

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 79 19621

(54) Procédé et dispositif pour améliorer les performances d'un moteur suralimenté.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). F 02 B 37/04; F 01 L 3/00; F 02 D 23/00.

(22) Date de dépôt 24 juillet 1979.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 6 du 6-2-1981.

(71) Déposant : Société dite : RENAULT VEHICULES INDUSTRIELS, société anonyme, résidant en France.

(72) Invention de : Jean-Louis Froment, Francis Golonka et Jacques Pierre.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Jean Maisonnier, ingénieur-conseil,
28, rue Servient, 69003 Lyon.

"PROCÉDE ET DISPOSITIF POUR AMÉLIORER LES PERFORMANCES D'UN MOTEUR SURALIMENTÉ"

La présente invention concerne un procédé et un dispositif pour améliorer les performances d'un moteur suralimenté, par adaptation de
5 la distribution aux caractéristiques des turbo-compresseurs.

L'amélioration technique proposée concerne plus particulièrement, quoi que non exclusivement, les moteurs de véhicules.

L'intérêt de la suralimentation n'est plus à prouver. Il suffit pour s'en rendre compte de constater le développement grandissant des
10 turbo-compresseurs sur les véhicules industriels, et leur apparition sur les voitures particulières.

La suralimentation rencontre évidemment des limites qui correspondent à un niveau de contraintes que le moteur ne doit pas dépasser.

L'invention se fixe les objectifs suivants, tout en restant dans
15 les limites actuelles de suralimentation, et en utilisant le matériel actuel :

- Amélioration du rapport air/combustible à bas régime, et limitation de ce même rapport aux régimes élevés.

- Augmentation du couple à bas régime, ce qui est particulièrement
20 apprécié pour un moteur de traction.

- Abaissement éventuel du régime du couple maxi.

- Réduction de la zone de travail du compresseur en adaptant mieux la perméabilité du moteur aux caractéristiques générales des turbo-
machines.

25 On rappelle que la perméabilité du moteur, ou remplissage, est le quotient entre le débit massique d'air aspiré d'une part et le produit de la densité dans le collecteur d'admission, de la cylindrée, et du régime de rotation d'autre part.

Un procédé suivant l'invention, pour améliorer les performances
30 d'un moteur suralimenté par turbo-compresseur, est caractérisé par les mesures suivantes prises simultanément :

- diminution de la perméabilité de la turbine du turbo-compresseur de suralimentation ;

- retard de l'instant d'ouverture des soupapes d'admission ;

35 - avance de l'instant de fermeture des soupapes d'admission ;
ces mesures permettant d'augmenter la quantité d'air admise dans les cylindres seulement pour les bas régimes.

Suivant une caractéristique supplémentaire de l'invention, l'ensemble est prévu de façon à faire travailler le compresseur dans une zone
40 de meilleur rendement.

Un dispositif pour la mise en oeuvre du procédé suivant l'invention est caractérisé en ce qu'on choisit un turbo-compresseur dont la turbine comporte une volute d'admission introduisant une forte perte de charge sur le circuit des gaz d'échappement, et un montage des soupapes d'admission prévu de façon que l'ouverture des conduits d'admission ne se produise que si les soupapes d'admission ont effectué une certaine course à partir de leur position de repos.

Suivant une caractéristique supplémentaire de l'invention, on utilise des soupapes à écran, c'est-à-dire des soupapes comportant, entre la tête et la tige, une portion cylindrique susceptible de coulisser dans un alésage de la chapelle d'admission adjacent au siège.

Suivant une variante de l'invention, on utilise des soupapes à siège approfondi, c'est-à-dire dont le siège est situé à l'arrière d'un alésage dans lequel la tête de soupape coulisse.

Le dessin annexé, donné à titre d'exemple non limitatif, permettra de mieux comprendre les caractéristiques de l'invention.

- Figure 1 est une vue d'ensemble schématique d'un moteur équipé d'un dispositif suivant l'invention.

- Figure 2 est une section II-II (fig 1).

- Figure 3 est une section montrant un premier type de montage possible des soupapes d'admission du moteur.

- Figure 4 est une section montrant un deuxième type de montage possible de ces soupapes.

- Figure 5 est un graphique illustrant le fonctionnement des soupapes.

- Figure 6 est un graphique illustrant les caractéristiques de fonctionnement du moteur.

- figure 7 est un graphique illustrant les caractéristiques de fonctionnement du turbo-compresseur par rapport à celles du moteur.

On a représenté schématiquement sur la figure 1 un moteur Diesel 1 qui est de type classique, et dont les cylindres sont alimentés en air par un collecteur d'admission 2 et déversent les gaz de combustion dans un collecteur d'échappement 3.

D'une manière connue, le moteur 1 est équipé d'un turbo-compresseur de suralimentation 4 comprenant une turbine dont la roue 5 est placée sur le circuit des gaz d'échappement, et un compresseur dont la roue 6 est placée sur le circuit de l'air d'admission.

Le turbo-compresseur choisi comprend un compresseur mieux adapté à la suralimentation à bas régime, et une turbine de moins grande perméabilité par rapport au turbo-compresseur normalement utilisé pour un

moteur présentant les caractéristiques du moteur 1. La perméabilité d'une turbine de turbo-compresseur se définit comme la facilité avec laquelle les gaz d'échappement peuvent traverser cette turbine. Pour disposer d'une turbine de moins grande perméabilité, on choisit 5 par exemple une turbine dont la volute d'admission 7 présente une section plus réduite (figure 2). A titre indicatif, on a représenté en 7a le tracé d'une volute de turbine de turbo-compresseur normalement utilisé avec le même type de moteur.

Suivant une autre caractéristique de l'invention, les soupapes 10 d'admission du moteur sont montées de façon à permettre simultanément :

- un retard de l'instant d'ouverture de ces soupapes ;
- une avance de l'instant de fermeture de ces soupapes.

Pour cela, on prévoit deux possibilités.

La première possibilité, illustrée sur la figure 3, consiste à 15 utiliser des soupapes à écran. Dans ce cas, chaque soupape d'admission 8 comporte, entre la tête 9 et la tige 10, une portion cylindrique 11 susceptible de coulisser dans un alésage 12. L'alésage 12 est adjacent au siège de soupape 13 dans la chapelle d'admission 14.

La deuxième possibilité, illustrée sur la figure 4, consiste à 20 utiliser des soupapes à siège approfondi. Dans ce cas, chaque siège de soupape 13 est situé à l'arrière d'un alésage 15 dans lequel la tête 9 de la soupape coulisse.

Sur la figure 5, la courbe 16 représente les variations de la section efficace offerte au passage de l'air d'admission en fonction de la 25 levée d'une soupape d'admission, dans le cas des soupapes des figures 3 et 4. On constate que cette courbe 16 est obtenue moyennant une simple translation de la courbe 17 relative à une soupape montée de façon classique. Ainsi, du fait qu'on obtienne suivant l'invention une courbe 16 homothétique de la courbe classique 17, on obtient une durée d'ouverture 30 et une levée plus faibles.

Cependant, pour limiter les pertes au minimum, on "recentre" l'instant d'ouverture des soupapes d'admission, qui se situe au point 18 de la courbe 16, de façon que l'ouverture des soupapes d'admission intervienne sensiblement au point mort haut du moteur, pour chaque cylindre. 35 En effet, une simulation faite sur ordinateur a montré que si l'on retarde de l'instant d'ouverture de façon que l'ouverture intervienne après le point mort haut, il se produit dans les cylindre une aspiration préjudiciable au paramètre connu sous le nom de "pression moyenne indiquée". En revanche, une fermeture avancée des soupapes d'admission est sans inconvénient, et la pression dans les cylindres est pratiquement égale à la 40

pression dans les conduits d'admission jusqu'à la fin de l'ouverture des soupapes d'admission. L'ordre de grandeur du décalage de la came est de l'ordre de 10 à 15 degrés d'angle au vilebrequin, pour des soupapes à écran munies d'une portion cylindrique 11 de 3 à 4 mm de long, 5 ou pour des soupapes à siège approfondi dont l'alésage 15 est de 3 à 4 mm de long.

L'ouverture effective de chaque soupape d'admission se produit alors au voisinage du point mort haut du piston correspondant.

Les solutions décrites en rapport avec les figures 3 et 4 présentent l'avantage de ne pas nécessiter de changement du profil de came, et de permettre une ouverture beaucoup plus franche de chaque soupape d'admission, puisque la soupape a déjà acquis une certaine vitesse au moment où elle dégage l'orifice et où le transfert commence.

Ces dispositions respectent les deux conditions suivantes :

15 - Entraîner des modifications relativement mineures des moteurs de série.

- Entraîner un taux de suralimentation compatible avec le matériel habituel.

En effet, les dispositions décrites sont parfaitement applicables 20 sur un moteur classique.

Pratiquement, l'une des difficultés consistait à réduire le temps d'admission. Pour y parvenir, on peut soit retarder l'ouverture de la soupape d'admission, soit avancer sa fermeture, soit les deux à la fois, mais pour ne pas perdre le bénéfice du temps moteur de chaque cylindre, 25 il faut réduire au maximum le laminage de l'air à l'admission. Diverses solutions auraient pu être adoptées, dont la distribution variable, mais les dispositions conformes à l'invention évitent toute modification majeure du moteur.

Le fonctionnement du moteur équipé du dispositif suivant l'invention est illustré sur la figure 6 montrant un graphique où sont portées 30 en abscisses le volume d'un cylindre et en ordonnées la pression dudit cylindre. Chaque temps du moteur correspond à une portion de la courbe, à savoir :

- la portion 19 correspond à l'admission ;
- 35 - la portion 20 correspond à la compression ;
- la portion 21 correspond à la combustion ;
- la portion 22 correspond à l'échappement.

A titre comparatif, on a également tracé, dans le cas du même moteur non pourvu du dispositif suivant l'invention :

- 40 - la portion 23 correspondant à l'échappement ;

- la portion 24 correspondant à l'admission.

Bien entendu, les transformations conformes à l'invention restent sans effet sur les temps de compression et de combustion durant lesquels la soupape d'admission est fermée.

5 On voit qu'en augmentant la pression de suralimentation du moteur, on obtient un temps moteur supplémentaire à basse pression : l'air d'admission comprimé repousse le piston dès l'ouverture de la soupape d'admission, au lieu que ce soit le piston qui aspire l'air d'admission en reculant dans le cylindre. Le temps d'admission devient donc moteur à
10 son début, le remplissage étant tronqué sur la fin.

On peut voir le gain de travail récupéré, sachant que sur le graphique chaque aire délimitée par une courbe est proportionnelle au travail utile ou résistant pendant un parcours de la courbe, le travail étant utile quand on parcourt la courbe dans le même sens que les aiguilles
15 les d'une montre, et étant résistant quand on parcourt la courbe en sens inverse du sens de rotation des aiguilles d'une montre.

Dans le cas d'un moteur suralimenté, l'aire délimitée par les temps d'échappement et d'admission correspond souvent à un travail utile. L'aire 25 correspondant au moteur suralimenté classique, et délimitée entre les portions 23 et 24, correspond à une pression de suralimentation P_2 et à une pression d'échappement P_3 . L'aire 26, correspondant au moteur équipé suivant l'invention, implique un relèvement de la pression de suralimentation de P_2 en P'_2 , et un relèvement de la pression d'échappement de P_3 en P'_3 . En effet, le relèvement de la pression d'échappement correspond au travail supplémentaire fourni par les gaz d'échappement dans le turbo-compresseur. L'expérience montre que l'écart entre P_3 et P'_3 est plus faible que l'écart existant entre P_2 et P'_2 . Par conséquent, on gagne en travail utile, l'aire 26 étant plus grande que l'aire 25.

30 On note que le procédé suivant l'invention permet d'obtenir ce résultat sans augmenter les contraintes dans le moteur, et sans remettre en cause la structure complète du moteur utilisé comme base de travail, du fait de la diminution du temps d'admission d'air, car on retrouve finalement la même masse d'air dans le cylindre à haut régime, si bien
35 que, comme on l'a déjà signalé, la partie haute de la courbe de la figure 6, comprenant les portions 20 et 21, reste inchangée à la suite des modifications apportées au moteur. Autrement dit, la zone à haute pression du cycle reste la même, et on ne récupère du travail qu'au niveau de la zone à basse pression.

40 On a représenté sur la figure 7 la carte de rendement du compres-

seur avec, en abscisses, le débit d'air et, en ordonnées, le rapport de pressions. Cette carte comporte les courbes suivantes :

- La courbe 27 constitue la courbe de limite de pompage du compresseur.

5 - Les courbes 28, 29 et 30 correspondent chacune à une vitesse de rotation donnée de la roue du compresseur.

- Les courbes 31 et 32 sont des courbes d'isorendement du compresseur, la courbe 31 étant la courbe de rendement maximum (figuré sur la carte).

- Les courbes 33, 34 et 35 sont des courbes d'isovitesse du moteur Diesel. La courbe 33, correspondant à un bas régime du moteur, reste la même après transformation du moteur conformément à l'invention. Par contre, la courbe 34 correspond au régime maxi du moteur non modifié, tandis que la courbe 35 correspond au régime maxi du moteur modifié.

15 - La courbe 36 est la courbe de pleine charge du moteur non modifié.

- La courbe 37 est la courbe de pleine charge du moteur modifié conformément à l'invention.

On note que la courbe d'isorégime 34 se rapproche de la limite de pompage du compresseur en passant en 35, tandis que les points 38 et 39 20 de la courbe de pleine charge passent respectivement en 40 et 41

En conclusion, le procédé suivant l'invention présente principalement les avantages suivants :

25 - Le choix du compresseur et la réduction de la durée d'admission permettent d'accroître l'aire des basses pression du diagramme pression/volume (figure 6) sans modifier l'aire des hautes pressions du même diagramme.

30 - Le choix de la volute de la turbine et des soupapes d'admission à écran, et la bonne adaptation traditionnelle du compresseur permettent d'obtenir une chute très rapide du remplissage des cylindres lorsqu'on se rapproche du régime maxi du moteur, tandis qu'au régime de couple maximum la chute du remplissage est relativement faible.

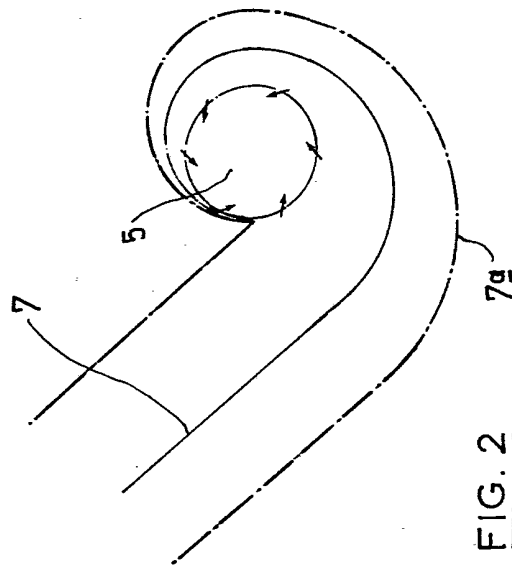
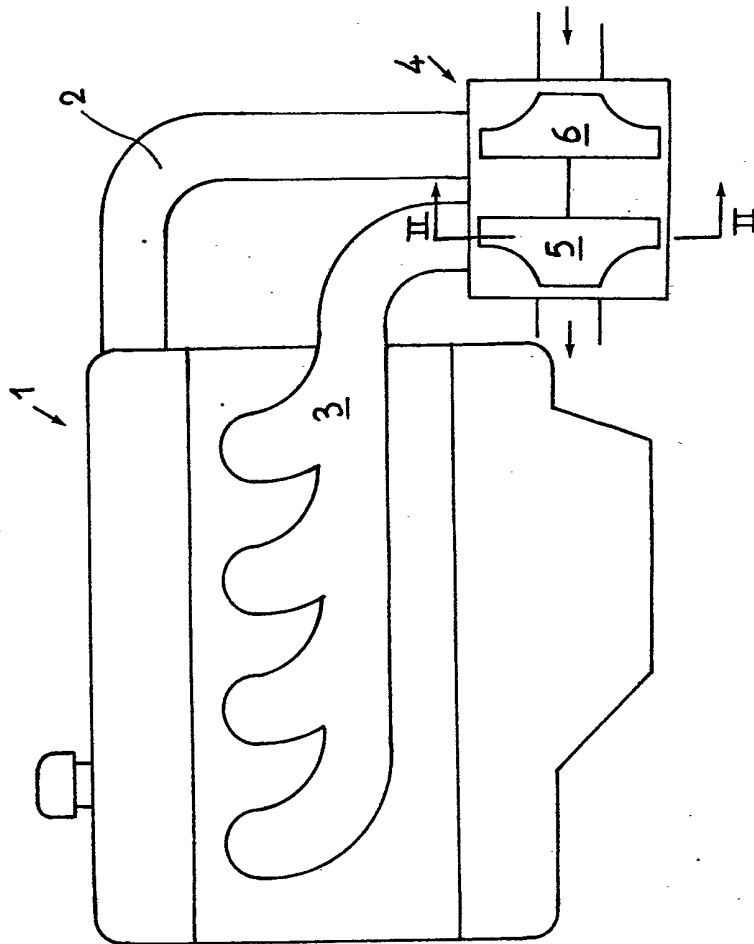
35 - L'augmentation du débit d'air du moteur à bas régime sans pénaliser les hauts régimes est due à la bonne adaptation du compresseur, et au fait que les soupapes à écran réduisent le remplissage à haut régime. Ceci ne peut qu'être bénéfique pour la combustion. On peut donc faire travailler le compresseur plus près de sa ligne de pompage, c'est-à-dire dans une zone de meilleur rendement.

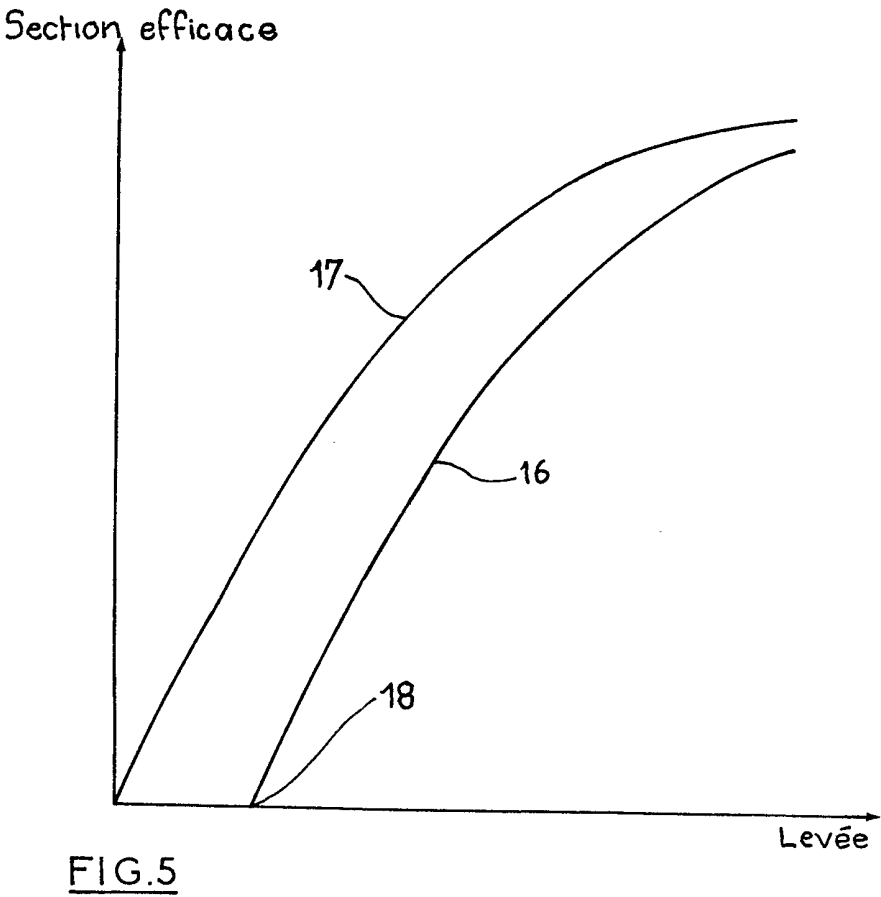
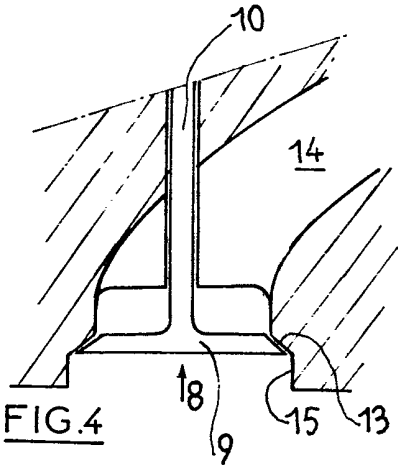
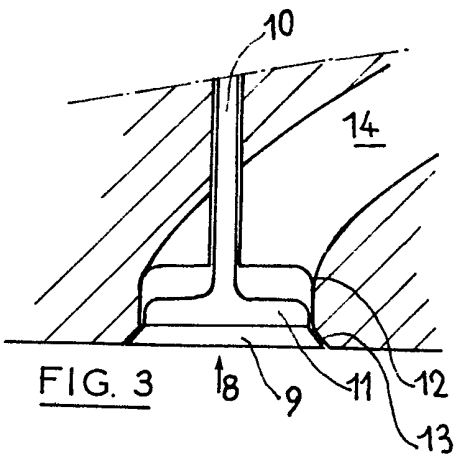
- Un tel système peut permettre d'augmenter le couple maximum du moteur pour une même puissance nominale.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour améliorer les performances d'un moteur suralimenté par turbo-compresseur, caractérisé par les mesures suivantes prises simultanément :
- 5 - diminution de la perméabilité de la turbine du turbo-compresseur de suralimentation, c'est-à-dire de la facilité avec laquelle les gaz d'échappement peuvent traverser ladite turbine ;
- retard de l'instant d'ouverture des soupapes d'admission ;
- avance de l'instant de fermeture des soupapes d'admission ;
- 10 de façon à augmenter la quantité d'air admise dans les cylindres seulement pour les bas régimes.
2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'on "recentre" l'ouverture des soupapes d'admission de façon que l'instant d'ouverture de chaque soupape d'admission intervienne sensiblement au
- 15 point mort haut du piston correspondant , ou légèrement avant ce point mort haut.
3. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'on choisit un turbo-compresseur dont la turbine comporte une volute d'admission introduisant une forte perte de charge sur le circuit des gaz d'échappement,
- 20 et un montage des soupapes d'admission prévu de façon que l'ouverture des conduits d'admission ne se produise que si les soupapes d'admission sont à une certaine distance de leur position de repos.
4. Dispositif suivant la revendication 3, caractérisé par l'utilisation de soupapes à écran, c'est-à-dire de soupapes comportant, entre
- 25 la tête et la tige, une portion cylindrique susceptible de coulisser dans un alésage de la chapelle d'admission adjacent au siège.
5. Dispositif suivant la revendication 3, caractérisé par l'utilisation de soupapes à siège approfondi, c'est-à-dire dont le siège est
- 30 situé à l'arrière d'un alésage dans lequel la tête de soupape est susceptible de coulisser.

PL.I.3





PL. III.3

