

(19)



(11)

EP 4 339 423 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
20.03.2024 Bulletin 2024/12

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
F01K 7/36 ^(2006.01) **F22G 1/16** ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **23180375.0**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
F01K 7/36; F22G 1/165; F02G 2244/50

(22) Date de dépôt: **20.06.2023**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(71) Demandeur: **Huet, Christian**
75016 Paris (FR)

(72) Inventeur: **Huet, Christian**
75016 Paris (FR)

(74) Mandataire: **Ipside**
Tour Trinity
1 B Place de la Défense
92400 Courbevoie (FR)

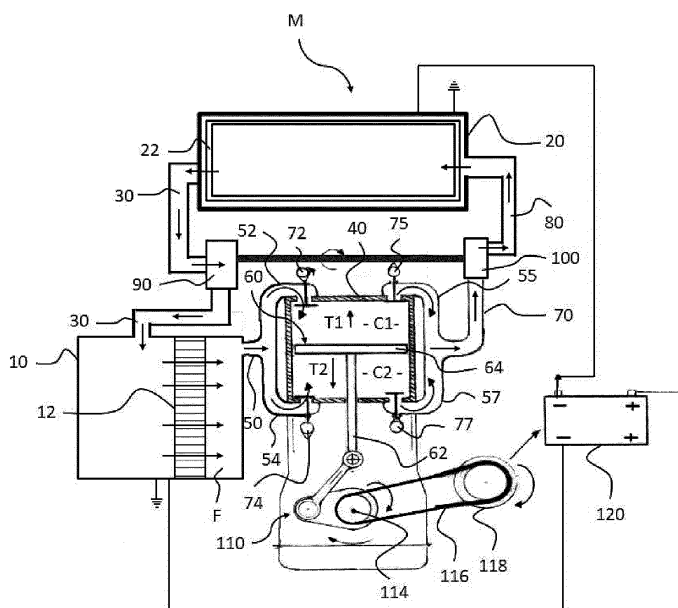
(30) Priorité: **14.09.2022 FR 2209236**

(54) **MOTEUR À VAPEUR ÉQUIPÉ D'UNE ENCEINTE DE CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE RELIÉE À UNE BATTERIE RECHARGEABLE**

(57) L'invention concerne un moteur (M) à vapeur comportant au moins un réservoir (20) de fluide (F), une première canalisation (30) pour transporter le fluide (F) du réservoir (20) vers une enceinte (10) de chauffage renfermant un premier moyen (12) de chauffage portant ledit fluide (F) à l'état de vapeur, une deuxième canalisation d'admission (50) pour transporter le fluide vaporisé (F) de l'enceinte (10) de chauffage vers une enceinte (40) de motorisation à vapeur sous haute pression à l'in-

térieur de laquelle se déplace au moins un piston double effet (60) présentant une tige (62) et une tête (64) de part et d'autre de laquelle sont définies une première chambre de compression (C1) une seconde chambre de compression (C2), et une troisième canalisation d'échappement (70) pour transporter le fluide vaporisé de l'enceinte (40) de motorisation vers le réservoir (20) de dépression, le premier moyen de chauffage (12) étant électrique et relié à une batterie d'alimentation (120).

[Fig. 1]

**EP 4 339 423 A1**

Description

Domaine technique de l'invention

[0001] La présente invention concerne un moteur fonctionnant à la vapeur et plus précisément selon un circuit fermé, utilisable dans le domaine des véhicules automobiles routiers, les chemins de fers, les navires ou encore l'industrie.

Technique antérieure

[0002] Il existe de nombreux types de moteurs dits thermiques fonctionnant à l'aide de différentes sources d'énergie. Une des plus ancienne, si ce n'est la plus ancienne, est appelée machine à vapeur ou moteur à vapeur de Denis Papin et date de la fin du 17^{ème} siècle.

[0003] La machine à vapeur est un moteur à combustion externe qui transforme l'énergie thermique de la vapeur d'eau produite par une ou plusieurs chaudières en énergie mécanique. Typiquement, cette vapeur entre dans un cylindre et exerce une pression qui donne un mouvement alternatif à un piston, lequel peut faire tourner une roue par exemple par l'intermédiaire d'un système de bielles/manivelles. Parmi ces machines à vapeur, on peut citer celles de James Watt (1763) et de Lenoir (1860) pour l'industrie, et, dans le domaine de l'automobile, le français Joseph Cugnot avec son fardier (1769), les automobiles (102,7 km/h en 1902), camions et tramways des frères Serpolet fabriqués à Paris, Londres et Milan de 1887 à 1907 les automobiles du Français Amédée Bollée avec la Mancelle en 1878), l'Obéissante en 1875 et les Rapides en 1883 (60 km/h), et les Stanley américaines fabriquées en grand nombre (200 exemplaires en 1897 et un record de vitesse de 241 km/h en 1907, 600 exemplaires en 1924 avant l'arrêt en 1927) et les locomotives à vapeur du 19^{ème} siècle utilisées dans le monde entier jusque dans les années 50,

[0004] Ce type de machines a également été utilisé dans l'industrie, notamment au 19^{ème} siècle, et se retrouve sur les catapultes de porte avion.

[0005] Le principe du mouvement alternatif d'un ou plusieurs pistons pour actionner une roue, un arbre moteur ou bien un vilebrequin est encore à ce jour sans doute le plus utilisé, avec de nombreuses variantes technologiques. Les sources d'énergie du système de chauffage (chaudière) ont également nettement évolué au fil du temps avec principalement des carburants à base de pétrole (les machines Serpolet des frères Serpolet de 1879 fonctionnant au kérosène, les Stanley de 1897 à 1927 fonctionnant à l'essence de pétrole), l'hydrogène ou encore l'air comprimé, de sorte que l'on s'est éloigné de la machine à vapeur, tout du moins en ce qui concerne les moteurs de voiture.

[0006] Les véhicules à vapeur présentaient des avantages sur les véhicules à moteur quatre temps par leurs performances, leur accélération supérieure et leur meilleure tenue de route avec le moteur sous le châssis,

abaissant le centre de gravité. Cependant, leur prix plus élevé, les risques d'incendies au début du 20^{ème} siècle, leur démarrage plus compliqué, moins propre et plus long (de quatre minutes en 1900 à une minute après la première guerre mondiale), ont donné l'avantage aux automobiles à moteur quatre temps. Certaines industries et machines agricoles ont continué d'utiliser la vapeur jusqu'en 1950.

[0007] En plus de ceux mentionnés, pour les voitures à vapeur du début du XX^e siècle, il existait un autre problème majeur : le temps nécessaire pour atteindre les conditions opérationnelles. En fait, il fallait souvent plus d'une minute pour les obtenir et faire démarrer le moteur. Pour résoudre cette limitation, sur les modèles produits ultérieurement, un type de chaudière a été mis au point. Les temps nécessaires pour atteindre la température de fonctionnement étaient beaucoup plus courts que ceux d'un modèle traditionnel, dans la mesure où une petite quantité d'eau y était chauffée. Ce dernier fournissait au moteur assez d'énergie pour démarrer le véhicule avant que toute la quantité de liquide ne soit chauffée. Plus récemment, sur les voitures à vapeur Double, il existait également un système d'allumage de brûleur fonctionnant au diesel et qui accélérail encore cette phase.

[0008] En résumé, comme il s'agissait de dispositifs très complexes, les coûts étaient potentiellement très élevés et donc peu abordables. Les risques de blessures étaient importants en raison notamment de l'instabilité de la haute pression. Les pertes d'énergies sont conséquentes et la mise au point complexe.

[0009] Le développement de ces machines a été ralenti par une législation défavorable dans les années 1830, puis par le développement rapide de la technologie des moteurs à combustion interne dans les années 1900, menant à leur disparition commerciale. Relativement peu de véhicules à vapeur sont restés en service après la Seconde Guerre mondiale. Bon nombre de ces véhicules ont été acquis par des passionnés pour la conservation. La recherche de sources d'énergie renouvelables a parfois suscité un regain d'intérêt pour l'utilisation de la vapeur pour les véhicules routiers.

[0010] Ainsi, suite à la crise énergétique des années 70, Saab a ensuite développé un prototype qui possédait un générateur de vapeur produisant une puissance de 250 chevaux et la taille d'un batterie auto. Par la suite, l'anglais Peter Pellandine a produit dans les années 1973-74 sa première voiture à vapeur avec une structure monocoque en fibre de verre, puis un second modèle avec une configuration en forme de W de trois cylindres à double effet.

[0011] Dans les années 1990, une filiale du groupe Volkswagen opérant dans le secteur de la recherche et le développement a conçu et construit une machine à vapeur appelée « zi » (acronyme « Zéro émission Engine », à savoir « zéro moteur d'émission »), qui produit la puissance 220 CV à l'aide d'un moteur à vapeur à chemises de cylindre en céramique.

[0012] Quelques autres projets virent le jour au 21^{ème}

siècle comme le moteur expérimental Cyclone de Harry Schoell caractérisé par une chambre de combustion centrifuge et des émissions de polluants particulièrement faibles.

[0013] Enfin, le 25 Août 2009, la société Britannique Vapeur Défi automobile va battre son record de vitesse terrestre valable pour les véhicules à vapeur avec une vitesse moyenne record de 238,679 km/h.

[0014] Cependant, depuis l'avènement du moteur à combustion interne, notamment à 4 temps utilisant du carburant à base de pétrole, considérés comme plus propres, plus fiables et ayant un bien meilleur rendement, très peu de recherche et d'évolutions ont été apportées aux moteurs à vapeur, notamment dans le domaine des véhicules automobiles routiers.

Présentation de l'invention

[0015] L'objet de la présente invention est de conserver l'utilisation de la vapeur d'un fluide portée à haute température / pression dans une enceinte comme source primaire d'énergie pour faire fonctionner un piston à mouvement alternatif, mais en le perfectionnant sous différents aspects pour le rendre plus facile d'utilisation, fiable, compact, respectueux de l'environnement, avec un rendement et une puissance améliorés.

[0016] A cet effet, selon un premier aspect, la présente invention se rapporte à un moteur à vapeur comportant au moins :

- une enceinte de chauffage/chaudière renfermant un premier moyen de chauffage portant un fluide à l'état de vapeur,
- un réservoir de fluide vaporisé, appelé réservoir de dépression ou caisson de dépression, relié en amont de l'enceinte de chauffage par une première canalisation,
- une deuxième canalisation d'admission pour transporter le fluide vaporisé de l'enceinte de chauffage/chaudière en aval de cette dernière vers une enceinte de motorisation à vapeur sous haute pression à l'intérieur de laquelle se déplace, de manière alternative et étanche, au moins un piston double effet présentant une tige et une tête de part et d'autre de laquelle sont définies :

* une première chambre de compression reliée à une première entrée de fluide vaporisé communiquant avec la deuxième canalisation et avec une première sortie de fluide vaporisé et

* une seconde chambre de compression reliée à une seconde entrée de fluide vaporisé communiquant également avec la deuxième canalisation et avec une seconde sortie de fluide vaporisé,

- la tige du piston étant reliée à un ensemble bielles / manivelles mettant en rotation un arbre moteur grâce

- au mouvement linéaire alternatif de ladite tige,
- une troisième canalisation d'échappement pour transporter le fluide vaporisé issue des première et seconde sorties vers le réservoir de dépression/caisson de dépression,
- le réservoir de dépression/caisson de dépression, l'enceinte de chauffage, l'enceinte de motorisation et les première, deuxième et troisième canalisations de transport de fluide vaporisé formant un circuit étanche fermé, et
- le premier moyen de chauffage est électrique et est relié à une batterie d'alimentation.

[0017] L'invention est mise en oeuvre selon les modes de réalisation et les variantes exposées ci-après, lesquelles sont à considérer individuellement ou selon toute combinaison techniquement opérante.

[0018] De préférence, la canalisation d'échappement est reliée à une turbine d'un turbocompresseur interposé entre l'enceinte de motorisation et le réservoir de dépression/le caisson de dépression.

[0019] Avantagusement, la première canalisation d'admission est reliée à un compresseur d'un turbocompresseur interposé entre le réservoir de dépression/caisson de dépression et l'enceinte de chauffage/la chaudière pour augmenter la pression de la vapeur. Ce turbocompresseur aspire la vapeur utilisée issue du réservoir de dépression pour l'envoyer dans l'enceinte de chauffage pour remettre la vapeur à la température désirée.

[0020] Selon un mode de réalisation préférée de la présente invention, le réservoir de dépression/caisson de dépression comporte un second moyen de chauffage électrique relié à la batterie et produisant un maintien en température du fluide entre environ 100° C et 120° C, de préférence à environ 110° C.

[0021] Selon un mode particulier de réalisation de la présente invention, chaque entrée et sortie est équipée d'une vanne étanche anti-retour, telle qu'un clapet, une soupape ou un tiroir, pilotée mécaniquement et/ou par un module de commande électronique et empêchant le retour du fluide vaporisé vers l'enceinte de chauffage/la chaudière.

[0022] De même, chaque sortie est équipée d'une vanne étanche anti-retour, telle qu'un clapet, une soupape ou un tiroir, pilotée mécaniquement et/ou par un module de commande électronique et empêchant le retour du fluide vaporisé vers l'enceinte de motorisation.

[0023] Selon un aspect particulièrement intéressant de la présente invention, l'arbre moteur est relié à un alternateur rechargeant la batterie lors de sa rotation.

[0024] Selon une caractéristique particulière de la présente invention, le premier moyen de chauffage comporte une série de tubes parallèles entourés de résistances électriques et à l'intérieur desquels le fluide circule pour y être réchauffé.

[0025] Selon une variante, le premier moyen de chauffage comporte une série de plaques de chauffage parallèles très rapprochées et entre lesquelles le fluide

circule pour y être réchauffé.

[0026] De manière avantageuse, le fluide est un hydrocarbure gras, par exemple de l'hexane

[0027] De manière préférée, le moteur comporte entre environ 20 et 30 dm³ de fluide.

[0028] Selon une caractéristique particulière, la cylindrée de l'enceinte de motorisation est comprise entre environ 1000 et 2000 cm³, de préférence entre environ 1200 et 1600 cm³, la cylindrée pouvant varier selon l'utilisation finale et sera bien entendu différente selon s'il s'agit d'une pompe, d'une voiture, d'une installation industrielle ou d'une locomotive.

Brève description des figures

[0029] D'autres avantages, buts et caractéristiques de la présente invention ressortent de la description qui suit faite, dans un but explicatif et nullement limitatif.

[0030] [Fig. 1] la figure 1 est une vue schématique du moteur conforme à la présente invention et de son mode de fonctionnement.

Description des modes de réalisation

[0031] La figure 1 est donc un schéma de principe illustrant un moteur M dit auto-énergétique fonctionnant à la vapeur conformément à la présente invention.

[0032] Ce moteur M comporte une partie mettant en oeuvre un fluide, par exemple de l'eau ou de préférence un hydrocarbure gras tel que de l'hexane, vaporisable sous haute pression à l'aide de moyens de chauffage, et une partie électrique servant à la fois de source d'énergie au moyens de chauffage et d'accumulation d'énergie électrique puis de restitution de cette dernière auxdits moyens de chauffage.

[0033] Plus concrètement, le moteur M comporte au moins une enceinte 10 de chauffage (ou chaudière) contenant un fluide F et renfermant un premier moyen 12 de chauffage destiné à porter ledit fluide F à l'état de vapeur. Le premier moyen 12 de chauffage comporte par exemple dans le cas présent une série de tubes parallèles entourés de résistances électriques à l'intérieur desquels circule le fluide F pour le chauffer ou le réchauffer de manière instantanée, ou bien une série de plaques de chauffage parallèles très rapprochées et entre lesquelles le fluide F circule pour y être chauffé ou réchauffé. Quel que soit sa structure, ce moyen 12 de chauffage est alimenté en énergie électrique par une batterie 120, par exemple 12 Volts.

[0034] L'enceinte 10 de chauffage (chaudière) communique en amont avec un réservoir 20 de fluide vaporisé, appelé réservoir de dépression ou caisson de dépression, à l'aide d'une première canalisation 30 permettant de transporter le fluide F du réservoir 20 de dépression/caisson de dépression vers ladite enceinte 10 de chauffage.

[0035] Le réservoir 20 de dépression comporte un second moyen 22 de chauffage électrique également reliés

à la batterie 120 et produisant un maintien en température du fluide F entre environ 100° C et 120° C, de préférence à environ 110° C.

[0036] L'enceinte 10 de chauffage communique également, en aval, avec une enceinte 40 de motorisation à vapeur sous haute pression à l'aide d'une deuxième canalisation d'admission 50 permettant de transporter le fluide vaporisé de l'enceinte 10 de chauffage vers ladite enceinte 40 de motorisation.

[0037] La première canalisation d'admission 30 est reliée à un compresseur 90 d'un turbocompresseur interposé entre le réservoir 20 de dépression et l'enceinte 10 de chauffage pour augmenter la pression de la vapeur générée avant d'être réchauffée dans ladite enceinte de chauffage 10.

[0038] L'enceinte 40 de motorisation renferme au moins au moins un piston 60 double effet se déplaçant (flèches T1 et T2) de manière alternative et étanche. Ce piston 60 comporte une tige 62 et une tête 64 de part et d'autre de laquelle sont définies une première chambre C1 de compression et une seconde chambre C2 de compression. La première chambre C1 de compression est reliée d'une part à une première entrée 52 de fluide vaporisé communiquant avec la deuxième canalisation d'admission 50 et d'autre part à une première sortie 55 de fluide vaporisé. La seconde chambre C2 de compression est reliée quant à elle d'une part à une seconde entrée 54 de fluide vaporisé communiquant également avec la deuxième canalisation d'admission 50 et d'autre part à une seconde sortie 57 de fluide vaporisé.

[0039] La cylindrée de l'enceinte 40 de motorisation est comprise, par exemple pour une voiture standard, entre environ 1000 et 2000 cm³, de préférence entre environ 1200 et 1600 cm³.

[0040] Les sorties de fluide 55 et 57 se rejoignent dans une troisième canalisation commune d'échappement 70 qui aboutit dans le réservoir 20 de dépression à l'aide d'une quatrième canalisation 80.

[0041] La troisième canalisation d'échappement 70 est par ailleurs reliée à un compresseur 100 du turbocompresseur interposé entre l'enceinte 40 de motorisation et le réservoir 20 de dépression.

[0042] La première entrée 52 de fluide vaporisé est équipée d'une vanne étanche anti-retour 72, telle qu'un clapet, une soupape ou un tiroir, pilotée mécaniquement et/ou par un module de commande électronique et empêchant le retour du fluide vaporisé vers l'enceinte de chauffage 10.

[0043] De même, la seconde entrée 54 de fluide vaporisé est équipée d'une vanne étanche anti-retour 74, telle qu'un clapet, une soupape ou un tiroir, pilotée mécaniquement et/ou par un module de commande électronique et empêchant le retour du fluide vaporisé vers l'enceinte de chauffage 10.

[0044] Par ailleurs, la première sortie 55 de fluide est équipé d'une vanne étanche anti-retour 75, telle qu'un clapet, une soupape ou un tiroir, pilotée mécaniquement et/ou par un module de commande électronique et em-

pêchant le retour du fluide vaporisé vers l'enceinte de motorisation 40.

[00445] De même, la seconde sortie 57 de fluide est équipé d'une vanne étanche anti-retour 77, telle qu'un clapet, une soupape ou un tiroir, pilotée mécaniquement et/ou par un module de commande électronique et empêchant le retour du fluide vaporisé vers l'enceinte 40 de motorisation.

[00446] La tige 61 du piston 60 est pour sa part relié à un ensemble 110 de bielles et de manivelles mettant en rotation un arbre moteur 114 grâce au mouvement linéaire alternatif dudit piston 60 et du mouvement rotatif de l'ensemble bielles/manivelles 110.

[00447] Ainsi, comme cela est visible, l'enceinte 10 de chauffage avec ses moyens 12 de chauffage internes, l'enceinte 40 de motorisation, le réservoir 20 de dépression avec ses moyens 22 de chauffage internes et les première, deuxième, troisième et quatrième canalisations 30, 50, 70 et 80 de transport de fluide vaporisé forment un circuit étanche fermé renfermant entre environ 20 et 30 dm³ de fluide F circulant en boucle. Du fait de ce circuit fermé et de l'étanchéité de ces enceintes et des diverses canalisations, aucune perte de fluide n'est possible.

[00448] La réalisation des pièces du moteur (carters des différentes enceintes, piston, canalisations, réservoir) peut être en métal non ferreux ou en matière synthétique puisque la température d'utilisation ne sera que de 100 à 150° C. Cependant, pour de plus hautes performances où la température peut dépasser les 200° C, le choix des matériaux aura une importance non négligeable, notamment pour réduire les pertes thermiques. Ce choix dépendra également de la pression de la vapeur, liées à cette température.

[00449] Une caractéristique faisant la particularité de l'invention consiste en ce que le premier moyen de chauffage 12 de l'enceinte 10 de chauffage est relié à une batterie d'alimentation 120. Cette batterie 120 est donc considérée comme source secondaire d'un point de vue du fonctionnement du moteur M car c'est la vapeur de fluide qui provoque le déplacement alternatif du piston 60 et la mise en rotation de l'arbre moteur 114, et non directement l'électricité produite.

[00500] L'arbre moteur 114 est par ailleurs relié à un alternateur 118 par l'intermédiaire par exemple d'une courroie 116. Cet alternateur 118 permet, lors de la rotation de l'arbre moteur 114, de recharger la batterie 120 en énergie électrique lors du fonctionnement du moteur M.

[00501] Le fonctionnement du moteur M conforme à la présente invention est le suivant.

[00502] Au démarrage, la quasi-totalité du fluide F se trouve dans l'enceinte 10 de chauffage (le réservoir 20 de dépression est vide ou quasiment vide), muni de son corps de chauffe 12 (tubes ou plaques). Le moteur (M) est au repos, le piston 60 étant dans une première position à l'intérieur des chambres C1 et C2 de l'enceinte 40 de motorisation, et les différentes valves 72, 74, 75 et 77

permettent l'admission de vapeur de fluide sous haute pression par l'une ou l'autre des entrées 52 ou 54.

[00503] Au premier contact ou impulsion électrique provenant de la batterie 120, le corps de chauffe 12 provoque une vapeur instantanée du fluide F dans l'enceinte 10 de chauffage, à la température et à la pression désirée.

[00504] Ces gaz obtenus sont envoyés, par les canalisations isothermes 50 puis 52 ou 54, dans l'enceinte 40 de motorisation renfermant le piston double effet 60.

[00505] Le piston 60, dans son mouvement de va-et-vient provoqué par la pression simultanée de la vapeur de part et d'autre de la tête 64 dans alternativement chacune des chambres C1 puis C2 (dont le volume change donc constamment, quand le volume de l'une augmente, le volume de l'autre diminue dans les mêmes proportions, et inversement), produit, par l'intermédiaire de l'ensemble bielles/manivelle, un mouvement rotatif de l'arbre moteur 114 (prise de force).

[00506] Les gaz chauds sont expulsés sous forte pression à chaque mouvement alternatif du piston 60 par les canalisations isotherme 55 et 57 qui se rejoignent dans la troisième canalisation 70 pour actionner la turbine 100 d'entraînement du turbocompresseur avant d'arriver dans le réservoir 20 de dépression où le fluide vaporisé F est conservé en dans un état gazeux à l'aide des résistances électriques 22. Une quantité défini des gaz contenu dans le réservoir 20 de dépression est aspirée par le compresseur 90 du turbocompresseur dont l'arbre de rotation présente un variateur de vitesse selon la pression désirée. Ces gaz sont alors envoyés sous pression, par l'intermédiaire de la première canalisation isotherme 30, dans l'enceinte 10 de chauffage contenant le corps de chauffe 12 pour être réchauffés à la température et à la pression désirées, avant d'être envoyés de nouveau dans l'enceinte 40 de motorisation pour agir sur le piston 60, et ainsi de suite, ce qui forme un circuit fermé étanche tournant en boucle.

[00507] Enfin, l'alternateur 118 est entraîné par la courroie 116 reliée à l'arbre moteur 114 pour recharger en permanence la batterie 120.

[00508] Après le démarrage du moteur M et la transformation du fluide en vapeur, le but de ce système est de conserver en permanence cette vapeur en la réchauffant plus ou moins par la chaudière à vapeur instantanée 10, typiquement à une température d'environ 100 à 120°.

[00509] Ce principe de fonctionnement n'émet aucune pollution puisqu'il fonctionne en cycle fermé. Bien entendu, la batterie 120 devra être chargée initialement et pourra être remplacée si besoin.

[00600] En ce qui concerne la batterie 120, celle-ci chauffe au départ une petite quantité de fluide F, mais dès que l'enceinte 40 de motorisation fonctionne, elle n'entretient plus que la température légèrement plus faible que celle dans le moteur M. Lors de son périple, la vapeur ne doit pas redevenir liquide, mais doit simplement légèrement refroidir dans le réservoir 20 de dépression avant d'être recompressée par le compresseur 90

du turbocompresseur. La batterie 120 n'est donc pas plus sollicitée que dans un moteur à essence où elle assure l'allumage.

[0061] Il est possible d'envisager un débrayage de l'arbre moteur 114 lorsque le véhicule est à l'arrêt (embouteillage, etc.) pour continuer la charge de la batterie 120.

[0062] Il doit être bien entendu que la description détaillée de l'objet de l'invention, donnée uniquement à titre d'illustration, ne constitue en aucune manière une limitation, les équivalents techniques étant également compris dans le champ de la présente invention.

[0063] Ainsi, le nombre d'enceintes de motorisation et/ou de pistons pourra être augmenté selon la puissance désirée, avec une batterie/alternateur communs ou pour chaque enceinte de motorisation.

Revendications

1. Moteur (M) à vapeur comportant au moins :

- une enceinte (10) de chauffage renfermant un premier moyen (12) de chauffage portant un fluide (F) à l'état de vapeur,
- un caisson de dépression (20) de fluide vaporisé (F) relié en amont de l'enceinte (10) de chauffage par une première canalisation (30),
- une deuxième canalisation d'admission (50) disposée en aval de l'enceinte (10) de chauffage et reliant cette dernière à une enceinte (40) de motorisation à vapeur sous haute pression à l'intérieur de laquelle se déplace, de manière alternative et étanche, au moins un piston à double effet (60) présentant une tige (62) et une tête (64) de part et d'autre de laquelle sont définies :

* une première chambre de compression (C1) reliée à une première entrée (52) de fluide vaporisé communiquant avec la deuxième canalisation d'admission (50) et avec une première sortie (55) de fluide vaporisé, et

* une seconde chambre de compression (C2) reliée à une seconde entrée (54) de fluide vaporisé communiquant également avec la deuxième canalisation d'admission (50) et avec une seconde sortie (57) de fluide vaporisé,

- la tige (62) du piston (60) étant relié à un ensemble (110) bielles / manivelles mettant en rotation un arbre moteur (114) grâce au mouvement linéaire alternatif de ladite tige (62),
- la deuxième canalisation d'admission (50) transportant le fluide vaporisé (F) de l'enceinte (10) de chauffage vers l'enceinte (40) de motorisation,
- une troisième canalisation d'échappement (70)

reliant les première et seconde sorties (55, 57) de fluide vaporisé et le caisson (20) de dépression, la troisième canalisation (70) transportant le fluide vaporisé issu des première et seconde sorties (55, 57) vers le caisson (20) de dépression,

- le caisson (20) de dépression, l'enceinte (10) de chauffage, l'enceinte (40) de motorisation et les première (30), deuxième (50) et troisième (70) canalisations de transport de fluide vaporisé formant un circuit étanche fermé, et
- le premier moyen de chauffage (12) est électrique et est relié à une batterie d'alimentation (120).

2. Moteur (M) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la troisième canalisation d'échappement (70) est reliée à une turbine (100) d'un turbocompresseur interposé entre l'enceinte (40) de motorisation et le réservoir (20) de dépression.

3. Moteur (M) selon la revendication 1 ou la revendication 2, **caractérisé en ce que** la première canalisation d'admission (30) est reliée à un compresseur (90) d'un turbocompresseur interposé entre le réservoir (20) de dépression et l'enceinte (10) de chauffage pour augmenter la pression de la vapeur.

4. Moteur (M) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le réservoir (20) de dépression comporte un second moyen (22) de chauffage électrique relié à la batterie (120) et produisant un maintien en température du fluide entre environ 100° C et 120° C, de préférence à environ 110° C.

5. Moteur (M) selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le second moyen de chauffage (22) comporte une série de plaques de chauffage parallèles très rapprochées et entre lesquelles le fluide circule pour y être réchauffé.

6. Moteur (M) selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le second moyen de chauffage (22) comporte une série de tubes parallèles entourés de résistances électriques et à l'intérieur desquels le fluide circule pour y être réchauffé.

7. Moteur (M) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** chaque entrée (52 ; 54) est équipée d'une vanne étanche anti-retour (72 ; 74), telle qu'un clapet, une soupape ou un tiroir, pilotée mécaniquement et/ou par un module de commande électronique et empêchant le retour du fluide vaporisé vers l'enceinte (10) de chauffage.

8. Moteur (M) selon l'une quelconque des revendica-

tions précédentes, **caractérisé en ce que** chaque sortie (55 ; 57) est équipée d'une vanne étanche anti-retour (75 ; 77), telle qu'un clapet, une soupape ou un tiroir, pilotée mécaniquement et/ou par un module de commande électronique et empêchant le retour du fluide vaporisé vers l'enceinte (40) de motorisation. 5

9. Moteur (M) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'arbre moteur (114) est relié à un alternateur (118) rechargeant la batterie (120) lors de sa rotation. 10

10. Moteur (M) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le premier moyen de chauffage (12) comporte une série de tubes parallèles entourés de résistances électriques et à l'intérieur desquels le fluide circule pour y être réchauffé. 15

11. Moteur (M) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le premier moyen de chauffage (12) comporte une série de plaques de chauffage parallèles très rapprochées et à l'intérieur desquelles le fluide circule pour y être réchauffé. 20 25

12. Moteur (M) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le fluide est un hydrocarbure gras, par exemple de l'hexane. 30

13. Moteur (M) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comporte entre environ 20 et 30 dm³ de fluide (F). 35

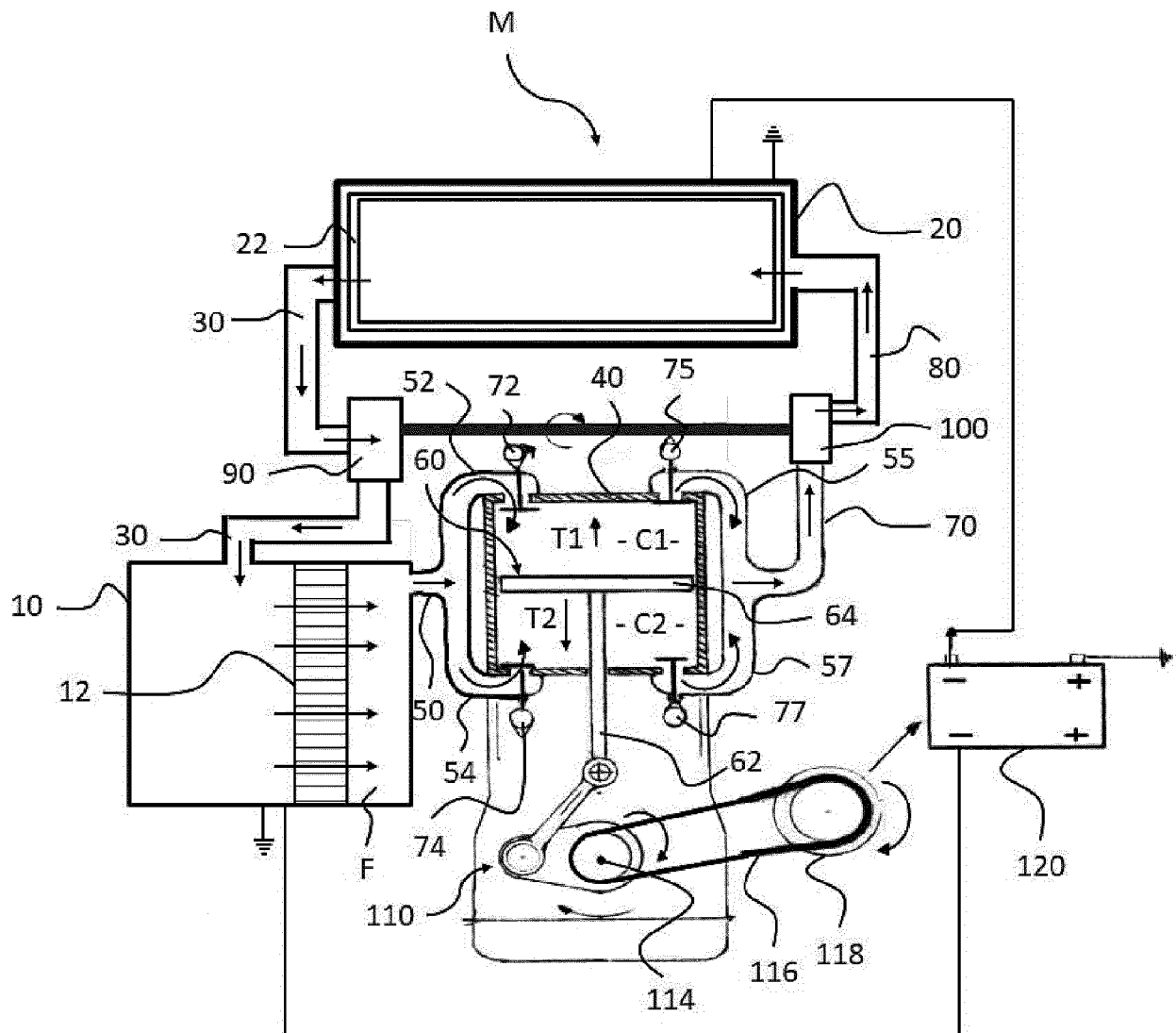
14. Moteur (M) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la cylindrée de l'enceinte (40) de motorisation est comprise entre environ 1000 et 2000 cm³, de préférence entre environ 1200 et 1600 cm³. 40

15. Véhicule de tourisme tel qu'une voiture, équipé d'un moteur (M) selon l'une quelconque des revendications précédentes. 45

50

55

[Fig. 1]





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 23 18 0375

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	US 2010/218500 A1 (RUER JACQUES [FR]) 2 septembre 2010 (2010-09-02) * alinéas [0101] - [0134]; figure 1A * -----	1-15	INV. F01K7/36 F22G1/16
A	US 10 888 024 B1 (PICHAI TIKHON SURESH [US] ET AL) 5 janvier 2021 (2021-01-05) * colonne 2, ligne 25 - colonne 13, ligne 34; figures 1-3 * * colonne 19, ligne 24 - colonne 20, ligne 52; exemple 2 * -----	1-15	
A	US 2010/293949 A1 (AHO RICHARD E [US]) 25 novembre 2010 (2010-11-25) * alinéas [0034] - [0042]; figures 1-3; exemple 1 * -----	1-15	
A	US 2007/251238 A1 (JORDAN KENNETH [US]) 1 novembre 2007 (2007-11-01) * alinéas [0022] - [0053]; figures 1-5 * -----	1-15	
A	US 2017/159501 A1 (BROOKMAN MICHAEL JEFFREY [US]) 8 juin 2017 (2017-06-08) * alinéas [0022] - [0042]; figures 1,2 * -----	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
A	GB 2 528 522 A (GAS EXPANSION MOTORS LTD [GB]) 27 janvier 2016 (2016-01-27) * le document en entier * -----	1	F01K F02G F22G
A	US 9 534 508 B2 (SIEMENS AG [DE]) 3 janvier 2017 (2017-01-03) * le document en entier * -----	1	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
Munich		8 janvier 2024	Röberg, Andreas
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 23 18 0375

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

08-01-2024

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2010218500 A1	02-09-2010	AU 2008315867 A1	30-04-2009
		CA 2702915 A1	30-04-2009
		CN 101828319 A	08-09-2010
		DK 2203967 T3	21-08-2017
		EP 2203967 A1	07-07-2010
		FR 2922608 A1	24-04-2009
		JP 5032665 B2	26-09-2012
		JP 2011501026 A	06-01-2011
		US 2010218500 A1	02-09-2010
		WO 2009053593 A1	30-04-2009

US 10888024 B1	05-01-2021	AUCUN	

US 2010293949 A1	25-11-2010	CA 2759993 A1	25-11-2010
		CN 102439263 A	02-05-2012
		EP 2432974 A1	28-03-2012
		ES 2822328 T3	30-04-2021
		JP 2012527572 A	08-11-2012
		MX 365414 B	03-06-2019
		SI 2432974 T1	30-07-2021
		US 2010293949 A1	25-11-2010
		WO 2010135067 A1	25-11-2010

US 2007251238 A1	01-11-2007	AUCUN	

US 2017159501 A1	08-06-2017	AUCUN	

GB 2528522 A	27-01-2016	AUCUN	

US 9534508 B2	03-01-2017	AU 2013231355 A1	25-09-2014
		CA 2867201 A1	19-09-2013
		DE 102012204081 A1	19-09-2013
		EP 2812542 A1	17-12-2014
		PL 2812542 T3	06-12-2021
		US 2015027122 A1	29-01-2015
		WO 2013135718 A1	19-09-2013

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82