

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 952 405

②1 N° d'enregistrement national : **10 51434**

⑤1 Int Cl⁸ : **F 02 G 1/043** (2006.01), **F 02 G 1/045**, 1/053

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 01.03.10.

③0 Priorité : 12.11.09 FR 0957956.

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 13.05.11 Bulletin 11/19.

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) : DE MANEVILLE GUY — FR.

⑦2 Inventeur(s) : DE MANEVILLE GUY.

⑦3 Titulaire(s) : DE MANEVILLE GUY.

⑦4 Mandataire(s) : CABINET LE GUEN ET MAILLET.

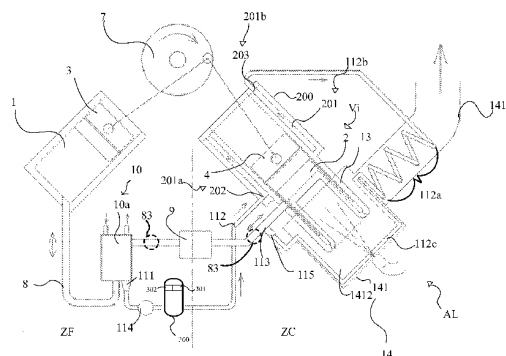
⑤4 **MOTEUR STIRLING A RENDEMENT AMELIORE ET A PUISSANCE AMELIOREE ET/OU VARIABLE.**

⑤7 La présente invention concerne un moteur Stirling de type alpha, bêta ou gamma du type comprenant d'une part, dans un volume interne, une chambre de compression et une chambre de détente représentant respectivement une zone froide et une zone chaude et un gaz prévu pour circuler d'une zone à l'autre selon un mouvement de va et vient, et, d'autre part, des pistons déplaceur et/ou moteur prévus pour provoquer le déplacement dudit gaz d'une zone à l'autre, au moins un dispositif de refroidissement dudit gaz et un régénérateur tous deux sur le trajet dudit gaz. Le moteur Stirling selon l'invention se caractérise en ce qu'il comprend, de plus, un volume prédéterminé d'un liquide vaporisable dans son volume interne, avantageusement injecté à l'aide d'un moyen d'injection externe comportant au moins un point d'entrée pour le liquide vaporisable dans l'espace interne du moteur.

Dans un mode particulier de réalisation de l'invention, le moteur Stirling selon l'invention comporte, de plus, un moyen de récupération de l'énergie dissipée au cours de son fonctionnement. Ceci permet d'améliorer encore davantage le rendement du moteur.

L'invention consiste ainsi à introduire une quantité optimisée d'un liquide vaporisable qui va être utilisée lors des cycles de fonctionnement du moteur au même titre que le

gaz de fonctionnement et qui va contribuer à amplifier le phénomène relatif aux pressions internes.



FR 2 952 405 - A1



La présente invention concerne le domaine technique des moteurs à combustion externe. Plus particulièrement, l'invention concerne les moteurs Stirling de type alpha, bêta ou gamma.

Les moteurs Stirling sont des moteurs à gaz chaud et à combustion externe qui
5 présentent l'avantage d'être simples de conception, silencieux et de fournir un travail avec un bon rendement. Ces types de moteur fonctionnent à partir de toutes sortes d'énergies externes telles que le bois, l'eau chaude, la vapeur d'eau, l'énergie solaire, les gaz combustibles, le charbon, les hydrocarbures, la tourbe, tout produit combustible venant de la biomasse, les gaz chauds rejetés et non utilisés, l'électricité
10 ou encore l'énergie nucléaire.

Le moteur Stirling, qu'il soit de type alpha, bêta ou gamma se caractérise par un volume de gaz comprimé à une pression déterminée dans un espace confiné étanche comprenant comme éléments principaux au moins une chambre dans laquelle est prévu un déplaceur, ou un piston permettant le déplacement du gaz, qui est associé par
15 un jeu de bielles et de vilebrequin, ou autres moyens mécaniques, à un piston-moteur, ou piston de puissance, aménagé dans une deuxième chambre qui lui est propre, les deux chambres étant reliées entre-elles, selon certaines variantes de conception, par un conduit principal, spécifiquement prévu pour le transit du gaz, par où transite le gaz confiné en mouvements de va-et-vient permanents d'une chambre à l'autre lors du
20 fonctionnement dudit moteur. Ce moteur comprend également un système de chauffe externe, source de calories, caractérisant la zone chaude du moteur, un dispositif de refroidissement situé sur le trajet du gaz et caractérisant la zone froide du moteur, ainsi qu'un régénérateur aménagé en un point du trajet du gaz confiné, entre le refroidisseur et la zone chaude.

Selon le principe général propre à tous les types de moteurs Stirling alpha, bêta ou gamma, un gaz est confiné dans un volume interne isolé et de forme généralement tubulaire dans lequel évolue par des mouvements de va-et-vient le déplaceur dans un espace qui lui est propre. Les mouvements de va-et-vient du piston, ou déplaceur, dans le volume interne fermé sont conjugués avec les mouvements d'un piston de travail
30 associé au dispositif et évoluant dans un autre espace du volume interne fermé qui lui est propre. Les mouvements de va-et-vient du déplaceur dans son espace réservé ont pour effet de déplacer le gaz confiné de la zone chaude à la zone froide. La zone chaude du moteur reçoit un apport thermique externe, via le système de chauffe, dont le but est de dilater le gaz confiné à l'intérieur de la chambre de détente en le

réchauffant, tandis que la zone froide a pour but de compresser ce gaz qui vient d'être réchauffé en le refroidissant dans la chambre de compression. Entre la zone chaude et la zone froide est disposé le régénérateur en un point du trajet du gaz. Ainsi, plus l'écart de température entre les deux zones est grand, meilleur est le rendement, car les dilatations-compressions alternées du gaz emprisonné générées dans l'enceinte de la chambre sont immédiatement répercutées au piston de travail associé au dispositif, une liaison tubulaire spécifique reliant la chambre du déplacteur à la chambre du piston de travail associé.

L'efficacité d'un moteur Stirling repose en partie sur l'écart de température entre la zone chaude et la zone froide. Cette efficacité repose plus spécifiquement d'une part, sur l'efficacité des moyens utilisés pour favoriser les échanges thermiques côté zone chaude afin d'obtenir les meilleurs échauffements du gaz confiné à l'intérieur dudit moteur et, d'autre part, sur l'efficacité des moyens utilisés d'échange thermique via le refroidisseur côté zone froide qui doivent si possible posséder des performances équivalentes à ceux qui sont aménagés côté zone chaude pour restituer cette énergie reçue. La fréquence de ces échanges thermiques étant élevée lors du fonctionnement de ces moteurs, les moyens utilisés pour optimiser ces échanges thermiques doivent être performants.

Le moteur Stirling présente beaucoup d'attraits en raison, par exemple, du faible bruit émis lors de son fonctionnement, de la polyvalence énergétique et du rendement obtenu. Ce rendement mériterait d'être néanmoins encore amélioré et, de plus, il serait avantageux de disposer d'un moteur Stirling qui soit réglable en puissance et en vitesse.

Le but de la présente invention est de proposer un moteur Stirling du type alpha, bêta ou gamma, qui présente un rendement amélioré par rapport au rendement des moteurs Stirling connus.

Un autre but de la présente invention est de proposer un moteur Stirling du type alpha, bêta ou gamma, qui soit réglable en vitesse et en puissance au cours de son fonctionnement.

A cet effet, l'invention concerne un moteur Stirling de type alpha, bêta ou gamma comprenant, d'une part, dans un volume interne, une chambre de compression et une chambre de détente représentant respectivement une zone chaude et une zone froide ainsi qu'un gaz de fonctionnement prévu pour circuler d'une zone à l'autre selon un mouvement de va et vient et, d'autre part, des pistons déplacteur et/ou moteur

prévus pour provoquer le déplacement dudit gaz d'une zone à l'autre, au moins un dispositif de refroidissement dudit gaz de fonctionnement et un régénérateur tous deux sur le trajet dudit gaz, caractérisé en ce qu'il comprend, de plus, un volume prédéterminé d'un liquide vaporisable dans son volume interne.

5 L'invention consiste ainsi à introduire une quantité optimisée d'un liquide vaporisable qui va être utilisé lors des cycles de fonctionnement du moteur au même titre que le gaz de fonctionnement et qui va contribuer à amplifier le phénomène relatif aux pressions internes. En effet, le liquide vaporisable va contribuer à augmenter fortement le taux de compression dans le volume interne en additionnant
10 son volume à celui du gaz de fonctionnement lui même fortement chauffé et le piston associé au moteur va immédiatement exploiter ce phénomène en générant un couple nettement plus important à la sortie sur l'arbre du moteur.

Le moteur comprend préférentiellement un moyen d'injection du liquide vaporisable, ledit moyen d'injection comportant au moins un point d'entrée pour le
15 liquide vaporisable dans le moteur.

Avantageusement, ledit moyen d'injection de liquide vaporisable comporte un réservoir dudit liquide vaporisable et au moins un conduit secondaire reliant ledit réservoir à au moins un point desdits points d'entrée pour le liquide vaporisable dans le moteur.

20 Avantageusement, le conduit secondaire comporte des moyens de commande de l'injection du liquide vaporisable. Ces moyens de commande permettent à l'utilisateur de gérer lui-même l'injection, en termes de quantité et de moment, du liquide vaporisable dans le moteur.

Selon un mode de réalisation de l'invention, le moteur comporte un conduit
25 principal qui relie la zone chaude et la zone froide et qui est prévu pour la circulation du gaz entre lesdites zones chaude et froide. Selon ce mode de réalisation, le régénérateur se trouvera sur le trajet du conduit principal.

Selon un mode de réalisation de l'invention, le dispositif de refroidissement du gaz inclut un dispositif de refroidissement qui comprend des moyens de
30 refroidissement et de condensation du gaz et, également, de séparation du liquide vaporisable du gaz non condensé, ledit dispositif étant en communication avec ledit réservoir du liquide vaporisable.

Selon un tel mode de réalisation de l'invention, le dispositif de refroidissement comprend un orifice d'entrée du gaz et du liquide vaporisé en provenance de la zone

chaude, un conduit hélicoïdal pour la circulation du gaz et du liquide vaporisé, un espace de circulation d'un liquide de refroidissement tout autour dudit conduit hélicoïdal, un orifice de sortie dudit liquide après condensation en communication avec ledit réservoir et un orifice de sortie du gaz non condensé.

- 5 Selon l'invention, le moteur peut encore comporter, dans son volume interne côté zone froide, un dispositif de refroidissement du gaz qui comprend un échangeur thermique interne comportant une paroi dite intermédiaire de forme tubulaire solidarisée au piston qui se déplace dans la chambre côté zone froide ou solidarisée aux parois latérales de ladite chambre côté zone froide et se prolongeant dans la
- 10 chambre côté zone froide, une paroi tubulaire externe enveloppant la paroi intermédiaire et fixée audit moteur par un moyen de fixation, une paroi tubulaire interne en forme de U et fixée sur la paroi tubulaire externe de manière étanche et de manière à créer un passage entre lesdites parois interne et externe dans lequel peut se
- 15 loger la paroi intermédiaire, le passage étant en communication avec une entrée, dans la chambre côté zone froide, pour le gaz et/ou le liquide vaporisable sous forme vaporisée.

Selon ce mode de réalisation de l'invention, le dispositif de refroidissement du gaz comporte, de plus, un dispositif de refroidissement auxiliaire en communication avec l'échangeur thermique interne côté zone froide.

- 20 Le moteur selon l'invention peut comporter soit un seul, soit les deux dispositifs de refroidissement décrits précédemment. Lorsque le moteur selon l'invention ne comporte pas de conduit principal pour la circulation du gaz de fonctionnement, il comprendra préférentiellement le dispositif de refroidissement composé de l'échangeur thermique interne côté zone froide.

- 25 Selon un mode de réalisation de l'invention, le moteur comporte, de plus, dans son volume interne côté zone chaude, un échangeur thermique interne du même type que celui décrit précédemment. Cet échangeur thermique interne, côté zone chaude, comporte ainsi une paroi dite intermédiaire de forme tubulaire solidarisée au piston qui se déplace dans la chambre côté zone chaude ou, dans une variante de l'invention,
- 30 solidarisée aux parois latérales de la chambre côté zone chaude, et se prolongeant dans la chambre côté zone chaude, une paroi tubulaire externe enveloppant ladite paroi intermédiaire et fixée au moteur par un moyen de fixation, une paroi tubulaire interne en forme de U et fixée sur la paroi tubulaire externe de manière étanche et de manière à créer un passage entre lesdites parois interne et externe dans lequel peut se loger la

paroi intermédiaire, le passage étant en communication avec une entrée, dans la chambre côté zone chaude, pour le gaz et/ou le liquide vaporisable sous forme vaporisée. Cet échangeur thermique interne côté zone chaude est prévu pour favoriser les échanges thermiques côté zone chaude entre une source de chaleur externe au
5 moteur et le volume interne du moteur.

Selon un mode de réalisation de l'invention, le ou les points d'entrée pour le liquide vaporisable dans le moteur débouchent dans le volume interne du moteur, côté zone chaude ou côté zone froide. Dans ce mode de réalisation de l'invention, le liquide vaporisable pénétrera dans le volume interne du moteur directement.

10 Selon un autre mode de réalisation de l'invention, le ou les points d'entrée pour le liquide vaporisable dans le moteur débouchent dans l'espace créé par l'échangeur thermique interne côté zone chaude, en aval ou au niveau de l'orifice d'entrée du gaz dans la chambre, côté zone chaude, lorsque celui-ci provient de la zone froide.

Selon un autre mode de réalisation de l'invention, lorsque le moteur comporte un
15 conduit principal pour la circulation du gaz de fonctionnement d'une zone à l'autre, le ou les points d'entrée pour le liquide vaporisable débouchent dans ce conduit principal entre le régénérateur et le volume interne du moteur situé côté zone chaude ou encore entre le régénérateur et le dispositif de refroidissement dudit gaz.

Bien entendu, plusieurs points d'entrée peuvent être prévus et une combinaison
20 des possibilités ci-dessus mentionnées est envisageable.

Un dispositif d'injection peut être en outre prévu au niveau du ou des points d'entrée, tel qu'un injecteur ou un injecteur électromécanique à commande électronique. Un tel dispositif d'injection permet de pulvériser le liquide vaporisable à injecter au moment de son injection.

25 Selon un mode de réalisation de l'invention, ledit gaz est de l'air, de l'hélium ou de l'hydrogène. Le liquide vaporisable est préférentiellement de l'eau.

L'invention concerne encore un dispositif motorisé qui se caractérise en ce qu'il comprend un moteur tel que défini précédemment.

Avantageusement, ledit dispositif motorisé est un véhicule, tel qu'un véhicule
30 terrestre ou marin.

Le liquide vaporisable ajouté au gaz de fonctionnement du moteur selon l'invention, se trouvera à l'état liquide côté zone froide et à l'état de vapeur côté zone chaude. Au cours d'un cycle de fonctionnement du moteur, le gaz de fonctionnement va entraîner le liquide vers la zone chaude dans laquelle il va immédiatement être

transformé en un volume de vapeur tel qu'il va contribuer à augmenter fortement le taux de compression dans la chambre de compression ainsi que dans l'ensemble du volume interne en additionnant son volume à celui du gaz confiné lui-même fortement chauffé. La transformation du liquide vaporisable à l'état de vapeur est réalisée dans la

5 chambre de détente grâce à l'apport de calories provenant de la source de chaleur externe. La forte augmentation du taux de compression génère ainsi un couple nettement plus important à la sortie sur l'arbre du moteur Stirling. Le retour du mélange gazeux, c'est-à-dire le mélange constitué du gaz de fonctionnement et du liquide vaporisable à l'état de vapeur vers la zone froide, va permettre notamment de

10 condenser la vapeur qui vient d'être surchauffée en zone chaude et le cycle peut recommencer.

Le moyen d'injection de liquide vaporisable comporte préférentiellement un réservoir pour le liquide vaporisable qui est relié au conduit principal ou encore directement au volume interne du moteur par un conduit secondaire.

15 Le moyen d'injection de liquide vaporisable équipé de moyens de commande de l'injection permet de gérer le débit et le volume de liquide par intervention externe. Il est ainsi possible de maîtriser la vitesse et la puissance du moteur. L'injection du volume prédéterminé de liquide permet de générer une quantité de vapeur engendrant une capacité de variation de pression des gaz internes à tout moment, en concordance

20 avec le cycle gaz-chaud-gaz froid généré par le moteur Stirling en fonctionnement.

Pour ce faire, le conduit secondaire comporte des moyens de commande de l'injection du liquide vaporisable. Il peut s'agir, par exemple selon une première forme de réalisation, d'une pompe d'injection à distributeur à commande électronique distribuant, selon les ordres donnés, la quantité de liquide désirée, par pulsions

25 rythmées liées aux mouvements cycliques du fluide gazeux dans l'espace interne du moteur Stirling en action, sachant que la quantité de liquide pulsée désirée est liée à la puissance de chauffe générée demandée au niveau de l'échangeur thermique à un instant T et sollicitée par le donneur d'ordres qui peut être le conducteur d'un véhicule activant par exemple sa pédale d'accélérateur selon ses désirs. Afin de faciliter la

30 transformation quasi instantanée du liquide en vapeur, le conduit secondaire peut comporter au niveau du point d'entrée dans l'espace interne du moteur ou dans le conduit principal au moins un moyen de pulvérisation du liquide, tel qu'un injecteur. Selon une autre forme de réalisation, les moyens de commande de l'injection du

liquide vaporisable consistent en une pompe à pression alimentant un ou plusieurs injecteurs électromécaniques à commande électronique asservie.

Les fluides impliqués dans la présente invention peuvent revêtir différentes combinaisons. Ainsi, dans une première combinaison, peuvent être utilisés de l'air
5 comme fluide gazeux, et de l'eau comme fluide vaporisable. Dans une deuxième combinaison, peuvent être utilisés de l'hélium comme fluide gazeux et de l'eau comme fluide vaporisable. Dans une troisième version, peuvent être utilisés de l'hydrogène comme fluide gazeux et de l'eau comme fluide vaporisable. D'autres combinaisons sont encore possibles. En effet, même si l'eau est le liquide vaporisable
10 préférentiellement choisi, ce choix n'est pas limitatif et d'autres liquides vaporisables sont également envisagés.

Le moteur Stirling peut être équipé d'un moyen de condensation en communication avec le dispositif de refroidissement et en communication avec le réservoir. Dans ce cas, le liquide qui pénètre sous forme de vapeur dans le dispositif
15 de refroidissement, est condensé dans le moyen de condensation et récupéré sous forme liquide en sortie du dispositif et peut être ainsi réutilisé dans les cycles de fonctionnement suivants.

Afin de réduire le volume mort de l'espace confiné occupé par le gaz, le dispositif de refroidissement et le condenseur forment préférentiellement un même
20 dispositif unique, lequel permet également la séparation du liquide du gaz. Ce dispositif de refroidissement-condensation-séparation est en communication avec le réservoir prévu pour recevoir le liquide. Ce dispositif de refroidissement-condensation-séparation comprend en outre son propre circuit de refroidissement.

Afin d'améliorer encore davantage le rendement et la puissance du moteur, celui-ci sera équipé d'un échangeur thermique interne côté zone chaude. Cet
25 échangeur thermique a pour but de favoriser les échanges thermiques en favorisant les surfaces d'échange interne en contact avec le gaz, tout en limitant la formation du volume mort engendré. Selon l'invention, cet échangeur est constitué de différentes parois prévues pour augmenter les surfaces d'échange entre l'extérieur et l'intérieur de
30 la chambre de compression. Cet échangeur thermique interne permet de créer un espace annulaire dans lequel va passer le gaz confiné caractérisant ainsi une surface de chauffe importante propre à favoriser notablement les échanges thermiques, entre la surface externe de l'échangeur thermique qui reçoit les calories, et la surface interne qui les transmet au gaz concerné. Afin d'améliorer l'efficacité de cet échangeur

thermique tubulaire, sa surface externe comporte un ensemble de nervures permettant de capter quantité d'énergie venant de l'extérieur, tandis que sa surface interne comporte un ensemble de rainures propres à multiplier la surface interne d'échange dont va profiter le gaz.

- 5 Le conduit secondaire du moyen d'injection de liquide vaporisable prend naissance préférentiellement côté zone froide du moteur, à la sortie du réservoir associé au refroidisseur-condenseur-séparateur, pour déboucher, préférentiellement coté zone chaude du moteur, soit en un point au moins donnant dans le conduit principal, par exemple, entre le régénérateur et la chambre de compression pourvue ou
10 non de l'échangeur thermique, soit directement en au moins un point donnant dans l'espace interne du moteur dans la chambre de compression ou en amont de l'échangeur thermique. Ce conduit secondaire permet ainsi de transférer le liquide récupéré côté zone froide dans le réservoir associé au dispositif de refroidissement-condensation-séparation, vers la zone chaude de ce même moteur où il va être
15 vaporisé, en quantité réglable par l'utilisateur, pour délivrer une puissance de chauffe adaptée aux besoins selon les ordres donnés par des moyens externes, ce qui va permettre de générer un moteur Stirling à puissance et vitesse variable.

- Le liquide arrivant, préférentiellement de manière pulvérisée par un dispositif d'injection approprié, au point d'entrée dans la zone chaude du moteur va vivement
20 être propulsé dans la chambre de détente ou dans l'échangeur thermique soumis à haute température par apport d'énergie externe, par un mouvement rapide du gaz de fonctionnement confiné provenant, lui, de la zone froide. A ce stade précis, on observe d'une part le gaz qui va se dilater fortement et d'autre part le liquide vaporisable qui va se transformer en vapeur, ce qui va contribuer à générer un taux de compression
25 important dans la chambre de compression, beaucoup plus important que s'il n'y avait que le gaz confiné à chauffer. Le fait de disposer d'un gaz interne qui peut être confiné à une pression initiale supérieure à la pression atmosphérique augmente d'autant les performances du moteur. Le mélange gaz-vapeur génère un taux de compression élevé et fournit ainsi toute sa force au piston-moteur associé au
30 dispositif. Le cycle continuant, le mélange gaz-vapeur, incité par les mouvements conjugués du ou des pistons-déplaceurs et du piston-moteur, repart vers la chambre située en zone froide en passant par le refroidisseur, puis par le condenseur propre à condenser la vapeur, c'est-à-dire le liquide vaporisable qui a été vaporisé, qui va reprendre l'aspect de gouttes de liquide séparées du gaz qui vont retourner dans le

réservoir aménagé en sortie du condenseur. Il peut bien sûr s'agir d'un dispositif unique de refroidissement-condensation tel que décrit précédemment.

Dans le cas de possible accumulation de liquide vaporisable condensé dans la chambre située côté zone froide du moteur, un conduit auxiliaire peut faire la
5 liaison entre la partie basse interne de cette chambre et le conduit secondaire ou le réservoir, par exemple, en un point précédant la pompe de circulation ou de distribution, afin de permettre à ce liquide vaporisable condensé d'être réutilisé au cours du fonctionnement du moteur.

Dans un autre mode de réalisation de l'invention, le moteur Stirling selon
10 l'invention comporte, de plus, un moyen de récupération de l'énergie dissipée au cours de son fonctionnement. Ceci permet d'améliorer encore davantage le rendement du moteur. En effet, lors du fonctionnement des moteurs Stirling de l'état de la technique, environ 65 % de l'énergie dissipée au cours de leur fonctionnement sont perdus. Selon l'invention, il est possible de récupérer environ le tiers de cette énergie perdue.

15 Selon ce mode de réalisation, le moteur Stirling selon l'invention, qu'il soit de type alpha, bêta ou gamma, comprend une source extérieure thermique qui inclut un dispositif de combustion externe disposant d'un conduit d'évacuation de gaz brûlés.

Le moteur selon l'invention comprend également, en particulier dans ce mode de réalisation, une chemise disposée autour du piston moteur ou, dans le cas du moteur
20 bêta, autour du piston déplaceur qui est situé côté zone chaude.

Selon une première variante de ce mode de réalisation, le conduit secondaire comporte une portion passant à l'intérieur dudit conduit d'évacuation de gaz brûlés de la source extérieure thermique.

Dans une seconde variante de l'invention, le conduit secondaire comporte à la
25 fois une portion passant à l'intérieur de ladite chemise et une portion passant à l'intérieur du conduit d'évacuation de gaz brûlés de la source extérieure thermique.

Selon ces deux variantes, le conduit secondaire peut encore comporter une portion qui passe à l'intérieur du dispositif de combustion externe.

Avantageusement, la portion du conduit secondaire qui passe à l'intérieur du
30 conduit d'évacuation de gaz brûlés de la source extérieure thermique se présente sous la forme d'un serpentin ou d'un échangeur à tubes parallèles ou coaxiaux.

Avantageusement encore, le moteur comprend un ballon tampon comprenant des moyens de détection de la pression dudit conduit secondaire ainsi que des moyens d'activation du moyen de commande de l'injection, ledit ballon tampon étant disposé

sur le conduit secondaire, en aval du moyen de commande de l'injection, soit côté zone chaude, soit côté zone froide.

La sollicitation d'un organe de commande, par exemple une pédale d'accélération d'un véhicule comprenant un moteur selon l'invention, déclenche
5 l'activation du dispositif d'injection provoquant l'injection du liquide vaporisable dans le volume interne du moteur. Cette injection entraîne une baisse de pression dans le conduit secondaire qui est détectée par le ballon tampon. Le détecteur de pression du ballon tampon commande alors l'activation du moyen de commande de l'injection.

Le ballon tampon constitue une réserve de liquide vaporisable, voire même de
10 vapeur en phase liquide, selon son emplacement, disponible immédiatement après sollicitation par un opérateur. Ceci permet d'assurer, par exemple, une accélération immédiate d'un véhicule équipé d'un moteur selon l'invention, équivalente à celle obtenue à l'aide de moteurs à combustion interne.

Dans encore un autre mode de réalisation de l'invention, le moteur comprend un
15 dispositif d'ouverture/fermeture dudit conduit principal, tel qu'une soupape ou une vanne électromagnétique à commande électronique, qui est aménagé en un point du circuit principal, soit entre le dispositif de refroidissement et le régénérateur, soit entre le régénérateur et l'échangeur thermique.

Avantageusement, ledit dispositif d'ouverture/fermeture peut être associé au
20 dispositif d'injection de manière à former un dispositif.

Ce dispositif d'ouverture/fermeture du conduit principal a pour fonction d'isoler une grande partie du volume mort du moteur en fermant le conduit principal à la circulation des gaz confinés dans le conduit principal, lors de la phase travail ou de détente en zone chaude, ce qui permet d'améliorer encore le rendement du moteur.

25 Les caractéristiques de l'invention mentionnées ci-dessus, ainsi que d'autres, apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante d'un exemple de réalisation, ladite description étant faite en relation avec les dessins joints, parmi lesquels :

La Fig. 1 représente une vue schématique de face d'un moteur Stirling de type
30 alpha selon un mode de réalisation de l'invention,

La Fig. 2 représente une vue schématique de face d'un dispositif de refroidissement-condensation-séparation selon un premier mode de réalisation de l'invention,

Les Fis. 3 A, B, C représentent des vues schématiques de face d'un échangeur thermique selon un premier mode de réalisation de l'invention,

La Fig. 4 représente une vue schématique de face d'un moteur Stirling de type bêta selon un premier mode de réalisation de l'invention,

5 La Fig. 5 représente une vue schématique de face d'un moteur Stirling de type gamma selon un premier mode de réalisation de l'invention,

La Fig. 6 représente une vue schématique de face d'un moteur Stirling de type gamma selon un second mode de réalisation de l'invention,

10 La Fig. 7 représente une vue schématique de face d'un moteur Stirling de type gamma selon une variante du second mode de réalisation de l'invention.

La Fig. 8 représente une vue schématique de face d'un moteur Stirling de type alpha selon un second mode de réalisation de l'invention,

La Fig. 9 représente une vue schématique de face d'un moteur Stirling de type alpha selon une variante du second mode de réalisation de l'invention,

15 La Fig. 10 représente une vue schématique de face d'un moteur Stirling de type alpha selon un autre mode de réalisation de l'invention,

La Fig. 11 représente une vue schématique de face d'un moteur Stirling de type bêta selon un autre mode de réalisation de l'invention,

20 La Fig. 12 représente une vue schématique de face d'un moteur Stirling de type gamma selon un autre mode de réalisation de l'invention.

Sur la Fig. 1 est représenté un moteur Stirling AL de type alpha. Le moteur AL comprend, dans son espace interne V_i isolé de l'extérieur, une chambre de compression 1 et une chambre de détente 2. Les deux chambres sont séparées physiquement l'une de l'autre. L'espace interne V_i du moteur AL renferme un volume déterminé d'un gaz de fonctionnement confiné à une pression définie.

Deux pistons moteurs 3 et 4 sont prévus pour évoluer respectivement dans les chambres de compression 1 et de détente 2, de manière conjuguée, par un jeu de bielles 5, 6 articulées sur un même vilebrequin 7.

30 Le moteur AL comprend arbitrairement deux zones : une zone chaude ZC dans laquelle se trouve le piston moteur 4 logé dans la chambre de détente 2 et une zone froide ZF dans laquelle se trouve le piston déplaceur 3 logé dans la chambre de compression 1. La zone chaude ZC se trouve du côté d'une source extérieure thermique 14, par exemple un dispositif de combustion externe disposant d'un conduit d'évacuation de gaz brûlés, telle qu'une chaudière. Les deux chambres 1 et 2 sont

reliées entre elles par un conduit principal 8 par lequel transite le gaz de fonctionnement selon un mouvement de va et vient d'une chambre à l'autre lorsque le moteur AL fonctionne. Ce conduit principal 8 comporte sur son trajet un régénérateur 9 et un dispositif de refroidissement 10 selon un premier mode de réalisation 10a, lequel est décrit ci-après. Ce dernier est situé côté zone froide ZF. Le régénérateur 9 est disposé entre le dispositif de refroidissement 10 et la chambre 2 côté zone chaude ZC.

Le moteur AL comprend encore un moyen d'injection d'un liquide vaporisable 11 comprenant essentiellement un réservoir 111 et un conduit secondaire 112. Ce dernier permet de relier le réservoir 111 à au moins un point d'entrée 113 prévu pour injecter un liquide vaporisable dans le volume interne Vi du moteur AL.

Le point d'entrée 113 peut être situé dans le conduit principal 8, par exemple entre le générateur 9 et le dispositif de refroidissement 10 ou entre le générateur 9 et la chambre 2 côté zone chaude ZC, ou bien encore directement dans le volume interne Vi du moteur comme représenté par les pointillés. Plusieurs points d'entrée 113 peuvent bien entendu être prévus. Ainsi, suivant la position du ou des points d'entrée 113, ceux-ci peuvent se trouver côté zone froide ZF ou côté zone chaude ZC.

Le conduit secondaire 112 comporte un moyen de commande d'injection 114 tel qu'une pompe à injection à distributeur à commande électronique ou un moyen équivalent. Un dispositif d'injection 115, comportant des moyens de pulvérisation, est prévu au point d'entrée 113 afin de pulvériser le liquide vaporisable.

Le dispositif de refroidissement 10a est illustré sur la Fig. 2.

Le dispositif 10a comprend, dans ce mode de réalisation, des moyens de refroidissement et de condensation du gaz ainsi que des moyens de séparation de liquide et de gaz non condensé. Il s'agit ainsi d'un dispositif refroidisseur-condenseur-séparateur.

Le dispositif 10a comprend un orifice d'entrée 100 pour le mélange gaz-vapeur en provenance de la zone chaude comme décrit infra. Cet orifice d'entrée 100 est aménagé au niveau de l'enveloppe externe 101 du dispositif en un point tel qu'il se trouve à proximité d'un orifice d'entrée 102 d'un conduit hélicoïdal 103. Ce dernier est généré par l'assemblage de deux pièces dont l'une est un support profilé 104 qui supporte le profil en hélice, et dont la deuxième est une paroi tubulaire 105 de forme cylindro-conique qui reçoit le support profilé 104 avec un ajustement minimal.

L'espace 106 généré entre l'enveloppe externe 101 et la paroi tubulaire 105 ouvre un espace de circulation pour un liquide de refroidissement. Des orifices d'entrée 107 et de sortie 108 du liquide de refroidissement sont prévus à cet effet. Le gaz et la vapeur arrivent surchauffés depuis la zone chaude ZC et sont fortement centrifugés en même temps que refroidis au fur et à mesure qu'ils poursuivent leur chemin dans le conduit hélicoïdal 103. En conséquence, la vapeur associée au gaz se condense en fines gouttelettes de liquide, dans le dispositif 10, lesquelles viennent se plaquer contre la paroi tubulaire 105 pour être vivement poussées vers la base de la paroi tubulaire 105 dont le profil conique permet d'une part de favoriser la séparation gaz / liquide et d'autre part de générer un espace volumique 109 propre à recevoir ce liquide condensé avant qu'il ne sorte du dispositif 10 par un orifice de sortie 110 débouchant dans le réservoir 111. Ce réservoir 111 comprend une tubulure de sortie 1111 permettant au liquide qu'il contient d'être réinjecté selon le cycle de fonctionnement du moteur. Le gaz, refroidi et séparé du liquide, peut maintenant sortir par l'orifice 125 aménagé à cet effet dans le support profilé 104.

Afin d'optimiser les capacités de refroidissement du dispositif 10a, le support profilé 104 est évidé de manière à conserver une paroi 119 suffisamment peu épaisse qui va se trouver refroidie grâce à un deuxième circuit de liquide de refroidissement empruntant un deuxième conduit hélicoïdal 120 généré par un deuxième support profilé 121 aménagé dans l'espace évidé du support profilé 104. Ce deuxième support profilé 121 comprend en son axe une tubulure 122 qui le traverse de part en part et dans lequel va entrer un liquide de refroidissement pour remonter par le conduit hélicoïdal 120, en refroidissant la paroi 119 avant de sortir par le ou les orifices 123 prévus à cet effet. La base du support profilé 121 comprend un ou plusieurs canaux de liaison 124 entre la tubulure 122 et le conduit hélicoïdal 121 pour faciliter le passage de liquide de refroidissement. Le liquide de refroidissement peut comprendre ses propres moyens de refroidissement, par exemple un conduit, une pompe de circulation et un radiateur ventilé aménagés entre eux de manière à refroidir le liquide de refroidissement.

Afin d'optimiser les échanges thermiques, le dispositif de refroidissement 10a est réalisé en matériaux tels que l'aluminium ou le cuivre, ayant préalablement subi un éventuel traitement anticorrosion.

Le dispositif de refroidissement 10a peut bien entendu être utilisé dans tout autre type de moteur ou tout dispositif nécessitant le refroidissement d'un gaz et/ou d'un fluide.

Le moteur Stirling AL illustré en relation avec la Fig. 1, comprend encore un
5 moyen prévu pour augmenter les surfaces d'échange de calories entre l'extérieur du moteur et le volume interne V_i côté zone chaude ZC. Ce moyen est un échangeur thermique interne 13 qui est maintenant décrit en relation avec les Figs. 3 A, B, C.

L'échangeur thermique interne 13 selon l'invention est constitué de deux parties.

La première partie consiste en une paroi dite intermédiaire 130, de forme
10 tubulaire, qui est solidarifiée, dans ce mode de réalisation, sur le piston 4 et qui se prolonge dans la chambre de détente 2, c'est-à-dire, dans la zone chaude, en direction d'une source thermique externe 14 (Fig. 3A). La fixation de la paroi intermédiaire 130 sur le piston 4 est réalisable par simple emboîtement partiel avec soudure d'appoint pour assurer le maintien. Cette paroi intermédiaire 130 doit être réalisée en matériau
15 résistant à des températures élevées.

La seconde partie est assimilable à un fourreau fermé en une extrémité et aménagé à la partie avant de la chambre 2 côté zone chaude ZC. Elle comprend une paroi externe 131 qui constitue pour partie au moins la paroi latérale 21 de la chambre 2 et qui est fixée au moteur par un moyen de fixation 132. La paroi externe 131
20 enveloppe la paroi intermédiaire 130.

Cette seconde partie comprend encore une paroi tubulaire interne 133 en forme de U et fixée sur la paroi tubulaire externe 131 de manière étanche. La liaison entre les deux parois 131 et 133 peut se faire par l'intermédiaire de coudes 1331 et 1332 que comportent les branches 1333 et 1334 de la paroi interne 133. Cette liaison peut se
25 faire par soudure ou par vissage. La paroi 133 ferme la chambre 2.

La liaison entre les parois 131 et 133 est également réalisée de manière à créer un passage 135 entre les parois 131 et 133 dans lequel peut se loger la paroi intermédiaire 130. Plus précisément, la paroi intermédiaire 130 vient coulisser dans l'espace 135 selon les mouvements de va et vient du piston 4 puisqu'elle y est rattaché.
30 Ce passage 135 est en communication avec une entrée 81 pour le gaz et/ou la vapeur provenant du conduit principal 8.

Lorsque le piston 4 effectue ses mouvements de va-et vient, la paroi intermédiaire 130 dont il est équipé coulisse donc librement dans l'espace 135. Cet aménagement particulier a pour objectif, lors du fonctionnement du moteur, de faire

passer le gaz confiné dans l'espace 135 étroit généré par les parois 130, 131 et 133 constituant cet échangeur thermique tubulaire 13. En conséquence, celui-ci confère une surface de chauffe importante propre à favoriser notablement les échanges thermiques entre la surface externe 1311 de l'échangeur thermique tubulaire qui reçoit
5 les calories, et la surface interne 1312 qui les transmet au gaz.

Afin d'améliorer les échanges thermiques entre l'extérieur et l'intérieur de la chambre 2, chacune des parois 131 et 133 peut comporter sur sa surface externe et/ou interne un ensemble de nervures ou rainures 13111, 1335 constituant ainsi un réseau dense de petits canaux qui seront empruntés par le gaz confiné et permettant
10 d'augmenter les surfaces d'échange de chaleur. Dans cette optique, l'espace 135 sera le plus étroit possible (Fig. 3 B).

Les parois 130, 131, 133 ci-dessus décrites peuvent être réalisées par moulage, par usinage, voire par électroérosion pour certaines parties. Ces parois seront avantageusement réalisées en matériau réfractaire tel que certains bronzes, fontes ou
15 carbures.

Une variante de l'échangeur thermique interne 13 est représentée sur la Fig. 3 C. Dans cette variante, la paroi intermédiaire 130 est solidarisée sur la paroi latérale 21 de la chambre 2 côté zone chaude ZC et se prolonge dans cette chambre. La paroi tubulaire externe 131 enveloppe toujours la paroi intermédiaire 130 et est également
20 fixée au moteur AL par un moyen de fixation 132. La paroi tubulaire interne en forme de U 133 est toujours fixée sur la paroi tubulaire externe 131 de manière étanche et de manière à créer un passage 135 entre lesdites parois dans lequel peut se loger la paroi intermédiaire 130.

L'échangeur thermique interne 13 peut bien entendu être utilisé dans tout autre
25 type de moteur ou tout dispositif nécessitant une surface importante d'échange de calories.

Le réservoir 111 peut contenir au départ une quantité de liquide vaporisable Ql afin d'initier le cycle de fonctionnement du moteur (Fig. 1). Le liquide vaporisable sera avantageusement de l'eau. Après actionnement par l'utilisateur du moyen de
30 commande d'injection 114, le liquide vaporisable emprunte le conduit secondaire 112 en direction du ou des points d'entrée 113. Au niveau de ce ou de ces points d'entrée 113, le liquide est injecté pulvérisé en fonction de la position des points d'entrée 113, soit dans le conduit principal 8 entre le dispositif de refroidissement 10a et le régénérateur 9 côté zone froide ZF, ou entre le régénérateur 9 et l'espace 135 du

moteur côté zone chaude ZC, soit dans le volume interne V_i du moteur au niveau ou en aval de l'orifice d'entrée du gaz 81, dans l'espace 135 créé par l'échangeur thermique interne 13.

Le liquide vaporisable, une fois passé le point d'entrée 113, est vivement
 5 propulsé dans la chambre de détente 2 par le gaz en provenance de la zone froide ZF au cours d'un cycle de fonctionnement du moteur.

Le liquide dans la zone chaude ZC du moteur va être soumis à une haute température par apport d'énergie externe grâce à une source thermique externe 14. A ce stade précis, on observe alors d'une part le gaz qui va se dilater fortement et d'autre
 10 part le liquide vaporisable qui va se transformer en vapeur. Ceci va contribuer à générer un taux de compression important dans la chambre de compression, beaucoup plus important que s'il n'y avait que le gaz confiné à chauffer. Le mélange gaz + vapeur, en remplissant notamment la chambre 2, fournit son travail mécanique. Dans la poursuite des mouvements conjugués des pistons 3 et 4, le mélange gazeux est
 15 incité à repartir vers la zone froide ZF en empruntant le conduit principal 8 et en passant par le régénérateur 9, puis en passant par le dispositif de refroidissement-condensation-séparation 10a.

Dans le dispositif de refroidissement-condensation-séparation 10a, le gaz et la vapeur sont refroidis, la vapeur est condensée en liquide sous forme de gouttelettes et
 20 le gaz et le liquide sont séparés. A la sortie du dispositif 10a, l'eau qui vient d'être condensée et séparée du gaz se retrouve dans le réservoir 111 alors que le gaz qui vient d'être refroidi poursuit son chemin vers la chambre de compression 1. Se termine ainsi un cycle complet correspondant à un tour de l'arbre du moteur, ou vilebrequin. Ce cycle correspond au traitement complet d'une seule giclée d'eau.
 25 Cette injection d'eau peut être à un volume défini, et à un instant choisi, de par la volonté du donneur d'ordres et de par les moyens qui lui sont donnés (capteurs, asservissement électronique, pédale d'accélération, etc...).

Afin de répondre à des besoins de puissance, on peut aligner plusieurs moteurs Stirling de type Alpha selon l'invention sur un même vilebrequin.

30 Sur la Fig. 4 est représenté un moteur Stirling BE de type bêta selon l'invention. Le moteur BE comprend, dans son volume interne V_i , une chambre de compression 1 et une chambre de détente 2. Les chambres 1 et 2 se trouvent en réalité, dans la version bêta du moteur Stirling, au sein d'une même enceinte ou chambre 15.

Le moteur contient encore un volume déterminé de gaz de fonctionnement confiné à une pression définie.

Le moteur BE comprend un piston 3 qui joue le rôle de déplaceur et un piston moteur 4, l'un dans le prolongement de l'autre. Le piston 4 est relié par une tige 41 à une bielle 5 elle-même reliée à des vilebrequins 7 et 7'. Le piston 3 est relié par une tige 31 à la bielle 5. Les pistons 3 et 4 sont prévus pour évoluer dans la chambre 15 de manière coaxiale. En effet, la tige 31 est reliée à la partie inférieure de la bielle 5 et la tige 41 est reliée à la partie supérieure de la bielle 5, ce qui a pour conséquence que lorsque l'un des pistons monte du fait de l'entraînement des vilebrequins 7 et 7', l'autre piston descend.

Le moteur comprend arbitrairement deux zones : la zone chaude ZC proche d'une source de chaleur externe 14 et dans laquelle se trouve le piston déplaceur 3 dans la chambre de détente 2 et la zone froide ZF dans laquelle se trouve le piston moteur 4 dans la chambre de compression 1.

Un dispositif d'étanchéité 16, tel un segment aménagé sur le piston-déplaceur 3 contre la paroi de la chambre 15, peut être prévu pour délimiter la zone chaude ZC de la zone froide ZF du moteur, ces deux zones étant reliées entre-elles par un conduit principal 8 par lequel transite le gaz selon un mouvement de va et vient d'une chambre 1 ou 2 à l'autre lorsque le moteur BE est en fonctionnement. Ce conduit principal 8 comporte sur son trajet un régénérateur 9 et un dispositif 10a de refroidissement-condensation-séparation tel que celui qui est décrit en relation avec la Fig.2. Ce dernier est situé côté zone froide ZF. Le régénérateur 9 est disposé entre le dispositif de refroidisseur-condensation-séparation 10a et la chambre de détente 2 sur le trajet du gaz de fonctionnement.

Le moteur BE comprend encore un moyen d'injection d'un liquide vaporisable 11 comprenant réservoir 111 et un conduit secondaire 112. Ce dernier permet de relier le réservoir 111 à au moins un point d'entrée 113 pour un liquide vaporisable dans le volume interne V_i du moteur.

Le point d'entrée 113 peut être situé dans le conduit principal 8, entre le régénérateur 9 et le dispositif de refroidisseur-condensation-séparation 10a ou encore directement dans le volume interne V_i du moteur dans la chambre côté zone chaude, par exemple, en aval de l'orifice d'entrée 81 du gaz, ou au niveau de celui-ci, lorsqu'il provient de la zone froide ZF, comme représenté par les pointillés. Suivant la position

des points d'entrée 113, ceux-ci peuvent se trouver côté zone froide ZF ou côté zone chaude ZC.

Le conduit secondaire 112 comporte des moyens de commande de l'injection 114 du liquide vaporisable ainsi que des dispositifs d'injection 115 tels que
 5 ceux décrit précédemment en ce qui concerne le moteur de type alpha.

Le moteur Stirling BE comprend lui aussi un moyen permettant d'augmenter les échanges de calories entre la source de chaleur 14 et le volume interne V_i côté zone chaude ZC, par exemple un échangeur thermique interne 13 tel que décrit précédemment en relation avec la Fig. 3 C. L'échangeur thermique interne 13 peut
 10 être, dans une variante, tel que décrit sur les Figs. 3 A et 3B.

Le réservoir 111 peut contenir une quantité de liquide vaporisable Q_l au départ afin d'initier le cycle de fonctionnement du moteur. Après actionnement par l'utilisateur de moyens de commande d'injection 114, tels qu'une pompe à injection, le liquide vaporisable emprunte le conduit secondaire 112 qui part du réservoir 111
 15 aménagé en sortie du dispositif de refroidissement-condensation-séparation 10 côté zone froide ZF pour arriver côté zone chaude au niveau du point d'entrée 113. Ce point d'entrée 113 comporte un dispositif d'injection 115 tel qu'un injecteur. Le point d'entrée 113 est situé en aval ou au niveau de l'orifice d'entrée 81 du gaz en provenance de la zone froide ZF ou bien encore dans le conduit principal 8. C'est alors
 20 que le gaz qui provient de la zone froide ZF, en passant par le conduit principal 8 et par le régénérateur 9, va propulser le liquide pulvérisé dans l'espace 135 défini par l'échangeur thermique 13 avant d'aboutir dans la chambre de détente 2. Le liquide est alors vaporisé sous l'effet de la haute température. C'est à ce niveau que le mélange gaz+vapeur produit son effet en agissant notamment sur le piston-moteur 4. Le
 25 mouvement de retour du mélange gaz+vapeur se fait par le même chemin en repassant par l'espace interne 135 puis par le régénérateur 9 et par le conduit principal 8 et enfin par le dispositif de refroidissement-condensation-séparation 10a en cédant au passage le liquide condensé qui retourne dans le réservoir 111 alors que le gaz retourne, lui, dans la chambre de compression 1. Le cycle peut alors recommencer.

30 Afin de répondre à des besoins de puissance, il est possible d'aligner plusieurs moteurs Stirling de type Bêta selon l'invention sur un même vilebrequin.

A la Fig. 5, est représenté un moteur Stirling GA de type gamma selon l'invention. Le moteur GA comprend, dans son volume interne V_i isolé de l'extérieur, une chambre de compression 1 et une chambre de détente 2. Les chambres 1 et 2 se

trouvent au sein d'une même enceinte ou chambre 15. Le moteur contient encore un volume déterminé de gaz confiné à une pression définie.

Le moteur GA comprend un piston 3 dans la chambre 15 qui joue le rôle de
 5 déplaceur et un piston moteur 4 dans une chambre 32 qui est parallèle et désaxé par rapport au piston déplaceur 3. Les pistons 4 et 3 sont prévus pour se déplacer dans leurs chambres respectives 15 et 32 par l'intermédiaire d'un jeu de bielles 5 et 6 solidaires d'un même vilebrequin 7. Différents modes d'embellages connus sont applicables au moteur gamma GA selon l'invention, tels que l'embellage Ross Yoke.

Le moteur comprend également une zone chaude ZC et une zone froide ZF au
 10 niveau desquelles ont lieu, comme en ce qui concerne les moteurs de type alpha et bêta, la détente et la compression du gaz de travail en fonction du cycle de fonctionnement.

Le moteur GA comporte également un conduit principal 8 reliant la chambre 2 et la chambre 1. Ce conduit principal 8 comporte sur son circuit, côté zone froide, le
 15 dispositif de refroidissement 10a, tel que celui qui est décrit en relation avec la Fig. 2, et le régénérateur 9. Le régénérateur 9 est disposé entre le dispositif de refroidissement 10a et la chambre de détente 2. C'est encore par ce conduit principal 8 que transite le gaz confiné dans ses mouvements de va-et vient incessants entre la zone chaude ZC et la zone froide ZF lorsque le moteur est en fonctionnement.

Le moteur GA comprend encore un moyen d'injection d'un liquide vaporisable
 20 11 comprenant un réservoir 111 et un conduit secondaire 112. Ce dernier permet de relier le réservoir 111 à au moins un point d'entrée 113 pour un liquide vaporisable dans le volume interne V_i du moteur. Le point d'entrée 113 peut être situé dans le conduit principal 8, entre le régénérateur 9 et le dispositif de refroidisseur-
 25 condensation-séparation 10, soit directement dans le volume interne V_i du moteur, par exemple en aval de l'orifice d'entrée du gaz 81 dans l'espace 135 créé par l'échangeur thermique tubulaire 13 comme représenté par les pointillés. Là encore, suivant la position des points d'entrée 113, ceux-ci peuvent se trouver côté zone froide ZF ou côté zone chaude ZC.

Des moyens de commande d'injection 114 et un dispositif d'injection 115 sont
 30 également prévus.

Un échangeur thermique interne 13 est prévu et est tel que celui qui est décrit précédemment en relation avec la Fig. 3 C. Il peut être, dans une variante, tel que celui qui est décrit en relation avec les Figs. 3 A et 3B.

Le fonctionnement du moteur GA est identique au fonctionnement décrit précédemment en relation avec les moteurs de type bêta et alpha.

Les Figs. 6 à 9 représentent un autre mode de réalisation de l'invention. Selon ce mode de réalisation, une quantité de liquide vaporisable Q1, tel que de l'eau, est
5 introduite dans un moteur Stirling de type alpha AL, bêta BE ou gamma GA dans lequel la circulation du gaz de fonctionnement se fait d'une zone chaude à une zone froide sans passage par un conduit principal.

Un tel moteur Stirling de type gamma GA est représenté en liaison avec la Fig. 6. Le moteur GA est identique au moteur GA décrit précédemment en liaison
10 avec la Fig. 5 excepté le fait que, selon cette variante, le gaz transite selon un mouvement de va et vient d'une chambre 1, 2, à l'autre dans le volume interne Vi sans emprunter de conduit externe.

Le moteur GA comprend encore un échangeur thermique interne 13 et est tel que celui qui est décrit précédemment en relation avec la Fig. 3 C. Il peut être, dans
15 une variante, tel que celui qui est décrit en relation avec la Fig. 3 A.

Le moteur GA comprend encore un dispositif de refroidissement 10, selon un autre mode de réalisation 10b que le dispositif de refroidissement 10a décrit précédemment, et un régénérateur 9 tous deux sur le trajet du gaz.

Selon cette variante de l'invention, le dispositif de refroidissement 10b est
20 composé, côté zone froide ZF, d'un échangeur thermique interne 17 du même type que l'échangeur thermique 13 côté zone chaude ZC décrit précédemment en liaison avec les Figs. 3 A, B, C. Cet échangeur thermique 17 comporte donc une paroi dite intermédiaire de forme tubulaire 170 solidarisée au piston 4 qui se déplace dans la chambre 1 côté zone froide ZF. La paroi intermédiaire 170 peut également être
25 solidarisée aux parois latérales de la chambre 1 côté zone froide ZF comme décrit précédemment en ce qui concerne l'échangeur thermique 13 côté zone chaude ZC. Cette paroi intermédiaire 170 se prolonge dans la chambre 1 côté zone froide ZF.

L'échangeur thermique 17 comprend encore une paroi tubulaire externe 171 enveloppant la paroi intermédiaire 170 et fixée au moteur GA par un moyen de
30 fixation 172.

L'échangeur thermique 17 comprend encore une paroi tubulaire interne 173 en forme de U et fixée sur la paroi tubulaire externe 171 de manière étanche et de manière à créer un passage 175 entre les parois 171 et 173 dans lequel peut se loger la paroi intermédiaire 170. Le passage 175 est en communication avec une entrée 91

dans la chambre 1, côté zone froide ZF, pour le gaz et/ou le liquide vaporisable sous forme vaporisée provenant de la zone chaude ZC.

Le dispositif de refroidissement 10b comporte, de plus, un dispositif de refroidissement auxiliaire 18 en communication avec l'échangeur thermique interne 17
 5 côté zone froide ZF. Il peut s'agir d'un dispositif de circulation de liquide de refroidissement enveloppant la surface externe de l'échangeur thermique 17, côté zone froide ZF.

Une quantité Q_l de liquide vaporisable est intégrée au moteur GA et est utilisée lors de son fonctionnement afin d'améliorer la puissance du moteur. Cette quantité de
 10 liquide peut être minime par rapport au volume du gaz de fonctionnement mais elle va néanmoins contribuer à amplifier le phénomène relatif aux pressions internes. En effet, le gaz qui se trouve dans le volume interne V_i du moteur va entraîner ce liquide vaporisable vers la zone chaude ZC, préférentiellement équipé d'un échangeur thermique tubulaire 13, qui va immédiatement transformer ce liquide en un volume de
 15 vapeur tel qu'il va avoir une incidence importante sur le fonctionnement du moteur en contribuant à augmenter fortement le taux de compression dans la chambre 1 ainsi que dans l'ensemble du volume interne V_i en additionnant son volume à celui du gaz confiné lui même fortement chauffé. De ce fait, le piston 3 associé au moteur va immédiatement exploiter le phénomène en générant un couple nettement plus
 20 important à la sortie sur l'arbre du moteur. Le retour du volume gazeux vers la zone froide ZF va permettre notamment de condenser la vapeur qui vient d'être surchauffée en zone chaude ZC. En effet, le gaz et le liquide vaporisable qui se trouve à l'état de vapeur en provenant de la zone chaude ZC vont pénétrer dans l'espace 175 de l'échangeur thermique 17. Dans cet espace, le gaz sera refroidit et la vapeur condensée. Le cycle va alors recommencer avec le retour du gaz de fonctionnement et du liquide vaporisable coté zone chaude ZC.

Selon un mode de réalisation illustré en relation avec la Fig. 7, le moteur GA comporte un moyen d'injection du liquide vaporisable 11 comprenant un réservoir 111 et un conduit secondaire 112. Ce dernier permet de relier le réservoir 111 à au moins
 30 un point d'entrée 113 pour un liquide vaporisable dans le volume interne V_i du moteur. Le point d'entrée 113 peut être situé côté zone froide ZF ou côté zone chaude ZC.

Sur la Fig. 8, est représenté un moteur Stirling AL de type alpha selon le second mode de réalisation de l'invention. Le moteur AL est identique au moteur AL décrit

précédemment en liaison avec la Fig.1 à l'exception du dispositif de refroidissement 10 qui est du type 10b décrit en liaison avec les Figs. 6 et 7.

Le moteur AL comprend encore un échangeur thermique interne 13 et est tel que celui qui est décrit précédemment en relation avec la Fig. 3 C. Il peut être, dans une
5 variante, tel que celui qui est décrit en relation avec la Fig. 3 A.

Le dispositif de refroidissement du gaz 10b et le régénérateur 9 sont tous deux sur le trajet du gaz.

Le dispositif de refroidissement 10b est composé d'un échangeur thermique 17 côté zone froide ZF identique à celui décrit en liaison avec la Fig. 6 concernant le
10 moteur Stirling GA.

Le dispositif de refroidissement 10b comporte, de plus, un dispositif de refroidissement auxiliaire 18 en communication avec l'échangeur thermique interne 17 côté zone froide ZF. Il peut s'agir d'un dispositif de circulation de liquide de refroidissement enveloppant la surface externe de l'échangeur thermique 17, côté zone
15 froide ZF.

Une quantité Ql de liquide vaporisable est intégrée au moteur AL et est utilisée lors de son fonctionnement afin d'améliorer la puissance du moteur de la même manière que décrit précédemment en liaison avec la Fig. 6.

Selon un mode de réalisation illustré en relation avec la Fig. 9, le moteur AL
20 comporte un moyen d'injection du liquide vaporisable 11 comprenant un réservoir 111 et un conduit secondaire 112. Ce dernier permet de relier le réservoir 111 à au moins un point d'entrée 113 pour un liquide vaporisable dans le volume interne Vi du moteur. Le point d'entrée 113 peut être situé côté zone froide ZF ou côté zone chaude ZC.

25 Il est bien entendu possible de remplacer le dispositif de refroidissement 10b par tout autre dispositif de refroidissement connu.

Il est bien entendu également possible d'ajouter aux moteurs Stirling AL, GA et BE décrits en relation avec les Figs 1, 4 et 5, c'est-à-dire, selon le premier mode de réalisation, un échangeur thermique interne 17 côté zone froide ZF.

30 Les modes de réalisation décrits dans ce qui suit concernent un moteur Stirling selon l'invention équipé spécifiquement d'un moyen de récupération de l'énergie dissipée au cours de son fonctionnement.

A la Fig. 10 est représenté un moteur de type alpha AL équipé d'un tel moyen. Ce moteur de type AL est tel qu'illustré à la Fig. 1.

Dans ce mode de réalisation, la source extérieure thermique 14 inclut un dispositif de combustion externe 141, tel qu'une chaudière, disposant d'une chambre 1412 et d'un conduit d'évacuation de gaz brûlés 1411. La partie du moteur AL, côté zone chaude ZC, qui comporte l'échangeur thermique interne 13 est logée à l'intérieur du dispositif de combustion externe 141, dans la chambre 1412.

Le moteur AL comporte, de plus, une chemise 200 disposée autour du piston moteur 4, côté zone chaude ZC. A l'intérieur de cette chemise 200 est aménagé un espace 201 entre les parois de la chemise 200 et les parois entre lesquelles coulisse le piston moteur 4. Un point de raccordement 202 pour le conduit secondaire 112 est prévu, définissant ainsi une entrée 201a à l'intérieur de l'espace 201. Un autre point de raccordement identique 203 est prévu, définissant ainsi une sortie 201b. Le conduit secondaire 112 est raccordé à l'entrée 201a ainsi qu'à la sortie 201b de manière à permettre la circulation du liquide vaporisable à l'intérieur dudit espace 201 comme expliqué dans ce qui suit.

Le conduit secondaire 112 comporte, en aval du moyen de commande de l'injection 114 et en amont du point d'entrée 113, une portion 112a passant à l'intérieur du conduit d'évacuation de gaz brûlés 1411.

Une portion 112c de conduit 112 passe encore à l'intérieur du dispositif de combustion externe 141, dans la chambre 1412.

La portion 112a se présente avantageusement sous la forme d'un serpentín ou d'un échangeur à tubes parallèles ou encore à tubes coaxiaux.

L'espace 201, dans lequel peut circuler le liquide vaporisable, représente une portion 112b du conduit secondaire 112.

Dans une variante de l'invention, seule la portion 112a passant à l'intérieur du conduit d'évacuation de gaz brûlés 1411 est prévue.

Dans une autre variante de l'invention, seules la portion 112a passant à l'intérieur du conduit d'évacuation de gaz brûlés 1411 et la portion 112b passant à l'intérieur de la chemise 200 peuvent être prévues.

Après actionnement par l'utilisateur du moyen de commande d'injection 114, le liquide vaporisable emprunte le conduit secondaire 112 en direction du ou des points d'entrée 113. Au cours de son trajet, il emprunte la portion 112b du conduit secondaire qui passe à l'intérieur de la chemise 200. Le liquide vaporisable absorbe alors les calories disponibles dans la région du piston moteur 4. Ceci permet une élévation de la

température dudit liquide et, parallèlement, l'abaissement de la température dans la chemise 200.

En sortie 201b de la chemise 200, le conduit secondaire 112 se prolonge, par sa portion 112a, à l'intérieur du conduit d'évacuation de gaz brûlés 1411. La configuration en serpentín de la portion 112a favorise l'absorption d'une grande quantité des calories dissipées. En effet, les gaz d'échappement se trouvent généralement dans ce conduit d'évacuation à une température élevée, de l'ordre de 300 à 500°C.

En sortie du conduit d'évacuation 1411, la portion 112c du conduit secondaire passe à l'intérieur du dispositif de combustion externe 141 où sa température et sa pression y sont encore davantage élevées, préalablement à son injection à l'intérieur du volume interne V_i du moteur AL.

Afin de permettre la régulation de la pression à l'intérieur du conduit secondaire 112, un ballon tampon 300 est en outre prévu sur le trajet du conduit secondaire 112, en aval du moyen de commande d'injection 114. Ce ballon tampon 300 comprend un dispositif de détection 301 de la pression qui règne à l'intérieur du conduit secondaire 112 ainsi que des moyens d'activation 302 du moyen de commande de l'injection. Lorsque la pression chute à l'intérieur du conduit secondaire 112, celle-ci est détectée par le dispositif de détection de la pression 301. Le moyen de commande d'injection 114 est alors activé par l'intermédiaire des moyens d'activation 302.

Le ballon tampon 300 est une réserve de vapeur en phase liquide. La sollicitation d'un organe de commande, par exemple une pédale d'accélération d'un véhicule comprenant un tel moteur AL, déclenche l'activation du dispositif d'injection 115 provoquant l'injection du liquide vaporisable dans le volume interne du moteur. Cette injection entraîne une baisse de pression dans le conduit secondaire 112, laquelle est détectée par le dispositif de détection 301 du ballon tampon 300. Le détecteur de pression 301 commande alors l'activation du moyen de commande de l'injection 114.

En lien avec la Fig. 11 est représenté un moteur de type Bêta BE équipé d'un moyen de récupération de l'énergie dissipée au cours de son fonctionnement.

Ce moteur de type BE est tel qu'illustré à la Fig. 4.

Dans ce mode de réalisation, la source extérieure thermique 14 est telle qu'illustrée sur la Fig. 10 et inclut un dispositif de combustion externe 141 disposant d'un conduit d'évacuation de gaz brûlés 1411. La partie du moteur BE, côté zone

chaude ZC, qui comporte l'échangeur thermique interne 13 pénètre à l'intérieur de la chambre 1412 du dispositif de combustion externe 141.

Le conduit secondaire 112 comporte, en aval du moyen de commande de l'injection 114 et en amont du point d'entrée 113, une portion 112a, identique à celle
5 illustrée en lien avec la Fig. 10, passant à l'intérieur du conduit d'évacuation de gaz brûlés 1411, ainsi qu'une portion 112c passant à l'intérieur du dispositif de combustion externe 141.

Dans une variante de l'invention, seule la portion 112a passant à l'intérieur du conduit d'évacuation de gaz brûlés 1411 est prévue.

10 Après actionnement par l'utilisateur du moyen de commande d'injection 114, le liquide vaporisable emprunte le conduit secondaire 112 en direction du ou des points d'entrée 113. Au cours de son trajet, il emprunte la portion 112a du conduit secondaire qui s'étend à l'intérieur du conduit d'évacuation de gaz brûlés 1411.

En sortie du conduit d'évacuation 1411, la portion 112c du conduit secondaire
15 passe à l'intérieur du dispositif de combustion externe 141.

Un ballon tampon 300 est également prévu sur le trajet du conduit secondaire 112, en aval du moyen de commande de l'injection 114.

A la Fig. 12 est représenté un moteur de type alpha GA équipé d'un tel moyen. Ce moteur de type GA est tel qu'illustré à la Fig. 7.

20 Dans ce mode de réalisation encore, la source extérieure thermique 14 inclut un dispositif de combustion externe 141, tel qu'une chaudière, disposant d'un conduit d'évacuation de gaz brûlés 1411 et d'une chambre 1412. La partie du moteur GA, côté zone chaude ZC, qui comporte l'échangeur thermique interne 13 pénètre à l'intérieur de la chambre 1412 du dispositif de combustion externe 141.

25 Le moteur GA comporte, de plus, une chemise 200 disposée autour du piston moteur 4. A l'intérieur de cette chemise 200 est aménagé un espace 201 entre les parois de la chemise 200 et les parois entre lesquelles coulisse le piston moteur 4. Un point de raccordement 202 pour le conduit secondaire 112 est prévu, définissant ainsi une entrée 201a à l'intérieur de l'espace 201. Un autre point de raccordement identique
30 203 est prévu, définissant ainsi une sortie 201b. Le conduit secondaire 112 est raccordé à l'entrée 201a ainsi qu'à la sortie 201b de manière à permettre la circulation du liquide vaporisable à l'intérieur dudit espace 201 comme expliqué dans ce qui suit.

Le conduit secondaire 112 comporte, en aval du moyen de commande de l'injection 114 et en amont du point d'entrée 113, une portion 112a passant à l'intérieur

du conduit d'évacuation de gaz brûlés 1411, une portion 112b passant à l'intérieur de la chemise 200 ainsi qu'une portion 112c passant à l'intérieur du dispositif de combustion externe 141.

La portion 112a se présente avantageusement sous la forme d'un serpentin ou
5 d'un échangeur à tubes parallèles ou encore à tubes coaxiaux.

Dans une variante de l'invention, seule la portion 112a passant à l'intérieur du conduit d'évacuation de gaz brûlés 1411 est prévue.

Dans une autre variante de l'invention, seules la portion 112a passant à l'intérieur du conduit d'évacuation de gaz brûlés 1411 et la portion 112b passant à
10 l'intérieur de la chemise 200 peuvent être prévues.

Le fonctionnement est identique à ce qui est décrit précédemment pour le moteur AL en lien avec la Fig. 10.

Toujours dans le but d'améliorer le rendement des moteurs Stirling type Alpha, Bêta ou Gamma, selon l'invention, un dispositif d'ouverture/fermeture 83 du conduit principal 8, fonctionnant en "tout ou rien", tel qu'une soupape ou une vanne
15 électromagnétique à commande électronique est aménagé en un point du circuit principal 8 dans lequel circule en mouvements de va-et-vient le gaz confiné du moteur. Ce mode de réalisation est décrit en lien avec les Fig 10, 11 et 12 pour les moteurs de type alpha, bêta et gamma, respectivement.

Ce dispositif d'ouverture/fermeture 83 peut être situé soit entre le dispositif de refroidissement 10 et le régénérateur 9, cette solution s'imposant dans le cas où le régénérateur 9 est intégré au moteur, soit entre le régénérateur 9 et l'échangeur thermique 13 caractérisant la zone chaude ZC du moteur, dans le cas où le régénérateur 9 est de type rapporté. Ce dispositif d'ouverture/fermeture 83 permet ou
20 ne permet pas la libre circulation des gaz dans le conduit principal 8.

Selon une variante de l'invention, ce dispositif d'ouverture/fermeture 83 peut être associé au dispositif d'injection 115 pour former un dispositif monobloc dont le coût global sera moindre en grande série.

Le fonctionnement du dispositif d'ouverture/fermeture 83 du conduit principal 8
30 est décrit dans ce qui suit.

Lorsque le piston déplaceur 3 prévu pour provoquer le déplacement du gaz de fonctionnement d'une zone à l'autre (ZC, ZF), se trouve dans l'environnement du point-mort bas, le gaz confiné qui a été propulsé vers la zone chaude ZC du moteur AL, BE ou GA en entraînant avec lui le liquide vaporisable venant d'être injecté au

point 113, le dispositif 83 clôt de manière provisoire le conduit principal 8 dans la mesure où le mode de réalisation le permet. Cette fermeture momentanée isole un volume mort important comprenant le volume mort généré par le conduit principal 8, le volume mort généré par le régénérateur 9, le volume mort généré par le dispositif de refroidissement 10a, ainsi que le volume mort que génère ledit piston déplaceur 3 en remontant vers le point-mort haut dans son déplacement continu.

Pendant ce temps, les gaz emprisonnés en zone chaude ZC fournissent un maximum de force au piston-moteur 4 qui remonte vers son point-mort haut. Sans le dispositif 83, la pression interne serait nettement moindre.

Lorsque le piston-moteur 4 arrive dans l'environnement du point-mort haut, le dispositif 83 ouvre le conduit principal 8 afin de permettre aux gaz qui se sont détendus de repartir en direction de la zone froide ZF.

Le piston-moteur 4 re-descend ensuite en vidant la chambre du gaz qu'elle contient, et le cycle recommence.

Le dispositif 83 est représenté en pointillés afin d'illustrer le fait que sa présence n'est pas obligatoire au fonctionnement des moteurs AL, BE ou GA, mais optionnel.

Les applications de ces moteurs Stirling à puissance et à vitesse variables de type alpha, bêta ou gamma, objets de la présente invention, sont très étendues et variées. En premier lieu, ces moteurs sont applicables à tout type de véhicule terrestre nécessitant une motorisation. Ainsi peuvent être équipés les véhicules deux roues motorisés tel les scooters et motos, les véhicules de loisirs tels que les quads, les karts et les buggy, les motoneiges, les véhicules de transport individuel et collectif tels les automobiles et autocars, les camions de service et de transport, les engins agricoles motorisés comme les tracteurs et les moissonneuses, les engins motorisés de travaux publics en tous genres, jusqu'aux différents véhicules de l'Armée affectés aux transports de troupe ou de matériel ainsi que les engins de combat motorisés tels les chars d'assaut, les canons automoteurs et les robots de reconnaissance ou d'attaque. Concernant le domaine ferroviaire, ces moteurs sont applicables à la motorisation des locomotives et autres engins de traction. Concernant le secteur marin, ces moteurs sont applicables aux bateaux de pêche et de loisirs, jusqu'aux sous-marins. Concernant le secteur aérien, ces moteurs sont applicables dans les ULM, les avions à hélices, les hélicoptères, les drones. Ces moteurs sont applicables également dans les appareillages individuels ou spéciaux nécessitant une motorisation aussi peu bruyante que possible telles les tondeuses à gazon en tout genre et les tronçonneuses. Ces

- moteurs sont applicables également pour la motorisation de machines spéciales comme les compresseurs mobiles ou à poste fixe, les pompes de chantier, ainsi que les générateurs d'électricité à courant alternatif ou continu sous forme de groupes électrogènes mobiles, transportables ou à poste fixe : ainsi un tel moteur couplé à un
- 5 générateur d'électricité peut être aménagé au niveau du foyer des panneaux solaires paraboliques, ou en un point du circuit du fluide caloporteur dont sont équipés les panneaux solaires linéaires à concentration pour la production d'électricité. Ces moteurs sont applicables à la production d'électricité selon des formules techniques diverses, et à partir de sources d'énergie très diversifiées. Ces moteurs couplés à un
- 10 générateur d'électricité sont applicables dans le domaine sensible du nucléaire en recevant l'énergie provenant soit directement du combustible radioactif, soit que cette énergie soit puisée dans un fluide caloporteur préalablement chauffé par le combustible radioactif puis véhiculé dans un circuit primaire sur lequel est greffé le ou un ensemble de moteurs selon l'invention alignés et couplés si besoin, le long de ce
- 15 conduit primaire : ce dispositif présente deux avantages importants à savoir d'une part que le moteur fonctionnant en « vase clos », il n'y a aucun rejet de quoi que ce soit dans l'atmosphère, et que d'autre part il n'y a pas de circuit secondaire, ce qui limite considérablement les problèmes de fuites, de tenue de matériaux ou de maintenance.

REVENDICATIONS

1) Moteur Stirling de type alpha (AL), bêta (BE) ou gamma (GA) comprenant d'une part, dans un volume interne (Vi), une chambre de compression (1) et une
5 chambre de détente (2) représentant respectivement une zone froide (ZF) et une zone chaude (ZC) et un gaz prévu pour circuler d'une zone à l'autre selon un mouvement de va et vient, et, d'autre part, des pistons déplaceur (3) et/ou moteur (4) prévus pour provoquer le déplacement dudit gaz d'une zone à l'autre (ZC, ZF), au moins un dispositif de refroidissement dudit gaz (10) et un régénérateur (9) tous deux sur le
10 trajet dudit gaz, caractérisé en ce qu'il comprend, de plus, un volume prédéterminé d'un liquide vaporisable (Ql) dans son volume interne Vi.

2) Moteur Stirling de type alpha (AL), bêta (BE) ou gamma (GA) selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend un moyen d'injection (11) dudit liquide vaporisable (Ql), ledit moyen d'injection comportant au moins un point
15 d'entrée (113) pour le liquide vaporisable dans le moteur.

3) Moteur Stirling (AL, BE, GA) selon la revendication 2, caractérisé en ce que ledit moyen d'injection de liquide vaporisable (11) comporte un réservoir (111) dudit liquide vaporisable et au moins un conduit secondaire (112), ledit conduit secondaire (112) reliant ledit réservoir (111) à au moins un point desdits points d'entrée (113)
20 pour le liquide vaporisable.

4) Moteur Stirling de type alpha (AL), bêta (BE) ou gamma (GA) selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comporte un conduit principal (8) reliant la zone chaude (ZC) et la zone froide (ZF) prévu pour la circulation du gaz entre lesdites zones chaude et froide (ZC, ZF).

5) Moteur (AL, BE, GA) selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ledit dispositif de refroidissement dudit gaz (10) inclut un dispositif de refroidissement (10a) qui comprend des moyens de refroidissement (106) et de condensation (104, 105) du gaz et de séparation (109) du liquide vaporisable du gaz non condensé, ledit dispositif (10a) étant en communication avec ledit réservoir (111)
25 dudit liquide vaporisable.

6) Moteur (AL, GA) selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il comporte, dans son volume interne (Vi) côté zone froide (ZF), un dispositif de refroidissement du gaz (10b) qui comprend un échangeur thermique interne (17) comportant une paroi dite intermédiaire de forme tubulaire (170) solidarisée au piston

- (4) qui se déplace dans la chambre côté zone froide (ZF) ou solidarisée aux parois latérales de ladite chambre (1) côté zone froide (ZF) et se prolongeant dans la chambre (1) côté zone froide (ZF), une paroi tubulaire externe (171) enveloppant ladite paroi intermédiaire (170) et fixée audit moteur (AL, GA) par un moyen de fixation (172),
- 5 une paroi tubulaire interne (173) en forme de U et fixée sur ladite paroi tubulaire externe (171) de manière étanche et de manière à créer un passage (175) entre lesdites parois (171, 173) dans lequel peut se loger ladite paroi intermédiaire (170), ledit passage (175) étant en communication avec une entrée (91), dans la chambre (1) côté zone froide (ZF), pour le gaz et/ou le liquide vaporisable sous forme vaporisée.
- 10 7) Moteur (AL, GA) selon la revendication 6, caractérisé en ce que ledit dispositif de refroidissement dudit gaz (10b) comporte, de plus, un dispositif de refroidissement auxiliaire (18) en communication avec l'échangeur thermique interne (17) côté zone froide (ZF).
- 8) Moteur (AL, BE, GA) selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce
- 15 qu'il comporte, de plus, dans son volume interne (Vi) côté zone chaude (ZC) un échangeur thermique interne (13) comportant une paroi dite intermédiaire de forme tubulaire (130) solidarisée au piston (4) qui se déplace dans la chambre côté zone chaude (ZC) ou solidarisée aux parois latérales (21) de ladite chambre (2) côté zone chaude (ZC) et se prolongeant dans la chambre (2) côté zone chaude (ZC), une paroi
- 20 tubulaire externe (131) enveloppant ladite paroi intermédiaire (130) et fixée audit moteur (AL, BE, GA) par un moyen de fixation (132), une paroi tubulaire interne (133) en forme de U et fixée sur ladite paroi tubulaire externe (131) de manière étanche et de manière à créer un passage (135) entre lesdites parois (131, 133) dans lequel peut se loger ladite paroi intermédiaire (130), ledit passage (135) étant en
- 25 communication avec une entrée (81), dans la chambre (2) côté zone chaude (ZC), pour le gaz et/ou le liquide vaporisable sous forme vaporisée.
- 9) Moteur (AL, BE, GA) selon l'une des revendications 2 à 8, caractérisé en ce que ledit ou lesdits points d'entrée (113) débouchent dans le volume interne (Vi) dudit moteur (AL, BE, GA), côté zone chaude (ZC) ou côté zone froide (ZF).
- 30 10) Moteur (AL, BE, GA) selon l'une des revendications 9 et 8, caractérisé en ce que ledit ou lesdits points d'entrée (113) débouchent dans le volume interne (Vi) du moteur dans l'espace (135) créé par ledit échangeur thermique interne (13), en aval ou au niveau d'un orifice d'entrée du gaz (81) dans la chambre (2) lorsque celui-ci provient de la zone froide (ZF).

11) Moteur (AL, BE, GA) selon l'une des revendications 4 à 10, caractérisé en ce que ledit ou lesdits points d'entrée (113) débouchent dans le conduit principal (8) entre le régénérateur (9) et le volume interne (Vi) du moteur situé côté zone chaude (ZC).

5 12) Moteur (AL, BE, GA) selon l'une des revendications 4 à 11, caractérisé en ce que ledit ou lesdits points d'entrée (113) débouchent dans ledit conduit principal (8) entre le régénérateur (9) et le dispositif de refroidissement dudit gaz (10a).

13) Moteur (AL, BE, GA) selon l'une des revendications 5 à 12, caractérisé en ce que ledit dispositif de refroidissement (10a) comprend un orifice d'entrée (100) du gaz et du liquide vaporisé en provenance de la zone chaude (ZC), un conduit hélicoïdal (103) pour la circulation du gaz et du liquide vaporisé, un espace de circulation (106) d'un liquide de refroidissement tout autour dudit conduit hélicoïdal (103), un orifice de sortie (110) dudit liquide après condensation en communication avec ledit réservoir (111) et un orifice de sortie (125) du gaz non condensé.

15 14) Moteur (AL, BE, GA) selon l'une des revendications 3 à 13, caractérisé en ce que ledit conduit secondaire (112) comporte des moyens de commande de l'injection (114) dudit liquide vaporisable.

15) Moteur (AL, BE, GA) selon l'une des revendications 3 à 14, caractérisé en ce que le ou les points d'entrée (113) comportent un dispositif d'injection (115), tel qu'un injecteur ou un injecteur électromécanique à commande électronique.

16) Moteur (AL, BE, GA) selon l'une des revendications 1 à 15, caractérisé en ce que ledit liquide vaporisable est de l'eau.

17) Moteur (AL, BE, GA) selon l'une des revendications 1 à 16, caractérisé en ce qu'il comprend une chemise (200) disposée autour dudit piston moteur (4) ou, dans le cas du moteur bêta (BE), autour du piston déplaceur (3) situé côté zone chaude (ZC), ladite chemise (200) contenant un espace interne (201).

18) Moteur (AL, BE, GA) selon l'une des revendications 1 à 17, caractérisé en ce qu'il comprend une source extérieure thermique (14) qui inclut un dispositif de combustion externe (141) disposant d'un conduit d'évacuation de gaz brûlés (1411).

30 19) Moteur (AL, BE, GA) selon l'une des revendications 3 à 18, caractérisé en ce que ledit conduit secondaire (112) comporte une portion (112a) passant à l'intérieur dudit conduit d'évacuation de gaz brûlés (1411).

20) Moteur (AL, BE, GA) selon l'une des revendications 3 à 18, caractérisé en ce que ledit conduit secondaire (112) comporte, à la fois, une portion (112a) passant à

l'intérieur dudit conduit d'évacuation de gaz brûlés (1411) et une portion (112b) passant à l'intérieur de ladite chemise (300).

21) Moteur (AL, BE, GA) selon la revendication 19 ou 20, caractérisé en ce que ledit conduit secondaire (112) comporte une portion (112c) qui passe à l'intérieur du dispositif de combustion externe (141).

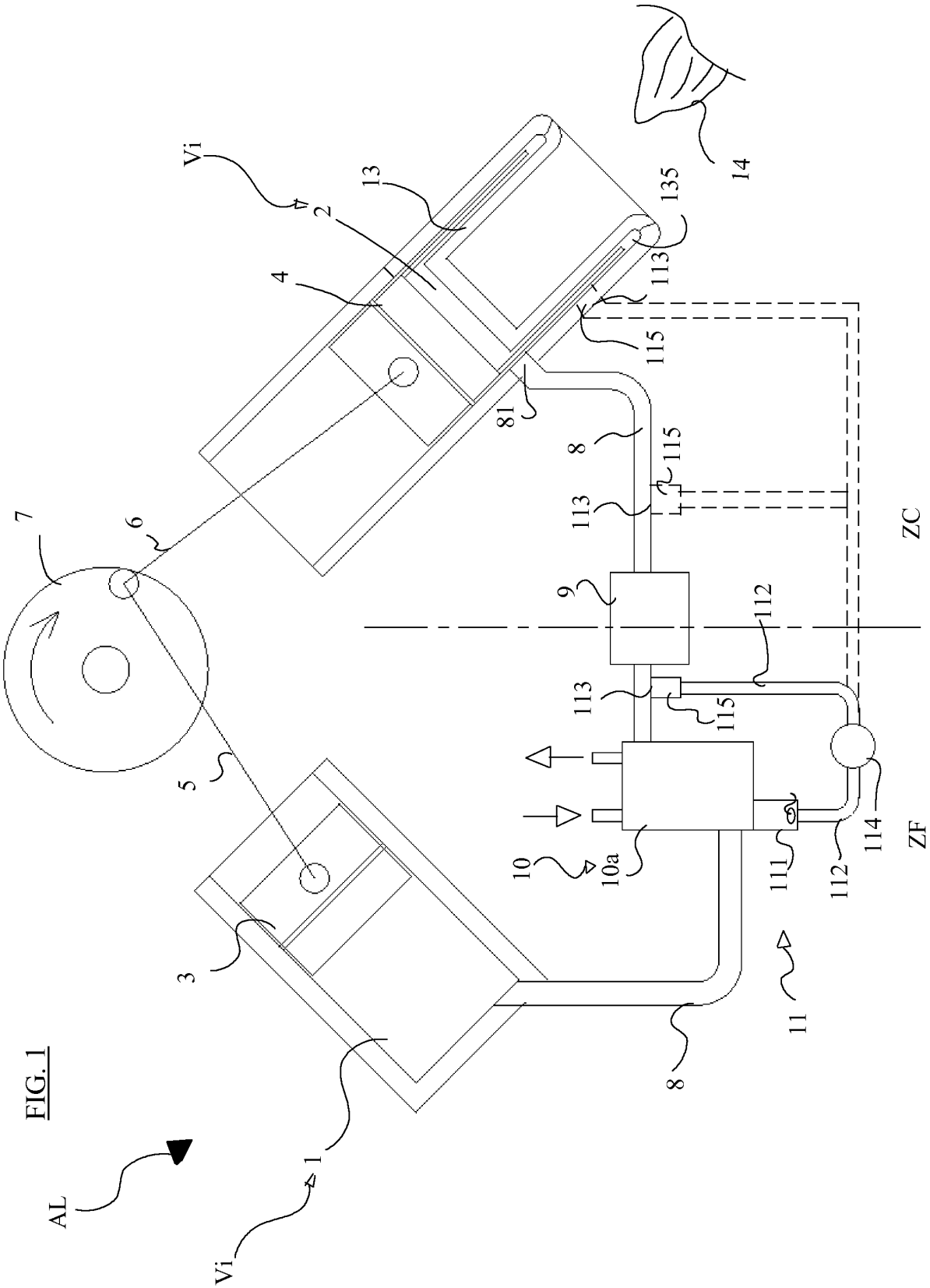
22) Moteur (AL, BE, GA) selon l'une des revendications 19 à 21, caractérisé en ce que ladite portion (112a) se présente sous la forme d'un serpentín ou d'un échangeur à tubes parallèles ou coaxiaux.

23) Moteur (AL, BE, GA) selon l'une des revendications 19 à 21, caractérisé en ce qu'un ballon tampon (300) comprend des moyens de détection (301) de la pression à l'intérieur dudit conduit secondaire (112) ainsi que des moyens d'activation (302) du moyen de commande de l'injection (114), ledit ballon tampon (300) étant disposé sur le conduit secondaire (112), en aval du moyen de commande de l'injection 114.

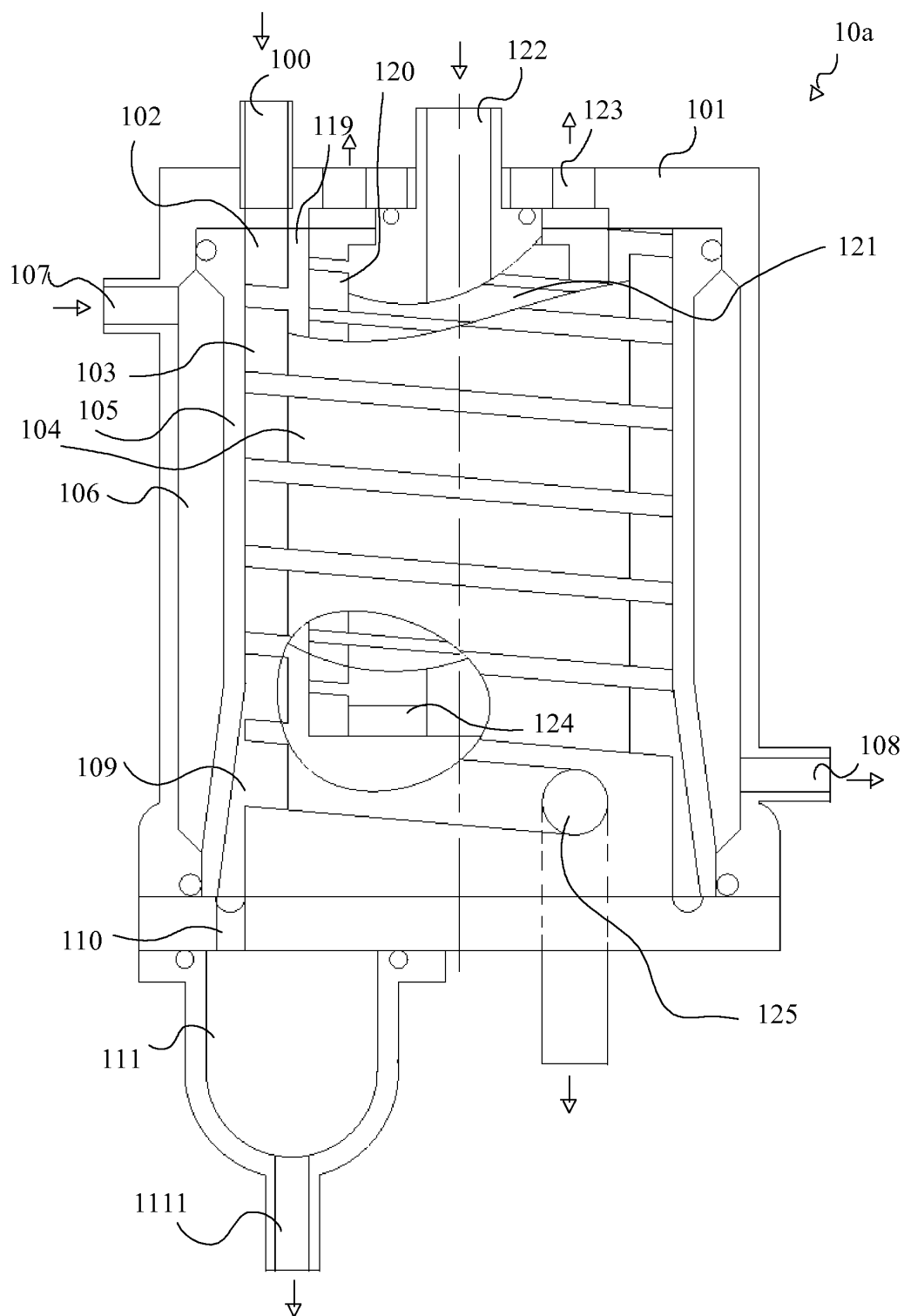
24) Moteur (AL, BE, GA) selon l'une des revendications 4 à 23, caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif d'ouverture/fermeture (83) dudit conduit principal (8), , tel qu'une soupape ou une vanne électromagnétique à commande électronique, qui est aménagé en un point du circuit principal (8), soit entre le dispositif de refroidissement (10) et le régénérateur (9), soit entre le régénérateur (9) et l'échangeur thermique (13).

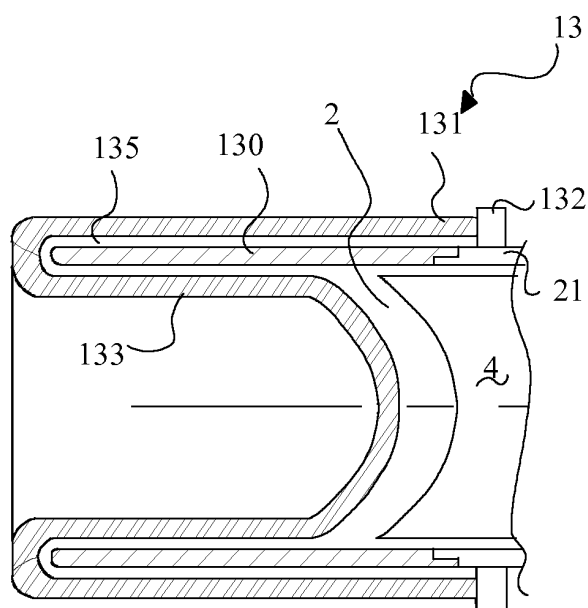
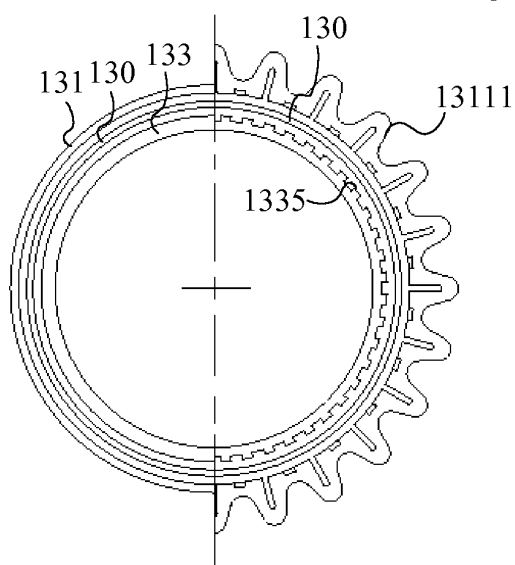
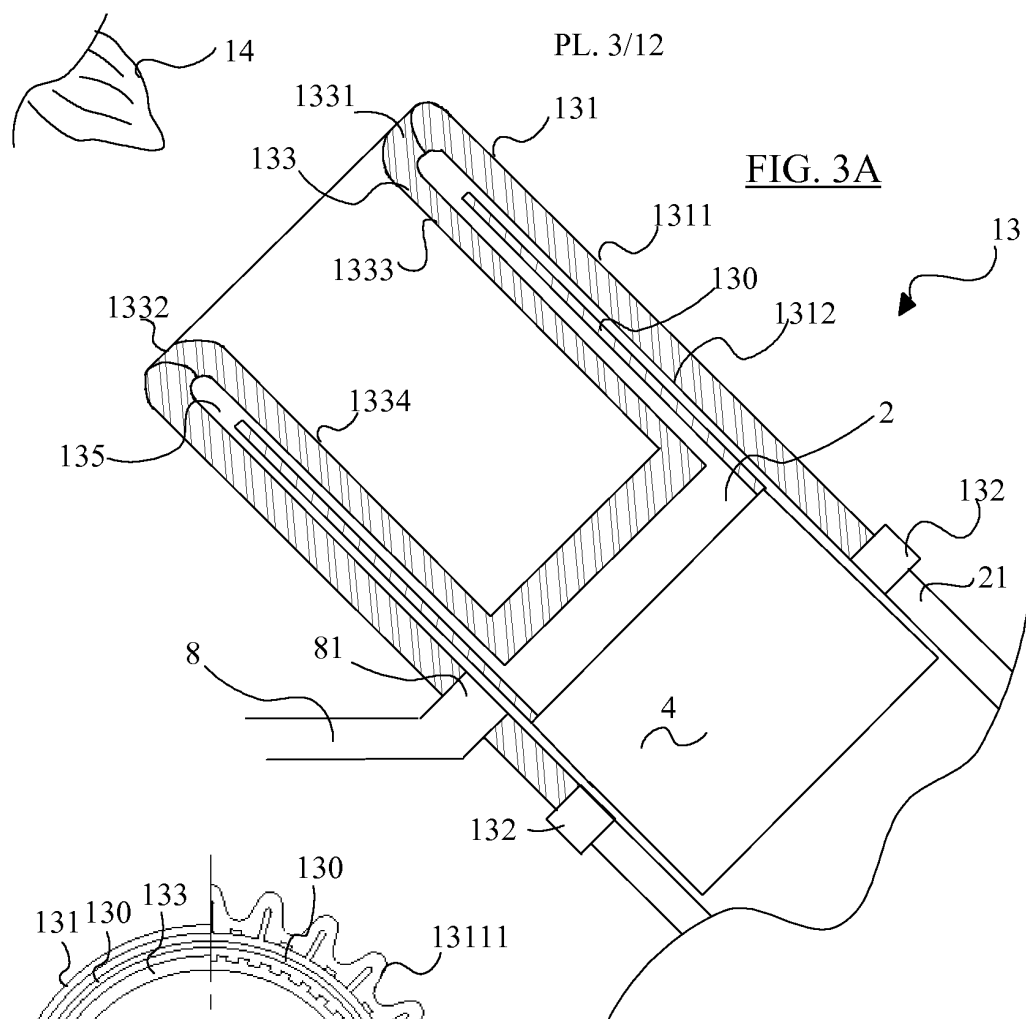
25) Moteur (AL, BE, GA) selon la revendication 24, caractérisé en ce que ledit dispositif d'ouverture/fermeture (83) peut être associé au dispositif d'injection (115) de manière à former un unique dispositif.

26) Dispositif motorisé caractérisé en ce qu'il comprend au moins un moteur (AL, BE, GA) tel que défini dans l'une des revendications 1 à 25.

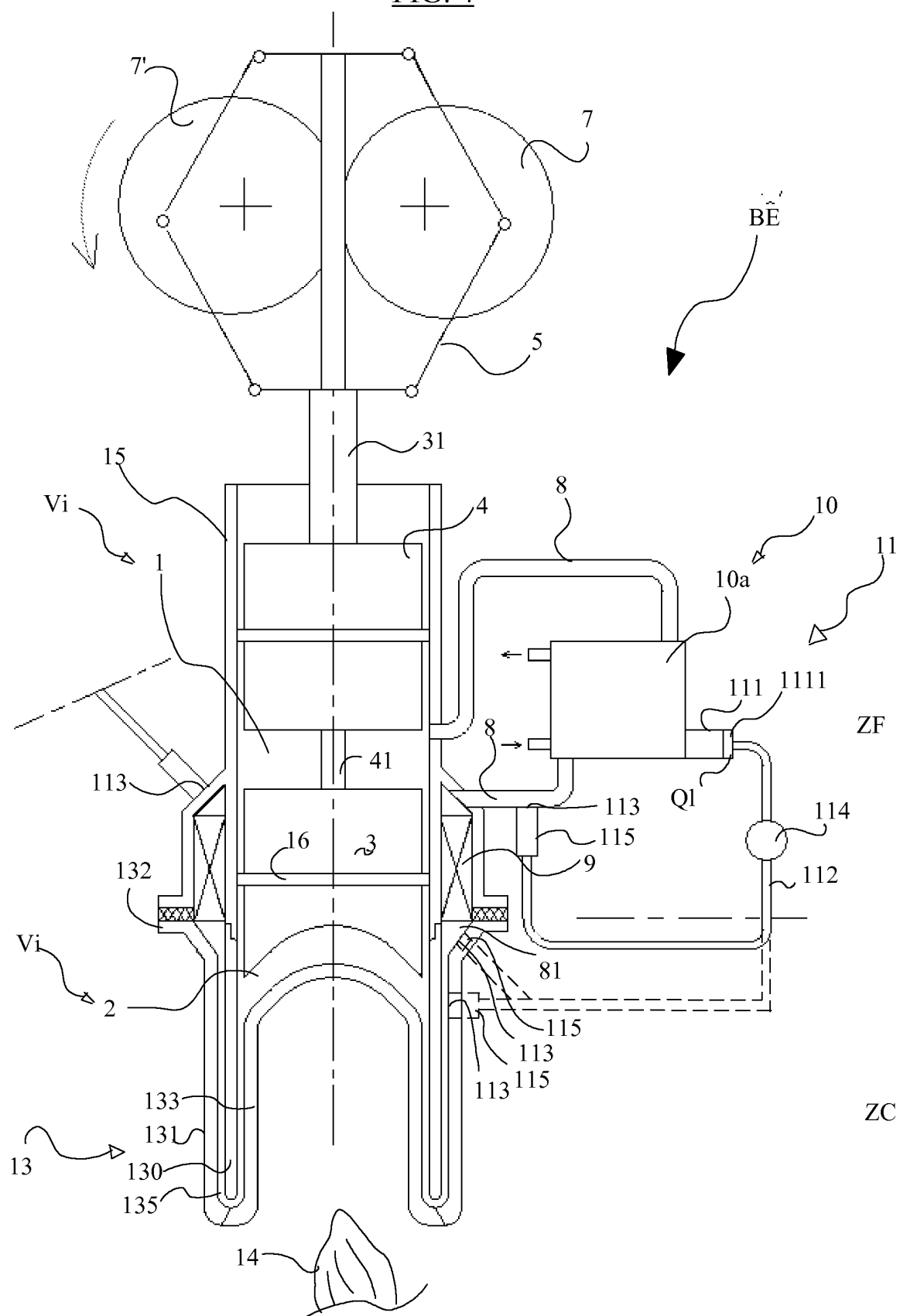


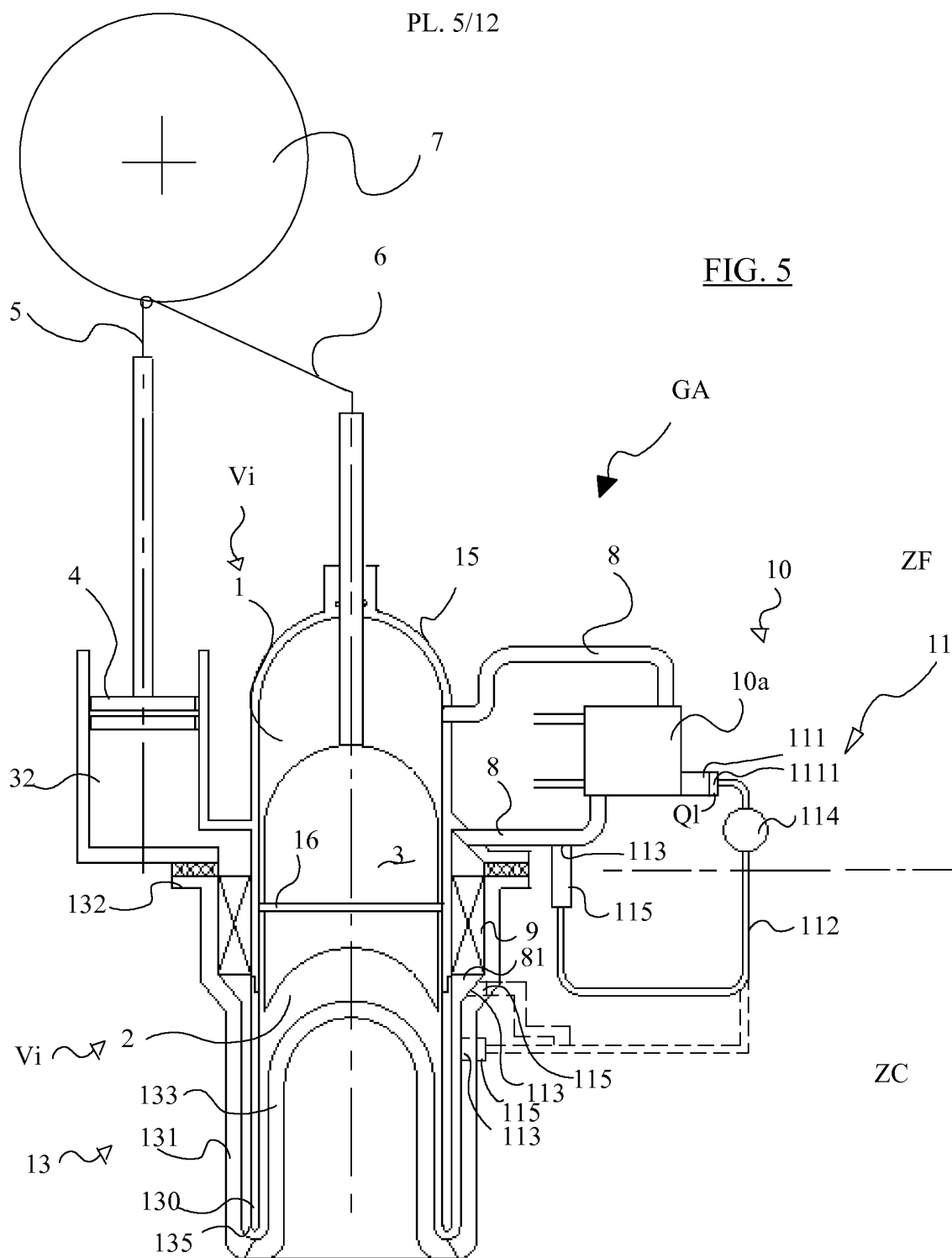
PL. 2/12

FIG. 2



PL. 4/12

FIG. 4



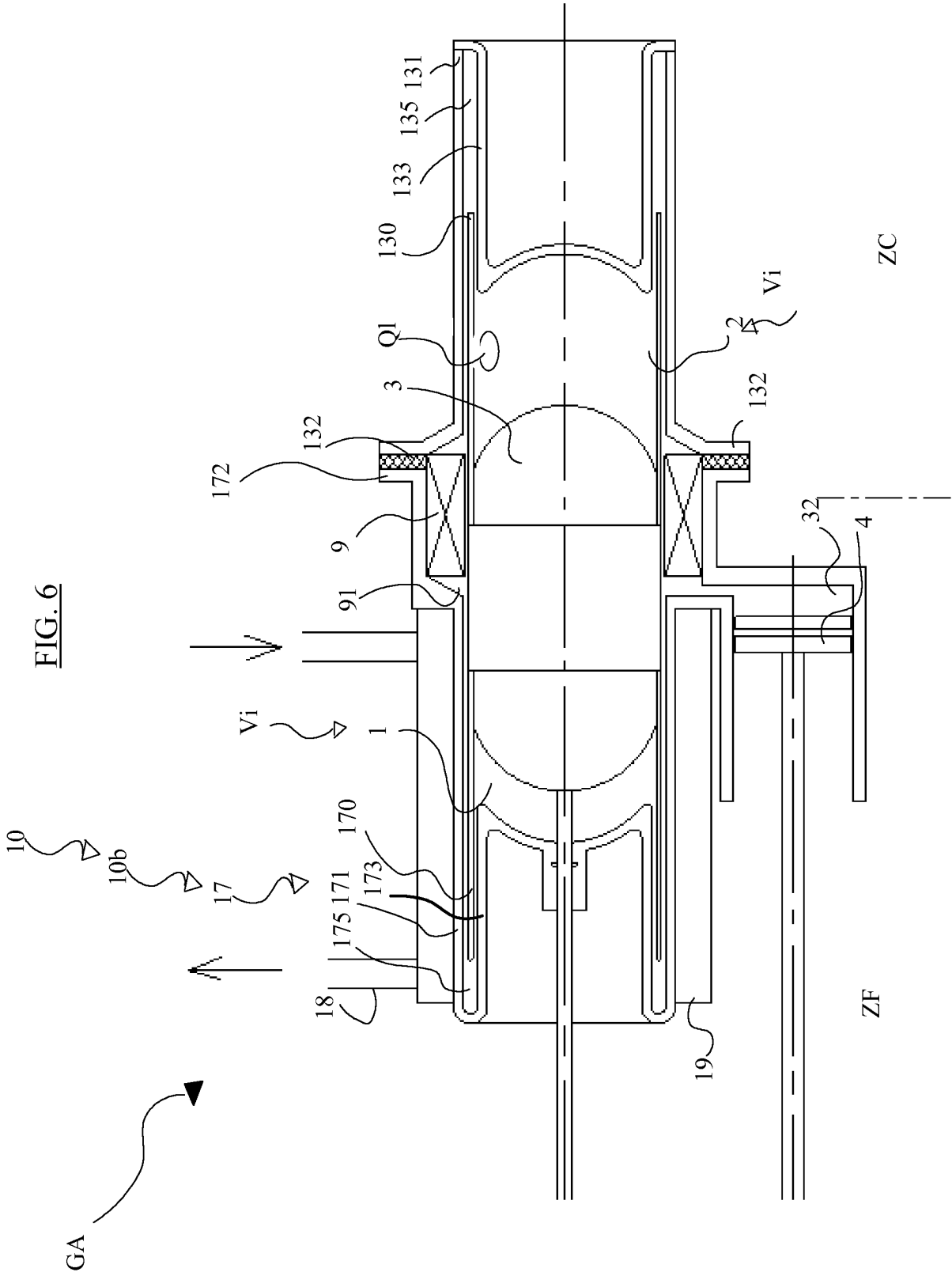


FIG. 8

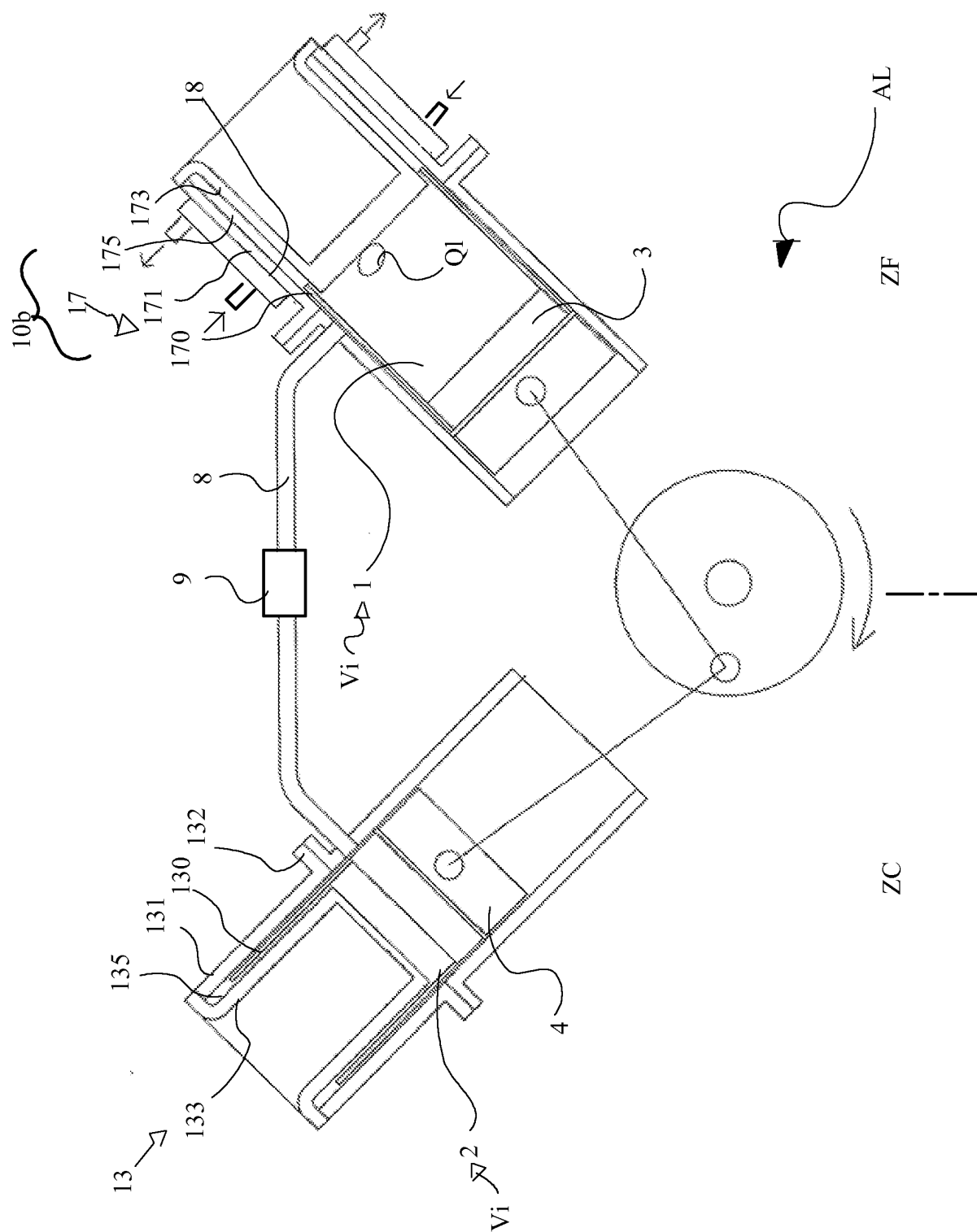
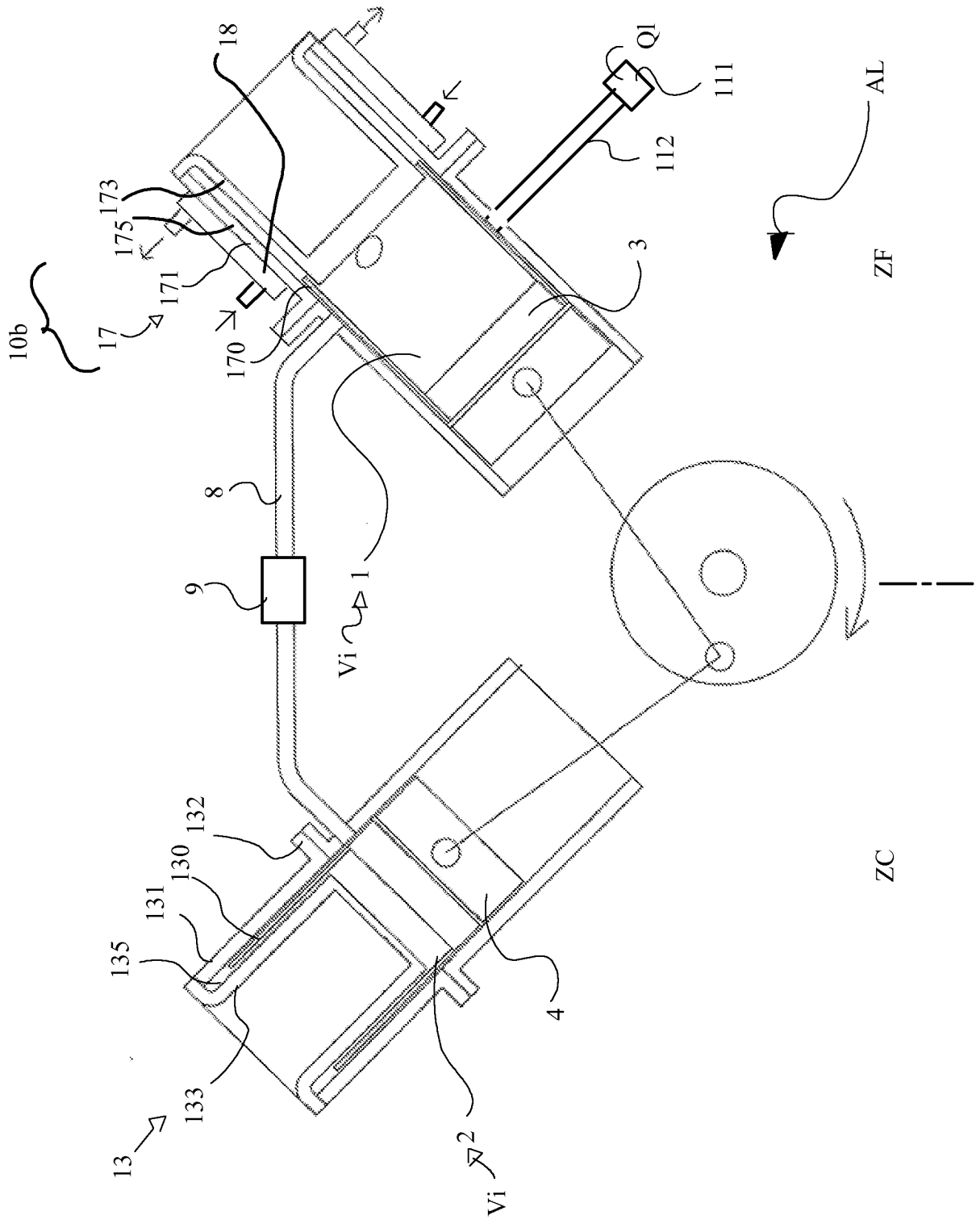


FIG. 9



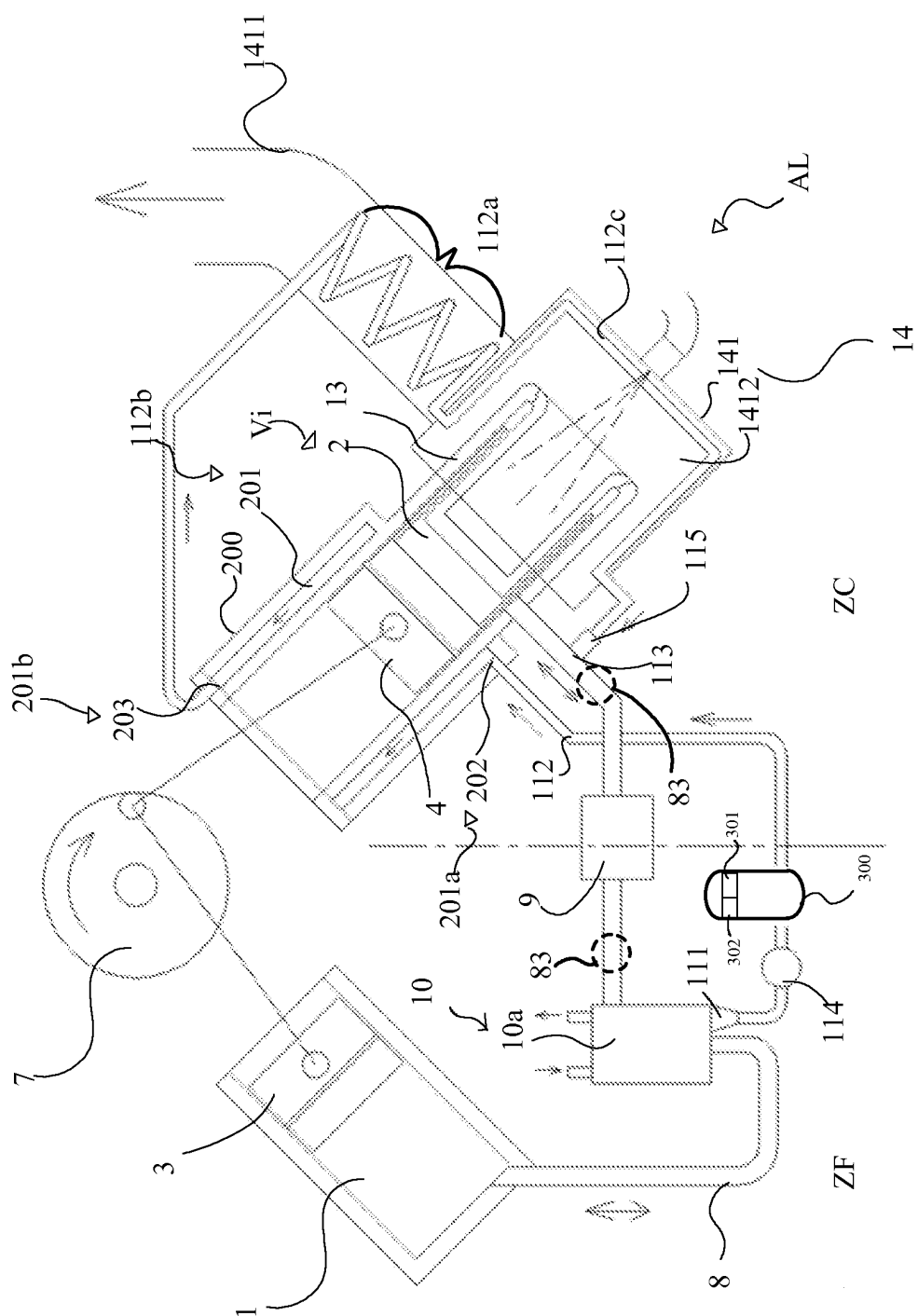


Fig. 10

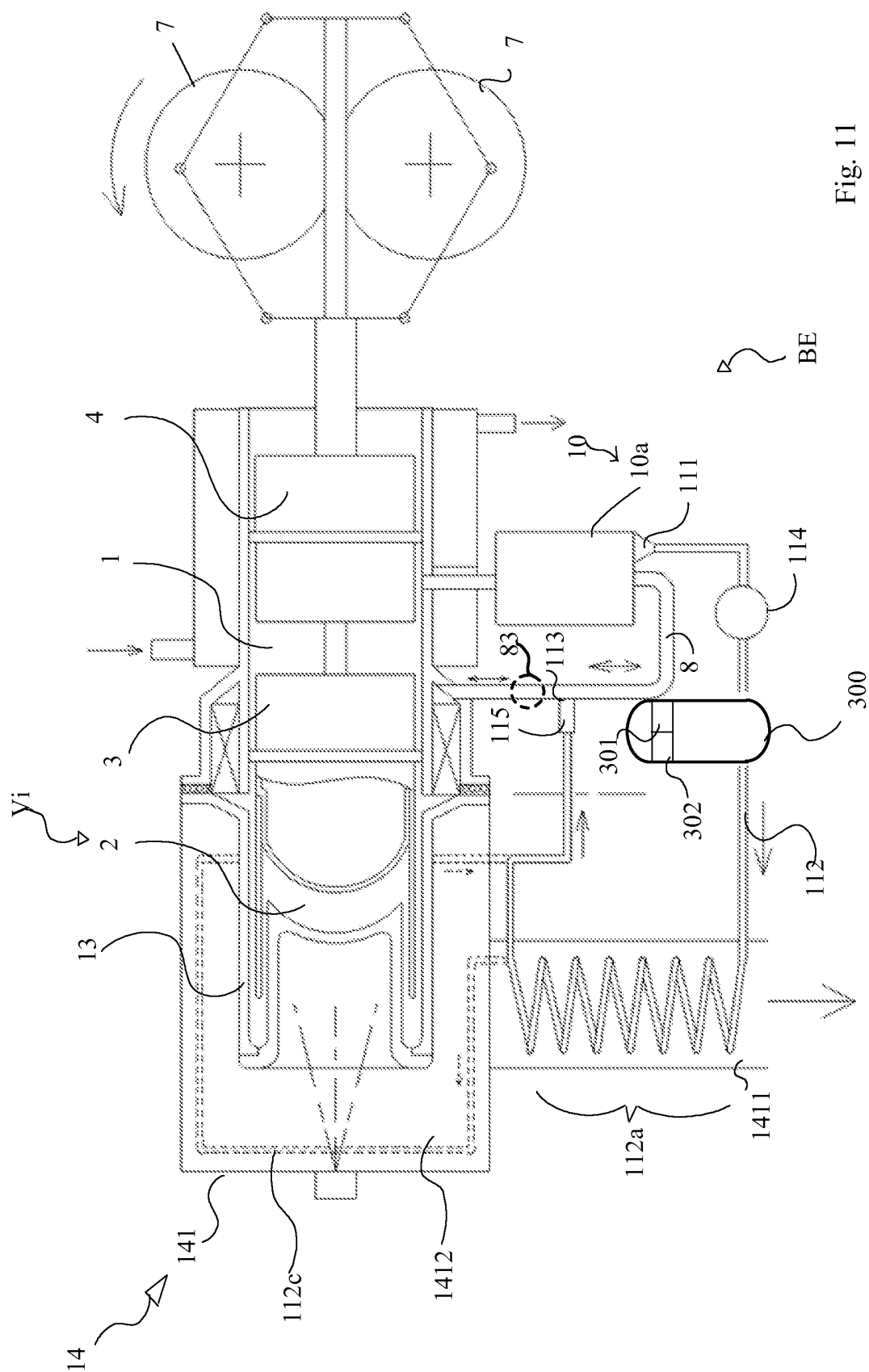


Fig. 11

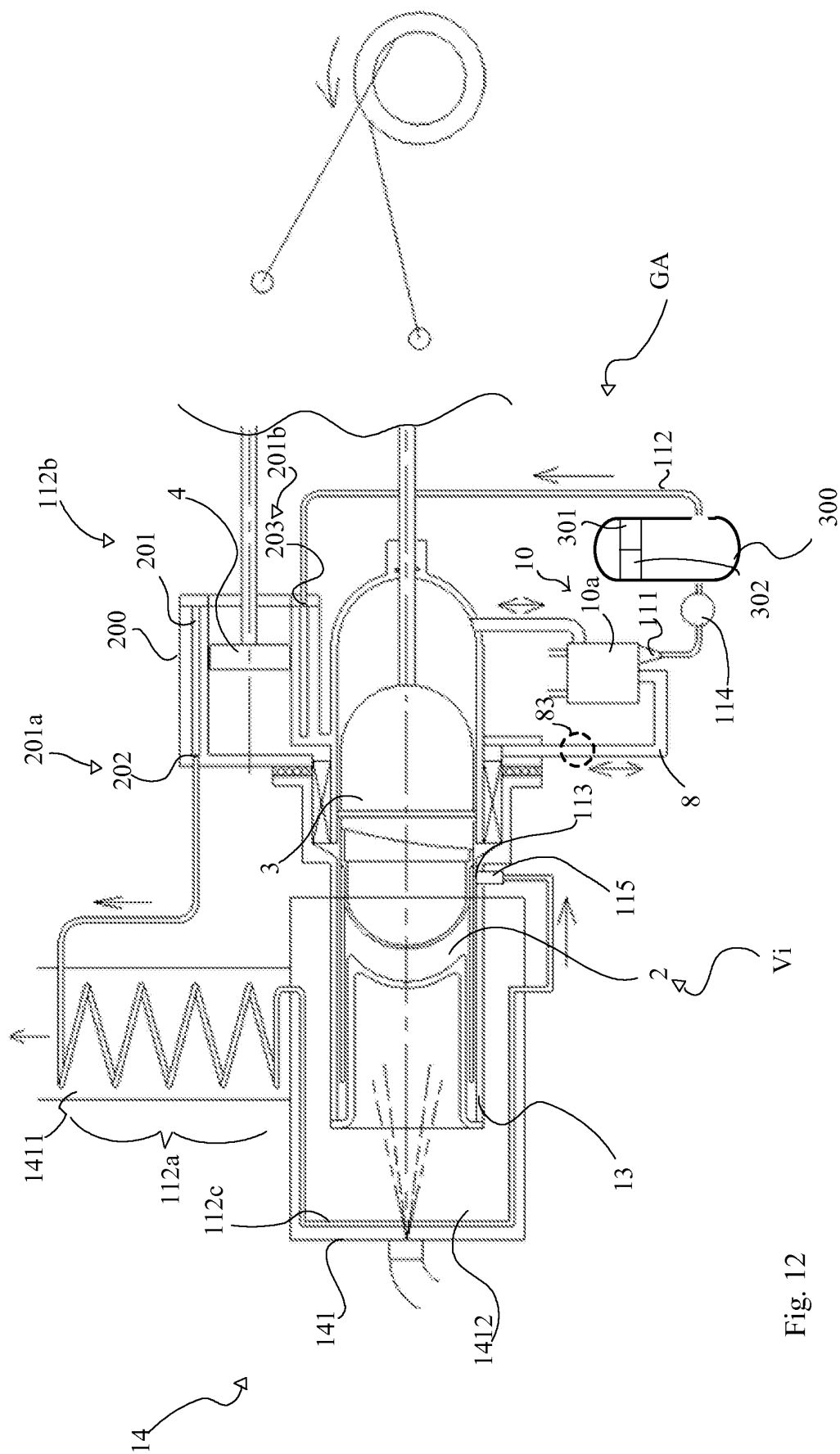


Fig. 12



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 732883
FR 1051434

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		
X	JP 11 107856 A (DAIWA KOSAN KK) 20 avril 1999 (1999-04-20) * abrégé *	1-5,9, 16,18,26	F02G1/043 F02G1/045 F02G1/053
X	----- EP 0 356 737 A2 (BALANCED ENGINES INC [US]) 7 mars 1990 (1990-03-07) * colonne 5, ligne 28 - ligne 41 *	1,26	
X	----- US 5 456 076 A (ZORNES BRUCE L [US]) 10 octobre 1995 (1995-10-10) * colonne 5, ligne 18 - ligne 31 *	1,26	
A	----- EP 0 043 879 A2 (THERMAL SYSTEMS LTD [KY]) 20 janvier 1982 (1982-01-20) * page 12, ligne 6 - page 13, ligne 10 *	1	
A	----- US 2009/038307 A1 (SMITH LEE S [US] ET AL) 12 février 2009 (2009-02-12) * alinéa [0027] *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F02G
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
30 avril 2010		Pileri, Pierluigi	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS 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 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			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE**RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1051434 FA 732883**

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 **30-04-2010**

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
JP 11107856	A	20-04-1999	AUCUN	
EP 0356737	A2	07-03-1990	AU 3918789 A	08-02-1990
			CA 1298278 C	31-03-1992
			DE 68905718 D1	06-05-1993
			DE 68905718 T2	21-10-1993
			JP 2161158 A	21-06-1990
			JP 2820726 B2	05-11-1998
			US 4901787 A	20-02-1990
US 5456076	A	10-10-1995	AU 4236593 A	29-11-1993
			WO 9322551 A1	11-11-1993
EP 0043879	A2	20-01-1982	GB 2080431 A	03-02-1982
US 2009038307	A1	12-02-2009	AUCUN	