ainsi le degré de remplissage des cylindres.

Venturi:

En général: tube comportant un rétrécissement en forme de buse et qui permet de mesurer la vitesse et le débit d'un fluide qui le traverse par référence à la différence des pressions entre la partie la plus étroite et la partie la plus évasée.

Dans le cas présent: partie de la \rightarrow tubulure à papillon où se trouvent le papillon et le raccord du régulateur pneumatique.

Vitesse de pleine charge n_v

Vitesse de rotation du moteur développant sa puissance nominale (maximale n_{v0} , minimale n_{vu}), correspond à la vitesse nominale.

Vitesse de ralenti

Vitesse de rotation du moteur sans charge utile.

Vitesse maximale à pleine charge (vitesse nominale)

Correspond à la vitesse de rotation maximale à l'intérieur de l'étendue de régulation des vitesses supérieures, en charge; \rightarrow vitesse nominale. Point d'intervention de la coupure de vitesse maximale.

Vitesse nominale du moteur

Dans le cas d'un moteur de véhicule, correspond à la \rightarrow vitesse maximale de rotation à pleine charge n_{v0} .

La page de tests

Cette page de tests doit vous permettre de contrôler le niveau de vos connaissances. Marquez d'une croix les réponses qui vous semblent justes et comparez vos solutions avec celles données au verso de cette page de tests.

1. Le régulateur de la pompe d'injection PE a une influence directe sur
 - a) la quantité de combustible injectée
 - b) la vitesse de rotation du moteur
 - c) le couple moteur
2. Dans la plage où s'effectue la coupure de débit et à vitesse de rotation croissante
 - a) le régulateur augmente le débit d'injection
 - b) le régulateur diminue le débit d'injection
3. Tous les types de régulateurs règlent
 - a) la vitesse de démarrage
 - b) la vitesse de ralenti
 - c) la vitesse maximale
4. Le régulateur de vitesse maximale règle
 - a) la vitesse de ralenti
 - b) les vitesses intermédiaires
 - c) la vitesse maximale à pleine charge du moteur
5. Le régulateur «mini-maxi» règle
 - a) la vitesse de ralenti
 - b) les vitesses intermédiaires
 - c) la vitesse maximale à pleine charge du moteur
6. Le régulateur «toutes vitesses» règle
 - a) la vitesse de ralenti
 - b) les vitesses intermédiaires
 - c) la vitesse maximale à pleine charge du moteur
7. On entend par correction de débit
 - a) des mesures prises pour économiser le combustible
 - b) une limitation de la vitesse de rotation
 - c) une adaptation du débit d'injection au besoin en combustible du moteur, la combustion ayant lieu sans émission de fumée
8. La correction de débit a une influence sur
 - a) le débit de surcharge au démarrage
 - b) le débit de pleine charge
 - c) le débit de charge partielle
9. Suivant les modèles de régulateurs, les correcteurs de débit peuvent être montés
 - a) dans les masselottes
 - b) dans la butée de la tige de réglage
 - c) dans la tringlerie de régulateur
10. La coulisse du levier de réglage sert
 - a) à modifier le rapport de transmission du levier de réglage
 - b) à diminuer la force nécessaire à la manœuvre du levier de commande du régulateur
 - c) à renforcer la capacité de réglage du régulateur dans la gamme inférieure des vitesses de rotation
11. Le coulisseau (sur les régulateurs RQ et RQV)
 - a) détermine, suivant la position qu'il occupe, le rapport de transmission du levier de réglage

- b) transmet les forces centrifuges au levier de réglage
 - c) constitue le centre de rotation du levier de réglage lorsque le régulateur fonctionne
12. La tête coulissante
 - a) transmet la course des masselottes au système de leviers du régulateur par l'intermédiaire de l'axe mobile
 - b) modifie le rapport de transmission
 - c) constitue l'articulation mobile autour de laquelle le levier de réglage pivote lorsqu'on actionne le levier de commande du régulateur
 13. Qu'est-ce que le manchon de réglage?
 - a) un organe de jonction fileté
 - b) l'extrémité de l'axe mobile qui retransmet au levier de réglage les forces centrifuges et les courses des masselottes
 14. Le débit de pleine charge s'établit
 - a) lorsque, au démarrage du moteur Diesel du véhicule, on appuie à fond sur la pédale d'accélérateur
 - b) lorsque, le moteur Diesel du véhicule étant en marche, on appuie à fond sur la pédale d'accélérateur
 15. Le débit de surcharge au démarrage
 - a) est inférieur au débit de pleine charge
 - b) est légèrement supérieur au débit de pleine charge
 - c) est généralement beaucoup plus élevé que le débit de pleine charge
 16. Sur un véhicule à moteur Diesel équipé d'un régulateur RQ, la butée de tige de réglage limite
 - a) le débit de pleine charge
 - b) le débit de surcharge au démarrage
 17. Quel est le rôle de la butée élastique de la tige de réglage sur le régulateur RQ?
 - a) limitation du débit de surcharge au démarrage
 - b) limitation du débit de pleine charge
 - c) rappel accéléré de la tige de réglage à partir de la position de surdébit de démarrage afin d'éviter l'injection partielle du débit de surcharge au démarrage lorsqu'on appuie brusquement sur la pédale d'accélérateur à partir de la position de ralenti (émission de fumée)
 18. La butée élastique de la tige de réglage peut être utilisée sur le régulateur RQV
 - a) pour le débit de surcharge au démarrage
 - b) pour le débit de pleine charge
 - c) en aucun cas
 19. Le limiteur de richesse (LDA)
 - a) augmente le débit d'injection dans la gamme supérieure des vitesses de rotation
 - b) diminue le débit d'injection dans la gamme inférieure des vitesses de rotation
 20. Le correcteur altimétrique (ADA) adapte le débit de pleine charge au besoin en combustible du moteur (combustion sans dégagement de fumée) en fonction
 - a) d'une vitesse de rotation élevée du moteur
 - b) d'une faible vitesse de rotation du moteur
 - c) des fluctuations de la pression atmosphérique en raison des variations d'altitude.

Solutions au verso.

Solutions:

1a, 2b, 3c, 4c, 5a, c, 6a, b, c, 7c, 8b, c, 9a, b, c, 10a, c, 11a, c,
12a, c, 13b, 14b, 15c, 16b, 17a, c, 18c, 19b, 20c.

Tout pour votre voiture. Tout pour votre sécurité. Tout de votre service Bosch.

Le rôle du service après-vente est de restituer ou de maintenir à longue échéance la qualité des produits Bosch. C'est votre partenaire de confiance pour tout ce qui concerne l'électricité/l'électronique automobiles et la carburation.

Équipement d'allumage

L'allumage est souvent à l'origine d'une baisse de puissance ou d'un accroissement de consommation. Les services Bosch contrôlent l'allumage au moyen d'appareils électroniques perfectionnés, le règlent à une valeur optimale ou le modifient par des équipements modernes sans contacts.

Système à carburateur

50 % de tous les véhicules consomment trop d'essence. Grâce à des méthodes très modernes de contrôle et de mesure, les services Bosch découvrent rapidement chaque défaut, sans perte de temps ni essai inutile, puis assurent le réglage minutieux, la remise en état ou le remplacement des pièces nécessaires.

Équipement d'injection d'essence

Les équipements d'injection consomment moins de carburant malgré un accroissement de la puissance du moteur. Un équipement d'injection d'essence ne peut, à la longue, assurer le dosage exact de la quantité de carburant, la commande et l'injection que s'il est réglé et ajusté avec précision au moteur. Ce réglage requiert un haut niveau de connaissance et de qualification, un sens de la précision et l'emploi de matériels spéciaux d'essai et de mesure. Qui est donc capable d'assurer un meilleur suivi des systèmes d'injection Bosch que les spécialistes des services Bosch?

Équipement d'injection Diesel

Bosch construit des équipements d'injection Diesel depuis plus de 50 ans. Qui est en mesure de les entretenir mieux que les spécialistes des services Bosch? Par un réglage précis et un entretien minutieux, ils garantissent le meilleur rendement du moteur et une consommation économique.

Circuit d'alimentation électrique

Alternateur ou batterie, projecteurs ou essuie-glace, clignotants ou feux stop, système d'alarme ou d'information, rien ne fonctionne sans courant. Ce ne sont souvent que des petits défauts du circuit d'alimentation qui provoquent une panne. Et celui qui doit dépister la cause du défaut... doit souvent chercher longtemps. A moins qu'il ne soit spécialiste. Les services Bosch ont des spécialistes. Ils savent déceler rapidement un défaut et y remédier sans délai.

Système de démarrage

Démarrer sans problème même lors d'un hiver très rude - une évidence si l'ensemble du système de démarrage, donc la batterie, le démarreur, la serrure de contact, les câbles du démarreur et leurs connexions, sont en bon état.

Une certaine dégradation peut se produire dans le système de démarrage pendant sa durée de service, perturbant considérablement le démarrage. Les services Bosch ne connaissent pas seulement ces problèmes - ils savent aussi comment les résoudre.

Ils assurent le contrôle de l'ensemble du circuit de démarrage au moyen d'appareils spéciaux d'essai et de mesure.

Essai du moteur et analyse des gaz d'échappement

Les services Bosch vérifient toutes les fonctions essentielles au fonctionnement optimal du moteur et assurent le réglage des gaz d'échappement aux valeurs limites prescrites.

Autoradio

Les spécialistes autoradio du service Bosch n'effectuent pas seulement le montage des équipements radio Blaupunkt les plus modernes, mais réalisent aussi l'antiparasitage parfait.

Équipement de sécurité

Les services Bosch assurent la présentation, le conseil, la vente et le montage de projecteurs route et antibrouillard, jeux d'adaptation H4, feux arrière de brouillard, avertisseurs, raclettes d'essuie-glace, avertisseurs fanfare, dispositifs d'alarme automobile.



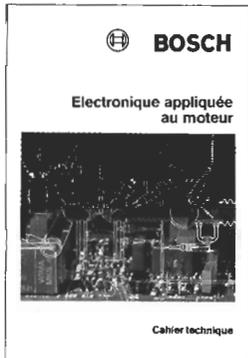
Le spécialiste du service Bosch vous aide.

Cahier technique

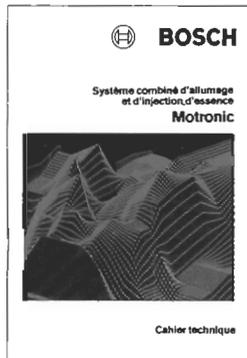
Les manuels de la série «Cahiers techniques» Bosch, présentés ci-dessous, sont déjà parus. Prière de commander cette documentation par l'intermédiaire de la représentation générale Bosch de votre pays. Au cas où celle-ci ne vous serait pas connue, veuillez nous demander une liste d'adresses.



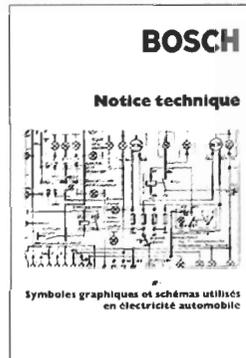
VDT-U 1/7 Fr



VDT-U 1/1 Fr



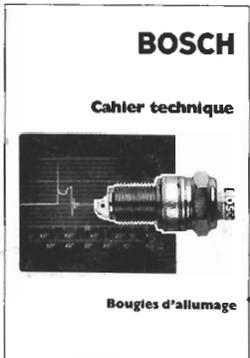
VDT-U 3/6 Fr



VDT-UBE 001/10 Fr



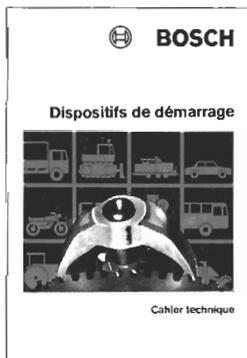
VDT-UBE 120/3 Fr



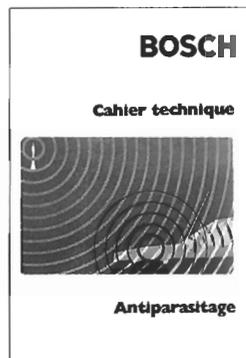
VDT-U 1/10 Fr



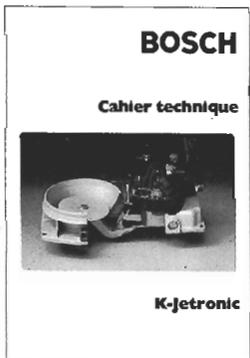
VDT-U 1/8 Fr



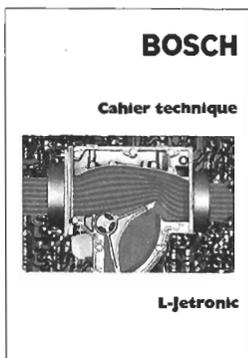
VDT-U 1/11 Fr



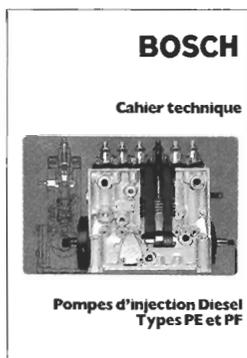
VDT-U 1/2 Fr



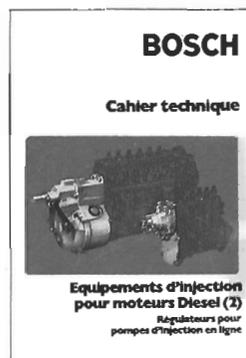
VDT-U 3/1 Fr



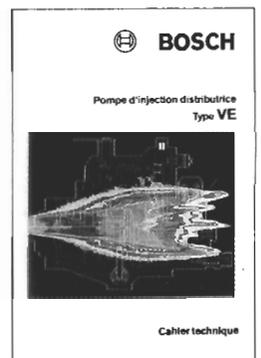
VDT-U 3/3 Fr



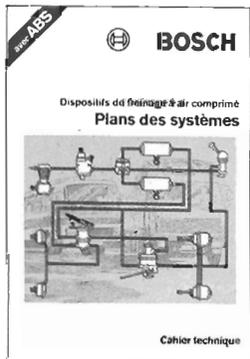
VDT-U 2/1 Fr



VDT-UBP 210/1 Fr



VDT-U 2/2 Fr



VDT-U 4/1 Fr



VDT-U 4/2 Fr

D'at