

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 05.09.06.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 07.03.08 Bulletin 08/10.

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

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

71 Demandeur(s) : MDI MOTOR DEVELOPMENT
INTERNATIONAL SA — LU.

72 Inventeur(s) : NEGRE GUY et NEGRE CYRIL.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : CABINET PHILIPPE KOHN.

54 MOTEUR A CHAMBRE ACTIVE MONO ET/OU BI ENERGIE A AIR COMPRI ME ET/OU ENERGIE
ADDITIONNELLE.

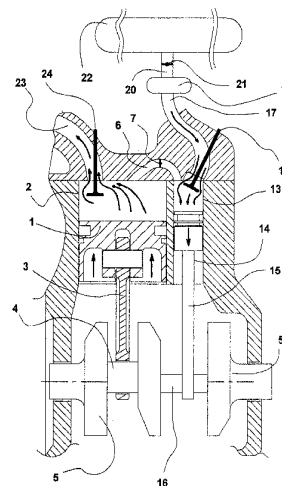
57 Le moteur à chambre active selon l'invention utilise un
dispositif bielle manivelle traditionnel. Il est alimenté par de
l'air comprimé contenu dans un réservoir de stockage haute
pression, à travers une capacité de travail (19).

Il fonctionne selon un cycle thermodynamique en quatre
phases revendiqué dans WO 2005/049968 à savoir: une
détente isotherme sans travail - un transfert avec légère dé-
tente avec travail dit quasi-isotherme - une détente polytro-
pique avec travail - un échappement à pression ambiante.

La chambre d'expansion active (13) est constituée d'un
volume variable relié par un passage (6) comportant un ob-
turateur (7) permettant ainsi de l'isoler du volume compris
dans le cylindre moteur au-dessus du piston moteur à son
point mort haut. L'air sous pression est admis dans la cham-
bre d'expansion à son plus petit volume et sous la poussée
va augmenter son volume en produisant un travail, lorsque
la chambre d'expansion est sensiblement à son volume
maximum, elle est mise en communication avec le cylindre
moteur (2) et l'air comprimé y contenu se détend repoussant
ainsi le piston moteur dans sa course descendante en four-
nissant un travail à son tour.

Application aux véhicules terrestres, voitures, autobus,
motos, bateaux, groupes électrogène de secours, ensem-

bles de cogénération, moteurs à poste fixe.



MOTEUR A CHAMBRE ACTIVE MONO ET/OU BI ENERGIE A AIR COMPRIME
ET/OU ENERGIE ADDITIONNELLE

L'invention concerne un moteur fonctionnant notamment avec de l'air comprimé
5 ou tout autre gaz et utilisant une chambre d'expansion active.

Le rédacteur a déposé de nombreux brevets concernant des motorisations ainsi
que leurs installations, utilisant des gaz et plus particulièrement de l'air comprimé pour
un fonctionnement totalement propre en site urbain et suburbain :

WO 96/27737 - WO 97/00655 - WO 97/39232 - WO 97/48884 - WO 98/12062
10 WO 98/15440 - WO 98/32963 - WO 99/37885 - WO 01/69080 - WO 03/036088

Dans sa demande de brevet WO 99/37885 au contenu duquel on pourra
également se reporter, il propose une solution qui permet d'augmenter la quantité
d'énergie utilisable et disponible caractérisée par le fait, que l'air comprimé, avant son
introduction dans la chambre de combustion et ou d'expansion, provenant du réservoir
15 de stockage, soit directement, soit après son passage dans le ou les échangeurs
thermiques du dispositif de récupération d'énergie thermique ambiante, et avant son
introduction dans la chambre de combustion est canalisé dans un réchauffeur thermique
où, par accroissement de sa température, il va augmenter encore de pression et/ou de
volume avant son introduction dans la chambre de combustion et/ou d'expansion du
20 moteur, augmentant encore ainsi considérablement les performances pouvant être
réalisées par ledit moteur.

L'utilisation d'un réchauffeur thermique, et ce malgré l'utilisation d'un carburant
fossile, présente l'avantage de pouvoir utiliser des combustions continues propres qui
peuvent être catalysées ou dépolluées par tous moyens connus dans le but d'obtenir
25 des émissions de polluants infimes.

L'auteur a déposé un brevet WO 03/036088 A1 au contenu duquel on pourra se
reporter, concernant un groupe motocompresseur – motoalternateur à injection d'air
comprimé additionnel fonctionnant en mono et pluri énergies.

Dans ces types de moteur fonctionnant avec de l'air comprimé et comportant un
30 réservoir de stockage d'air comprimé, il est nécessaire de détendre l'air comprimé
stocké à très haute pression dans le réservoir mais dont la pression diminue à mesure
que le réservoir se vide à une pression intermédiaire stable dite pression finale
d'utilisation dans une capacité tampon dite capacité de travail avant son utilisation dans
le ou les cylindres moteurs. Les détendeurs conventionnels à clapets et ressorts bien
35 connus ont des débits très faibles et leur utilisation pour cette application demande des
appareils très lourds et peu performants ; en outre, ils sont très sensibles au givrage dû
à l'humidité de l'air refroidi lors de la détente.

Pour résoudre ce problème, l'auteur a également déposé une demande brevet WO 03/089764 A1, au contenu duquel on pourra se reporter, concernant un détendeur dynamique à débit variable et une distribution pour moteurs alimentés avec injection d'air comprimé, comportant un réservoir d'air comprimé haute pression et une capacité de travail.

Le rédacteur a également déposé une demande de brevet WO 02/070876 A1 concernant une chambre d'expansion à volume variable constituée de deux capacités distinctes dont l'une est en communication avec l'arrivée d'air comprimé et l'autre jumelée avec le cylindre et pouvant être mises en communication entre elles ou isolées de telle sorte que durant le cycle échappement il est possible de charger en air comprimé la première de ces capacités puis d'établir la pression dans la deuxième, dès la fin de l'échappement alors que le piston est arrêté à son point mort haut et avant la reprise de sa course, les deux capacités restant en communication et se détendant ensemble pour effectuer le temps moteur et qu'au moins une des deux capacités est pourvue de moyens permettant de modifier leur volume pour permettre à pression égale de faire varier le couple résultant du moteur.

Dans le fonctionnement de ces moteurs à « détente de charge » le remplissage de la chambre d'expansion représente toujours une détente sans travail nuisible au rendement général de la machine.

Pour résoudre le problème indiqué ci-dessus l'auteur a également déposé une demande de brevet WO 2005/049968 A1 décrivant un moteur à chambre active où la chambre d'expansion est constituée d'un volume variable équipé de moyens permettant de produire un travail et est jumelée et en contact permanent par un passage avec l'espace compris au-dessus du piston moteur principal.

WO 2005/049968 A1 revendique notamment un cycle thermodynamique en quatre phases lors de son fonctionnement en mode mono énergie air comprimé caractérisé par

- Une détente isotherme sans travail
- Un transfert – légère détente avec travail dit quasi-isotherme
- Une détente polytropique avec travail
- Un échappement à pression ambiante.

Le moteur selon l'invention fonctionne selon le cycle thermodynamique ci-dessus et utilise un dispositif bielle manivelle traditionnel. Il est alimenté préférentiellement par de l'air comprimé ou tout autre gaz comprimé contenu dans un réservoir de stockage haute pression, à travers une capacité tampon dite capacité de travail. La capacité de travail en version bi-énergie comporte un dispositif de réchauffage de l'air alimenté par une énergie additionnelle (fossile ou autre énergie) permettant d'augmenter la température et/ou la pression de l'air qui la traverse.

Il est caractérisé par les moyens mis en œuvre pris dans leur ensemble ou séparément et plus particulièrement :

5 - En ce que la chambre d'expansion est constituée d'un volume variable équipé de moyens permettant de produire un travail et est reliée par un passage comportant un obturateur permettant ainsi de l'isoler ou de la mettre en contact avec le volume compris dans le cylindre moteur au-dessus du piston moteur à son point mort haut.

10 - En ce que, l'air ou le gaz sous pression est admis dans la chambre d'expansion lorsque celle-ci est à son plus petit volume et, qui, sous la poussée de l'air comprimé va augmenter son volume en produisant un travail.

15 - En ce que lorsque la chambre d'expansion est sensiblement à son volume maximum, et le piston moteur sensiblement à son point mort haut, l'admission est obturée, ladite chambre est mise en communication avec le cylindre moteur et l'air comprimé y contenu se détend repoussant ainsi le piston moteur dans sa course descendante en fournissant un travail à son tour.

 - En ce que durant la détente le volume de la chambre active est ramené à son volume minimum pour permettre un nouveau cycle.

 La chambre d'expansion du moteur selon l'invention participe activement au travail. Le moteur selon l'invention est dit moteur à chambre active.

20 Préférentiellement le volume (dit volume mort) compris dans le cylindre moteur au-dessus du piston moteur à son point mort haut est le plus réduit possible afin d'éviter une détente sans travail lors de la mise en communication de la chambre active avec ledit cylindre moteur.

25 Préférentiellement, la chambre d'expansion à volume variable dite chambre active est constituée d'un piston dit piston de charge coulissant dans un cylindre et relié par une bielle au vilebrequin du moteur, concept classique qui détermine une cinématique à deux phases : course descendante et course ascendante.

30 Le moteur selon l'invention est avantageusement équipé d'un détendeur à débit variable selon WO 03/089764 A1 dit détendeur dynamique qui permet d'alimenter la capacité de travail à sa pression d'utilisation par de l'air comprimé provenant du réservoir de stockage en effectuant une détente sans travail de type isotherme.

35 Le cycle thermodynamique selon l'invention est caractérisé par une détente isotherme sans travail permise par le détendeur dynamique suivi d'un transfert accompagné d'une très légère détente quasi isotherme – par exemple une capacité de 3 000 centimètres cube dans une capacité de 3050 centimètres cube - avec travail par l'utilisation de la pression de l'air compris dans la capacité de travail durant le remplissage de la chambre d'expansion, puis d'une détente polytropique de la chambre

d'expansion dans le cylindre moteur avec travail et abaissement de la température pour se terminer par l'échappement de l'air détendu à l'atmosphère.

Dans son application bi-énergie selon l'invention, et en mode carburant additionnel, l'air comprimé contenu dans la capacité de travail est réchauffé par une
5 énergie additionnelle dans un réchauffeur thermique. Cette disposition permet d'augmenter la quantité d'énergie utilisable et disponible par le fait que l'air comprimé avant son introduction dans la chambre active va accroître sa température et augmenter de pression et/ou de volume permettant l'augmentation des performances et/ou de l'autonomie. L'utilisation d'un réchauffeur thermique présente l'avantage de pouvoir
10 utiliser des combustions continues propres qui peuvent être catalysées ou dépolluées par tous moyens connus dans le but d'obtenir des émissions de polluants infimes.

Le réchauffeur thermique peut utiliser pour énergie un carburant fossile tel qu'essence, gazole ou bien gaz GPL GNV, il peut utiliser des carburants bio ou de l'alcool permettant de réaliser ainsi un fonctionnement bi énergie à combustion externe
15 où un brûleur va provoquer une élévation de température.

Selon une variante de l'invention, le réchauffeur utilise avantageusement des procédés thermochimiques basés sur des procédés d'absorption et de désorption, tels que ceux utilisés et décrits, par exemple dans les brevets EP 0 307297 A1 et EP 0 382586 B1, ces procédés utilisant la transformation par évaporation d'un fluide par
20 exemple d'ammoniac liquide en gaz réagissant avec des sels comme des chlorures de calcium, de manganèse ou autres, le système fonctionnant comme une pile thermique.

Selon une variante de l'invention, le moteur à chambre active est équipé d'un réchauffeur thermique à brûleur, ou autre, et d'un réchauffeur thermochimique de type précédemment cité pouvant être utilisé conjointement ou successivement lors de la
25 phase 1 du réchauffeur thermochimique où le réchauffeur thermique à brûleur va permettre de régénérer (phase 2) le réchauffeur thermochimique lorsque ce dernier est vide en réchauffant son réacteur durant la poursuite du fonctionnement du groupe avec l'utilisation du réchauffeur à brûleur.

Dans le cas de l'utilisation d'un réchauffeur à combustion, le moteur à chambre
30 active selon l'invention est un moteur à chambre de combustion externe dit moteur à combustion externe. Toutefois, soit les combustions dudit réchauffeur peuvent être internes en amenant la flamme directement au contact de l'air comprimé de fonctionnement, le moteur est alors dit à « combustion externe-interne », soit les combustions dudit réchauffeur sont externes en réchauffant l'air de fonctionnement au
35 travers d'un échangeur et le moteur est alors dit à « combustion externe-externe ».

En mode de fonctionnement avec énergie additionnelle, le cycle thermodynamique comprend alors cinq phases :

- Une détente isotherme

- Une augmentation de la température
- Un transfert - légère détente avec travail dit quasi-isotherme
- Une détente polytropique avec travail
- Un échappement à pression ambiante

5 Lors du fonctionnement en mode air comprimé, sur un véhicule en site urbain par exemple, seule la pression de l'air comprimé dans le réservoir haute pression est utilisée pour le fonctionnement ; en fonctionnement en mode énergie additionnelle, fossile ou autre, sur un véhicule sur route par exemple, le réchauffage de la capacité de travail est alors commandé, permettant d'augmenter la température de l'air qui la traverse et par voie de conséquence le volume et/ou la pression utilisable pour le travail
10 de charge de la chambre active et de la détente.

Le moteur selon l'invention est piloté en couple et en régime, par le contrôle de la pression dans la capacité de travail, ledit contrôle étant avantageusement assuré par le détendeur dynamique, lorsqu'il fonctionne en mode bi-énergie avec énergie
15 additionnelle (fossile ou autre) un calculateur électronique contrôle la quantité d'énergie additionnelle apportée, en fonction de la pression dans ladite capacité de travail.

Selon une variante de l'invention pour permettre le fonctionnement autonome lorsque le réservoir de stockage d'air comprimé est vide et lors de son utilisation en énergie additionnelle le moteur à chambre active selon l'invention est couplé à un
20 compresseur d'air permettant d'alimenter en air comprimé le réservoir de stockage d'air comprimé haute pression.

Le moteur à chambre active bi-énergie ainsi équipé fonctionne normalement selon deux modes en utilisant sur un véhicule en ville par exemple, le fonctionnement zéro pollution avec de l'air comprimé contenu dans le réservoir de stockage haute
25 pression, et sur route, toujours pour l'exemple, en fonctionnement énergie additionnelle avec son réchauffeur thermique alimenté par une énergie fossile ou autre, tout en réalimentant en air par un compresseur d'air le réservoir de stockage haute pression.

Selon une autre variante de l'invention le compresseur d'air alimente directement la capacité de travail. Dans ce cas le pilotage du moteur est réalisé par le pilotage en
30 pression du compresseur et le détendeur dynamique entre le réservoir de stockage haute pression et la capacité de travail reste obturée.

Selon une autre variante de ces dispositions, le compresseur d'air alimente soit le réservoir haute pression, soit la capacité de travail soit encore les deux volumes en combinaison.

35 Le moteur à chambre active bi-énergie selon l'invention possède de fait trois modes principaux de fonctionnement :

- mono énergie air comprimé
- bi-énergie air comprimé plus énergie additionnelle

- mono énergie à carburant d'énergie additionnelle

Le moteur à chambre active est également réalisable en mono énergie à carburant fossile ou autre lorsqu'il est couplé à un compresseur d'air alimentant la capacité de travail comme décrit ci-dessus, le réservoir de stockage d'air comprimé haute pression étant alors purement et simplement supprimé.

Dans le cas d'un fonctionnement en mode énergie additionnelle, avec l'utilisation d'une combustion externe-externe l'échappement du moteur à chambre active peut être recyclé à l'admission du compresseur.

Selon une variante de l'invention le moteur est constitué de plusieurs étages de détente chaque étage comportant une chambre active selon l'invention ; entre chaque étage est positionné un échangeur permettant de réchauffer l'air de l'échappement de l'étage précédent dans le cas d'un fonctionnement mono énergie air comprimé et/ou un dispositif de réchauffage à énergie additionnelle dans le cas d'un fonctionnement en bi-énergie. Les cylindrées de l'étage suivant étant plus importantes que celle de l'étage précédent.

Dans le cas d'un moteur mono énergie air comprimé la détente dans le premier cylindre ayant produit un abaissement de température le réchauffement de l'air se fera avantageusement dans un échangeur air-air avec la température ambiante

Dans le cas d'un moteur bi-énergie en mode énergie additionnelle il est procédé au réchauffement de l'air par une énergie additionnelle dans un réchauffeur thermique, par exemple fossile.

Selon une variante de cette disposition après chaque étage l'air de l'échappement est dirigé vers un seul réchauffeur à plusieurs étage permettant ainsi de n'utiliser qu'une source de combustion.

Les échangeurs thermiques peuvent être des échangeurs air air ou air liquide ou tout autre dispositif ou gaz produisant l'effet recherché.

Le moteur à chambre active selon l'invention peut être utilisé sur tous véhicules terrestres, maritimes, ferroviaires, aéronautiques. Le moteur à chambre active selon l'invention peut également et avantageusement trouver son application dans les groupes électrogènes de secours de même que dans de nombreuses applications domestiques de cogénération produisant de l'électricité, du chauffage et de la climatisation.

D'autres buts, avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à la lecture de la description, à titre non limitatif, de plusieurs modes de réalisation, faite en regard des dessins annexés où :

La figure 1 représente schématiquement un moteur à chambre active vu en coupe longitudinale, et son dispositif d'alimentation en air HP.

Les figures 2 à 4 représentent sur des vues schématiques, en coupe longitudinale les différentes phases de fonctionnement du moteur selon l'invention.

La figure 5 représente un graphique du cycle thermodynamique en mode mono énergie air comprimé.

5 La figure 6 représente schématiquement un moteur à chambre active vu en coupe transversale et son dispositif d'alimentation en air HP comportant un dispositif de réchauffage de l'air par combustion.

- La figure 7 représente un graphique du cycle thermodynamique en mode bi énergie air comprimé et adjuvant.
- 10 - La figure 8 représente, vu schématiquement, un moteur à chambre active selon l'invention couplé à un compresseur d'air permettant un fonctionnement autonome.
- La figure 9 représente schématiquement un moteur à chambre active selon l'invention couplé à un compresseur alimentant le réservoir de stockage et la
- 15 capacité de travail.
- La figure 11 représente un moteur à chambre active selon l'invention en monoénergie à carburant fossile.

La figure 1 représente un moteur à chambre active selon l'invention où l'on peut voir le cylindre moteur dans lequel coulisse le piston 1, coulissant dans un cylindre 2, et relié par une bielle 3 au maneton 4 d'un vilebrequin 5. Le cylindre moteur 2 est en communication dans sa partie haute par un passage 6 muni d'un obturateur 7 avec un cylindre de chambre active 13 dans lequel coulisse un piston 14 dit piston de charge relié par une bielle 15 à un maneton 16 sensiblement opposé et positionné à 180 ° du maneton 4 du cylindre moteur sur le vilebrequin 5. Un conduit d'admission 17 commandé par une soupape 18 débouche dans le cylindre de chambre active 13 et permet d'alimenter le moteur en air comprimé provenant de la chambre de travail 19 maintenue à la pression de travail et elle-même alimentée en air comprimé à travers un conduit 20 commandé par un détendeur dynamique 21 par le réservoir de stockage haute pression 22. Dans la partie supérieure du cylindre 1 est ménagé un conduit d'échappement 23 commandé par une soupape d'échappement 24.

30 Un dispositif commandé par la pédale d'accélérateur commande le détendeur dynamique 21 pour permettre de réguler la pression dans la chambre de travail et piloter ainsi le moteur.

La figure 2 représente schématiquement, vu en coupe longitudinale, le moteur à chambre active selon l'invention en cours d'admission ; le piston moteur 1 est dans sa phase ascendante et procède à l'échappement par le conduit 23, la soupape d'échappement 24 étant ouverte, de l'air détendu lors du cycle précédent, la soupape d'admission 18 est ouverte, la pression de l'air contenue dans la capacité de travail 19

repousse le piston de charge 14 assurant sa phase descendante, tout en remplissant le cylindre de la chambre active 13 et produisant un travail en provoquant par sa bielle 15 la rotation du vilebrequin 9, le travail étant considérable car effectué à pression quasi constante.

5 En poursuivant sa rotation - figure 3 - le piston moteur 1 arrive sensiblement à son point mort haut et sensiblement simultanément la soupape d'échappement 24 et la soupape d'admission 18 sont alors refermées et l'obturateur 7 du conduit de liaison 6 est ouvert; la charge d'air comprimé contenue dans la chambre active se détend en repoussant dans sa phase descendante le piston moteur 1 qui produit à son tour un travail en provoquant la rotation du vilebrequin 9. Durant ce cycle descendant du piston
10 moteur 1 le piston de charge 14 poursuit remonte vers son point mort haut.

En poursuivant sa rotation - figure 4 - le piston moteur 1 arrive à son point mort bas et le piston de charge 14 à son point mort haut, l'obturateur 7 est alors refermé et les soupapes d'admission 18 et d'échappement 24 sont alors ouvertes pour permettre
15 l'admission d'une nouvelle charge dans la chambre active 13, et l'échappement de la charge précédente détendue dans le cylindre moteur 2.

La figure 5 représente le graphique du cycle thermodynamique en mode mono énergie air comprimé où l'on peut voir les différentes phases du cycle dans les différentes capacités (en abscisse) constituant le moteur à chambre active selon
20 l'invention, les pressions étant en ordonnée; dans la première capacité qui est le réservoir de stockage on voit un réseau de courbes isothermes allant de la pression de stockage P_{st} à la pression initiale de travail P_{itr} , la pression de stockage diminuant au fur et à mesure de la vidange du réservoir alors que la pression P_{itr} sera contrôlée en fonction du couple recherché entre une pression minimum de fonctionnement et une
25 pression maximale de fonctionnement ici pour l'exemple entre 10 et 30 bars. Dans la capacité de travail durant la charge de la chambre active, la pression reste quasi identique. Dès l'ouverture de la soupape d'admission, l'air comprimé contenu dans la capacité de travail est transféré dans la chambre active produisant un travail accompagné d'une très légère diminution de pression par exemple pour une capacité
30 de travail de 3000 cm³ et une chambre active de 35 cm³ la chute de pression est de 1,16% soit et toujours pour l'exemple, une pression réelle de travail de 29,65 bar pour une pression initiale de travail de 30 bar. Puis le piston moteur commence sa course descendante avec une détente polytropique qui produit un travail avec abaissement de la pression jusqu'à l'ouverture de la soupape d'échappement (par exemple aux environs
35 de 2 bar) suivi au retour à la pression atmosphérique durant le temps échappement, pour recommencer un nouveau cycle.

La figure 6 représente le moteur et son ensemble en version bi-énergie où l'on peut voir dans la capacité de travail 19 un dispositif schématique de réchauffage de

l'air comprimé avec apport d'énergie additionnelle ici un brûleur 25 alimenté par une bouteille de gaz 26. La combustion représentée sur cette figure est donc une combustion externe-interne et permet d'augmenter considérablement le volume et/ou la pression de l'air comprimé en provenance du réservoir de stockage.

5 La figure 7 représente un graphique du cycle thermodynamique en mode bi-énergie additionnelle où l'on peut voir les différentes phases du cycle dans les différentes capacités constituant le moteur à chambre active selon l'invention en ordonnée les pression. Dans la première capacité qui est le réservoir de stockage on voit un réseau de courbes isothermes allant de la pression de stockage P_{st} à la
10 pression initiale de travail P_{itr} , la pression de stockage diminuant au fur et à mesure de la vidange du réservoir alors que la pression P_{itr} sera contrôlée en fonction du couple recherché entre une pression minimale de fonctionnement et une pression maximale de fonctionnement ici pour l'exemple entre 10 et 30 bars. Dans la capacité de travail, le réchauffage de l'air comprimé permet d'augmenter considérablement la pression de la
15 pression initiale P_{IT} à la pression finale de travail P_{FT} : par exemple pour une P_{IT} de 30 bar une augmentation de température de l'ordre de 300 degrés permet d'obtenir une P_{FT} de l'ordre de 60 bar. Dès l'ouverture de la soupape d'admission, l'air comprimé contenu dans la capacité de travail est transféré dans la chambre active, produisant un travail, accompagné d'une très légère diminution de pression par exemple pour une
20 capacité de travail de 3000 cm³ et une chambre active de 35 cm³ la chute de pression est de 1,16% soit et toujours pour l'exemple, une pression réelle de travail de 59,30 bars pour une pression initiale de travail de 60 bar; puis le piston moteur commence sa course descendante avec une détente polytropique qui produit un travail avec abaissement de la pression jusqu'à l'ouverture de la soupape d'échappement (par
25 exemple aux environs de 2 bar suivi au retour à la pression atmosphérique durant le temps échappement, pour recommencer un nouveau cycle.

Le moteur à chambre active fonctionne également en bi-énergie d'une manière autonome avec l'énergie dite additionnelle fossile, ou végétale - figure 8 - lorsque, selon une variante de l'invention, il entraîne un compresseur d'air comprimé 27
30 qui alimente le réservoir de stockage 22. Le fonctionnement général de la machine est le même que celui décrit précédemment sur les figures 1 à 4. Toutefois cette disposition permet de remplir le réservoir de stockage en cours de fonctionnement avec énergie additionnelle mais occasionne une perte d'énergie relativement importante due au compresseur. Selon une autre variante de l'invention, (non représentée sur les dessins),
35 le compresseur d'air alimente directement la capacité de travail; dans ce cas de fonctionnement, le détendeur dynamique 21 est maintenu fermé et le compresseur alimente en air comprimé la capacité de travail dans laquelle ce dernier est réchauffé par le dispositif de réchauffe et augmente de pression et/ou de volume pour alimenter la

chambre active 13 comme décrit dans les cas précédents. Toujours dans ce cas de fonctionnement, le pilotage du moteur est effectué par la régulation de pression directement par le compresseur et la perte d'énergie due au compresseur est bien moindre que dans le cas précédent. Enfin et selon une autre variante de l'invention -
5 figure 9 - le compresseur alimente simultanément ou successivement, en fonction des besoins énergétiques, le réservoir de stockage haute pression 22 et la capacité de travail 19. Une vanne bidirectionnelle 28 permet d'alimenter soit le réservoir de stockage 22 soit la capacité de travail 19 ou encore les deux simultanément. Le choix est alors fonction des besoins énergétiques du moteur en regard des besoins énergétiques du
10 compresseur : si la demande sur le moteur est relativement faible, le réservoir haute pression est alors alimenté ; si les besoins énergétiques du moteur sont élevés, seule la capacité de travail est alors alimentée.

La figure 10 montre un moteur à chambre active monoénergie fonctionnant avec un carburant fossile, (ou bien végétal ou autres) le moteur est couplé à un
15 compresseur 27 qui alimente en air comprimé la capacité de travail 19 qui comprend ici un brûleur 25 alimenté en énergie par une bouteille de gaz 26. Le fonctionnement général de la machine est le même que celui décrit précédemment.

Le moteur à chambre active est décrit avec un fonctionnement avec de l'air comprimé. Toutefois, il peut utiliser n'importe quel gaz comprimé sans pour autant
20 changer l'invention décrite.

L'invention n'est pas limitée aux exemples de réalisations décrits et représentés : les matériaux, les moyens de commande, les dispositifs décrits peuvent varier dans la limite des équivalents, pour produire les mêmes résultats, le nombre de cylindres moteur, leur cylindrée, le volume maximum de la chambre active par rapport au
25 volume déplacé du/des cylindre(s) et le nombre d'étages de détente, peuvent varier, sans pour cela changer l'invention qui vient d'être décrite.

30

35

REVENDECATIONS

1.- Moteur à chambre active comportant au moins un piston (1) coulissant dans un cylindre (2) entraînant un vilebrequin (5) selon un dispositif bielle manivelle traditionnel et fonctionnant selon un cycle thermodynamique à quatre phases :

- Une détente isotherme sans travail
- Un transfert – légère détente avec travail dit quasi-isotherme
- Une détente polytropique avec travail
- Un échappement à pression ambiante.

10 alimenté préférentiellement par de l'air comprimé ou tout autre gaz comprimé contenu dans un réservoir de stockage haute pression, à travers une capacité tampon dite capacité de travail alimentée par de l'air comprimé haute pression contenu dans un réservoir de stockage (22), qui est détendu à une pression moyenne dite pression de travail dans une capacité de travail (19) préférentiellement à travers un dispositif de détenteur dynamique caractérisé :

15 - en ce que la chambre d'expansion est constituée d'un volume variable équipé de moyens permettant de produire un travail et est reliée par un passage (6) comportant un obturateur (7) permettant ainsi de l'isoler ou de la mettre en contact avec le volume compris dans le cylindre moteur (2) au-dessus du piston moteur (1) à son point mort haut,

20 - en ce que, l'air ou le gaz sous pression est admis dans la chambre d'expansion lorsque celle-ci est à son plus petit volume et qui, sous la poussée de l'air comprimé va augmenter son volume en produisant un travail,

25 - en ce que lorsque la chambre d'expansion est sensiblement à son volume maximum, et le piston moteur sensiblement à son point mort haut, l'admission (17) est obturée, et ladite chambre est mise en communication avec le cylindre moteur (2) et l'air comprimé y contenu se détend repoussant ainsi le piston moteur (1) dans sa course descendante en fournissant un travail à son tour,

30 - en ce que durant la détente le volume de la chambre active est ramené à son volume minimum pour permettre un nouveau cycle.

35 2.- Moteur à chambre active selon la revendication 1 caractérisé en ce que le volume, dit volume mort, compris dans le cylindre moteur au-dessus du piston moteur à son point mort haut, est réduit au minimum rendu possible par les jeux mécaniques, afin d'éviter une détente sans travail lors de la mise en communication de la chambre active avec ledit cylindre moteur.

3.- Moteur à chambre active selon les revendications 1 et 2 caractérisé en ce que la capacité de travail (19) comporte un dispositif de réchauffage (25) de l'air comprimé

avec une énergie additionnelle fossile ou autre, ledit dispositif permettant d'augmenter la température et/ou la pression de l'air qui la traverse.

4.- Moteur à chambre active selon la revendication 3 caractérisé en ce que le réchauffage de l'air comprimé est assuré par la combustion d'un carburant -fossile ou biologique- directement dans l'air comprimé, le moteur est alors dit à combustion externe interne.

5.- Moteur à chambre active selon la revendication 3 caractérisé en ce que le réchauffage de l'air contenu dans la capacité de travail est assuré par la combustion d'un carburant -fossile ou biologique- à travers un échangeur, la flamme n'ayant pas de contact avec l'air comprimé ; le moteur est alors dit à combustion externe externe.

6.- Moteur à chambre active selon l'une quelconque des revendications 3 à 5 caractérisé en ce que le réchauffeur thermique utilise un procédé thermochimique de réaction gaz solide basé sur la transformation par évaporation d'un fluide réactif contenu dans un évaporateur, par exemple de l'ammoniac liquide en un gaz qui vient réagir avec un réactif solide contenu dans un réacteur par exemple des sels tels que des chlorures de calcium, de manganèse, de baryum ou autres dont la réaction chimique produit de la chaleur, et qui, lorsque la réaction est terminée peut être régénéré en apportant de la chaleur au réacteur pour provoquer la désorption de l'ammoniac gazeux qui va se recondenser dans l'évaporateur.

7.- Moteur à chambre active selon l'une quelconque des revendications 3 à 6 dont le cycle thermodynamique en fonctionnement bi-énergie en mode énergie additionnelle est caractérisé par une détente isotherme sans travail avec conservation d'énergie effectuée dans la capacité de travail, par une augmentation de la température par le réchauffage de l'air par une énergie fossile, suivie d'une très légère détente dite quasi-isotherme avec travail, d'une détente polytropique avec travail dans le cylindre moteur et enfin d'un échappement à pression atmosphérique représentant 5 phases successives comme suit :

- Une détente isotherme
- Une augmentation de la température
- Un transfert- légère détente avec travail dit quasi-isotherme
- Une détente polytropique avec travail
- Un échappement à pression ambiante

8.- Moteur à chambre active selon l'une quelconque des revendications ci-dessus caractérisé en ce que le couple et le régime du moteur sont pilotés par le contrôle de la pression dans la capacité de travail (19).

9.- Moteur à chambre active selon l'une quelconque des revendications ci-dessus caractérisé en ce que, lors du fonctionnement en mode bi-énergie avec énergie additionnelle, un calculateur électronique contrôle la quantité d'énergie apportée en

fonction de la pression de l'air comprimé donc de la masse d'air introduite dans ladite capacité de travail.

10.- Moteur à chambre active selon l'une quelconque des revendications ci-dessus caractérisé en ce que le volume de la chambre active est constitué d'un piston (14) dit piston de charge coulissant dans un cylindre (13) et relié par une bielle (15) au vilebrequin du moteur (9) selon une cinématique classique.

11.- Moteur à chambre active selon l'une quelconque des revendications ci-dessus caractérisé en ce que pour permettre le fonctionnement autonome lorsque le réservoir de stockage d'air comprimé est vide et lors de son utilisation en énergie additionnelle le moteur à chambre active selon l'invention est couplé à un compresseur d'air (27) permettant d'alimenter en air comprimé le réservoir de stockage d'air comprimé haute pression (22).

12.- Moteur à chambre active selon la revendication ci-dessus caractérisé en ce que le compresseur d'air (27) alimente directement la capacité de travail (19); dans ce cas le pilotage du moteur est réalisé par le pilotage en pression du compresseur et le détendeur dynamique (21) entre le réservoir de stockage haute pression et la capacité de travail reste obturé.

13.- Moteur à chambre active selon les revendications 11 et 12 caractérisé en ce que le compresseur d'air (27) accouplé alimente en combinaison le réservoir de stockage (22) et la capacité de travail (19).

14.- Moteur à chambre active selon l'une quelconque des revendications ci-dessus caractérisé par un fonctionnement mono énergie à carburant fossile, végétal ou autres permettant de réchauffer l'air contenu dans la capacité de travail (19), comprimé uniquement par le compresseur accouplé (27), le réservoir de stockage d'air comprimé haute pression étant alors purement et simplement supprimé.

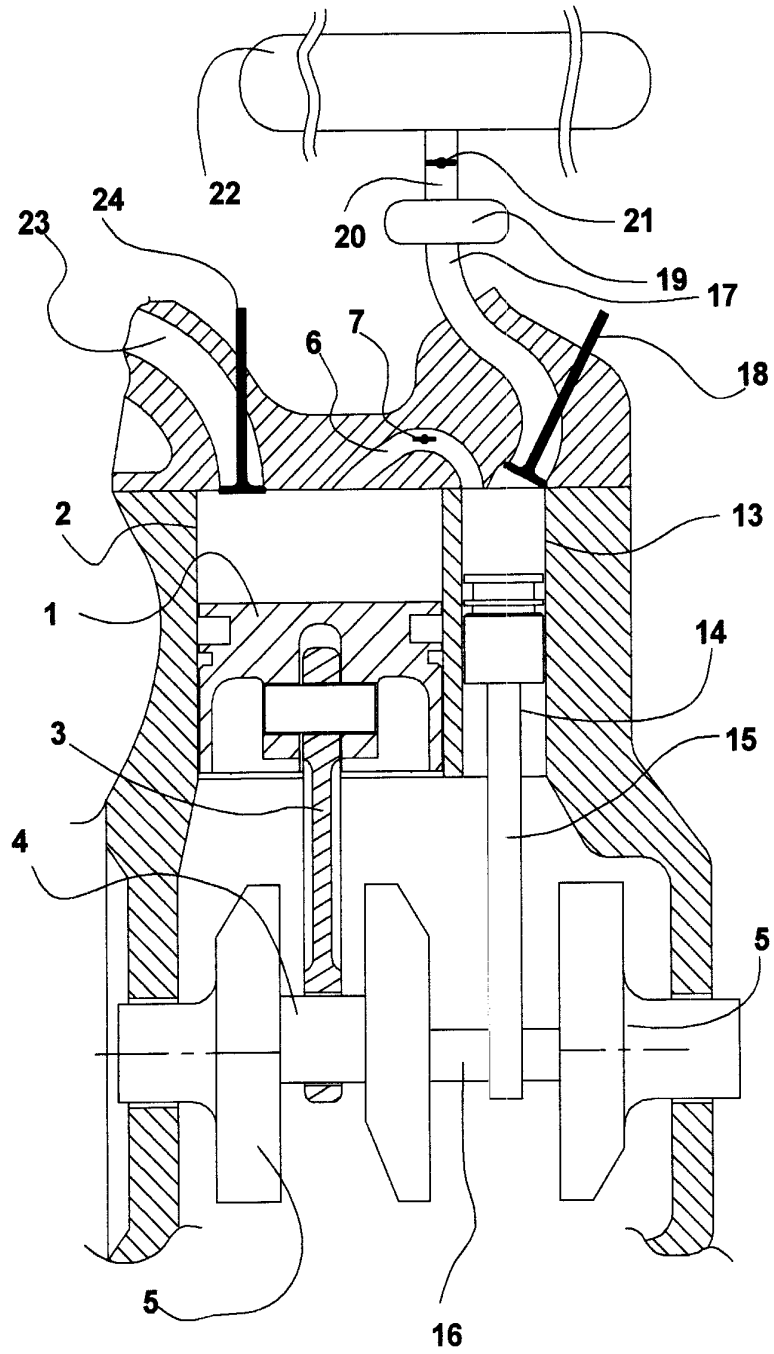
15.- Moteur à chambre active selon la revendication 5 et l'une quelconque des revendications 11 à 14 caractérisé en ce que l'échappement après détente est recirculé à l'admission du compresseur accouplé.

16.- Moteur à chambre active selon l'une quelconque des revendications ci-dessus fonctionnant en monoénergie air comprimé caractérisé en ce que le moteur est constitué de plusieurs étages de détente de cylindrée croissante chaque étage comportant une chambre active constituée d'un volume variable équipé de moyens permettant de produire un travail et en ce qu'entre chaque étage est positionné un échangeur (29) permettant de réchauffer l'air de l'échappement de l'étage précédent

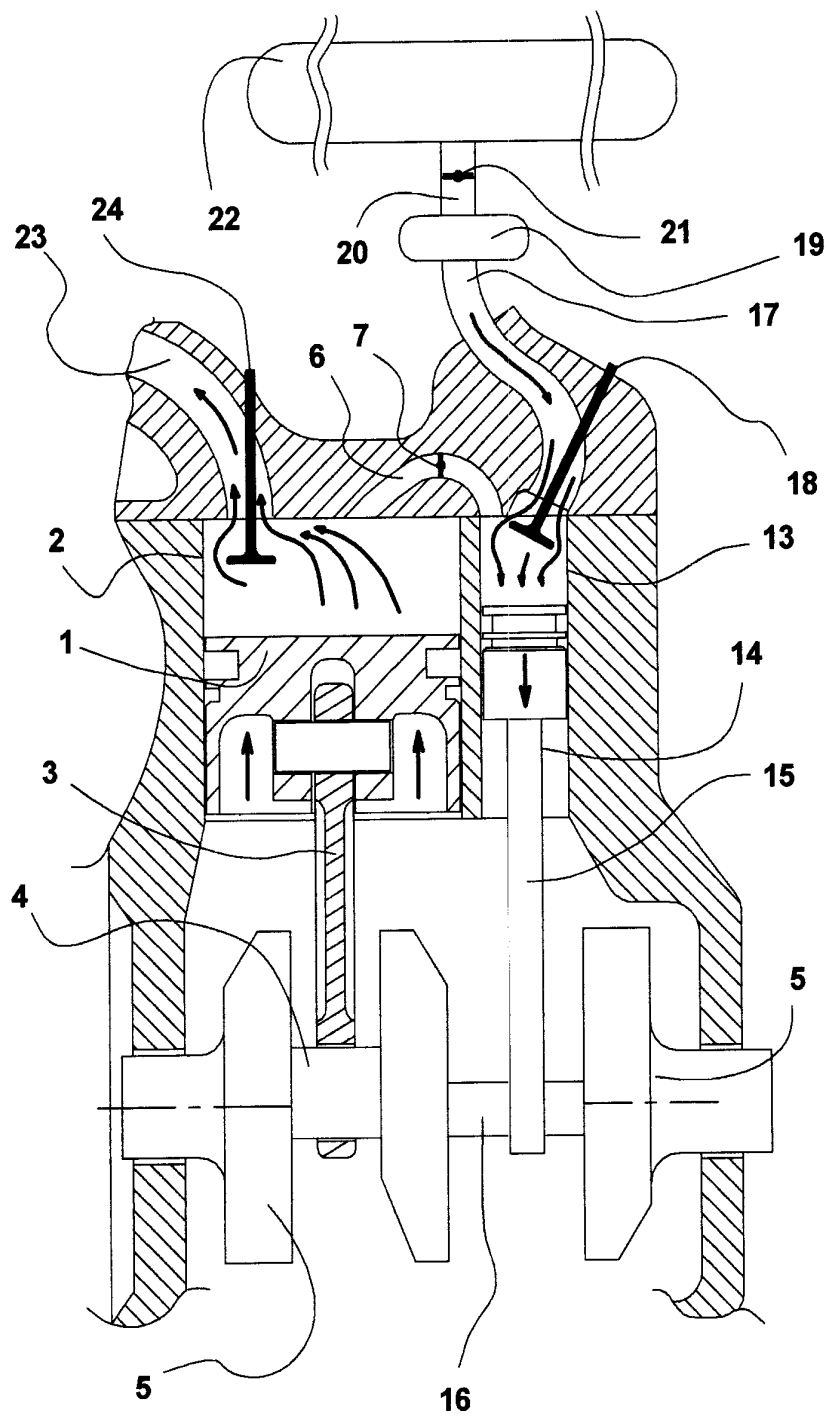
17.- Moteur à chambre active selon la revendication 16 fonctionnant en bi-énergie caractérisé en ce que l'échangeur positionné entre chaque étage est équipé d'un dispositif de réchauffage à énergie additionnelle.

18.- Moteur à chambre active selon les revendications 16 et 17 caractérisé en ce que les échangeurs et le dispositif de réchauffage sont combinés ensemble ou séparément dans un dispositif à plusieurs étages et utilisant la même source d'énergie.

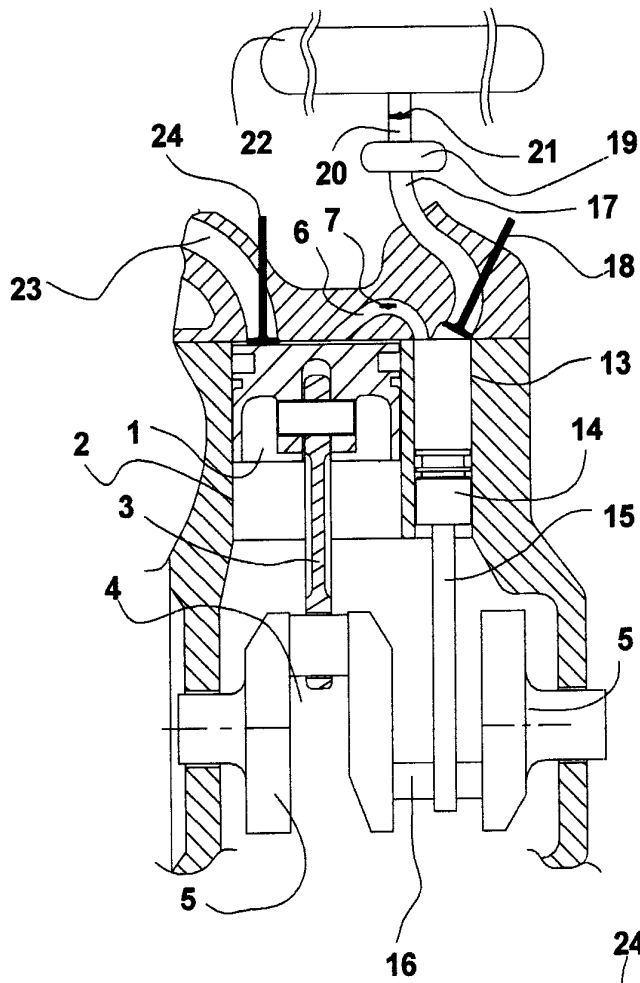
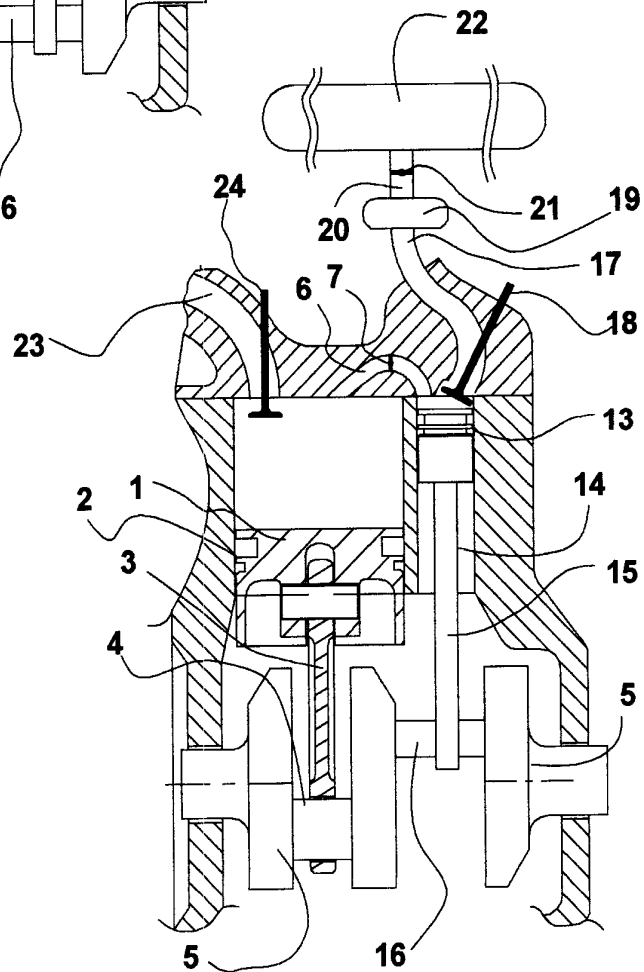
1/7

**Fig.1**

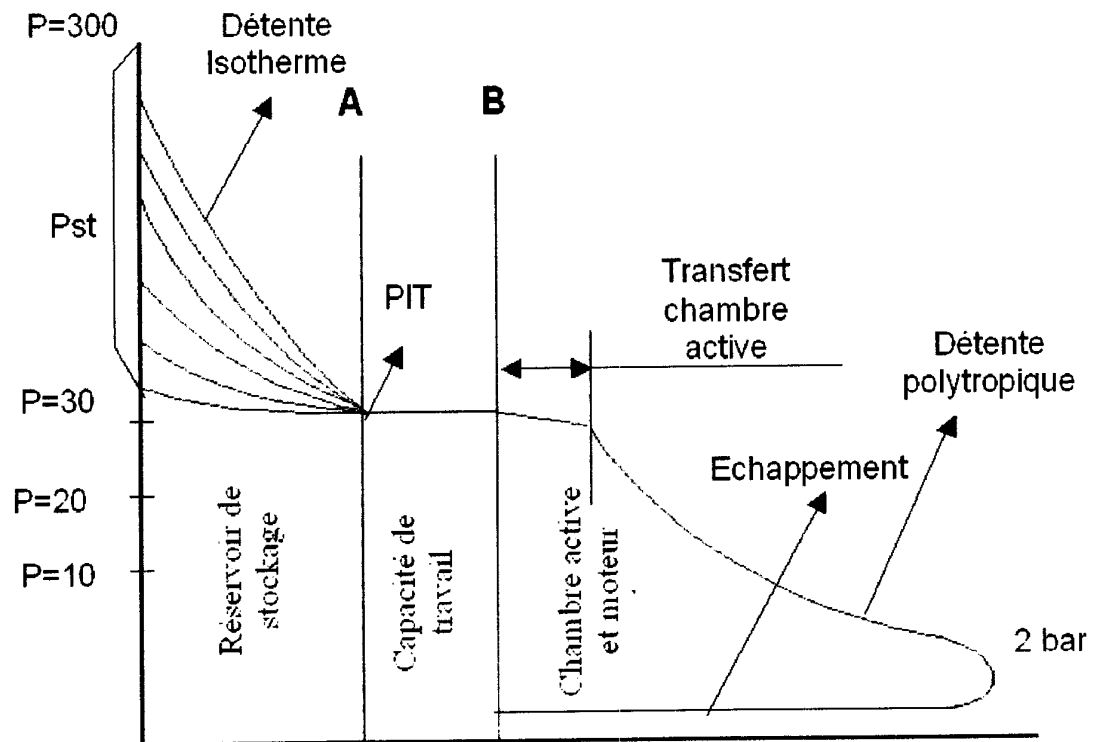
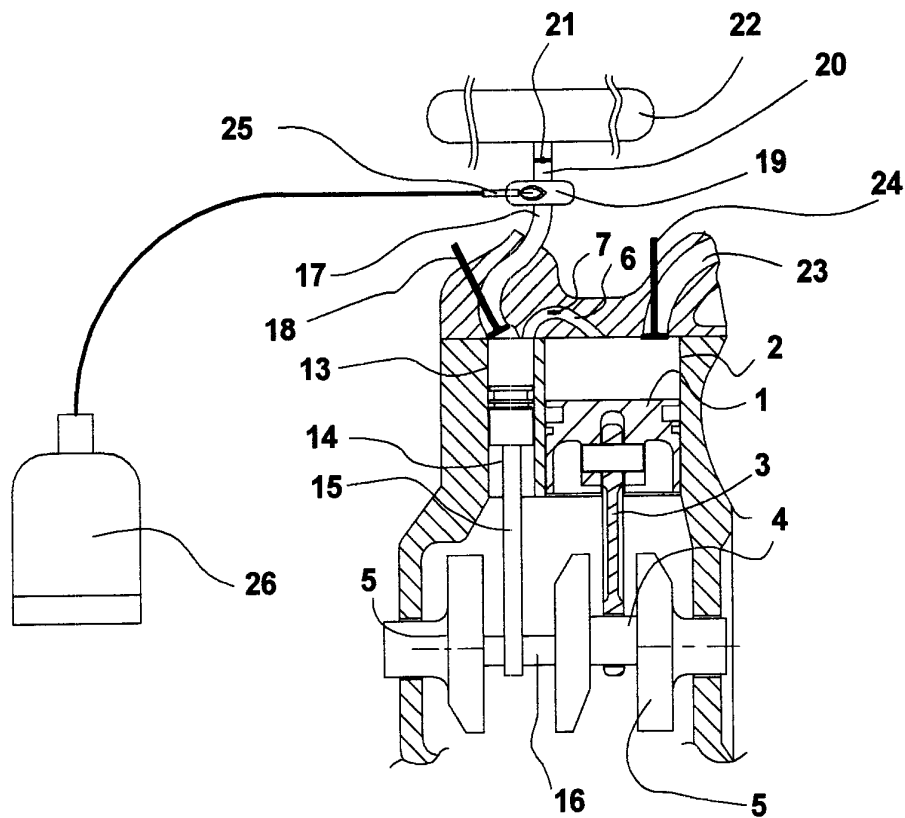
2/7

**Fig.2**

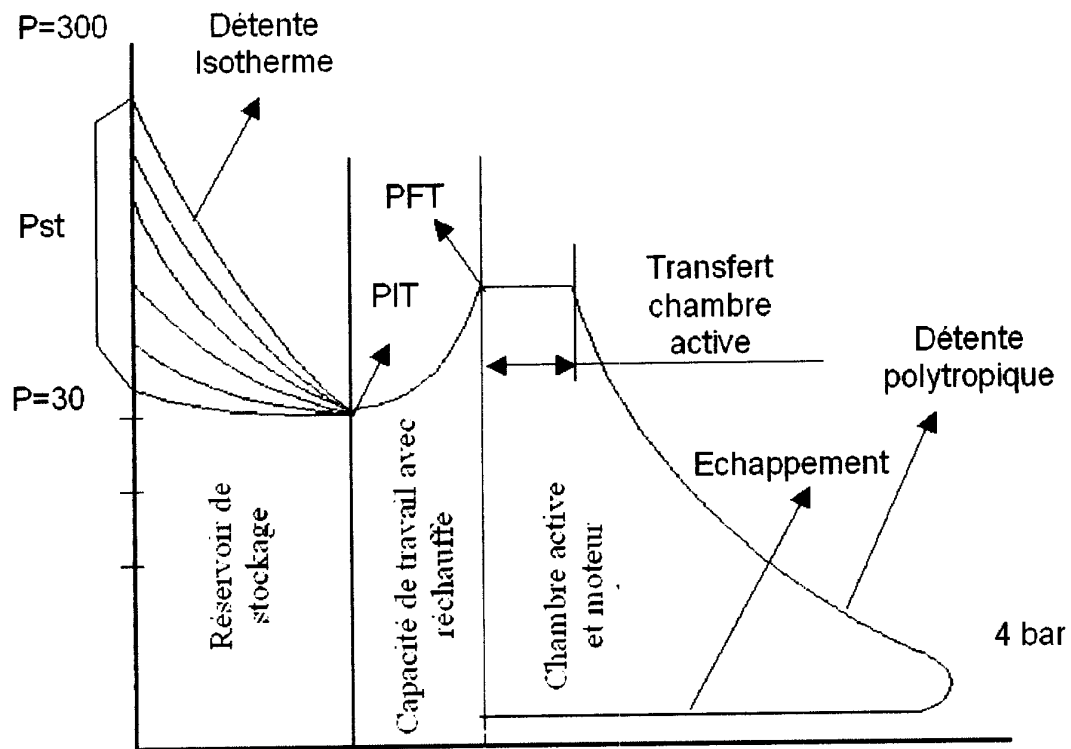
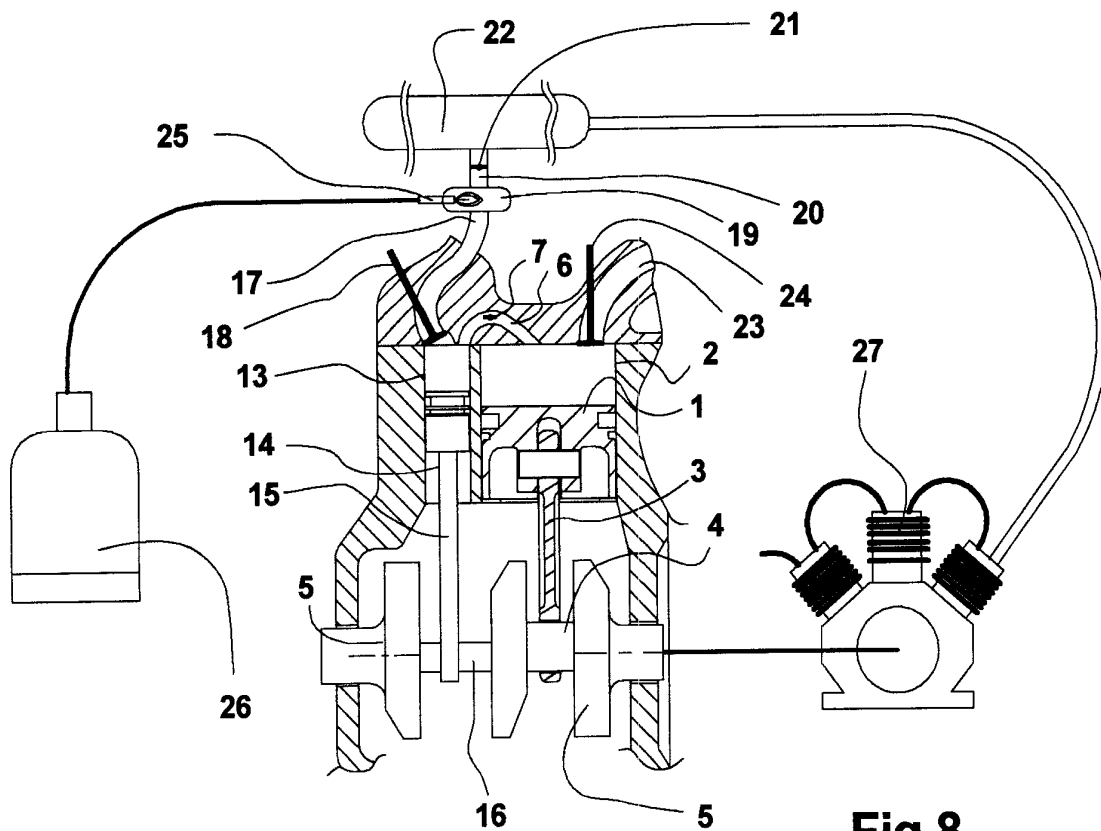
3/7

**Fig.3****Fig4**

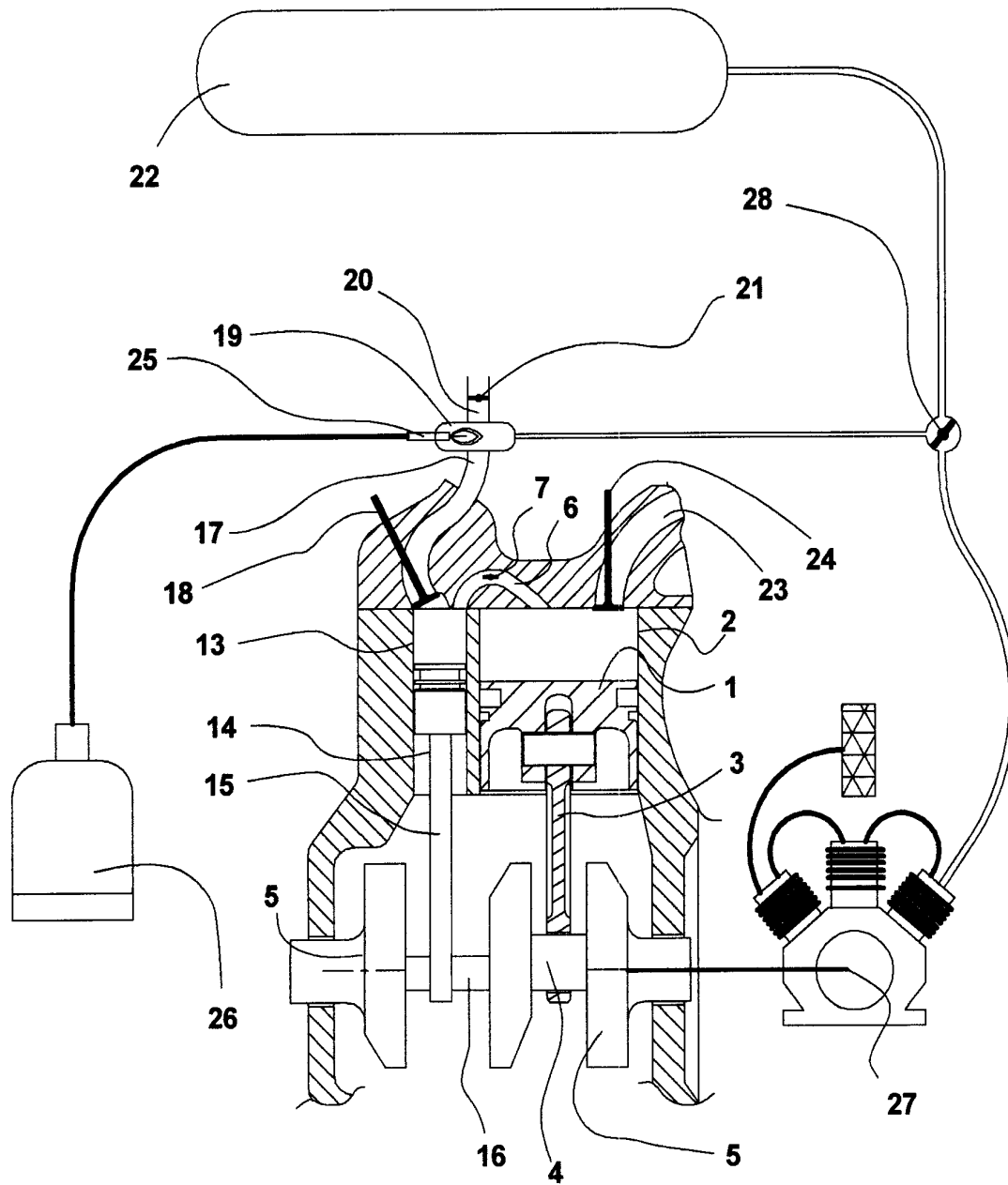
4/7

**Fig.5****Fig.6**

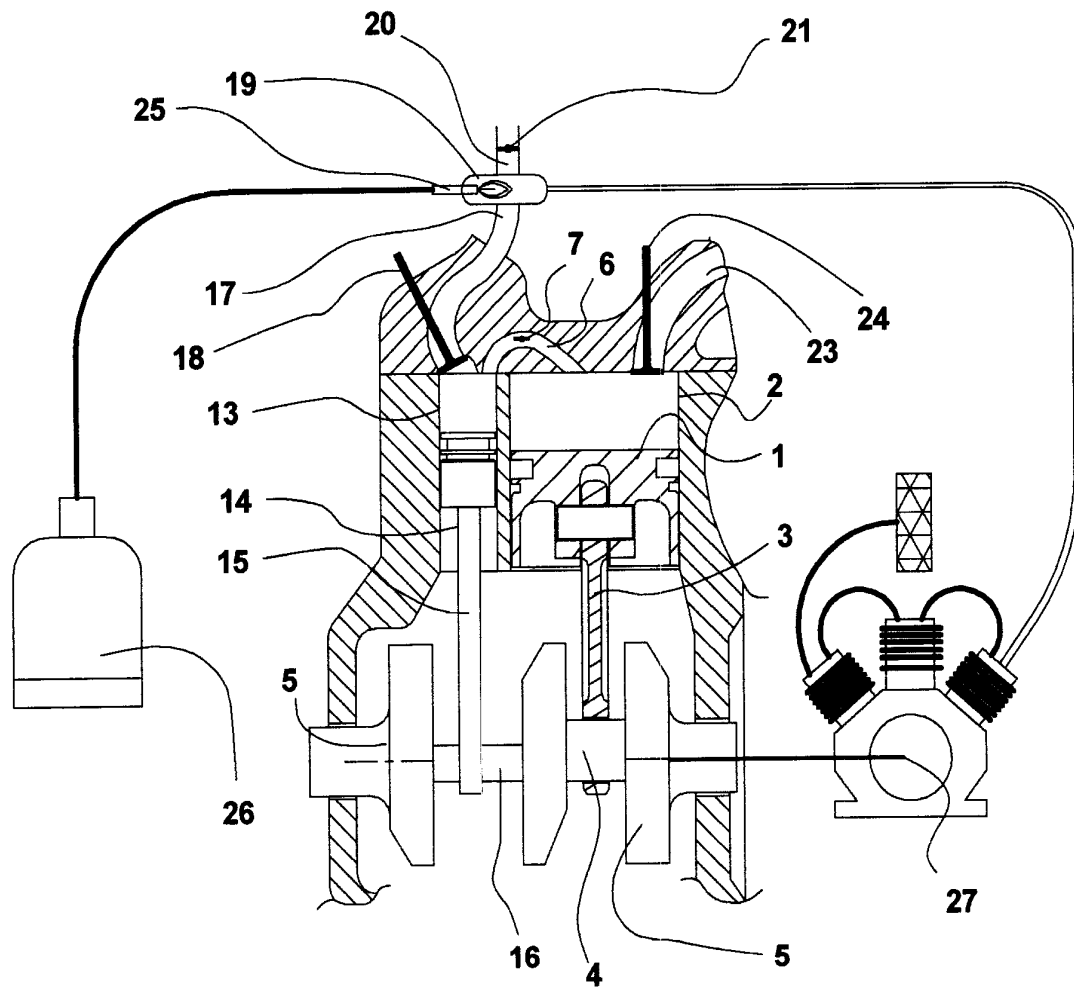
5/7

**Fig.7****Fig.8**

6/7

**Fig.9**

7/7

**Fig.10**

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

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

N° d'enregistrement
national

FA 686472
FR 0607742

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
Y	FR 2 862 349 A1 (MDI MOTOR DEV INTERNAT SA [LU]) 20 mai 2005 (2005-05-20) * le document en entier * * figures 1-12 *	1-18	F01B3/00 F01B9/02 F02G1/02 F25B17/08
Y	US 4 651 525 A (CESTERO LUIS G [US]) 24 mars 1987 (1987-03-24) * abrégé * * colonne 2, ligne 12-36 * * colonne 7, ligne 30-41 * * figure 1 *	1-18	
Y	DE 24 22 672 A1 (EHSES GEORG) 20 novembre 1975 (1975-11-20) * page 6, alinéa 2 - page 7, alinéa 1 *	1,11-13, 15	
A	US 3 267 661 A (PETRIE FRANK J) 23 août 1966 (1966-08-23) * colonne 3, ligne 1-48 * * figures *	1	
A	FR 1 009 307 A (FISCHER ALEXANDER) 28 mai 1952 (1952-05-28) * figures 1-4 *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) F01B F02G F02B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
30 mars 2007		MATRAY, J	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		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	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0607742 FA 686472

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **30-03-2007**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2862349 A1	20-05-2005	AU 2004291704 A1 BR PI0416222 A CN 1926307 A EP 1702137 A1 WO 2005049968 A1 KR 20060124650 A	02-06-2005 02-01-2007 07-03-2007 20-09-2006 02-06-2005 05-12-2006
US 4651525 A	24-03-1987	AUCUN	
DE 2422672 A1	20-11-1975	AUCUN	
US 3267661 A	23-08-1966	AUCUN	
FR 1009307 A	28-05-1952	AUCUN	