

⑫ DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑫② Date de dépôt : 18.10.90.

⑫③ Priorité :

⑫④ Date de la mise à disposition du public de la demande : 24.04.92 Bulletin 92/17.

⑫⑤ Liste des documents cités dans le rapport de recherche : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

⑫⑥ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦① Demandeur(s) : HERVIER Gérard Jules — FR.

⑦② Inventeur(s) : HERVIER Gérard Jules.

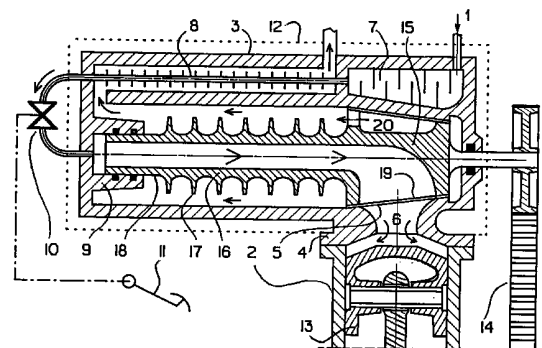
⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire :

⑤④ Moteur d'automobile à combustion interne, de type à injection totale avec chauffage de l'air comprimé par les gaz d'échappement.

⑤⑦ Moteur d'automobile, à pistons et à combustion interne, alimenté par de l'air, comprimé séparément et injecté dans chaque cylindre après avoir été chauffé par les gaz d'échappement. L'invention concerne l'organe qui réalise l'échange de chaleur et la distribution des gaz, son raccordement avec les cylindres et l'agencement original de la chambre et des pistons.

Il comprend un distributeur rotatif (15), de forme tronconique, poussé contre un alésage (5), de même conicité, par la pression de l'air sur le conduit d'entrée (18) et relié à chaque cylindre par un conduit (6) pour le transfert des gaz. L'échange de chaleur se fait en trois temps: d'abord un préchauffage dans des alvéoles (7) du carter de distribution (3), puis dans un échangeur fixe (8), enfin dans un échangeur tournant (16) disposé entre le rotor (15) et le conduit (6). La pédale d'accélérateur pilote l'admission d'air au moyen de la vanne (10) et fait varier le volume injecté par un décalage angulaire du rotor (15) par rapport au vilebrequin. L'injection du combustible est réglée pour que la température des gaz brûlés soit optimale.



L'invention concerne un moteur thermique, à pistons et à combustion interne, plus spécialement destiné à l'automobile, dont la différence fondamentale, par rapport aux moteurs actuels, est que l'air n'est pas comprimé dans les cylindres où s'effectue la combustion mais provient d'une
05 unité séparée de production d'air comprimé. Ce type de moteur, qui fonctionne suivant un cycle à deux-temps, a parfois été nommé " MOTEUR A INJECTION TOTALE " parce que l'on y injecte, sous pression, à la fois le combustible et le comburant. En fait ce moteur ne s'est pas répandu parce que, pour recueillir tous les avantages qu'il peut offrir en théorie, on se heurte à
10 de grosses difficultés techniques; en particulier il faut, avant son admission, porter l'air à la température la plus élevée possible, en récupérant la chaleur des gaz d'échappement, et distribuer avec le minimum de pertes les gaz très chauds entrant et sortant des cylindres.

La présente invention propose un ensemble de technologies originales
15 pour qu'un tel moteur puisse fonctionner avec des performances optimales; elle ne concerne que le moteur lui-même et suppose implicitement l'existence d'une unité qui lui fournira l'air comprimé; celle-ci ne faisant ici l'objet d'aucune description ni revendication.

Les avantages apportés par cette nouvelle motorisation des véhicules
20 peuvent être considérables; les aspects les plus marquants concernent la consommation, le combustible, la pollution, la conduite et l'écologie. Le rendement nettement plus élevé ainsi que la réduction des pertes entraînent une baisse importante de la consommation dans toutes les conditions de marche et plus spécialement dans le trafic urbain. Le choix et la
25 composition du combustible exigent beaucoup moins de contraintes; il n'y a pas besoin d'additif anti-détonnant ou autre; on peut sans inconvénients mélanger ou substituer aux hydrocarbures des alcools de synthèse. La combustion est plus propre et plus complète car elle s'apparente à celle d'un brûleur à gaz à fort excès d'air; la pollution due aux rejets
30 d'imbrulés, de suie, d'oxyde de carbone est pratiquement supprimée. On peut aisément rendre ce moteur auto-démarrreur avec commande directe par la pédale d'accélérateur; dès qu'on cesse d'appuyer l'arrivée d'air et de combustible est immédiatement stoppée; cette suppression des rejets inutiles, si elle était généralisée, assainirait considérablement l'atmosphère des zones
35 urbaines encombrées. Enfin ce moteur est particulièrement bien placé pour promouvoir, à moyen et long terme, des carburants écologiques, de source uniquement végétale, en vue de rééquilibrer le cycle du gaz carbonique sur terre détruit par la surconsommation des combustibles fossiles.

La description qui suit comprend deux parties; dans la première, en se référant au schéma de la figure 1 et aux diagrammes des figures 2 et 3, on s'attachera surtout aux aspects théoriques et fondamentaux de ce moteur, aux conditions à remplir pour optimiser les performances, aux éléments essen-
 05 tiels qui le composent. La description détaillée des différentes pièces et techniques employées fait l'objet de la deuxième partie; les dessins en référence des figures 4 et au-delà sont plus spécialement adaptés à la version la plus courante de ce moteur c'est-à-dire celle à deux cylindres; il est bien entendu que les revendications s'appliquent à toutes les
 10 versions adaptables de ce moteur. Beaucoup des composants sont identiques à ceux qui existent dans les moteurs actuels connus; la description qui suit ne s'attachera qu'aux organes nouveaux de ce moteur et aux modifications particulières de ces composants courants.

La figure 2 montre le circuit théorique des gaz du moteur. Dans
 15 l'échangeur à contre-courant l'air comprimé est porté à haute température par les gaz brûlés de sortie. le distributeur opère le transfert des gaz entrant et sortant de chaque cylindre. Sur le diagramme en pression et volume on a tracé, pour divers états de charge, le cycle des transformations successives dans la chambre d'un cylindre, durant un aller-et-retour du
 20 piston. Les points séparant chaque phase sont repérés par une lettre. Le diagramme de la figure 3 donne la position angulaire du vilebrequin pour chacun de ces points. H et B sont les points morts haut et bas; VH et VB les volumes orrespondants. Le cycle comprend les phases suivantes:

_ (Y H A) ADMISSION : l'air remplit d'abord VH puis par l'isobare HA un
 25 volume complémentaire qui varie avec la position angulaire du point A réglé par le distributeur.

_ (A C) COMBUSTION : l'injection du combustible est réalisée pour que la combustion commence un peu avant A, soit la plus brève possible et amène un accroissement aussi bien de la température que de la pression.

30 _ (C D) DETENTE : cette transformation est proche d'une adiabatique; la pression finale est d'autant plus forte que le volume en A est plus grand.

_ (D B E) ECHAPPEMENT : dès l'ouverture au distributeur il se produit une détente brutale des gaz; l'énergie du transfert est fournie par le gaz lui-même et entraîne, de ce fait, une chute de la température.

35 _ (E R) REFOULEMENT : il se fait à pression et température presque constantes; le piston fournit le travail du transfert.

_ (R Y H) RECYCLAGE : entre la fin du refoulement et le début de l'admission le distributeur crée une zone d'isolation; la petite masse de

gaz qui se trouve enfermée en R est recyclée et comprimée jusqu'à la pression de l'air d'admission.

Sur le diagramme de la figure 3 les phases hachurées sont celles où la chambre doit être isolée par le distributeur.

05 Dans les moteurs courants, le taux de compression est le paramètre le plus important pour le rendement; ce qui oblige d'y travailler à des pressions très élevées. Dans le cycle décrit ci-dessus, on obtient un très bon rendement même avec une pression modérée de l'air admis, par exemple celle délivrée couramment par un compresseur volumétrique mono-étagé. Ici
10 c'est la température de l'air admis qui est le paramètre majeur et c'est la résistance des matériaux en contact direct avec les gaz d'échappement qui va en fixer la limite. On a intérêt, pour optimiser, à chaque instant, le rendement thermodynamique du moteur à réguler la température de sortie des gaz à la valeur maximale admissible, en agissant sur la quantité injectée du
15 combustible. Dès lors le travail fourni au cours du cycle et par suite le couple délivré est pratiquement proportionnel à la masse d'air admise.

Sur le cycle en trait plein décrit plus haut cette masse est maximale lorsque l'angle de fin d'admission A est le plus grand; mais il faut noter que plus le couple est élevé, plus la détente sera tronquée et amènera une
20 chute sensible du rendement.

Lorsque le point A est à sa position minimale, proche de H, la détente CD est complète; on obtient le cycle tracé en trait mixte qui correspond au couple d'utilisation le plus économique du moteur; on a intérêt à fixer les volumes VB et VH pour que ce couple soit statistiquement le plus souvent
25 utilisé dans la conduite du véhicule.

Le dernier cycle tracé sur le diagramme, en pointillé, sert à donner les couples les plus faibles nécessaires aux déplacements à petite vitesse; ici le volume admis reste bloqué au minimum, c'est-à-dire à une valeur proche de VH, et on réduit la masse admise par diminution de la pression en
30 étranglant la vanne d'admission.

Par rapport aux différentes versions des moteurs DIESEL en service, les problèmes d'injection et de combustion du présent moteur sont plus faciles à maîtriser pour les raisons suivantes:

- _ l'injection peut se faire à pression modérée;
- 35 _ on y brûlera un combustible plus volatil que le gazole et qui se vaporisera instantanément après l'injection;
- _ la température très élevée régnant dans la chambre réduira fortement le délai d'inflammation et supprimera la phase de combustion détonnante.

La figure 1 présente une image simplifiée des composants du moteur et permet d'expliquer les aspects principaux de son fonctionnement. Un carter (3) est serré par son plateau (4) contre chaque cylindre (2) et communique avec celui-ci par un conduit (6) servant au transfert des gaz. Un ensemble 05 tournant , entraîné par le vilebrequin à l'aide de la transmission (14) est enfermé dans ce carter; son rôle premier est d'assurer la distribution des gaz avec les cylindres au moyen d'un rotor (15), de forme tronconique, venant s'appuyer contre un alésage (5), de même conicité usiné dans le carter. La surface conique externe du rotor porte au moins un orifice (19) 10 pour l'injection de l'air et un orifice (20) pour l'expulsion des gaz brûlés. Le conduit (6) débouche dans l'alésage par un orifice étroit; le transfert des gaz s'effectue à chaque passage des orifices mobiles (19) et (20) devant celui-ci. L'ensemble tournant réalise aussi la phase finale du transfert de chaleur entre les gaz brûlés et l'air au moyen d'un échangeur 15 (16) disposé en prolongement du rotor et acheminant l'air dans celui-ci par un embout (18); la surface d'échange est agrandie extérieurement par des parties saillantes (17) qui tournent dans le flux direct des gaz.

A l'extrémité du carter est aménagé un raccord tournant étanche avec une partie fixe (9) dans laquelle glisse l'embout (18); ce raccord amène un 20 effort de poussée que l'on peut ajuster à une valeur fixe et précise par le choix de la section. Ceci est capital pour le bon fonctionnement de la distribution; en effet le rotor (15) reçoit lui-même des efforts dus à la pression des gaz qui tendent à l'écarter de l'alésage (5); pour assurer le contact on établit la poussée antagoniste sur l'embout (18) au niveau juste 25 nécessaire. Cette technique permet, d'une part de réduire les fuites au distributeur, d'autre part de laisser filtrer entre les surfaces coniques un film gazeux microscopique suffisant pour abaisser fortement le coefficient de frottement et empêcher l'abrasion ou le grippement.

L'air en provenance de la source (1) remplit d'abord la chambre 30 cloisonnée (7), aménagée dans le stator de distribution, c'est-à-dire dans la partie du carter qui entoure le rotor. Durant son passage dans le stator l'air est préchauffé; grâce à la chaleur ainsi évacuée le stator peut se maintenir à un niveau de température modéré. La deuxième phase du chauffage de l'air se fait dans un échangeur fixe (8), à contre-courant du flux de 35 sortie des gaz brûlés venant de l'échangeur (16).

La vanne motorisée (10), disposée de préférence sur le circuit de l'air entre les deux échangeurs, est pilotée par la pédale d'accélérateur (11) et commande la mise en marche ou l'arrêt du moteur.

Nous abordons maintenant la deuxième partie, axée sur la présentation concrète d'une version à deux cylindres de ce moteur. L'essentiel de cette description portera sur l'organe totalement nouveau de celui-ci, qui réalise toutes les opérations de chauffage de l'air et de distribution des gaz, et
05 remplace en quelque sorte plusieurs éléments bien connus tels que la culasse et ses collecteurs d'entrée et de sortie, le démarreur, les silencieux d'échappement. Cet organe est assez long et volumineux; sa vue d'ensemble longitudinale, qui est une coupe suivant un plan passant par l'axe central, pour plus de clarté, est répartie sur deux figures; la figure 5 où l'on voit
10 les échangeurs et la vanne d'admission intégrée au bout, et la figure 7, qui montre le bloc de distribution raccordé d'un côté aux échangeurs et de l'autre au dispositif d'entraînement. L'autre vue d'ensemble, offerte par la figure 4, est une coupe transversale passant par les axes des cylindres; elle permettra de décrire les transferts entre le distributeur et les
15 cylindres ainsi que les aménagements particuliers apportés à ceux-ci et aux pistons. En plus de ces vues d'ensemble, on fera référence, au cours de la description qui suit, à quelques vues complémentaires ou de détail ainsi qu'à deux schémas de fonctionnement; l'un, figure 11, concerne tout le pilotage de l'admission d'air par la pédale d'accélérateur; l'autre, figure
20 12, propose une disposition d'ensemble pour l'injection du combustible plus spécialement adaptée à ce type de motorisation.

Le rotor (15) tourne à la moitié de la vitesse du vilebrequin et a deux orifices (19), opposés par le diamètre, pour l'injection d'air et de même deux orifices (20) pour l'expulsion des gaz. Cette disposition équilib
25 re les poussées radiales sur le rotor. Les fentes d'entrée des conduits (6) sont décalées de 90 degrés. Les cylindres (2) sont disposés en parallèle avec mouvement en alternance des pistons. Le cycle à deux-temps décrit plus haut est réalisé successivement dans chaque cylindre avec un déphasage de un demi-tour du vilebrequin. Ainsi on peut voir, sur la figure 4, que le
30 piston de gauche a commencé sa descente et qu'on se trouve en fin de phase d'admission; à l'opposé le piston de droite remonte et refoule les gaz.

Le stator de distribution (21) est une pièce de fonderie assez massive dont le plateau (4) fait office de culasse pour les cylindres qui sont serrés entre lui et le carter du moteur par des tirants. Le fond du plateau
35 (4) est usiné pour que les cylindres viennent s'y encastrer en enfermant une galette (24), en céramique, percée au centre d'un trou rond dans lequel vient se raccorder l'extrémité du conduit (6). Chacun des cotés du plateau (4) comporte une rangée de trous taraudés (22), débouchant à l'extrémité du

conduit (6), et servant à fixer les éléments de contrôle de la combustion (injecteurs, bougies, prises de température). Toute l'enveloppe du stator (21) autour de l'alésage conique (5), à l'exception des passages (6), est remplie par des alvéoles (25) dans lesquelles circule l'air frais alimenté; leur surface d'échange et leur volume interne sont suffisants pour maintenir toute la masse du stator à une température modérée.

Chaque cylindre, dont on peut voir une coupe transversale sur la figure 9, se compose d'un corps en fonte (2), garni à sa périphérie de rainures longitudinales (30), et enfermé dans une virole en acier (31) soudée ou sertie à chaque extrémité. Par les tubulures (32) on fait circuler dans les rainures (30) un liquide de refroidissement qui peut être avantageusement de l'eau sous pression. Chaque piston se compose d'un corps en alliage d'aluminium (13) sur le dessus duquel sont empilés une rondelle plate élastique (28), une plaque isolante (27), et enfin un chapeau (26) en céramique; ces trois pièces sont serrées contre le piston par une collerette (29), en acier très réfractaire, portant les segments d'étanchéité supérieurs, et fixée au piston par sa jupe inférieure. Cette technique d'isolation particulière du piston est possible dans ce moteur parce que la pression qui s'exerce sur le chapeau (26) est peu élevée. Par contre il est nécessaire de refroidir séparément la collerette (29) pour qu'elle puisse résister aux températures extrêmes de la combustion; pour cela on établit une circulation forcée d'huile refroidie entre le piston et les parois du cylindre; l'huile est refoulée par la pompe du moteur dans un petit conduit (33) débouchant au milieu du cylindre en un point toujours situé entre les segments d'étanchéité hauts et bas; l'huile ressort par une rangée de petits trous débouchant au ras de la voûte du piston après avoir traversé jupe et paroi. Au point mort haut le chapeau (26) s'emboîte avec très peu de jeu dans le profil évasé de la galette (24), de sorte que le volume de la chambre est pratiquement égal à celui du conduit (6); quand le piston commence sa descente, l'air admis dans le conduit (6) est obligé de passer à grande vitesse par l'espace annulaire étroit existant entre les pièces céramiques; le combustible est injecté à l'entrée de cet espace et il se produit un mélange très rapide et efficace des constituants. La température et le rayonnement qui règnent à cet endroit est particulièrement élevée; ceci favorise la combustion immédiate et complète du mélange gazeux.

Le transfert de chaleur dans la partie tournante se fait principalement à travers un faisceau de tubes d'acier (34) garni sur toute sa longueur d'ailettes radiales (35); celles-ci sont des rondelles de grand diamètre, en

tôle mince, emmanchées sur les tubes, en vue d'augmenter la surface de contact avec les gaz brûlés, tout en rigidifiant le faisceau. A chaque bout les rondelles sont remplacées par des brides épaisses (36), brasées sur les tubes, et encastrées d'un côté dans un boîtier d'admission d'air (37) et de
05 l'autre dans le rotor (15), ces deux pièces étant reliées entr'elles et pressées contre le faisceau par un axe central (38) muni d'un écrou de serrage (39). Pour atteindre le maximum d'efficacité dans l'échangeur on oblige les gaz brûlés à une succession d'aller-et-retour entre le centre et la périphérie, en traversant à chaque fois le faisceau de tubes. On obtient
10 ce mouvement d'une part en empilant sur l'axe (38) des déflecteurs (40) en céramique qui créent une suite de gorges arrondies, d'autre part en plaçant aux endroits voulus, à la place des ailettes, des cloisons de deux types; les unes (41) empêchent le passage extérieur et forcent les gaz à revenir au centre; les autres (42) ferment le passage au centre en s'appuyant contre
15 les déflecteurs (40). Ceux-ci sont portés à très haute température et créent un rayonnement intense vers l'échangeur; leur profil intérieur est aménagé pour avoir le minimum de contact avec l'axe (38); il est préférable que celui-ci soit creux et que l'on y fasse circuler un léger courant d'air.

L'échangeur fixe est aménagé tout autour de l'échangeur tournant et
20 l'enferme complètement, comme on peut le voir sur la coupe transversale de la figure 6. Il comprend un corps principal (43), coulé de préférence dans un alliage bon conducteur, garni de rainures longitudinales externes (44) et internes (45), d'une enveloppe cylindrique extérieure (46) en acier et d'une virole intérieure (47) en acier inoxydable. Côté vanne le corps (43) et son
25 enveloppe (46) se referment vers le centre; côté distribution l'enveloppe se termine par une bride qui permet de fixer tout le bloc de chauffage, avec un emboîtement étanche, à la façade avant du stator (21). L'air, à sa sortie des alvéoles (25), est canalisé dans les rainures (44) jusqu'en amont du clapet (48) de la vanne. Les gaz brûlés, après leur dernier passage sur le
30 faisceau (34), pénètrent dans les rainures intérieures (45) par un espace circulaire à l'extrémité de la virole (47); ces gaz, après avoir cédé la majeure partie de leur chaleur initiale, ressortent à l'autre bout de l'échangeur fixe par une série de trous à travers le corps (43) et l'enveloppe (46), comme le montre la vue en coupe de la figure 8; ces gaz
35 sont ensuite canalisés par une gaine (57) vers l'extérieur.

La vanne d'admission d'air, de type normalement fermée, est fixée et centrée en bout des échangeurs; l'ouverture du clapet (48) est obtenue par envoi d'air sous pression dans un vérin comprenant un corps (50) et un

piston (51) relié au clapet. Le corps de vanne (52) est emmanché au bout et au centre de l'échangeur fixe (43); il comporte le siège et le guide du clapet (48) ainsi que l'axe sur lequel tourne le boîtier (37). Le corps de vérin (50) possède une bride qui permet de serrer, d'une manière étanche, 05 l'extrémité de l'enveloppe (46) contre le corps de vanne (52); les plots (53), usinés sur la face avant de celui-ci, assurent le centrage tout en laissant passer l'air vers l'amont du clapet.

La pression régnant en aval est une fonction linéaire de celle existant dans le vérin; on peut donc utiliser cette vanne en détendeur de 10 la pression d'admission; pour avoir en aval la même pression qu'en amont il faut maintenir aussi cette pression dans le vérin. Tout ce dispositif ne comporte aucun ressort et est capable de fonctionner aux températures relativement élevées qui règnent à cet endroit.

Au moment où le clapet s'ouvre et que la pression en aval croît 15 rapidement, l'air admis acquiert, pendant un court instant, une grande vitesse. Il est avantageux d'utiliser l'énergie cinétique correspondante pour déclencher les premiers tours de rotation du moteur, dans le sens voulu; celui-ci est ensuite capable de poursuivre seul son démarrage. Pour cela on dispose sur le trajet radial du mouvement de l'air vers l'entrée du boîtier 20 (37) un diffuseur (54) et une petite turbine (55) que l'on peut voir en coupe transversale sur la figure 6. Le diffuseur (54) est solidaire du corps (52) et vient en prolongement de l'axe du palier. La turbine (55) est elle-même intégrée au boîtier (37) qui peut être coulé d'une seule pièce, par exemple dans une fonte alliée.

25 Le rotor de distribution (15) comporte un cloisonnement intérieur qui sépare l'air d'admission et les gaz brûlés et contribue efficacement au transfert de chaleur entre ceux-ci; travaillant en permanence à très haute température il doit être coulé dans un alliage réfractaire ou formé dans un matériau céramique. Sur la figure 5 la vue en coupe a été arrangée afin de 30 montrer en haut le passage pour l'échappement (58) et en bas celui (59) pour l'admission d'air.

L'air sortant du faisceau de tubes (34) remplit d'abord la cavité circulaire (60) de la face avant, puis les deux conduits d'admission (59), enfin une grosse cavité sphérique centrale (61) prolongée par un embout dans 35 lequel s'emmanche l'axe creux (38). Le volume total d'air accumulé dans le rotor est relativement élevé par rapport au volume injecté dans chaque cylindre; ceci limite, en partie, la perte de charge consécutive à la durée très brève de cette injection. La cavité (61) est fermée à l'arrière par un

couvercle (62), en acier, soudé à l'arbre (38) et prolongé par une queue munie d'une portée conique et de cannelures, servant à l'entraînement de tout l'ensemble tournant.

L'air comprimé frais, en provenance de la centrale, pénètre dans le
05 stator (21) par une entrée latérale et remplit d'abord toute la cavité interne circulaire (99); il traverse ensuite les alvéoles (25) et ressort vers les différentes rainures (44) de l'échangeur fixe. Toute la surface extérieure du stator et de l'enveloppe (46) est recouverte de calorifuge. Sur la face arrière du stator est fixée une plaque isolante, en céramique,
10 avec un alésage central pour le passage de l'entraînement. Ce dernier est conçu pour réduire au minimum les pertes de chaleur ainsi que la température des pièces sensibles. Il comprend une poulie (56), entraînée par une courroie crantée, tournant dans un roulement (64), lui-même tenu par un support (65) fixé au stator près de l'arrivée d'air, là où la température
15 est la plus basse. Ces pièces, visibles sur la vue arrière de la figure 10, sont largement ventilées par l'air ambiant. La fixation du support (65) est réalisée avec précision, par exemple avec des vis à epaulement de centrage, afin que l'axe de rotation de la poulie (56) coïncide avec celui du distributeur. L'accouplement entre ces deux dernières pièces est obtenu par
20 une galette (66), en matériau céramique très isolant, rivetée sur un moyeu en acier (67) lui-même arrimé à la queue du couvercle (62). La galette (66) est entraînée par des axes (68) parallèles, solidaires de la poulie (14), et sur lesquels elle peut glisser axialement sous l'action des ressorts (69) placés sur ces mêmes axes. En marche la poussée de l'air du palier
25 d'extrémité comprime ces ressorts; à l'arrêt ceux-ci repoussent l'ensemble tournant contre la butée (49) et créent un petit espace entre les surfaces coniques du rotor et du stator; les cylindres peuvent respirer et il n'y a plus de frottement; le moteur tourne à vide sur sa lancée et pour l'arrêter il faut faire appel à un freinage extérieur. Les ressorts (69) maintiennent
30 la poulie (56) contre le roulement (64) qui sera de préférence de type à billes et à contact oblique.

La figure 11 montre, avantageusement rassemblés dans un même boîtier (70): une servo-valve qui pilote la pression du vérin (50) de la vanne d'admission, un dispositif d'entraînement, avec déphasage, de la poulie
35 motrice (71) qui entraîne elle-même le distributeur à la moitié de la vitesse du villebrequin, enfin la commande associée de ces deux éléments par le câble (72) de la pédale d'accélérateur.

La servo-valve comprend un tiroir (73) coulissant à l'intérieur d'un

piston libre (74) qui reçoit d'un côté la poussée due à la pression de l'air dans la chambre (75) et de l'autre l'effort d'un ressort (76). L'enfoncement du tiroir ouvre un passage pour l'air comprimé vers la chambre (75) et le piston se déplace tant que la pression y est suffisante pour comprimer le ressort (76). Inversement si on laisse reculer le tiroir, par l'effet de son petit ressort de rappel (77), l'air de la chambre s'échappe par le passage créé en bout du tiroir et la chute de pression provoque le retour du piston. Ce dernier suit donc fidèlement le mouvement du tiroir et à chaque position de celui-ci correspond une valeur précise de la pression détendue en aval de la vanne d'admission. Le ressort (76) est calibré pour que cette pression soit maximale en bout de course du tiroir et corresponde, en début de course au couple moteur minimum recherché. Au repos le vérin (50) est mis à l'air libre et la vanne est naturellement fermée.

L'entraînement de la poulie (71) est réalisé au moyen d'un couple de pignons hélicoidaux à axe perpendiculaire et de même diamètre, l'un (78) fixe et solidaire du villebrequin, l'autre (79) mobile et pouvant se déplacer axialement sur un arbre cannelé (84) solidaire de la poulie (71). Un poussoir (80), coulissant dans un couvercle (81) fixé au boîtier (70), vient s'appuyer contre un roulement (82) emmanché au bout du pignon (79). Cet ensemble mobile est repoussé vers le couvercle par un ressort (83) qui prend appui au fond d'une cavité de l'arbre (84). Tout ce mécanisme est lubrifié par l'huile du moteur. Lorsque on enfonce le poussoir (80) en comprimant le ressort (83), il se produit un déphasage angulaire entre les deux pignons qui crée une avance au distributeur et le volume d'air admis s'accroît en même temps que l'angle de fin d'admission.

La poulie (71) est fixée sur l'arbre par un emmanchement conique, que l'on bloque par serrage, avec la courroie crantée en place, après avoir soigneusement positionné le distributeur par rapport aux pistons. La rondelle ressort (85) sert à maintenir l'arbre (84) contre ses roulements.

La traction du câble (72) par la pédale d'accélérateur s'exerce sur un levier (86) articulé d'un côté à l'extrémité du poussoir (80) et de l'autre à celle du tiroir (73); ce dernier s'enfonce le premier car il ne demande que très peu d'effort; lorsqu'il arrive en bout de course, le poussoir (80) s'enfonce à son tour en exigeant un effort plus élevé, à cause du ressort (83) et de la réaction des dentures. Le couple délivré par le moteur croît régulièrement sur toute la course pédale; la position correspondant au couple économique est aisément perçue par le conducteur par suite du changement d'effort et lui sert de repère pour la conduite du véhicule.

L'arsenal des technologies existantes, pour doser et injecter un combustible dans un moteur à combustion interne, est suffisamment varié pour offrir des solutions adaptées au moteur à injection totale qui vient d'être décrit. Il faut tenir compte du combustible choisi. La vocation écologique
 05 de ce moteur milite en faveur d'un carburant fortement enrichi par des alcools de source végétale; par rapport au gazole un tel combustible aura une viscosité et un pouvoir calorifique plus faible, et inversement une volatilité et une chaleur de vaporisation bien plus grande. Dans ce cas il peut être avantageux de faire appel aux techniques d'injection dites
 10 électroniques c'est-à-dire avec des injecteurs dont le mouvement de l'aiguille est commandé par un processeur électronique. Le système proposé par l'invention est schématisé sur la figure 12 et comprend deux parties: l'une pour le pompage, l'autre pour l'injection.

Une pompe rotative volumétrique (87), entraînée par le moteur, aspire
 15 le carburant dans un réservoir (88) à travers un clapet anti-retour (89) et le refoule dans un accumulateur (91); la régulation est faite par une électro-valve (92), normalement ouverte et pilotée par la pression. Au départ la vanne se ferme et la pompe (87) charge l'accumulateur (91) jusqu'à ce que la pression de fonctionnement soit atteinte; la vanne s'ouvre alors
 20 et la pompe ne débite plus que sur elle-même; à l'arrêt l'accumulateur se vide lentement vers le réservoir à travers un petit ajutage (90).

La partie injection comporte: au moins un injecteur (93) par cylindre et une prise de température (94), un processeur électronique (95), enfin sur le circuit reliant l'accumulateur (91) aux injecteurs (93) un dispositif
 25 d'étranglement variable (96), commandé par un petit moteur pas-à-pas (97), qui peut être réalisé par une came dont le profil se déplace devant un trou calibré. Les paramètres de base de l'injection sont reliés, à chaque instant par la relation: $6 \cdot N \cdot V = S \cdot A \cdot U$ dans laquelle:

- _ N est la vitesse de rotation du moteur en tours/minute
- 30 _ V est le volume unitaire de carburant à injecter en cm³
- _ S est la section d'étranglement du dispositif (96) en cm²
- _ A est la durée angulaire de l'injection en degrés
- _ U est la vitesse du liquide dans la section S en cm/seconde

Cette vitesse U dépend surtout de la pression régulée dans l'accumula-
 35 teur et peut donc, en première approximation, être considérée comme constante. Pour moduler V le processeur va agir essentiellement sur S, en positionnant le moteur (97), et sur A par l'émission très précise des tops qui commandent l'ouverture et la fermeture des injecteurs. La variation

totale du second membre de la relation ci-dessus doit pouvoir égaliser celle du premier; par exemple si le rapport de variation de N est 9 et celui de V 8, il faut pouvoir atteindre 72 avec le couple S_A , par exemple en fixant 16 pour S et 4,5 pour A .

05 A partir d'essais complets au banc, en explorant la plage totale des vitesses et des couples, on connaît les valeurs préférentielles à donner à S,A ainsi qu'à l'avance à l'injection. Cette "carte" de valeurs est placée dans la mémoire du processeur (95) et va lui servir de références pour définir son action. A chaque instant le processeur est informé:

10 _ par un capteur magnétique de la position et de la vitesse du vilebrequin
 _ par un capteur de déplacement de la position de la pédale d'accélérateur, donc du couple demandé par le conducteur
 _ enfin par les capteurs (94) de la température des gaz d'échappement.

 A partir de ces éléments le processeur calcule instantanément les
 15 paramètres lui servant à piloter le moteur (97) et les injecteurs (93); ce calcul se fait en deux temps: d'abord lire les valeurs dans la mémoire morte ensuite les corriger en plus ou moins en vue de maintenir la température des gaz (94) dans une plage optimale; ce dernier point est particulièrement important; il évite la surchauffe des parties les plus exposées aux hautes
 20 températures; il permet au démarrage d'accélérer le réchauffage du moteur; enfin pour toutes les conditions de marche il garantit le meilleur rendement thermodynamique.

 Pour accélérer la gazéification du jet de carburant liquide et en même temps protéger le nez de l'injecteur, une buse (98) est placée devant celui-
 25 ci et fixée dans un orifice (22) du conduit (6). La figure 13 montre les vues agrandies de ce montage. La buse (98) comporte un noyau central ,qui se termine en pointe juste devant l'orifice d'injection, avec tout autour des rainures hélicoïdales. Le carburant s'écoule en nappes minces dans celles-ci en prenant un mouvement tourbillonnaire. Il se produit un transfert de
 30 chaleur très efficace des parois chaudes au combustible et la majeure partie de celui-ci est gazéifiée avant de pénétrer dans le conduit (6).

REVENDECATIONS

1) Moteur à pistons, à combustion interne, destiné à l'entraînement des véhicules automobiles, fonctionnant suivant un cycle à deux-temps avec injection à la fois du combustible, hydrocarbures et/ou alcools, et du comburant, air comprimé dans un organe séparé du moteur et porté à haute température par les gaz d'échappement, caractérisé en ce que l'admission de cet air depuis sa source (1) jusqu'au(x) cylindre(s) (2) est réalisée au moyen des éléments suivants:

- _ une vanne d'admission d'air (10), normalement fermée et dont l'ouverture est pilotée par la pédale d'accélérateur (11);
- 10 _ un distributeur rotatif (15) de forme tronconique avec un conduit (18) amenant l'air par la grande face du cône et au moins un orifice d'injection (19), de cet air, disposé à la périphérie;
- _ un carter général (3) entourant le distributeur (15), avec un alésage (5) de même conicité que celui-ci, et serré contre le dessus des cylindres (2)
- 15 par un plateau (4) intégré dans la fonderie dudit carter;
- _ pour chaque cylindre (2) un conduit (6) de transfert des gaz, traversant le plateau (4) et débouchant dans l'alésage (5) par un orifice ayant la forme d'une fente, orientée suivant la génératrice du cône;
- _ une transmission (14) du distributeur (15) par courroie crantée, entraînée par le vilbrequin et telle que l'orifice (19) passe devant la fente du conduit (6) quand le piston (13) est proche du point mort haut;
- 20 _ un raccord tournant étanche, alimenté en air comprimé par la vanne (10), avec une partie fixe (9), intégrée en bout du carter (3), dans laquelle peut coulisser le conduit (18) et dont on fixe la section pour que l'effort de
- 25 poussée de l'air sur celui-ci soit juste suffisant en marche pour maintenir en contact le distributeur (15) contre l'alésage conique (5).

2) Moteur selon la revendication 1 caractérisé en ce que le circuit des gaz brûlés sortant des cylindres (2) et leur transfert de chaleur à l'air d'admission sont réalisés dans un même organe intégré au distributeur (15) et au carter (3) au moyen des dispositifs suivants:

- _ au moins un orifice d'éjection des gaz (20) disposé à la périphérie du distributeur (15) de manière à passer devant la fente du conduit (6) durant la course de remontée du piston (13);
- _ un premier échangeur (16), de type dynamique, intégré entre le distributeur (15) et le conduit (18), parcouru intérieurement par l'air d'admission et extérieurement par le flux axial des gaz s'échappant du distributeur (15)
- 35

la surface d'échange étant agrandie par des ailettes externes (17);

_ un second échangeur (8), également à contre-courant mais fixe, disposé tout autour du précédent et récupérant la chaleur résiduelle des gaz avant leur rejet à l'air libre;

05 _ un circuit de préchauffage (7), aménagé dans les parois chaudes du carter (3) autour du distributeur (15), dans lequel on fait circuler l'air comprimé frais venant de la source (1) avant son entrée dans l'échangeur (8), tout en abaissant la température des dites parois;

_ une enveloppe de calorifuge (12) disposée tout autour du carter (3).

10 3) Moteur selon les revendications 1 et 2 caractérisé en ce que, dans sa version la plus courante, il est composé d'au moins un ensemble distributeur (15,21) rattaché d'un côté à un groupe de deux cylindres (2), disposés en parallèle avec mouvement en alternance des pistons (13), et de l'autre au groupe des échangeurs, cet ensemble comprenant:

15 _ un rotor de distribution (15), dont la surface conique possède deux orifices d'injection d'air (19), opposés par le diamètre, et de même deux orifices (20) pour l'échappement des gaz brûlés, tournant à la moitié de la vitesse du vilebrequin avec un système de déphasage angulaire, piloté par la pédale d'accélérateur, capable de faire varier l'angle de fermeture de
20 l'admission;

_ un stator de distribution (21), en fonte, possédant lui-même:

_ deux conduits (6) symétriques dont les fentes débouchant dans l'alésage conique (5) sont décalées de 90 degrés;

_ une succession d'alvéoles de refroidissement (25) occupant tout le
25 pourtour de l'alésage (5) à l'exception de l'emplacement des conduits (6);

_ sur la face arrière une cavité circulaire (99) qui reçoit l'air frais par au moins une entrée latérale et le répartit dans les alvéoles (25);

_ sur la face avant une bride de raccordement;

_ sur chaque côté du plateau (4) des orifices (22), débouchant au bout
30 des conduits (6), et où sont fixés les éléments de contrôle de la combustion (injecteurs, bougies, capteurs de température).

4) Moteur selon la revendication 3 caractérisé en ce que chaque cylindre:

_ forme une unité distincte, serrée entre le carter du moteur et le plateau
35 (4) au moyen de tirants (23);

_ se compose d'un corps principal (2), en fonte, garni sur toute sa périphérie de rainures longitudinales (30), autour duquel est emmanché serrée une virole en acier (31), soudée ou sertie à chaque extrémité;

_ est refroidi à la fois extérieurement en faisant circuler ,à partir des tubulures (32) de la virole (31), dans les rainures (30) un liquide sous pression à base d'eau déminéralisée, et intérieurement en injectant au centre du cylindre, par un orifice (33) de l'huile sous pression,
05 préalablement refroidie dans un échangeur par l'air ambiant;

_ est encastré dans un logement usiné dans le fond du plateau (4) en enfermant une galette (24), en matériau céramique résistant aux très hautes températures, percée au centre d'un trou rond, légèrement évasé, disposé dans le prolongement du conduit (6).

10 5) Moteur selon l'ensemble des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les pistons sont agencés avec les dispositions particulières suivantes:

_ sur le dessus du corps principal (13), coulé dans un alliage d'aluminium, sont empilés dans l'ordre une rondelle plate élastique (28), en tôle d'acier inoxydable, une plaque isolante rigide (27), enfin un chapeau (26), en
15 matériau céramique résistant aux très hautes températures;

_ ces trois pièces (26,27,28) sont fortement serrées par une collerette (26) en acier réfractaire, qui prend appui sur les bords du chapeau (26) et porte les segments d'étanchéité supérieurs, et dont la jupe inférieure est attachée avec le corps (13) par brasure et/ou sertissage;

20 _ le corps (13) et la colerette (29) sont directement refroidis par une circulation forcée d'huile sous pression, injectée par les orifices (33) des cylindres, dans un espace annulaire aménagé autour du piston entre les étanchéités haute et basse, et refoulée par une rangée de petits trous qui traversent les parois et débouchent au ras de la voûte du piston;

25 _ le profil supérieur du chapeau (26) s'emboîte avec un jeu faible dans celui de la galette (24) pour que le volume au point mort haut soit égal pratiquement à celui du conduit (6) et que lorsque le piston commence sa descente il se crée un passage annulaire évasé étroit entre les pièces céramiques (24) et (26).

30 6) Moteur selon l'ensemble des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'échangeur tournant comprend les éléments suivants:

_ un faisceau de tubes (34), en acier réfractaire, emmanchés dans une suites de rondelles radiales (35), en tôle mince, offrant une surface de contact direct importante avec les gaz brûlés;

35 _ des brides de raccordement (36), soudées à chaque extrémité du faisceau (34), et emmanchées serrées dans une cavité circulaire, d'un côté contre un boîtier (37) qui répartit l'air d'admission dans les tubes, et de l'autre contre le rotor (15) qui distribue cet air aux cylindres;

_ un arbre (38), en acier et creux de préférence, attaché d'un côté au rotor (15) et muni à l'autre d'un écrou (39) permettant de serrer le faisceau (34) entre le boîtier (37) et le rotor (15);
_ des déflecteurs (40), en céramique, empilés et centrés sur l'arbre (38),
05 formant une suite de gorges circulaires et n'ayant intérieurement que des petites zones de contact avec l'arbre (38);
_ des cloisons (41,42), disposées régulièrement le long du faisceau (34), et qui complètent l'action des déflecteurs (40) en obligeant le flux des gaz brûlés à effectuer une succession d'aller- et-retours entre le centre et la
10 périphérie en traversant à chaque fois le faisceau de tubes (34) et en léchant les rondelles (35).

7) Moteur selon l'ensemble des revendications 1 à 6 caractérisé en ce que l'échangeur fixe (43,46,47) et la vanne d'admission (50,52), intégrée à son extrémité, forment un organe cylindrique allongé, totalement calorifugé,
15 qui enferme complètement l'échangeur tournant et comprend:

_ un corps principal (43), coulé dans un alliage bon conducteur de la chaleur, garni de rainures longitudinales externes (44) et internes (45) imbriquées alternativement les unes contre les autres, se refermant en bout sur un alésage dans lequel vient s'emmancher le corps (52) de la vanne;
20 _ une enveloppe extérieure cylindrique (46), en acier, fixée par bride d'un côté à la face avant du stator (21) et de l'autre au corps de vérin (50) de la vanne, emmanchée serrée contre les rainures (44) en formant des canalisations dans lesquelles circule et se chauffe l'air venant des alvéoles (25);
_ une virole intérieure cylindrique (47), en acier inoxydable, emmanchée
25 serrée dans le corps (43), encerclant avec un jeu très faible les cloisons (41) de l'échangeur tournant et obligeant les gaz sortant de ce dernier à circuler, à contre-courant, dans les rainures (45) puis à s'échapper à l'air libre par des trous placés au bout de celles-ci qui traversent les parois du corps (43) et de l'enveloppe (46).

30 8) Moteur selon l'ensemble des revendications 1 à 7 caractérisé en ce que la vanne assistée par vérin et intégrée en bout de l'échangeur fixe (43,46), et qui commande l'admission de l'air dans le boîtier (37), est réalisée et fonctionne selon les modalités suivantes:

_ le corps de vérin (50) est muni d'une bride qui permet de serrer fortement
35 et d'une manière étanche l'extrémité plate et usinée de l'enveloppe (46) contre le corps (52), dont la face d'appui est garnie de plots (53) assurant à la fois un centrage précis et des passages pour l'air;
_ le corps (52) comporte côté échangeur un embout cylindrique usiné pour

servir d'axe de rotation au boîtier (37), avec pour limiter le déplacement axial dudit boîtier une rondelle-butée anti-friction (49);

_ l'équipement mobile de la vanne comprend un clapet (48), dont la tige, coulissant dans un guide incorporé au corps (52), est fixée à un piston (51)
05 du corps de vérin (50), la section de ce piston étant légèrement supérieure à celle du clapet (48);

_ à l'arrêt ce clapet est appliqué contre son siège, usiné à l'intérieur de la tubulure précitée du corps (52), par mise à l'air libre de la chambre du vérin (50);

10 _ l'ouverture de la vanne et par suite la mise en marche du moteur est obtenue en envoyant dans la chambre précitée une pression soit égale à celle de la source (1), pour une admission sans détente, soit à une fraction de celle-ci, pour une admission étranglée.

9) Moteur selon l'ensemble des revendications 1 à 8 caractérisé en ce
15 que les premiers tours du moteur, dans le bon sens, pour amorcer son démarrage sitôt l'ouverture du clapet (48), sont obtenus par:

_ un diffuseur fixe (54), intégré au corps de vanne (52) dans le prolongement de l'axe de rotation du boîtier (37), qui reçoit au centre le flux d'air radial produit par l'ouverture de la vanne et l'oriente, grâce à
20 ses lamelles, en créant un mouvement tournant à grande vitesse;

_ une petite turbine (55), intégrée dans la fonderie du boîtier (37) à l'entrée de la cavité circulaire qui alimente le faisceau de tubes (34) et dont les aubes transforment l'énergie cinétique des filets d'air en couple de rotation, le mouvement se transmettant par l'arbre (38) à tout l'équipage
25 mobile du moteur.

10) Moteur selon l'ensemble des revendications 1 à 9 caractérisé en ce que le rotor de distribution (15) est construit et aménagé ainsi:

_ ledit rotor est coulé dans un alliage, ou formé dans un matériau céramique, résistant aux températures élevées et comporte un cloisonnement
30 intérieur séparant l'air d'admission et les gaz d'échappement;

_ l'air chaud venant du faisceau (34) remplit d'abord la cavité circulaire (60), puis deux conduits (59) qui débouchent sur la paroi conique par les orifices (19), enfin une grosse cavité centrale sphérique (61), prolongée à l'avant par un fourreau dans lequel est emmanché l'arbre (38);

35 _ les gaz brûlés empruntent le passage (58), autour de la cavité (61) et de son fourreau, et sont éjectés axialement au centre;

_ l'arbre central (38) est soudé à une tête (62) qui s'appuie contre la face arrière du rotor, en fermant la cavité (61), et se prolonge par un axe court

muni d'une portée conique et de cannelures pour l'entraînement du rotor.

11) Moteur selon l'ensemble des revendications 1 à 10 caractérisé en ce que l'entraînement du rotor (15) est réalisé avec les éléments suivants:

- _ une poulie (56) à courroie crantée, entraînée elle-même par le villebre-
05 quin, tournant dans un roulement (64), de préférence à billes et à contact
oblique, lui-même tenu dans un support (65), fixé au stator (21) près de
l'arrivée d'air, toutes ces pièces (56,64,65) étant largement ventilées par
l'air ambiant;
- _ une galette (66), en matériau céramique isolant, riveté sur un moyeu en
10 acier (67), lui-même accouplé à la tête (62) et coulissant sur des guides
(68), parallèles à l'axe de rotation et intégrés à la poulie (56);
- _ des ressorts (69), de préférence emmanchés sur les guides (68), qui
maintiennent la poulie (56) contre son roulement (64) et, à l'arrêt,
repoussent la galette (66) et tout l'ensemble tournant contre la rondelle
15 butée (49) en écartant légèrement la surface conique du rotor (15) de celle
de l'alésage (5);
- _ une plaque (63), en matière isolante rigide, fixée sur toute la face
arrière du stator (21), avec un orifice central ajusté pour fournir un
passage étanche au moyeu (67).

20 12) Moteur selon la revendication 3 caractérisé en ce que le dispositif
de déphasage entre le villebrequin et le rotor (15), piloté par la pédale
d'accélérateur, comprend:

- _ un renvoi par couple de pignons hélicoidaux, à axe perpendiculaire, l'un
(78) fixé au bout du villebrequin, l'autre (79) coulissant axialement, au
25 moyen de cannelures sur un arbre (84) au bout duquel est fixé une poulie
crantée (71) entraînant elle-même la poulie (56) du rotor (15);
- _ un carter (70) en aluminium, muni d'un couvercle (81) pour le montage,
rattaché au carter du moteur en bout du villebrequin, avec une circulation
de l'huile de celui-ci pour lubrifier les organes précédents (78,79,84);
- 30 _ un poussoir (80), coulissant dans un alésage central du couvercle (81)
exactement dans l'axe de de l'arbre (84) et dont l'extrémité s'appuie contre
un roulement rigide à billes (82) fixé au bout du pignon (79);
- _ un ressort (83), pour le rappel du poussoir (80), qui s'appuie d'un côté
au fond d'une cavité centrale aménagée dans l'arbre (84) et de l'autre
35 maintient fermement le pignon (79), par son roulement (82), contre le
couvercle (81).

13) Moteur selon l'ensemble des revendications 1 à 12 caractérisé en ce
que la pédale d'accélérateur agit progressivement sur la masse d'air

comprimé, injectée à chaque cycle, grâce aux aménagements suivants:

- _ un câble (72), actionné par la dite pédale, tire au milieu d'un levier articulé (86) qui répartit cet effort d'un côté sur le poussoir (80) et de l'autre sur le tiroir (73) d'une servo-valve à air comprimé dont le corps,

05 intégré au carter (70), a une chambre de mise en pression (75);
 - _ le tiroir (73) coulisse à la fois dans le corps de la servo-valve et dans un piston libre (74) relié sur sa périphérie à la source d'air comprimé et soumis côté commande à la pression d'air de la chambre (75) et de l'autre à l'effort antagoniste d'un ressort (76);
 - 10 _ l'enfoncement du tiroir (73) dans le piston (74) ouvre un passage de l'air comprimé vers la chambre (75) et son recul, par le petit ressort de rappel (77), laisse sortir l'air de cette même chambre vers l'extérieur;
 - _ la pression dans la chambre (75), qui croît avec l'enfoncement du tiroir (73) et la compression du ressort (76), est transmise par tuyauterie au

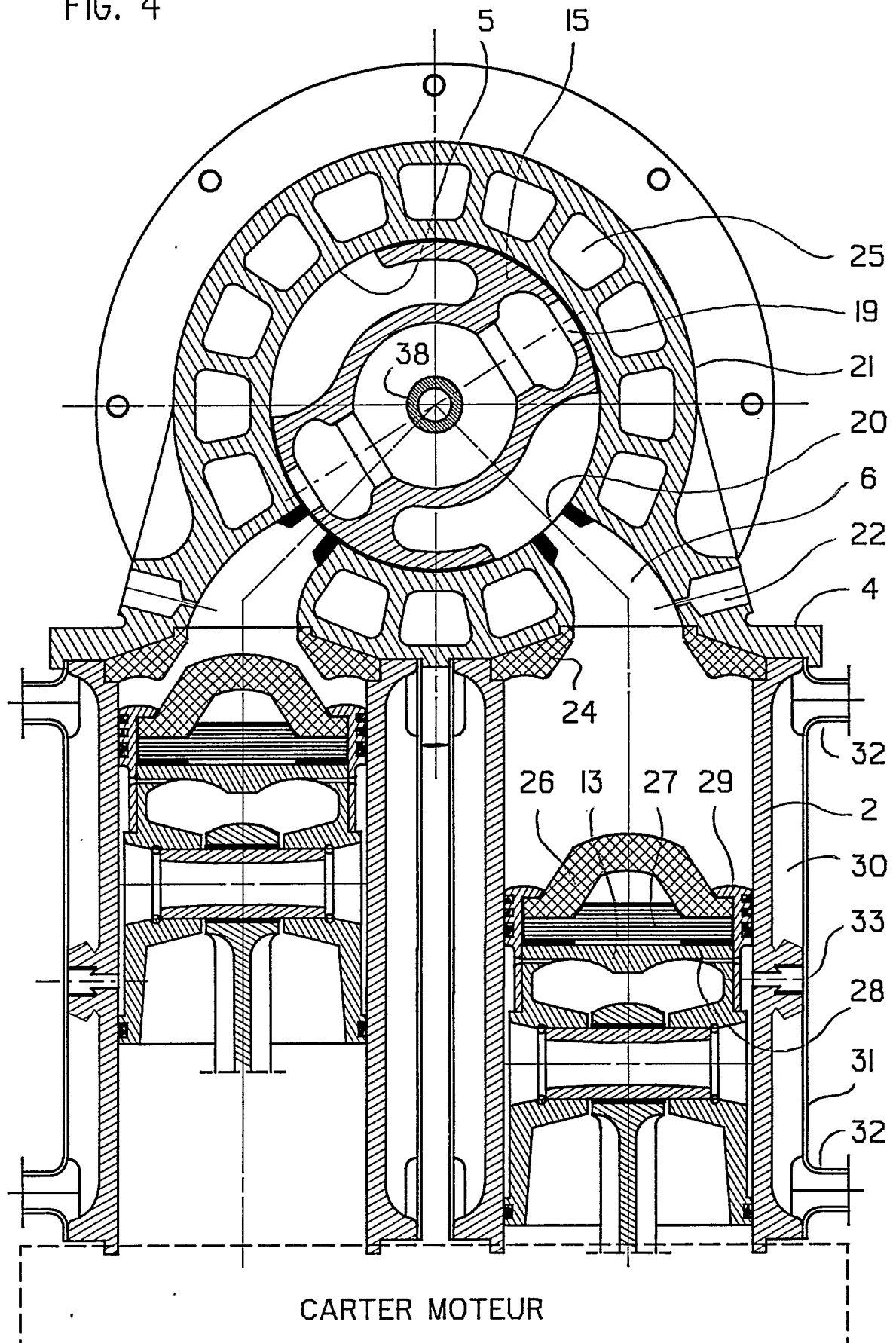
15 vérin (50) de la vanne d'admission; le ressort est calibré pour qu'en bout de course cette pression soit égale à celle de la source d'air comprimé;
 - _ le ressort (83) est dimensionné pour que l'enfoncement du poussoir (80) exige un effort nettement plus élevé que celui du tiroir (73) et commence quand ce dernier est en bout de course, en créant une position de repère,

20 de la pédale d'accélérateur, pour la conduite économique du véhicule;
- 14) Moteur selon l'ensemble des revendications 1 à 13 caractérisé en ce que le système de dosage et d'injection du carburant comprend:
- _ un accumulateur (91) dans lequel le carburant est maintenu à une pression constante par une pompe volumétrique (87) entraînée par le moteur;
 - 25 _ par cylindre au moins un injecteur (93), à commande électrique par solénoïde, et une prise de température (94), tous deux fixés dans les orifices (22) débouchant dans le conduit (6);
 - _ entre l'accumulateur (91) et les injecteurs (93) un dispositif (96) créant une section étranglée variable au moyen d'une came, entraînée par un moteur

30 pas-à-pas (97), et dont le profil s'écarte progressivement d'un ajustage;
 - _ un processeur électronique (95) qui pilote en même temps le moteur (97) et les injecteurs (93) à partir d'informations transmises par capteur: vitesse et position du vilebrequin, position de la pédale d'accélérateur, température des gaz brûlés;
 - 35 _ une buse (97), centrée juste devant la sortie de chaque injecteur, forçant le jet de carburant à se diviser en nappes multiples dans des rainures hélicoïdales disposées sur toute la périphérie de la dite buse.

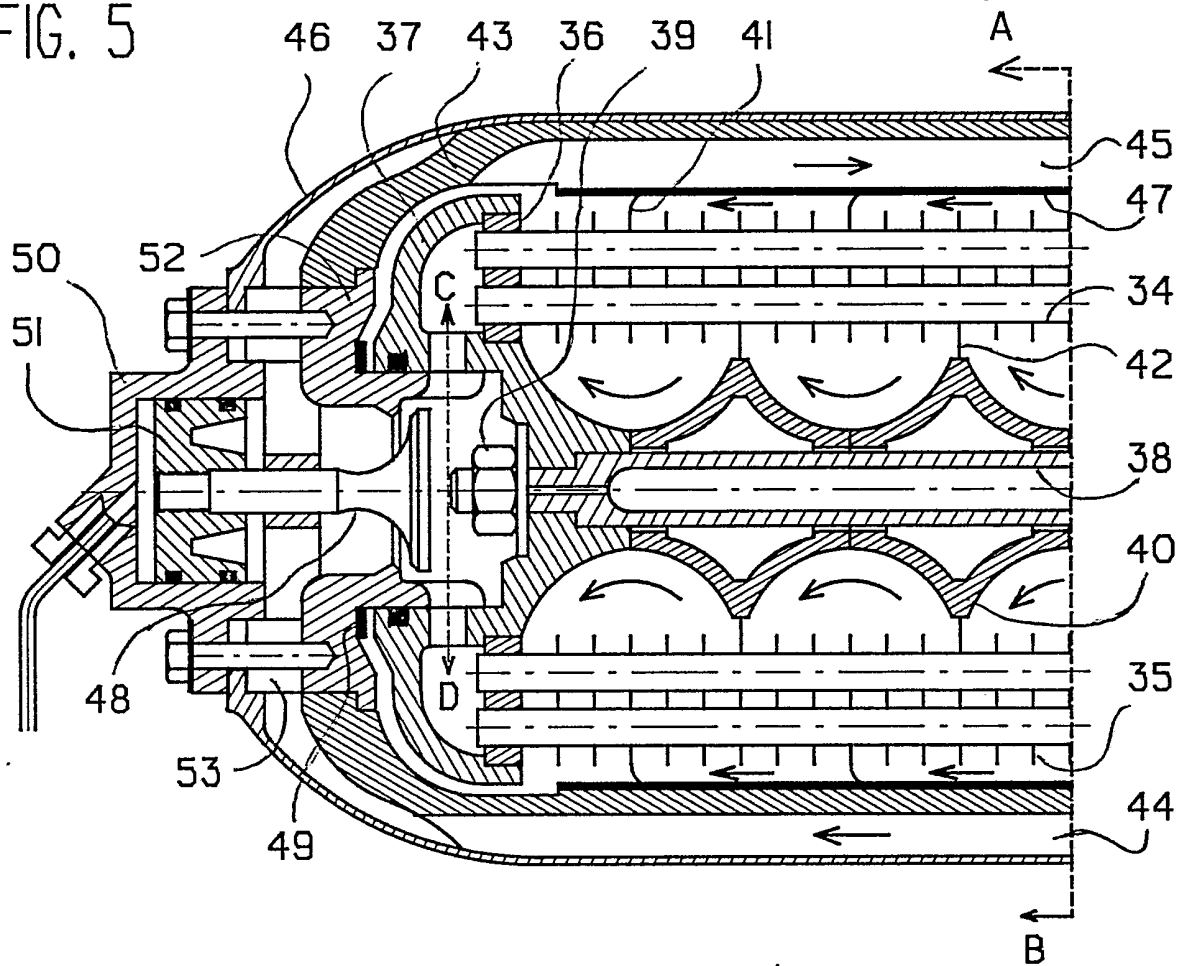
2/7

FIG. 4



3/7

FIG. 5



coupe CD

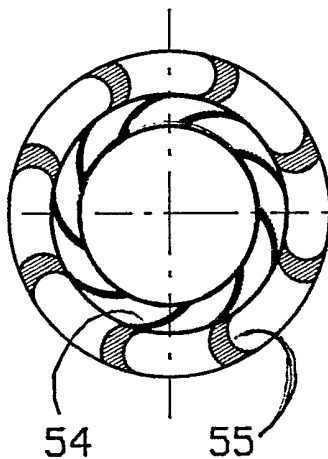
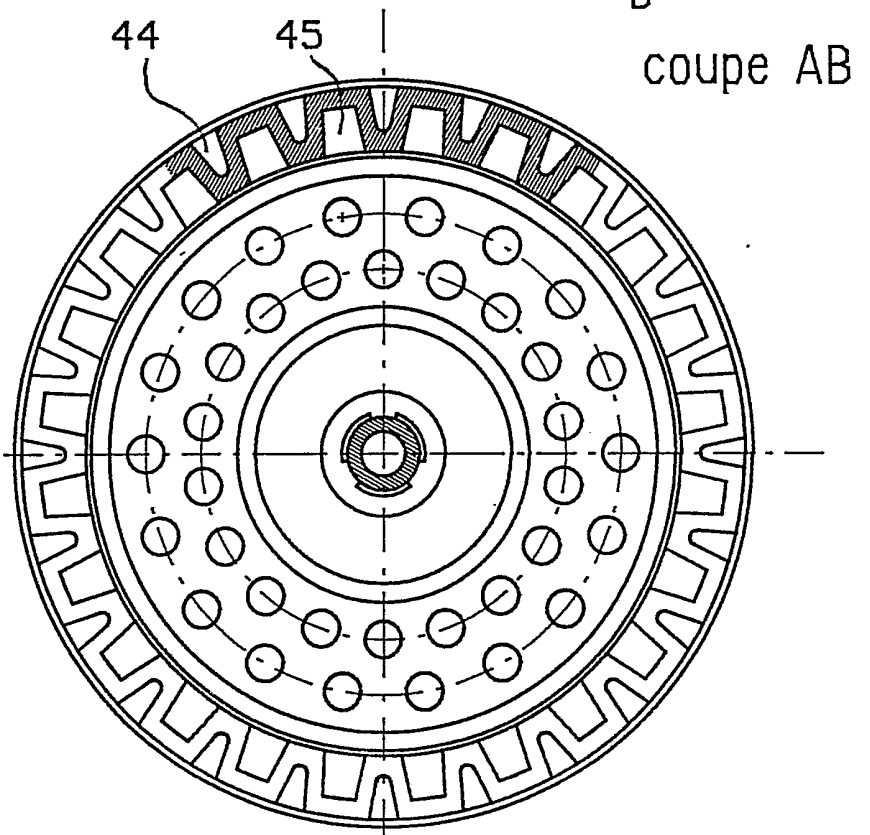


FIG. 6



4/7

FIG. 7

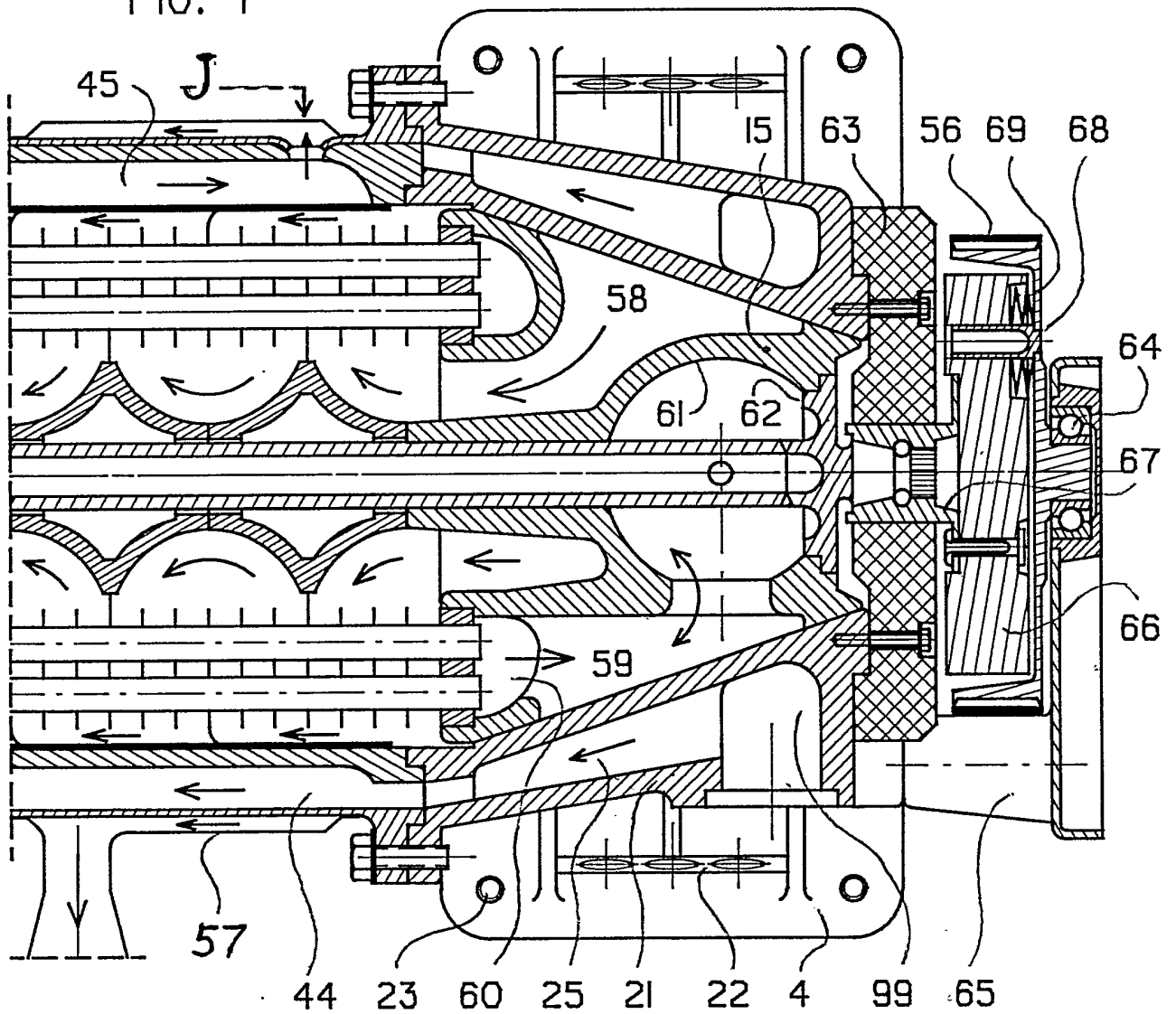
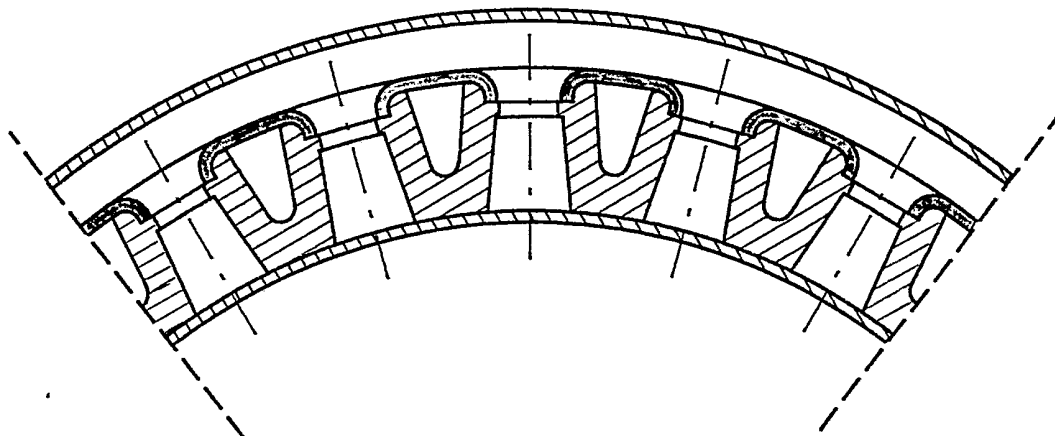


FIG. 8

coupe J agrandie



5/7

FIG. 9 coupe GH

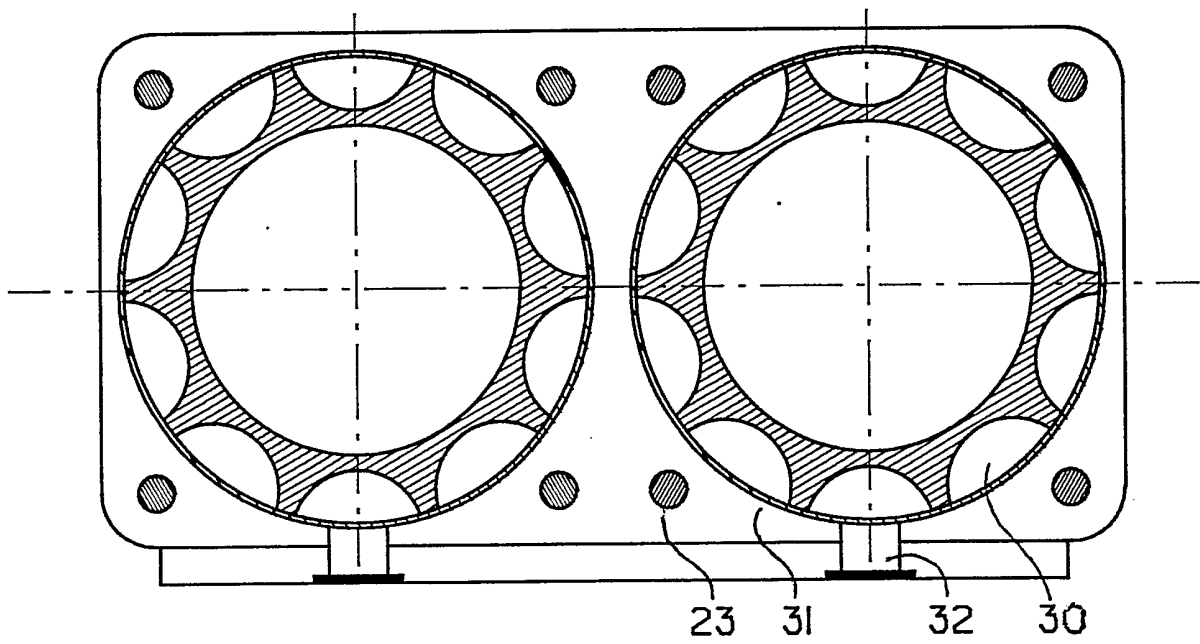
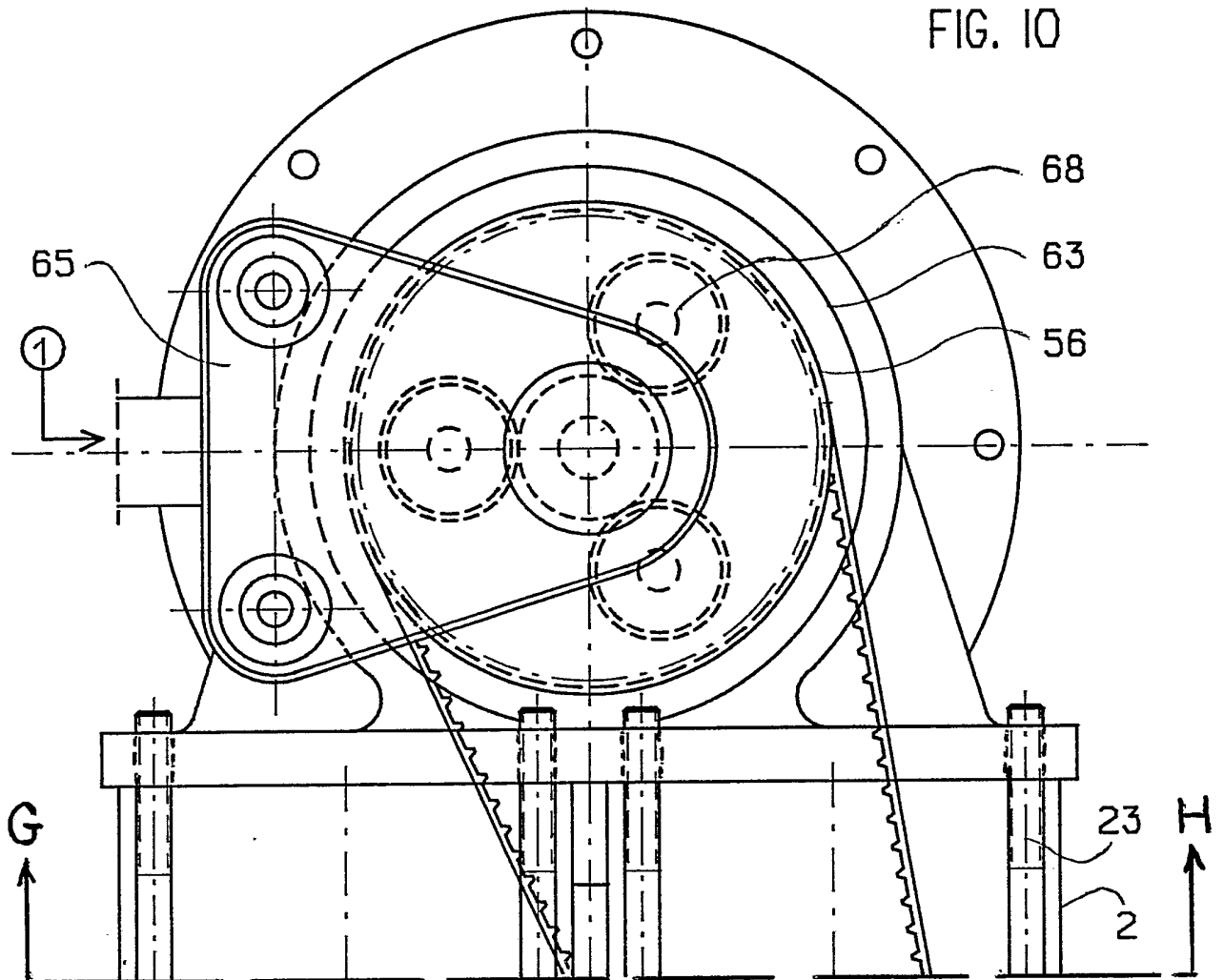


FIG. 10



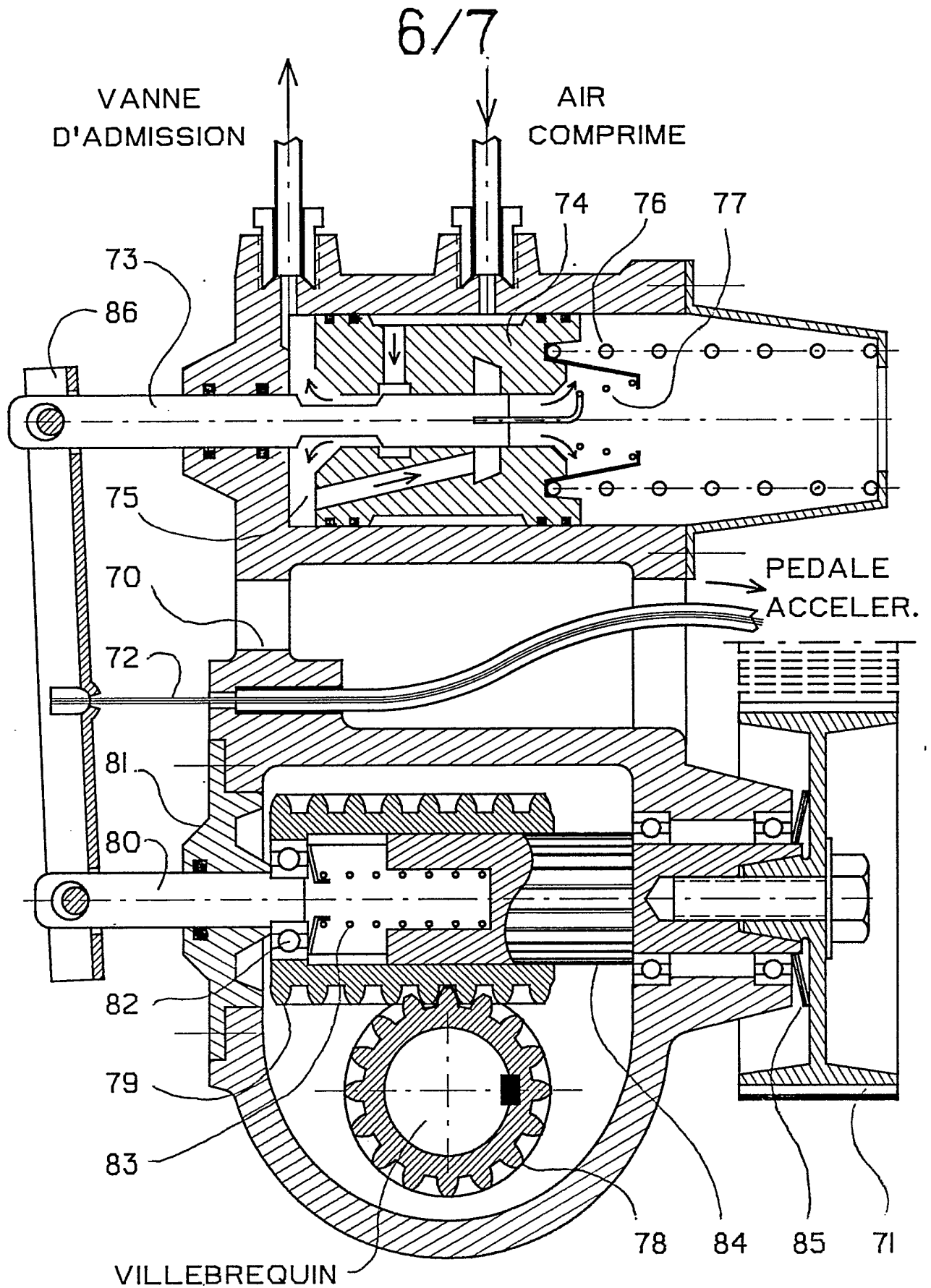


FIG. 11

7/7

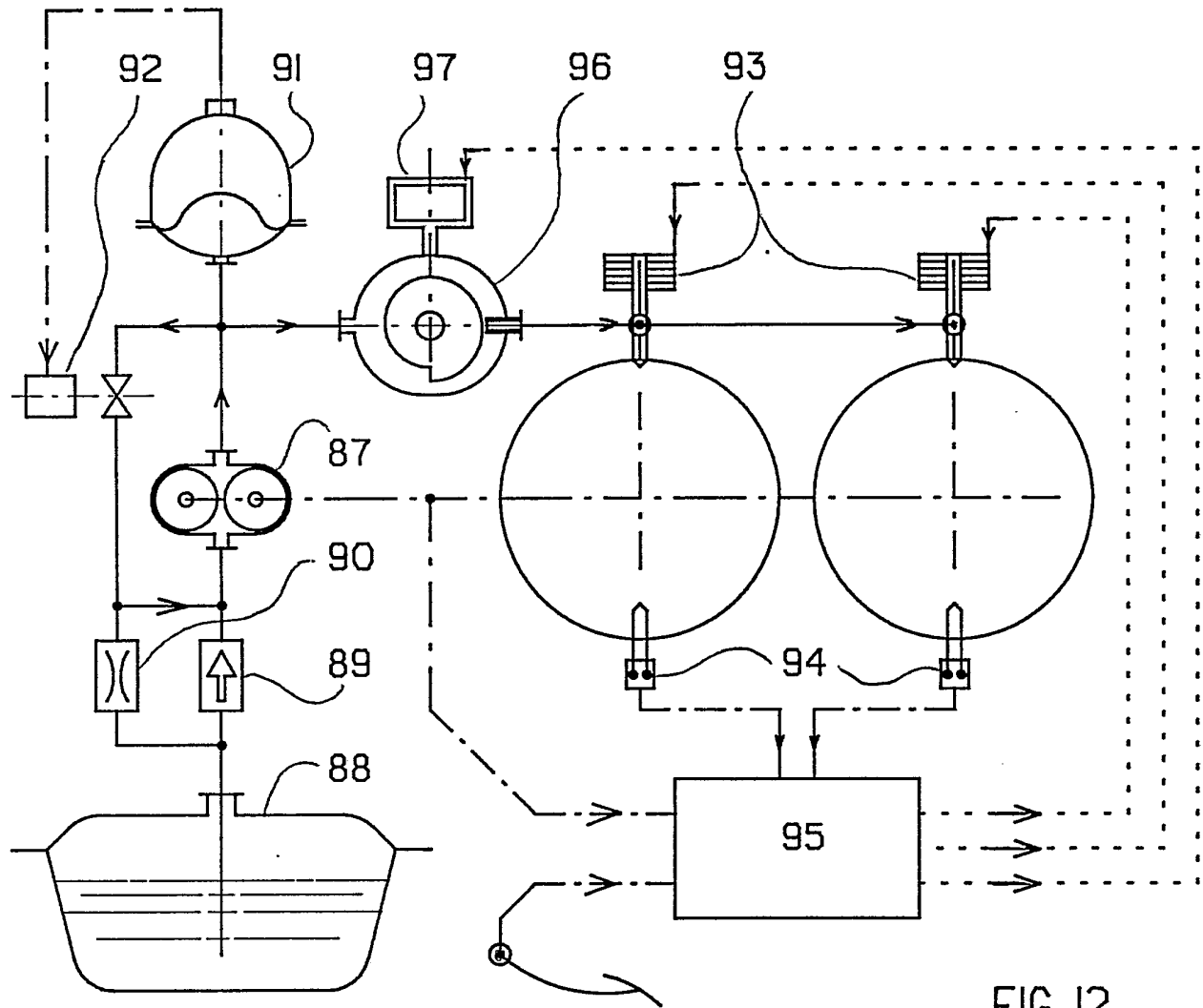


FIG 12

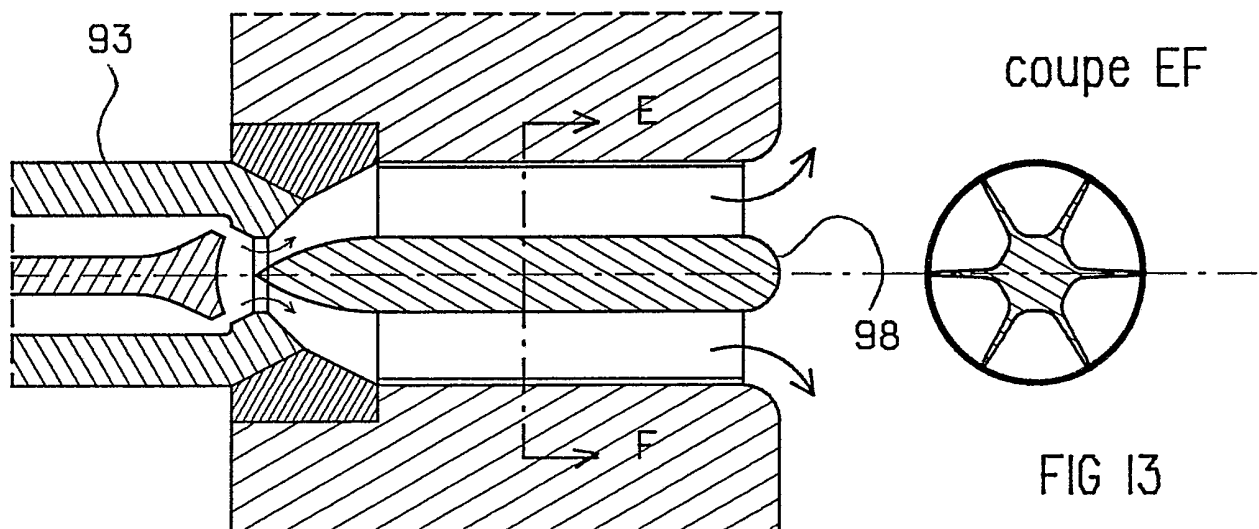


FIG 13

**INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE**

RAPPORT DE RECHERCHE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FR 9012875
FA 448406

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	DE-A-3931379 (W. KINZEBACH) * revendication 1 * * colonne 3, ligne 28 - colonne 4, ligne 8; figure 1 * ---	1
A	DE-A-2350075 (DAIMLER-BENZ AG) * page 12, alinéa 2 - page 15, alinéa 1; figures 1-5 * -----	1
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
		F02B F01L
Date d'achèvement de la recherche 01 JUILLET 1991		Examinateur ALCONCHEL Y UNGRIA J

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire	T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant
---	---