

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
COURBEVOIE

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

3 138 827

21 N° d'enregistrement national : 22 08296

51 Int Cl<sup>8</sup> : F 01 D 19/00 (2022.01), F 01 D 13/00, F 02 C 6/02, 7/26, B 64 C 27/14, B 64 D 35/08

12

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 12.08.22.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 16.02.24 Bulletin 24/07.

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 Demendeur(s) : SAFRAN HELICOPTER ENGINES SAS — FR.

72 Inventeur(s) : HUMBERT Sophie, BEDRINE Olivier et CARLES Sébastien Alexis Matthieu.

73 Titulaire(s) : SAFRAN HELICOPTER ENGINES SAS.

74 Mandataire(s) : Casalonga.

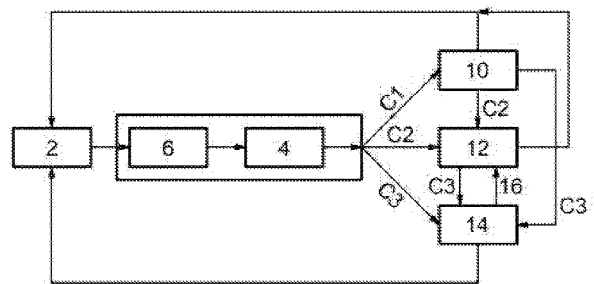
54 Procédé de gestion de la sortie d'un mode de consommation spécifique d'un turbomoteur d'aéronef.

57 Ce procédé de gestion de la sortie d'un mode de consommation spécifique d'un aéronef comprend une étape d'identification d'un besoin de réactivation d'un turbomoteur dans le mode nominal dudit turbomoteur et une étape de :

- réactivation normale pendant une première durée du turbomoteur dans le mode nominal dudit turbomoteur lorsqu'une première condition (C1) est vérifiée (étape 10);
- réactivation accélérée pendant une deuxième durée du turbomoteur dans le mode nominal dudit turbomoteur lorsqu'une deuxième condition (C2) est vérifiée (étape 12);
- réactivation rapide d'une troisième durée du turbomoteur dans le mode nominal dudit turbomoteur lorsqu'une troisième condition (C3) est vérifiée (étape 14),

la première durée étant plus longue que la deuxième durée, et la deuxième durée étant plus longue que la troisième durée.

Figure pour l'abrégé : Fig 1



FR 3 138 827 - A1



## **Description**

### **Titre de l'invention : Procédé de gestion de la sortie d'un mode de consommation spécifique d'un turbomoteur d'aéronef**

#### **Domaine technique**

- [0001] La présente invention concerne la gestion des activations des turbomachines d'aéronef.
- [0002] En particulier, la présente invention concerne les hélicoptères à architecture bimoteurs dont l'un des deux moteurs peut fonctionner dans un mode désactivé ou d'économie d'énergie, également appelé mode de veille.
- [0003] De manière générale, l'invention s'applique à tous les aéronefs comprenant au moins deux moteurs.

#### **Techniques antérieures**

- [0004] Une turbomachine, et notamment une turbomachine d'un aéronef, par exemple un turbomoteur d'un hélicoptère, doit être démarrée avant de pouvoir fournir une puissance de poussée ou une puissance mécanique au rotor. En particulier, le démarrage comprend la chauffe des composants de la turbomachine ainsi que la mise en rotation de la turbine.
- [0005] Durant une phase de vol d'un aéronef comprenant une architecture à deux turbomoteurs, un turbomoteur peut parfois être éteint en raison de la mise en œuvre d'un mode de vol particulier, par exemple un mode d'économie d'énergie, aussi appelé mode de veille.
- [0006] Dans ce mode veille, par ailleurs détaillé dans le document FR2967132A1, le turbomoteur reste en rotation à un faible régime en étant entraîné par des gaz de combustion ou par un dispositif d'assistance tel qu'une machine électrique. Dans ce mode de veille, la chambre de combustion peut être éteinte. En variante, la chambre de combustion est allumée tandis que le turbomoteur est ou n'est pas assisté dans sa rotation.
- [0007] Pour sortir de ce mode de veille, il est possible de redémarrer le moteur à l'aide d'un redémarrage conventionnel ou encore avec un redémarrage rapide. Le document FR3027058A1 mentionne notamment qu'un redémarrage normal s'effectue sur une durée de 30 secondes à 1 minute tandis qu'un redémarrage rapide s'effectue sur une durée autour de 10 secondes.

#### **Exposé de l'invention**

- [0008] La présente invention a donc pour but de pallier les inconvénients précités et de fournir une gestion de la sortie d'un mode de veille adaptée à chaque situation dans laquelle se trouve l'aéronef.

- [0009] La présente invention a pour objet un procédé de gestion de la sortie d'un mode de consommation spécifique d'un aéronef équipé d'un premier turbomoteur fonctionnant dans un mode nominal et d'un deuxième turbomoteur fonctionnant dans un mode de veille ou dans un mode de consommation intermédiaire au mode de veille et au mode nominal du deuxième turbomoteur. On entend par mode nominal le mode de fonctionnement normal où un turbomoteur fournit de la puissance. Le procédé comprend une étape d'identification d'un besoin de réactivation du deuxième turbomoteur dans le mode nominal dudit deuxième turbomoteur et une étape de :
- [0010] - réactivation normale pendant une première durée du deuxième turbomoteur dans le mode nominal dudit deuxième turbomoteur lorsque l'aéronef et/ou le premier turbomoteur vérifie une première condition ;
- [0011] - réactivation accélérée pendant une deuxième durée du deuxième turbomoteur dans le mode nominal dudit deuxième turbomoteur lorsque l'aéronef et/ou le premier turbomoteur vérifie une deuxième condition ;
- [0012] - réactivation rapide pendant une troisième durée du deuxième turbomoteur dans le mode nominal dudit deuxième turbomoteur lorsque l'aéronef et/ou le premier turbomoteur vérifie une troisième condition,
- [0013] la réactivation normale étant privilégiée devant la réactivation accélérée, la réactivation accélérée étant également privilégiée devant la réactivation rapide, la première durée étant plus longue que la deuxième durée, et la deuxième durée étant plus longue que la troisième durée.
- [0014] Ainsi, le deuxième turbomoteur peut être réactivé en différentes durées selon différentes étapes de réactivation, ce qui permet de maximiser les avantages, et notamment de limiter les impacts d'une réactivation au juste besoin de la sécurité. En effet, plus la réactivation est courte, plus elle endommage le turbomoteur mais également plus sécuritaire.
- [0015] Avantagement, l'étape d'identification d'un besoin de réactivation du deuxième turbomoteur dans le mode nominal dudit deuxième turbomoteur comprend une étape de détection d'une anomalie d'au moins un paramètre de fonctionnement du premier turbomoteur ou comprend une étape de réception par le deuxième turbomoteur d'une consigne de réactivation émise par un ordinateur de bord et/ou un pilote de l'aéronef.
- [0016] Dans un mode de mise en œuvre, l'étape de réactivation normale et/ou l'étape de réactivation accélérée et/ou l'étape de réactivation rapide comprend une étape d'assistance du deuxième turbomoteur par une machine électrique de l'aéronef.
- [0017] Avantagement, l'étape de réactivation normale comprend une étape de stabilisation thermique à une température prédéfinie du deuxième turbomoteur ou une étape de mise en puissance progressive du deuxième turbomoteur jusqu'à un équilibre des puissances fournies entre les premier et deuxième turbomoteurs, l'étape de réactivation

normale comprenant en outre la mise en œuvre d'une loi de débit carburant permettant un temps de réactivation compris entre 1 et 3 minutes.

- [0018] Avantageusement, l'étape de réactivation accélérée comprend la mise en œuvre d'une loi de débit carburant permettant un temps de réactivation compris entre 25 secondes et 45 secondes.
- [0019] Dans un mode de mise en œuvre, l'étape de réactivation rapide comprend l'utilisation d'un système de démarrage spécifique configuré pour mettre en œuvre un couple d'assistance et une loi de débit carburant permettant un temps de réactivation compris entre 5 secondes et 15 secondes.
- [0020] Avantageusement, la première condition comprend la réception par le deuxième turbomoteur d'une consigne de réactivation émise par un ordinateur de bord et/ou un pilote de l'aéronef.
- [0021] Avantageusement, la deuxième condition comprend la détection d'une panne sur le premier turbomoteur, par exemple parmi la perte de redondance d'un capteur, une température d'huile excessive, la perte d'une source d'énergie de l'aéronef, ou comprend la détection de conditions de vol nécessitant un fonctionnement en mode nominal du deuxième turbomoteur, ou comprend la réception par le deuxième turbomoteur d'une consigne de réactivation émise par un ordinateur de bord et/ou un pilote de l'aéronef.
- [0022] Avantageusement, la troisième condition comprend la détection d'une panne sur le premier turbomoteur, par exemple la détection d'une anomalie parmi les valeurs de débit carburant, et/ou de la température et/ou de la vitesse de rotation en sortie d'une turbine haute-pression du turbomoteur, et/ou de la pression en sortie d'un compresseur du turbomoteur, et/ou du couple, et/ou la détection de l'extinction d'une chambre de combustion du turbomoteur, et/ou d'une fuite sur un circuit d'huile, et/ou d'une fuite sur un circuit carburant, et/ou une détection de limaille, et/ou d'une incapacité de régulation des performances du turbomoteur, et/ou d'une incohérence entre la demande de puissance et la puissance fournie, et/ou comprend la détection de conditions de vol nécessitant un fonctionnement en mode nominal du deuxième turbomoteur, ou comprend la réception par le deuxième turbomoteur d'une consigne de réactivation émise par un ordinateur de bord et/ou un pilote de l'aéronef.
- [0023] Dans un mode de mise en œuvre, le procédé est mis en œuvre en continu par un calculateur du premier et/ou du deuxième turbomoteurs tant que le deuxième turbomoteur n'est pas dans son mode nominal de fonctionnement, les première, deuxième et troisième conditions comprenant également une condition de maintien de l'altitude de vol de l'aéronef sur le temps nécessaire à la réactivation du deuxième turbomoteur.

### **Brève description des dessins**

- [0024] D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de

la description suivante, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif, et faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :

[0025] [Fig.1] est un diagramme de principe des différents états d'un deuxième turbomoteur durant la mise en œuvre du procédé selon l'invention ; et

[0026] [Fig.2] illustre les étapes du procédé selon l'invention.

### **Exposé détaillé d'au moins un mode de réalisation**

[0027] Dans un mode de mise en œuvre, le procédé selon l'invention est mis en œuvre dans un aéronef, par exemple un hélicoptère, comprenant un premier turbomoteur et un deuxième turbomoteur fournissant une puissance à une boîte de transmission principale de l'aéronef.

[0028] Les premier et deuxième turbomoteurs comprennent chacun un compresseur qui élève la pression d'un gaz en entrée des turbomoteurs, une chambre de combustion qui élève la température du gaz comprimé, et une turbine de détente qui permet également d'entraîner le compresseur.

[0029] En particulier, les premier et deuxième turbomoteurs sont par exemple des turbomoteurs à turbine libre, la turbine de détente étant divisée en une turbine haute pression, aussi appelée turbine du générateur de gaz, et une turbine de puissance aussi appelée turbine libre.

[0030] Le procédé selon l'invention est en particulier mis en œuvre lorsque l'aéronef fonctionne avec un mode de consommation spécifique tel que le mode économie d'énergie, notamment lorsque l'un des deux turbomoteurs, par exemple le premier turbomoteur, fonctionne dans un mode nominal, autrement dit dans un mode de fonctionnement offrant des performances standards et permettant à l'aéronef de se mouvoir dans l'atmosphère, et lorsque le deuxième turbomoteur fonctionne dans un mode désactivé. En particulier, on entend par mode désactivé un mode de veille du deuxième turbomoteur, ou un mode de consommation intermédiaire au mode de veille et au mode nominal du deuxième turbomoteur.

[0031] Les premiers et deuxième turbomoteurs peuvent être intervertis dans la mise en œuvre du procédé selon l'invention.

[0032] Le mode de consommation intermédiaire est par exemple un mode de fonctionnement du deuxième turbomoteur lorsque ce dernier passe de son mode nominal à son mode de veille, ou de son mode de veille à son mode nominal.

[0033] Le mode de veille est un mode de consommation permettant au deuxième turbomoteur de l'aéronef d'avoir une consommation de carburant faible, tout en permettant une réactivation pouvant être rapide, pour une situation où l'aéronef aurait besoin des deux turbomoteurs ou dans le cas où le premier turbomoteur aurait une défaillance.

[0034] On a représenté schématiquement sur la [Fig.1] un diagramme de principe des

différents états d'un deuxième turbomoteur durant la mise en œuvre du procédé selon l'invention, autrement dit au cours d'étapes de réactivation du deuxième turbomoteur.

- [0035] On a notamment représenté sur la [Fig.1] un mode nominal 2 de consommation du deuxième turbomoteur, un mode de veille 4, ainsi qu'un mode de consommation intermédiaire 6 au mode de veille 4 et au mode nominal 2. Le procédé selon l'invention s'applique au deuxième turbomoteur en particulier lorsque ce dernier est dans un mode de fonctionnement tel que le mode de veille 4 ou le mode de consommation intermédiaire 6. Dans ces derniers modes, la chambre de combustion peut être éteinte, tandis que la turbine du générateur de gaz est faiblement entraînée en rotation, par exemple à l'aide d'une machine électrique. En variante, la chambre de combustion est allumée et la turbine du générateur de gaz comprend ou ne comprend pas d'assistance d'entraînement en rotation.
- [0036] On a représenté schématiquement sur la [Fig.2] les différentes étapes du procédé de gestion de la sortie d'un mode de consommation spécifique de l'aéronef.
- [0037] Le procédé comprend une étape 8 d'identification d'un besoin de réactivation du deuxième turbomoteur dans le mode nominal 2 dudit deuxième turbomoteur.
- [0038] L'étape 8 d'identification d'un besoin de réactivation du deuxième turbomoteur comprend en particulier une étape (non représentée) de détection d'une anomalie d'au moins un paramètre de fonctionnement du premier turbomoteur et/ou de l'aéronef. En particulier, si l'anomalie détectée, par exemple représentative d'une fuite dans un circuit ou plus largement d'une perte de performance, traduit une défaillance qui rend l'usage seul du premier turbomoteur insuffisant pour le vol de l'aéronef, un besoin de réactivation du deuxième turbomoteur est identifié.
- [0039] En variante, l'étape 8 d'identification d'un besoin de réactivation du deuxième turbomoteur comprend une étape (non représentée) de réception d'une consigne de réactivation émise par un ordinateur de bord et/ou par un pilote de l'aéronef. En effet, l'ordinateur de bord de l'aéronef peut à tout moment fournir une consigne indiquant que le deuxième turbomoteur doit être sollicité en mode nominal. De même, un pilote de l'aéronef peut vouloir solliciter la réactivation du deuxième turbomoteur, par exemple par appui sur un bouton, afin d'effectuer une manœuvre particulière.
- [0040] Une fois un besoin de réactivation du deuxième turbomoteur identifié, le procédé comprend la mise en œuvre d'une étape de réactivation pouvant prendre trois formes différentes, les trois types de réactivation pouvant impacter différemment le vieillissement du deuxième turbomoteur.
- [0041] On effectue une étape 10 de réactivation normale pendant une première durée du deuxième turbomoteur dans le mode nominal dudit deuxième turbomoteur lorsque l'aéronef et/ou le premier turbomoteur et/ou le pilote vérifie une première condition C1. Il s'agit de l'étape de réactivation la plus longue possible, elle permet en particulier

de préserver l'intégrité mécanique du deuxième turbomoteur.

- [0042] Dans un mode de mise en œuvre, la première condition C1 comprend la réception par le deuxième turbomoteur d'une consigne de réactivation émise par un ordinateur de bord et/ou par un pilote de l'aéronef.
- [0043] Cette étape 10 de réactivation normale comprend une étape de stabilisation thermique à une température prédéfinie du deuxième turbomoteur. En variante, cette étape 10 comprend une étape de mise en puissance progressive du deuxième turbomoteur jusqu'à équilibre des puissances fournies entre les premier et deuxième turbomoteurs.
- [0044] L'étape 10 de réactivation normale comprend en outre la mise en œuvre d'une loi de débit carburant et d'une optimisation du couple permettant un temps de réactivation compris entre 1 et 3 minutes.
- [0045] L'étape 10 permet ainsi de faire évoluer progressivement la température des composants du deuxième turbomoteur.
- [0046] Cette étape 10 de réactivation normale est l'étape de réactivation la plus couramment utilisée puisqu'il s'agit d'une réactivation souvent non urgente. Il s'agit de l'étape impactant le moins le vieillissement du turbomoteur et est de ce fait privilégiée.
- [0047] Le deuxième type de réactivation est la mise en œuvre d'une étape 12 réactivation accélérée pendant une deuxième durée du deuxième turbomoteur dans le mode nominal dudit deuxième turbomoteur, et ce lorsque l'aéronef et/ou le premier turbomoteur et/ou le deuxième turbomoteur vérifie une deuxième condition C2.
- [0048] La deuxième condition C2 comprend par exemple la détection d'une panne, et plus largement d'une anomalie traduisant une défaillance du premier turbomoteur, par exemple la perte de redondance d'un capteur, une température d'huile excessive, ou la perte d'une source d'énergie de l'aéronef.
- [0049] En variante, la deuxième condition C2 comprend la détection de conditions de vol nécessitant un fonctionnement en mode nominal du deuxième turbomoteur. Par exemple, la pression atmosphérique mesurée n'est pas compatible avec l'usage d'un seul turbomoteur en mode nominal, et il est donc nécessaire de réactiver le deuxième turbomoteur. En variante, la deuxième condition C2 comprend la réception par le deuxième turbomoteur d'une consigne de réactivation émise par un ordinateur de bord et/ou un pilote de l'aéronef.
- [0050] L'étape 12 de réactivation accélérée est sensiblement analogue à l'étape 10 de réactivation normale, mais comprend la mise en œuvre d'une loi de débit carburant permettant un temps de réactivation compris entre 25 secondes et 45 secondes. Cette étape 12 de réactivation accélérée est donc plus courte, notamment grâce à l'absence d'étape de stabilisation thermique et permet de réactiver le deuxième turbomoteur plus rapidement. Cette réactivation implique néanmoins un impact sur le vieillissement du deuxième turbomoteur.

- [0051] Le troisième type de réactivation est la mise en œuvre d'une étape 14 de réactivation rapide pendant une troisième durée du deuxième turbomoteur dans le mode nominal dudit deuxième turbomoteur lorsque l'aéronef et/ou le premier turbomoteur vérifie une troisième condition C3.
- [0052] La troisième condition C3 comprend également la détection d'une panne du premier turbomoteur, ou plus largement d'une anomalie parmi les valeurs de débit carburant, et/ou de la température et/ou de la vitesse de rotation en sortie d'une turbine haute-pression du turbomoteur, et/ou de la pression en sortie d'un compresseur du turbomoteur, et/ou du couple, et/ou la détection de l'extinction d'une chambre de combustion du turbomoteur, et/ou d'une fuite sur un circuit d'huile, et/ou d'une fuite sur un circuit carburant, et/ou une détection de limaille, et/ou d'une incapacité de régulation des performances du turbomoteur, et/ou d'une incohérence entre la demande de puissance et la puissance fournie. Ces potentielles anomalies traduisent des défaillances du premier turbomoteur qui nécessitent généralement une réactivation rapide du deuxième turbomoteur car elles peuvent être symptomatiques d'une perte importante de puissance du premier turbomoteur.
- [0053] En variante, la troisième condition C3 comprend la détection de conditions de vol nécessitant rapidement un fonctionnement en mode nominal 2 du deuxième turbomoteur, ou comprend la réception par le deuxième turbomoteur d'une consigne de réactivation émise par un ordinateur de bord et/ou un pilote de l'aéronef.
- [0054] L'étape 14 de réactivation rapide est différente des deux types de réactivation précédent. En particulier, l'étape 14 de réactivation rapide comprend l'utilisation d'un système de démarrage spécifique configuré et dimensionné pour fournir un fort couple d'assistance et de mettre en œuvre une loi de débit carburant permettant un temps de réactivation compris entre 5 et 15 secondes, autour de 10 secondes.
- [0055] L'étape 14 de réactivation rapide est toutefois très impactante sur le vieillissement du deuxième turbomoteur et n'est utilisée qu'en cas d'urgence.
- [0056] Parmi les trois types de réactivation, l'étape 10 de réactivation normale est privilégiée devant l'étape 12 de réactivation accélérée, et l'étape 12 de réactivation accélérée est également privilégiée devant l'étape 14 de réactivation rapide. En effet, une réactivation à faible impact sur le vieillissement est privilégiée, bien que la première durée soit plus longue que la deuxième durée, et que la deuxième durée soit plus longue que la troisième durée.
- [0057] Optionnellement, le deuxième turbomoteur comprend une machine électrique d'assistance et chacune des étapes de réactivation normale, de réactivation accélérée, ou de réactivation rapide comprend une étape d'assistance du deuxième turbomoteur par la machine électrique d'assistance de l'aéronef.
- [0058] Autrement dit, la machine électrique d'assistance participe à l'entraînement en

rotation du deuxième turbomoteur lors de sa réactivation afin d'accélérer ladite réactivation.

- [0059] Optionnellement, les première, deuxième et troisième conditions comprennent également chacune une condition supplémentaire de maintien de l'altitude de vol de l'aéronef sur le temps nécessaire à la réactivation du deuxième turbomoteur. En effet, bien que l'étape 10 de réactivation normale soit privilégiée car n'impactant que peu le vieillissement du deuxième turbomoteur, si celle-ci ne permet pas de garantir le maintien de l'altitude de vol de l'aéronef, une étape de réactivation plus rapide sera privilégiée. Le même raisonnement s'applique à l'étape 12 de réactivation accélérée.
- [0060] De plus, une étape de réactivation peut être interrompue au profit d'une autre étape de réactivation lorsque les conditions de l'autre étape réactivation sont réunies.
- [0061] Par exemple, lorsqu'une étape 10 de réactivation normale est en cours, mais qu'une anomalie traduisant une défaillance importante est détectée, on effectue une étape 14 de réactivation rapide. Cependant, si le système de démarrage spécifique a une défaillance 16, on effectue finalement une étape 12 de réactivation accélérée.
- [0062] Dans un mode de mise en œuvre, le procédé est mis en œuvre en continu par un calculateur du deuxième turbomoteur tant que le deuxième turbomoteur n'est pas dans son mode nominal 2 de fonctionnement. Ainsi, la recherche d'identification d'un besoin de réactivation du deuxième turbomoteur ne s'arrête que lorsque le deuxième turbomoteur est dans son mode nominal 2 de fonctionnement.

## Revendications

[Revendication 1] Procédé de gestion de la sortie d'un mode de consommation spécifique d'un aéronef équipé d'un premier turbomoteur fonctionnant dans un mode nominal et d'un deuxième turbomoteur fonctionnant dans un mode de veille (4) ou dans un mode de consommation intermédiaire (6) au mode de veille (4) et au mode nominal (2) du deuxième turbomoteur, caractérisé en ce qu'il comprend une étape (8) d'identification d'un besoin de réactivation du deuxième turbomoteur dans le mode nominal dudit deuxième turbomoteur et une étape de :

- réactivation normale pendant une première durée du deuxième turbomoteur dans le mode nominal dudit deuxième turbomoteur lorsque l'aéronef et/ou le premier turbomoteur vérifie une première condition (C1) (étape 10) ;
- réactivation accélérée pendant une deuxième durée du deuxième turbomoteur dans le mode nominal dudit deuxième turbomoteur lorsque l'aéronef et/ou le premier turbomoteur vérifie une deuxième condition (C2) (étape 12) ;
- réactivation rapide pendant une troisième durée du deuxième turbomoteur dans le mode nominal dudit deuxième turbomoteur lorsque l'aéronef et/ou le premier turbomoteur vérifie une troisième condition (C3) (étape 14),

la réactivation normale étant privilégiée devant la réactivation accélérée, la réactivation accélérée étant également privilégiée devant la réactivation rapide, la première durée étant plus longue que la deuxième durée, et la deuxième durée étant plus longue que la troisième durée.

[Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'étape (8) d'identification d'un besoin de réactivation du deuxième turbomoteur dans le mode nominal dudit deuxième turbomoteur comprend une étape de détection d'une anomalie d'au moins un paramètre de fonctionnement du premier turbomoteur ou comprend une étape de réception d'une consigne de réactivation émise par un ordinateur de bord et/ou un pilote de l'aéronef.

[Revendication 3] Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, dans lequel l'étape (10) de réactivation normale et/ou l'étape de réactivation accélérée et/ou l'étape de réactivation rapide comprend une étape d'assistance du deuxième turbomoteur par une machine électrique de l'aéronef.

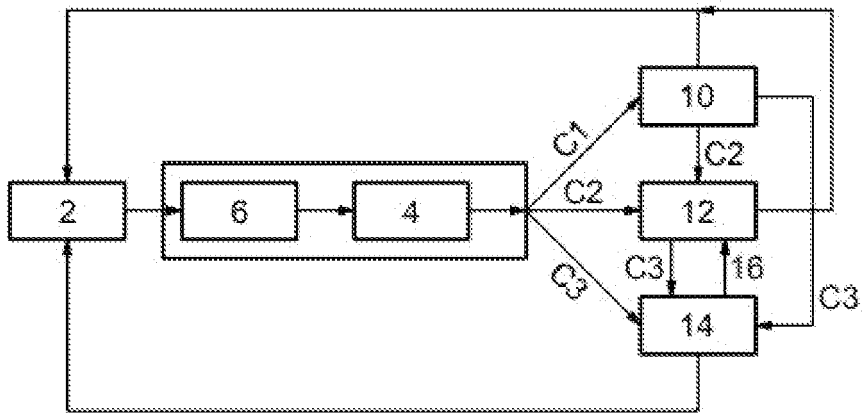
- [Revendication 4] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel l'étape (10) de réactivation normale comprend une étape de stabilisation thermique à une température prédéfinie du deuxième turbomoteur ou une étape de mise en puissance progressive du deuxième turbomoteur jusqu'à un équilibre des puissances fournies entre les premier et deuxième turbomoteurs, l'étape de réactivation normale comprenant en outre la mise en œuvre d'une loi de débit carburant permettant un temps de réactivation compris entre 1 et 3 minutes.
- [Revendication 5] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel l'étape (12) de réactivation accélérée comprend la mise en œuvre d'une loi de débit carburant permettant un temps de réactivation compris entre 25 secondes et 45 secondes.
- [Revendication 6] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel l'étape (14) de réactivation rapide comprend l'utilisation d'un système de démarrage spécifique configuré pour mettre en œuvre un couple d'assistance et une loi de débit carburant permettant un temps de réactivation compris entre 5 secondes et 15 secondes.
- [Revendication 7] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel la première condition (C1) comprend la réception par le deuxième turbomoteur d'une consigne de réactivation émise par un ordinateur de bord et/ou un pilote de l'aéronef.
- [Revendication 8] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel la deuxième condition (C2) comprend la détection d'une panne sur le premier, par exemple parmi la perte de redondance d'un capteur, une température d'huile excessive, la perte d'une source d'énergie de l'aéronef, ou comprend la détection de conditions de vol nécessitant un fonctionnement en mode nominal du deuxième turbomoteur, ou comprend la réception par le deuxième turbomoteur d'une consigne de réactivation émise par un ordinateur de bord et/ou un pilote de l'aéronef.
- [Revendication 9] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel la troisième condition (C3) comprend la détection d'une panne du premier turbomoteur, par exemple la détection d'une anomalie parmi les valeurs de débit carburant, et/ou de la température et/ou de la vitesse de rotation en sortie d'une turbine haute-pression du turbomoteur, et/ou de la pression en sortie d'un compresseur du turbomoteur, et/ou du couple, et/ou la détection de l'extinction d'une chambre de combustion du turbomoteur, et/ou d'une fuite sur un circuit d'huile, et/ou d'une fuite sur un circuit carburant, et/ou une détection de limaille, et/ou d'une in-

capacité de régulation des performances du turbomoteur, et/ou d'une incohérence entre la demande de puissance et la puissance fournie, et/ou comprend la détection de conditions de vol nécessitant un fonctionnement en mode nominal du deuxième turbomoteur, ou comprend la réception par le deuxième turbomoteur d'une consigne de réactivation émise par un ordinateur de bord et/ou un pilote de l'aéronef.

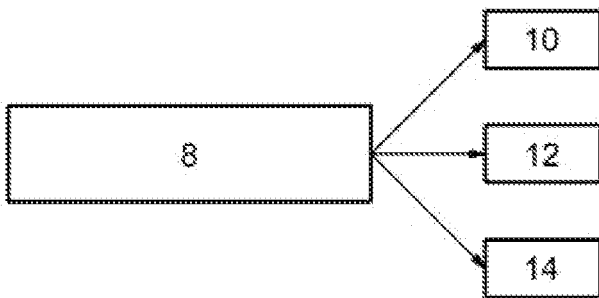
[Revendication 10]

Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, mis en œuvre en continu par un calculateur du premier et/ou du deuxième turbomoteurs tant que le deuxième turbomoteur n'est pas dans son mode nominal (2) de fonctionnement, les première, deuxième et troisième conditions comprenant également une condition de maintien de l'altitude de vol de l'aéronef sur le temps nécessaire à la réactivation du deuxième turbomoteur.

[Fig. 1]



[Fig. 2]



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

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

**FA 908684**  
**FR 2208296**

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	FR 3 027 058 B1 (TURBOMECA [FR]; LABINAL POWER SYSTEMS [FR]) 4 novembre 2016 (2016-11-04) * revendication 1 * * page 13, ligne 19 * * page 10, ligne 8 * * figure 4 *	1-9	F01D19/00 F01D13/00 F02C6/02 F02C7/26 B64C27/14 B64D35/08
X	EP 3 209 872 B1 (SAFRAN HELICOPTER ENGINES [FR]) 21 juillet 2021 (2021-07-21) * alinéa [0050] * * figure 2 *	1-9	
X	US 2017/247114 A1 (MOULON FRÉDÉRIC [FR] ET AL) 31 août 2017 (2017-08-31) * alinéa [0009] - alinéa [0011] * * alinéa [0024] - alinéa [0025] * * figure 5 *	1-9	
X	US 10 151 246 B2 (SAFRAN HELICOPTER ENGINES [FR]) 11 décembre 2018 (2018-12-11) * colonne 8, ligne 39 - ligne 43 * * figure 4 *	1-9	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)  F01D B64C F02C
X	EP 2 815 966 A1 (AIRBUS HELICOPTERS DEUTSCHLAND GMBH [DE]) 24 décembre 2014 (2014-12-24) * alinéa [0036] * * figure 5 *	1-10	
X	US 2013/086919 A1 (DOOLEY KEVIN ALLAN [CA] ET AL) 11 avril 2013 (2013-04-11) * alinéa [0027] - alinéa [0030] * * figure 2 *	1-9	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
26 avril 2023		Rapenne, Lionel	
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 2208296 FA 908684**

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 **26-04-2023**  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
<b>FR 3027058</b>	<b>B1</b>	<b>04-11-2016</b>	<b>CA 2963694 A1</b>	<b>21-04-2016</b>
			<b>CN 106795774 A</b>	<b>31-05-2017</b>
			<b>EP 3207223 A1</b>	<b>23-08-2017</b>
			<b>ES 2676275 T3</b>	<b>18-07-2018</b>
			<b>FR 3027058 A1</b>	<b>15-04-2016</b>
			<b>JP 6639510 B2</b>	<b>05-02-2020</b>
			<b>JP 2017537268 A</b>	<b>14-12-2017</b>
			<b>KR 20170070063 A</b>	<b>21-06-2017</b>
			<b>PL 3207223 T3</b>	<b>28-09-2018</b>
			<b>RU 2017113510 A</b>	<b>15-11-2018</b>
			<b>US 2017305541 A1</b>	<b>26-10-2017</b>
			<b>US 2022024568 A1</b>	<b>27-01-2022</b>
			<b>WO 2016059320 A1</b>	<b>21-04-2016</b>
			-----	
<b>EP 3209872</b>	<b>B1</b>	<b>21-07-2021</b>	<b>CA 2964670 A1</b>	<b>28-04-2016</b>
			<b>CN 107074355 A</b>	<b>18-08-2017</b>
			<b>EP 3209872 A1</b>	<b>30-08-2017</b>
			<b>FR 3027346 A1</b>	<b>22-04-2016</b>
			<b>JP 6755860 B2</b>	<b>16-09-2020</b>
			<b>JP 2017534014 A</b>	<b>16-11-2017</b>
			<b>KR 20170071493 A</b>	<b>23-06-2017</b>
			<b>PL 3209872 T3</b>	<b>06-12-2021</b>
			<b>RU 2017113073 A</b>	<b>22-11-2018</b>
			<b>US 2017241347 A1</b>	<b>24-08-2017</b>
			<b>WO 2016062943 A1</b>	<b>28-04-2016</b>
-----				
<b>US 2017247114</b>	<b>A1</b>	<b>31-08-2017</b>	<b>CA 2964672 A1</b>	<b>28-04-2016</b>
			<b>CN 107074373 A</b>	<b>18-08-2017</b>
			<b>EP 3209563 A1</b>	<b>30-08-2017</b>
			<b>ES 2687605 T3</b>	<b>26-10-2018</b>
			<b>FR 3027286 A1</b>	<b>22-04-2016</b>
			<b>JP 6692825 B2</b>	<b>13-05-2020</b>
			<b>JP 2017531598 A</b>	<b>26-10-2017</b>
			<b>KR 20170070236 A</b>	<b>21-06-2017</b>
			<b>PL 3209563 T3</b>	<b>30-11-2018</b>
			<b>RU 2017117343 A</b>	<b>22-11-2018</b>
			<b>US 2017247114 A1</b>	<b>31-08-2017</b>
			<b>WO 2016062945 A1</b>	<b>28-04-2016</b>
			-----	
<b>US 10151246</b>	<b>B2</b>	<b>11-12-2018</b>	<b>CA 2943486 A1</b>	<b>01-10-2015</b>
			<b>CN 106536895 A</b>	<b>22-03-2017</b>
			<b>EP 3123016 A1</b>	<b>01-02-2017</b>
			<b>ES 2664446 T3</b>	<b>19-04-2018</b>
			<b>FR 3019215 A1</b>	<b>02-10-2015</b>
			<b>JP 6557321 B2</b>	<b>07-08-2019</b>
			<b>JP 2017512940 A</b>	<b>25-05-2017</b>

EPO FORM P0465

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

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2208296 FA 908684**

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 **26-04-2023**  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
		KR 20160140833 A	07-12-2016
		PL 3123016 T3	31-07-2018
		RU 2016141965 A	27-04-2018
		US 2018187604 A1	05-07-2018
		WO 2015145077 A1	01-10-2015
-----			
EP 2815966 A1	24-12-2014	EP 2815966 A1	24-12-2014
		WO 2014203053 A1	24-12-2014
-----			
US 2013086919 A1	11-04-2013	EP 2581586 A2	17-04-2013
		US 2013086919 A1	11-04-2013
		US 2015322864 A1	12-11-2015
-----			

EPO FORM P0465

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