

⑤④ ASSEMBLAGE DE TRONCONS DE PIECES STRUCTURABLES.

⑫② Date de dépôt : 20.04.12.

⑫③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *ASTRIUM SAS Société par actions
simplifiée* — FR.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 25.10.13 Bulletin 13/43.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 09.02.24 Bulletin 24/06.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : HUMBLLOT ANTOINE et NAUD
FRANCOIS.

⑦③ Titulaire(s) : ARIANEGROUP SAS Société par
actions simplifiée.

⑦④ Mandataire(s) : Cabinet Beau de Loménie.



ASSEMBLAGE DE TRONCONS DE PIECES STRUCTURALES

La présente invention concerne l'assemblage de tronçons de pièces structurales et notamment une technique d'assemblage de pièces structurales pour des ailes ou pales d'éoliennes en tronçons. Elle s'applique en particulier à des pièces structurales en matériaux composites et notamment de celles
5 comportant des assemblages collés ou solidarisés par polymérisation.

On conçoit aujourd'hui des éoliennes dont les pales atteignent plusieurs dizaines de mètres. De telles pales posent évidemment de nombreux problèmes techniques, mais également logistiques. Le transport terrestre ou maritime de ces structures peut s'avérer problématique, surtout si l'accessibilité de la zone
10 d'implantation est difficile.

Du point de vue technique, l'utilisation de matériaux composites permet d'alléger les pales et donc de diminuer les efforts sur la structure entière de l'éolienne.

Du point de vue logistique, l'assemblage de tronçons de pales sur site
15 permet de réduire la criticité et le coût des phases de transport.

Il est ainsi avantageux de pouvoir transporter ces pales sous forme de tronçons que l'on assemblera ensuite sur le site de production.

Se pose donc le problème de l'assemblage de pièces en matériaux composites, dans une perspective de solution mécaniquement optimisée en
20 termes de masse, de coût, et de simplicité.

Différents types de liaisons et méthodes d'assemblage existent pour des pièces telles que des tronçons de pales d'éoliennes et on citera par exemple les types de liaisons et méthodes des documents au nom de la demanderesse FR 2 937 687 A1, FR 2 937 689 A1 qui proposent des solutions pour lesquelles les

tronçons peuvent être repliés et FR 2 948 154 A1 qui propose une solution avec fixations en bout au moyen de ferrures prolongeant un caisson central des tronçons de pale.

5 Globalement ces liaisons et méthodes d'assemblage nécessitent de nombreuses pièces et reposent notamment sur l'utilisation de moyens d'interface s'insérant entre les parties composites des tronçons.

Il est par ailleurs connu de réaliser des jonctions de pièces par éclissage.

10 La présente invention a pour but de proposer un type de liaison et un procédé de fabrication adapté à la réalisation d'ailes ou de pales en plusieurs tronçons permettant un assemblage simplifiés des tronçons lors de la construction de l'aéronef ou de la construction de l'éolienne. La présente invention permet en outre de réaliser une continuité des tronçons mis bout à bout au niveau de la liaison et d'éviter l'ajout de capots au niveau de cette liaison.

15 La liaison et le procédé de l'invention restent utilisables sur site de montage dans le cas des pales d'éoliennes.

Selon un principe de la présente invention, les tronçons sont assemblés au moyens d'éclisses.

20 La présente invention prévoit pour ce faire une aile ou pale en au moins deux tronçons en vis-à-vis, lesdits tronçons comportant chacun une structure porteuse longitudinale pourvue d'au moins une semelle pour laquelle la liaison entre les tronçons comprend au moins une première éclisse reliant l'extrémité des semelles desdits tronçons en vis-à-vis.

Avantageusement l'extrémité des semelles desdits tronçons recevant l'éclisse comportent une surépaisseur de renfort.

25 Préférentiellement, l'extrémité des semelles desdits tronçons recevant l'éclisse forme une terminaison élargie.

Les semelles sont avantageusement réalisées par des plis axiaux de matériaux composites et sont renforcées au niveau des terminaisons par des plis biaxiaux afin d'obtenir un empilement adapté à la reprise des efforts des fixations.

30 La structure porteuse des tronçons comprend avantageusement en outre un longeron perpendiculaire à la semelle, la liaison comprenant en outre au moins une seconde éclisse de liaison des longerons de deux tronçons consécutifs.

Selon un mode de réalisation particulier, la structure porteuse des tronçons est une poutre en H comprenant deux semelles et un longeron reliant les deux semelles.

Plus particulièrement l'extrémité de la structure porteuse reçoit au moins
5 une première éclisse par semelle et au moins une seconde éclisse sur le longeron.

Selon un mode de réalisation préférentiel, des fentes sont ménagées entre le longeron et les semelles par réduction de la hauteur du longeron dans la partie de réception des premières éclisses, les premières éclisses reliant les semelles
10 étant reçues dans lesdites fentes.

Selon un mode de réalisation particulier, l'aile ou pale comporte des peaux intrado et extrado solidarisées avec les semelles.

L'aile ou pale comporte avantageusement des profils internes prolongeant les semelles dans une direction transversale par rapport à la structure porteuse
15 longitudinale, les peaux intrado et extrado et les profils internes formant une structure sandwich de la pale.

Selon un mode de réalisation particulier, les peaux intrado et extrado comportent des trappes d'accès aux éclisses.

Selon un mode de réalisation particulier, la fixation des éclisses se fait par
20 l'intermédiaire de liaisons boulonnées.

Les ensembles peau-semelle-profils internes sont notamment des ensembles composites solidarisés par polymérisation, ces ensembles étant reliés par les premières éclisses.

L'invention propose en outre un procédé de fabrication d'une aile ou pale
25 comportant au moins deux tronçons, qui, selon un premier mode de réalisation, comprend une étape de drapage d'une première peau de la longueur de l'aile sur une forme, une étape de pose d'une première semelle de la longueur de l'aile sur la première peau, une étape d'accostage de profils internes sur la première peau de part et d'autre de la première semelle, une étape d'imprégnation de résine et
30 de polymérisation de l'ensemble puis une étape de pose d'une première première éclisse sur la semelle à cheval sur une zone de coupe de l'aile en deux tronçons, l'éclisse étant rendue solidaire de la semelle d'un premier côté de la zone de coupe.

Préférentiellement la première première éclisse est rendue solidaire de la semelle par boulonnage sur la semelle du premier côté de la zone de coupe.

En complément ou en alternative, la première première éclisse est rendue solidaire de la semelle par collage sur la semelle du premier côté de la zone de coupe.

Préférentiellement, l'éclisse est fixée provisoirement à la semelle sur un second côté de la zone de coupe.

La structure porteuse longitudinale de chaque tronçon comprenant une seconde semelle et une seconde peau, le procédé est avantageusement répété pour la seconde semelle et la seconde peau .

Selon un second mode de réalisation, le procédé comprend une étape de drapage d'une première peau de la longueur de l'aile sur une forme, une étape de pose d'une première semelle de la longueur de l'aile sur la première peau, une étape d'accostage de profils internes sur la première peau de part et d'autre de la première semelle, une étape de pose d'une première première éclisse sur la semelle à cheval sur une zone de coupe de l'aile en deux tronçons, l'éclisse étant pourvue de moyens s'opposant au collage de l'éclisse sur la semelle d'un second côté de la zone de coupe puis une étape d'imprégnation de résine et de polymérisation de l'ensemble.

Selon ce second mode de réalisation, la première première éclisse est préférentiellement boulonnée sur la semelle du premier côté de la zone de coupe.

Toujours selon ce second mode de réalisation, l'éclisse est avantageusement fixée provisoirement à la semelle sur le second côté de la zone de coupe.

La structure porteuse longitudinale de chaque tronçon comprenant une seconde semelle et une seconde peau, le second mode de réalisation du procédé est répété pour la seconde semelle et la seconde peau .

Les tronçons comportant des longerons qui forment avec les semelles une poutre en H, Le premier mode ou le second mode de réalisation du procédé sont avantageusement poursuivis par une étape d'éclissage des longerons des tronçons au moyen d'au moins une seconde éclisse, une étape de collage des longerons éclissés sur la première semelle éclissée et une étape de collage de la seconde semelle sur le longeron côté opposé à la première semelle par fermeture

à l'aveugle de l'aile ou pale pour réaliser le collage de la seconde peau sur la première peau équipée du longeron et le collage du longeron sur la deuxième semelle.

Le procédé comporte avantageusement un démoulage de l'aile, une
5 découpe des peaux et des semelles au niveau de la zone de coupe formant jonction des tronçons et un démontage des premières éclisses du côté du second tronçon.

Les premières éclisses étant collées sur un tronçon, par exemple coté pied de pale, une fois la découpe effectuée, on désassemble préférentiellement les
10 tronçons par démontage des premières éclisses côté tronçon bout de pale, les premières éclisses collées restant positionnées dans le tronçon pied de pale et par démontages des secondes éclisses des longerons.

Avantageusement, on assemble les tronçons par insertion des éclisses du tronçon pied de pale dans le tronçon bout de pale par boulonnage des éclisses sur
15 la semelle du tronçon bout de pale et par éclissage des longerons.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront apparents à la lecture de la description qui suit d'un exemple non limitatif de l'invention en référence aux dessins qui représentent:

en figure 1: une vue en perspective de deux tronçons d'aile ou de pale
20 selon un mode de réalisation particulier de l'invention en cours d'assemblage;

en figure 2: une vue en éclaté d'une partie de jonction d'un tronçon de la figure 1;

en figure 3: une vue schématique de côté d'une terminaison d'un exemple de structure porteuse d'aile ou de pale équipée de premières éclisses;

25 en figure 4: la structure de la figure 3 en vue de face;

en figure 5: une vue de côté d'une jonction terminée entre deux structures porteuses selon la figure 3.

La figure 1 représente une aile ou pale en au moins deux tronçons 1a, 1b en vis-à-vis.

30 Selon l'exemple les tronçons sont assemblés bout à bout.

Les tronçons comportent chacun une peau d'extrado 7a et une peau d'intrado 7b et une structure porteuse longitudinale 2a, 2b, 22 pourvue de semelles 2a, 2b.

La liaison entre les tronçons est réalisée au moyen de premières éclisses 3a, 3b reliant l'extrémité des semelles desdits tronçons en vis-à-vis.

La figure 2 est une vue en éclaté de l'extrémité de jonction d'un des tronçons une fois la pale coupée en tronçons.

- 5 La structure porteuse est ici réalisée par deux semelles 2a, 2b et un longeron 22 perpendiculaire aux semelles qui réalisent une semelle d'extrado et une semelle d'intrado.

L'extrémité 12a, 12b des semelles sur laquelle se fixent les éclisses comporte une surépaisseur de renfort, seule l'éclisse 3b côté intrado est
10 représentée en figure 2 pour simplifier le schéma, l'éclisse 3a côté extrado se trouvant en miroir de l'éclisse 3b par rapport au longeron.

L'extrémité des semelles recevant les premières éclisses forme une terminaison 12a, 12b élargie de sorte qu'une large zone de fixation soit présente au niveau des jonctions où les éclisses de semelle assurent la continuité des deux
15 tronçons et reprennent les efforts des fixations.

Au niveau du longeron 22 est représentée une seconde éclisse 23 de liaison des longerons de deux tronçons 1a, 1b.

Sur la figure 2 sont aussi représentés des profils internes 5b, 6b, qui prolongent la semelle 2b dans une direction transversale par rapport à la structure
20 porteuse longitudinale.

La peau intrado 7b est solidarisée avec la semelle 2b et les profils internes 5b, 6b qui entourent la semelle 2b tout en épousant la forme élargie de la terminaison 12b.

La peau est réalisée en partant d'un tissu qui s'étend au delà de la semelle
25 sur tout le profil externe de la pale, et qui va constituer la peau externe 7b de la pale. Sur la face interne de ce tissu, on vient ensuite constituer le profil interne 5a, 5b, 6a, 6b, qui est réalisé par exemple avec une mousse, un matériau nid d'abeille, balsa ou autre matériau de remplissage léger adapté.

La peau et le profil interne réalisent un matériau sandwich léger et peu
30 onéreux. Sur le profil interne est éventuellement déposé un second tissu de réalisation d'une peau interne terminant le sandwich.

Le sandwich comprenant les peaux et les profils internes ainsi que la peau et les semelles vont assurer la géométrie de la pale.

Dans le cas d'une mousse, on choisit une mousse adaptée au procédé d'infiltration de résine, et en particulier une mousse à porosités fermées sauf en surface.

La mousse comporte des canaux permettant à la résine de passer d'une
5 peau à l'autre du sandwich lors de l'infiltration de résine.

La même configuration semelle/profils internes/peau se retrouve au niveau de l'extrado.

Dans le cas d'ailes ou de pales en matériaux composites, les semelles sont notamment réalisées par des plis axiaux de matériaux composites et sont
10 renforcées au niveau des terminaisons par des plis biaxiaux afin d'obtenir un empilement adapté à la reprise des efforts des fixations par exemple matage, trusquinage ou autre.

Les plis axiaux sont réalisés avec des tissus UD (Uni Directionnels), orientés selon l'axe de la pale (0 degrés).

15 Les plis biaxiaux sont des tissus dont les fils sont à +/- 45 degrés. C'est soit un empilement de plusieurs UD, soit des plis déjà munis d'empilements.

Il est possible d'utiliser aussi pour les éclisses et les semelles dans leur zone renforcée 12a des empilements triaxiaux comportant des plis ayant des orientations à + ou - 45 degrés par exemple.

20 La semelle de la pale est ainsi renforcée pour reprendre les efforts des liaisons boulonnées. L'assemblage semelles et éclisses sera sollicité en traction compression ainsi qu'en matage engendré par les liaisons boulonnées. Les fixations reprennent les efforts de cisaillement ainsi que de flexion due à la forte épaisseur des éléments à assembler.

25 Il y a lieu de noter que selon la présente invention, les semelles des tronçons sont réalisées en une seule pièce et que donc les zones renforcées se trouvent dans une partie centrale de la semelle.

Les figures 3 et 4 représente une structure porteuse des tronçons sous la forme d'une poutre en H comprenant deux semelles 2a, 2b et un longeron 22
30 reliant les deux semelles.

La structure porteuse reçoit une première éclisse 3a, 3b par semelle les premières éclisses reliant les semelles étant reçues dans des fentes ménagées

entre le longeron 22 et les semelles 2a, 2b par réduction de la hauteur du longeron dans la partie 4a, 4b de réception des premières éclisses 3a, 3b.

La fixation des éclisses se fait par l'intermédiaire de liaisons boulonnées 9.

La surépaisseur de renfort des semelles et les premières éclisses
5 comblent les fentes réalisées par l'amincissement de l'extrémité du longeron 22.

Selon la figure 4 les premières éclisses 3a, 3b sont conformées pour épouser la courbure des semelles dans une direction transversale.

Le tronçon ainsi équipé comporte une terminaison adaptée à venir s'insérer entre les semelles et le longeron d'un second tronçon lors de l'assemblage d'un
10 premier et d'un second tronçon.

La figure 5 représente la jonction entre les tronçons terminée.

La jonction comporte une seconde éclisse 23 boulonnée sur les longerons 22, 22' des deux tronçons raccordés. Une ou deux éclisses d'un côté ou des deux côtés des longerons peuvent être prévues.

15 Les éclisses de longerons assurent la continuité entre les longerons de chacun des tronçons de pale. Les longerons reprennent les efforts tranchants sollicitant l'aile ou la pale et les secondes éclisses reprennent également ces efforts au niveau de la jonction.

La hauteur du longeron est réduite au niveau de la liaison afin de respecter
20 l'encombrement restreint dû à la présence des surépaisseurs de semelles et des éclisses.

De retour à la figure 1, les peaux intrado et extrado comportent des trappes 8, 8' d'accès aux éclisses permettant de les boulonner et éventuellement de les retirer pour démonter les tronçons. Ces trappes sont nécessaires pour pouvoir
25 effectuer l'assemblage des tronçons sur site, et elle doivent être assez grandes pour qu'on ait accès aux éclisses 23 et à leurs moyens de fixation sur les semelles.

L'assemblage des premières éclisses aux tronçons de pale se fait par l'intermédiaire de liaisons boulonnées 9 dont les boulons sont serrés au travers de
30 trappes d'accès. La continuité du longeron se fait également par l'intermédiaire d'une seconde éclisse boulonnée 9.

Les liaisons boulonnées permettront de transférer une grande partie des efforts de la semelle vers l'éclisse afin d'assurer la continuité de chacun des

tronçons, la liaison boulonnée de l'éclisse de longeron permettant de transférer une partie de l'effort tranchant entre l'éclisse et le longeron.

Les matériaux constituant les éclisses, les semelles, le longeron, les peaux et les profils internes sont des matériaux composites réalisés au moyen de tissus
5 de fibres et de résines.

Les matériaux composites utilisés sont par exemple des tissus de verre et des résines époxy, d'autres matériaux composites techniques pouvant être utilisés.

Les mousses sont de préférence des mousses PVC

10 Dans ce cadre d'aile composite, le procédé de l'invention permet avantageusement de fabriquer l'aile ou la pale de l'invention entière dans un seul gabarit ou moule puis de la découper pour réaliser les tronçons.

L'avantage principal est qu'un dimensionnement précis au niveau des jonctions est obtenu. De ce fait, le montage sur site de l'aile ou de la pale est
15 facilité et son profil ne comporte pas de rupture ou de défaut nécessitant par exemple un capotage ou une opération complémentaire .

Un première mode de réalisation du procédé applicable à l'invention comporte les étapes suivantes.

- Fabrication d'une semelle intrados renforcée à la longueur des deux
20 tronçons ;

- fabrication de deux éclisses de semelles ou premières éclisses ;

- fabrication d'une semelle extrados renforcée à la longueur des deux tronçons ;

- fabrication de deux éclisses de longeron ou secondes éclisses;

25 - drapage de la peau externe intrados dans un demi-moule avec mise en place de la semelle intrados, des profils internes et de la peau interne intrados si nécessaire, puis injection de résine par infiltration sous vide avec un film du côté opposé au moule et polymérisation, le moule ouvert étant un moule chauffant ;

- mise en place de l'éclisse sur la semelle, pose des visseries de fixation
30 définitive sur une première partie latérale l'éclisse, tandis que la seconde partie latérale de l'éclisse reçoit une fixation provisoire, par exemple au moyen de 2 x 6 pions de diamètre 18 mm;

Selon cette opération, l'éclisse comporte sa fixation définitive sur un côté de la semelle qui formera un premier tronçon. L'éclisse est par contre juste maintenue sur un second côté de la semelle qui formera un second tronçon.

Autrement dit, l'éclisse comporte sa fixation définitive d'un premier côté
 5 d'une zone de coupe pour réaliser les tronçons, la partie d'éclisse du second côté de la zone de coupe ne recevant qu'une fixation provisoire.

Il est dans le cadre de l'invention possible en première variante de coller l'éclisse sur la semelle côté fixation définitive.

Dans ce cas on pose éventuellement un film s'opposant au collage de
 10 l'éclisse côté fixation provisoire.

Enfin, on peut aussi envisager en seconde variante de fixer l'éclisse sur la semelle avec les fixations définitives des deux côtés de l'éclisse.

Dans ce cas toutefois on veillera à ne pas trop serrer l'éclisse du côté qui devra être démonté après séparation des tronçons et à éviter tout collage de
 15 l'éclisse sur la semelle au moins côté destiné à être démonté.

Pour le côté extrado il est procédé de la même façon que pour l'intrados.

Ensuite il est procédé à une fermeture à l'aveugle de l'aile ou pale pour réaliser le collage de l'extrados sur l'intrado équipé du longeron, le collage du longeron sur la deuxième semelle et le collage des bords d'attaque et de fuite de
 20 l'aile ou pale entre eux.

Pour ces étapes il peut bien entendu être procédé à l'inverse en intervertissant les peaux intrados et extrados.

Ensuite le procédé se poursuit par le démoulage de l'ensemble.

Une fois la pale démoulée les opérations de finition, perçage du pied de
 25 pale, ébavurage du bord d'attaque et du bord de fuite sont réalisées, puis la pale est peinte et équilibrée.

Les peaux et les semelles de la pale sont alors découpée au niveau de l'endroit qui formera la jonction des tronçons.

La pale est découpée une fois assemblée. Seul le longeron est découpé
 30 avant fermeture des profils.

La semelle est découpée en même temps que les peaux pour réaliser les tronçons et la profondeur de découpe est maîtrisée de manière à ne pas attaquer les éclisses.

Des trappes d'accès sont découpées dans les peaux, et les éclisses sont démontées du côté du tronçon sur lequel elles ne sont pas collées.

L'ensemble des perçages définitifs sont réalisés de sorte que les tronçons puissent être stockés et transportés séparés puis de nouveau assemblés sur le
5 site de construction de l'éolienne et de production d'électricité.

Ainsi un des tronçons comporte les premières éclisses boulonnées alors que l'autre des tronçons en est démunie et comporte les perçages nécessaires à recevoir et à boulonner ultérieurement les éclisses.

On notera que pour éviter un collage des éclisses sur la partie de la semelle
10 où les éclisses doivent être démontables, ces dernières sont recouvertes d'un film ou tissu de séparation par exemple un film de démoulage à base de PTFE.

Les éclisses restent ainsi démontables sur la partie de semelle destinée à former la semelle de l'un des tronçons et sont fixées définitivement sur la partie de semelle de l'autre tronçon.

15 Les tronçons fabriqués ensemble dans un même moule et sous forme de l'aile ou de la pale complète sont appariés et s'assemblent parfaitement.

Les éclisses étant collées et/ou définitivement boulonnées sur un tronçon, par exemple coté pieds de pale on peut une fois la découpe effectuée retirer le tronçon bout de pale. Les éclisses collées et/ou définitivement boulonnées sur le
20 tronçon pied de pale restent positionnées dans le tronçon pieds de pale.

Par exemple, la figure 3 représente l'extrémité du tronçon sur lequel l'éclisse est fixée par collage et boulonnage lors de la fabrication de l'aile ou de la pale.

Les tronçons peuvent être stockés et transportés démontés puis assemblés
25 sur le site d'assemblage de l'aéronef ou le site de construction de l'éolienne.

Pour le montage de l'aile ou de la pale entière il suffit alors d'approcher les deux tronçons jusqu'à insertion des parties d'éclisses dans la structure porteuse du second tronçon puis de boulonner les éclisses sur la structure porteuse du second tronçon.

30 Selon un second mode de réalisation du procédé de fabrication des pales, les étapes suivantes sont réalisées.

- Fabrication d'une semelle intrados renforcée à la longueur des deux tronçons ;

- fabrication de deux éclisses de semelles ou premières éclisses ;
- fabrication d'une semelle extrados renforcée à la longueur des deux tronçons ;

- fabrication de deux éclisses de longeron ou secondes éclisses ;
- 5 - drapage de la peau externe intrados dans un demi-moule avec mise en place de la semelle intrados, des profils internes et de la peau interne intrados si nécessaire.

A ce stade la variante consiste à poser la première éclisse sur la semelle avant polymérisation, un côté de l'éclisse étant protégé contre le collage.

- 10 L'injection de résine par infiltration sous vide avec un film du côté opposé au moule et polymérisation est ensuite réalisée dans le moule ouvert chauffant ;

Une fois l'intrados de la pale polymérisé il est possible de réaliser les fixations définitives de l'éclisse côté collé sur la semelle et de mettre des fixations provisoires côté non collé.

- 15 Comme pour le premier mode de réalisation, le procédé est réalisé de manière identique pour l'extrados de la pale puis les deux profils sont collés ensemble avec le longeron puis les tronçons sont découpés.

- Les pièces constituant les pales ou ailes de l'invention ont été dimensionnées mécaniquement en fonction des efforts qu'elles doivent subir et
- 20 notamment efforts de traction, de compression, de cisaillement etc... mais également à la liaison entre tronçons au niveau des fixations par vis en fonction des efforts de trusquinage et matage.

- Selon un exemple particulier de réalisation, les semelles courantes sont réalisées en composite unidirectionnel, les peaux et les longerons en biaxial +/-
- 25 45 degrés, les semelles de renforcement et les éclisses en triaxial 0,+/- 45 degrés.

Il est à noter que les ensembles peau-semelle-profils internes sont des ensembles composites solidarisés par polymérisation, ces ensembles étant reliés par les premières éclisses.

- 30 L'invention ne se limite pas à l'exemple représenté et peut notamment s'appliquer à une aile ou une pale comportant plus de deux tronçons.

REVENDICATIONS

1 - Aile ou pale en au moins deux tronçons (1a, 1b) en vis-à-vis, lesdits tronçons comportant chacun une structure porteuse longitudinale (2a, 2b, 22) pourvue d'au moins une semelle (2a, 2b) pour laquelle la structure porteuse des tronçons comprend deux semelles (2a, 2b) et au moins un longeron (22) reliant les deux semelles,

pour laquelle la liaison entre les tronçons comprend au moins des premières éclisses (3a, 3b) reliant l'extrémité des semelles desdits tronçons en vis-à-vis, caractérisée en ce que des fentes sont ménagées entre ledit au moins un longeron (22) et les semelles (2a, 2b) par réduction de la hauteur dudit longeron dans la partie (4a, 4b) de réception des premières éclisses (3a, 3b), les premières éclisses reliant les semelles étant reçues dans lesdites fentes.

2 - Aile ou pale selon la revendication 1 pour laquelle l'extrémité des semelles desdits tronçons recevant l'éclisse comportent une surépaisseur de renfort.

3 - Aile ou pale selon la revendication 1 ou 2 pour laquelle l'extrémité des semelles desdits tronçons recevant l'éclisse forme une terminaison (12a, 12b) élargie.

4 - Aile ou pale selon la revendication 3 pour laquelle les semelles sont réalisées par des plis axiaux de matériaux composites et sont renforcées au niveau des terminaisons par des plis biaxiaux afin d'obtenir un empilement adapté à la reprise des efforts des fixations.

5 - Aile ou pale selon l'une quelconque des revendications précédentes pour laquelle la liaison comprend en outre au moins une seconde éclisse (23) de liaison des longerons (22, 22') de deux tronçons (1a, 1b) consécutifs.

6 - Aile ou pale selon la revendication 5 pour laquelle la structure porteuse des tronçons est une poutre en H comprenant deux semelles (2a, 2b) et un longeron (22) reliant les deux semelles.

7 - Aile ou pale selon la revendication 6 pour laquelle l'extrémité de la structure porteuse reçoit au moins une première éclisse (3a, 3b) par semelle et au moins une seconde éclisse (23) sur le longeron (22).

8 - Aile ou pale selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisée en ce qu'elle comporte des peaux intrado et extrado (7a, 7b) solidarisées avec les semelles.

9 - Aile ou pale selon la revendication 8 caractérisée en ce qu'elle comporte en outre des profils internes (5a, 5b, 6a, 6b) prolongeant les semelles (2a, 2b) dans une direction transversale par rapport à la structure porteuse longitudinale, les peaux intrado et extrado (7a, 7b) et les profils internes (5a, 5b, 6a, 6b) formant une structure sandwich de la pale.

10 - Aile ou pale selon la revendications 8 ou 9 pour laquelle les peaux intrado et extrado comportent des trappes (8, 8') d'accès aux éclisses.

11 - Aile ou pale selon l'une quelconque des revendications précédentes pour laquelle la fixation des éclisses se fait par l'intermédiaire de liaisons boulonnées (9).

12 - Aile ou pale selon l'une quelconque des revendications 8 à 10 pour laquelle les ensembles peau-semelle-profils internes sont des ensembles composites solidarisés par polymérisation, ces ensembles étant reliés par les premières éclisses.

13 - Procédé de fabrication d'une aile ou pale selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend une étape de drapage d'une première peau de la longueur de l'aile sur une forme, une étape de pose d'une première semelle de la longueur de l'aile sur la première peau, une étape d'accostage de profils internes sur la première peau de part et d'autre de la première semelle, une étape d'imprégnation de résine et de polymérisation de l'ensemble puis une étape de pose d'une première première éclisse sur la semelle à cheval sur une zone de coupe de l'aile en deux tronçons, l'éclisse étant rendue solidaire de la semelle d'un premier côté de la zone de coupe.

14 - Procédé selon la revendication 13 pour lequel la première première éclisse est rendue solidaire de la semelle par boulonnage sur la semelle du premier côté de la zone de coupe.

15 - Procédé selon la revendication 13 ou 14 pour lequel la première première éclisse est rendue solidaire de la semelle par collage sur la semelle du premier côté de la zone de coupe.

16 - Procédé selon l'une quelconque des revendications 13 à 15 pour lequel l'éclisse est fixée provisoirement à la semelle sur un second côté de la zone de coupe.

17 - Procédé selon l'une quelconque des revendications 13 à 16 pour lequel la structure porteuse longitudinale de chaque tronçon comprenant une seconde semelle

et une seconde peau, le procédé est répété pour la seconde semelle et la seconde peau .

18 - Procédé de fabrication d'une aile ou pale selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce qu'il comprend une étape de drapage d'une première peau de la longueur de l'aile sur une forme, une étape de pose d'une première semelle de la longueur de l'aile sur la première peau, une étape d'accostage de profils internes sur la première peau de part et d'autre de la première semelle, une étape de pose d'une première première éclisse sur la semelle à cheval sur une zone de coupe de l'aile en deux tronçons, l'éclisse étant pourvue de moyens s'opposant au collage de l'éclisse sur la semelle d'un second côté de la zone de coupe puis une étape d'imprégnation de résine et de polymérisation de l'ensemble.

19 - Procédé selon la revendication 18 pour lequel la première première éclisse est boulonnée sur la semelle du premier côté de la zone de coupe.

20 - Procédé selon l'une quelconque des revendications 18 ou 19 pour lequel l'éclisse est fixée provisoirement à la semelle sur le second côté de la zone de coupe.

21 - Procédé selon l'une quelconque des revendications 18 à 20 pour lequel la structure porteuse longitudinale de chaque tronçon comprenant une seconde semelle et une seconde peau, le procédé est répété pour la seconde semelle et la seconde peau .

22 - Procédé selon la revendication 17 ou 21 pour lequel, les tronçons comportant des longerons qui forment avec les semelles une poutre en H, le procédé comporte une étape d'écussage des longerons des tronçons au moyen d'au moins une seconde éclisse, une étape de collage des longerons écussés sur la première semelle écussée et une étape de collage de la seconde semelle sur le longeron côté opposé à la première semelle par fermeture à l'aveugle de l'aile ou pale pour réaliser le collage de la seconde peau sur la première peau équipée du longeron et le collage du longeron sur la deuxième semelle.

23 - Procédé selon la revendication 22 caractérisé en ce qu'il comporte un démoulage de l'aile, une découpe des peaux et des semelles au niveau de la zone de coupe formant jonction des tronçons et un démontage des premières éclisses du côté du second tronçon.

24 - Procédé selon la revendication 23 pour lequel les premières éclisses étant collées sur un tronçon, par exemple coté pied de pale, une fois la découpe effectuée, on désassemble les tronçons par démontage des premières éclisses côté tronçon bout

de pale, les premières éclisses collées restant positionnées dans le tronçon pied de pale et par démontages des secondes éclisses des longerons.

25 - Procédé selon la revendication 24 pour lequel on assemble les tronçons par insertion des éclisses du tronçon pied de pale dans le tronçon bout de pale par boulonnage des éclisses sur la semelle du tronçon bout de pale et par éclissage des longerons.

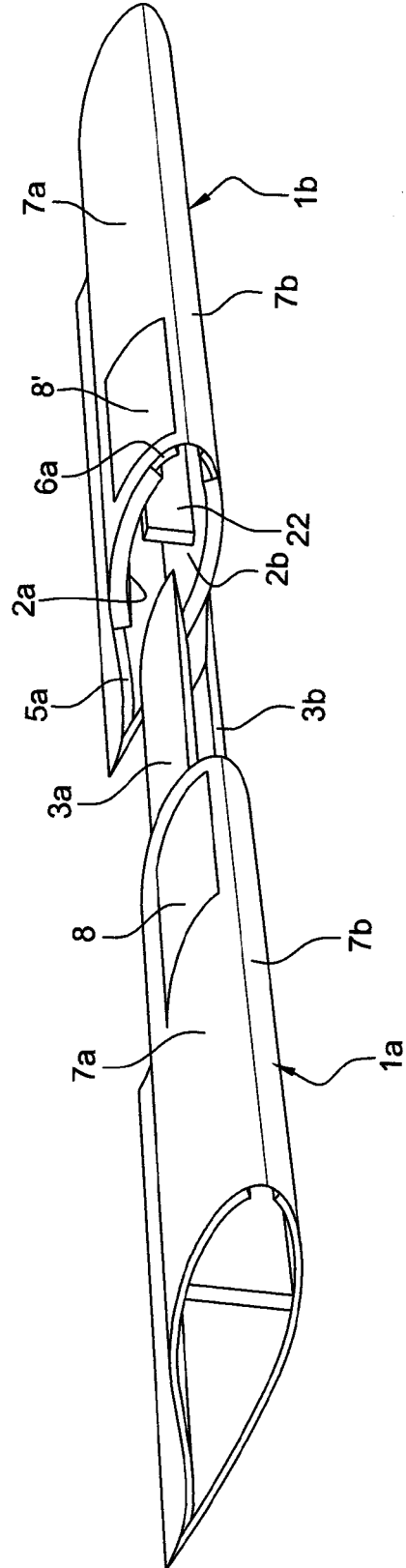


Fig. 1

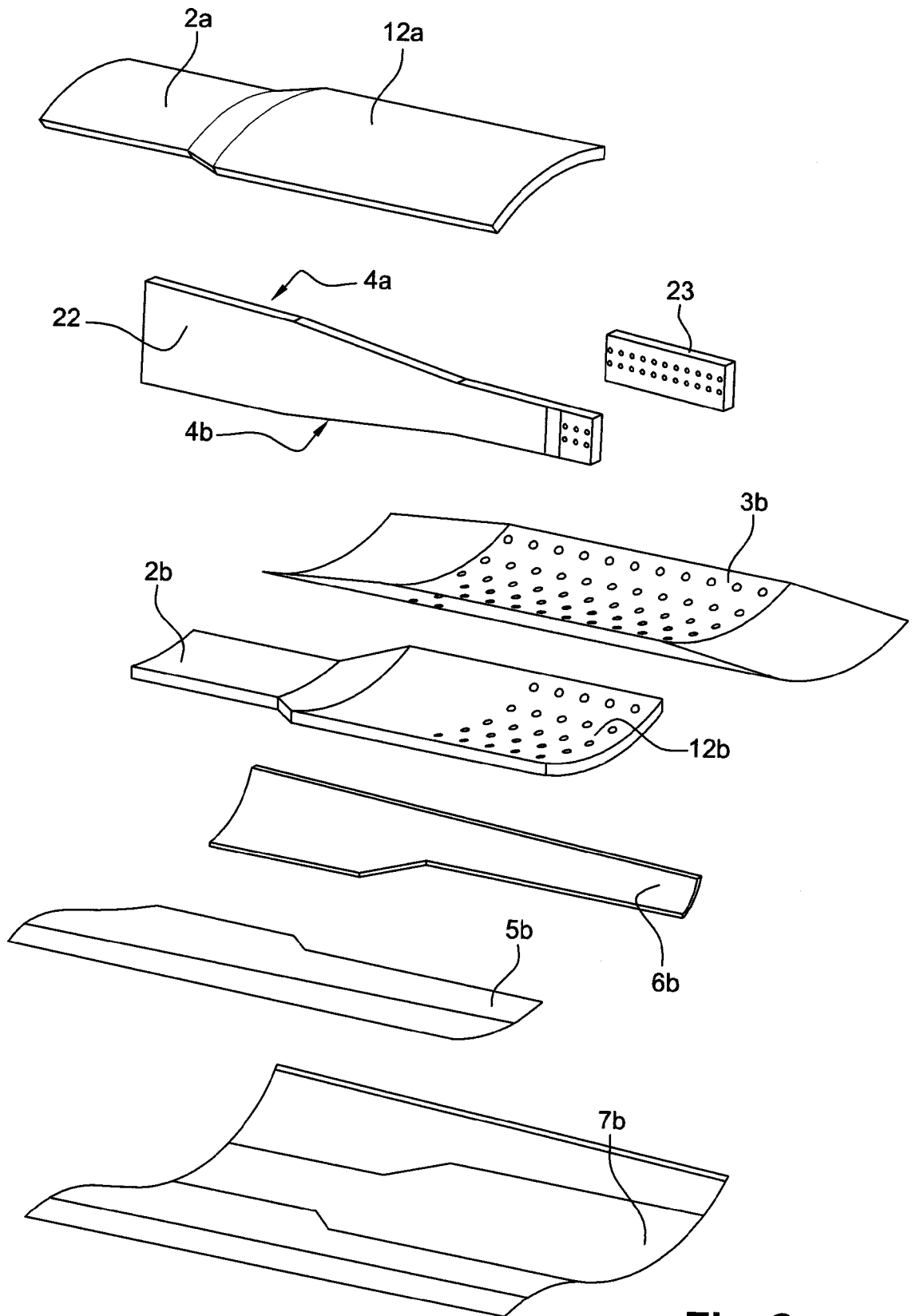


Fig. 2

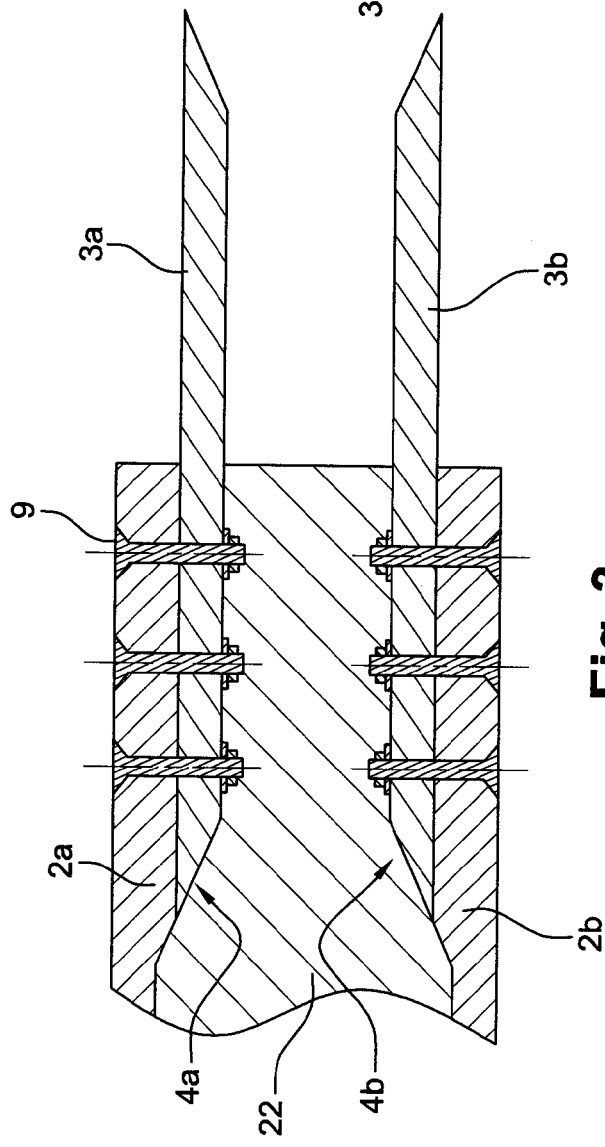


Fig. 3

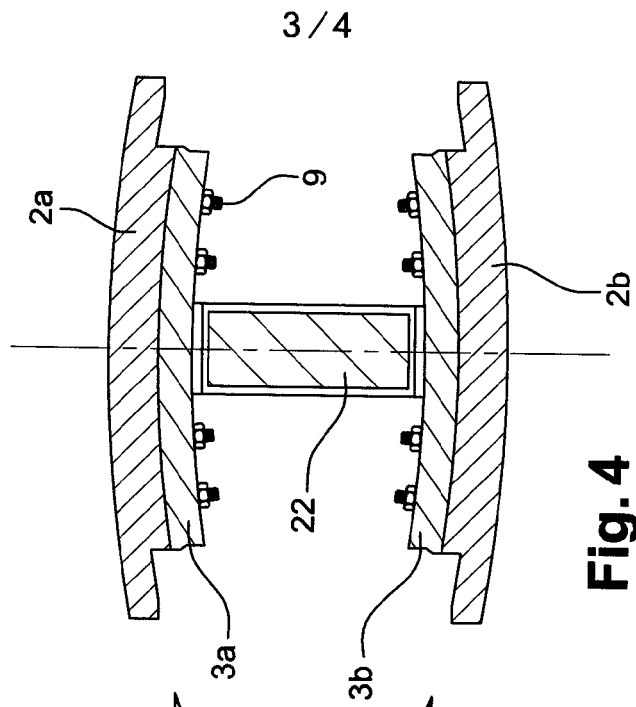


Fig. 4

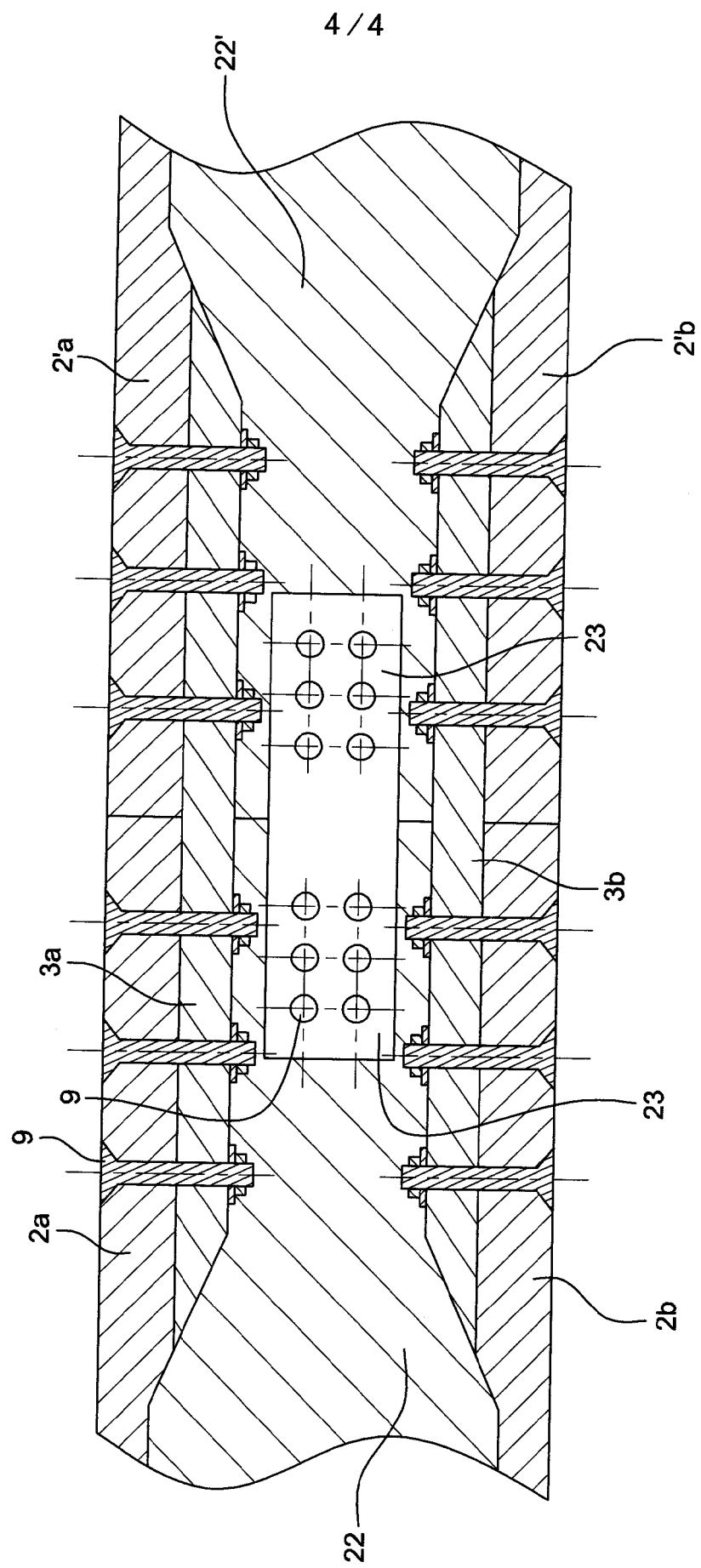


Fig. 5

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 2009/162206 A1 (ZIRIN ROBERT MICHAEL [US] ET AL) 25 juin 2009 (2009-06-25)

WO 2012/004571 A2 (BLADE DYNAMICS LTD [GB]; HAYDEN PAUL [US]; BEHMER HARALD [GB])
12 janvier 2012 (2012-01-12)

ES 2 343 712 A1 (TORRES MARTINEZ M [ES]) 6 août 2010 (2010-08-06)

US 2009/226320 A1 (TORRES MARTINEZ MANUEL [ES]) 10 septembre 2009 (2009-09-10)

US 2011/052403 A1 (KAWASETSU NOZOMU [JP] ET AL) 3 mars 2011 (2011-03-03)

WO 2011/006800 A1 (ASTRIUM SAS [FR]; AUBERON MARCEL [FR]; PETERMANN NICOLAS [FR])
20 janvier 2011 (2011-01-20)

US 2009/136355 A1 (FINNIGAN PETER MICHAEL [US] ET AL) 28 mai 2009 (2009-05-28)

US 2011/142667 A1 (MIEBACH THOMAS [US] ET AL) 16 juin 2011 (2011-06-16)

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

NEANT

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

NEANT