

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
COURBEVOIE

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

3 105 295

21 N° d'enregistrement national : 19 15078

51 Int Cl<sup>8</sup> : F 01 L 7/02 (2019.12), F 02 G 1/00

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 20.12.19.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 25.06.21 Bulletin 21/25.

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 :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : H2P SYSTEMS Société par Actions  
Simplifiée — FR.

72 Inventeur(s) : THEVENOD Frédéric.

73 Titulaire(s) : H2P SYSTEMS Société par Actions Sim-  
plifiée.

74 Mandataire(s) : IPAZ.

54 Boisseau en deux parties coaxiales, et moteur à source chaude externe comprenant celui-ci.

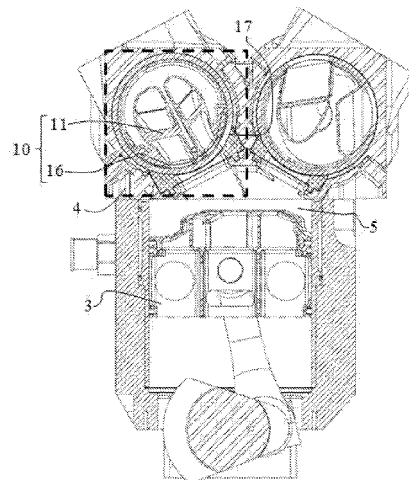
57 Boisseau en deux parties coaxiales, et moteur à  
source chaude externe comprenant celui-ci

La présente invention concerne un boisseau (10) pour  
moteur à source chaude externe (1) du type comprenant :  
un cylindre (2), un piston (3), une culasse (4), une chambre  
de travail (5) pour un gaz de travail, une distribution compren-  
nant ledit boisseau faisant sélectivement communiquer la  
chambre de travail avec différentes ressources. Le boisseau  
(10) comprend deux parties coaxiales :

une partie de guidage (11) du gaz de  
travail, comprenant des passages internes débouchant ra-  
dialement par au moins une embouchure qui communique  
sélectivement avec la chambre de travail (5) par au moins  
une lumière (41) pratiquée dans la culasse (4), et  
une partie de distribution (16) du gaz de travail, mobile et  
disposée en périphérie de la partie de guidage (11), com-  
prenant au moins une fenêtre (17) qui fait sélectivement  
communiquer la chambre de travail (5) avec au moins un  
desdits passages internes de façon que le gaz de travail  
s'écoule sélectivement entre la chambre de travail (5) et les  
différentes ressources.

La présente invention concerne également un moteur à  
source chaude externe comprenant ledit boisseau.

Figure pour l'abrégé : Fig. 3



FR 3 105 295 - A1



## Description

### **Titre de l'invention : Boisseau en deux parties coaxiales, et moteur à source chaude externe comprenant celui-ci**

#### **Domaine technique**

- [0001] La présente invention concerne un boisseau pour moteur à source chaude externe du type comprenant : au moins un cylindre, au moins un piston, une culasse, une chambre de travail pour un gaz de travail, une distribution comprenant ledit boisseau et faisant sélectivement communiquer la chambre de travail avec différentes ressources. Le boisseau comprend deux parties coaxiales :
- [0002] - une partie de guidage du gaz de travail, comprenant des passages internes débouchant radialement par au moins une embouchure qui communique sélectivement avec la chambre de travail par au moins une lumière pratiquée dans la culasse, et
- [0003] - une partie de distribution du gaz de travail, mobile et disposée en périphérie de la partie de guidage, comprenant au moins une fenêtre qui fait sélectivement communiquer la chambre de travail avec au moins un desdits passages internes de façon que le gaz de travail s'écoule sélectivement entre la chambre de travail et les différentes ressources. Elle concerne également un moteur à source chaude externe équipé dudit boisseau.

#### **Etat de la technique antérieure**

- [0004] Les moteurs à source chaude externe, par exemple du type Ericsson, connaissent un regain d'intérêt et de développement, avec comme but de diminuer les émissions de polluants ou de réduire la consommation d'énergie en revalorisant les rejets de chaleur. Ce type de moteur fonctionne entre deux sources de chaleur externes au moteur par l'intermédiaire d'échangeurs. Il utilise des soupapes pour contrôler l'écoulement du fluide de travail (en phase gazeuse) entre deux chambres, une de compression et l'autre de détente.
- [0005] Pour les machines volumétriques telles notamment que les moteurs à combustion interne à pistons, on connaît également les distributions utilisant des soupapes actionnées par des cames. Ce type de distribution présente diverses limitations. En particulier, la pression sur la face de la soupape opposée à la chambre de travail doit être faible. En outre la levée maximale de la soupape est faible si la durée (mesurée en degrés d'angle de rotation de la came) d'ouverture de la soupape est faible. En outre, l'entraînement des cames est consommateur d'énergie.
- [0006] On connaît aussi des machines volumétriques, telles que des compresseurs, qui utilisent une distribution à clapets. Cette solution nécessite que le différentiel de pression sur chaque clapet ait toujours, à chaque stade du cycle de fonctionnement de

la machine, une valeur et un sens appropriés pour que le clapet soit dans l'état – ouvert ou fermé – nécessaire au stade considéré du cycle.

- [0007] Dans certaines machines volumétriques à source chaude externe, telles que celles décrites dans les deux demandes de brevet FR 2 905 728 et FR 2 954 799, de l'air prélevé dans l'atmosphère est admis et comprimé dans une chambre de travail, puis transféré dans une source chaude, et de là re-transféré dans la même chambre de travail en début d'un temps d'expansion de cette chambre, produisant de l'énergie mécanique recueillie par un piston, puis évacué à l'atmosphère.
- [0008] Pour être efficaces, les deux transferts du gaz de travail, de la chambre de travail vers la source chaude puis de ladite source chaude vers ladite chambre de travail, doivent être brefs et s'opérer à travers une section de passage suffisamment grande pour minimiser les pertes de charge. Ces exigences sont difficiles à satisfaire avec une distribution par soupapes commandées par des cames. Par ailleurs, ce type de cycle est difficilement compatible avec une distribution par clapets.
- [0009] On connaît de la demande de brevet FR 3 069 884 un moteur à source chaude externe comprenant des boisseaux. Chaque boisseau est monté en rotation dans la culasse et comporte des passages internes débouchant à travers sa paroi latérale par au moins une embouchure qui communique sélectivement avec la chambre de travail par au moins une lumière pratiquée dans la culasse. Chaque boisseau est réalisé d'une seule pièce. Le boisseau offre une plus grande section de passage pour le gaz de travail et permet de diminuer les pertes de charges entre la chambre de travail et des ressources. Bien que satisfaisant, ce type de distributeur présente les inconvénients suivants :
- [0010] – des échanges thermiques importants entre le flux chaud, provenant de l'extrémité chaude d'un échangeur, entrant dans la chambre de travail et le flux froid sortant de la chambre de travail, réduisant la capacité à prélever de la chaleur dans la ressource chaude, et
- un effet de double soupape dans le trajet du gaz de travail avec une discontinuité entre une lumière de la culasse et une embouchure du boisseau d'une part, et un orifice du boisseau et une lumière d'un raccord d'une ressource d'autre part, peu propice à la circulation de l'air entre la chambre de travail et la ressource chaude.
- [0011] Il est désireux de toujours améliorer les deux transferts de gaz indiqués ci-dessus et/ou de proposer des solutions techniques efficaces afin de réaliser les deux transferts de gaz dans le moteur et d'accroître les performances de celui-ci.
- [0012] La présente invention a pour but de proposer un moteur à source chaude externe permettant de remédier au moins en partie aux problèmes cités ci-dessus. Elle a également pour but de proposer un moteur peu encombrant.

## Exposé de l'invention

- [0013] Selon un premier aspect de l'invention, on atteint au moins l'un des objectifs avec un boisseau pour moteur à source chaude externe du type comprenant :
- [0014] - au moins un cylindre,
- [0015] - un piston mobile en va et vient dans le cylindre,
- [0016] - une culasse définissant, avec le piston et le cylindre, une chambre de travail pour un gaz de travail,
- [0017] - une distribution, comprenant ledit boisseau, montée dans la culasse et faisant sélectivement communiquer la chambre de travail avec différentes ressources.
- [0018] Le boisseau est caractérisé en ce qu'il comprend deux parties coaxiales :
- [0019] - une partie de guidage du gaz de travail, comprenant des passages internes débouchant radialement par au moins une embouchure qui communique sélectivement avec la chambre de travail par au moins une lumière pratiquée dans la culasse, et
- [0020] - une partie de distribution du gaz de travail, disposée en périphérie de la partie de guidage et mobile par rapport à la partie de guidage, la partie de distribution comprenant au moins une fenêtre qui fait sélectivement communiquer la chambre de travail avec au moins un desdits passages internes de façon que le gaz de travail s'écoule sélectivement entre la chambre de travail et les différentes ressources.
- [0021] Le boisseau selon l'invention a pour avantages de limiter simultanément les pertes thermiques et les pertes de charges, et d'assurer une meilleure continuité des flux entre la chambre de travail et la ressource chaude, permettant ainsi d'améliorer le rendement et/ou les performances d'un moteur à source chaude externe équipé dudit boisseau.
- [0022] On entend par boisseau, un dispositif cylindrique comprenant des passages internes dans lesquels le gaz de travail peut circuler. Un passage interne est par exemple un conduit. Le boisseau est disposé de sorte que son axe de rotation est perpendiculaire à l'axe du cylindre au-dessus duquel il est agencé. Le boisseau est situé entre la chambre de travail et un échangeur le long du trajet du gaz de travail. Le boisseau présenté ici a la particularité de comprendre deux parties coaxiales : une partie de guidage et une partie de distribution entourant la partie de guidage. Le mouvement rotatif d'une partie et/ou de l'autre partie parmi la partie de guidage et la partie de distribution du boisseau est/sont synchronisé(s) avec le mouvement alternatif du piston, de façon que le gaz de travail peut traverser le boisseau via les passages internes, et ainsi distribuer le gaz entre la chambre de travail et l'échangeur. De préférence, chaque passage interne communique avec au moins deux ouvertures ménagées à travers la paroi latérale de la partie de guidage du boisseau, chaque ouverture se situant à une des deux extrémités du passage interne. A un certain stade du cycle, le gaz de travail s'écoule entre la chambre de travail et l'entrée froide de l'échangeur en passant à travers au moins une

lumière de la culasse, au moins un passage interne de la partie de guidage du boisseau et au moins une ouverture de la partie de distribution du boisseau.

[0023] On appelle embouchure, une ouverture se situant à une extrémité de la partie de guidage du boisseau. L'embouchure coïncide sélectivement avec au moins une lumière pratiquée dans la culasse. On appelle fenêtre, une ouverture de la partie de distribution du boisseau. Une fenêtre coïncide sélectivement avec au moins une lumière et au moins une embouchure. Une fenêtre peut coïncider avec au moins un orifice. On appelle orifice, une ouverture se situant à une autre extrémité de la partie de guidage du boisseau. L'orifice se situe à l'opposé de l'embouchure.

[0024] Pour ce qui précède et pour la suite de la demande, les termes embouchure et orifice correspondent à, ou qualifient, des ouvertures réalisées à travers la paroi latérale de la partie de guidage du boisseau. Le terme embouchure est utilisé pour qualifier chaque ouverture capable de communiquer avec la lumière de la culasse pour le passage du gaz de travail de la chambre de travail au boisseau ou inversement. Une embouchure est toujours réalisée à travers la paroi périphérique de la partie de guidage, dite aussi paroi circonférentielle. Le terme orifice est utilisé pour qualifier chaque ouverture capable de communiquer avec un raccord pour le passage du gaz de travail du boisseau au raccord ou inversement. Un orifice peut être réalisé à travers la paroi périphérique de la partie de guidage, dite aussi paroi circonférentielle, ou à travers la paroi transversale de la partie de guidage. Une embouchure ne peut pas servir d'orifice et inversement. Pour cela, dans le cas où l'orifice est réalisé sur la paroi périphérique de la partie de guidage, l'au moins une embouchure est décalée axialement par rapport à l'au moins un orifice.

[0025] Pour ce qui précède et pour la suite de la demande, le terme fenêtre correspond à, ou qualifie, une ouverture réalisée à travers la paroi latérale de la partie de distribution du boisseau. Le terme fenêtre est utilisé pour qualifier chaque ouverture capable de communiquer avec la lumière de la culasse et une embouchure, pour le passage du gaz de travail de la chambre de travail au boisseau ou inversement. Dans ce cas, on pourra utiliser l'expression fenêtre d'embouchure. En outre, le terme fenêtre est utilisé pour qualifier chaque ouverture capable de communiquer avec un orifice et un raccord, pour le passage du gaz de travail du boisseau au raccord ou inversement. Dans ce cas, on pourra utiliser l'expression fenêtre d'orifice. Une fenêtre peut être réalisée à travers la paroi périphérique de la partie de distribution, dite aussi paroi circonférentielle, ou à travers la paroi transversale de la partie de distribution.

[0026] Enfin, on entend par les adjectifs "chaud" et "froid", un sens relatif signifiant simplement qu'un élément chaud, par exemple une embouchure chaude ou un orifice chaud, est généralement plus chaud qu'un élément froid, par exemple une embouchure froide ou un orifice froid, lors du fonctionnement du moteur.

- [0027] On entend par paroi latérale, en évoquant la partie de guidage ou la partie de distribution, d'une part une paroi périphérique, dite aussi paroi circonférentielle, qui s'étend le long d'une face cylindrique de ladite partie, ou d'autre part une paroi transversale, dite aussi face axiale de ladite partie, qui s'étend le long d'une face plane de ladite partie.
- [0028] Le système de distribution à boisseau permet de proposer une grande section de passage du gaz de travail, notamment dès qu'une embouchure commence à coïncider avec une fenêtre de la partie de distribution et avec une lumière de la culasse. Comme la vitesse de rotation du boisseau est sensiblement constante, la section de passage augmente rapidement, par exemple linéairement, jusqu'à ce que l'embouchure coïncide parfaitement avec la lumière de la culasse.
- [0029] La distribution à boisseau permet de réaliser le cycle thermodynamique, du type quatre temps, suivant :
- [0030] – un gaz de travail, sensiblement froid est admis dans la chambre de travail,  
 – ledit gaz est comprimé dans ladite chambre de travail, puis  
 – transféré dans l'échangeur dans lequel un fluide calo-cédant (la source chaude) circule, de façon à chauffer le gaz de travail ;  
 – le gaz de travail chauffé est re-transféré dans la chambre de travail en début d'un temps d'expansion de la même chambre de travail ; puis  
 – l'expansion se poursuit et se termine alors que la chambre de travail est isolée de l'échangeur ; et  
 – le gaz de travail est échappé de la chambre de travail.
- [0031] Grâce au boisseau, les deux transferts précités du gaz de travail sont brefs et s'opèrent à travers une section de passage suffisamment grande pour minimiser les pertes de charge.
- [0032] De préférence, au moins une lumière de la culasse est susceptible de communiquer avec deux passages internes de la partie de guidage du boisseau qui débouchent à travers la paroi périphérique de la partie de guidage par deux embouchures alignées circonférentiellement, selon la position angulaire de la partie de distribution.
- [0033] Lesdits deux passages internes sont, l'un, un passage par lequel le gaz de travail rentre dans la chambre de travail, et l'autre, un passage par lequel le gaz de travail quitte la chambre de travail.
- [0034] Par exemple, le boisseau comprend :
- [0035] – un passage interne destiné à faire circuler le gaz de travail froid et comprimé entre la chambre de travail et l'extrémité froide de l'échangeur, et  
 – un passage interne, distinct du précédent, destiné à faire circuler le gaz de travail, comprimé et chauffé, entre l'extrémité chaude de l'échangeur et la chambre de travail.

- [0036] Le gaz de travail entrant dans l'échangeur est dit « froid » par comparaison avec sa température plus élevée lorsqu'il sort « chaud » de l'échangeur. Il doit cependant être bien entendu que le gaz de travail « froid » entrant dans l'échangeur est déjà réchauffé par sa compression dans la chambre de travail. De même, l'extrémité « froide » de l'échangeur est tout de même à une température voisine de celle du gaz de travail en fin de compression.
- [0037] De préférence, la distribution est agencée de façon que, vers la fin de la compression, la chambre de travail commence à communiquer avec l'extrémité froide de l'échangeur lorsque la pression dans la chambre de travail est plus basse que la pression dans l'échangeur. Lors du fonctionnement du moteur et en référence au cycle décrit au-dessus, le gaz de travail froid et comprimé et/ou en cours de compression entre dans la partie de guidage du boisseau, qui est fixe, dès lors qu'au moins une fenêtre de la partie de distribution en rotation coïncide simultanément avec une partie de l'embouchure et avec la lumière de façon à faire circuler le gaz de travail froid et comprimé vers l'extrémité froide de l'échangeur. La section de passage entre la chambre de travail et l'embouchure augmente avec la rotation de la partie de distribution du boisseau. Lorsque l'embouchure du boisseau coïncide parfaitement avec la lumière de la culasse, la section de passage est maximale. La majeure partie, au moins 50%, du volume de gaz de travail froid et comprimé a alors franchi ladite embouchure. Ensuite, du fait de la rotation de la partie de guidage du boisseau et de la fin de la compression, une partie seulement de l'embouchure coïncide avec la lumière, de façon à faire circuler la partie restante du gaz de travail froid et comprimé vers l'extrémité froide de l'échangeur. Simultanément, la section de passage entre la chambre de travail et la deuxième embouchure, du deuxième passage interne, augmente de sorte qu'une partie de ladite embouchure coïncide avec la même lumière. Le gaz de travail sortant de la deuxième embouchure, et donc entrant dans la chambre de travail, provient de l'extrémité chaude de l'échangeur après avoir été chauffé. Le gaz de travail effectue ainsi une boucle en passant par la même lumière de la culasse mais par des passages internes différents du boisseau. Ceci entraîne de réaliser ladite lumière plus grande, et donc d'augmenter encore la section de passage offerte au gaz pour passer dans l'échangeur et en revenir. Pendant un court instant le gaz de travail froid, sortant de la chambre de travail, et le gaz de travail chaud, entrant dans la chambre de travail, se croisent. On évite ainsi un phénomène défavorable de relativement faible pression dans la chambre de travail en début de phase d'expansion.
- [0038] De préférence, la section de la lumière est au moins égale à la somme des sections des embouchures chaudes et froides. De manière préférentielle, la section de la lumière est au moins égale à la somme des sections des embouchures chaudes et froides et de la section transversale de la paroi séparant l'embouchure chaude de l'embouchure froide.

- [0039] Selon un exemple de réalisation, les deux embouchures voisines sont alignées circonférentiellement et décalées d'un angle compris entre 5 et 15 degrés.
- [0040] Ces valeurs comme d'autres valeurs angulaires fournies par la suite, concernant les embouchures, des orifices et les fenêtres, sont indiquées pour une vitesse de rotation du boisseau comprise entre 1000 et 3000 tr/min (tours par minute), de préférence entre 2000 et 3000 tr/min (tours par minute). En outre, la pression nominale régnant dans l'échangeur de chaleur peut être comprise entre 4 et 5 bars absolu et le fluide caloporteur peut présenter une température comprise entre 500°C et 900°C (degrés Celsius).
- [0041] Selon un mode de réalisation préféré, la partie de guidage est fixe par rapport au moteur. Comme la majeure partie du boisseau est statique, les gaz sont d'une part moins perturbés lorsqu'ils s'écoulent dans le boisseau. En outre, la chaleur des gaz chauds est d'autre part moins dissipée par convection et/ou conduction de la surface interne et/ou externe du ou des passages internes du boisseau, ou de la surface externe du boisseau au regard de la culasse. En particulier, la chaleur des gaz chauds est moins dissipée par convection et/ou conduction de la surface interne et/ou externe du ou des passages internes du boisseau au regard du ou des passages internes dans lequel/lesquels s'écoulent des gaz froids. On entend par gaz chaud relativement à gaz froid, un gaz chaud qui présente une température plus importante que celle d'un gaz froid. Ceci permet de limiter ou d'éviter la diminution de l'écart de température entre la partie chaude du boisseau et la partie froide du boisseau ; le principe du moteur résidant sur la différence de température entre la source chaude et la source froide.
- [0042] Enfin, on observe un effet de synergie. Comme l'écoulement des gaz est facilité, la dissipation thermique est diminuée. Au regard de l'art antérieur, l'écart de température entre les gaz chauds et les gaz froids au sein du moteur est maximisé, permettant d'obtenir un rendement significativement amélioré, du moins au-delà de l'addition des deux effets pris séparément.
- [0043] De préférence, la partie de guidage comprend au moins un orifice, agencé à l'extrémité d'un passage interne opposée à l'au moins une embouchure, de façon que les passages internes débouchent à travers une paroi de la partie de guidage du boisseau par l'au moins un orifice qui permet au passage interne de communiquer avec un raccord fixe correspondant. Un raccord fixe relie le moteur avec une ressource, par exemple une extrémité froide ou chaude d'un échangeur.
- [0044] Selon un premier mode de réalisation, l'au moins un orifice est agencé sur une paroi périphérique de la partie de guidage. Cette caractéristique a pour avantage de faire traverser les gaz radialement dans le boisseau et ainsi permet de limiter la distance de parcours des gaz entre la chambre de travail et les ressources. Selon un exemple, la partie de guidage peut comporter deux orifices, un orifice froid et un orifice chaud, agencés sur la paroi périphérique.

- [0045] Selon un deuxième mode de réalisation, l'au moins un orifice comprend deux orifices : un orifice agencé sur une paroi périphérique de la partie de guidage et un orifice agencé sur une paroi transversale de la partie de guidage. De préférence, l'au moins un orifice comprend deux orifices : un orifice, dit orifice froid, agencé sur une paroi périphérique de la partie de guidage et un orifice, dit orifice chaud, agencé sur une paroi transversale de la partie de guidage. Cette caractéristique a pour avantage de limiter les transferts thermiques entre les passages internes, dans lesquels s'écoulent respectivement des gaz chauds et des gaz froids, depuis le passage interne contenant un gaz chaud vers un passage interne contenant un gaz froid ou inversement, du fait de l'éloignement de l'orifice chaud par rapport à l'orifice froid.
- [0046] Selon un troisième mode de réalisation, l'au moins un orifice est agencé sur une paroi transversale de la partie de guidage. Cette caractéristique a pour avantage de laisser l'au moins un orifice constamment ouvert, et ainsi de limiter la perte de charges. La partie de guidage peut comporter deux orifices, un orifice froid et un orifice chaud, agencés sur une paroi transversale. Selon un premier exemple, les deux orifices peuvent être agencés sur une même paroi transversale, ou une même face axiale. Selon un deuxième exemple, chaque orifice est agencé sur une paroi transversale distincte opposée.
- [0047] De préférence, la partie de distribution est de forme générale tubulaire. La partie de distribution comprend au moins une fenêtre dirigée radialement agencée et configurée pour, au cours d'une rotation de ladite partie, sélectivement s'aligner avec au moins une embouchure de la partie de guidage du boisseau.
- [0048] Selon un mode de réalisation, la partie de distribution est de forme générale tubulaire, et la partie de distribution comprend au moins une fenêtre agencée et configurée pour sélectivement s'aligner, au cours d'une rotation de ladite partie, avec au moins un orifice de la partie de guidage du boisseau. Selon un mode de réalisation compatible avec le premier et le deuxième mode de réalisation de la partie de guidage, la partie de distribution est de forme générale tubulaire, et la partie de distribution comprend au moins une fenêtre dirigée radialement et agencée pour sélectivement s'aligner avec au moins une embouchure, et au moins une fenêtre dirigée radialement et agencée pour s'aligner avec au moins un orifice.
- [0049] La partie de distribution peut en outre comprendre, pour un cylindre, une même fenêtre dirigée radialement, faisant sélectivement communiquer l'un ou l'autre de deux passages internes avec la chambre de travail. Dans un mode de réalisation en particulier compatible avec le troisième mode de réalisation de la partie de guidage, la partie de distribution comprend, pour un cylindre, une seule fenêtre dirigée radialement.
- [0050] Selon un mode de réalisation, l'au moins une embouchure comprend deux em-

bouchures pour un même passage interne, capables de communiquer simultanément avec la chambre de travail, par deux lumières. Chaque embouchure peut coïncider avec une lumière. Cette caractéristique est particulièrement avantageuse en vue de trouver un compromis entre une grande section de passage pour le flux du gaz de travail, limiter la perte de charge dudit flux et limiter les fuites de gaz de travail entre le boisseau et la culasse.

- [0051] Par exemple en phase de compression du gaz du travail et lors de son acheminement vers l'extrémité froide de l'échangeur, le gaz passe dans les deux embouchures du boisseau haute pression en traversant les deux lumières de la culasse de sorte que le flux est divisé en deux pour traverser les deux lumières et les deux embouchures, formant deux lignes de flux. Après les deux embouchures, chaque ligne de flux circule dans un conduit débouchant dans un conduit commun. Le passage interne présente en fait la forme d'un Y selon ce mode de réalisation particulier.
- [0052] De préférence, les lumières et les embouchures présentent une forme rectangulaire pour limiter les pertes de charges.
- [0053] De manière préférentielle, l'une au moins des embouchures est subdivisée par au moins un meneau. Cette caractéristique permet de soutenir des dispositifs d'étanchéité, placés sur la culasse, lorsque l'une au moins une embouchure passe devant une lumière de la culasse. Les meneaux peuvent équiper aussi bien les embouchures du boisseau basse pression que celles du boisseau haute pression.
- [0054] Pour ce qui précède et pour la suite de la description, on entend par meneau une barrette prévue pour subdiviser uniquement l'embouchure sans faire saillie à l'intérieur du boisseau (sans subdiviser le passage interne). Il s'étend circonférentiellement pour relier deux côtés longitudinaux d'une embouchure de façon à prolonger la circonférence du boisseau.
- [0055] Selon un mode de réalisation, au moins un passage comprend deux passages conduisant en parallèle à une même ressource, capables de communiquer simultanément chacun avec une lumière respective de la culasse. Cette caractéristique permet de proposer une grande section de passage pour le gaz de travail. Par exemple lors du retour du gaz de travail provenant de l'extrémité chaude de l'échangeur, le flux du gaz travail est divisé en deux lignes de flux, qui circulent dans deux passages internes distincts à l'intérieur du boisseau. Les deux lignes de flux sont divisées avant l'entrée dans les deux orifices du boisseau et se rejoignent après la sortie des deux lumières de la culasse.
- [0056] Selon une option, la partie de guidage comprend au moins une cavité agencée entre les passages internes de la partie de guidage, la cavité formant une canalisation dirigée axialement. Cette cavité peut permettre d'introduire un gaz afin de réchauffer les passages internes.

- [0057] Selon un deuxième aspect de l'invention, on atteint au moins l'un des objectifs avec un moteur à source chaude externe comprenant :
- [0058] - au moins un cylindre,
- [0059] - un piston mobile en va et vient dans le cylindre, en étant relié à un arbre moteur,
- [0060] - une culasse définissant, avec le piston et le cylindre, une chambre de travail pour un gaz de travail,
- [0061] - une distribution montée dans la culasse et faisant sélectivement communiquer la chambre de travail avec les ressources suivantes :
- [0062] - une admission de gaz de travail,
- [0063] - une extrémité froide d'un échangeur de chaleur,
- [0064] - une extrémité chaude de l'échangeur de chaleur,
- [0065] - un échappement,
- [0066] caractérisé en ce qu'il comprend au moins un premier boisseau agencé selon l'une ou plusieurs des caractéristiques du premier aspect.
- [0067] Selon des perfectionnements optionnels de l'invention :
- le moteur comprend un second boisseau, dit basse pression, commandant la communication sélective de la chambre de travail avec l'admission et l'échappement, le second boisseau comprenant des passages internes débouchant radialement par au moins une embouchure qui communique sélectivement avec la chambre de travail par au moins une lumière pratiquée dans la culasse,
  - le second boisseau comprend un orifice dirigé radialement et un orifice dirigé axialement, chaque orifice étant agencé à l'extrémité du passage interne correspondant opposée à son embouchure,
  - le second boisseau est un boisseau basse pression commandant la communication sélective de la chambre de travail avec l'admission et l'échappement, et le premier boisseau est un boisseau haute pression commandant la communication sélective de la chambre de travail avec les extrémités chaude et froide de l'échangeur ; cette caractéristique permet de simplifier la construction du moteur en dissociant les flux dits « haute pression » et les flux dits « basse pression » et de réduire son encombrement
  - les boisseaux peuvent présenter des diamètres identiques, permettant de simplifier la construction du moteur,
  - les boisseaux peuvent présenter des diamètres différents, par exemple le premier boisseau dit haute pression peut être de diamètre supérieur au diamètre du second boisseau dit basse pression, cette caractéristique permet d'agrandir encore la section de passage des passages internes, allant à l'échangeur et en revenant;
  - le moteur comprend des moyens pour entraîner l'une des parties du boisseau à une vitesse proportionnelle à la vitesse de l'arbre moteur,
  - le moteur comprend des moyens pour entraîner la partie de distribution du boisseau

à une vitesse proportionnelle à la vitesse de l'arbre moteur,

- le moteur comprend, alternativement au second boisseau, une distribution à soupapes, du type utilisés pour les moteurs à combustion interne,

- le moteur comprend deux raccords fixes, un raccord dit « haute pression » et un raccord dit « basse pression »,

- le raccord haute pression comprend un raccord froid communiquant avec l'extrémité froide de l'échangeur et un raccord chaud communiquant avec l'extrémité chaude de l'échangeur,

- le raccord basse pression comprend un raccord d'admission, communiquant avec l'admission du gaz de travail, et un raccord d'échappement communiquant avec l'échappement du gaz de travail.

[0068] Selon un mode de réalisation préféré, le cycle thermodynamique est réalisé dans un seul cylindre. La culasse, surmontant la chambre de travail, supporte le boisseau haute pression et le boisseau basse pression, qui sont disposés parallèlement l'un à l'autre vue parallèlement à l'axe du boisseau.

[0069] Selon d'autres modes de réalisation, le moteur à source chaude externe peut comprendre plusieurs cylindres tel un moteur à combustion interne. Par exemple, le moteur peut comprendre au moins deux cylindres. Dans ce cas, il peut comprendre tout ou partie des caractéristiques décrites jusqu'à maintenant.

[0070] Dans le cas de deux ou plusieurs cylindres, le boisseau est potentiellement le même pour tous les cylindres qui sont disposés en ligne les uns avec les autres. Selon un autre mode de réalisation, il est prévu un boisseau par cylindre.

[0071] De préférence, le moteur comprend des dispositifs d'étanchéité pour limiter les fuites de gaz.

[0072] Selon un mode de réalisation, les lumières peuvent être entourées de dispositifs d'étanchéité pour fermer l'interstice entre la paroi périphérique du boisseau et une surface adjacente de la culasse tout autour de chaque lumière. Le dispositif d'étanchéité peut comprendre des barrettes d'un matériau pour frottement sec, par exemple graphite. Par exemple, les barrettes sont disposées autour des lumières de la culasse.

[0073] Selon un autre mode de réalisation, pouvant être compatible avec le précédent, les embouchures peuvent être entourées de dispositifs d'étanchéité pour fermer l'interstice radial entre la partie de guidage et la partie de distribution du boisseau.

[0074] Selon un autre aspect de l'invention, pouvant être compatible avec le premier aspect, il est prévu un ensemble de motorisation comprenant un moteur selon l'une ou plusieurs des caractéristiques énoncées ci-dessus et un échangeur de chaleur ayant un trajet calorécepteur s'étendant entre une extrémité froide et une extrémité chaude sélectivement raccordées à la chambre de travail vers la fin d'une phase de compression et

vers le début d'une phase de détente, respectivement. Le gaz de travail circule dans le trajet calorécepteur.

[0075] De préférence, l'échangeur est du type à contre-courant. L'échangeur de chaleur comprend un trajet calo-cédant parcouru dans un sens par un fluide calo-cédant, sens qui est opposé au sens de parcours du gaz de travail dans le trajet calorécepteur. Le trajet calo-cédant est distinct du trajet calorécepteur.

[0076] Selon un mode de réalisation, l'échangeur de chaleur comprend un trajet calo-cédant parcouru par les gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne. Selon un autre mode de réalisation, l'échangeur de chaleur comprend un trajet calo-cédant parcouru par un fluide réchauffé à l'énergie solaire.

### **Brève description des dessins**

[0077] D'autres avantages et particularités de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée de mises en œuvre et de modes de réalisation nullement limitatifs, et des dessins annexés suivants :

[0078] [fig.1] la figure 1 comprend deux figures 1a et 1b montrant deux représentations schématiques d'un moteur à source chaude externe, comprenant deux boisseaux, un boisseau basse pression, à gauche de chacune des figures 1a et 1b, et un boisseau haute pression, à droite de chacune des figures 1a et 1b, comprenant deux parties coaxiales selon l'invention, une partie de guidage et une partie de distribution, le boisseau haute pression étant illustré selon un premier mode de réalisation, dans lequel la partie de guidage comprend des passages internes, chaque passage interne débouchant radialement par une embouchure et un orifice, la partie de distribution comprenant une fenêtre d'embouchure dirigée radialement et agencée pour s'aligner sélectivement avec une embouchure, et une fenêtre d'orifice dirigée radialement et agencée pour s'aligner sélectivement avec un orifice, le moteur étant couplé avec un échangeur de chaleur, l'ensemble moteur et échangeur étant vu en coupe lors de deux principales phases de fonctionnement du moteur : la figure 1a illustrant une phase d'admission d'un gaz de travail dans le cylindre du moteur, la figure 1b illustrant une phase d'échappement du gaz hors dudit cylindre ;

[0079] [fig.2] la figure 2 comprend trois figures 2a, 2b et 2c montrant trois représentations schématiques d'un moteur conforme à la figure 1, l'ensemble moteur et échangeur étant également vu en coupe lors de trois principales phases de fonctionnement du moteur : la figure 2a illustrant une phase de fin de compression du gaz de travail et au cours de laquelle le gaz est également dirigé vers une extrémité froide de l'échangeur de chaleur, la figure 2b illustrant une phase dans laquelle un boisseau présente une position dite « de balayage » qui autorise la communication fluidique simultanée de l'extrémité froide et l'extrémité chaude de l'échangeur avec le cylindre du moteur, la

figure 2c illustrant une phase de détente du gaz de travail après son passage dans l'échangeur ;

- [0080] [fig.3] la figure 3 est une vue en coupe d'un moteur comprenant un boisseau basse pression, à droite de la figure, et un boisseau haute pression, à gauche de la figure, comprenant deux parties coaxiales, le plan de coupe étant perpendiculaire aux axes des boisseaux, la figure 3 illustrant une phase de fin de compression du gaz de travail et montrant la position des différentes pièces mobiles dont la position angulaire des boisseaux, en particulier la position angulaire de la partie de distribution relativement à la partie de guidage du boisseau haute pression, la position de la partie de distribution étant telle qu'une fenêtre est décalée angulairement de quelques degrés relativement à une embouchure froide ;
- [0081] [fig.4] la figure 4 est un zoom du boisseau haute pression de la figure 3 ;
- [0082] [fig.5] la figure 5 est un zoom du boisseau haute pression conforme aux figures 3 et 4, la figure 5 illustrant une position dans laquelle la fenêtre de la partie de distribution est centrée relativement à une embouchure froide ;
- [0083] [fig.6] la figure 6 est un zoom du boisseau haute pression conforme aux figures 3 et 4, la figure 6 illustrant une position dans laquelle la fenêtre de la partie de distribution est décalée angulairement de quelques degrés relativement à une embouchure froide et également à une embouchure chaude ;
- [0084] [fig.7] la figure 7 est un zoom du boisseau haute pression conforme aux Figures 3 et 4, la figure 7 illustrant une position dans laquelle la fenêtre de la partie de distribution est centrée relativement à une embouchure chaude ;
- [0085] [fig.8] la figure 8 est un zoom du boisseau haute pression conforme aux figures 3 et 4, la figure 8 illustrant une position dans laquelle la fenêtre de la partie de distribution est décalée angulairement de quelques degrés relativement à une embouchure chaude de manière que ladite fenêtre de la partie de distribution ne coïncide plus avec l'embouchure chaude ;
- [0086] [fig.9] la figure 9 est une vue en perspective éclatée d'un boisseau haute pression selon un deuxième mode de réalisation de l'invention, le boisseau comprenant une partie de distribution et une partie de guidage, la partie de guidage comprenant deux embouchures froides et deux embouchures chaudes, la partie de distribution comprenant uniquement deux fenêtres, dites fenêtres d'embouchures, la partie de distribution étant prévue pour recouvrir la partie de guidage du boisseau ;
- [0087] [fig.10] la figure 10 est une vue en perspective éclatée d'un boisseau selon le même mode de réalisation que la figure 9, la partie de guidage comprenant un orifice, dit orifice froid, agencé sur la paroi circonférentielle, la partie de distribution comprenant une fenêtre, dite fenêtre d'orifice, agencée sur la paroi circonférentielle ;
- [0088] [fig.11] la figure 11 est une vue en coupe longitudinale du moteur présentant un

boisseau haute pression conforme au mode de réalisation des figures 9 et 10, le plan de coupe passant par l'axe dudit boisseau et par l'axe du piston, la figure 11 illustrant une phase au cours de laquelle le gaz de travail est en communication avec l'une des extrémités froide de l'échangeur de chaleur ;

[0089] [fig.12] la figure 12 est un zoom du boisseau haute pression conforme aux figures 9, 10 et 11, illustrant une phase au cours de laquelle le gaz de travail est dirigé vers une extrémité froide de l'échangeur de chaleur, ou bien, au cours de laquelle le gaz de travail, provenant d'une extrémité chaude de l'échangeur de chaleur, est dirigé vers la chambre de travail ;

[0090] [fig.13] la figure 13 est un zoom du boisseau haute pression conforme aux figures 9, 10 et 11, illustrant une phase au cours de laquelle le gaz de travail, provenant d'une extrémité chaude de l'échangeur de chaleur, est dirigé vers la chambre de travail, ou bien, au cours de laquelle le gaz de travail est dirigé vers une extrémité froide de l'échangeur de chaleur ;

[0091] [fig.14] la figure 14 est une vue en perspective éclatée d'un boisseau haute pression selon un troisième mode de réalisation de l'invention, le boisseau comprenant une partie de distribution et une partie de guidage, la partie de guidage comprenant deux embouchures froides et deux embouchures chaudes, la partie de distribution comprenant deux fenêtres, dites fenêtres d'embouchures, la partie de distribution étant prévue pour recouvrir la partie de guidage du boisseau ;

[0092] [fig.15] la figure 15 comprend deux figures 15a et 15b montrant deux vues en perspective d'une partie de guidage d'un boisseau conforme au mode de réalisation de la figure 14, dans lequel deux orifices sont agencés sur une paroi transversale, le boisseau étant prévu pour un moteur comprenant un cylindre, la figure 15a montrant le boisseau en transparence de manière à visualiser les passages internes ;

[0093] [fig.16] la figure 16 est une vue en coupe longitudinale d'un moteur présentant un boisseau haute pression conforme aux figures 14 et 15, le plan de coupe passant par l'axe dudit boisseau et par l'axe du piston, la figure 16 illustrant une phase au cours de laquelle le gaz de travail est dirigé vers une extrémité froide de l'échangeur de chaleur.

### **Description des modes de réalisation**

[0094] Ces modes de réalisation n'étant nullement limitatifs, on pourra notamment considérer des variantes de l'invention ne comprenant qu'une sélection de caractéristiques décrites par la suite isolées des autres caractéristiques décrites (même si cette sélection est isolée au sein d'une phrase comprenant ces autres caractéristiques), si cette sélection de caractéristiques est suffisante pour conférer un avantage technique ou pour différencier l'invention par rapport à l'état de la technique antérieure. Cette sélection comprend au moins une caractéristique de préférence fonctionnelle sans

détails structurels, et/ou avec seulement une partie des détails structurels si cette partie uniquement est suffisante pour conférer un avantage technique ou pour différencier l'invention par rapport à l'état de la technique antérieure.

[0095] Les figures 1a, 1b, 2a, 2b et 2c illustrent les phases principales de fonctionnement d'un moteur à source chaude externe 1, et vont permettre de décrire le moteur comprenant des boisseaux selon un mode de réalisation. Le moteur comprend :

- [0096] – un bloc-moteur dans lequel est formée une cavité cylindrique appelée cylindre 2,
- un piston mobile 3 agencé pour se déplacer en va et vient dans le cylindre 2,
- une culasse 4 coiffant le bloc-moteur au-dessus du cylindre 2, une chambre de travail 5 étant délimitée pour un gaz de travail, typiquement de l'air, dans le cylindre 2 entre le piston 3 et la culasse 4,
- [0097] – une distribution montée dans la culasse 4, agencée et configurée pour faire communiquer sélectivement la chambre de travail 5 avec les ressources suivantes :
- une admission A de gaz de travail,
  - une extrémité froide B d'un échangeur de chaleur,
  - une extrémité chaude C de l'échangeur de chaleur,
  - un échappement D.

[0098] Le moteur est raccordé à un échangeur de chaleur 6 pour un échange de chaleur entre le gaz de travail, dit fluide calo-récepteur, et un fluide calo-cédant. L'échangeur de chaleur 6 est du type à contre-courant. Il comprend un trajet calo-cédant 61 parcouru par le fluide calo-cédant de la gauche vers la droite. Il comprend en outre un trajet calo-récepteur 62, représenté sous le trajet calo-cédant 61, en référence aux figures 1a à 2c, de façon que le gaz de travail parcourt le trajet calo-récepteur de la droite vers la gauche. Le trajet calo-cédant est distinct du trajet calo-récepteur. Le fluide calo-cédant est par exemple les gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne.

[0099] L'échangeur de chaleur 6 est relié au moteur par l'intermédiaire de raccords 60, voir figures 11 et 16, et de tuyaux de façon à pourvoir faire circuler le gaz de travail depuis le moteur vers l'échangeur et inversement. De même, un ou des raccords ou tuyaux sont reliés au moteur pour réaliser l'admission et l'échappement.

[0100] La distribution comprend deux boisseaux, un premier boisseau 10, dit boisseau « haute pression », et un deuxième boisseau 30, dit boisseau « basse pression », montés dans la culasse 4, au-dessus de la chambre de travail 5. Chaque boisseau présente la forme générale d'un cylindre. Les axes des deux boisseaux sont parallèles l'un à l'autre et orthogonaux à l'axe du cylindre 2. Le boisseau basse pression 30 est agencé et configuré pour commander la communication sélective de la chambre de travail 5 avec l'admission A et l'échappement D. Le boisseau haute pression 10 est agencé et

configuré pour commander la communication sélective de la chambre de travail 5 avec les extrémités chaude C et froide B de l'échangeur 6. De préférence, le boisseau haute pression 10 est utilisé uniquement pour commander la circulation du gaz de travail entre la chambre de travail et l'échangeur. De même, le boisseau basse pression 30 est utilisé uniquement pour commander l'admission et l'échappement. Cette caractéristique permet de simplifier la construction du moteur en dissociant les flux dits « haute pression » et les flux dits « basse pression » et de réduire son encombrement. Les boisseaux présentent par exemple mais non nécessairement des diamètres identiques permettant de simplifier la construction du moteur. Le boisseau basse pression 30 est réalisé d'un seul bloc ou d'un seul tenant et est monté rotatif dans la culasse 4. Le boisseau haute pression 10 est réalisé en deux parties coaxiales : une partie dit « de guidage » 11 et une partie dit « de distribution » 16. La partie de guidage 11 présente une forme générale cylindrique et est fixe relativement à la culasse 4. La partie de distribution 16 présente une forme générale tubulaire qui entoure la partie de guidage 11 et qui est rotative relativement à la partie de guidage. La partie de distribution 16 du boisseau haute pression est montée rotative dans la culasse 4. Seule la partie de distribution est rotative en ce qui concerne le boisseau haute pression.

[0101] Chaque boisseau 10, 30 comprend des passages internes pour conduire le gaz de travail entre la chambre de travail 5 et les ressources. Chaque passage interne présente deux extrémités qui débouchent à travers la paroi latérale d'un boisseau, chacune par au moins une ouverture. La distribution est agencée et configurée de façon que les mouvements rotatifs des boisseaux sont synchronisés avec le mouvement alternatif du piston, de façon que le gaz de travail peut traverser les boisseaux via les passages internes. Les ouvertures sont agencées et configurées pour coïncider sélectivement avec au moins une lumière pratiquée dans la culasse et au moins une lumière pratiquée dans un raccord fixe. On appelle embouchure l'ouverture en regard de la lumière de la culasse lors du passage du gaz de travail entre la chambre de travail et le boisseau ou inversement. On appelle orifice l'ouverture en regard d'un raccord lors du passage du gaz de travail entre le boisseau et ledit raccord ou inversement. Une embouchure ne peut pas servir d'orifice et inversement. Pour cela, les orifices présentent un décalage axial avec les embouchures. On appelle fenêtre d'embouchure l'ouverture en regard à la fois d'une embouchure et d'une lumière lors du passage du gaz de travail entre la chambre de travail et le boisseau ou inversement. On appelle fenêtre d'orifice l'ouverture en regard à la fois d'un orifice et d'un raccord lors du passage du gaz de travail entre le boisseau et ledit raccord ou inversement.

[0102] Selon un mode de réalisation d'un moteur comprenant un seul cylindre, le boisseau basse pression comprend :

[0103] – pour l'admission A, un passage interne comprenant une embouchure

- d'admission et un orifice d'admission,
  - pour l'échappement D, un passage interne comprenant une embouchure d'échappement et un orifice d'échappement,
- [0104] la partie de guidage du boisseau haute pression comprend, selon n'importe quel mode de réalisation de la partie de guidage :
- [0105] – pour le transfert du gaz de travail depuis la chambre de travail 5 vers l'extrémité froide B de l'échangeur 6, un passage interne comprenant au moins une embouchure froide et au moins un orifice froid,
  - pour le transfert du gaz de travail depuis l'extrémité chaude C de l'échangeur 6 vers la chambre de travail 5, un passage interne comprenant au moins une embouchure chaude et au moins un orifice chaud, et
- [0106] la partie de distribution du boisseau haute pression comprend, selon n'importe quel mode de réalisation de la partie de distribution, au moins une fenêtre, dite fenêtre d'embouchure, pour le transfert du gaz de travail depuis la chambre de travail 5 vers l'extrémité froide B de l'échangeur 6, puis pour le transfert du gaz de travail depuis l'extrémité chaude C de l'échangeur 6 vers la chambre de travail 5.
- [0107] La distribution à boisseau permet de réaliser le cycle thermodynamique dont les phases principales vont être décrites maintenant.
- [0108] Les figures 2a, 2b et 2c illustrent schématiquement un moteur comprenant un boisseau haute pression réalisé selon premier un mode de réalisation particulier ; lesdites figures 2a, 2b et 2c montrant un boisseau haute pression comprenant deux embouchures et deux orifices agencés sur la paroi périphérique de la partie de guidage du boisseau haute pression.
- [0109] Selon un premier mode de réalisation similaire à celui de la figure 9, le boisseau haute pression comprend deux embouchures froides 21 et deux embouchures chaudes 22 agencées sur la paroi périphérique de la partie de guidage 11, et deux fenêtres d'embouchures 17 agencées sur la paroi périphérique de la partie de distribution 16, chaque fenêtre 17 étant prévue pour se superposer successivement au-dessus d'une embouchure froide 21 puis une embouchure chaude 22, lors du fonctionnement. Selon un mode de réalisation, la partie de guidage comprend une seule embouchure froide et une seule embouchure chaude, et la partie de distribution comprend une seule fenêtre d'embouchure.
- [0110] La figure 10, montre un boisseau haute pression conforme à la figure 9, pivoté d'un angle d'environ 180 degrés, comprenant un orifice froid 23 agencé sur la paroi périphérique de la partie de guidage 11, et une fenêtre d'orifice 19, dite fenêtre d'orifice froid, agencée sur la paroi périphérique de la partie de distribution 16, ladite fenêtre étant prévue pour se superposer sur ledit orifice lors du fonctionnement. Selon le premier mode de réalisation non représenté, mais similaire à celui de la figure 10, le

boisseau haute pression comprend deux orifices, un orifice froid 23 et un orifice chaud 24 (voir figure 2c), agencés sur la paroi périphérique de la partie de guidage 11, et deux fenêtres d'orifice 19, une fenêtre d'orifice froid 19c (voir figures 2a, 2b) et une fenêtre d'orifice chaud 19h (voir figures 2b et 2c), agencées sur la partie de distribution. L'orifice froid 23 est décalé axialement par rapport aux embouchures froides 21 et chaudes 22. L'orifice chaud est décalé axialement par rapport aux embouchures froides 21 et chaudes 22. Cet agencement n'est pas limitatif. D'autres agencements des orifices sur la partie de guidage seront décrits plus en détail ci-dessous.

- [0111] En outre, les figures 3, 4, 5, 6, 7 et 8 illustrent un premier boisseau haute pression selon un mode de réalisation et vu en coupe. Ces figures permettent de montrer la rotation de la partie de distribution du boisseau haute pression relativement à la partie de guidage dudit boisseau et relativement à la culasse du moteur, au cours du fonctionnement du moteur en complément des figures 1a, 1b, 2a, 2b et 2c. En particulier, il est montré le déplacement angulaire d'une fenêtre d'embouchure 17, relativement aux embouchures froide 21 et chaude 22 et relativement à la lumière de la culasse.
- [0112] En référence à la figure 1a, il est illustré la phase d'admission d'un gaz de travail dans la chambre de travail 5. La synchronisation du piston 3 et des boisseaux 10, 30 est telle que le mouvement du piston 3 est descendant pendant que la rotation du boisseau basse pression 30 permet à une embouchure d'admission 32 du boisseau basse pression de communiquer avec une lumière de la culasse et simultanément permet à un orifice d'admission 34 de communiquer avec une lumière d'un raccord d'admission. Le gaz de travail traverse le passage interne entre l'orifice d'admission 34 et l'embouchure d'admission 32 de façon à être admis dans la chambre de travail 5. Simultanément, aucune embouchure du boisseau haute pression ne communique avec une lumière de la culasse. Le gaz de travail est de préférence de l'air prélevé du milieu extérieur. Lorsque le piston a atteint le point mort bas, le boisseau basse pression 30 a pivoté de façon que l'embouchure d'admission 32 du boisseau basse pression ne communique plus, même partiellement, avec une lumière de la culasse (hors éventuel retard de fermeture admission).
- [0113] Ensuite le piston remonte de sorte que le gaz de travail emprisonné est comprimé dans la chambre de travail. En référence aux figures 3 et 4, la synchronisation du piston 3 et de la partie de distribution 16 du boisseau haute pression 10 est telle que le mouvement du piston 3 est montant pendant que la rotation de la partie de distribution 16 s'effectue dans le sens des aiguilles d'une montre. La partie de distribution comprend une fenêtre, dite fenêtre d'embouchure 17. En référence à la figure 4, la fenêtre d'embouchure 17, dont la longueur d'ouverture est représentée par un arc de cercle en pointillés, se situe dans une position angulaire décalée de quelques degrés par rapport à l'embouchure froide 21, dont la longueur d'ouverture est représentée par une

flèche à deux pointes opposées, et par rapport à la lumière 41 de la culasse, de façon qu'une partie de ladite fenêtre commence à s'intercaler entre l'embouchure froide 21 et ladite lumière 41.

[0114] En référence à la figure 2a, il est illustré une phase de fin compression du gaz de travail. La synchronisation du piston 3 et des boisseaux 10, 30 est telle que le mouvement du piston 3 est montant pendant que la rotation de la partie de distribution 16 du boisseau haute pression 10 permet à la fenêtre d'embouchure 17 de s'intercaler radialement entre une lumière de la culasse et une embouchure froide 21. En référence à la figure 5, la fenêtre d'embouchure 17 est centrée relativement à l'ouverture de l'embouchure froide 21. Cette position a pour effet de faire communiquer l'embouchure froide 21 de la partie de guidage avec la lumière de la culasse de façon que le gaz de travail pénètre dans le passage interne associé. Simultanément, la synchronisation permet à une fenêtre, dite fenêtre d'orifice froid 19c, de s'intercaler entre l'orifice froid 23 et une lumière d'un raccord de l'extrémité froide B de l'échangeur 6. Cette position a pour effet de faire communiquer l'orifice froid 23 et la lumière d'un raccord de l'extrémité froide B de l'échangeur 6 de façon que le gaz de travail pénètre dans ledit raccord. Le gaz de travail traverse le passage interne entre l'embouchure froide 21 et l'orifice froid 23 de façon à être transféré vers l'échangeur 6 pour être chauffé. Simultanément, aucune embouchure du boisseau basse pression ne communique avec une lumière de la culasse. La synchronisation de la partie de distribution 16 du boisseau haute pression par rapport à la remontée du piston lors d'une compression est réglée de façon à limiter un phénomène défavorable de relativement haute pression dans la chambre de travail.

[0115] En référence à la figure 2b, la synchronisation du piston 3 et des boisseaux 10, 30 est telle que le piston 3 se situe au point mort haut, ou une position proche du point mort haut, pendant que la rotation de la partie de distribution du boisseau haute pression 10 permet à la fenêtre d'embouchure 17 de se positionner circonférentiellement simultanément en vis-à-vis partiel avec l'embouchure froide 21 et en vis-à-vis partiel avec l'embouchure chaude 22, de manière à réaliser une double circulation de gaz de travail à l'intérieur du boisseau haute pression. En référence à la figure 6, la fenêtre d'embouchure 17 se situe circonférentiellement entre l'embouchure froide 21 et l'embouchure chaude 22 de façon que ladite fenêtre 17 chevauche la paroi séparant le passage interne froid du passage interne chaud. L'embouchure froide 21 et l'embouchure chaude 22 de la partie de guidage 11 coïncident chacun au moins partiellement avec la même lumière 41 de la culasse.

[0116] Simultanément, la synchronisation permet à la fenêtre d'orifice froid 19c d'être positionnée partiellement en vis-à-vis avec l'orifice froid 23 et partiellement avec la même lumière d'un raccord de l'extrémité froide B de l'échangeur 6, que pré-

cédemment. Un passage interne dit froid de la partie de guidage permet au gaz de travail d'être transféré de la chambre de travail vers l'échangeur 6, via l'extrémité froide B.

- [0117] En outre, simultanément la synchronisation permet à une fenêtre d'orifice, dit fenêtre d'orifice chaud 19h, d'être positionnée partiellement en vis-à-vis avec un orifice chaud 24 et une lumière d'un raccord de l'extrémité chaude C de l'échangeur 6, de manière à faire coïncider au moins partiellement l'orifice chaud 24 avec une lumière d'un raccord de l'extrémité chaude C de l'échangeur 6. Un passage interne dit chaud, distinct du passage interne froid, permet au gaz de travail d'être transféré de l'échangeur 6, via l'extrémité chaude C, vers la chambre de travail 5.
- [0118] Une communication entre l'extrémité froide B et l'extrémité chaude C de l'échangeur est alors établie de façon qu'une partie du gaz de travail entrant et une partie du gaz de travail sortant entrent en contact et se croisent. Du gaz de travail traverse encore le passage interne entre l'embouchure froide 21 et l'orifice froid 23, et du gaz de travail traverse le passage interne entre l'orifice chaud 24 et l'embouchure chaude 22. Le volume de gaz préalablement comprimé est en fait réparti dans le trajet entre l'extrémité froide B et l'extrémité chaude C de l'échangeur 6, le gaz de travail étant en cours d'échauffement grâce au fluide calo-cédant présent dans le trajet calo-cédant 61 de l'échangeur 6. Le gaz de travail échauffé sortant de l'embouchure chaude 22 commence à se détendre. Simultanément, aucune embouchure du boisseau basse pression ne communique avec une lumière de la culasse.
- [0119] Ensuite, le gaz de travail échauffé sortant du boisseau haute pression se détend dans la chambre de travail. En référence à la figure 2c, la synchronisation du piston 3 et du boisseau haute pression 10 est telle que le mouvement du piston 3 est descendant pendant que la rotation de la partie de distribution 16 du boisseau haute pression 10 permet à la fenêtre d'embouchure 17 de s'intercaler radialement entre la lumière 41 de la culasse et l'embouchure chaude 22 de la partie de guidage. En référence à la figure 7, la fenêtre d'embouchure 17 est centrée relativement à l'ouverture de l'embouchure chaude 22. Cette position a pour effet de faire communiquer l'embouchure chaude 22 de la partie de guidage avec la lumière 41 de la culasse de façon que le gaz de travail puisse sortir du passage interne chaud pour pénétrer dans la chambre de travail.
- [0120] Simultanément, la synchronisation du moteur permet à la fenêtre d'orifice chaud 19h de s'intercaler entre l'orifice chaud 24 et la lumière d'un raccord de l'extrémité chaude C. Cette position a pour effet de faire communiquer l'orifice chaud 24 avec la même lumière d'un raccord de l'extrémité chaude C de l'échangeur 6. Le gaz de travail traverse le passage interne entre l'orifice chaud 24 et l'embouchure chaude 22 de façon à être transféré depuis l'échangeur 6 vers la chambre de travail pour être détendu.
- [0121] Simultanément, aucune embouchure du boisseau basse pression ne communique avec

une lumière de la culasse. Une fois que le piston a atteint le point mort bas, aucune embouchure du boisseau haute pression ne communique avec une lumière de la culasse. Selon un mode de réalisation, aucune embouchure du boisseau haute pression ne communique avec une lumière de la culasse avant que le piston atteigne son point mort bas.

[0122] En référence à la figure 1b, il est illustré une phase d'échappement du gaz de travail. La synchronisation du piston 3 et des boisseaux 10, 30 est telle que le mouvement du piston 3 est montant pendant que la rotation du boisseau basse pression 30 permet à une embouchure d'échappement 31 du boisseau basse pression de communiquer avec une lumière de la culasse et simultanément permet à un orifice d'échappement 33 de communiquer avec une lumière d'un raccord d'échappement. Le gaz de travail traverse le passage interne entre l'embouchure d'échappement 31 et l'orifice d'échappement 33 de façon à être expulsé de la chambre de travail 5. Simultanément, aucune embouchure du boisseau haute pression ne communique avec une lumière de la culasse. En référence à la figure 8, la rotation, dans le sens des aiguilles d'une montre, de la partie de distribution est telle que la fenêtre d'embouchure 17 est décalée angulairement de quelques degrés de manière que cette dernière n'est plus et n'est pas en vis-à-vis, même partiellement avec l'embouchure chaude 22. Le gaz de travail est rejeté dans le milieu extérieur. Lorsque le piston a atteint le point mort haut, le boisseau basse pression a pivoté de façon que l'embouchure d'échappement 31 du boisseau basse pression ne communique plus, même partiellement, avec une lumière de la culasse (hors éventuel retard de fermeture échappement).

[0123] Grâce au boisseau, les transferts du gaz de travail sont brefs et s'opèrent à travers une section de passage suffisamment grande pour minimiser les pertes de charge. De plus, les transferts thermiques entre le gaz de travail et les parois du boisseau haute pression sont minimisés, en particulier concernant le gaz provenant de l'extrémité chaude de l'échangeur et se dirigeant vers la chambre de travail. En outre, comme le cycle thermodynamique peut être réalisé dans un seul cylindre, le moteur présente un très faible encombrement par rapport au moteur à source chaude externe de l'art antérieur.

[0124] En outre les embouchures chaudes 22 et les embouchures froides 21 sont écartées le long de la circonférence du boisseau d'un débattement angulaire très faible, par exemple 5 à 15 degrés. Le débattement angulaire est choisi de façon à ce qu'une lumière 41 puisse communiquer simultanément avec une embouchure froide et une embouchure chaude.

[0125] Par exemple, chaque embouchure chaude présente, le long de la circonférence du boisseau, une ouverture angulaire comprise entre 20 et 50 degrés, de préférence entre 25 et 35 degrés. Etant donné que le moteur réalise quatre phases principales et que les passages internes sont séparés par des parois d'épaisseur non-nulle, ces valeurs sont

choisies selon un compromis entre le besoin d'une grande section de passage du flux de gaz de travail, la réduction des pertes de charges et l'encombrement (diamètre et longueur du boisseau). Chaque embouchure froide présente, le long de la circonférence du boisseau, une ouverture angulaire comprise, par exemple, entre 10 et 40 degrés, de préférence entre 20 et 30 degrés.

- [0126] En outre chaque lumière présente, le long de la circonférence de la surface de réception 40, une ouverture angulaire comprise, par exemple, entre 15 et 30 degrés.
- [0127] De préférence, chaque orifice présente, le long de la circonférence du boisseau, une ouverture angulaire comprise entre 100 et 350 degrés, de préférence entre 120 et 150 degrés.
- [0128] On va maintenant décrire deux autres modes de réalisation spécifiques du boisseau haute pression, qui seront décrits dans leurs différences avec le mode de réalisation ci-dessus. Les deux boisseaux hautes pressions décrits ci-après sont agencés pour coopérer avec un seul cylindre, voir figures 11 et 16.
- [0129] En référence aux figures 9, 10, 11, 12 et 13, il est représenté un deuxième mode de réalisation d'un boisseau haute pression du type comprenant une partie de guidage présentant un orifice froid radial et un orifice chaud axial.
- [0130] Le boisseau haute pression 10 comprend une partie de guidage 11 présentant la forme d'un cylindre. La partie de guidage comprend une embase agencée à une extrémité, afin de la fixer à la culasse. La partie de guidage 11 comprend sur sa surface périphérique deux embouchures, dites embouchures froides 21, adjacentes et alignées axialement. Elle comprend en outre deux autres embouchures, dites embouchures chaudes 22, adjacentes et alignées axialement. Les embouchures froides 21 sont alignés circonférentiellement avec les embouchures chaudes 22. Les embouchures présentent une forme rectangulaire. Les embouchures froides et chaudes présentent chacune une forme sensiblement rectangulaire dont la dimension longitudinale s'étend dans une direction qui est parallèle à l'axe du boisseau. La forme et les dimensions d'ouverture des embouchures froides sont sensiblement identiques à la forme et aux dimensions d'ouverture des embouchures chaudes.
- [0131] Le boisseau haute pression 10 comprend une partie de distribution présentant la forme d'un tube. La partie de distribution comprend un arbre de pivotement 26 qui est agencé à une extrémité de ladite partie de distribution. La partie de distribution comprend sur sa surface périphérique deux fenêtres, dites fenêtres d'embouchures 17, alignées axialement. Les fenêtres d'embouchures 17 présentent une forme et des dimensions d'ouverture sensiblement identiques à la forme et aux dimensions des embouchures. En outre, l'espacement axial des fenêtres est identique à celui des embouchures 21, 22.
- [0132] La figure 10 représente le boisseau de la figure 9 pivoté angulairement d'environ 180

degrés. La partie de guidage 11 comprend sur sa surface périphérique un seul orifice, dit orifice froid 23. Au regard de la figure 9, l'orifice froid 23 est décalé axialement par rapport aux embouchures froides 21 et chaudes 22. L'orifice froid 23 présente une forme rectangulaire dont la dimension longitudinale s'étend dans une direction qui est orthogonal ou circonférentielle à l'axe du boisseau. La partie de distribution 16 comprend sur sa surface périphérique, une fenêtre, dite fenêtre d'orifice 19. La fenêtre d'orifice 19 présente une forme et des dimensions d'ouverture sensiblement identique à la forme et aux dimensions d'ouverture de l'orifice chaud.

- [0133] En référence aux figures 9, 10, 11, 12 et 13 la partie de distribution est prévue pour recouvrir et entourer la partie de guidage.
- [0134] Les figures 11, 12 et 13 représentent le cheminement des passages internes de la partie de guidage du boisseau haute pression conforme aux figures 9 et 10. En outre, la partie de guidage comprend un orifice chaud 24 débouchant sur une extrémité transversale, ou face axiale, de la partie de guidage.
- [0135] Au premier plan des figures 11 et 12, il est représenté le cheminement de deux conduits s'étendant depuis deux embouchures froides 21. Les deux conduits se rejoignent afin de former un seul conduit jusqu'à l'orifice froid 23, formant les passages internes froids. Comme les figures 11 et 12 illustrent chacune une phase de transfert de gaz de travail vers l'extrémité froide d'un échangeur, comme la figure 2a, les fenêtres d'embouchures 17 coïncident avec les embouchures froides 21, et la fenêtre d'orifice 19 coïncide avec l'orifice froid 23. Au second plan, il est représenté les passages internes chauds.
- [0136] En référence à la figure 13, il est représenté, au premier plan, le cheminement de deux conduits s'étendant depuis deux embouchures chaudes 22. Les deux conduits se rejoignent afin de former un seul conduit jusqu'à l'orifice chaud 24, formant les passages internes chauds. Au second plan, il est représenté les passages internes froids.
- [0137] Ce mode de réalisation a pour avantage de dissocier davantage les flux chauds des flux froids et ainsi de minimiser les transferts thermiques entre ces deux flux.
- [0138] Selon une variante de réalisation non représentée, le boisseau haute pression comprend une partie de guidage présentant un orifice froid axial et un orifice chaud radial.
- [0139] En référence aux figures 14, 15 et 16, il est représenté un troisième mode de réalisation d'un boisseau haute pression du type comprenant une partie de guidage présentant un orifice froid axial et un orifice chaud axial. Ce mode de réalisation sera décrit dans ses différences avec le mode de réalisation ci-dessus.
- [0140] Les orifices froid 23 et chaud 24 sont chacun agencés sur une face ou extrémité transversale de la partie de guidage 11. Le cheminement des passages internes froids et chauds est respectivement tel que des conduits s'étendent depuis deux embouchures et

se rejoignent pour former un seul conduit qui débouche à une extrémité axiale de la partie de guidage 11, voir figure 16. En référence à la figure 15, les passages internes chaud et froid sont agencés dans la partie de guidage de manière sensiblement symétrique par rapport à un plan passant par l'axe de la partie de guidage.

- [0141] En référence à la figure 14, l'absence d'orifice agencé radialement permet de réaliser un boisseau haute pression d'une longueur inférieure par rapport aux autres modes de réalisation. En outre, la partie de distribution comprend seulement des fenêtres d'embouchure.
- [0142] Selon un mode de réalisation particulier et en référence à la figure 14, chaque embouchure comprend un meneau 25 divisant en deux l'ouverture de l'embouchure. Dans ce cas, deux conduits s'étendent depuis une embouchure, voir figures 15 et 16.
- [0143] Selon un mode de réalisation, compatible avec les trois modes de réalisation du boisseau haute pression, la partie de distribution 16 est entraîné en rotation par une poulie 28 qui met en mouvement la partie de distribution 16 par l'intermédiaire de l'arbre de pivotement 26, voir figures 11, 12, 13 et 16.
- [0144] Selon un mode de réalisation particulier, compatible avec les trois modes de réalisation du boisseau haute pression, la partie de guidage 11 comprend une cavité 27 agencée entre les passages internes chauds et froids, voir les figures 11 et 16. La cavité 27 est destinée à recevoir et emmagasiner un gaz chaud. Cette caractéristique permet de conserver la plus haute température possible concernant les gaz de travail provenant de l'extrémité chaude de l'échangeur et se dirigeant vers la chambre de travail.
- [0145] De préférence, le boisseau haute pression comprend des dispositifs d'étanchéité disposés entre la partie de guidage et la partie de distribution. En référence aux figures 5 à 8, les dispositifs d'étanchéité présentent la forme de plaque courbée en arc de cercle de manière à s'insérer entre la partie de guidage et la partie de distribution. Chaque dispositif d'étanchéité comprend une entaille à chaque extrémité de manière à réaliser une surépaisseur centrale qui est prévue pour être disposée dans un logement 13 de dispositif d'étanchéité agencé sur la surface périphérique de la partie de guidage, voir figures 9 et 14.

## Revendications

- [Revendication 1] Boisseau (10) pour moteur à source chaude externe (1) du type comprenant :
- au moins un cylindre (2),
  - un piston (3) mobile en va et vient dans le cylindre (2),
  - une culasse (4) définissant, avec le piston (3) et le cylindre (2), une chambre de travail (5) pour un gaz de travail,
  - une distribution, comprenant ledit boisseau, montée dans la culasse (4) et faisant sélectivement communiquer la chambre de travail avec différentes ressources,
- caractérisé en ce que** le boisseau (10) comprend deux parties coaxiales :
- une partie de guidage (11) du gaz de travail, comprenant des passages internes débouchant radialement par au moins une embouchure (21, 22) qui communique sélectivement avec la chambre de travail (5) par au moins une lumière (41) pratiquée dans la culasse (4), et
  - une partie de distribution (16) du gaz de travail, disposée en périphérie de la partie de guidage (11) et mobile par rapport à la partie de guidage (11), la partie de distribution comprenant au moins une fenêtre (17) qui fait sélectivement communiquer la chambre de travail (5) avec au moins un desdits passages internes de façon que le gaz de travail s'écoule sélectivement entre la chambre de travail (5) et les différentes ressources.
- [Revendication 2] Boisseau (10) selon la revendication 1, caractérisé en ce que la partie de guidage (11) est fixe par rapport au moteur (1).
- [Revendication 3] Boisseau (10) selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la partie de guidage (11) comprend au moins un orifice (23, 24) agencé à l'extrémité d'un passage interne opposée à l'au moins une embouchure (21, 22), de façon que les passages internes débouchent à travers une paroi de la partie de guidage (11) du boisseau (10) par l'au moins un orifice (23, 24) qui permet au passage interne de communiquer avec un raccord fixe (60, 70) correspondant.
- [Revendication 4] Boisseau (10) selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'au moins un orifice (23, 24) est agencé sur une paroi périphérique de la partie de guidage (11).
- [Revendication 5] Boisseau (10) selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'au moins un orifice (23, 24) comprend deux orifices : un orifice (23, 24) agencé sur une paroi périphérique de la partie de guidage (11) et un orifice (23,

- 24) agencé sur une paroi transversale de la partie de guidage (11).
- [Revendication 6] Boisseau (10) selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'au moins un orifice (23, 24) est agencé sur une paroi transversale de la partie de guidage (11).
- [Revendication 7] Boisseau (10) selon l'une des revendications 3 à 6, caractérisé en ce que la partie de distribution (16) est de forme générale tubulaire, et en ce que la partie de distribution (16) comprend au moins une fenêtre (17) agencée et configurée pour sélectivement s'aligner, au cours d'une rotation de ladite partie, avec au moins un orifice (23, 24) de la partie de guidage (11) du boisseau.
- [Revendication 8] Boisseau (10) selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que la partie de distribution (16) est de forme générale tubulaire, et en ce que la partie de distribution (16) comprend au moins une fenêtre (17) dirigée radialement agencée pour sélectivement s'aligner avec au moins une embouchure (21, 22), et au moins une fenêtre (17) dirigée radialement agencée pour s'aligner avec au moins un orifice (23, 24).
- [Revendication 9] Boisseau (10) selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la partie de distribution (16) est de forme générale tubulaire.
- [Revendication 10] Boisseau (10) selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que la partie de distribution (16) comprend au moins une fenêtre (17) dirigée radialement agencée et configurée pour, au cours d'une rotation de ladite partie, sélectivement s'aligner avec au moins une embouchure (21, 22) de la partie de guidage (11) du boisseau.
- [Revendication 11] Boisseau (10) selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que la partie de distribution (16) comprend, pour un cylindre (2), une même fenêtre (17) dirigée radialement, faisant sélectivement communiquer l'un ou l'autre de deux passages internes avec la chambre de travail (5).
- [Revendication 12] Boisseau (10) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la partie de guidage (11) comprend au moins une cavité (27) agencée entre les passages internes de la partie de guidage (11), la cavité (27) formant une canalisation dirigée axialement.
- [Revendication 13] Moteur à source chaude externe (1) comprenant :
- au moins un cylindre (2),
  - un piston (3) mobile en va et vient dans le cylindre (2), en étant relié à un arbre moteur,
  - une culasse (4) définissant, avec le piston (3) et le cylindre (2), une chambre de travail (5) pour un gaz de travail,
  - une distribution montée dans la culasse (4) et faisant sélectivement

communiquer la chambre de travail (5) avec les ressources suivantes :

- une admission (A) de gaz de travail,
- une extrémité froide (B) d'un échangeur de chaleur (6),
- une extrémité chaude (C) de l'échangeur de chaleur (6),
- un échappement (D),

**caractérisé en ce qu'il** comprend au moins un premier boisseau (10) agencé selon l'une des revendications précédentes.

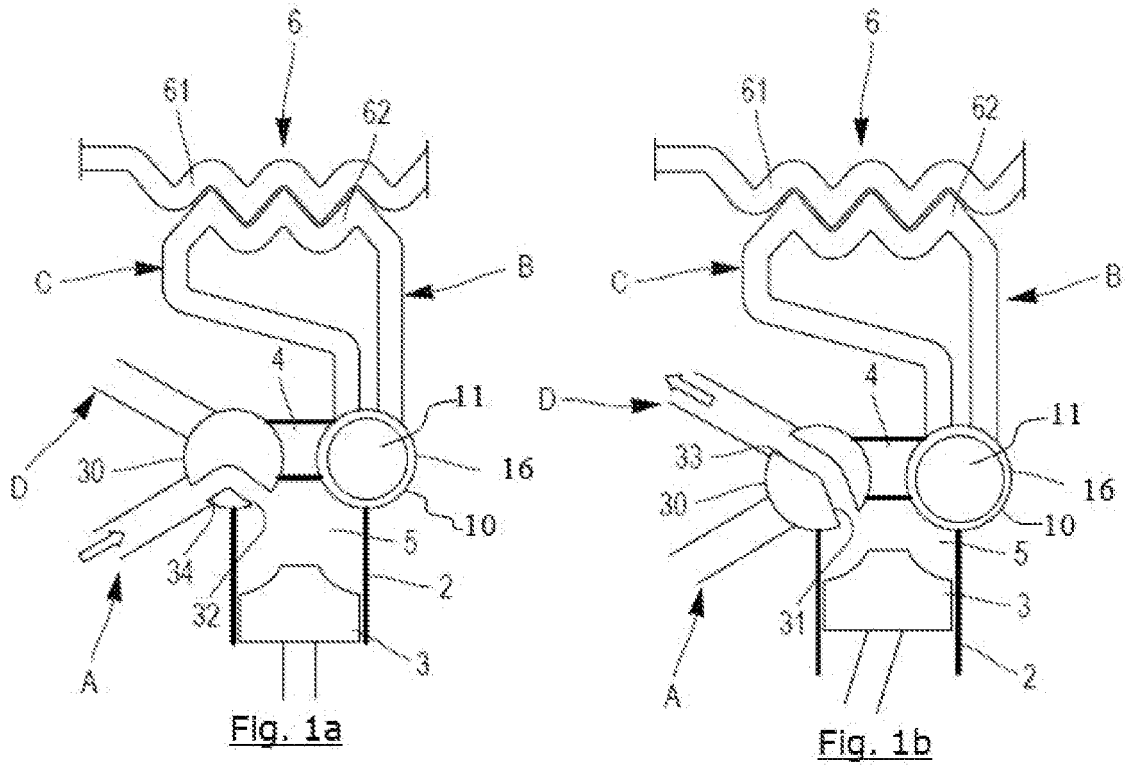
[Revendication 14]

Moteur (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comprend un second boisseau (30), dit basse pression, commandant la communication sélective de la chambre de travail (5) avec l'admission (A) et l'échappement (D), le second boisseau (30) comprenant des passages internes débouchant radialement par au moins une embouchure (31, 32) qui communique sélectivement avec la chambre de travail (5) par au moins une lumière (41) pratiquée dans la culasse (4).

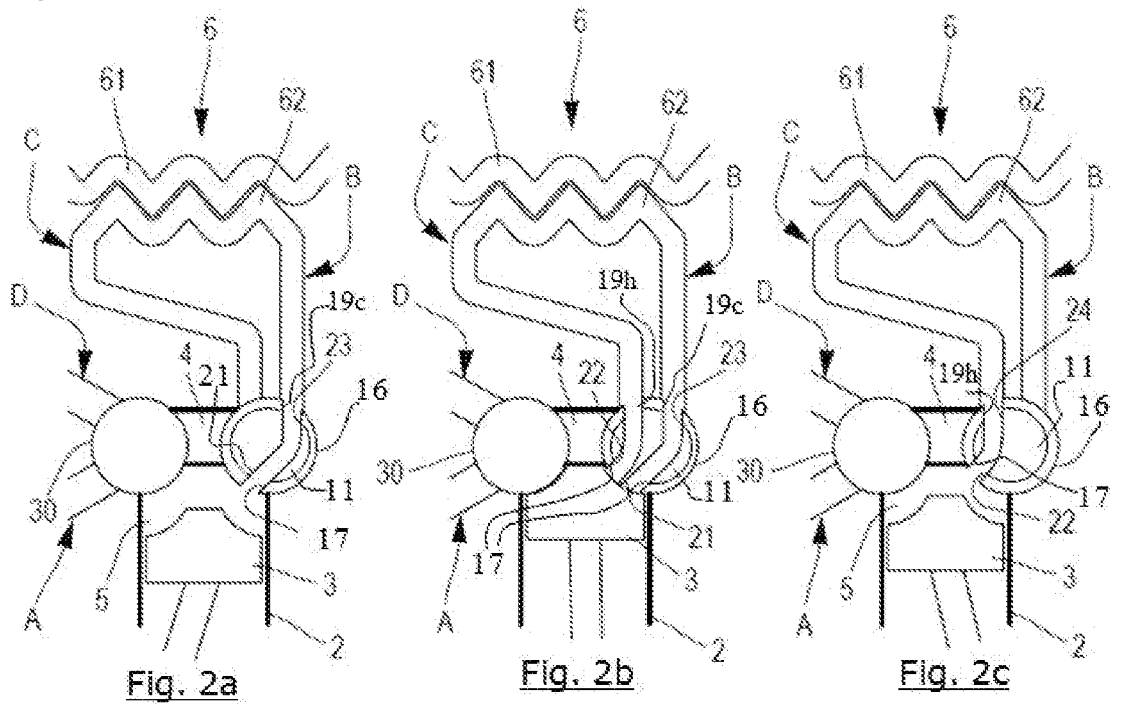
[Revendication 15]

Moteur (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le second boisseau (30) comprend un orifice dirigé radialement et un orifice dirigé axialement, chaque orifice étant agencé à l'extrémité du passage interne correspondant opposée à son embouchure.

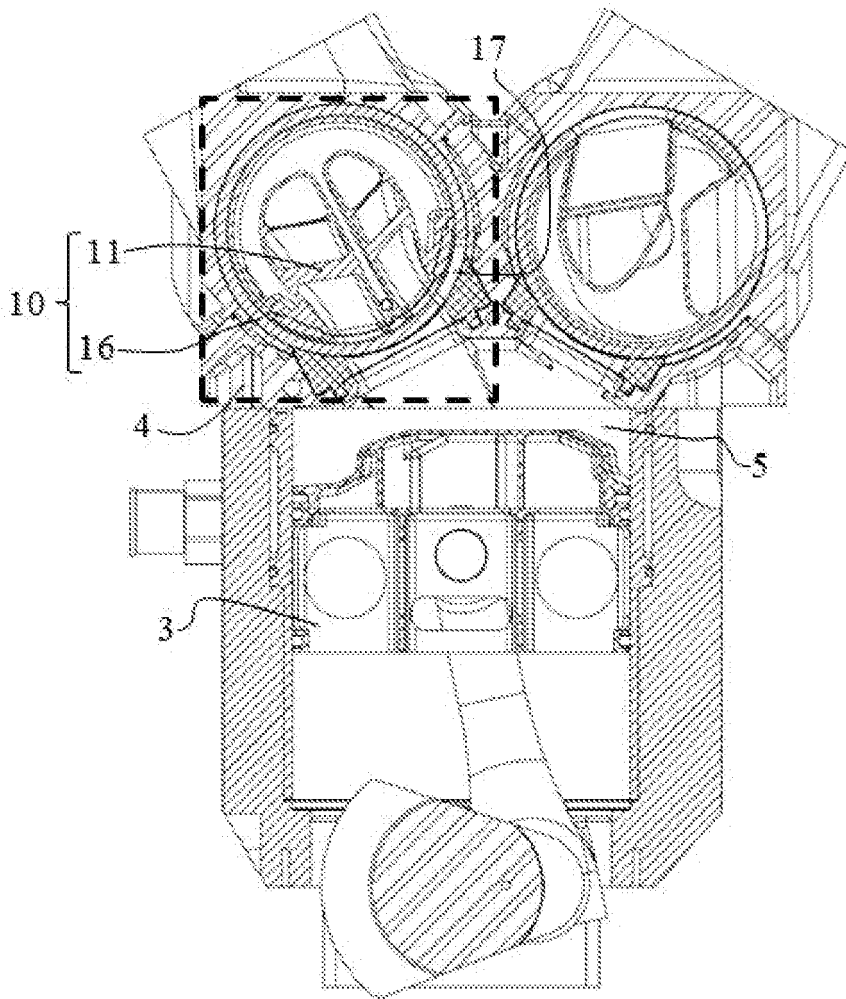
[Fig. 1]



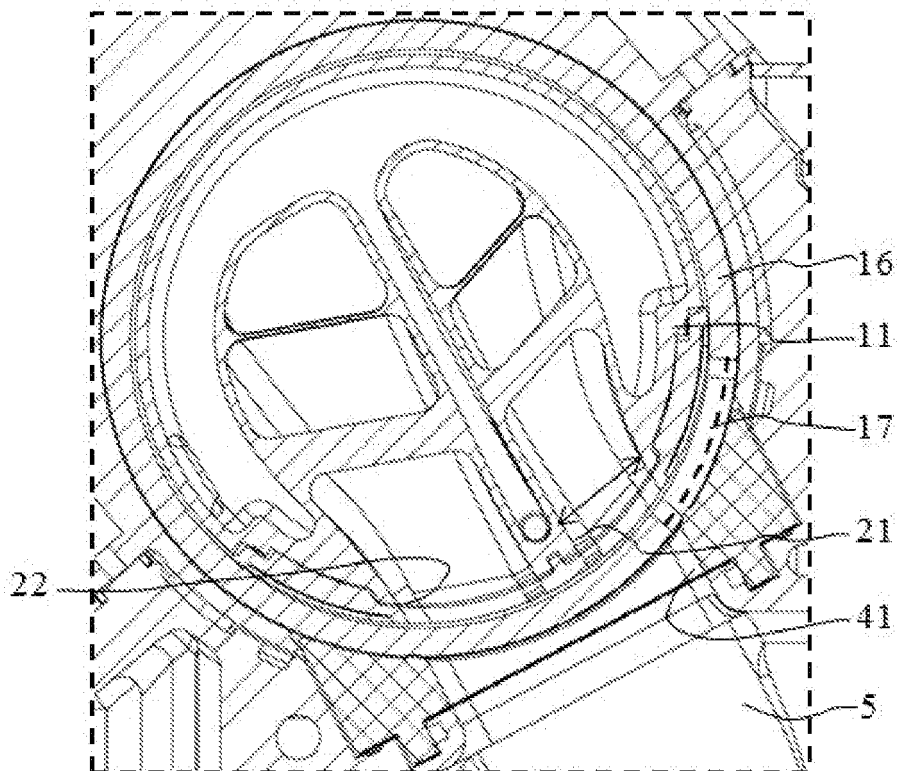
[Fig. 2]



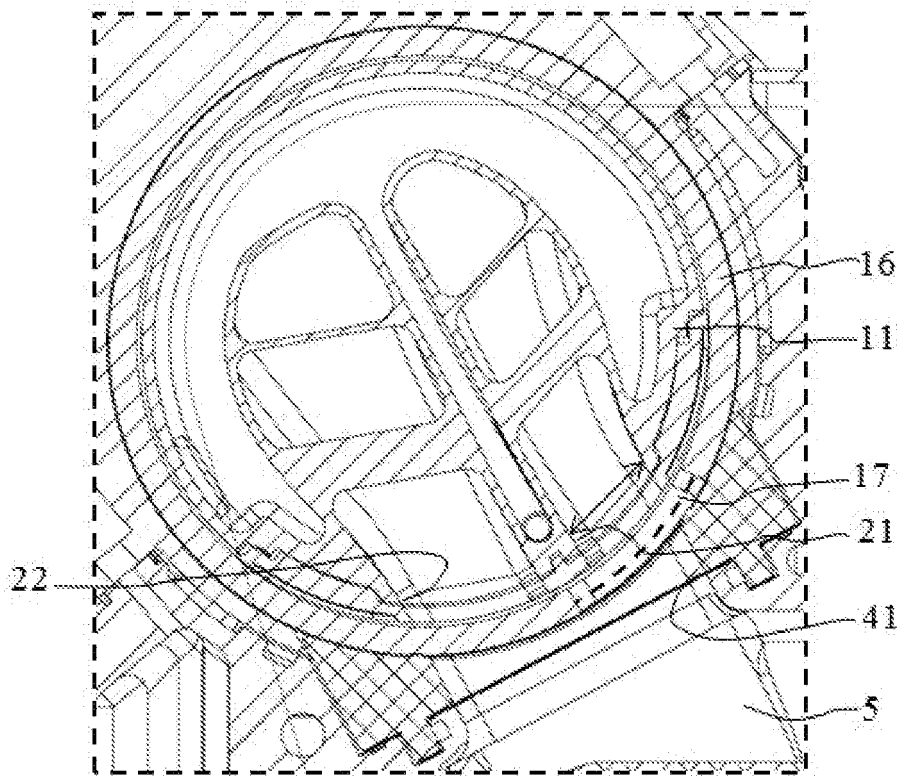
[Fig. 3]



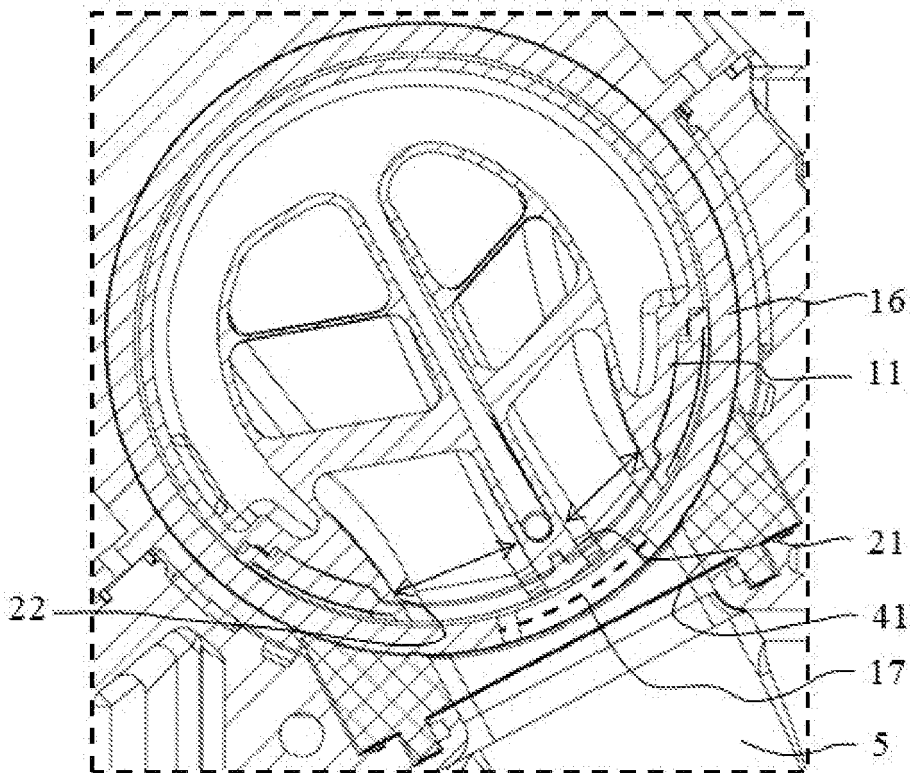
[Fig. 4]



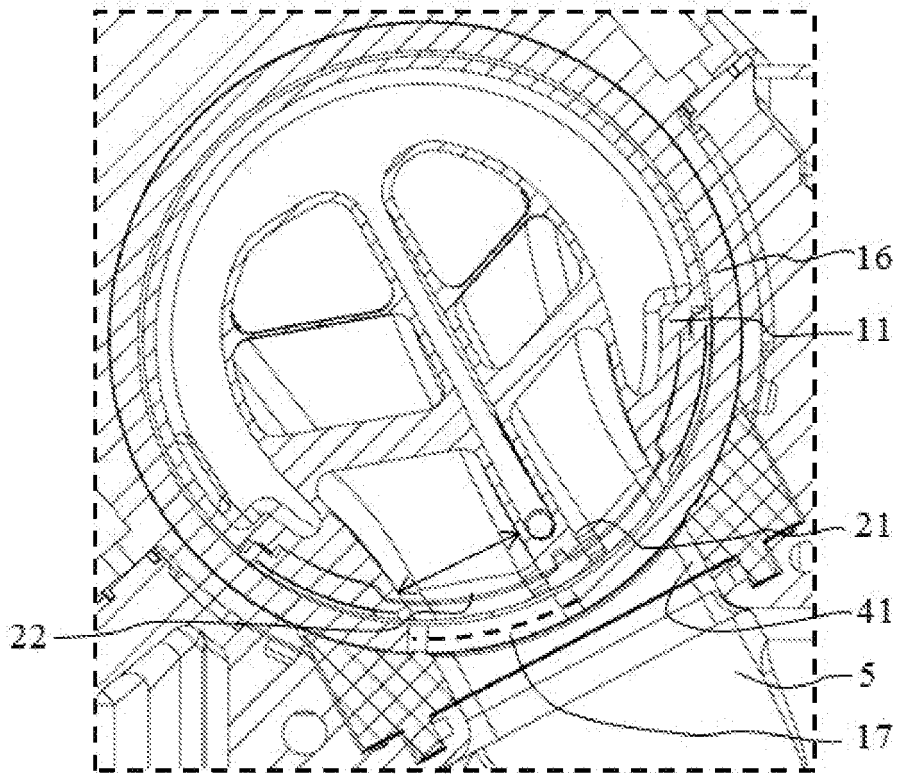
[Fig. 5]



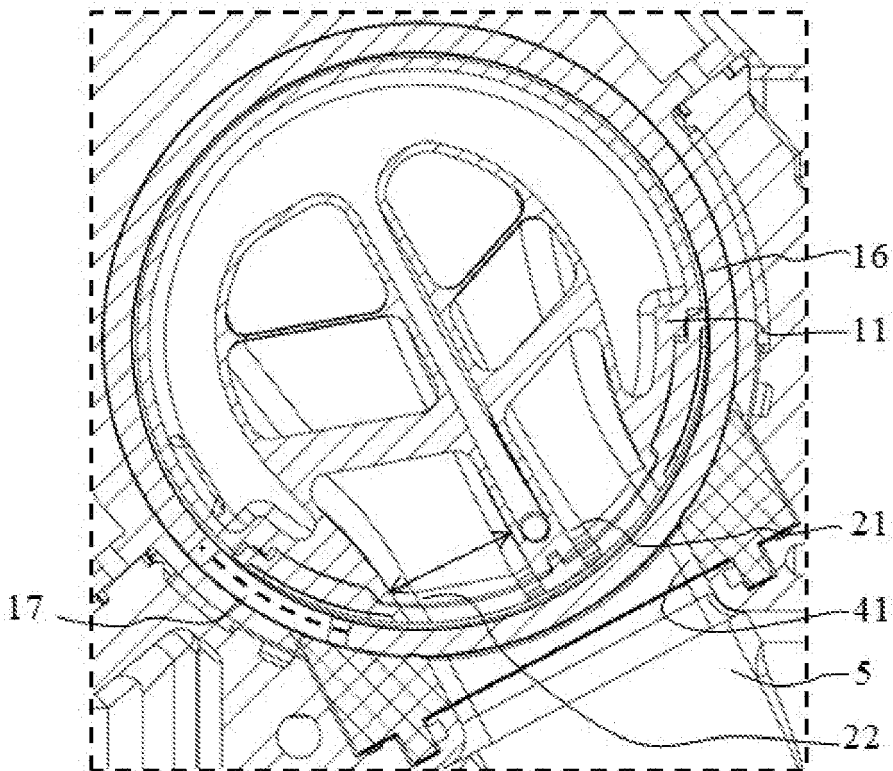
[Fig. 6]



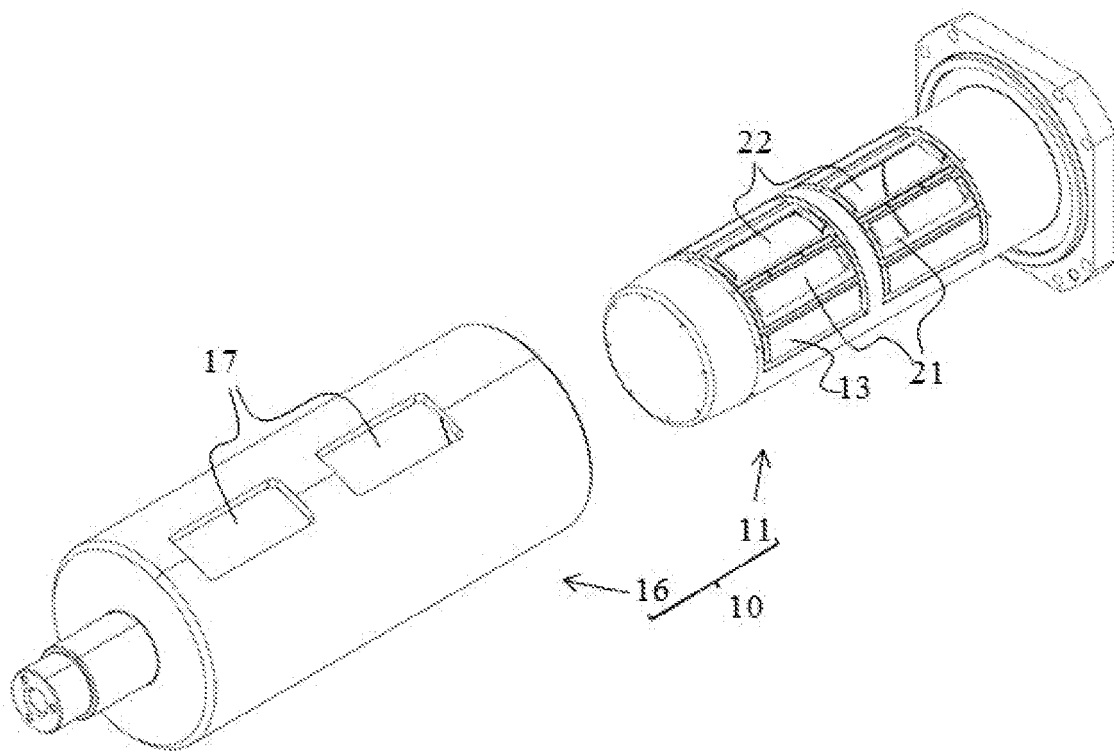
[Fig. 7]



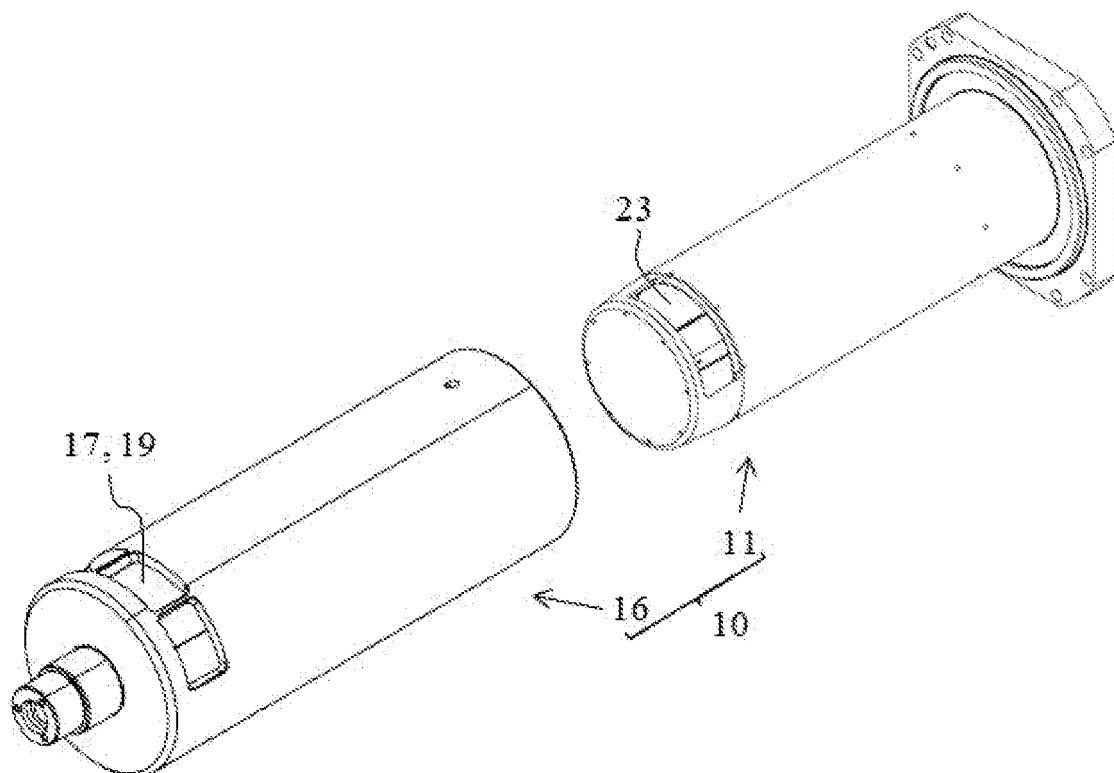
[Fig. 8]



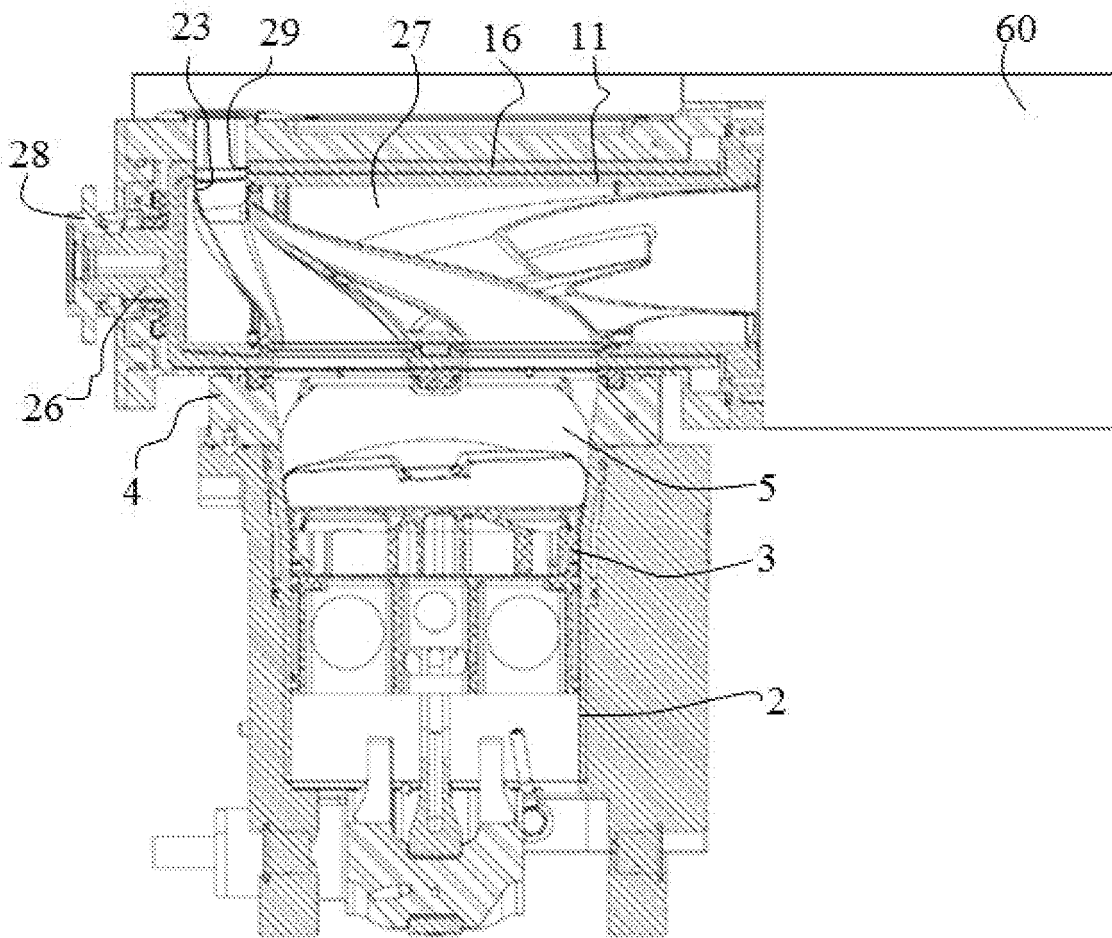
[Fig. 9]



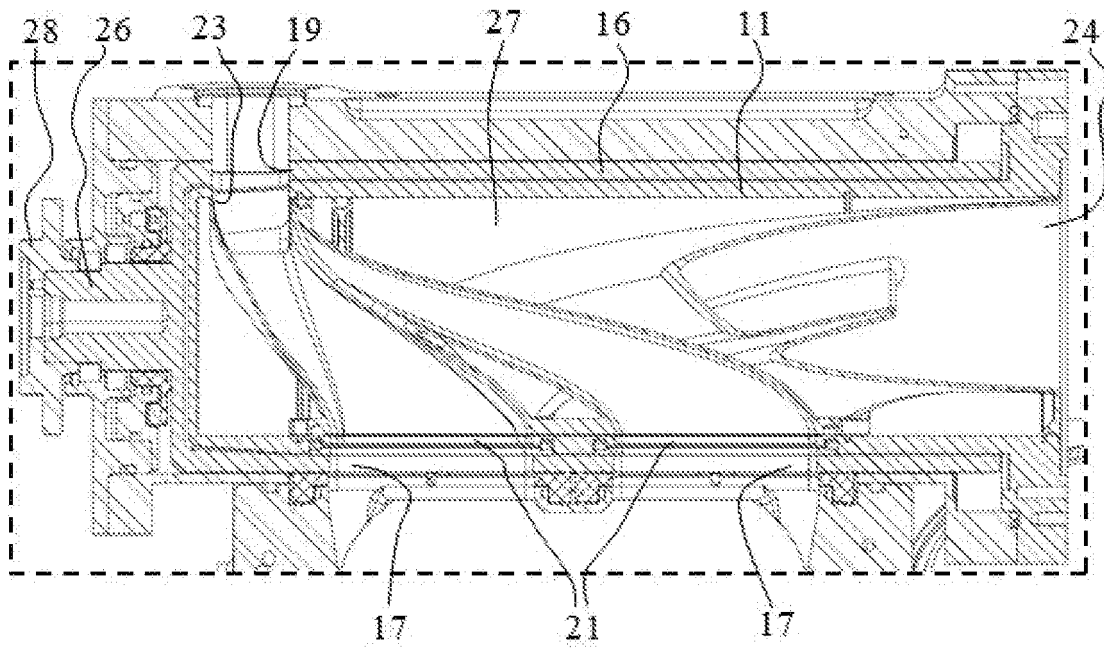
[Fig. 10]



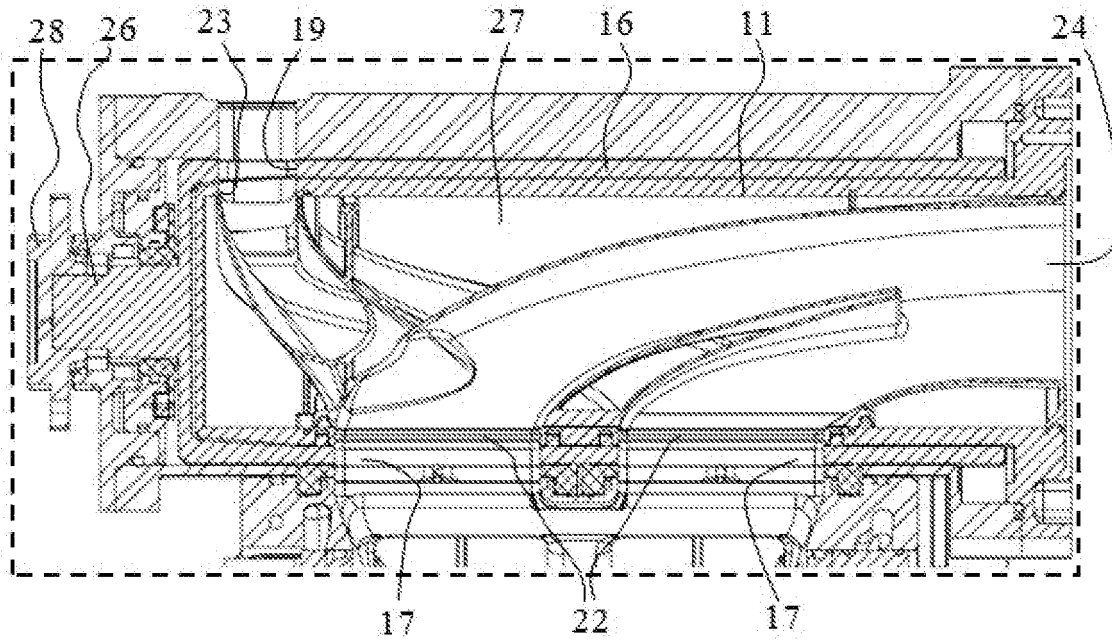
[Fig. 11]



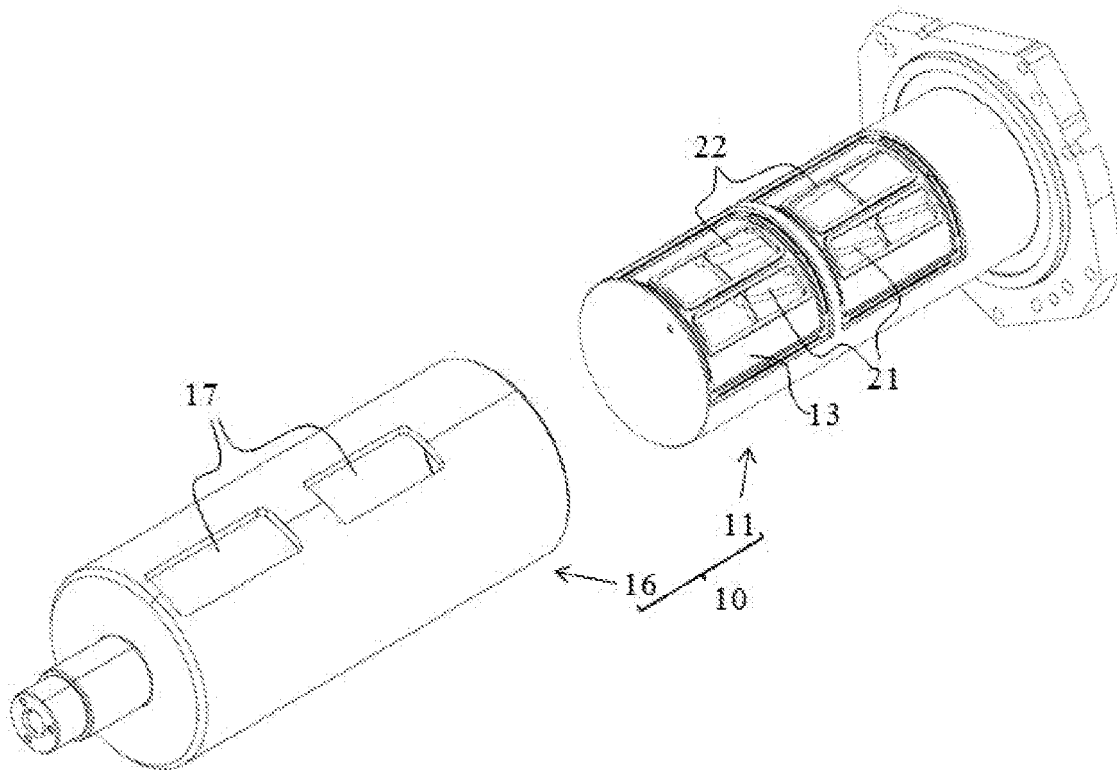
[Fig. 12]



[Fig. 13]



[Fig. 14]



[Fig. 15]

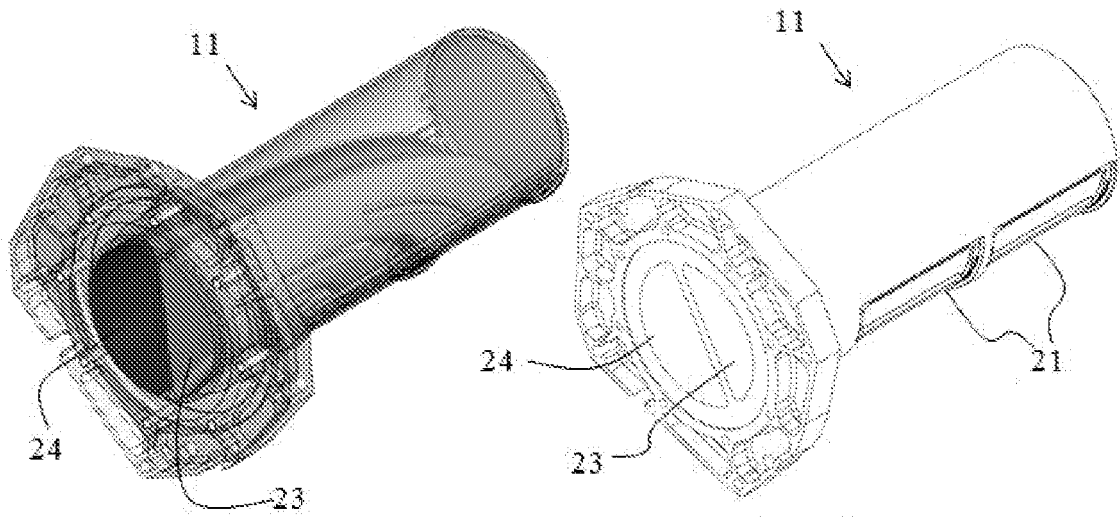
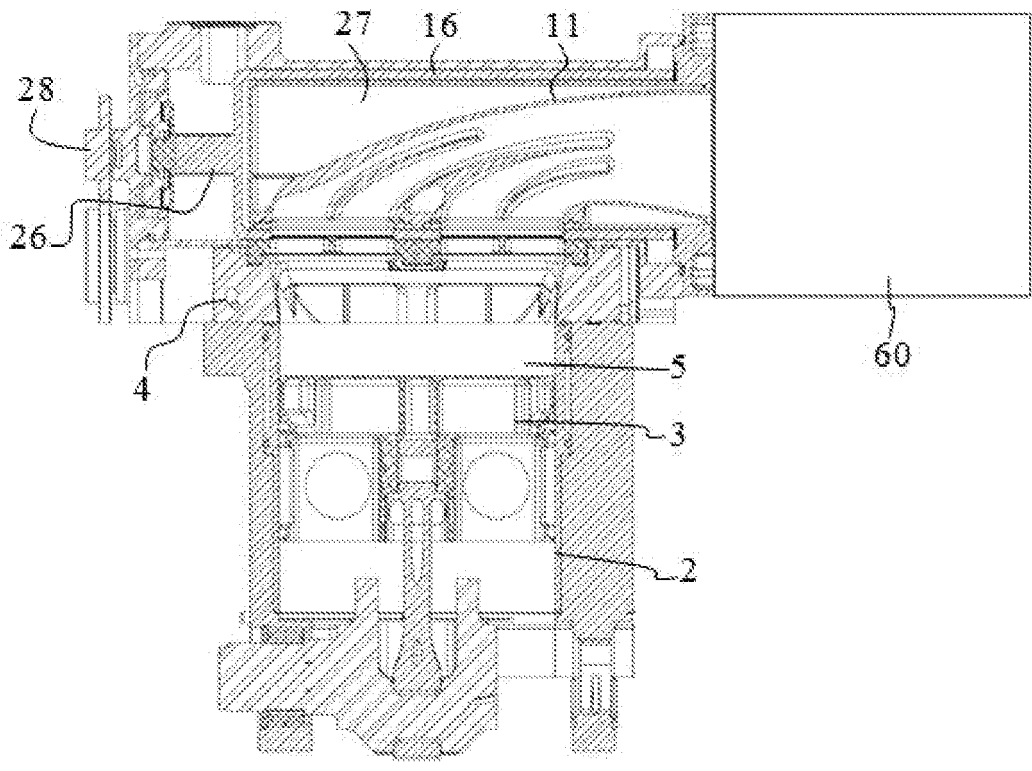


Fig. 15a

Fig. 15b

[Fig. 16]



**RAPPORT DE RECHERCHE  
 PRÉLIMINAIRE**

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

 N° d'enregistrement  
 national

 FA 875847  
 FR 1915078

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,D	FR 3 069 884 A1 (H2P SYSTEMS [FR]) 8 février 2019 (2019-02-08) * revendications; figures * -----	1-15	F01L7/02 F02G1/00  DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)  F01L F02G
Y	GB 524 424 A (HUGH STANLEY MCLAREN) 6 août 1940 (1940-08-06) * figures 1-4 * -----	1-15	
X	GB 275 557 A (CHARLES LUYCKX) 12 janvier 1928 (1928-01-12) * revendications; figures * -----	1-15	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
7 septembre 2020		Klinger, Thierry	
<b>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</b> 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 1915078 FA 875847**

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 **07-09-2020**

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 3069884	A1	08-02-2019	CN 111108285 A	05-05-2020
			EP 3662153 A1	10-06-2020
			FR 3069884 A1	08-02-2019
			US 2020240297 A1	30-07-2020
			WO 2019025555 A1	07-02-2019
-----				
GB 524424	A	06-08-1940	AUCUN	
-----				
GB 275557	A	12-01-1928	AUCUN	
-----				