

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
—  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
—  
COURBEVOIE  
—

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

**3 134 555**

②① N° d'enregistrement national : **22 03537**

⑤① Int Cl<sup>8</sup> : **B 60 S 1/34 (2022.01), B 64 C 1/14, B 64 D 45/02**

①②

## BREVET D'INVENTION

**B1**

⑤④ Bras d'entraînement d'un balai d'essuie-glace pour un aéronef et son procédé de fabrication.

②② Date de dépôt : 15.04.22.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public  
de la demande : 20.10.23 Bulletin 23/42.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention : 11.10.24 Bulletin 24/41.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *FALGAYRAS S.A.S Société par  
actions simplifiée* — FR.

⑦② Inventeur(s) : CONTRASTI Eric.

⑦③ Titulaire(s) : FALGAYRAS S.A.S Société par actions  
simplifiée.

⑦④ Mandataire(s) : IPSILON.

**FR 3 134 555 - B1**



## Description

### **Titre de l'invention : Bras d'entraînement d'un balai d'essuie-glace pour un aéronef et son procédé de fabrication**

#### **Domaine technique**

- [0001] L'invention concerne un bras d'entraînement d'un balai d'essuie-glace pour un aéronef tel qu'un avion, un hélicoptère ou tout autre type d'aéronef présentant un parebrise. L'invention s'inscrit plus largement dans le domaine de l'aéronautique.
- [0002] En pratique, un bras d'entraînement d'essuie-glace pour aéronef constitue une interface entre des moyens moteurs qui permettent de générer le mouvement de balayage de l'essuie-glace, et le balai d'essuie-glace lui-même qui opère l'essuyage du parebrise du cockpit de l'aéronef.
- [0003] La conception d'un bras d'entraînement d'un essuie-glace d'aéronef est soumise à de nombreuses contraintes qui rendent l'innovation dans ce domaine très délicate.
- [0004] Une première contrainte correspond à la reprise des efforts qui sont notamment générés par l'inertie de la masse du balai d'essuie-glace lors de sa course de débattement pour balayer le parebrise du cockpit. En effet, de manière générale les moyens moteurs génèrent un mouvement sinusoïdal qui confère au balai d'essuie-glace un débattement angulaire adapté aux dimensions du cockpit. Ainsi, le bras d'entraînement qui porte et entraîne le balai d'essuie-glace doit être en mesure de reprendre les efforts générés par l'inertie de masse de l'essuie-glace afin d'assurer un balayage continu du parebrise.
- [0005] Une deuxième contrainte consiste au maintien du balai d'essuie-glace au contact du parebrise sur l'intégralité de sa course de débattement, ceci quelles que soient les conditions météorologiques que traversent l'aéronef au cours de son vol. Ainsi, en cas de soulèvement du balai d'essuie-glace, le bras d'entraînement doit être suffisamment robuste et élastique pour ramener le balai d'essuie-glace au contact du parebrise.
- [0006] Une troisième contrainte se rapporte à la fiabilité du couplage mécanique, d'une part, entre le bras d'entraînement et les moyens moteurs, et d'autre part, entre le bras d'entraînement et le balai d'essuie-glace. En effet, les conséquences d'un parebrise de cockpit brisé lors d'un vol par un bras d'entraînement et/ou un essuie-glace qui se détachent peuvent être dramatiques.
- [0007] Une quatrième contrainte concerne la résistance aux collisions avec des groupes d'oiseaux que peuvent subir les aéronefs au cours de leur vol. L'expression « bird strike » est couramment employée par l'homme du métier pour désigner ce phénomène.
- [0008] Ainsi, le bras d'entraînement doit répondre à l'ensemble des contraintes que nous

venons d'exposer et ce quelles que soient les conditions météorologiques que l'aéronef est susceptible de traverser lors de ses vols comme la pluie, la grêle, le vent, le gel, les radiations UV, les cellules orageuses etc.

[0009] A ce propos, une cinquième contrainte est précisément liée aux conditions météorologiques que peut rencontrer un aéronef, il s'agit des impacts de foudre qui peuvent intervenir lorsqu'un aéronef traverse une cellule orageuse. L'enjeu en pareille situation relève du maintien de l'intégrité du bras d'entraînement, d'une part, pour continuer d'assurer sa fonction, et d'autre part, pour éviter qu'il ne se disloque et viennent endommager le parebrise du cockpit. Actuellement, les normes définies par l'industrie aéronautique imposent que le bras d'entraînement soit capable de laisser passer la foudre afin que la charge électrique poursuive sa course sur le fuselage de l'aéronef.

[0010] Une autre contrainte doit être prise en compte lors de la conception d'un bras d'entraînement pour un essuie-glace d'aéronef, elle consiste dans l'adaptabilité de la conception à différentes dimensions et conformations de parebrise. En effet, chaque modèle d'aéronef comporte des dimensions et une conformation de parebrise qui lui sont spécifiques. Par conséquent, afin d'optimiser les coûts de conception et de fabrication, la structure du bras d'entraînement doit être transposable à différentes formes et dimensions de parebrise de cockpit.

### **Technique antérieure**

[0011] Compte tenu des contraintes qui sont exposées ci-avant, un bras d'entraînement d'essuie-glace d'un aéronef est traditionnellement réalisé en acier et se compose essentiellement de trois éléments. Tout d'abord, le bras d'entraînement comporte un organe de couplage mécanique avec les moyens moteurs qui sont généralement configurés pour transmettre un mouvement sinusoïdal au balai d'essuie-glace. Le bras d'entraînement comporte en suite un corps en acier plein qui est couplé à une première extrémité à l'organe de couplage et s'étend longitudinalement jusqu'à une seconde extrémité qui porte une interface de fixation du balai d'essuie-glace. Le corps du bras d'entraînement peut présenter diverses conformations qui sont chacune adaptée à la conformation du parebrise. Ainsi, il n'est pas rare que le corps du bras d'entraînement comporte une ou plusieurs courbes afin de maintenir le balai d'essuie-glace au contact du parebrise pour assurer un essuyage du champ de vision des pilotes.

[0012] En pratique, l'interface et l'organe de couplage sont également réalisés en acier. L'acier est choisi pour sa résistance mécanique, sa flexibilité mais aussi ses propriétés de résistance à l'oxydation. Dans ce contexte, la plupart du temps, les différents éléments du bras d'entraînement sont mécanos assemblés. Ce type de bras d'entraînement est utilisé depuis plus de 20 ans dans le domaine de l'aéronautique, il a par conséquent fait ses preuves et répond à toutes les contraintes qui ont été exposées

précédemment. D'ailleurs, au cours de ces vingt dernières années la défaillance d'un bras d'entraînement n'a pas été officiellement reconnue comme une source d'incidents. En dépit de l'efficacité démontrée du bras d'entraînement en acier le problème de réduction de sa masse s'inscrit dans le contexte plus général de l'allégement des aéronefs en vue notamment de réduire leur consommation d'énergie

[0013] C'est précisément dans cette optique que le document US 2021/0403138 propose une solution technique pour alléger le bras d'entraînement. Plus particulièrement, ce document décrit un bras d'entraînement dont le corps est constitué par un cylindre creux en matériau composite qui présente une conformation strictement rectiligne. Afin de répondre à la contrainte de passage de la foudre, le cylindre en matériau composite est recouvert entièrement par une couche métallique qui lui confère des propriétés de conductivité électrique. La couche métallique est elle-même recouverte par une couche externe de résine époxy. Le corps rectiligne du bras d'entraînement comporte à chaque extrémité des douilles de couplage qui sont partiellement intégrées dans les parois du cylindre en matériau composite. Les douilles permettent, d'une part, un assemblage mécanique de l'organe de couplage et de l'interface de fixation, et d'autre part, l'écoulement du courant électrique. Par ailleurs, afin de maintenir le balai en contact avec le parebrise des moyens de rappel élastiques mécaniques sont ménagés entre l'organe de couplage et le corps du bras d'entraînement.

[0014] Bien que ce bras d'entraînement allège la masse d'un bras d'entraînement en acier, il conserve les inconvénients d'une structure mécanique complexe et mécano assemblée, d'une part, au travers de la masse des connecteurs mécaniques, et d'autre part, par la complexité d'assemblage, mais aussi par la réduction de la conductivité électrique entre l'interface de couplage, le corps du bras et l'organe de couplage. En effet, l'écoulement du courant électrique entre le bras en composite, l'interface de couplage et l'organe de couplage, se réduit uniquement à la tranche des rivets qui assemblent les douilles de l'interface de couplage et de l'organe de couplage au corps du bras d'entraînement.

[0015] L'invention vise à pallier l'ensemble de ces inconvénients.

### **Exposé de l'invention**

[0016] L'invention vise à réduire la masse du bras d'entraînement d'un balai d'essuie-glace pour aéronef tout respectant les contraintes d'un aéronef en vol.

[0017] L'invention vise également à fournir un bras d'entraînement comportant, d'une part, des propriétés élastiques pour maintenir ou ramener le balai d'essuie-glace au contact du parebrise de l'aéronef, et d'autre part, des propriétés de conductivité électrique pour permettre le passage de la foudre.

[0018] L'invention vise aussi à simplifier la structure mécanique des bras d'entraînement

connus de l'état de la technique.

- [0019] Dans ce contexte, la présente invention concerne un bras d'entraînement d'un balai d'essuie-glace pour un aéronef, le bras d'entraînement comprenant un corps qui s'étend longitudinalement entre une première extrémité équipée d'un organe de couplage qui est configuré pour être couplé à des moyens moteurs et une seconde extrémité équipée d'une interface configurée pour supporter le balai d'essuie-glace.
- [0020] Le bras d'entraînement se caractérise en ce qu'il comporte une âme qui s'étend à l'intérieur du corps entre l'interface de couplage et l'organe de couplage, l'âme, l'organe de couplage et l'interface de couplage étant conducteurs d'électricité et au moins partiellement intégrés dans le corps du bras d'entraînement, le corps comportant au moins un matériau composite.
- [0021] Le corps en matériau composite du bras d'entraînement qui intègre au moins partiellement l'organe de couplage et l'interface de couplage permet de diviser à minima par deux la masse du bras d'entraînement de l'invention par rapport à un bras d'entraînement mécano assemblé en acier de mêmes dimensions ce qui réduit l'inertie lors du balayage sur le pare-brise. Par ailleurs, les propriétés de conduction électrique de l'âme du bras permettent notamment de répondre aux contraintes liées au passage de la foudre qui ont été exposées en introduction de ce document. De plus, l'intégration de l'organe de couplage et de l'interface de couplage dans le corps du bras d'entraînement simplifie la structure mécanique du bras d'entraînement.
- [0022] Dans des modes de réalisation, l'âme peut comporter une lame métallique qui s'étend au sein d'un évidement ménagé à l'intérieur du corps en matériau composite. La lame métallique assure une continuité de la conductivité électrique pour traverser le corps du bras en matériau composite.
- [0023] Dans des modes de réalisation, l'âme peut comporter du métal, de préférence, l'âme comporte du cuivre. Le cuivre est un métal malléable il permet d'intégrer facilement l'âme au corps du bras d'entraînement quelle que soit la forme dudit corps.
- [0024] Dans des modes de réalisation, l'âme peut être couplée, d'une part, à une première extrémité à l'organe de couplage, et d'autre part, à une seconde extrémité à l'interface de couplage, ainsi, l'âme, l'organe de couplage et l'interface de couplage forment une armature constituée d'une seule pièce. Cette caractéristique assure le passage d'un courant électrique d'une extrémité à l'autre du bras d'entraînement.
- [0025] En particulier, la lame métallique peut être soudée, d'une part, à une première extrémité dans une rainure de réception ménagée sur l'organe de couplage, et d'autre part, à une seconde extrémité à un moyen de réception ménagé sur l'interface de couplage. L'assemblage par soudure de l'armature assure un meilleur passage du courant électrique qu'un montage mécano assemblé.
- [0026] Dans des modes de réalisation, le corps peut comporter au moins un tronçon courbe

par rapport à au moins un premier plan dans lequel s'étend l'organe de couplage. Le tronçon courbe permet, d'une part, de déporter l'interface de couplage par rapport à l'organe de couplage en tenant compte de la forme du parebrise du cockpit de l'aéronef, et d'autre part, de conférer une courbure au bras d'entraînement afin que l'interface de couplage soit en mesure d'appliquer une pression sur le parebrise au travers du balai d'essuie-glace.

- [0027] Dans des modes de réalisation, le corps peut comporter un tronçon coudé qui est disposé dans le prolongement l'organe de couplage. Le tronçon coudé permet de masquer l'organe de couplage et de ranger le bras d'entraînement le long d'un montant du parebrise lorsque le bras d'entraînement est en position de repos.
- [0028] Dans des modes de réalisation, le corps peut comporter un tronçon qui présente au moins une dimension qui se réduit progressivement selon la direction longitudinale du corps. En particulier, le tronçon de déport du corps présente avantageusement un tel profilage qui donne au bras d'entraînement des propriétés aérodynamiques mais aussi des propriétés d'élasticité en flexion et en torsion.
- [0029] Dans des modes de réalisation, le matériau composite peut être un matériau solide et fibreux. En particulier, le corps peut être formé par un assemblage de couches successives de fibres composites, le corps comprenant au moins une couche de fibres composites qui présente une orientation spatiale des fibres différente par rapport à une couche inférieure de fibres composites et/ou par rapport à une couche supérieure de fibres composites.
- [0030] Le croisement de fibres composites permet de conférer au corps du bras d'entraînement des propriétés de résistance mécanique en flexion et en torsion.
- [0031] Dans des modes de réalisation, le matériau composite peut comporter des fibres choisies parmi la liste suivante : des fibres de carbone, des fibres d'aramide, des fibres de verre, des fibres d'aluminium, des fibres d'acier, des fibres de lin, des fibres de lin hermes, des fibres de ramie, des fibres de chanvre, des fibres de kenaf, des fibres de jute, des fibres de sisal, des fibres de soie, des fibres de bambou ou un mélange de ces fibres.
- [0032] Le type de fibres choisi pour réaliser le matériau composite peut être associé à une matrice dont le matériau peut être choisi parmi la liste suivante : les résines époxy, les résines polyester, les résines vinylester, les résines phénoliques, les résines BMI (polybismaléimides), les résines cyanesters ou un mélange de ces matériaux.
- [0033] Dans des modes de réalisation, le bras d'entraînement peut comporter une couche de résine qui enveloppe au moins partiellement le corps, l'âme, l'organe de couplage et l'interface de couplage. La couche de résine protège notamment le matériau composite qui compose le corps.
- [0034] Dans des modes de réalisation, le bras d'entraînement peut comporter une couche de

peinture externe configurée pour résister aux abrasions. La couche de peinture permet de conserver l'intégrité du bras d'entraînement dans le temps et ainsi de prolonger la durée de vie du bras d'entraînement.

[0035] Dans des modes de réalisation, le corps peut comporter intérieurement un matériau composite alvéolaire. Cette structure permet de réduire la masse du bras d'entraînement mais aussi d'augmenter sa résistance mécanique.

[0036] Dans des modes de réalisation, l'organe de couplage est constitué par un basculeur configuré pour être monté sur un arbre entraîné par les moyens moteurs.

[0037] Dans des modes de réalisation, l'organe de couplage peut être serti au corps du bras d'entraînement. Ceci permet d'augmenter la résistance mécanique du bras d'entraînement.

[0038] De la même façon dans d'autres modes de réalisation, l'interface de couplage peut être sertie au corps du bras d'entraînement.

[0039] Dans des modes de réalisation, le corps comporte au moins un tronçon profilé. Le tronçon peut être profilé par réduction progressive d'au moins une dimension de sa section transversale et/ou au travers d'un profil courbe selon un plan X, Y, Z d'un repère tridimensionnel.

[0040] L'invention concerne également un procédé de fabrication d'un bras d'entraînement conforme de l'invention. Le procédé de fabrication se caractérise en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

- générer une préforme en matériau composite,
- détourer la préforme en matériau composite de manière à obtenir à former le corps du bras d'entraînement selon une conformation déterminée,
- évider au moins partiellement le corps du bras d'entraînement,
- coupler l'interface de couplage et l'organe de couplage respectivement à une première extrémité et à une seconde extrémité de l'âme,
- intégrer l'âme, l'interface de couplage et l'organe de couplage au corps partiellement évidé du bras d'entraînement, l'âme étant couplée à l'interface de couplage et à l'organe de couplage, et
- appliquer une résine afin de combler l'évidement qui intègre l'âme, l'organe de couplage et à l'interface de couplage.

[0041] Le procédé de fabrication permet de fabriquer un bras d'entraînement conforme de l'invention, par conséquent il présente les mêmes avantages que le bras d'entraînement.

### **Brève description des dessins**

[0042] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront encore à la lecture de la description qui va suivre. Celle-ci est purement illustrative et doit être lue en

regard des dessins annexés sur lesquels :

- [0043] [Fig.1] est une représentation en perspective de la face interne d'un bras d'entraînement d'un essuie-glace pour aéronef conforme de l'invention.
- [0044] [Fig.2] est une représentation en perspective de la face externe du bras d'entraînement de la [Fig.1].
- [0045] [Fig.3] est une représentation schématique d'une coupe transversale du bras d'entraînement de la [Fig.1].
- [0046] [Fig.4] est une représentation d'une coupe longitudinale A-A du bras d'entraînement de la [Fig.3].
- [0047] [Fig.5] est une représentation d'une vue éclatée de l'armature du bras d'entraînement de la [Fig.1].
- [0048] [Fig.6] est une représentation en perspective de l'organe de couplage qui connecte le corps du bras aux moyens moteurs.
- [0049] [Fig.7] est une représentation d'une coupe longitudinale de l'organe de couplage de la [Fig.6].
- [0050] [Fig.8] est une représentation d'une interface de fixation au balai d'essuie-glace qui est disposée sur le bras d'entraînement de la [Fig.1].
- [0051] [Fig.9] est une représentation d'une section transversale du corps d'entraînement selon une coupe B-B du corps du bras d'entraînement de la [Fig.3].
- [0052] [Fig.10] est une représentation d'un logigramme illustrant schématiquement les étapes du procédé de fabrication d'un bras d'entraînement conforme de l'invention.

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

- [0053] En référence aux figures 1 à 5, l'invention concerne un bras d'entraînement 20 d'un balai d'essuie-glace pour un aéronef. Comme cela a été expliqué dans la partie introductive de ce document, le bras d'entraînement 20 a essentiellement pour fonction d'opérer l'interface entre le balai d'essuie-glace et les moyens moteurs. Pour cela, le bras d'entraînement 20 comprend un corps 21 qui s'étend longitudinalement entre une première extrémité 22 et une seconde extrémité 23.
- [0054] Comme illustré à la [Fig.9], le corps 21 du bras d'entraînement 20 peut présenter une section transversale rectangulaire. Toutefois, dans d'autres modes de réalisation, la section transversale du corps 21 du bras d'entraînement 20 peut prendre d'autres formes comme une forme circulaire, polygonale ou encore ovale.
- [0055] Le corps 21 comporte à sa première extrémité 22 un organe de couplage 24 qui est configuré pour être couplé à des moyens moteurs. Les moyens moteurs ne sont pas représentés dans ce document. Les moyens moteurs actionnent, selon un mouvement sinusoïdal, le bras d'entraînement 20 qui entraîne à son tour le balai d'essui glace selon un mouvement similaire.

- [0056] A sa seconde extrémité 23, le corps 21 comporte une interface de couplage 25 qui est configurée pour supporter le balai d'essuie-glace. Le balai d'essuie-glace n'est pas représenté par les figures placées en annexe de ce document.
- [0057] Comme cela est illustré aux figures 3 et 5, le bras d'entraînement 20 comporte une âme 26. L'âme 26 s'étend à l'intérieur du corps 21 entre l'interface de couplage 25 et l'organe de couplage 24. L'âme 26 est représentée en pointillé sur la [Fig.3]. Avantageusement, l'âme 26, l'organe de couplage 24 et l'interface de couplage 25 sont conducteurs d'électricité. Ceci permet le passage de la foudre entre les deux extrémités 22, 23 du bras d'entraînement 20. Dans cet exemple, l'âme 26 comporte du métal. Par exemple, l'âme 26 peut comporter du cuivre, de l'aluminium, du bronze ou tout autre métal ou alliage métallique qui présente de bonnes propriétés de conductivité électrique. En particulier, l'âme 26 peut comporter une lame métallique telle qu'une lame en cuivre. Les dimensions de la lame métallique peuvent être différentes en fonction des dimensions du bras d'entraînement 20.
- [0058] Comme cela est illustré aux figures 3 et 5, l'âme 26 s'étend longitudinalement entre une première extrémité 260 et une seconde extrémité 261. Les deux extrémités 260, 261 sont opposées l'une de l'autre. Dans cet exemple, l'âme 26 est couplée, d'une part, à sa première extrémité 260 à l'organe de couplage 24, et d'autre part, à sa seconde extrémité 261 à l'interface de couplage 25. Ainsi, l'âme 26, l'organe de couplage 24 et l'interface de couplage 25 forment une armature 27 constituée d'une seule pièce. Une vue éclatée de l'armature 27 est représentée à la [Fig.5]. Avantageusement, l'âme 26 est respectivement soudée à chacune de ses extrémités 260, 261 à l'organe de couplage 24 et à l'interface de couplage 25. Par exemple, on peut employer une soudure d'argent, une soudure TIG « Tungsten Inert Gas, une soudure par faisceau d'électrons etc.... L'interface de couplage 25 et l'organe de couplage 24 peuvent être réalisés dans un métal ou alliage métallique compatible électro chimiquement avec la soudure employée et le matériau métallique de l'âme 26. Par exemple, l'inox est compatible avec le cuivre et la soudure d'argent.
- [0059] Comme illustré aux figures 1 à 3, l'âme 26, l'organe de couplage 24 et l'interface couplage 25 sont au moins partiellement intégrés dans le corps 21 du bras d'entraînement 20. Le corps 21 comporte au moins un matériau composite. En particulier le corps 21 est constitué d'une seule pièce dont la structure est réalisée à l'aide d'au moins un matériau composite.
- [0060] L'organe de couplage 24 peut être sertie au corps du bras d'entraînement 20. Ceci permet d'augmenter la cohésion entre le corps 21 et l'organe de couplage 24. De façon similaire, l'interface de couplage 25 peut être également sertie au corps 21. La cohésion entre les différents éléments du bras d'entraînement 20 contribue, in fine, à améliorer ses propriétés de résistance mécanique que ce soit pour la reprise de charges,

la flexion ou la torsion du bras d'entraînement 20.

- [0061] Par exemple, le matériau composite peut être un matériau solide et fibreux. Le matériau composite peut alors comporter des fibres choisies parmi la liste suivante : fibres de carbone, des fibres d'aramide, des fibres de verre, des fibres d'aluminium, des fibres d'acier, des fibres de lin, des fibres de lin hermès, des fibres de ramie, des fibres de chanvre, des fibres de kenaf, des fibres de jute, des fibres de sisal, des fibres de soie, des fibres de bambou ou un mélange de ces fibres.
- [0062] De plus, le matériau composite comporte également une matrice dont le matériau peut être choisi parmi la liste suivante : les résines époxy, les résines polyester, les résines vinyl esters, les résines phénoliques, les résines BMI (polybismaléimides), les résines cyanesters ou un mélange de ces matériaux.
- [0063] Dans un mode de réalisation de l'invention des fibres de carbone peuvent être associées à une résine époxy.
- [0064] Dans des modes de réalisation, le corps 21 est formé par un assemblage de couches successives de fibres composites. En pratique, on peut utiliser des fibres composites pré-imprégnées qui sont drapées afin de constituer le corps 21 du bras d'entraînement 20.
- [0065] Par exemple, le corps 21 peut comporter entre 30 et 70 couches de fibres composites. Le corps 21 peut aussi comporter entre 40 et 50 couches de fibres composites. En outre, le corps 21 comprend au moins une couche de fibres composites qui présente une orientation spatiale des fibres différente par rapport à une couche inférieure de fibres composites et/ou par rapport une couche supérieure de fibres composites. Le croisement d'une couche ou de plusieurs couches de fibres composites permet d'apporter de la résistance mécanique en flexion et en torsion du bras d'entraînement 20. Par exemple, au moins une couche de fibres peut présenter une orientation décalée d'un angle compris entre  $50^{\circ}$  et  $90^{\circ}$  par rapport aux fibres rectilignes.
- [0066] Dans des modes de réalisation de l'invention, le corps 21 peut comporter intérieurement un matériau composite alvéolaire. Par exemple, le matériau composite alvéolaire peut être disposé autour de l'âme 26 et être entouré d'une ou de plusieurs couches de fibres composites.
- [0067] La [Fig.9] représente schématiquement une section du bras d'entraînement 20 selon la coupe B-B du bras d'entraînement de la [Fig.3]. Comme cela a été décrit précédemment l'âme 26 est intégrée dans le matériau composite M. En particulier, l'âme 26 qui s'étend au sein d'un évidement 28 ménagé à l'intérieur du matériau composite M. L'évidement 28 s'étend longitudinalement entre chaque extrémité du corps 21. Une méthode d'usinage peut permettre de réaliser l'évidement 28 au sein du matériau composite M.
- [0068] Dans l'exemple illustré à la [Fig.9], le bras d'entraînement 20 comporte une couche

de résine 29 qui comble au moins l'évidemment 28.

- [0069] La couche de résine 29 peut être réalisée par un matériau élastomère choisi parmi la liste des matériaux suivants : caoutchouc, caoutchouc synthétique tel qu'un polymère de polythioéther, un polymère poly isoprène, un copolymère d'iso butylène et d'isoprène, un polymère de 1,3-butadiène, un polymère de nitrile butadiène hydrogéné, un ter polymère d'éthylène -propylène-diène etc. La couche de résine 29 est préférentiellement choisie en matériau élastomère afin de combler l'évidemment 28. Cela permet de ne pas modifier les propriétés mécaniques du corps 21 du bras d'entraînement 20.
- [0070] Toutefois, il est également possible d'utiliser une résine époxy comme matériau pour réaliser la couche de résine 29. En effet, si l'on souhaite apporter de la rigidité, la résine époxy peut être utilisée comme matériaux de comblement de l'évidemment 28.
- [0071] Selon un mode de réalisation, la couche de résine 29 peut également envelopper au moins partiellement le corps 21, l'âme 26, l'organe de couplage 24 et l'interface de couplage 25 afin de former un bras d'entraînement 20 dont les contours sont réguliers.
- [0072] La résine époxy peut également être utilisée pour enrober le corps 21 du bras d'entraînement 20. La résine époxy apporte alors des propriétés de rigidité au bras d'entraînement 21.
- [0073] Par ailleurs selon un autre mode de réalisation, le bras d'entraînement 20 peut comporter au moins une couche de fibres composites recouvrant le corps 21 du bras d'entraînement après que l'évidemment 28 a été comblé par un matériau élastomère ou par une résine époxy. Selon un troisième mode de réalisation, on peut utiliser un matériau élastomère pour combler l'évidemment 28 et une résine époxy pour enrober le corps 21 du bras d'entraînement 20.
- [0074] Une démarcation 290 est schématisée en pointillé à la [Fig.9], elle permet d'illustrer les modes de réalisation dans lesquels le matériau de comblement de l'évidemment 28 est différent du matériau d'enrobage du corps 21. On choisit l'un ou l'autre des modes de réalisation en fonction des propriétés mécaniques que l'on souhaite apporter au bras d'entraînement 20.
- [0075] Comme illustré à la [Fig.9], le bras d'entraînement 20 peut comporter une couche de peinture 30. La couche de peinture 30 est externe, c'est-à-dire qu'elle enveloppe la couche de résine 29 et délimite extérieurement le bras d'entraînement 20. De préférence, la couche de peinture 30 est résistante aux abrasions. En effet, cela contribue à maintenir l'intégrité du bras d'entraînement 20 quelles que soient les conditions météorologiques ou bien les impacts que peut subir l'aéronef au cours de son vol.
- [0076] La couche de peinture 30 peut être réalisée dans un matériau polymérique choisi parmi la liste des polymères suivants : polyuréthane, polyvinyle, polyester etc. La

couche de peinture 30 peut présenter une épaisseur comprise entre 100 et 300  $\mu\text{m}$ . Afin d'améliorer la longévité du bras d'entraînement 20, la couche de peinture 30 présente des propriétés de résistance aux abrasions, par exemple, la couche de peinture 30 peut présenter une dureté shore A comprise entre 80 et 95.

- [0077] Comme cela est illustré aux figures 1 à 4, le corps 21 est fait d'une seule pièce en matériau composite. Toutefois, dans cet exemple le profil du corps 21 présente au moins trois tronçons 31, 32, 33 qui se succèdent. En particulier, le corps 21 comporte un premier tronçon 31 qui incorpore l'organe de couplage 24. Ici, le premier tronçon 31 est droit et s'étend dans un plan XY d'un repère tridimensionnel X, Y, Z. Le repère tridimensionnel est visible à la [Fig.3]. Le corps 21 comporte un deuxième tronçon 32 qui est coudé. Le deuxième tronçon 32 est disposé dans le prolongement du premier tronçon 31 et s'étend également dans le plan XY.
- [0078] Comme illustré aux figures 1 à 4, le corps 21 comporte un troisième tronçon 33 qui s'étend entre le tronçon coudé et l'interface de couplage 25. Le troisième tronçon 33 est droit selon le plan XY comme cela est illustré à la [Fig.3]. Cependant dans l'exemple de la [Fig.3], le troisième tronçon 33 présente une courbure par rapport au plan XZ de manière à ce que la face externe du bras d'entraînement 20 soit convexe alors que la face interne du bras d'entraînement 20 est concave. Le troisième tronçon 33 correspond à un tronçon de départ de l'interface de couplage 25. En effet, d'une part, la courbure déporte l'interface de couplage 25 par rapport à l'organe de couplage 24, ceci en tenant compte de la forme du parebrise du cockpit de l'aéronef. D'autre part, la courbure du troisième tronçon 33 permet de plaquer l'interface couplage 25 au travers du balai d'essuie-glace contre le parebrise d'un aéronef sur toute une course de débattement du bras d'entraînement 20. La courbure du troisième tronçon 33 permet aussi de conférer de la résistance à la torsion et à la flexion du corps 21 du bras d'entraînement 20. Dans l'exemple de la [Fig.4], le troisième tronçon 33 est convexe par rapport au plan XZ. Néanmoins, pour une conformation différente du parebrise du cockpit, le troisième tronçon 33 pourrait être concave par rapport au plan XZ.
- [0079] Selon la forme du parebrise du cockpit de l'aéronef, le corps 21 peut comporter un ou plusieurs tronçons courbes par rapport à au moins un plan dans le repère tridimensionnel X, Y, Z.
- [0080] Comme illustré aux figures 1 à 3, le troisième tronçon 33 peut également présenter la particularité d'être profilé. Plus particulièrement, le troisième tronçon 33 peut présenter au moins une dimension qui se réduit progressivement dans la direction longitudinale du corps 21. Dans l'exemple de la [Fig.3], la largeur de la section transversale du corps 21 se réduit depuis le tronçon coudé vers la seconde extrémité 23 du bras d'entraînement 20. La largeur décroissante du corps 21 est visible dans le plan XY du repère tridimensionnel X, Y, Z de la [Fig.3]. En revanche, comme cela est illustré à la

[Fig.4], l'épaisseur du corps 21 est quant à elle constante. Ce profilage du corps 21 apporte des propriétés d'élasticité en flexion et en torsion sur toute la longueur du troisième tronçon 33. A ce titre, le troisième tronçon 33 peut être comparé à une lame ressort travaillant en flexion et en torsion.

- [0081] Dans l'exemple de la [Fig.3], le tronçon coudé forme un angle  $\alpha$  entre l'organe de couplage 24 et le corps 21 et en particulier le troisième tronçon 33 du corps 21. La valeur de l'angle  $\alpha$  dépend également de la conformation du parebrise sur lequel le bras d'entraînement 20 est destiné à être monté. Par exemple, l'angle  $\alpha$  peut être compris entre  $90^\circ$  et  $140^\circ$ . L'angle  $\alpha$  peut également être compris entre  $100^\circ$  et  $120^\circ$ . Le tronçon coudé 32 permet de masquer l'organe de couplage 24 et de ranger le bras d'entraînement 20 en position parking. En effet, lorsque le bras d'entraînement 20 est en position de repos, le tronçon coudé 32 se trouve alors dans l'angle du parebrise de l'aéronef alors que le troisième tronçon 33 est adjacent d'un montant du parebrise du cockpit. De surcroît, l'ouverture de l'angle  $\alpha$  facilite la conduction du courant électrique qui parcourt l'âme 26.
- [0082] Comme illustré à la [Fig.3], le premier tronçon 31 peut présenter une longueur  $l$  comprise entre 100 mm et 200 mm alors que le troisième tronçon 33 peut présenter une longueur  $L$  comprise entre 400 mm et 1000 mm. De manière générale, les dimensions du bras d'entraînement 20 sont déterminées de façon empirique en fonction des dimensions et de la forme du parebrise de l'aéronef sur lequel le bras d'entraînement 20 est destiné à être monté.
- [0083] L'organe de couplage 24 est plus particulièrement illustré aux figures 6 et 7. L'organe de couplage 24 comporte un palier 240 qui est disposé à une première extrémité de l'organe de couplage 24. Le palier 240 permet de coupler l'organe de couplage 24 aux moyens moteurs, par exemple, par l'intermédiaire d'un arbre de transmission. Dans cet exemple, le palier 240 comporte une denture 241 interne. La denture 241 améliore la fiabilité du couplage mécanique entre les moyens moteurs et le bras d'entraînement 20 et par conséquent la capacité de reprise de charges telles que l'inertie du bras d'entraînement 20 lors du mouvement sinusoïdal de balayage.
- [0084] Comme illustré aux figures 6 et 7, l'organe de couplage 24 comporte une patte 242. La patte 242 s'étend longitudinalement entre le palier 240 et une extrémité libre 243 de l'organe de couplage 24. La patte 242 forme un angle  $\beta$  avec la paroi externe du palier 240. L'angle  $\beta$  peut être compris entre  $50^\circ$  et  $120^\circ$ . La valeur de l'angle  $\beta$  peut également être comprise entre  $60^\circ$  et  $90^\circ$ . De préférence, la valeur de l'angle  $\beta$  est inférieure à  $90^\circ$ . La valeur de l'angle  $\beta$  est déterminée en fonction de plusieurs paramètres qui sont liés à l'aéronef tels que la position de la sortie d'axe des moyens moteurs sur lequel le bras d'entraînement 20 est couplé, la courbure et les dimensions du parebrise de l'aéronef. L'angle  $\beta$  participe au maintien du balai d'essuie-glace en

position perpendiculaire par rapport au parebrise en toutes positions de sa course de débattement.

[0085] L'angle  $\beta$  coopère avec la courbure du tronçon courbe, en particulier le troisième tronçon 33, afin de conférer une certaine convexité au bras d'entraînement 20 pour que le balai d'essuie-glace puisse appliquer une pression sur le parebrise en toutes positions et assurer un balayage constant.

[0086] La patte 242 comporte également une rainure 244 qui s'étend depuis l'extrémité libre 243 en direction du palier 240. De préférence, la rainure 244 présente une longueur inférieure à la longueur de la patte 242. La rainure 244 permet de souder une première extrémité 260 de l'âme 26 sur l'organe de couplage 24. En particulier, la rainure 244 est dimensionnée de manière à recevoir une extrémité de la lame métallique en vue de permettre une meilleure soudure.

[0087] L'organe de couplage 24 comporte également au moins un perçage 245 disposé sur la patte 242. Dans l'exemple des figures 6 et 7, l'organe de couplage 24 comporte trois perçages 245 qui sont répartis sur la patte 242. Ici, les perçages 245 sont répartis à égale distance les uns des autres. Les perçages 245 permettent de sertir l'organe de couplage 24 au corps 21 du bras d'entraînement. Par exemple, l'âme 26 peut être soudée à l'organe de couplage 24 de manière à former l'armature 27 et une fois l'armature 27 insérée dans l'évidemment ménagé à cet effet dans le corps 21, les perçages 245 permettent le passage d'un connecteur mécanique 34 tel qu'un rivet. Cela permet de sertir l'organe de couplage 24 au corps 21 du bras d'entraînement. Ces connecteurs mécaniques 34 sont visibles en transparence à la figure 3.

[0088] En outre, comme cela est illustré aux figures 6 et 7, l'organe de couplage 24 comporte des renforts latéraux 246. Les renforts latéraux 246 s'étendent sur la face supérieure de la patte 242. Chaque renfort latéral 246 s'étend sur un bord de la patte 242. Les renforts latéraux 246 s'étendent longitudinalement en direction de l'extrémité libre 243. Dans cet exemple, les renforts latéraux 246 s'étendent jusqu'au perçage 245 qui est proximal de la rainure 244. Les renforts latéraux 246 permettent d'assurer la reprise d'efforts que subit le bras d'entraînement 20 sans que l'organe de couplage 24 ne se déforme mécaniquement.

[0089] La [Fig.8] représente une interface de couplage 25 conforme de l'invention. L'interface de couplage 25 est constituée par une pièce en étrier. La pièce en étrier comporte deux joues 250 et une partie dorsale 251. Ici, les joues 250 sont disposées de part et d'autre de la partie dorsale 251. Les joues 250 sont reliées à la partie dorsale 251 par un premier bord 252. Comme illustré à la [Fig.8], les deux joues 250 peuvent être symétriques par rapport à un plan longitudinal médian de l'interface de couplage 25.

[0090] En sus, chaque joue 250 comporte un deuxième bord 253 qui est opposé au premier

bord 252. Le deuxième bord 253 est libre et présente un profil courbe au moins sur une partie de sa longueur. Ici, le profil courbe est orienté de manière convexe par rapport au premier bord 252. Comme illustré à la [Fig.8], chaque joue 250 comporte une ouverture 255. Cette ouverture 255 est disposée de façon alignée avec la portion convexe du deuxième bord 253. Un axe en pointillé illustre cette disposition sur la [Fig.8]. Les joues 250 de la pièce en étrier permettent la fixation d'un balai d'essuie-glace, par exemple, au travers d'un axe qui s'insère dans les ouvertures 255.

[0091] La partie dorsale 251 comporte quant à elle une face plane 256. La face plane 256 permet de souder l'âme 26 à l'interface de couplage 25. D'ailleurs, l'âme 26 est représentée en pointillé sur la [Fig.8]. Dans cet exemple, la partie dorsale 251 comporte aussi un butoir 257. Le butoir 257 est disposé de manière saillante sur un premier côté de la partie dorsale 251. Le butoir 257 permet de positionner l'âme 26 en butée afin d'effectuer la soudure de l'âme à l'interface de couplage 25. La partie dorsale 251 et le butoir 257 constituent un moyen de réception de l'âme 26.

[0092] En outre, la face plane 256 de la partie dorsale 251 comprend au moins un perçage 258. Dans l'exemple de la [Fig.8], la face plane 256 dispose de quatre perçages 258. Les perçages 258 sont répartis sur la longueur de la face plane 256. Les perçages 258 permettent le passage de connecteurs mécaniques 35 tels que des rivets, ceci en vue de sertir l'interface de couplage 25 avec le corps 21 du bras d'entraînement 20. En pratique dans un premier temps l'âme 26 peut être soudée à la partie dorsale 251 de l'interface de couplage 25 en vue de former l'armature 27. Dans un second temps, l'armature 27 est insérée dans un évidement ménagé dans le corps 21. Une fois l'interface de couplage 25 positionnée de manière adéquate dans le corps 21, les perçages 258 sont utilisés comme guide pour percer de manière coaxiale l'âme 26 et le corps 21 en vue de sertir à l'aide de connecteurs mécaniques 35 l'interface de couplage 25 au corps 21 du bras d'entraînement 20. Les connecteurs mécaniques 35 sont visibles en transparence à la [Fig.3].

[0093] Dans l'exemple illustré à la [Fig.8], la partie dorsale 251 comporte également un biseau 259. Le biseau 259 est disposé à la jonction entre la partie dorsale 251 et le premier bord 252 de chaque joue 250. Le biseau 259 s'étend longitudinalement selon la longueur de la pièce en étrier. Le biseau 259 permet de dégager la rotation du balai d'essuie-glace autour d'un axe inséré dans l'ouverture 255 de chaque joue 250 de l'interface de couplage 25.

[0094] En référence à la [Fig.10], l'invention concerne également un procédé de fabrication 50 d'un bras d'entraînement 20 conforme de l'invention.

[0095] Le procédé de fabrication 50 comporte une étape de génération 51 d'une préforme en matériau composite. A cet effet, on peut draper des couches fibres de matériau composite pré-imprégnées dans un moule de ladite préforme. Une fois les couches de

fibres pré-imprégnées drapées, le durcissement du matériau composite peut être catalysé par exemple par chauffage. Néanmoins, selon le type de fibres pré-imprégnées que l'on utilise la catalyse peut également être de type radicalaire.

- [0096] Lors du drapage, on peut croiser entre elles une ou plusieurs couches de fibres pré-imprégnées en vue d'apporter de la résistance mécanique en flexion et/ou en torsion à la préforme du corps 21 du bras d'entraînement 20. Selon un mode de réalisation de l'invention, le drapage vise à former, d'une part, une structure fonctionnelle en matériau composite qui présente des capacités de reprise de charges en torsion et en flexion, et d'autre part, une structure d'enrobage également en matériau composite. La structure d'enrobage est drapée de manière à envelopper la structure fonctionnelle. La structure d'enrobage est destinée à être usinée sans que la structure fonctionnelle ne soit endommagée. En outre, lors du drapage une surépaisseur peut être drapée aux extrémités de la préforme. La surépaisseur permet d'intégrer solidement l'organe de couplage 24 et l'interface de couplage 25.
- [0097] Comme illustré à la [Fig.10], le procédé de fabrication 50 comporte une étape de détournage 52 de la préforme en matériau composite. L'étape de détournage 52 permet d'obtenir la forme du corps 21 du bras d'entraînement 20 selon une conformation déterminée. L'étape de détournage 52 peut être réalisée par une méthode d'usinage connue de l'homme du métier telle que le fraisage. Lors de cette étape, la structure d'enrobage est détournée tout en préservant la structure fonctionnelle du matériau composite M.
- [0098] Le procédé de fabrication 50 comporte également une étape d'évidement 53. Lors cette étape le corps 21 est au moins partiellement évidé par usinage. En pratique, c'est la structure d'enrobage qui est usinée en vue de former un évidement 28. L'évidement 28 correspond à une empreinte de réception ménagée dans le corps 21 afin de recevoir l'armature 27. Le fraisage est une méthode d'usinage qui peut être employée pour réaliser l'étape d'évidement 53.
- [0099] Tel qu'illustré à la [Fig.10], le procédé de fabrication 50 comporte une étape de couplage 54 de l'interface de couplage 25 et l'organe de couplage 24 respectivement à une première extrémité 260 et à une seconde extrémité 261 de l'âme 26. L'étape de couplage 54 permet de former l'armature 27 du bras d'entraînement 20. L'étape de couplage peut être réalisée par soudure de chaque extrémité de l'âme 260, 261 respectivement sur l'organe de couplage 24 et l'interface de couplage 25. Comme cela est décrit précédemment, la rainure 244 de l'organe de couplage 24 et la face plane 256 de l'interface de couplage 25 peuvent être utilisées comme supports de soudure. La soudure est réalisée par apport de matière par exemple par apport d'argent. Une opération d'abrasion du surplus de matière peut être réalisée afin de fournir un résultat net.
- [0100] Le procédé de fabrication 50 comporte une étape d'intégration 55 de l'âme 26 qui est

couplée à l'interface de couplage 25 et à l'organe de couplage 24 dans le corps 21 partiellement évidé du bras d'entraînement 20. En pratique, on insère l'armature 27 dans l'empreinte préalablement usinée dans le corps 21 du bras d'entraînement. En outre, on peut déposer une résine de type colle dans le fond l'empreinte afin que l'âme 26 soit positionnée de manière adéquate.

- [0101] De plus, le procédé de fabrication 50 peut comprendre une étape de sertissage 56 de l'organe de couplage 24 et de l'interface de couplage 25 au corps 21 du bras d'entraînement 20. En pratique, on utilise les perçages 245, 258 qui sont ménagés sur l'organe de couplage 24 et l'interface de couplage 25 comme guide pour percer le corps 21. Ceci permet d'insérer, dans le matériau composite qui forme le corps 21, un connecteur mécanique 34, 35 par perçage 245, 258. Il est à noter qu'au niveau de l'interface de couplage 24, les connecteurs mécaniques 35 passent au travers de l'âme 26 pour que leur pointe se fige dans le matériau composite qui compose le corps 21.
- [0102] Le procédé de fabrication 50 peut comprendre une étape d'application 57 d'une résine pour combler l'évidement 28 creusé afin d'intégrer l'armature 27 au corps 21 du bras d'entraînement 20, ceci alors même que le corps 21 intègre l'âme 26 couplée à l'organe de couplage 24 et à l'interface de couplage 25. En particulier, lors de l'étape de d'application 57 de la résine, l'armature 27 est sertie au corps 21. De plus, la couche de résine 29 peut être également appliquée pour enrober le corps 21 afin de protéger la structure fonctionnelle du corps 21 et de lui conférer une forme définitive au bras d'entraînement 20. Il est à noter qu'il est possible d'utiliser une couche d'un matériau élastomère pour combler l'évidement 28 et une couche de résine dure pour enrober l'ensemble du bras d'entraînement 20 en incluant l'évidement 28 rebouché.
- [0103] Lors de cette étape, les têtes des connecteurs mécaniques 34, 35 qui sertissent l'organe de couplage 24 et l'interface de couplage 25 sont enrobées par la résine ou par la couche de fibres composites de finition. Il est d'ailleurs possible de les voir en transparence à la [Fig.3]. En revanche, les joues 250 de l'interface de couplage 25 et le palier 240 de l'organe de couplage 24 sont saillants du corps 21 après application de la couche de résine. La résine peut être durcie par catalyse en utilisant les méthodes habituelles connues de l'homme du métier. Alternativement à un enrobage utilisant une résine dure telle qu'une résine époxy, le procédé de fabrication peut comprendre une étape de drapage du corps 21 alors que l'évidement 28 est comblé par de la résine et que l'organe de couplage 24 et l'interface de couplage 25 sont sertis au corps 21. On drape alors au moins une ou deux couches.
- [0104] Par ailleurs, quelle que soit la méthode d'enrobage du bras d'entraînement 20, le procédé peut comprendre une opération de ponçage en vue de définir une surface extérieure lisse.
- [0105] Le procédé de fabrication 50 peut comporter une étape de finition 58 du bras

d'entraînement 20. L'étape de finition 58 consiste à appliquer sur le bras d'entraînement 20 une couche de finition telle qu'une couche de peinture 30. De préférence, on utilise une peinture qui présente des propriétés de résistance à l'abrasion. La couche de peinture 30 protège le bras d'entraînement 20 de l'abrasion et participe ainsi à maintenir l'intégrité du bras d'entraînement 20 dans le temps.

[0106] Le bras d'entraînement selon l'invention permet de diviser au moins par deux la masse par rapport à un bras de dimensions identiques réalisé en acier et mécano assemblé conformément à la description de l'état de l'art.

[0107] Avantageusement, le bras composite conserve des propriétés de résistance mécanique en flexion similaires à celles du bras en acier de l'état de la technique. En effet, la pression exercée par le bras d'entraînement 20 sur un banc d'essai en position parking, à mi-course et en fin de course est similaire à celle d'un bras en acier de l'état de la technique. Afin de mesurer ce paramètre, le bras d'entraînement est monté sur l'axe d'un moteur de 350 W et 70 N/m de couple d'un banc d'essai d'appui ATPOUM11871-200 et un dynamomètre de traction et de poussée digital (« MECMESIN »® de type AFG2500 N) est disposé au niveau de l'interface de couplage qui prend appuie sur le banc d'essai. Le moteur portant le bras d'entraînement est actionné et le dynamomètre mesure la pression exercée par l'interface de couplage sur le parebrise. Le tableau 1 ci-dessous compare les résultats obtenus après avoir passé un bras d'entraînement en acier de l'état de la technique et un bras d'entraînement conforme de l'invention.

[Tableaux1]

Position du bras	Pression exercée par le bras d'entraînement composite (en Newton)	Pression exercée par le bras d'entraînement acier (en Newton)
Parking	25-35	55-65
Mi-course	35-40	33-42
Fin de course	20-30	20-30

[0108] Les résultats exposés dans le tableau montrent qu'à l'exception de la position de parking pour laquelle la pression exercée n'est pas déterminante puisque le bras est au repos en position de parking, lors du balayage, on mesure des performances similaires pour le bras en acier de l'état de l'art et le bras d'entraînement conforme de l'invention que ce soit au niveau de la position à mi-course ou de la position en fin course. Dès lors, les performances de balayage entre ces deux bras sont similaires entre elles alors que le bras conforme de l'invention est au moins deux fois plus léger que le bras de l'état de l'art.

[0109] Ce gain de masse du bras d'entraînement 20 permet d'aller chercher une plus grande souplesse en torsion. En effet, lors du balayage la diminution de la masse réduit l'inertie à laquelle le bras d'entraînement est soumis, par conséquent, le bras d'entraînement composite peut disposer d'une plus grande souplesse en torsion que ce soit dans un sens de torsion horaire ou dans un sens de torsion antihoraire sans risque de rupture du bras d'entraînement.

[0110] La souplesse du bras d'entraînement 20 conforme de l'invention peut être comparée à celle du bras d'entraînement en acier de l'état de la technique. Pour cela, on solidarise l'organe de couplage mais aussi le tronçon coudé du bras d'entraînement à un support. Le support est disposé dans un plan parallèle au plan X, Y tel qu'illustré à la [Fig.3]. Dans le même temps, le bras d'entraînement est courbe selon un plan X, Z perpendiculaire du plan X, Y (illustré à la [Fig.4]). Un inclinomètre (« FISCO solatronic »® inclinomètre Modèle EN17) couplé à un dynamomètre (par exemple un dynamomètre de rotation, « FACOM »® modèle 78090104 équipé d'un cadre J255) sont alors solidarisés à l'interface de couplage du bras, un cylindre est placé en appui entre le corps du bras d'entraînement et le support pour éviter que le poids qui s'applique à la masse de l'inclinomètre et du dynamomètre ne fausse les mesures. Manuellement ou mécaniquement, une torsion d'un angle déterminé est appliquée à l'interface de couplage, la valeur de l'angle est contrôlée par la mesure de l'inclinomètre au préalable étalonné dans sa position initiale. En parallèle, le dynamomètre mesure alors la force nécessaire pour obtenir l'angle désiré. Le tableau 2 expose les résultats obtenus lors d'une torsion d'un angle déterminé appliquée, au niveau de l'interface de couplage, dans le sens horaire par rapport à la direction longitudinalement du corps du bras d'entraînement.

[Tableaux2]

Torsion dans le sens de rotation horaire		
Angle de torsion	Force exercée sur l'interface d'un bras d'entraînement conforme de l'invention (en Newton)	Force exercée sur l'interface d'un bras d'entraînement en acier (en Newton)
3°	1	2
5°	2	4
7°	2	5,7
10°	2,2	7,8
12°	2,6	9,5
15,5	3,5	12

[0111] Le tableau 3 expose des résultats mesurés quant à eux lorsqu'on applique une torsion dans un sens anti-horaire en suivant le même référentiel.

[Tableaux3]

Torsion dans le sens de rotation anti-horaire		
Angle de torsion	Force exercée sur l'interface d'un bras d'entraînement conforme de l'invention (en Newton)	Force exercée sur l'interface d'un bras d'entraînement en acier (en Newton)
3°	1,5	1,9
5°	2	3,8
7°	2	5,5
10°	2,1	7,9
12°	2,2	10
15,5	3,5	13

[0112] A la lecture des tableaux 2 et 3, on constate que lorsque l'on dépasse 7° d'angle de torsion que ce soit dans le sens horaire ou dans le sens antihoraire, la souplesse du bras d'entraînement conforme de l'invention est supérieure de plus d'un facteur deux par rapport à la souplesse du bras en acier. Cette souplesse contribue également à assurer une pression relativement constante sur le pare-brise quelle que soit la position du balai d'essuie-glace et les contraintes qui s'appliquent au bras d'entraînement (voir tableau 1).

[0113] De plus, les inventeurs ont également comparé l'impédance électrique du bras d'entraînement 20 conforme de l'invention avec celle du bras en acier de l'état de la technique. Pour cela, les inventeurs ont utilisé un micro-ohmmètre de type AOIP OM16 qui est calibré à 25 m ohm et 10 A pour les essais. D'une part, l'électrode négative du micro-ohmmètre est connectée à l'interface de couplage 24, et d'autre part, l'électrode positive du micro-ohmmètre est connectée à l'organe de couplage 25. Selon ce protocole, l'impédance électrique du courant de part et d'autre du bras d'entraînement conforme de l'invention a été mesurée entre 3,36 m ohm et 3,40 m ohm au niveau de l'organe de couplage 25. Le même test sur un bras acier conforme de l'état de la technique donne des valeurs d'impédance électrique de l'ordre 3,946 m ohm.

[0114] Malgré le fait que le bras d'entraînement 20 selon l'invention ne soit pas entièrement en matériau conducteur d'électricité, ce dernier présente une meilleure conductivité électrique que le bras acier de l'état de la technique. Cet avantage est conféré par

l'armature 27 qui traverse le corps 21 du bras d'entraînement 20 d'une extrémité à l'autre et qui est constituée de trois éléments soudés ensemble.

## Revendications

- [Revendication 1] Bras d'entraînement (20) d'un balai d'essuie-glace pour un aéronef, le bras d'entraînement (20) comprenant un corps (21) qui s'étend longitudinalement entre une première extrémité (22) équipée d'un organe de couplage (24) configuré pour être couplé à des moyens moteurs et une seconde extrémité (23) équipée d'une interface de couplage (25) configurée pour supporter le balai d'essuie-glace, caractérisé en ce qu'il comporte une âme (26) qui s'étend à l'intérieur du corps (21) entre l'interface de couplage (25) et l'organe de couplage (24), l'âme (26), l'organe de couplage (24) et l'interface de couplage (25) étant conducteurs d'électricité et au moins partiellement intégrés dans le corps (21) du bras d'entraînement (20), le corps (21) comportant au moins un matériau composite.
- [Revendication 2] Bras d'entraînement (20) selon la revendication 1, dans lequel, l'âme (26) comporte une lame métallique qui s'étend au sein d'un évidement ménagé à l'intérieur du corps (21) en matériau composite.
- [Revendication 3] Bras d'entraînement (20) selon l'une des revendications 1 et 2, dans lequel, l'âme (26) comporte du métal, de préférence, l'âme (26) comporte du cuivre.
- [Revendication 4] Bras d'entraînement (20) selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel, l'âme (26) est couplée, d'une part, à une première extrémité (260) à l'organe de couplage (24), et d'autre part, à une seconde extrémité (261) à l'interface de couplage (25), ainsi, l'âme (26), l'organe de couplage (24) et l'interface de couplage (25) forment une armature (27) constituée d'une seule pièce.
- [Revendication 5] Bras d'entraînement (20) selon les revendications 2 et 4, dans lequel, la lame métallique est soudée, d'une part, à une première extrémité dans une rainure (244) de réception ménagée sur l'organe de couplage (24), et d'autre part, à une seconde extrémité à un moyen de réception ménagé sur l'interface de couplage (25).
- [Revendication 6] Bras d'entraînement (20) selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel, le corps (21) comporte au moins un tronçon courbe (33) par rapport à au moins un premier plan dans lequel s'étend l'organe de couplage (24).
- [Revendication 7] Bras d'entraînement (20) selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel, le corps (21) comporte un tronçon coudé qui est disposé dans le prolongement de l'organe de couplage (24).

- [Revendication 8] Bras d'entraînement (20) selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel, le corps (21) comporte un tronçon (33) qui présente au moins une dimension qui se réduit progressivement selon la direction longitudinale du corps (21).
- [Revendication 9] Bras d'entraînement (20) selon l'une des revendications 1 à 8, dans lequel, le matériau composite est un matériau solide et fibreux.
- [Revendication 10] Bras d'entraînement (20) selon la revendication 9, dans lequel, le corps (21) est formé par un assemblage de couches successives de fibres composites, le corps (21) comprenant au moins une couche de fibres composites qui présente une orientation spatiale des fibres différente par rapport à une couche inférieure de fibres composites et/ou par rapport à une couche supérieure de fibres composites.
- [Revendication 11] Bras d'entraînement (20) selon l'une des revendications 9 et 10, dans lequel, le matériau composite comporte des fibres choisies parmi la liste suivante : des fibres de carbone, des fibres d'aramide, des fibres de verre, des fibres d'aluminium, des fibres d'acier, des fibres de lin, des fibres de lin hermes, des fibres de ramie, des fibres de chanvre, des fibres de kenaf, des fibres de jute, des fibres de sisal, des fibres de soie, des fibres de bambou ou un mélange de ces fibres.
- [Revendication 12] Bras d'entraînement (20) selon l'une des revendications 9 à 11, dans lequel, le matériau composite comporte une matrice choisie parmi la liste suivante : les résines époxy, les résines polyesters, les résines vinylisters, les résines phénoliques, les résines BMI (polybismaléimides), les résines cyanesters ou un mélange de ces matériaux.
- [Revendication 13] Bras d'entraînement (20) selon l'une des revendications 1 à 12, qui comporte, une couche de résine (29) qui enveloppe au moins partiellement le corps (21), l'âme (26), l'organe de couplage (24) et l'interface de couplage (25).
- [Revendication 14] Bras d'entraînement (20) selon l'une des revendications 1 à 13, qui comporte, une couche de peinture (30) externe qui est configurée pour résister aux abrasions.
- [Revendication 15] Bras d'entraînement (20) selon l'une des revendications 1 à 14, dans lequel, le corps (21) comporte intérieurement un matériau composite alvéolaire.
- [Revendication 16] Bras d'entraînement (20) selon l'une des revendications 1 à 15, dans lequel, l'organe de couplage (24) est constitué par un basculeur configuré pour être monté sur un arbre entraîné par les moyens moteurs.
- [Revendication 17] Bras d'entraînement (20) selon l'une des revendications 1 à 16, dans

lequel, l'organe de couplage (24) est serti au corps (21) du bras d'entraînement (20).

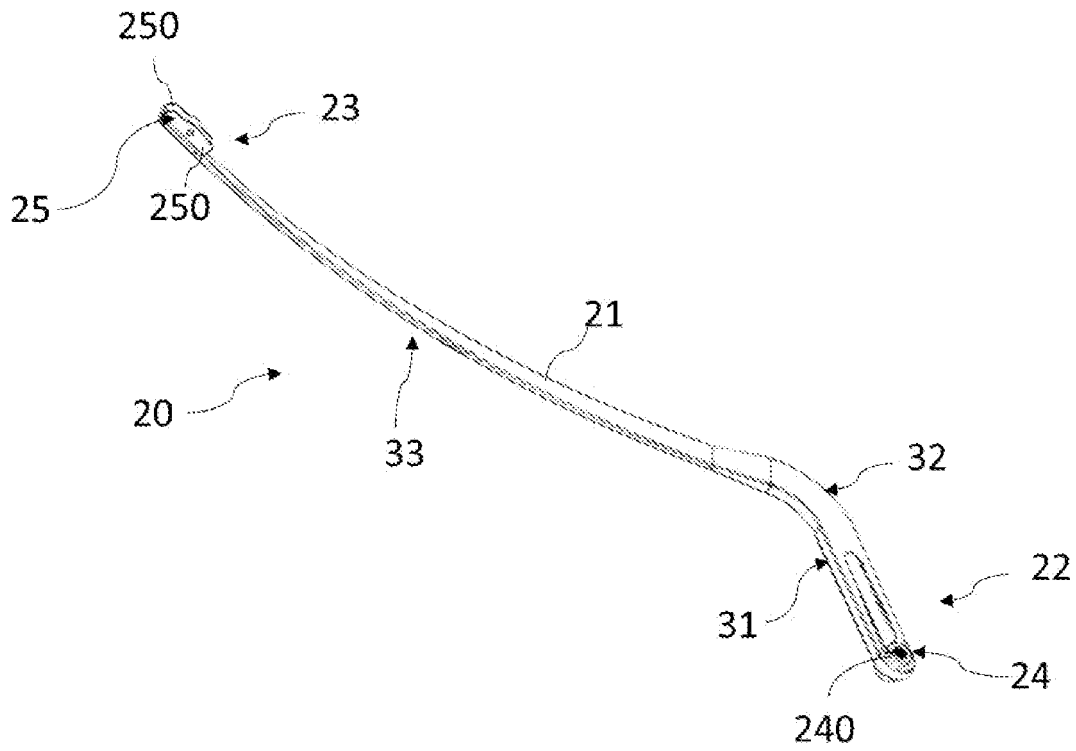
[Revendication 18] Bras d'entraînement (20) selon l'une des revendications 1 à 17, dans lequel, l'interface de couplage (25) est sertie au corps (21) du bras d'entraînement (20).

[Revendication 19] Bras d'entraînement (20) selon l'une des revendication 1 à 18, dans lequel, le corps (21) comporte au moins un tronçon profilé.

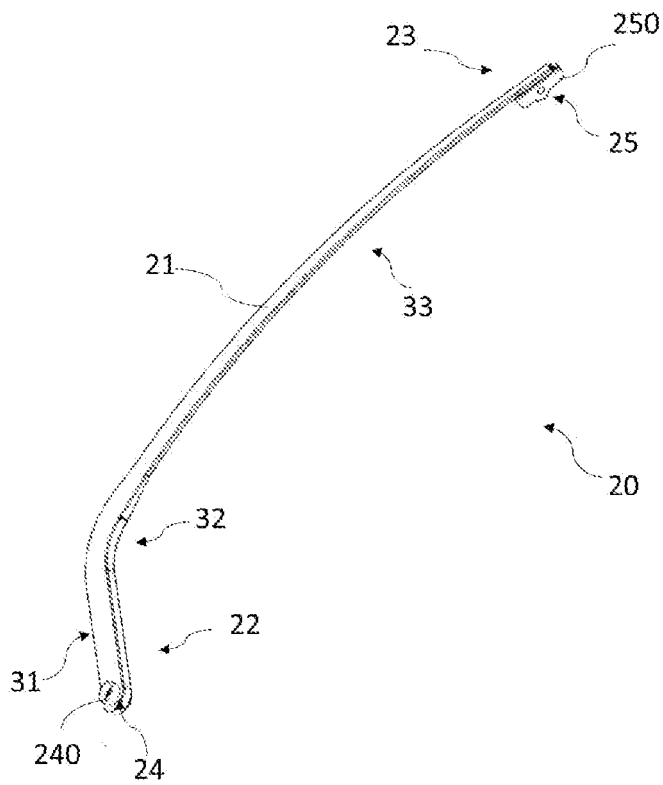
[Revendication 20] Procédé de fabrication (50) d'un bras d'entraînement (20) selon l'une des revendications 1 à 19, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

- Générer (51) une préforme en matériau composite,
- détourer (52) la préforme en matériau composite de manière à obtenir à former le corps du bras d'entraînement selon une conformation déterminée,
- évider (53) au moins partiellement le corps du bras d'entraînement,
- coupler (54) l'interface de couplage et l'organe de couplage respectivement à une première extrémité et à une seconde extrémité de l'âme,
- intégrer (55) l'âme, l'interface de couplage et l'organe de couplage au corps partiellement évidé du bras d'entraînement, l'âme étant couplée à l'interface de couplage et à l'organe de couplage, et
- appliquer (58) une résine afin de combler l'évidement qui intègre l'âme, l'organe de couplage et à l'interface de couplage.

[Fig. 1]

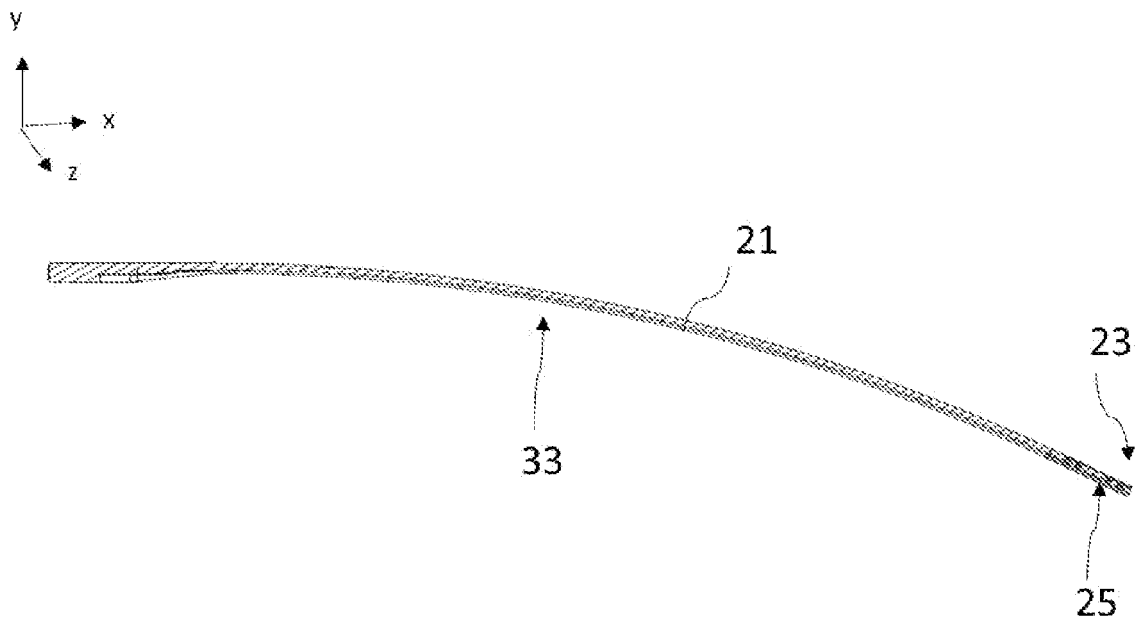


[Fig. 2]

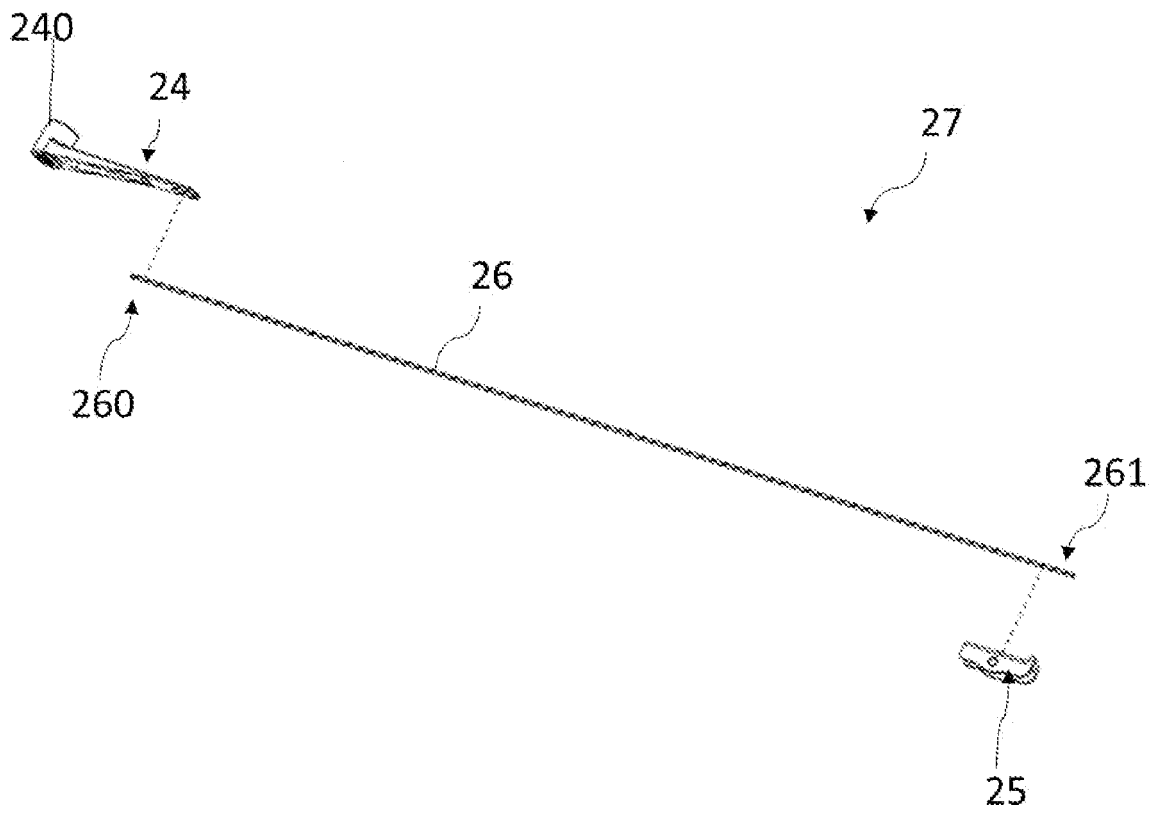




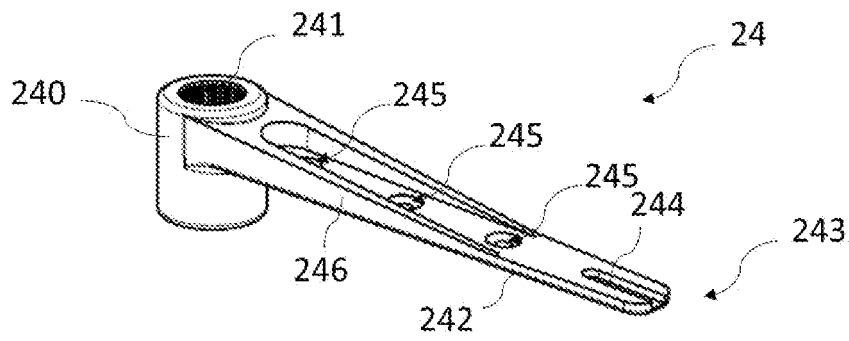
[Fig. 4]



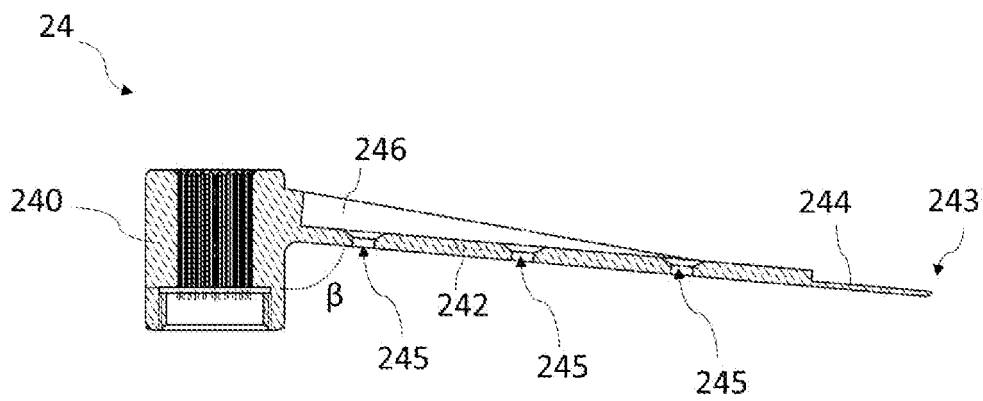
[Fig. 5]



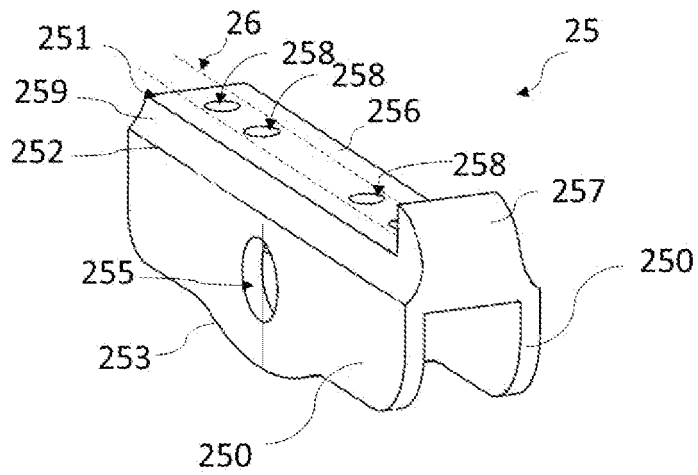
[Fig. 6]



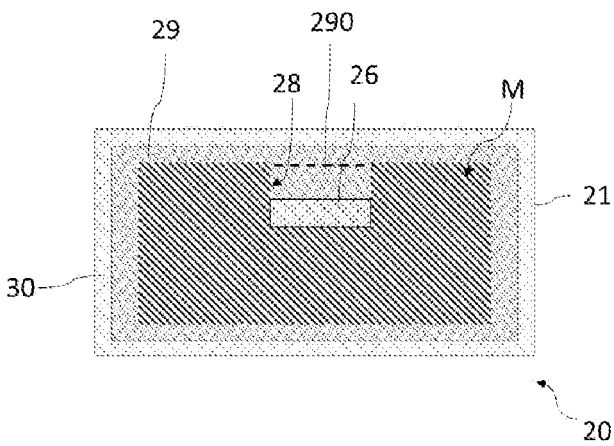
[Fig. 7]



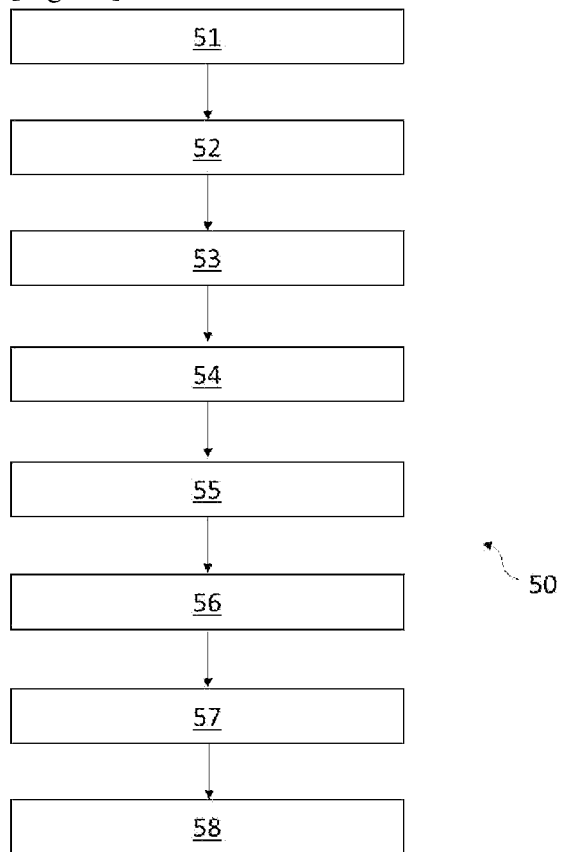
[Fig. 8]



[Fig. 9]



[Fig. 10]



# 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 2021/403138 A1 (JACOB ROBIN [IN] ET AL)  
30 décembre 2021 (2021-12-30)

WO 2010/009922 A1 (BEKAERT SA NV [BE]; WUNSCH ECKART [DE]; VERHOEVE FILIP [BE])  
28 janvier 2010 (2010-01-28)

FR 2 887 833 A1 (VALEO SYSTEMES DESSUYAGE [FR])  
5 janvier 2007 (2007-01-05)

FR 3 086 243 A1 (VALEO SYSTEMES DESSUYAGE [FR])  
27 mars 2020 (2020-03-27)

EP 0 207 825 A1 (AEROSPATIALE [FR])  
7 janvier 1987 (1987-01-07)

**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