



(11)

EP 4 443 008 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

- (43)

Date de publication:
09.10.2024 Bulletin 2024/41
- (51)

Classification Internationale des Brevets (IPC):
F04D 29/02 (2006.01) F04D 29/28 (2006.01)
F04D 29/30 (2006.01) F04D 29/62 (2006.01)
- (21)

Numéro de dépôt: 24168187.3
- (52)

Classification Coopérative des Brevets (CPC):
F04D 29/023; F04D 29/284; F04D 29/30;
F04D 29/624; F05D 2300/6034
- (22)

Date de dépôt: 03.04.2024

- (84)

Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA
Etats de validation désignés:
GE KH MA MD TN
- (71)

Demandeur: Alpinov X
38000 Grenoble (FR)
- (72)

Inventeurs:
• Valembois, Didier
31570 SAINTE FOY D'AIGREFEUILLE (FR)
• Valembois, Guy
31650 LAUZERVILLE (FR)
- (74)

Mandataire: Germain Maureau
12, rue Boileau
69006 Lyon (FR)
- (30)

Priorité: 05.04.2023 FR 2303413

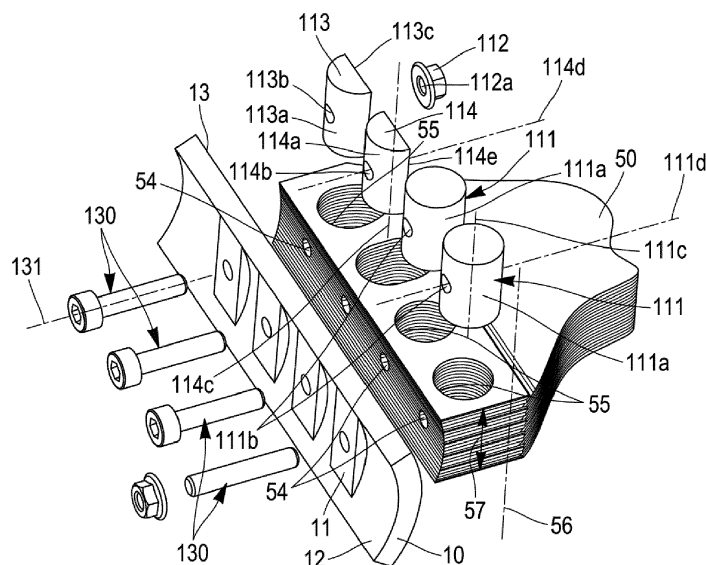
(54)

ROTOR POUR LA COMPRESSION DE GAZ AQUEUX À AUBE FIXÉE À UN SUPPORT VIA AU MOINS UN SYSTÈME D'ASSEMBLAGE

(57)

Un rotor (1) pour la compression d'un gaz aqueux comprend un support (10), au moins une aube (50) formée dans un matériau composite et au moins un système d'assemblage (100). Ce système d'assemblage (100) comprend un écrou (110) logé au moins en partie dans un logement (52) ménagé dans une épaisseur (57) de l'aube (50), un organe d'appui (120), et une tige (130) reliant l'organe d'appui (120) et l'écrou (110) en traversant successivement, depuis l'organe d'appui (120), une

partie du support (10) et un trou débouchant (54) formé dans l'aube (50) de sorte à relier une surface de contact (51) de l'aube (50) à une paroi (55) du logement (52). La tige (130) comprend au moins une portion filetée vissée dans l'écrou (110) de sorte qu'un effort de serrage exercé entre l'organe d'appui (120) et l'écrou (110) induit une sollicitation de l'aube (50) et du support (10) l'un en direction de l'autre.



Description

Domaine technique de l'invention

[0001] Le domaine technique de l'invention concerne la compression de gaz aqueux.

[0002] Plus particulièrement, l'invention est d'abord relative à un rotor pour la compression d'un gaz aqueux, le rotor comprenant un support, au moins une aube formée dans un matériau composite, et au moins un système d'assemblage notamment pour fixer l'aube sur le support.

[0003] L'invention concerne également un compresseur pour la compression d'un gaz aqueux comprenant un tel rotor, et une installation de compression d'un gaz aqueux comprenant un réseau de circulation dans lequel le gaz aqueux est apte à circuler de manière canalisée, le réseau comprenant un tel compresseur.

Etat de la technique antérieure

[0004] Dans le domaine des compresseurs, il est connu d'utiliser un compresseur comprenant un rotor placé sur le chemin d'un gaz aqueux en vue de le comprimer par rotation du rotor entraîné par un dispositif moteur. Un gaz aqueux par exemple de fraction massique de vapeur d'eau supérieure à 30% est caractérisé par une vitesse du son très élevée, par exemple supérieure à 400 m/s. Dans ce gaz aqueux, les vitesses périphériques du rotor doivent être suffisamment élevées pour atteindre un régime transsonique souhaitable pour la compression du gaz aqueux. Le rotor est donc soumis à des efforts centrifuges particulièrement élevés en raison de la vitesse élevée. Ces efforts centrifuges sont à la source de problèmes de robustesse.

[0005] Il est également connu que la fabrication de rotors pour la compression d'un gaz aqueux présente des difficultés particulières.

[0006] Il existe donc un besoin de trouver une solution de rotor pour la compression d'un gaz aqueux qui soit plus simple à réaliser et robuste, notamment améliorant la résistance mécanique du rotor face aux efforts centrifuges.

Objet de l'invention

[0007] La présente invention a pour but de proposer un rotor pour la compression d'un gaz aqueux qui soit robuste.

[0008] A cet effet, l'invention concerne un rotor pour la compression d'un gaz aqueux, le rotor comprenant un support, au moins une aube formée dans un matériau composite, ladite aube comprenant une surface de contact en contact avec le support, et au moins un système d'assemblage, le système d'assemblage comprenant :

- un écrou logé au moins en partie dans un logement ménagé dans l'épaisseur de l'aube ;

- un organe d'appui ;
- une tige reliant l'organe d'appui et l'écrou en traversant successivement, depuis l'organe d'appui, une partie du support et un trou débouchant formé dans l'aube de sorte à relier la surface de contact de l'aube à une paroi du logement, la tige comprenant au moins une portion filetée vissée dans l'écrou de sorte qu'un effort de serrage exercé entre l'organe d'appui et l'écrou induit une sollicitation de l'aube et du support l'un en direction de l'autre.

[0009] L'utilisation d'un matériau composite pour former une ou des aubes permet d'en limiter la masse, notamment pour limiter les efforts centrifuges auxquels elles seront soumises lors de la rotation du rotor tout en conservant des caractéristiques idoines du fait de l'utilisation du matériau composite, et la combinaison avec un système d'assemblage tel que décrit ci-avant permet de réaliser une fixation ponctuelle à l'interface entre l'aube et le support qui soit aisée à réaliser lors de la fabrication du rotor. Le positionnement de l'écrou dans l'épaisseur de l'aube permet de placer ce dernier le long des efforts centrifuges subis par l'aube, conférant une grande robustesse. Un tel rotor offre l'avantage supplémentaire que l'effort de serrage obtenu est sensiblement aligné avec la direction des efforts résultant de la force centrifuge, conférant là encore une grande robustesse à l'aube et évitant un phénomène de délaminage du matériau composite. En outre, il résulte de la fixation ponctuelle que la forme de l'aube à l'interface entre l'aube et le support n'est pas contrainte et peut s'adapter au besoin.

[0010] Le rotor peut en outre comprendre une ou plusieurs des caractéristiques suivantes.

[0011] Selon une caractéristique du rotor, l'organe d'appui est en appui contre une surface du support et l'écrou est en appui contre la paroi du logement.

[0012] Cela permet avantageusement de répartir les contraintes de serrage directement sur les pièces à serrer l'une contre l'autre.

[0013] Selon une autre caractéristique du rotor, la paroi du logement comprend une surface cylindrique concave dont une ligne génératrice est sensiblement parallèle à la direction suivant laquelle l'épaisseur de l'aube est mesurée, le trou débouchant étant débouchant dans le logement au travers de cette surface cylindrique, et le système d'assemblage comprend une partie d'appui traversée par la tige et conformée pour correspondre à au moins une partie de la surface cylindrique, l'effort de serrage assurant que la partie d'appui est en appui contre ladite au moins une partie de la surface cylindrique.

[0014] Cela permet avantageusement de répartir les efforts de serrage dans le logement pour éviter le délaminage du matériau composite. En outre, l'utilisation d'une surface cylindrique et d'une telle partie d'appui qui s'y conforme permet d'aligner l'effort de serrage à la direction de traction lors de la rotation du rotor par ajustement automatique du positionnement du système d'as-

semblage notamment induit par rotation de la surface cylindrique.

[0015] Selon une autre caractéristique du rotor, la tige présente une direction longitudinale qui s'étend de manière sensiblement radiale par rapport à l'axe de rotation du rotor.

[0016] Cela permet avantageusement d'assurer un maintien de l'aube dans la direction de la contrainte lors de la rotation du rotor et d'assurer que les contraintes dans la tige soient essentiellement des contraintes de traction.

[0017] Selon une autre caractéristique du rotor, le matériau composite comprend une pluralité de nappes de fibres, lesdites nappes de fibres étant superposées et maintenues dans une matrice.

[0018] Cela permet avantageusement de former des aubes résistantes, légères et dont la composition et l'orientation moyenne des fibres seront adaptées à l'utilisation et aux contraintes qu'auront à subir ces aubes en cours de fonctionnement du compresseur comprenant le rotor.

[0019] Selon une autre caractéristique du rotor, les nappes de fibres sont superposées selon une direction d'empilement, et le trou débouchant présente une direction axiale sensiblement orthogonale à la direction d'empilement.

[0020] Cela permet avantageusement de s'opposer à un délaminage par fatigue en évitant des compressions cycliques de la superposition de nappes dans sa direction d'empilement lors de cycles de fonctionnement du rotor.

[0021] Selon une autre caractéristique du rotor, le matériau composite est tel que :

- chaque nappe de fibres dudit matériau composite présente une direction préférentielle selon laquelle des fibres de ladite nappe de fibres sont orientées ;
- au moins l'une des nappes de fibres dudit matériau composite est telle que sa direction préférentielle, à proximité de la surface de contact de l'aube, est une direction de référence orientée de manière sensiblement radiale par rapport à l'axe de rotation du rotor.

[0022] Cela permet avantageusement qu'au cours de la rotation du rotor, la direction de référence soit orientée dans la direction d'effort maximal vue par l'aube. Cela permet donc de rendre l'aube plus robuste.

[0023] Selon une autre caractéristique du rotor, le trou débouchant présente une direction axiale et est formé partiellement dans l'épaisseur de l'une des nappes de fibres dont la direction préférentielle correspond à la direction de référence alors sensiblement parallèle à la direction axiale.

[0024] Cela permet avantageusement que le serrage puisse se faire dans la direction de référence, de sorte à améliorer le maintien de l'aube lors de la rotation. Cette direction axiale du trou débouchant est notamment sensiblement radiale par rapport à l'axe de rotation du rotor.

[0025] Selon une autre caractéristique du rotor, le matériau composite comprend une superposition d'empilements de nappes de fibres, chaque empilement de nappes de fibres comprenant :

- une des nappes de fibres du matériau composite, dite première nappe, dont la direction préférentielle d'orientation des fibres est différente de la direction de référence ;
- une des nappes de fibres du matériau composite, dite deuxième nappe, dont la direction préférentielle d'orientation des fibres est différente de la direction de référence et de la direction préférentielle d'orientation des fibres de la première nappe ;
- une des nappes de fibres du matériau composite, agencée entre la première nappe et la deuxième nappe, dont les fibres sont orientées selon la direction de référence.

[0026] Cela permet avantageusement d'assurer une bonne cohésion du trou débouchant et du logement, notamment lorsqu'ils sont percés, leur surface présentant alors une résistance mécanique satisfaisante.

[0027] Selon une autre caractéristique du rotor, la direction préférentielle d'orientation des fibres de chaque première nappe forme un angle avec la direction de référence compris entre -15 degrés et -90 degrés et la direction préférentielle d'orientation des fibres de chaque deuxième nappe forme un angle avec la direction de référence compris entre +15 degrés et +90 degrés.

[0028] Cela permet avantageusement que les nappes de fibres dont la direction de référence est sensiblement radiale à l'axe de rotation du rotor apportent une résistance aux efforts centrifuges lors de la rotation du rotor.

Les nappes de fibres croisées, i.e. celles dont les fibres ne sont pas orientées selon la direction de référence, permettent d'encaisser des efforts non radiaux et assurent le maintien de la forme de l'aube en lui apportant de l'inertie dans son épaisseur, et donc de la raideur.

[0029] Selon une autre caractéristique du rotor, le système d'assemblage, le trou débouchant et le logement sont configurés pour autoriser un mouvement de pivotement de l'écrou autour d'un axe de pivotement sensiblement orthogonal à la direction de l'effort de serrage dudit système d'assemblage et à un plan dans lequel est inclus l'axe de rotation du rotor.

[0030] Cela permet d'autoriser, au cours de la rotation du rotor, un ajustement automatique de l'orientation de la tige pour tendre à l'orienter selon sa longueur au plus proche d'un effort de traction que subit l'aube par rapport au support. Le maintien de l'aube par rapport au support est alors amélioré, limitant ainsi les risques d'arrachement de toute ou partie de l'aube par rapport au support.

[0031] Selon une autre caractéristique du rotor, la partie d'appui du système d'assemblage est configurée pour glisser sur la surface cylindrique délimitée par la paroi du logement lors du mouvement de pivotement de l'écrou.

[0032] Cela permet avantageusement que la surface cylindrique assure un certain guidage du pivotement de l'écrou par coopération de la partie d'appui du système d'assemblage avec la surface cylindrique.

[0033] Selon une autre caractéristique du rotor, l'écrou est choisi parmi :

- un écrou transversal formé par un cylindre percé d'un trou cylindrique dont la surface interne est filetée pour coopérer avec la portion filetée de la tige du système d'assemblage, l'axe du cylindre et l'axe du trou cylindrique étant transversaux, le cylindre d'une part présentant une surface cylindrique ayant une forme complémentaire, à la périphérie du trou débouchant, de la paroi du logement et d'autre part étant au contact de la paroi du logement ;
- un écrou à pans percé d'un trou cylindrique dont la surface interne est filetée pour coopérer avec la portion filetée de la tige du système d'assemblage, l'écrou à pans prenant appui sur un insert interposé entre l'écrou à pans et la paroi du logement, l'insert étant traversé par la tige et présentant une portion cylindrique d'une part présentant une surface cylindrique ayant une forme complémentaire, à la périphérie du trou débouchant, de la paroi du logement et d'autre part étant au contact de la paroi du logement ;
- un écrou formé par une portion de cylindre percée d'un trou cylindrique dont la surface interne est filetée pour coopérer avec la portion filetée de la tige du système d'assemblage, l'axe de la portion de cylindre et l'axe du trou cylindrique étant transversaux, la portion de cylindre d'une part présentant une surface cylindrique ayant une forme complémentaire, à la périphérie du trou débouchant, de la paroi du logement et d'autre part étant au contact de la paroi du logement.

[0034] Cela permet de répartir les efforts de serrage du système s'assemblage sur une surface de la paroi du logement située à la périphérie du trou débouchant.

[0035] Selon une autre caractéristique du rotor, l'aube comprend une région dans laquelle le matériau composite est en surépaisseur, le logement étant agencé dans cette région.

[0036] Cela permet de répartir/étaler les contraintes à l'interface du logement avec le système d'assemblage, participant ainsi à l'amélioration de la robustesse du rotor.

[0037] Selon une autre caractéristique du rotor, l'au moins une aube est fixée au support par l'intermédiaire d'une pluralité de systèmes d'assemblage décalés le long du support suivant l'axe de rotation du rotor.

[0038] Cela permet d'assurer la formation de plusieurs points de fixation d'une même aube au support tout en s'adaptant aux courbures de l'aube à son interface avec le support. Par exemple, cela permet même d'accoupler au support une aube à composante hélicoïdale non ré-

gulière. Cela permet aussi que le support soit à révolution qui ne soit pas forcément cylindrique.

[0039] Selon une autre caractéristique du rotor, celui-ci comprend une pluralité d'aubes chacune fixée au support par au moins un système d'assemblage qui participe uniquement à la fixation de ladite aube.

[0040] Selon un autre aspect de l'invention, elle concerne un compresseur pour la compression d'un gaz aqueux comprenant un rotor tel que décrit précédemment.

[0041] Selon un autre aspect de l'invention, elle concerne une installation de compression d'un gaz aqueux comprenant un réseau de circulation dans lequel le gaz aqueux est apte à circuler de manière canalisée, le réseau comprenant au moins un tel compresseur agencé pour être traversé par le gaz aqueux d'où il résulte que le gaz circulant dans le réseau de circulation présente, en aval dudit au moins un compresseur, une pression supérieure à sa pression en amont dudit au moins un compresseur.

[0042] Selon une autre caractéristique de l'installation, le gaz aqueux contient au moins 30%, de préférence entre 70% et 100%, de H₂O en proportion massique.

[0043] Le rotor est compatible avec un tel gaz car son système d'assemblage est adapté au maintien de l'aube lors l'obtention, à la périphérie du rotor de vitesses transsoniques induite par la rotation du rotor. En outre, le gaz aqueux dans ces concentrations est compatible avec un compresseur de groupe froid fonctionnant avec le gaz aqueux comme réfrigérant.

[0044] D'autres avantages et caractéristiques ressortiront de la description détaillée qui suit.

Brève description des dessins

[0045] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée qui suit, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif et faite en se référant aux dessins annexés et listés ci-dessous.

La figure 1 est une vue partielle d'un premier exemple d'aube utilisable dans un rotor selon un aspect de l'invention et montrant différentes géométries de logement pour écrou d'un système d'assemblage de l'aube au sein du rotor.

La figure 2 est une vue partielle d'un deuxième exemple d'aube utilisable dans un rotor selon un aspect de l'invention et montrant différentes géométries de logement pour écrou du système d'assemblage de l'aube au sein du rotor.

La figure 3 est une vue partielle d'un exemple de rotor selon un aspect de l'invention, à l'état assemblé, illustrant différentes variantes de systèmes d'assemblage possibles.

La figure 4 est une vue de la figure 3, à l'état éclaté. La figure 5 est une vue en perspective d'un exemple de rotor selon un aspect de l'invention.

La figure 6 est une vue partielle, en éclaté, du rotor

de la figure 5, la figure 6 illustrant le support, une seule aube et une pluralité de systèmes d'assemblage pour fixer cette aube sur le support.

Enfin la figure 7 est une vue partielle d'un exemple de réalisation possible de l'aube utilisable dans un rotor selon un aspect de l'invention.

[0046] Sur ces figures 1 à 7, les mêmes références sont utilisées pour désigner les mêmes éléments. Les éléments représentés sur les différentes figures ne sont pas nécessairement réalisés à l'échelle afin de faciliter la compréhension des figures.

Description détaillée

[0047] Par « sensiblement parallèle », il est entendu parallèle ou parallèle à plus ou moins 10 degrés, préférentiellement à plus ou moins 1 degré.

[0048] Par « sensiblement radial par rapport à l'axe de rotation du rotor », il est entendu orthogonal ou orthogonal à plus ou moins 10 degrés, préférentiellement à plus ou moins 1 degré, par rapport à l'axe de rotation du rotor.

[0049] Par « sensiblement orthogonal », il est entendu orthogonal ou orthogonal à plus ou moins 10 degrés, préférentiellement à plus ou moins 1 degré.

[0050] Par « compris entre deux valeurs », il est entendu une plage de valeurs dont les bornes, formées par lesdites deux valeurs, sont incluses.

[0051] Selon un premier aspect, et en références aux figures, il est décrit un rotor 1 pour la compression d'un gaz aqueux. Un exemple de tel rotor 1 est illustré sur les figures 5 et 6.

[0052] Le rotor 1 comprend un support 10, au moins une aube 50 formée dans un matériau composite, ladite aube 50 comprenant une surface de contact 51 en contact avec le support 10, et au moins un système d'assemblage 100. Le rotor 1, qui est monté à rotation dans un référentiel terrestre, peut-être entraîné en rotation par un dispositif de motorisation (non représenté) dont la nature n'a pas d'importance ici. Chaque système d'assemblage 100 utilisé assure ou participe à la fixation d'une aube 50 sur le support 10. Un tel rotor 1 est aussi appelé rouet dans ce domaine technique. Le support 10 du rotor 1 est notamment une partie du rotor 1 depuis laquelle s'étendent les aubes 50 du rotor 1. Le support 10 peut être un arbre rotatif du rotor 1 ou un moyeu monté sur un arbre rotatif du rotor 1.

[0053] Le système d'assemblage 100 comprend :

- un écrou 110 logé au moins en partie dans un logement 52 ménagé dans l'épaisseur de l'aube 50 ;
- un organe d'appui 120 ;
- une tige 130 reliant l'organe d'appui 120 et l'écrou 110.

[0054] Chaque logement 52 est typiquement agencé entre la surface de contact 51 et une extrémité distale 53 de l'aube 50 située à l'opposé de la surface de contact

51 venant contre le support 10.

[0055] Comme cela peut être déduit des figures 3 et 4, la tige 130 traverse successivement, depuis l'organe d'appui 120, une partie du support 10 et un trou débouchant 54 formé dans l'aube 50 de sorte à relier la surface de contact 51 de l'aube 50 à une paroi 55 du logement 52. La tige 130 comprend au moins une portion filetée vissée dans l'écrou 110 de sorte qu'un effort de serrage exercé entre l'organe d'appui 120 et l'écrou 110 induit une sollicitation de l'aube 50 et du support 10 l'un en direction de l'autre.

[0056] Selon un mode de réalisation, comme cela est illustré sur les figures 3 et 4, l'organe d'appui 120 exerce un effort (soit directement, soit indirectement via un insert 11 interposé entre le support 10 et l'organe d'appui 120) contre une surface 12 du support 10, tandis que l'écrou 110 est en appui contre la paroi 55 du logement 52. La surface de contact 51 de l'aube 50 est en contact avec une surface externe 13 du support 10, distincte de la surface 12 précédemment mentionnée. Autrement dit, la surface de contact 51 de chaque aube 50 se conforme au support 10 de sorte à en épouser la surface externe 13. Plus précisément, la surface 12 et la surface externe 13 du support 10 sont opposées l'une par rapport à l'autre le long d'une direction radiale 14 orientée perpendiculairement à l'axe de rotation 2 du rotor 1.

[0057] Les figures 1 et 2 montrent, partiellement, deux exemples d'aubes 50 utilisables. Elles se différencient l'une de l'autre par la forme de la surface de contact 51. Dans le cas de l'aube 50 de la figure 1, la surface de contact 51 est de forme gauche (c'est-à-dire non plane, par exemple en étant une partie de cylindre) et de forme complémentaire de la surface externe 13 non plane du support 10 contre laquelle elle vient en appui. C'est le cas des figures 3 à 6, mais sans que cela ne soit limitatif. En effet, conformément à la figure 2, la surface de contact 51 peut être de forme plane, de forme complémentaire de la surface externe 13 de forme plane du support 10 contre laquelle elle vient en appui. La figure 7 illustre l'aube 50 de la figure 2 durant sa fabrication, avant la réalisation du ou des logements 52, avant la formation du ou des trous débouchant 54 et, le cas échéant, avant mise en forme de sa surface de contact 51 par usinage en vue de la conformer au support 10.

[0058] Selon un mode de réalisation, la paroi 55 du logement 52 comprend une surface cylindrique concave dont une ligne génératrice est sensiblement parallèle à la direction 56 suivant laquelle l'épaisseur 57 de l'aube 50 est mesurée. Autrement dit, la paroi 55 du logement 52 peut être définie intégralement ou partiellement par une telle surface cylindrique.

[0059] Dans le présent document, et conformément à la définition mathématique de ces termes, une « surface cylindrique » est la surface de l'espace engendrée par une ligne droite, appelée génératrice, qui se déplace dans une direction donnée fixe en s'appuyant sur une ligne courbe fermée appelée directrice. En résumé, la directrice correspond au contour de la section de coupe

prise perpendiculairement à la génératrice. En conséquence, la forme de la directrice peut être un cercle (la surface cylindrique étant, dans ce cas particulier, un cylindre circulaire) ou d'autres formes fermées. Les figures 1 à 4 illustrent justement cet aspect via quatre exemples de formes de logements 52. En allant d'en bas à droite vers en haut à gauche, les parois 55 des quatre logements 52 présentent respectivement une surface cylindrique dont la génératrice est un cercle, une forme quelconque par exemple en forme de goutte, une forme oblongue, et enfin une forme ovoïde.

[0060] Selon un mode de réalisation, le trou débouchant 54 débouche dans le logement 52 au travers de la surface cylindrique susmentionnée. Autrement dit, la surface cylindrique s'étend au moins à la périphérie de l'ouverture du trou débouchant 54 dans la paroi 55 du logement 52.

[0061] Selon un mode de réalisation, le système d'assemblage 100 comprend une partie d'appui 140 traversée par la tige 130 et conformée pour correspondre à au moins une partie de la surface cylindrique du logement 52, l'effort de serrage assurant que la partie d'appui 140 est en appui contre l'au moins une partie de la surface cylindrique du logement 52. Il est donc compris que la partie d'appui 140 est au moins en partie une surface cylindrique de forme complémentaire de la surface cylindrique délimitée par la paroi 55 du logement 52 en périphérie de l'endroit où débouche le trou traversant 54.

[0062] Selon un mode de réalisation, et en référence aux figures 3 et 4, l'écrou 110 est choisi parmi :

- un écrou transversal 111 formé par un cylindre 111a percé d'un trou cylindrique 111b dont la surface interne est filetée pour coopérer avec la portion filetée de la tige 130 du système d'assemblage 100, l'axe 111c du cylindre 111a et l'axe 111d du trou cylindrique 111b étant transversaux, le cylindre 111a d'une part présentant une surface cylindrique ayant une forme complémentaire, à la périphérie du trou débouchant 54, de la paroi 55 du logement 52 et d'autre part étant au contact de la paroi 55 du logement 52 ;
- un écrou à pans 112 percé d'un trou cylindrique 112a dont la surface interne est filetée pour coopérer avec la portion filetée de la tige 130 du système d'assemblage 100, l'écrou à pans 112 prenant appui sur un insert 113 interposé entre l'écrou à pans 112 et la paroi 55 du logement 52, l'insert 113 étant traversé par la tige 130 (via un canal 113b traversant) et présentant une portion cylindrique 113a d'une part présentant une surface cylindrique ayant une forme complémentaire, à la périphérie du trou débouchant 54, de la paroi 55 du logement 52 et d'autre part étant au contact de la paroi 55 du logement 52 ;
- un écrou 114 formé par une portion de cylindre 114a percée d'un trou cylindrique 114b dont la surface interne est filetée pour coopérer avec la portion filetée de la tige 130 du système d'assemblage 100, l'axe 114c de la portion de cylindre 114a et l'axe

114d du trou cylindrique 114b étant transversaux, la portion de cylindre 114a d'une part présentant une surface cylindrique ayant une forme complémentaire, à la périphérie du trou débouchant 14, de la paroi 55 du logement 52 et d'autre part étant au contact de la paroi 55 du logement 52.

[0063] Les figures 3 et 4 illustrent justement cet aspect via quatre exemples de système d'assemblage 100. En allant d'en bas à droite vers en haut à gauche, les deux premiers systèmes d'assemblage 100 comprennent chacun un tel écrou transversal 111. Le troisième système d'assemblage 100 comprend un écrou 114 tandis que le quatrième système d'assemblage 100 comprend un écrou à pans 112 appuyant sur l'insert 113.

[0064] Dans tous les cas, le logement 52 est configuré de sorte à recevoir au moins partiellement l'écrou 110, et le cas échéant l'écrou 110 en plus de l'insert 113, par insertion dans le logement 52 avant vissage de la tige 130 dans l'écrou 110.

[0065] Pour le cas particulier de l'écrou 114, la portion de cylindre 114a est refermée par un méplat 114e opposé à la surface de la paroi 52 de logement 55 située à la périphérie du trou débouchant 54. Pour le cas particulier de l'insert 113, la portion cylindrique 113a est refermée par un méplat 113c opposé à la surface de la paroi 52 de logement 55 située à la périphérie du trou débouchant 54. Le méplat 113c sert comme surface d'appui pour l'écrou à pans 112.

[0066] Dans le cas où l'écrou 110 est un écrou transversal 111, la partie d'appui 140 précédemment évoquée est formée par la surface cylindrique du cylindre 111a. Dans le cas où l'écrou 110 est un écrou à pans 112, la partie d'appui 140 est, par contre, constituée par la surface cylindrique de la portion cylindrique 113a. Enfin, lorsque l'écrou 110 est constitué par un écrou 114, la partie d'appui 140 est formée par la surface cylindrique de la portion de cylindre 114a.

[0067] Quelle que soit la nature de l'écrou 110, la tige 130 peut être une simple tige filetée et dans ce cas l'organe d'appui 120 peut être un écrou vissé sur cette tige filetée. Alternativement, la tige 130 peut être une vis munie d'une tête et dans ce cas l'organe d'appui 120 peut être cette tête de la vis. Les figures 3 et 4 illustrent justement cet aspect via quatre exemples de système d'assemblage 100. En allant d'en bas à droite vers en haut à gauche, le premier système d'assemblage 100 comprend une telle tige filetée et un écrou, tandis que les trois autres systèmes d'assemblage 100 sont chacun munis d'une telle vis avec une tête.

[0068] Selon un mode de réalisation, pour chaque système d'assemblage 100, la tige 130 présente une direction longitudinale 131 qui s'étend de manière sensiblement radiale par rapport l'axe de rotation 2 du rotor 1. Autrement dit, la direction longitudinale 131 est localement colinéaire à la direction radiale 14.

[0069] Selon un mode de réalisation, le support 10 comprend, pour chaque système d'assemblage 100, un

orifice 15 traversant l'épaisseur du support 10 de la surface 12 à la surface externe 13 et traversé par la tige 130. Pour chaque système d'assemblage 100, la tige 130 traverse l'épaisseur du support 10 au travers de l'orifice 15, d'une manière telle que l'organe d'appui 120 est en appui directement (ou indirectement par l'intermédiaire de l'insert 11) contre la surface 12 et que l'écrou 110 au moins partiellement logé dans le logement 52 de l'aube 50 est vissé sur la portion filetée de la tige 130. La surface de contact 51 de l'aube 50 est au contact de la surface externe 13 du support 10. L'effort de serrage exercé entre l'organe d'appui 120 et l'écrou 110 induit une sollicitation de l'aube 50 et du support 10 l'un en direction de l'autre suivant la direction radiale 14, la pression en résultant se produisant entre la surface de contact 51 de l'aube 50 et la surface externe 13 du support 10.

[0070] Selon un mode de réalisation, l'aube 50 comprend une région dans laquelle le matériau composite est en surépaisseur, le logement 52 étant ménagé dans cette région. Cela permet de répartir/étaler les contraintes à l'interface du logement 52 avec le système d'assemblage 100, participant ainsi à l'amélioration de la robustesse du rotor 1. Cette région est notamment agencée du côté de la surface de contact 51 qui peut être délimitée par ladite région. Cette région peut délimiter un pied d'aube, c'est-à-dire une base de l'aube 50 dont l'épaisseur est plus importante que dans d'autres régions de l'aube 50 voire que dans le reste de l'aube 50. Notamment, le trou débouchant 54 peut être aussi ménagé dans cette région. Cette région est clairement identifiable, notamment en figures 1, 2, 3, 4, 6 et 7.

[0071] Il a été décrit ci-avant un rotor 1 à une aube 50, mais il est bien évident, et en référence à la figure 5 par exemple, que le rotor 1 peut cependant comprendre une pluralité d'aubes 50. De manière générale, chaque aube 50 est fixée au support 10 à l'aide d'au moins un système d'assemblage 100 tel que décrit précédemment.

[0072] Ainsi selon un mode de réalisation, l'au moins une aube 50 est fixée au support 10 par l'intermédiaire d'une pluralité de systèmes d'assemblage 100 décalés le long du support 10 suivant une ligne 150 rectiligne ou non (en fonction de la forme de la surface de contact 51 de l'aube 50 notamment) ayant au moins une composante le long de l'axe de rotation 2 du rotor 1. Ces dispositions sont visibles sur la figure 6 par exemple. Les différents orifices 15 ménagés dans le support 10 afin de fixer une même aube 50 sont donc échelonnés, à intervalles réguliers ou non, le long de cette ligne 150, permettant l'utilisation d'une pluralité de systèmes d'assemblage 100 pour fixer l'aube 50 au support 10 en différents points échelonnés le long de la ligne 150.

[0073] Lorsque l'au moins une aube 50 est fixée au support 10 par l'intermédiaire d'une pluralité de systèmes d'assemblage 100, les logements 52 résultants, et notamment les trous débouchants 54, sont préférentiellement chacun ménagés dans la région dans laquelle le matériau composite est en surépaisseur.

[0074] Par ailleurs et selon un mode de réalisation, le

rotor 1 comprend une pluralité d'aubes 50 où chaque aube 50 individuelle est fixée au support 10 par au moins un système d'assemblage 100 tel que décrit précédemment, lequel ne participe qu'à la fixation de ladite aube 50 individuelle sans participer à la fixation d'une autre aube 50.

[0075] Comme cela peut être déduit des figures 1, 2 et 7, selon un mode de réalisation, le matériau composite utilisé pour la fabrication de chaque aube 50 comprend une pluralité de nappes de fibres 60_i (i variant de 1 à n où n est le nombre total de nappes de fibres) superposées et maintenues dans une matrice. Il va de soi que le nombre total n de nappes de fibres 60_i peut être quelconque, en fonction des besoins, dépendant par exemple des dimensions attendues pour l'aube et/ou de la nature des fibres ou de la matrice.

[0076] La matrice est préférentiellement formée en un matériau thermoplastique ou thermodurcissable. Ainsi, la matrice peut être en époxy, polyester ou vinylester.

[0077] Selon les simulations numériques et les essais, les fibres peuvent être notamment des fibres de carbone, qui donnent d'excellents résultats en pratique et dans les simulations numériques réalisées dans les applications visées. D'autres types de fibres peuvent être envisagés comme les fibres d'aramide (comme par exemple des fibres en Kevlar®) ou des fibres de verre.

[0078] Selon un mode de réalisation, les nappes de fibres 60_i sont superposées selon une direction d'empilement 61, et le trou débouchant 54 présente une direction axiale 54a sensiblement orthogonale à la direction d'empilement 61, comme cela est illustré sur la figure 1. En pratique, la direction d'empilement 61 correspond aussi à la direction 56 précédemment évoquée.

[0079] Selon un mode de réalisation, préférentiellement mais de manière non limitative, les fibres appartenant à une même nappe de fibres 60_i sont unidirectionnelles. Par « unidirectionnelle », on entend une orientation commune des fibres, au sein de la nappe de fibres, selon une même direction à 10° près. Cette orientation commune est aussi dite « direction préférentielle ». Ainsi le matériau composite utilisé pour la fabrication de chaque aube 50 est alors tel que :

- chaque nappe de fibres 60_i dudit matériau composite présente une telle direction préférentielle 160_i (où varie de 1 à n) selon laquelle des fibres de ladite nappe de fibres 60_i sont orientées ;
- au moins l'une des nappes de fibres 60_i dudit matériau composite est telle que sa direction préférentielle 160_i, à proximité de la surface de contact 51 de l'aube 50, est une direction de référence orientée de manière sensiblement radiale par rapport à l'axe de rotation 2 du rotor 1.

[0080] Autrement dit, cette direction de référence est, à proximité de la zone de contact de l'aube 50 contre le support 10, sensiblement alignée (à 5° près) avec la direction radiale 14 précédemment évoquée en lien avec

le support 10.

[0081] Sur la figure 7, les fibres de la nappe de fibres 60_1 sont sensiblement orientées suivant la direction préférentielle 160_1 . Les fibres de la nappe de fibres 60_2 sont sensiblement orientées suivant la direction préférentielle 160_2 . Les fibres de la nappe de fibres 60_3 sont sensiblement orientées suivant la direction préférentielle 160_3 . Les fibres de la nappe de fibres $60_{(i-2)}$ sont sensiblement orientées suivant la direction préférentielle $160_{(i-2)}$. Les fibres de la nappe de fibres $60_{(i-1)}$ sont sensiblement orientées suivant la direction préférentielle $160_{(i-1)}$. Les fibres de la nappe de fibres 60_i sont sensiblement orientées suivant la direction préférentielle 160_i . Les fibres de la nappe de fibres $60_{(i+1)}$ sont sensiblement orientées suivant la direction préférentielle $160_{(i+1)}$.

[0082] Selon un mode de réalisation, la direction axiale 54a du trou débouchant 54 est formé au moins partiellement dans l'épaisseur de l'une des nappes de fibres 60_i dont la direction préférentielle 160_i correspond à la direction de référence susmentionnée.

[0083] Selon un mode de réalisation particulier, le matériau composite utilisé pour la fabrication de chaque aube 50 comprend une superposition d'empilements de nappes de fibres 60_i , chacun desdits empilement de nappes de fibres 60_i comprenant :

- une des nappes de fibres du matériau composite, dite première nappe, dont la direction préférentielle d'orientation des fibres est différente de la direction de référence ;
- une des nappes de fibres du matériau composite, dite deuxième nappe, dont la direction préférentielle d'orientation des fibres est différente de la direction de référence et de la direction préférentielle d'orientation des fibres de la première nappe ;
- une des nappes de fibres du matériau composite, agencée entre la première nappe et la deuxième nappe, dont les fibres sont orientées selon la direction de référence susmentionnée.

[0084] La figure 7 permet d'illustrer ces dispositions par exemple. Sur la figure 7, la nappe de fibres $60_{(i-1)}$ dont les fibres sont orientées suivant la direction préférentielle $160_{(i-1)}$ et la nappe de fibres 60_i dont les fibres sont orientées suivant la direction préférentielle 160_i , les directions préférentielles $160_{(i-1)}$ et 160_i étant orientées selon la direction de référence (laquelle est sensiblement alignée (à 5° près) avec la direction radiale 14), sont agencées entre d'une part la nappe de fibres $60_{(i-2)}$ dont les fibres sont orientées suivant la direction préférentielle $160_{(i-2)}$ et d'autre part la nappe de fibres $60_{(i+1)}$ dont les fibres sont orientées suivant la direction préférentielle $160_{(i+1)}$. La direction préférentielle $160_{(i-2)}$ est différente de la direction de référence. La direction préférentielle $160_{(i+1)}$ est différente de la direction de référence et de la direction préférentielle $160_{(i-2)}$. La nappe de fibres $60_{(i-2)}$ joue le rôle de la première nappe susmentionnée tandis que la nappe de fibres $60_{(i+1)}$ joue le rôle de la

deuxième nappe susmentionnée.

[0085] Bien entendu, chaque empilement comprend au moins trois nappes de fibres mais peut aussi comprendre X nappes de fibres, avec X strictement supérieur à 3.

[0086] Selon un mode de réalisation, la direction préférentielle d'orientation des fibres de chaque première nappe forme un angle avec la direction de référence compris entre - 15 degrés et -90 degrés et la direction préférentielle d'orientation des fibres de chaque deuxième nappe forme un angle avec la direction de référence compris entre +15 degrés et +90 degrés. A titre d'exemple, la direction préférentielle $160_{(i-2)}$ des fibres de la nappe de fibres $60_{(i-2)}$, laquelle joue le rôle de première nappe, forme avec la direction de référence un angle $\alpha_{(i-2)}$ d'environ -30°, tandis que la direction préférentielle $160_{(i+1)}$ des fibres de la nappe de fibres $60_{(i+1)}$, laquelle joue le rôle de deuxième nappe, forme un angle $\alpha_{(i+1)}$ d'environ -30° avec la direction de référence.

[0087] Il est important de préciser que les directions préférentielles ne sont pas imposées de manière identique dans l'alternance, que ce soit au sein d'un empilement ou d'un empilement à un autre empilement. Les angles formés successivement par les directions préférentielles des nappes de fibres successives par rapport à la direction de référence peuvent être aussi bien 0°/30°/-30°/0°/45°/-45° que 0°/30°/0°/-30°/0°/..., par exemple.

[0088] Les matériaux composites, par exemple la fibre de carbone imprégnée drapée en couches croisées unidirectionnelles, présente ainsi avantageusement dans sa direction de fibres de très bonnes résistances mécaniques (résistance à la traction supérieure à 1000 MPa) malgré une densité avantageusement très faible.

[0089] Selon un mode de réalisation, le système d'assemblage 100, le trou débouchant 54 et le logement 52 sont configurés pour autoriser un mouvement de pivotement de l'écrou 110 autour d'un axe de pivotement sensiblement orthogonal à la direction de l'effort de serrage appliqué par le système d'assemblage 100 et à un plan dans lequel est inclus l'axe de rotation 2 du rotor 1.

[0090] Selon un mode de réalisation, la partie d'appui 140 du système d'assemblage 100 est configurée pour glisser sur la surface cylindrique délimitée par la paroi 55 du logement 52 lors du mouvement de pivotement de l'écrou 110.

[0091] De manière non illustrée dans son ensemble, il est aussi décrit un compresseur (non représenté dans sa globalité) configuré pour assurer la compression d'un gaz aqueux comprenant un rotor 1 tel que décrit précédemment. Le rotor 1 est monté à rotation dans un référentiel terrestre par tout moyen de montage à rotation connu et adapté. Le compresseur comprend aussi un dispositif de motorisation (non représenté), de nature électrique, pneumatique, thermique ou toute autre source d'énergie, assurant l'entraînement en rotation du rotor 1. Le compresseur peut être de tout type et notamment un compresseur de type centrifuge.

[0092] Selon un autre aspect, il est aussi décrit une installation de compression (non représentée dans sa globalité) assurant la compression d'un gaz aqueux, cette installation de compression comprenant un réseau de circulation dans lequel le gaz aqueux est présent et apte à être mis en circulation de manière canalisée, le réseau comprenant au moins un compresseur tel que décrit précédemment, agencé pour être traversé par le gaz aqueux d'où il résulte que lorsque le gaz circule dans le réseau de circulation il présente, en aval dudit au moins un compresseur, une pression supérieure à sa pression en amont dudit au moins un compresseur.

[0093] Selon une autre caractéristique de l'installation, le gaz aqueux contient au moins 30%, de préférence entre 70% et 100%, de H₂O en proportion massique.

[0094] L'invention trouve son application industrielle dans le domaine de la compression de gaz aqueux, notamment grâce au rotor tel que décrit qui permet de limiter le poids du rotor tout en le rendant robuste quant à la rupture de sa ou de ses aubes.

[0095] Le système d'assemblage 100 tel que décrit précédemment rend le rotor 1 capable d'encaisser les efforts centrifuges survenant lors d'un fonctionnement, notamment transsonique dans un milieu aqueux, c'est-à-dire contenant au moins 30% en masse d'eau à l'état gazeux.

[0096] Classiquement, la vitesse périphérique du rotor 1 dans le cadre d'un compresseur de type centrifuge est du même ordre de grandeur que la vitesse du son dans le milieu à comprimer ; dans le cas de l'eau à l'état gazeux, cette vitesse est de l'ordre de 425 m/s, contre 344 m/s à 20°C dans l'air. L'élévation de température du gaz lors de la compression amène à des vitesses périphériques proches de 480 m/s en régime sonique. Les vitesses de rotation du rotor 1 pour atteindre ces vitesses périphériques doivent alors être augmentées, et les contraintes imposées dans le matériau constitutif des aubes étant proportionnelles au carré de la vitesse de rotation du rotor 1 multiplié par sa densité et le rayon de rotation, sont fortement augmentées. C'est la raison pour laquelle le système d'assemblage 100 décrit ci-avant est particulièrement robuste, permet de tendre à limiter les risques de rupture d'une aube 50, et est adapté au domaine du gaz aqueux devant coopérer avec le rotor 1 lors de sa rotation.

[0097] Les matériaux dans lesquels sont constitués les aubes d'un rotor peuvent classiquement être classés en comparant leur densité à leur résistance élastique : un rotor constitué d'un matériau léger produit des contraintes plus faibles, alors que sa limite élastique en traction reste élevée notamment lorsque le matériau composite comprend des fibres. Dès lors, l'utilisation du matériau composite conformément à la présente invention, plus léger que du métal comme de l'acier massif ou de l'aluminium, permet de rendre le rotor 1 particulièrement robuste.

[0098] Le matériau composite décrit précédemment, qui peut présenter une bonne résistance mécanique (ré-

sistance à la traction supérieure à 1000 MPa) pour une densité très faible, permet avantageusement que la contrainte engendrée par les efforts centrifuges au niveau du ou des systèmes d'assemblage 100 de chacune de l'au moins une aube 50 présente reste en deçà des limites de traction du matériau, même à ces grandes vitesses.

10 Revendications

1. Rotor (1) pour la compression d'un gaz aqueux, le rotor (1) comprenant un support (10), au moins une aube (50) formée dans un matériau composite, ladite aube (50) comprenant une surface de contact (51) en contact avec le support (10), et au moins un système d'assemblage (100), le système d'assemblage (100) comprenant :

- un écrou (110) logé au moins en partie dans un logement (52) ménagé dans une épaisseur (57) de l'aube (50) ;
- un organe d'appui (120) ;
- une tige (130) reliant l'organe d'appui (120) et l'écrou (110) en traversant successivement, depuis l'organe d'appui (120), une partie du support (10) et un trou débouchant (54) formé dans l'aube (50) de sorte à relier la surface de contact (51) de l'aube (50) à une paroi (55) du logement (52), la tige (130) comprenant au moins une portion filetée vissée dans l'écrou (110) de sorte qu'un effort de serrage exercé entre l'organe d'appui (120) et l'écrou (110) induit une sollicitation de l'aube (50) et du support (10) l'un en direction de l'autre.

2. Rotor (1) selon la revendication 1, dans lequel :

- la paroi (55) du logement (52) comprend une surface cylindrique concave dont une ligne génératrice est sensiblement parallèle à une direction (56) suivant laquelle l'épaisseur (57) de l'aube (50) est mesurée, le trou débouchant (54) étant débouchant dans le logement (52) au travers de cette surface cylindrique,
- le système d'assemblage (100) comprend une partie d'appui (140) traversée par la tige (130) et conformée pour correspondre à au moins une partie de la surface cylindrique, l'effort de serrage assurant que la partie d'appui (140) est en appui contre ladite au moins une partie de la surface cylindrique.

3. Rotor (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, dans lequel la tige (130) présente une direction longitudinale (131) qui s'étend de manière sensiblement radiale par rapport à l'axe de rotation (2) du rotor (1).

4. Rotor selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel le matériau composite comprend une pluralité de nappes de fibres, lesdites nappes de fibres étant superposées et maintenues dans une matrice. 5
5. Rotor (1) selon la revendication 4, dans lequel les nappes de fibres (60_i) sont superposées selon une direction d'empilement (61), et le trou débouchant (54) présente une direction axiale (54a) sensiblement orthogonale à la direction d'empilement (61). 10
6. Rotor (1) selon l'une quelconque des revendications 4 à 5, dans lequel le matériau composite est tel que : 15
- chaque nappe de fibres (60_i) dudit matériau composite présente une direction préférentielle (160_i) selon laquelle des fibres de ladite nappe de fibres (60_i) sont orientées ;
 - au moins l'une des nappes de fibres (60_i) dudit matériau composite est telle que sa direction préférentielle (160_i), à proximité de la surface de contact (51) de l'aube (50), est une direction de référence orientée de manière sensiblement radiale par rapport à l'axe de rotation (2) du rotor (1). 20 25
7. Rotor (1) selon la revendication 6, dans lequel le matériau composite comprend une superposition d'empilements de nappes de fibres (60), chaque empilement de nappes de fibres (60_i) comprenant : 30
- une des nappes de fibres du matériau composite, dite première nappe, dont la direction préférentielle d'orientation des fibres est différente de la direction de référence ; 35
 - une des nappes de fibres du matériau composite, dite deuxième nappe, dont la direction préférentielle d'orientation des fibres est différente de la direction de référence et de la direction préférentielle d'orientation des fibres de la première nappe ; 40
 - une des nappes de fibres du matériau composite, agencée entre la première nappe et la deuxième nappe, dont les fibres sont orientées selon la direction de référence. 45
8. Rotor (1) selon la revendication 7, dans lequel : 50
- la direction préférentielle d'orientation des fibres de chaque première nappe forme un angle avec la direction de référence compris entre -15 degrés et -90 degrés ;
 - la direction préférentielle d'orientation des fibres de chaque deuxième nappe forme un angle avec la direction de référence compris entre +15 degrés et +90 degrés. 55
9. Rotor (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel le système d'assemblage (100), le trou débouchant (54) et le logement (52) sont configurés pour autoriser un mouvement de pivotement de l'écrou (110) autour d'un axe de pivotement sensiblement orthogonal à la direction de l'effort de serrage appliqué par le système d'assemblage (100) et à un plan dans lequel est inclus l'axe de rotation (2) du rotor (1).
10. Rotor (1) selon la revendication 9 et la revendication 2, dans lequel la partie d'appui (140) du système d'assemblage (100) est configurée pour glisser sur la surface cylindrique délimitée par la paroi (55) du logement (52) lors du mouvement de pivotement de l'écrou (110).
11. Rotor (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans lequel l'écrou (110) est choisi parmi :
- un écrou transversal (111) formé par un cylindre (111a) percé d'un trou cylindrique (111b) dont la surface interne est filetée pour coopérer avec la portion filetée de la tige (130) du système d'assemblage (100), l'axe (111c) du cylindre (111a) et l'axe (111d) du trou cylindrique (111b) étant transversaux, le cylindre (111a) d'une part présentant une surface cylindrique ayant une forme complémentaire, à la périphérie du trou débouchant (54), de la paroi (55) du logement (52) et d'autre part étant au contact de la paroi (55) du logement (52) ;
 - un écrou à pans (112) percé d'un trou cylindrique (112a) dont la surface interne est filetée pour coopérer avec la portion filetée de la tige (130) du système d'assemblage (100), l'écrou à pans (112) prenant appui sur un insert (113) interposé entre l'écrou à pans (112) et la paroi (55) du logement (52), l'insert (113) étant traversé par la tige (130) et présentant une portion cylindrique (113a) d'une part présentant une surface cylindrique ayant une forme complémentaire, à la périphérie du trou débouchant (54), de la paroi (55) du logement (52) et d'autre part étant au contact de la paroi (55) du logement (52) ;
 - un écrou (114) formé par une portion de cylindre (114a) percée d'un trou cylindrique (114b) dont la surface interne est filetée pour coopérer avec la portion filetée de la tige (130) du système d'assemblage (100), l'axe (114c) de la portion de cylindre (114a) et l'axe (114d) du trou cylindrique (114b) étant transversaux, la portion de cylindre (114a) d'une part présentant une surface cylindrique ayant une forme complémentaire, à la périphérie du trou débouchant (14), de la paroi (55) du logement (52) et d'autre part étant au contact de la paroi (55) du logement

(52).

12. Rotor (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, dans lequel l'aube (50) comprend une région dans laquelle le matériau composite est en surépaisseur, le logement (52) étant agencé dans cette région. 5
13. Rotor (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, dans lequel l'au moins une aube (50) est fixée au support (10) par l'intermédiaire d'une pluralité de systèmes d'assemblage (100) décalés le long du support (10) suivant l'axe de rotation (2) du rotor (1). 10
14. Rotor (1) selon la revendication 13, comprenant une pluralité d'aubes (50) chacune fixée au support (10) par au moins un système d'assemblage (100) qui participe uniquement à la fixation de ladite aube (50). 15
15. Compresseur pour la compression d'un gaz aqueux comprenant un rotor (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes. 20
16. Installation de compression d'un gaz aqueux comprenant un réseau de circulation dans lequel le gaz aqueux est apte à circuler de manière canalisée, le réseau comprenant au moins un compresseur selon la revendication 15 agencé pour être traversé par le gaz aqueux d'où il résulte que le gaz circulant dans le réseau de circulation présente, en aval dudit au moins un compresseur, une pression supérieure à sa pression en amont dudit au moins un compresseur. 25 30
17. Installation selon la revendication précédente, dans lequel le gaz aqueux contient au moins 30%, de préférence entre 70% et 100%, de H₂O en proportion massique. 35

40

45

50

55

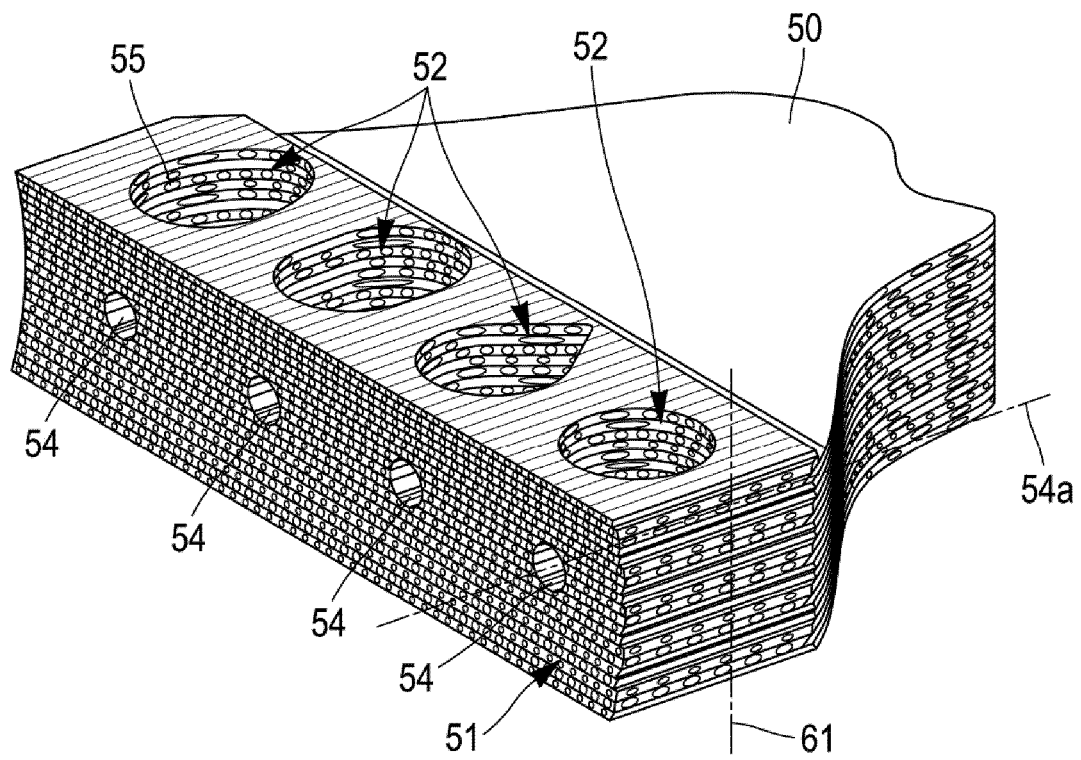


Fig. 1

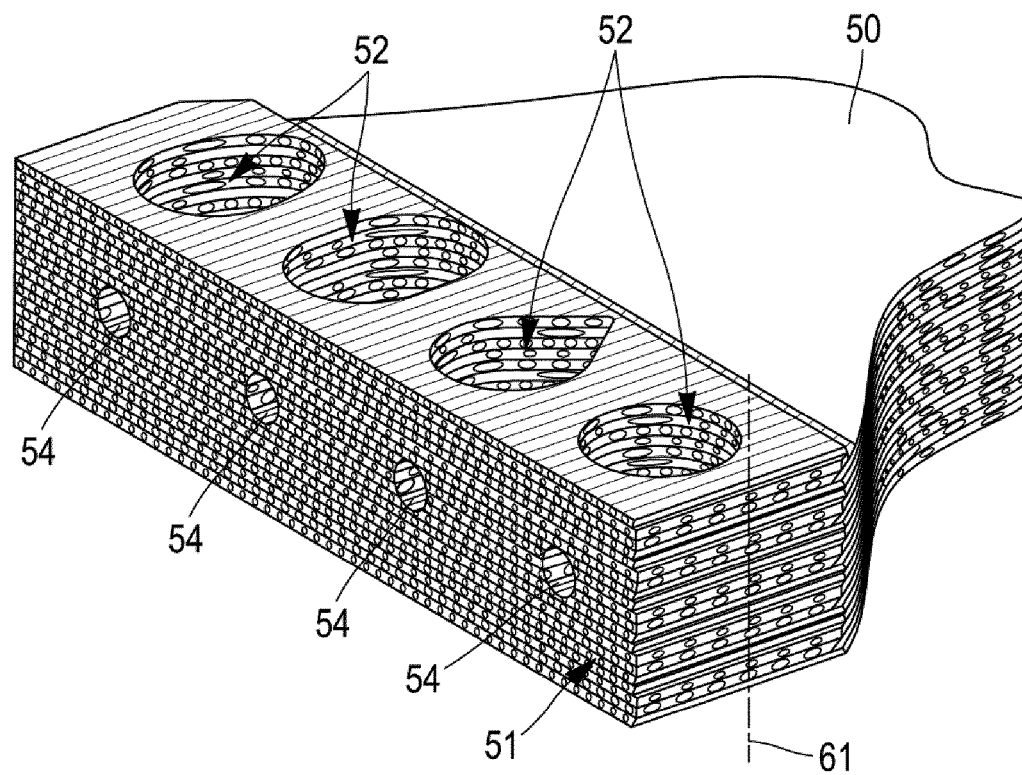


Fig. 2

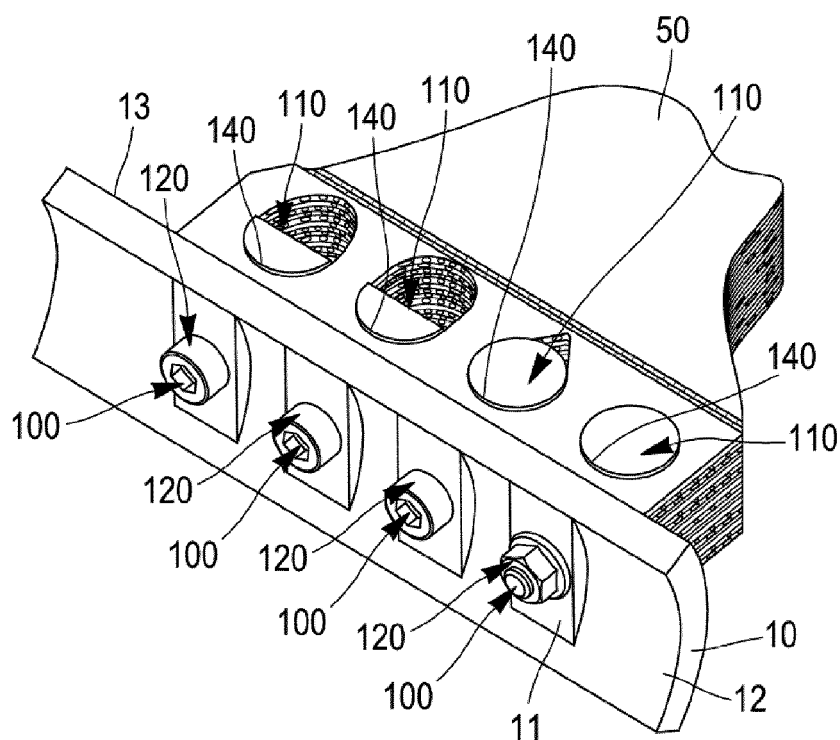


Fig. 3

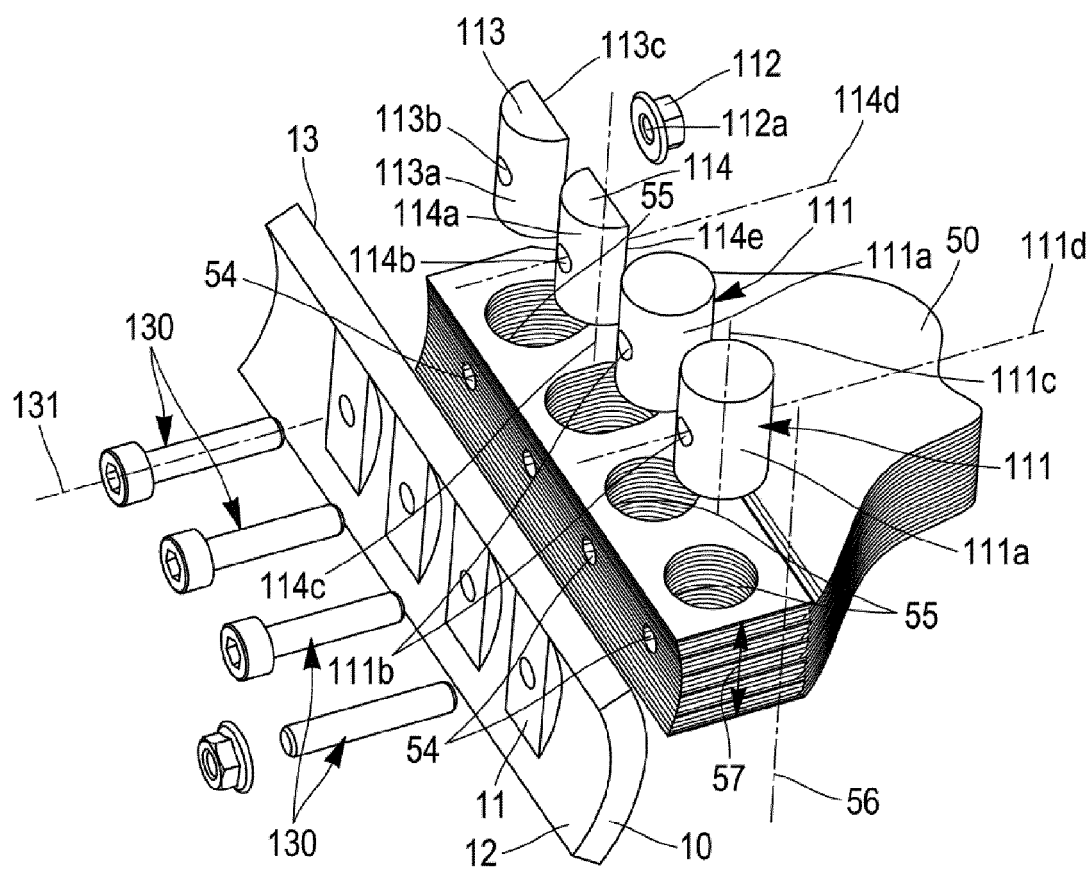


Fig. 4

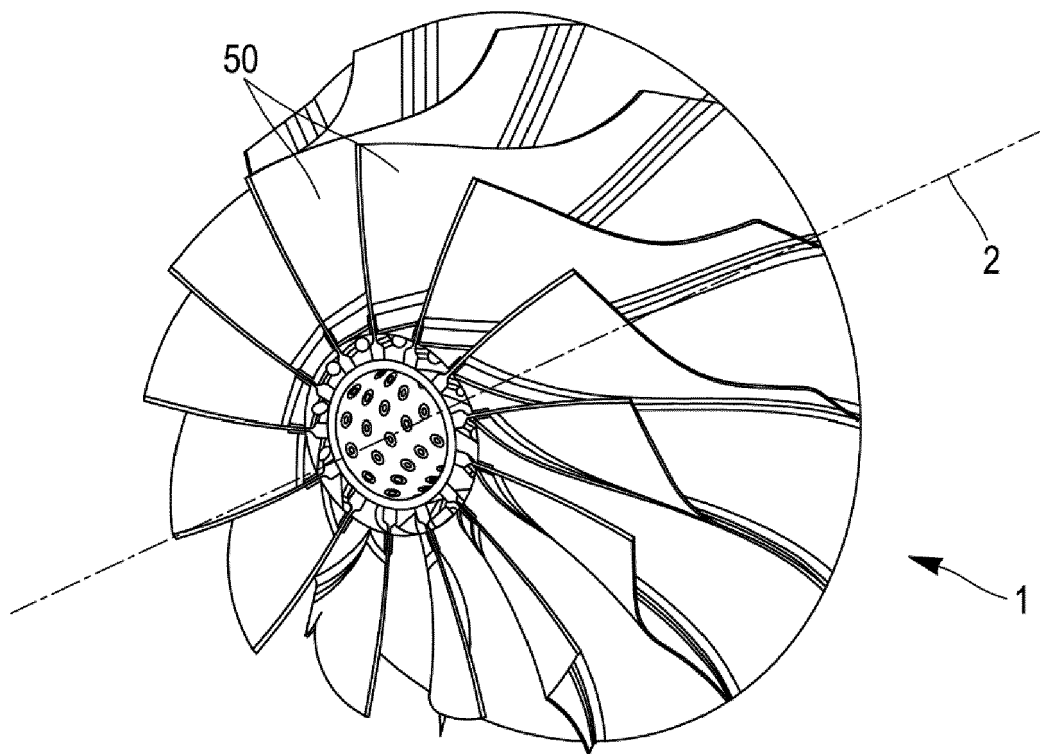


Fig. 5

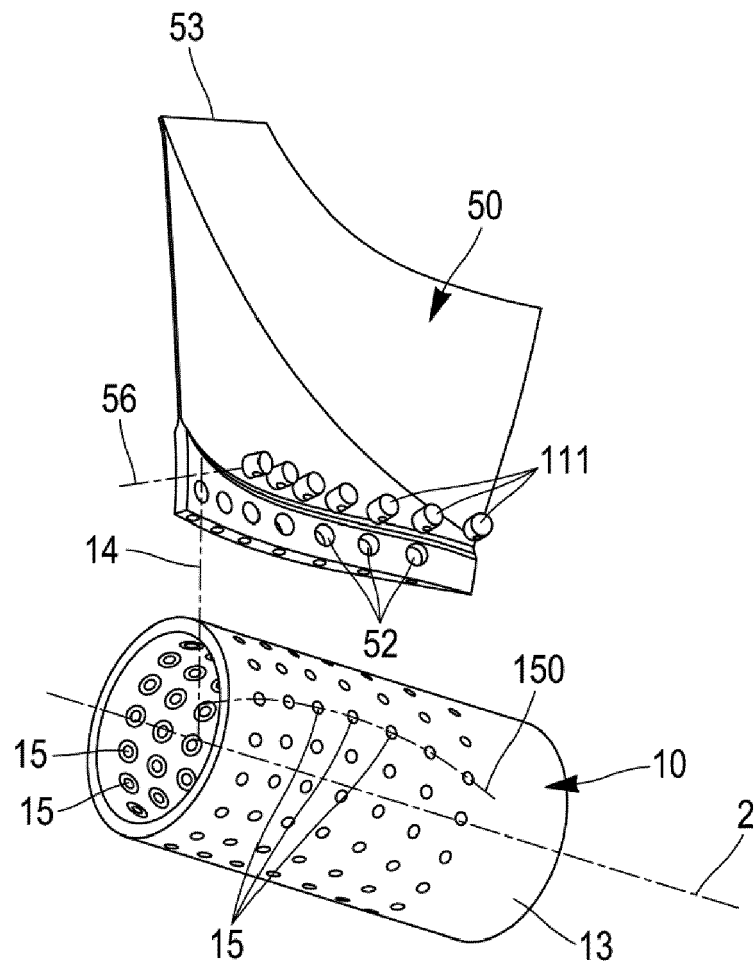


Fig. 6

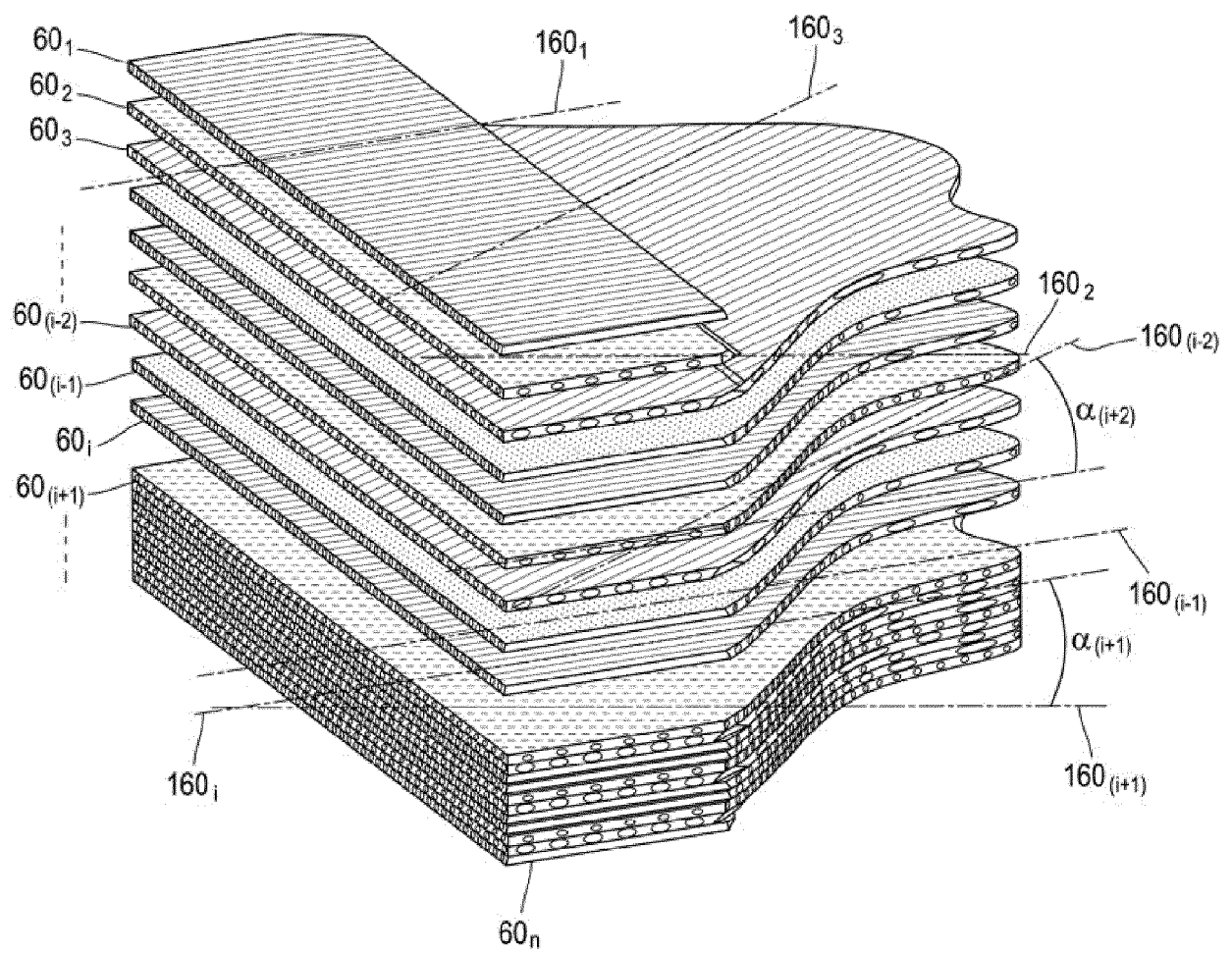


Fig. 7



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 24 16 8187

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	US 2012/124994 A1 (HOMMES DANIEL J [US] ET AL) 24 mai 2012 (2012-05-24) * alinéas [0015] - [0024]; figures 1-4 * -----	1,4-8, 12,15-17	INV. F04D29/02 F04D29/28 F04D29/30 F04D29/62
A	FR 2 631 083 A1 (PLASTIREMO [FR]) 10 novembre 1989 (1989-11-10) * page 3, ligne 25 - page 11, ligne 10; figures 1-5 * -----	1,4-8, 12,15-17	
A	EP 1 892 380 A1 (SIEMENS AG [DE]) 27 février 2008 (2008-02-27) * alinéas [0016] - [0028]; figures 1-8 * -----	1-3, 9-11,13, 14	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) F04D
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 27 août 2024	Examineur Nobre Correia, S
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 intercalaire		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 (F04C02)

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

EP 24 16 8187

5 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.

27-08-2024

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2012124994 A1	24-05-2012	CN 102478022 A	30-05-2012
		DE 102011118890 A1	24-05-2012
		US 2012124994 A1	24-05-2012
FR 2631083 A1	10-11-1989	AUCUN	
EP 1892380 A1	27-02-2008	AT E459786 T1	15-03-2010
		CN 101506475 A	12-08-2009
		EP 1892380 A1	27-02-2008
		EP 2076656 A1	08-07-2009
		JP 2010501765 A	21-01-2010
		US 2009324414 A1	31-12-2009
		WO 2008022890 A1	28-02-2008

EPO FORM P0460

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