

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ PORTION D'AERONEF A TRAINEE D'ONDE REDUITE.

②② Date de dépôt : 14.02.18.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

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

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 16.08.19 Bulletin 19/33.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 22.04.22 Bulletin 22/16.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : MERLET AURELIEN, JOHAN
ZDENEK, LOYATHO XIMUN et ROGÉ GILBERT.

⑦③ Titulaire(s) : DASSAULT AVIATION Société
anonyme.

⑦④ Mandataire(s) : CABINET LAVOIX Société par
actions simplifiée.



Portion d'aéronef à trainée d'onde réduite

La présente invention concerne une portion d'aéronef, du type comprenant un fuselage orienté suivant une direction longitudinale et présentant un plan longitudinal médian, une voilure formée d'au moins une paire d'ailes disposées de part et d'autre du fuselage suivant une direction transversale orthogonale au plan longitudinal médian, et un carénage de jonction voilure-fuselage à l'interface entre la voilure et le fuselage, ledit carénage de jonction présentant une surface externe et étant délimité suivant une direction verticale orthogonale aux directions longitudinale et transversale par une surface d'enveloppe telle que, en chaque point de ladite surface d'enveloppe, passe une génératrice transversale contenue dans ladite surface d'enveloppe et affleurant le carénage de jonction, la projection de ladite surface d'enveloppe dans le plan longitudinal médian dessinant un profil inférieur du carénage de jonction, et l'extrados de chaque aile étant en contact avec ladite surface externe du carénage de jonction le long d'une ligne de jonction dont la projection orthogonale dans un plan de projection orthogonal au plan longitudinal médian dessine un profil horizontal de ladite ligne de jonction.

On connaît des avions subsoniques à ailes basses comprenant un carénage de jonction voilure-fuselage à l'interface entre leur voilure et leur fuselage, ledit carénage couvrant l'emplanture par laquelle la voilure est raccordée au fuselage. Ce carénage de jonction présente une surface externe dont la forme est étudiée pour favoriser l'écoulement des filets d'air et éviter ainsi les perturbations aérodynamiques à l'emplanture. Ce carénage est généralement également utilisé pour abriter certains systèmes de l'avion tels que des conduites pneumatiques et/ou hydrauliques, ainsi que les trains d'atterrissage.

La forme de la surface externe de ces carénages de jonction est habituellement conçue de sorte à minimiser les interactions aérodynamiques de ce carénage avec la voilure. Cela donne des carénages de jonction dont :

- la surface externe est en contact avec l'extrados de chaque aile de l'aéronef le long d'une ligne de jonction dont le profil horizontal est faiblement convexe, presque droit, et
- le profil vertical de la surface inférieure du carénage de jonction est lui aussi faiblement convexe, presque droit.

Ces avions connus ne donnent toutefois pas entière satisfaction. Il est en effet courant que ces avions subsoniques soient adaptés pour évoluer à des allures suffisamment proches de la vitesse du son pour que l'écoulement d'air autour des ailes de ces avions passe dans un régime transsonique, créant des ondes de choc à l'extrados

voire, dans certains cas, à l'intrados, qui augmentent la traînée de l'avion en générant ce qui est communément appelé une « traînée d'onde ».

Un objectif de l'invention est d'utiliser le carénage de jonction voilure-fuselage pour réduire la traînée d'onde de l'aéronef.

5 A cet effet, l'invention a pour objet une portion d'aéronef du type précité, dans laquelle le profil horizontal d'au moins une des lignes de jonction et/ou le profil inférieur du carénage de jonction présente successivement, suivant la direction longitudinale, un tronçon avant convexe, un tronçon intermédiaire concave, et un tronçon arrière convexe.

10 Selon des modes de réalisation particuliers de l'invention, la portion d'aéronef présente également l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prise(s) isolément ou suivant toute(s) combinaison(s) techniquement possible(s) :

15 - l'aile présente un bord d'attaque et un bord de fuite, l'intersection entre le bord d'attaque et la surface externe du carénage de jonction définissant un point de référence avant, l'intersection entre le bord de fuite et le plan longitudinal passant par ledit point de référence avant définissant un point de référence arrière, et la distance entre les points de référence avant et arrière constituant une longueur de référence, et le tronçon avant du profil horizontal comprend un sommet de convexité avant, le tronçon intermédiaire du profil horizontal comprend un fond de concavité intermédiaire, et le tronçon arrière du profil horizontal comprend un sommet de convexité arrière, la tangente au profil horizontal en chacun desdits sommets de convexité et fond de concavité étant parallèle à la direction longitudinale, le fond de concavité intermédiaire étant en retrait vers le plan longitudinal médian relativement à chacun des sommets de convexité avant et arrière,

20 - le fond de concavité intermédiaire présente un premier écart longitudinal primaire relativement au sommet de convexité avant, ledit premier écart longitudinal primaire étant compris entre 15 et 45% de la longueur de référence, de préférence compris entre 25 et 35% de ladite longueur de référence,

25 - le fond de concavité intermédiaire présente un premier écart longitudinal secondaire relativement au sommet de convexité arrière, ledit premier écart longitudinal secondaire étant compris entre 35 et 65% de la longueur de référence, de préférence compris entre 45 et 60% de ladite longueur de référence,

30 - le fond de concavité intermédiaire présente un écart transversal primaire relativement au sommet de convexité avant, ledit écart transversal primaire étant compris entre 0,5 et 2,5% de la longueur de référence, de préférence compris entre 1,0 et 2,0% de la longueur de référence,

35 - le fond de concavité intermédiaire présente un écart transversal secondaire relativement au sommet de convexité arrière, ledit écart transversal secondaire étant

compris entre 2,0 et 4,5% de la longueur de référence, de préférence compris entre 2,5 et 4,0% de la longueur de référence,

- le sommet de convexité avant est à une première distance longitudinale primaire du point de référence avant comprise entre 5 et 20% de la longueur de référence,

5 - le fond de concavité intermédiaire est à une première distance longitudinale secondaire du point de référence avant comprise entre 35 et 50% de la longueur de référence,

- le sommet de convexité arrière est à une première distance longitudinale tertiaire du point de référence avant comprise entre 85 et 100% de la longueur de référence,

10 - le sommet de convexité avant est à une distance transversale primaire du point de référence avant comprise entre 0,0 et 1,0% de la longueur de référence,

- le fond de concavité intermédiaire est à une distance transversale secondaire du point de référence avant comprise entre 0,5 et 2,0% de la longueur de référence,

15 - le sommet de convexité arrière est à une distance transversale tertiaire du point de référence avant comprise entre 1,5 et 3,0% de la longueur de référence, de préférence comprise entre 2,0 et 2,5% de la longueur de référence,

- chaque point de la ligne de jonction a un projeté orthogonal unique, spécifique audit point, sur le segment reliant les points de référence avant et arrière,

- la ligne de jonction est au moins de classe C^2 .

20 - le tronçon avant du profil inférieur comprend un sommet de courbure avant et le profil inférieur présente, à l'interface entre la région intermédiaire et la région arrière, un point d'inflexion, la tangente au profil inférieur au niveau desdits sommet de courbure avant et point d'inflexion étant parallèle à la direction longitudinale, le point d'inflexion étant en retrait vers le fuselage relativement au sommet de courbure avant,

25 - le point d'inflexion présente un deuxième écart longitudinal primaire relativement au sommet de courbure avant, ledit deuxième écart longitudinal primaire étant compris entre 40 et 55 % de la longueur de référence, de préférence compris entre 42 et 51 % de ladite longueur de référence ;

30 - le point d'inflexion présente un écart vertical relativement au sommet de courbure avant, ledit écart vertical étant compris entre 1,0 et 2,5 % de la longueur de référence, de préférence compris entre 1,4 et 2,2 % de ladite longueur de référence ;

- le sommet de courbure avant est à une deuxième distance longitudinale primaire du point de référence avant comprise entre 35 et 45 % de la longueur de référence, de préférence comprise entre 37 et 42 % de ladite longueur de référence ; et

- le point d'inflexion est à une deuxième distance longitudinale secondaire du point de référence avant comprise entre 80 et 90 % de la longueur de référence, de préférence compris entre 83 et 88 % de ladite longueur de référence.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux
5 dessins annexés, dans lesquels :

- la Figure 1 est une vue en perspective d'un aéronef incluant une portion d'aéronef selon l'invention,
- la Figure 2 est une vue de dessus d'une partie de l'aéronef de la Figure 1, et
10 - la Figure 3 est une vue de côté d'une partie de l'aéronef de la Figure 1, prise suivant un plan de coupe marqué III sur la Figure 1.

L'aéronef 10 de la Figure 1 est un avion à ailes basses. Il comprend, de manière connue, un fuselage 12, une voilure 14, et un carénage de jonction voilure-fuselage 18 à l'interface entre la voilure 14 et le fuselage 12. L'aéronef 10 comprend également un
15 empennage 20 et un groupe motopropulseur 22, ce dernier étant ici formé de trois turboréacteurs 24.

Dans la suite, les termes de référence s'entendent en référence au repère orthogonal usuel des aéronefs, lequel est représenté sur les Figures, et dans lequel on distingue :

- une direction longitudinale X orientée de l'avant vers l'arrière de l'aéronef,
- une direction transversale Y orientée de la gauche vers la droite de l'aéronef, ladite direction transversale Y formant avec la direction longitudinale X un plan horizontal (X, Y), et
20
- une direction verticale Z orientée du bas vers le haut, ladite direction verticale Z formant :
25
 - o avec la direction longitudinale X un plan longitudinal (X, Z), et
 - o avec la direction transversale Y un plan transversal (Y, Z).

Le fuselage 12 est allongé suivant la direction longitudinale X. Il est en particulier cylindrique et est centré sur un axe longitudinal (non représenté) formant l'axe du
30 fuselage 12.

Le fuselage 12 présente un plan longitudinal médian M s'étendant suivant les directions longitudinale X et verticale Z, ledit plan M formant en particulier un plan de symétrie du fuselage 12. Ce plan longitudinal médian M forme également un plan longitudinal médian de l'aéronef 10, lequel est avantageusement globalement symétrique
35 par rapport à ce plan M.

La voilure 14 est formée d'une paire d'ailes 26 disposées de part et d'autre du fuselage 12 suivant la direction transversale Y. Ces ailes 26 sont en particulier disposées symétriquement l'une par rapport à l'autre relativement au plan longitudinal médian M. Optionnellement, la voilure 14 comprend également au moins une autre paire d'ailes (non représentée).

Chaque aile 26 est montée sur le fuselage 12 au niveau d'une emplanture (non représentée). Cette emplanture est localisée dans une moitié inférieure du fuselage 12, en particulier dans un quart inférieur du fuselage 12.

Chaque aile 26 présente un bord d'attaque 30 et un bord de fuite 32.

Le bord d'attaque 30 est constitué par la ligne d'extrémité avant de l'aile 26. En d'autres termes, le bord d'attaque 30 est constitué par une ligne dont chaque point constitue une extrémité avant de la section longitudinale de l'aile 26 passant par ce point.

Le bord de fuite 32 est constitué par la ligne d'extrémité arrière de l'aile 26. En d'autres termes, le bord de fuite 32 est constitué par une ligne dont chaque point constitue une extrémité arrière de la section longitudinale de l'aile 26 passant par ce point.

Chaque aile 26 présente par ailleurs un intrados 34 et un extrados 36. L'intrados 34 est formé par la surface extérieure de l'aile 26 s'étendant depuis le bord d'attaque 30 jusqu'au bord de fuite 32, en dessous de l'aile 26. L'extrados 36 est formé par la surface extérieure de l'aile 26 s'étendant depuis le bord d'attaque 30 jusqu'au bord de fuite 32, au-dessus de l'aile 26.

Le carénage de jonction voilure-fuselage 18 comprend deux portions latérales 40 recouvrant chacune l'emplanture d'une aile 26 respective, et une portion centrale 42 reliant les portions latérales 40 l'une à l'autre en s'étendant sous le fuselage 12.

Le carénage de jonction voilure-fuselage 18 présente une surface externe 44 orientée à l'opposé du fuselage 12. Cette surface externe 44 s'étend continûment sur les portions latérales 40 et sur la portion centrale 42. Elle est au moins de classe C^2 .

En référence à la Figure 2, pour chaque aile 26, le bord d'attaque 30 de ladite aile 26 présente une intersection avec la surface externe 44 du carénage de jonction 18 ; cette intersection définit un point de référence avant P1. Par ailleurs, le bord de fuite 32 de l'aile 26 présente une intersection avec le plan longitudinal passant par le premier point de référence P1 ; cette intersection définit un point de référence arrière P2. Le segment reliant les points P1 et P2 constitue une corde de l'aile 26 à l'emplanture, et la distance de P1 à P2 constitue une longueur de corde L (Figure 3) de l'aile 26 à l'emplanture. Cette longueur de corde L est ci-après désignée « longueur de référence ».

Toujours en référence à la Figure 2, l'extrados 36 de chaque aile 26 est en contact avec la surface externe 44 du carénage de jonction 18 le long d'une ligne de jonction 46.

Cette jonction peut être franche ou définie par un congé de raccordement présentant un rayon de courbure minimal au niveau de ladite ligne de jonction 46. Cette ligne de jonction 46 est au moins de classe C^2 .

Chaque point de la ligne de jonction 46 a un projeté orthogonal unique, spécifique audit point, sur le segment reliant les points de référence avant et arrière P1, P2. Il existe ainsi une application bijective liant les points de la ligne de jonction 46 au segment reliant les points de référence avant et arrière P1, P2.

Le projeté orthogonal de la ligne de jonction 46 dans un plan de projection horizontal dessine un profil horizontal 48 de ladite ligne de jonction 46 présentant successivement, suivant la direction longitudinale X, un tronçon avant 50, un tronçon intermédiaire 52, et un tronçon arrière 54, chacun desdits tronçons 50, 52, 54 étant continu.

Ces tronçons 50, 52, 54 sont accolés les uns aux autres ; en d'autres termes, le profil horizontal 48 ne comprend pas de tronçon intercalé entre deux desdits tronçons 50, 52, 54. En outre, le tronçon avant 50 définit une extrémité avant 56 du profil horizontal 48, confondue avec le premier point de référence P1, et le tronçon arrière 52 définit une extrémité arrière 58 du profil horizontal 48. Ainsi, le profil horizontal 48 est constitué par les tronçons 50, 52, 54.

Selon l'invention, le tronçon avant 50 est convexe, le tronçon intermédiaire 52 est concave, et le tronçon arrière 54 est convexe. On notera que les qualificatifs de « convexe » et « concave » s'entendent ici et dans la suite par rapport à une observation depuis l'extérieur de l'aéronef 10 ; ainsi, un tronçon qualifié de « convexe » s'étend à l'opposé du plan longitudinal médian M relativement au segment reliant les extrémités longitudinales dudit tronçon, et un tronçon qualifié de « concave » s'étend entre le plan longitudinal médian M et le segment reliant les extrémités longitudinales dudit tronçon. En outre, chacun des tronçons 50, 52, 54 est dépourvu de point d'inflexion, exception faite des points de jonction entre lesdits tronçons 50, 52, 54.

Pour faciliter la lecture des dessins, les aspects concaves et convexes des tronçons 50, 52, 54 ont été accentués sur la Figure 2.

Le tronçon avant 50 comprend un sommet de convexité avant A1 tel que la tangente au profil horizontal 48 au niveau dudit sommet A1 est parallèle à la direction longitudinale X. De même, le tronçon intermédiaire 52 comprend un fond de concavité intermédiaire A2 tel que la tangente au profil horizontal 48 au niveau dudit fond A2 est parallèle à la direction longitudinale X, et le tronçon arrière 54 comprend un sommet de convexité arrière A3 tel que la tangente au profil horizontal 48 au niveau dudit sommet A3 est parallèle à la direction longitudinale X. Le fond de concavité intermédiaire A2 est

disposé en retrait vers le plan longitudinal médian M relativement à chacun des sommets de convexité avant et arrière A1, A3, c'est-à-dire que le fond de concavité intermédiaire A2 est plus proche du plan longitudinal médian M que chacun des sommets de convexité avant et arrière A1, A3.

5 En particulier, le sommet de convexité avant A1 est à une première distance longitudinale primaire dx_{11} du point de référence avant P1 comprise entre 5 et 20% de la longueur de référence L, le fond de concavité intermédiaire A2 est à une première distance longitudinale secondaire dx_{12} du point de référence avant P1 comprise entre 35 et 50% de la longueur de référence L, et le sommet de convexité arrière A3 est à une
10 première distance longitudinale tertiaire dx_{13} du point de référence avant P1 comprise entre 85 et 100% de la longueur de référence L.

Par ailleurs, le fond de concavité intermédiaire A2 présente un premier écart longitudinal primaire ex_{11} relativement au sommet de convexité avant A1 avantageusement compris entre 15 et 45% de la longueur de référence, par exemple
15 compris entre 25 et 35% de la longueur de référence L, et un premier écart longitudinal secondaire ex_{12} relativement au sommet de convexité arrière A3 avantageusement compris entre 35 et 65% de la longueur de référence L, par exemple compris entre 45 et 60% de la longueur de référence L.

De plus, le fond de concavité intermédiaire A2 présente un écart transversal
20 primaire ey_1 relativement au sommet de convexité avant A1 de préférence compris entre 0,5 et 2,5% de la longueur de référence L, par exemple compris entre 1,0 et 2,0% de la longueur de référence L, et un écart transversal secondaire ey_2 relativement au sommet de convexité arrière A3 de préférence compris entre 2,0 et 4,5% de la longueur de référence L, par exemple compris entre 2,5 et 4,0% de la longueur de référence L.

25 A cet effet, le sommet de convexité avant A1 est typiquement placé à une distance transversale primaire dy_1 du point de référence avant P1 comprise entre 0,0 et 1,0% de la longueur de référence L, en saillie à l'opposé du plan longitudinal médian M par rapport audit point P1, le fond de concavité intermédiaire A2 à une distance transversale secondaire dy_2 du point de référence avant P1 comprise entre 0,5 et 2,0 % de la longueur
30 de référence L, en retrait vers le plan longitudinal médian M par rapport audit point P1, et le sommet de convexité arrière A3 à une distance transversale tertiaire dy_3 du point de référence avant P1 comprise entre 1,5 et 3,0% de la longueur de référence L, en saillie à l'opposé du plan longitudinal médian M par rapport audit point P1.

Avantageusement, le rapport entre les écarts ey_1 et ex_{11} est compris entre 0,035 et
35 0,060.

Avantageusement encore, le rapport entre les écarts ey_2 et ex_{12} est compris entre 0,055 et 0,065.

Selon un mode de réalisation particulièrement préféré de l'invention, le rapport $(ey_2 \times ex_{11}) / (ex_{12} \times ey_1)$ est compris entre 1,15 et 1,45.

Il a été constaté que cette forme particulière du profil horizontal 48 des lignes de jonction 46 permet de réduire significativement la force des ondes de choc à l'extrados de la voilure et, ainsi, la traînée d'onde de l'aéronef. On observe en effet, grâce à cette seule forme particulière, un gain de 1 à 2% de la traînée globale de l'aéronef 10 lorsqu'il évolue à un nombre de Mach supérieur ou égal à MMO-0,05, MMO étant le Mach maximal autorisé en opération de l'aéronef 10.

En référence à la Figure 3, le carénage de jonction 18 est délimité suivant la direction verticale Z par une surface d'enveloppe 60 telle que, en chaque point de ladite surface d'enveloppe 60, passe une génératrice transversale contenue dans ladite surface d'enveloppe 60 et affleurant le carénage de jonction 18. La projection de cette surface d'enveloppe 60 dans le plan longitudinal médian M dessine un profil inférieur 62 du carénage de jonction 18.

Le profil inférieur 62 présente successivement, suivant la direction longitudinale X, une région avant 64, une région intermédiaire 66, et une région arrière 68, chacune desdites régions 64, 66, 68 étant continue, la région avant 64 présentant une extrémité avant B0 qui est sensiblement alignée verticalement avec le point de référence avant P1 et la région arrière 68 présentant une extrémité arrière B3 qui est sensiblement alignée verticalement avec le point de référence arrière P2.

Ces régions 64, 66, 68 sont accolées les unes aux autres ; en d'autres termes, le profil inférieur 62 ne comprend pas de tronçon intercalé entre deux desdites régions 64, 66, 68.

La portion du profil inférieur 62 formée par la réunion des régions 64, 66, 68 a une extension longitudinale égale à l'extension longitudinale de la corde des ailes 26 à l'emplanture.

Dans l'exemple représenté, la région avant 64 est convexe, la région intermédiaire 66 est concave, et la région arrière 68 est convexe. On notera que les qualificatifs de « convexe » et « concave » s'entendent ici toujours par rapport à une observation depuis l'extérieur de l'aéronef 10 ; ainsi, une région qualifiée de « convexe » s'étend à l'opposé du fuselage 12 relativement au segment reliant les extrémités longitudinales de ladite région, et une région qualifiée de « concave » s'étend entre le fuselage 12 et le segment reliant les extrémités longitudinales de ladite région. En outre, chacune des régions 64,

66, 68 est dépourvue de point d'inflexion, exception faite des points de jonction entre lesdites régions 64, 66, 68.

Pour faciliter la lecture des dessins, les aspects concaves et convexes des régions 64, 66, 68 ont été accentués sur la Figure 3.

La région avant 64 comprend un sommet de courbure avant B1 tel que la tangente au profil inférieur 62 au niveau dudit sommet B1 est parallèle à la direction longitudinale X. Par ailleurs, le profil inférieur 62 présente, à l'interface entre la région intermédiaire 66 et la région arrière 68, un point d'inflexion B2 tel que la tangente au profil inférieur 62 au niveau dudit point d'inflexion B2 est sensiblement parallèle à la direction longitudinale X. Le point d'inflexion B2 est disposé en retrait vers le fuselage 12 relativement au sommet de courbure avant B1, c'est-à-dire que le point d'inflexion B2 est plus proche du fuselage 12 que le sommet de courbure avant B1.

En particulier, le sommet de courbure avant B1 est à une deuxième distance longitudinale primaire dx_{21} du point de référence avant P1 comprise entre 35 et 45 % de la longueur de référence L, en particulier comprise entre 37 et 42 % de ladite longueur L, et le point d'inflexion B2 est à une deuxième distance longitudinale secondaire dx_{22} du point de référence avant P1 comprise entre 80 et 90 % de la longueur de référence L, en particulier comprise entre 83 et 88 % de ladite longueur L.

Par ailleurs, le point d'inflexion B2 présente un deuxième écart longitudinal primaire ex_{21} relativement au sommet de courbure avant B1 avantageusement compris entre 40 et 55 % de la longueur de référence L, par exemple compris entre 42 et 51 % de la longueur de référence L.

De plus, le point d'inflexion B2 présente un écart vertical ez relativement au sommet de courbure avant B1 de préférence compris entre 1,0 et 2,5 % de la longueur de référence L, par exemple compris entre 1,4 et 2,2 % de la longueur de référence L.

Avantageusement, le rapport entre les écarts ez et ex_{21} est compris entre 0,030 et 0,045, par exemple entre 0,035 et 0,042.

Il a été constaté que cette forme particulière du profil vertical de la surface inférieure du carénage de jonction 18 permet de réduire la force des ondes de choc à l'intrados de la voilure et, ainsi, la traînée d'onde de l'aéronef. On observe en effet que celle-ci permet à elle seule un gain d'environ 1% de la traînée globale de l'aéronef 10 lorsqu'il évolue à un nombre de Mach supérieur ou égal à MMO-0,025, MMO étant le Mach maximal autorisé en opération de l'aéronef 10. Lorsqu'elle est combinée à la forme particulière du profil horizontal de la ligne de jonction 46 décrite plus haut, c'est ainsi un gain de près de 3% de la traînée globale de l'aéronef 10 qu'il est possible d'atteindre.

Grâce à l'invention décrite ci-dessus, la traînée d'onde de l'aéronef 10 est réduite, ce qui permet une augmentation significative des performances de l'aéronef, notamment en termes de consommation de carburant et de rayon d'action.

REVENDEICATIONS

1.- Portion d'aéronef, comprenant un fuselage (12) orienté suivant une direction longitudinale (X) et présentant un plan longitudinal médian (M), une voilure (14) formée d'au moins une paire d'ailes (26) disposées de part et d'autre du fuselage (12) suivant une direction transversale (Y) orthogonale au plan longitudinal médian (M), chaque aile (26) présentant un bord d'attaque (30) et un bord de fuite (32), et un carénage de jonction voilure-fuselage (18) à l'interface entre la voilure (14) et le fuselage (12), ledit carénage de jonction (18) présentant une surface externe (44) et étant délimité suivant une direction verticale (Z) orthogonale aux directions longitudinale et transversale (X, Y) par une surface d'enveloppe (60) telle que, en chaque point de ladite surface d'enveloppe (60), passe une génératrice transversale contenue dans ladite surface d'enveloppe (60) et affleurant le carénage de jonction (18), la projection de ladite surface d'enveloppe (60) dans le plan longitudinal médian (M) dessinant un profil inférieur (62) du carénage de jonction (18), et l'extrados (36) de chaque aile (26) étant en contact avec ladite surface externe (44) du carénage de jonction (18) le long d'une ligne de jonction (46) dont la projection orthogonale dans un plan de projection orthogonal au plan longitudinal médian (M) dessine un profil horizontal (48) de ladite ligne de jonction (46), l'intersection entre le bord d'attaque (30) et la surface externe (44) du carénage de jonction (18) définissant un point de référence avant (P1), l'intersection entre le bord de fuite (32) et le plan longitudinal passant par ledit point de référence avant (P1) définissant un point de référence arrière (P2), et la distance entre les points de référence avant et arrière (P1, P2) constituant une longueur de référence (L), caractérisé en ce que :

- le profil horizontal (48) d'au moins une des lignes de jonction (46) présente successivement, suivant la direction longitudinale (X), un tronçon avant (50) convexe, un tronçon intermédiaire (52) concave et un tronçon arrière (54) convexe, le tronçon avant (50) du profil horizontal (48) comprenant un sommet de convexité avant (A1), le tronçon intermédiaire (52) du profil horizontal (48) comprenant un fond de concavité intermédiaire (A2) situé à une première distance longitudinale secondaire (dx_{12}) du point de référence avant (P2) comprise entre 35 et 50% de la longueur de référence (L), et le tronçon arrière (54) du profil horizontal (48) comprenant un sommet de convexité arrière (A3) situé à une première distance longitudinale tertiaire (dx_{13}) du point de référence avant (P1) comprise entre 85 et 100% de la longueur de référence (L), la tangente au profil horizontal (48) en chacun desdits sommets de convexité et fond de concavité (A1, A2, A3) étant parallèle à la direction longitudinale (X) et le fond de concavité intermédiaire (A2) étant en retrait vers

le plan longitudinal médian (M) relativement à chacun des sommets de convexité avant et arrière (A1, A3), et/ou

- le profil inférieur (62) du carénage de jonction (18) présente successivement, suivant la direction longitudinale (X), un tronçon avant (64) convexe, un tronçon intermédiaire (66) concave, et un tronçon arrière (68) convexe.

2.- Portion d'aéronef selon la revendication 1, dans laquelle le fond de concavité intermédiaire (A2) présente un premier écart longitudinal primaire (ex_{11}) relativement au sommet de convexité avant (A1), ledit premier écart longitudinal primaire (ex_{11}) étant compris entre 15 et 45% de la longueur de référence (L), de préférence compris entre 25 et 35% de ladite longueur de référence (L).

3.- Portion d'aéronef selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle le fond de concavité intermédiaire (A2) présente un premier écart longitudinal secondaire (ex_{12}) relativement au sommet de convexité arrière (A3), ledit premier écart longitudinal secondaire (ex_{12}) étant compris entre 35 et 65% de la longueur de référence (L), de préférence compris entre 45 et 60% de ladite longueur de référence (L).

4.- Portion d'aéronef selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans laquelle le fond de concavité intermédiaire (A2) présente un écart transversal primaire (ey_1) relativement au sommet de convexité avant (A1), ledit écart transversal primaire (ey_1) étant compris entre 0,5 et 2,5% de la longueur de référence (L), de préférence compris entre 1,0 et 2,0% de la longueur de référence (L).

5.- Portion d'aéronef selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans laquelle le fond de concavité intermédiaire (A2) présente un écart transversal secondaire (ey_2) relativement au sommet de convexité arrière (A3), ledit écart transversal secondaire (ey_2) étant compris entre 2,0 et 4,5% de la longueur de référence (L), de préférence compris entre 2,5 et 4,0% de la longueur de référence (L).

6.- Portion d'aéronef selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans laquelle le sommet de convexité avant (A1) est à une première distance longitudinale primaire (dx_{11}) du point de référence avant (P1) comprise entre 5 et 20% de la longueur de référence (L).

7.- Portion d'aéronef selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans laquelle le sommet de convexité avant (A1) est à une distance transversale primaire (dy_1) du point de référence avant (P1) comprise entre 0,0 et 1,0% de la longueur de référence (L).

8.- Portion d'aéronef selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans laquelle le fond de concavité intermédiaire (A2) est à une distance transversale

secondaire (dy_2) du point de référence avant (P1) comprise entre 0,5 et 2,0% de la longueur de référence (L).

9.- Portion d'aéronef selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans laquelle le sommet de convexité arrière (A3) est à une distance transversale tertiaire (dy_3) du point de référence avant (P1) comprise entre 1,5 et 3,0% de la longueur de référence (L), de préférence comprise entre 2,0 et 2,5% de la longueur de référence (L).

10.- Portion d'aéronef selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans laquelle chaque point de la ligne de jonction (46) a un projeté orthogonal unique, spécifique audit point, sur le segment reliant les points de référence avant et arrière (P1, P2).

11.- Portion d'aéronef selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la ligne de jonction (46) est au moins de classe C^2 .

12.- Portion d'aéronef selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle le tronçon avant (64) du profil inférieur (62) comprend un sommet de courbure avant (B1) et le profil inférieur (62) présente, à l'interface entre la région intermédiaire (66) et la région arrière (68), un point d'inflexion (B2), la tangente au profil inférieur (62) au niveau desdits sommet de courbure avant et point d'inflexion (B1, B2) étant parallèle à la direction longitudinale (X), le point d'inflexion (B2) étant en retrait vers le fuselage (12) relativement au sommet de courbure avant (B1).

13.- Portion d'aéronef selon la revendication 12, dans laquelle le point d'inflexion (B2) présente un deuxième écart longitudinal primaire (ex_{21}) relativement au sommet de courbure avant (B1), ledit deuxième écart longitudinal primaire (ex_{21}) étant compris entre 40 et 55 % de la longueur de référence (L), de préférence compris entre 42 et 51 % de ladite longueur de référence (L).

14.- Portion d'aéronef selon la revendication 12 ou 13, dans laquelle le point d'inflexion (B2) présente un écart vertical (ez) relativement au sommet de courbure avant (B1), ledit écart vertical (ez) étant compris entre 1,0 et 2,5 % de la longueur de référence (L), de préférence compris entre 1,4 et 2,2 % de ladite longueur de référence (L).

15.- Portion d'aéronef selon l'une quelconque des revendications 12 à 14, dans laquelle le sommet de courbure avant (B1) est à une deuxième distance longitudinale primaire (dx_{21}) du point de référence avant (P1) comprise entre 35 et 45 % de la longueur de référence (L), de préférence comprise entre 37 et 42 % de ladite longueur de référence (L).

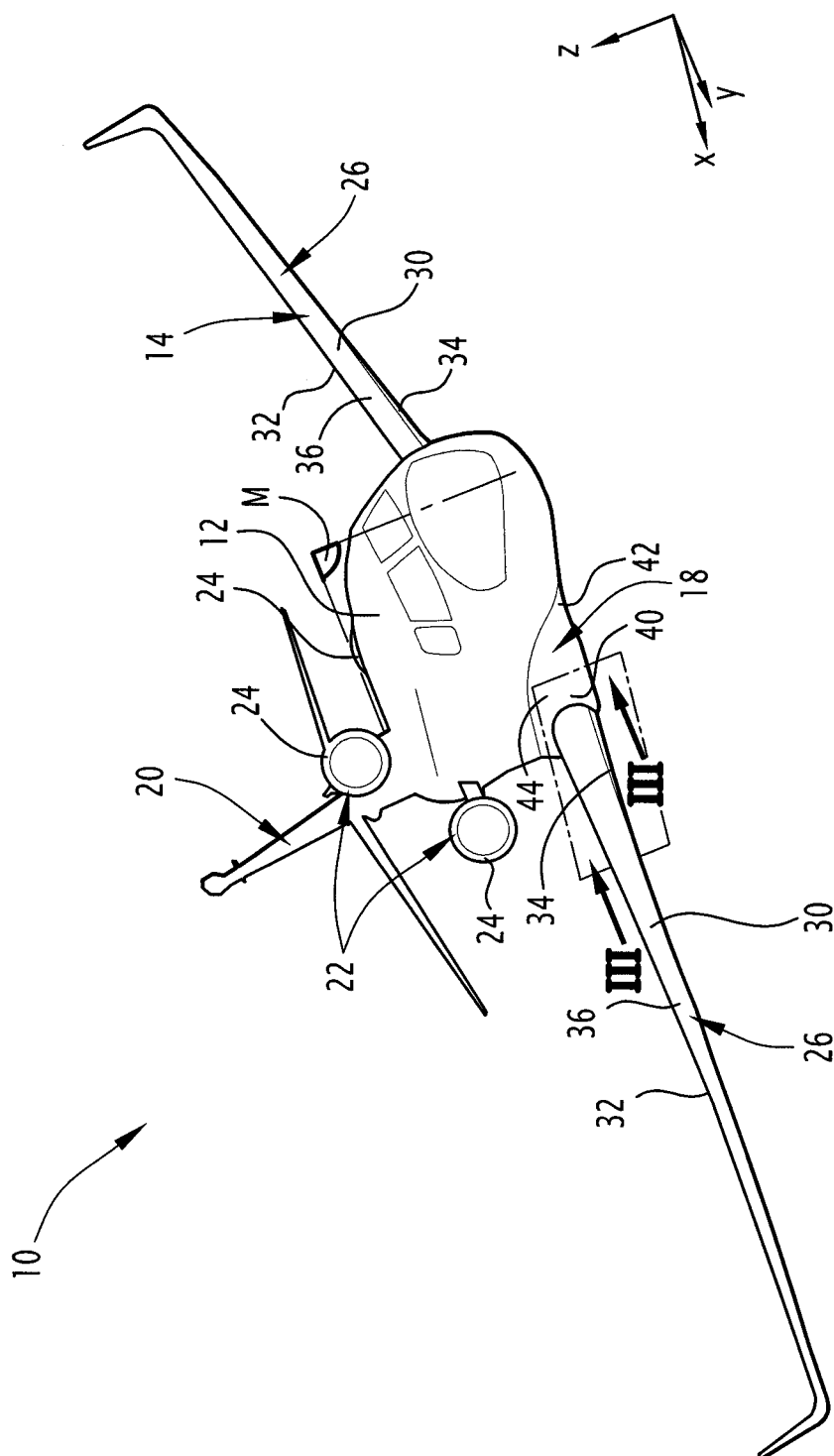
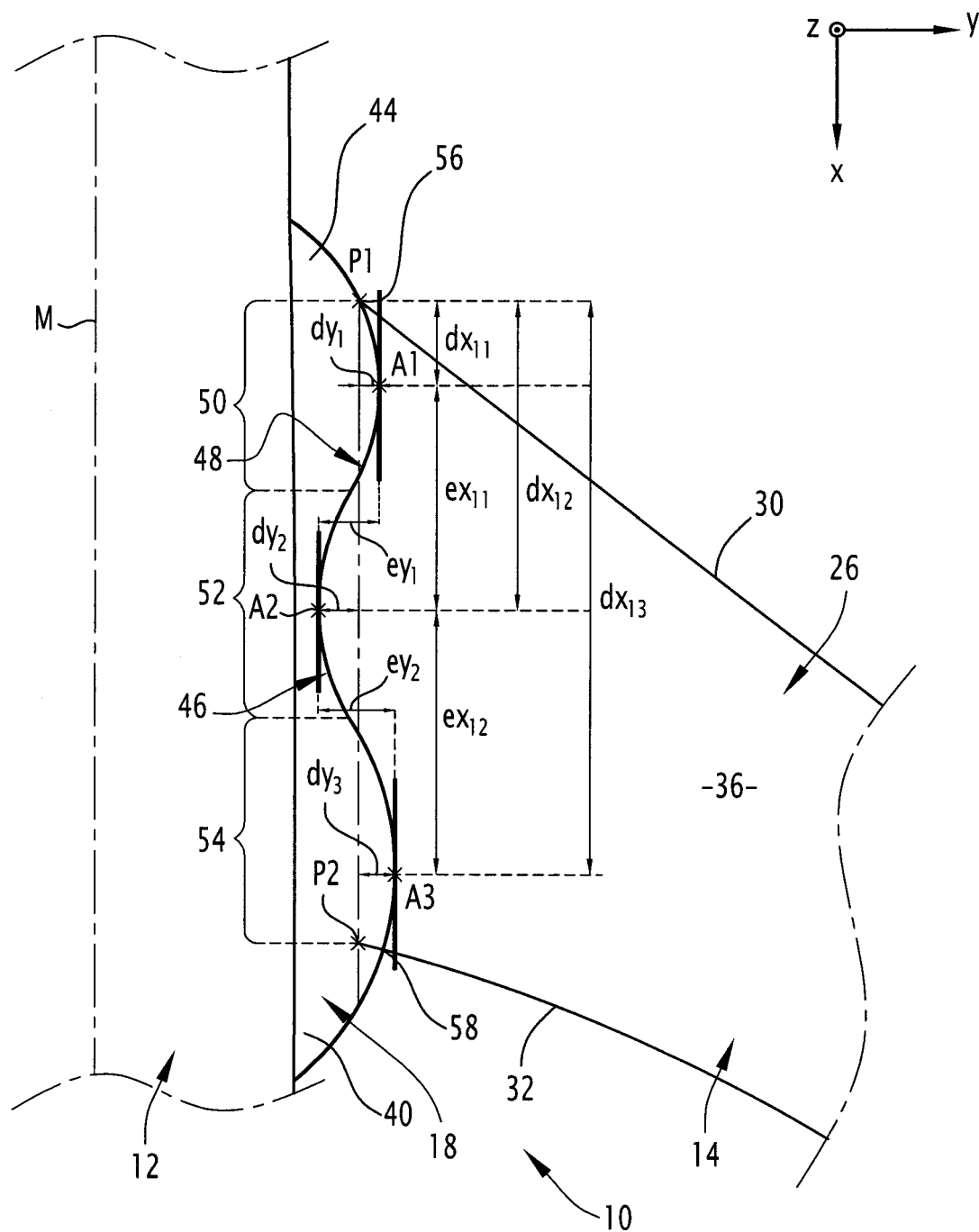


FIG. 1

**FIG.2**



RAPPORT DE RECHERCHE

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

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

☒ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

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

US 2009/078830 A1 (FOL THIERRY [FR] ET AL) 26 mars 2009 (2009-03-26)

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

US 2011/204185 A1 (LYONS NEIL JOHN [GB]) 25 août 2011 (2011-08-25)

EP 1 918 194 A2 (AIRBUS ESPANA SL [ES]) 7 mai 2008 (2008-05-07)

US 8 991 768 B1 (CHASE JAMES D [US] ET AL) 31 mars 2015 (2015-03-31)

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

NEANT