

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 30.06.00.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 04.01.02 Bulletin 02/01.

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) : FRAMATOME Société anonyme —
FR.

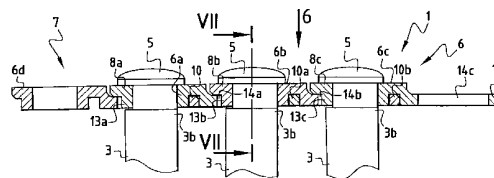
72 Inventeur(s) : PUGNET JEAN MARC et NAUDIN
MARTIAL.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : CASALONGA ET JOSSE.

54 ROUE DE TURBINE COMPORTANT UN DISPOSITIF DE LIAISON AMORTISSANT DES AILETTES DE LA ROUE.

57 La roue de turbine (1) comporte une pluralité d'ailettes (3) s'étendant dans une direction radiale de la roue et un ensemble (7) de liaison mutuelle des parties d'extrémité radiales externes (3b) des ailettes (3) comportant un élément de liaison (6) de direction circonférentielle par rapport à la roue (1) et des moyens de fixation (5) de l'élément de liaison (6) sur les parties d'extrémité externes (3b) des ailettes (3). L'élément de liaison circonférentiel (6) est constitué par un ensemble de plaquettes (6a, 6b, 6c) placées l'une à la suite de l'autre dans la direction circonférentielle de la roue (1) et comportant chacune deux parties d'appui et de fixation (8a, 10a, 8b, 10b, 8c) de la plaquette (6b) sur deux plaquettes adjacentes (6a, 6c), par l'intermédiaire d'un moyen de fixation (5) avec un jeu mécanique radial. Les plaquettes (6a, 6b, 6c) comportent de préférence chacune une ouverture traversante d'engagement d'un rivet (5) et une ouverture d'engagement (14a) d'un rebord annulaire (13b) d'une plaquette adjacente entourant un moyen de fixation (5). Les ailettes peuvent être reliées entre elles par les plaquettes (6a, 6b, 6c) individuellement ou par paquets d'ailettes.



L'invention concerne une roue de turbine et, en particulier, une roue de turbine à vapeur à action comportant un dispositif de liaison amortissant des ailettes de la roue.

5 Les roues de turbines telles que les roues de turbine à vapeur à action comportent un moyeu central et une pluralité d'ailettes fixées chacune sur le moyeu par une partie d'extrémité interne ou pied de l'ailette et s'étendant dans une direction radiale de la roue, jusqu'à la partie externe de la roue de turbine.

10 De manière à améliorer la résistance aux vibrations des ailettes de la roue de turbine, on assure très souvent une liaison des parties d'extrémité externes ou têtes des ailettes, par l'intermédiaire d'un ruban ou de plates-formes montées avec une contrainte de torsion sur les ailettes qui ne subissent pas de dévissage sous l'action des forces centrifuges pendant l'utilisation de la turbine.

15 Le montage avec précontrainte de torsion des plates-formes est difficile car la précontrainte doit être supérieure à l'assouplissement apporté par l'augmentation du diamètre de la roue sous les effets centrifuges ; d'autre part, le montage ne peut être réalisé avec tous les types d'attache des pieds de turbine sur la partie centrale de la roue. Ce dispositif est en fait plutôt uti-

20 lisé dans le cas de pieds à fourches.

Dans le cas d'ailettes comportant des pieds de types sapin ou té, on réalise généralement la liaison des parties de tête des ailettes de la roue de turbine par un ruban maintenu par des rivets sur chacune des ailettes.

Pour faciliter le montage du ruban sur les extrémités des rivets qui ont

25 une direction radiale, on utilise des rubans constitués de segments qui sont associés chacun à un ensemble d'ailettes successives (par exemple de trois à huit ailettes) qui constituent un paquet d'ailettes. Chacun des segments de ruban comporte des ouvertures alignées dans la direction longitudinale ou circonférentielle du segment qui sont engagées chacune sur un rivet avant

30 qu'on réalise l'expansion par formage de la partie d'extrémité du rivet.

Le principe de l'augmentation de la résistance aux vibrations des ailettes est obtenu par la combinaison des forces d'excitation des ailettes dues à la présence du ruban, de telle sorte que le paquet d'ailettes liées par un

segment de ruban soit soumis à une excitation résultante égale à la somme des forces d'excitation des ailettes du paquet d'ailettes. L'excitation résultante par ailette qui est égale au rapport de la résultante des forces d'excitation des ailettes du paquet d'ailettes au nombre d'ailettes dans le paquet doit
5 être la plus faible possible, le module de cette excitation résultante par ailette étant inférieur au module de la force d'excitation exercée sur une ailette. On choisit donc le nombre d'ailettes par paquet, de manière à rendre l'excitation résultante par ailette minimale.

Cependant, le procédé de liaison des ailettes par des rubans a l'inconvénient de faire apparaître des modes de vibration propres déphasés
10 aussi bien dans la direction tangentielle, c'est-à-dire dans le plan de la roue, que dans la direction axiale, c'est-à-dire dans la direction perpendiculaire au plan de la roue.

Ces modes de vibration propres déphasés enrichissent la carte modale de la roue de turbine, c'est-à-dire qu'ils augmentent le nombre de résonances possible. En outre, ils ne sont pas atténués par l'effet de combinaison décrit plus haut et ont des amortissements modaux faibles.
15

Le but de l'invention est donc de proposer une roue de turbine comportant un moyeu central, une pluralité d'ailettes s'étendant dans une direction radiale de la roue fixées chacune sur le moyeu central par une première
20 partie d'extrémité radiale interne et un ensemble de liaisons mutuelles de secondes parties d'extrémité radiales externes des ailettes comportant au moins un élément de liaison de direction circonférentielle et des moyens de fixation de l'au moins un élément de liaison sur les secondes parties d'ex-
25 trémité des ailettes, l'ensemble de liaison des ailettes étant réalisé de manière à simplifier la carte modale en limitant les modes déphasés de groupes d'ailettes reliées entre elles, à produire un amortissement important des vibrations et à diminuer l'hyperstaticité des groupes d'ailettes tout en permettant un montage facilité de segments de l'élément de liaison des ailettes.

Dans ce but, l'au moins un élément de liaison circonférentiel est
30 constitué par un ensemble de plaquettes placées l'une à la suite de l'autre dans la direction circonférentielle de la roue comportant chacune deux par-

ties d'appui et de fixation de la plaquette sur deux plaquettes adjacentes, par l'intermédiaire d'un moyen de fixation avec un jeu mécanique radial.

5 Afin de bien faire comprendre l'invention, on va maintenant décrire à titre d'exemple, en se référant aux figures jointes en annexe, une roue de turbine à vapeur suivant l'art antérieur comportant des paquets d'ailettes liées par des segments de ruban et une roue de turbine à vapeur suivant l'invention dont l'élément de liaison des ailettes est constitué par des plaquettes en appui les unes sur les autres.

10 La figure 1 est une vue partielle en élévation latérale d'une partie périphérique externe d'une roue de turbine suivant l'art antérieur comportant un moyen de liaison des ailettes par ruban.

La figure 2 est un diagramme montrant les forces d'excitation des ailettes d'un paquet d'ailettes de la roue de turbine représentée sur la figure 1.

15 Les figures 3A, 3B, 3C et 3D sont des vues schématiques d'une partie de roue de turbine telle que représentée sur la figure 1 déformée sous l'effet de vibrations dans la direction tangentielle.

La figure 3A est relative à une déformation vibratoire en phase.

Les figures 3B, 3C et 3D sont relatives à des déformations en modes propres déphasés.

20 Les figures 4A, 4B, 4C et 4D sont des vues schématiques d'une partie d'une roue de turbine telle que représentée sur la figure 1 déformée sous l'effet de vibrations dans la direction axiale.

La figure 4A est relative à un mode propre de vibrations en phase.

25 Les figures 4B, 4C, 4D sont relatives à des modes de vibration propres déphasés.

La figure 5 est une vue en élévation et en coupe partielle d'une partie périphérique d'une roue de turbine suivant l'invention et suivant un premier mode de réalisation.

30 La figure 6 est une vue de la partie périphérique de la roue de turbine, suivant 6 de la figure 5.

La figure 7 est une vue en coupe suivant VII-VII de la figure 5.

Les figures 8A, 8B et 8C sont des vues respectivement de dessus, de dessous et de côté d'une plaquette du dispositif de liaison des ailettes de la roue de turbine représentée sur les figures 5, 6 et 7.

5 La figure 9 est une vue en élévation et en coupe partielle d'une partie périphérique d'une roue de turbine suivant l'invention et suivant un second mode de réalisation.

La figure 10 est une vue éclatée du dispositif de liaison des ailettes de la roue de turbine représentée sur la figure 9.

10 La figure 11 est une vue de côté d'un premier élément constitutif du dispositif de liaison des ailettes de la roue de turbine représenté sur les figures 9 et 10.

La figure 12 est une vue de côté d'un second élément constitutif du dispositif de liaison des ailettes de la roue de turbine représenté sur les figures 9 et 10.

15 Les figures 13A, 13B et 13C sont des vues, respectivement, de dessus, de dessous et de côté d'un élément constitutif d'un dispositif de liaison d'une roue de turbine suivant l'invention et suivant un troisième mode de réalisation.

20 Sur la figure 1, on a représenté une partie d'une roue de turbine désignée de manière générale par le repère 1, la roue de turbine 1 comportant un moyeu central 2 sur lequel sont fixées des ailettes de turbine 3 dans des dispositions radiales. Chacune des ailettes 3 comporte une première partie d'extrémité interne 3a ou pied fixée sur le moyeu central 2 et une seconde partie d'extrémité externe 3b ou tête constituant une partie du bord périphérique externe de la roue de turbine.

25 Sur les secondes parties d'extrémité externes 3b des ailettes 3, sont fixées des portions de ruban telles que 4a et 4b, par l'intermédiaire de rivets 5 en saillie radiale par rapport à la partie d'extrémité externe 3b de l'ailette. Chacune des portions de ruban telles que 4a et 4b constitue un segment
30 d'un élément de liaison circonférentiel des ailettes fixé sur les parties d'extrémité externes d'un nombre d'ailettes n qui peut être par exemple de trois à huit.

Les n ailettes dont les parties d'extrémité externes sont fixées sur un segment de ruban tel que 4a et 4b constituent un paquet d'ailettes. Le dispositif de liaison de la périphérie externe des ailettes permet d'augmenter la résistance des ailettes aux excitations vibratoires pendant le fonctionnement de la roue de turbine. Les ailettes de chacun des paquets d'ailettes reliées par un segment de ruban ont un comportement amélioré en vibration, du fait de la combinaison des forces d'excitation en vibration des ailettes d'un paquet, comme représenté sur la figure 2.

Sur la figure 2, on a représenté, sous la forme de vecteurs de Fresnel $\vec{F1}$, $\vec{F2}$, $\vec{F3}$, $\vec{F4}$ et $\vec{F5}$, les forces d'excitation en vibration qui s'exercent sur les ailettes successives d'un paquet d'ailettes comportant cinq ailettes.

Les ailettes de la roue de turbine qui se déplacent en rotation, lors du fonctionnement de la turbine sont placées de manière adjacente à des aubages fixes d'un distributeur et subissent des forces d'excitation vibratoire $\vec{F1}$, ..., $\vec{F5}$ qui sont déphasées l'une par rapport à l'autre d'un angle Φ , du fait que le nombre des ailettes mobiles est toujours différent du nombre des aubages du distributeur fixe.

La combinaison des forces d'excitation sur les ailettes du paquet d'ailettes permet de définir une excitation résultante $\vec{R}$ du paquet d'ailettes qui est égale à la somme des vecteurs correspondant aux forces d'excitation $\vec{F1}$, ..., $\vec{F5}$.

L'excitation résultante par ailette est égale $\vec{R}/n$, dans le cas représenté sur la figure 2, la résultante est égale à $\vec{R}/5$. Le module de l'excitation résultante par ailette $\vec{R}/n$ est inférieur au module de la force d'excitation $\vec{F}$ qui s'exerce sur une ailette isolée du paquet d'ailettes.

On choisit le nombre n d'ailettes du paquet d'ailettes de manière à rendre l'excitation résultante par ailette minimale.

L'utilisation d'un dispositif de liaison constitué par des segments de ruban assurant la liaison des parties d'extrémité d'ailettes de paquets d'ailettes successifs permet donc d'améliorer considérablement le comportement vibratoire des ailettes de la roue de turbine, pendant son fonctionnement.

L'inconvénient de ce procédé de liaison des ailettes d'une roue de turbine est de faire apparaître des modes propres de vibration supplémentaires des ailettes, aussi bien dans la direction tangentielle, c'est-à-dire dans le plan de la roue, que dans la direction axiale, c'est-à-dire dans la direction perpendiculaire à la roue.

Sur les figures 3A et 3B à 3D, on a représenté en traits pleins des ailettes 3 et un ruban de liaison 4 d'un paquet d'ailettes d'une roue de turbine telle que représentée sur la figure 1, à l'état déformé sous l'effet de vibrations de direction tangentielle, et en traits mixtes, à l'état non déformé.

Sur la figure 3A, on a représenté la déformation de la roue, dans le cas d'un mode propre de vibration en phase. Les ailettes 3 présentent des déformations identiques et le ruban 4 une déformation en sinusoïde régulière.

Sur les figures 3B, 3C et 3D, on a représenté des déformations des ailettes et du ruban, dans le cas de modes de vibration propres déphasés. Les ailettes 3 sont déformées à chaque instant de manière différente l'une de l'autre, par flexion dans un sens ou dans l'autre et le ruban 4 est déformé d'une manière irrégulière.

De même, sur les figures 4A et 4B à 4D, on a représenté les déformations des ailettes 3 et du ruban de liaison 4 d'une roue de turbine, sous l'effet des vibrations dans une direction axiale.

Sur la figure 4A, on a représenté la déformation instantanée des ailettes dans le cas d'un mode propre de vibration en phase, les ailettes étant toutes déformées dans le même sens et de la même manière.

Sur les figures 4B, 4C et 4D, on a représenté les déformations instantanées des ailettes 3 et du ruban 4 de la roue de turbine dans le cas de modes de vibration propres déphasés, dans la direction axiale. Les ailettes successives 3 de la roue de turbine subissent des déformations différentes et le ruban 4 se déforme de manière irrégulière par flexion en dehors du plan de la roue de turbine.

Les modes propres de vibration déphasés rendent plus sensible le comportement vibratoire de la roue de turbine dans certaines plages de fréquence, du fait qu'ils enrichissent la carte modale, c'est-à-dire qu'ils aug-

mentent le nombre de résonances possibles, qu'ils ne permettent pas une atténuation telle qu'illustrée sur la figure 2 par les vecteurs de Fresnel et qu'ils ont des amortissements modaux qui peuvent être faibles.

5 En supposant qu'une résonance existe sur l'un des modes propres indiqués ci-dessus et représentés sur les figures, on peut remarquer que les extrémités des segments de ruban de liaison des ailettes de deux paquets d'ailerres successifs ont un déplacement relatif l'un par rapport à l'autre, du fait du déphasage entre les déplacements des extrémités des paquets dû à la forme modale et au déphasage entre la réponse de chacun des paquets d'ailerres dû au décalage spatial par rapport aux excitations, produit par les ailerres du distributeur ; en effet, comme indiqué plus haut, le nombre d'ailerres mobiles de la roue de turbine est toujours différent du nombre d'ailerres fixes du distributeur.

15 Sur les figures 5, 6 et 7, on a représenté une partie périphérique d'une roue de turbine suivant l'invention qui sera désignée de manière générale par le repère 1, les éléments correspondants de la roue de turbine suivant l'invention et de la roue de turbine suivant l'art antérieur représentée sur la figure 1 étant désignés par les mêmes repères.

20 Les ailerres 3 de la roue de turbine 1 suivant l'invention comportent des parties périphériques externes 3b sur chacune desquelles est fixée, par l'intermédiaire d'un rivet 5, une plaquette telle que 6a, 6b, 6c constituant un élément modulaire d'un dispositif de liaison des ailerres 3 de la roue de turbine désigné de manière générale par le repère 7. Le dispositif de liaison 7 comporte un élément de liaison circonférentiel désigné de manière générale par le repère 6 et constitué par les plaquettes 6a, 6b, 6c disposées successivement suivant la périphérie externe de la roue de turbine et des éléments de fixation des plaquettes 6a, 6b, 6c, ..., sur les parties d'extrémité des ailerres, constitués par les rivets 5.

30 Sur les figures 8A, 8B et 8C, on a représenté une plaquette telle que la plaquette 6a, 6b ou 6c, toutes les plaquettes constituant l'élément de liaison circonférentielle 6 étant identiques.

La plaquette comporte deux parties successives 8 et 10 présentant une forme sensiblement rectangulaire, la partie 8 de la plaquette présentant

une largeur dans la direction transversale 9 de la plaquette inférieure à la largeur de la seconde partie 10 de la plaquette. La direction transversale 9 de la plaquette correspond à la direction axiale de la roue de turbine et l'axe 11 de la plaquette correspond à la direction circonférentielle de la roue de turbine, lorsque la plaquette est mise en place sur une ailette 3 de la roue de turbine.

La première partie 8 et la seconde partie 10 de la plaquette telle que 6a sont traversées par des ouvertures respectives 12 et 14, le diamètre de l'ouverture 12 qui est inférieur au diamètre de l'ouverture 14 permettant d'engager la plaquette, par l'intermédiaire de son ouverture 12, sur un rivet 5 cylindrique solidaire de la partie d'extrémité externe d'une ailette de turbine 3 et en saillie dans la direction radiale par rapport à la partie d'extrémité externe 3b de l'aillette 3. L'entraxe entre les ouvertures 12 et 14 est égal à l'entraxe entre deux rivets 5 solidaires des parties de tête de deux ailettes 3 successives.

La fixation de la plaquette à la partie externe de la roue de turbine est réalisée par rivetage, c'est-à-dire par forgeage d'une partie d'extrémité du rivet en saillie au-dessus de la plaquette, pour réaliser une bouterolle 5' d'un diamètre supérieur au diamètre de l'ouverture 12.

Comme il est visible en particulier sur la figure 8C, la première partie 8 de la plaquette comporte, sur sa face interne qui est dirigée vers la partie centrale de la roue de turbine, lors du montage de la plaquette, un rebord annulaire 13 entourant la partie de l'ouverture circulaire 12 débouchant sur la face interne de la plaquette.

Le bord annulaire 13 de la face interne de la première partie 8 de la plaquette présente un diamètre légèrement inférieur au diamètre de l'ouverture 14 de la seconde partie 10 de la plaquette.

La première partie 8 et la seconde partie 10 de chaque plaquette telle que 6a sont décalées l'une par rapport à l'autre dans la direction des axes des ouvertures traversantes 12 et 14, la première partie 8 étant décalée vers l'extérieur et la seconde partie 10 vers l'intérieur. Le rebord annulaire 13 en saillie vers l'intérieur est placé dans le prolongement de la seconde partie 10 décalée vers l'intérieur.

Lorsqu'on réalise le montage du dispositif de liaison, comme représenté sur les figures 5 et 6, on assemble les plaquettes successives en engageant le rebord annulaire 13 de la première partie 8 de chacune des plaquettes, dans l'ouverture traversante 14 de la seconde partie 10 d'une plaquette adjacente.

Sur la figure 5, on a désigné, respectivement par 8a, 8b et 8c, les premières parties des plaquettes 6a, 6b et 6c et par 10a, 10b et 10c, les secondes parties des plaquettes 6a, 6b et 6c.

On voit ainsi que le rebord 13b de la première partie 8b de la plaquette 6b est introduit dans l'ouverture 14a de la seconde partie 10a de la plaquette 6a, la plaquette 6b étant fixée sur la partie d'extrémité d'une ailette 3, par un rivet 5 introduit dans l'ouverture 12b de la première partie 8b de la plaquette 6b puis forgé pour réaliser une bouterolle 5' de liaison de la plaquette.

La plaquette 6c disposée à la suite de la plaquette 6b dans la direction circonférentielle de la roue de turbine 1 comporte un rebord annulaire 13c de sa première partie 8c qui est introduit avec un certain jeu radial à l'intérieur de l'ouverture 14b de la seconde partie 10b de la plaquette 6b.

De même, le rebord annulaire 13a de la première partie 8a de la plaquette 6a est introduit dans l'ouverture de la seconde partie 10 d'une plaquette 6d disposée de manière adjacente à la plaquette 6a, dans la direction circonférentielle, à l'opposé de la plaquette 6b.

L'assemblage de l'élément de liaison annulaire 6 à la partie périphérique de la roue de turbine est réalisé à la manière d'une chaîne par assemblage des plaquettes successives, chacune des plaquettes étant ensuite fixée par rivetage sur la partie d'extrémité d'une ailette 3 de la roue de turbine.

L'assemblage des plaquettes constituant l'élément de liaison 6 est réalisé avec un certain jeu, en particulier dans la direction radiale, comme représenté sur la figure 7.

Sur la figure 7, on voit la seconde partie 10a de la plaquette 6a et le rebord en saillie vers l'intérieur 13b de la première partie 8b de la plaquette 6b engagée dans l'ouverture 14a de la seconde partie 10a de la plaquette

6a, les parties emboîtées l'une dans l'autre de manière coaxiale des plaquettes 6a et 6b étant fixées sur la partie d'extrémité 3b de l'ailette 3 par un rivet 5. Le rivetage est réalisé de manière qu'il subsiste un jeu radial j entre les surfaces internes des parties 10a et 8b et l'extrémité de l'ailette 3. Le jeu j qui permet un débattement des parties 10a et 8b des deux plaquettes adjacentes l'une par rapport à l'autre, est suffisamment faible pour assurer un frottement important entre ces deux parties d'appui de plaquettes adjacentes, de manière à assurer un bon amortissement des excitations vibratoires, pendant le fonctionnement de la roue de turbine.

10 Bien entendu, l'élément de liaison circonférentiel 6 s'étend sur toute la périphérie de la roue de turbine 1, une plaquette étant fixée sur chacune des ailettes 3 de la roue de turbine par un rivet 5 et engagée par son rebord annulaire dans l'ouverture de la seconde partie d'une plaquette adjacente. On obtient ainsi un chaînage de l'ensemble des ailettes 3 de la roue de turbine par assemblage successif des plaquettes, comme représenté sur les figures 5 et 6. Chaque plaquette comporte deux parties d'appui, une première partie d'appui venant se placer au-dessus d'une seconde partie d'appui d'une première plaquette adjacente et une seconde partie d'appui, en dessous d'une première partie d'appui d'une seconde plaquette adjacente.

20 La liaison frottante entre les parties d'appui des plaquettes successives permet de produire un amortissement et de limiter les contraintes dynamiques développées à l'intérieur des ailettes, ce qui permet d'améliorer la résistance à la fatigue des ailettes de la roue de turbine. La liaison entre les parties d'appui des plaquettes successives de l'élément de liaison circonférentiel des ailettes présente également un jeu suffisant pour respecter les déplacements différentiels liés aux effets centrifuges, lors du fonctionnement de la roue de turbine. Le montage séparé des ailettes permet d'annuler les contraintes circonférentielles dans l'élément de liaison s'étendant suivant la périphérie de la roue de turbine.

30 Un inconvénient du dispositif de liaison suivant le premier mode de réalisation est que les plaquettes 6a, 6b, 6c, ... ont une forme relativement complexe et dissymétrique, la seconde partie 10 d'une plaquette ayant une position décalée dans la direction axiale des ouvertures 12 et 14 par rapport

à la première partie 8, de manière à se trouver dans l'alignement du rebord annulaire 13 de la première partie 8. En effet, la seconde partie 10 de la plaquette doit recevoir, lors du montage, le rebord annulaire 13 d'une plaquette adjacente, la première partie 8 de la plaquette adjacente étant alors superposée à la surface externe de la seconde partie 10 de la plaquette et disposée dans l'alignement de la première partie 8 de la plaquette.

Cette forme particulière dissymétrique est généralement plus difficile à réaliser qu'une forme symétrique.

Dans le but de simplifier la fabrication des plaquettes, on a imaginé un second mode de réalisation de l'élément de liaison circonférentielle de la roue de turbine qui est représenté sur les figures 9, 10, 11 et 12.

Sur la figure 10, on a représenté de manière décalée et non assemblée, trois plaquettes successives 16a, 16' et 16b d'un élément de liaison circonférentiel 16 selon l'invention et selon un second mode de réalisation.

Les plaquettes 16a et 16b entre lesquelles est intercalée une plaquette 16' sont identiques et comportent deux ouvertures telles que 18a et 18'a (ou 18b et 18'b) disposées avec un entraxe identique et égal à l'entraxe de rivets 5 de deux ailettes successives de la roue de turbine suivant la direction longitudinale de la plaquette, ces ouvertures présentant un diamètre légèrement supérieur au diamètre nominal d'un rivet cylindrique de fixation des plaquettes en saillie à la partie périphérique externe d'une ailette de la roue de turbine.

Comme il est visible sur la figure 11, chacune des plaquettes telles que 16a comporte une face externe totalement plane et une face interne sur laquelle sont prévus, en saillie dans la direction axiale des ouvertures 18a et 18'a, deux rebords 17a et 17'a entourant de manière coaxiale les parties débouchantes des ouvertures 18a et 18'a, respectivement.

La plaquette 16' intermédiaire entre les plaquettes 16a et 16b présente, comme il est visible sur les figures 10 et 12, deux ouvertures traversantes 20 et 20' disposées avec un entraxe dans la direction longitudinale de la plaquette égal à l'entraxe entre les ouvertures 18a et 18'a ou 18b et 18'b des plaquettes 16a ou 16b. Le diamètre des ouvertures 20 et 20' est légèrement supérieur au diamètre extérieur des rebords annulaires tels que

17a et 17'a entourant les ouvertures telles que 18a et 18'a des plaquettes du premier type telles que 16a. Comme il est visible sur la figure 12, la plaquette intermédiaire 16' est une simple plaquette percée entièrement plane.

5 L'assemblage de l'élément circonférentiel 16 à la partie périphérique de la roue de turbine 1, cet élément étant représenté sur la figure 9, est réalisé en engageant chacune des plaquettes 16' sur les parties d'extrémité périphériques externes de deux ailettes successives comportant chacune un rivet cylindrique 5 en saillie, puis en engageant sur les parties en saillie des rivets 5, dans une disposition en quinconce par rapport aux plaquettes 16',
10 des plaquettes successives telles que 16a et 16b dont les rebords annulaires 17a et 17b viennent s'engager à l'intérieur d'ouvertures 20 et 20' de plaquettes 16', autour de la partie cylindrique en saillie des rivets 5. Les plaquettes telles que 16a et 16b et les plaquettes 16' sont dans des dispositions alternées.

15 On réalise ensuite le rivetage des plaquettes successives disposées de manière alternée sur chacune des parties d'extrémité externe des ailettes 3. Le rivetage est réalisé de manière à garder un certain jeu dans la direction radiale de la roue de turbine, entre les plaquettes et l'extrémité des ailettes de la roue de turbine. Les plaquettes 16' assurent la liaison entre elles des
20 plaquettes successives 16a, 16b.

Le dispositif de liaison de la roue de turbine selon le second mode de réalisation ne peut être utilisé que dans le cas d'une roue de turbine comportant un nombre pair d'ailettes, ce qui limite son utilisation du fait que les roues de turbine comportent généralement un nombre impair d'ailettes.

25 Dans le cas du premier et du second modes de réalisation de l'élément de liaison circonférentiel des ailettes de la roue de turbine, on réalise la liaison des ailettes adjacentes de la roue de turbine par des plaquettes qui sont engagées chacune sur les parties d'extrémité en saillie constituant les rivets de fixation de deux ailettes successives.

30 La liaison par chaînage des ailettes suivant la périphérie de la roue de turbine est donc réalisée de proche en proche, d'une ailette à l'ailette suivante.

Il est possible également de réaliser une liaison des ailettes par paquets, comme dans le cas des segments de ruban suivant l'art antérieur, tout en assurant une liaison par contact frottant entre les éléments de liaison de chacun des paquets d'ailettes de la roue de turbine.

5 Sur les figures 13A, 13B et 13C, on a représenté une plaquette 26 d'un dispositif de liaison d'une roue de turbine suivant l'invention et suivant un troisième mode de réalisation permettant de réaliser la liaison entre les parties d'extrémité externes des ailettes d'un paquet de cinq ailettes de la roue de turbine ainsi qu'une liaison avec des paquets d'ailettes adjacents
10 dans des conditions assurant un très bon amortissement.

La plaquette 26 représentée sur les figures 13A, 13B et 13C présente deux parties 21 et 22 de forme rectangulaire accolées ayant le même axe longitudinal 23, la partie rectangulaire 21 de la plaquette 26, de plus faible largeur que la partie 22, étant en saillie vers l'extérieur sur la face supérieure
15 ou externe de la plaquette, s'étendant sur une portion de la longueur de la partie 22 et comportant une extrémité débordant à l'une des extrémités longitudinale de la partie 22.

L'extrémité débordante de la partie 21 de la plaquette 26 constituant une première partie d'appui de la plaquette 26 présente sensiblement la même longueur dans la direction longitudinale que la portion de la partie 22
20 suivant laquelle ne s'étend pas la partie 21 qui constitue une seconde partie d'appui de la plaquette 26. Les parties 21 et 22 sont accolées l'une contre l'autre suivant la face interne de la partie 21 et la face externe de la partie 22. En fait, la pièce 26 peut être réalisée de manière monobloc par usinage
25 d'une plaque métallique, de manière à prévoir une surface d'appui à une extrémité de la plaquette, suivant un plan décalé vers l'intérieur de la plaquette, par rapport à la surface externe plane résiduelle de la plaquette et une partie débordante dans la direction longitudinale à l'extrémité opposée de la plaquette dans la direction longitudinale.

30 La plaquette 26 comporte des ouvertures traversantes circulaires 24a, 24b, 24c, 24d, 24e et 25 alignées suivant l'axe longitudinal 23 de la plaquette, l'entraxe entre les ouvertures successives suivant la direction longitudinale 23 étant sensiblement constant et égal à l'entraxe des rivets 5 soli-

daïres des aïettes successives de la roue de turbine dont on assure la liaison des aïettes.

Les ouvertures 24a, 24b, 24c, 24d et 24e présentent un diamètre légèrement supérieur au diamètre de la partie cylindrique d'un rivet 5 de fixation de la plaquette sur une partie d'extrémité de l'une de cinq aïettes successives de la roue de turbine.

La première ouverture 24a d'engagement d'un rivet de fixation de la plaquette traverse la portion débordante de la partie 21 de la plaquette qui comporte, sur sa face interne, un rebord annulaire 27a coaxial à l'ouverture 24a et entourant la partie débouchante de l'ouverture 24a sur la face interne de la plaquette 26. Le rebord annulaire 27a en saillie sur la face interne de la plaquette 26 se trouve dans le prolongement de la partie 22 de la plaquette 26.

Les ouvertures 24b, 24c et 24e traversent la plaquette dans la zone comportant les parties 21 et 22 superposées.

L'ouverture 25 dont le diamètre est légèrement supérieur au diamètre extérieur du rebord annulaire 27a de l'ouverture 24a traverse la plaquette 26 dans la partie d'appui de la plaquette sur laquelle ne s'étend pas la partie 21. L'ouverture 25 débouche sur la face supérieure de la plaquette 26, en retrait vers l'intérieur par rapport à la surface de la partie 21 sur laquelle débouchent les ouvertures 24a à 24e.

L'assemblage de l'élément de liaison de la roue de turbine suivant le troisième mode de réalisation, à partir des plaquettes 26, est réalisé en engageant les ouvertures 24a à 24e de la plaquette sur l'extrémité cylindrique en saillie par rapport à la surface externe de cinq aïettes successives. Le rebord 27a de la face interne de la partie 21 de la plaquette est introduit dans l'ouverture 25 d'une plaquette 26 mise en place précédemment.

Après mise en place de l'ensemble des plaquettes à la périphérie de la roue de turbine, on réalise le rivetage des plaquettes sur chacune des cinq aïettes successives sur laquelle est engagée la plaquette.

Le rivet engagé dans l'ouverture 24a, à l'intérieur du rebord annulaire 27a lui-même engagé dans une ouverture 25 d'une plaquette adjacente permet de réaliser le chaînage de deux plaquettes 26 successives.

La partie 22 étant un peu moins épaisse que le rebord annulaire 27a, il subsiste, après rivetage, un certain jeu radial entre la plaquette 26 et l'extrémité externe des ailettes de la roue de turbine. On obtient ainsi, par effet de frottement entre les parties d'appui des plaquettes successives, un bon amortissement des sollicitations vibratoires.

Bien entendu, les plaquettes 26 peuvent être prévues pour être fixées sur un nombre d'ailettes successives différent de cinq. De manière générale, les plaquettes peuvent être prévues pour être fixées sur un nombre n d'ailettes d'un paquet d'ailettes et sur une ailette d'un paquet voisin, pour assurer la liaison entre la plaquette et une plaquette adjacente. Le dispositif de liaison de la roue de turbine suivant le troisième mode de réalisation peut être utilisé pour une roue de turbine comportant un nombre quelconque d'ailettes car, en utilisant des paquets d'ailettes de tailles différentes, on peut, comme dans la technique actuelle, couvrir toutes les applications, y compris des applications à des nombres d'ailettes égaux à des nombres premiers.

De manière générale, chaque plaquette assurant la liaison d'une pluralité d'ailettes d'un paquet d'ailettes peut comporter un nombre d'ouvertures de passage d'un moyen de fixation de la plaquette sur une partie d'extrémité en saillie d'une ailette de la roue de turbine inférieur d'une unité au nombre d'ailettes du paquet d'ailettes, en plus de l'ouverture de passage d'un moyen de fixation de la première partie d'appui de la plaquette.

La roue de turbine suivant l'invention comportant un dispositif de liaison des ailettes constitué de plaquettes adjacentes reliées entre elles permet de conserver les avantages relatifs à un élément de liaison des ailettes par l'intermédiaire de leur partie d'extrémité externe. On bénéficie en particulier de l'avantage lié à la réduction des pertes aérodynamiques par recirculation au sommet des ailettes.

La liaison de la totalité des ailettes de la roue permet de bénéficier de l'atténuation vibratoire par effet de phase et de simplifier la perte modale par limitation des modes déphasés par rapport à une disposition en paquets liés par des rubans séparés.

Du fait de l'existence d'un frottement entre deux plaquettes successives quelconques, on bénéficie de plus d'un amortissement important des vibrations. La réalisation de l'élément de liaison à partir de plaquettes modulaires permet de faciliter le montage du dispositif de liaison.

- 5 Enfin, on diminue l'hyperstaticité du dispositif par rapport à un dispositif de liaison comportant des paquets d'ailettes liés rigidement.

L'invention ne se limite pas aux modes de réalisation qui ont été décrits.

- 10 C'est ainsi qu'on peut imaginer l'utilisation de plaquettes d'une forme différente de celles qui ont été décrites pour réaliser l'élément de liaison circconférentiel.

On peut également imaginer l'utilisation de dispositifs de fixation des plaquettes sur les ailettes différents de rivets.

- 15 L'invention s'applique non seulement aux roues de turbine à vapeur mais également aux roues de turbine à gaz comportant des ailettes fixées rigidement en pied sur la partie centrale de la roue de turbine.

REVENDECATIONS

1.- Roue de turbine comportant un moyeu central (2), une pluralité d'ailettes (3) s'étendant dans une direction radiale de la roue fixées chacune sur le moyeu central (2) par une première partie d'extrémité radiale interne et un ensemble (7) de liaison mutuelle de secondes parties d'extrémité radiales externes (3b) des ailettes (3) comportant au moins un élément de liaison (6, 16) de direction circonférentielle et des moyens (5) de fixation de l'au moins un élément de liaison (6, 16) sur les secondes parties d'extrémité (3b) des ailettes (3), caractérisée par le fait que l'au moins un élément de liaison circonférentielle (6, 16) est constitué par un ensemble de plaquettes (6a, 6b, 6c ; 16a, 16b, 16', 26) placées l'une à la suite de l'autre dans la direction circonférentielle de la roue (1) comportant chacune deux parties d'appui et de fixation (8, 10, 21, 22) de la plaquette (6, 16) sur deux plaquettes adjacentes, par l'intermédiaire d'un moyen de fixation (5), avec un jeu mécanique radial.

2.- Roue de turbine suivant la revendication 1, caractérisée par le fait que chacune des plaquettes (6a, 6b, 6c) comporte une première partie de plaquette (8) traversée par une ouverture de passage (12) d'un moyen de fixation (5) et sur une face interne dirigée vers la partie centrale de la roue de turbine (1) de la première partie (8), un rebord annulaire (13) entourant une partie débouchante de l'ouverture (12) de passage du moyen de fixation (5) ainsi qu'une seconde partie de plaquette (10) traversée par une ouverture (14) de réception d'un rebord annulaire (13) en saillie sur la face interne de la première partie de plaquette (8) d'une plaquette adjacente.

3.- Roue de turbine suivant la revendication 2, caractérisée par le fait que la seconde partie de plaquette (10) est décalée par rapport à la première partie de plaquette (8) du côté de la face interne de la plaquette (6a, 6b, 6c) de manière à se trouver dans l'alignement du rebord annulaire (13) et comporter une surface extérieure, pour recevoir une première partie de plaquette (8) d'une plaquette adjacente.

4.- Roue de turbine suivant la revendication 1, caractérisée par le fait que l'élément de liaison (16) est constitué par un ensemble de plaquettes (16a, 16b) comportant deux ouvertures circulaires (18a, 18'a, 18b, 18'b) de

passage d'un moyen de fixation (5) à travers la plaquette, avec un entraxe dans la direction longitudinale de la plaquette constant et égal à l'entraxe de deux moyens de fixation (5) de deux ailettes (3) adjacentes ainsi qu'un rebord annulaire (17a, 17'a) en saillie sur sa face interne autour d'une extré-
5 mité débouchante de chacune des ouvertures traversantes (18a, 18'a, 18b, 18'b)

et un second ensemble de plaquettes (16') ayant chacune deux ouvertures traversantes (20, 20') disposées avec un entraxe dans une direction longitudinale de la plaquette (16') égal à l'entraxe entre les ouvertures des plaquettes du premier ensemble de plaquettes, ayant un diamètre légèrement supérieur au diamètre des rebords annulaires (17a, 17'a) des plaquettes (16a, 16b) du premier ensemble de plaquettes, l'élément de liaison (16) étant constitué par des plaquettes (16a, 16b) du premier ensemble de plaquettes et des plaquettes (16') du second ensemble de plaquettes disposées
10 successivement de manière alternée, les ouvertures (18a, 18'a, 18b, 18'b) des plaquettes (16a, 16b) du premier ensemble de plaquettes étant engagées chacune sur un moyen de fixation (5) de l'élément de liaison (16) sur les secondes extrémités des ailettes (3) et les rebords annulaires (17a, 17'a) en saillie sur la face interne des plaquettes (16a, 16b) du premier ensemble
15 de plaquettes étant engagés chacun dans une ouverture (20, 20') d'une plaquette (16') du second ensemble de plaquettes, de manière que les plaquettes (16') du second ensemble de plaquettes assurent la liaison entre elles des plaquettes (16a, 16b) du premier ensemble de plaquettes.

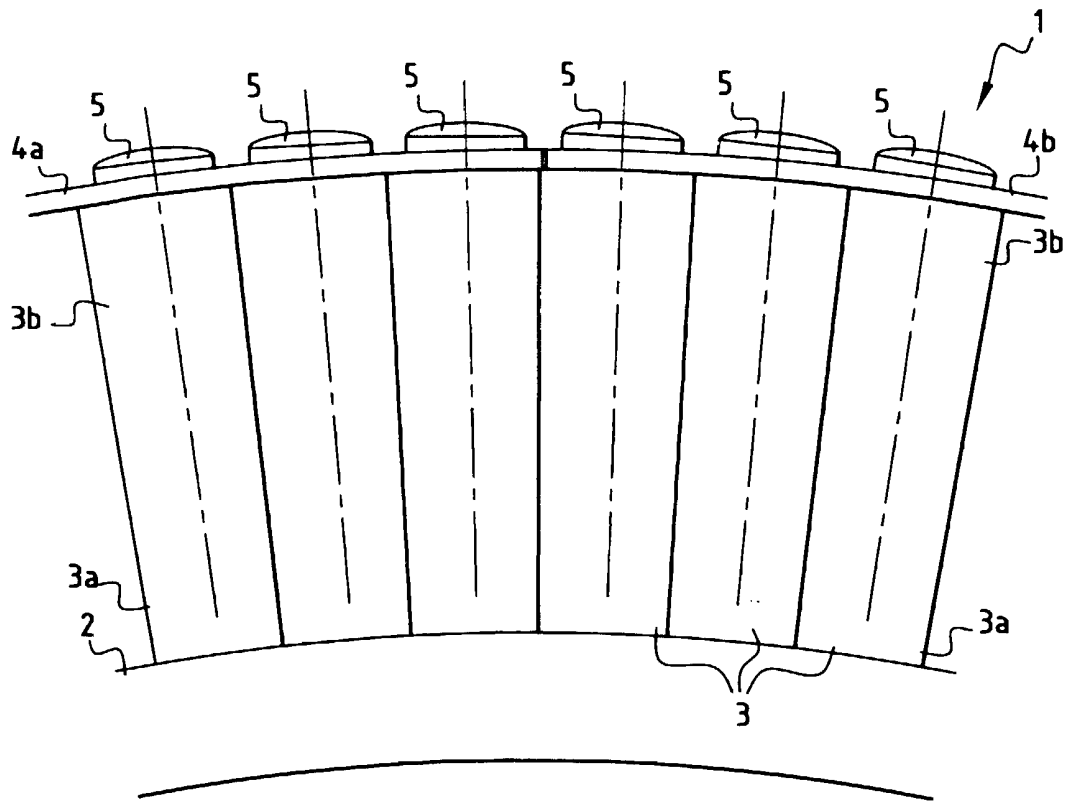
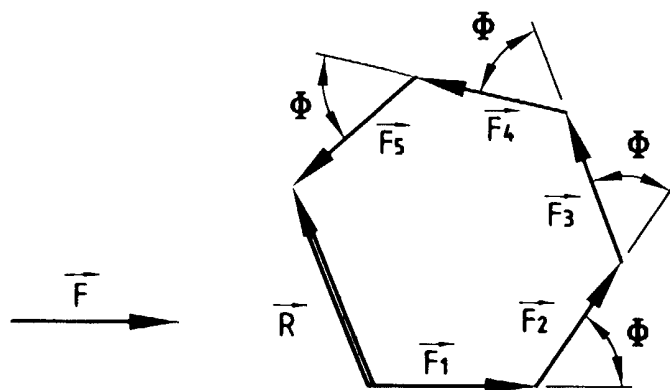
5.- Roue de turbine suivant la revendication 1, caractérisée par le fait
25 que chacune des plaquettes (26) de l'élément de liaison circonférentiel comporte, entre une première partie d'appui de la plaquette (26) traversée par une ouverture (24a) d'engagement de la plaquette sur un moyen de fixation (5) et une seconde partie d'appui traversée par une ouverture (25) d'engagement d'un rebord annulaire d'une première partie d'appui d'une plaquette
30 adjacente (26) en saillie sur une face interne de la plaquette, une pluralité d'ouvertures traversantes (24b, 24c, 24d, 24e) d'engagement d'un moyen de fixation (5) de la plaquette sur la partie d'extrémité externe (3b) d'une ailette

(3), chacune des plaquettes (26) assurant la liaison d'une pluralité d'ailerettes (3) entre elles sous la forme d'un paquet d'ailerettes.

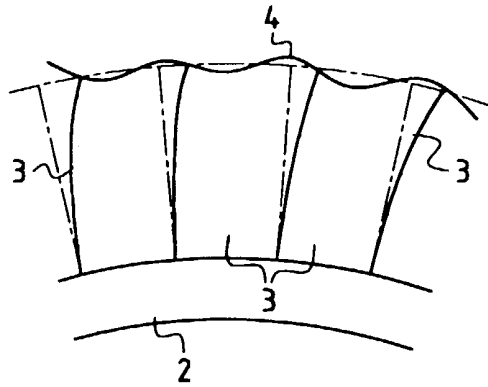
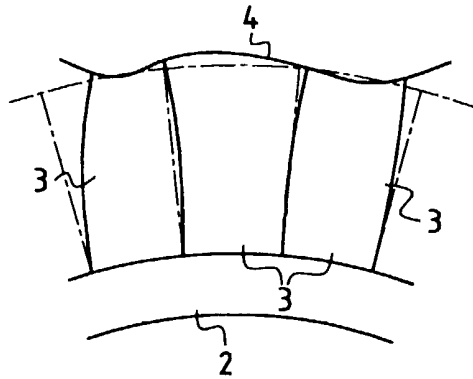
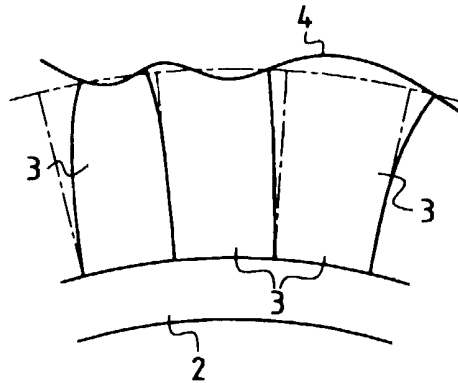
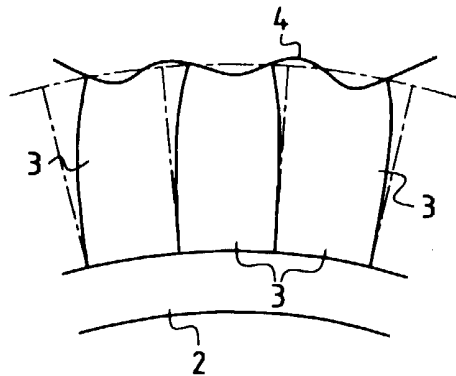
5 6.- Roue de turbine suivant la revendication 5, caractérisée par le fait que la plaquettes (26) comporte un nombre d'ouverture de passage d'un moyen de fixation (5) de la plaquette (26) sur une partie d'extrémité en saillie d'une ailette (3) de la roue de turbine (1) inférieur d'une unité au nombre d'ailerettes du paquet d'ailerettes, en plus de l'ouverture de passage (24a) d'un moyen de fixation de la première partie d'appui de la plaquette (26).

10 7.- Roue de turbine suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée par le fait que les moyens de fixation (5) de l'élément de liaison (6, 16) sur les secondes parties d'extrémité externe (3b) des ailettes (3) sont constitués par des rivets en saillie dans la direction radiale par rapport à l'extrémité externe (3b) des ailettes (3).

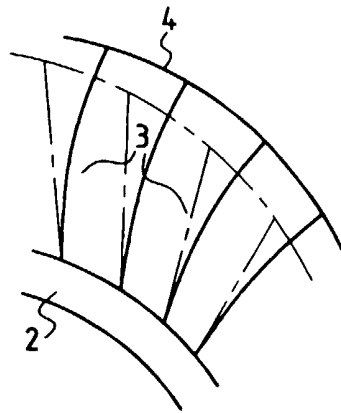
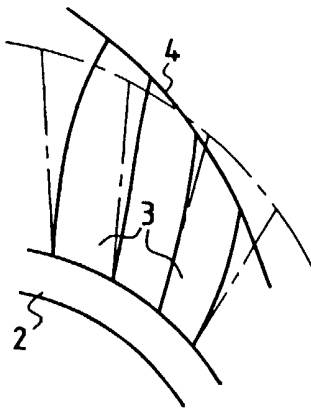
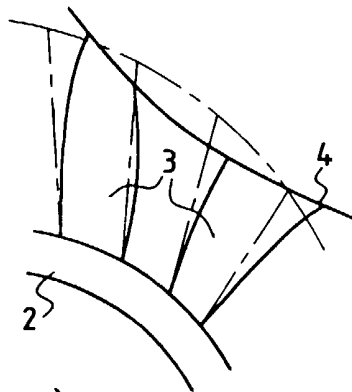
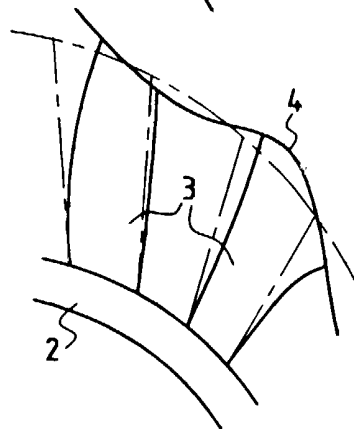
1/7

FIG.1FIG.2

2/7

FIG. 3AFIG. 3BFIG. 3CFIG. 3D

3/7

FIG. 4AFIG. 4BFIG. 4CFIG. 4D

4/7

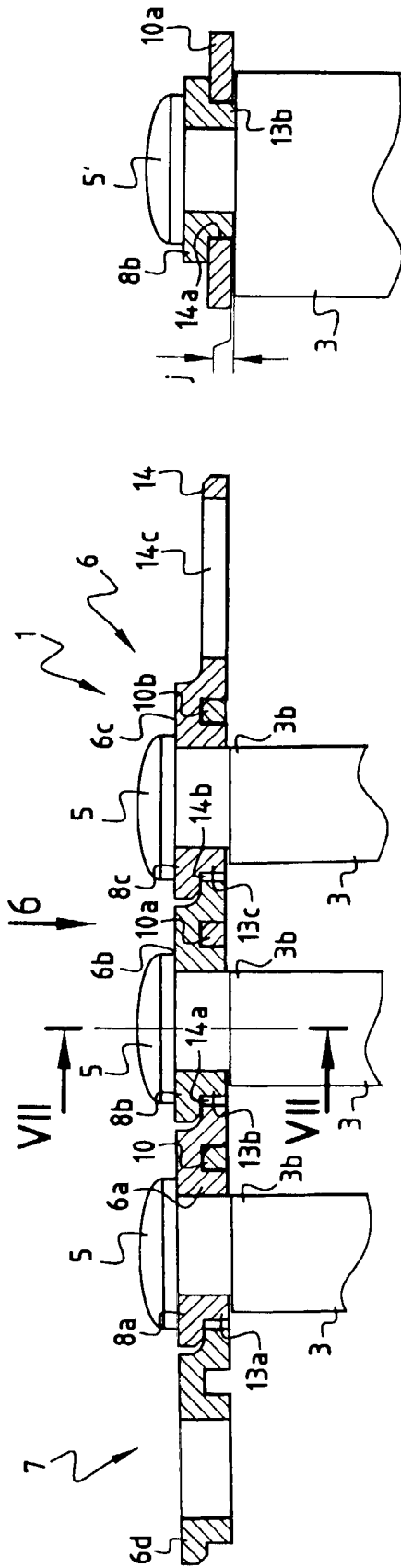


FIG. 5

FIG. 7

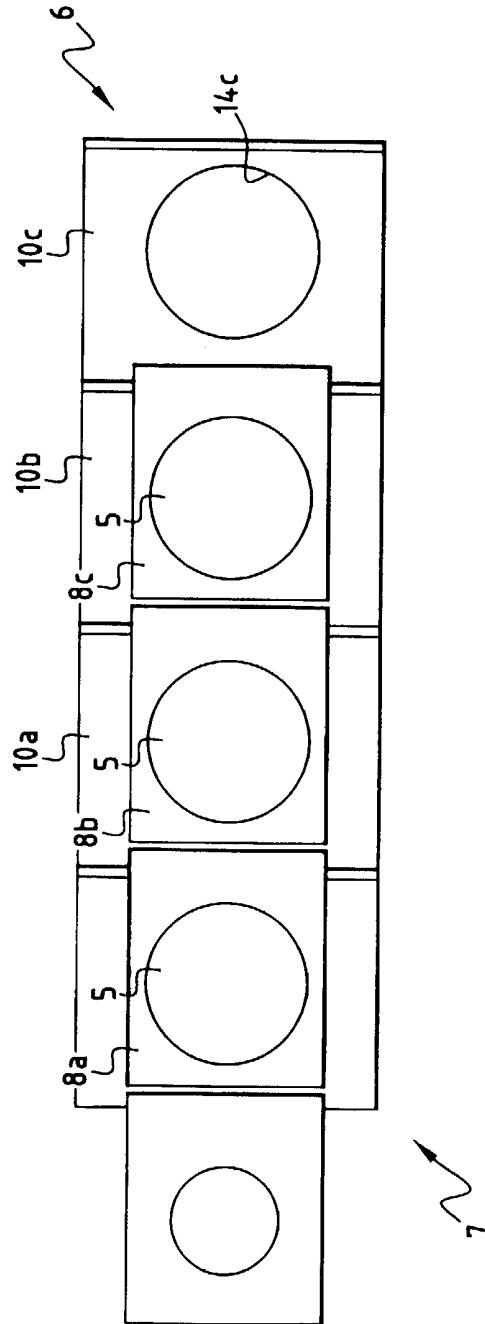


FIG. 6

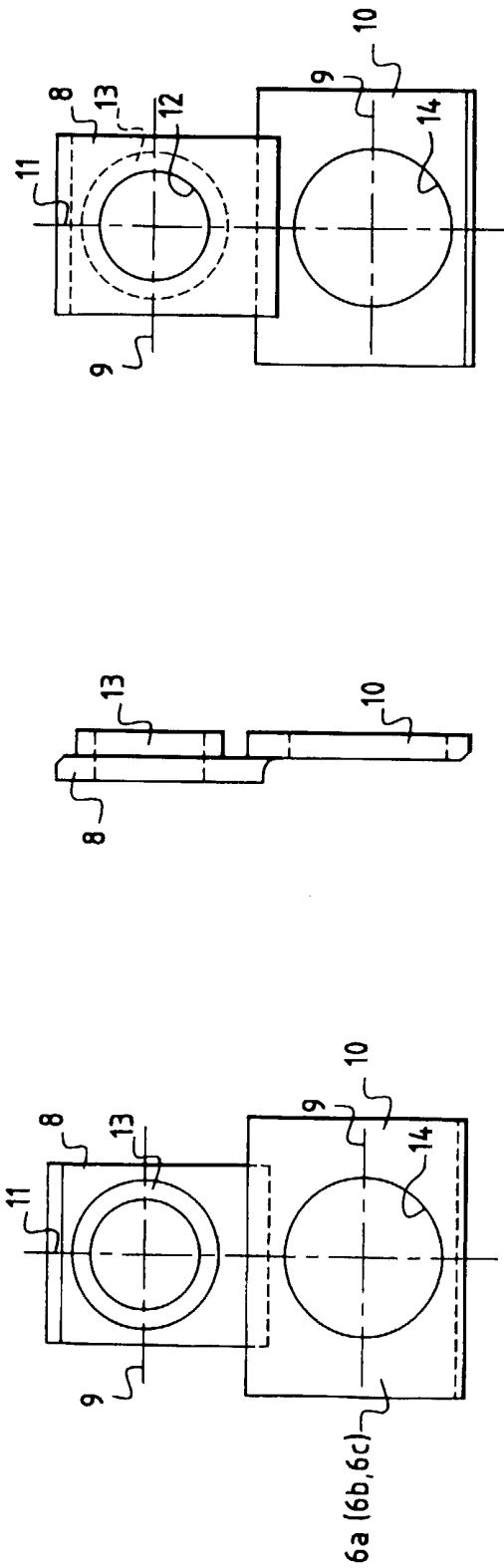
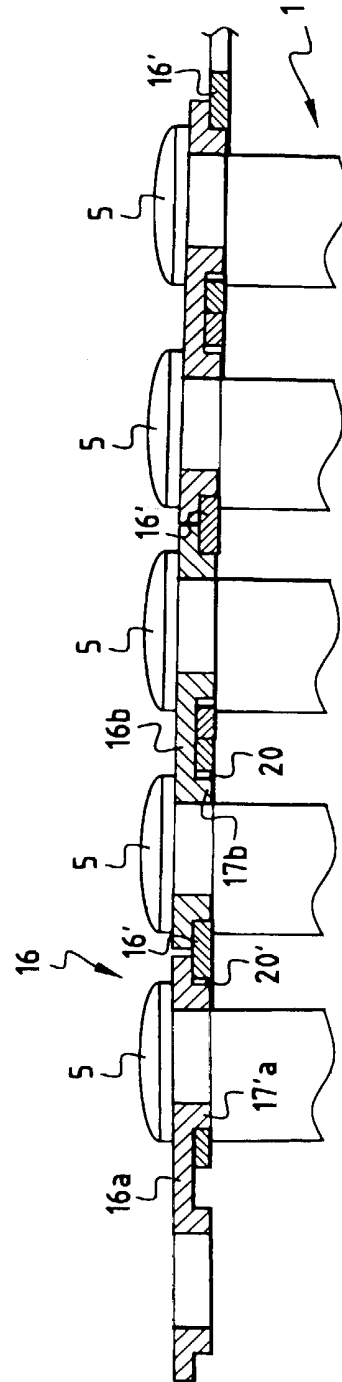


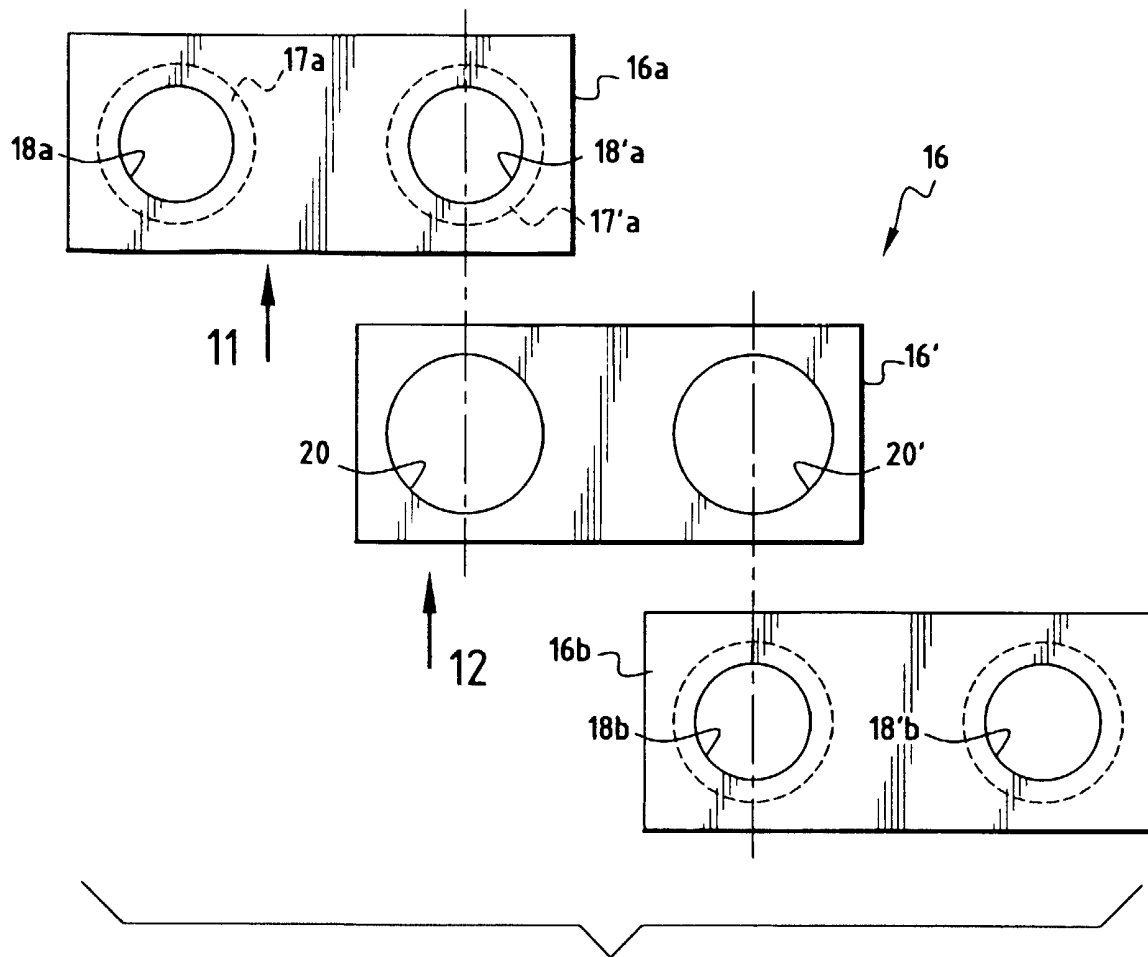
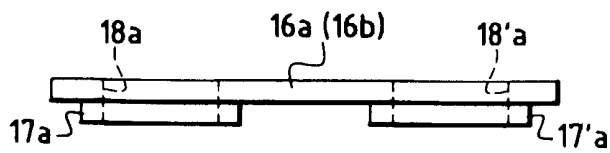
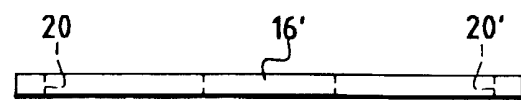
FIG. 8B

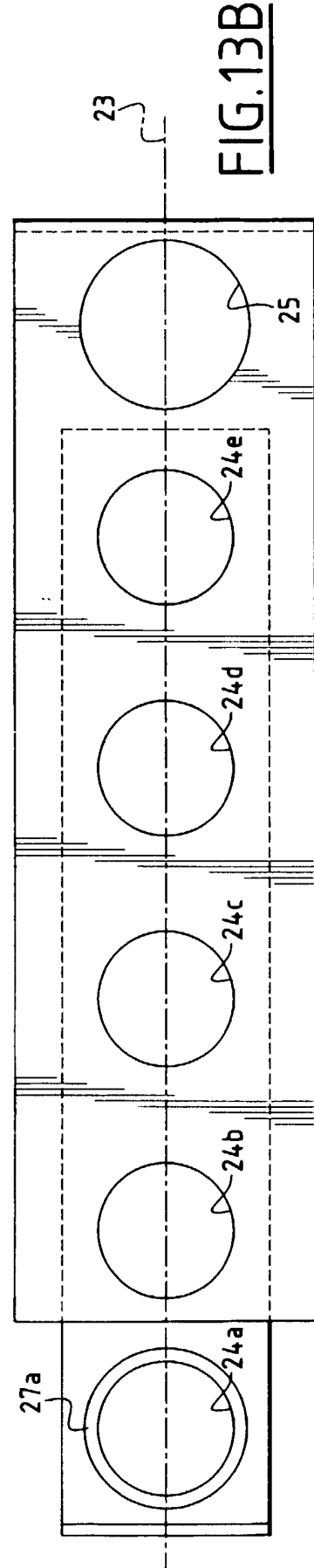
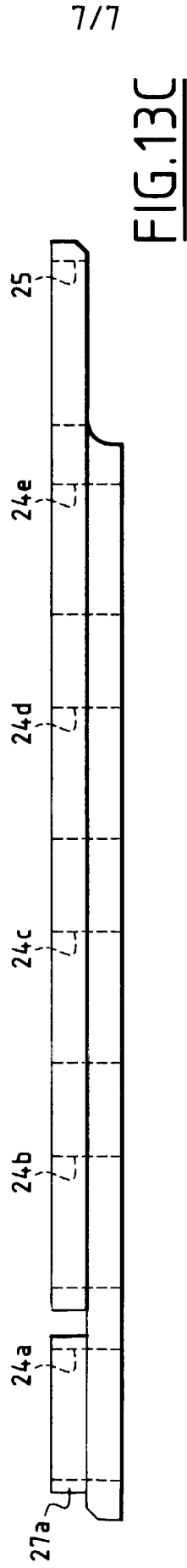
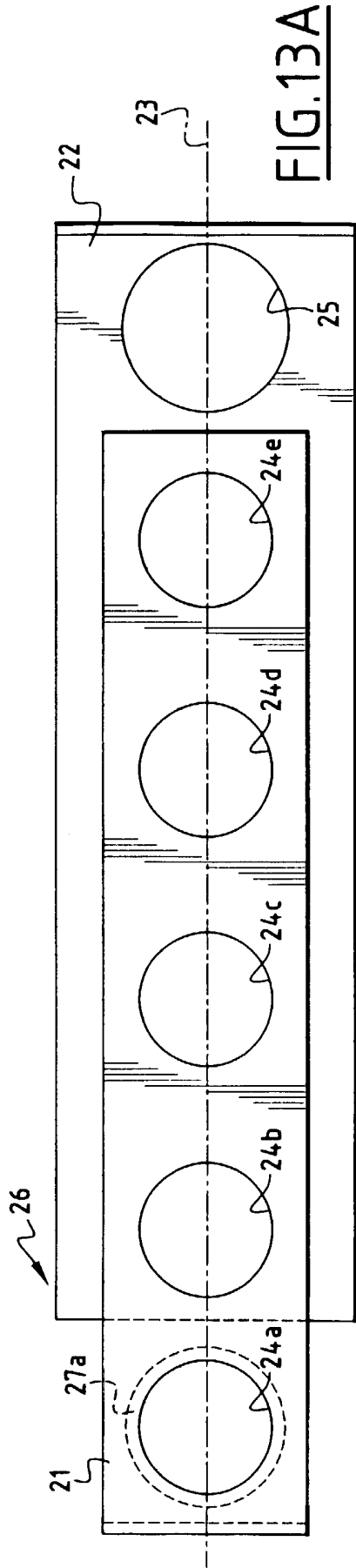
FIG. 8C

FIG. 8A

FIG. 9

6/7

FIG. 10FIG. 11FIG. 12





RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

2811014

N° d'enregistrement
nationalFA 590812
FR 0008532

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	US 5 393 200 A (DINH CUONG V ET AL) 28 février 1995 (1995-02-28) * figures 2,3 *	1,4,7	F01D5/22 F01D5/24
X	US 5 299 915 A (DINH CUONG V ET AL) 5 avril 1994 (1994-04-05) * figures 6,7 *	1,4,7	
X	US 3 572 968 A (MUSICK VICTOR S ET AL) 30 mars 1971 (1971-03-30) * figures 4,6 *	1-4,7	
X	GB 344 297 A (INT. GENERAL COMPANY INC.) * figures *	1-7	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 094 (M-293), 28 avril 1984 (1984-04-28) & JP 59 007703 A (MITSUBISHI JUKOGYO KK), 14 janvier 1984 (1984-01-14) * abrégé *	1,4,7	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			F01D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
6 mars 2001		Argentini, A	
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			

2

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)