



Domaine de l'invention

La présente invention se rapporte à un arbre de rotor pour un turbocompresseur, et en particulier pour un turbocompresseur à grande vitesse.

5

Arrière-plan de l'invention

Le document US4063850 divulgue un moteur à turbine à gaz avec un turbocompresseur comprenant notamment :

- 10 - un arbre de turbocompresseur, également appelé arbre de rotor, comportant :
 - une partie de palier tubulaire ayant une première partie d'extrémité axiale et une deuxième partie d'extrémité axiale opposée à la première partie d'extrémité axiale,
 - 15 - une partie de rouet agencée au niveau de la première partie d'extrémité axiale de la partie de palier tubulaire, et
 - une partie d'entraînement agencée au niveau de la deuxième partie d'extrémité axiale de la partie de palier tubulaire,
 - au moins un étage de compression configuré pour comprimer un fluide frigorigène, l'au moins un étage de compression comportant au moins un rouet 20 relié à la partie de rouet de l'arbre de turbocompresseur,
 - un agencement de palier radial configuré pour supporter en rotation la partie de palier tubulaire, et
 - un agencement de palier axial configuré pour limiter un mouvement 25 axial de l'arbre de turbocompresseur pendant le fonctionnement.

Selon le document US4063850, la partie de palier tubulaire et la partie d'entraînement sont formées d'un seul tenant, et sont reliées à la partie de rouet par une jonction par fusion annulaire.

Bien qu'un tel arbre de turbocompresseur soit moins coûteux à fabriquer 30 par rapport aux arbres de turbocompresseurs monolithiques, la fabrication d'un tel arbre de turbocompresseur est encore chère et prend du temps en raison du matériau dur utilisé pour fabriquer la partie d'entraînement. En effet, un tel matériau dur est difficile à usiner, en raison de sa dureté de surface élevée.

En outre, la configuration de jonction par fusion divulguée du 35 raccordement entre la partie de palier tubulaire et la partie de rouet peut conduire à une rupture dudit raccordement et peut donc nuire à la fiabilité d'un

tel arbre de turbocompresseur, en particulier lorsque l'arbre de turbocompresseur est entraîné à des vitesses très élevées. Ces jonctions par fusion peuvent également être coûteuses à fabriquer, en raison de l'addition de matériaux spéciaux et d'une commande précise nécessaire des profils de température au cours du procédé de jonction.

Résumé de l'invention

Un objet de la présente invention est de fournir un arbre de turbocompresseur amélioré qui peut surmonter les inconvénients rencontrés dans des arbres de turbocompresseurs conventionnels.

Un autre objet de la présente invention est de fournir un arbre de turbocompresseur modulaire qui est fiable, et plus facile et moins coûteux à fabriquer.

Selon l'invention, un tel arbre de turbocompresseur modulaire comprend :

- une partie de palier tubulaire ayant une première partie d'extrémité axiale et une deuxième partie d'extrémité axiale opposée à la première partie d'extrémité axiale,

- une partie de rouet agencée au niveau de la première partie d'extrémité axiale de la partie de palier tubulaire, et

- une partie d'entraînement agencée au niveau de la deuxième partie d'extrémité axiale de la partie de palier tubulaire,

dans lequel la partie de palier tubulaire est réalisée en un matériau dur, et la partie de rouet et/ou la partie d'entraînement est/sont réalisée(s) en un matériau relativement souple par rapport au matériau dur de la partie de palier tubulaire,

dans lequel la partie de rouet et/ou la partie d'entraînement s'étend/s'étendent au moins partiellement dans la partie de palier tubulaire et est/sont fermement reliée(s) à la partie de palier tubulaire, et

dans lequel la partie de palier tubulaire, la partie de rouet et la partie d'entraînement sont configurées de sorte que les déformations radiales, se produisant lors de l'assemblage de la partie de rouet et/ou de la partie d'entraînement à la partie de palier tubulaire, sont essentiellement limitées à la partie d'entraînement et/ou à la partie de rouet.

Une telle configuration de l'arbre de turbocompresseur modulaire réduit les coûts d'usinage, puisque seule la partie de palier tubulaire, qui doit répondre à des faibles tolérances et à une résistance à l'usure accrue, est réalisée en un matériau dur. Les autres parties d'arbre réalisées en des matériaux plus souples (et moins rigides) sont plus faciles à usiner, et absorbent la majeure partie des déformations radiales, qui se produisent au cours du procédé d'assemblage (par exemple de thermorétraction) de l'arbre de turbocompresseur modulaire. Ainsi, les tolérances des surfaces externes de la partie de rouet et/ou de la partie d'entraînement peuvent être augmentées sans risque de contrainte excessive sur la partie de palier tubulaire.

En outre, les parties d'arbre plus souples absorbent les déformations se produisant lors du fonctionnement du compresseur, causées par différents coefficients de dilatation thermique de matériaux durs et souples.

Donc, les déformations de la partie de palier tubulaire se produisant lors de l'assemblage de l'arbre de turbocompresseur modulaire et se produisant en cours de fonctionnement sont limitées. Cela a pour conséquence une amélioration de la fiabilité des paliers axiaux et radiaux supportant l'arbre de turbocompresseur modulaire, en particulier lorsque des paliers à gaz sont utilisés comme ils nécessitent un très petit jeu pour être stables tout en exigeant un jeu suffisant pour éviter un grippage de palier.

Par conséquent, l'arbre de turbocompresseur modulaire selon la présente invention est plus fiable, plus léger et plus facile et moins coûteux à fabriquer que des arbres de turbocompresseurs conventionnels.

L'arbre de turbocompresseur peut également comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises seules ou en combinaison.

Selon un mode de réalisation de l'invention, la partie de rouet et la partie d'entraînement s'étendent au moins partiellement dans la partie de palier tubulaire et sont fermement reliées à la partie de palier tubulaire, la partie de palier tubulaire, la partie de rouet et la partie d'entraînement étant configurées de sorte que les déformations radiales, se produisant lors de l'assemblage de la partie de rouet et de la partie d'entraînement à la partie de palier tubulaire, sont essentiellement limitées à la partie d'entraînement et à la partie de rouet.

Selon un mode de réalisation de l'invention, la partie de rouet et/ou la partie d'entraînement est/sont reliée(s) à la partie de palier tubulaire par ajustement par pression ou par ajustement par contraction, la partie de palier tubulaire, la partie de rouet et la partie d'entraînement étant configurées de

sorte que les déformations radiales, se produisant lors de l'assemblage par ajustement par contraction ou par ajustement par pression de la partie de rouet et/ou de la partie d'entraînement à la partie de palier tubulaire, sont essentiellement limitées à la partie d'entraînement et/ou à la partie de rouet.

5 Selon un mode de réalisation de l'invention, la partie de rouet et/ou la partie d'entraînement est/sont reliée(s) à la partie de palier tubulaire par ajustement par thermorétraction.

10 Selon un mode de réalisation de l'invention, la partie de rouet et/ou la partie d'entraînement est/sont radialement déformable(s) lors de l'assemblage de la partie de rouet et/ou de la partie d'entraînement à la partie de palier tubulaire.

 Selon un mode de réalisation de l'invention, le rapport entre la dureté Vickers du matériau dur de la partie de palier tubulaire et la dureté Vickers du matériau relativement souple de la partie de rouet est supérieur à 3.

15 Selon un mode de réalisation de l'invention, le rapport entre la dureté Vickers du matériau dur de la partie de palier tubulaire et la dureté Vickers du matériau relativement souple de la partie d'entraînement est supérieur à 3.

 Selon un mode de réalisation de l'invention, la partie de palier tubulaire comporte :

20 - une partie cylindrique tubulaire ayant une surface externe configurée pour coopérer avec un agencement de palier radial d'un turbocompresseur, et
 - une partie en forme de disque plat ayant un diamètre externe plus grand que le diamètre externe de la partie cylindrique tubulaire, la partie en forme de disque plat ayant une première face d'extrémité axiale et une
25 deuxième face d'extrémité axiale opposée à la première face d'extrémité axiale, les première et deuxième faces d'extrémités axiales étant configurées pour coopérer avec un agencement de palier axial.

 Selon un mode de réalisation de l'invention, la partie d'entraînement est fermement reliée à la partie cylindrique tubulaire.

30 Selon un mode de réalisation de l'invention, la partie de rouet est fermement reliée à la partie cylindrique tubulaire et à la partie en forme de disque plat.

 Selon un mode de réalisation de l'invention, la partie en forme de disque plat comporte une ouverture centrale ayant un diamètre correspondant
35 essentiellement au diamètre interne de la partie cylindrique tubulaire.

Selon un mode de réalisation de l'invention, la partie cylindrique tubulaire et la partie en forme de disque plat sont formées d'un seul tenant ou comme deux parties séparées.

5 Selon un mode de réalisation de l'invention, la partie de palier tubulaire est réalisée en un matériau de haute résistance ayant une dureté de surface élevée.

Selon un mode de réalisation de l'invention, la partie de palier tubulaire est réalisée en carbure de tungstène ou en des matériaux céramiques.

10 Selon un mode de réalisation de l'invention, le matériau dur de la partie de palier tubulaire a une dureté Vickers supérieure à 1500HV.

Selon un mode de réalisation de l'invention, le matériau relativement souple de la partie de rouet a une dureté Vickers inférieure à 500HV.

Selon un mode de réalisation de l'invention, la partie de rouet est réalisée en des alliages de titane ou en des alliages d'aluminium.

15 Selon un mode de réalisation de l'invention, la partie d'entraînement comprend :

- une partie de montage agencée à l'intérieur de la partie de palier tubulaire, et
 - une partie de fixation de rotor pour la fixation d'un rotor du
- 20 turbocompresseur.

Selon un mode de réalisation de l'invention, la partie de montage de la partie d'entraînement est agencée à l'intérieur de la partie cylindrique tubulaire.

25 Selon un mode de réalisation de l'invention, la partie de montage de la partie d'entraînement est agencée à l'intérieur de la partie de palier tubulaire par ajustement par contraction ou par ajustement par pression.

Selon un mode de réalisation de l'invention, la partie de montage de la partie d'entraînement comporte une surface externe cylindrique.

30 Selon un mode de réalisation de l'invention, la partie de fixation de rotor comporte un alésage axial s'étendant sur au moins une partie de la longueur de la partie de fixation de rotor, l'alésage axial étant configuré pour recevoir le rotor.

35 Selon un mode de réalisation de l'invention, le rotor peut comprendre des aimants permanents et peut être ajusté fermement, par exemple ajusté par pression ou ajusté par contraction, dans l'alésage axial de la partie de fixation de rotor.

Selon un mode de réalisation de l'invention, la partie de fixation de rotor est tubulaire.

5 Selon un mode de réalisation de l'invention, la partie de montage de la partie d'entraînement comporte un trou axial s'étendant sur au moins une partie de la longueur de la partie de montage de la partie d'entraînement. Une telle configuration de la partie d'entraînement réduit le poids de cette dernière, et donc de l'arbre de turbocompresseur.

10 Selon un mode de réalisation de l'invention, le trou axial prévu sur la partie d'entraînement s'étend au moins partiellement dans la partie de palier tubulaire. Une telle configuration de la partie d'entraînement augmente la flexibilité de la partie de montage de la partie d'entraînement, et permet ainsi de limiter davantage les déformations radiales de la partie de palier tubulaire se produisant lors de l'assemblage de l'arbre de turbocompresseur.

15 Selon un mode de réalisation de l'invention, la partie d'entraînement est réalisée en un alliage de titane ou en un autre matériau non magnétique.

Selon un mode de réalisation de l'invention, le matériau relativement souple de la partie d'entraînement a une dureté Vickers inférieure à 500HV.

20 Selon un mode de réalisation de l'invention, la partie de rouet comprend :
- une partie de montage agencée au moins partiellement à l'intérieur de la partie de palier tubulaire, et

- une partie de fixation de rouet pour la fixation d'au moins un rouet.

Selon un mode de réalisation de l'invention, la partie de montage de la partie de rouet est agencée au moins partiellement à l'intérieur de la partie cylindrique tubulaire.

25 Selon un mode de réalisation de l'invention, la partie de montage de la partie de rouet est reliée à la partie de palier tubulaire par ajustement par contraction ou par ajustement par pression.

Selon un mode de réalisation de l'invention, la partie de montage de la partie de rouet comporte une surface externe essentiellement cylindrique.

30 Selon un mode de réalisation de l'invention, la partie de montage de la partie de rouet comporte un trou axial s'étendant sur au moins une partie de la longueur de ladite partie de montage. Une telle configuration de la partie de rouet réduit le poids de cette dernière, et donc de l'arbre de turbocompresseur.

35 Selon un mode de réalisation de l'invention, le trou axial prévu sur la partie de rouet s'étend au moins partiellement dans la partie de palier tubulaire. Une telle configuration de la partie de rouet augmente la flexibilité de la partie

de montage de la partie de rouet, et permet donc de limiter davantage les déformations radiales de la partie de palier tubulaire se produisant lors de l'assemblage de l'arbre de turbocompresseur.

5 Selon un mode de réalisation de l'invention, la partie en forme de disque plat est reliée à la partie de montage de la partie de rouet, et est agencée autour de ladite partie de montage.

Selon un mode de réalisation de l'invention, la partie en forme de disque plat est adjacente à une extrémité axiale de la partie cylindrique tubulaire.

10 Selon un mode de réalisation de l'invention, la partie en forme de disque plat s'étend radialement vers l'extérieur par rapport à la partie de montage de la partie de rouet.

Selon un mode de réalisation de l'invention, la partie de palier tubulaire, la partie de rouet et la partie d'entraînement s'étendent le long d'un même axe longitudinal.

15 Selon un mode de réalisation de l'invention, l'arbre de turbocompresseur est configuré pour être supporté axialement et radialement par des agencements de palier à gaz formés au niveau de surfaces externes de la partie de palier tubulaire.

20 La présente invention se rapporte également à un turbocompresseur centrifuge comportant un arbre de turbocompresseur modulaire selon la présente invention.

Selon un mode de réalisation de l'invention, le turbocompresseur centrifuge comporte en outre :

25 - au moins une étage de compression configuré pour comprimer un fluide frigorigène, l'au moins un étage de compression comportant au moins un rouet relié à la partie de rouet de l'arbre de turbocompresseur,

30 - un moteur électrique configuré pour entraîner en rotation l'arbre de turbocompresseur autour d'un axe de rotation, le moteur électrique comportant un stator et un rotor, le rotor étant relié à la partie d'entraînement de l'arbre de turbocompresseur.

Selon un mode de réalisation de l'invention, le turbocompresseur centrifuge comporte en outre un agencement de palier radial configuré pour supporter en rotation la partie de palier tubulaire.

35 Selon un mode de réalisation de l'invention, l'agencement de palier radial est un agencement de palier à gaz.

Selon un mode de réalisation de l'invention, l'agencement de palier radial est configuré pour coopérer avec une surface externe de la partie cylindrique tubulaire.

5 Selon un mode de réalisation de l'invention, l'agencement de palier radial comporte un palier radial s'étendant sur au moins une partie de la longueur de la partie cylindrique tubulaire.

10 Selon un mode de réalisation de l'invention, le turbocompresseur centrifuge comporte en outre un agencement de palier de butée configuré pour limiter un mouvement axial de l'arbre de turbocompresseur pendant le fonctionnement.

Selon un mode de réalisation de l'invention, l'agencement de palier de butée est situé entre le moteur électrique et le premier étage de compression.

15 Selon un mode de réalisation de l'invention, l'agencement de palier de butée est configuré pour coopérer avec les première et deuxième faces d'extrémités axiales de la partie en forme de disque plat.

Selon un mode de réalisation de l'invention, l'agencement de palier de butée est un agencement de palier à gaz.

20 Selon un mode de réalisation de l'invention, l'agencement de palier de butée comporte un premier élément de palier de butée annulaire ayant une première surface de palier de butée, et un deuxième élément de palier de butée annulaire ayant une deuxième surface de palier de butée, les première et deuxième surfaces de palier de butée étant configurées pour coopérer respectivement avec les première et deuxième faces d'extrémités axiales de la partie en forme de disque plat.

25 Ces avantages, ainsi que d'autres, apparaîtront à la lecture de la description suivante compte tenu du dessin ci-joint qui représente, à titre d'un exemple non limitatif, un mode de réalisation d'un arbre de turbocompresseur selon l'invention.

30 **Brève description des dessins**

La description détaillée suivante d'un mode de réalisation de l'invention est mieux comprise lorsqu'elle est lue conjointement avec les dessins annexés, étant, toutefois, entendu que l'invention ne se limite pas au mode de réalisation
35 spécifique divulgué.

La figure 1 est une vue en coupe longitudinale d'un turbocompresseur centrifuge comportant un arbre de turbocompresseur selon l'invention.

La figure 2 est une vue en coupe longitudinale de l'arbre de turbocompresseur de la figure 1.

5 La figure 3 est une vue en perspective éclatée de l'arbre de turbocompresseur de la figure 1.

Description détaillée de l'invention

10 La figure 1 représente un turbocompresseur centrifuge 2, et en particulier un turbocompresseur centrifuge à deux étages. Le turbocompresseur centrifuge 2 comporte un boîtier hermétique 3, et un arbre de turbocompresseur 4 agencé en rotation dans le boîtier hermétique 3 et s'étendant le long d'un axe longitudinal A.

15 Comme cela est mieux montré sur les figures 2 et 3, l'arbre de turbocompresseur 4 comporte une partie de palier tubulaire 5, une partie de rouet 6 agencée au niveau d'une première partie d'extrémité axiale 5a de la partie de palier tubulaire 5, et une partie d'entraînement 7 agencée au niveau d'une deuxième partie d'extrémité axiale 5b de la partie de palier tubulaire 5. La
20 partie de rouet 6 et la partie d'entraînement 7 s'étendent partiellement dans la partie de palier tubulaire 5 et sont fermement reliées à la partie de palier tubulaire 5, par ajustement par pression ou par ajustement par contraction. En particulier, la partie de palier tubulaire 5, la partie de rouet 6 et la partie d'entraînement 7 sont définies de sorte que les déformations radiales, se
25 produisant lors de l'assemblage par ajustement par contraction ou par ajustement par pression de la partie de rouet 6 et de la partie d'entraînement 7 à la partie de palier tubulaire 5, sont essentiellement limitées à la partie d'entraînement 7 et à la partie de rouet 6.

La partie de palier tubulaire 5 comporte une partie cylindrique tubulaire 8
30 ayant une surface externe 9 configurée pour coopérer avec un agencement de palier radial configuré pour supporter en rotation et radialement l'arbre de turbocompresseur 4.

Selon le mode de réalisation montré sur les figures, l'agencement de palier radial comporte au moins un palier radial 11, tel qu'un palier à douille
35 radial, situé dans le boîtier hermétique 3 et ayant une surface interne 12 configurée pour coopérer avec la surface externe 9 de la partie cylindrique

tubulaire 8. Le ou chaque palier radial 11 peut être un palier radial fluide, et par exemple un palier radial à gaz. Selon le mode de réalisation montré sur les figures, l'agencement de palier radial comporte une pluralité de paliers radiaux 11, par exemple deux, répartis sur toute la longueur axiale de la partie cylindrique tubulaire 8. Cependant, l'agencement de palier radial peut ne comporter qu'un seul palier radial 11 s'étendant le long de la partie cylindrique tubulaire 8.

La partie de palier tubulaire 5 comporte en outre une partie en forme de disque plat 13 qui s'étend de manière coaxiale avec la partie cylindrique tubulaire 8. La partie en forme de disque plat 13 a un diamètre externe plus grand que le diamètre externe de la partie cylindrique tubulaire 8, et comporte une première face d'extrémité axiale 13a et une deuxième face d'extrémité axiale 13b opposée à la première face d'extrémité axiale 13a. Les première et deuxième faces d'extrémités axiales 13a, 13b sont configurées pour coopérer avec un agencement de palier axial, également appelé agencement de palier de butée, configuré pour limiter un mouvement axial de l'arbre de turbocompresseur 4 pendant le fonctionnement. Selon le mode de réalisation montré sur les figures, l'agencement de palier axial comporte un premier élément de palier de butée annulaire 14 et un deuxième élément de palier de butée annulaire 15 situés dans le boîtier hermétique 3. Le premier élément de palier de butée annulaire 14 a une première surface de palier de butée 16 configurée pour coopérer avec la première face d'extrémité axiale 13a de la partie en forme de disque plat 13, et le deuxième élément de palier de butée annulaire 15 a une deuxième surface de palier de butée 17 configurée pour coopérer avec la deuxième face d'extrémité axiale 13b de la partie en forme de disque plat 13.

Selon le mode de réalisation montré sur les figures, la partie en forme de disque plat 13 est adjacente à une extrémité axiale de la partie cylindrique tubulaire 8 qui est opposée à la partie d'entraînement 7, et comporte une ouverture centrale 18 ayant un diamètre correspondant essentiellement au diamètre interne de la partie cylindrique tubulaire 8. En outre, selon le mode de réalisation montré sur les figures, la partie cylindrique tubulaire 8 et la partie en forme de disque plat 13 sont formées comme deux parties séparées. Toutefois, selon un autre mode de réalisation de l'invention, la partie cylindrique tubulaire 8 et la partie en forme de disque plat 13 peuvent être formées d'un seul tenant.

Avantageusement, la partie de palier tubulaire 5 (c'est-à-dire la partie cylindrique tubulaire 8 et la partie en forme de disque plat 13) est réalisée en un matériau dur ayant une dureté Vickers supérieure à 1500HV. Selon un mode de réalisation de l'invention, la partie de palier tubulaire 5 est réalisée en un matériau de haute résistance ayant une dureté de surface élevée. Par exemple, la partie de palier tubulaire 5 peut être réalisée en carbure de tungstène ou en des matériaux céramiques. Le carbure de tungstène est particulièrement préféré, en raison de son coefficient de dilatation thermique relativement faible combiné avec une conductivité thermique relativement élevée, ce qui est avantageux pour commander le jeu dans les paliers à gaz et pour évacuer la chaleur pendant le fonctionnement du compresseur. Ainsi, le risque de grippages de palier est encore réduit.

Comme cela est mieux montré sur la figure 2, la partie d'entraînement 7 comprend une partie de montage 19 et une partie de fixation de rotor tubulaire 20 chacune s'étendant le long de l'axe longitudinal A de l'arbre de turbocompresseur 4. La partie de montage 19 est agencée à l'intérieur de la partie cylindrique tubulaire 8 de la partie de palier tubulaire 5, et a une surface externe cylindrique configurée pour coopérer avec la surface interne de la partie de palier tubulaire 5. En outre, la partie de montage 19 de la partie d'entraînement 7 comporte un trou axial 21 s'étendant sur au moins une partie de la longueur de la partie de montage 19 et débouchant dans une face d'extrémité de la partie de montage 19 opposée à la partie de fixation de rotor 20. Avantageusement, le trou axial 21 s'étend dans la partie cylindrique tubulaire 8.

La partie de fixation de rotor tubulaire 20 comporte un alésage axial 22 débouchant dans une face d'extrémité de la partie de fixation de rotor tubulaire 20 opposée à la partie de rouet 6. L'alésage axial 22 peut également déboucher dans le trou axial 21.

Selon le mode de réalisation montré sur les figures, la partie d'entraînement 7 se présente sous la forme d'une seule pièce. Toutefois, selon un autre mode de réalisation de l'invention, la partie de montage 19 et la partie de fixation de rotor tubulaire 20 peuvent être formées comme deux parties séparées reliées entre elles.

Avantageusement, la partie d'entraînement 7 est réalisée en un matériau relativement souple par rapport au matériau dur de la partie de palier tubulaire 5. Selon un mode de réalisation de l'invention, le matériau relativement souple

de la partie d'entraînement 7 a une dureté Vickers inférieure à 500HV. Par exemple, la partie d'entraînement 7 est réalisée en un alliage de titane ou en un autre matériau non magnétique.

5 La partie de rouet 6 comprend une partie de montage 23 et une partie de fixation de rouet 24 chacune s'étendant le long de l'axe longitudinal A de l'arbre de turbocompresseur 4. La partie de montage 23 est partiellement agencée à l'intérieur de la partie cylindrique tubulaire 8, et comporte une surface externe essentiellement cylindrique et configurée pour coopérer avec la surface interne de la partie cylindrique tubulaire 8. En outre, la partie de montage 23 de la
10 partie de rouet 6 comporte un trou axial 25 s'étendant sur au moins une partie de la longueur de la partie de montage 23 et débouchant dans une face d'extrémité de la partie de montage 23 opposée à la partie de fixation de rouet 24. Avantageusement, le trou axial 25 s'étend partiellement dans la partie cylindrique tubulaire 8.

15 Il convient de noter que la partie en forme de disque plat 13 est fermement reliée à la partie de montage 23 de la partie de rouet 6 par ajustement par pression ou par ajustement par contraction, et s'étend radialement vers l'extérieur par rapport à la partie de montage 23 de la partie de rouet 6.

20 Selon le mode de réalisation montré sur les figures, la partie de rouet 6 se présente sous la forme d'une seule pièce. Toutefois, selon un autre mode de réalisation de l'invention, la partie de montage 23 et la partie de fixation de rouet 24 peuvent être formées comme deux parties séparées reliées entre elles.

25 Avantageusement, la partie de rouet 6 est réalisée en un matériau relativement souple par rapport au matériau dur de la partie de palier tubulaire 5. Selon un mode de réalisation de l'invention, le matériau relativement souple de la partie de rouet 6 a une dureté Vickers inférieure à 500HV. Par exemple, la partie de rouet 6 est réalisée en des alliages de titane ou en des alliages
30 d'aluminium.

Le compresseur frigorifique centrifuge 2 comporte en outre un premier étage de compression 26 et un deuxième étage de compression 27 configurés pour comprimer un fluide frigorigène. Le premier étage de compression 26 comporte une entrée de fluide 28 et une sortie de fluide 29, tandis que le
35 deuxième étage de compression 27 comporte une entrée de fluide 31 et une sortie de fluide 32, la sortie de fluide 29 du premier étage de compression 26

étant reliée de manière fluidique à l'entrée de fluide 31 du deuxième étage de compression 27.

5 Le boîtier hermétique 3 comporte donc une chambre basse pression située en amont du premier étage de compression 26, une chambre haute pression située en aval du deuxième étage de compression 27 et une chambre pression intermédiaire prévue entre la sortie de fluide 29 du premier étage de compression 26 et l'entrée de fluide 31 du deuxième étage de compression 27.

10 Les premier et deuxième étages de compression 26, 27 comportent respectivement un premier rouet 33 et un deuxième rouet 34. Les premier et deuxième rouets 33, 34 sont reliés à la partie de fixation de rouet 24. Selon le mode de réalisation montré sur les figures, les premier et deuxième rouets 33, 34 sont prévus sur un élément de rouet 35 fixé à la partie de fixation de rouet 24, et sont agencés selon une configuration dos à dos, de sorte que les directions d'écoulement de fluide au niveau de l'entrée de fluide 28, 31 des
15 premier et deuxième étages de compression 26, 27 sont opposées l'une à l'autre.

Chacun des premier et deuxième rouets 33, 34 comporte un côté avant muni d'une pluralité d'aubes configurées pour accélérer, lors de la rotation de l'arbre de turbocompresseur 4, le fluide frigorigène entrant dans l'étage
20 respectif des premier et deuxième étages de compression 26, 27, et pour délivrer le fluide frigorigène accéléré à un diffuseur agencé au niveau du bord externe radial du rouet respectif des premier et deuxième rouets 33, 34.

Selon un mode de réalisation de l'invention, le turbocompresseur centrifuge 2 est configuré de sorte qu'une partie du fluide frigorigène comprimé par les premier et deuxième étages de compression 26, 27 est utilisée comme
25 fluide de lubrification dans l'agencement de palier radial à gaz et l'agencement de palier de butée à gaz.

Le compresseur frigorifique centrifuge 2 comporte en outre un moteur électrique 36 configuré pour entraîner en rotation l'arbre de turbocompresseur 4
30 autour de son axe longitudinal A. Selon le mode de réalisation montré sur les figures, le moteur électrique 36 est agencé dans la chambre basse pression définie par le boîtier hermétique 3.

Le moteur électrique 36 comporte un stator 37 et un rotor 38. Avantageusement, le rotor 38 comprend des aimants permanents, et est ajusté
35 fermement, par exemple ajusté par pression ou ajusté par contraction, dans l'alésage axial 22 de la partie de fixation de rotor 20. Selon le mode de

réalisation montré sur les figures, l'agencement de palier de butée est situé entre le moteur électrique 36 et le premier étage de compression 26.

Les différentes parties d'un arbre de rotor selon l'invention sont optimisées en ce qui concerne leur fonction, fabricabilité et coûts :

5 La partie de palier : Poids léger, haute résistance, faibles tolérances dimensionnelles et dureté élevée sur la surface externe pour les paliers à gaz, faible coefficient de dilatation thermique, bonne conductivité thermique pour l'évacuation de la chaleur,

10 La partie d'entraînement : haute résistance pour recevoir un rotor à grande vitesse, non-magnétique, bonne conductivité thermique pour l'évacuation de la chaleur, facile à usiner en raison de tolérances plus importantes, relativement souple pour limiter la contrainte lors d'un raccordement avec le rotor et la partie de palier,

15 La partie de rouet : haute résistance pour recevoir au moins un rouet à grande vitesse, facile à usiner en raison de tolérances plus importantes, relativement souple pour limiter la contrainte lors d'un raccordement avec le rouet et les parties de palier.

20 Bien entendu, l'invention ne se limite pas au mode de réalisation décrit ci-dessus à titre d'exemple non limitatif, mais au contraire elle englobe toutes ses modes de réalisation.

REVENDEICATIONS

1. Arbre de turbocompresseur modulaire (4) comprenant :

- une partie de palier tubulaire (5) ayant une première partie d'extrémité axiale (5a) et une deuxième partie d'extrémité axiale (5b) opposée à la première partie d'extrémité axiale (5a),
 - une partie de rouet (6) agencée au niveau de la première partie d'extrémité axiale (5a) de la partie de palier tubulaire (5), et
 - une partie d'entraînement (7) agencée au niveau de la deuxième partie d'extrémité axiale (5b) de la partie de palier tubulaire (5),
- dans lequel la partie de palier tubulaire (5) est réalisée en un matériau dur, et la partie de rouet (6) et/ou la partie d'entraînement (7) est/sont réalisée(s) en un matériau relativement souple par rapport au matériau dur de la partie de palier tubulaire (5),
- caractérisé en ce que la partie de rouet (6) et/ou la partie d'entraînement (7) s'étend/s'étendent au moins partiellement dans la partie de palier tubulaire (5) et est/sont fermement reliée(s) à la partie de palier tubulaire (5), et en ce que la partie de palier tubulaire (5), la partie de rouet (6) et la partie d'entraînement (7) sont configurées de sorte que les déformations radiales, se produisant lors de l'assemblage de la partie de rouet (6) et/ou de la partie d'entraînement (7) à la partie de palier tubulaire (5), sont essentiellement limitées à la partie d'entraînement (7) et/ou à la partie de rouet (6).

2. Arbre de turbocompresseur modulaire (4) selon la revendication 1, dans lequel la partie de rouet (6) et/ou la partie d'entraînement (7) est/sont reliée(s) à la partie de palier tubulaire (5) par ajustement par pression ou par ajustement par contraction, la partie de palier tubulaire (5), la partie de rouet (6) et la partie d'entraînement (7) étant configurées de sorte que les déformations radiales, se produisant lors de l'assemblage par ajustement par contraction ou par ajustement par pression de la partie de rouet (6) et/ou de la partie d'entraînement (7) à la partie de palier tubulaire (5), sont essentiellement limitées à la partie d'entraînement (7) et/ou à la partie de rouet (6).

3. Arbre de turbocompresseur modulaire (4) selon la revendication 1 ou 2, dans lequel :

- le rapport entre la dureté Vickers du matériau dur de la partie de palier tubulaire (5) et la dureté Vickers du matériau relativement souple de la partie de rouet (6) est supérieur à 3, et/ou

5 - le rapport entre la dureté Vickers du matériau dur de la partie de palier tubulaire (5) et la dureté Vickers du matériau relativement souple de la partie d'entraînement (7) est supérieur à 3.

4. Arbre de turbocompresseur modulaire (4) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel la partie de palier tubulaire (5) comporte :

10 - une partie cylindrique tubulaire (8) ayant une surface externe (9) configurée pour coopérer avec un agencement de palier radial d'un turbocompresseur (2); et

15 - une partie en forme de disque plat (13) ayant un diamètre externe plus grand que le diamètre externe de la partie cylindrique tubulaire (8), la partie en forme de disque plat (13) ayant une première face axiale d'extrémité (13a) et une deuxième face d'extrémité axiale (13b) opposée à la première face d'extrémité axiale (13a), les première et deuxième faces d'extrémités axiales (13a, 13b) étant configurées pour coopérer avec un agencement de palier axial.

20 5. Arbre de turbocompresseur modulaire (4) selon la revendication 4, dans lequel la partie en forme de disque plat (13) comporte une ouverture centrale (18) ayant un diamètre correspondant essentiellement au diamètre interne de la partie cylindrique tubulaire (8).

25 6. Arbre de turbocompresseur modulaire (4) selon la revendication 4 ou 5, dans lequel la partie cylindrique tubulaire (8) et la partie en forme de disque plat (13) sont formées d'un seul tenant ou comme deux parties séparées.

30 7. Arbre de turbocompresseur modulaire (4) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel le matériau dur de la partie de palier tubulaire (5) a une dureté Vickers supérieure à 1500HV.

8. Arbre de turbocompresseur modulaire (4) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel :

35 - le matériau relativement souple de la partie de rouet (6) a une dureté Vickers inférieure à 500HV, et/ou

- le matériau relativement souple de la partie d'entraînement (7) a une dureté Vickers inférieure à 500HV.

5 9. Arbre de turbocompresseur modulaire (4) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel la partie d'entraînement (7) comprend :

- une partie de montage (19) agencée à l'intérieur de la partie de palier tubulaire (5), et

- une partie de fixation de rotor (20) pour la fixation d'un rotor (38) du turbocompresseur.

10

10. Arbre de turbocompresseur modulaire (4) selon la revendication 9, dans lequel la partie de fixation de rotor (20) comporte un alésage axial (22) configuré pour recevoir le rotor (38).

15

11. Arbre de turbocompresseur modulaire (4) selon la revendication 9 ou 10, dans lequel la partie de montage (19) de la partie d'entraînement (7) comporte un trou axial (21) s'étendant sur au moins une partie de la longueur de la partie de montage (19) de la partie d'entraînement (7).

20

12. Arbre de turbocompresseur modulaire (4) selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, dans lequel la partie de rouet (6) comprend :

- une partie de montage (23) agencée au moins partiellement à l'intérieur de la partie de palier tubulaire (5), et

- une partie de fixation de rouet (24) pour la fixation d'au moins un rouet.

25

13. Arbre de turbocompresseur modulaire (4) selon la revendication 12, dans lequel la partie de montage (23) de la partie de rouet (6) comporte un trou axial (25) s'étendant sur au moins une partie de la longueur de la partie de montage (23) de la partie de rouet (6).

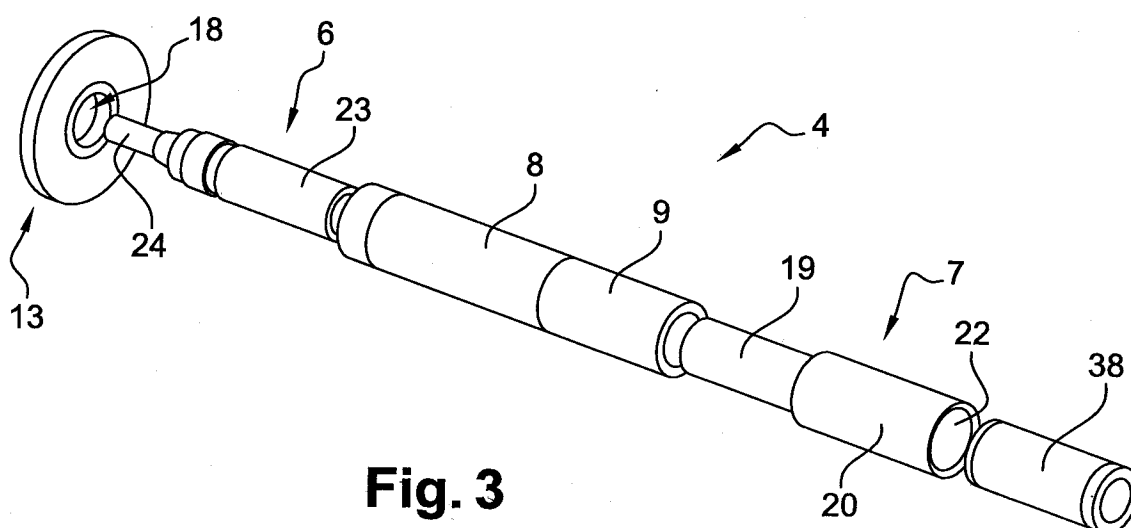
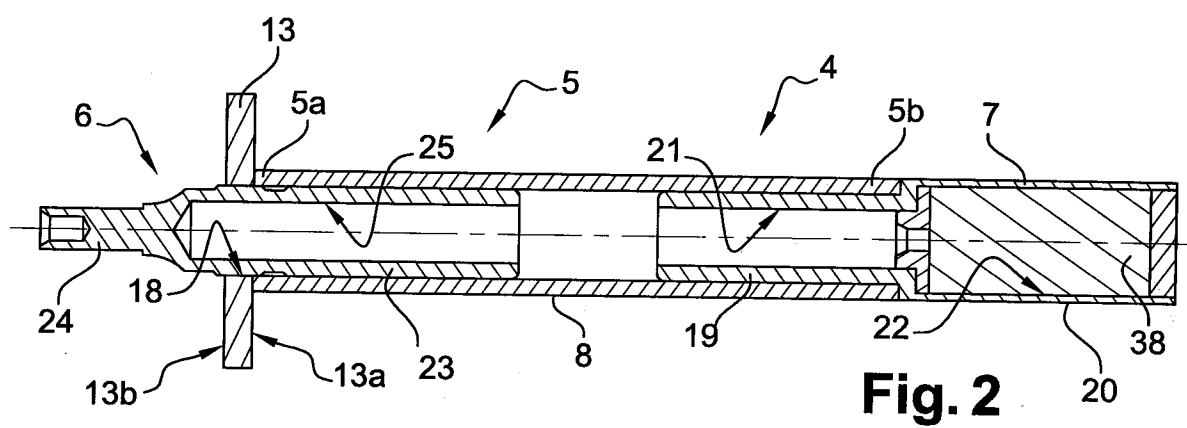
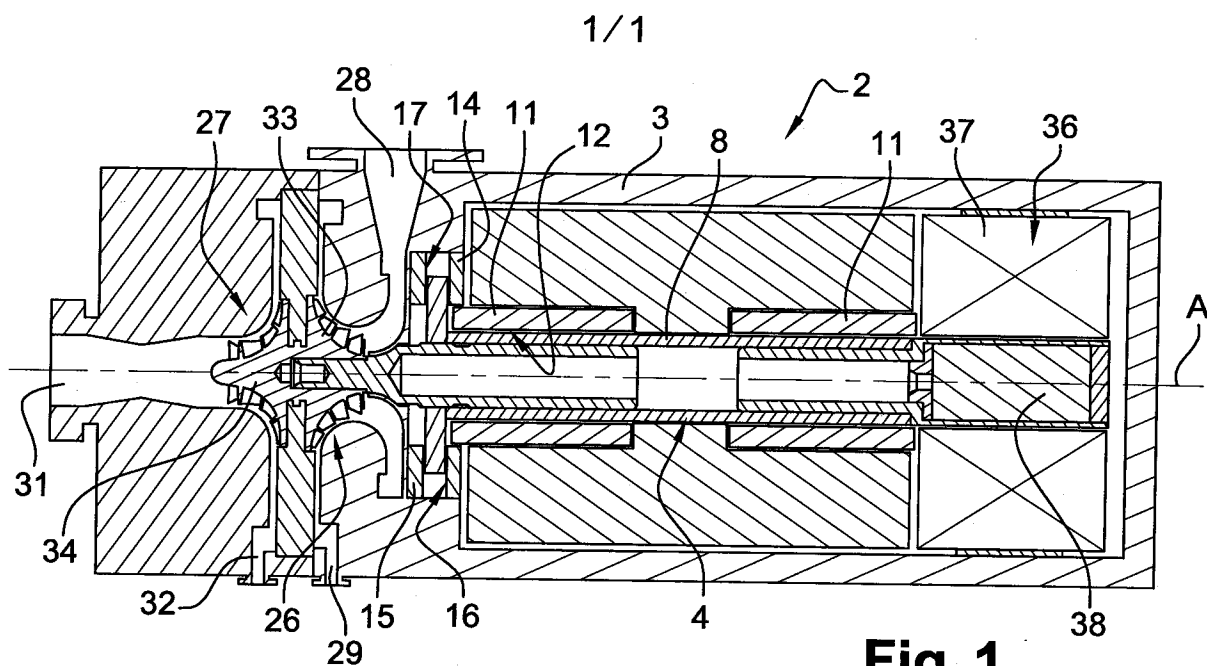
30

14. Turbocompresseur centrifuge (2) comportant un arbre de turbocompresseur modulaire (4) selon l'une quelconque des revendications 1 à 13.

35

15. Turbocompresseur centrifuge (2) selon la revendication 14, comportant en outre :

- au moins un étage de compression (26, 27) configuré pour comprimer un fluide frigorigène, l'au moins un étage de compression (26, 27) comportant au moins un rouet (33, 34) relié à la partie de rouet (6) de l'arbre de turbocompresseur (4),
- 5 - un moteur électrique (36) configuré pour entraîner en rotation l'arbre de turbocompresseur (4) autour d'un axe de rotation, le moteur électrique (36) comportant un stator (37) et un rotor (38), le rotor (38) étant relié à la partie d'entraînement (7) de l'arbre de turbocompresseur (4).
- 10 16. Turbocompresseur centrifuge (2) selon la revendication 14 ou 15, comportant en outre :
 - un agencement de palier radial configuré pour supporter de manière rotative la partie de palier tubulaire (5), et
 - un agencement de palier de butée configuré pour limiter un mouvement
 - 15 axial de l'arbre de turbocompresseur (4) pendant le fonctionnement.





RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 830030
FR 1658169

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	WO 98/34324 A1 (CASTTIKULM RESEARCH PTY LTD [AU]; COMMW SCIENT IND RES ORG [AU]; UNIV) 6 août 1998 (1998-08-06) * page 5, ligne 4 - page 6, ligne 15 * * figures 1,2 *	1-3,8,9, 12,14,15	F04D25/06 F04D29/056
X	DE 10 2008 056061 A1 (MTU FRIEDRICHSHAFEN GMBH [DE]) 11 février 2010 (2010-02-11) * alinéas [0018] - [0022] * * figure 2 *	1,3,7-9, 12,14,16	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F04D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
17 mai 2017		Gombert, Ralf	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1658169 FA 830030

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 **17-05-2017**

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

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 9834324 A1	06-08-1998	AT 307415 T	15-11-2005
		BR 9807031 A	14-03-2000
		CA 2279629 A1	06-08-1998
		CN 1246217 A	01-03-2000
		DE 69831934 T2	27-07-2006
		EP 0956634 A1	17-11-1999
		ID 26303 A	14-12-2000
		JP 4324248 B2	02-09-2009
		JP 2001513315 A	28-08-2001
		TW 359727 B	01-06-1999
		WO 9834324 A1	06-08-1998

DE 102008056061 A1	11-02-2010	AUCUN	
