

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 28.10.11.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 03.05.13 Bulletin 13/18.

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 :

71 Demandeur(s) : HELIOS ENERGY PARTNERS
Société par actions simplifiée — FR.

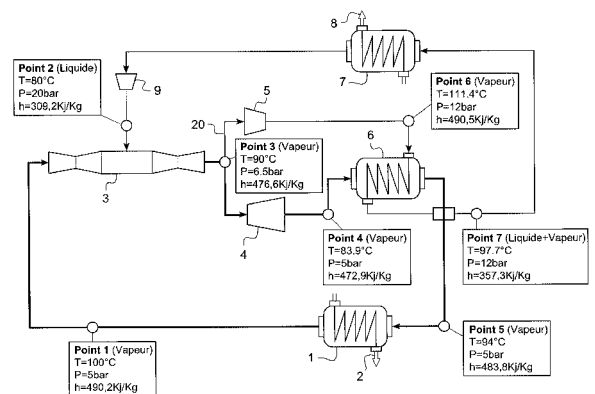
72 Inventeur(s) : CONVERT PIERRE.

73 Titulaire(s) : HELIOS ENERGY PARTNERS Société
par actions simplifiée.

74 Mandataire(s) : CABINET BOETTCHER Société ano-
nyme.

54 PROCÉDE DE CONVERSION EN ENERGIE MECANIQUE D'UNE ENERGIE THERMIQUE, DISPOSITIF FAISANT APPLICATION, ET DISPOSITIF PARTICULIEREMENT ADAPTE A LA MISE EN OEUVRE DUDIT PROCÉDE.

57 Procédé de conversion en énergie mécanique d'une énergie thermique provenant d'une source chaude selon un cycle thermodynamique appliqué à un fluide de travail sec et comprenant les étapes de réchauffer un flux principal de fluide de travail sous forme gazeuse en prélevant de la chaleur à la source chaude (1,2); d'accélérer le flux principal de fluide de travail sous forme gazeuse, jusqu'à une vitesse supersonique (3,30); d'injecter dans le flux principal de fluide de travail ainsi accéléré un flux secondaire de fluide de travail sous forme liquide à forte pression, de façon à ce que le fluide du flux secondaire se vaporise instantanément dans le flux principal; de faire passer le flux principal de fluide de travail dans la turbine (4). Les étapes sont recommencées à chaque cycle, le cycle comprenant en outre l'étape de prélever une partie du flux principal de fluide de travail sous forme vapeur pour la condenser afin de former le flux secondaire liquide qui est injecté comme il est dit à l'étape c/. L'enthalpie de liquéfaction dégagée lors de la condensation du fluide du flux secondaire est récupérée et exploitée pour réchauffer le fluide de travail.



DOMAINE DE L'INVENTION

La présente invention concerne un procédé de conversion en énergie mécanique, pouvant être exploitée pour produire de l'électricité, d'une énergie thermique fournie par une source chaude.

ETAT DE LA TECHNIQUE

La conversion de l'énergie thermique d'une source chaude en énergie mécanique, puis potentiellement en électricité, se fait de façon connue en soi par l'utilisation d'un fluide réchauffé par la source chaude puis détendu dans une turbine.

Cette conversion se fait en utilisant par exemple des cycles thermodynamiques de type Rankine, Rankine organique, Brayton ou Stirling.

Ces cycles sont actuellement employés dans la majeure partie des dispositifs de génération d'électricité. Les cycles de Rankine à vapeur d'eau équipent actuellement les centrales électriques utilisant de l'énergie thermique provenant de la combustion du charbon ou de réaction nucléaire.

On connaît du document EP1269025 un dispositif pour comprimer un fluide, que l'on nommera ici compresseur thermocinétique. Le dispositif forme un conduit tubulaire dans lequel le fluide est injecté, et comporte successivement un convergent permettant d'accélérer le fluide jusqu'à une vitesse supersonique, un canal d'écoulement supersonique équipé d'un dispositif de pulvérisation de liquide pour introduire des gouttes de liquide dans le flux supersonique, un divergent de compression adiabatique destiné à comprimer le gaz en le ralentissant à une vitesse subsonique.

L'injection de liquide sous forme de gouttelettes dans le flux supersonique provoque sa vaporisation et prélève donc au fluide gazeux une enthalpie égale à l'enthalpie de vaporisation du liquide, mais provoque également une diminution de l'entropie du flux gazeux. La compression du flux gazeux en sortie du canal supersonique conduit à une pression statique plus élevée que la pression statique d'entrée du fluide.

Ce document préconise l'utilisation d'un tel compresseur thermocinétique dans un cycle de récupération de chaleur issue d'une source chaude pour transformer cette chaleur en énergie mécanique. Un tel compresseur est utilisé pour comprimer la vapeur d'eau précédemment réchauffée par la source chaude, en condensant une partie du flux de vapeur pour l'utiliser comme liquide à vaporiser dans le compresseur thermocinétique.

OBJET DE L'INVENTION

L'invention a pour objet un procédé de conversion d'énergie thermique en énergie mécanique amélioré, utilisant le principe d'injection de liquide dans un flux de gaz accéléré.

EXPOSE DE L'INVENTION

En vue de la réalisation de ce but, on propose selon l'invention un procédé de conversion en énergie mécanique d'une énergie thermique provenant d'une source chaude selon un cycle thermodynamique appliqué à un fluide de travail sec et comprenant les étapes de :

a/ réchauffer un flux principal de fluide de travail sous forme gazeuse en prélevant de la chaleur à la source chaude ;

b/ accélérer le flux principal de fluide de travail sous forme gazeuse, jusqu'à une vitesse supersonique ;

5 c/ injecter dans le flux principal de fluide de travail sous forme gazeuse ainsi accéléré un flux secondaire de fluide de travail sous forme liquide à forte pression, de façon à ce que le flux secondaire se vaporise instantanément dans le flux principal de sorte que celui-ci voit son entropie diminuée et sa vitesse augmentée ;

10 d/ faire passer le flux principal de fluide de travail dans une turbine, en ayant le cas échéant recompressé le fluide pour que sa vitesse soit subsonique en amont de la turbine si celle-ci fonctionne sous flux subsonique;

15 les étapes étant recommencées à chaque cycle, le cycle comprenant en outre l'étape de prélever une partie du fluide de travail du flux principal sous forme gazeuse pour la condenser afin de former le flux secondaire liquide qui est injecté comme il est dit à l'étape c/, de sorte que l'enthalpie de liquéfaction dégagée lors de la condensation du fluide du flux secondaire soit récupérée et exploitée pour réchauffer le flux principal de fluide de travail.

20 Cette disposition permet d'améliorer significativement le rendement du cycle de l'invention.

30 Selon un mode particulier de mise en œuvre de l'invention, les étapes b/ c/ et d/ sont mises en œuvre au moyen d'un compresseur thermocinétique, à la sortie duquel le flux principal de fluide de travail est substantiellement ralenti de sorte à transformer la quasi-totalité de la pression dynamique dudit flux principal en

pression statique, le flux secondaire étant prélevé entre la sortie du compresseur thermocinétique et l'entrée de la turbine.

5 Selon un autre mode particulier de mise en œuvre de l'invention, le flux secondaire est prélevé dans le flux principal de fluide de travail alors qu'il est accéléré, avant qu'il n'attaque la turbine. De préférence alors, l'étape d/ est réalisée de sorte à récupérer la majeure partie de l'énergie cinétique du flux principal au moyen
10 de la turbine, la pression du fluide restant substantiellement inchangée au passage de la turbine.

De préférence, le cycle comprend, pour le flux secondaire, les étapes de :

e/ comprimer le fluide du flux secondaire jusqu'à
15 une pression telle que sa température de vaporisation soit voisine de la température maximale atteinte par le fluide du flux principal à l'issue de l'étape de réchauffement a/;

f/ liquéfier puis refroidir le condensat du fluide
20 du flux secondaire ainsi obtenu; de sorte que l'enthalpie de liquéfaction cédée soit récupérée et exploitée pour réchauffer le flux principal de fluide de travail ;

g/ comprimer le fluide liquide du flux secondaire
25 pour atteindre la pression d'injection de l'étape c/.

L'invention est également relative à un dispositif spécialement destiné à mettre en œuvre le procédé de l'invention, comportant un conduit tubulaire destiné à recevoir un flux de fluide gazeux et comportant un noyau
30 d'entrée terminé par une ogive et portant un organe d'injection, le conduit tubulaire formant avec le noyau

d'entrée un convergent/divergent présentant un col au-delà duquel le fluide gazeux atteint une vitesse supersonique, et un noyau de sortie commencé par une ogive et formant avec le conduit tubulaire un convergent de ralentissement du fluide à une vitesse subsonique, le noyau de sortie recevant un étage déviateur qui est suivi d'une turbine.

PRESENTATION DES FIGURES

L'invention sera mieux comprise à la lumière de la description qui suit d'un mode particulier de mise en œuvre de l'invention en référence, outre à la figure 1 illustrant l'état de la technique, aux figures des dessins annexés parmi lesquelles :

- la figure 1 est un schéma d'un cycle thermique selon un premier mode de mise en œuvre de l'invention, faisant appel à un compresseur thermocinétique;

- la figure 2 est un schéma d'un cycle thermique selon un deuxième mode de mise en œuvre de l'invention, faisant appel à un dispositif selon l'invention illustré dans les figures suivantes ;

- la figure 3 est une vue de côté partiellement écorchée d'une première partie du dispositif selon l'invention ;

- la figure 4 est une vue en perspective partiellement écorchée la première partie du dispositif selon l'invention ;

- la figure 5 est une vue de côté partiellement écorchée de la seconde partie du dispositif selon l'invention ;

- la figure 6 est une vue en perspective de la seconde partie du dispositif de l'invention ;

- la figure 7 est une vue en perspective partiellement écorchée de la totalité du dispositif de l'invention ;

- la figure 8 est une vue schématique de la turbine et de son étage déviateur.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

En référence à la figure 1, le cycle de l'invention consiste à faire circuler un flux principal de fluide de travail sous forme gazeuse dans le circuit illustré en traits épais. Les divers états du fluide lors de son cycle sont donnés par des indications chiffrées directement sur la figure, donnant à chaque fois la température, la pression, et l'enthalpie du fluide. Il est bien évident que les valeurs sont données à titre purement illustratif et l'invention n'est pas limitée à ces valeurs.

Conformément à l'étape a/ du cycle de l'invention, le flux principal de fluide de travail passe tout d'abord par un échangeur de chaleur 1 pour récupérer de la chaleur en provenance d'une source chaude, par exemple un fluide caloporteur 2 chauffé par un collecteur solaire. On constate que la température du fluide et son enthalpie ont augmenté (respectivement +6 degrés et +7 kj/kg) au passage de l'échangeur de chaleur 1.

Puis le fluide du flux principal est présenté en entrée d'un compresseur thermocinétique 3 comme celui décrit dans le document EP1269025. On constate qu'en sortie du compresseur thermocinétique 3, la pression du fluide du flux principal a augmenté (+1,5 bars), que sa température est restée sensiblement constante), tandis que son enthalpie a légèrement diminué (sensiblement -14 KJ/K/Kg). Les étapes b/,c/ sont réalisées grâce au com-

5 presseur thermocinétique 3, la phase d'injection correspondant à l'étape c/ sera détaillée plus loin. A la sortie du compresseur thermocinétique 3, le fluide de travail du flux principal a été substantiellement ralenti, de sorte que la vitesse du fluide redevient identique à la vitesse naturelle du fluide dans le circuit, en pratique faible. Ainsi, la pression dynamique du fluide du flux principal acquise lors de son accélération dans le compresseur est quasi intégralement transformée en pression statique.

10 Puis, conformément à l'étape d/, le fluide du flux principal est détendu dans une turbine 4 pour récupérer une énergie mécanique utilisable par exemple pour faire tourner un alternateur électrique.

15 Pour former le flux secondaire (en traits plus fins), une partie du fluide du flux principal est prélevée à la sortie du compresseur thermocinétique 3 au moyen d'une dérivation 20. Le fluide du flux secondaire est alors déjà ralenti par le compresseur thermocinétique lui-même. Conformément à l'étape e/, le fluide du flux secondaire est alors compressé par un compresseur 5. La pression passe ainsi de 6,5 bars à 12 bars. Cette pression est telle que la température de vaporisation du fluide du flux secondaire est voisine de la température maximale atteinte par le fluide du flux principal à l'issue de l'étape de réchauffement a/.

20 Puis, conformément à l'étape f/ on fait passer le fluide du flux secondaire dans un condenseur 6 pour le liquéfier. Le condenseur 6 forme un échangeur de chaleur grâce auquel l'enthalpie de liquéfaction du fluide du flux secondaire est récupérée et exploitée pour réchauf-

fer le fluide du flux principal. Ici, l'enthalpie du fluide du flux secondaire chute de sensiblement 130kj/kg, cette enthalpie étant récupérée pour réchauffer le fluide du circuit principal. Cette étape essentielle de l'invention permet d'obtenir un rendement appréciable.

Puis on refroidit le fluide liquide du flux secondaire en le faisant passer dans un refroidisseur 7 alimenté par un fluide froid 8. La température du fluide liquide du flux secondaire passe ainsi de 92,7 à 80 degrés Celsius.

Enfin, conformément à l'étape g/ le fluide liquide du flux secondaire est fortement comprimé par un compresseur 9 (la pression passe de 12 à 20 bars) en vue de son injection dans le compresseur thermocinétique 3.

L'invention peut également être mise en œuvre selon un deuxième mode illustré à la figure 2. Le circuit est essentiellement le même que celui précédemment décrit. D'ailleurs, les éléments communs portent les mêmes références. Les différences sont les suivantes :

- le compresseur thermocinétique 3 est remplacé par un nouveau dispositif, objet de l'invention, appelé accélérateur 30. Ce dispositif, ainsi que cela sera décrit en détail plus loin, ressemble à un compresseur thermocinétique, sauf qu'en sortie, le fluide du flux principal est ralenti uniquement pour faire passer sa vitesse de supersonique à subsonique pour rendre compatible la vitesse du fluide avec la turbine (on notera cependant qu'il a été envisagé des turbines pouvant fonctionner sous flux supersonique. Avec une telle turbine, le ralentissement préalable n'est pas nécessaire). Ainsi, et contrairement au mode de mise en œuvre précédent, on ne

cherche pas à transformer la quasi-totalité de la pression dynamique en pression statique. On cherche juste à conférer au fluide du flux principal une vitesse subsonique compatible avec l'attaque de la turbine 4 ;

5 - le fluide du flux secondaire est prélevé en sortie de l'accélérateur 30 et possède donc une énergie cinétique non négligeable. Il convient donc d'interposer entre ce prélèvement et le compresseur 5 un ralentisseur 50 capable de ralentir le fluide du flux secondaire, de
10 préférence en transformant l'essentiel de sa pression dynamique en pression statique.

Un dispositif spécialement adapté à la mise en œuvre du cycle de l'invention est maintenant décrit en référence aux figures 4 à 7. Il combine l'accélérateur 30,
15 la turbine 4 et la dérivation 20 pour le flux secondaire en un ensemble unitaire illustré à la figure 7. Celui-ci est composé d'une première partie 110 correspondant à l'accélérateur 30 et qui est illustrée aux figures 3 et 4, et d'une deuxième partie 150 correspondant à la turbine
20 bine 4 et à la dérivation 20, illustrée aux figures 5 et 6.

En référence aux figures 3 et 4, la première partie 110 comporte un conduit tubulaire 111 creux de révolution abritant un noyau d'entrée 112 qui est maintenu centré
25 dans le conduit tubulaire par des bras respectifs 113 et 114. Un canal annulaire de passage du flux principal est ainsi défini entre le conduit tubulaire 111 et le noyau d'entrée 112.

Le noyau d'entrée 112 est de section essentiellement circulaire et se termine par une pointe 115 en ogive
30 qui porte un anneau d'injection 116 relié à l'ogive 115

par des bras 117 qui acheminent vers l'anneau d'injection 116 le fluide liquide du flux secondaire amené vers l'ogive 115 par une conduite centrale 118. Le liquide injecté est figuré par des petits points en aval de l'anneau d'injection 116.

Comme cela est plus particulièrement visible à la figure 4, le conduit tubulaire 111 comporte plusieurs portions, dont une première portion 111a d'abord cylindrique puis convergente, une deuxième portion de profil 111b convexe formant avec le noyau d'entrée 112 un convergent/divergent présentant un col, est une troisième portion 111c d'abord divergente puis cylindrique. Ces formes sont destinées à conférer au fluide gazeux du flux principal admis dans la partie cylindrique de la première portion 111a une vitesse sonique au col, puis supersonique en aval du col.

En référence aux figures 5 et 6, la deuxième partie 150 comporte un conduit tubulaire 151 de révolution recevant en son centre un noyau de sortie 152 maintenu par des bras 153. Un canal est pour l'écoulement du fluide gazeux est ainsi défini entre le conduit tubulaire 151 et le noyau de sortie 152.

Le noyau de sortie 152 comporte une partie amont profilée en ogive 154 formant avec la portion 151a du conduit tubulaire 151 en regard un convergent de ralentissement du fluide gazeux jusqu'à une vitesse subsonique. La portion 151a vient se fixer en continuité de la portion 111c de la première partie 110. Le conduit tubulaire 151 comporte une partie terminale 151b qui s'évase pour recevoir un anneau séparateur 155 solidaire de la portion 151a du conduit tubulaire 151 par des bras 156.

L'espace entre l'anneau séparateur 155 et le conduit tubulaire 151 forme la dérivation 20 par lequel le flux secondaire est prélevé. Quant à l'espace entre le noyau 152 et l'anneau séparateur 155, il est occupé par un étage déviateur 157 comportant une rangée d'aubes déviateur 5
5 viatrices fixes chargées de donner à la vitesse du fluide gazeux une composante orthoradiale. L'étage déviateur 157 est suivi par une turbine 158 tournante équipée d'aubes incurvées et entraînant un arbre 159, un palier de la turbine pouvant être logé dans le noyau de sortie 152.
10

On remarquera que les aubes de l'étage déviateur et de la turbine sont attaquées par le fluide gazeux du flux principal à une température modeste, d'environ 100 degrés Celsius, de sorte qu'il n'est pas besoin de faire appel à des matériaux onéreux résistant aux hautes températures.
15

La figure 8 illustre le principe de fonctionnement de l'étage déviateur 157 et de la turbine 158.

Le fluide aborde les aubes de l'étage déviateur 157 avec une vitesse $C1$ parallèle à l'axe de révolution de l'accélérateur. Le fluide est dévié pour présenter une vitesse $C2$ à l'entrée de la turbine 158. Si U est la vitesse périphérique de la turbine, on constate alors que le fluide aborde les aubes de la turbine avec une vitesse $W2$. La vitesse de sortie $W3$ est égale en module à la vitesse $W2$, et, combinée à la vitesse U périphérique, redonne en sortie de turbine une vitesse $C3$ parallèle à l'axe de révolution de l'accélérateur, mais bien sûr moins grande que la vitesse $C1$ d'entrée. Ainsi, la majeure partie de l'énergie cinétique du fluide a été captée par la turbine 158, sans variation appréciable de la pression du fluide du passage de la turbine.
20
25
30

L'ensemble 100 constitué des deux parties 110 et 150 est visible à la figure 7 est correspond à la partie symbolisée en pointillés sur le schéma de la figure 2.

On utilisera avantageusement un fluide de travail
5 du type fluide industriel réfrigérant, de préférence à de l'eau. En effet, la vitesse de propagation du son dans ce type de fluide est en général assez faible (de l'ordre de 100 m/s). Par ailleurs, ces fluides ont une chaleur latente de vaporisation bien inférieure à celle de l'eau
10 (de l'ordre de 100 kJ/kg). Ainsi, le fluide de travail, accéléré en supersonique dans l'accélérateur, présente un temps de séjour plus long dans celui-ci, tandis que les gouttelettes du flux secondaire injectées dans l'accélérateur se vaporisent beaucoup plus rapidement, ce
15 qui concourt à l'amélioration du fonctionnement de l'accélérateur.

L'invention n'est pas limitée à ce qui vient d'être décrit, mais englobe au contraire toute variante entrant dans le cadre défini par les revendications.

REVENDICATIONS

1. Procédé de conversion en énergie mécanique d'une énergie thermique provenant d'une source chaude selon un cycle thermodynamique appliqué à un fluide de travail sec et comprenant les étapes de :

a/ réchauffer un flux principal de fluide de travail sous forme gazeuse en prélevant de la chaleur à la source chaude (1,2) ;

b/ accélérer le flux principal de fluide de travail sous forme gazeuse, jusqu'à une vitesse supersonique (3,30) ;

c/ injecter dans le flux principal de fluide de travail ainsi accéléré un flux secondaire de fluide de travail sous forme liquide à forte pression, de façon à ce que le fluide du flux secondaire se vaporise instantanément dans le flux principal de sorte que celui-ci voit son entropie diminuée et sa vitesse augmentée ;

d/ faire passer le flux principal de fluide de travail dans la turbine (4) en ayant le cas échéant recompressé le fluide pour en diminuer sa vitesse de sorte que celle-ci soit subsonique (3) en amont de la turbine, si celle-ci fonctionne sous flux subsonique ;

les étapes étant recommencées à chaque cycle, le cycle comprenant en outre l'étape de prélever une partie du flux principal de fluide de travail sous forme vapeur pour la condenser afin de former le flux secondaire liquide qui est injecté comme il est dit à l'étape c/ ;

caractérisé en ce que l'enthalpie de liquéfaction dégagée lors de la liquéfaction du fluide du flux secondaire est récupérée et exploitée pour réchauffer le fluide de travail du flux principal.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel les étapes b/,c/, d/ sont mises en œuvre à l'aide d'un compresseur thermocinétique (3), la vitesse du fluide du flux principal en sortie du compresseur étant substantiellement diminuée pour transformer la quasi-totalité de sa pression dynamique en pression statique, le prélèvement de fluide gazeux pour constituer le flux secondaire étant effectué en sortie du compresseur avant qu'il n'attaque la turbine.

3. Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'étape d/ consiste à récupérer au moyen de la turbine la majeure partie de l'énergie cinétique du flux principal du fluide de travail, sans variation appréciable de sa pression au passage de la turbine.

4. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le flux secondaire est prélevé dans le flux principal de fluide avant que celui-ci n'attaque la turbine et avant qu'il ne soit ralenti.

5. Procédé selon la revendication 1, comprenant, pour le flux secondaire, les étapes de :

e/ comprimer le fluide du flux secondaire (5) jusqu'à une pression telle que sa température de vaporisation soit voisine de la température maximale atteinte par le fluide du flux principal à l'issue de l'étape de réchauffement a/;

f/ liquéfier (6) puis refroidir (7) le condensat du fluide du flux secondaire qui est maintenant liquide ;

g/ comprimer le fluide liquide (9) du flux secondaire pour atteindre la pression d'injection de l'étape c/.

6. Dispositif spécialement destiné à mettre en œuvre le procédé selon l'un des revendications 1 à 5, comportant un conduit tubulaire (111,151) destiné à recevoir un flux de fluide gazeux et comportant un noyau d'entrée (112) terminé par une ogive (115) et portant un organe d'injection (116), le conduit tubulaire formant avec le noyau d'entrée un convergent/divergent présentant un col au-delà duquel le fluide gazeux atteint une vitesse supersonique, et un noyau de sortie (152) commencé par une ogive (154) et formant avec le conduit tubulaire (151) un convergent de ralentissement du fluide à une vitesse subsonique, le noyau de sortie recevant un étage déviateur (157) qui est suivi d'une turbine (158).

7. Dispositif selon la revendication 6, dans lequel le conduit tubulaire a une partie terminale recevant un anneau séparateur (155) pour définir entre le conduit tubulaire (151) et l'anneau séparateur (155) une dérivation annulaire pour prélever du fluide pour le flux secondaire, l'étage déviateur s'étendant quant à lui entre l'anneau séparateur (155) et le noyau de sortie (152).

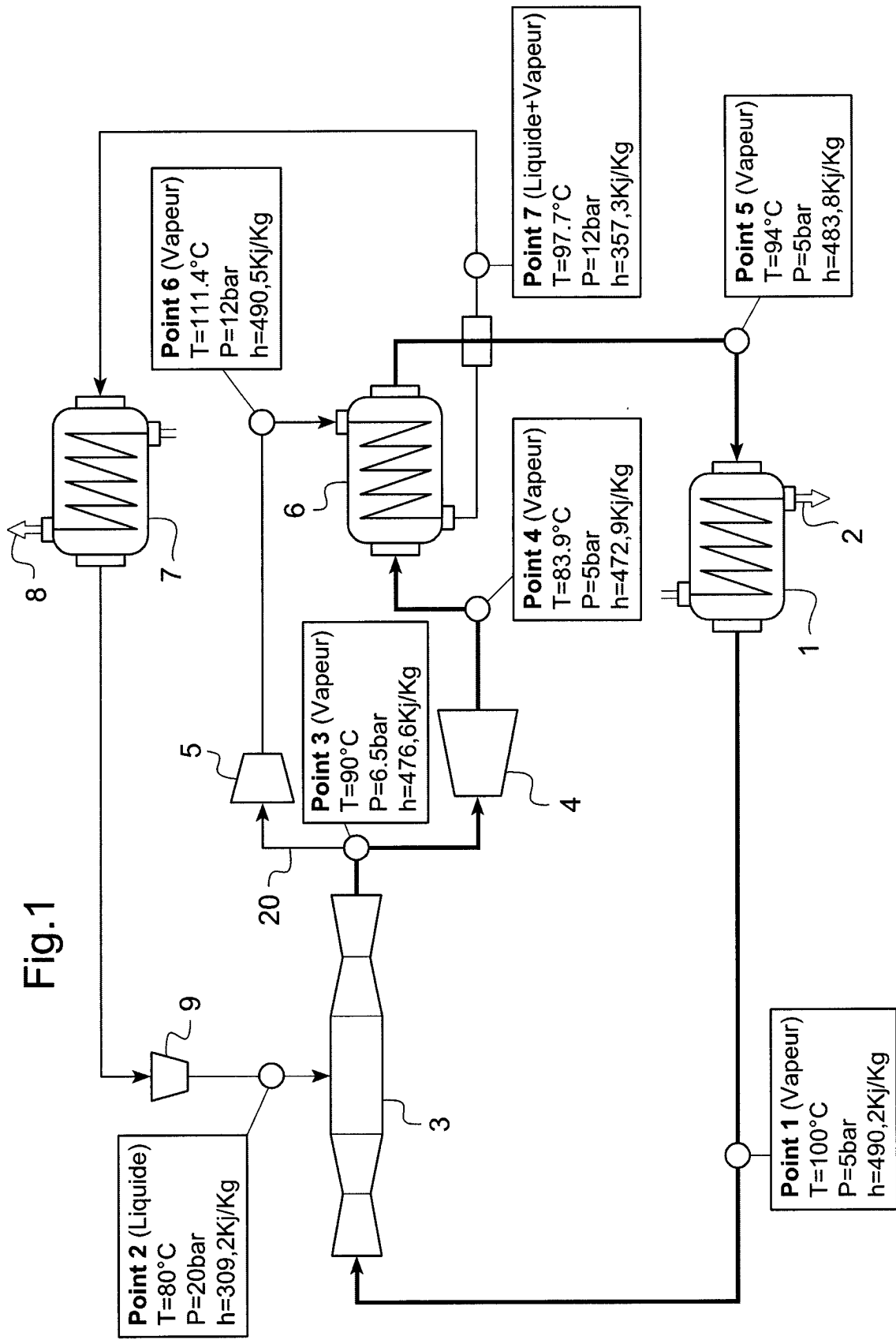


Fig.1

2/7

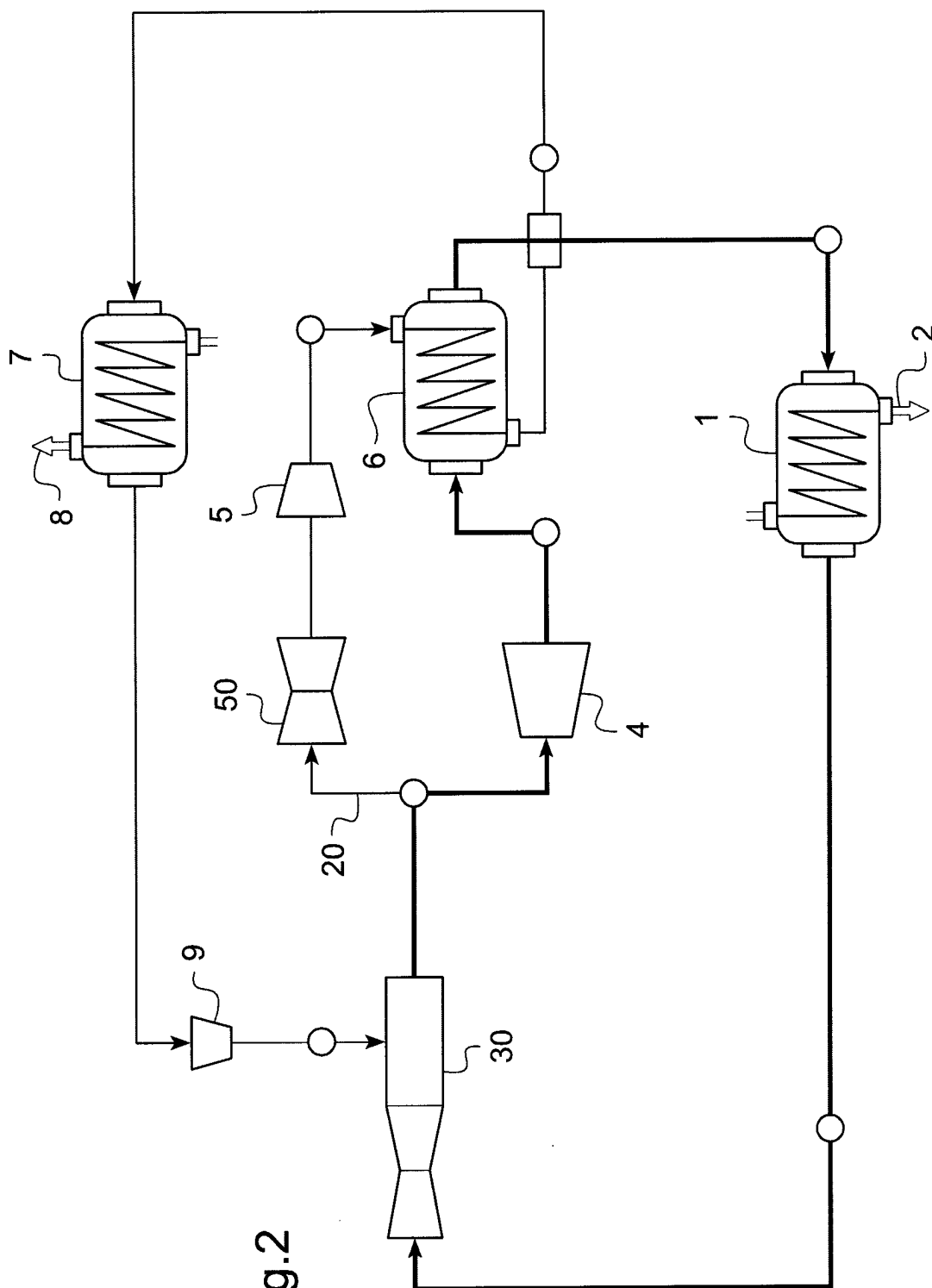
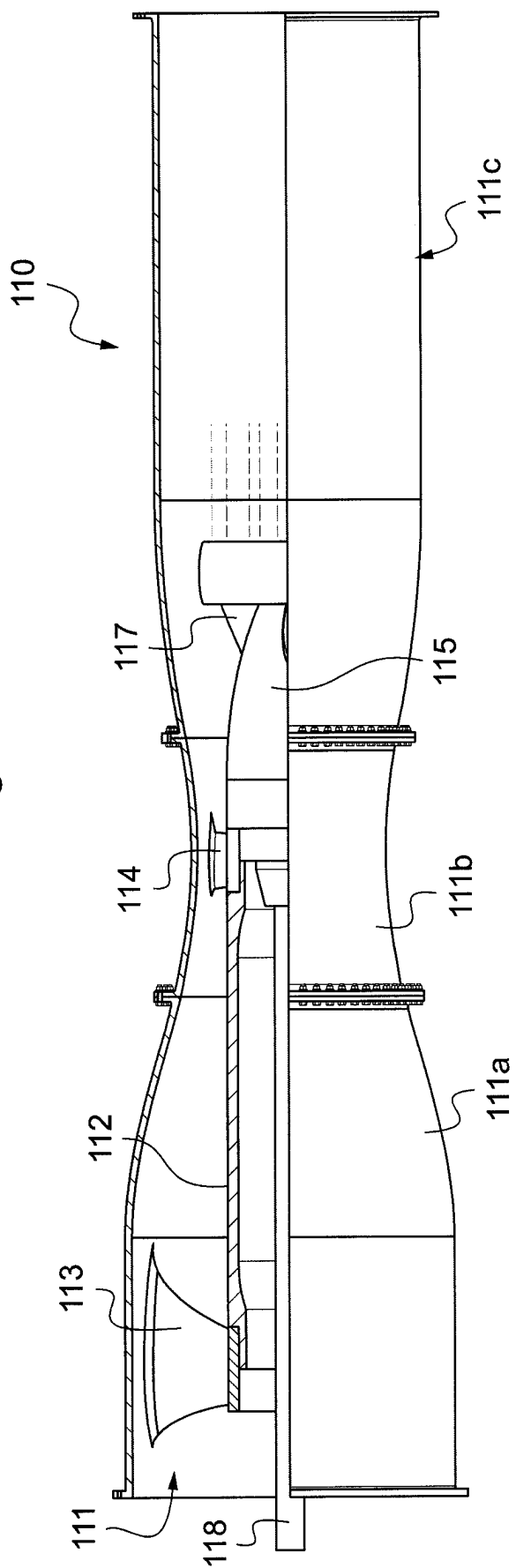


Fig.2

3/7

Fig.3



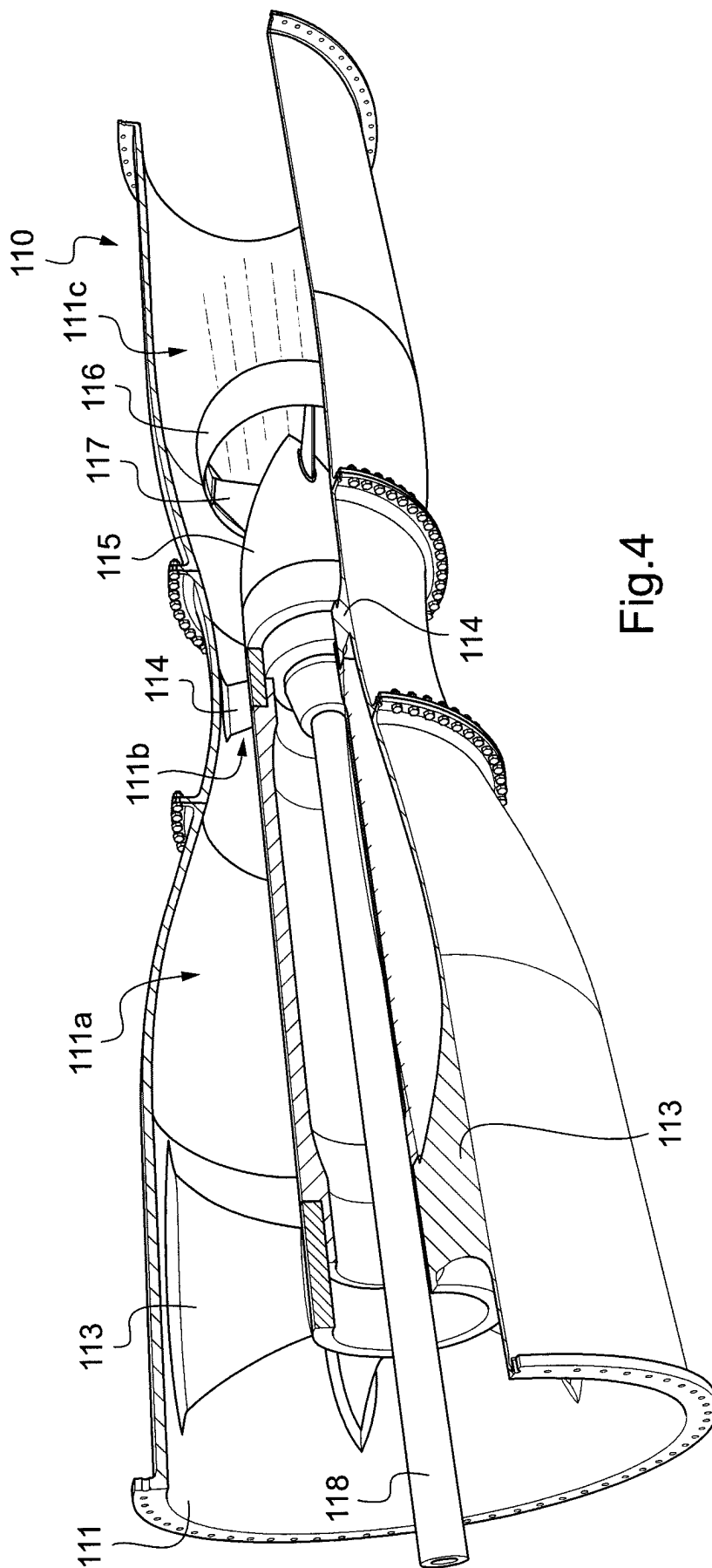


Fig. 4

Fig.5

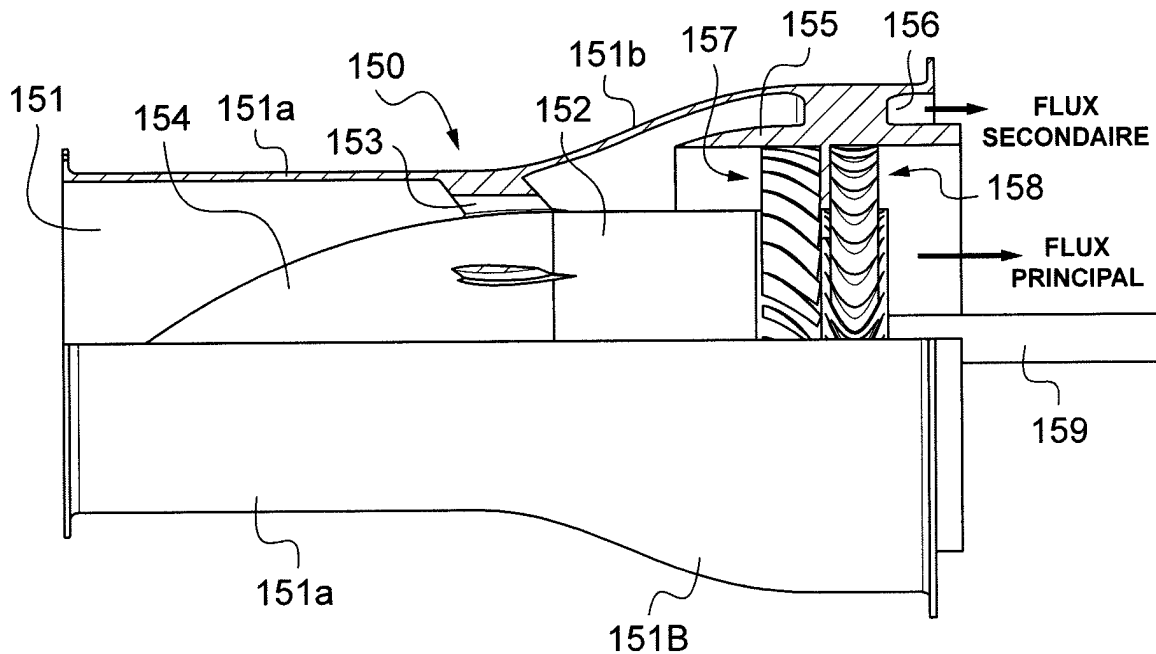
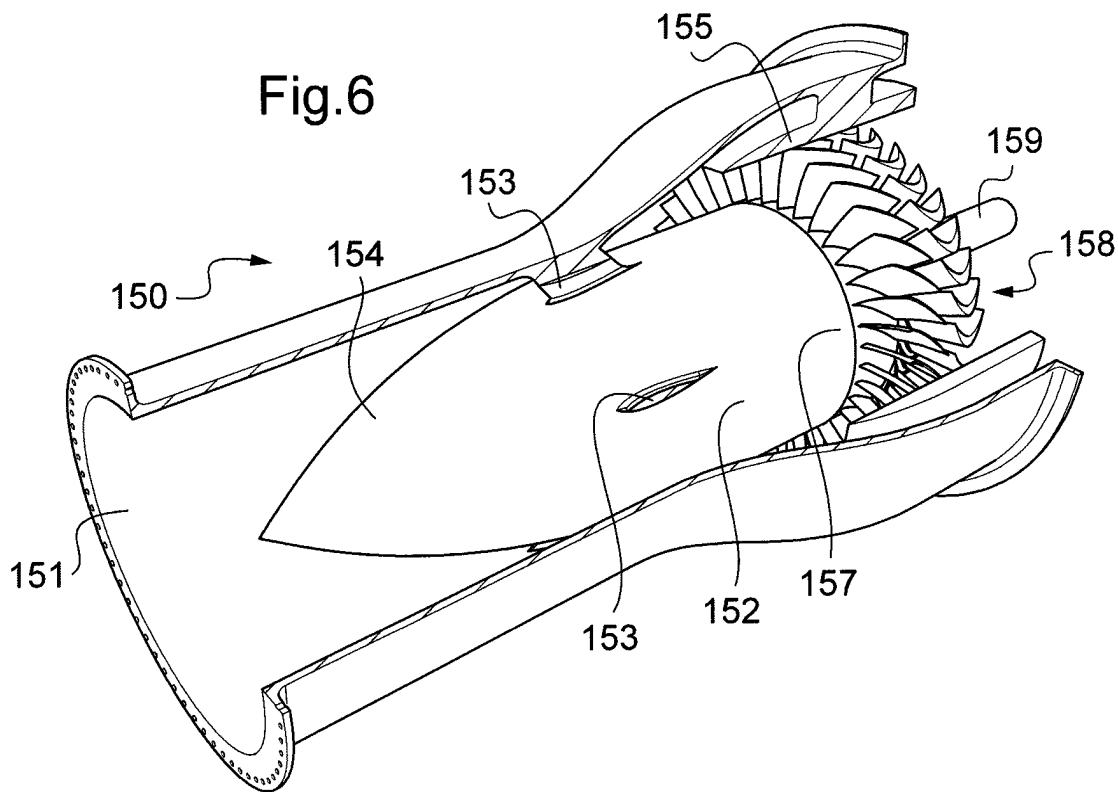
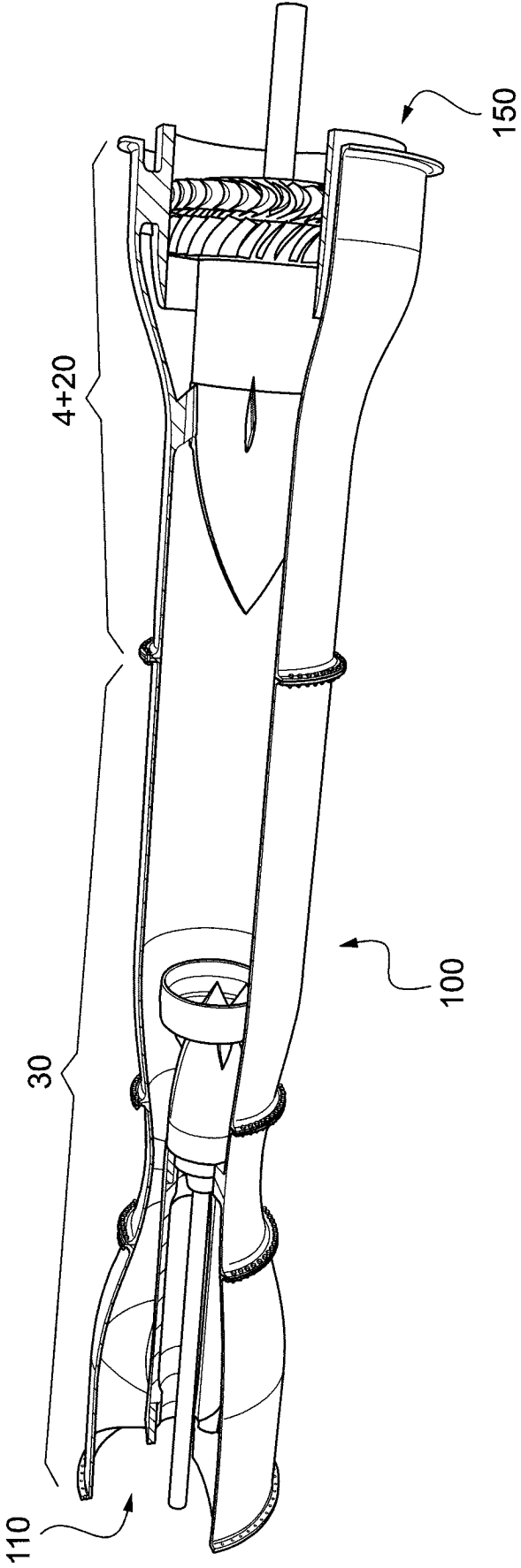


Fig.6

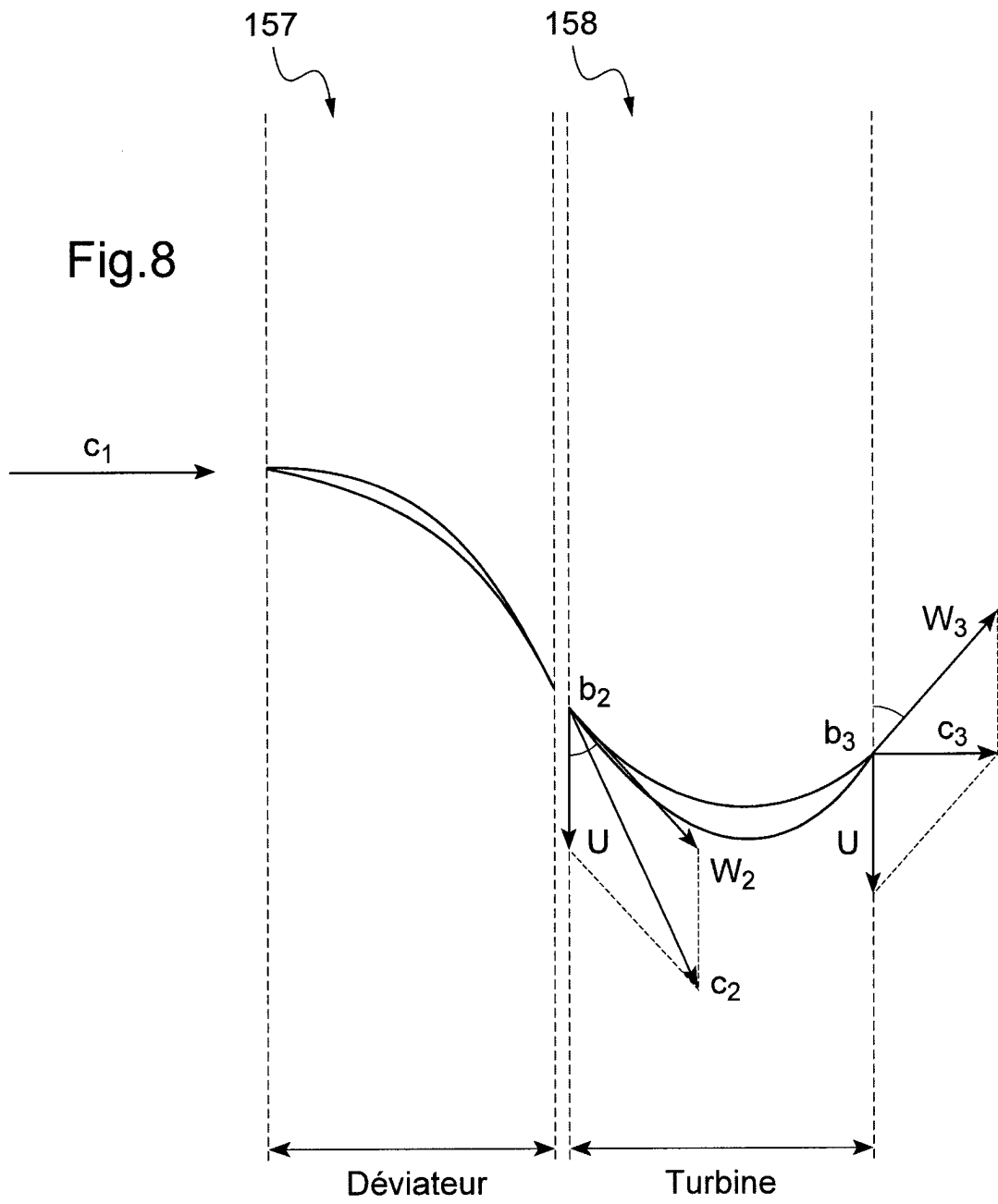


6/7

Fig.7



7/7





**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 757785
FR 1159849

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		
Y	EP 1 269 025 B1 (HAIUN JOSEPH [FR]) 19 mars 2008 (2008-03-19)	6,7	F01K7/16 F01K17/00
A	* alinéas [0006] - [0022], [0098] - [0131]; figures 7.1-10.4 *	1-3	F04F5/04
A	DE 10 46 067 B (GEORG SONNEFELD DR ING) 11 décembre 1958 (1958-12-11) * colonne 1, ligne 40 - colonne 4, ligne 37; figures *	1-3,6	
Y	GB 2 170 324 A (BRITISH NUCLEAR FUELS PLC) 30 juillet 1986 (1986-07-30)	6,7	
A	* page 2, ligne 50 - page 3, ligne 11; figures 3,5 *	1	
A	US 6 138 456 A (GARRIS CHARLES ALEXANDER [US]) 31 octobre 2000 (2000-10-31) * colonne 2, ligne 22-50; figures 1-12,20 * * colonne 5, ligne 34 - colonne 10, ligne 26 * * colonne 16, ligne 53 - colonne 17, ligne 38 *	1,2,6,7	
A	US 6 041 604 A (NICODEMUS MARK [US]) 28 mars 2000 (2000-03-28) * le document en entier *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F01K F04F F22B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
27 juillet 2012		Henkes, Roeland	
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	

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1159849 FA 757785**

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 **27-07-2012**

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 1269025	B1	19-03-2008	AT 389811 T	15-04-2008
			AU 3559801 A	27-08-2001
			CA 2399580 A1	23-08-2001
			DE 60133268 T2	23-04-2009
			DK 1269025 T3	30-06-2008
			EP 1269025 A1	02-01-2003
			ES 2303524 T3	16-08-2008
			FR 2805008 A1	17-08-2001
			PT 1269025 E	10-07-2008
			RU 2286483 C2	27-10-2006
			US 2003012658 A1	16-01-2003
			WO 0161196 A1	23-08-2001

DE 1046067	B	11-12-1958	AUCUN	

GB 2170324	A	30-07-1986	AUCUN	

US 6138456	A	31-10-2000	AUCUN	

US 6041604	A	28-03-2000	AUCUN	
