

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 06.02.23.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 09.08.24 Bulletin 24/32.

56 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : SAFRAN AIRCRAFT ENGINES  
*Société par actions simplifiée — FR.*

72 Inventeur(s) : COUSSEAU Simon Jean-Marie  
Bernard, DURAND Yannick et LAWNICZEK Baptiste  
Dorian.

73 Titulaire(s) : SAFRAN AIRCRAFT ENGINES Société  
par actions simplifiée.

74 Mandataire(s) : Cabinet CAMUS LEBKIRI.

54 Ensemble de rotor à plateformes indépendantes et procédé de montage d'un tel rotor.

57 Ensemble de rotor à plateformes indépendantes et  
procédé de montage d'un tel rotor

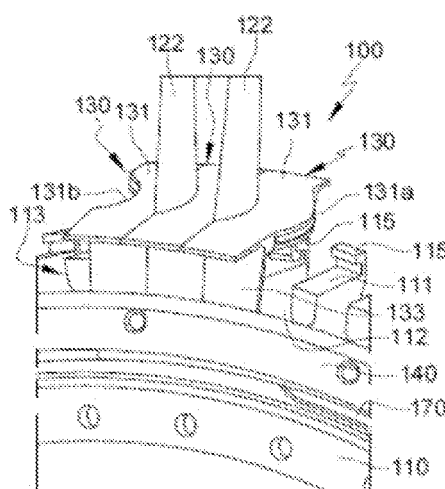
L'invention concerne un ensemble de rotor de turbine de  
turbomachine comportant:

un disque de rotor centré sur un axe X et présentant des  
alvéoles, des aubes mobiles comprenant chacune un pied  
monté dans une alvéole, une pluralité de plateformes de  
maintien des aubes mobiles dans les alvéoles du disque, et  
un flasque de maintien des aubes mobiles dans les alvéoles,

chaque plateforme comportant:

une paroi de veine délimitant une veine d'écoulement  
des gaz, un crochet aval en forme de L avec une portion ver-  
ticale s'étendant radialement depuis la paroi de veine et une  
portion horizontale logée dans un crochet de maintien posi-  
tionné au sommet d'une dent du disque; et un crochet amont  
s'étendant sensiblement radialement depuis une zone  
amont de la paroi de veine et maintenu axialement entre le  
flasque et le disque.

Figure à publier avec l'abrégé : Figure 3



## **Description**

### **Titre de l'invention : Ensemble de rotor à plateformes indépendantes et procédé de montage d'un tel rotor**

#### **DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION**

[0001] La présente invention concerne un ensemble de rotor de turbine dont les plateformes des aubes mobiles sont indépendantes des pales desdites aubes mobiles. Elle concerne également un procédé de montage de ces aubes mobiles dans le disque de rotor.

[0002] L'invention trouve des applications dans le domaine de l'aéronautique et, en particulier, dans le domaine des turbines basse pression des turbomachines pour avions.

#### **ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE DE L'INVENTION**

[0003] De façon connue, une turbine basse pression (BP) comprend plusieurs roues à aubes successives, séparées par des étages distributeurs. Une roue à aube, appelée aussi roue, comprend des aubes dites « mobiles » et un disque de rotor. Chaque aube mobile comporte généralement une pale prolongée par un pied d'aube. La périphérie externe du disque de rotor comporte des rainures de montage, appelées alvéoles, qui s'étendent selon des directions sensiblement axiales (c'est-à-dire avec un angle pouvant atteindre quelques degrés par rapport à la direction axiale). Chaque alvéole est conçue de façon à recevoir le pied d'une aube mobile monté par emmanchement dans ladite alvéole.

[0004] Classiquement, les aubes mobiles comportent chacune une plateforme s'étendant circumférentiellement autour de la pale de l'aube, dans un plan sensiblement perpendiculaire au plan contenant la pale. Les plateformes sont conçues pour former, avec les plateformes des autres aubes mobiles, une veine interne dans laquelle circulent les gaz chauds traversant la turbine. Sur des aubes classiques, généralement issues de fonderie, la plateforme est intégrée à l'aube mobile, c'est-à-dire qu'elle est fabriquée d'une seule pièce avec la pale et le pied d'aube.

[0005] Habituellement, il est prévu un premier anneau de rétention axiale, ou flasque, agencé sur la face amont du disque de turbine et un second anneau de rétention axiale, agencé sur la face aval du disque de turbine. Ces anneaux forment des butées axiales pour les pieds des aubes logés dans les alvéoles. Un exemple d'une portion de turbine BP comportant trois roues à aubes 1 a, 1 b, 1 c selon l'état de la technique est représenté sur la [Fig.1]. Les roues à aubes 1a, 1b, 1c sont séparées les unes des autres par des distributeurs 7, 8 équipés chacun d'une virole 9, 10 formant la paroi interne de la veine du flux F. Chaque roue à aubes 1 a, 1 b, 1 c, comprend un disque tournant autour de l'axe central de la turbine, schématisé par l'axe X, et comportant une jante périphérique extérieure 2a, 2b, 2c, à laquelle les aubes sont fixées par leur pied 3a, 3b, 3c. En particulier, une première roue 1a comporte une aube mobile 4a montée

axialement, par son pied 3a, dans une alvéole 6a de la jante 2a du disque. Le pied 3a de l'aube 4a est bloqué axialement, vers l'amont, par un flasque annulaire 13 et, vers l'aval, par un flasque annulaire 14, les flasques 13 et 14 étant de types différents.

- [0006] De nos jours, les aubes mobiles de turbines, et notamment de turbines BP (basse pression) sont souvent réalisées dans un matériau composite à matrice céramique (CMC) qui présente l'avantage d'être léger. Les aubes en CMC sont donc plus légères que les aubes métalliques classiques. Toutefois, la fabrication des aubes en CMC avec crochet de maintien est complexe car elle fait appel à un tissage et nécessite de former sur l'aube, au niveau de la plateforme 5a, 5b, 5c située entre la pale et le pied 3a, 3b, 3c de l'aube, deux couches de texture dont l'une constitue la surface délimitant la veine d'air et le crochet et l'autre sert à l'anti-bascule de l'aube et au recouvrement aval.
- [0007] Pour répondre à cette problématique, il a été proposé de dissocier la plateforme de la pale et du pied de l'aube. Cependant, le fait que les plateformes soient indépendantes de l'ensemble pale et pied d'aube engendre un problème de reprise de l'effort centrifuge. En effet, chaque plateforme est portée par les deux ensembles pales et pieds d'aube (appelés par la suite aubes) adjacents, par exemple, au moyen d'un épaulement de retenue reposant sur chacune des deux aubes circonférentiellement adjacentes. L'effort centrifuge de chaque plateforme est alors repris par les deux aubes circonférentiellement adjacentes : l'effort centrifuge transite par le pied d'aube et l'attache aube-disque de chacune des deux aubes adjacentes pour être reprise par le disque. L'attache aube-disque est donc chargée, en plus de l'effort centrifuge de l'aube elle-même, par l'effort centrifuge de la plateforme. Comme l'effort centrifuge de la plateforme n'est pas négligeable devant celui de l'aube, la charge de l'attache aube-disque augmente donc de façon non négligeable.
- [0008] Une solution pour alléger cette charge aube-disque pourrait être d'utiliser des attaches aube-disque en forme de pieds de sapin (c'est-à-dire à plusieurs étages de portées). Or l'état actuel de la technique sur les aubes en CMC ne permet pas la fabrication d'attaches aube-disque en pied de sapin. Les connaissances actuelles limitent l'attache à la forme plus simple dite « en queue d'aronde ». Il n'est donc pas possible d'augmenter la capacité de l'attache aube-disque en rajoutant un étage de portée.
- [0009] Pour réaliser une turbine BP à aubes en CMC et plateformes indépendantes, il est donc nécessaire de respecter la limite à l'effort centrifuge admissible d'une attache aube-disque, cette limite étant déterminée en fonction du rayon d'implantation, du nombre d'aubes et de la corde en pied de l'aube.
- [0010] Il existe donc un réel besoin d'une technologie permettant de limiter le chargement mécanique de l'attache aube-disque pour des aubes en CMC à plateformes indépendantes (par opposition aux plateformes intégrées).

## Résumé de l'invention

- [0011] Pour répondre aux problèmes évoqués ci-dessus de reprise des efforts centrifuges de la plateforme par l'attache aube-disque, le demandeur propose une plateforme équipée d'un crochet aval ancré au sommet d'une dent du disque et d'un crochet amont maintenu axialement par un flasque.
- [0012] Dans la description qui suit, les termes « amont » et « aval » sont définis par rapport au sens d'écoulement de l'air depuis l'entrée de l'air dans la turbine BP vers la sortie de l'air hors de la turbine BP. Autrement dit, l'amont et l'aval s'entendent selon un axe central X vis-à-vis de la direction générale des gaz en fonctionnement.
- [0013] Dans la description, le terme « extérieur » désigne les surfaces ou parties de pièces les plus éloignées de l'axe central X de la veine d'air de la turbomachine (c'est-à-dire l'axe de rotation des aubes de la soufflante), par opposition au terme « intérieur » qui désigne les surface et parties de pièces les plus proches dudit axe central X.
- [0014] Selon un premier aspect, l'invention concerne un ensemble de rotor de turbine de turbomachine d'axe X comportant :
- un disque de rotor centré sur l'axe X et présentant des alvéoles qui débouchent à la périphérie externe du disque, deux alvéoles circonférentiellement adjacentes délimitant une dent du disque, et
  - des aubes mobiles comprenant chacune un pied monté dans une des alvéoles du disque et une pale qui prolonge le pied,
  - une pluralité de plateformes de maintien des aubes mobiles dans les alvéoles du disque, chaque plateforme étant montée circonférentiellement entre deux aubes mobiles circonférentiellement adjacentes, et
  - un flasque de maintien des aubes mobiles dans les alvéoles.
- [0015] Cet ensemble de rotor est caractérisé par le fait que chaque plateforme comporte :
- une paroi de veine configurée pour délimiter une veine d'écoulement des gaz de la turbomachine,
  - un crochet aval en forme de L avec la portion verticale du L s'étendant radialement depuis la paroi de veine et la portion horizontale du L logée dans un crochet de maintien correspondant positionné au sommet d'une dent du disque ; et
  - un crochet amont s'étendant sensiblement radialement depuis une zone amont de la paroi de veine et maintenu axialement entre le flasque et le disque.
- [0016] Les plateformes de cet ensemble de rotor sont conçues pour permettre une reprise des efforts centrifuges des plateformes sur le disque (contrairement à l'état de la technique où les efforts centrifuges sont repris par l'attache aube-disque), ce qui permet de limiter le chargement mécanique de l'attache aube-disque.

[0017] Outre les caractéristiques qui viennent d'être évoquées dans le paragraphe précédent, l'ensemble de rotor selon un aspect de l'invention peut présenter une ou plusieurs caractéristiques complémentaires parmi les suivantes, considérées individuellement ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles :

- le crochet amont de chaque plateforme s'étend au moins partiellement le long d'une face amont du disque, entre ladite face amont du disque et le flasque.
- le crochet amont de chaque plateforme est en forme de L inversé avec une portion verticale du L inversé s'étendant sensiblement radialement depuis la paroi de veine et une portion horizontale du L inversé s'étendant sensiblement perpendiculairement depuis la portion verticale du L inversé et logée dans une rainure du flasque.
- le crochet amont de chaque plateforme est en forme de L avec une portion verticale du L s'étendant sensiblement radialement depuis la paroi de veine et une portion horizontale du L s'étendant sensiblement perpendiculairement depuis la portion verticale du L et logée dans une nervure de la face amont du disque.
- le crochet amont de chaque plateforme est en forme de L avec une portion verticale du L s'étendant sensiblement radialement depuis la paroi de veine et une portion horizontale du L s'étendant sensiblement perpendiculairement depuis la portion verticale du L et logée dans une patte de maintien au sommet de la dent du disque.
- le crochet aval de chaque plateforme s'étend depuis une zone aval de la paroi de veine, radialement au droit du crochet de maintien de la dent du disque.
- le crochet aval de chaque plateforme s'étend depuis une zone centrale de la paroi de veine, radialement au droit du crochet de maintien de la dent du disque.
- il comporte un anneau de retenue axiale d'aubes positionné à l'aval du disque.
- la plateforme comporte une paroi radiale s'étendant à l'aval, depuis la paroi de veine jusqu'au sommet d'une dent du disque.
- chaque plateforme comporte un bord d'extrémité circonférentielle de forme complémentaire de la forme d'une pale de l'aube mobile, un jonc d'étanchéité étant logé dans un évidement de chaque bord d'extrémité circonférentielle.
- il comporte un jonc d'arrêt logé dans une gorge du disque de rotor, à une extrémité radialement interne du flasque, le jonc d'arrêt étant configuré pour solidariser le flasque au disque après montage dudit flasque sur le disque.

[0018] Un deuxième aspect de l'invention concerne une turbomachine, caractérisée en ce qu'elle comporte un ensemble de rotor selon le premier aspect.

[0019] Un troisième aspect de l'invention concerne un procédé de montage d'aubes mobiles

dans des alvéoles d'un disque de rotor, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

- choix d'une première et d'une deuxième plateformes de maintien des aubes mobiles,
- installation d'un joint d'étanchéité dans un évidement d'un bord d'extrémité circonférentielle d'une paroi de veine de chacune des première et deuxième plateformes,
- assemblage de la première et de la deuxième plateformes circonférentiellement de part et d'autre d'une aube mobile,
- assemblage de plateformes successives, les unes à la suite des autres, circonférentiellement de part et d'autre d'aubes mobiles de sorte à former une couronne d'aubes mobiles,
- assemblage de la couronne d'aubes mobiles dans le disque par translation des pieds d'aubes dans des alvéoles du disque depuis une face amont du disque,
- positionnement d'un joint d'arrêt dans une gorge du disque, et
- positionnement du flasque dans la gorge du disque, le long de la face amont du disque.

## **BREVE DESCRIPTION DES FIGURES**

[0020] D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui suit, illustrée par les figures dans lesquelles :

- La [Fig.1], déjà décrite, représente une vue schématique en coupe longitudinale d'une partie d'une turbine BP avec plusieurs roues à aube selon l'état de la technique ;
- La [Fig.2A] représente schématiquement une vue partielle en coupe d'un disque et d'une aube mobile d'un ensemble de rotor de turbine BP selon un mode de réalisation de l'invention, la coupe étant selon la ligne de coupe AA' de la [Fig.2C] ;
- La [Fig.2B] représente schématiquement une vue partielle en coupe d'un disque et d'une aube mobile d'un ensemble de rotor de turbine BP selon le même mode de réalisation que la [Fig.2A], avec une coupe selon la ligne de coupe BB' de la [Fig.2C] ;
- La [Fig.3] représente schématiquement une vue en perspective partielle d'un disque et d'une roue d'aubes d'un ensemble de rotor de turbine BP selon un mode de réalisation de l'invention ;
- Les figures 4A, 4B, 4C et 4D représentent schématiquement des vues en perspective partielle d'un disque et d'une aube mobile d'un ensemble de rotor de turbine BP selon des modes de réalisation différentes des figures 2A et 2B ;

- Les figures 5A et 5B représentent schématiquement une vue en perspective et une vue en coupe d'un jonc d'étanchéité logé dans chaque plateforme de l'ensemble de rotor de turbine BP ; et
- La [Fig.6] représente schématiquement différentes vues en perspectives d'un disque et d'une roue d'aubes d'un ensemble de rotor de turbine BP au cours du procédé de montage de la roue d'aubes dans le disque.

[0021] Sur les figures, les éléments identiques sont repérés par des références identiques. Pour des questions de lisibilité des figures, les échelles de taille entre éléments représentés ne sont pas respectées.

## **DESCRIPTION DETAILLEE**

[0022] Un exemple de réalisation d'un ensemble de rotor de turbine BP est décrit en détail ci-après, en référence aux dessins annexés. Cet exemple illustre les caractéristiques et avantages de l'invention. Il est toutefois rappelé que l'invention ne se limite pas à cet exemple.

[0023] Un exemple d'une partie d'un ensemble de rotor de turbine BP est représenté sur les figures 2A et 2B ainsi que sur la [Fig.3]. En particulier, la [Fig.2A] représente l'ensemble de rotor de turbine BP selon une vue en coupe suivant la ligne de coupe AA' (montrée sur la [Fig.2C]) passant par le sommet d'une dent 111 du disque 110. La [Fig.2B] représente ce même ensemble de rotor de turbine BP selon une vue en coupe suivant la ligne de coupe BB' (montrée en [Fig.2C]) passant par l'alvéole 112 du disque 110. La [Fig.3] représente une vue en perspective d'une portion de disque 110 dans laquelle sont montées deux pales 120.

[0024] Les figures 2A et 2B montrent une partie d'une aube mobile 120 dont la pale 122 s'étend radialement suivant un axe radial R, perpendiculaire à l'axe de rotation X du rotor, et dont le pied 121, ici en forme de queue d'aronde, est logé dans une alvéole 112 du disque 110. Pour rappel, un disque de rotor de turbine BP comporte une pluralité d'alvéoles 112 qui débouchent à la périphérie externe dudit disque et s'étendant axialement entre une face amont 113 et une face aval 114 dudit disque, deux alvéoles 112 successives étant séparées par une dent 111.

[0025] Une plateforme 130, indépendante de l'aube 120, est montée entre les deux pales 122 de deux aubes 120 circonférentiellement consécutives, comme montré sur les figures 2A et 3. La plateforme 130 comporte une paroi principale 131 s'étendant sensiblement axialement (suivant l'axe de rotation X) entre les deux pales 122 pour former une veine de circulation des gaz. La paroi principale 131, ou paroi de veine, est de préférence inclinée de l'amont vers l'aval, par exemple de l'intérieur du rotor vers l'extérieur ou de l'extérieur vers l'intérieur ; pour former une pente de veine plus ou moins forte ; la paroi principale 131 peut alternativement ne pas être inclinée. La paroi principale 131

comprend deux bords d'extrémités circonférentielles 131a, 131b, respectivement, convexe et concave, présentant chacun une courbure adaptée à la courbure des pales 122. En particulier, lorsque qu'une plateforme 130 est disposée entre deux pales 122 circonférentiellement consécutives, le bord convexe 131a épouse la forme de l'intrados d'une des pales et le bord concave 131b épouse la forme de l'extrados de l'autre de ces deux pales de sorte à assurer la continuité de la veine de circulation des gaz.

[0026] Comme montré sur la [Fig.2A], la plateforme 130 comporte un crochet aval 132 et un crochet amont 133. Le crochet aval 132 est une attache, solidaire de la paroi principale 131, dont la section est en forme de L. La forme en L du crochet aval 132 comporte une jambe 132a, ou portion verticale, s'étendant sensiblement radialement depuis la paroi principale 131 vers le disque 110 et un bras 132b, ou portion horizontale, s'étendant sensiblement perpendiculairement depuis la jambe 132a vers l'aval, jusque dans une première patte de maintien 115 positionnée au sommet d'une dent 111 du disque 110. Quelle que soit l'inclinaison de la paroi principale 131 de la plateforme 130, le crochet aval 132a s'étend depuis la paroi principale 131 de la plateforme 130, au droit du crochet de maintien 115 du disque.

[0027] Le crochet amont 133 est une patte, solidaire de la paroi principale 131, qui s'étend radialement depuis la paroi principale 131 le long ou dans la continuité de la face amont 113 du disque 110. Dans certains modes de réalisation décrits ultérieurement, la patte formant le crochet amont 133 est une patte plane et rectiligne. Dans d'autres modes de réalisation, comme celui de la [Fig.2A], la patte formant le crochet amont 133 est recourbée à son extrémité libre (ou extrémité intérieure) et présente une section en forme de L inversé. Dans ces modes de réalisation, le crochet amont 133 comporte une jambe 133a s'étendant sensiblement radialement depuis la paroi principale 131 vers le disque 110 et un bras 133b s'étendant sensiblement perpendiculairement depuis la jambe 133a vers l'amont pour se loger dans une rainure 141 du flasque 140, lui-même solidaire du disque 110. En effet, l'ensemble de rotor 100 comporte un flasque 140, ou anneau de retenue, monté radialement le long de la face amont 113 du disque 110. Ce flasque 140, de forme annulaire, s'étend parallèlement aux alvéoles 112 et aux dents inter-alvéoles 111 du disque 110 sur toute la longueur circonférentielle du disque. Ce flasque 140, dont la forme est classique pour un flasque de turbine BP, comporte un becquet 142 au moins partiellement logé dans une gorge 116 du disque 110. Ce becquet 142 assure l'accroche du flasque 140 sur le disque 110, rendant le flasque solidaire du disque 110. Ainsi monté le long du disque 110, le flasque 140 s'étend en amont de la face amont 113 du disque pour maintenir axialement (de l'aval vers l'amont) les aubes 120 dans le disque 110.

[0028] On comprend ainsi que, dans le mode de réalisation des figures 2A, 2B et 3, la plateforme 130 est solidarisée avec le disque 110, d'une part, directement au moyen du

crochet aval 132 et, d'autre part, indirectement (via le flasque 140) au moyen du crochet amont 133. Une telle architecture de la plateforme 130 permet de reprendre les efforts centrifuges de la plateforme directement sur le disque 110, évitant un chargement mécanique excessif de l'attache aube-disque. Cette reprise des efforts centrifuges de la plateforme présente de plus l'avantage de ne nécessiter aucune pièce supplémentaire aux pièces usuellement utilisées dans un ensemble de rotor de turbine BP puisque le flasque est une pièce usuellement utilisée pour le maintien des aubes ; seul le moyen d'attache de la plateforme est modifié afin que celle-ci soit attachée sur le disque et non sur l'aube mobile.

[0029] Les figures 4A, 4B, 4C et 4D représentent des modes de réalisation différents de celui décrit précédemment en liaison avec les figures 2 et 3. Dans le mode de réalisation de la [Fig.4A], le crochet aval 132 est identique à celui décrit précédemment pour la [Fig.2A] mais le crochet amont 133 diffère quelque peu. En effet, dans ce mode de réalisation, la patte formant le crochet amont 133 est recourbée à son extrémité libre de sorte que le crochet amont présente une section en forme de L avec une jambe 133a s'étendant sensiblement radialement depuis la paroi principale 131 vers le disque 110 et un bras 133c s'étendant sensiblement perpendiculairement depuis la jambe 133a en direction de l'aval. Le bras 133c du crochet amont 133 est conçu pour se loger dans une nervure 117 de la face amont 113 du disque 110. La nervure 117 du disque 110 est positionnée à une hauteur radiale recouverte en amont par le flasque 140 de sorte que, lorsque le bras 133c du crochet amont 133 est en place dans la nervure 117, le crochet amont 133 soit maintenu solidaire du disque 110. Ainsi, dans ce mode de réalisation de la [Fig.4A], la plateforme 130 est solidarisée directement avec le disque 110 à l'amont par le crochet amont 133 et à l'aval par le crochet aval 132. Comme précédemment, l'architecture de la plateforme 130 permet de reprendre les efforts centrifuges de ladite plateforme directement sur le disque 110, sans nécessiter aucune pièce supplémentaire aux pièces usuellement utilisées dans un ensemble de rotor de turbine BP.

[0030] Dans le mode de réalisation de la [Fig.4B], le crochet aval 132 est identique à celui décrit précédemment pour la [Fig.2A] mais le crochet amont 133 diffère quelque peu. Dans ce mode de réalisation, la patte formant le crochet amont 133 est recourbée à son extrémité libre de sorte que le crochet amont présente une section en forme de L avec une jambe 133a s'étendant sensiblement radialement depuis la paroi principale 131 vers le disque 110 et un bras 133d s'étendant sensiblement perpendiculairement depuis la jambe 133a en direction de l'aval. Le bras 133d du crochet amont 133 est conçu pour se loger dans une patte de maintien 118 au sommet de la dent du disque 111. La patte de maintien 118 de la dent 111 du disque 110, qui présente par exemple une section en forme de C inversé, est positionnée au sommet de la dent 111 dans une zone proche de la face amont 113 du disque 110, le crochet de maintien 115 (dont la forme

peut être similaire à celle de la patte de maintien 118) étant positionnée dans une zone proche de la face aval 114 du disque 110. Dans ce mode de réalisation, la surface du flasque 140 peut être radialement plus étendue que la surface d'un flasque usuel de sorte à couvrir la face amont 113 du disque jusqu'au sommet de la dent 111 et au moins jusqu'à la patte de maintien afin, lorsque le bras 133d du crochet amont 133 est en place dans la patte de maintien 118, de maintenir le crochet amont 133 solidaire du disque 110. Comme pour le mode de réalisation de la [Fig.4A], la plateforme 130 est solidarisée directement avec le disque 110 à l'amont par le crochet amont 133 et à l'aval par le crochet aval 132. Comme précédemment, l'architecture de la plateforme 130 permet de reprendre les efforts centrifuges de ladite plateforme directement sur le disque 110, sans nécessiter aucune pièce supplémentaire aux pièces usuellement utilisées dans un ensemble de rotor de turbine BP.

[0031] Dans le mode de réalisation de la [Fig.4C], le crochet aval 132 est sensiblement identique à celui décrit précédemment pour la [Fig.2A] excepté qu'il s'étend depuis une zone sensiblement centrale de la paroi principale 131 (c'est-à-dire une zone qui n'est ni proche de l'extrémité amont de la paroi principale, ni proche de l'extrémité aval de ladite paroi principale) jusqu'au crochet de maintien 115. Ce crochet de maintien 115 est alors positionnée dans une zone sensiblement centrale du sommet de la dent 111 (plus ou moins à mi-distance entre la face amont 113 et la face aval 114 du disque 110). Dans ce mode de réalisation, le crochet amont 133 comporte une patte plane et rectiligne qui s'étend sensiblement radialement depuis la paroi principale 131 vers le disque 110, le long de la face amont 113 du disque 110. Lorsque l'ensemble de rotor est monté, la patte plane formant le crochet amont 133 est alors insérée entre la face amont 113 du disque et le flasque 140. Dans ce mode de réalisation, la surface du flasque 140 est radialement plus étendue que la surface d'un flasque usuel de sorte à couvrir la face amont 113 du disque jusqu'au sommet de la dent 111 et contenir le crochet amont 133 contre la face amont 113 du disque. Comme pour le mode de réalisation de la [Fig.2A], la plateforme 130 est solidarisée avec le disque 110, d'une part, directement au moyen du crochet aval 132 et, d'autre part, indirectement (via le flasque 140) au moyen du crochet amont 133. Pour améliorer son maintien radial, la plateforme 130 peut comporter une paroi radiale 123 s'étendant dans une zone aval de la plateforme, depuis la paroi principale 131 jusqu'au sommet de la dent 111 du disque. Cette paroi radiale s'étend dans la continuité de la face aval 114 du disque, au droit de l'extrémité aval 111a de la dent 111. Comme précédemment, l'architecture de la plateforme 130 de ce mode de réalisation permet de reprendre les efforts centrifuges de ladite plateforme directement sur le disque 110, sans nécessiter aucune pièce supplémentaire aux pièces usuellement utilisées dans un ensemble de rotor de turbine BP.

[0032] Dans le mode de réalisation de la [Fig.4D], le crochet aval 132 et le crochet amont

133 sont identiques à ceux décrits précédemment pour la [Fig.4C]. Dans ce mode de réalisation, un élément de retenue axiale 150 est monté le long de la face aval 114 du disque et de la zone aval du pied d'aube 121 afin d'améliorer le maintien radial de la plateforme 130. Cet élément de retenue axiale 150 peut s'étendre, par exemple, entre une zone de fond 119 du disque 110 et un épaulement 135 dans la paroi principale 131 de la plateforme 130. Cet élément de retenue axiale 150 peut assurer non seulement la fonction de maintien radial de la plateforme 130 mais également de maintien axial de l'aube mobile 120 dans le disque 110. Comme précédemment, l'architecture de la plateforme 130 de ce mode de réalisation permet de reprendre les efforts centrifuges de ladite plateforme directement sur le disque 110.

[0033] Quel que soit le mode de réalisation de la plateforme 130, l'ensemble de rotor 100 peut avantageusement comporter une pluralité de jongs d'étanchéité 160, comme représenté sur la [Fig.5A] et la [Fig.5B]. Il comporte de préférence deux jongs d'étanchéité par aube mobile 120. En effet, un jong d'étanchéité 160 peut être logé dans un évidement 131c réalisé dans chacun des bords d'extrémités circonférentielles 131a et 131b de la paroi principale 131 de la plateforme 130. Chacun des jongs d'étanchéité 160 est conçu pour assurer une étanchéité autour de la pale 122 de l'aube mobile 120 lorsque les plateformes 130 sont montées entre les aubes mobiles. Autrement dit, un jong d'étanchéité 160 est logé dans chaque évidement 131c de la paroi principale 131 de sorte à rendre étanche la jonction entre chacune des plateformes 130 et l'intrados et l'extrados de chacune des pales 122 et, ainsi, assurer l'étanchéité de la veine de circulation des gaz.

[0034] L'ensemble de rotor 100 tel que décrit précédemment est monté par assemblage successif de ses différentes pièces. Quel que soit le mode de réalisation de la plateforme 130, le procédé de montage de l'ensemble de rotor 100 peut comporter, par exemple, les étapes suivantes, représentées sur les dessins A à F de la [Fig.6]. Une première étape consiste à choisir une première et une deuxième plateformes 130 adaptées au maintien des aubes mobiles 120, comme représenté sur le dessin A de la [Fig.6]. Une deuxième étape (dessins B de la [Fig.6]) consiste en l'installation d'un jong d'étanchéité 160 dans un évidement 131c, ou nervure, d'un bord d'extrémité circonférentielle 131a ou 131b de la paroi principale 131 de chacune des plateformes 130. La troisième étape (dessin C de la [Fig.6]) consiste ensuite à assembler la première et de la deuxième plateformes 130 de part et d'autre d'une pale 122 d'aube mobile, le jong d'étanchéité 160 étant alors comprimé entre l'évidement 131c et l'intrados ou l'extrados de la pale 122. Toutes les plateformes 130 sont assemblées circonférentiellement les unes à la suite des autres, circonférentiellement de part et d'autre des pales 122 des aubes mobiles de sorte à former une roue, ou couronne, d'aubes mobiles 120n. La roue d'aubes mobiles est ainsi assemblée. Une quatrième étape (dessins D de

la [Fig.6]) consiste à assembler la roue d'aubes mobiles 120n dans le disque 110 par translation des pieds d'aubes 121 dans les alvéoles 112 du disque 110. Cette translation est réalisée en faisant coulisser chaque pied d'aube 121 de la roue d'aubes mobiles 120n dans une alvéole 112 du disque, depuis la face amont 113 du disque en direction de la face aval 114 du disque. Une fois tous les pieds d'aubes 121 installés dans les alvéoles 112, il est vérifié que les crochets aval 132 sont correctement installés dans les premières pattes de maintien 115 et/ou que les crochets amonts 133 sont correctement installés dans les emplacements prévus en fonction du mode de réalisation choisi. Un jonc d'arrêt 170 est ensuite positionné dans la gorge 116 du disque (dessin E de la [Fig.6]). La gorge 116 est une cavité réalisée dans la face amont 113 du disque sur toute la circonférence du disque. Le jonc d'arrêt 170 est une pièce sensiblement annulaire, réalisée dans un matériau souple, sensiblement élastique (par exemple dans un des superalliages utilisés classiquement dans les turbines) et comportant une fente radiale permettant un abaissement dudit jonc d'arrêt dans la gorge 116 pour l'insertion du flasque 140. Une sixième étape (dessin F de la [Fig.6]) consiste enfin à positionner le flasque 140 au moins partiellement dans la gorge 116 du disque en repoussant le jonc d'arrêt 170 dans le fond de la gorge de sorte à assurer la solidarisation du flasque sur le disque.

[0035] Bien que décrit à travers un certain nombre d'exemples, variantes et modes de réalisation, l'ensemble de rotor selon l'invention comprend divers variantes, modifications et perfectionnements qui apparaîtront de façon évidente à l'homme du métier, étant entendu que ces variantes, modifications et perfectionnements font partie de la portée de l'invention.

## Revendications

- [Revendication 1] Ensemble de rotor (100) de turbine de turbomachine d'axe (X) comportant :
- un disque (110) de rotor centré sur l'axe (X) et présentant des alvéoles (112) qui débouchent à la périphérie externe du disque (110), deux alvéoles circonférentiellement adjacentes délimitant une dent (111) du disque (110),
  - des aubes mobiles (120) comprenant chacune un pied monté dans une des alvéoles (112) du disque (110) et une pale qui prolonge le pied,
  - une pluralité de plateformes (130) de maintien des aubes mobiles dans les alvéoles du disque (110), chaque plateforme (130) étant montée circonférentiellement entre deux aubes mobiles (120) circonférentiellement adjacentes, et
  - un flasque (140) de maintien des aubes mobiles (120) dans les alvéoles,
- caractérisé en ce que chaque plateforme (130) comporte :
- une paroi de veine (131) configurée pour délimiter une veine d'écoulement des gaz de la turbomachine,
  - un crochet aval (132) en forme de L avec la portion verticale du L (132a) s'étendant radialement depuis la paroi de veine (131) et la portion horizontale du L (132b) logée dans un crochet de maintien correspondant (115) positionné au sommet d'une dent (11) du disque (110) ; et
  - un crochet amont (133) s'étendant sensiblement radialement depuis une zone amont de la paroi de veine (131) et maintenu axialement entre le flasque (140) et le disque (110).
- [Revendication 2] Ensemble de rotor selon la revendication 1, caractérisé en ce que le crochet amont (133) de chaque plateforme (130) s'étend au moins partiellement le long d'une face amont du disque (113), entre ladite face amont du disque (113) et le flasque (140).
- [Revendication 3] Ensemble de rotor selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le crochet amont (133) de chaque plateforme (130) est en forme de L inversé avec la portion verticale du L inversé (133a) s'étendant sen-

siblement radialement depuis la paroi de veine (131) et la portion horizontale du L inversé (133b) s'étendant sensiblement perpendiculairement depuis la portion verticale du L inversé et logée dans une rainure (141) du flasque (140).

- [Revendication 4] Ensemble de rotor selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le crochet amont (133) de chaque plateforme (130) est en forme de L avec la portion verticale du L (133a) s'étendant sensiblement radialement depuis la paroi de veine et la portion horizontale du L (133b) s'étendant sensiblement perpendiculairement depuis la portion verticale du L et logée dans une nervure (117) de la face amont (113) du disque.
- [Revendication 5] Ensemble de rotor selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le crochet amont (133) de chaque plateforme (130) est en forme de L avec la portion verticale du L (133a) s'étendant sensiblement radialement depuis la paroi de veine et la portion horizontale du L (133b) s'étendant sensiblement perpendiculairement depuis la portion verticale du L et logée dans une deuxième patte de maintien (118) au sommet de la dent (111) du disque.
- [Revendication 6] Ensemble de rotor selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le crochet aval (132) de chaque plateforme (130) s'étend depuis une zone aval et/ou une zone centrale de la paroi de veine (131), radialement au droit du crochet de maintien (115) de la dent du disque.
- [Revendication 7] Ensemble de rotor selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comporte un anneau de retenue axiale (150) d'aubes positionné à l'aval du disque (110).
- [Revendication 8] Ensemble de rotor selon la revendication 6, caractérisé en ce que la plateforme (130) comporte une paroi radiale (123) s'étendant à l'aval, depuis la paroi de veine (131) jusqu'au sommet d'une dent (111) du disque (110).
- [Revendication 9] Ensemble de rotor selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel chaque plateforme (130) comporte un bord d'extrémité circonférentielle (131a, 131b) de forme complémentaire de la forme d'une pale (122) de l'aube mobile, et un jonc d'étanchéité étant logé dans un évidement (131c) du bord d'extrémité circonférentielle.
- [Revendication 10] Ensemble de rotor selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte un jonc d'arrêt (150) logé dans une gorge (116) du disque de rotor, à une extrémité radialement interne du flasque (140), le jonc d'arrêt étant configuré pour solidariser

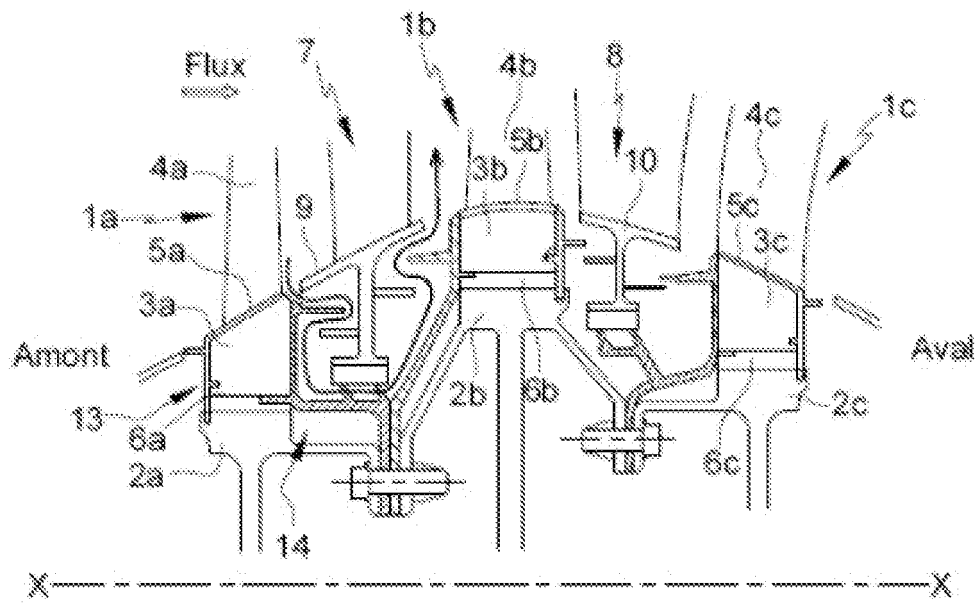
le flasque (140) au disque (110) après montage dudit flasque (140) sur le disque (110).

[Revendication 11] Turbomachine, caractérisée en ce qu'elle comporte un ensemble de rotor selon l'une quelconque des revendications précédentes.

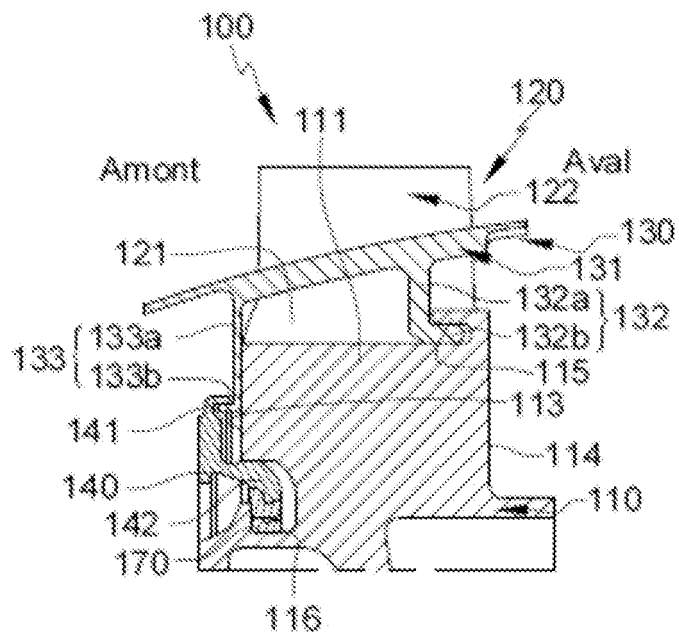
[Revendication 12] Procédé de montage d'aubes mobiles (120) dans des alvéoles (112) d'un disque (110) de rotor d'un ensemble de rotor (100) selon une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

- choix d'une première et d'une deuxième plateformes (130) de maintien des aubes mobiles,
- installation d'un jonc d'étanchéité (160) dans un évidement (131c) d'un bord d'extrémité circonférentielle (131a, 131b) d'une paroi de veine (131) de chacune des première et deuxième plateformes,
- assemblage de la première et de la deuxième plateformes (130) circonférentiellement de part et d'autre d'une aube mobile (120),
- assemblage de plateformes successives, les unes à la suite des autres, circonférentiellement de part et d'autre d'aubes mobiles de sorte à former une couronne (120n) d'aubes mobiles,
- assemblage de la couronne (120n) d'aubes mobiles (120) dans le disque (110) par translation des pieds d'aubes (121) dans des alvéoles (112) du disque depuis une face amont (113) du disque,
- positionnement d'un jonc d'arrêt (150) dans une gorge (116) du disque, et
- positionnement du flasque (140) dans la gorge du disque, le long de la face amont (113) du disque.

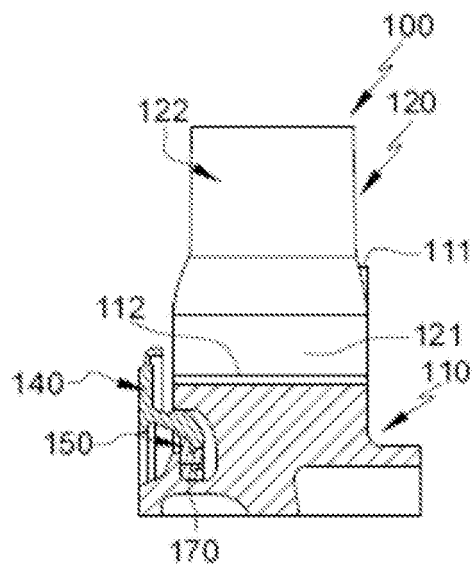
[Fig. 1]



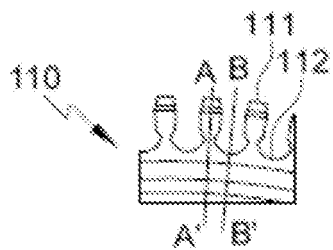
[Fig. 2A]



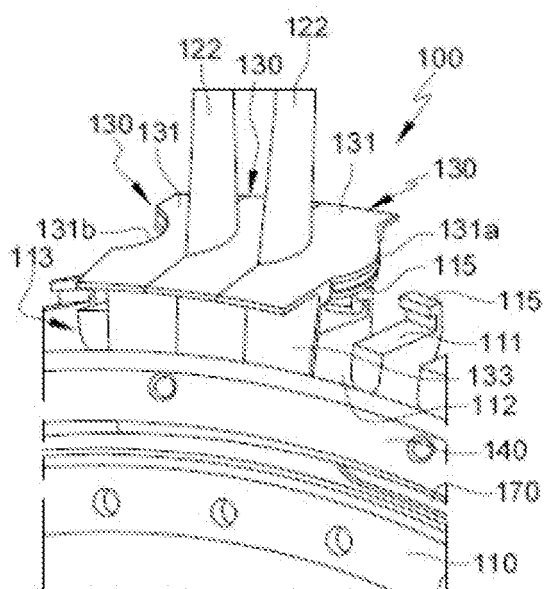
[Fig. 2B]



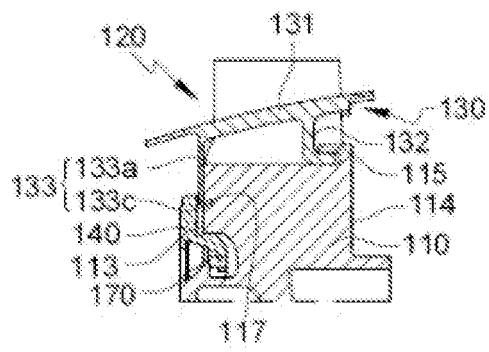
[Fig. 2C]



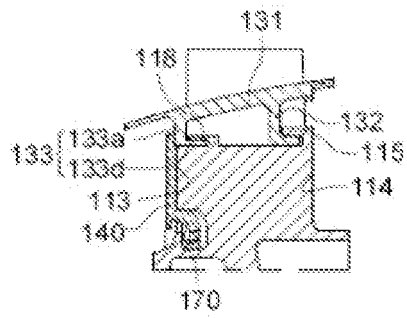
[Fig. 3]



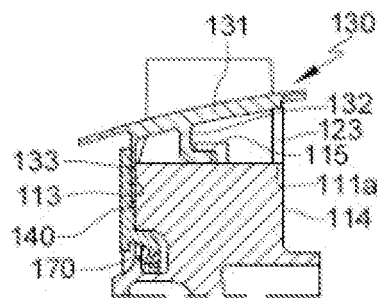
[Fig. 4A]



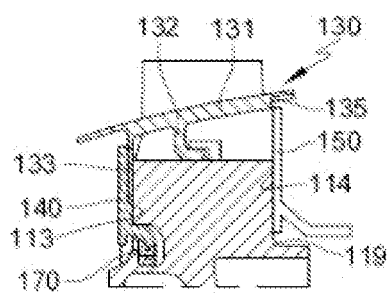
[Fig. 4B]



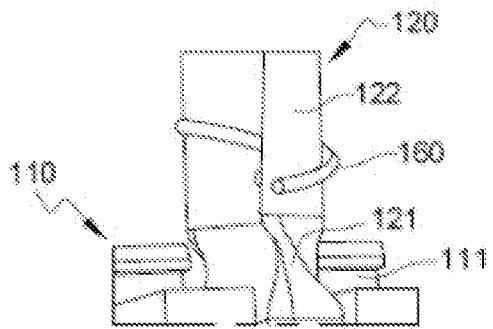
[Fig. 4C]



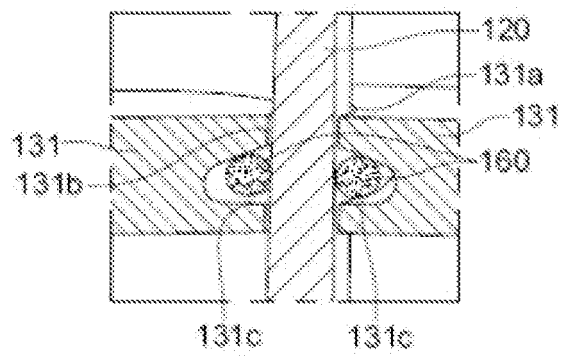
[Fig. 4D]



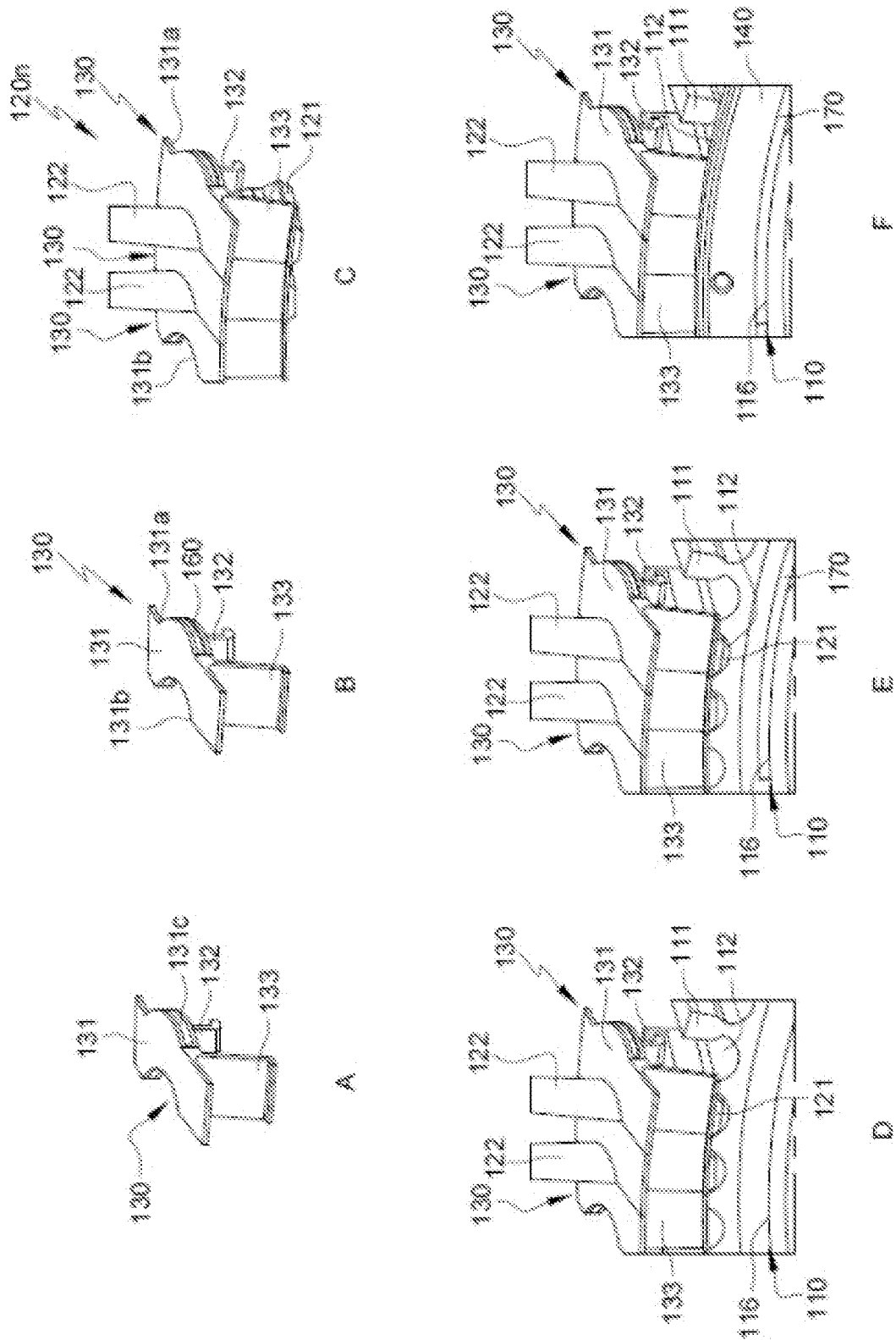
[Fig. 5A]



[Fig. 5B]



[Fig. 6]



## RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement  
national

**FA 918072**  
**FR 2301088**

| DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                  | Revendication(s)<br>concernée(s)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Classement attribué<br>à l'invention par l'INPI |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Catégorie                                                                                                                                                                                                                              | Citation du document avec indication, en cas de besoin,<br>des parties pertinentes                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                 |
| X                                                                                                                                                                                                                                      | EP 2 098 689 B1 (ROLLS ROYCE PLC [GB])<br>14 décembre 2016 (2016-12-14)<br>* alinéa [0022] - alinéa [0027]; figures *<br>-----   | 1-11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | F01D 11/00<br>F01D 5/30                         |
| X                                                                                                                                                                                                                                      | EP 2 322 765 B1 (ROLLS ROYCE PLC [GB])<br>29 août 2018 (2018-08-29)<br>* figures *<br>-----                                      | 1-11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                 |
| X                                                                                                                                                                                                                                      | US 5 466 125 A (KNOTT DAVID S [GB])<br>14 novembre 1995 (1995-11-14)<br>* figures *<br>-----                                     | 1-11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                      | US 2018/202458 A1 (DE GAILLARD THOMAS<br>ALAIN [FR] ET AL)<br>19 juillet 2018 (2018-07-19)<br>* le document en entier *<br>----- | 1-12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                      | US 10 590 798 B2 (UNITED TECHNOLOGIES CORP<br>[US]) 17 mars 2020 (2020-03-17)<br>* figures *<br>-----                            | 1-12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | DOMAINES TECHNIQUES<br>RECHERCHÉS (IPC)         |
|                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | F01D                                            |
| Date d'achèvement de la recherche                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                  | Examineur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                 |
| 27 septembre 2023                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                  | Teissier, Damien                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                 |
| CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                  | T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure<br>à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date<br>de dépôt ou qu'à une date postérieure.<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>.....<br>& : membre de la même famille, document correspondant |                                                 |
| X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un<br>autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire |                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                 |

# **ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE** **RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2301088 FA 918072**

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 **27-09-2023**  
 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<br>au rapport de recherche | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|-------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| <b>EP 2098689 B1</b>                            | <b>14-12-2016</b>      | <b>EP 2098689 A2</b>                    | <b>09-09-2009</b>      |
|                                                 |                        | <b>US 2009226318 A1</b>                 | <b>10-09-2009</b>      |
| <hr/>                                           |                        |                                         |                        |
| <b>EP 2322765 B1</b>                            | <b>29-08-2018</b>      | <b>EP 2322765 A2</b>                    | <b>18-05-2011</b>      |
|                                                 |                        | <b>US 2011110780 A1</b>                 | <b>12-05-2011</b>      |
| <hr/>                                           |                        |                                         |                        |
| <b>US 5466125 A</b>                             | <b>14-11-1995</b>      | <b>DE 69328425 T2</b>                   | <b>12-10-2000</b>      |
|                                                 |                        | <b>EP 0636204 A1</b>                    | <b>01-02-1995</b>      |
|                                                 |                        | <b>US 5466125 A</b>                     | <b>14-11-1995</b>      |
|                                                 |                        | <b>WO 9321425 A1</b>                    | <b>28-10-1993</b>      |
| <hr/>                                           |                        |                                         |                        |
| <b>US 2018202458 A1</b>                         | <b>19-07-2018</b>      | <b>CA 2991431 A1</b>                    | <b>12-01-2017</b>      |
|                                                 |                        | <b>CN 107949685 A</b>                   | <b>20-04-2018</b>      |
|                                                 |                        | <b>EP 3320181 A1</b>                    | <b>16-05-2018</b>      |
|                                                 |                        | <b>FR 3038653 A1</b>                    | <b>13-01-2017</b>      |
|                                                 |                        | <b>JP 6736654 B2</b>                    | <b>05-08-2020</b>      |
|                                                 |                        | <b>JP 2018525558 A</b>                  | <b>06-09-2018</b>      |
|                                                 |                        | <b>RU 2018104653 A</b>                  | <b>08-08-2019</b>      |
|                                                 |                        | <b>US 2018202458 A1</b>                 | <b>19-07-2018</b>      |
|                                                 |                        | <b>WO 2017006054 A1</b>                 | <b>12-01-2017</b>      |
| <hr/>                                           |                        |                                         |                        |
| <b>US 10590798 B2</b>                           | <b>17-03-2020</b>      | <b>EP 2978937 A2</b>                    | <b>03-02-2016</b>      |
|                                                 |                        | <b>US 2016376920 A1</b>                 | <b>29-12-2016</b>      |
|                                                 |                        | <b>WO 2014197105 A2</b>                 | <b>11-12-2014</b>      |
| <hr/>                                           |                        |                                         |                        |