

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 11123

(54) Moteur à piston libre et à turbine et à allumage produit par compression.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). F 02 B 71/00.

(22) Date de dépôt 19 mai 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 47 du 20-11-1981.

(71) Déposant : GROW Harlow Bovier, résidant aux EUA.

(72) Invention de : Harlow Bovier Grow.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Rinuy, Santarelli,
14, av. de la Grande-Armée, 75017 Paris.

L'invention se rapporte à un moteur à combustion interne à piston libre et à turbine à gaz.

Il existe, dans l'art antérieur, des moteurs à combustion interne à piston libre fonctionnant soit sur le principe du cycle Otto, soit sur celui du cycle Diesel, le premier étant en théorie à volume constant et le dernier, à pression constante. L'invention se rapporte à un moteur fonctionnant selon ce dernier principe à pression constante ; en d'autres termes, le moteur provoque la compression de la totalité de la cylindrée et l'injection du carburant a lieu pendant la course du piston. Les moteurs Diesel actuels du type à allumage par compression sont réalisés de manière à comprimer l'air qui est présent avec un excès de 40 % de manière à établir la température d'auto-allumage et, bien que cet excédent ait l'avantage d'apporter une garantie plus que suffisante pour la combustion, il a le grand inconvénient de gaspiller l'énergie nécessaire à la compression et d'accroître la complexité structurelle imposée aux moteurs à forte compression et dont le volume est nécessairement important ; tous ces facteurs impliquent une chute de rendement due au frottement et aux pertes de chaleur. L'invention a donc pour objet un moteur thermique à piston libre, dont une partie essentielle de la compression est limitée à une pression basse destinée à garantir la combustion, une partie restreinte de la compression étant poussée à une pression élevée destinée à assurer l'auto-allumage, les gaz de combustion étant prélevés et utilisés pour en extraire l'énergie sous forme de chaleur et/ou sous forme d'un couple. Suivant le concept décrit, l'excédent d'air mentionné de 40 % est abaissé à un minimum et/ou à un faible excédent, par exemple de 10 à 15 % ou moins si nécessaire ; par contre, les gaz de combustion sont dirigés sur un circuit en dérivation qui débouche dans une turbine à impulsion pendant la course motrice du piston, ces gaz suffisant à commander une soufflante de balayage et à produire un couple de commande lorsque les circonstances l'exigent.

Le moteur de l'invention s'écarte aussi bien du concept du cycle Otto que de celui du cycle Diesel, car il

évite la compression de la totalité de la cylindrée et l'injection de carburant en quantité dosée au début de la course motrice ou course de travail. Ces concepts sont remplacés par une injection réglée telle que décrite dans le
5 brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 4 070 998. Donc, conformément à l'invention, le carburant est injecté en continu dans un moteur à piston libre sur la totalité de la partie efficace de la course de travail à un débit réglé qui établit des pressions de combustion inférieures à celle de l'air qui
10 est mis en réserve dans une chambre d'accumulation à une pression bien inférieure à celle nécessaire à la porter à la température d'auto-allumage, cet air ainsi mis en réserve étant ensuite prélevé sur la chambre d'emmagasinement de manière qu'il apporte son soutien à la combustion à l'inté-
15 rieur du cylindre.

Le moteur de l'invention utilise avantageusement des injecteurs à volume constant et à apport d'énergie variable, tels que décrits dans les brevets des Etats-Unis d'Amérique n° 3 749 097 et n° 3 921 599. Ces injecteurs de
20 carburant ou des injecteurs analogues assurent le réglage de la combustion du carburant et les pressions régnant dans le cylindre sont maintenues à une valeur inférieure à la pression de l'air mis en réserve et destiné à apporter son soutien à la combustion. Conformément à l'invention, une
25 pompe à débit volumique constant mélange deux liquides et injecte le mélange en quantité voulue, convenablement dosée, dans le cylindre du moteur de manière à y injecter l'énergie en quantité réglée. L'injecteur se caractérise de son côté par une pompe différentielle dont la résistance mécanique est
30 avantageusement utilisée pour l'injection du carburant en quantités dosées avec précision.

L'invention a donc pour objet un moteur perfectionné à combustion interne, à piston libre et à balayage au moyen d'une soufflante, moteur dans lequel les gaz d'admission destinés à apporter leur soutien à la combustion sont comprimés de manière qu'ils atteignent la température d'auto-allumage et, conformément à l'invention, un volume important
35 de ces gaz est mis en réserve à un faible taux de compression

de manière à minimiser le volume des gaz qui est fortement comprimé de manière qu'il atteigne la température d'auto-allumage. Ce concept est avantageusement applicable au mode de fonctionnement à deux temps tel que représenté sur le graphique de la figure 4 sur lequel les pressions sont portées en fonction du volume et qui montre que la courbe de compression est caractérisée par une ligne a d'emmagasinement d'un certain volume, c'est-à-dire qu'un volume de gaz comprimé est mis en réserve à une certaine pression, tandis que la courbe de compression s'obtient de la manière indiquée par une ligne b qui est représentative de la compression du reste du volume des gaz qui est ainsi porté à la température d'auto-allumage. La suite de la courbe du graphique de la figure 4 représente le point d'allumage du carburant injecté sous l'effet de la compression, cet allumage étant suivi de la poursuite de la combustion qui est assurée par le volume mentionné des gaz d'admission qui a été mis en réserve sous pression, cette combustion étant représentée par une ligne c qui correspond à la courbe de la pression régnant dans le cylindre, la ligne d représentant la pression qui règne dans la chambre d'emmagasinement. Il est important de remarquer que cette dernière pression d qui règne dans la chambre d'emmagasinement est constamment supérieure à la pression préalablement mentionnée c qui règne dans les cylindres, de sorte qu'il se produit une circulation de ladite chambre vers le cylindre dans lequel la combustion a lieu. Une particularité importante du concept de ce moteur réside dans le réglage de l'injection, c'est-à-dire dans l'injection du carburant avec un apport d'énergie variable lors de la course de travail ou course motrice, seule une faible partie du carburant étant injectée dans la chambre d'auto-allumage et la majeure partie du carburant étant injectée en fonction de la consommation d'énergie de manière à brûler l'air mis en réserve et à maintenir à l'intérieur du cylindre la courbe de pression c. La surface comprise à l'intérieur de l'enveloppe du graphique représente la quantité d'énergie délivrée à chaque cycle du moteur, le but essentiel de ce concept de réglage de la pression étant d'obtenir l'allumage par compression sans

soumettre le moteur aux pressions d'allumage par compression qui ont eu pour conséquence, dans l'art antérieur, que le moteur doit manipuler un excédent d'air de 40 %. Par ailleurs, le réglage de l'apport d'énergie et du débit de carburant éjecté permet la réalisation d'un moteur thermique dans lequel la pression est abaissée et dont le rendement énergétique est amélioré.

L'invention va être décrite plus en détail en regard des dessins annexés à titre d'exemple nullement limitatif et sur lesquels :

- la figure 1 est une coupe axiale schématique du moteur à auto-allumage, à piston libre et à turbine conforme à l'invention ;

- la figure 2 est une coupe suivant la ligne 2-2 de la figure 1 ;

- la figure 3 est une coupe suivant la ligne 3-3 de la figure 1 ;

- la figure 4 est un graphique sur lequel les pressions sont portées en fonction du volume et qui représente le mode de fonctionnement du cycle Diesel ; et

- la figure 5 est une représentation schématique du circuit de la pompe qui assure l'injection sur la totalité de la course du piston.

L'explication du moteur de l'invention va débiter par la description du graphique de la pression en fonction du volume tel que représenté sur la figure 4 et prélevé par l'enregistreur manométrique du moteur dont il s'agit de décrire le fonctionnement. La courbe enveloppe représente le processus appelé généralement le cycle de Carnot "à pression constante" du moteur Diesel et montre le retard à l'allumage qui est suivi par la crête de pression, en général à forte pente, provenant du caractère explosif de l'auto-allumage. Le graphique représente à titre d'exemple un cycle à deux temps qui est modifié selon l'invention de manière à montrer le rapport entre la pression p_c régnant dans le cylindre et celle p_d résultant de la compression et régnant dans la chambre d'emmagasinement, ces pressions étant plus faibles que celles du moteur de l'art antérieur, en raison de

la mise en réserve d'un volume considérable des gaz destinés à assurer la combustion dans une chambre X qui sera appelée : chambre d'emmagasinement à basse pression, et par suite de l'utilisation du gaz de cette chambre pendant le cycle de travail après l'auto-allumage produit par la compression d'un volume limité de gaz dans la chambre correspondante Y qui est constituée de la partie supérieure du cylindre.

La figure 1 représente ce moteur composite qui comprend un cylindre 12 à deux extrémités fermées par des têtes 13 situées aux extrémités opposées et dans lequel un piston 14 à deux têtes exécute des mouvements alternatifs entre deux chambres de combustion. Conformément à l'invention, un dispositif d'injection de carburant Z (voir figure 5) à volume constant et à apport variable d'énergie fonctionne en synchronisme avec les mouvements alternatifs du piston 14 afin d'injecter du carburant dans la chambre Y d'auto-allumage du cylindre. La chambre X d'emmagasinement à basse pression s'ouvre par des lumières 16 dans le cylindre 12 sensiblement à mi-chemin de la course motrice ou de travail du piston 14 et bien au-dessous de la position atteinte par le piston au moment de la crête de pression. La position des lumières 16 est fonction du pourcentage du volume d'air comprimé d'admission devant être mis en réserve par rapport au volume d'air d'admission devant atteindre le taux de compression final garantissant l'auto-allumage dans la chambre Y.

Le cylindre 12 est en principe disposé horizontalement et une tête 13 le ferme à chacune des extrémités opposées, le piston 14 étant un élément coulissant dans le cylindre et comportant aux extrémités opposées des têtes bombées destinées à refouler l'air de balayage de manière qu'il effectue une circulation en boucle fermée, ces têtes conférant leur forme aux chambres d'allumage Y. Les détails de réalisation de ces dernières ne sont pas représentés, mais ce cylindre de moteur à piston libre se caractérise par ses particularités propres à un cycle de temps, c'est-à-dire qu'il comprend une lumière d'échappement 10 et une lumière d'admission 11 qui sont diamétralement opposées et qui

s'ouvrent latéralement sur la chambre du cylindre. En réalité, la lumière d'échappement 10 est plus proche de la tête 13 que la lumière d'admission 11, ces deux lumières étant amenées à être découvertes par le déplacement du piston vers la fin de la course de travail. Il est bien entendu que le cylindre comprend des lumières indépendantes d'échappement et d'admission à chaque extrémité opposée du groupe à cylindre et piston et donc les gaz brûlés sous pression peuvent tout d'abord s'échapper par la lumière correspondante 10 lorsque celle-ci est découverte par le piston moteur 14, puis de l'air de balayage qui est à la pression de la soufflante peut ensuite entrer par la lumière d'admission 11 au moment auquel elle est aussi mise à découvert par le piston, ces deux processus étant suivis d'un troisième et d'un quatrième processus au cours desquels les lumières d'admission et d'échappement sont successivement fermées pendant les phases d'admission et de compression du cycle du moteur.

Le volume d'air de balayage du cylindre 12 n'est pas comprimé en totalité de la manière en général admise, car de l'air comprimé est mis en réserve lorsque le piston 14 est à une position intermédiaire ou passe par cette position, cet emmagasinage permettant de réduire l'excédent d'air utilisé et mentionné précédemment. Dans le graphique de la figure 4 représentant la pression en fonction du volume, la position indiquée des lumières 16 est telle qu'elles sont fermées par le piston 14 en un emplacement correspondant à 80-90 % du volume et, dans ce cas, 10 % de l'air d'admission partiellement comprimé demeurent dans la chambre Y d'auto-allumage dans laquelle cet air est amené au taux de compression final, les lumières 16 de la chambre d'emmagasinage à basse pression étant fermées par le piston 14 en emprisonnant lesdits 80-90 % d'air d'admission partiellement comprimé ou ayant subi un faible taux de compression, comme le représente la ligne a du graphique.

On comprend d'après ce qui précède que le volume réduit à une valeur minimale, par exemple de 10 %, de l'air d'admission subit la compression qui le porte à la température d'auto-allumage et cet air allume le carburant injecté

lorsque le piston 14 atteint la position correspondant à la crête de compression, et il est donc évident que le volume d'air comprimé d'admission qui a été réduit à un minimum (10 %) n'est pas capable d'assurer la combustion d'une quantité de carburant correspondant à celle du dosage total usuel et qu'un tel dosage aurait un effet néfaste sur le déroulement du processus de l'invention au moment auquel les lumières 16 sont ré-ouvertes pendant la course de travail, car la pression régnant dans le cylindre serait supérieure à celle qui règne dans la chambre d'emmagasinage et empêcherait l'air mis en réserve de retourner dans ce cylindre avec, pour conséquence, que la suite de la combustion serait mal assurée. Donc, le dispositif d'injection de carburant Z à volume constant et à apport variable d'énergie est réalisé de manière qu'il injecte le carburant en continu pendant toute la course de travail et de telle manière que la pression régnant dans le cylindre ne dépasse jamais celle qui règne dans la chambre d'emmagasinage, comme le montre clairement la comparaison des lignes c et d du graphique. Ainsi, les gaz d'admission comprimés et mis en réserve pour assurer la combustion peuvent, de manière certaine, retourner dans le cylindre 12, lorsque les lumières 16 sont découvertes par le piston 14 et pendant tout le reste de la course de travail.

Les chambres X d'emmagasinage à basse pression retiennent une certaine quantité d'air comburant en empêchant l'entrée dans les chambres d'allumage à chaque extrémité opposée du cylindre 12 ; ce cylindre 12 comporte une lumière 16 ou plusieurs de ces lumières réparties à la circonférence et situées en un emplacement se trouvant bien au-dessous de la position qu'atteint le piston 14 au moment de la crête de la compression au cours des mouvements alternatifs qu'il exécute dans le cylindre. La dimension de la lumière ou des lumières 16 dans la direction de la longueur peut varier selon la conception du moteur, ces lumières étant dans la position de fermeture pour laquelle la pression de l'air d'admission mis en réserve est déterminée, cette pression correspondant à un emmagasinement de 90 % du volume dans l'exemple représenté. En réalité, les lumières 16 ont la

forme d'une "lanterne annulaire", le piston 14 étant équipé de segments qui assurent l'obturation hermétique de chaque côté des lumières, aussi bien lors de la course de compression que lors de la course de travail. La chambre X telle que représentée est fermée, elle entoure le cylindre 12 et n'est ré-ouverte sur ce dernier par les lumières 16 qu'au moment auquel le piston 14 atteint au cours de sa course de travail la position correspondant approximativement auxdits 90 % du volume. La chambre X aspire alors l'air d'admission par les lumières 16. Il est bien évident qu'il est possible de disposer de multiples chambres X d'emmagasinement ou une unique de ces chambres sur le côté et en tout emplacement autour du cylindre et/ou le long de son diamètre, de telle manière que la lumière ou les lumières 16 s'ouvrent et se ferment lorsque le piston est à la position voulue, ces lumières pouvant aussi par exemple être disposées de manière qu'elles soient ouvertes et fermées séquentiellement au cours du mouvement alternatif du piston.

Une proportion réduite à un minimum du volume d'air d'admission continue de subir la compression jusqu'au taux maximal dans la chambre d'auto-allumage Y qui est formée d'une tête de cylindre ou d'une culasse 13 équipée de l'injecteur classique du dispositif Z et coopérant avec le piston 14 après que les lumières 16 ont été fermées au cours de la course de compression, au-delà de la position correspondant à 90 % du volume. La chambre Y est donc une chambre classique de combustion et, dans le cas particulier, il s'agit d'une chambre de combustion primaire dans laquelle est traitée une quantité réduite à un minimum et correspondant à 10 % du volume d'air de balayage du cylindre 12, cette chambre étant ainsi exposée à des efforts considérablement réduits.

Conformément à l'invention, une lumière 15 de décharge de gaz se trouve à chaque extrémité du cylindre 12 entre les lumières 16 de la chambre d'emmagasinement et les lumières d'échappement 10, cette lumière 15 étant de préférence rapprochée de l'extrémité de combustion du cylindre et étant voisine des lumières 16 débouchant sur la chambre

d'emmagasinage. En d'autres termes, les lumières de décharge 15 sont situées en position "haute" dans le cylindre de manière que la turbine T qui va être décrite par la suite reçoive des pressions de commande pendant une partie importante aussi bien dans la course de travail que dans la course de compression, cette turbine étant actionnée par des gaz provenant des deux extrémités du piston moteur 14. Les lumières de décharge 15 ont en fait la forme d'une "lanterne annulaire" réalisée par exemple sur une partie seulement de la circonférence et de telle manière que les gaz subissant la détente soient soutirés alternativement aux extrémités opposées du cylindre 12 en étant sous pression pendant la course de travail et la course de compression, ces gaz subissant un accroissement de vitesse lors de leur passage des tuyères N par lesquelles ils pénètrent dans la turbine T qu'ils font tourner.

La décharge de gaz de combustion pendant la course de travail et de gaz d'admission pendant la course de compression par les lumières 16 a pour effet de prélever l'énergie nécessaire à faire tourner la turbine T de commande du dispositif S de refoulement de l'air de balayage, cette turbine produisant le couple nécessaire à faire tourner un arbre 50 selon la consommation d'énergie du cas particulier. En pratique, la dimension et la position des lumières 15 sont calculées en fonction de la puissance consommée par le dispositif de balayage et l'importance du couple devant être apporté par l'arbre moteur 50 ; dans certains cas, aucune énergie ne doit être prélevée sur l'arbre 50 sauf pour faire marcher le dispositif S, comme dans le cas représenté sur le dessin et dans lequel un maximum de chaleur est prélevée sur les lumières d'échappement 10. Donc, l'énergie devant être soutirée de ce moteur thermique composite est essentiellement sous forme de chaleur et accessoirement sous forme du couple de commande des appareillages auxiliaires et de celui qui est nécessaire selon chaque cas particulier.

La turbine T est destinée à absorber l'énergie déchargée par les lumières 15 de manière à faire tourner l'arbre 50 et le dispositif S commandé par cet arbre et déli-

vrant l'air de balayage. Les lumières 15 communiquent avec un collecteur débouchant sur la roue ou les roues 51 de la turbine et sont de préférence dirigées sur des roues indépendantes 51 placées à distance l'une de l'autre sur ledit arbre, par exemple par l'intermédiaire des tuyères N représentées sur la figure 2. Comme le montre cette figure, la disposition de la tuyère et de la roue est celle d'une turbine dont le fonctionnement dépend de la vitesse d'un fluide et qui est en général appelée : turbine à impulsion.

10 Les roues 51 sont logées dans des enveloppes 52 dont partent des tubulures d'échappement 53 par lesquelles les gaz détendus d'évacuation sont réunis avec ceux de l'échappement 10. Ainsi, les roues 51 de la turbine sont entraînées en rotation avec un bon rendement et en fonction de l'énergie

15 déchargée sous forme de gaz à vitesse élevée provenant des courses alternées de compression et de travail au fur et à mesure des élévations et des chutes alternées des pressions de compression et de combustion qui se produisent aux extrémités opposées du cylindre 12. L'inertie des roues les maintient pratiquement à vitesse angulaire constante, la turbine commandant par l'intermédiaire d'un engrenage réducteur 54 le dispositif S qui délivre l'air de balayage et qui est en forme de soufflante volumétrique 55 du type "Roots" ou analogue (voir figure 3), cette soufflante délivrant l'air

20 comprimé dans les lumières d'admission 11. Cette disposition constitue l'appareillage nécessaire à l'allumage par compression dans un moteur à deux temps à balayage par une soufflante.

La figure 5 représente le dispositif Z d'injection de carburant à volume constant et à rapport variable d'énergie ; ce dispositif comprend une pompe différentielle à piston plongeur, à course constante et à volume variable, qui fonctionne en synchronisme avec les mouvements alternatifs du piston du moteur. Les fonctions d'injection sont : dosage à

30 basse pression et mélangeage de petites quantités individuelles d'au moins deux carburants liquides dont l'un assure un apport maximal d'énergie et l'autre assure un apport inférieur ou minimal d'énergie et consiste par exemple en un

35

diluant et/ou en un autre additif, selon les exigences des cas particuliers ; la mise en moyenne du travail fourni au cours des multiples courses actives et l'injection à volume constant qui a pour effet que le carburant est injecté pendant la totalité de la course du piston et que la crête de pression est réduite ; tous ces facteurs sont rendus possibles par la possibilité de réglage de quantités individuelles relativement faibles du liquide devant être injecté. Le carburant est injecté en permanence sur la totalité de la course efficace de travail du piston.

Le principe de l'injection à volume constant est utilisé dans le cas de l'invention afin de permettre le réglage de la courbe de la pression en fonction du volume produite par le moteur et, en conséquence, afin de permettre de maintenir dans le cylindre 12 une pression c qui est inférieure à la pression d régnant dans la chambre d'emmagasinage 10. Le carburant injecté est un mélange homogène d'au moins deux liquides dont l'un est du mazout ou du pétrole renfermant la gamme complète des constituants et ayant toutes les propriétés qui lui confèrent un potentiel maximal d'énergie en général évalué en Joules et dont l'autre est par exemple de l'eau (de préférence traitée, par exemple modifiée ou de l'eau pure ou distillée) ayant un potentiel énergétique inférieur ou qui est inerte ou dont les propriétés sont partiellement inertes en ce qui concerne son aptitude à la combustion. Il est possible d'utiliser non seulement du pétrole mélangé à de l'eau, mais aussi un mélange d'alcool ou de carburant analogue et d'eau, ce mélange d'alcool et d'eau constituant le mélange utilisé pendant que le moteur est au ralenti et ayant les propriétés d'un antigel. L'apport d'énergie de chaque injection produisant un travail forme une moyenne avec celui des autres et donc les variations brusques sont rendues impossibles, mais néanmoins les augmentations ou les diminutions du potentiel énergétique du carburant se produisent sans retard inadmissible et il suffit de calculer la pompe différentielle à piston plongeur en fonction de la cylindrée dans laquelle le carburant est injecté, la conception d'ensemble étant telle que les crêtes de pression sont

réduites afin qu'il soit possible d'alléger la structure du moteur tout en augmentant sa puissance potentielle dans toutes les plages de vitesse en raison de l'assimilation proche du cycle obtenu à celui d'un véritable cycle Diesel à pression constante.

Chaque dispositif de pompage comprend un cylindre A, une cloison B subdivisant le cylindre en deux chambres, un piston plongeur différentiel C qui pénètre dans ces deux chambres et qui fixe la position de la cloison B dans le cylindre A, un dispositif de détection D qui commande la pompe en synchronisme avec les mouvements alternatifs du piston 14 du moteur, un dispositif E d'alimentation en carburant en quantités dosées, un dispositif F d'alimentation en diluant du carburant en quantités dosées et un dispositif G d'injection à soupapes qui débouche dans le cylindre du moteur. Les deux chambres de la pompe sont une chambre de transfert dans laquelle le carburant et le diluant du carburant sont mélangés et une chambre d'emmagasinement dans laquelle le mélange carburant qui n'est pas injecté est à nouveau mélangé et mis en réserve. Le concept de renouvellement du mélange et de la mise en réserve assure une mise en moyenne du potentiel énergétique apporté par le diluant et le carburant au cours d'un certain nombre de cycles du moteur en fonction des volumes de balayage de ces chambres. En pratique, la chambre de transfert qui réceptionne et délivre les fluides peut être de type dont pratiquement la totalité du volume est balayé, tandis que la chambre d'emmagasinement qui met en réserve une dose préalable de carburant et de diluant de ce dernier comprend un volume qui reste non balayé et dans lequel sont retenues des charges dosées les unes après les autres de mélange de carburant et de diluant ou des fractions de ces charges qui sont ainsi mélangées et dont les teneurs sont mises en moyenne sur un certain nombre de mouvements alternatifs du piston du moteur.

Le cylindre A de la pompe comprend une surface intérieure 52 qui est alésée avec précision autour d'un axe central, l'alésage du cylindre ayant une longueur importante et étant fermé aux extrémités opposées par des têtes 26 et 27

dont l'une au moins est amovible pour permettre le démontage. La cloison D est de préférence un piston qui est mobile dans le cylindre A et dont la surface circonférentielle 19 est tournée avec précision autour de l'axe de symétrie, sa longueur étant considérablement inférieure à la distance séparant les têtes du cylindre. Le piston plongeur différentiel C qui entre dans le cylindre A agit au cours de ses déplacements sur les fluides se trouvant dans les deux chambres mentionnées et il est formé de pistons 23 et 24 ayant des dimensions différentes et traversant les têtes 26 et 27.

Le dispositif de détection et de commande D actionne le piston plongeur C en synchronisme avec les mouvements alternatifs du piston 14 du moteur, le dispositif représenté consistant en un détecteur de proximité du piston et en un moteur de commande d'un poussoir. Les sondes du détecteur sont placées dans chaque chambre d'allumage Y et ont la forme de broches 60 qui traversent la cloison du cylindre de manière à être exposées à la proximité du piston 14. Le dispositif de détection et de commande représenté est électronique, les enroulements 61 des détecteurs étant enfermés dans lesdites broches de manière à être juxtaposés aux têtes opposées du piston lors de l'approche immédiate de ce dernier et/ou de son passage au cours duquel il recouvre la broche. Les deux enroulements 61 décèlent les positions opposées atteintes par le piston 14 au cours de son mouvement alternatif au moment auquel est atteinte la crête de la courbe de pression dans chaque cas, cette position correspondant à celle à laquelle l'injection du carburant doit être déclenchée. Donc, une minuterie électronique 62 alimentée par une source d'énergie 63 telle qu'une batterie et sensible aux positions que le piston 14 atteint au cours de ses mouvements alternatifs et qui sont décelées par les enroulements 61 émet des impulsions d'énergie ou analogue qui font tourner un moteur M à une vitesse angulaire qui est proportionnelle au mouvement alternatif du piston 14 du moteur. Le moteur électrique M est de type synchrone, à synchrodétecteurs ou pas à pas qui fonctionne en synchronisme avec les impulsions ou

analogues émises par la minuterie 62 et qui fait tourner un arbre 37 du dispositif d'injection Z qui, de son côté, fait tourner une came 36 et un contacteur 50 de manière qui va être décrite.

5 Le piston plongeur C comprend un poussoir 35 qui est appliqué contre et suit la came 36 qui tourne avec l'arbre 37 commandé par le moteur à la vitesse de synchronisation du cycle à deux temps, le moteur de l'arbre 37 étant commandé par le dispositif de détection D de la manière
10 décrite plus haut. Le bossage de la came 36 déplace le poussoir 35 de manière à faire pénétrer le grand piston 23 faisant partie du piston plongeur différentiel C dans la chambre supérieure et en déplaçant ainsi la cloison B de manière à agrandir cette chambre supérieure en réduisant les
15 dimensions de la chambre inférieure et en faisant diminuer le volume refoulé total. Un ressort de rappel 29 fait revenir le poussoir en position initiale, une caractéristique du dispositif consistant dans le réglage qui est fonction de la forme de la came 36, celle-ci étant conformée de manière à provo-
20 quer l'injection du carburant à un débit produisant à l'intérieur du cylindre la courbe de pression c qui tombe toujours à une pression inférieure à celle de la pression régnant dans la chambre d'emmagasinement et représentée par la courbe d. Le débit d'injection, qui est déterminé par la forme de la came
25 36, varie en fonction de la conception du moteur de manière à suivre et/ou à établir la courbe de pression c.

 Le dispositif E d'alimentation en carburant en quantités dosées et le dispositif F d'alimentation du diluant du carburant en quantités dosées fonctionnent conjointement
30 de manière à introduire une charge totale d'injection ou à apporter le complément de cette charge dans la chambre supérieure à la fin de chaque injection à volume constant provenant de cette chambre. A cette fin, le dispositif E comprend une soupape 30 assurant l'admission intermittente de carburant et le dispositif F comprend une soupape 31 d'admission
35 intermittente du diluant du carburant. Les soupapes 30 et 31 sont en principe analogues et s'ouvrent en opposition à des degrés équilibrés ou pendant des intervalles de temps équilib-

brés de manière variable ; l'ensemble de cette disposition est destiné à compléter le remplissage total de la chambre inférieure dont le volume augmente. En conséquence, le dispositif E assure l'alimentation en carburant, par exemple en gasoil, provenant d'une source d'alimentation à pression constante 32 ; de son côté, le dispositif F assure l'alimentation en diluant, par exemple en liquide inerte tel qu'une huile minérale ou de l'eau provenant d'une source d'alimentation 33 à pression constante. Ces pressions constantes sont réglées en fonction des viscosités des liquides utilisés à des niveaux convenables et/ou les liquides sont admis par des orifices de diamètre convenable.

La pression constante est établie par des pompes 34 et 34' qui délivrent les liquides par l'intermédiaire de leurs régulateurs de pression 56 et 57. La quantité du liquide délivré dans chaque cas peut varier selon le temps pendant lequel les soupapes 30 et 31 sont totalement ouvertes. Un potentiel électrique appliqué de manière à soulever le pointeau de la soupape 30 de son siège contre la force d'un ressort de rappel 42 ouvre chaque soupape sur des distances qui varient en sens inverses. Ce potentiel électrique est déterminé de manière réglable par un rhéostat 41 dont les bornes opposées 43 et 44 de la résistance sont connectées à des bobines 45 et 46 d'ouverture des soupapes, le curseur 47 du rhéostat étant déplaçable entre ces bornes. Un contacteur 50 tournant avec l'arbre 37 et la came 36 conduit le courant pendant la course d'admission du piston plongeur différentiel C et de la cloison B.

Le dispositif d'injection à soupapes G comprend un gicleur qui débouche dans la chambre de combustion Y du cylindre 12 du moteur et comprend un clapet de retenue (non représenté) qui empêche le mélange de carburant et de diluant de refluer dans l'injecteur. Donc, le liquide refoulé avance toujours dans un tube ou analogue qui délivre une charge énergétique convenable dans le cylindre du moteur dans lequel elle est brûlée.

L'invention décrite concerne donc un moteur thermique à deux temps, à allumage déclenché par la compres-

sion et à piston libre, qui est caractérisé par une turbine de commande d'une soufflante qui délivre l'air de balayage et par la subdivision de l'air d'admission qui est dosé en volumes individuels sous pression dont l'un est mis en
5 réserve à une pression faible ou modérée qui convient à promouvoir la combustion du carburant allumé à des pressions réduites et dont l'autre subit une forte compression qui le porte à la température d'auto-allumage. L'invention est avant-
10 tageusement mise en oeuvre en maximisant le volume de l'air emmagasiné à basse pression et en minimisant le volume de l'air d'auto-allumage soumis à forte compression ; le rapport mentionné de 90 à 10 % est donné exclusivement à titre d'exemple. Donc, pour obtenir ces résultats, l'emplacement de
15 la lumière ou des lumières 16 sur la longueur ou la hauteur du cylindre est adopté de manière à garantir l'emprisonnement d'air d'admission pour la poursuite de la compression qui le porte à la température d'auto-allumage, cette pression étant celle utilisée pour l'auto-allumage des moteurs à cycle Diesel. En pratique, la chambre d'auto-allumage Y est
20 calculée et/ou dimensionnée de manière à déclencher la combustion au début de la course de travail au cours de laquelle le carburant est injecté de manière réglée qui correspond au volume d'air d'admission comprimé dans cette chambre d'allumage et, en pratique, une faible proportion du
25 carburant est injectée pendant cette partie initiale de la course de travail. Par la suite, lorsque se poursuit la course de travail et au moment auquel le piston 14 ouvre la lumière ou les lumières 16, le volume considérable d'air mis en réserve dans la chambre X est disponible et retourne dans
30 le cylindre 12, puis l'injection réglée de carburant se poursuit à l'intérieur du volume d'air d'admission qui a été préalablement comprimé et refoulé dans ladite chambre d'emmagasinement ; cette quantité de carburant correspond en
35 pratique à la majeure partie, c'est-à-dire au reste du dosage. Les gaz comprimés sont déchargés par les lumières 15 et dans les tuyères M pour faire tourner la turbine T aussi bien pendant la course de compression que pendant la course de travail. Dans la mise en oeuvre du moteur, un flux de gaz

sous pression positive est maintenu en permanence dans les tuyères en raison des pressions du gaz d'échappement et de l'air de la soufflante qui existent lorsque les lumières 10 et/ou 11 sont ouvertes pendant les cycles d'échappement et d'admission du moteur et, par suite, de la compression et de la combustion qui ont lieu pendant ces deux cycles de fonctionnement du moteur. Les lumières de décharge 15 étant ouvertes de manière différente, une caractéristique importante réside dans le fait que le cycle d'auto-allumage a lieu sous l'effet de la compression à l'intérieur de la chambre Y. La came 36 du dispositif Z d'injection de carburant à volume constant et à apport variable d'énergie détermine la vitesse de combustion à l'intérieur du cylindre 12 et règle en conséquence la pression régnant dans ce dernier de manière qu'elle corresponde à la courbe c de pression décroissante régnant à l'intérieur du cylindre et demeurant inférieure à la pression d'emmagasinage qui suit la courbe d et qui diminue de manière correspondante. Donc, la force s'exerce en permanence pendant la totalité de la course de travail du moteur, elle est déclenchée par l'allumage dans la chambre d'auto-allumage Y et elle est suivie et poursuivie sous une pression décroissante qui est déterminée par la pression de l'air mis en réserve et retournant dans le cylindre 12 en sortant de la chambre d'emmagasinage X. Le démarrage est assuré par des injecteurs 65 d'air comprimé et tels que représentés sur la figure 1.

Il va de soi que diverses modifications peuvent être apportées au moteur décrit et représenté sans sortir du domaine de l'invention.

REVENDICATIONS

1. - Moteur thermique à balayage, à piston libre et à turbine, à allumage produit par compression et à pression réglée décroissante, moteur dans lequel un piston (14) à deux têtes exécute des mouvements alternatifs entre les têtes opposées et fermées (13) d'un cylindre (12) et sur lequel s'exerce l'énergie de détente de carburant en cours de combustion qui exerce sa pression sur les têtes opposées du piston et produit un travail sous forme de chaleur d'échappement et d'un couple délivré par ladite turbine (T), moteur caractérisé en ce qu'il comprend des lumières diamétralement opposées d'échappement (10) et d'admission (11) qui s'ouvrent latéralement sur ledit cylindre, qui se trouvent à distance de chaque tête de ce dernier et qui sont découvertes par les têtes opposées du piston se déplaçant vers les extrémités de ses courses de travail au cours de chaque cycle de fonctionnement à deux temps et à balayage en boucle fermée, des lumières de décharge de gaz (15) étant réalisées dans le cylindre entre les lumières d'échappement et les lumières d'admission et aux extrémités opposées du cylindre, ces lumières de décharge étant destinées à recevoir les gaz de compression et de combustion provenant des chambres opposées du cylindre, des chambres d'auto-allumage (Y), dont le volume est minimisé, se trouvant entre lesdites lumières de décharge (15) et les têtes opposées du cylindre, les gaz subissant dans ces chambres une compression les portant à la température d'allumage, une turbine (51) étant destinée à recevoir en alternance les gaz de compression et les gaz de combustion provenant desdites lumières de décharge (15), une soufflante (S) commandée par ladite turbine étant destinée à pomper l'air de balayage en le refoulant par lesdites lumières d'admission lorsqu'elles sont découvertes par le piston afin de provoquer ledit balayage en circuit fermé et un dispositif de pompage (Z) assurant l'injection du carburant pendant la totalité de la course correspondante du piston par les têtes opposées du cylindre en synchronisme avec l'instant auquel le piston atteint les positions correspondant aux crêtes de pression, ladite pompe poursuivant l'injection pratiquement sur la totalité des courses alternées de travail.

2. - Moteur thermique à balayage, à piston libre et à turbine, à allumage produit par compression et à pression décroissante réglée selon la revendication 1, caractérisé en ce que les lumières de décharge de gaz (15) s'ouvrent en des emplacements situés en position élevée dans les chambres opposées du cylindre et sont fermées par le piston se déplaçant vers les têtes opposées du cylindre en créant lesdites chambres d'auto-allumage.

3. - Moteur thermique selon la revendication 1, caractérisé en ce que des sondes (60) pénètrent dans les cylindres (12) aux emplacements auxquels le piston atteint les positions opposées correspondant à la crête de pression, un moteur (M) synchronisé par ces sondes et répondant à ces dernières étant destiné à commander ledit dispositif de pompage de carburant (Z) pendant la totalité de la course correspondante du piston, un dispositif de réglage (36) étant destiné à restreindre l'injection de carburant pendant la course de travail du piston (14).

4. - Moteur thermique à balayage, à piston libre et à turbine, à allumage produit par compression et à pression décroissante réglée, moteur dans lequel un piston (14) à deux têtes exécute des mouvements alternatifs entre les têtes opposées et fermées (13) et la détente produite par la combustion d'un carburant agit sur le piston en exerçant des pressions sur ses têtes opposées, ledit moteur produisant un travail sous forme de chaleur d'échappement et d'un couple produit par ladite turbine (T), moteur caractérisé en ce qu'il comprend des lumières d'échappement (10) et d'admission (11) diamétralement opposées et s'ouvrant latéralement dans le cylindre à distance de chaque tête de ce dernier, ces lumières étant découvertes par les têtes opposées du piston au cours de ses déplacements vers les extrémités de ses courses de travail au cours de chacun des cycles de fonctionnement à deux temps et à balayage en circuit fermé, des chambres fermées d'emmagasinement (X) s'ouvrant par des lumières de transfert (16) dans le cylindre entre les lumières d'échappement et d'admission et les têtes opposées du cylindre afin de permettre aux gaz de sortir des chambres

opposées du cylindre et d'y retourner, lesdites lumières de transfert étant placées de manière à être fermées par les têtes opposées du piston et à emprisonner des gaz dans lesdites chambres d'emmagasinement (X) à une pression favorisant la combustion, des lumières de décharge de gaz (15) étant disposées entre lesdites lumières d'échappement et d'admission (10, 11) et les lumières de transfert (16) s'ouvrant sur la chambre d'emmagasinement, les lumières de décharge étant destinées à recevoir des gaz de compression et de combustion provenant des chambres opposées du cylindre, des chambres d'auto-allumage (Y), dont le volume est minimal, se trouvant entre lesdites lumières de décharge (15) et les têtes opposées du cylindre afin de permettre aux gaz de subir la compression les portant à la température d'allumage, une turbine (T) étant destinée à recevoir alternativement les gaz de compression et les gaz de combustion provenant desdites lumières de décharge (15), une soufflante (S) commandée par cette turbine étant destinée à pomper l'air de balayage et à le refouler par lesdites lumières d'admission (11) lorsqu'elles sont découvertes par le piston afin d'assurer le balayage en circuit fermé et une pompe (Z) d'injection de carburant pendant la totalité de la course correspondante du piston envoyant ce carburant dans les têtes opposées du cylindre en synchronisme avec le mouvement du piston, au moment auquel il atteint ses positions correspondant aux crêtes de compression, cette pompe poursuivant l'injection pratiquement sur la totalité des courses alternées de travail du piston.

5. - Moteur thermique selon la revendication 4, caractérisé en ce que les lumières de transfert (16) débouchant sur la chambre d'emmagasinement (X) s'ouvrent en des emplacements situés en position haute dans le cylindre, à l'intérieur des chambres opposées de ce dernier et sont fermées par le déplacement du piston, lors de son approche des têtes opposées du cylindre, de manière à créer lesdites chambres d'auto-allumage (Y).

6. - Moteur thermique selon l'une des revendications 1 et 4, caractérisé en ce que la turbine (T) comprend

au moins une roue (51) qui réagit aux gaz de compression et de combustion projetés par des tuyères (N) et provenant desdites lumières de décharge (15).

5 7. - Moteur thermique selon l'une des revendications 1 et 4, caractérisé en ce que la turbine (T) comprend des roues indépendantes (51) qui réagissent aux gaz de compression et de combustion projetés par des tuyères (N) et provenant de chacune desdites lumières de décharge (15) ouvertes sur les chambres opposées du cylindre.

10 8. - Moteur thermique selon l'une des revendications 1 et 4, caractérisé en ce que la soufflante (S) est du type volumétrique et délivre en alternance l'air comprimé par les lumières d'admission (11) dans les chambres opposées du cylindre.

15 9. - Moteur thermique selon la revendication 4, caractérisé en ce que des sondes (60) pénètrent dans le cylindre en des emplacements correspondant aux positions opposées atteintes par le piston au moment de la crête de compression, un moteur synchronisé (M) répondant à ces sondes
20 et commandant ladite pompe d'injection de carburant (Z) qui fonctionne pendant la course totale du piston, un dispositif de réglage (36) restreignant le débit d'injection de carburant de manière à maintenir les pressions de combustion à une valeur inférieure aux pressions régnant dans les
25 chambres d'emmagasinage (X).

30 10. - Moteur thermique selon l'une des revendications 3 et 9, caractérisé en ce que le dispositif de réglage est à came (36) qui tourne en synchronisme avec le moteur à piston libre et qui restreint le débit d'injection de carburant de manière à faire décroître la pression de combustion pendant la totalité de la course de travail du piston.

1/2

FIG. 1.

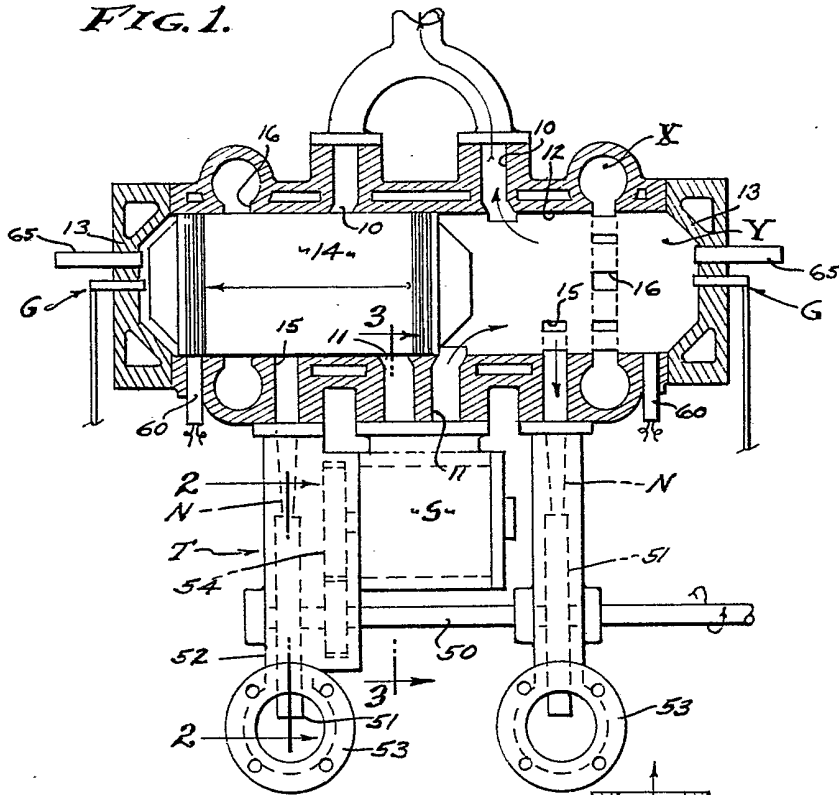


FIG. 2.

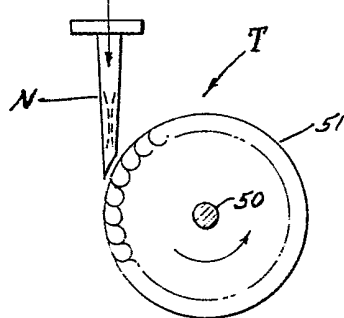


FIG. 3.

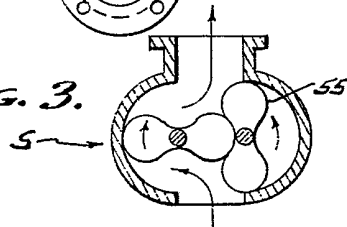


FIG. 4.

