

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
COURBEVOIE

11 N° de publication : **3 067 075**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

21 N° d'enregistrement national : **17 54879**

51 Int Cl<sup>8</sup> : *F 16 D 9/02 (2017.01), F 01 D 21/04, 25/16*

12 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

**A1**

22 Date de dépôt : 01.06.17.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 07.12.18 Bulletin 18/49.

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

60 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : *SAFRAN AIRCRAFT ENGINES —  
FR.*

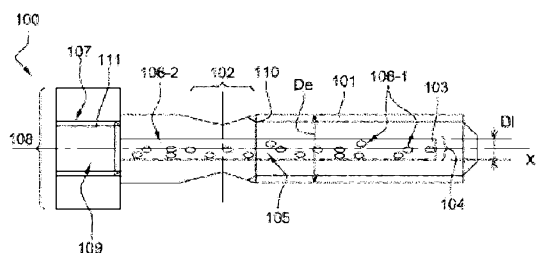
72 Inventeur(s) : *FORMICA OLIVIER et PETARD BEN-  
JAMIN.*

73 Titulaire(s) : *SAFRAN AIRCRAFT ENGINES.*

74 Mandataire(s) : *CABINET CAMUS LEBKIRI Société à  
responsabilité limitée.*

54 **ELEMENT FUSIBLE AVEC INDICATEUR DE RUPTURE POUR LE DECOUPLAGE DE DEUX PIECES  
BOULONNEES DE TURBOMACHINE, ASSEMBLAGE ET TURBOMACHINE ASSOCIES.**

57 L'invention concerne un élément fusible pour le dé-  
couplage d'un carter structurant et d'une pièce de turboma-  
chine selon une liaison apte à être rompue, ledit élément  
fusible comportant un corps présentant un axe longitudinal  
et une portion fusible, ledit corps comportant un évidement  
s'étendant selon ledit axe longitudinal et traversant la por-  
tion fusible, l'évidement comportant un mélange comportant  
un fluide et un marqueur.



FR 3 067 075 - A1



**ELEMENT FUSIBLE AVEC INDICATEUR DE RUPTURE POUR LE DECOUPLAGE  
DE DEUX PIECES BOULONNEES DE TURBOMACHINE,  
ASSEMBLAGE ET TURBOMACHINE ASSOCIES**

**5    DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION**

La présente invention se rapporte au domaine général des turbomachines. Elle concerne plus particulièrement un élément fusible destiné à découpler un carter structurant et une pièce de turbomachine selon une liaison apte à être rompue.

L'élément fusible selon l'invention permet à un opérateur de déterminer l'état dudit  
10 élément fusible sans avoir à démonter la turbomachine pour y accéder.

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

Une turbomachine comprend classiquement une turbine à gaz composée d'une pluralité d'étages d'aubes fixes constituant un stator, et d'une pluralité d'étages d'aubes mobiles constituant un rotor monté sur un arbre. L'arbre du rotor est centré  
15 et guidé en rotation par des paliers maintenus par des supports, lesdits supports étant reliés à un carter structurant entourant le rotor.

Si une aube de rotor rompt ou se détache, par exemple suite à une ingestion d'oiseau, un balourd important apparaît sur l'arbre, ce qui génère des charges que les supports de paliers communiquent au carter structurant, avec des risques non  
20 négligeables de détérioration de la turbomachine.

Pour éviter la transmission de charges trop importantes entre les supports de palier de la soufflante et le carter structurant lié aux suspensions de la turbomachine tel que le carter d'entrée, il est connu de les faire découpler par des éléments fusibles, qui se rompent lorsque la charge qui leur est appliquée dépasse une valeur seuil.  
25 Selon le type d'architecture de support de palier de la turbomachine, le découplage peut se faire sur le support de palier amont ou sur le support de palier aval de la soufflante. On note que l'amont et l'aval sont à considérer relativement au sens d'écoulement d'air au sein de la turbomachine en fonctionnement.

Le document de brevet FR 2 976 623 décrit des vis dites « fusibles » destinées à  
30 découpler un support de palier amont et un support de palier aval, suivant une liaison

apte à être rompue sous l'effet de charges trop importantes. Le support de palier amont étant relié au carter structurant via le support de palier aval, si une charge importante est appliquée au support de palier amont, les vis fusibles rompent les unes après les autres de sorte à découpler le support de palier amont vis à vis du carter structurant et ainsi éviter une transmission de la charge au carter structurant.

Par ailleurs, des vis fusibles peuvent également être utilisées pour coupler deux carters fixes d'une turbomachine qui s'étendent axialement l'un après l'autre. Par exemple, le document de brevet de brevet FR 3040737 décrit l'utilisation de vis fusibles pour lier deux carters fixes : l'un des carters est un carter structurant (carter arrière de turbine) lié aux suspensions de la turbomachine tandis que l'autre carter (cône d'échappement, tuyère, manche d'entrée d'air) est en porte à faux par rapport à ces suspensions et peut transmettre des charges importantes lorsqu'il est sollicité sur une de ses fréquences propres de vibration.

Le problème de telles vis fusibles est l'impossibilité de les inspecter une fois que la turbomachine est montée. En effet, seul un démontage de la turbomachine permet de détecter la fissuration ou la rupture des vis fusibles. Ainsi, sans démontage de la turbomachine jusqu'aux vis fusibles, il n'est pas possible d'obtenir des informations relatives à l'état desdites vis fusibles.

Or, la rupture d'une ou plusieurs vis fusibles, par exemple au niveau du premier palier amont, peut être à l'origine d'un excentrement de la soufflante ou encore à un endommagement des aubes de la soufflante, du booster ou encore de la partie amont de la turbomachine.

Actuellement, il n'existe pas de système permettant de déterminer l'état des vis fusibles sans démonter, au préalable, la turbomachine pour accéder auxdites vis fusibles.

## **DESCRIPTION GENERALE DE L'INVENTION**

L'invention vise à remédier à tout ou partie des inconvénients de l'état de la technique identifiés ci-dessus, et notamment à proposer des moyens permettant de déterminer l'état des vis fusibles qui ne nécessitent pas de démonter la turbomachine.

Ainsi, selon un premier aspect, l'invention concerne un élément fusible pour le découplage d'un carter structurant et d'une pièce de turbomachine selon une liaison apte à être rompue, ledit élément fusible comportant un corps présentant un axe longitudinal et comportant une portion fusible.

- 5 En outre, le corps comporte un évidement s'étendant selon ledit axe longitudinal et traversant la portion fusible, ledit évidement comportant un mélange comportant un fluide et un marqueur.

Par « carter structurant », on entend un carter lié aux suspensions de la turbomachine.

- 10 Par « pièce de turbomachine », on entend un support de palier, un carter en porte à faux etc.

L'élément fusible selon le premier aspect de l'invention permet de résoudre les problèmes précités.

- 15 Grâce à l'élément fusible selon l'invention, l'état de l'élément fusible peut être déterminé sans qu'il soit nécessaire de procéder à un démontage de la turbomachine, par exemple lorsque celle-ci est montée dans un aéronef.

- 20 En effet, la fatigue mécanique (contraintes) subie par la turbomachine notamment au niveau du rotor peut être à l'origine d'une fissuration voire une rupture d'un ou plusieurs élément(s) fusible(s) permettant le découplage du carter structurant et de la pièce de la turbomachine. Plus précisément, lorsqu'une contrainte dépassant une valeur seuil est appliquée à l'élément fusible, celui-ci se fissure voire se rompt au niveau de sa portion fusible afin d'éviter une transmission de charge de la pièce de la turbomachine, par exemple le support de palier amont, vers le carter structurant.

- 25 En cas de fissuration ou de rupture de l'élément fusible, le mélange se vide partiellement ou totalement de l'évidement pour se déverser par exemple dans l'enceinte amont de la turbomachine contenant l'huile de lubrification. Dans ce cas, l'huile de lubrification, le fluide et le marqueur contenus dans l'enceinte amont sont entraînés dans un conduit de circulation d'huile menant au réservoir d'huile. La présence du marqueur peut être détectée rapidement en analysant le contenu du  
30 réservoir d'huile. Il est alors possible de déterminer la présence ou l'absence de

marqueur dans le réservoir d'huile et ainsi de conclure quant à l'état du ou des éléments fusible(s) sans avoir à démonter la turbomachine.

5 Le marqueur comporte par exemple un colorant et/ou des particules magnétiques. La turbomachine peut alors être équipée d'un détecteur de particules magnétiques tel que décrit dans la demande de brevet FR 2647225. Un tel détecteur est installé sur le conduit de circulation d'huile de la turbomachine pour détecter la présence de particules magnétiques dans le conduit de circulation d'huile. Lorsqu'une quantité importante de particules magnétiques est détectée, un signal est émis par un calculateur à des moyens de commande de la turbomachine afin de signaler à l'opérateur une présence anormale de particules magnétiques. L'opérateur analyse les particules magnétiques détectées et détermine si ces particules proviennent ou non des éléments fusibles selon l'invention.

L'élément fusible selon l'invention est une solution simple à mettre en œuvre et à fabriquer.

15 Par ailleurs, outre les caractéristiques qui viennent d'être évoquées dans le paragraphe précédent, l'élément fusible selon le premier aspect de l'invention peut présenter une ou plusieurs caractéristiques complémentaires parmi les suivantes, considérées individuellement ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles.

20 Dans un mode de réalisation non limitatif, le corps comporte des moyens d'obturation de l'évidement.

Dans un mode de réalisation non limitatif, le fluide est une huile.

Dans un mode de réalisation non limitatif, le marqueur comporte des particules magnétiques.

25 Dans un mode de réalisation non limitatif, les particules magnétiques présentent un diamètre compris dans l'intervalle [150  $\mu\text{m}$ , 500  $\mu\text{m}$ ].

Dans un mode de réalisation non limitatif, les particules magnétiques sont réalisées dans un matériau présentant des propriétés ferromagnétiques.

Dans un mode de réalisation non-limitatif, les particules magnétiques sont réalisées en fer et/ou en acier et/ou en cobalt et/ou en nickel.

Dans un mode de réalisation non limitatif, le marqueur comporte un colorant.

5 Dans un mode de réalisation non limitatif, les moyens d'obturation sont formés par un bouchon positionné dans une cavité ménagée dans une tête prolongeant le corps.

Dans un mode de réalisation non limitatif, le corps présente un diamètre externe compris dans l'intervalle [4 mm, 20 mm].

Dans un mode de réalisation non limitatif, l'élément fusible est réalisé en acier, titane, nickel, cobalt, chrome ou tout alliage à base des matériaux cités précédemment.

10 Selon un second aspect, l'invention se rapporte à un assemblage comportant le carter structurant et la pièce de turbomachine, ledit assemblage comportant au moins un élément fusible selon le premier aspect permettant d'assurer le découplage dudit carter structurant et de ladite pièce de turbomachine.

15 Selon un troisième aspect, l'invention se rapporte à une turbomachine comportant l'assemblage selon le second aspect.

De plus, outre les caractéristiques qui viennent d'être évoquées dans le paragraphe précédent, la turbomachine selon le troisième aspect de l'invention peut présenter une ou plusieurs caractéristiques complémentaires parmi les suivantes, considérées individuellement ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles.

20 Dans un mode de réalisation non-limitatif, la turbomachine comporte un conduit de circulation d'huile sur lequel est installé un détecteur de particules magnétiques.

Dans un mode de réalisation non-limitatif, le détecteur de particules magnétiques comporte un bouchon magnétique positionné à l'intérieur du conduit de circulation d'huile

25 Dans un mode de réalisation non-limitatif, le détecteur de particules magnétiques est couplé à des moyens de commande de la turbomachine.

L'invention sera mieux comprise à la lumière de la description qui suit, et en référence aux figures dont la liste est donnée ci-dessous.

## BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

Les figures ne sont présentées qu'à titre indicatif et nullement limitatif. Les figures montrent :

- à la figure 1, une demi-coupe radiale d'une zone située entre un arbre de soufflante et un carter structurant d'une turbomachine à double flux,
- à la figure 2, une vue en perspective d'un support de palier amont sur lequel sont positionnés des éléments fusibles et un agrandissement d'une zone du support de palier amont,
- à la figure 3, un élément fusible selon l'art antérieur permettant de coupler et de découpler le support de palier de l'arbre de soufflante et le carter structurant de la figure 1,
- à la figure 4, un élément de fixation permettant de coupler le support de palier aval et le carter structurant de la figure 1,
- à la figure 5, un élément fusible selon un mode de réalisation de l'invention.

## 15 DESCRIPTION GENERALE DE L'INVENTION

Sauf précision contraire, un même élément apparaissant sur des figures différentes présente une référence unique.

La partie de la turbomachine à double flux représentée sur la figure 1 correspond à une portion d'arbre de soufflante 1 d'un rotor apte à tourner autour d'un axe longitudinal X-X', et une portion de carter structurant 2. L'arbre de soufflante 1 et le carter structurant 2 sont reliés l'un à l'autre au niveau d'un palier amont 3 et d'un palier aval 4, par l'intermédiaire respectivement d'un support de palier amont 5 et d'un support de palier aval 6. On note que l'amont et l'aval sont à considérer relativement au sens d'écoulement d'air au sein de la turbomachine en fonctionnement. Le palier amont 3 et le palier aval 4 sont enfermés dans une enceinte amont 30 contenant de l'huile pour la lubrification desdits paliers 3 et 4. Un ensemble d'éléments fusibles 7 permet de coupler, selon une liaison apte à être rompue, le support de palier amont 5 et le carter structurant 2. La figure 2 représente une vue en perspective d'un support de palier amont 5 présentant une couronne de fixation 16 entourant l'arbre de soufflante 1, d'axe de révolution l'axe longitudinal X-X' de la turbomachine. Ainsi, en référence à la figure 2, les éléments fusibles 7 sont répartis sur la couronne de fixation 16 du support de palier amont 5.

La figure 3 représente un élément fusible 7 selon l'art antérieur, destiné à maintenir le support de palier amont 5 contre le support de palier aval 6 tant qu'aucun balourd engendré par une fatigue mécanique n'apparaît au niveau de l'arbre de soufflante 1. L'élément fusible 7 se présente sous la forme d'une vis fusible comportant une tête de vis 8 et un filetage 9. Le caractère fusible de la vis se caractérise par une portion fusible 10 de section réduite, disposée entre la tête de vis 8 et le filetage 9, de manière à se rompre lorsqu'une contrainte supérieure à une valeur seuil lui est appliquée, la portion fusible 10 se rompt.

Lorsque le support de palier amont 5 et le support de palier aval 6 sont couplés par l'élément fusible 7, la tête de vis 8 est en appui contre le support de palier amont 5. Avantagement, la tête de vis 8 est en appui contre le support de palier amont 5 par l'intermédiaire d'une rondelle intercalaire 11 comme on peut le voir sur la figure 3, afin de protéger le support de palier amont 5. La portion fusible 10 de l'élément fusible 7 se trouve alors au niveau de la jonction entre le support de palier amont 5 et le support de palier aval 6. Par ailleurs, le filetage 9 de l'élément fusible 7 est serré au moyen d'un écrou 26 logé dans une première cavité 27 du carter structurant 2 qui est accessible par un orifice 61 ménagé dans le support de palier aval 6. De plus, un dispositif anti-rotation, formé par un orifice hexagonal immobilisant en rotation le secteur hexagonal 28 de l'élément fusible 7, peut être positionné dans l'orifice 61 du support de palier aval 6.

En outre, selon une alternative de réalisation, la tête de vis 8 présente une forme adaptée pour éviter une intervention extérieure et ainsi protéger un serrage éventuel de l'élément fusible 7.

On note, par ailleurs, que le support de palier aval 6 est fixé au carter structurant 2 au moyen d'éléments de fixation 20 dont un exemple est représenté sur la figure 4. Les éléments de fixation 20 sont insérés par l'intermédiaire d'ouvertures 17 ménagées dans la couronne de fixation 16, qui permettent le passage d'un outil de serrage desdits éléments de fixation 20. Dans certains cas, il est nécessaire d'adapter le nombre d'éléments de fixation 20 et le nombre d'éléments fusibles 7 suivant les efforts auxquels la couronne 16 doit être soumise. Aussi, il peut être judicieux que le nombre d'éléments fusibles 7 ne soit pas égal au nombre d'éléments de fixation 20. Dans ce cas, un élément fusible 7 peut être intercalé entre deux n-



uplets éléments de fixation 20, par exemple un élément fusible 7 intercalé entre deux paires d'éléments de fixation 20 comme représenté sur la figure 2. La couronne de fixation 16 entourant l'arbre de soufflante 1 comporte alors deux fois plus d'éléments de fixation 20 que d'éléments fusibles 7.

5 En référence à la figure 4, l'élément de fixation 20 se présente sous la forme d'une vis de fixation composée d'une tête 21 et d'une tige filetée 22. On note que, contrairement aux éléments fusibles 7, les éléments de fixation 20 ne comportent pas de portion lisse 10 destinée à se rompre lorsqu'une contrainte supérieure à une valeur seuil lui est appliquée car les éléments de fixation 20 doivent, au contraire,  
10 maintenir le support de palier aval 6 fixé contre le carter structurant 2. En outre, pour chaque élément de fixation 20, un lamage 23 est ménagé dans le palier de support aval 6. Le lamage 23 permet un encastrement de la tête 21 de chaque élément de fixation 20 dans le palier de support aval 6, jusqu'à une butée 24 qui permet de protéger la tête 21 de l'élément de fixation 20 après la rupture de la portion lisse 10  
15 de l'élément fusible 7 lors d'une perte d'aube. On note également qu'une deuxième cavité 25 taraudée est ménagée dans le carter structurant 2 afin d'y visser la tige filetée 22 de l'élément de fixation 20.

Lorsqu'une des aubes de soufflante se détache de la soufflante, l'effort radial cyclique transmis à l'arbre de soufflante 1 et au palier amont 3 est converti en effort  
20 axial cyclique sur chaque élément fusible 7. L'effort transitant dans les éléments fusibles 7 est alors élevé et les éléments fusibles 7 sont rompus par traction au niveau de leurs portions fusibles 10 quand l'effort axial cyclique devient suffisant c'est-à-dire lorsqu'il atteint une valeur supérieure à une valeur seuil. De plus, on note que, lorsqu'un élément fusible 7 est rompu, généralement, les autres éléments  
25 fusibles 7 de la couronne de fixation 16 se rompent les uns après les autres en une seule révolution de l'arbre de soufflante 1, et cela, d'autant plus facilement que la résistance mécanique d'ensemble décroît sans cesse à mesure que les éléments fusibles 7 se rompent. Ainsi, lorsque tous les éléments fusibles 7 sont rompus, le support de palier amont 5 est totalement détaché du support de palier aval 6 et ne  
30 transmet donc plus d'effort vers le carter structurant 2. Dans une telle situation de découplage du support de palier amont 5, le palier amont 3 ne permet plus de soutenir la soufflante.

Alors que les éléments fusibles 7 selon l'art antérieur ne permettent pas de détecter une fissuration voire une rupture desdits éléments fusibles 7 sans procéder à un démontage de la turbomachine afin d'accéder auxdits éléments fusibles 7, les éléments fusibles 100 selon l'invention permettent une telle détection.

5 Ainsi, la figure 5 représente un élément fusible 100 selon l'invention.

En référence à la figure 5 et de la même manière que l'élément fusible 7 selon l'art antérieur, l'élément fusible 100 selon l'invention se présente sous la forme d'une vis fusible comportant une tête 108 et un corps 101 présentant un axe longitudinal X. La tête 108 prolonge le corps 101 selon l'axe longitudinal X. De plus, le corps 101  
10 présente également une portion fusible 102, disposée entre la tête 108 et un filetage 110 ménagé sur une surface extérieure du corps 101. La portion fusible 102 présente une section transversale réduite de manière à se rompre lorsqu'une contrainte supérieure à une valeur seuil lui est appliquée. Par ailleurs, selon un mode de réalisation non limitatif, le corps 101 ainsi que la tête 108 sont réalisés en métal.

15 En outre, à la différence de l'élément fusible 7 selon l'art antérieur, un évidement 103 s'étendant selon l'axe longitudinal X est ménagé dans le corps 101. Comme on peut le voir sur la figure 5, l'évidement 103 traverse la portion fusible 102. L'évidement 103 forme un réservoir contenant un mélange 104 comportant un fluide 105 et un marqueur, ledit mélange 104 est appelé « premier mélange ».

20 Dans un mode de réalisation non limitatif, le corps 101 de l'élément fusible 100 selon l'invention est plus volumineux que le corps de l'élément fusible 7 selon l'art antérieur afin de garantir la même tenue à la rupture. Ainsi, le corps 101 présente, selon un mode de réalisation non limitatif, un diamètre externe  $D_e$  compris dans l'intervalle [4 mm, 20 mm] pour un diamètre interne  $D_i$  compris dans l'intervalle [2 mm, 16 mm].

25 Une autre solution garantissant la même tenue à la rupture que l'élément fusible 7 selon l'art antérieur sans augmenter le diamètre externe  $D_e$  du corps 101, est d'utiliser un matériau plus résistant que le matériau utilisé pour fabriquer les éléments fusibles 7 selon l'art antérieur, par exemple en acier.

30 En outre, selon un mode de réalisation, le marqueur comporte des particules magnétiques 106-1. En effet, en cas de fissuration ou de rupture d'un ou plusieurs élément(s) fusible(s) 100, les particules magnétiques 106-1 contenues dans le

mélange 104 sont déversées dans l'enceinte amont 30 contenant l'huile de lubrification. Le marqueur 106-1, le fluide 105, et l'huile de lubrification forment ainsi un « deuxième mélange ». Selon un mode de réalisation préféré, le fluide 105 est une huile de sorte qu'elle est miscible avec l'huile de lubrification lorsque ledit fluide 105 se déverse dans l'enceinte amont 30. En outre, avantageusement, le fluide 105 choisi est compatible avec les propriétés du matériau de l'élément fusible 100, par exemple le fluide ne doit pas risquer d'oxyder le matériau constitutif de l'élément fusible 100.

L'huile de lubrification, le fluide 105 ainsi que les particules magnétiques 106-1 formant le deuxième mélange sont ensuite entraînés dans un conduit de circulation d'huile sur lequel est installé un détecteur de particules magnétiques tel que décrit dans la demande de brevet FR 2647225. En effet, le détecteur de particules magnétiques permet de détecter la présence d'une quantité de particules magnétiques supérieure à une valeur seuil dans le conduit de circulation d'huile. Le détecteur de particules magnétiques comporte par exemple un bouchon magnétique (ou un barreau magnétique) comportant un aimant permanent qui est plongé dans le conduit de circulation d'huile pour retenir les particules magnétiques 106-1 provenant de la fissuration ou la rupture de l'élément fusible 100 ainsi que les particules métalliques provenant de l'usure des pièces en mouvement. Lorsque la quantité de particules sur le bouchon magnétique dépasse la valeur seuil, un signal est transmis automatiquement par un calculateur à des moyens de commande de la turbomachine pour signaler l'état d'encrassement du bouchon magnétique à un opérateur. L'inspection du bouchon magnétique permet alors d'obtenir des informations relatives à l'origine et à la quantité de particules magnétiques 106-1 dans le conduit de circulation d'huile afin d'en déduire l'état des éléments fusibles 100.

On note que le matériau intrinsèque des particules magnétiques 106-1 doit être choisi de sorte qu'il ne risque pas d'être confondu avec les matériaux composant les pièces en mouvement (acier de roulement) retenus également par le bouchon magnétique. Ainsi, selon un mode de réalisation non-limitatif, les particules magnétiques 106-1 sont réalisées dans un matériau présentant des propriétés ferromagnétiques. Les particules magnétiques sont par exemple réalisées en fer

et/ou en acier et/ou en cobalt et/ou en nickel ou tout autre matériau présentant des propriétés ferromagnétiques (par exemple en alliage des matériaux précités).

Par ailleurs, avantageusement, les particules magnétiques 106-1 ont un diamètre suffisant pour pouvoir être détectés par le bouchon magnétique. En outre, 5  
avantageusement, le diamètre desdites particules magnétiques 106-1 est suffisamment faible pour ne pas endommager le conduit de circulation d'huile. Ainsi, selon un mode de réalisation non limitatif, le diamètre des particules magnétiques 106-1 est compris dans l'intervalle [150µm, 500µm], préférentiellement 250 µm.

Dans un autre mode de réalisation non limitatif, le marqueur comporte un colorant 10  
106-2. En effet, en cas de fissuration ou de rupture d'un ou plusieurs élément(s) fusible(s) 100 et lorsque le gradient de pression est positif de l'extérieur vers l'intérieur de l'enceinte amont 30, le mélange 104 comportant le colorant 106-2 et le fluide 105 est déversé dans l'enceinte amont 30 qui contient l'huile de lubrification. Le colorant 106-2 choisi est par exemple un colorant bleu, ou plus généralement, 15  
un colorant dont la couleur ne peut pas être confondue avec la couleur du fluide 105 ou de l'huile de lubrification. Par ailleurs, l'huile de lubrification, le fluide 105 ainsi que le colorant 106-2 formant le deuxième mélange sont alors entraînés par le conduit de circulation d'huile jusqu'au réservoir d'huile. Une analyse du contenu du réservoir d'huile, par exemple par chromatographie, permet alors de déterminer la présence 20  
ou non de colorant 106-2 et ainsi de conclure sur l'état des élément(s) fusible(s) 100.

Par ailleurs, on note que si le gradient de pression est positif de l'intérieur vers l'extérieur de l'enceinte amont 30, le mélange 104 contenant le fluide 105 et le colorant 106-2 peut être visible sur la soufflante ou encore sur le booster qui sont situés à l'extérieur de l'enceinte amont 30. La détection pourra alors être réalisée par 25  
une inspection de la soufflante ou du booster, par exemple lors des opérations de maintenance, qui ne nécessite pas non plus un démontage complet de la turbomachine jusqu'aux éléments fusibles 100.

Une méthode de détection du colorant 106-2 consiste à utiliser un endoscope traversant un trou réalisé dans une virole du carter structurant. La caméra de 30  
l'endoscope permet de détecter le colorant 106-2, en particulier lorsque le colorant présente des propriétés fluorescentes. Une autre méthode de détection consiste à

réaliser une chromatographie de l'huile comme précédemment lors d'une vidange du réservoir d'huile qui permet de détecter la présence du colorant 106-2.

De plus, avantageusement, la quantité de colorant 106-2 ajoutée au fluide 105 est suffisante pour permettre la détection en cas de fissuration ou de rupture des éléments fusibles 100. En outre la quantité de colorant 106-2 est limitée afin de ne pas polluer le conduit de circulation d'huile.

On note que dans un mode de réalisation préféré, le marqueur comporte des particules magnétiques 106-1 ainsi qu'un colorant 106-2. En effet, en utilisant simultanément des particules magnétiques 106-1 et un colorant 106-2 dans le mélange 104, la détection d'une fissuration ou d'une rupture est garantie en analysant le réservoir d'huile et/ou le filtre à particules et/ou la soufflante/le booster.

On note que le mélange 104 est choisi de sorte à résister aux températures présentes dans l'enceinte amont 30 soit des températures supérieures à 150°C.

Par ailleurs, le remplissage de l'évidement 103 avec le mélange 104 est réalisé via une cavité 107 ménagée dans la tête 108 de l'élément fusible 100. Une fois, le remplissage terminé, la cavité 107 est obturée par des moyens d'obturation 104 formés par un bouchon 104 positionné dans la cavité 107. Selon un mode de réalisation, le bouchon 107 présente un filetage 111 adapté pour son vissage dans la cavité 107 taraudée. En effet, les moyens d'obturation 104 doivent obturer correctement l'évidement 103 pour que le mélange 104 ne s'échappe pas dudit évidement 103 afin de garantir la précision des résultats. Par ailleurs, avantageusement, afin de respecter les contraintes de dilatation, le bouchon 107 est réalisé dans le même matériau que le matériau de fabrication du corps 101 et de la tête 108. ;ki

Naturellement, l'élément fusible 100 selon l'invention n'est pas limité à une utilisation pour le couplage et le découplage d'un support de palier et d'un carter structurant. En effet, l'élément fusible 100 selon l'invention peut être utilisé pour le couplage et le découplage de deux carters fixes : un carter structurant et un carter en porte à faux par rapport aux suspensions de la turbomachine. Plus largement, l'élément fusible 100 peut équiper tout type d'élément de liaison mécanique fusible.

## REVENDICATIONS

1. Elément fusible (100) pour le découplage d'un carter structurant et d'une pièce de turbomachine selon une liaison apte à être rompue, ledit élément fusible  
5 (100) comportant un corps (101) présentant un axe longitudinal (X) et comportant une portion fusible (102), ledit élément fusible (100) étant caractérisé en ce que le corps (101) comporte un évidement (103) s'étendant selon l'axe longitudinal (X) et traversant la portion fusible (102), ledit évidement (102) comportant un mélange (104) comportant un fluide (105) et  
10 un marqueur (106-1, 106-2).
2. Elément fusible (100) selon la revendication 1, caractérisé en ce que le fluide (105) est une huile.
- 15 3. Elément fusible (100) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le marqueur (106-1, 106-2) comporte des particules magnétiques (106-1).
4. Elément fusible (100) selon la revendication 3, caractérisé en ce que les  
20 particules magnétiques (106-1) présentent un diamètre compris dans l'intervalle [150  $\mu\text{m}$ , 500  $\mu\text{m}$ ].
5. Elément fusible (100) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le marqueur (106-1, 106-2) comporte un colorant (106-2).  
25
6. Assemblage comportant le carter structurant et la pièce de turbomachine, ledit assemblage étant caractérisé en ce qu'il comporte au moins un élément fusible (100) selon l'une des revendications précédentes pour découpler ledit carter structurant et ladite pièce de turbomachine.
- 30 7. Turbomachine caractérisée en ce qu'elle comporte l'assemblage selon la revendication précédente.

8. Turbomachine selon la revendication précédente, caractérisée en ce qu'elle comporte un conduit de circulation d'huile sur lequel est installé un détecteur de particules magnétiques.
- 5 9. Turbomachine selon la revendication précédente, caractérisée en ce que le détecteur de particules magnétiques comporte un bouchon magnétique positionné à l'intérieur du conduit de circulation d'huile.
- 10 10. Turbomachine selon l'une des revendications 8 à 9, le détecteur de particules magnétiques est couplé à des moyens de commande de la turbomachine.

15

20

25

1/3

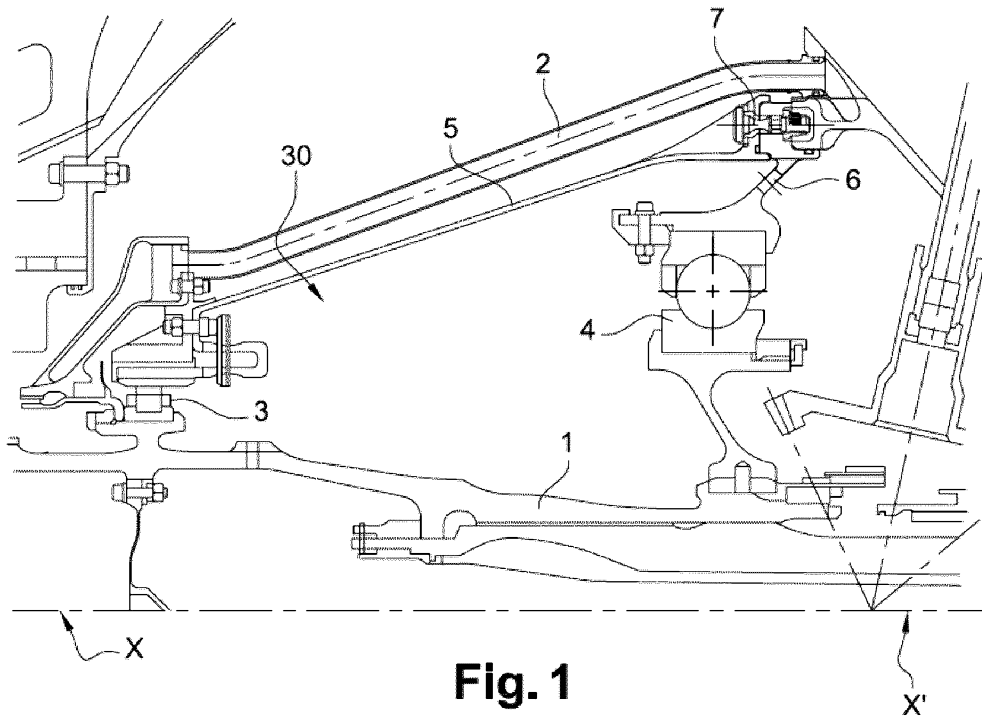


Fig. 1

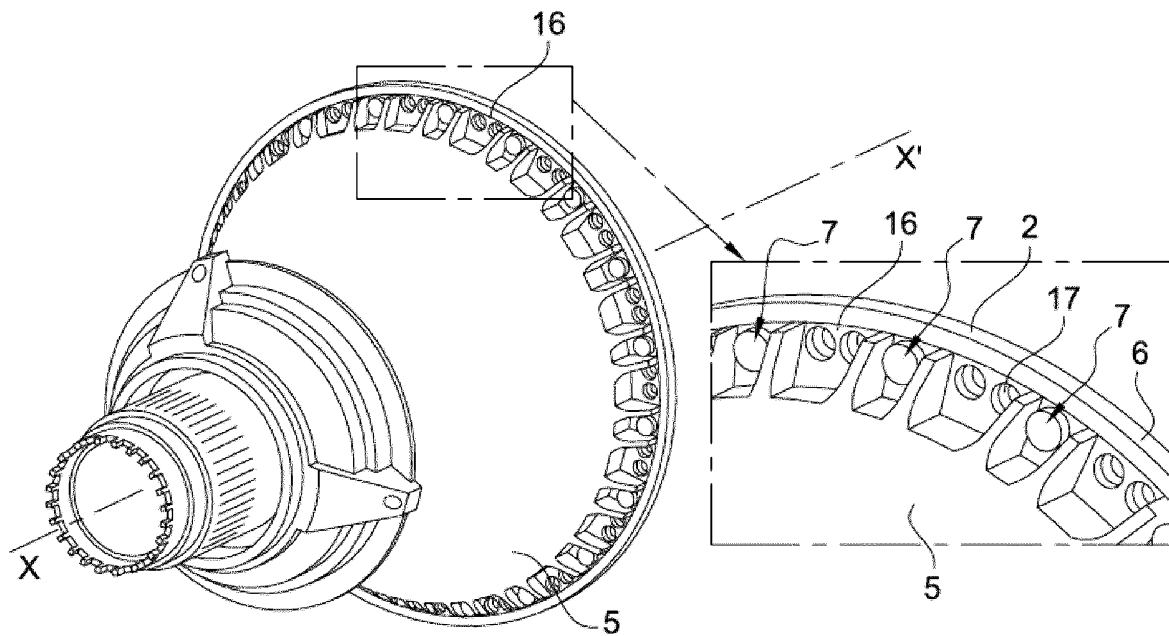
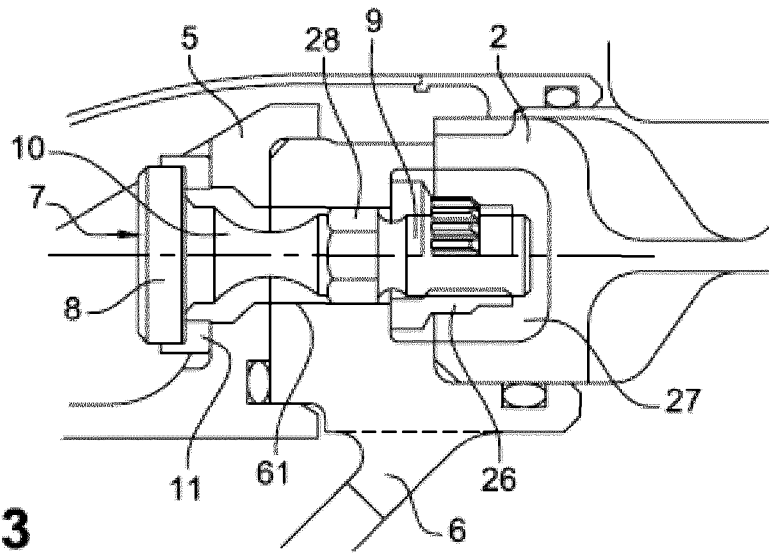
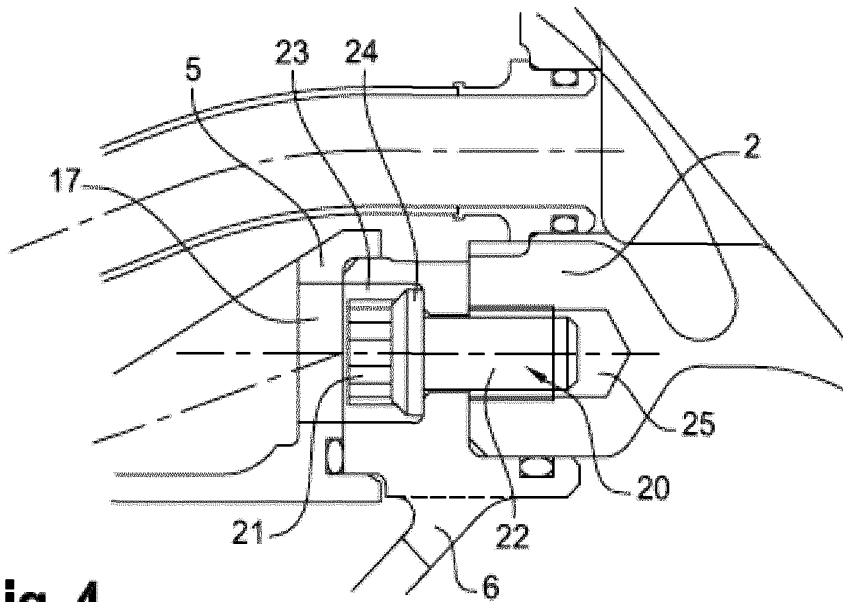


Fig. 2

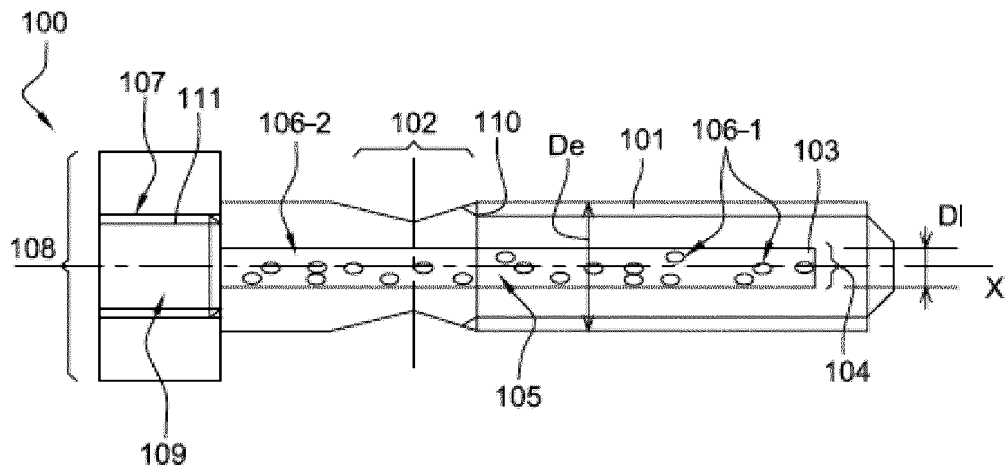




**Fig. 3**



**Fig. 4**

**Fig. 5**



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

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

N° d'enregistrement  
national

FA 839470  
FR 1754879

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		
Y	GB 2 281 105 A (WESTLAND HELICOPTERS [GB]) 22 février 1995 (1995-02-22) * abrégé; figure 1 * * page 3, lignes 1-3 * -----	1-9	F16D9/02 F01D21/04 F01D25/16
Y	US 5 088 867 A (MUN KAM CHONG [US]) 18 février 1992 (1992-02-18) * abrégé; figures * * colonne 7, lignes 9-27 * -----	1-9	
A	FR 2 976 623 A1 (SNECMA [FR]) 21 décembre 2012 (2012-12-21) * abrégé; figure 3 * -----	1-10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F16D F01D F16B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
15 février 2018		Chaloupy, Marc	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		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	
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			

1

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1754879 FA 839470**

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 **15-02-2018**

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
GB 2281105	A	22-02-1995	DE 4429640 A1	06-04-1995
			FR 2709157 A1	24-02-1995
			GB 2281105 A	22-02-1995
			JP H0783237 A	28-03-1995
			US 5417501 A	23-05-1995
			-----	
US 5088867	A	18-02-1992	AT 171523 T	15-10-1998
			AU 650088 B2	09-06-1994
			CA 2094728 A1	27-05-1992
			DE 69130258 D1	29-10-1998
			DE 69130258 T2	08-04-1999
			EP 0558684 A1	08-09-1993
			JP H06503153 A	07-04-1994
			US 5088867 A	18-02-1992
			WO 9208903 A1	29-05-1992
			-----	
FR 2976623	A1	21-12-2012	BR 112013030937 A2	06-12-2016
			CA 2839459 A1	27-12-2012
			CN 103608547 A	26-02-2014
			EP 2721260 A1	23-04-2014
			FR 2976623 A1	21-12-2012
			JP 6085297 B2	22-02-2017
			JP 2014517218 A	17-07-2014
			RU 2013155901 A	27-07-2015
			US 2014119893 A1	01-05-2014
			WO 2012175864 A1	27-12-2012
-----				