

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
—  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
—  
COURBEVOIE  
—

①⑪ N° de publication :

**2 954 968**

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

②① N° d'enregistrement national :

**11 50009**

⑤① Int Cl<sup>8</sup> : **F 23 R 3/28** (2011.01), **F 02 C 7/22**

⑫

## BREVET D'INVENTION

**B1**

⑤④ DISPOSITIF ACOUSTIQUE POUR CIRCUIT DE CARBURANT.

②② Date de dépôt : 03.01.11.

③③ Priorité : 04.01.10 US 12/651600.

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *GENERAL ELECTRIC COMPANY*  
— US.

④③ Date de mise à la disposition du public  
de la demande : 08.07.11 Bulletin 11/27.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention : 23.07.21 Bulletin 21/29.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑦② Inventeur(s) : KIM KWANWOO, SINGH KAPIL  
KUMAR, HAN FEI et SRINIVASAN SHIVA.

⑦③ Titulaire(s) : *GENERAL ELECTRIC COMPANY.*

⑦④ Mandataire(s) : CASALONGA.

FR 2 954 968 - B1



### **Dispositif acoustique pour circuit de carburant**

La présente invention porte sur un circuit de carburant servant  
5 à limiter la dynamique de la combustion pour un système de combustion à multi-injecteur à bas NOx par voie sèche (dit par la suite « DLN » par abréviation).

Dans un moteur à turbine à gaz, du carburant et de l'air sont  
mélangés l'un avec l'autre et sont brûlés dans une zone de combustion  
10 d'une chambre de combustion. L'énergie de cette combustion est ensuite transformée en énergie mécanique dans une turbine où, par exemple, elle peut servir à la production d'électricité. Les sous-produits de la combustion sont rejetés. Cependant, depuis quelques  
années, on se préoccupe de plus en plus des conséquences écologiques  
15 de ces sous-produits et on cherche à construire des chambres de combustion à bas NOx par voie sèche (DLN) conçues pour réduire l'ampleur des émissions indésirables de NOx produites sous la forme de sous-produits de la combustion.

Pour le fonctionnement d'une chambre de combustion de  
20 turbine à gaz à DLN, la dynamique de la combustion a été perçue comme un problème susceptible d'empêcher le bon fonctionnement, d'abrégé la durée de vie et de réduire la durabilité générale des systèmes DLN correspondants. Une cause principale de ce problème posé par la dynamique de la combustion apparaît lorsque des  
25 fluctuations du rapport carburant/air surviennent par suite de fluctuations de pression dans la section de mélange et de fluctuations correspondantes du débit de carburant et du débit d'air. Les fluctuations du rapport carburant/air sont susceptibles de provoquer une fluctuation du dégagement de chaleur et une dynamique  
30 permanente de la combustion.

Selon un premier aspect de l'invention, un injecteur de carburant à bas NOx par voie sèche (DLN) du circuit de carburant est  
proposé et comprend un ou plusieurs orifices aval pour définir un  
premier trajet de fluide sur lequel un fluide est amené à circuler, un  
35 orifice amont, situé en amont du/des orifices aval, formé de manière à

définir un second trajet de fluide sur lequel le fluide est amené à circuler et des passages de liaison disposés pour créer une communication fluidique entre le premier et le second trajets de fluide respectivement des orifices aval et amont. Une dimension radiale et/ou  
5 un emplacement axial de l'orifice amont est/sont établis pour dérégler, par coopération, une impédance acoustique du circuit de carburant.

Selon un autre aspect de l'invention, il est proposé un multi-injecteur de carburant à bas NOx par voie sèche (DLN) d'un circuit de carburant, qui comprend une pluralité d'orifices aval formés pour  
10 définir des premiers trajets de fluide le long desquels un fluide est amené à circuler et organisés pour former des sous-groupes d'orifices aval, une pluralité d'orifices amont, situés en amont des orifices aval et respectivement associés à l'un, correspondant, des sous-groupes d'orifices aval, chaque orifice amont étant formé de manière à définir  
15 un second trajet de fluide le long duquel le fluide est amené à circuler et une pluralité de passages de liaison disposés de manière à créer respectivement une communication fluidique entre le premier et le second trajets de fluide des orifices aval en sous-groupes et des orifices amont correspondants. Une dimension radiale et/ou un  
20 emplacement axial de chacun des orifices amont est/sont établis d'une manière indépendante pour dérégler, par coopération, une impédance acoustique du circuit de carburant.

Selon encore un autre aspect de l'invention, il est proposé un procédé d'assemblage de multi-injecteur de carburant à bas NOx par  
25 voie sèche (DLN) d'un circuit de carburant, qui comprend la mise en communication fluidique d'une pluralité d'orifices aval formés pour définir des premiers trajets de fluide le long desquels un fluide est amené à circuler et organisés pour former des sous-groupes d'orifices aval avec une pluralité d'orifices amont, situés en amont des orifices  
30 aval et respectivement associés à l'un, correspondant, des sous-groupes d'orifices aval, chaque orifice amont étant formé pour définir un second trajet de fluide le long duquel le fluide est amené à circuler, et le réglage, d'une manière indépendante, d'une dimension radiale et/ou d'un emplacement axial de chacun des orifices amont pour

dérégler, par coopération, une impédance acoustique du circuit de carburant.

L'invention sera mieux comprise à l'étude de la description détaillée d'un mode de réalisation pris à titre d'exemple non limitatif et illustré par les dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une vue latérale en coupe illustrant schématiquement un groupe d'injecteurs de carburant ;

- la figure 2 est une vue latérale en coupe illustrant schématiquement un groupe d'injecteurs multiples de carburant ; et

- la figure 3 est une vue en perspective d'une pièce d'une chambre de combustion à boîtier pour multi-injecteur.

Selon des formes de réalisation de l'invention, il est possible d'empêcher ou d'atténuer sensiblement la dynamique de la combustion induite par des fluctuations du rapport carburant/air en déréglant acoustiquement la réponse acoustique du circuit de carburant. Pour un système de chambre de combustion comprenant de multiples injecteurs et/ou groupes d'injecteurs; une impédance désadaptée du circuit de carburant parmi les groupes peut servir à limiter davantage la dynamique de la combustion.

Comme représenté sur la figure 1, un injecteur 10 de carburant à bas NOx par voie sèche (DLN) d'un circuit de carburant (à savoir le flux de carburant des figures 1 et 2) est proposé et comprend un ou plusieurs orifices aval 20, un orifice amont 40 et des passages de liaison 50. Chacun des orifices aval 20 est formé de manière à définir un premier trajet 21 de fluide le long duquel un fluide tel qu'un flux de carburant est amené à circuler vers une section de mélange puis une zone de combustion d'une chambre de combustion avec laquelle l'injecteur 10 est en communication fluide. L'orifice amont 40 est situé en amont des orifices aval 20 par rapport à une direction d'écoulement du trajet 21 de fluide et est formé de manière à définir un second trajet 41 de fluide le long duquel le fluide est amené à circuler vers les orifices aval 20. Les passages de liaison 50 sont disposés pour créer respectivement une communication fluide entre les premier et second trajets 21 et 41 de fluide des orifices aval et

amont 20, 40. Avec cette configuration, une dimension radiale  $R_{UP}$  et/ou un emplacement axial  $P_L$  de l'orifice amont 40 peut/peuvent être établis à des valeurs variables pour dérégler par coopération une impédance acoustique du circuit de carburant afin d'empêcher ou de  
 5 sensiblement atténuer de la sorte la dynamique de la combustion induite par des fluctuations du rapport carburant/air.

Chacun des orifices aval 20 est situé à un emplacement axial  $N_L$  et a une dimension radiale  $R_{DO}$  et peut comprendre une tubulure 60 qui débouche dans la section de mélange de la chambre de combustion,  
 10 à une extrémité aval de celle-ci. La tubulure 60 de l'orifice aval 20 comporte une paroi latérale 61 formée de manière à définir une ouverture 62 s'étendant d'une extrémité amont de la paroi latérale 61 à l'extrémité aval. Bien que des formes de réalisation de l'invention comprennent l'établissement de la dimension radiale  $R_{UP}$  et/ou de  
 15 l'emplacement axial  $P_L$  de l'orifice amont 40 à des valeurs variables, la dimension radiale  $R_{DO}$  et l'emplacement axial  $N_L$  de l'orifice aval 20 sont conservés et un nombre d'opérations de déréglage est maintenu relativement bas. Cependant, il est entendu que, dans la pratique, il peut être nécessaire ou souhaitable de modifier la dimension radiale  
 20  $R_{UP}$  et l'emplacement axial  $P_L$  de l'orifice aval 20 et, de la sorte, il est entendu qu'il existe des formes de réalisation dans lesquelles cela est possible.

L'orifice amont 40 est situé à l'emplacement axial  $P_L$  et a la dimension radiale  $R_{UP}$ , qui peut être établie à des valeurs variables,  
 25 comme décrit plus haut, et peut comporter une tubulure 70 qui débouche plus haut dans les passages de liaison 50. La tubulure 70 de l'orifice amont 40 comporte une paroi latérale 71 formée de manière à définir une ouverture 72 s'étendant d'une extrémité amont de la paroi latérale 71 à une extrémité aval de celle-ci.

30 Les passages de liaison peuvent comporter un tuyau 51 d'alimentation de carburant disposé en aval de l'orifice amont 40 et en communication fluïdique avec celui-ci, un tuyau amont 52 d'alimentation de carburant disposé en amont de l'orifice amont 40 et en communication fluïdique avec celui-ci, une ou plusieurs pièces 53.

d'injection de carburant, dont chacune a une extrémité aval 54 à laquelle est disposé l'orifice aval 20, et un collecteur commun 55. Le collecteur commun 55 est intercalé, pour permettre une communication fluide entre le tuyau 51 d'alimentation en carburant et la pièce 53 d'injection de carburant.

Une longueur  $L$  du tuyau 51 d'alimentation en carburant est modifiable. De la sorte, l'emplacement axial  $P_L$  de l'orifice amont 40, mesuré depuis un plan du collecteur commun 55, est réglable. Ainsi, plus la longueur  $L$  est raccourcie, plus l'emplacement axial  $P_L$  de l'orifice amont se rapproche du collecteur commun 55. Inversement, plus la longueur  $L$  est agrandie, plus l'emplacement axial  $P_L$  s'éloigne du collecteur commun 55. La dimension radiale  $R_{UP}$  de l'orifice amont 40 peut être égale ou inférieure à une dimension radiale  $R_P$  du tuyau 51 d'alimentation en carburant. Cependant, il est entendu qu'il existe des formes de réalisation dans lesquelles la dimension radiale  $R_{UP}$  serait plus grande que la dimension radiale  $R_P$ .

Selon des formes de réalisation, il peut y avoir plusieurs pièces 53 d'injection de carburant. Ainsi, comme représenté sur la figure 1, la pièce 53 d'injection de carburant peut se présenter sous la forme de trois (3) pièces d'injection de carburant séparées 53, bien qu'il soit entendu qu'il ne s'agit que d'un exemple et qu'il existe des formes de réalisation à nombre plus grand ou plus petit de pièces 53 d'injection de carburant. En tout cas, chacune des pièces 53 d'injection de carburant a une longueur axiale sensiblement similaire  $L_N$ , mesurée à partir du collecteur commun 55, et est en communication fluide avec le collecteur commun 55 pour ainsi recevoir un flux commun de carburant. Par ailleurs, il y a corrélativement un/plusieurs orifices aval 20, chacun des différents orifices aval 20 étant associé à une pièce 53 d'injection de carburant correspondante.

En référence aux figures 2 et 3, il est proposé un injecteur multiple 80 de carburant à bas NOx par voie sèche (DLN). De nombreux organes de l'injecteur multiple 80 de carburant ont une structure et un fonctionnement semblables à ceux d'organes

correspondants de l'injecteur 10 de carburant et on dispose donc plus haut de descriptions détaillées de ceux-ci.

Comme représenté sur les figures 2 et 3, le multi-injecteur 80 de carburant comprend une pluralité d'orifices aval tels que les  
 5 exemples d'orifices aval  $20_{11}$ ,  $20_{12}$ ,  $20_{13}$ ,  $20_{21}$ ,  $20_{22}$  et  $20_{31}$  (ci-après " $20_{ij}$ ") agencés pour former des sous-groupes 81, 82 et 83 d'orifices aval, qui sont organisés dans le multi-injecteur 80 de carburant suivant une combinaison prédéfinie qui peut être établie en  
 10 formations variables. Le multi-injecteur 80 de carburant comprend en outre une pluralité d'orifices amont  $40_1$ ,  $40_2$  et  $40_3$  (ci-après " $40_i$ ") et une pluralité de passages de liaison  $50_1$ ,  $50_2$  et  $50_3$  (ci-après " $50_i$ "). Chaque orifice amont  $40_i$  est situé en amont des orifices aval  $20_{ij}$  et est respectivement associé à l'un, correspondant, des sous-groupes 81, 82 ou 83 d'orifices aval, comme représenté sur la figure 2. La pluralité  
 15 de passages de liaison  $50_i$  sont disposés pour créer une communication fluidique respectivement entre les premier et second trajets de fluide des orifices aval  $20_{ij}$  en sous-groupes et les orifices amont correspondants. Avec cette configuration, une dimension radiale  $R_{UP1}$ ,  $UP2$ ,  $UP3$  et/ou un emplacement axial  $P_{L1}$ ,  $L2$ ,  $L3$  de chacun des orifices  
 20 amont  $40_i$  peut/peuvent être établis à des valeurs variables pour dérégler par coopération une impédance acoustique du circuit de carburant afin d'empêcher ou de sensiblement atténuer de la sorte la dynamique de la combustion induite par des fluctuations du rapport carburant/air.

25 Selon des formes de réalisation un ou plusieurs des orifices amont  $40_i$  se trouve(nt) à un emplacement axial exclusif de telle sorte que, par exemple,  $P_{L3} > P_{L2} > P_{L1}$ . De même, un ou plusieurs des orifices amont  $40_i$  a/ont une dimension radiale exclusive de telle sorte que, par exemple,  $R_{UP3} > R_{UP2} > R_{UP1}$ .

30 Dans le multi-injecteur 80 de carburant, chaque passage de la pluralité de passages de liaison  $50_i$  peut comporter un tuyau 51 d'alimentation en carburant disposé en aval de chacun des orifices amont  $40_i$  et en communication fluidique avec celui-ci, une pluralité de pièces 53 d'injection de carburant, chacune ayant une extrémité

aval 54 à laquelle chacun des orifices aval 20<sub>ij</sub> est disposé et un collecteur commun 55. Dans chaque sous-groupe 81, 82, 83 d'orifices aval, le collecteur commun 55 est intercalé en communication fluide entre les tuyaux 51 d'alimentation en carburant et la pluralité de pièces 53 d'injection de carburant.

Selon un autre aspect de l'invention, il est proposé un procédé d'assemblage de multi-injecteur de carburant à bas NOx par voie sèche (DLN). Le procédé comprend la mise en communication fluide d'une pluralité d'orifices aval formés afin de définir des premiers trajets de fluide le long desquels un fluide est amené à circuler et agencés pour former des sous-groupes d'orifices aval avec une pluralité d'orifices amont, situés en amont des orifices aval et respectivement associés à l'un, correspondant, des sous-groupes d'orifices aval. Chacun des orifices amont est formé de manière à définir un second trajet de fluide le long duquel le fluide est amené à circuler. Le procédé comprend en outre l'établissement indépendant d'une dimension radiale et/ou d'un emplacement axial de chacun des orifices amont afin de dérégler par coopération une impédance acoustique du circuit de carburant. L'établissement indépendant peut comporter le positionnement d'un ou de plusieurs des orifices amont à un emplacement axial exclusif et/ou la formation d'un ou de plusieurs des orifices amont avec une dimension radiale exclusive.



## Liste des repères

	Injecteur de carburant	10
	Orifice aval	20, 20 <sub>ij</sub>
5	Premier trajet de fluide	21
	Orifice amont	40, 40 <sub>i</sub>
	Second trajet de fluide	41
	Passages de liaison	50, 50 <sub>i</sub>
	Tuyau d'alimentation en carburant	51
10	Tuyau d'alimentation en carburant	52
	Longueur du tuyau d'alimentation en carburant	L
	Pièce d'injection de carburant	53
	Longueur de la pièce d'injection de carburant	L <sub>N</sub>
	Extrémité aval	54
15	Collecteur commun	55
	Dimension radiale d'orifice amont	R <sub>UP</sub> , R <sub>UP1-3</sub>
	Emplacement axial d'orifice amont	P <sub>L</sub> , P <sub>L1-3</sub>
	Emplacement d'axial d'orifice aval	N <sub>L</sub>
	Dimension radiale d'orifice aval	R <sub>DO</sub>
20	Tubulure	60
	Paroi latérale	61
	Ouverture	62
	Tubulure	70
	Paroi latérale	71
25	Ouverture	72
	Multi-injecteur	80
	Sous-groupes d'orifices aval	81, 82, 83

## REVENDICATIONS

1. Injecteur (10) de carburant à bas NOx par voie sèche (DLN) d'un circuit de carburant, comprenant :

5 un ou plusieurs orifices aval (20) formés afin de définir un premier trajet (21) de fluide le long duquel est amené à circuler un fluide ;

un orifice amont (40), situé en amont d'un ou de plusieurs orifices aval (20), formé de manière à définir un second trajet (41) de fluide le long duquel le fluide est amené à circuler ; et

10 des passages de liaison (50) disposés de manière à créer une communication fluidique respectivement entre les premier et second trajets (21, 41) de fluide des orifices amont et aval (20, 40),

une dimension radiale et/ou un emplacement axial de l'orifice amont (40) étant établi(s) pour dérégler par coopération une impédance acoustique du circuit de carburant.

2. Injecteur (10) de carburant selon la revendication 1, dans lequel chacun des orifices aval (20) comporte une tubulure (60) qui débouche, à une extrémité aval de celle-ci, dans une section de mélange d'une chambre de combustion, et possède une paroi latérale (61) formée de manière à définir une ouverture (62) s'étendant d'une extrémité amont de celle-ci à l'extrémité aval (54).

3. Injecteur (10) de carburant selon la revendication 1, dans lequel l'orifice amont (40) comporte une tubulure (70) qui possède une paroi latérale (71) formée de manière à définir une ouverture (72) s'étendant d'une extrémité amont de celle-ci à une extrémité aval de celle-ci.

4. Injecteur (10) de carburant selon la revendication 1, dans lequel les passages de liaison (50) comportent

30 un tuyau (51) d'alimentation en carburant disposé en aval de l'orifice amont (40) et en communication fluidique avec celui-ci ;

une pièce (53) d'injection de carburant ayant une extrémité aval (54) à laquelle est disposé chacun des orifices aval (20) ; et

un collecteur commun (55) intercalé, en communication fluïdique, entre le tuyau (51) d'alimentation en carburant et la pièce (53) d'injection de carburant.

5        5. Injecteur (10) de carburant selon la revendication 4, dans lequel une longueur du tuyau (51) d'alimentation en carburant est modifiable de façon qu'un emplacement axial  $P_L$  de l'orifice amont (40) puisse être établi.

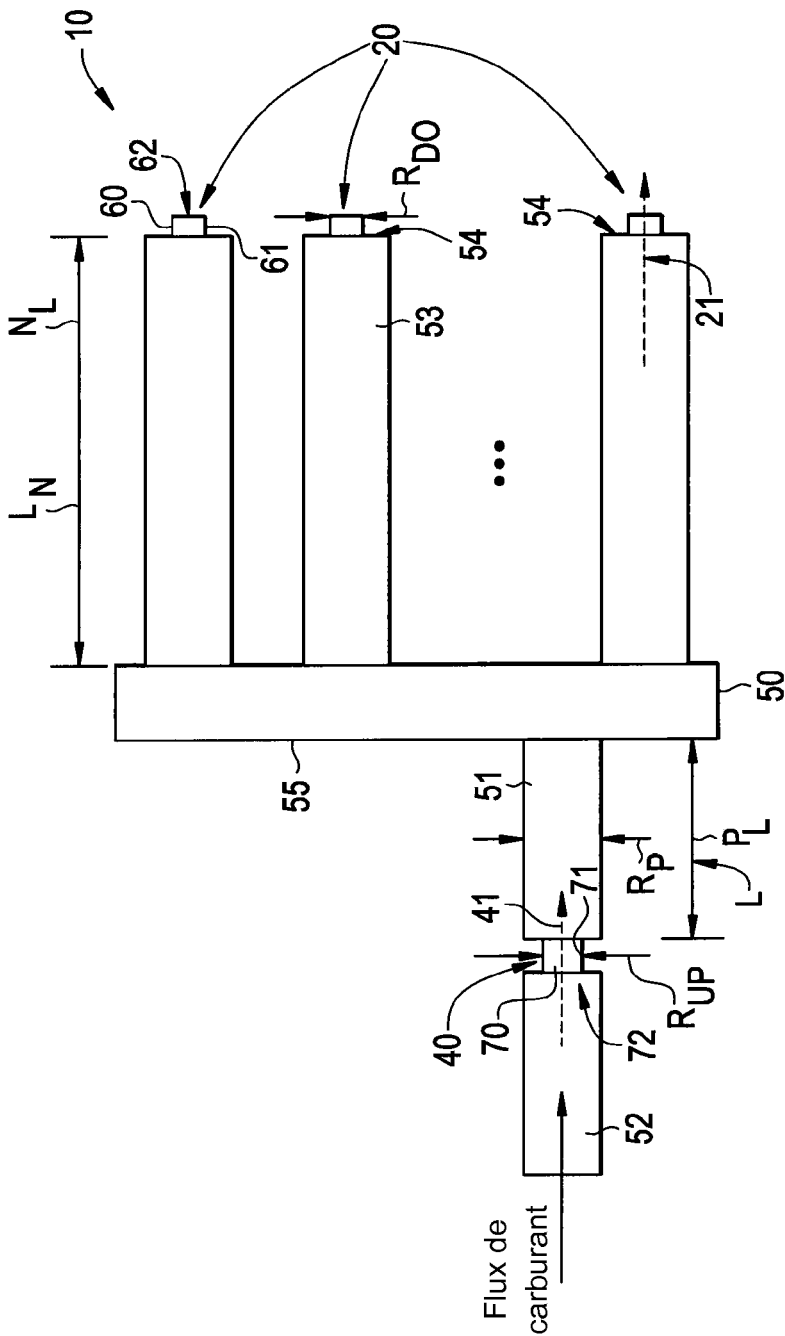
10       6. Injecteur (10) de carburant selon la revendication 4, dans lequel un emplacement axial  $P_L$  de l'orifice amont (40) est mesuré par rapport à un emplacement axial du collecteur commun (55).

7. Injecteur (10) de carburant selon la revendication 4, dans lequel une dimension radiale  $R_{UP}$  de l'orifice amont (40) est égale ou inférieure à une dimension radiale du tuyau (51) d'alimentation en carburant.

15       8. Injecteur (10) de carburant selon la revendication 4, dans lequel il y a plusieurs pièces (53) d'injection de carburant, chaque pièce (53) d'injection de carburant étant en communication fluïdique avec le collecteur commun (55).

20       9. Injecteur (10) de carburant selon la revendication 8, dans lequel chacune des plusieurs pièces (53) d'injection de carburant inclut un orifice aval (20) associé à une pièce (53) d'injection de carburant correspondante.

25       10. Injecteur (10) de carburant selon la revendication 9, dans lequel chaque pièce (53) d'injection de carburant a une longueur axiale sensiblement semblable  $L_N$  mesurée à partir du collecteur commun (55), et chaque orifice aval (20) a une dimension radiale sensiblement semblable ( $R_{DO}$ ).



**FIG. 1**

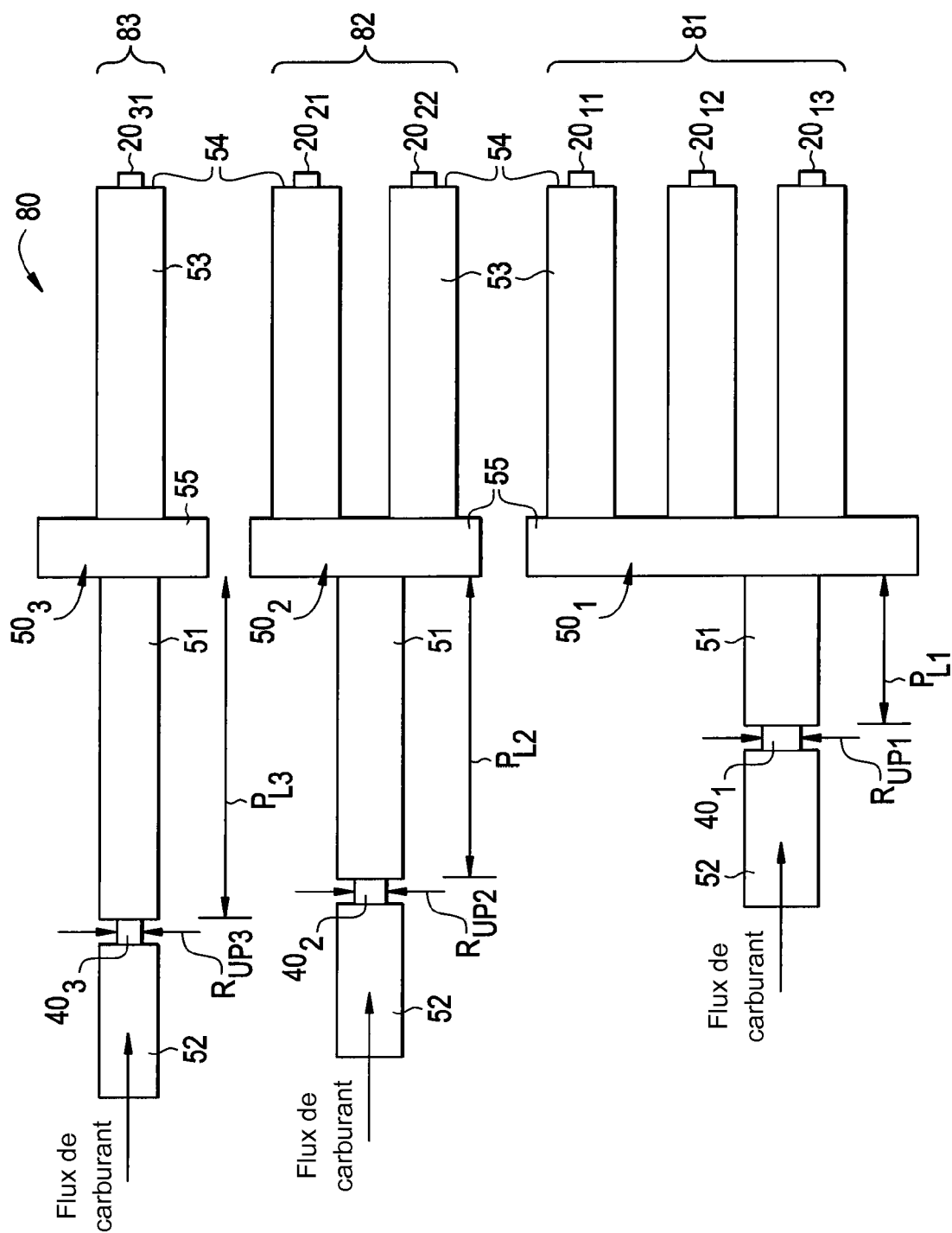
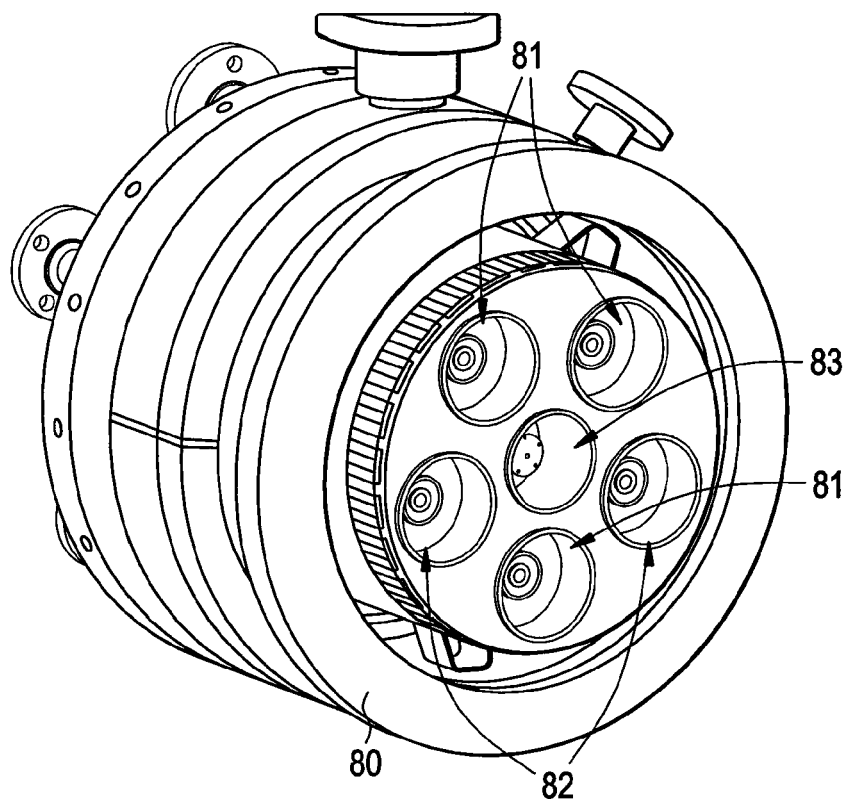


FIG. 2

FIG. 3



# RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

## CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☒ Le demandeur a maintenu les revendications.

☐ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

US 2009/077945 A1 (CORNWELL MICHAEL D [US] ET AL) 26 mars 2009 (2009-03-26)

US 2004/083738 A1 (MCMANUS KEITH [US] ET AL) 6 mai 2004 (2004-05-06)

EP 2 110 602 A1 (SIEMENS AG [DE]) 21 octobre 2009 (2009-10-21)

US 6 615 587 B1 (SCHULZE GUENTHER [DE]) 9 septembre 2003 (2003-09-09)

EP 1 852 656 A1 (NP PREDPRIATIE EST [RU]; EKOL SPOL SRO [CZ]) 7 novembre 2007 (2007-11-07)

US 6 430 930 B1 (ANDERSSON LEIF G [SE]) 13 août 2002 (2002-08-13)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT