

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
COURBEVOIE

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

3 148 573

21 N° d'enregistrement national : 23 04707

51 Int Cl<sup>8</sup> : B 64 C 1/40 (2023.01), B 32 B 3/12, G 10 K 11/16,  
B 64 G 1/38

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 12.05.23.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 15.11.24 Bulletin 24/46.

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

60 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : SAFRAN NACELLES Société par  
actions simplifiée — FR.

72 Inventeur(s) : VERSAEVEL Marc, DESJOYEUX  
Bertrand Léon Marie et GINI Pierre-Yves.

73 Titulaire(s) : SAFRAN NACELLES Société par actions  
simplifiée.

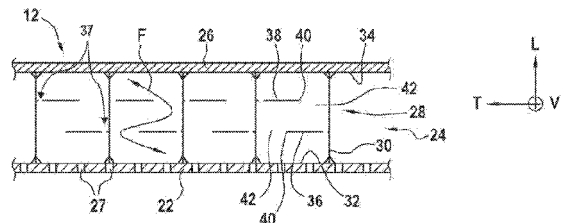
74 Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.

54 Structure d'atténuation acoustique dotée de cellules en S à barrières drainées et son procédé de fabrication.

57 Structure d'atténuation acoustique dotée de cellules en S à barrières drainées et son procédé de fabrication

L'invention concerne un panneau acoustique (12) à résonateurs pour nacelle d'ensemble propulsif d'aéronef, le panneau acoustique (12) comportant des cellules acoustiques (28) accolées qui forment un cœur alvéolaire (24), chaque cellule acoustique (28) comportant une enceinte (30) s'étendant suivant un axe (L) de propagation acoustique des ondes sonores et, à l'intérieur de l'enceinte (30), au moins un obstacle partiel (36, 38) qui s'étend depuis une paroi de l'enceinte (30) dans une direction transversale par rapport à l'axe (L) de propagation acoustique, ledit au moins un obstacle (36, 38) présentant au moins un bord (41a, 41b) solidaire d'une paroi de l'enceinte (30) et un bord libre (40) qui délimite un passage (42) interne décentré pour augmenter la longueur du chemin parcouru par les ondes sonores à travers la cellule acoustique (28). Ledit au moins un obstacle partiel (36, 38) comprend en outre au moins un orifice de drainage (37) adjacent à un bord solidaire d'une paroi de l'enceinte (30).

Figure pour l'abrégé : Fig.2



FR 3 148 573 - A1



## Description

### **Titre de l'invention : Structure d'atténuation acoustique dotée de cellules en S à barrières drainées et son procédé de fabrication**

#### **Domaine technique**

[0001] La présente invention se rapporte au domaine général des structures d'atténuation acoustiques et à leur procédé de fabrication. Elle concerne plus particulièrement les structures d'atténuation acoustique utilisées dans des volumes réduits, notamment pour réduire les bruits produits dans les moteurs d'avion comme dans les turbines à gaz ou échappement de ceux-ci.

#### **Technique antérieure**

[0002] Les enjeux de l'aviation commerciale concernant la baisse de la consommation de carburant et l'impact écologique conduisent à repenser les architectures des moteurs d'aéronefs. Deux caractéristiques sont particulièrement étudiées pour leur influence sur la performance de l'ensemble propulsif, le taux de dilution (rapport du débit d'air passant dans le flux secondaire sur le débit d'air passant dans le flux primaire du moteur) et la trainée induite par l'ensemble propulsif.

[0003] Il est prouvé et partagé par l'ensemble de la filière qu'une augmentation du taux de dilution améliore le rendement du moteur (diminue sa consommation et réduit ses émissions nuisibles). Cette augmentation du taux de dilution passe en pratique par une augmentation du diamètre de la soufflante des turbomachines. Cependant, cette augmentation de diamètre du flux secondaire induit l'augmentation dans les mêmes proportions du diamètre du carter et de la nacelle. Si l'architecture du module soufflante n'est pas repensée, il est aisé d'appréhender l'impact négatif de l'augmentation de trainée induite par l'ensemble propulsif présentant de plus grandes surfaces externes en contact avec l'air. L'une des voies étudiées conduit donc à raccourcir et amincir le carter externe et la nacelle du moteur pour réduire sa masse et sa trainée.

[0004] Sur les moteurs actuels, l'atténuation acoustique est en partie réalisée à l'aide de panneaux acoustiques disposés au niveau du carter et de la nacelle. Pour gagner en compacité sur le carter externe, les traitements acoustiques devront donc devenir eux-mêmes plus compacts.

[0005] Les panneaux acoustiques sont des éléments mécaniques assimilables à des boîtes alvéolées permettant d'atténuer les bruits émis par le moteur. La forme des alvéoles et l'épaisseur de ces panneaux sont étudiées afin de réduire au maximum les nuisances sonores du moteur, plus particulièrement dans certaines phases d'exploitation telles qu'au décollage et à l'atterrissage. La réduction de bruit est un enjeu d'autant plus important aux abords des aéroports et agglomérations limitrophes.

- [0006] Dans les futures architectures de moteur se posent deux nouvelles difficultés : la soufflante de grand diamètre tournera moins vite et générera donc des ondes sonores de plus basse fréquence et le carter structural ne recouvrira plus entièrement le moteur et ne permettra donc plus de confiner efficacement les bruits.
- [0007] Les structures d'atténuation acoustique sont typiquement constituées d'une plaque ou peau de surface acoustique perméable aux ondes acoustiques que l'on souhaite atténuer et d'une plaque ou peau pleine réfléchissante dite « plaque de fermeture », un corps cellulaire étant disposé entre ces deux peaux. Le corps cellulaire est généralement constitué par un ensemble de cloisons, par exemple en forme de nid d'abeille. De façon bien connue, de telles structures forment des résonateurs de type Helmholtz qui permettent d'atténuer dans une certaine gamme de fréquences les ondes acoustiques. Des structures d'atténuation acoustique de ce type sont notamment décrites dans les documents US 5 912 442 et GB 2 314 526. Toutefois, les structures d'atténuation acoustique précédemment décrites ne permettent d'absorber qu'une gamme de fréquence très restreinte.
- [0008] Avec une telle structure, la fréquence  $f$  absorbée est de l'ordre de  $c/4e$  avec  $e$  l'épaisseur du corps cellulaire et  $c$  la célérité du son. Ou inversement, l'épaisseur de traitement nécessaire à traiter une fréquence  $f$  est de l'ordre de  $c/4f$ .
- [0009] Ainsi, si la fréquence du bruit à traiter diminue, l'épaisseur de traitement requise augmente. Typiquement, en l'absence d'effets d'écoulement rasant, un corps cellulaire d'une épaisseur de 30 mm est adapté pour atténuer des fréquences proches de 2000 Hz, et un corps cellulaire d'une épaisseur de 70 mm est adapté pour atténuer des fréquences proches de 880 Hz. L'épaisseur du corps cellulaire correspond à la distance entre la peau acoustique perméable et la peau acoustique imperméable. En d'autres termes la longueur acoustique des cellules est sensiblement égale à la hauteur de l'âme alvéolaire.
- [0010] Cette contrainte d'atténuation va à l'encontre de la réduction de l'épaisseur du carter structural et de sa surface pour satisfaire la réduction de masse et de traînée.
- [0011] Or, il est souhaitable de produire des structures d'atténuation acoustique traitant largement les basses fréquences, tout en présentant des performances satisfaisantes dans les moyennes et hautes fréquences, par exemple dans le cas d'une soufflante de moteur à soufflante lente qui produit des basses fréquences et des harmoniques. En outre, l'encombrement et la masse de la structure d'atténuation acoustique doivent de préférence être limités, par exemple lorsque celle-ci est montée sur un avion.
- [0012] Pour élargir la gamme de fréquences absorbées, il est connu de superposer deux corps cellulaires, présentant de préférence chacun une structure en nid d'abeille de taille différente pour traiter des fréquences différentes. On parle de structures DDOF en anglais pour « Double Degree Of Freedom » (ou aussi 2DOF) pour les panneaux

acoustiques ayant deux corps cellulaires distincts superposés, et de structure SDOF en anglais pour « Single Degree Of Freedom » pour les panneaux acoustiques avec un seul corps cellulaire.

- [0013] Toutefois, cette solution à deux corps cellulaires superposés présente des limites pour le traitement des basses fréquences. En effet, pour réduire les fréquences les plus basses, il est nécessaire de recourir à des corps cellulaires de grande épaisseur. Ainsi, la structure d'atténuation acoustique comprenant deux corps cellulaires empilés pour traiter à la fois les basses et les hautes fréquences sera relativement encombrante.
- [0014] Différentes solutions existent pour traiter les basses fréquences en limitant l'augmentation d'épaisseur : l'usage de cône introduit dans les cellules, l'inclinaison d'un nid d'abeille classique ou la fabrication de cellule en labyrinthe ou en S.
- [0015] Le document EP 3 676 825 propose une structure de panneau acoustique avec un corps cellulaire ayant des cellules présentant une structure en S à l'intérieur pour augmenter la distance parcourue par le son à l'intérieur de la cellule. Les panneaux acoustiques décrits dans ce document comprennent des cellules présentant à l'intérieur au moins un obstacle partiel s'étendant depuis la paroi interne de la cellule et empêchant l'onde de se propager directement le long de la direction selon laquelle s'étend la cellule, autrement dit la direction de l'épaisseur du corps cellulaire.
- [0016] Cependant, les panneaux acoustiques doivent en général également répondre à une exigence de non rétention de liquide. Or, en fonction de l'orientation gravitaire des panneaux acoustiques dont les âmes alvéolaires comportent des cloisons partielles additionnelles pour former une structure interne en S, on peut être confronté à une rétention de liquide en quantité excessive, ce qui peut être préjudiciable voire inacceptable pour le bon fonctionnement et la fiabilité du système.

### **Exposé de l'invention**

- [0017] La présente invention a donc pour but principal de proposer une structure de panneau acoustique avec un corps cellulaire ayant des cellules présentant une structure en S à l'intérieur et avec une configuration permettant en outre de répondre au besoin de drainage tout en conservant l'adaptation d'atténuation aux fréquences acoustiques.
- [0018] Selon un objet de l'invention, il est proposé un panneau acoustique à résonateurs pour nacelle d'ensemble propulsif d'aéronef, le panneau acoustique comportant des cellules acoustiques accolées les unes aux autres dans un plan orthogonal à une direction de propagation acoustique des ondes sonores pour former un cœur alvéolaire, chaque cellule acoustique comportant une enceinte s'étendant suivant un axe principal parallèle à l'axe de propagation acoustique des ondes sonores et, à l'intérieur de l'enceinte, au moins un obstacle partiel qui s'étend depuis une paroi de l'enceinte dans une direction transversale qui est orthogonal à l'axe principal, ledit au moins un

obstacle partiel comprenant au moins un bord solidaire d'une paroi de l'enceinte et un passage interne décentré par rapport à un axe central de l'enceinte parallèle à ou confondu avec l'axe principal de l'enceinte pour augmenter la longueur du chemin parcouru par les ondes sonores à travers la cellule acoustique.

- [0019] Selon une caractéristique générale de l'invention, ledit au moins un obstacle partiel comprend en outre au moins un orifice de drainage adjacent à un bord solidaire d'une paroi de l'enceinte.
- [0020] Ledit au moins un orifice de drainage prévu dans un obstacle partiel permet ainsi d'évacuer tout liquide résiduel qui pourrait s'accumuler dans la cellule au niveau des jonctions entre l'enceinte et un obstacle partiel.
- [0021] Par adjacent, on entend « qui se trouve dans le voisinage immédiat » comme définit dans un dictionnaire. Ainsi par « un orifice de drainage adjacent à un bord solidaire d'une paroi de l'enceinte », on entend un orifice situé dans le voisinage direct du bord de l'obstacle partiel, l'orifice pouvant être accolé audit bord ou bien à proximité du bord de l'obstacle mais sans être accolé à ce bord d'obstacle, le bord considéré étant un bord solidaire et donc accolé à une paroi de l'enceinte.
- [0022] Dans un premier mode de réalisation du panneau acoustique selon l'invention, ledit au moins un obstacle partiel peut comprendre une découpe décentrée par rapport à l'axe central de l'enceinte, la découpe formant le passage interne décentré.
- [0023] Dans une deuxième mode de réalisation du panneau acoustique selon l'invention, ledit au moins un obstacle partiel peut comprendre un bord libre distant d'une paroi de l'enceinte, le passage interne décentré étant formé entre le bord libre et la paroi de l'enceinte en regard dudit bord libre.
- [0024] Dans ce deuxième mode de réalisation, ledit bord libre de l'obstacle partiel est opposé à un bord solidaire de la paroi de l'enceinte.
- [0025] Dans un troisième mode de réalisation du panneau acoustique selon l'invention, ledit au moins un obstacle partiel peut comprendre plusieurs bords solidaires d'une paroi de l'enceinte sur toute la longueur de la paroi correspondante, ladite longueur s'étendant dans une direction orthogonale à l'axe de propagation acoustique, et ledit au moins un obstacle partiel comprenant au moins deux orifices de drainage.
- [0026] Prévoir deux orifices de drainage plutôt permet d'améliorer l'efficacité de drainage en termes de rapidité de drainage mais également en augmentant le nombre de sites possible pour drainer le liquide résiduel.
- [0027] Dans un quatrième mode de réalisation du panneau acoustique selon l'invention, chacun desdits bords solidaires d'une paroi de l'enceinte sur toute la longueur de la paroi correspondante comportant au moins un orifice de drainage.
- [0028] Prévoir un orifice de drainage par bord solidaire de l'enceinte de la cellule acoustique permet d'améliorer les chances de drainer tout liquide résiduel quel que soit

l'orientation de la cellule acoustique par rapport à la gravité.

- [0029] Ledit au moins un obstacle partiel peut comprendre deux orifices de drainage adjacents à un même bord solidaire d'une paroi de l'enceinte.
- [0030] De préférence, ledit au moins un orifice de drainage comprend une largeur supérieure ou égale à 0,1 mm et une longueur supérieure ou égale à 0,2 mm, et une section inférieure à 1 mm<sup>2</sup> et supérieur à 0,05 mm<sup>2</sup>.
- [0031] Si les orifices de drainage sont trop petits, ils ne permettent pas le passage efficace de l'eau. S'ils sont trop grands, il y a une perte d'efficacité acoustique.
- [0032] De préférence, ledit au moins un orifice comprend une section inférieure à 0,5 mm<sup>2</sup>.
- [0033] De préférence encore, ledit au moins un orifice comprend une section inférieure à 0,2 mm<sup>2</sup>.
- [0034] Dans un cinquième mode de réalisation du panneau acoustique selon l'invention, ledit au moins un orifice de drainage peut comprendre une forme allongée s'étendant jusqu'au bord de l'obstacle partiel auquel il est associé, l'orifice de drainage étant latéralement ouvert sur ladite paroi de l'enceinte solidaire dudit bord auquel est associé l'orifice de drainage.
- [0035] Dans un sixième mode de réalisation du panneau acoustique selon l'invention, le panneau acoustique peut comprendre en outre une peau acoustiquement poreuse et une peau acoustiquement opaque, le cœur alvéolaire étant intercalé, selon l'axe principal, entre la peau acoustiquement poreuse et la peau acoustiquement opaque, et chaque enceinte du cœur alvéolaire comprend au moins deux encoches de drainage, chaque encoche de drainage étant disposée dans une paroi distincte de l'enceinte de la cellule sur une portion en contact avec la peau acoustiquement opaque.
- [0036] Dans un septième mode de réalisation du panneau acoustique selon l'invention, au moins une cellule acoustique comporte un premier obstacle partiel et un second obstacle partiel, le premier obstacle partiel et le second obstacle partiel étant décalés suivant l'axe principal, le passage délimité par le bord d'extrémité libre du premier obstacle partiel et le passage délimité par le bord d'extrémité libre du second obstacle partiel étant décalés radialement pour former une chicane prévue pour augmenter la longueur du chemin parcouru par les ondes sonores à travers la cellule acoustique associée.
- [0037] Dans un autre objet, il est proposé une nacelle d'ensemble propulsif d'aéronef, qui comprend au moins un panneau acoustique tel que défini ci-dessus.
- [0038] Dans un autre objet, il est proposé un procédé de fabrication d'un panneau acoustique conforme à l'invention, ledit au moins un obstacle partiel étant réalisé à partir d'au moins un ruban. Ce procédé comprend : une étape de perforation du ruban pour former au moins un orifice de drainage, une étape de fixation dans laquelle ledit au moins un ruban est fixé au moins à une première plaque, et dans laquelle une deuxième plaque

est fixée à la première plaque par des parties nodales respectives, une étape de formage dans laquelle des parties non-nodales de la première et de la deuxième plaque sont conformées de sorte que chaque partie non-nodale de la première plaque constitue, avec une partie non-nodale respective de la deuxième plaque, ladite paroi périphérique délimitant une cellule acoustique correspondante du cœur alvéolaire, et de sorte qu'une partie dudit au moins un ruban forme ledit au moins un obstacle partiel dans cette cellule acoustique, ledit au moins un obstacle partiel comprenant au moins un orifice de drainage.

[0039] Il est proposé aussi un procédé de fabrication d'un panneau acoustique conforme à l'invention, ledit au moins un obstacle partiel étant réalisé à partir d'au moins un ruban. Ce procédé comprend : une étape de perforation du ruban pour former au moins un orifice de drainage, une étape de fixation dans laquelle ledit au moins un ruban est fixé au moins à une première plaque, et dans laquelle une deuxième plaque est fixée à la première plaque par des parties nodales respectives, une étape de formage dans laquelle des parties non-nodales de la première et de la deuxième plaque sont conformées de sorte que chaque partie non-nodale de la première plaque constitue, avec une partie non-nodale respective de la deuxième plaque, ladite paroi périphérique délimitant une cellule acoustique correspondante de l'âme alvéolaire, et de sorte qu'une partie dudit au moins un ruban forme ledit au moins un obstacle partiel dans cette cellule acoustique, ledit au moins un obstacle partiel comprenant au moins un orifice de drainage.

[0040] Le procédé peut comprendre en outre une étape de découpage du ruban pour former au moins une découpe définissant ledit au moins un passage interne décalé, l'étape de découpage pouvant être mutualisée avec l'étape de perforation.

### **Brève description des dessins**

[0041] [Fig.1] La [Fig.1] est une vue schématique en section qui illustre une nacelle équipée d'une pluralité de panneaux acoustiques selon l'invention ;

[0042] [Fig.2] La [Fig.2] est une vue schématique en section transversale qui illustre des cellules d'un des panneaux acoustiques de la [Fig.1] équipées de deux obstacles formant des chicanes ;

[0043] [Fig.3] La [Fig.3] est une vue schématique en section transversale qui illustre des cellules d'un des panneaux acoustiques de la [Fig.1] équipé de trois obstacles formant des chicanes ;

[0044] [Fig.4] La [Fig.4] est une vue schématique en perspective avec arrachement qui illustre une cellule hexagonale d'un des panneaux acoustiques de la [Fig.1] équipée de deux obstacles formant des chicanes ;

[0045] [Fig.5] La [Fig.5] illustre une vue de dessus d'un cœur alvéolaire d'un panneau

acoustique de la [Fig.2] selon un premier mode de mise en œuvre du procédé de fabrication de l'invention.

[0046] [Fig.6] La [Fig.6] illustre une vue de dessus d'un cœur alvéolaire d'un panneau acoustique de la [Fig.2] selon un second mode de mise en œuvre du procédé de fabrication de l'invention.

[0047] [Fig.7] La [Fig.7] présente un logigramme d'un procédé de fabrication d'un des panneaux acoustiques de la [Fig.2] selon un mode de mise en œuvre de l'invention.

### **Description des modes de réalisation**

[0048] Les éléments identiques ou similaires sont repérés par des signes de référence identiques sur l'ensemble des figures.

[0049] Dans la description, on adoptera à titre non limitatif la terminologie longitudinal, vertical et transversal en référence au trièdre L, V, T indiqué dans les figures.

[0050] On utilisera également à titre non limitatif les expressions « avant » et « arrière » en référence à la partie inférieure et à la partie supérieure respectivement des figures 2 à 5.

[0051] La [Fig.1] montre une nacelle 10 équipée d'une pluralité de panneaux acoustiques 12 à résonateurs d'atténuation acoustique représentés schématiquement en trait fort. Certains ou la totalité de ceux-ci, ou d'autres panneaux acoustiques peuvent être totalement ou partiellement équipés de cœurs alvéolaires selon l'invention.

[0052] Les panneaux acoustiques 12 sont conçus pour atténuer le bruit émis par les organes qui sont logés dans la nacelle 10, comme un moteur ou une soufflante (non représentés). Selon des exemples de réalisation de l'invention décrits ici, les panneaux acoustiques 12 sont intégrés dans une virole d'entrée d'air 14, dans la veine secondaire 16 et dans une tuyère 20 d'éjection.

[0053] En référence à la [Fig.2], qui illustre un premier exemple de réalisation d'un panneau acoustique 12, le panneau acoustique 12 comporte successivement, d'avant en arrière suivant l'axe longitudinal L, une peau acoustique 22 avant qui est acoustiquement poreuse aux ondes sonores, un cœur alvéolaire 24, et une peau arrière 26 pleine et donc acoustiquement réfléchissante.

[0054] La peau acoustique 22 avant et la peau arrière 26 s'étendent parallèlement entre elles et transversalement, c'est-à-dire selon la direction transversale T qui est orthogonale à la direction longitudinale L.

[0055] La peau acoustique 22 avant présente une pluralité de perforations 27, ou une perméabilité formée par un grillage, les perforations 27 étant adaptées pour permettre aux ondes sonores de pénétrer dans le cœur alvéolaire 24.

[0056] Le cœur alvéolaire 24 comporte une pluralité de cellules 28 acoustiques, ou alvéoles 28, qui sont accolées entre elles les unes aux autres selon la direction transversale T et la direction verticale V pour former une structure creuse telle que par exemple en « nid

d'abeille ». La direction de l'axe longitudinal L correspond à la direction de propagation acoustique d'une onde sonore entrant dans une cellule acoustique 28 via la peau acoustique 22.

- [0057] Chaque cellule 28 est délimitée par une enceinte 30 périphérique s'étendant sensiblement parallèlement à la direction longitudinale L depuis la peau acoustique 22 jusqu'à la peau arrière 26. La forme de la cellule 28 peut être de section transversale hexagonale, comme on peut le voir à la [Fig.4], ou de forme rectangulaire, ou carré, ou circulaire, ou toute autre forme géométrique polygonale, curviligne ou mixte.
- [0058] Aussi, chaque cellule 28 s'étend suivant un axe principal longitudinal L, correspondant globalement à un axe de propagation des ondes sonores, depuis une extrémité avant 32 de la cellule 28 en appui sur la peau acoustique 22, jusqu'à une extrémité arrière 34 en appui sur la peau arrière 26.
- [0059] On notera que les cellules 28 sont indépendantes acoustiquement. Par les termes « cellules acoustiquement indépendantes », on considère des cellules dont l'enceinte 30 ne propage pas significativement les ondes acoustiques d'une cellule 28 vers une autre. Par ces termes, on considère des cellules séparées par des parois étanches ou des parois perforées d'un ou quelques orifices de petites dimensions et en nombre limité dont la fonction est principalement de faciliter l'évacuation des liquides pouvant pénétrer dans les cellules. Ces orifices sont préférentiellement en nombre de deux à quatre de section unitaire de l'ordre de 1 à 4 mm<sup>2</sup>, et situés dans l'enceinte 30 des cellules, à proximité immédiate de l'extrémité arrière 34 de l'âme acoustique contre la peau arrière 26.
- [0060] Comme on peut le voir dans l'exemple de mode de réalisation illustré sur la [Fig.2], chaque cellule 28 comporte au moins un premier obstacle 36 partiel et même, dans cet exemple, un second obstacle 38 partiel qui s'étendent globalement selon la direction transversale T depuis l'enceinte 30 de la cellule 28. Autrement dit, les obstacles 36 et 38 s'étendent dans un plan perpendiculaire à l'axe principal de la cellule 28 associée, l'axe principal de la cellule 28 étant confondu avec la direction de l'axe longitudinal L.
- [0061] De plus, chaque obstacle 36, 38 présente un bord libre 40 qui délimite un passage 42 avec la paroi 30 en vis-à-vis, pour permettre le passage des ondes sonores qui pénètrent dans la cellule 28 associée.
- [0062] Les obstacles 36, 38 sont décalés en profondeur suivant l'axe principal longitudinal L de la cellule 28 associée.
- [0063] Les obstacles 36, 38 sont sensiblement opposés, c'est-à-dire que le premier obstacle 36 s'étend depuis un premier bord d'accroche 41a du côté gauche de la paroi 30, selon les figures 2 et 4, et le second obstacle 38 s'étend depuis un second bord d'accroche 41b du côté droit opposé de la paroi 30, pour former une chicane prévue pour augmenter la longueur du chemin parcouru par les ondes sonores à travers la cellule 28 associée.

- [0064] De plus, la longueur de chaque obstacle 36, 38 est adaptée pour que les obstacles 36, 38 se superposent en partie selon une vue en projection longitudinale sur une surface perpendiculaire à la direction longitudinale.
- [0065] Ainsi, les ondes sonores suivent une trajectoire sinueuse entre les obstacles 36, 38, depuis l'extrémité avant 32 jusqu'à l'extrémité arrière 34 de la cellule 28 associée. Cette trajectoire sinueuse est donc plus longue que la distance en ligne droite entre les deux faces d'extrémités 32 et 34.
- [0066] Comme illustré par la flèche F sur la [Fig.2], les ondes sonores suivent un chemin sinueux qui présente une longueur apparente supérieure à la longueur d'un chemin rectiligne.
- [0067] En outre, chaque obstacle 36, 38 comprend au moins un orifice de drainage 37 situé à proximité ou même accolé à la paroi de l'enceinte 30 à laquelle l'obstacle 36, 38 est fixé. Chaque orifice de drainage 37 permet ainsi d'évacuer tout liquide retenu par l'obstacle 36, 38.
- [0068] Comme cela est illustré sur la [Fig.4], chaque cellule acoustique 28 comprend en outre deux encoches de drainage 31 prévues chacune dans une paroi de l'enceinte 30 à la jonction avec la peau arrière 26.
- [0069] Selon un autre exemple de réalisation représenté à la [Fig.3], qui est similaire à l'exemple représenté sur la [Fig.2], chaque cellule 28 comporte un troisième obstacle 44, les trois obstacles 36, 38, 44 ont des dimensions telles que deux obstacles successifs dans le sens longitudinal, présentent une surface cumulée supérieure à la section de la cellule et une surface projetée couvrant la totalité de la section. En d'autres termes les obstacles sont agencés pour imposer un chemin sinueux aux ondes sonores qui parcourent la cellule 28 associée, comme le montre la flèche F.
- [0070] Les cellules 28 peuvent être réalisées en matériau composite thermoplastique et les obstacles en matériau métallique. Aussi, les obstacles 36, 38 peuvent être soudés au matériau formant les cellules 28.
- [0071] Sur la [Fig.5] est illustré une vue de dessus d'un obstacle 36, 38 selon un mode de réalisation particulier. Dans ce mode de réalisation, l'obstacle 36, 38 comprend quatre orifices de drainage 37 placés chacun à un sommet de l'hexagone formé par l'obstacle 36, 38. Chaque sommet comportant de l'hexagone comportant un orifice de drainage 37 est formé par deux bords de l'obstacle 36, 38 qui sont solidaires d'une paroi de l'enceinte 30.
- [0072] Sur la [Fig.6] est illustré une vue de dessus d'un obstacle 36, 38 selon un autre mode de réalisation particulier différent de celui de la [Fig.5]. Ce mode de réalisation diffère de celui de la [Fig.5] en ce que les orifices de drainage 37 ont une forme allongée plutôt que circulaire comme sur la [Fig.5]. La forme des orifices de drainage 37 est allongée jusqu'à la paroi de l'enceinte 30, l'orifice étant donc en contact direct avec la

paroi de l'enceinte 30.

- [0073] Un tel panneau acoustique peut être fabriqué selon un procédé de fabrication tel que décrit dans le document FR 3 070 530 en ajoutant une étape préliminaire de perforation des rubans pour ainsi prévoir des orifices de drainage dans les obstacles 36, 38.
- [0074] Sur la [Fig.7] est présenté schématiquement un autre procédé de fabrication d'un panneau acoustique conforme à l'invention avec au moins un obstacle partiel réalisé à partir d'au moins un ruban.
- [0075] Le procédé de fabrication présenté sur la [Fig.7] comprend une étape 700 de découpage du ruban, une étape 710 de perforation du ruban pour former au moins un orifice de drainage, une étape 720 de fixation et une étape de formage 730.
- [0076] Lors de l'étape 700 de découpage du ruban, le ruban est découpé pour former au moins une découpe définissant au moins un passage interne décalé.
- [0077] Lors de l'étape 720 de perforation du ruban, le ruban est fixé au moins à une première plaque et une deuxième plaque est fixée à la première plaque par des parties nodales respectives.
- [0078] Lors de l'étape 730 de formage, des parties non-nodales de la première et de la deuxième plaque sont conformées de sorte que :
- chaque partie non-nodale de la première plaque constitue, avec une partie non-nodale respective de la deuxième plaque, la paroi périphérique délimitant une cellule acoustique correspondante du cœur alvéolaire, et de sorte que
  - une partie du ruban forme l'obstacle partiel dans cette cellule acoustique, l'obstacle partiel comprenant au moins un orifice de drainage.
- [0079] L'étape 700 de découpage peut être mutualisée avec l'étape 710 de perforation.
- [0080] Le panneau acoustique selon l'invention offre ainsi une structure de panneau acoustique avec un corps cellulaire ayant des cellules présentant une structure en S à l'intérieur et avec une configuration permettant en outre de répondre au besoin de drainage tout en conservant l'adaptation d'atténuation aux fréquences acoustiques.

## Revendications

- [Revendication 1] Panneau acoustique (12) à résonateurs pour nacelle d'ensemble propulsif d'aéronef, le panneau acoustique (12) comportant des cellules acoustiques (28) accolées les unes aux autres dans un plan orthogonal à une direction de propagation acoustique des ondes sonores pour former un cœur alvéolaire (24), chaque cellule acoustique (28) comportant une enceinte (30) s'étendant suivant un axe principal (L) parallèle à l'axe de propagation acoustique des ondes sonores et, à l'intérieur de l'enceinte (30), au moins un obstacle partiel (36, 38) qui s'étend depuis une paroi (41a, 41b) de l'enceinte (30) dans une direction transversale (T) qui est orthogonale à l'axe principal (L), ledit au moins un obstacle partiel (36, 38) comprenant au moins un bord (41a, 41b) solidaire d'une paroi de l'enceinte (30) et un passage (42) interne décentré par rapport à un axe central de l'enceinte (30) parallèle à ou confondu avec l'axe principal (L) de l'enceinte (30) pour augmenter la longueur du chemin parcouru par les ondes sonores à travers la cellule acoustique (28), caractérisé en ce que ledit au moins un obstacle partiel (36, 38) comprend en outre au moins un orifice de drainage (37) adjacent à un bord solidaire d'une paroi de l'enceinte (30).
- [Revendication 2] Panneau acoustique (12) selon la revendication 1, dans lequel ledit au moins un obstacle partiel (36, 38) comprend une découpe décentrée par rapport à l'axe central de l'enceinte, la découpe formant le passage (42) interne décentré.
- [Revendication 3] Panneau acoustique (12) selon la revendication 1, dans lequel ledit au moins un obstacle partiel (36, 38) comprend un bord libre (40) distant d'une paroi de l'enceinte (30), le passage (42) interne décentré étant formé entre le bord libre (40) et la paroi de l'enceinte (30) en regard dudit bord libre (40).
- [Revendication 4] Panneau acoustique (12) selon la revendication 3, dans lequel ledit bord libre (40) de l'obstacle partiel (36,38) est opposé à un bord solidaire de la paroi de l'enceinte.
- [Revendication 5] Panneau acoustique (12) selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel ledit au moins un obstacle partiel (36, 38) comprend plusieurs bords solidaires d'une paroi de l'enceinte (30) sur toute la longueur de la paroi correspondante, ladite longueur s'étendant dans une direction orthogonale à l'axe (L) de propagation acoustique, et ledit au moins un obstacle partiel (36, 38) comprenant au moins deux orifices de drainage

- (37).
- [Revendication 6] Panneau acoustique selon la revendication 5, dans lequel chacun desdits bords solidaires d'une paroi de l'enceinte (30) sur toute la longueur de la paroi correspondante comporte au moins un orifice de drainage (37).
- [Revendication 7] Panneau acoustique selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel ledit au moins un obstacle partiel (36, 38) comprend deux orifices de drainage (37) adjacent à un même bord solide d'une paroi de l'enceinte (30).
- [Revendication 8] Panneau acoustique (12) selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel ledit au moins un orifice de drainage (37) comprend une largeur supérieure ou égale à 0,1 mm et une longueur supérieure ou égale à 0,2 mm, et une section comprise entre 0,05 mm<sup>2</sup> et 1 mm<sup>2</sup>.
- [Revendication 9] Panneau acoustique (12) selon l'une des revendications 1 à 8, dans lequel ledit au moins un orifice de drainage (37) comprend une section inférieure à 0,5 mm<sup>2</sup>.
- [Revendication 10] Panneau acoustique (12) selon l'une des revendications 1 à 8, dans lequel ledit au moins un orifice de drainage (37) comprend une section inférieure à 0,2 mm<sup>2</sup>.
- [Revendication 11] Panneau acoustique (12) selon l'une des revendications 1 à 10, dans lequel ledit au moins un orifice de drainage (37) comprend une forme allongée s'étendant jusqu'au bord de l'obstacle partiel auquel il est associé, l'orifice de drainage (37) étant latéralement ouvert sur ladite paroi de l'enceinte (30) solide dudit bord auquel est associé l'orifice de drainage (37).
- [Revendication 12] Panneau acoustique (12) selon l'une des revendications 1 à 11, comprenant en outre une peau acoustiquement poreuse (22) et une peau acoustiquement opaque (26), le cœur alvéolaire (24) étant intercalé, selon l'axe principal (L), entre la peau acoustiquement poreuse (22) et la peau acoustiquement opaque (26), et chaque enceinte (30) du cœur alvéolaire (24) comprend au moins deux encoches de drainage (31), chaque encoche de drainage (31) étant disposée dans une paroi distincte de l'enceinte (30) de la cellule (28) sur une portion en contact avec la peau acoustiquement opaque (22).
- [Revendication 13] Panneau acoustique selon l'une des revendications 1 à 12, dans lequel au moins une cellule acoustique (28) comporte un premier obstacle partiel (36) et un second obstacle partiel (38), le premier obstacle partiel (36) et le second obstacle partiel (38) étant décalés suivant l'axe principal (L), le passage (42) délimité par le bord libre (40) du premier

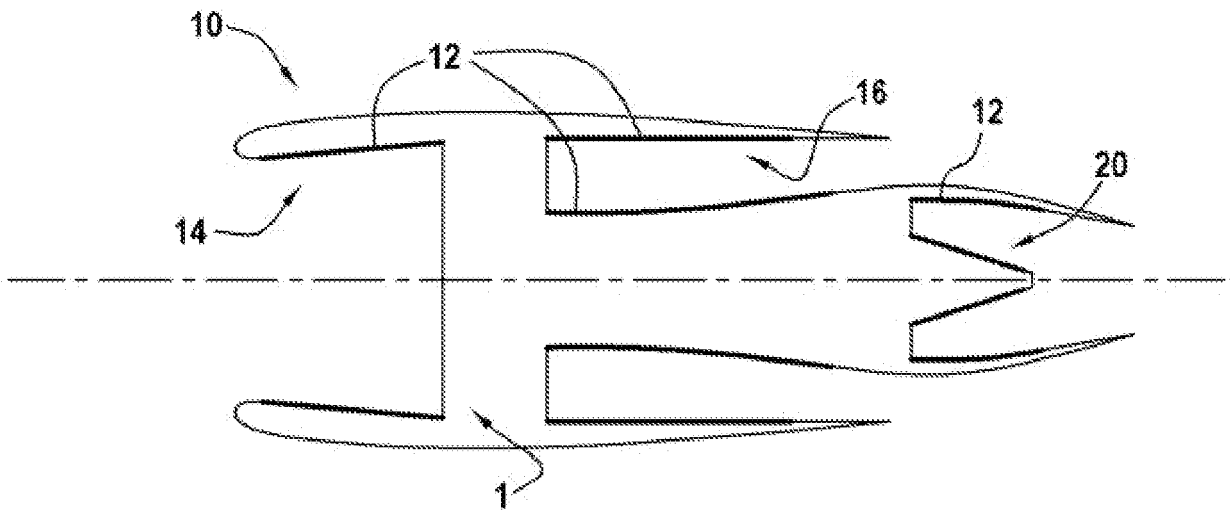
obstacle partiel (36) et le passage (42) délimité par le bord libre (40) du second obstacle partiel (38) étant décalés radialement pour former une chicane prévue pour augmenter la longueur du chemin parcouru par les ondes sonores à travers la cellule acoustique (28) associée.

[Revendication 14] Nacelle (10) d'ensemble propulsif d'aéronef, caractérisée en ce qu'elle comprend au moins un panneau acoustique (12) selon l'une quelconque des revendications 1 à 13,

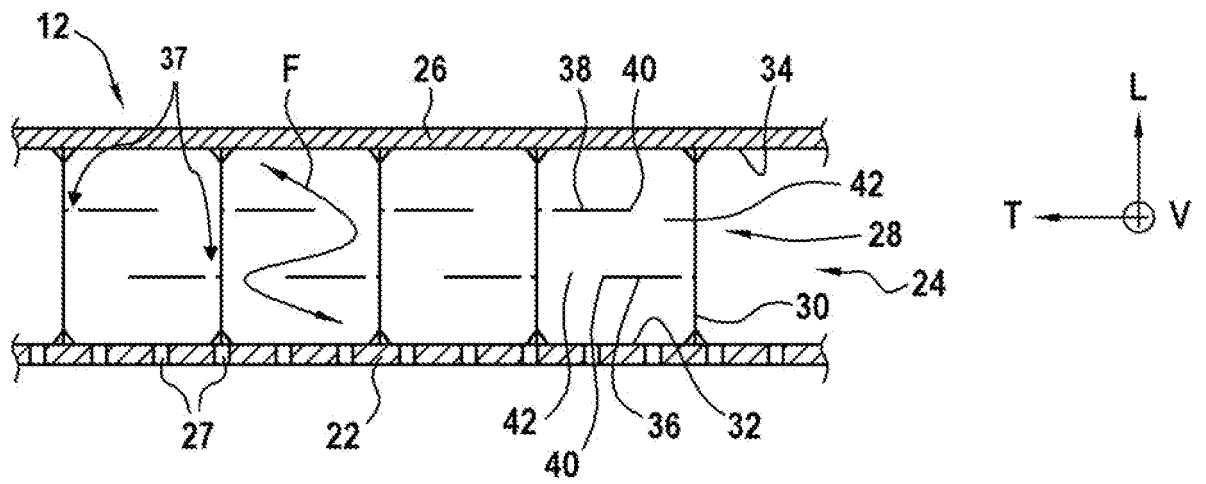
[Revendication 15] Procédé de fabrication d'un panneau acoustique (12) selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, dans lequel ledit au moins un obstacle partiel (36, 38) est réalisé à partir d'au moins un ruban, caractérisé en ce qu'il comprend :

- une étape (710) de perforation du ruban pour former au moins un orifice de drainage (37),
- une étape (720) de fixation dans laquelle l'au moins un ruban est fixé à au moins une première plaque, et dans laquelle une deuxième plaque est fixée à la première plaque par des parties nodales respectives,
- une étape (730) de formage dans laquelle des parties non-nodales de la première et de la deuxième plaque sont conformées de sorte que chaque partie non-nodale de la première plaque constitue, avec une partie non-nodale respective de la deuxième plaque, ladite paroi périphérique délimitant une cellule acoustique (28) correspondante de l'âme alvéolaire (24), et de sorte qu'une partie dudit au moins un ruban forme ledit au moins un obstacle partiel (36, 38) dans cette cellule acoustique (28), ledit au moins un obstacle partiel (36, 38) comprenant au moins un orifice de drainage (37).

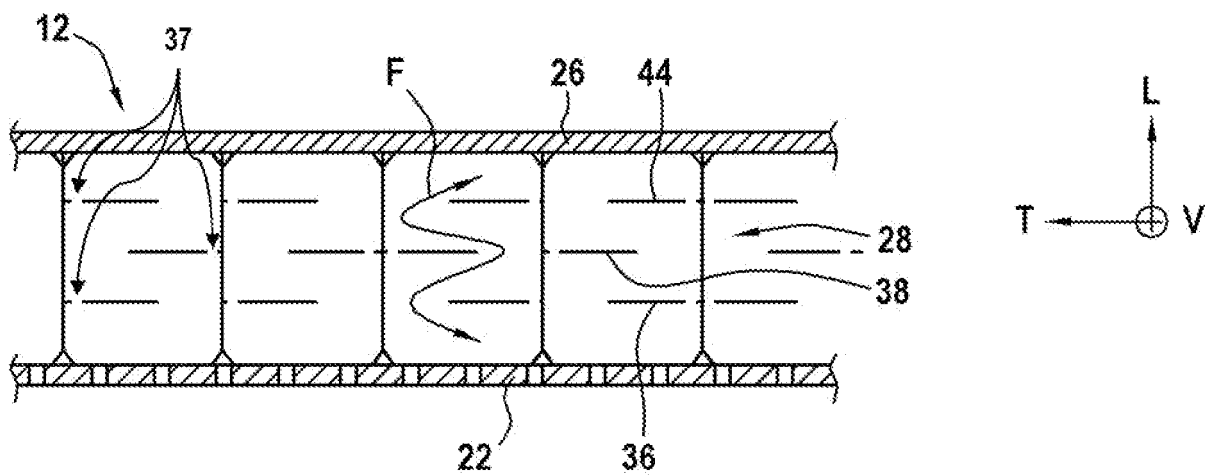
[Fig. 1]



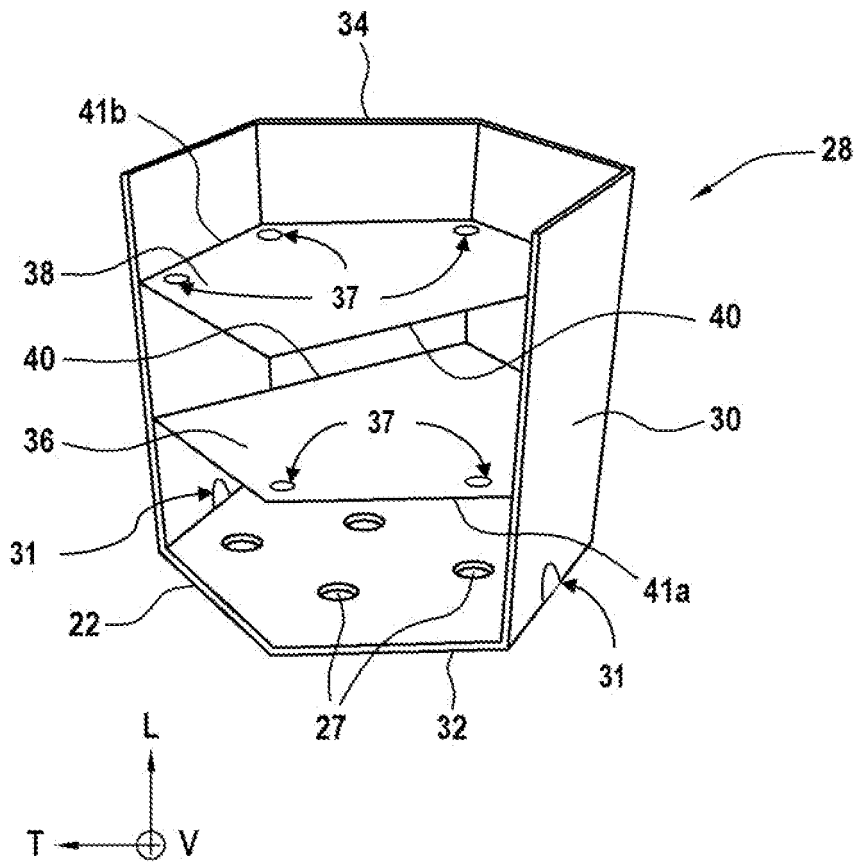
[Fig. 2]



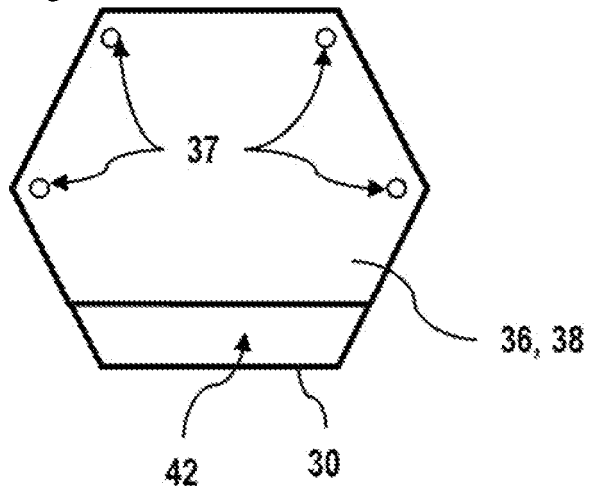
[Fig. 3]



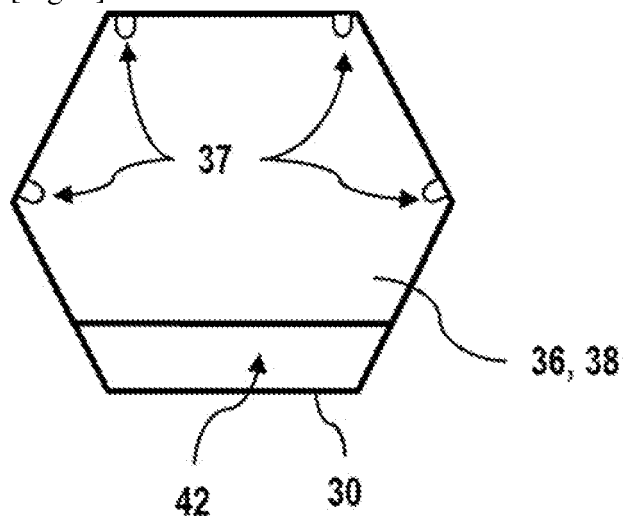
[Fig. 4]



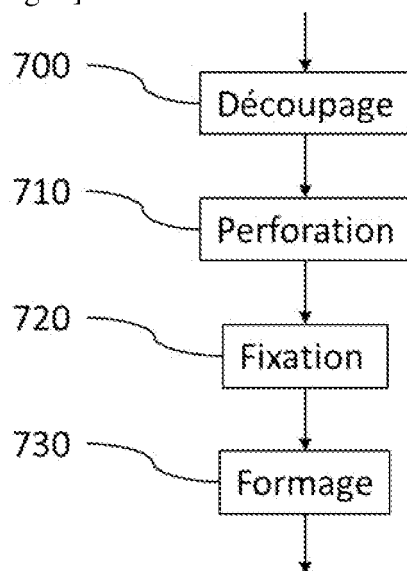
[Fig. 5]



[Fig. 6]



[Fig. 7]



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

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

**FA 919196**  
**FR 2304707**

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X, D	<p><b>WO 2019/043344 A1 (SAFRAN NACELLES [FR])</b> 7 mars 2019 (2019-03-07) * figures 1, 3, 5, 6, 9, 10, 13-24 * * page 2, ligne 22 - page 5, ligne 15 * * page 8, ligne 21 - page 12, ligne 26 * * page 14, ligne 18 - page 18, ligne 28 * * page 24, ligne 15 - ligne 19 *</p> <p>-----</p>	1-15	<p><b>B32B 3/12</b> <b>B64C 1/40</b> <b>B64G 1/38</b> <b>G10K 11/16</b></p>
X	<p><b>FR 3 103 054 A1 (AIRBUS OPERATIONS SAS [FR])</b> 14 mai 2021 (2021-05-14) * figures 1-3 * * alinéas [0049] - [0061] *</p> <p>-----</p>	1, 5-11, 14	<p><b>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)</b></p> <p><b>B64D</b> <b>B32B</b> <b>F02K</b> <b>F02C</b> <b>G10K</b> <b>F01N</b></p>
A	<p><b>US 2020/049075 A1 (GEERTSEMA EGBERT [US])</b> 13 février 2020 (2020-02-13) * figures 1, 2 * * alinéas [0025], [0026], [0033] - [0038] *</p> <p>-----</p>	2-4, 12, 13, 15	
A		1-15	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
<b>9 novembre 2023</b>		<b>Sartoni, Giovanni</b>	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		.....	
		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2304707 FA 919196**

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 **09-11-2023**  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
<b>WO 2019043344 A1</b>	<b>07-03-2019</b>	<b>EP 3676825 A1</b>	<b>08-07-2020</b>
		<b>FR 3070529 A1</b>	<b>01-03-2019</b>
		<b>FR 3070530 A1</b>	<b>01-03-2019</b>
		<b>US 2020200084 A1</b>	<b>25-06-2020</b>
		<b>WO 2019043344 A1</b>	<b>07-03-2019</b>
-----			
<b>FR 3103054 A1</b>	<b>14-05-2021</b>	<b>CN 112776995 A</b>	<b>11-05-2021</b>
		<b>FR 3103054 A1</b>	<b>14-05-2021</b>
		<b>GB 2588857 A</b>	<b>12-05-2021</b>
		<b>US 2021237890 A1</b>	<b>05-08-2021</b>
-----			
<b>US 2020049075 A1</b>	<b>13-02-2020</b>	<b>AUCUN</b>	
-----			