(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** **3 022 890**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **14 55939**

(51) Int Cl[8] : ***B 64 D 27/26*** *(2017.01)*

(12) **BREVET D'INVENTION** **B1**

(54) TURBOMACHINE COMPORTANT UN MOYEN DE DECOUPLAGE D'UNE SOUFFLANTE.

(22) **Date de dépôt :** 25.06.14.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 01.01.16 Bulletin 15/53.

(45) **Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention :** 05.01.18 Bulletin 18/01.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche :**

Se reporter à la fin du présent fascicule

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

( ) **Demande(s) d'extension :**

(71) **Demandeur(s) :** *SNECMA Société anonyme* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** TAN-KIM ALEXANDRE et BECOULET JULIEN, FABIEN, PATRICK.

(73) **Titulaire(s) :** GANTIER ALAIN GERARD.

(74) **Mandataire(s) :** GEVERS & ORES Société anonyme.

FR 3 022 890 - B1

Turbomachine comportant un moyen de découplage d'une soufflante

Le domaine de la présente invention est celui des turbomachines aéronautiques et, plus particulièrement celui des turbomachines à double flux comportant un dispositif de réduction pour l'entraînement de la soufflante.

Classiquement, les turbomachines comprennent, en partant de l'amont, un ou plusieurs modules de compresseur disposés en série, qui compriment de l'air aspiré dans une entrée d'air. L'air est ensuite introduit dans une chambre de combustion où il est mélangé à un carburant et brûlé. Les gaz de combustion passent à travers un ou plusieurs modules de turbine qui entraînent le ou les compresseurs par l'intermédiaire d'arbres de turbine associés. Les gaz sont enfin éjectés soit dans une tuyère pour produire une force de propulsion soit sur une turbine libre pour produire de la puissance qui est récupérée sur un arbre de transmission.

Les turbomachines à double flux actuelles à fort taux de dilution comportent plusieurs étages de compresseur, notamment un compresseur basse pression (BP) et un compresseur haute pression (HP), traversés par un flux primaire. Ces compresseurs basse pression (BP) et haute pression (HP) sont chacun entrainés par un arbre de turbine basse pression (BP) ou haute pression (HP) respectif associé. En amont du compresseur basse pression (BP) est disposée une roue comportant des pales ou aubes mobiles de grande dimension, ou soufflante, qui alimente à la fois le flux primaire traversant les compresseurs BP et HP et un flux froid, ou flux secondaire, qui est dirigé directement vers une tuyère de flux froid, dite tuyère secondaire. La soufflante est entraînée par l'arbre de rotation de turbine BP du corps BP et tourne généralement à la même vitesse que lui.

Il peut être intéressant de faire tourner la soufflante à une vitesse de rotation inférieure à celle de l'arbre BP, notamment lorsque celle-ci est de très grande dimension, dans le but de mieux l'adapter aérodynamiquement. Pour cela, on dispose un dispositif de réduction entre l'arbre de turbine BP et un arbre de soufflante, qui est porteur de la soufflante. Une telle configuration est notamment décrite dans les demandes de brevet FR 1251655 et 1251656 déposées le 23 février 2012.

Dans cette configuration, il peut survenir que la soufflante perde une pale, par exemple en cas d'ingestion d'un corps étranger tel qu'un oiseau. Ce phénomène, aussi connu sous le vocable anglo-saxon appelé de « Fan Blade Out » (FBO) provoque une excentration de la soufflante ayant pour conséquence de provoquer un contact des extrémités de ses pales avec le carter de la soufflante. Ce contact peut freiner brutalement la soufflante alors même que le dispositif de réduction et l'arbre de turbine sont toujours entraînés par la turbine BP, ce qui peut créer un couple de torsion élevé dans l'arbre de turbine BP et dans le dispositif de réduction.

Un tel couple de torsion en cas de perte de pale risque d'endommager gravement le dispositif de réduction, qui pourrait alors se bloquer et rendre la rotation de la soufflante impossible. Ceci aurait pour conséquence d'augmenter brutalement la trainée aérodynamique du moteur, rendant l'avion impossible à piloter.

Pour remédier à cet inconvénient, une solution consiste à limiter le couple de torsion susceptible de transiter dans le dispositif de réduction et dans l'arbre de turbine BP, afin d'éviter le blocage de la soufflante.

Par ailleurs, la limitation de ce couple permet d'éviter tout surdimensionnement des organes du dispositif de réduction et de l'arbre de turbine basse pression, et par conséquent d'alléger la conception du dispositif de réduction et de l'arbre de turbine BP.

Dans ce but, l'invention propose une turbomachine du type décrit précédemment, caractérisée en ce qu'elle comporte un moyen de découplage du dispositif de réduction et de l'arbre de turbine en réponse au dépassement d'un couple résistant déterminé exercé par le dispositif de réduction sur l'arbre de turbine.

Selon des modes de réalisation préférés de l'invention, le moyen de découplage comporte au moins un élément de liaison fusible qui est interposé entre le dispositif de réduction et l'arbre de turbine et qui est apte à être rompu lorsqu'il est soumis à un couple résistant dit de découplage exercé par le dispositif de réduction de vitesse sur l'arbre de turbine.

Selon un premier mode de réalisation de l'invention, l'élément fusible est constitué d'un tronçon d'un arbre d'entrée du dispositif de réduction lié à l'arbre du turbine, ledit tronçon étant apte à être rompu lorsqu'il est soumis à un couple de torsion maximal correspondant au couple résistant de découplage.

Selon un second mode de réalisation de l'invention, un arbre d'entrée du dispositif de réduction comporte un tronçon d'extrémité tubulaire qui est accouplé avec un tronçon d'extrémité tubulaire complémentaire de l'arbre de turbine par l'intermédiaire d'au moins un élément radial apte à être rompu lorsqu'il est soumis à une contrainte de cisaillement correspondant au couple résistant de découplage.

Dans cette configuration, l'élément radial comporte un pion qui est reçu dans un orifice radial du tronçon d'extrémité de l'arbre d'entrée et dans un orifice en regard du tronçon d'extrémité de l'arbre de turbine.

De manière préférentielle de l'invention, le couple résistant de découplage déterminé correspond à un couple résistant exercé par la soufflante sur le dispositif de réduction de vitesse en cas de perte d'au moins une pale d'une soufflante entraînée par ledit arbre de soufflante.

Par ailleurs, le couple résistant est strictement supérieur à tout couple correspondant à un couple résistant exercé par la soufflante sur le dispositif de réduction de vitesse en cas d'ingestion sans perte de pale d'un oiseau par ladite soufflante.

A cet effet, un ordre de grandeur du second couple de découplage transmis déterminé, lorsque la soufflante comporte des pales métalliques, est de 120 à 140% d'un couple normal en régime maximal de la turbomachine.

De même, un ordre de grandeur du second couple de découplage transmis déterminé, lorsque la soufflante comporte des pales en matériau composite est de 130 à 170% d'un couple normal en régime maximal de la turbomachine.

Enfin, afin d'éviter un emballement des turbines en cas de découplage, la turbomachine selon l'invention comporte avantageusement des moyens de détection du découplage du dispositif de réduction et de l'arbre de turbine aptes à commander une réduction de vitesse de la turbine et/ou un arrêt de la turbomachine.

L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, détails, caractéristiques et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description explicative détaillée qui va suivre, d'un mode de réalisation de l'invention donné à titre d'exemple purement illustratif et non limitatif, en référence aux dessins schématiques annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue d'ensemble d'une turbomachine selon un état antérieur de la technique ;

- la figure 2A est une vue en coupe de la partie avant d'une turbomachine selon un premier mode de réalisation de l'invention équipée d'un dispositif de réduction ;

- la figure 2B est une vue de détail de la figure 2A ;

- la figure 3A est une vue en coupe de la partie avant d'une turbomachine selon un second mode de réalisation de l'invention équipée d'un dispositif de réduction ;

- la figure 3B est une vue de détail de la figure 3A,

- la figure 4 est un diagramme illustrant le couple résistant exercé par le dispositif de réduction de vitesse sur l'arbre de turbine en fonction du temps lors de la perte d'une pale de la soufflante.

Dans la description qui va suivre, des chiffres de référence identiques désignent des pièces identiques ou ayant des fonctions similaires.

On a représenté à la figure 1 une turbomachine telle qu'un turboréacteur 10 réalisé selon un état antérieur de la technique. De manière connue, le turboréacteur 10

comporte, d'amont en aval selon le flux "F" d'écoulement des gaz, une soufflante 12, un compresseur basse pression 14, un compresseur haute pression, une chambre de combustion, une turbine haute pression et une turbine basse pression (non représentés). La soufflante 12 comporte des pales 13. Le compresseur haute pression et la turbine haute pression sont reliés par un arbre haute pression et forment avec lui un corps haute pression. Le compresseur basse pression 14 et la turbine basse pression sont reliés par un arbre basse pression 16 et forment avec lui un corps basse pression. La soufflante 12 est, quant à elle, portée par un arbre de soufflante 18 qui, dans l'exemple représenté, est lié en rotation à l'arbre BP 16, par l'intermédiaire d'un dispositif de réduction 20 de la vitesse de rotation entre les deux arbres 16, 18.

En effet, il est intéressant de faire tourner la soufflante 12 à une vitesse de rotation inférieure à celle de l'arbre BP 16, notamment lorsque celle-ci est de très grande dimension, dans le but de mieux l'adapter aérodynamiquement.

Les arbres HP et BP 16 s'étendent suivant un axe "A" de rotation du turboréacteur 10.

Le turboréacteur 10 comprend également, classiquement, un carter de soufflante (non représenté) qui permet de canaliser les gaz aspirés par la soufflante 12 vers une veine 22 de flux primaire, qui traverse les corps BP et HP, et une veine de flux secondaire (non représentée) qui enveloppe un carter des corps BP et HP et rejoint la veine de flux primaire dans une tuyère (non représentée) du turboréacteur.

Comme l'illustre la figure 1, le dispositif de réduction 20 est positionné entre l'arbre 18 de soufflante et l'arbre BP 16. Ce dispositif de réduction, par exemple de type épicycloïdal, est représenté sous la forme schématique de rectangles ne montrant que son encombrement. Il est entraîné par un pignon planétaire 24 porté par un arbre d'entrée 26 qui est lié en rotation à l'arbre BP 16, l'arbre 16 étant, à titre d'exemple uniquement, reçu sans jeu par emmanchement dans l'arbre 26.

Dans cette configuration, il peut survenir que la soufflante 12 perde une pale 13, par exemple en cas d'ingestion d'un corps étranger tel qu'un oiseau ou par suite d'une

rupture en fatigue résultant d'une maintenance inadaptée. Ce phénomène, aussi connu sous le vocable anglo-saxon appelé de « Fan Blade Out » (FBO) provoque une excentration de la soufflante 12 par rapport à l'axe "A", qui a pour conséquence de provoquer un contact des extrémités de ses pales 13 avec le carter (non représenté) de la soufflante 12. Ce contact peut freiner brutalement la soufflante 12 alors même que le dispositif de réduction 20 et l'arbre de turbine BP 16 sont toujours entraînés par la turbine BP, ce qui peut créer un couple de torsion élevé dans l'arbre de turbine BP 16 et dans le dispositif de réduction 20.

Un tel couple de torsion en cas de perte d'une pale 13 risque d'endommager gravement le dispositif de réduction 20, qui pourrait alors se bloquer et rendre la rotation de la soufflante impossible 12. Ceci aurait pour conséquence d'augmenter brutalement la trainée aérodynamique du moteur, rendant l'avion impossible à piloter.

Pour remédier à cet inconvénient, une solution consiste à limiter le couple de torsion susceptible de transiter dans le dispositif de réduction 20 et dans l'arbre de turbine BP 16, afin d'éviter le blocage de la soufflante 12.

La limitation du couple de torsion présente un autre avantage, qui est de permettre d'éviter un surdimensionnement des organes du dispositif de réduction 20 et de l'arbre de turbine BP 16 propre à assurer leur résistance à un tel couple de torsion lors du dépassement d'un couple résistant déterminé exercé par le dispositif de réduction de vitesse 20 sur l'arbre de turbine 16.

Par ailleurs, la limitation de ce couple permet d'éviter tout surdimensionnement des organes du dispositif de réduction 20 et de l'arbre 16 de turbine basse pression, et par conséquent d'alléger la conception du dispositif de réduction 20 et de l'arbre 16 de turbine BP.

Dans ce but, l'invention propose une turbomachine du type décrit précédemment, caractérisée en ce qu'elle comporte un moyen 28 de découplage du dispositif 20 de réduction et de l'arbre de turbine 16 en réponse au dépassement d'un couple résistant déterminé exercé par le dispositif 20 de réduction de vitesse sur l'arbre de turbine 16.

Plus particulièrement, comme l'illustrent les figures 2A et 3A, le moyen 28 de découplage comporte au moins un élément 30, 30' de liaison fusible qui est interposé entre le dispositif 20 de réduction et l'arbre 16 de turbine et qui est apte à être rompu lorsqu'il est soumis à un couple résistant dit de découplage exercé par le dispositif de réduction de vitesse sur l'arbre de turbine, et qui correspond notamment à un couple résistant déterminé exercé par la soufflante 12 sur le dispositif 20 de réduction de vitesse, puis transmis par ledit dispositif de réduction de vitesse.

Le positionnement de l'élément 30, 30' de liaison fusible entre le dispositif 20 de réduction et l'arbre 16 de turbine présente plusieurs avantages.

En premier lieu, ce positionnement de l'élément 30, 30' de liaison fusible entre le dispositif 20 de réduction et l'arbre 16 de turbine est aisé à réaliser au niveau du dispositif 20 de réduction car l'arbre 18 de la soufflante est supporté par deux paliers 32, 34, et car l'arbre 16 de la turbine BP est lui aussi supporté par deux paliers, dont un seul palier 36 a été représenté sur les figures 2A, 3A. La rupture de l'élément 30, 30' fusible n'a donc pas d'incidence sur le maintien en rotation de l'arbre 16 de turbine BP ou l'arbre 18 de la soufflante.

En deuxième lieu, le découplage du dispositif 20 de réduction et de l'arbre 16 de turbine implique une vitesse de rotation libre de la soufflante 12 après l'arrêt du turboréacteur supérieure à un celle qu'aurait la même soufflante dans un turboréacteur conventionnel où le turboréacteur serait arrêté sans que la soufflante 12 ne soit découplée. Ainsi, la soufflante est soumise à une vitesse de rotation libre ou "windmilling" qui permet au turboréacteur de ne produire qu'une traînée réduite.

En troisième lieu, le positionnement de l'élément 30, 30' de liaison fusible entre le dispositif 20 de réduction et l'arbre 16 de turbine permet, comme on le verra ultérieurement dans la suite de la présente description, de protéger le dispositif 20 de réduction en cas de survitesse de l'arbre 16 de la turbine.

Selon un premier mode de réalisation qui a été représenté à la figure 2A et en particulier à la figure 2B, l'élément fusible est constitué d'un tronçon 30 de l'arbre d'entrée 26 du dispositif de réduction lié à l'arbre 16 du turbine. Ce tronçon 30 est apte à être rompu lorsqu'il est soumis à un couple de torsion maximal correspondant au couple résistant de découplage déterminé exercé par le dispositif de réduction 20 sur l'arbre 16.

Toute solution connue de l'état de la technique peut convenir à la bonne réalisation d'un tronçon 30 de rigidité torsionnelle réduite. En particulier, le tronçon peut être un tronçon tubulaire d'épaisseur "e" réduite, comme représenté à la figure 2A. Il peut aussi s'agir d'un tronçon 30 ajouré et/ou comportant des zones d'amorce de rupture (non représentées).

Selon un second mode de réalisation qui a été représenté à la figure 3A et en particulier à la figure 3B, l'arbre d'entrée 26 du dispositif de réduction comporte un tronçon d'extrémité tubulaire 38 qui est accouplé avec un tronçon d'extrémité 40 tubulaire complémentaire de l'arbre de turbine 16 par l'intermédiaire d'au moins un élément radial 31, formant l'élément de liaison fusible. Cet élément radial 31 est apte à être rompu lorsqu'il est soumis à une contrainte de cisaillement correspondant au couple résistant de découplage.

Il sera compris que l'élément radial 31 formant l'élément fusible peut être conformé selon de nombreux modes de réalisation. Toutefois, de manière préférentielle de l'invention, l'élément radial 31 est constitué d'un pion, notamment cylindrique qui est reçu dans un orifice 42 radial du tronçon d'extrémité de l'arbre d'entrée 26 et dans un orifice 44 en regard du tronçon d'extrémité de l'arbre 16 du turbine.

Dans chacun de ces deux modes de réalisation, il sera compris que le positionnement de l'élément 30, 31 de liaison fusible sur l'arbre d'entrée permet d'assurer le support du planétaire 24 du dispositif de réduction après le découplage.

En effet, le planétaire 24 est supporté via le porte-satellites par l'arbre de sortie (non représentés) du dispositif de réduction 20.

Dans chacun de ces deux modes de réalisation, l'élément fusible 30 est calibré pour se rompre lorsque respectivement le tronçon 30 ou le pion 31 est soumis à un couple de découplage correspondant à couple résistant exercé par la soufflante sur le dispositif 20 de réduction de vitesse en cas de perte d'au moins une pale 13 de la soufflante entraînée par ledit arbre 18 de soufflante, et transmis par le dispositif 20 de réduction.

Ainsi la rupture est-elle prévue a minima et ce, dès la perte d'une seule pale 13.

Inversement, il est prévu que la rupture ne survienne qu'en cas de rupture ou de perte d'une pale 13, et non en cas de simple ralentissement de la soufflante 12.

Ainsi, il est prévu que le couple résistant déterminé soit strictement supérieur à tout couple correspondant à un couple résistant exercé par la soufflante 12 sur le dispositif 20 de réduction de vitesse et transmis par le dispositif 20, en cas d'ingestion sans perte de pale d'un oiseau par ladite soufflante 12, un tel évènement pouvant produire un effort tangentiel ralentissant la soufflante 12, mais qui ne risquant pas d'endommager le dispositif de réduction 20 ni de bloquer la chaine cinématique considérée.

La figure 4 illustre de manière comparative le couple résistant "C" transmis, en ordonnées, en fonction du temps "t" en abscisses, en cas de rupture d'une pale 13 de soufflante.

Comme on peut le voir sur la courbe en traits forts, dans une turbomachine conventionnelle, à partir d'un couple de fonctionnement optimal C_0, il peut survenir à un instant T_R une rupture d'une pale 13. Cette rupture conduit à une augmentation du couple résistant jusqu'à une valeur limite C_{max} correspondant au blocage du dispositif 20 de réduction et de la soufflante 12, ou plus exactement à un risque de blocage selon les spécifications du dispositif de réduction, rendant celui-ci impropre à son utilisation.

Dans la turbomachine selon l'invention, le couple maximal est taré à un couple C_D ou couple de découplage. De ce fait, lors du fonctionnement, il peut aussi survenir à

un instant T_R une rupture d'une pale 13, qui conduit à une augmentation du couple résistant jusqu'à la valeur C_D ou valeur de couple de découplage. Le couple décroit alors, selon la courbe en pointillés, jusqu'à une valeur C_{min} correspondant à un état de libre rotation de la soufflante 12.

A titre d'exemple, et de manière non limitative de l'invention, un ordre de grandeur du couple de découplage transmis déterminé, lorsque la soufflante comporte des pales métalliques, est de 120 à 140% d'un couple normal en régime maximal de la turbomachine.

Lorsque la soufflante comporte des pales en matériau composite, un ordre de grandeur du couple de découplage transmis déterminé est de 130 à 170% d'un couple normal en régime maximal de la turbomachine.

A titre d'exemple uniquement, et de manière non limitative de l'invention, la valeur du couple de découplage transmis déterminé dans ces deux cas varie donc sensiblement entre 50000 Nm et 400000 Nm.

Il sera bien entendu compris que ces valeurs ne sont qu'indicatives et dépendent tant du type de pale utilisée, que de l'architecture et du dimensionnement du moteur.

Il sera compris qu'à partir du moment où la soufflante est découplée de l'arbre 16 de turbine, la turbine n'est plus soumise à un couple résistant issu de ladite soufflante. Il y a donc un risque d'emballement de la turbine.

On remarquera qu'un autre avantage essentiel du positionnement de l'élément 30, 30' de liaison fusible entre le dispositif 20 de réduction et l'arbre 16 de turbine est de permettre de protéger le dispositif 20 de réduction en cas d'emballement de la turbine, celui-ci ne risquant plus d'être soumis à des vitesses de rotation élevées pour lesquelles il ne serait pas prévu.

Toutefois, conformément à l'invention, la turbomachine ou turboréacteur 10 comporte des moyens de détection du découplage du dispositif de réduction 20 et

de l'arbre de turbine 16 aptes à commander au minimum une réduction de vitesse de la turbine, voire un arrêt complet du turboréacteur.

Ainsi, il est connu de mesurer la vitesse de l'arbre de turbine par un capteur de vitesse. Une détection de l'emballement de la vitesse mesurée peut ainsi être interprétée comme un découplage et déclencher l'activation d'organes de régulation du moteur. Il est dès lors possible de limiter le débit de carburant pour faire chuter la vitesse de la turbine, ou, si l'on dispose d'une turbine comprenant un frein axial entre une partie de rotor et une partie de stator, d'activer ce frein pour ralentir et/ou arrêter la turbine.

L'invention apporte donc une solution sécuritaire aux risques de rupture de pale de soufflante d'une turbomachine.

Enfin, l'invention permet aussi, par une limitation du couple transmis, d'éviter tout surdimensionnement des organes du dispositif de réduction 20 et de l'arbre 16 de turbine basse pression afin de pallier aux risques connus d'augmentation dudit couple en cas de perte de pale. Ces organes ne nécessitant plus d'être surdimensionnés pour répondre à des contraintes de torsion élevées, ils peuvent voir leur dimensionnement réduit, ce qui a pour conséquence d'alléger globalement la conception du dispositif de réduction 20 et de l'arbre 16 de turbine BP.

REVENDICATIONS

1. Turbomachine (10) comportant un arbre de soufflante (12) entraîné par un arbre de turbine (16) par l'intermédiaire d'un dispositif (20) de réduction de la vitesse de rotation, caractérisée en ce qu'elle comporte un moyen (28) de découplage interposé entre le dispositif (20) de réduction et l'arbre (16) de turbine, qui est apte à découpler le dispositif (20) de réduction et l'arbre (16) de turbine en réponse au dépassement d'un couple résistant déterminé exercé par le dispositif (20) de réduction sur l'arbre (16) de turbine.

2. Turbomachine (10) selon la revendication précédente, caractérisée en ce que le moyen (28) de découplage comporte au moins un élément (30) de liaison fusible qui est interposé entre le dispositif (20) de réduction et l'arbre (16) de turbine et qui est apte à être rompu lorsqu'il est soumis à un couple résistant (C_D) dit de découplage exercé par le dispositif (20) de réduction de vitesse sur l'arbre de turbine (16).

3. Turbomachine (10) selon la revendication précédente, caractérisée en ce que l'élément fusible est constitué d'un tronçon (30) d'un arbre d'entrée (26) du dispositif (20) de réduction lié à l'arbre (16) du turbine, ledit tronçon (30) étant apte à être rompu lorsqu'il est soumis à un couple de torsion maximal correspondant au couple résistant de découplage (C_D).

4. Turbomachine (10) selon la revendication 2, caractérisée en ce qu'un arbre d'entrée (26) du dispositif (20) de réduction comporte un tronçon d'extrémité tubulaire (38) qui est accouplé avec un tronçon d'extrémité tubulaire (40) complémentaire de l'arbre (16) de turbine par l'intermédiaire d'au moins un élément radial (30') de liaison fusible apte à être rompu lorsqu'il est soumis à une contrainte de cisaillement correspondant au couple résistant (C_D) de découplage.

5. Turbomachine (10) selon la revendication précédente, caractérisée en ce que l'élément radial comporte un pion (30') qui est reçu dans un orifice radial (42) du tronçon (38) d'extrémité de l'arbre d'entrée (26) et dans un orifice (44) en regard du tronçon d'extrémité (40) de l'arbre (16) de turbine.

6. Turbomachine (10) selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'élément (30) de liaison fusible est apte à être rompu dès lors qu'il est soumis à un couple résistant de découplage (C_D)

correspondant à un couple résistant exercé par la soufflante sur le dispositif de réduction de vitesse en cas de perte d'au moins une pale d'une soufflante entraînée par ledit arbre de soufflante.

7. Turbomachine (10) selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'élément (30) de liaison fusible est apte à être rompu dès lors qu'il est soumis à un couple résistant (C_D) qui est strictement supérieur à tout couple correspondant à un couple résistant exercé par la soufflante (12) sur le dispositif (20) de réduction de vitesse en cas d'ingestion sans perte de pale d'un oiseau par ladite soufflante (12) .

8. Turbomachine (10) selon l'une des revendications 6 ou 7, caractérisée en ce que l'élément (30) de liaison fusible est associé à une soufflante comportant des pales métalliques et en ce qu'il est apte à être rompu dès lors qu'il est soumis à un couple résistant (C_D) de découplage compris entre 120 et 140% d'un couple normal en régime maximal de la turbomachine.

9. Turbomachine (10) selon l'une des revendications 6 ou 7, caractérisée en ce que l'élément (30) de liaison fusible est associé à une soufflante comportant des pales en matériau composite et en ce qu'il est apte à être rompu dès lors qu'il est soumis à un couple résistant (C_D) de découplage compris entre 130 et 170% d'un couple normal en régime maximal de la turbomachine.

10. Turbomachine (10) selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comporte des moyens de détection du découplage du dispositif (20) de réduction et de l'arbre (16) de turbine aptes à commander une réduction de vitesse de la turbine et/ou un arrêt de la turbomachine (10).

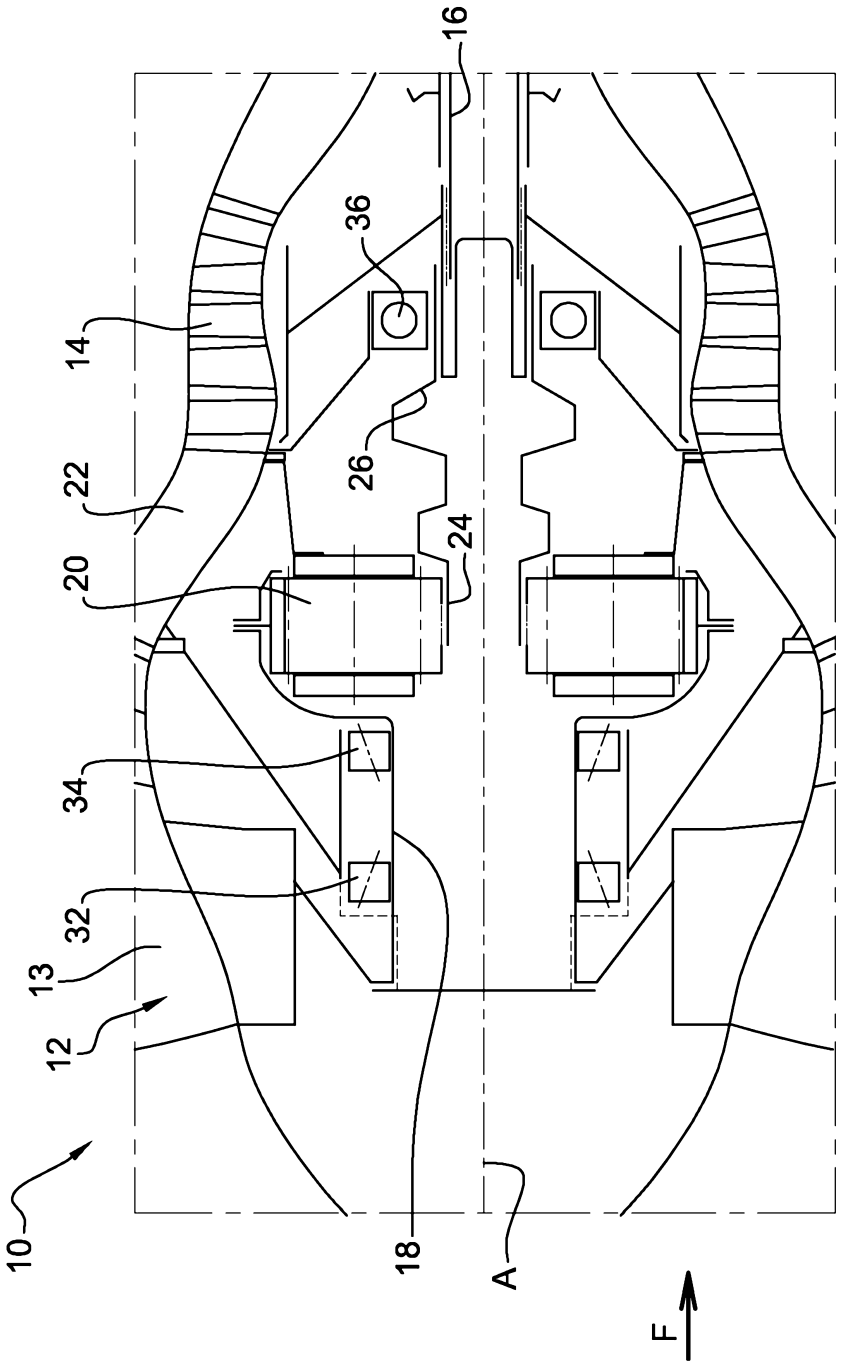


Fig. 1

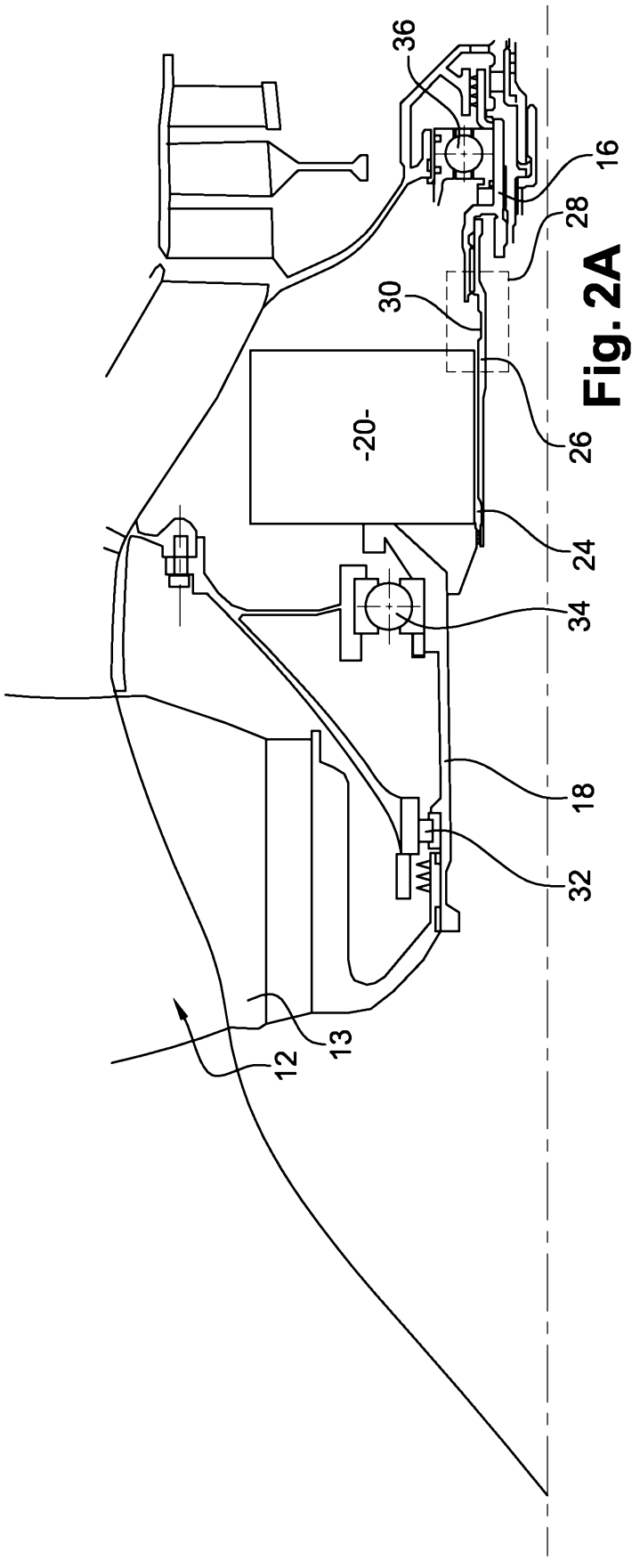


Fig. 2A

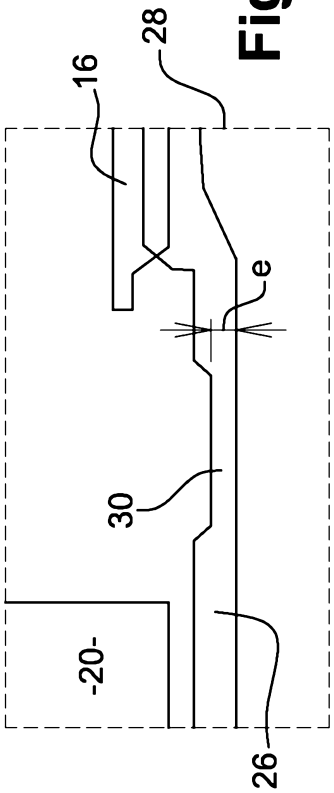


Fig. 2B

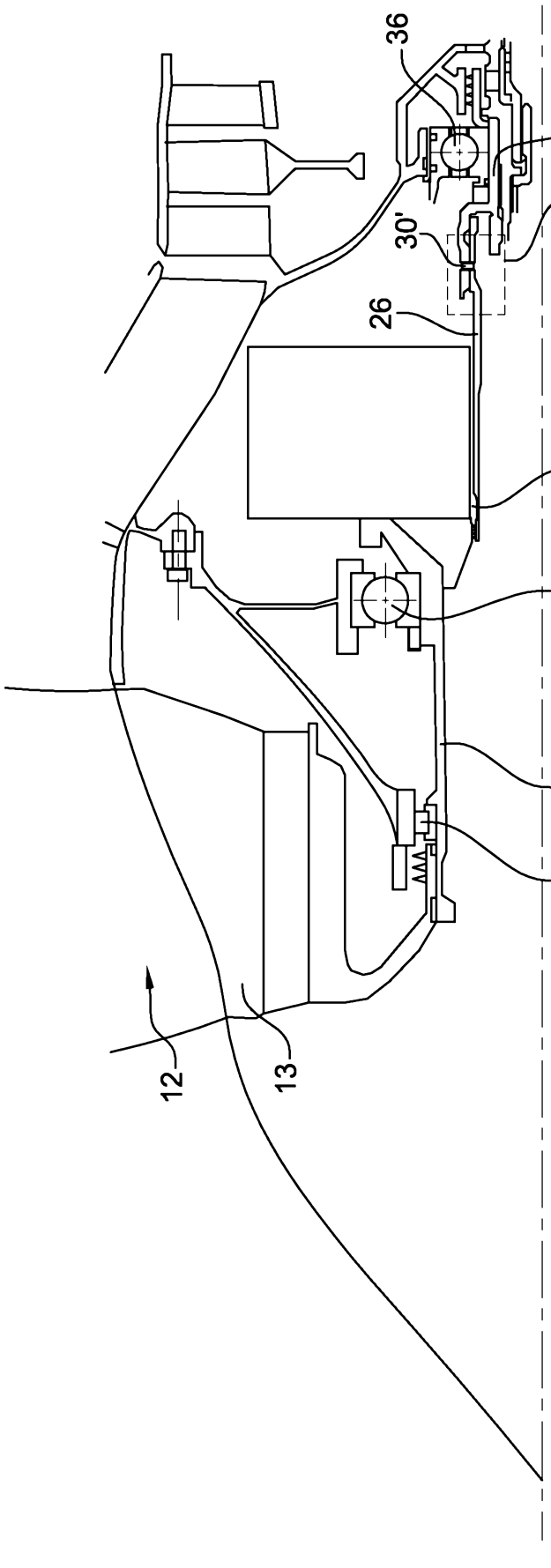


Fig. 3A

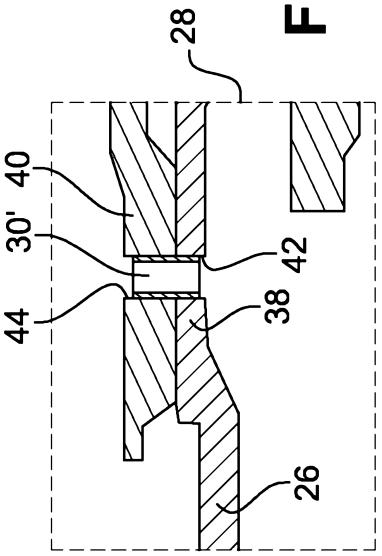


Fig. 3B

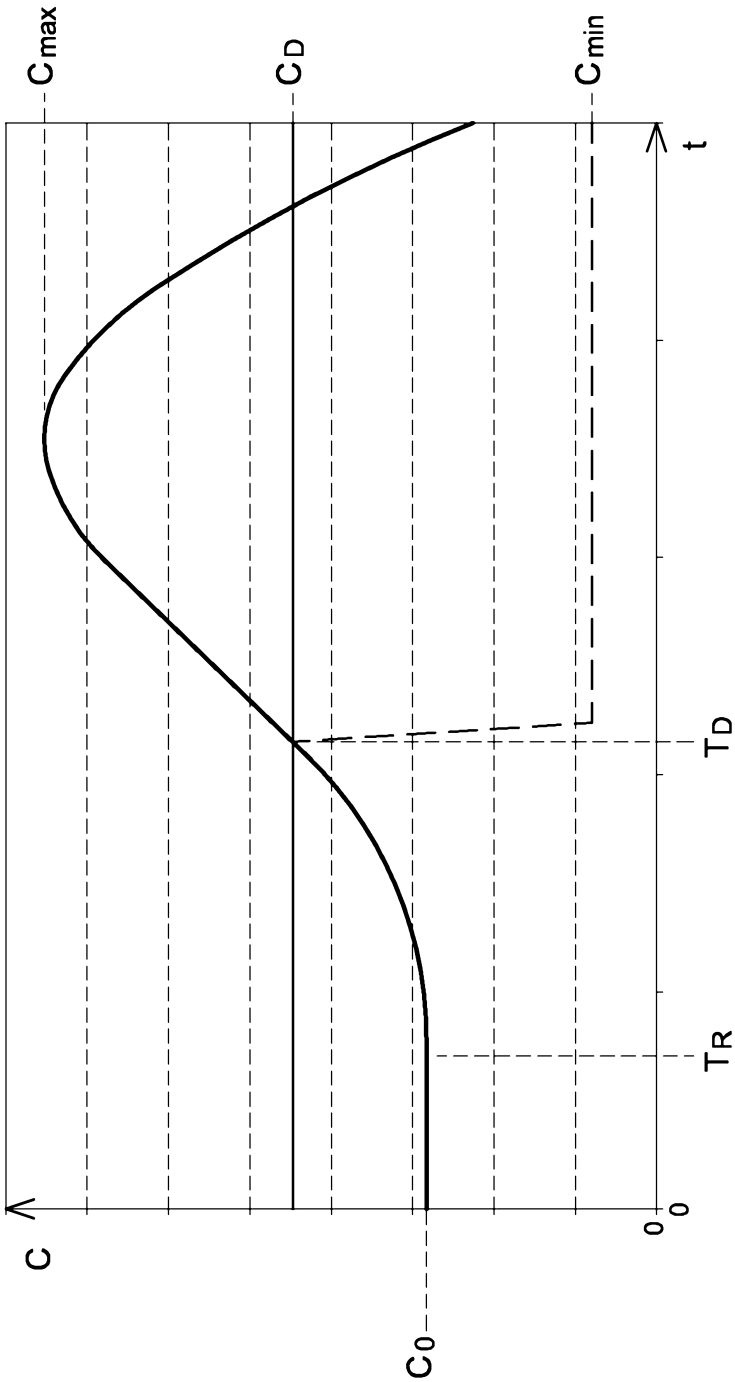


Fig. 4

N° d'enregistrement national : 1455939 N° de publication : 3022890

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-17 et R.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveauté) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DU PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

- [x] Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.
- [ ] Le demandeur a maintenu les revendications.
- [x] Le demandeur a modifié les revendications.
- [ ] Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.
- [ ] Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.
- [ ] Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITÉS DANS LE PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

- [x] Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.
- [ ] Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.
- [ ] Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.
- [ ] Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

N° d'enregistrement national : 1455939 N° de publication : 3022890

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

EP 2 048 330 A2 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US])
15 avril 2009 (2009-04-15)

US 2013/324343 A1 (GALLET FRANCOIS [FR])
5 décembre 2013 (2013-12-05)

GB 2 377 731 A (ROLLS ROYCE PLC [GB])
22 janvier 2003 (2003-01-22)

US 2013/014513 A1 (BARNETT BARRY [CA] ET AL)
17 janvier 2013 (2013-01-17)

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

NEANT

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT