

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

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

3 155 809

21 N° d'enregistrement national : 23 13073

51 Int Cl⁸ : B 64 C 1/06 (2024.01)

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 27.11.23.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 30.05.25 Bulletin 25/22.

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

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : AIRBUS ATLANTIC SAS — FR.

72 Inventeur(s) : DUBREUIL Laurent, ANDRIEU Gilles,
MEYER Sandrine et DAUBEUF Maxime.

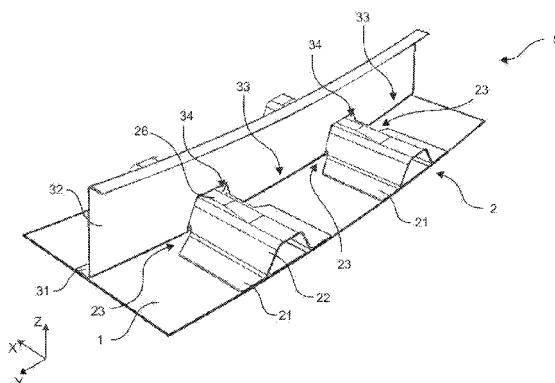
73 Titulaire(s) : AIRBUS ATLANTIC SAS.

74 Mandataire(s) : ARGYMA.

54 Structure principale d'un fuselage d'aéronef comprenant des cadres fixés directement à une peau et
procédé associé.

57 Une structure principale (S) d'un fuselage d'aéronef
comprenant au moins un panneau (1), une pluralité de rai-
disseurs (2), s'étendant parallèlement à un axe longitudinal
(X) et comprenant deux semelles (21) fixées directement au
panneau (1), et une pluralité de cadres (3), chaque cadre (3)
s'étendant sensiblement transversalement à l'axe longitu-
dinal (X) et comprenant une base (31), la base (31) compre-
nant une alternance de pieds (33) fixés directement au
panneau (1) et d'arches (34) contournant le corps (22) des
raidisseurs (2) ; au moins un premier raidisseur (2) de la plu-
ralité de raidisseur (2) comprend au moins une encoche
(23), formée au moins en partie dans une semelle (21), dé-
finissant une première zone de jonction, un pied (33) d'un
cadre (3) étant fixé directement au panneau (1) au moins en
partie selon la première zone de jonction.

Figure de l'abrégé : Figure 4



FR 3 155 809 - A1



Description

Titre de l'invention : Structure principale d'un fuselage d'aéronef comprenant des cadres fixés directement à une peau et procédé associé

Domaine technique

- [0001] La présente invention concerne le domaine des structures aéronautiques et plus particulièrement la structure principale d'un fuselage d'un aéronef. L'invention vise en particulier l'assemblage des éléments d'une structure principale d'un fuselage d'aéronef.
- [0002] Comme cela est connu, une structure principale d'un fuselage d'aéronef s'étend longitudinalement selon un axe et comprend un panneau, également connu sous la désignation « peau », qui forme l'enveloppe extérieure du fuselage. Afin de reprendre les différents efforts qui transitent dans un aéronef en cours d'utilisation, il est nécessaire que la résistance mécanique de la structure principale soit élevée. A ce titre, celle-ci comprend également une pluralité de raidisseurs, appelées « lisses », qui s'étendent dans la longueur du fuselage, et une pluralité de cadres qui définissent le profil du fuselage de l'aéronef (généralement rond ou ovoïde) et qui s'étendent transversalement aux raidisseurs.
- [0003] Plus précisément, en référence à la [Fig.1], il est représenté un exemple d'une structure principale SAA d'un fuselage d'aéronef de l'art antérieur qui s'étend longitudinalement selon un axe X et comprend un panneau 101, une pluralité de cadres 102 et une pluralité de raidisseurs 103 orthogonaux aux cadres 102. Chaque raidisseur 103 possède dans cet exemple une forme en T et comprend à ce titre un corps 132 et deux semelles 131 destinées à être fixées au panneau 101. Chaque cadre 102 comprend un corps connu sous la désignation « âme » 122 et une base 121, destinée à être fixée au panneau 101 de manière orthogonale aux raidisseurs 103.
- [0004] De manière analogue, il est représenté sur la [Fig.2] une structure principale SAA dans laquelle chaque raidisseur 103 possède une forme en oméga qui permet de rigidifier de manière plus importante la structure de l'aéronef. Sur une telle structure, chaque cadre 102 est fixé au panneau 101 par l'intermédiaire de supports 125 reliés à l'âme 122 qui forment la base 121. De telles structures cadre/raidisseur (lisse) sont connues de l'homme du métier et forment la structure principale SAA du fuselage.
- [0005] En référence à la [Fig.1], pour permettre l'assemblage de la structure principale SAA, la base 121 de chaque cadre 102 comprend, selon la longueur du cadre 102, une alternance de pieds 123 et d'arches 124 pour contourner les corps 132 des raidisseurs 103. Autrement dit, chaque pied 123 permet de fixer le cadre 102 entre deux raidisseurs 103 adjacents. Chaque arche 124 permet au cadre 102 de contourner un

raidisseur 103.

- [0006] En pratique, chaque semelle 131 des raidisseurs 103 doit être fixée sur une partie continue du panneau 101 afin d'assurer une fixation stable. De même, la base 121 des cadres 102 doit être fixée sur une surface continue.
- [0007] De plus, pour que la structure principale SAA soit suffisamment rigide, il est nécessaire que la surface de fixation entre chaque pied 121 des cadres 102 et le panneau 101 soit suffisamment importante. En pratique, l'espace disponible entre deux semelles 131 de raidisseurs 103 adjacents est trop faible pour permettre une fixation robuste. Aussi, il a été proposé dans l'art antérieur de fixer la base 121 des cadres 102 directement sur les semelles 131 des raidisseurs 103. Autrement dit, les pieds 123 des cadres 103, la semelle 131 des raidisseurs 103 et le panneau 101 sont superposés comme illustré à la [Fig.1].
- [0008] En pratique, pour fixer la base 121 des cadres 102 sur une surface continue, il est nécessaire d'augmenter de manière importante la surface des semelles 131 des raidisseurs 103, ce qui augmente la masse de la structure principale SAA. Cela présente un inconvénient important dans le domaine aéronautique qui vise à limiter les émissions de gaz à effet de serre. Comme illustré à la [Fig.1], il est nécessaire d'usiner des échancrures 133 dans les semelles 131 des raidisseurs 103 entre les lieux de fixation des cadres 102 pour limiter la masse. Un usinage de l'ensemble des raidisseurs 103 n'est pas souhaitable parce qu'il augmente la durée de fabrication tout en augmentant le risque de défaut ainsi que la quantité de matière rebutée.
- [0009] De plus, du fait des tolérances de fabrication, les semelles 131 de deux raidisseurs 103 adjacents peuvent présenter des épaisseurs légèrement différentes, ce qui peut entraîner des défauts d'accostage de la base 121 des cadres 102 et peut donc fragiliser la structure de l'aéronef. Aussi, il peut être nécessaire de procéder à un ajustement de l'épaisseur des semelles 131 des raidisseurs 103 (communément désigné « calage »), ce qui est chronophage et augmente les délais et les coûts de fabrication et d'assemblage. De plus, l'ajustement de l'épaisseur des semelles 131 augmente la masse de l'aéronef.
- [0010] En outre, sur une structure principale métallique, les cadres 102 et les raidisseurs 103 sont généralement fixés au panneau par des rivets. Cependant, il existe une volonté de fabriquer la structure des aéronefs dans un matériau composite thermoplastique ou thermodurcissable, de manière à limiter la masse de l'aéronef. Une masse limitée permet de limiter la consommation de carburant et donc les émissions de gaz à effet de serre. L'ensemble des pièces de la structure principale sont alors assemblées avec ou sans fixation (par exemple par soudage, cuisson, assemblage par fixation...).
- [0011] L'assemblage décrit précédemment réalisé par soudage présente un inconvénient majeur parce qu'il entraîne la formation d'une soudure (liaison cadre/raidisseur) sur

une surface déjà soudée (liaison raidisseur/panneau). La formation de deux soudures superposées n'est pas souhaitable parce qu'elle peut altérer la résistance mécanique de la structure.

[0012] Une solution immédiate serait d'augmenter l'écartement entre les raidisseurs mais cela affecterait la résistance mécanique de la structure principale. Une autre solution serait d'augmenter la largeur des pieds des cadres afin d'augmenter la résistance mécanique, mais cela augmenterait de manière importante la masse et l'encombrement des cadres et donc de l'aéronef.

[0013] L'invention vise ainsi à éliminer au moins certains de ces inconvénients en proposant une structure principale pour fuselage d'aéronef fiable, qui permet une fixation robuste à la fois des raidisseurs et des cadres sur le panneau tout en s'affranchissant de zones fragiles.

PRESENTATION DE L'INVENTION

[0014] L'invention concerne une structure principale d'un fuselage d'aéronef s'étendant selon un axe longitudinal, la structure principale comprenant :

- au moins un panneau,
- une pluralité de raidisseurs s'étendant parallèlement à l'axe longitudinal, chaque raidisseur comprenant deux semelles longitudinales s'étendant de part et d'autre d'un corps longitudinal, chaque semelle étant fixée directement au panneau, et
- une pluralité de cadres, chaque cadre s'étendant sensiblement transversalement à l'axe longitudinal, chaque cadre comprenant une âme reliée à une base, la base comprenant une alternance de pieds fixés directement au panneau et d'arches contournant le corps des raidisseurs.

[0015] La structure principale est remarquable en ce qu'au moins un premier raidisseur de la pluralité de raidisseurs comprend au moins une encoche, formée au moins en partie dans une semelle, définissant une première zone de jonction, un pied d'un cadre étant fixé directement au panneau au moins en partie selon la première zone de jonction.

[0016] Grâce à la structure principale selon l'invention, le raidisseur ainsi que le cadre sont fixés directement au panneau, ce qui permet une fixation robuste et donc une tenue mécanique optimale de la structure principale. L'ajout de matière sur les semelles pour former un support pour la base du cadre est limité, contrairement à l'art antérieur, ce qui permet un gain de masse important, permettant de limiter la consommation de carburant. Cela permet également de limiter les pertes et la quantité de matière mise au rebut lors de la fabrication des raidisseurs, ce qui limite avantageusement les coûts et les délais de production.

[0017] La structure principale selon l'invention permet également de limiter l'empilement

du panneau, de semelles et d'un pied, ce qui permet de limiter le risque de formation de zones fragiles, comme par exemple le risque de réaliser une soudure sur une surface comportant déjà un cordon de soudure. Une telle structure principale peut avantageusement être réalisée avec des matériaux thermoplastiques.

- [0018] La formation d'une encoche dans la semelle permet de former une surface de contact plus importante entre le pied du cadre et le panneau. Le cadre est ainsi fixé au panneau sur une surface continue suffisamment importante pour permettre une résistance mécanique optimale de la structure principale.
- [0019] De manière préférée, chaque raidisseur possède dans un plan de coupe transversal à l'axe longitudinal une forme en oméga, dans laquelle le corps comprend une tête et deux flancs latéraux reliant la tête respectivement à chaque semelle. Une telle forme en oméga confère au raidisseur une rigidité importante, tout en limitant sa masse.
- [0020] De manière préférée, la structure principale comprend un deuxième raidisseur, adjacent au premier raidisseur et comprenant au moins une encoche, formée au moins en partie dans une semelle, définissant une deuxième zone de jonction, un pied d'un cadre étant fixé directement au panneau au moins en partie selon la deuxième zone de jonction. Le pied est ainsi inséré entre le premier raidisseur et le deuxième raidisseur et peut être relié au panneau à la fois sur la première zone de jonction et sur la deuxième zone de jonction. Cela permet une surface plus importante de fixation directe entre le pied de cadre et le panneau, ce qui permet de limiter la masse de la structure principale tout en assurant une fixation fiable et robuste du cadre au panneau.
- [0021] Selon un aspect préféré de l'invention, le pied du cadre est fixé entièrement et directement au panneau, permettant une fixation fiable et robuste. Le cadre est ainsi fixé sur une surface continue, sans qu'il soit nécessaire d'ajouter de la matière sur les semelles pour former un support continu pour la base du cadre, permettant un gain de masse important, ce qui est particulièrement avantageux dans le domaine aéronautique qui vise à limiter la consommation de carburant et donc les émissions de gaz à effet de serre. Une fixation directe sur le panneau permet en outre de s'affranchir de la mise à niveau de deux pièces adjacentes pour former une surface plane, ce qui simplifie la production et limite les délais et les coûts de fabrication. Par « surface continue », on entend que la surface de fixation du cadre sur le panneau ne présente pas de différence de niveau ou pas de différence d'accostage.
- [0022] De manière préférée, le cadre est fabriqué en matériau composite. Celui-ci est ainsi plus léger tout en étant robuste. De préférence encore, le cadre est fabriqué en matériau thermoplastique. On peut ainsi réaliser des liaisons thermoplastiques pérennes, sans superposition de soudures.
- [0023] De préférence, chaque raidisseur est monobloc, ce qui permet de s'affranchir de portions de liaison qui pourraient être fragilisées. Chaque raidisseur est également plus

simple à mettre en place, ce qui limite les délais de fabrication. En outre, cela permet un raidisseur dont le corps est continu et la semelle est discontinue. Autrement dit, la semelle comprend des encoches pour permettre le passage des pieds tout en formant un raidisseur d'un seul tenant robuste.

- [0024] De préférence, chaque cadre est monobloc, ce qui permet de s'affranchir de liaisons qui pourraient fragiliser l'ensemble. Chaque cadre est ainsi fixé sur toute sa longueur au panneau tout en formant un pont (communément désigné « trou de souris ») au dessus des raidisseurs et tout en étant formé d'un seul tenant ce qui assure un cadre dont la résistance mécanique est importante. De plus, un tel cadre monobloc est simple et pratique à mettre en place.
- [0025] De manière préférée, le premier raidisseur comprend au moins une encoche sur chaque semelle, les deux encoches étant positionnées à une même position longitudinale. Autrement dit, le raidisseur comprend deux encoches positionnées en vis-à-vis l'une de l'autre. Les pieds d'un même cadre peuvent ainsi être fixés de manière similaire de part et d'autre du corps du raidisseur directement sur le panneau. Cela permet de garantir une fixation robuste de l'ensemble du cadre sur le panneau.
- [0026] Dans une forme de réalisation préférée, au moins le premier raidisseur comprend une pluralité d'encoches espacées sur la longueur du raidisseur, de manière à définir une pluralité de zones de jonction pour la fixation de l'ensemble des cadres directement au panneau. Ainsi, l'ensemble des cadres de la structure principale peut être fixé directement au panneau. Cela permet de garantir une fixation robuste de l'ensemble des cadres sur le panneau tout en assurant une rigidité importante de la structure principale. De préférence, les encoches de la pluralité d'encoches sont espacées les unes des autres de manière proportionnelle au pas des cadres de la pluralité de cadres.
- [0027] Dans une première forme de réalisation, la semelle du premier raidisseur ayant une largeur nominale selon un axe transversal à l'axe longitudinal, l'encoche possède une largeur inférieure à 50% de la largeur nominale de la semelle, de préférence comprise entre 20% et 40% de la largeur nominale de la semelle. Autrement dit, dans cette première forme de réalisation, l'encoche s'étend transversalement sensiblement sur un tiers de la largeur de la semelle depuis l'extrémité libre. Cela permet de former une zone de jonction suffisante pour permettre la fixation des cadres directement au panneau tout en assurant une continuité dans le passage des efforts qui transitent dans les semelles du raidisseur. Les concentrations de contraintes sont ainsi limitées dans les semelles du raidisseur.
- [0028] Dans une deuxième forme de réalisation, la semelle du premier raidisseur ayant une largeur nominale selon un axe transversal à l'axe longitudinal, l'encoche possède une largeur supérieure à 50% de la largeur nominale de la semelle, de préférence comprise entre 60% et 80% de la largeur nominale de la semelle. Autrement dit, dans cette

deuxième forme de réalisation, l'encoche s'étend transversalement sensiblement sur les deux tiers de la largeur de la semelle depuis l'extrémité libre. Cela permet de former une zone de jonction importante pour permettre la fixation efficace des cadres directement au panneau tout en assurant une continuité dans le passage des efforts qui transitent dans les semelles du raidisseur. Les concentrations de contraintes sont ainsi limitées dans les semelles du raidisseur.

[0029] Dans une troisième forme de réalisation, l'encoche s'étend au moins en partie dans le corps du raidisseur. Autrement dit, dans cette troisième forme de réalisation, l'encoche s'étend transversalement sensiblement sur toute la largeur nominale de la semelle définie selon un axe transversal à l'axe longitudinal. Cela permet de former une zone de jonction optimale pour fixer le raidisseur directement au panneau de manière efficace, même lorsque les cadres sont proches les uns des autres.

[0030] Dans une forme de réalisation préférée, la zone de jonction possède une forme trapézoïdale. Cela permet de définir une surface fixation de suffisamment grande pour fixer le pied du cadre tout en limitant les zones fragilisées mécaniquement dans la semelle et en s'assurant de conserver une rigidité suffisante. Une forme trapézoïdale permet également de faciliter l'accostage du pied dans la première zone de jonction, en limitant les risques d'endommagement du raidisseur.

[0031] De manière préférée, la zone de jonction possède une longueur minimale définie selon l'axe longitudinal, le pied du cadre ayant une largeur sensiblement égale à la longueur minimale. Cela permet de s'assurer que le pied du cadre est fixé sur l'ensemble de la surface de contact disponible sur le panneau. Cela permet également d'optimiser la surface de fixation des raidisseurs et des cadres pour une fixation optimale et donc une tenue mécanique optimale de la structure principale.

[0032] De préférence, la largeur du pied du cadre est comprise entre 90% de la longueur minimale de la zone de jonction et 100% de la longueur minimale de la zone de jonction. Une telle dimension permet de s'assurer d'un jeu limité entre le raidisseur et le pied du cadre dans la zone de jonction, ce qui permet de maximiser la surface de fixation du pied du cadre sur le panneau, tout en prenant en compte les tolérances de fabrication des pièces pour l'assemblage.

[0033] Dans une forme de réalisation, le corps comprenant une tête et deux flancs latéraux reliant la tête respectivement à chaque semelle, chaque semelle possédant dans un plan de coupe transversal à l'axe longitudinal une épaisseur de semelle, la tête possédant une épaisseur de tête, au moins une portion de la tête possède une épaisseur de tête supérieure à l'épaisseur de semelle. Une tête épaissie permet d'augmenter l'inertie du raidisseur, ce qui permet, même en cas de formation d'une encoche, de maintenir un niveau élevé de rigidité du raidisseur.

[0034] Dans une première forme de réalisation, la tête possède une épaisseur uniformément

supérieure à l'épaisseur des semelles, ce qui permet un procédé de fabrication plus simple et plus rapide.

- [0035] Dans une deuxième forme de réalisation, la tête possède une épaisseur localement supérieure à l'épaisseur des semelles. Autrement dit, la tête possède une surépaisseur uniquement sur une partie de la tête, ce qui permet de former un raidisseur dont la raideur est accrue tout en limitant sa masse et son encombrement.
- [0036] Dans une troisième forme de réalisation, la tête et les flancs possèdent une épaisseur uniformément supérieure à l'épaisseur des semelles, ce qui permet de renforcer le raidisseur autour de l'encoche pour assurer une tenue mécanique optimale.
- [0037] Dans une forme de réalisation préférée, chaque semelle de raidisseur et chaque pied de cadre est fixé au panneau par soudage thermoplastique, ce qui permet un procédé fiable et rapide.
- [0038] L'invention concerne également un aéronef comportant un fuselage comprenant une structure principale telle que décrite précédemment.
- [0039] Enfin, l'invention concerne un procédé de fabrication d'une structure principale d'un fuselage d'aéronef, les semelles d'au moins le premier raidisseur étant fixées directement sur le panneau, une encoche étant formée au moins en partie dans une semelle du premier raidisseur, l'encoche définissant une première zone de jonction, le procédé comprend une étape consistant à : fixer le pied du cadre directement au panneau selon la première zone de jonction définie par l'encoche.

PRESENTATION DES FIGURES

- [0040] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple, et se référant aux figures suivantes, données à titre d'exemples non limitatifs, dans lesquelles des références identiques sont données à des objets semblables.
- [0041] La [Fig.1] est une représentation schématique d'une structure principale d'un fuselage d'aéronef selon un premier exemple de l'art antérieur.
- [0042] La [Fig.2] est une représentation schématique d'une structure principale d'un fuselage d'aéronef selon un deuxième exemple de l'art antérieur.
- [0043] La [Fig.3] est une représentation schématique d'une structure principale d'un fuselage d'aéronef selon une forme de réalisation de l'invention.
- [0044] La [Fig.4] est une vue rapprochée d'une structure principale d'un fuselage d'aéronef selon une forme de réalisation alternative de l'invention.
- [0045] La [Fig.5] est une représentation schématique d'un raidisseur de la structure principale de la [Fig.4].
- [0046] La [Fig.6] est une représentation schématique d'une vue en coupe transversale du raidisseur de la [Fig.5] selon une première forme de réalisation.

- [0047] La [Fig.7] est une représentation schématique d'une vue en coupe transversale du raidisseur de la [Fig.5] selon une deuxième forme de réalisation.
- [0048] La [Fig.8] est une représentation schématique d'une vue en coupe transversale du raidisseur de la [Fig.5] selon une troisième forme de réalisation.
- [0049] La [Fig.9] est une représentation schématique d'une vue en coupe transversale du raidisseur de la [Fig.5] selon une quatrième forme de réalisation.
- [0050] La [Fig.10] est une vue de dessus du raidisseur de la structure principale de la [Fig.3] présentant des zones de fixation.
- [0051] La [Fig.11] est une vue de dessus de la structure principale de la [Fig.3].
- [0052] La [Fig.12] est une représentation schématique d'une forme de réalisation alternative de la structure principale de la [Fig.3].
- [0053] La [Fig.13] est une représentation schématique d'une structure principale d'un fuselage d'aéronef selon une troisième forme de réalisation de l'invention.
- [0054] Il faut noter que les figures exposent l'invention de manière détaillée pour mettre en œuvre l'invention, lesdites figures pouvant bien entendu servir à mieux définir l'invention le cas échéant.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

- [0055] Il est représenté sur la [Fig.3], une structure principale S d'un fuselage d'aéronef selon une forme de réalisation de l'invention. Dans cet exemple, l'aéronef s'étend selon un axe longitudinal X. La structure principale S comporte un panneau 1, également connu sous la désignation « peau », qui forme l'enveloppe extérieure du fuselage. Il va de soi que la structure principale S pourrait comprendre plus d'un panneau 1 fixés les uns aux autres par exemple par soudage. Afin de raidir le panneau 1 et pour reprendre les efforts qui transitent dans l'aéronef en cours d'utilisation, la structure principale S comprend également une pluralité de raidisseurs 2, également connus de l'homme du métier sous la désignation « lisse », et une pluralité de cadres 3. Chaque raidisseur 2 s'étend longitudinalement selon un axe parallèle à l'axe X de l'aéronef et chaque cadre 3 s'étend transversalement par rapport aux raidisseurs 2.
- [0056] Dans cet exemple, par souci de simplicité et de clarté, le panneau 1 est représenté dans un plan (X, Y), c'est-à-dire à plat, il va de soi que le panneau 1 est généralement défini selon une surface courbe qui suit le profil du fuselage de l'aéronef. Aussi, dans cet exemple, la structure principale S est définie dans un repère orthogonal (X, Y, Z), dans lequel le plan (X, Y) correspond à un plan horizontal, Y définissant un axe transversal, et l'axe Z définit un axe orthogonal au plan (X, Y), autrement dit un axe vertical Z, comme représenté sur la [Fig.3].
- [0057] Dans cet exemple, le panneau 1 est fabriqué dans un matériau composite, de préférence un matériau thermoplastique ou thermodurcissable afin de former une

structure principale S à la fois légère et robuste. Il est décrit un panneau 1 « fabriqué dans un matériau composite », cependant, comme cela est connu, un tel panneau 1 en matériau composite peut comprendre par exemple des inserts fabriqués dans un matériau différent. Il va de soi que le panneau 1 pourrait alternativement être fabriqué dans un matériau métallique.

- [0058] En référence aux figures 4 et 5, comme décrit précédemment, chaque raidisseur 2 s'étend longitudinalement selon un axe parallèle à l'axe longitudinal X et est fixé directement au panneau 1. Chaque raidisseur 2 est, de préférence, monobloc, ce qui permet de limiter les jointures et donc les zones fragiles. Par le terme « monobloc », on entend que chaque raidisseur 2 est formé d'un seul tenant dans une même pièce.
- [0059] De manière préférée, chaque raidisseur 2 comprend un matériau composite. De préférence encore, chaque raidisseur 2 est fabriqué dans un matériau thermoplastique ou thermodurcissable permettant de former une structure principale S à la fois légère et robuste. Dans cet exemple, chaque raidisseur 2 est fixé au panneau 1 par soudage thermoplastique. Il va de soi que les raidisseurs 2 pourraient alternativement être fixés au panneau 1 de manière différente, par exemple par cocuison, coconsolidation, au moyen de fixations ou par tout autre moyen connu d'assemblage thermoplastique. De même, les raidisseurs 2 pourraient alternativement être fabriqués dans un matériau métallique.
- [0060] Chaque raidisseur 2 comprend un corps 22 longitudinal et deux semelles 21 longitudinales s'étendant de part et d'autre du corps 22, chaque semelle 21 étant fixée directement au panneau 1.
- [0061] Plus précisément, dans cet exemple, comme représenté sur les figures 4 et 5, chaque raidisseur 2 possède dans un plan de coupe transversal (Y, Z) à l'axe longitudinal X une forme en oméga Ω , qui permet une rigidité importante. A ce titre, le corps 22 définit sensiblement un pont et comprend une tête 24 et deux flancs latéraux 25 reliant la tête 24 respectivement à chaque semelle 21. Autrement dit, selon l'axe transversal Y, le raidisseur 2 comprend successivement une première semelle 21, un premier flanc latéral 25, la tête 24, un deuxième flanc latéral 25 et une deuxième semelle 21. Chaque raidisseur 2 est ainsi symétrique selon un axe parallèle à l'axe longitudinal X.
- [0062] De manière préférée, chaque semelle 21 possède une largeur nominale L21, définie selon l'axe transversal Y, comprise entre 15×10^{-3} et 60×10^{-3} m. Une telle largeur nominale L21 permet une surface optimale pour assurer une fixation robuste du raidisseur 2 sur le panneau 1, sans surdimensionner la structure principale S, ce qui pourrait pénaliser sa masse.
- [0063] En référence à la [Fig.3], comme décrit précédemment, chaque cadre 3 s'étend de manière transversale à la pluralité de raidisseurs 2, de manière à former un quadrillage sur le panneau 1 dont la résistance mécanique est élevée.

- [0064] Dans cet exemple, chaque cadre 3 comprend une âme 32 reliée à une base 31 fixée au panneau 1. L'âme 32 du cadre 3 s'étend orthogonalement au panneau 1. Dans cet exemple, la base 31 comprend une alternance de pieds 33 fixés directement au panneau 1 et d'arches 34, connues de l'homme du métier sous la désignation « trou de souris », qui contournent le corps 22 de chaque raidisseur 2. Chaque cadre 3 est de préférence monobloc, permettant de limiter les jointures et donc les zones fragiles.
- [0065] De manière préférée, chaque cadre 3 est fabriqué dans un matériau composite. De préférence encore, chaque cadre 3 est fabriqué dans un matériau thermoplastique ou thermodurcissable permettant de former une structure principale S à la fois légère et robuste. Les cadres 3 pourraient alternativement être fabriqués dans un matériau différent, par exemple un matériau métallique.
- [0066] Selon un aspect de l'invention, pour permettre la fixation de cadres 3 directement sur le panneau 1, au moins un raidisseur 2 comprend une encoche 23, formée au moins en partie dans la semelle 21, comme représenté sur la [Fig.5]. L'encoche 23 définit une zone de jonction ZJ adaptée pour recevoir l'un des pieds 33 de la pluralité de cadres 3.
- [0067] Plus précisément, en référence à la [Fig.10], un premier raidisseur 2A comprend une encoche 23A, formée en partie dans l'une des semelles 21A. L'encoche 23A définit une première zone de jonction ZJ-A pour fixer l'un des pieds 33 de l'un des cadres 3, comme représenté sur la [Fig.11]. De manière préférée, le premier raidisseur 2A comprend deux encoches 23A, formée chacune respectivement dans les semelles 21A. Comme cela est représenté sur les figures 10 et 11, les deux encoches 23A sont formées à une même position longitudinale sur les deux semelles 21A du premier raidisseur 2A, c'est-à-dire selon l'axe longitudinal X, en vis-à-vis l'une de l'autre par rapport au corps 22A. Cela permet avantageusement de fixer deux pieds 33 consécutifs d'un cadre 3. Les encoches 23A sont de préférence symétriques.
- [0068] En pratique, le premier raidisseur 2A comprend, de préférence, une pluralité de couples d'encoches 23A répartis sur la longueur du raidisseur 2, comme représenté sur la [Fig.11], de manière à définir une pluralité de premières zones de jonction ZJ-A pour une pluralité de pieds 33 de la pluralité de cadres 3. Autrement dit, chaque semelle 21 est discontinue selon l'axe longitudinal X.
- [0069] De manière préférée, toujours en référence aux figures 10 et 11, un deuxième raidisseur 2B, adjacent au premier raidisseur 2A, comprend une encoche 23B, formée en partie dans l'une des semelles 21B. L'encoche 23B définit une deuxième zone de jonction ZJ-B pour fixer le pied 33 du cadre 3. Le premier raidisseur 2A et le deuxième raidisseur 2B sont de préférence identiques, aussi l'ensemble des caractéristiques du premier raidisseur 2A s'applique au deuxième raidisseur 2B, il en va de même pour les encoches 23.
- [0070] Autrement dit, l'encoche 23A du premier raidisseur 2A et l'encoche 23B du

deuxième raidisseur 2B sont positionnées en vis-à-vis l'une de l'autre, à une même position longitudinale, sur les deux raidisseurs 2A, 2B adjacents de manière à permettre le passage de l'un des pieds 33 de l'un des cadres 3 et permettre à ce dernier d'être fixé directement sur le panneau 1 entre les deux raidisseurs 2A, 2B. Pour cela, la première zone de jonction ZJ-A et la deuxième zone de jonction ZJ-B positionnées en vis-à-vis l'une de l'autre définissent une zone de jonction intermédiaire ZJ-i entre les semelles 21A, 21B des deux raidisseurs 2A, 2B adjacents, représentée sur la [Fig.11]. La première zone de jonction ZJ-A, la zone de jonction intermédiaire ZJ-i et la deuxième zone de jonction ZJ-B définissent une zone de jonction globale ZG sur le panneau 1 pour le pied 33 du cadre 3.

[0071] Dans cet exemple, chaque couple de raidisseurs 2 adjacents comprend une pluralité d'encoches 23 et définit entre les deux semelles 21A, 21B en vis-à-vis une pluralité de zones de jonction globale ZG pour permettre la fixation de l'ensemble des pieds 33 de l'ensemble des cadres 3 directement sur le panneau 1.

[0072] Ainsi, grâce aux encoches 23, à la fois l'ensemble des raidisseurs 2 et l'ensemble des cadres 3 sont fixés directement au panneau 1, ce qui permet de s'affranchir des inconvénients de l'art antérieur en permettant une fixation sur une surface continue, et donc une fixation robuste, tout en limitant la masse de la structure principale S. La consommation de carburant de l'aéronef est ainsi avantageusement limitée, ce qui est particulièrement avantageux dans le domaine aéronautique. Une fixation directe de chaque cadre 3 sur le panneau 1 permet également de s'affranchir d'un risque de réalisation d'un soudage sur une surface fragilisée comportant déjà une soudure. Par fixation directe, on entend que le cadre 3 n'est pas solidarisé directement au raidisseur 2.

[0073] En référence à la [Fig.10], la première zone de jonction ZJ-A et la deuxième zone de jonction ZJ-B possèdent, dans le plan horizontal (X, Y), une forme trapézoïdale. Une telle forme permet de définir une surface de fixation sur le panneau 1 suffisamment grande pour fixer le pied 33 du cadre 3 tout en limitant les zones fragilisées mécaniquement dans la semelle 21 et en s'assurant de conserver une rigidité suffisante. Dans cet exemple, chaque zone de jonction ZJ possède une longueur minimale LZJ, définie selon l'axe longitudinal X, comprise entre 15×10^{-3} et 60×10^{-3} m. Une telle longueur LZJ permet de fixer le pied 33 sur une surface suffisante pour permettre une fixation robuste et augmenter la résistance mécanique de la structure principale S. La longueur minimale LZJ est définie en fonction de la largeur L33 du pied 33 du cadre 3, comme représenté sur la [Fig.11]. De manière préférée, la largeur L33 est sensiblement égale à la longueur minimale LZJ, de préférence, la largeur L33 du pied 33 du cadre 3 est comprise entre 90% et 100% de la longueur minimale LZJ de la zone de jonction ZJ ($0.90 \cdot LZJ < L33 < LZJ$). Cela permet d'optimiser la surface de fixation du pied 33 du

cadre 3 sur le panneau 1 tout en prenant en compte les tolérances de fabrication des différentes pièces pour leur assemblage.

- [0074] De manière préférée, toutes les encoches 23 sont identiques (aux jeux de fabrication près) pour définir des zones de jonction ZJ-A, ZJ-B sensiblement identiques pour permettre la fixation de pieds 33 de cadres 3 de mêmes dimensions. Ainsi, les cadres 3 et les raidisseurs 2 peuvent présenter des profils standards, ce qui permet de limiter les délais de fabrication tout en améliorant la gestion des stocks.
- [0075] Pour définir une zone de jonction ZJ suffisamment importante pour permettre une fixation optimale du pied 33 du cadre 3, en référence aux figures 5 et 10 à 13, l'encoche 23 possède une largeur L23, définie selon l'axe transversal Y.
- [0076] Dans une première forme de réalisation, représentée sur les figures 10 à 12, la largeur L23 de l'encoche 23 est inférieure à 50% de la largeur nominale L21 de la semelle 21. De préférence, la largeur L23 de l'encoche 23 est comprise entre 20% et 40% de la largeur nominale L21 de la semelle 21. Autrement dit, l'encoche 23 s'étend sensiblement transversalement sur un tiers de la largeur nominale L21 de la semelle 21, depuis l'extrémité libre de la semelle 21. La zone de jonction ZJ formée par l'encoche 23 permet ainsi la fixation d'un pied 33 tout en assurant une continuité des efforts dans la semelle 21, ce qui limite l'apparition de concentration de contraintes dans cette dernière.
- [0077] Dans une deuxième forme de réalisation, représentée sur la [Fig.13], la largeur L23 de l'encoche 23 est supérieure à 50% de la largeur nominale L21 de la semelle 21. De préférence, la largeur L23 de l'encoche 23 est comprise entre 60% et 80% de la largeur nominale L21 de la semelle 21. Autrement dit, l'encoche 23 s'étend sensiblement transversalement sur les deux tiers de la largeur nominale L21 de la semelle 21, depuis l'extrémité libre de la semelle 21. La zone de jonction ZJ formée par l'encoche 23 permet ainsi la fixation d'un pied 33 dont les dimensions sont suffisamment importantes tout en assurant une continuité des efforts dans la semelle 21, ce qui limite l'apparition de concentration de contraintes dans cette dernière. Cela est particulièrement avantageux pour positionner un pied 33 de cadre 3 entre deux raidisseurs 2 qui sont proches l'un de l'autre.
- [0078] Dans une troisième forme de réalisation, représentée sur les figures 4 et 5, l'encoche 23 s'étend également en partie dans le corps 22 du raidisseur 2. Autrement dit, l'encoche 23 s'étend transversalement sur toute la largeur nominale L21 de la semelle 21. De préférence, l'encoche 23 s'étend dans les flancs latéraux 25. Cela permet de former une zone de jonction ZJ dont les dimensions sont optimales pour fixer le pied 33 du cadre 3. Cela est particulièrement avantageux pour positionner un pied 33 de cadre 3 entre deux raidisseurs 2 qui sont très proches l'un de l'autre.
- [0079] En pratique, la largeur L23 de l'encoche 23 est configurée pour définir un jeu J

transversal (c'est-à-dire selon l'axe transversal Y), représenté sur la [Fig.11], limité entre la semelle 21 du raidisseur 2 et le pied 33 du cadre 3. De préférence, le jeu J est compris entre 1×10^{-3} et 5×10^{-3} m. Un tel jeu J permet à la semelle 21 de conserver une rigidité suffisamment importante, tout en s'assurant que le pied 33 du cadre 3 est fixé sur l'ensemble de sa surface de contact disponible sur le panneau 1. Autrement dit, un jeu J limité permet d'optimiser la surface de fixation à la fois du raidisseur 2 et du cadre 3 pour une fixation optimale et donc une tenue mécanique optimale de la structure principale S. La présence d'un jeu J permet en outre de s'assurer de la fixation de la semelle 21 du raidisseur 2 et du pied 33 du cadre 3 directement sur le panneau 1 malgré les tolérances de fabrication, sans que la semelle 21 et le pied 33 ne risquent d'interférer.

- [0080] Dans une forme de réalisation, les semelles 21 et le corps 24 de chaque raidisseur 2 possèdent une épaisseur E_{p2} uniforme, comme représenté sur la [Fig.6]. Cela permet une fabrication simple et rapide des raidisseurs 2 à partir d'une plaque uniforme. Dans cet exemple, l'épaisseur E_{p2} du raidisseur 2 est comprise entre $0,8 \times 10^{-3}$ et 5×10^{-3} m.
- [0081] De manière alternative, en référence aux figures 7 et 8, la tête 24 de chaque raidisseur 2 est épaissie. A cet effet, la tête 24 possède une épaisseur de tête E_{p24} supérieure à l'épaisseur de semelle E_{p21} de manière à renforcer le raidisseur 2 et à augmenter la raideur de la structure principale S. Dans cet exemple, l'épaisseur de tête E_{p24} est comprise entre $0,9 \times 10^{-3}$ et 10×10^{-3} m. L'épaisseur de tête E_{p24} peut être régulière sur toute la largeur (définie selon l'axe transversal Y) de la tête 24 (comme représenté sur la [Fig.7]) ou non uniforme (comme représenté sur la [Fig.8]).
- [0082] Dans une forme de réalisation alternative, en référence à la [Fig.9], la tête 24 et les flancs 25 de chaque raidisseur 2 sont épaissis. A cet effet, les flancs 25 possèdent une épaisseur de flancs E_{p25} sensiblement égale à l'épaisseur de tête E_{p24} , l'épaisseur de flancs E_{p25} et l'épaisseur de tête E_{p24} étant supérieures à l'épaisseur de semelle E_{p21} . Cela permet de renforcer le raidisseur 2 autour de l'encoche 23. Dans cet exemple, l'épaisseur de tête E_{p24} et l'épaisseur de flancs E_{p25} sont comprises entre $0,9 \times 10^{-3}$ et 10×10^{-3} m. Il va de soi que l'épaisseur de tête E_{p24} et l'épaisseur de flancs E_{p25} pourraient être différentes tout en étant supérieures à l'épaisseur de semelle E_{p21} . De même il va de soi que seuls les flancs 25 pourraient être épaissis.
- [0083] De manière préférée, lorsque la tête 24 et/ou les flancs 25 possèdent une épaisseur supérieure à l'épaisseur de semelle E_{p21} , la tête 24 et/ou les flancs 25 possèdent selon l'axe longitudinal X, une épaisseur E_{p24} , E_{p25} hétérogène et localement épaissie sensiblement en vis-à-vis de chaque encoche 23.
- [0084] Plus précisément, comme représenté sur les figures 4 et 5, la tête 24 possède selon la longueur du raidisseur 2 une portion 26 qui possède une épaisseur de tête E_{p24} plus importante que le reste de la tête 24. Cela permet d'augmenter la raideur du raidisseur

2 localement tout en limitant sa masse. En pratique, dans cet exemple, la tête 24 comprend plusieurs portions 26 qui possèdent une épaisseur de tête Ep_{24} plus importante que l'épaisseur de semelle 21, chaque portion 26 étant positionnée longitudinalement au niveau d'une encoche 23. Autrement dit, le retrait de matière dû à la formation de l'encoche 23 est avantageusement compensé par l'augmentation de l'épaisseur de tête Ep_{24} , ce qui permet d'assurer une rigidité importante même avec l'encoche 23. L'exemple de la [Fig.4] présente uniquement une tête 24 localement épaissie, des caractéristiques identiques s'appliquent pour des flancs 25 également épaissis, comme représenté sur la [Fig.3].

- [0085] Il va de soi que la tête 24 (et/ou les flancs 25) pourraient alternativement posséder une épaisseur Ep_{24} (Ep_{25}) plus importante que l'épaisseur de semelle 21 de manière uniforme sur toute la longueur du raidisseur 2, selon l'axe longitudinal X
- [0086] Une tête 24 épaissie est particulièrement avantageuse lorsque l'encoche 23 est profonde comme illustré aux figures 3 et 4.
- [0087] Des flancs 25 également épaissis permettent de limiter de manière importante l'influence de l'encoche 25.
- [0088] Il va de soi que la structure principale S peut comprendre à la fois une pluralité de raidisseurs 2 possédant une épaisseur Ep_2 uniforme sur l'ensemble des semelles 21 et du corps 22 et une pluralité de raidisseurs 2 possédant une tête 24 et/ou des flancs 25 épaissis.
- [0089] Il va dorénavant être décrit un procédé de fabrication d'une structure principale S telle que décrit précédemment, en référence à la [Fig.11]. Dans cet exemple, le panneau 1, chaque raidisseur 2 et chaque cadre 3 est fabriqué dans un matériau thermoplastique. La fixation des différentes pièces entre elles est réalisée, dans cet exemple, par soudage thermoplastique. La fixation des raidisseurs 2 pourrait alternativement être réalisée par coconsolidation ou par tout procédé connu d'assemblage de pièces thermoplastiques. De même, chaque cadre 3 pourrait alternativement être fixé au panneau 1 de manière différente, par exemple par coconsolidation, au moyen de fixation ou par tout procédé connu d'assemblage de pièces thermoplastiques.
- [0090] Dans cet exemple, tous les raidisseurs 2 sont identiques et une pluralité d'encoches 23 a été réalisée dans chacun. Plus précisément, dans cet exemple, chaque raidisseur 2 comprend une pluralité de couples d'encoches 23 formés le long du raidisseur 2, en vis-à-vis dans les semelles 21.
- [0091] Le procédé comprend une première étape E1 de positionnement, dans cet exemple, d'un premier raidisseur 2A selon l'axe longitudinal X de l'aéronef et de fixation du premier raidisseur 2A au panneau 1. Dans cet exemple, le premier raidisseur 2A est fixé au panneau 1 par soudage thermoplastique de ses semelles 21A. La fixation du premier raidisseur 2A permet de positionner une première encoche 23A sur le panneau

1, la première encoche 23A définissant une première zone de jonction ZJ-A.

- [0092] Dans une deuxième étape E2, un opérateur positionne un deuxième raidisseur 2B selon l'axe longitudinal X de l'aéronef et fixe le deuxième raidisseur 2B au panneau 1, dans cet exemple par soudage thermoplastique. Le deuxième raidisseur 2B est positionné adjacent au premier raidisseur 2A de manière à placer une deuxième encoche 23B en vis-à-vis de la première encoche 23A du premier raidisseur 2A. La deuxième encoche 23B définit une deuxième zone de jonction ZJ-B, la première zone de jonction ZJ-A et la deuxième zone de jonction ZJ-B étant positionnées entre les corps 22 du premier raidisseur 2A et du deuxième raidisseur 2B, comme représenté sur la [Fig.11]. La première zone de jonction ZJ-A et la deuxième zone de jonction ZJ-B définissent entre elles une zone de jonction intermédiaire ZJ-i.
- [0093] Tous les raidisseurs 2 sont fixés de manière analogue au panneau 1.
- [0094] De manière alternative, il va de soi que tous des raidisseurs 2 pourraient être fixés en même temps au panneau 1.
- [0095] Chaque couple de raidisseurs 2A, 2B adjacents permet de positionner en vis-à-vis une première encoche 23A et une deuxième encoche 23B et donc une première zone de jonction ZJ-A et une deuxième zone de jonction ZJ-B.
- [0096] Dans une troisième étape E3, l'opérateur positionne l'un des cadres 3 transversalement à la pluralité de raidisseurs 2. Le cadre 3 est positionné de manière à ce que chaque pied 33 soit positionné entre deux encoches 23A, 23B en vis-à-vis. Autrement dit, chaque pied 33 du cadre 3 est placé en contact avec le panneau 1 à la fois dans la première zone de jonction ZJ-A, la zone de jonction intermédiaire ZJ-i et la deuxième zone de jonction ZJ-B.
- [0097] Le procédé comprend alors une étape E4 de fixation du pied 33 du cadre 3 directement au panneau 1. Dans cet exemple, le pied 33 est fixé par soudage thermoplastique. Il va de soi que le pied 33 pourrait être fixé au panneau 1 par tout moyen d'assemblage de pièces thermoplastiques.
- [0098] Tous les cadres 3 sont fixés de manière analogue au panneau 1. Chaque pied 33 de chaque cadre 3 est positionné entre deux raidisseurs 2A, 2B adjacents et est relié directement au panneau 1 dans une première zone de jonction ZJ-A et une deuxième zone de jonction ZJ-B.
- [0099] Grâce aux encoches 23, chaque cadre 3 est fixé directement sur le panneau 1, ce qui permet d'éviter la superposition du panneau 1, de la semelle 21 et du pied 33, comme cela était le cas dans l'art antérieur. La fixation de la structure principale S est ainsi plus sûre et plus robuste et permet d'éviter la formation de zones fragiles. La structure principale S selon l'invention permet également de limiter la masse de l'aéronef tout en assurant une tenue mécanique et une raideur importantes.

Revendications

- [Revendication 1] Structure principale (S) d'un fuselage d'aéronef s'étendant selon un axe longitudinal (X), la structure principale (S) comprenant :
- au moins un panneau (1),
 - une pluralité de raidisseurs (2) s'étendant parallèlement à l'axe longitudinal (X), chaque raidisseur (2) comprenant deux semelles (21) longitudinales s'étendant de part et d'autre d'un corps (22) longitudinal, chaque semelle (21) étant fixée directement au panneau (1), et
 - une pluralité de cadres (3), chaque cadre (3) s'étendant sensiblement transversalement à l'axe longitudinal (X), chaque cadre (3) comprenant une âme (32) reliée à une base (31), la base (31) comprenant une alternance de pieds (33) fixés directement au panneau (1) et d'arches (34) contournant le corps (22) des raidisseurs (2),
 - structure principale (2) caractérisée par le fait qu'au moins un premier raidisseur (2A) de la pluralité de raidisseurs (2) comprend au moins une encoche (23A), formée au moins en partie dans une semelle (21), définissant une première zone de jonction (ZJ-A), un pied (33) d'un cadre (3) étant fixé directement au panneau (1) au moins en partie selon la première zone de jonction (ZJ-A).
- [Revendication 2] Structure principale (S) selon la revendication 1, comprenant un deuxième raidisseur (2B), adjacent au premier raidisseur (2A) et comprenant au moins une encoche (23B), formée au moins en partie dans une semelle (21), définissant une deuxième zone de jonction (ZJ-B), un pied (33) d'un cadre (3) étant fixé directement au panneau (1) au moins en partie selon la deuxième zone de jonction (ZJ-B).
- [Revendication 3] Structure principale (S) selon l'une des revendications 1 à 2, dans laquelle le pied (33) du cadre (3) est fixé entièrement et directement au panneau (1).
- [Revendication 4] Structure principale (S) selon l'une des revendications 1 à 3, dans laquelle le cadre (3) est fabriqué en matériau composite.
- [Revendication 5] Structure principale (S) selon l'une des revendications 1 à 4, dans laquelle le premier raidisseur (2A) comprend au moins une encoche (23)

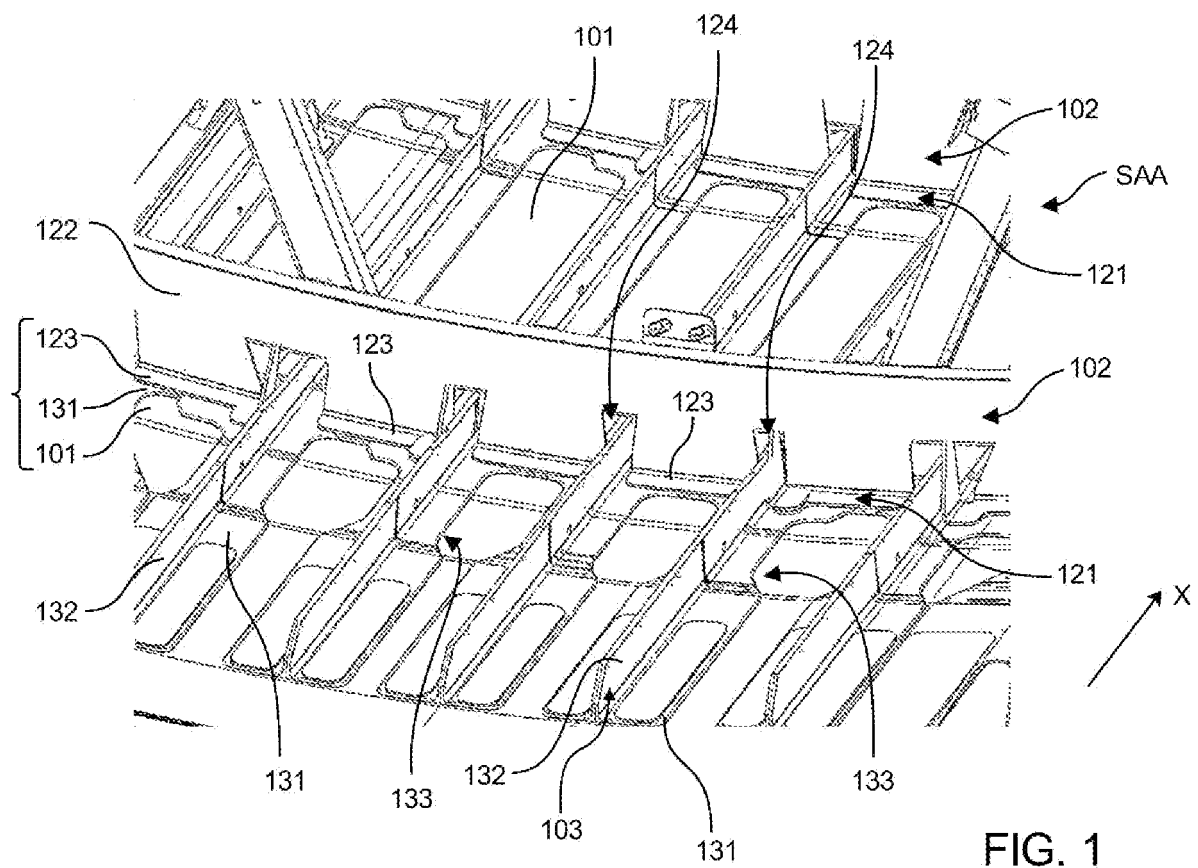
sur chaque semelle (21), les deux encoches (23) étant positionnées à une même position longitudinale.

- [Revendication 6] Structure principale (S) selon l'une des revendications 1 à 5, dans laquelle la semelle (21) du premier raidisseur (2A) ayant une largeur nominale (L21) selon un axe (Y) transversal à l'axe longitudinal (X), l'encoche (23) possède une largeur (L23) inférieure à 50% de la largeur nominale (L21) de la semelle (21), de préférence comprise entre 20% et 40% de la largeur nominale (L21) de la semelle (21).
- [Revendication 7] Structure principale (S) selon l'une des revendications 1 à 5, dans laquelle la semelle (21) du premier raidisseur (2A) ayant une largeur nominale (L21) selon un axe (Y) transversal à l'axe longitudinal (X), l'encoche (23) possède une largeur (L23) supérieure à 50% de la largeur nominale (L21) de la semelle (21), de préférence comprise entre 60% et 80% de la largeur nominale (L21) de la semelle (21).
- [Revendication 8] Structure principale (S) selon l'une des revendications 1 à 5, dans laquelle l'encoche (23) s'étend au moins en partie dans le corps (22) du raidisseur (2).
- [Revendication 9] Structure principale (S) selon l'une des revendications 1 à 8, dans laquelle la zone de jonction (ZJ) possède une forme trapézoïdale.
- [Revendication 10] Structure principale (S) selon l'une des revendications 1 à 9, dans laquelle la zone de jonction (ZJ) possède une longueur minimale (LZJ) définie selon l'axe longitudinal (X), le pied (33) du cadre (3) ayant une largeur (L33) sensiblement égale à la longueur minimale (LZJ).
- [Revendication 11] Structure principale (S) selon l'une des revendications 1 à 10, dans laquelle le corps (22) comprenant une tête (24) et deux flancs latéraux (25) reliant la tête (24) respectivement à chaque semelle (21), chaque semelle (21) possédant dans un plan de coupe (Y, Z) transversal à l'axe longitudinal (X) une épaisseur de semelle (Ep21), la tête (24) possédant une épaisseur de tête (Ep24), au moins une portion (26) de la tête (24) possède une épaisseur de tête (Ep24) supérieure à l'épaisseur de semelle (Ep21).
- [Revendication 12] Aéronef comprenant un fuselage comportant une structure principale (S) selon l'une des revendications 1 à 11.
- [Revendication 13] Procédé de fabrication d'une structure principale (S) d'un fuselage d'aéronef selon l'une des revendications 1 à 11, les semelles (21) d'au moins le premier raidisseur (2) étant fixées directement sur le panneau (1), une encoche (23A) étant formée au moins en partie dans une semelle (21) du premier raidisseur (2), l'encoche (23A) définissant une

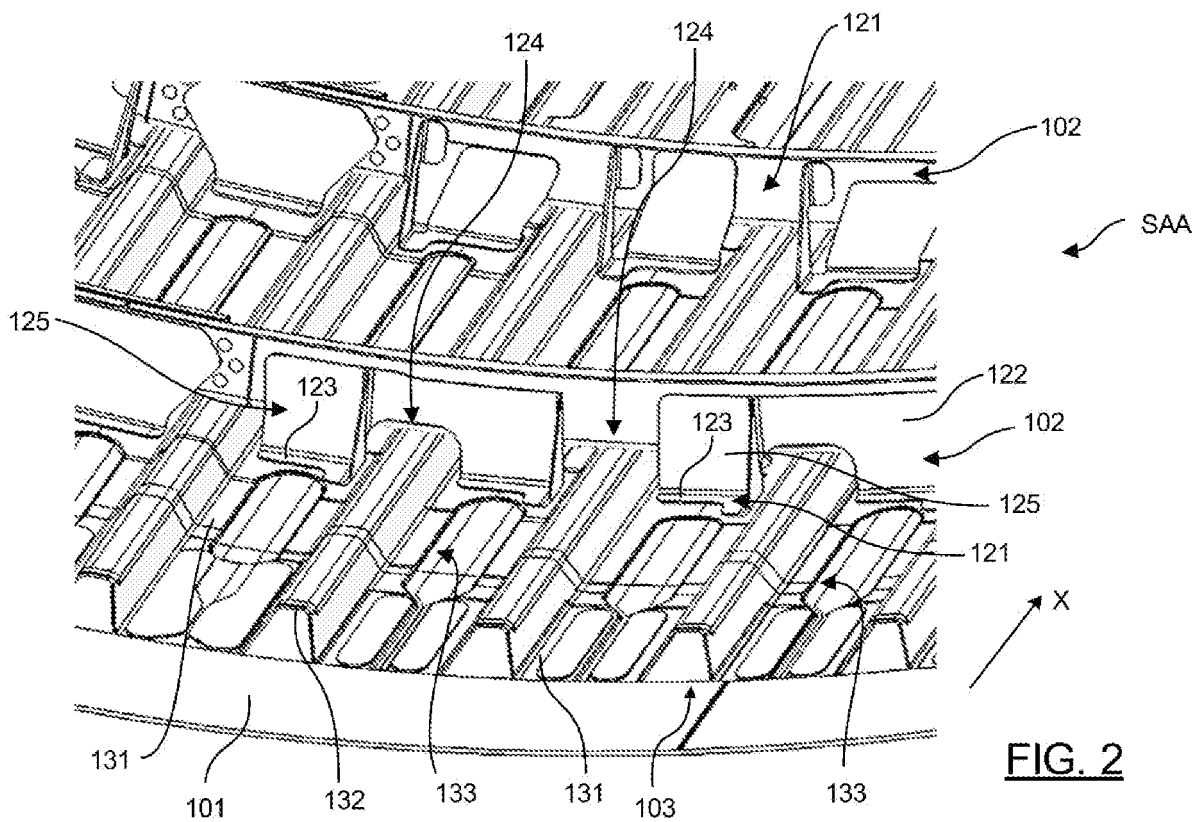
première zone de jonction (ZJ-A), le procédé comprend une étape consistant à :

- fixer le pied (33) du cadre (3) directement au panneau (1) selon la première zone de jonction (ZJ-A) définie par l'encoche (23).

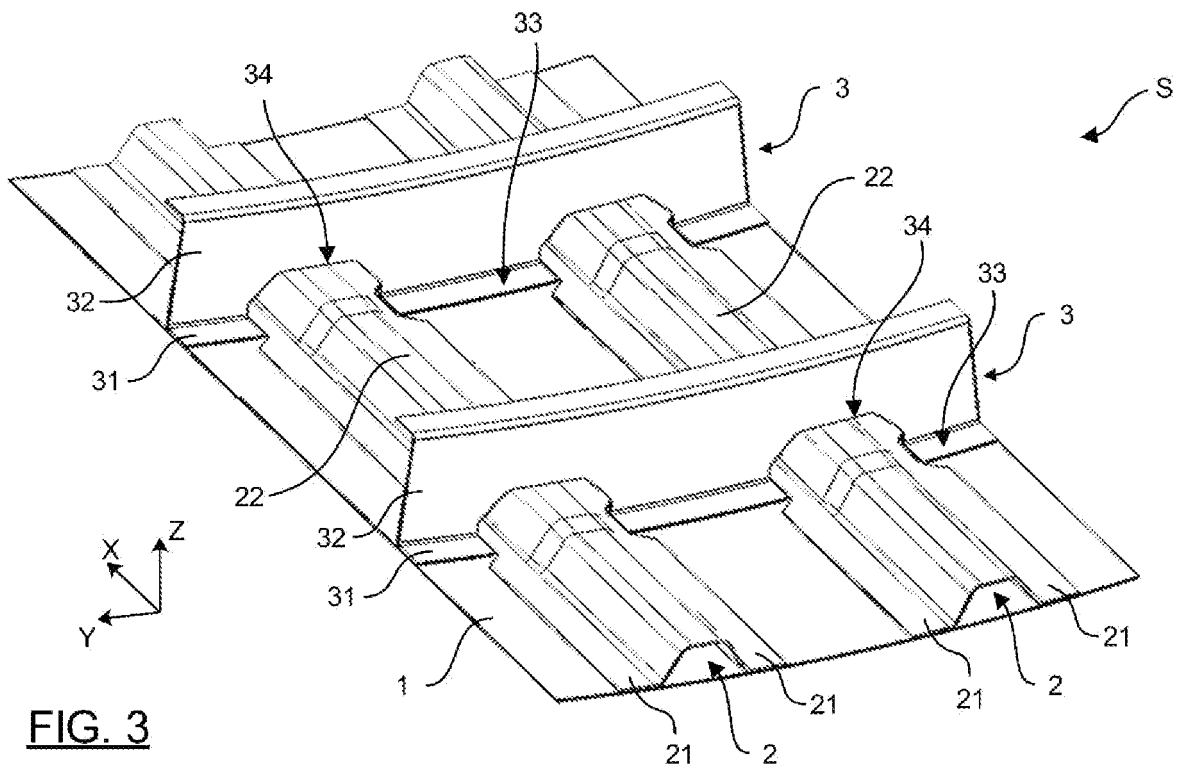
[Fig. 1]



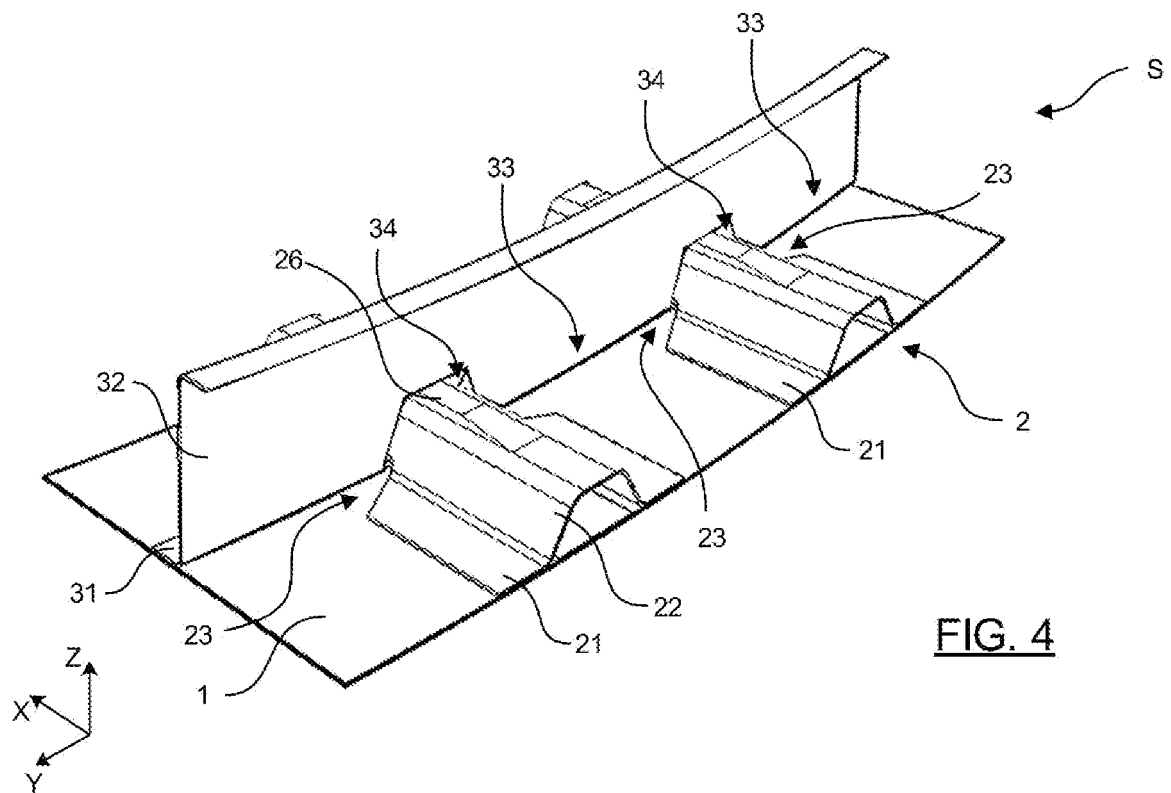
[Fig. 2]



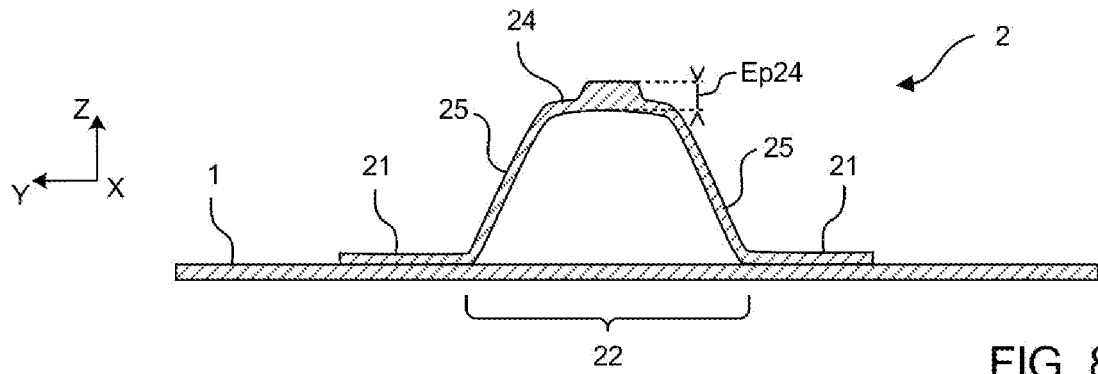
[Fig. 3]

**FIG. 3**

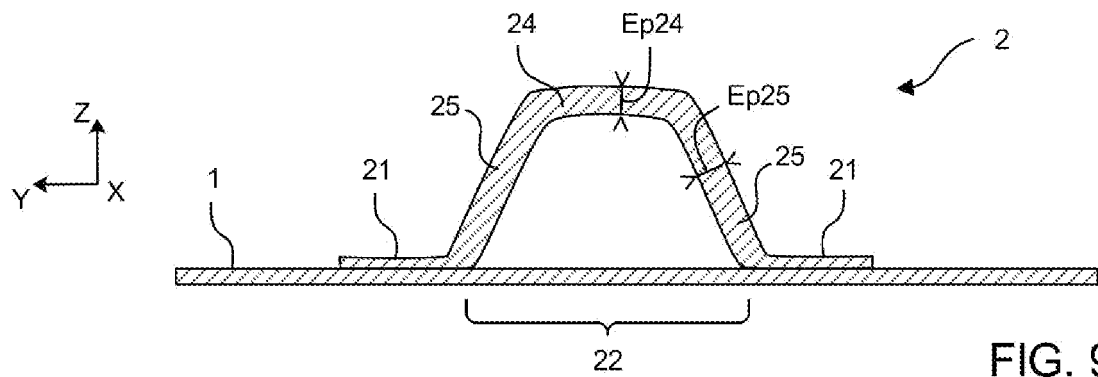
[Fig. 4]

**FIG. 4**

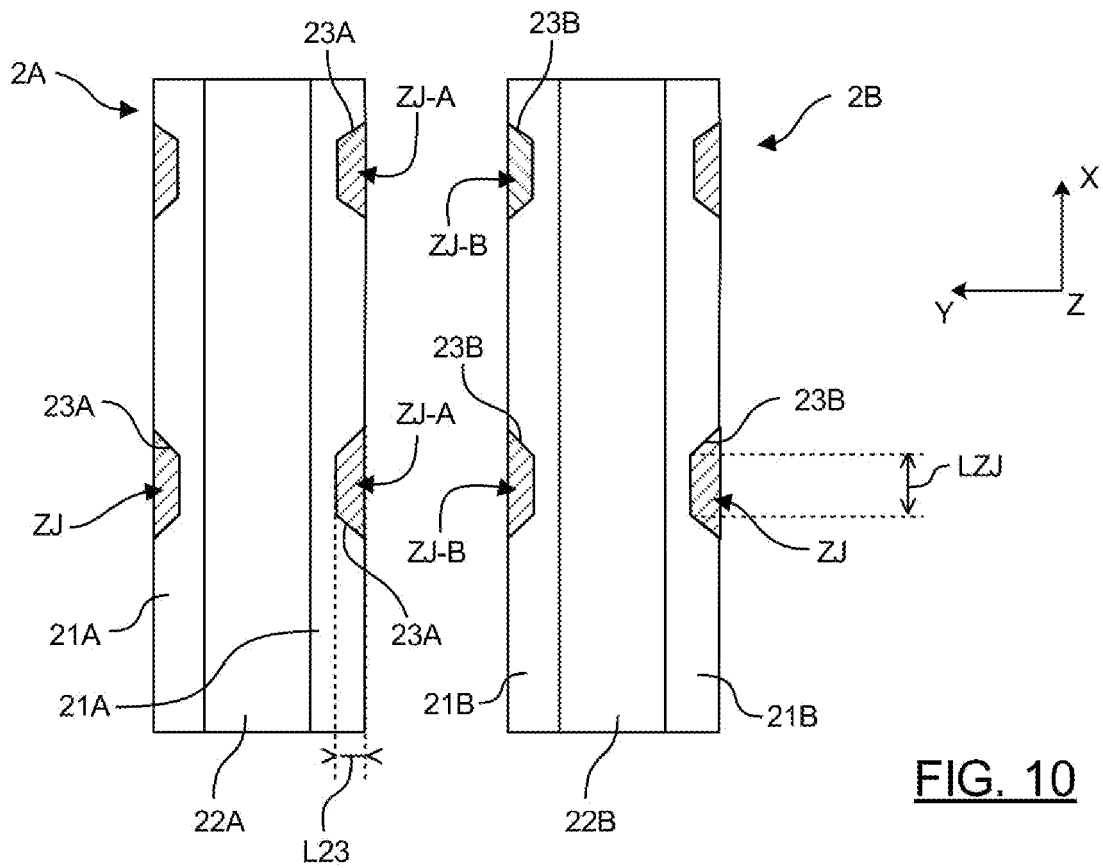
[Fig. 8]

**FIG. 8**

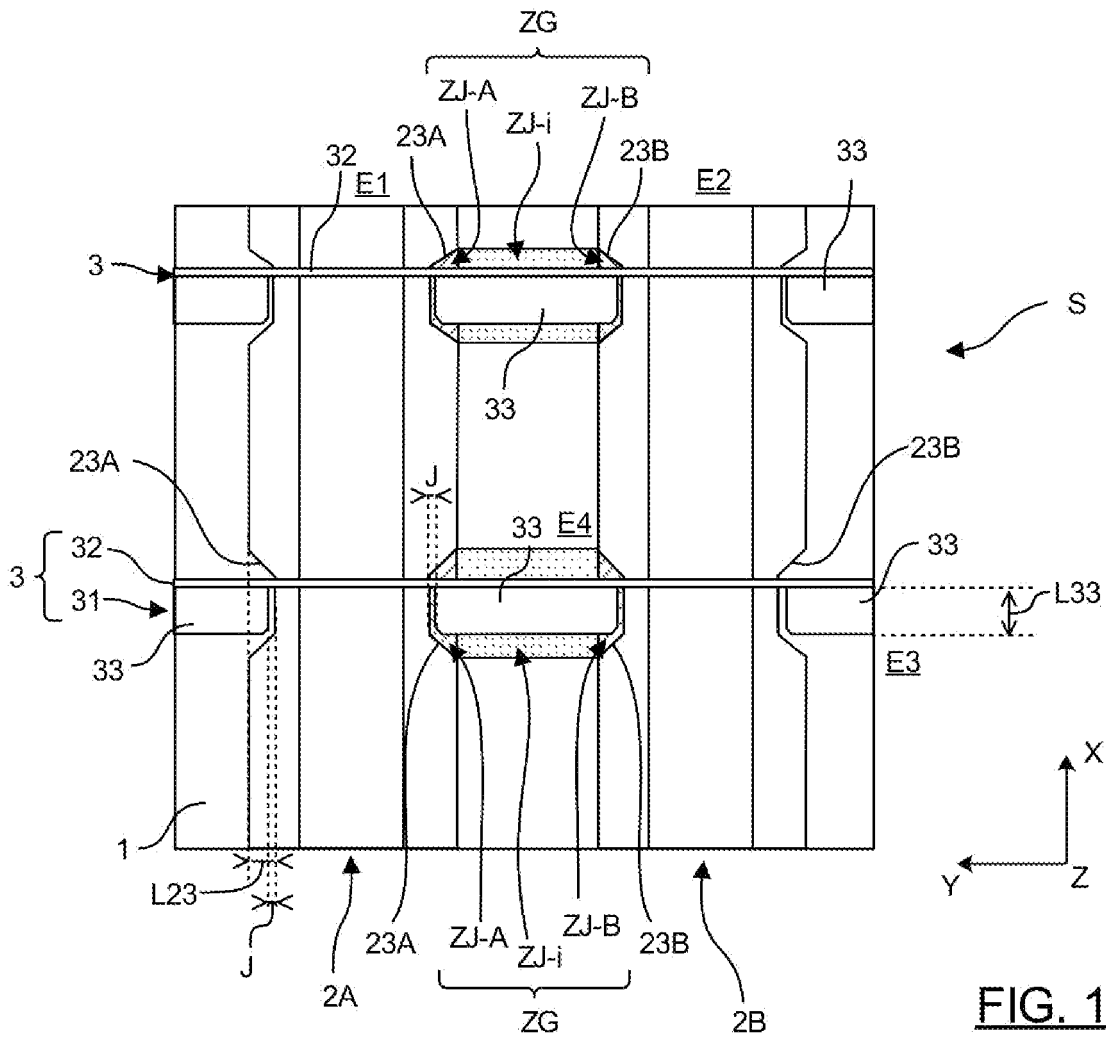
[Fig. 9]

**FIG. 9**

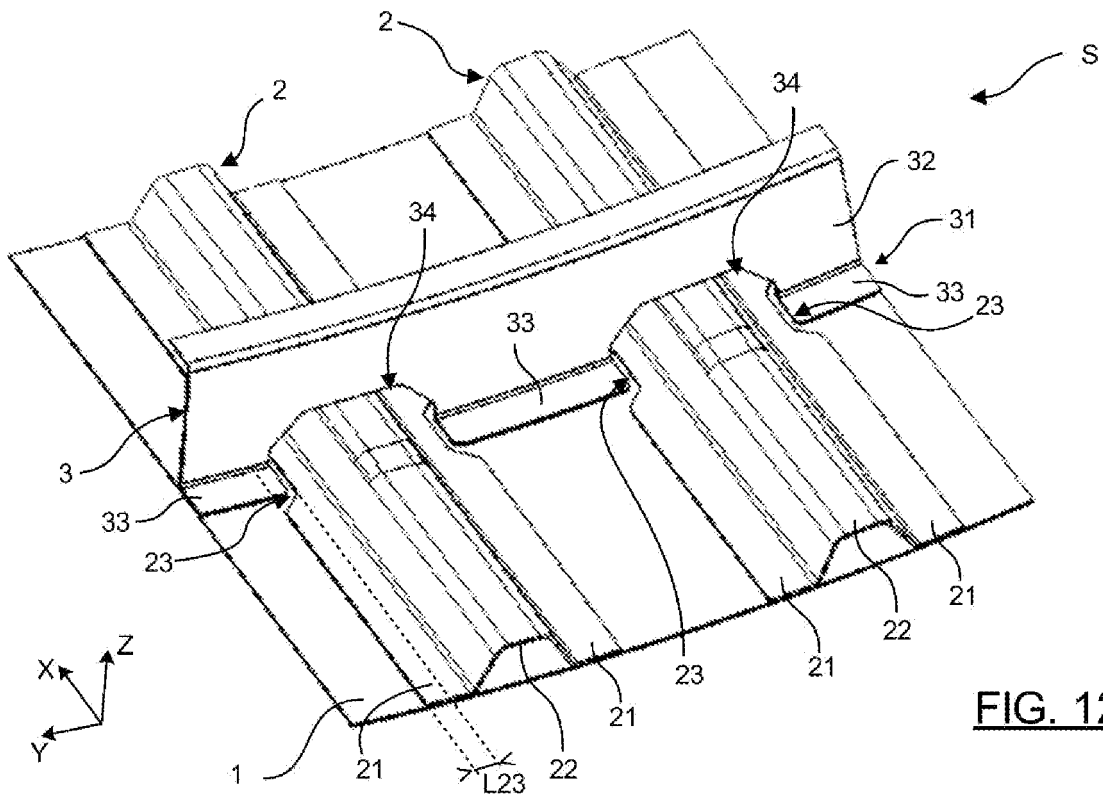
[Fig. 10]

**FIG. 10**

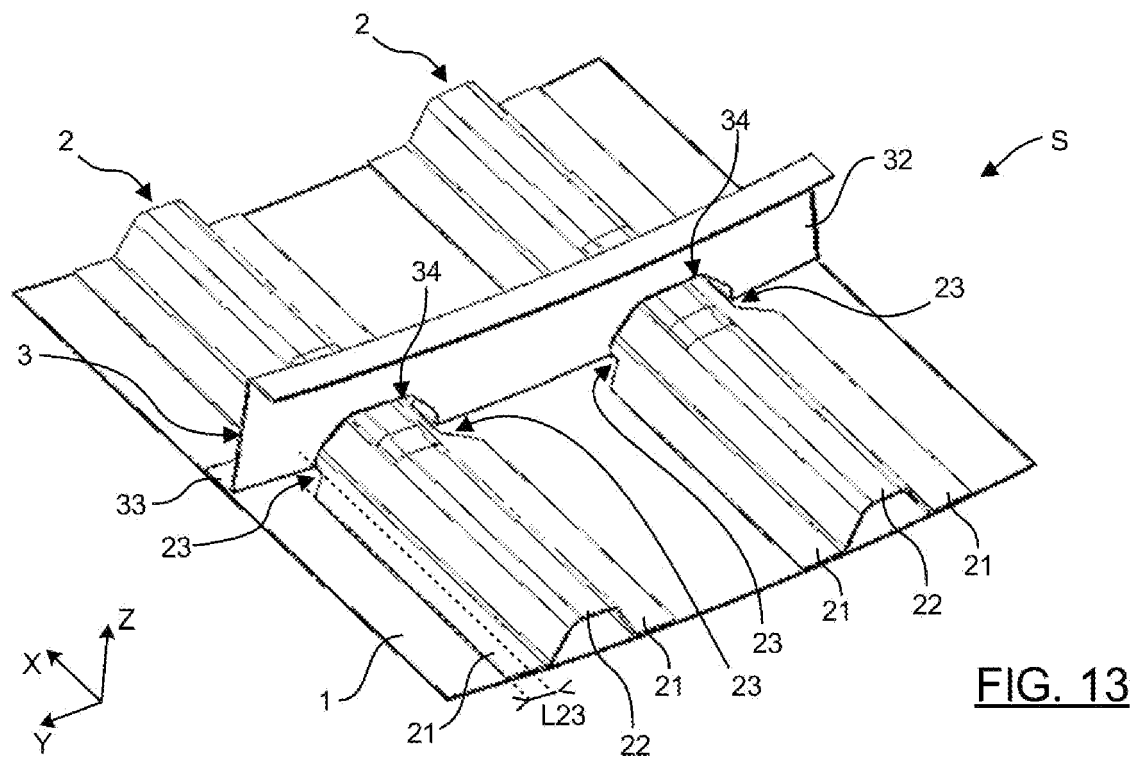
[Fig. 11]

**FIG. 11**

[Fig. 12]

**FIG. 12**

[Fig. 13]



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 926281
FR 2313073

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		
A	EP 3 501 804 A1 (BOEING CO [US]) 26 juin 2019 (2019-06-26) * le document en entier * -----	1-13	B64C 1/06
A	US 2019/193830 A1 (YADAV AVNIASH KUMAR [GB] ET AL) 27 juin 2019 (2019-06-27) * le document en entier * -----	1-13	
A	US 2012/219764 A1 (BIORNSTAD ROBERT D [US] ET AL) 30 août 2012 (2012-08-30) * le document en entier * -----	1-13	
A	US 2010/272954 A1 (ROMING THORSTEN [DE] ET AL) 28 octobre 2010 (2010-10-28) * le document en entier * -----	1-13	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			B64C
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
24 mai 2024		Weber, Carlos	
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 2313073 FA 926281

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 - 2024**
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
EP 3501804	A1	26-06-2019	AUCUN		

US 2019193830	A1	27-06-2019	CN	109987214 A	09-07-2019
			EP	3501972 A1	26-06-2019
			EP	3978359 A1	06-04-2022
			GB	2571911 A	18-09-2019
			US	2019193830 A1	27-06-2019

US 2012219764	A1	30-08-2012	CA	2562632 A1	05-01-2006
			CA	2857682 A1	05-01-2006
			EP	1748922 A2	07-02-2007
			EP	2394909 A1	14-12-2011
			EP	2436595 A2	04-04-2012
			EP	2561976 A2	27-02-2013
			ES	2392442 T3	10-12-2012
			ES	2608704 T3	12-04-2017
			ES	2620776 T3	29-06-2017
			JP	5087390 B2	05-12-2012
			JP	5094497 B2	12-12-2012
			JP	5255878 B2	07-08-2013
			JP	5497081 B2	21-05-2014
			JP	2007532384 A	15-11-2007
			JP	2008184155 A	14-08-2008
			JP	2008184156 A	14-08-2008
			JP	2008222221 A	25-09-2008
			JP	2012153362 A	16-08-2012
			PT	2394909 T	29-03-2017
			PT	2436595 T	02-01-2017
			US	2008230652 A1	25-09-2008
			US	2008246175 A1	09-10-2008
			US	2011073708 A1	31-03-2011
			US	2012219764 A1	30-08-2012
			WO	2006001860 A2	05-01-2006

US 2010272954	A1	28-10-2010	BR	PI0813649 A2	16-05-2017
			CA	2687553 A1	31-12-2008
			CN	101687539 A	31-03-2010
			DE	102007029500 A1	02-01-2009
			EP	2164754 A2	24-03-2010
			JP	2010531259 A	24-09-2010
			RU	2009142837 A	27-05-2011
			US	2010272954 A1	28-10-2010
			WO	2009000734 A2	31-12-2008
