

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①① N° de publication :

3 059 648

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national :

16 61990

⑤① Int Cl⁸ : B 64 F 5/10 (2017.01), B 33 Y 10/00, 80/00, B 23 P 13/00

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 06.12.16.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 08.06.18 Bulletin 18/23.

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

⑥③ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : AIRBUS OPERATIONS Société par
actions simplifiée — FR et AIRBUS Société par actions
simplifiée — FR.

⑦② Inventeur(s) : COLMAGRO JEROME et KHELIFATI
GAEL.

⑦③ Titulaire(s) : AIRBUS OPERATIONS Société par
actions simplifiée, AIRBUS Société par actions simpli-
fiée.

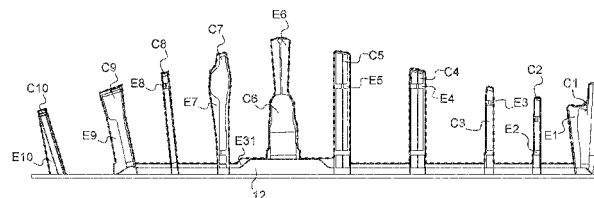
⑦④ Mandataire(s) : SANTARELLI.

⑤④ PROCÉDE DE FABRICATION D'UN ÉLÉMENT D'AÉRONEF ET ÉLÉMENT D'AÉRONEF METTANT EN
ŒUVRE UNE IMPRESSION TRIDIMENSIONNELLE.

⑤⑦ L'invention porte sur un procédé de fabrication d'une
ossature d'élément d'aéronef, ladite ossature comportant
des nervures (C1-C10) disposées transversalement à une
direction longitudinale. Dans le procédé, on forme sur une
plaque de base (2) une ébauche d'ossature de l'élément
d'aéronef par impression tridimensionnelle. Puis, l'ébauche
d'ossature et la plaque de base (2) sont usinées pour former
l'ossature.

Cela permet une réduction importante du matériau per-
du lors de l'usinage de l'ossature. Les nervures sont posi-
tionnées correctement dès leur formation, ce qui simplifie
l'assemblage de l'élément

L'invention porte également sur un procédé de fabrica-
tion d'un élément d'aéronef comportant une telle ossature,
et sur un tel élément d'aéronef.



FR 3 059 648 - A1



5 La présente invention concerne la fabrication d'un élément d'aéronef dont la structure comporte un ensemble de nervures. Elle porte en particulier sur la fabrication d'une ossature d'un tel élément d'aéronef. Elle s'applique par exemple à la fabrication d'un mât pour un groupe propulseur d'aéronef.

 L'invention est décrite ci-après en référence à un mât de groupe
10 propulseur d'aéronef, mais est néanmoins applicable à tout élément aéronautique comportant une structure similaire.

 Dans un aéronef (représenté à titre d'exemple à la figure 6), un mât M est un élément qui constitue la liaison entre un ensemble de propulsion ou
15 groupe propulseur GP, comportant un moteur et une nacelle, et la voilure V ou le fuselage de l'aéronef.

 Le mât comprend une structure primaire qui permet la reprise et la transmission des efforts auxquels est soumis le mât, et une structure secondaire correspondant essentiellement à un carénage aérodynamique qui
20 n'a pas de rôle structural. Le carénage ou structure secondaire permet d'accueillir les câblages et tuyauteries reliant un groupe propulseur au reste de l'aéronef.

 La structure primaire comporte une ossature présentant un certain nombre de nervures sensiblement parallèles. Pour former la structure primaire,
25 des longerons (supérieur et inférieur) et des plaques latérales sont fixées sur les nervures, ce qui permet d'obtenir une structure en caisson. Une telle structure en caisson procure à la structure primaire, et donc au mât, une grande raideur et une grande résistance, nécessaires à la transmission des efforts entre le groupe propulseur et la structure de l'aéronef, tout en garantissant une
30 masse faible.

La structure primaire du mât comporte en outre des attaches destinées à la liaison du mât à la structure de l'aéronef d'une part, et au groupe propulseur d'autre part.

5 Afin de constituer la structure primaire d'un mât pour groupe propulseur d'aéronef, on forme généralement (comme illustré à la figure 1 ci-annexée) une ossature en rapportant des nervures C1 à C10 sur un longeron inférieur 1. Plus particulièrement, la figure 1 présente une structure primaire d'un mât pour groupe propulseur d'aéronef, dans lequel plaques latérales d'un côté ont été omises pour laisser la structure interne (ossature) apparente.

10 Le longeron inférieur 1 comporte une surface inférieure 11 structurée, et peut comporter des flancs longitudinaux 12, ce qui lui confère une certaine rigidité et lui permet de servir de pièce de base pour la réalisation de l'ossature du mât.

Les nervures C1 à C10 sont assemblées sur le longeron inférieur 1, 15 en respectant une conformation géométrique précise. Les nervures C1 à C10 sont sensiblement parallèles entre elles. En particulier, les nervures C1 à C10 sont alignées longitudinalement, et installées chacune transversalement, selon une direction orthogonale à la direction longitudinale. Au niveau du longeron inférieur 1, les nervures C1 à C10 sont donc parallèles entre elles au niveau de 20 leur base sur le longeron inférieur 1. Les nervures sont installées verticalement pour certaines (nervures C5 à C10 dans l'exemple représenté) ou de manière légèrement inclinée par rapport à la verticale (nervures C1 à C4, l'horizontale étant matérialisée par la plaque support 1).

Sur l'ossature ainsi constituée, divers moyens d'ancrage ou diverses 25 attaches (pour la liaison à un groupe propulseur d'une part, et à une structure d'aéronef, d'autre part) sont rapportés et fixés sur l'ossature, sur les nervures en particulier. Un longeron supérieur (en une ou deux parties) est ajouté, ainsi que des plaques latérales. La structure primaire du mât a ainsi une structure générale en caisson, et comporte des attaches de liaison avec la structure d'un 30 aéronef 13 et des attaches de liaison avec un groupe propulseur d'aéronef 14.

Un mât comportant une telle structure primaire nécessite cependant de nombreuses étapes complexes de montage. En outre, les éléments

constitutifs du mât, notamment les nervures de la structure primaire, sont généralement en titane ou alliage de titane, afin de résister aux contraintes thermiques auxquelles ils sont soumis (typiquement des montées en température jusqu'à 600°C). Par « titane », on désignera par la suite indifféremment le titane ou les alliages de titane adaptés. Les nervures sont obtenues par usinage de bruts en titane, ce qui est coûteux car cela entraîne une perte de matériau (copeaux d'usinage) importante. Un coût important est également entraîné par l'usinage de certaines pièces en alliage de Nickel comme l'inconel (marque déposée).

10 L'invention propose ainsi un procédé de fabrication d'un élément aéronautique tel qu'un mât de groupe propulseur d'aéronef, ou tout élément ayant une structure similaire, offrant une alternative aux procédés connus avantageuse d'un point de vue industriel, que ce soit en matière de coûts, de temps de cycle de production, ou de flexibilité de production, etc.

15 Ainsi, l'invention propose un procédé de fabrication d'une ossature d'élément d'aéronef, ladite ossature comportant des nervures disposées transversalement à une direction longitudinale, le procédé comportant les étapes suivantes :

20 - sur une plaque de base, formation par impression tridimensionnelle d'une ébauche d'ossature de l'élément d'aéronef, ladite ébauche d'ossature comportant des ébauches des nervures ; et

- usinage de l'ébauche d'ossature et de la plaque de base pour former l'ossature.

25 La formation par impression tridimensionnelle d'une ébauche d'ossature de l'élément d'aéronef permet une réduction importante du matériau perdu lors de l'usinage de l'ossature. Les nervures sont positionnées correctement dès leur formation, ce qui simplifie l'assemblage subséquent de l'élément.

30 Selon un mode de réalisation, l'étape de formation d'une ébauche d'ossature comporte la formation d'ébauches de flancs inférieurs longitudinaux reliant au moins deux desdites ébauches de nervures, et l'étape d'usinage

comporte l'usinage des ébauches de flancs inférieurs longitudinaux pour former des flancs inférieurs longitudinaux.

La formation par impression tridimensionnelle d'une ébauche d'ossature peut comporter le dépôt successif de strates d'un matériau, lesdites
5 strates étant parallèles à une face de la plaque de base.

En particulier, l'impression tridimensionnelle peut être réalisée par dépôt de titane ou d'alliage de titane en fusion sous un flux de gaz protecteur tel que l'argon.

Selon une variante du procédé, une ébauche de nervure comprend
10 une préouverture centrale.

Dans un mode de réalisation du procédé, quand au moins une nervure est inclinée par rapport à la plaque de base, l'au moins une nervure inclinée peut être obtenue par formation d'une ébauche de nervure sensiblement orthogonale par rapport à la plaque de base et présentant une
15 épaisseur telle que le volume de l'ébauche de nervure contient le volume de la nervure après usinage.

L'invention porte également sur un procédé de fabrication d'un élément d'aéronef comportant une ossature comportant des nervures disposées transversalement à une direction longitudinale, le procédé
20 comportant la fabrication de l'ossature conformément à un procédé de fabrication d'une ossature d'élément d'aéronef tel que précédemment décrit, et une étape d'assemblage de l'élément d'aéronef, comprenant l'assemblage de longerons et/ou de plaques sur l'ossature.

Lequel l'étape d'assemblage de l'élément peut notamment
25 comprendre l'assemblage :

- d'au moins un longeron supérieur en appui sur au moins certaines des nervures ; et

- d'au moins une plaque latérale droite en appui sur au moins certaines des nervures et sur un flanc inférieur longitudinal droit et une plaque
30 latérale gauche en appui sur au moins certaines des nervures et sur un flanc inférieur longitudinal gauche.

Dans un tel procédé, l'étape d'assemblage peut former un élément d'aéronef ayant une structure en caisson.

L'étape d'assemblage de l'élément peut comprendre l'assemblage d'attaches respectivement pour la liaison à un groupe propulseur
5 d'aéronef d'une part, et pour la liaison à une structure d'aéronef, d'autre part.

L'invention porte également sur un élément d'aéronef comportant une ossature comprenant des nervures disposées transversalement à une direction longitudinale, caractérisé en ce que l'ossature de l'élément d'aéronef
10 comporte des strates parallèles d'un matériau déposées par impression tridimensionnelle.

L'ossature peut être réalisée en titane ou en alliage de titane.

L'ossature peut comporter des flancs inférieurs longitudinaux reliant au moins deux nervures.

15 L'élément d'aéronef peut comporter au moins une plaque latérale droite assemblée en appui sur au moins certaines des nervures et sur un flanc inférieur longitudinal droit, une plaque latérale gauche assemblée en appui sur au moins certaines des nervures et sur un flanc inférieur longitudinal gauche, un longeron inférieur usiné d'un bloc avec les nervures et les flancs inférieurs
20 longitudinaux, et un longeron supérieur assemblé en appui sur au moins certaines des nervures.

L'invention porte également sur une structure primaire d'un mât pour groupe propulseur d'aéronef constitué d'un élément d'aéronef tel que précédemment décrit.

25 L'invention porte enfin sur un mât pour groupe propulseur d'aéronef comportant une structure primaire telle que précédemment décrite et un carénage aérodynamique.

D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront
30 encore dans la description ci-après.

Aux dessins annexés, donnés à titre d'exemples non limitatifs :

- la figure 1 représente schématiquement selon une vue en trois dimensions une structure primaire de mât de groupe propulseur d'aéronef telle que connue dans l'état de la technique ;

5 - les figures 2(a) à 2(e) illustrent schématiquement la formation d'une ébauche d'ossature d'une structure primaire de mât de groupe propulseur d'aéronef, réalisée dans une étape d'un procédé de fabrication conforme à un mode de réalisation de l'invention ;

10 - la figure 3 représente schématiquement selon une vue en trois dimensions une ébauche d'ossature de structure primaire de mât de groupe propulseur d'aéronef formée dans une étape d'un procédé de fabrication conforme à un mode de réalisation de l'invention ;

- la figure 4 illustre schématiquement l'usinage de l'ébauche d'ossature de la figure 3 afin d'obtenir une ossature de structure primaire de mât de groupe propulseur d'aéronef ;

15 - les figures 5(a) à 5(e) illustrent schématiquement des sous-étapes d'une étape d'assemblage d'une structure primaire de mât de groupe propulseur d'aéronef pouvant être mise en œuvre dans un mode de réalisation de l'invention ;

20 - la figure 6 illustre un aéronef équipé d'un mât de groupe propulseur.

La figure 1, qui représente schématiquement une ossature de structure primaire d'un mât de groupe propulseur d'aéronef telle que connue dans l'état de la technique, a été précédemment décrite.

25 Les figures 2(a) à 2(e) illustrent schématiquement la formation d'une ébauche d'ossature d'une structure primaire de mât de groupe propulseur d'aéronef, selon un mode de réalisation de l'invention. Cela correspond à une première étape d'un procédé conforme à un mode de réalisation de l'invention.

30 A la figure 2(a) est représentée une plaque de base également appelée « substrat », de dimensions adaptées à la formation subséquente sur ladite plaque de nervures de la structure primaire de mât souhaitée. En d'autres termes, la plaque de base 2 présente une longueur L et une largeur l au moins égales, et de préférence supérieures, aux dimensions correspondantes du

longeron inférieur 1 d'un mât conventionnel équivalent à celui obtenu par le procédé décrit pour illustrer l'invention.

La plaque de base 2 est une structure devant se déformer aussi peu que possible lors de la constitution de l'ossature du mât. Elle est généralement plane, ou de géométrie connue. Le matériau constitutif de la plaque de base 2 est compatible avec le matériau employé pour la formation d'éléments par impression tridimensionnelle sur une surface supérieure 21 de ladite plaque de base 2. La plaque de base 2 est avantageusement constituée en titane (ou alliage de titane, analogue ou compatible du matériau qui sera employé pour constituer les nervures). Elle a de préférence une forte épaisseur pour assurer une bonne stabilité géométrique pendant des étapes d'impression tridimensionnelle sur sa surface supérieure 21.

Par impression tridimensionnelle, on entend les techniques de formation de pièces par superpositions de couches ou strates d'un matériau déposé à l'état liquide ou pâteux, et se solidifiant une fois déposé. Ces technologies de fabrication sont également connues sous l'acronyme anglophone ALM (pour « *Additive Layer Manufacturing* »). Pour des pièces de dimensions importantes telles que celles visées dans l'invention, on emploie avantageusement une technologie dite « ALM HDR » pour « *Additive Layer Manufacturing, High Deposition Rate* » désignant une impression tridimensionnelle par ajout de couches avec dépôt de quantité importante de matériau. Selon cette technologie, les couches ou strates peuvent notamment être formées par dépôt d'un cordon de matériau par une buse mobile. Lors de son dépôt, le matériau peut être en fusion. En l'occurrence, un cordon de titane (ou alliage) en fusion est déposé sur la plaque de base 2. Cela correspond en quelque sorte à une superposition de soudures. Le dépôt est de préférence réalisé sous une atmosphère évitant l'oxydation du matériau, et/ou la formation de porosités ou de bulles lors de son dépôt. Notamment, le dépôt peut être réalisé sous vide, ou sous un gaz protecteur tel que l'argon.

La figure 2(b) présente un premier niveau de formation de l'ossature d'une structure primaire de mât de groupe propulseur d'aéronef. Un certain nombre de strates de matériau a été déposé sur la surface supérieure 21 de la

plaque de base 2. Dans l'exemple de mode de réalisation représenté, des ébauches de flancs inférieurs longitudinaux E12 de la future ossature ont été formées sur la surface 21. Transversalement, la partie inférieure d'ébauches de nervures E1 à E10 a également été formée par dépôt de couches successives sur la plaque de base 2. Dans l'exemple ici représenté, neuf nervures sont liées par les flancs inférieurs longitudinaux 12, tandis qu'une dixième nervure de la future ossature n'est pas liée auxdits flancs. Les flancs inférieurs longitudinaux 12 sont optionnels et confèrent une grande rigidité à la future structure.

Les couches sont déposées parallèlement à la surface supérieure 21 de la plaque de base 2. Les nervures croissent donc verticalement, au même rythme, par strates successives de même épaisseur. La figure 2c illustre une ébauche d'ossature à un stade intermédiaire de sa formation. Les ébauches de nervures E1 à E10 ont toutes la même taille verticalement (l'horizontale étant matérialisée par la surface supérieure 21).

Les nervures permettent de définir la forme, notamment le profil, de la structure primaire du mât. Ainsi, chaque nervure a potentiellement une forme et des dimensions différentes des autres nervures. Les ébauches de nervures E1 à E10 ont également des formes et dimensions différentes. Au stade de formation des ébauches représenté à la figure 2(d), certaines ébauches de nervures, à savoir les ébauches de nervures E1, E2, E3, E9 et E10 sont complètement formées, tandis que des strates supplémentaires de matériaux sont encore nécessaires pour achever la formation des ébauches de nervure E4 à E8.

La figure 2(e) illustre selon un premier point de vue l'ébauche d'ossature terminée, comportant la plaque de base 2, les ébauches de nervures E1 à E10 et les ébauches de flancs inférieurs longitudinaux E12.

La figure 3 illustre selon un deuxième point de vue l'ébauche d'ossature terminée, comportant la plaque de base 2, les ébauches de nervures E1 à E10 et les ébauches de flancs inférieurs longitudinaux E12. Les ébauches présentent des dimensions légèrement supérieures aux dimensions finales souhaitées pour les nervures et les flancs latéraux. Les ébauches sont ainsi destinées à être usinées aux formes et dimensions précises souhaitées.

Néanmoins, la quantité de matière perdue en copeaux d'usinage est faible car les ébauches sont réalisées au plus proche de la forme finale des pièces, en prenant en compte les contraintes liées à la technologie d'impression tridimensionnelle d'une part, et d'usinage, d'autre part.

5 Dans l'exemple ici représenté, une préouverture 31 est formée directement au travers des ébauches des nervures qui comporteront une ouverture (et qui se présentent, le cas échéant, sous la forme générale d'un cadre). Une préouverture 31 réduit de manière importante la matière employée pour former l'ébauche, ce qui réduit au final la matière perdue dans l'usinage
10 pour l'obtention des nervures finales.

La figure 4 illustre l'usinage réalisé sur l'ébauche d'ossature pour l'obtention de l'ossature définitive. Ainsi, on a représenté sur la figure 4, en vue de profil, à la fois l'ébauche d'ossature (en pointillés) avec les ébauches de nervures E1 à E10 et les ébauches de flancs inférieurs longitudinaux E12, et
15 l'ossature après usinage (en traits pleins) comportant les nervures C1 à C10 et les flancs inférieurs longitudinaux 12.

L'usinage des ébauches est nécessaire du fait de la précision dimensionnelle requise, notamment pour les surfaces fonctionnelles de l'ossature, par exemple toutes les faces des nervures sur lesquelles des
20 longerons et plaques latérales seront liés. Pour certaines nervures, par exemple les nervures C9 et C10, l'usinage est aussi nécessaire car il est impossible de créer une ébauche de nervure par impression tridimensionnelle formant un angle par rapport à l'horizontale correspondant à celui souhaité pour la nervure correspondante (le débord d'une strate par rapport à la strate directement en
25 dessous étant limité). Pour l'obtention d'une nervure inclinée par rapport à l'horizontale, une ébauche de grande épaisseur peut être imprimée, ébauche dont le volume est tel qu'il contient celui de la nervure après usinage. L'usinage peut être réalisé à l'aide de moyens connus, comme par exemple des robots de fraisage selon des axes multiples.

30 En outre, la plaque de base 2 est usinée pour former avec les flancs inférieurs longitudinaux 12, le longeron inférieur 1 de la structure primaire du

mât. L'usinage peut permettre d'annuler certaines déformations générées par la chaleur lors du dépôt de matériau en fusion.

Une fois l'usinage réalisé, on obtient une ossature présentant une forme équivalente, au moins pour ses surfaces fonctionnelles, à celle de l'ossature d'un mât qui serait obtenue de manière classique, décrite en 5 référence à la figure 1.

Bien évidemment, le nombre de nervures dépend notamment de l'élément d'aéronef à former, des contraintes qui y sont appliqués, et de sa structure générale et des éléments rapportés sur l'ossature. Pour la formation 10 d'une structure primaire de mât pour groupe propulseur d'aéronef, le nombre de nervure peut être réduit jusque trois nervures. A contrario, plus de dix nervures peuvent être nécessaires.

Afin de constituer une structure primaire de mât en tant qu'élément d'aéronef sur cette ossature, une étape d'assemblage est menée. Un exemple 15 d'étape d'assemblage est illustré par les figures 5(a) à 5(e) qui représentent chacune une sous-étape de l'exemple d'étape d'assemblage illustré.

Dans la première sous-étape illustrée à la figure 5(a), des attaches de liaison avec la structure d'un aéronef 13 et des attaches de liaison avec un groupe propulseur d'aéronef 14 sont assemblées sur l'ossature de la future 20 structure primaire de mât. Les assemblages d'attaches ou d'autres éléments sur l'ossature sont avantageusement réalisés par boulonnage. D'autres modes d'assemblages connus (soudage, rivetage) sont envisageables en alternative ou complément. Dans l'exemple illustré, des attaches sont rapportées sur l'ossature au niveau de la nervure C5, qui est la nervure de hauteur maximale 25 de l'ossature.

Dans une deuxième sous-étape d'assemblage illustrée à la figure 5(b), un longeron supérieur avant 52 est assemblé sur l'ossature, en particulier sur les chapeaux des nervures (c'est-à-dire sur leur surface supérieure respective, conformés et orientés pour offrir un plan d'appui à un longeron 30 supérieur).

Dans une troisième sous-étape d'assemblage illustrée à la figure 5(c), un longeron supérieur arrière 53 est assemblé sur l'ossature.

Dans une quatrième sous-étape illustrée à la figure 5(d), une première pièce appelée « tête de chien » 54 et une deuxième « tête de chien » 55 sont rapportées de part et d'autre de la partie antérieure de l'ossature du mât. Les têtes de chien 54, 55 constituent la partie antérieure du mât, au niveau
5 de laquelle une attache de liaison avec un groupe propulseur d'aéronef 14 est formée.

Dans une cinquième sous-étape illustrée à la figure 5(e), une première plaque latérale 56 et une deuxième plaque latérale 57 sont rapportées de part et d'autre de l'ossature de la structure primaire de mât, en appui sur les
10 faces latérales de certaines nervures, et, dans l'exemple ici représenté, sur une face latérale d'une des têtes de chien 54, 55.

Une structure primaire de mât pour groupe propulseur d'aéronef est ainsi constituée, ayant des propriétés identiques ou similaires à celles d'une structure primaire obtenue de manière traditionnelle par un assemblage
15 d'éléments sur une ossature comportant des nervures assemblées sur un longeron inférieur, comme décrit en référence à la figure 1. En tout état de cause, les caractéristiques obtenues sont adaptées à l'usage en tant que structure primaire de mât d'aéronef. Typiquement, en usinant les nervures à partir d'ébauches obtenues par impression tridimensionnelle de titane, l'usinage
20 leur conférant la même géométrie que si elles avaient été obtenues de manière traditionnelle par usinage d'un brut de titane, la masse et la résistance des nervures obtenues sont analogues à celles de nervures usinées dans un brut.

Le procédé décrit ci-dessus, comprenant notamment l'obtention d'une ossature par impression tridimensionnelle d'ébauches puis l'usinage de
25 l'ossature, permet l'obtention d'une structure primaire de mât pour groupe propulseur d'aéronef aux caractéristiques physiques et mécaniques adaptées à son usage. Elle permet une réduction du coût d'obtention, essentiellement par réduction de la matière perdue, et potentiellement par réduction du temps de cycle de production.

30 Un mât M, représenté à la figure 6, peut être obtenu après ajout d'un carénage aérodynamique sous lequel sont logés les câblages, conduits, et

dispositifs essentiellement destinés à la liaison de certains éléments entre la voilure V de l'aéronef et du groupe propulseur GP.

De nombreux autres composants aéronautiques, basés sur une structure complexe comportant des nervures, peuvent être obtenus selon ce
5 procédé.

En se fondant sur l'obtention d'ébauches par impression tridimensionnelle, notamment du type « ALM HDR », l'invention permet de produire des éléments aéronautiques, par exemple en titane, tout en limitant fortement la quantité de matériau perdu en copeaux d'usinage,
10 comparativement à un procédé d'obtention dans lequel des pièces constitutives de la structure de l'élément sont obtenues par usinage d'un brut.

En outre, les opérations d'assemblage de l'élément aéronautique peuvent être simplifiées ou réduites.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de fabrication d'une ossature d'élément d'aéronef, ladite ossature comportant des nervures (C1-C10) disposées transversalement à une direction longitudinale, le procédé comportant les étapes suivantes :
- 5 - sur une plaque de base (2), formation par impression tridimensionnelle d'une ébauche d'ossature de l'élément d'aéronef, ladite ébauche d'ossature comportant des ébauches des nervures (E1-E10) ; et
- 10 - usinage de l'ébauche d'ossature et de la plaque de base pour former l'ossature.
2. Procédé de fabrication d'une ossature d'élément d'aéronef selon la revendication 1, dans lequel l'étape de formation d'une ébauche d'ossature comporte la formation d'ébauches de flancs inférieurs longitudinaux (E12)
- 15 reliant au moins deux desdites ébauches de nervures (E1-E10), et l'étape d'usinage comporte l'usinage des ébauches de flancs inférieurs longitudinaux (E12) pour former des flancs inférieurs longitudinaux (12).
3. Procédé selon la revendication 1 ou la revendication 2 dans lequel
- 20 la formation par impression tridimensionnelle d'une ébauche d'ossature comporte le dépôt successif de strates d'un matériau, lesdites strates étant parallèles à une face de la plaque de base (2).
4. Procédé de fabrication d'une ossature d'élément d'aéronef selon
- 25 l'une des revendications précédentes, dans lequel l'impression tridimensionnelle est réalisée par dépôt de titane ou d'alliage de titane en fusion sous un flux de gaz protecteur tel que l'argon.
5. Procédé de fabrication d'une ossature d'élément d'aéronef selon
- 30 l'une des revendications précédentes, dans lequel au moins une ébauche de nervure (E1-E10) comprend une préouverture centrale (31).

6. Procédé de fabrication d'une ossature d'élément d'aéronef selon l'une des revendication précédentes, dans lequel au moins une nervure est inclinée par rapport à la plaque de base (2), l'au moins une nervure inclinée étant obtenue par formation d'une ébauche de nervure sensiblement orthogonale par rapport à la plaque de base (2) et présentant une épaisseur telle que le volume de l'ébauche de nervure contient le volume de la nervure après usinage.

7. Procédé de fabrication d'un élément d'aéronef comportant une ossature comportant des nervures (C1-C10) disposées transversalement à une direction longitudinale, le procédé comportant la fabrication d'une ossature conformément à un procédé selon l'une des revendications 1 à 5, et une étape d'assemblage de l'élément d'aéronef, comprenant l'assemblage de longerons (52, 53) et/ou de plaques (56,57) sur l'ossature.

8. Procédé de fabrication d'un élément d'aéronef selon la revendication 7, dans lequel l'étape d'assemblage de l'élément comprend l'assemblage :

- d'au moins un longeron supérieur (52,53) en appui sur au moins certaines des nervures ; et

- d'au moins une plaque latérale droite (56) en appui sur au moins certaines des nervures (C1-C10) et sur un flanc inférieur longitudinal (12) droit et une plaque latérale gauche (57) en appui sur au moins certaines des nervures (C1-C10) et sur un flanc inférieur longitudinal (12) gauche.

9. Procédé de fabrication d'un élément d'aéronef selon la revendication 7 ou la revendication 8, dans lequel l'étape d'assemblage forme un élément d'aéronef ayant une structure en caisson.

10. Procédé de fabrication d'un élément d'aéronef selon l'une des revendications 7 à 9, dans lequel l'étape d'assemblage de l'élément comprend l'assemblage d'attaches (13,14) respectivement pour la liaison à un groupe

propulseur d'aéronef d'une part, et pour la liaison à une structure d'aéronef, d'autre part.

5 11. Elément d'aéronef comportant une ossature comprenant des nervures (C1-C10) disposées transversalement à une direction longitudinale, caractérisé en ce que l'ossature de l'élément d'aéronef comporte des strates parallèles d'un matériau déposées par impression tridimensionnelle.

10 12. Elément d'aéronef selon la revendication 11, dans lequel l'ossature est réalisée en titane ou en alliage de titane.

13. Elément d'aéronef selon la revendication 11 ou la revendication 12, dans lequel l'ossature comporte des flancs inférieurs longitudinaux (12) reliant au moins deux nervures (C1-C10).

15 14. Elément d'aéronef selon l'une des revendications 11 à 13, comportant au moins une plaque latérale droite (56) assemblée en appui sur au moins certaines des nervures (C1-C10) et sur un flanc inférieur longitudinal (12) droit, une plaque latérale (56) gauche assemblée en appui sur au moins 20 certaines des nervures (C1-C10) et sur un flanc inférieur longitudinal (12) gauche, un longeron inférieur usiné d'un bloc avec les nervures (C1-C10) et les flancs inférieurs longitudinaux (12), et un longeron supérieur (52,53) assemblé en appui sur au moins certaines des nervures (C1-C10).

25 15. Structure primaire d'un mât pour groupe propulseur (GP) d'aéronef constitué d'un élément d'aéronef selon l'une des revendications 11 à 14.

1/6

Fig. 1
(art antérieur)

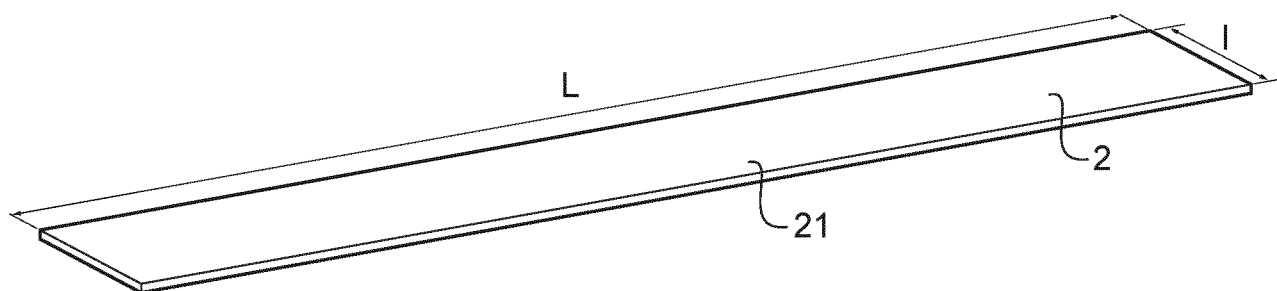
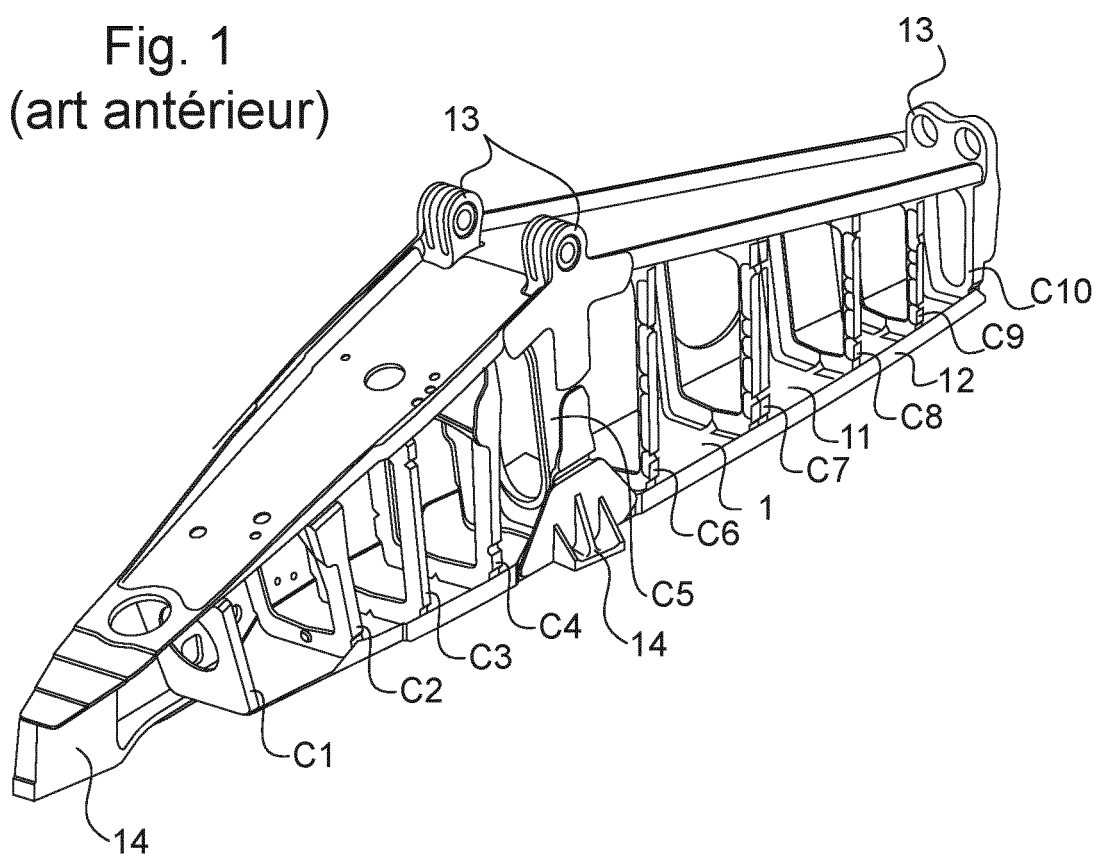


Fig. 2(a)

2/6

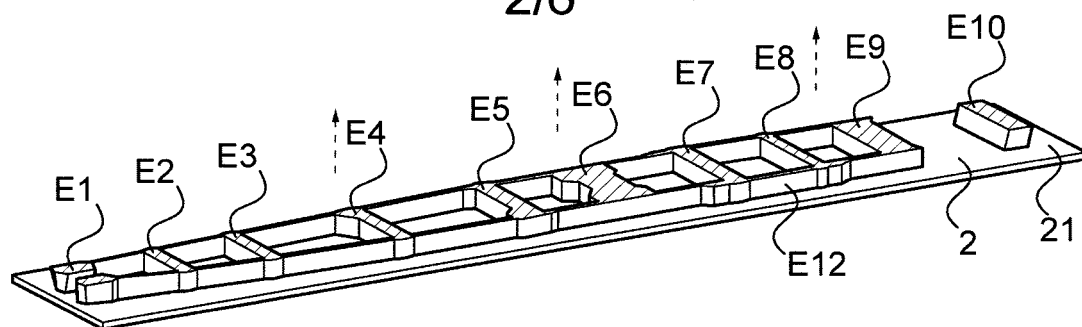


Fig. 2(b)

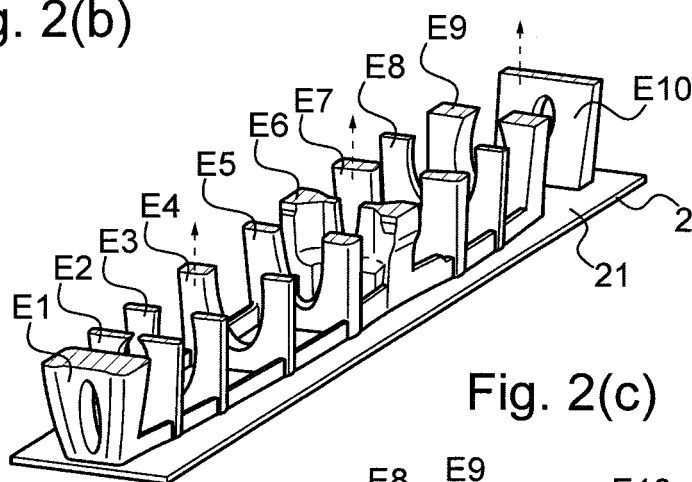


Fig. 2(c)

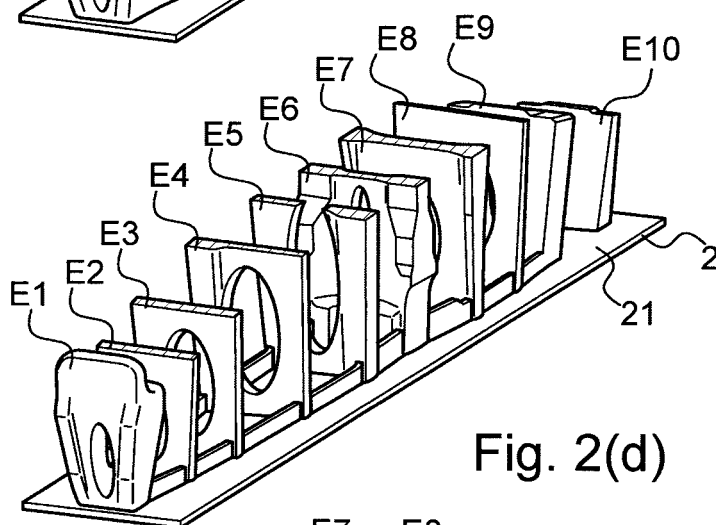


Fig. 2(d)

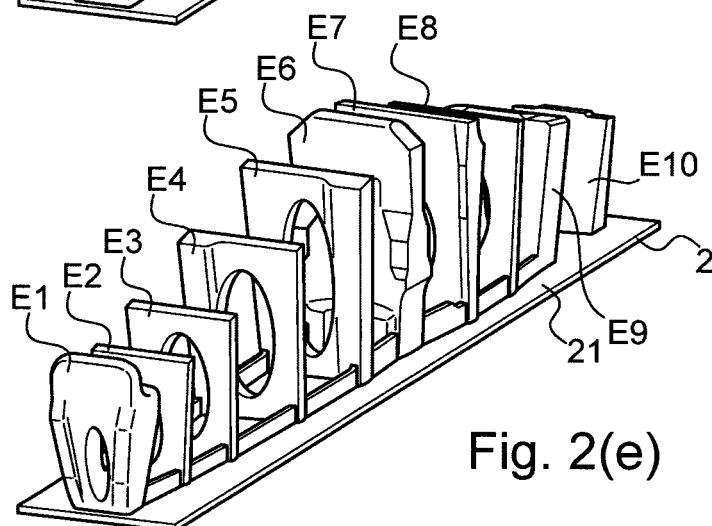


Fig. 2(e)

3/6

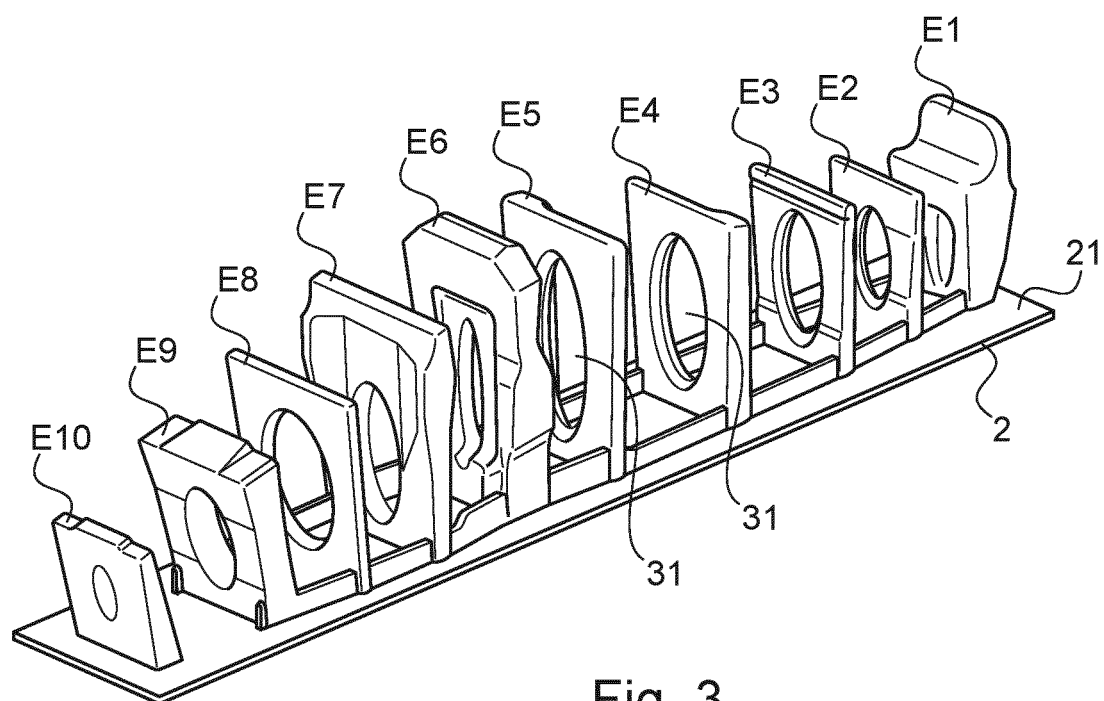


Fig. 3

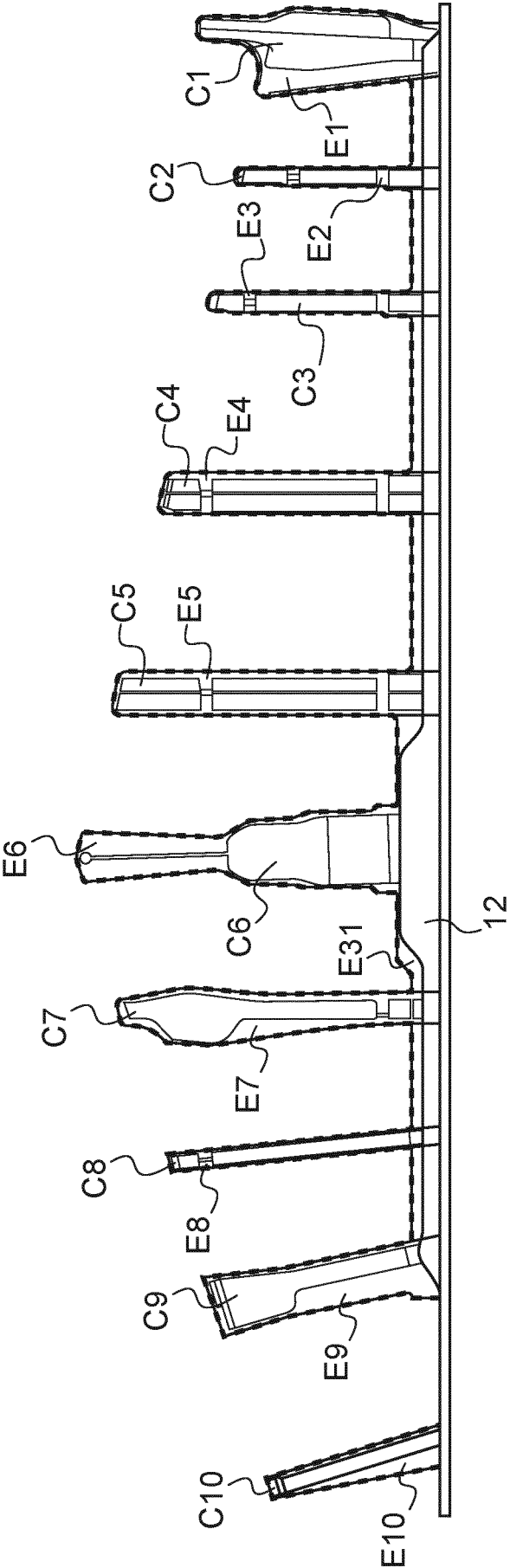


Fig. 4

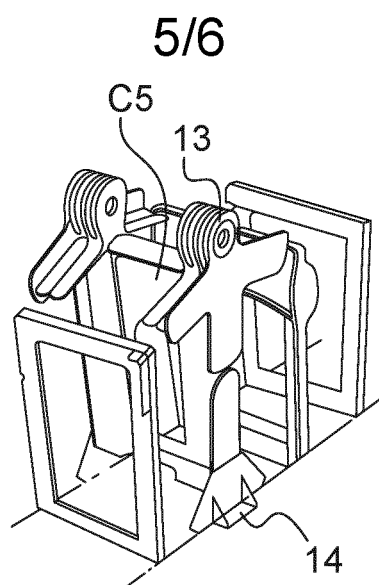


Fig. 5(a)

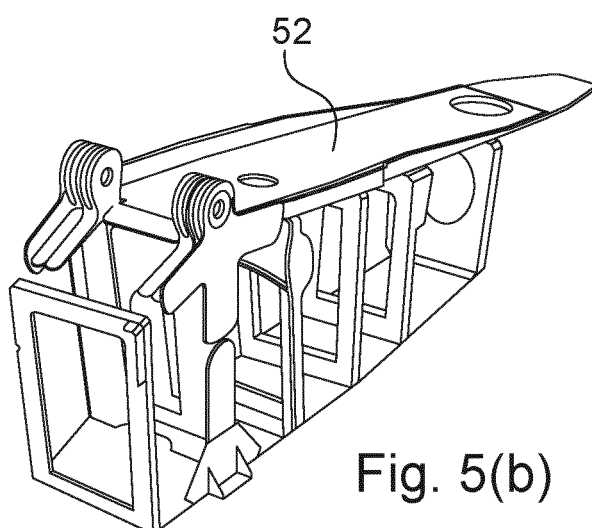


Fig. 5(b)

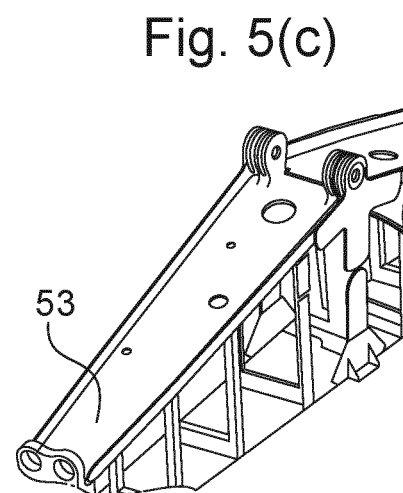


Fig. 5(c)

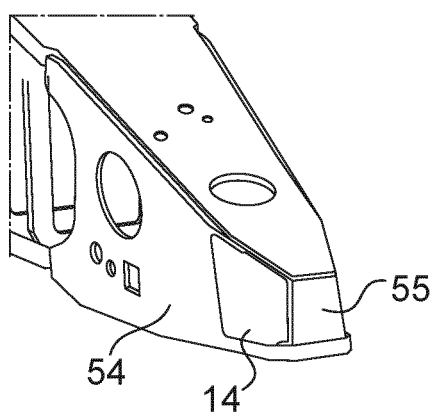


Fig. 5(d)

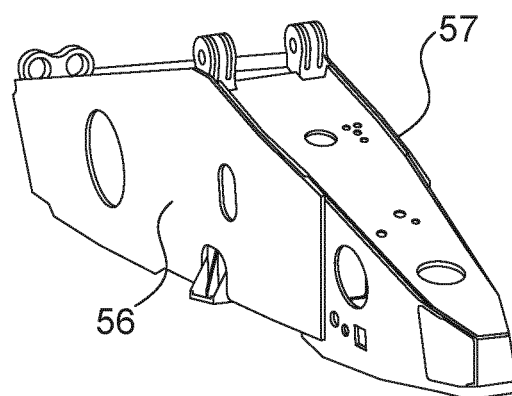
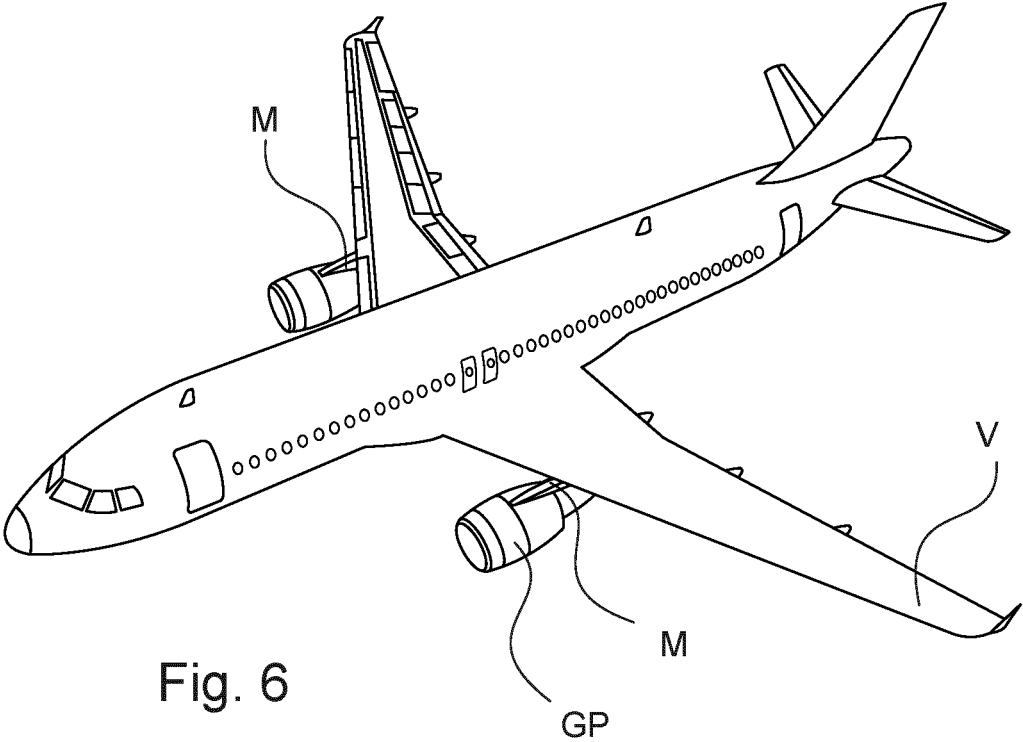


Fig. 5(e)





RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 832636
FR 1661990

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	FR 2 934 845 A1 (AIRBUS FRANCE [FR]) 12 février 2010 (2010-02-12) * figures *	1-15	B64F5/10 B33Y10/00 B33Y80/00 B23P13/00
Y	FR 2 642 690 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 10 août 1990 (1990-08-10) * page 8, lignes 2-5 * * page 5, ligne 27 - page 6, ligne 13 *	1-15	
Y	FR 2 891 252 A1 (AIRBUS FRANCE SAS [FR]) 30 mars 2007 (2007-03-30) * figures *	7-10	
Y	FR 3 025 491 A1 (ASSYSTEM FRANCE [FR]) 11 mars 2016 (2016-03-11) * figures *	1-15	
A	DE 10 2015 101981 A1 (AIRBUS OPERATIONS GMBH [DE]) 25 août 2016 (2016-08-25) * alinéa [0016] *	1-15	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			B64D B29C
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
24 mai 2017		Douhet, Hervé	
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			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1661990 FA 832636

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 **24-05-2017**

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

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2934845 A1	12-02-2010	FR 2934845 A1	12-02-2010
		US 2011204179 A1	25-08-2011
		WO 2010018323 A1	18-02-2010

FR 2642690 A1	10-08-1990	CA 2005527 A1	08-08-1990
		CN 1044777 A	22-08-1990
		DE 3942051 A1	09-08-1990
		FR 2642690 A1	10-08-1990
		GB 2228224 A	22-08-1990
		IL 92428 A	01-12-1992
		IT 1237856 B	18-06-1993
		JP 2599804 B2	16-04-1997
		JP H02251389 A	09-10-1990

FR 2891252 A1	30-03-2007	AT 490916 T	15-12-2010
		BR PI0616143 A2	07-06-2011
		CA 2624000 A1	05-04-2007
		CN 101272954 A	24-09-2008
		EP 1928741 A1	11-06-2008
		FR 2891252 A1	30-03-2007
		JP 2009509842 A	12-03-2009
		US 2008217502 A1	11-09-2008
		WO 2007036516 A1	05-04-2007

FR 3025491 A1	11-03-2016	AUCUN	

DE 102015101981 A1	25-08-2016	CN 105857567 A	17-08-2016
		DE 102015101981 A1	25-08-2016
		US 2016280354 A1	29-09-2016
