



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**23.06.2010 Bulletin 2010/25**

(51) Int Cl.:  
**F01D 9/04 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **08172599.6**

(22) Date de dépôt: **22.12.2008**

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT  
RO SE SI SK TR**  
Etats d'extension désignés:  
**AL BA MK RS**

(71) Demandeur: **Techspace Aero S.A.**  
**4041 Milmort (BE)**

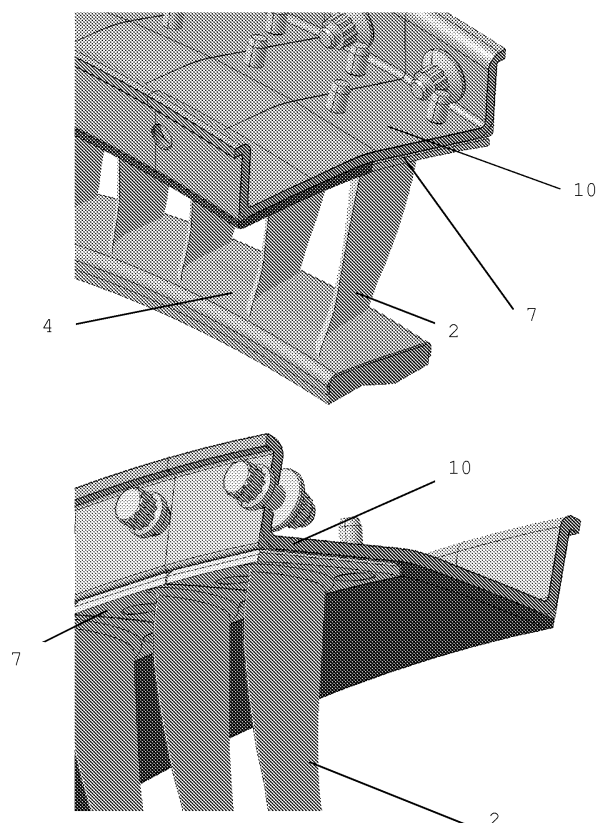
(72) Inventeurs:  
• **Lebrun, Rodolphe**  
**5000 Namur (BE)**  
• **Derclaye, Alain**  
**4218 Couthuin (BE)**

(74) Mandataire: **pronovem**  
**Office Van Malderen**  
**Boulevard de la Sauvenière 85/043**  
**4000 Liège (BE)**

(54) **Architecture de redresseur**

(57) La présente invention se rapporte à un étage redresseur de turbomachine comportant un ensemble d'aubes fixes (2) reliant une virole intérieure (4) à une virole extérieure (5), lesdites aubes fixes comportant des plate-formes (7) de fixation présentant des surfaces pla-

nes coopérant avec une pluralité de facettes planes juxtaposées, lesdites facettes planes se trouvant sur la face interne de la virole extérieure (5) afin d'assurer une fixation avec un contact de type plan/plan entre les aubes fixes (2) et la virole extérieure (5).



**Fig. 3**

## Description

### Objet de l'invention

[0001] La présente invention se rapporte à des stators de turbomachines. Elle se rapporte plus particulièrement à une architecture de redresseur dans un compresseur axial d'une turbomachine.

### Etat de la technique

[0002] Les compresseurs axiaux sont bien connus en soi et sont utilisés dans plusieurs types d'applications. En particulier, ils sont utilisés dans les turboréacteurs.

[0003] Ces compresseurs basse ou haute pression comportent plusieurs étages d'aubes tournantes qui sont séparés par des étages redresseurs qui ont pour but de repositionner le vecteur vitesse du fluide sortant de l'étage précédent avant de l'envoyer vers l'étage suivant.

[0004] Ces étages redresseurs sont constitués essentiellement d'aubes fixes reliant une virole extérieure à une virole intérieure, toutes deux concentriques et délimitant la zone d'écoulement d'air ou veine aérodynamique.

[0005] Deux grands types d'architecture d'assemblage des aubes fixes à la virole extérieure existent. D'une part, l'architecture où la plate-forme de l'aube est rivetée à la virole extérieure du côté opposé à la veine aérodynamique; une telle architecture est illustrée à la figure 3 du brevet US 6,543,995 B1. D'autre part, l'architecture où la plate-forme de l'aube est fixée à la virole extérieure du côté de la veine aérodynamique. Dans ce dernier cas, la plate-forme est soit attachée par un système d'encoches, soit soudée ou boulonnée comme illustré à la figure 2, soit encore rivetée. Des exemples de telles réalisations sont visibles respectivement dans les documents US 5,584,654 A, US 5,474,419 A, EP 1 936 121 A1 et EP 0 953 729 B1.

[0006] Sauf dans le cas où les aubes sont soudées à la virole extérieure, les contacts entre la plate-forme de l'aube et la virole extérieure peuvent être respectivement de type plan-courbe, courbe-courbe ou plan-plan.

[0007] L'inconvénient des assemblages de type plan-courbe ou courbe-courbe est que les deux surfaces en contact ne s'épousent pas parfaitement. Dans le cas d'un contact de type plan-courbe, on peut aisément comprendre que les deux surfaces ne s'épousent pas parfaitement. Dans le cas d'un contact de type courbe-courbe, les tolérances de fabrication sont telles que les deux surfaces n'ont pas exactement le même rayon de courbure et, par conséquent, ne s'accommodent pas parfaitement l'une de l'autre.

[0008] S'il n'y a pas une bonne jonction entre les deux surfaces autour du point de fixation, cela peut induire en cas de vibrations une usure prématurée entre les deux surfaces, appelée « fretting ». Pour éviter ce phénomène, il est nécessaire d'appliquer une précontrainte lors de la fixation de la plate-forme d'aube à la virole.

[0009] Un contact de type plan-plan où les deux surfaces s'accommodent parfaitement l'une de l'autre permet de réduire les contraintes induites lors de l'assemblage et d'éviter une instabilité du positionnement de l'aube autour du point de fixation.

[0010] La demande EP 1 801 357 A1 présente un aubage statorique de turbomachine comportant une couronne d'aubes fixes, montées sur une virole extérieure, chaque aube comportant une plate-forme destinée à être fixée à la virole extérieure. L'aubage est caractérisé par le fait que la virole extérieure comporte une pluralité de logements individuels pour les plate-formes, usinés dans l'épaisseur de la virole, la forme de chaque logement étant complémentaire de celle de la plate-forme correspondante. Selon une forme de réalisation préférée, les logements se présentent sous forme d'évidements à fonds plats et les plate-formes se présentent sous la forme de plaque.

[0011] Le brevet US 6,543,995 B1 présente un redresseur où le contact entre la plate-forme de l'aube et la virole extérieure est de type plan-plan. Des facettes planes sont usinées sur la virole extérieure et disposées de manière circonférentielle du côté opposé à la veine aérodynamique, et les plate-formes des aubes présentent une surface plane sur leur face intérieure (du côté de la pale). Le contact entre la plate-forme de l'aube et la virole extérieure s'effectue du côté opposé à la veine aérodynamique. Une telle architecture d'assemblage nécessite d'usiner une série de larges ouvertures dans la virole extérieure afin de permettre le passage de l'aube à travers cette dernière.

[0012] Ces larges ouvertures ont pour inconvénient de fragiliser le matériau constituant la virole extérieure. De plus, l'architecture de redresseur divulguée nécessite l'utilisation d'un matériau élastomère pour combler les interstices entre le profil de l'aube et les ouvertures dans la virole extérieure; ceci afin d'obtenir une surface parfaitement lisse du côté de la veine aérodynamique.

### Buts de l'invention

[0013] La présente invention vise à fournir une solution qui permette de s'affranchir des inconvénients de l'état de la technique.

[0014] La présente invention vise plus particulièrement à fournir une architecture d'assemblage aube-virole extérieure où les contraintes d'assemblage sont réduites.

[0015] La présente invention a également pour but de fournir une architecture d'assemblage aube-virole extérieure où les seules ouvertures dans la virole extérieure sont celles requises par les systèmes de fixation (rivets, boulons, "lockbolt"...).

[0016] La présente invention vise également à fournir une architecture d'assemblage aube-virole extérieure où les plate-formes sont disposées de manière à améliorer les performances aérodynamiques.

### Principaux éléments caractéristiques de l'invention

**[0017]** La présente invention divulgue un étage redresseur de turbomachine comportant un ensemble d'aubes fixes reliant une virole intérieure à une virole extérieure, lesdites aubes fixes comportant des plate-formes de fixation présentant des surfaces planes coopérant avec une pluralité de facettes planes juxtaposées, lesdites facettes planes se trouvant sur la face interne de la virole extérieure afin d'assurer une fixation avec un contact de type plan/plan entre les aubes fixes et la virole extérieure.

**[0018]** Selon des modes particuliers de l'invention, l'étage redresseur comporte au moins une ou une combinaison appropriée des caractéristiques suivantes :

- la virole extérieure est formée par une pluralité de segments plans juxtaposés.
- les plate-formes sont disposées côte à côte afin d'offrir une surface continue sans aspérité au flux d'air.
- la virole extérieure est réalisée en matériau composite.
- les seules ouvertures dans la virole extérieure sont celles requises pour les systèmes de fixation des plate-formes des aubes à la face interne de la virole extérieure.
- les systèmes de fixation comportent une attache boulonnée.
- l'attache boulonnée comporte une tige filetée solidaire de l'aube, ladite tige traversant la virole extérieure pour être boulonnée sur la face externe de la virole extérieure par un écrou.
- l'attache boulonnée comprend une bride en L intégrée à la plate-forme de l'aube et ladite bride est boulonnée à une bride d'assemblage des viroles extérieures.
- les systèmes de fixation comprennent des rivets ou des "lockbolts".
- les plate-formes des aubes sont collées aux facettes planes ou segments plans de la virole extérieure réalisée en matériau composite.
- les systèmes de fixation sont une combinaison de rivets, d'attaches boulonnées et de "lockbolts".

**[0019]** La présente invention divulgue également un procédé de fabrication d'un étage redresseur de turbomachine selon la revendication 4 comportant une étape de moulage par transfert de résine ou une étape de coulage ("cocuring") par transfert de résine pour l'assemblage de la virole extérieure aux aubes fixes.

### Brève description des figures

**[0020]** La figure 1 représente une coupe d'une partie d'un turbocompresseur.

**[0021]** La figure 2 représente une vue tridimensionnelle de deux types d'assemblage aube-virole extérieure selon l'état de la technique.

**[0022]** La figure 3 représente deux vues tridimensionnelles d'un contact entre une plate-forme d'aube et une virole extérieure selon l'invention.

**[0023]** La figure 4 représente une vue tridimensionnelle du boulonnage de la plate-forme d'aube à la virole extérieure selon l'invention.

**[0024]** La figure 5 représente une vue tridimensionnelle du boulonnage de la plate-forme d'aube à la virole extérieure selon une autre configuration de l'invention.

**[0025]** La figure 6 représente une vue tridimensionnelle des plate-formes d'aubes fixées à la virole extérieure au moyen de "lockbolts" selon l'invention.

### Légende :

**[0026]**

- (1) Bride d'assemblage entre viroles extérieures
- (2) Aubes fixes
- (3) Aubes mobiles
- (4) Virole intérieure
- (5) Virole extérieure
- (6) Abradable
- (7) Plateforme
- (8) Plateforme avec bride intégrée
- (9) "Lockbolt"
- (10) Segment plan de la virole extérieure
- (11) Attache boulonnée

### Description détaillée de l'invention

**[0027]** La présente invention concerne une architecture d'assemblage des aubes de redresseur à la virole extérieure dans un turbocompresseur.

**[0028]** La figure 1 montre une coupe d'une partie d'un turbocompresseur où on peut y voir les aubes rotatives 3 entraînées par l'arbre du compresseur et les aubes de redresseur 2 fixées aux viroles intérieure 4 et extérieure 5.

**[0029]** Dans la présente invention, la virole extérieure, au lieu d'être une surface courbe continue, est constituée d'une pluralité de facettes planes disposées du côté de la veine aérodynamique; les facettes planes étant juxtaposées.

**[0030]** Selon une variante de réalisation de l'invention, la virole extérieure est formée d'une pluralité de facettes planes du côté de la veine aérodynamique et du côté opposé à la veine aérodynamique. Dans ce cas, on parlera d'une virole extérieure constituée d'une pluralité de segments plans, ces derniers étant également juxtaposés.

**[0031]** Par la suite, on utilisera indifféremment face interne de la virole extérieure ou du côté de la veine aérodynamique. On utilisera également indifféremment face externe de la virole extérieure ou du côté opposé à la veine aérodynamique.

**[0032]** De préférence, la virole extérieure est en matériau composite et obtenue par une technique de moulage par transfert de résine (Resin Transfer Moulding -

RTM).

**[0033]** Pour établir un contact de type plan-plan entre l'aube et les facettes planes ou segments plans de la virole extérieure, les aubes comportent une plate-forme présentant une surface plane du côté opposé à la pale de l'aube.

**[0034]** Selon l'invention, le contact entre la plateforme de l'aube et les facettes planes ou segments plans de la virole extérieure s'effectue exclusivement du côté de la veine aérodynamique.

**[0035]** La figure 3 illustre le contact de type plan-plan entre la plate-forme 7 de l'aube 2 et les segments plans 10 de la virole extérieure sur la face interne de la virole extérieure.

**[0036]** Les plate-formes 7 sont disposées côte à côte afin d'offrir une surface continue sans aspérité au flux d'air ce qui permet d'améliorer les performances aérodynamiques par rapport à une configuration soudée où le cordon de soudure débouche dans la veine.

**[0037]** Les seules ouvertures requises dans la virole extérieure sont celles pour les systèmes de fixation de la plate-forme de l'aube à la face interne de la virole extérieure.

**[0038]** Selon une forme particulière de réalisation de l'invention, le système de fixation est une attache boulonnée 11 (voir figures 4 et 5). Le boulonnage s'effectue au niveau des facettes planes ou segments plans de la virole extérieure ou au niveau des brides prévues pour l'assemblage des viroles entre elles.

**[0039]** La figure 4 présente la première configuration. Une tige filetée solidaire de l'aube traverse la virole et est boulonnée à la virole extérieure par un écrou du côté opposé à la veine aérodynamique.

**[0040]** Selon la seconde configuration de la figure 5, une bride 8 en L est solidaire de la plate-forme de l'aube et boulonnée par liaison avec la bride d'assemblage 1 des viroles extérieures 5 (voir également la figure 1). Un « lockbolt » 9 maintient en outre la plate-forme de l'aube en contact avec la facette ou segment plan de la virole extérieure.

**[0041]** Selon une autre forme de réalisation présentée à la figure 6, les plate-formes des aubes sont assemblées aux facettes ou segments plans de la virole extérieure uniquement au moyen de "lockbolts". Dans l'exemple illustré, chaque plate-forme est fixée au segment plan 10 de la virole extérieure au moyen de deux "lockbolts" 9.

**[0042]** En variante, les plate-formes sont fixées au moyen de rivets (non représenté).

**[0043]** Selon d'autres formes de réalisation, les aubes peuvent être fixées au moyen de systèmes de fixation combinant attaches boulonnées, rivets et "lockbolts".

**[0044]** L'invention présente l'avantage que seulement un ou deux éléments de fixation, à savoir l'attache boulonnée, le rivet ou le "lockbolt", sont requis pour fixer une plate-forme d'aube à une facette plane ou à un segment plan de la virole extérieure.

**[0045]** Selon une autre variante de réalisation de l'invention, les plate-formes sont collées à la virole extérieure

ou encore la plate-forme de l'aube est assemblée à la virole extérieure par co-moulage ("cocuring" en anglais). Cette dernière technique d'assemblage est basée sur le procédé RTM et consiste à réaliser simultanément les pièces composites (aube et virole extérieure) et la jonction entre les deux pièces.

#### Avantages de l'architecture d'assemblage selon l'invention.

**[0046]** Le contact plan-plan permet une réduction des contraintes d'assemblage.

**[0047]** La réduction des contraintes statiques lors de l'assemblage permet l'utilisation de matériaux composites pour la virole extérieure et d'alliages légers ou composites pour les aubes et par conséquent, une réduction de la masse.

**[0048]** Dans le cadre de la fabrication d'une virole extérieure en composite par la technique de moulage par transfert de résine (RTM), les facettes planes ou segments plans sont directement moulés à cotes finies, ce qui réduit fortement les opérations d'usinage par rapport aux gammes de fabrication de l'état de l'art US 6,543,995 B1 où les facettes planes ou segments plans sont fraisées hors d'une pièce ébauchée par tournage et où il faut fraiser les ajours et perçages.

**[0049]** Les lignes de jonction entre plate-formes d'aubes ne sont pas parallèles au vecteur vitesse du flux d'air, ce dernier étant de biais par rapport aux lignes de jonction. Ceci a pour avantage de restreindre les lignes de fuite par rapport à une configuration où le vecteur vitesse du flux d'air est parallèle aux lignes de jonction, comme c'est le cas dans l'état de l'art US 6,543,995 B1, et donc de minimiser les perturbations au niveau aérodynamique.

**[0050]** La présence de plate-formes jointives du côté de la veine aérodynamique permet de réduire la surface de contact entre le flux d'air et la virole extérieure ce qui engendre une réduction de l'érosion de cette dernière.

**[0051]** De même, la présence de plate-formes jointives assure une bonne étanchéité sans recourir à l'utilisation de matériau élastomère.

**[0052]** Les seules ouvertures requises dans la virole extérieure sont celles pour les trous de fixation. Dans le cas d'un assemblage par collage ou co-moulage, la virole extérieure est exempte de toute ouverture.

**[0053]** La suppression des larges ouvertures dans la virole extérieure a pour avantage de ne pas diminuer la résistance structurelle de la virole. Ceci présente plus particulièrement un avantage pour les viroles en composite à fibres longues où les ouvertures dans la virole sectionnent les fibres et diminuent donc particulièrement la résistance mécanique du matériau.

**[0054]** En cas de perte d'aube de soufflante (Fan Blade Out), la suppression des grandes ouvertures et le fait que les plate-formes soient fixées sur la face interne de la virole extérieure permet de confiner l'écrasement des aubes au sein du compresseur basse pression.

**[0055]** Grâce à ce système d'interface aube/virole extérieure, le montage des aubes est parfaitement interchangeable, c'est-à-dire que la plate-forme et le système de fixation peuvent être identiques tout en ayant des profils ou matériaux d'aubes différents.

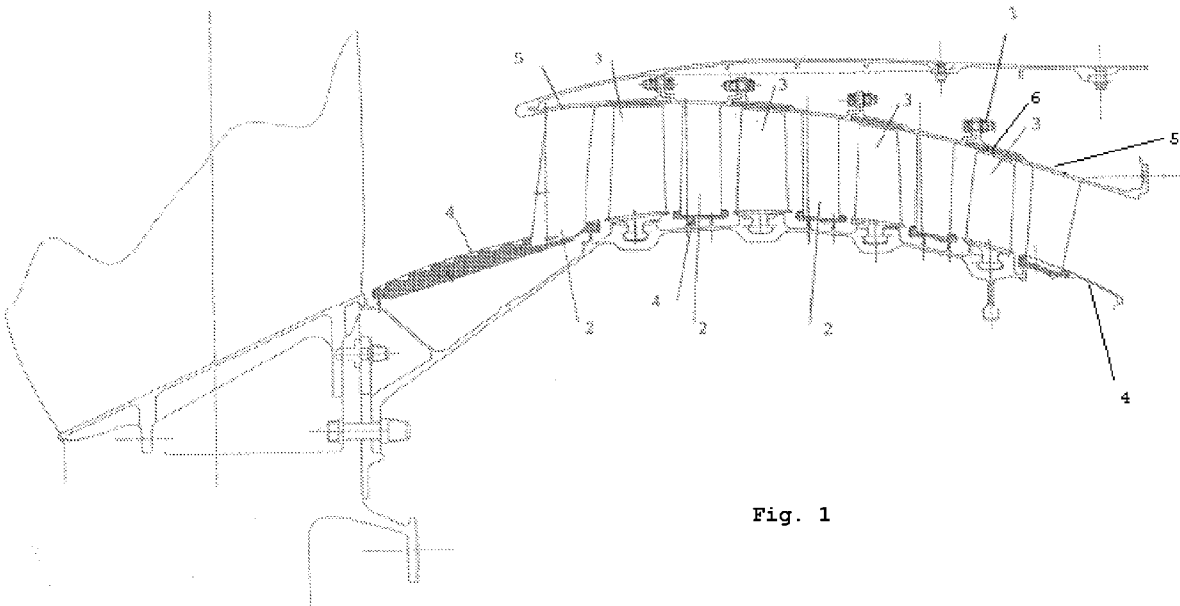
**[0056]** Le système de fixation étant mécanique, cette solution représente un avantage pour le démontage et remontage des aubes lors d'une réparation, par rapport à une configuration soudée.

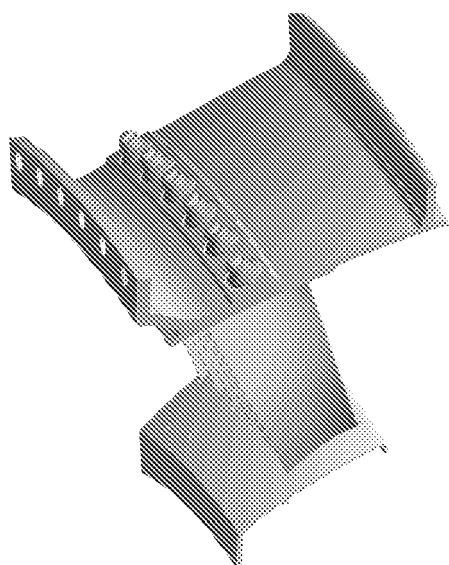
## Revendications

1. Etage redresseur de turbomachine comportant un ensemble d'aubes fixes (2) reliant une virole intérieure (4) à une virole extérieure (5), **caractérisé en ce que** lesdites aubes fixes (2) comportent des plate-formes (7) de fixation présentant des surfaces planes coopérant avec une pluralité de facettes planes juxtaposées, lesdites facettes planes se trouvant sur la face interne de la virole extérieure (5) afin d'assurer une fixation avec un contact de type plan/plan entre les aubes fixes (2) et la virole extérieure (5). 15
2. Etage redresseur de turbomachine selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** la virole extérieure (5) est formée par une pluralité de segments plans (10) juxtaposés. 25
3. Etage redresseur de turbomachine selon la revendication 1 ou 2 **caractérisé en ce que** lesdites plate-formes (7) sont disposées côte à côte afin d'offrir une surface continue sans aspérité au flux d'air. 30
4. Etage redresseur de turbomachine selon l'une quelconque des revendications précédentes **caractérisé en ce que** la virole extérieure (5) est réalisée en matériau composite. 35
5. Etage redresseur de turbomachine selon l'une quelconque des revendications précédentes **caractérisé en ce que** les seules ouvertures dans la virole extérieure (5) sont celles requises pour des systèmes de fixation des plate-formes (7) des aubes (2) à la face interne de la virole extérieure (5). 40 45
6. Etage redresseur de turbomachine selon la revendication 5 **caractérisé en ce que** les systèmes de fixation comportent une attache boulonnée (11). 50
7. Etage redresseur de turbomachine selon la revendication 6 **caractérisé en ce que** l'attache boulonnée (11) comporte une tige filetée solidaire de l'aube (2), ladite tige traversant la virole extérieure (5) pour être boulonnée sur la face externe de la virole extérieure par un écrou. 55
8. Etage redresseur de turbomachine selon la reven-

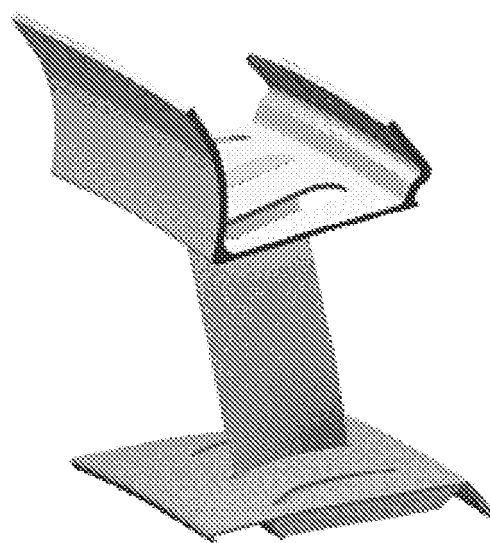
dication 6 **caractérisé en ce que** l'attache boulonnée comprend une bride (8) en L intégrée à la plate-forme (7) de l'aube (2) et **en ce que** ladite bride (8) est boulonnée à une bride d'assemblage (1) des viroles extérieures (5).

9. Etage redresseur de turbomachine selon la revendication 5 **caractérisé en ce que** les systèmes de fixation comprennent des rivets ou des "lockbolts" (9).
10. Etage redresseur de turbomachine selon la revendication 4 **caractérisé en ce que** les plate-formes (7) des aubes (2) sont collées aux facettes planes ou segments plans (10) de la virole extérieure (5) réalisée en matériau composite.
11. Etage redresseur de turbomachine selon les revendications 7, 8 ou 9 **caractérisé en ce que** les systèmes de fixation sont une combinaison de rivets, d'attaches boulonnées et de "lockbolts" (9).
12. Procédé de fabrication d'un étage redresseur de turbomachine selon la revendication 4 comportant une étape de moulage par transfert de résine.
13. Procédé de fabrication d'un étage redresseur de turbomachine selon la revendication 4 comportant une étape de co-moulage ("cocuring") par transfert de résine pour l'assemblage de la virole extérieure aux aubes fixes.





Architecture boulonnée



Architecture soudée

Fig. 2

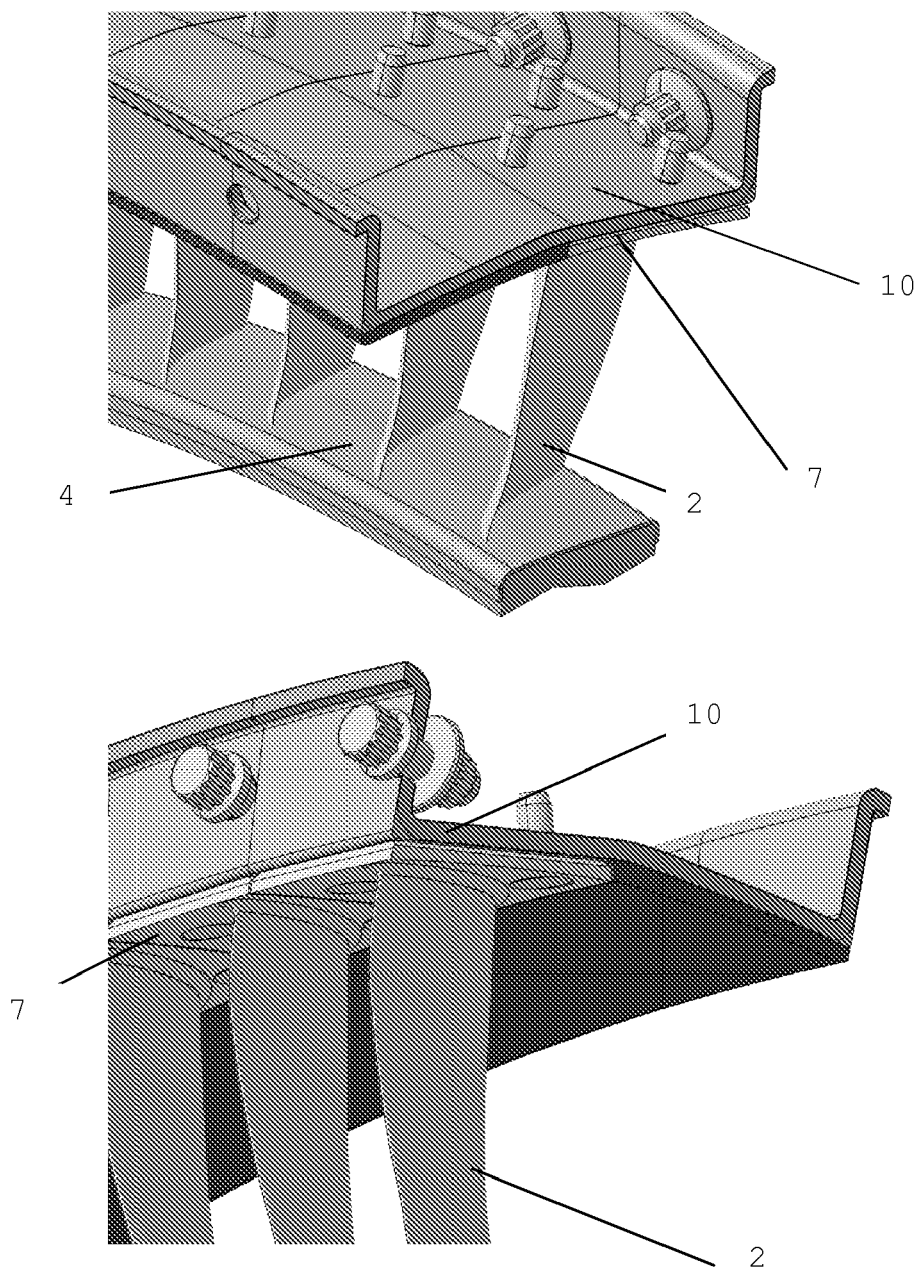


Fig. 3



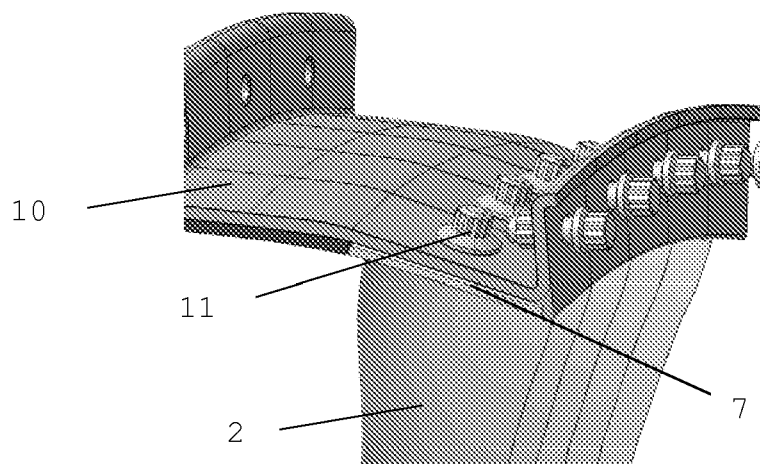


Fig. 4

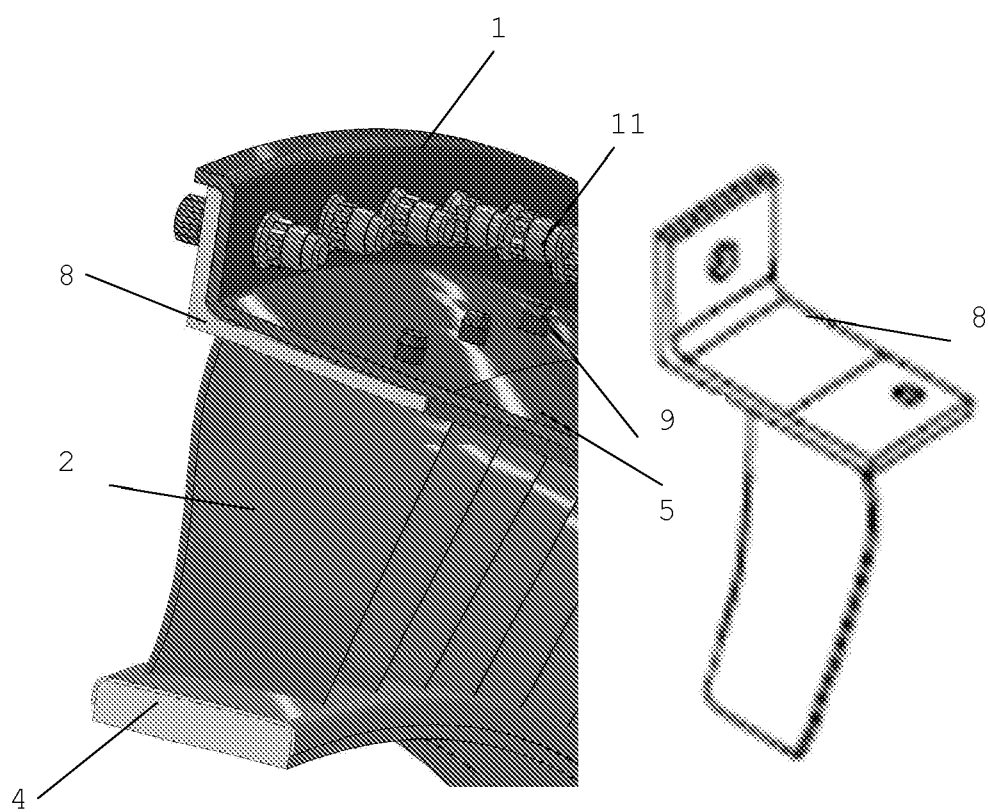


Fig. 5

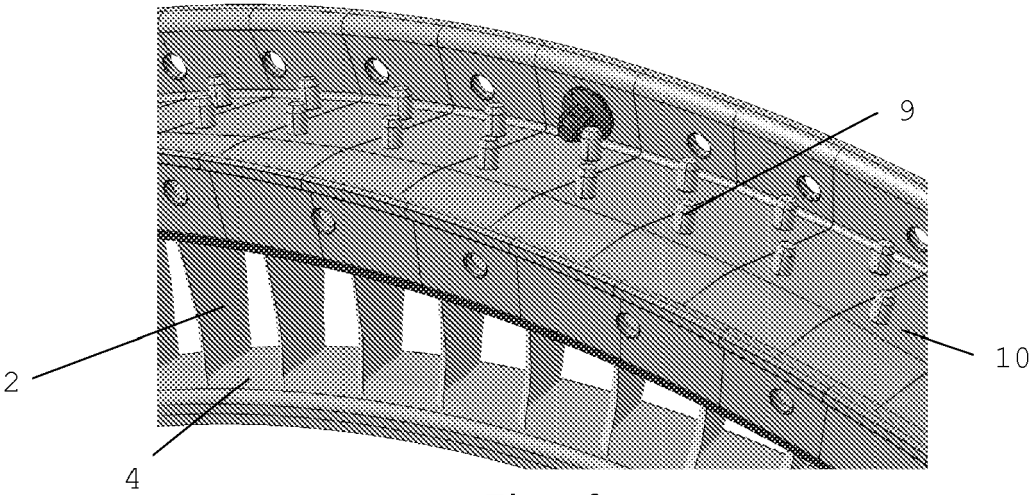


Fig. 6



## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 08 17 2599

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A,D	EP 1 801 357 A (TECHSPACE AERO [BE]) 27 juin 2007 (2007-06-27) * colonne 4, alinéa 23 - colonne 4, alinéa 26; figures 1-3 *	1-13	INV. F01D9/04
A,D	US 6 543 995 B1 (HONDA KEITH T [US] ET AL) 8 avril 2003 (2003-04-08) * colonne 4, ligne 24 - colonne 4, ligne 53 * * colonne 5, ligne 54 - colonne 6, ligne 9 *	1-13	
A	EP 1 167 693 A (GEN ELECTRIC [US]) 2 janvier 2002 (2002-01-02) * colonne 4, alinéa 26; figures 2-4 *	1-13	
A	DE 14 76 928 A1 (BERGMANN BORSIG VEB) 31 juillet 1969 (1969-07-31) * page 2, alinéa 3 - page 3, alinéa 2; revendication 1; figure 1 *		
A	WO 2008/000014 A (FISCHER ADV COMPONENTS GMBH [AT]; LUTZ ANDREAS [AT]; WETTEMANN THOMAS) 3 janvier 2008 (2008-01-03) * page 5, alinéa 3 - page 5, alinéa 4 *	12,13	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) F01D
3 Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 9 juin 2009	Examineur Rau, Guido
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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 intermédiaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P0402)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 08 17 2599

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

09-06-2009

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1801357	A	27-06-2007	US 2007147993 A1	28-06-2007
US 6543995	B1	08-04-2003	DE 60032840 T2	16-05-2007
			EP 1079074 A2	28-02-2001
			JP 2001065499 A	16-03-2001
EP 1167693	A	02-01-2002	CN 1330208 A	09-01-2002
			DE 60120279 T2	24-05-2007
			JP 2002061600 A	28-02-2002
			US 6371725 B1	16-04-2002
DE 1476928	A1	31-07-1969	AUCUN	
WO 2008000014	A	03-01-2008	AT 503840 A1	15-01-2008
			CA 2652953 A1	03-01-2008
			EP 2035658 A2	18-03-2009

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

**RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION**

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

**Documents brevets cités dans la description**

- US 6543995 B1 [0005] [0011] [0048] [0049]
- US 5584654 A [0005]
- US 5474419 A [0005]
- EP 1936121 A1 [0005]
- EP 0953729 B1 [0005]
- EP 1801357 A1 [0010]