

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 10.10.18.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 17.04.20 Bulletin 20/16.

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) : ETCHEPARRE BERNARD — FR.

⑦2 Inventeur(s) : ETCHEPARRE BERNARD.

⑦3 Titulaire(s) : ETCHEPARRE BERNARD.

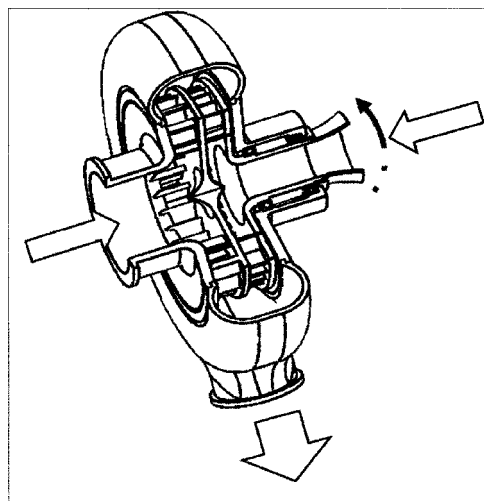
⑦4 Mandataire(s) : ETCHEPARRE BERNARD.

⑤4 ATTENUATEUR SONORE ET THERMIQUE PAR EFFET ROTATIF, DES FLUX DE GAZ D'ÉCHAPPEMENT DE
MACHINES THERMIQUES.

⑤7 Le domaine du dispositif de la présente invention est
celui des équipements permettant d'atténuer les bruits
d'éjection des gaz d'échappement des machines ther-
miques, provenant des conduits d'échappement, collec-
teurs ou tuyères, tout en réduisant les températures et les
vitesses d'éjection.

Le principe de fonctionnement du dispositif selon l'inven-
tion, s'appuie sur l'idée de mettre en rotation un ensemble
mobile par l'effet de la détente du flux des gaz d'échappe-
ment des machines thermiques, qui sont comprimés et
chauds, à travers une turbine qui entraîne un ventilateur as-
pirant un flux d'air froid que l'on mélange dans une volute
avec le flux d'air chaud pour obtenir un flux résultant dont la
température moyenne est inférieure au flux d'air chaud.
L'abaissement de la température et la dilution dans la volute
entraînent une perte de pression générale du mélange ce
qui provoque une réduction de la vitesse d'éjection des gaz
et donc des bruits associés.

Les intérêts principaux du dispositif sont sa compacité et
sa facilité d'intégration.



Atténuateur Sonore et Thermique par effet Rotatif, des flux de gaz d'échappement de machines thermiques.

Le domaine du dispositif de la présente invention est
5 celui des équipements permettant d'atténuer les bruits d'éjection des gaz d'échappement des machines thermiques, provenant des conduits d'échappement, collecteurs ou tuyères, tout en en réduisant les températures et les vitesses d'éjection.

10 a) La problématique :

Ce sujet est un sujet universel bien connu, c'est celui des «Silencieux», «Damper», «Muffler» etc .. auxquels un nombre important de réponses ont été apportées. En général, ces ré-
15 ponses sont bien adaptées à la problématique des échappements des flux de gaz des moteurs thermiques classiques, pour toutes les applications principales, automobiles, motocycles, industrielles, navales etc .. mais moins bien adaptées pour ce qui est de l'éjection des flux des gaz très chauds des tuyères des
20 turbines thermiques qu'elles soient statiques ou embarquées.

Il se trouve que les solutions d'atténuateur, sont généralement bâties sur des principes qui conduisent la circulation des gaz à travers des dispositifs de canalisations fixes présentant toutes sortes de géométries plus ou moins complexes
25 qui entraînent les gaz à perdre de leur énergie donc à se refroidir et à se ralentir en réduisant l'intensité de l'émission sonore.

La difficulté est d'y parvenir sans créer trop de perte de charge dans la traversée du dispositif, car pour vaincre la
30 perte de charge il faut maintenir une certaine pression à la sortie des gaz de la machine thermique, avant d'entrer dans le dispositif. Il se trouve que maintenir une pression résiduelle trop importante en sortie des gaz comprimés chauds d'une machine thermique (1) a pour conséquence de nuire au rendement

du cycle du moteur et donc d'augmenter la consommation. C'est donc un sujet délicat car il peut nuire à la performance de la machine thermique, s'il est mal traité.

De plus, un des objectifs est celui de l'abaissement de la température des gaz d'éjection (1) au moment de leur mise à l'air libre (3). Dans certaines situations, la température des gaz d'éjection en sortie de la machine thermique est telle, que les systèmes classiques parviennent mal à abaisser correctement la température du flux au moment de leur mise à l'air libre (3), ou pour y parvenir, ils sont très encombrants, lourds et coûteux et dans ces cas-là non intégrables.

Il se trouve que dans certaines applications le problème de l'intégration est primordial et la compacité du dispositif devient une requête essentielle, c'est un des sujets posé par la recherche technique dans ce domaine.

Le dispositif selon l'invention va donc s'attacher à résoudre la problématique complexe de la réduction, à la fois de l'abaissement de la température d'éjection avant l'échappement à l'air libre (3), en même temps des émissions sonores, et enfin, la réduction de l'encombrement pour une masse la plus faible possible, tout en restant peu complexe à fabriquer, et dans des coûts raisonnables.

Les enjeux ne sont pas simples et c'est à ces enjeux que le dispositif selon l'invention apporte une réponse efficace.

b) Principe de fonctionnement et Conception générale :

Le principe de fonctionnement du dispositif selon l'invention, s'appuie sur l'idée de mettre en rotation un ensemble mobile par l'effet d'un flux de gaz comprimé chaud (1), injecté dans une volute d'entrée (9), qui est guidé par une couronne de redresseurs statiques soit axiaux 9a, soit radiaux 9b, que porte cette volute, qui se détend à travers les aubes rotatives d'une turbine libre (6), soit de type axiales (6a), soit de

type radiales (6b) et qui entraîne un ventilateur radial (7) à ailettes (7a), qui lui est adossé. Le ventilateur provoque l'aspiration d'un flux d'air froid (2) prélevé à l'air libre qui est mis sous pression et est conduit dans une volute (10) où il se mélange avec les gaz chauds (1) provenant de la détente des gaz de la turbine libre (6) et dont le flux résultant (3) est mis à l'air libre par un conduit d'échappement (3a).

Le mélange des deux flux (1) gaz chauds et (2) air froid, donne un nouveau flux (3) dont la température moyenne est inférieure à celle du flux (1) des gaz chauds. Le niveau d'abaissement de la température moyenne dépendra du débit du ventilateur et donc du niveau de dilution entre le flux des gaz chauds (1) et de l'air froid (2) et donc de l'énergie que l'on acceptera d'attribuer pour faire ce travail.

L'atténuateur rotatif provoque l'abaissement de la température des gaz chauds, ce qui est recherché, en premier lieu parce que les gaz chauds (1) en se détendant dans la turbine libre (6), qu'elle soit axiale (6a) ou radiale (6b), perdent naturellement de la température et de la pression selon les lois de la thermodynamique, et en second lieu par l'effet du mélange des deux flux dans la volute, le chaud (1) et le froid (2). C'est donc la combinaison de ces deux phénomènes qui provoque l'abaissement de la température générale du flux de sortie (3).

D'autre part, la volute (10) dans laquelle se fait le mélange, si elle est correctement dimensionnée, est une zone de tranquillisation turbulente où s'abaisse considérablement la vitesse des flux du fait en particulier qu'en se refroidissant la densité moyenne augmente et donc le volume de l'ensemble des gaz diminue ce qui réduit la pression statique interne et réduit d'autant la vitesse de passage du flux de sortie (3) dans le conduit final d'échappement (3a) donc en

conséquence des bruits d'éjections. Le dispositif selon l'invention permet, comme recherché, d'atténuer les émissions sonores pour au moins celles qui dépendent des bruits d'éjection.

5 c)Description du dispositif selon l'invention :

Le fonctionnement du dispositif selon l'invention repose sur la mise en rotation à haute vitesse par l'effet des gaz d'éjection (1) issus de l'échappement d'une machine thermique
10 qui sont comprimé et chauds, d'un ensemble mobile de machines tournantes (turbine et ventilateur) , intégré dans un ensemble structurel.

L'ensemble mobile du dispositif selon l'invention qui est intégré dans l'ensemble structurel, est composé d'un arbre
15 principal creux (5), prolongé par un disque ventilateur radial (7) lié à une couronne d'ailettes orientées (7a), qui sont attachées à l'arrière d'un disque de turbine libre (6) qui porte à l'avant une couronne d'aubes qui peuvent être soit axiale (6a) soit radiale (6b)et qui dispose sur l'arbre prin-
20 cipal creux en aval de la turbine (6) et du ventilateur (7) d'éléments de roulement (8) qui sont des éléments adaptés à de hautes vitesses de rotation assurant la concentricité et le maintien axial de l'ensemble mobile.

L'ensemble structurel qui intègre l'ensemble mobile des
25 machines tournantes comporte :

- « une virole » (9) d'entrée des gaz qui est équipée d'un distributeur aérodynamique constitué par, soit d'une couronne de staturs axiaux (9a)dans le cas où la turbine libre est de type axiale (6a) ou soit d'une couronne de staturs
30 radiaux (9b) dans le cas où la turbine libre est de type radiale (6b)

- « un carter arrière » (11) qui supporte l'ensemble mobile et sur lequel se fixe les bagues supérieures des éléments de roulement (8)

- une « volute structurelle de mélange des flux » (10), à laquelle se fixent, la « virole d'entrée » (9) en amont et le « carter arrière » (11) à l'aval, qui forme avec ces deux éléments un ensemble structurel compact et rigide dont la fonction principale est d'assurer le maintien en rotation et en position, à haute vitesse de l'ensemble mobile par l'intermédiaire des éléments de roulement (8) et dont la fonction secondaire est d'assurer la conduite et le mélange entre un flux de gaz comprimé chaud (1) et un flux d'air comprimé froid (2), et l'éjection du mélange (3) de ces deux flux par un conduit (3a), vers la mise à l'air libre.

Dans le dispositif selon l'invention, le flux entraînant (1) est le flux de gaz comprimé chaud éjecté par une machine thermique, ce flux (1) pénètre dans le dispositif par la « virole d'entrée » (9), fait tourner la « turbine libre » (6) en se détendant, et est dirigé vers l'entrée de la « volute » (10).

Le mouvement donné à la turbine libre fait tourner le disque aspirateur (7), car il est attaché à la turbine libre (6) par l'intermédiaire des ailettes (7a), lesquelles provoquent l'aspiration d'un flux d'air extérieur froid (2) qui circule à travers l'arbre principal creux (5) qui est mis en pression et est introduit dans la « volute » (10).

Dans la volute (10) le flux chaud (1) et le flux froid (2) se mélangent pour donner un flux résultant (3) qui a perdu en température et en pression par rapport à l'état du flux chaud à l'entrée de la virole (9), et qui est évacué à l'air libre à faible vitesse par le conduit d'éjection (3a) de la volute (10).

La température du flux résultant (3) du mélange des flux (1) et (2) qui est mis à l'air libre par le conduit d'échappement (3a) est inférieure à la température du flux des gaz comprimé chauds (1) qui se présentent à l'entrée de la volute (9) du fait de la succession de deux effets distincts :

-le premiers qui est une perte de température du flux (1) provoqué par la détente à travers la couronne des statots du distributeur soit axial (9a) ou soit radial (9b) et des
5 aubes axiales (6a) ou radiales (6b) de la turbine libre, laquelle détente fait perdre de la température et de la pression au flux (1) tout en provoquant la rotation de l'ensemble mobile selon les lois de la thermodynamique,

-le second, qui succède au premier, par le mélange dans
10 la volute (10), du flux chaud (1), après passage dans la turbine libre (6), et du flux d'air froid (2) après aspiration par le ventilateur (7) adossé à la turbine libre, qui produit une dilution du flux chaud par le flux froid et qui crée un flux résultant (3) dont la température est nécessairement inférieure à la température du flux chaud (1).
15

c) Analyse du dispositif selon l'invention :

Quelque soit le système retenu : abaisser la température
20 du flux chaud (1) demande de l'énergie.

Dans le dispositif selon l'invention c'est une partie de l'énergie résiduelle des gaz éjectés par la machine thermique (1) qui est utilisée pour faire ce travail, car en se détendant ces gaz font tourner la turbine libre (6) qui fait tourner le
25 ventilateur (7) qui créera le flux froid (2) qu'il met en pression et qui viendra se mélanger dans la volute (10) avec le flux chaud (1) en sortie de la turbine libre (6) ce qui provoquera l'abaissement de la température du flux de mélange (3).

30 Pour que le système fonctionne il faut donc conserver un certain niveau de pression statique à la sortie de l'éjection des gaz avant de rentrer dans le dispositif.

En règle générale, sans le dispositif, cette énergie serait perdue, c'est donc un dispositif qui est neutre, voire peu coûteux en énergie.

C'est un dispositif qui tourne, donc qui est plus délicat
5 à réaliser qu'un dispositif statique, mais que l'on peut concevoir d'une manière efficace en protégeant les éléments de roulement (8) si on prend la précaution de les disposer à l'abri du flux chaud c'est-à-dire en aval de la turbine, le plus loin possible, comme cela est présenté dans la présente
10 description. Cela diminue le besoin en lubrification et en refroidissement des éléments de roulement (8).

On peut dimensionner le dispositif selon l'invention, de différentes manières et en particulier si on veut qu'il ne soit pas trop encombrant il faut accepter qu'il tourne vite de
15 telle manière à pouvoir utiliser des machines tournantes (turbine ou ventilateur) de faible diamètre. Dans ce cas on gagne en place et en masse mais dans ce cas, pour un bon fonctionnement, il faut maîtriser les grandes vitesses de rotation ce qui n'est jamais simple. Comme tout système thermodynamique,
20 il y a des points d'équilibres à trouver pour optimiser son fonctionnement.

Une particularité du dispositif selon l'invention est qu'une partie de la capacité d'aspiration du ventilateur (2), si elle est suffisante, peut très bien être dérivée et utilisée
25 en complément pour créer un flux d'air selon un circuit dédié qui peut servir au refroidissement de certaines zones des équipements de la machine thermique et en particulier les zones où l'on dispose les éléments électroniques ou électromécaniques. Dans ce cas on introduit naturellement une fonction
30 complémentaire qui peut s'avérer très utile et que les systèmes classiques n'apportent pas.

d) Applications,

Le dispositif selon l'invention a une portée générale pour son utilisation et constitue une autre forme de conception
5 des dispositifs d'atténuation de bruit ou de température des gaz d'éjection provenant de machines thermiques.

Il sera recommandé de l'utiliser chaque fois que l'on voudra compacter l'intégration de cette fonction soit par manque de place ou soit désir d'abaisser les masses.

10 Son efficacité dépend grandement du taux de dilution (rapport entre le débit masse du flux (1) et celui du flux (2)) du mélange (3) qui sera créé dans la volute (10) avant éjection (3a).

Par principe, le dispositif selon l'invention, doit pouvoir
15 voir atteindre des efficacités d'abaissement de température importantes au minimum de l'ordre de 50 % dans des volumes d'encombrement bien moindre que ceux nécessaires à des systèmes classiques.

Même si il est plus délicat à mettre en œuvre, dans cer-
20 tains cas, il représentera la seule solution efficace à la réponse de l'objectif technique à atteindre et pour cela le dispositif selon l'invention a un champ d'application intéressant donc un avenir économique.

REVENDICATIONS

5

1) Atténuateur Sonore et Thermique par effet Rotatif, caractérisé en ce qu'il est composé d'un ensemble mobile de machines tournantes mis en rotation à haute vitesse, composé d'un arbre principal creux (5), prolongé par un disque venti-
10 lateur radial (7) lié à une couronne d'ailettes orientées (7a), qui sont attachées à l'arrière d'un disque de turbine libre (6) qui porte à l'avant une couronne d'aubes qui peuvent être soit axiale (6a) soit radiale (6b) et qui dispose sur l'arbre principal creux en aval de la turbine (6) et du ventilateur
15 (7) d'éléments de roulement (8) qui sont des éléments adaptés à de hautes vitesses de rotation assurant la concentricité et le maintien axial de l'ensemble mobile.

2) Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en
20 ce que l'ensemble structurel dans lequel l'ensemble mobile est intégré, comporte :

- « une virole » (9) d'entrée des gaz qui est équipée d'un distributeur aérodynamique constitué par, soit d'une couronne de stators axiaux (9a) dans le cas où la turbine libre
25 est de type axiale (6a) ou soit d'une couronne de stators radiaux (9b) dans le cas où la turbine libre est de type radiale (6b)

- « un carter arrière » (11) qui supporte l'ensemble mobile et sur lequel se fixe les bagues supérieures des élé-
30 ments de roulement (8)

- une « volute structurelle de mélange des flux » (10), à laquelle se fixent, la « virole d'entrée » (9) en amont et le « carter arrière » (11) à l'aval, qui forme avec ces deux éléments un ensemble structurel compact et rigide dont la

fonction principale est d'assurer le maintien en rotation et en position à haute vitesse de l'ensemble mobile par l'intermédiaire des éléments de roulement (8) et dont la fonction secondaire est d'assurer la conduite et le mélange entre un
5 flux de gaz comprimé chaud (1) et un flux d'air comprimé froid (2), et l'éjection du mélange (3) de ces deux flux par un conduit (3a), vers la mise à l'air libre.

3) Dispositif selon les revendications 1 et 2, caractérisé en ce que l'ensemble mobile est mis en rotation par l'
10 l'effet d'un flux de gaz comprimé chaud (1), injecté dans la volute d'entrée (9), et qui, guidé par un couronne de statots d'un distributeur aérodynamique soit axial (9a) ou soit radial (9b), se détend à travers les aubes d'une turbine libre (6),
15 soit de type axiale (6a), soit de type radiale (6b) en entraînant un ventilateur radial (7) à ailettes (7a), qui lui est adossé, lequel provoque l'aspiration d'un flux d'air froid (2) prélevé à l'air libre, à travers l'arbre principal creux (5), qu'il met en pression et qui est conduit dans une volute (10)
20 où il se mélange avec les gaz chauds (1) provenant de la détente des gaz de la turbine libre (6), pour produire un flux résultant (3) qui est mis à l'air libre par un conduit d'échappement (3a).

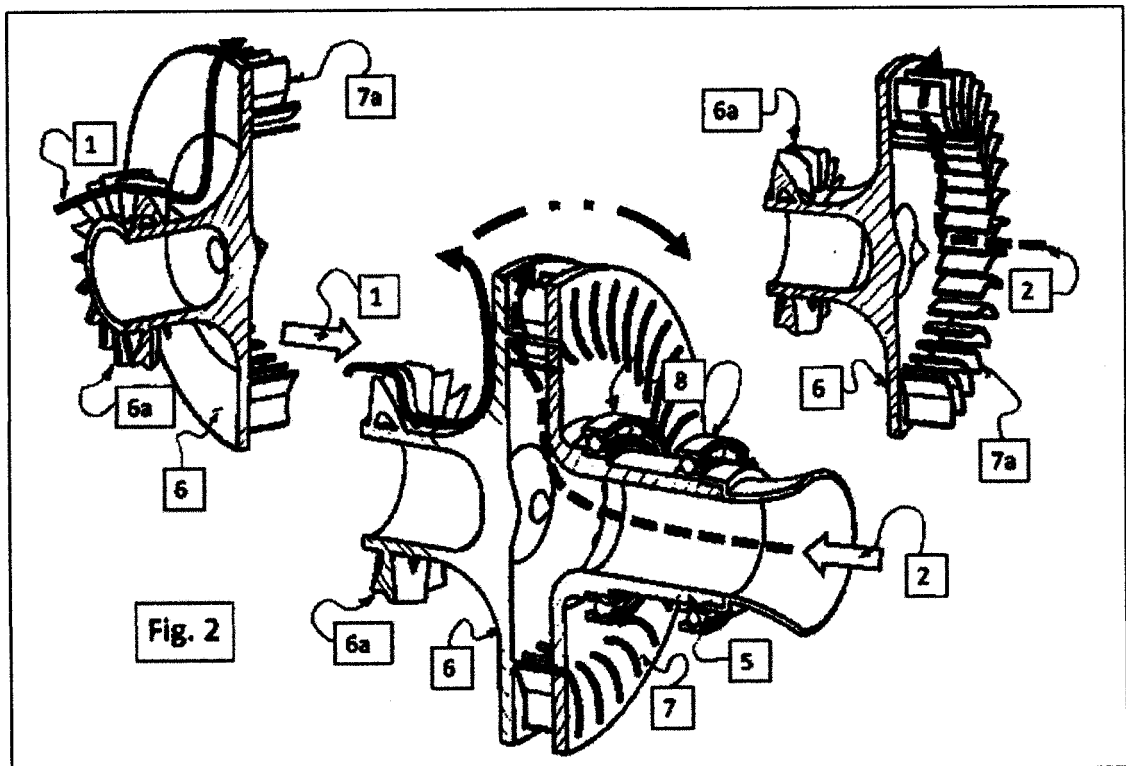
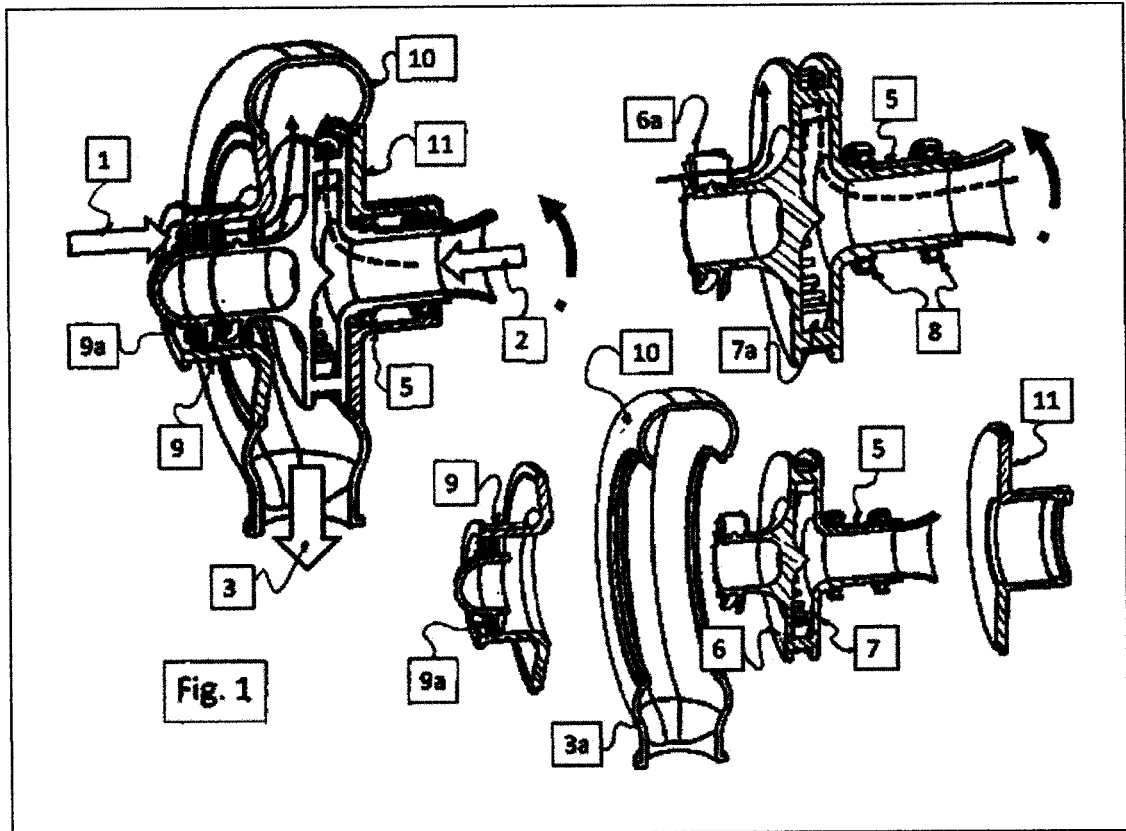
25 4) Dispositif selon toutes les revendications précédentes caractérisé en ce que la température du flux résultant (3) du mélange des flux (1) et (2) qui est mis à l'air libre par le conduit d'échappement (3a) est inférieure à la température du flux des gaz comprimé chauds (1) qui se présentent
30 à l'entrée de la volute (9) du fait de la succession de deux effets distincts :

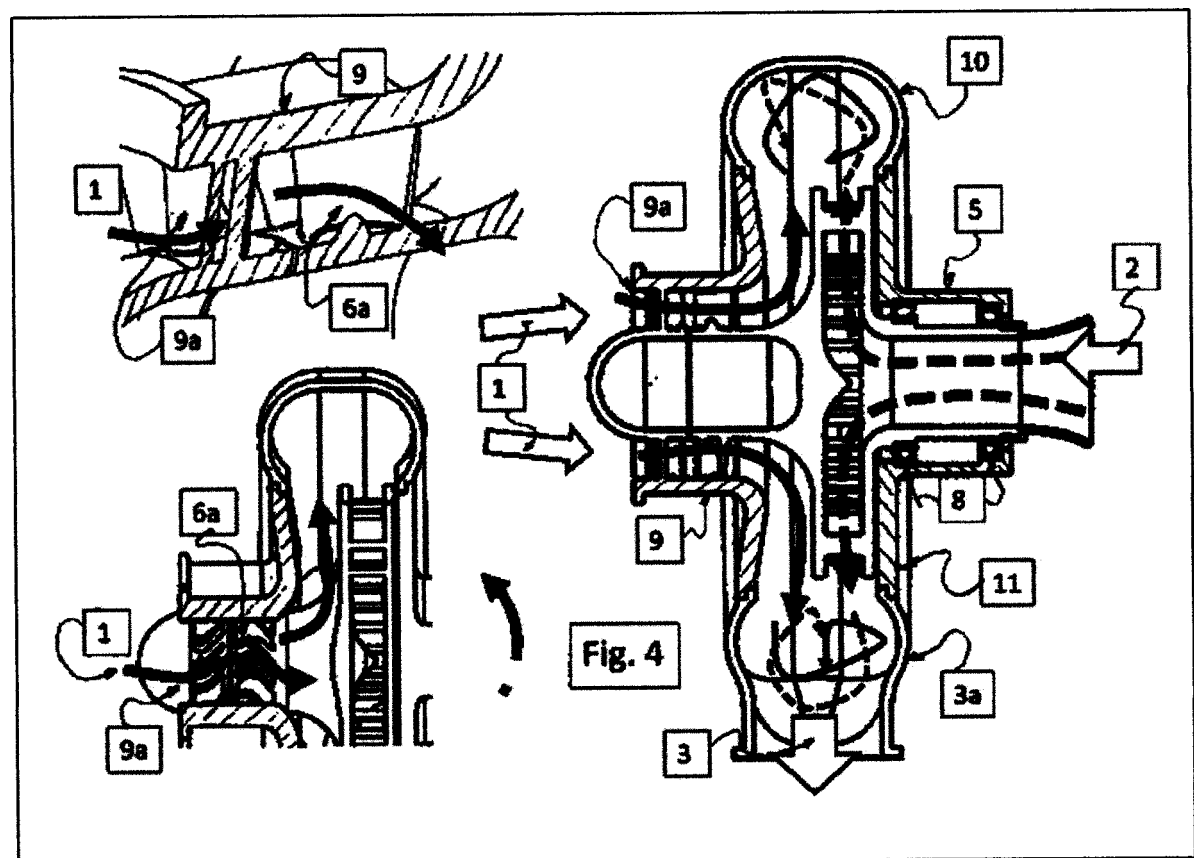
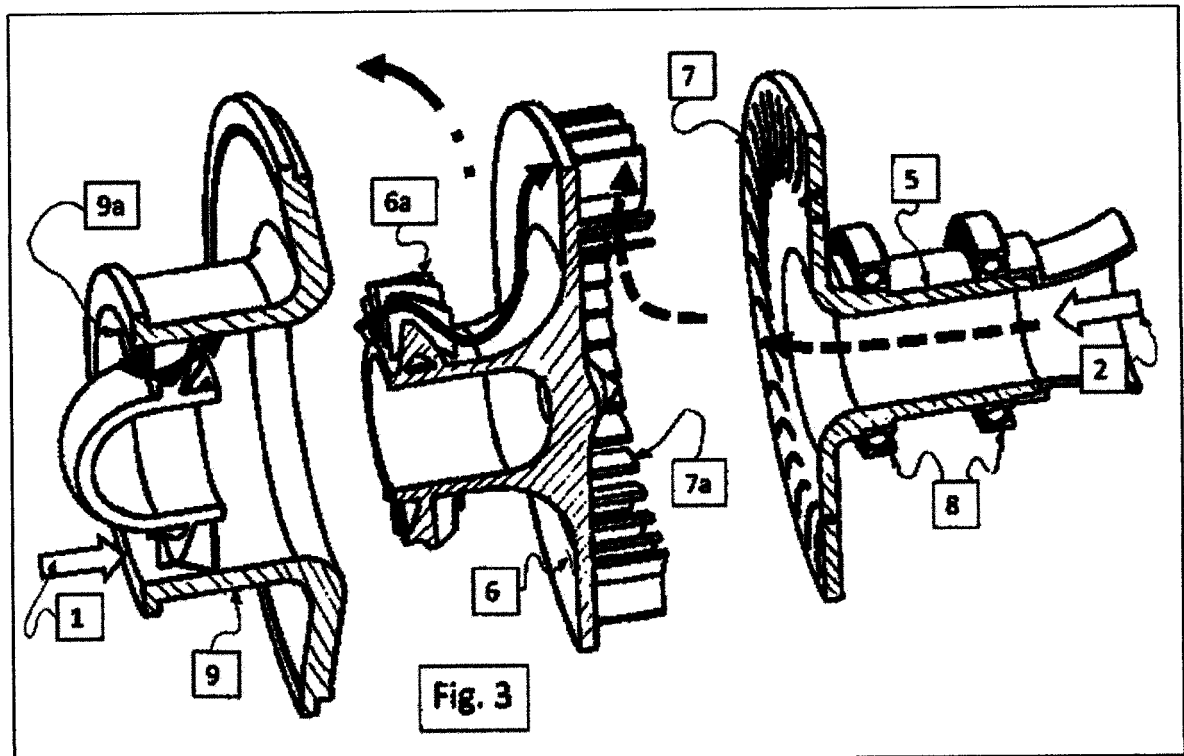
-le premiers qui est une perte de température du flux (1) provoqué par la détente à travers la couronne des statots du distributeur soit axial (9a) ou soit radial (9b) et des

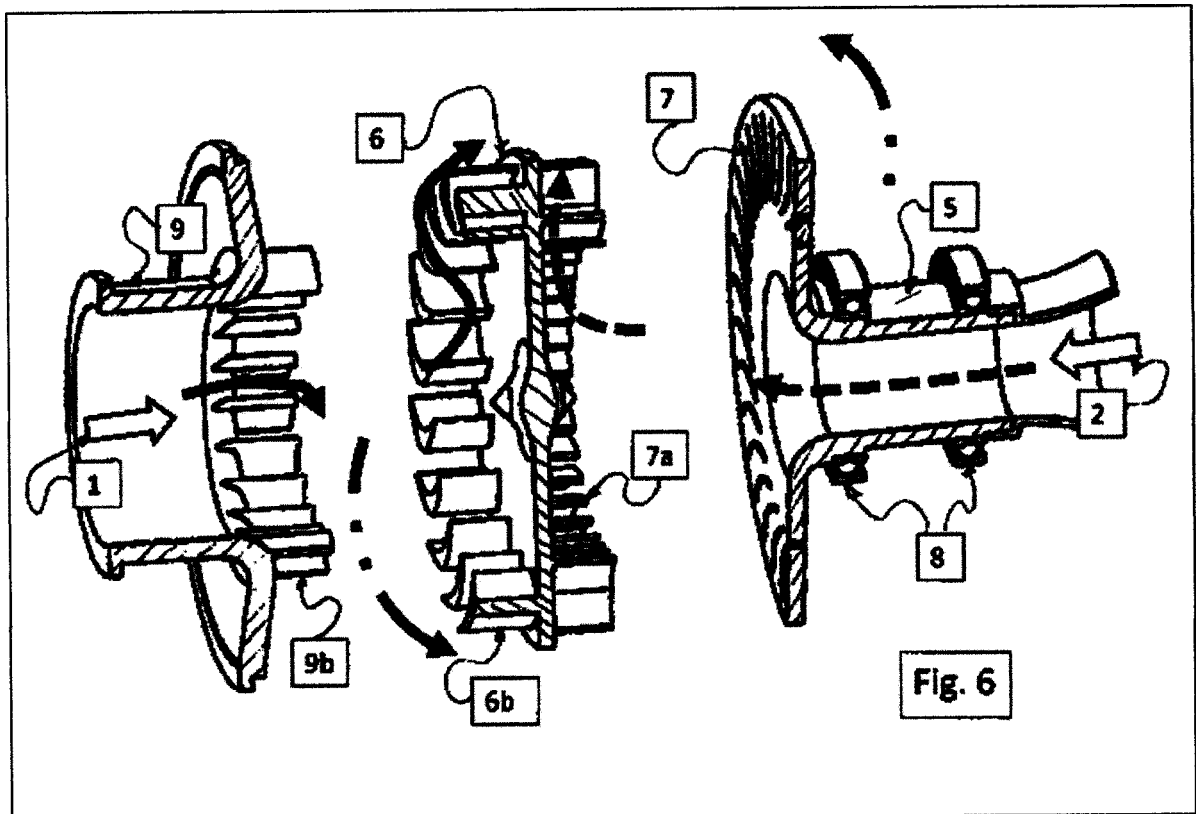
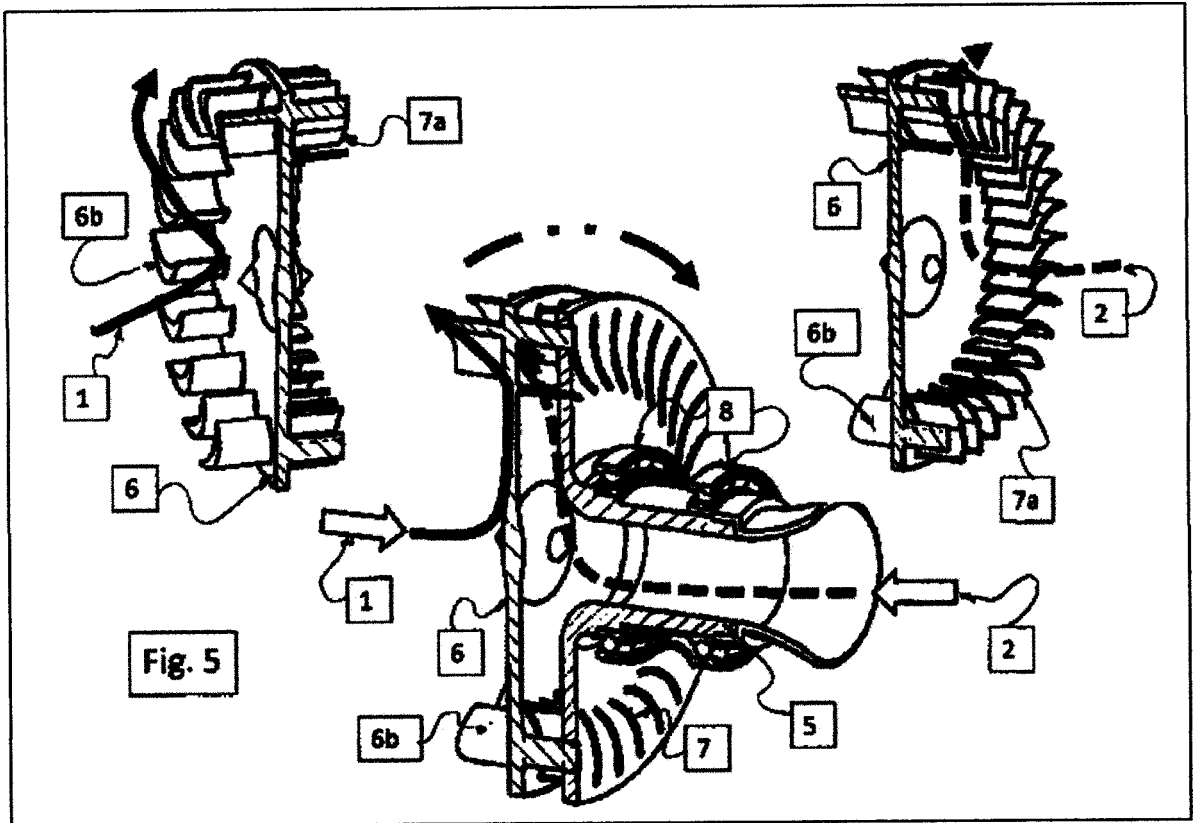
aubes axiales (6a) ou radiales (6b) de la turbine libre, laquelle détente fait perdre de la température et de la pression au flux (1) tout en provoquant la rotation de l'ensemble mobile selon les lois de la thermodynamique,

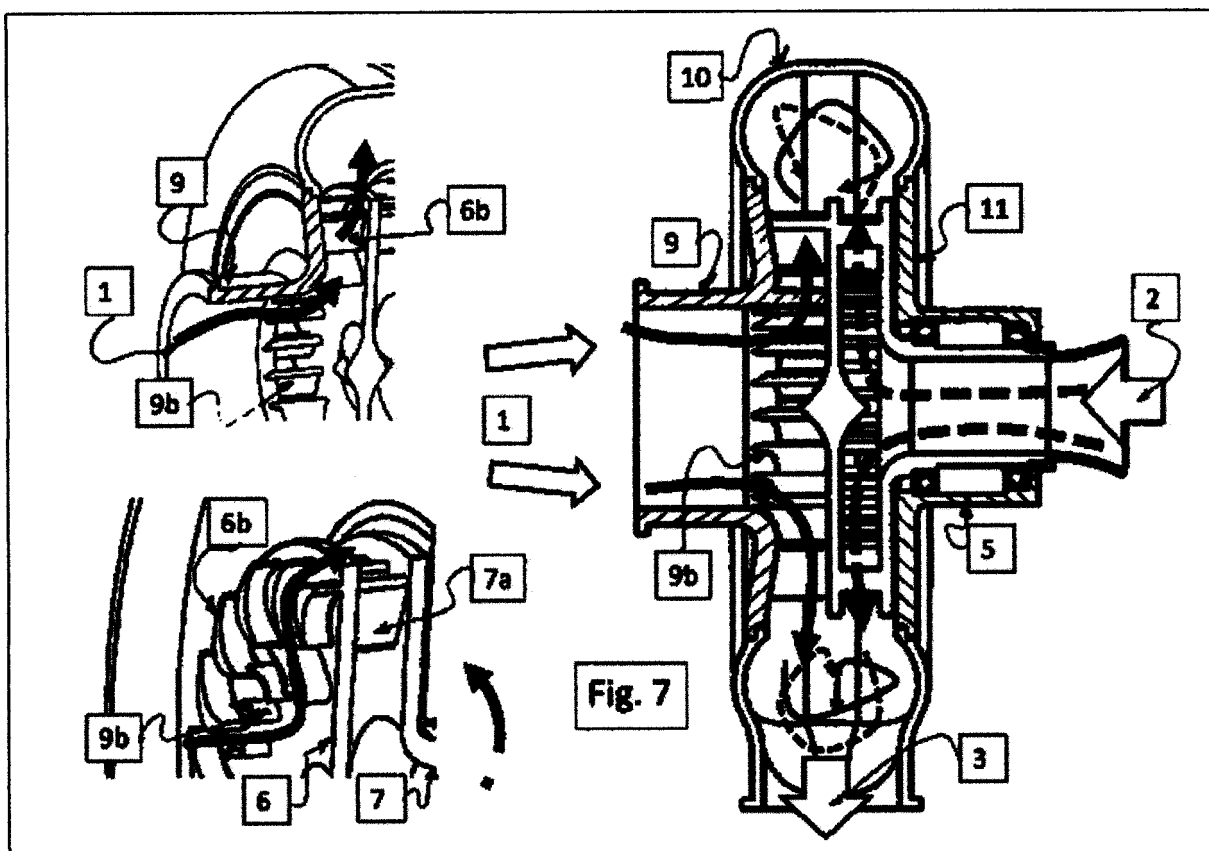
- 5 -le second, qui succède au premier, est une perte de température complémentaire, provoqué par le mélange dans la volute (10), du flux chaud (1), après détente dans la turbine libre (6), et du flux d'air froid (2) après aspiration par le ventilateur (7), lequel est adossé à la turbine libre, qui
10 produit une dilution du flux chaud par le flux froid et qui crée un flux résultant (3) dont la température est nécessairement inférieure à la température du flux chaud (1).

- 5) Dispositif selon toutes les revendications précédentes caractérisé en ce que la volute (10) dans laquelle se
15 fait le mélange, est une zone de tranquillisation turbulente où s'abaisse considérablement la vitesse des flux du fait en particulier qu'en se refroidissant la densité moyenne augmente et donc le volume de l'ensemble des gaz diminue ce qui réduit
20 la pression statique interne et réduit d'autant la vitesse de passage du flux de sortie (3) dans le conduit final d'échappement (3a) donc en conséquence des bruits d'éjections.









RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 860088
FR 1801078

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		
A	EP 2 336 507 A1 (MDS AERO SUPPORT CORP [CA]) 22 juin 2011 (2011-06-22) * figures 3,4 *	1-5	F01N1/14 F01N1/18
A	EP 0 177 996 A2 (CARBONI LUIGI [IT]; ZUCCHE FRAZIONE [IT]) 16 avril 1986 (1986-04-16) * figures 5-7 *	1-5	
A	US 1 656 576 A (SULLIVAN MANLEY S) 17 janvier 1928 (1928-01-17) * figures 1,2 *	1-5	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F01N F16L F01D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
17 avril 2019		Harf, Julien	
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 1801078 FA 860088**

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 **17-04-2019**
 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
EP 2336507	A1	22-06-2011	CA	2703550	A1	16-06-2011
			EP	2336507	A1	22-06-2011
			ES	2498066	T3	24-09-2014
			US	2011138772	A1	16-06-2011

EP 0177996	A2	16-04-1986	DE	3567935	D1	02-03-1989
			EP	0177996	A2	16-04-1986
			IT	1182270	B	05-10-1987
			JP	S61112721	A	30-05-1986
			US	4616732	A	14-10-1986

US 1656576	A	17-01-1928	AUCUN			
