



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
10.11.2010 Bulletin 2010/45

(51) Int Cl.:
F01K 3/00 (2006.01) **F01K 25/08** (2006.01)
F01K 25/10 (2006.01) **F01K 27/00** (2006.01)
F22B 3/04 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **08291062.1**

(22) Date de dépôt: **13.11.2008**

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

(72) Inventeur: **Guerin, Barthélémy**
18570 Trouy-Nord (FR)

(74) Mandataire: **Debay, Yves**
Cabinet Debay
126 Ellysée 2
78170 La Celle Saint Cloud (FR)

(71) Demandeur: **Guerin, Barthélémy**
18570 Trouy-Nord (FR)

(54) **Système et procédé de fonctionnement d'un moteur thermique à partir d'un circuit fermé d'un fluide frigorigène permettant une récupération d'énergie thermique d'un fluide extérieur**

(57) La présente invention concerne un moteur thermique intégrant un fluide frigorigène dans un circuit fermé, **caractérisé en ce que** le circuit comprend au moins :
- un réservoir d'évaporation (4) disposé en contact avec un fluide, extérieur au moteur, en mouvement dans une tuyère (3),
- un liquéfacteur (11) en contact avec un fluide susceptible d'absorption de chaleur et associé à un conduit permettant au fluide frigorigène liquéfié de retourner dans

le réservoir (4), et
- au moins une turbine de puissance (15), positionnée entre le liquéfacteur (11) et le réservoir (4), et
- un compresseur (9) en aval du réservoir (4) dans le circuit et arrangé pour réguler la température du fluide frigorigène en contrôlant l'aspiration du fluide frigorigène évaporé,
et en ce que le fluide frigorigène demeure à pression et température de vapeur saturante sur l'intégralité du circuit.

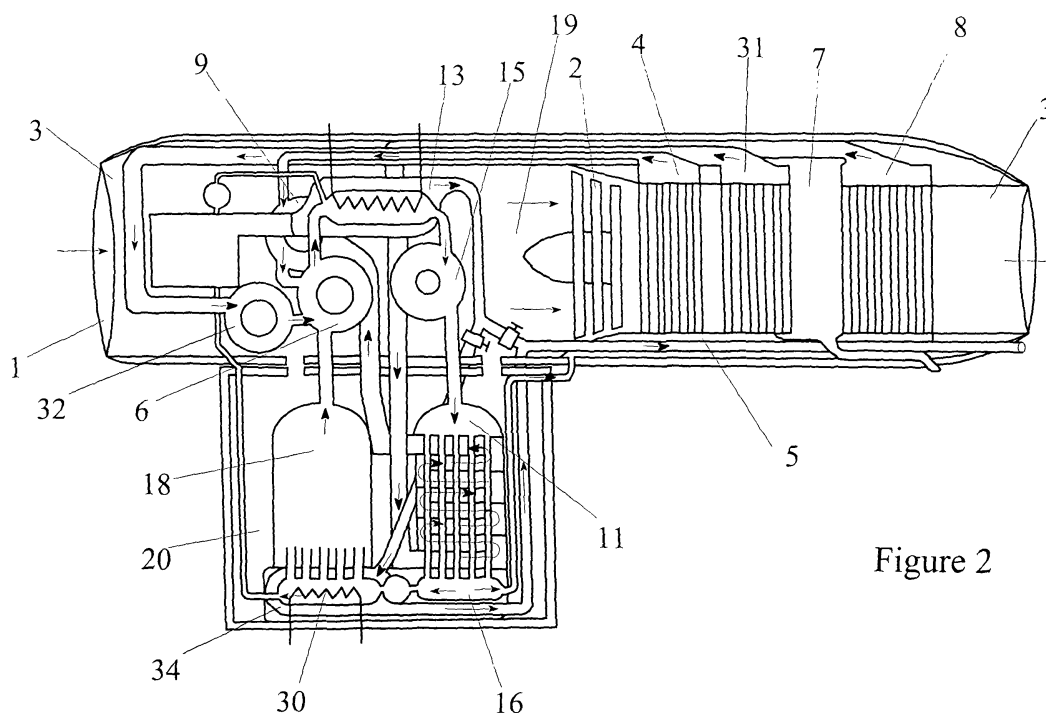


Figure 2

Description

[0001] La présente invention se rapporte au domaine des systèmes de moteur thermique et plus particulièrement au domaine des systèmes de moteur thermique faisant intervenir un circuit fermé d'au moins un fluide frigorigène et avec des pertes calorifiques réduites.

[0002] Actuellement, la raréfaction des énergies fossiles conduit à orienter le fonctionnement des moteurs vers des énergies renouvelable ou vers des dispositifs dits hybrides associant carburants et énergies électrique, mais dont les performances ou l'autonomie sont réduites lorsqu'ils sont adaptés à nos véhicules. Certains moteurs alternatifs fonctionnent en utilisant des fluides réfrigérant ou frigorigène. Ces fluides ont notamment comme propriété d'être capables de s'évaporer à faible température lorsqu'il se trouve à pression atmosphérique (1 Bar). Ces fluides couramment utilisés dans les systèmes de production de froid (climatisation, congélateur, réfrigérateur,...) sont généralement sélectionnés pour leur grande propriété d'absorption de chaleur lorsqu'ils changent d'état en passant de leur phase liquide à leur phase gazeuse. La chaleur qui est alors absorbée par le fluide est appelée chaleur latente de vaporisation. Dans un circuit frigorifique au même titre que dans un moteur thermique, le fluide frigorigène joue le rôle de transporteur de chaleur entre une source froide et une source chaude.

[0003] Le document US 3,124,696 propose une solution faisant intervenir un fluide réfrigérant en déplacement dans un conduit pour alimenter une turbine actionnant un générateur. Le générateur fournit alors une résistance chauffante en électricité qui participe au réchauffement du fluide frigorigène dans son conduit. Cependant, le fonctionnement d'un tel moteur fait apparaître plusieurs inconvénients. Un premier de ces problèmes est que la fourniture de chaleur n'a pour effet que de surchauffer le gaz dans le conduit sans influencer sur la pression pour augmenter la puissance de la turbine. Un autre problème rencontré est celui du phénomène de conduction de la chaleur fournie par la résistance électrique qui réchauffe alors tout autant le condenseur que les gaz qu'il reçoit. Par ailleurs, il convient de remarquer qu'un fonctionnement optimal du moteur enseigné par le document US 3,124,696 ne permet qu'un fonctionnement en circuit fermé sans produire de travail à l'extérieur.

[0004] La présente invention a pour objectif de proposer une solution thermodynamiquement fonctionnelle qui permette de s'affranchir d'au moins un inconvénient de l'art antérieur et notamment susceptible de fonctionner indépendamment de la combustion de tout type d'énergie fossile ou d'une source électrique.

[0005] Cet objectif est atteint grâce à un moteur thermique comprenant au moins un circuit fermé intégrant un fluide frigorigène susceptible de connaître des modifications de pression et de température, **caractérisé en ce que** le circuit fermé comprend au moins:

- une première portion formant un réservoir d'évapo-

ration disposé afin d'être en contact avec un fluide, extérieur au moteur, en mouvement dans une tuyère, destiné à permettre une vaporisation du fluide frigorigène au niveau d'un évaporateur propre,

- 5 - une seconde portion formant un liquéfacteur en contact avec un fluide susceptible d'absorption de chaleur et destiné à permettre la liquéfaction du fluide frigorigène, au moins un conduit permettant au fluide frigorigène liquéfié de retourner dans le réservoir de la première portion, et
- 10 - une troisième portion, positionnée entre la première portion et la seconde portion, comprenant au moins une turbine de puissance actionnée par le déplacement du fluide frigorigène évaporé dans le circuit, et
- 15 - un compresseur positionné en aval de la première portion par rapport au sens de déplacement du fluide frigorigène dans le circuit et arrangé pour réguler la température du fluide frigorigène en sortie d'au moins un réservoir d'évaporation en contrôlant l'aspiration du fluide frigorigène évaporé,
- 20

et en ce que le fluide frigorigène participant aux transferts de chaleur demeure maintenu à pression de vapeur saturante et à la température correspondante sur l'intégralité du circuit.

[0006] Selon une variante de réalisation, le moteur thermique est **caractérisé en ce que**, le fluide extérieur au moteur étant un gaz ambiant, la première portion du circuit assure l'évaporation du fluide frigorigène concomitamment à une baisse de la température du fluide extérieur jusqu'à une température strictement supérieure à la température de glaciation ou cristallisation de l'eau susceptible d'être en suspension dans le gaz ambiant, et en ce que le circuit comprend également au moins :

- 35 - un filtre déshydrateur disposé en aval de la première portion du circuit par rapport au sens de déplacement du gaz ambiant dans la tuyère, pour assécher le gaz qui a effectué un transfert de chaleur vers le fluide frigorigène de la première portion du circuit, et
- 40 - une quatrième portion du circuit formant un réservoir d'évaporation disposé afin d'être en contact avec l'air en mouvement dans la tuyère, destiné à permettre une évaporation du fluide frigorigène au niveau d'un évaporateur propre en effectuant un transfert de chaleur vers le fluide frigorigène à des températures inférieures à la température de glaciation ou cristallisation de l'eau en suspension dans le gaz ambiant, cette quatrième portion étant positionnée en aval du filtre déshydrateur par rapport au sens de déplacement du gaz ambiant dans la tuyère.
- 45
- 50

[0007] Selon une autre variante de réalisation, le moteur thermique est **caractérisé en ce que** le fluide susceptible d'absorption de chaleur dans le liquéfacteur est formé par un fluide de refroidissement en déplacement dans un circuit fermé propre qui permet d'une part une absorption de chaleur du fluide frigorigène au niveau du

liquéfacteur et d'autre part une fourniture de chaleur à un fluide frigorigène destiné à être évaporé au niveau d'un évaporateur.

[0008] Selon une autre variante de réalisation, le moteur thermique est **caractérisé en ce que** le fluide susceptible d'absorption de chaleur dans le liquéfacteur est formé par le fluide frigorigène en déplacement dans une portion parallèle du circuit et provenant d'une quatrième ou cinquième portion du circuit formant un réservoir d'évaporation disposé afin d'être en contact avec le fluide, extérieur au moteur, en mouvement dans la tuyère, destiné à permettre une évaporation du fluide frigorigène au niveau d'un évaporateur propre, cette quatrième ou cinquième portion étant positionnée en aval de la première portion du circuit par rapport au sens de déplacement du fluide extérieur dans la tuyère, le fluide frigorigène s'évaporant à une température inférieure à la température du fluide frigorigène provenant du réservoir de la première portion étant mis en mouvement par un compresseur positionné en aval du liquéfacteur par rapport au sens de déplacement du fluide dans le circuit.

[0009] Selon une autre variante de réalisation, le moteur thermique est **caractérisé en ce que** le moteur intègre au moins un dispositif de réchauffage d'appoint pour augmenter la température du fluide frigorigène en sortie et/ou en entrée d'au moins une turbine et/ou compresseur, et en ce que le dispositif de réchauffage d'appoint est associé à un dispositif d'injection de fluide frigorigène liquide pour maintenir une pression de vapeur saturante et éviter la constitution d'une vapeur sèche.

[0010] Selon une autre variante de réalisation, le moteur thermique est **caractérisé en ce qu'**au moins un élément susceptible de fonctionner avec des pertes de chaleur est disposé dans une enceinte adiabatique ouverte dans la partie de la tuyère située en amont d'au moins la première portion du circuit par rapport au sens de déplacement du fluide extérieur dans la tuyère. Selon une autre variante de réalisation, le moteur thermique est **caractérisé en ce que** le déplacement du fluide, extérieur au moteur, dans la tuyère fait intervenir un turbocompresseur.

[0011] Un autre objectif de l'invention est de proposer un dispositif qui permette la mise en oeuvre d'une des variantes du procédé de l'invention.

[0012] Cet objectif est atteint grâce à un procédé de fonctionnement d'un moteur thermique selon une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le procédé comprend cycliquement:

- une étape de vaporisation du fluide frigorigène dans un réservoir d'une première portion du circuit suite à au moins un transfert de chaleur depuis un fluide extérieur au moteur,
- une étape d'aspiration par un compresseur du fluide frigorigène vaporisé dans un réservoir d'une première portion du circuit,
- une étape d'actionnement d'une turbine de puissance par déplacement du fluide frigorigène vaporisé

dans le circuit,

- une étape de liquéfaction du fluide frigorigène dans la seconde portion du circuit formant le liquéfacteur suite à au moins un transfert de chaleur vers un fluide utilisé comme refroidisseur,
- une étape de retour du fluide frigorigène liquéfié dans un réservoir de la première portion du circuit.

[0013] Selon une variante de réalisation, le procédé de fonctionnement d'un moteur thermique selon l'invention est **caractérisé en ce que**, le fluide utilisé comme refroidisseur étant le fluide frigorigène en déplacement dans une portion parallèle du circuit, le procédé comprend également :

- une étape de vaporisation du fluide frigorigène dans un réservoir d'une quatrième ou cinquième portion du circuit suite à au moins un transfert de chaleur depuis un fluide extérieur au moteur concomitamment à l'étape de vaporisation du fluide frigorigène dans la première portion du circuit, la vaporisation étant effectuée à une température inférieure à celle de la vaporisation dans la première portion du circuit,
- une étape d'aspiration par le compresseur du fluide frigorigène vaporisé dans un réservoir d'une quatrième ou cinquième portion du circuit,
- une étape d'absorption par le fluide frigorigène vaporisé dans un réservoir d'une quatrième ou cinquième portion du circuit, de chaleur provenant du fluide frigorigène en cours de liquéfaction dans le liquéfacteur,
- une étape de mélange au niveau du compresseur du fluide frigorigène vaporisé dans un réservoir d'une quatrième ou cinquième portion du circuit avec le fluide frigorigène vaporisé dans une autre portion du circuit pour intégrer le circuit du fluide frigorigène vaporisé dans la première portion du circuit, et
- une étape de retour du fluide frigorigène liquéfié dans un réservoir de la quatrième ou cinquième portion du circuit.

[0014] Selon une autre variante de réalisation, le procédé de fonctionnement d'un moteur thermique selon l'invention est **caractérisé en ce que** le procédé comprend également au moins :

- une étape de chauffage du fluide frigorigène évaporé en déplacement dans le circuit, et/ou
- une étape d'injection de fluide frigorigène liquéfié dans du fluide frigorigène évaporé en déplacement dans le circuit.

[0015] L'invention, avec ses caractéristiques et avantages, ressortira plus clairement à la lecture de la description faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 représente un schéma d'un premier mode

de réalisation d'un moteur thermique selon l'invention,

- la figure 2 représente un schéma d'un second mode de réalisation d'un moteur thermique selon l'invention.

[0016] Il convient de préciser que dans le présent document les termes « fluide extérieur » ou « fluide extérieur au moteur » se rapportent à tout gaz ou liquide ambiant et plus particulièrement à l'air ambiant pour l'utilisation au niveau terrestre ou aérien, et à l'eau pour une utilisation aquatique du moteur thermique de l'invention.

[0017] Il convient de préciser que dans le présent document le terme « tuyère » désigne tout conduit, tube, canalisation permettant d'orienter le déplacement d'un fluide extérieur au moteur mis en mouvement.

[0018] La présente invention concerne un moteur thermique dont le fonctionnement repose sur le principe général des thermopompes, des appareils réfrigérants ou des condenseurs-évaporateurs, le tout intégré dans un dispositif permettant d'une part la récupération de la chaleur ambiante de l'air pour la transformer en travail exploitable, et d'autre part pour un contrôle et une récupération pour exploiter les pertes calorifiques habituellement dues par échappement, rayonnement, frottement ou conduction en les transformant en travail.

[0019] La présente invention repose sur le principe fondamental de l'ébullition selon lequel lorsqu'un fluide est vaporisé, sa température de vaporisation est rigoureusement liée à la pression qui le surmonte. Ainsi, plus on abaissera la pression surmontant le liquide vaporisé, plus sa température d'ébullition diminuera et vice versa. Par ailleurs, à pression constante, l'apport de chaleur à un liquide n'augmente pas forcément sa température. C'est ainsi qu'à une température et à une pression qui sont liées et qui lui sont propres, la température d'ébullition d'un liquide reste fixe quelle que soit l'augmentation de chaleur et de température fournie dès lors que ce liquide est continuellement présent. Tout apport de chaleur supplémentaire au-delà de sa température d'ébullition est ainsi entièrement utilisé à ce changement de phase de l'état liquide à l'état gazeux. Toute augmentation de l'apport de chaleur ne pourra qu'accélérer la vitesse de cette transformation tant que le liquide à vaporiser est présent. La température d'ébullition ne peut varier qu'en fonction de la pression qui s'exerce sur le liquide considéré.

[0020] Le moteur thermique selon l'invention comprend une tuyère (3) dans laquelle un flux de fluide, extérieur au moteur, est introduit (1) et mis en mouvement soit par le déplacement du moteur monté sur un véhicule, soit sous l'action d'un turbocompresseur (2). Dans le cas d'une adaptation au milieu aquatique, le turbocompresseur (2) est remplacé, par exemple, par une turbine hydraulique, l'hélice de propulsion d'un navire ou le courant d'une rivière. Au niveau de cette tuyère (3), le fluide extérieur forme la source chaude du moteur en échangeant de la chaleur avec le fluide frigorigène utilisé dans un

circuit fermé du moteur. A l'intérieur du circuit, le fluide frigorigène est maintenu à pression de vapeur saturante et à la température correspondante. Les variations de température et de pression que peut subir le fluide frigorigène évoluent ainsi parallèlement en suivant la courbe de vaporisation du fluide. Par ailleurs, les quantités de chaleurs échangées avec le fluide frigorigène n'entraînent pas de changement de phase du fluide mais sont absorbées ou restituées en tant que, respectivement, chaleurs latentes de vaporisation ou de liquéfaction. Une turbo-génératrice (10) peut être positionnée en sortie de la tuyère (3) pour récupérer au moins une partie de l'énergie que possède le flux de fluide extérieur en déplacement.

[0021] Le circuit dans lequel le fluide frigorigène participe au transport de chaleur comprend une première portion (4) qui forme un réservoir d'évaporation où s'effectue un échange de chaleur entre le fluide extérieur et le fluide frigorigène permettant une vaporisation du fluide frigorigène. En suivant le sens de déplacement du fluide frigorigène dans son circuit, la première portion (4) se prolonge vers une autre portion du circuit, appelée troisième portion et formée par au moins un compresseur (6, 9) qui aspire le fluide frigorigène vaporisé et le comprime pour le mettre en mouvement dans le circuit. De ce compresseur (9), le fluide frigorigène est envoyé vers un liquéfacteur (11) en passant au niveau d'au moins une turbine de puissance (15) qui permet la fourniture d'un travail. Le liquéfacteur (11) est positionné au niveau d'une seconde portion du circuit. A ce niveau, le fluide frigorigène effectue un échange de chaleur avec un fluide de refroidissement de sorte qu'en sortie du liquéfacteur (11), le fluide frigorigène rejoint un réservoir (16) à partir duquel il termine son cycle en retournant dans le réservoir de la première portion (4) du circuit.

[0022] Selon un mode de réalisation préféré, dans la tuyère (3), le réservoir d'évaporation (4) de la première portion est positionné en aval du turbocompresseur (2) par rapport au sens de déplacement du fluide extérieur au moteur.

[0023] Dans la tuyère (3), plusieurs réservoirs d'évaporation (4, 31, 8) peuvent être disposés de façon à profiter de la source chaude qu'est le fluide extérieur dans des rangs de température différents. Ces différents réservoirs (4, 31, 8), traversés par le fluide extérieur, couvrent respectivement la surface de la tuyère sur l'ensemble d'une portion perpendiculaire à l'axe de déplacement du fluide dans cette tuyère (3). Les réservoirs supplémentaires (8, 31) forment des quatrième et cinquième portions du circuit fermé du fluide frigorigène qui permettent une utilisation diversifiée du fluide vaporisé en fonction de la température à laquelle le fluide est vaporisé en sortie de la portion (8, 31). Ces différents réservoir (4, 8, 31) communiquent tous au niveau de leur base par un réservoir sous-jacent (5) alimenté depuis le réservoir de sortie (16) du liquéfacteur (11), ce réservoir sous-jacent (5) étant préférentiellement disposé le long d'un des bords de la tuyère (3).

[0024] Selon un mode de réalisation préféré, les réservoirs qui forment les quatrième (8) et cinquième (31) portions sont positionnés parallèlement au réservoir de la première portion (4) et en aval de celui-ci par rapport au sens de déplacement du fluide extérieur dans la tuyère (3). Cette pluralité de réservoir trouve un intérêt d'une part pour permettre la production d'une source froide pour le moteur et d'autre part, dans le cas où le fluide extérieur est un gaz, pour permettre la déshydratation du gaz en permettant la récupération de chaleur à des températures inférieures à la température de glaciation ou cristallisation de l'eau susceptible d'être en suspension dans le gaz ambiant.

[0025] Dans le cas de l'exemple présenté sur la figure 2, le réservoir (4) de la première portion permet une récupération de chaleur concomitamment à une baisse de la température du fluide extérieur. Cet échange de chaleur est arrangé pour cesser lorsque le fluide extérieur atteint une température strictement supérieure à la température de glaciation ou cristallisation de l'eau susceptible d'être en suspension dans le fluide extérieur. Le réservoir (31) de la cinquième portion du circuit permet une récupération de chaleur en permettant une réduction de chaleur à une température sensiblement égale à la température de glaciation ou cristallisation de l'eau en suspension dans le fluide extérieur. En aval de ce réservoir (31) et en amont du réservoir (8) de la quatrième portion du circuit par rapport au sens de déplacement du fluide extérieur dans la tuyère (3), un filtre déshydrateur (7) est disposé pour absorber l'eau en suspension dans le gaz ambiant, l'eau absorbée est alors évacuée de la tuyère (3) par un conduit adapté. Le transfert de chaleur entre le fluide extérieur et le réservoir (8) de la quatrième portion du circuit s'effectue avec un gaz sec à des températures inférieures à la température de glaciation ou cristallisation de l'eau, et donc se réalise sans que la glaciation ou cristallisation de l'eau n'interfère et/ou n'altère les éléments du moteur.

[0026] Le contrôle de la température du fluide extérieur lors des échanges thermiques au niveau de chacun des réservoirs (4, 8, 31) est réalisée par un contrôle de l'aspiration du fluide frigorigène vaporisé dans chaque réservoir. Plus l'aspiration du fluide frigorigène vaporisé est importante au niveau d'un réservoir, plus la pression surmontant le liquide vaporisé sera abaissée, plus la température d'ébullition dans le réservoir va diminuer, plus le fluide frigorigène dans le réservoir est susceptible d'absorber de la chaleur fournie par le fluide extérieur et plus la température du fluide extérieure va baisser. Pour chaque réservoir (4, 8, 31), le fluide frigorigène vaporisé est aspiré par un compresseur (9, 32) selon un parcours respectif dans le circuit, avant de rejoindre un compresseur commun (6) à la récupération des fluides frigorigènes vaporisés dans les différents réservoirs (4, 8, 31). L'électro-compresseur (6) aspire les vapeurs de fluide frigorigène au fur et à mesure de leur formation dans les réservoirs (4, 8, 31) d'évaporation, accélérant encore la vitesse de vaporisation par la dépression créée. Ce com-

presseur (6) est, par exemple, réglé de telle façon qu'une pression de 3,5 kg/cm² soit maintenue dans le réservoir d'évaporation (4), afin de stabiliser la température correspondante d'ébullition. De même, le compresseur (9) aspire les vapeurs de fluide frigorigène formées par l'apport de la chaleur résiduelle du flux de fluide extérieur. Il est, par exemple, réglé de telle façon que la dépression créée par son aspiration soit stabilisée à 0,7 kg/cm² environ, ce qui correspond à une température d'ébullition du fréon de -27°C pour cette pression. Ainsi, en absorbant les vapeurs de fluide frigorigène dans un des réservoirs (4, 8, 31) dès qu'une pression désirée est obtenue, au moins un des compresseurs (6, 9, 32) règle au travers, par exemple, d'un pressostat, la pression qui s'exercera sur le fluide frigorigène liquide du réservoir. Quelle que soit la température à laquelle le fluide frigorigène se trouve dans chacun des réservoirs d'évaporation (4, 8, 31), la température en sortie et la pression de vapeur saturante correspondante sont déterminées par l'aspiration contrôlée des vapeurs de fluide frigorigène, indépendamment de la température du fluide extérieur en mouvement dans la tuyère (3).

[0027] Dans l'exemple de réalisation non limitatif présenté sur la figure 2, le fluide frigorigène utilisé peut être du gaz carbonique qui est un gaz facilement vaporisable à température ambiante et tout aussi aisément liquéfiable vers -27°C. Ce fluide frigorigène peut être à une température de 30°C et une pression d'environ 73 Bars en sortie du réservoir de la première portion (4) du circuit, à une température proche de 1°C et une pression d'environ 33 Bars en sortie du réservoir de la cinquième portion (31) du circuit et à une température de -30°C et une pression d'environ 13 Bars en sortie du réservoir de la quatrième portion (8) du circuit. La quatrième portion (8) peut fonctionner à des températures négatives grâce à la présence du filtre déshydrateur (7). En maintenant une température proche de 1°C au niveau du réservoir de la cinquième portion (31), le fluide extérieur est maintenu à la température la plus basse possible pour que sa déshydratation puisse toujours être effectuée par le filtre (7). A 31°C, le dioxyde de carbone présente déjà une pression de vapeur saturante de 73 kg/cm² et à -27°C, une pression de liquéfaction de 21 kg/cm², ce qui représente un différentiel de pression de 52 kg/cm², propre à actionner puissamment une turbine (15) ou un turbogénérateur (22).

[0028] Selon un mode de réalisation particulier, l'aspiration du fluide frigorigène vaporisé dans le réservoir fait intervenir un électro-compresseur propre (32) positionné sur le parcours du circuit entre le réservoir (31) de la cinquième portion et le compresseur (6) commun qui collecte les fluides frigorigènes vaporisés des différents réservoirs (4, 8, 31).

[0029] Au niveau du condenseur/liquéfacteur (11), le fluide frigorigène comprimé en provenance d'une turbine de puissance (15), où il a perdu une partie de son énergie sous forme de travail, possède encore à la sortie de celle-ci une assez grande quantité de chaleur qui doit être

abandonnée à une source froide, conformément au principe de Carnot. Le fluide frigorigène effectue ainsi un transfert de chaleur avec un fluide de refroidissement. Lors de cette étape, le fluide frigorigène abandonne la même quantité de chaleur que celle nécessaire à sa transformation en gaz. Selon un premier mode de réalisation présenté sur la figure 1 jointe en annexe, le fluide de refroidissement évolue dans un circuit fermé qui lui est propre où il est mis en mouvement par une pompe (17). Dans ce type de montage, le fluide de refroidissement peut être par exemple de l'eau glycolée. Le fluide de refroidissement récupère la chaleur du fluide frigorigène au niveau du liquéfacteur (11) pour la transférer au niveau d'un évaporateur (18) qui retourne la chaleur au niveau du fluide frigorigène en déplacement dans un des compresseurs (6, 9, 32) ou de la turbine de puissance (15). Le fluide de refroidissement forme ainsi un courant continu entre le liquéfacteur (11) et l'évaporateur (18). Selon un autre mode de réalisation présenté sur la figure 2, le fluide de refroidissement utilisé est le fluide frigorigène évaporé dans un des réservoirs de la quatrième ou cinquième portion du circuit. Le fluide de refroidissement est préférentiellement le fluide frigorigène évaporé à la température la plus basse, en l'occurrence à des températures négatives. Ce fluide frigorigène destiné à tenir le rôle de fluide de refroidissement est aspiré par au moins un des compresseurs (6, 9, 32). Toutefois, le parcours suivi par ce fluide frigorigène en sortie du réservoir (8) de la quatrième portion du circuit, passe par le liquéfacteur (11) où la chaleur de liquéfaction est récupérée avant de déboucher au niveau d'un des compresseurs (6, 9, 32) pour rejoindre les autres vapeurs de fluide frigorigène dans le circuit.

[0030] Dans chacun des deux modes de réalisation proposé, une partie du fluide frigorigène liquéfié au niveau du liquéfacteur (11) est récupérée dans un réservoir (16) et peut ne pas retourner dans les réservoirs d'évaporation des première (4), quatrième (8) et cinquième (31) portions du circuit via le réservoir sous-jacent (5), mais rejoindre un réservoir (30) qui alimente un évaporateur (18) au niveau duquel le fluide frigorigène évaporé alimente directement, notamment par aspiration, un compresseur pression (6). La vaporisation rapide du fluide frigorigène emprunte sa chaleur au fluide de refroidissement qui se refroidit jusqu'à la température correspondant à la pression créée par l'aspiration. Cette pression peut être par exemple de 1,86 kg/cm² pour une température de -15°C, voire 0,7 kg/cm² pour une température de -27°C. Dans le cas du premier mode de réalisation présenté sur la figure 1, l'évaporateur (18) permet notamment d'une part de récupérer la chaleur que le fluide de refroidissement a prélevée au niveau du liquéfacteur (11) et d'autre part de réutiliser cette chaleur pour maintenir le fluide frigorigène évaporé dans le circuit.

[0031] Selon un mode de réalisation préféré, au moins un élément du dispositif du moteur, susceptible de présenter des pertes de chaleur, est disposé dans une enceinte adiabatique (20) avec une ouverture qui débouche

dans la tuyère (3), en amont des réservoirs (4, 8, 31) des première, quatrième et cinquième portions du circuit par rapport au sens du déplacement du fluide extérieur dans la tuyère (3), les autres éléments pouvant être disposés, dans un compartiment accessoire (19), dans la tuyère (3), également en amont des réservoirs (4, 8, 31) des première, quatrième et cinquième portions du circuit par rapport au sens du déplacement du fluide extérieur dans la tuyère (3). Selon un mode de réalisation particulier présenté sur les figures 1 et 2, le liquéfacteur (11) et l'évaporateur sont disposés dans l'enceinte adiabatique (20). Cet arrangement particulier permet d'obtenir une limitation optimale des pertes de chaleur et leur récupération pour réchauffer le fluide extérieure en mouvement avant que celui-ci n'entre en contact avec au moins des réservoirs d'évaporation (4, 8, 31).

[0032] Selon un mode de réalisation particulier, le moteur thermique peut intégrer un ou plusieurs réchauffeurs d'appoint (13) qui permettent un réchauffement du fluide frigorigène en déplacement dans le circuit. Lors de leur fonctionnement, ces réchauffeurs d'appoint (13) augmentent la température du liquide frigorigène de sorte que le liquide frigorigène vaporisé constitue une vapeur sèche. Pour maintenir une pression de vapeur saturante dans le circuit, une quantité de fluide frigorigène liquide est injectée au niveau de la portion du circuit où s'effectue le réchauffement par le réchauffeur d'appoint (13), augmentant alors la pression de vapeur qui devient saturante avec, concomitamment son refroidissement, ceci permettant notamment de rapprocher le liquide frigorigène de son point de liquéfaction. L'injecteur de fluide frigorigène liquide est alimenté en fluide depuis la portion du circuit située en aval du liquéfacteur (11), par exemple depuis le réservoir (16) ou le réservoir (30) comme présenté sur la figure 2. Au moins un réchauffeur d'appoint (13) est stratégiquement positionné pour réchauffer le fluide frigorigène en sortie d'au moins un compresseur (6, 9, 32) et ou en entrée de la turbine de puissance (15). Un autre réchauffeur d'appoint peut être positionné au niveau du réservoir (30) qui alimente l'évaporateur (18) en fluide frigorigène. Ces réchauffeurs d'appoint (13) peuvent être formé par des résistances électriques alimentées, par exemple, par un circuit dérivé de la turbine de puissance, ou par un moteur à explosion auxiliaire (33) dont la chaleur fournie passe dans au moins un manchon qui entoure une portion du circuit, par exemple au niveau d'une chambre (12), ou dans des conduits qui traversent un (5) ou plusieurs réservoirs pour participer au réchauffement du fluide frigorigène. Selon un mode de réalisation, présenté sur la figure 2 fournie en annexe, la chaleur produite par le moteur à explosion (33) est dirigée au travers de conduits d'alimentation susceptibles d'être gérés par des vannes. Ces conduits permettent ainsi d'alimenter en chaleur un ou plusieurs points stratégiques du circuit du fluide frigorigène au niveau de manchons, positionnés, par exemple, entre le compresseur (6) et la turbine de puissance (15), puis d'alimenter un conduit qui participe au réchauffement du réservoir

sous-jacent (5). Un conduit auxiliaire permet également d'alimenter un manchon au niveau du réservoir (30) de l'évaporateur (18). De plus, le moteur à explosion (33) est disposé dans la tuyère (3) en amont des différents réservoirs d'évaporation (4, 8, 31) par rapport au sens de déplacement du fluide extérieur de sorte que la chaleur perdue par ce moteur est transférée au fluide extérieure pour être utilisée comme source de chaleur pour l'évaporation au niveau des réservoirs (4, 8, 31).

[0033] Selon une particularité de réalisation présentée dans l'exemple de réalisation de la figure 1, le moteur thermique de l'invention peut être associé à un dispositif auxiliaire susceptible de fonctionner avec un fluide extérieur liquide, comme par exemple de l'eau, mis en mouvement par un compresseur. Ce dispositif auxiliaire comprend dans sa partie antérieure par rapport au sens du flux du fluide extérieur en déplacement, une enceinte (24) de forme sensiblement tubulaire réalisant d'une part, dans sa partie centrale, un conduit intégrant un évaporateur (23) tubulaire dans lequel est déplacé le liquide extérieur et d'autre part, dans sa partie périphérique qui entoure la partie centrale, un réservoir avec une partie sus-jacente (25) et partie sous-jacente (29) comprenant du fluide frigorigène. Dans la partie du dispositif auxiliaire située vers l'arrière, par rapport au sens du flux du fluide extérieur liquide en déplacement, l'évaporateur tubulaire (23) de la partie centrale se prolonge par un conduit qui détourne le fluide vers l'extérieur du dispositif, tandis que la partie périphérique se prolonge vers un turbogénérateur (27), qui comprend une turbine (26) alimentant un générateur, puis rejoint un réservoir de condensation (28) positionné dans la tuyère (3). Ainsi, le fluide frigorigène vaporisé dans la partie antérieure de l'enceinte (24) grâce à un transfert de chaleur depuis le fluide extérieur au niveau de l'évaporateur tubulaire (23), va générer un déplacement qui actionne la turbine (26). Au niveau du réservoir de condensation (28), le fluide frigorigène est liquéfié. Pour ce faire, le réservoir de condensation (28) est positionné dans la tuyère (3) en aval des réservoirs d'évaporation (4, 8, 31) par rapport au sens du flux de fluide extérieur dans la tuyère. Ce positionnement permet de profiter du fluide extérieur refroidi lors d'échange de chaleur avec les réservoirs d'évaporation (4, 8, 31) situé en amont, pour récupérer la chaleur du fluide frigorigène provenant du dispositif auxiliaire et en liquéfaction dans le réservoir de condensation (28). La sortie de ce réservoir de condensation (28) se prolonge par un conduit qui assure le retour du fluide frigorigène dans le réservoir (25, 29) de la partie antérieure du dispositif.

[0034] En sortie de tuyère (3), le fluide extérieur peut s'échapper à des températures négatives, par exemple de l'ordre de -27°C. Dans un mode de réalisation particulier, ce flux glacé peut être récupéré au niveau d'un faisceau de tubulures suffisamment important et disposé dans le liquéfacteur (11) en travers du flux d'évacuation des vapeurs de fluide frigorigène issue de la turbine (15).

[0035] A une échelle de dimensions bien supérieure, ce moteur thermique peut être adapté à une centrale

nucléaire, ou thermique, dans le but d'en augmenter le rendement et la puissance. En effet, le flux fluide extérieur glacé issu de la tuyère (3) peut intervenir dans un processus de refroidissement et de liquéfaction de la vapeur provenant des turbines de la centrale, en remplacement de l'eau d'une rivière ou du gigantisme des tours de réfrigération actuelles.

[0036] Il doit être évident pour les personnes versées dans l'art que la présente invention permet des modes de réalisation sous de nombreuses autres formes spécifiques sans l'éloigner du domaine d'application de l'invention comme revendiqué. Par conséquent, les présents modes de réalisation doivent être considérés à titre d'illustration mais peuvent être modifiés dans le domaine défini par la portée des revendications jointes.

Revendications

1. Moteur thermique comprenant au moins un circuit fermé intégrant un fluide frigorigène susceptible de connaître des modifications de pression et de température, **caractérisé en ce que** le circuit fermé comprend au moins :

- une première portion formant un réservoir d'évaporation (4) disposé afin d'être en contact avec un fluide, extérieur au moteur, en mouvement dans une tuyère (3), destiné à permettre une évaporation du fluide frigorigène au niveau d'un évaporateur propre,
- une seconde portion formant un liquéfacteur (11) en contact avec un fluide susceptible d'absorption de chaleur et destiné à permettre la liquéfaction du fluide frigorigène, au moins un conduit permettant au fluide frigorigène liquéfié de retourner dans le réservoir (4) de la première portion, et
- une troisième portion, positionnée entre la première portion et la seconde portion, comprenant au moins une turbine de puissance (15) actionnée par le déplacement du fluide frigorigène évaporé dans le circuit, et
- un compresseur (9, 32) positionné en aval de la première portion par rapport au sens de déplacement du fluide frigorigène dans le circuit et arrangé pour réguler la température du fluide frigorigène en sortie d'au moins un réservoir d'évaporation (4, 8, 31) en contrôlant l'aspiration du fluide frigorigène évaporé,

et **en ce que** le fluide frigorigène participant aux transferts de chaleur demeure maintenu à pression de vapeur saturante et à la température correspondante sur l'intégralité du circuit.

2. Moteur thermique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, le fluide extérieur au moteur étant

un gaz ambiant, la première portion du circuit assure l'évaporation du fluide frigorigène concomitamment à une baisse de la température du fluide extérieure jusqu'à une température strictement supérieure à la température de glaciation ou cristallisation de l'eau susceptible d'être en suspension dans le gaz ambiant, et **en ce que** le circuit comprend également au moins:

- un filtre déshydrateur (7) disposé en aval de la première portion (4) du circuit par rapport au sens de déplacement du gaz ambiant dans la tuyère, pour assécher le gaz qui a effectué un transfert de chaleur vers le fluide frigorigène de la première portion (4) du circuit, et
- une quatrième portion du circuit formant un réservoir d'évaporation (8) disposé afin d'être en contact avec l'air en mouvement dans la tuyère, destiné à permettre une évaporation du fluide frigorigène au niveau d'un évaporateur propre en effectuant un transfert de chaleur vers le fluide frigorigène à des températures inférieures à la température de glaciation ou cristallisation de l'eau en suspension dans le gaz ambiant, cette quatrième portion étant positionnée en aval du filtre déshydrateur (7) par rapport au sens de déplacement du gaz ambiant dans la tuyère.

3. Moteur thermique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le fluide susceptible d'absorption de chaleur dans le liquéfacteur (11) est formé par un fluide de refroidissement en déplacement dans un circuit fermé propre qui permet d'une part une absorption de chaleur du fluide frigorigène au niveau du liquéfacteur et d'autre part une fourniture de chaleur à un fluide frigorigène destiné à être évaporé au niveau d'un évaporateur (4, 8, 31).

4. Moteur thermique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le fluide susceptible d'absorption de chaleur dans le liquéfacteur (11) est formé par le fluide frigorigène en déplacement dans une portion parallèle du circuit et provenant d'une quatrième (8) ou cinquième (31) portion du circuit formant un réservoir d'évaporation disposé afin d'être en contact avec le fluide, extérieur au moteur, en mouvement dans la tuyère (3), destiné à permettre une évaporation du fluide frigorigène au niveau d'un évaporateur propre, cette quatrième (8) ou cinquième (31) portion étant positionnée en aval de la première portion (4) du circuit par rapport au sens de déplacement du fluide extérieur dans la tuyère (3), le fluide frigorigène s'évaporant à une température inférieure à la température du fluide frigorigène provenant du réservoir de la première portion (3) étant mis en mouvement par un compresseur (6, 9, 32) positionné en aval du liquéfacteur (11) par rapport au sens de déplacement du fluide dans le circuit.

5. Moteur thermique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le moteur intègre au moins un dispositif de réchauffage d'appoint (13) pour augmenter la température du fluide frigorigène en sortie et/ou en entrée d'au moins une turbine (15) et/ou compresseur (6, 9, 32), et **en ce que** le dispositif de réchauffage d'appoint (13) est associé à dispositif d'injection de fluide frigorigène liquide pour maintenir une pression de vapeur saturante et éviter la constitution d'une vapeur sèche.

6. Moteur thermique selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins un élément susceptible de fonctionner avec des pertes de chaleur est disposé dans une enceinte adiabatique (20) ouverte dans la partie de la tuyère (3) située en amont d'au moins la première portion (4) du circuit par rapport au sens de déplacement du fluide extérieur dans la tuyère (3).

7. Moteur thermique selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le déplacement du fluide, extérieur au moteur, dans la tuyère fait intervenir un turbocompresseur (2).

8. Procédé de fonctionnement d'un moteur thermique selon une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le procédé comprend cycliquement:

- une étape de vaporisation du fluide frigorigène dans un réservoir (4) d'une première portion du circuit suite à au moins un transfert de chaleur depuis un fluide extérieur au moteur,
- une étape d'aspiration par un compresseur (6, 9, 32) du fluide frigorigène vaporisé dans un réservoir (4) d'une première portion du circuit,
- une étape d'actionnement d'une turbine de puissance (15) par déplacement du fluide frigorigène vaporisé dans le circuit,
- une étape de liquéfaction du fluide frigorigène dans la seconde portion du circuit formant le liquéfacteur (11) suite à au moins un transfert de chaleur vers un fluide utilisé comme refroidisseur,
- une étape de retour du fluide frigorigène liquéfié dans un réservoir (4, 8, 31) de la première portion du circuit.

9. Procédé de fonctionnement d'un moteur thermique selon la revendication 8, **caractérisé en ce que**, le fluide utilisé comme refroidisseur étant le fluide frigorigène en déplacement dans une portion parallèle du circuit, le procédé comprend également :

- une étape de vaporisation du fluide frigorigène dans un réservoir d'une quatrième (8) ou cinquième (31) portion du circuit suite à au moins un transfert de chaleur depuis un fluide extérieur

au moteur concomitamment à l'étape de vaporisation du fluide frigorigène dans la première portion (4) du circuit, la vaporisation étant effectuée à une température inférieure à celle de la vaporisation dans la première portion (4) du circuit, 5

- une étape d'aspiration par le compresseur (6, 9, 32) du fluide frigorigène vaporisé dans un réservoir d'une quatrième (8) ou cinquième (31) portion du circuit, 10
- une étape d'absorption par le fluide frigorigène vaporisé dans un réservoir d'une quatrième (8) ou cinquième (31) portion du circuit, de chaleur provenant du fluide frigorigène en cours de liquéfaction dans le liquéfacteur (11), 15
- une étape de mélange au niveau du compresseur du fluide frigorigène vaporisé dans un réservoir d'une quatrième (8) ou cinquième (31) portion du circuit avec le fluide frigorigène vaporisé dans une autre portion du circuit pour intégrer le circuit du fluide frigorigène vaporisé dans la première portion (4) du circuit, et 20
- une étape de retour du fluide frigorigène liquéfié dans un réservoir de la quatrième (8) ou cinquième (31) portion du circuit. 25

10. Procédé de fonctionnement d'un moteur thermique selon une des revendications 8 à 9, caractérisé en ce que le procédé comprend également au moins:

30

- une étape de chauffage du fluide frigorigène évaporé en déplacement dans le circuit, et/ou
- une étape d'injection de fluide frigorigène liquéfié dans du fluide frigorigène évaporé en déplacement dans le circuit. 35

40

45

50

55

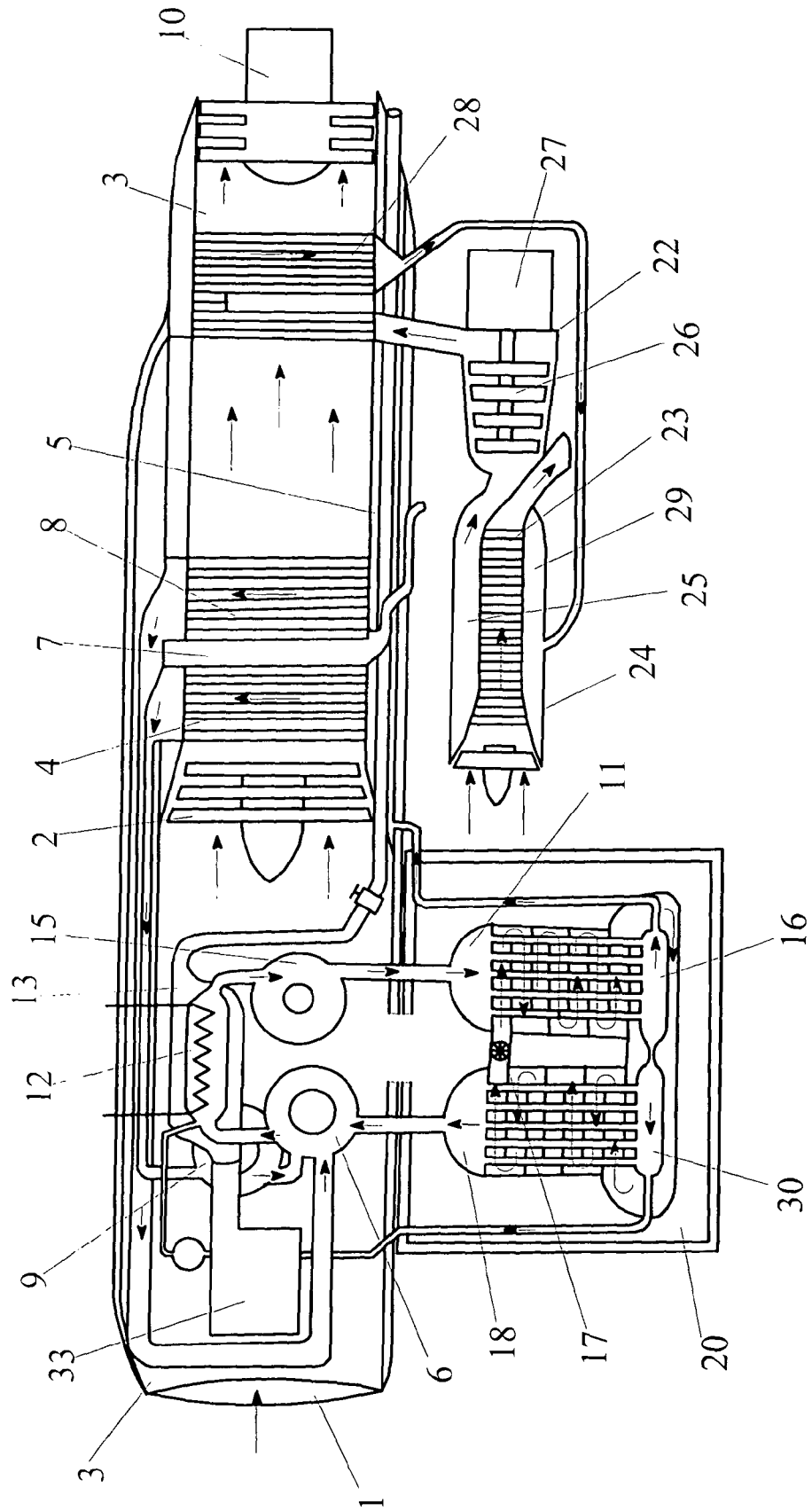


Figure 1

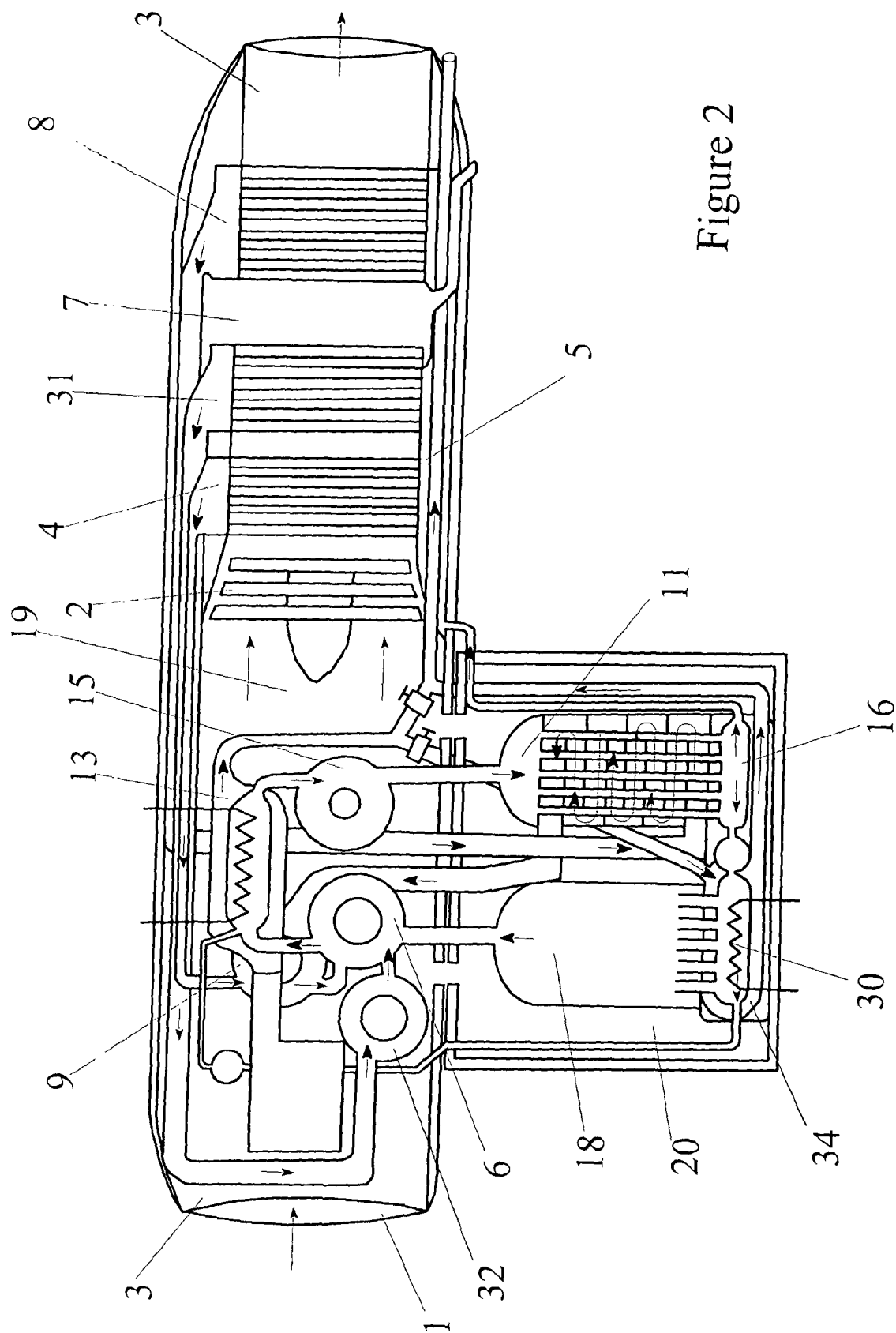


Figure 2



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 08 29 1062

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	US 2007/017242 A1 (JOHANSSON AKE [SE]) 25 janvier 2007 (2007-01-25) * alinéas [0021] - [0032]; figures 1-4 * -----	1,8	INV. F01K3/00 F01K25/08 F01K25/10 F01K27/00 F22B3/04
A	US 3 287 901 A (EDWARD TANER) 29 novembre 1966 (1966-11-29) * colonne 1, ligne 60 - colonne 2, ligne 21; figure 1 * -----	1-10	
A	US 5 392 606 A (LABINOV SOLOMON D [US] ET AL) 28 février 1995 (1995-02-28) * colonne 2, ligne 66 - colonne 4, ligne 6; figures 1-2 * -----	1-10	
A	US 2 737 031 A (WULLE WILLIAM A) 6 mars 1956 (1956-03-06) * colonne 2, ligne 3 - ligne 54; figures 1-2 * -----	1-10	
A	EP 1 925 786 A1 (SIEMENS AG [DE]) 28 mai 2008 (2008-05-28) * alinéa [0013] - alinéa [0018]; figure 1 * -----	1-10	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			F01K F22B F02C
3	Lieu de la recherche Munich	Date d'achèvement de la recherche 15 septembre 2010	Examineur 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			

EPO FORM 1503 03.82 (F04C02)

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

EP 08 29 1062

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.

15-09-2010

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2007017242 A1	25-01-2007	EP 1668228 A1	14-06-2006
		JP 2007505259 T	08-03-2007
		SE 525918 C2	24-05-2005
		SE 0302419 A	11-03-2005
		WO 2005024189 A1	17-03-2005
US 3287901 A	29-11-1966	AUCUN	
US 5392606 A	28-02-1995	AUCUN	
US 2737031 A	06-03-1956	AUCUN	
EP 1925786 A1	28-05-2008	WO 2008061960 A1	29-05-2008

EPO FORM P0460

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

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 3124696 A [0003]