

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①1 N° de publication : 3 088 969

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : 18 71910

⑤1 Int Cl⁸ : F 02 M 53/04 (2019.01), F 01 P 3/16, F 02 C 7/12

①2 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 27.11.18.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 29.05.20 Bulletin 20/22.

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) : IFP Energies nouvelles Etablissement
public — FR.

⑦2 Inventeur(s) : VIOT Pierre, THIRIOT Julien, MICHEL
Jean-Baptiste et LECHARD Christophe.

⑦3 Titulaire(s) : IFP Energies nouvelles Etablissement
public.

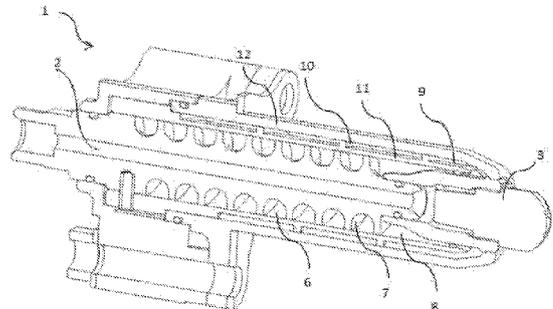
⑦4 **Majuscule(s) du carburant avec moyens de
refroidissement.**

⑦5 La présente invention concerne un injecteur de carbu-

rant (1) comprenant un canal de carburant (2), un gicleur (3), et des moyens de refroidissements avec circulation d'un fluide s'étendant le long du canal de carburant. Les moyens de refroidissement comprennent un premier passage (6) autour du

canal de carburant, et un deuxième passage (9) autour du premier passage (6). Les moyens de refroidissement sont configurés pour que le fluide de refroidissement passe successivement dans le premier passage (6) puis dans le deuxième passage (9) en sens opposé.

Figure 2 à publier
Figures



FR 3 088 969 - A1



Description

Titre de l'invention : **Injecteur de carburant avec moyens de refroidissement**

Domaine technique

- [0001] La présente invention concerne le domaine des injecteurs de carburant pour une chambre de combustion, en particulier pour une chambre de combustion d'une turbine à gaz.
- [0002] Généralement un injecteur de carburant comprend un canal de carburant (appelé aussi conduit de carburant), pour transporter le carburant et, à l'extrémité du canal de carburant, un gicleur pour réaliser une dispersion du carburant au sein d'une chambre de combustion. Le gicleur peut être également appelé nez de l'injecteur. Dans une chambre de combustion, l'injecteur de carburant peut garantir le débit, la vitesse, la quantité de carburant injecté. Toutefois, ces paramètres sont dépendants de la température : l'état physique du carburant peut être modifié par la température. Lorsqu'un injecteur de carburant est placé dans la chambre de combustion, dans laquelle les conditions de températures peuvent être élevées, le carburant peut être également soumis à des variations de températures importantes ce qui peut influencer les propriétés physiques du carburant au cours du temps. Dans le cas d'un carburant liquide, il existe, en outre, un risque de vaporisation du carburant.
- [0003] Pour pallier ce problème, il a été envisagé différents moyens de refroidissement de l'injecteur de carburant.

Technique antérieure

- [0004] Par exemple, pour l'application d'une turbine à gaz, notamment d'une turbine à gaz à cycle thermodynamique avec récupérateur, tel que décrit notamment dans les demandes de brevets du demandeur FR 3041742 (WO 2017/055074) et FR 3 049 044 (WO 2017/157631), une partie du circuit de carburant est en contact avec de l'air chaud issu de la sortie du compresseur, éventuellement réchauffé par un échangeur en amont de la chambre de combustion. Cet air peut atteindre des températures élevées, pouvant être comprises entre 150°C et 700°C. Or de telles températures entraînent un certain nombre de conséquences concernant le carburant, s'il n'est pas ou mal refroidi.
- [0005] Selon un premier aspect, il existe des risques importants de formation de vapeur dans la ligne, en amont du gicleur, ce qui a pour conséquence des ratés de combustion, voire un soufflage de la flamme dans la chambre de combustion. Ce phénomène est d'autant plus probable que le carburant est volatile (par exemple essence, en comparaison avec diesel ou carburacteur).
- [0006] Selon un deuxième aspect, il existe des risques de formation de dépôts dans toute la

partie du conduit de carburant en contact avec les parties chaudes de la chambre de combustion, en particulier au niveau d'un éventuel filtre du gicleur (si le filtre est localisé juste en amont du gicleur). Dans ce cas, les dépôts peuvent conduire au colmatage partiel ou complet du filtre. De plus, la formation de dépôts dans la ligne de carburant peut avoir comme conséquence la réduction de la section de passage et la modification des relations pression/débit, ce qui est pénalisant pour l'utilisation de l'injecteur.

- [0007] Selon un troisième aspect, il peut se former en outre des dépôts sur le gicleur, pouvant à terme le détériorer, voire provoquer des points chauds favorables aux combustions non désirées.
- [0008] Généralement, pour ce type d'utilisation de l'injecteur de carburant, le refroidissement de l'injecteur de carburant peut être mis en œuvre par un refroidissement par eau, l'eau circulant en-dessous du canal de carburant dans un premier sens d'écoulement, et circulant au-dessus du canal de carburant dans un deuxième sens d'écoulement.
- [0009] La figure 1 illustre schématiquement un tel injecteur de carburant selon l'art antérieur. L'injecteur de carburant 1 comporte un canal 2 de carburant, et un gicleur 3 à l'extrémité du canal 2. L'injecteur de carburant 1 est pourvu de moyens de refroidissement à eau. Sur cette figure, les flèches représentent la circulation de l'eau. Le corps de l'injecteur de carburant 1 comporte une zone creuse 4 dans la partie basse de l'injecteur de carburant 1, dans laquelle est injectée l'eau de refroidissement. De plus, le corps de l'injecteur de carburant 1 comporte une zone creuse 5 dans la partie haute de l'injecteur de carburant, et dans laquelle est extraite l'eau (eau réchauffée). Sur cette figure, la connexion des zones creuses 4 et 5 n'est pas représentée.
- [0010] Un tel système ne permet pas de refroidir le carburant sur la totalité de la longueur de l'injecteur de carburant ; en particulier le gicleur n'est pas refroidi. De plus, en raison des échanges de chaleur, le refroidissement n'est pas homogène : la partie basse de l'injecteur est à une température inférieure à la température de la partie haute de l'injecteur. En outre, ce refroidissement ne permet pas un échange de chaleur optimisé.

Résumé de l'invention

- [0011] Pour pallier ces inconvénients, la présente invention concerne un injecteur de carburant comprenant un canal de carburant (conduit de carburant), un gicleur, et des moyens de refroidissements avec circulation d'un fluide s'étendant le long du canal de carburant. Les moyens de refroidissement comprennent un premier passage autour du canal de carburant, et un deuxième passage autour du premier passage. Les moyens de refroidissement sont configurés pour que le fluide de refroidissement passe successivement dans le premier passage puis dans le deuxième passage en sens opposé. La

disposition du premier passage autour du canal, et du deuxième passage autour du premier passage permet un refroidissement optimal, avec une homogénéité de la température (« autour » implique sur le pourtour respectivement du canal de carburant et du premier passage). Ainsi, la température de fonctionnement de carburant est contrôlée dans toute la ligne, évitant la formation de vapeur dans la ligne, ce qui rend l'injecteur utilisable avec tous types de carburants, y compris l'essence même dans des conditions de températures élevées. De plus, l'encrassement est évité, et, en raison de l'efficacité du refroidissement, l'air peut être utilisé comme fluide de refroidissement, ce qui simplifie la conception par rapport à un refroidissement à eau. En outre, cette configuration le long du canal de carburant permet de refroidir le canal jusqu'au gicleur.

[0012] De plus, la présente invention concerne une chambre de combustion avec un tel injecteur de carburant et une turbine à gaz avec une telle chambre de combustion.

[0013] L'invention concerne un injecteur de carburant pour une chambre de combustion, notamment pour une chambre de combustion d'une turbine à gaz, ledit injecteur de carburant comprenant un canal de carburant pourvu à son extrémité d'un gicleur, et des moyens de refroidissement s'étendant le long dudit canal de carburant, un fluide de refroidissement s'écoulant dans lesdits moyens de refroidissement. Lesdits moyens de refroidissement comportent un premier passage dudit fluide de refroidissement autour dudit canal de carburant, et un deuxième passage dudit fluide de refroidissement autour dudit premier passage, lesdits moyens de refroidissement étant configurés de telle sorte que ledit fluide de refroidissement s'écoule successivement dans ledit premier passage puis dans ledit deuxième passage selon une direction opposée à la direction d'écoulement au sein dudit premier passage.

[0014] Selon un mode de réalisation, ledit premier passage et/ou ledit deuxième passage (9) comportent des saillies d'échange de chaleur.

[0015] Avantageusement, lesdites saillies d'échange de chaleur forment au moins une hélice, et/ou une ailette et/ou une nervure.

[0016] De préférence, le pas de ladite hélice est déterminé en fonction de la vitesse dudit fluide de refroidissement dans lesdits moyens de refroidissement.

[0017] De manière avantageuse, lesdits premier et deuxième passages comportent respectivement une hélice, la hauteur de l'hélice dudit deuxième passage étant inférieure ou égale à la hauteur de l'hélice dudit premier passage, et le pas de l'hélice dudit deuxième passage étant supérieur ou égal au pas de l'hélice dudit premier passage.

[0018] Conformément à une mise en œuvre, ledit premier passage est délimité par la surface extérieure dudit canal de carburant et par la surface intérieure d'un manchon cylindrique.

[0019] De préférence, ledit deuxième passage est délimité par la surface extérieure dudit

manchon cylindrique et par la surface intérieure d'un carter externe.

[0020] Selon un aspect, lesdits moyens de refroidissement comprennent des moyen de connexion dudit premier passage vers ledit deuxième passage au niveau dudit gicleur dudit injecteur de carburant.

[0021] Selon un caractéristique, ledit fluide de refroidissement est de l'air, de l'eau, de l'huile, ou un fluide frigorigène.

[0022] De plus, l'invention concerne une chambre de combustion d'une turbine à gaz, notamment d'une turbine à gaz à cycle thermodynamique avec récupérateur, pour la production d'énergie, en particulier d'énergie électrique, comportant un boîtier logeant un tube à flamme avec un diffuseur perforé pour le passage de l'air comprimé chaud, une zone primaire, qui reçoit une partie du débit d'air comprimé chaud et dans laquelle se produit la combustion, et une zone de dilution où a lieu le mélange entre les gaz brûlés issus de la zone primaire et la partie restante du débit d'air comprimé chaud. Ladite chambre comporte en outre un injecteur de carburant selon l'une des caractéristiques précédentes.

[0023] En outre, l'invention concerne une turbine à gaz, notamment d'une turbine à gaz à cycle thermodynamique avec récupérateur, pour la production d'énergie, en particulier d'énergie électrique, comprenant au moins un étage de compression avec au moins un compresseur de gaz, un échangeur de chaleur, une chambre de combustion alimentée en combustible par au moins un réservoir, au moins un étage de détente avec au moins une turbine de détente reliée par un arbre au compresseur, et un moyen de production d'énergie. Elle comprend une chambre de combustion selon l'une des caractéristiques précédentes.

[0024] D'autres caractéristiques et avantages du procédé selon l'invention, apparaîtront à la lecture de la description ci-après d'exemples non limitatifs de réalisations, en se référant aux figures annexées et décrites ci-après.

Liste des figures

[0025] [fig.1]

[0026] La figure 1, déjà décrite, illustre un injecteur de carburant selon l'art antérieur.

[0027] [fig.2]

[0028] La figure 2 illustre un injecteur de carburant selon un mode de réalisation de l'invention.

[0029] [fig.3]

[0030] La figure 3 illustre un injecteur de carburant selon un mode de réalisation de l'invention.

[0031] [fig.4]

[0032] La figure 4 illustre une chambre de combustion selon un mode de réalisation de l'invention.

[0033] [fig.5]

[0034] La figure 5 illustre schématiquement une turbine à gaz selon un mode de réalisation de l'invention.

Description des modes de réalisation

[0035] La présente invention concerne un injecteur de carburant pour une chambre de combustion. L'injecteur de carburant injecte le carburant dans la chambre de combustion au moyen d'un canal de carburant (appelé également conduit de carburant) pourvu à son extrémité placée dans la chambre de combustion d'un gicleur, dont la fonction est de distribuer le carburant dans la chambre de combustion. L'injecteur de carburant comporte des moyens de refroidissement, destinés à refroidir le carburant dans le canal de carburant et dans le gicleur. Il s'agit de moyens de refroidissement avec circulation d'un fluide, par exemple de l'eau, de l'air, de l'huile ou un fluide frigorigène, ou tout autre fluide pouvant servir au refroidissement dans le système utilisant l'injecteur.

[0036] Le canal de carburant et le gicleur peuvent être de tout type connu de l'homme du métier.

[0037] Selon l'invention, les moyens de refroidissement comprennent un premier passage du fluide de refroidissement autour du canal de carburant. Les moyens de refroidissement comprennent un deuxième passage du fluide de refroidissement autour du premier passage. En d'autres termes, du centre vers l'extérieur, l'injecteur de carburant comprend le canal de carburant, le premier passage du fluide de refroidissement et le deuxième passage du fluide de refroidissement. Cette configuration des moyens de refroidissement permet un refroidissement optimisé du carburant dans l'injecteur. En effet, le premier passage permet le refroidissement du carburant et le deuxième passage permet de maintenir le premier passage à une température peu élevée, augmentant ainsi l'efficacité du refroidissement du carburant. Ainsi, l'encrassement de l'injecteur de carburant est évité, et en raison de l'efficacité du refroidissement, l'air peut être utilisé comme fluide de refroidissement, ce qui simplifie la conception par rapport à un refroidissement à eau. De manière avantageuse, l'injecteur de carburant peut avoir une forme sensiblement cylindrique. Dans ce cas, le canal de carburant, le premier passage et le deuxième passage peuvent être sensiblement coaxiaux.

[0038] De plus, les moyens de refroidissement s'étendent le long du canal de carburant, ce qui permet un refroidissement de la totalité du canal de carburant, et au plus près du gicleur, situé à l'extrémité du canal de carburant.

[0039] En outre, les moyens de refroidissement sont configurés de telle sorte que le fluide circule dans le deuxième passage selon une direction opposée à la direction d'écoulement du fluide dans le premier passage. Selon une mise en œuvre de

l'invention, le fluide de refroidissement s'écoule dans le premier passage selon une direction d'écoulement identique à la direction d'écoulement du carburant dans le canal de carburant, et s'écoule dans le deuxième passage selon une direction d'écoulement opposée à la direction d'écoulement du carburant dans le canal de carburant. Ceci permet notamment de limiter l'encombrement des moyens pour injecter et soutirer le fluide de refroidissement.

- [0040] Afin d'améliorer les échanges thermiques entre le fluide de refroidissement et l'injecteur (et a fortiori le carburant passant dans l'injecteur), le premier passage et/ou le deuxième passage peut comprendre des saillies d'échange de chaleur. Ces saillies ont pour but d'augmenter la surface de contact entre le fluide de refroidissement et la structure de l'échangeur, ce qui a pour but d'accroître les échanges thermiques.
- [0041] De préférence, le premier passage et le deuxième passage comprennent des saillies d'échange de chaleur. Cette configuration est optimale en termes d'échanges thermiques.
- [0042] Selon des exemples non limitatifs de réalisation de l'invention, les saillies peuvent former une hélice et/ou une ailette et/ou une nervure et/ou tout autre élément analogue. De préférence, les saillies forment une hélice. Cette conception permet, en plus de favoriser les échanges thermiques, de donner un mouvement du fluide sur la totalité du pourtour du canal, ce qui assure un échange de chaleur homogène. Ainsi, la température de fonctionnement de carburant est contrôlée dans tout le canal de carburant, évitant la formation de vapeur dans le canal de carburant, ce qui rend l'injecteur utilisable avec tous types de carburants, y compris l'essence même dans des conditions de températures élevées.
- [0043] Selon un mode de réalisation de l'invention, le premier passage et le deuxième passage comprennent une hélice. Pour ce mode de réalisation, les dimensions des hélices (pas et hauteur) peuvent être déterminées en fonction de la vitesse du fluide de refroidissement dans les premier et deuxième passages. Selon un exemple de cette réalisation, la hauteur de l'hélice du deuxième passage est inférieure ou égale, de préférence strictement inférieure, à la hauteur de l'hélice du premier passage. De plus, le pas de l'hélice du deuxième passage est supérieur ou égal, de préférence strictement supérieur au pas de l'hélice du premier passage. Ainsi le débit de fluide dans le deuxième passage est sensiblement identique au débit de fluide dans le premier passage. Cette conception permet la compacité de l'injecteur de carburant, tout en maintenant des performances de refroidissement élevées.
- [0044] Conformément à une mise en œuvre de l'invention, le premier passage peut être délimité par la surface extérieure du canal de carburant, et par la surface intérieure d'un manchon cylindrique. Cette réalisation est facile à mettre en œuvre et à assembler. Le cas échéant, les saillies, par exemple l'hélice, peuvent être réalisées sur la surface ex-

térieure du canal de carburant.

[0045] Selon une réalisation de cette mise en œuvre, le deuxième passage peut être limité par la surface extérieure du manchon cylindrique et par la surface intérieure d'un carter externe. Le carter externe peut avoir une forme sensiblement cylindrique. Cette réalisation est facile à mettre en œuvre et à assembler. Le cas échéant, les saillies, par exemple l'hélice, peuvent être réalisées sur la surface extérieure du manchon cylindrique. Alternativement ou en outre, des saillies peuvent être également prévues sur la surface interne du manchon pour augmenter les surfaces d'échange de chaleur, et donc le refroidissement, entre le premier passage et le deuxième passage.

[0046] Selon un aspect, les moyens de refroidissement peuvent comprendre des moyens de connexion du premier passage vers le deuxième passage au niveau du gicleur. Ainsi, ces moyens de connexion remplissent le rôle de refroidissement du gicleur, et le rôle de mise en œuvre de l'écoulement du fluide du premier passage au deuxième passage. Ces moyens de connexion peuvent prendre la forme d'un volume en extrémité du premier passage, ce volume de connexion étant connecté d'une part au premier passage et d'autre part au deuxième passage.

[0047] La figure 2 illustre, schématiquement et de manière non limitative, un injecteur de carburant selon un mode de réalisation de l'invention. La figure 2 est une vue tridimensionnelle en coupe. L'injecteur 1 comprend classiquement un canal de carburant 2 et un gicleur 3, agencée à l'extrémité du canal de carburant 2. La surface extérieure du canal 2 est pourvue d'une hélice 7, qui délimite un premier passage 6 du fluide de refroidissement avec un manchon cylindrique 11. La surface extérieure du manchon cylindrique 11 est pourvue d'une hélice 10, qui délimite un deuxième passage 9 du fluide de refroidissement avec un carter extérieur 12. Pour le mode de réalisation illustré, la hauteur de l'hélice 10 du deuxième passage 9 est inférieure à l'hélice 7 du premier passage 6. De plus, le pas de l'hélice 10 du deuxième passage 9 est supérieur au pas de l'hélice 7 du premier passage 6. En outre, l'injecteur de carburant 1 comporte un volume 8 servant de connexion entre le premier passage 6 et le deuxième passage 9. Le volume 8 est situé à l'extrémité du canal de carburant 2 à proximité du gicleur 3. Pour cet injecteur, le fluide de refroidissement circule dans le premier passage 6 en direction du gicleur 3 (sens de gauche à droite pour la représentation de la figure) en passant entre les spires de l'hélice 7, puis au travers du volume 8 de connexion, puis dans le deuxième passage 9 depuis le gicleur 3 (sens de droite à gauche pour la représentation de la figure) en passant entre les spires de l'hélice 10.

[0048] La figure 3 illustre schématiquement et de manière non limitative, quelques composants d'un injecteur de carburant selon un mode de réalisation de l'invention. Cette figure correspond au mode de réalisation de la figure 2, sur laquelle n'est pas représenté le carter 12. De plus, pour une meilleure compréhension, le manchon cy-

lindrique 11 est représenté en transparence. L'injecteur comprend un canal de carburant 2 et un gicleur 3, agencée à l'extrémité du canal de carburant 2. La surface extérieure du canal 2 est pourvue d'une hélice 7, qui délimite un premier passage 6 du fluide de refroidissement avec un manchon cylindrique 11. La surface extérieure du manchon cylindrique 11 est pourvue d'une hélice 10, qui délimite un deuxième passage 9 du fluide de refroidissement avec un carter extérieur (non représenté). Pour le mode de réalisation illustré, la hauteur de l'hélice 10 du deuxième passage 9 est inférieure à l'hélice 7 du premier passage 6. De plus, le pas de l'hélice 10 du deuxième passage 9 est supérieur au pas de l'hélice 7 du premier passage 6.

- [0049] L'injecteur de carburant selon l'invention peut être utilisé dans tout un environnement chaud. Selon un mode de réalisation, l'injecteur de carburant peut être utilisé dans une chambre de combustion, notamment d'une turbine à gaz. Alternativement, l'injecteur de carburant peut être utilisé dans un brûleur de chaudière ou de four industriel par exemple.
- [0050] L'invention concerne également une chambre de combustion, notamment d'une turbine à gaz, et plus particulièrement d'une turbine gaz à cycle thermodynamique avec récupérateur pour la production d'énergie. La chambre de combustion comprend un boîtier avec un tube à flamme équipé d'un diffuseur perforé pour le passage de l'air comprimé chaud, une zone primaire, qui reçoit une partie du débit d'air comprimé chaud, et dans laquelle se produit la combustion, et une zone de dilution où a lieu le mélange entre les gaz brûlés issus de la zone primaire et la partie restante du débit d'air comprimé chaud. Selon l'invention, la chambre de combustion comprend en outre un injecteur de carburant selon l'une quelconque des combinaisons de variantes décrites ci-dessus.
- [0051] En effet, l'injecteur selon l'invention est particulièrement adapté à une telle application, étant donné que l'injecteur permet un bon fonctionnement même lorsque l'injecteur est agencé dans un milieu à haute température, comme c'est le cas au sein d'une telle chambre de combustion.
- [0052] En outre, l'invention concerne une turbine à gaz, notamment une turbine à gaz à cycle thermodynamique avec récupérateur pour la production d'énergie, en particulier de l'énergie électrique. Une telle turbine à gaz comprend au moins un étage de compression avec un compresseur de gaz, un échangeur de chaleur, une chambre de combustion alimentée en combustible par au moins un réservoir, un étage de détente avec un turbine de détente reliée par un arbre au compresseur, et un moyen de production d'énergie. De plus, la turbine à gaz comprend une chambre de combustion telle que décrite ci-dessus.
- [0053] Une telle chambre de combustion et une telle turbine à gaz peuvent être conformes à celles décrites dans les demandes de brevet du demandeur FR 3041742 (WO

2017/055074) et FR 3 049 044 (WO 2017/157631).

- [0054] Sur la figure 5, la turbine à gaz illustrée est plus particulièrement une microturbine 100, fonctionnant à partir d'au moins un combustible, tel qu'un combustible liquide, par exemple de type gazole, essence ou carburéacteur, ou un combustible gazeux, tel que du gaz naturel.
- [0055] La turbine à gaz comprend au moins un étage de compression 13 avec au moins un compresseur de gaz 14, un échangeur de chaleur 16 (ou récupérateur), une chambre de combustion 18 (ou brûleur) alimentée en combustible par au moins un réservoir 20, au moins un étage de détente 22 avec au moins une turbine de détente 24 reliée par un arbre 26 au compresseur. Cette turbine à gaz comprend également un moyen de production d'énergie, ici électrique, qui comprend une génératrice électrique 28 placée avantageusement sur l'arbre 26 entre le compresseur et la turbine.
- [0056] Bien entendu, cette génératrice peut être alternativement reliée à la turbine de détente ou au compresseur par un arbre autre que celui reliant la turbine et le compresseur.
- [0057] De manière préférentielle, l'échangeur de chaleur 16 peut être un échangeur à flux croisés, par exemple de type tubes-calandre ou à plaques alternées avec deux entrées et deux sorties.
- [0058] Le compresseur 14 comprend une entrée 30 de gaz frais contenant de l'oxygène, ici de l'air extérieur généralement à température ambiante, et une sortie d'air comprimé 32 aboutissant à une entrée d'air comprimé 34 de l'échangeur 16 par une ligne 36. La sortie d'air comprimé chaud 38 de cet échangeur est reliée par une ligne 40 à une admission d'air comprimé chaud 42 du brûleur 18. La sortie de gaz surchauffés 44 du brûleur est connectée par une ligne 45 à l'entrée 46 de la turbine dont la sortie 48 est reliée à une autre entrée 50 de l'échangeur par une ligne de gaz surchauffés détendus 52. L'échangeur 16 comprend également une sortie de gaz refroidis 54 pour être dirigés vers tous moyens d'évacuation et de traitement, comme une cheminée (non représentée).
- [0059] En se rapportant à la figure 4, le brûleur 18 comprend un boîtier extérieur 56, de forme cylindrique, fermé à l'une de ses extrémités par une cloison porte-injecteur 58 et à l'autre de ses extrémités par une cloison annulaire 60 avec une ouverture 62. Ce brûleur comprend également un tube à flamme 64, également de forme sensiblement cylindrique, logé coaxialement dans le boîtier en étant de diamètre inférieur au boîtier mais de diamètre identique à celui de l'ouverture 62 de la cloison annulaire 60. Ce tube comprend une extrémité fermée par une cloison de diffusion 66 en regard et à distance de la cloison porte-injecteur 58 et une extrémité ouverte 67 qui traverse la cloison annulaire en coopérant à étanchéité avec le diamètre intérieur de cette cloison annulaire pour former la sortie 44 (figure 5) de ce brûleur.
- [0060] Le boîtier porte, sur sa périphérie 68 et à proximité de la cloison annulaire 60,

l'admission d'air comprimé chaud 42 pour introduire cet air dans l'espace 70 formé entre le boîtier et le tube à flamme ainsi que dans l'espace 72 formé entre la cloison porte-injecteur et la cloison de diffusion.

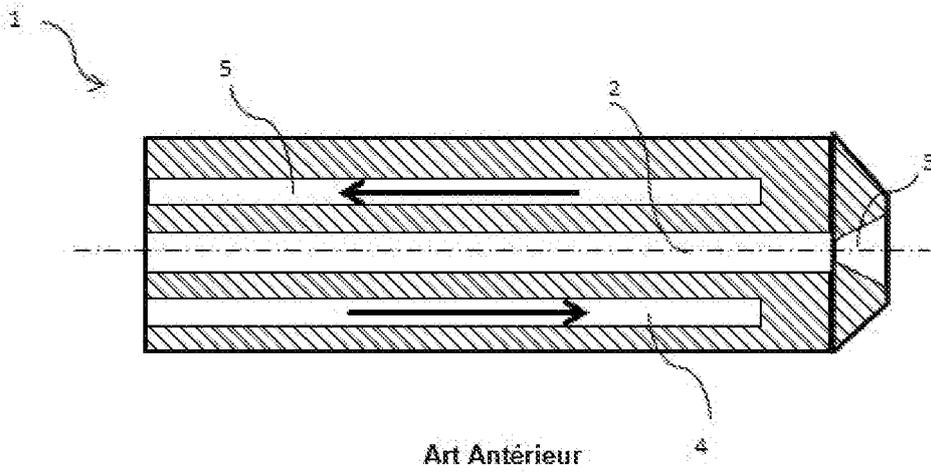
- [0061] Comme mieux illustré sur la figure 4, la cloison porte-injecteur comprend une plaque, au travers de laquelle est monté un injecteur de carburant 1 (tel que décrit précédemment), ici sous la forme d'un injecteur coaxial au tube à flamme. Cette plaque est entourée d'une paroi déflectrice d'air 78, ici semi-torique dont la concavité est dirigée vers le tube à flamme et qui est reliée à la périphérie 68 du boîtier.
- [0062] Le tube à flamme comprend des rangées circonférentielles d'orifices de dilution radiaux 80 placés à distance de la cloison de diffusion et à proximité de la cloison annulaire du boîtier en étant réparties régulièrement avantageusement en regard de l'admission 42. Ce tube à flamme comprend également un stabilisateur de flamme 82 qui est placé sur la cloison de diffusion 66 et à l'intérieur du tube en étant logé dans un orifice 84 prévu dans cette cloison de diffusion.
- [0063] Ce stabilisateur de flamme permet de générer des zones de recirculation de gaz brûlés facilitant l'inflammation du combustible et apportant localement des inertes dans la zone de réaction. Il permet également la stabilisation physico-chimique de la flamme ainsi que le confinement de la combustion.
- [0064] Le brûleur comprend également un dispositif d'allumage 86 pour un mélange carburé. A titre d'exemple, ce dispositif peut être une bougie du type pour moteur à combustion interne à allumage commandé, une bougie de préchauffage, des électrodes d'allumage,
- [0065] Dans tous les cas, la position du dispositif d'allumage doit être dans une zone du brûleur qui ne soit pas directement exposée à la flamme afin de le préserver.
- [0066] De manière préférentielle comme illustré sur la figure 4, l'extrémité active de ce dispositif d'allumage est située juste après le stabilisateur de flamme.
- [0067] Le brûleur ainsi constitué comprend un tube à flamme avec une zone d'injection/mélange ZM où se réalise le mélange de l'air comprimé chaud avec le combustible et le début de la combustion, une zone primaire ZP dans laquelle se produit la combustion, un zone de dilution ZD où a lieu le mélange entre les gaz brûlés issus de la zone primaire et l'air comprimé chaud provenant des trous de dilution. Cette zone de dilution a pour buts principaux de réduire la température des gaz en sortie de la zone de dilution et de permettre une bonne homogénéisation spatiale de ceux-ci avant de rentrer dans la turbine de détente.

Revendications

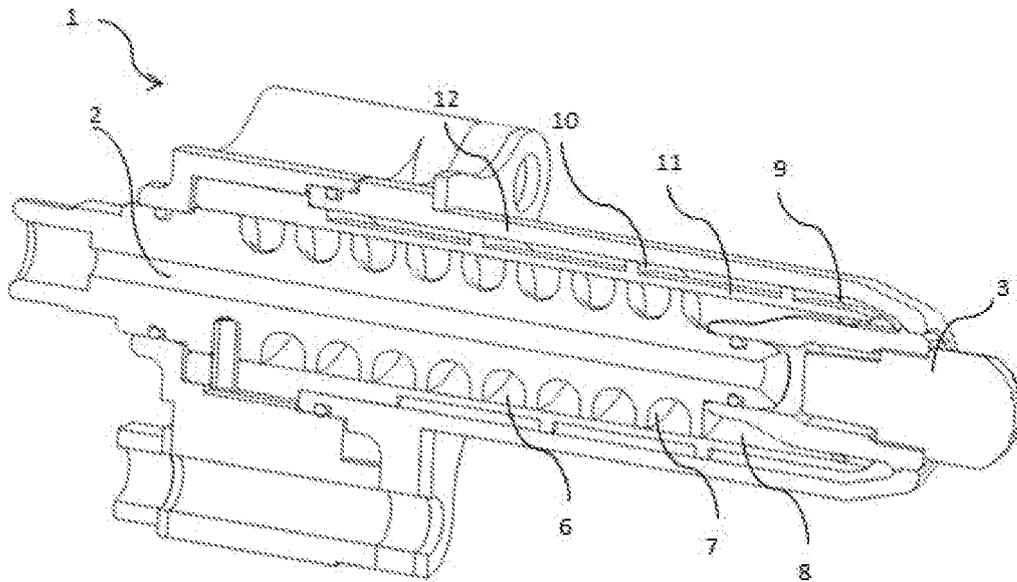
- [Revendication 1] Injecteur de carburant pour une chambre de combustion, notamment pour une chambre de combustion d'une turbine à gaz, ledit injecteur de carburant (1) comprenant un canal de carburant (2) pourvu à son extrémité d'un gicleur (3), et des moyens de refroidissement s'étendant le long dudit canal de carburant (2), un fluide de refroidissement s'écoulant dans lesdits moyens de refroidissement, caractérisé en ce que lesdits moyens de refroidissement comportent un premier passage (6) dudit fluide de refroidissement autour dudit canal de carburant (2), et un deuxième passage (9) dudit fluide de refroidissement autour dudit premier passage (6), lesdits moyens de refroidissement étant configurés de telle sorte que ledit fluide de refroidissement s'écoule successivement dans ledit premier passage (6) puis dans ledit deuxième passage (9) selon une direction opposée à la direction d'écoulement au sein dudit premier passage.
- [Revendication 2] Injecteur de carburant selon la revendication 1, dans lequel ledit premier passage (6) et/ou ledit deuxième passage (9) comportent des saillies d'échange de chaleur.
- [Revendication 3] Injecteur de carburant selon la revendication 2, dans lequel lesdites saillies d'échange de chaleur forment au moins une hélice (7, 10), et/ou une ailette et/ou une nervure.
- [Revendication 4] Injecteur de carburant selon la revendication 3, dans lequel le pas de ladite hélice (7, 10) est déterminé en fonction de la vitesse dudit fluide de refroidissement dans lesdits moyens de refroidissement.
- [Revendication 5] Injecteur de carburant selon l'une des revendications 3 ou 4, dans lequel lesdits premier (6) et deuxième (9) passages comportent respectivement une hélice (7, 10), la hauteur de l'hélice (10) dudit deuxième passage (9) étant inférieure ou égale à la hauteur de l'hélice (7) dudit premier passage (6), et le pas de l'hélice (10) dudit deuxième passage (9) étant supérieur ou égal au pas de l'hélice (7) dudit premier passage (6).
- [Revendication 6] Injecteur de carburant selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ledit premier passage (6) est délimité par la surface extérieure dudit canal de carburant (2) et par la surface intérieure d'un manchon cylindrique (11).
- [Revendication 7] Injecteur de carburant selon la revendication 6, dans lequel ledit deuxième passage (9) est délimité par la surface extérieure dudit manchon cylindrique (11) et par la surface intérieure d'un carter externe

- (12).
- [Revendication 8] Injecteur de carburant selon l'une des revendications précédentes, dans lequel lesdits moyens de refroidissement comprennent des moyen de connexion (8) dudit premier passage (6) vers ledit deuxième passage (9) au niveau dudit gicleur (3) dudit injecteur de carburant (1).
- [Revendication 9] Injecteur de carburant selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ledit fluide de refroidissement est de l'air, de l'eau, de l'huile, ou un fluide frigorigène.
- [Revendication 10] Chambre de combustion (18) d'une turbine à gaz, notamment d'une turbine à gaz à cycle thermodynamique avec récupérateur, pour la production d'énergie, en particulier d'énergie électrique, comportant un boîtier (56) logeant un tube à flamme (64) avec un diffuseur perforé pour le passage de l'air comprimé chaud, une zone primaire (ZP), qui reçoit une partie du débit d'air comprimé chaud et dans laquelle se produit la combustion, et une zone de dilution (ZD) où a lieu le mélange entre les gaz brûlés issus de la zone primaire et la partie restante du débit d'air comprimé chaud, caractérisée en ce que ladite chambre comporte en outre un injecteur de carburant (1) selon l'une des revendications précédentes.
- [Revendication 11] Turbine à gaz, notamment d'une turbine à gaz à cycle thermodynamique avec récupérateur, pour la production d'énergie, en particulier d'énergie électrique, comprenant au moins un étage de compression (13) avec au moins un compresseur de gaz (14), un échangeur de chaleur (16), une chambre de combustion (18) alimentée en combustible par au moins un réservoir (20), au moins un étage de détente (22) avec au moins une turbine de détente (24) reliée par un arbre (26) au compresseur, et un moyen de production d'énergie (28), caractérisée en ce qu'elle comprend une chambre de combustion (18) selon la revendication 10.

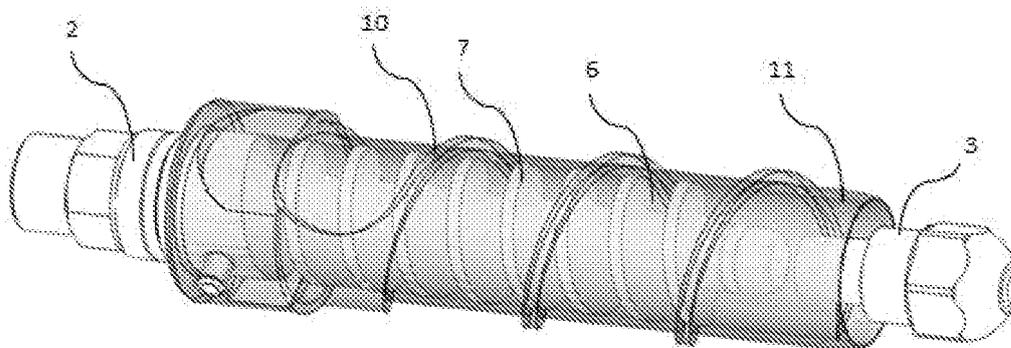
[Fig. 1]



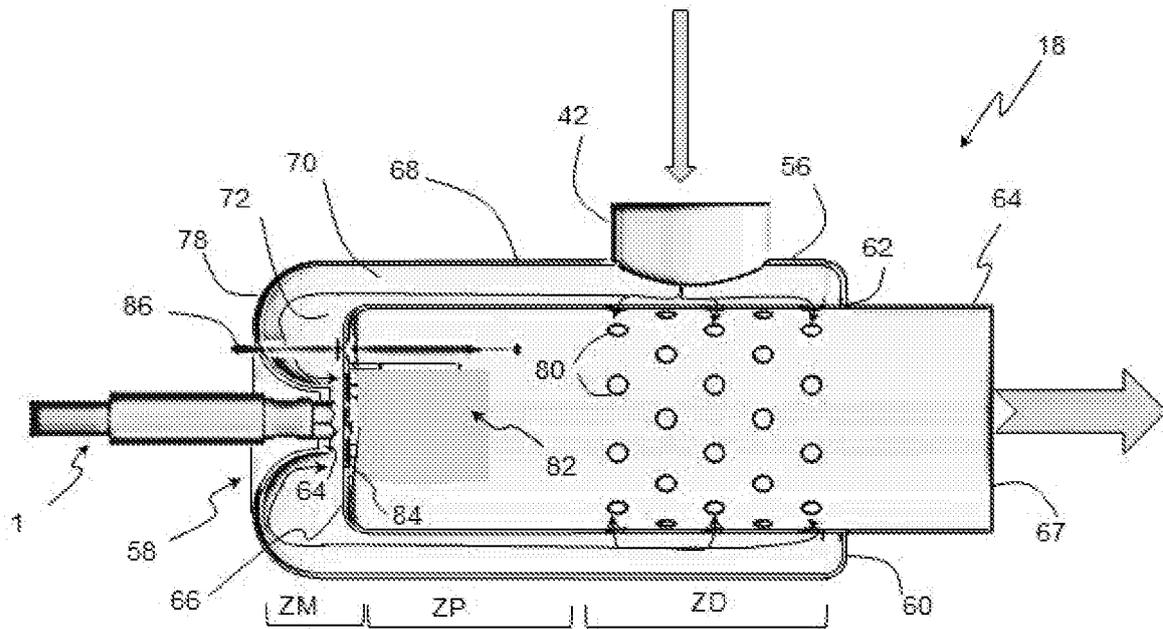
[Fig. 2]



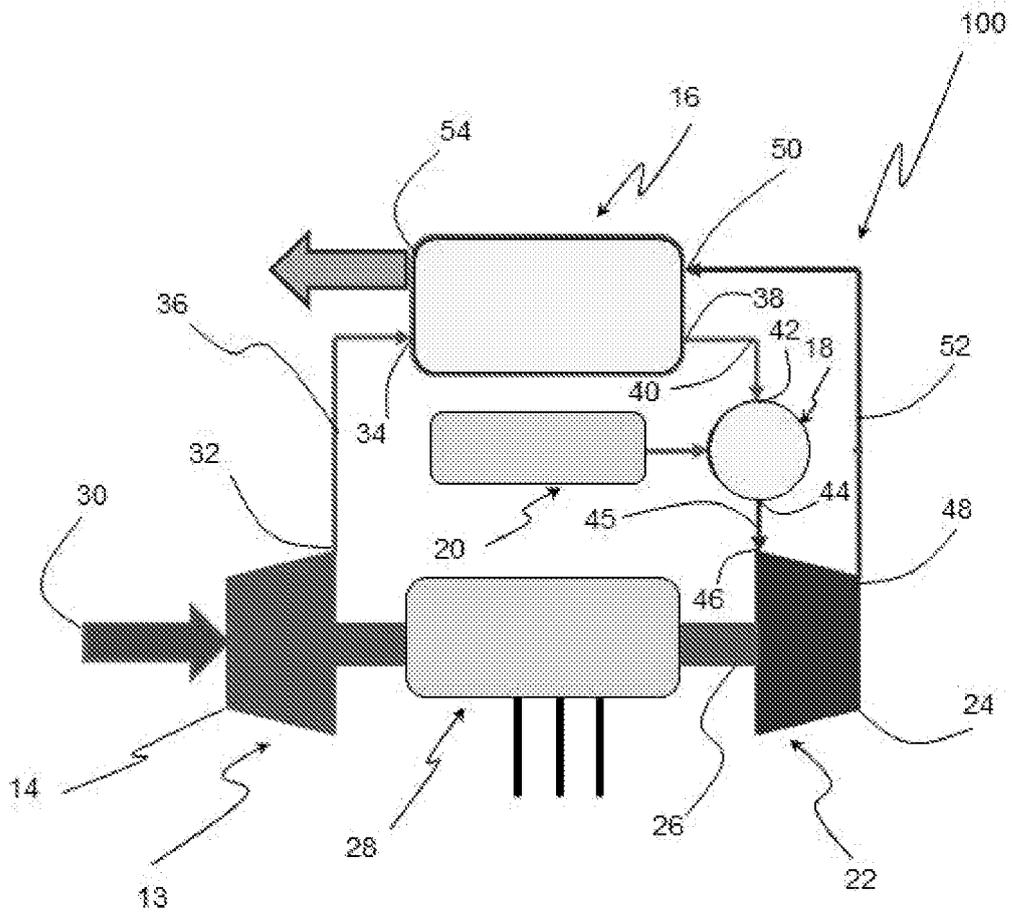
[Fig. 3]



[Fig. 4]



[Fig. 5]



**RAPPORT DE RECHERCHE
 PRÉLIMINAIRE**

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

 N° d'enregistrement
 national

 FA 861610
 FR 1871910

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	FR 2 817 016 A1 (SNECMA MOTEURS [FR]) 24 mai 2002 (2002-05-24)	1,6-9	F02M53/04 F01P3/16
Y	* page 7, ligne 32 - page 8, ligne 12; figures 2, 3 *	2-5,10, 11	F02C7/12
X	US 6 357 237 B1 (CANDY ANTHONY J [US] ET AL) 19 mars 2002 (2002-03-19) * colonne 4, ligne 64 - colonne 5, ligne 17; figure 4 *	1,6-9	
Y	WO 2015/023863 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 19 février 2015 (2015-02-19) * alinéa [0056]; figure 4 *	2-5	
Y,D	FR 3 041 742 A1 (IFP ENERGIES NOW [FR]) 31 mars 2017 (2017-03-31) * le document en entier *	10,11	
A	FR 2 166 395 A5 (LEHOUGRE JEAN) 17 août 1973 (1973-08-17) * page 3, ligne 27 - page 4, ligne 2; figure 1 *	2-5	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
A	EP 3 076 083 A1 (DELAVAN INC [US]) 5 octobre 2016 (2016-10-05) * alinéas [0017], [0018]; figures 7, 8, 9 *	2-5	F23R F23D F23L
A	US 6 003 781 A (KWAN WILLIAM [DE]) 21 décembre 1999 (1999-12-21) * abrégé; figures 1, 4 *	1	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
31 juillet 2019		Coli, Enrico	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1871910 FA 861610**

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 **31-07-2019**

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 2817016	A1	24-05-2002	CA 2363305 A1	21-05-2002
			FR 2817016 A1	24-05-2002
			GB 2372474 A	28-08-2002
			RU 2278331 C2	20-06-2006
			US 2002073708 A1	20-06-2002

US 6357237	B1	19-03-2002	AUCUN	

WO 2015023863	A1	19-02-2015	EP 3033508 A1	22-06-2016
			US 2016201917 A1	14-07-2016
			WO 2015023863 A1	19-02-2015

FR 3041742	A1	31-03-2017	CN 108027144 A	11-05-2018
			EP 3356737 A1	08-08-2018
			FR 3041742 A1	31-03-2017
			US 2018274786 A1	27-09-2018
			WO 2017055074 A1	06-04-2017

FR 2166395	A5	17-08-1973	AUCUN	

EP 3076083	A1	05-10-2016	EP 3076083 A1	05-10-2016
			US 2016290291 A1	06-10-2016

US 6003781	A	21-12-1999	CA 2220213 A1	07-05-1998
			DE 19645961 A1	14-05-1998
			EP 0841517 A2	13-05-1998
			US 6003781 A	21-12-1999
