

⑤④ AERONEF A DISPOSITIF ACTIF D'ABSORPTION D'ENERGIE EN CAS DE COLLISION AVEC LE SOL.

②② Date de dépôt : 30.06.17.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : AIRBUS GROUP SAS Société par actions simplifiée — FR.

④③ Date de mise à la disposition du public de la demande : 04.01.19 Bulletin 19/01.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention : 17.04.20 Bulletin 20/16.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : CAVALIERE FREDERICK, GUIMARD JEAN-MATHIEU et THEVENET PASCAL.

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

⑦④ Mandataire(s) : Airbus Operations SAS.



AERONEF A DISPOSITIF ACTIF D'ABSORPTION D'ENERGIE EN CAS DE COLLISION AVEC LE SOL

DOMAINE DE L'INVENTION

L'invention appartient au domaine de la sécurité des aéronefs dans les cas de collision avec le sol.

5 L'invention concerne en particulier un aéronef comportant des moyens pour absorber l'énergie liée à la vitesse verticale de l'aéronef lors d'une collision avec le sol et limiter les conséquences de cet impact sur les occupants de l'aéronef.

Plus particulièrement l'invention met en œuvre des sacs gonflables pour absorber l'énergie à l'impact.

10

ART ANTERIEUR

Le problème de la sauvegarde de la vie des occupants d'un aéronef lors des collisions avec le sol est aussi ancien que les aéronefs.

15 La chute d'un aéronef perdant ses capacités à maintenir sa portance ou à contrôler sa trajectoire lors d'un atterrissage d'urgence se traduit souvent par une collision avec le sol dont les conséquences, outre l'endommagement ou la destruction de l'aéronef, peuvent être fatales pour des occupants de l'aéronef.

Dans le cas des avions de combat militaires la solution retenue est le plus souvent d'éjecter le pilote pour l'extraire de l'avion avant que ce dernier ne s'écrase.

20 Dans le cas des avions de transport de passagers, pour lesquels une telle solution n'est pas possible en pratique, il est aujourd'hui conçu des structures d'aéronef réalisées pour se déformer afin d'absorber l'énergie lors d'une collision avec le sol et ainsi de limiter les accélérations auxquelles sont soumis les passagers dans ces situations. Cependant cette méthode présente des limitations en particulier parce que les structures doivent également résister aux efforts dans les conditions normales d'efforts et parce que les déformations et ruptures

occasionnées aux structures lors des collisions génèrent de nombreux débris dont les trajectoires ne peuvent pas être maîtrisées et qui peuvent blesser des occupants de l'aéronef.

En outre l'usage de plus en plus généralisé des matériaux composites dans les structures primaires des aéronefs rend l'applicabilité de ces solutions plus difficiles, les matériaux composites n'ayant pas les propriétés ductiles des matériaux métalliques tels que les alliages d'aluminium utilisés dans le domaine aéronautique. Des précautions particulières de conception doivent donc être appliquées dont certaines ne sont encore aujourd'hui qu'au stade de développement.

Une autre approche consiste à équiper un aéronef de parachutes pour permettre une descente ralentie de l'aéronef entier, comme par exemple dans le brevet US 4298177, ou du fuselage avec les passagers, comme par exemple dans le brevet US 7934682. Dans ces exemples, qui n'ont à ce jour trouvé aucune application en dehors des avions légers ou des capsules spatiales, il est également proposé d'utiliser des sacs gonflables pour amortir le touché lorsque l'ensemble entre en contact avec le sol avec la vitesse verticale de chute fonction de la dimension des parachutes et de la masse suspendue.

A supposer que de telles solutions puissent être mise en œuvre avec des avions civils de grandes tailles, en particulier en raison des dimensions des parachutes qui seraient nécessaires et de la masse que représenteraient les parachutes eux-mêmes et leurs structures d'accrochage, elles ne seraient utilisables qu'avec beaucoup d'anticipation, le déploiement et la stabilisation de tels parachutes exigeant une chute de plusieurs centaines de mètres (à titre de comparaison l'extraction par fusée, l'ouverture et la stabilisation d'un parachute de 90 m² pour un avion ultra léger de 450 kg exige que la séquence d'ouverture soit déclenchée à une hauteur d'au moins 80 m).

A plus basse altitude, les parachutes seraient inefficaces, voire dangereux à utiliser et les sacs gonflables rapportés prévus pour amortir l'impact vertical ne seraient pas adaptés en raison de la vitesse horizontale qui se compose avec la vitesse verticale lorsqu'un aéronef, et en particulier un avion, entre en collision avec le sol.

EXPOSE DE L'INVENTION

La présente invention apporte une amélioration aux solutions connues de
5 l'art antérieur.

L'invention concerne un aéronef à dispositif d'absorption d'énergie mettant en œuvre au moins un sac gonflable au moyen d'un système de gonflage.

Dans l'aéronef de l'invention, un fuselage comporte un volume inférieur
10 correspondant à un espace délimité en partie supérieure par un plancher inférieur du fuselage et en partie inférieure par un revêtement bas de fuselage.

Plus particulièrement, dans le dispositif d'absorption d'énergie :

- une paroi de l'au moins un sac gonflable est stockée repliée dans le volume inférieur ;
- 15 - ladite paroi est fixée, directement ou indirectement, dans une partie supérieure du sac gonflable à une structure d'une partie supérieure du fuselage située au-dessus dudit volume inférieur ;
- ladite paroi est fixée dans une partie inférieure du sac gonflable à un bouclier de protection ;
- 20 - le revêtement bas de fuselage est fixé à la partie supérieure du fuselage de sorte à être séparable de ladite partie supérieure du fuselage sur un ordre de déclenchement du dispositif d'absorption d'énergie.

Il est ainsi obtenu un aéronef comportant des moyens d'absorber une énergie liée à la vitesse verticale lors d'une collision avec le sol, sans pénaliser en
25 exploitation les performances aérodynamiques et opérationnelle de l'aéronef en utilisant principalement un espace, le volume inférieur sous le plancher inférieur, peu ou pas utilisé, dans lequel la ou les parois formant les enveloppes du ou des sacs gonflables est protégée en permanence jusqu'à l'utilisation du dispositif d'absorption d'énergie. La paroi est également protégée par le bouclier, en
30 particulier vis-à-vis du glissement sur le sol lié à la vitesse horizontale après la collision, lors de la mise en œuvre du dispositif.

En outre la pénalité de masse introduite dans l'aéronef par le dispositif est minime en raison de la relativement faible masse des enveloppes des sacs

gonflables, constituant les plus volumineux du dispositif.

L'invention apporte également une solution aux aéronefs d'architectures nouvelles et spécifiques, par exemple les avions du type aile volante, les avions à décollage.atterrissage vertical (VTOL), dans lesquels la zone sous-cargo est
5 sensiblement différente des architectures classiques. Dans ces types d'architectures, la zone sous-cargo est généralement réduite, ce qui limite les possibilités pour implanter les éléments de structure absorbants conventionnels qui peuvent ainsi être complétés ou remplacés avantageusement par le dispositif de l'invention.

10

L'aéronef de l'invention peut comporter également toutes ou partie des caractéristiques suivantes considérées isolément ou en toute combinaison techniquement opérable.

Le bouclier de protection est formé par un écran rigide fixé ou non sur une
15 face intérieure du revêtement bas de fuselage.

La paroi de l'au moins un sac gonflable est fixée dans une partie inférieure du sac gonflable au revêtement bas de fuselage mis en œuvre comme bouclier de protection lorsque le revêtement bas de fuselage est séparé de la partie supérieure du fuselage.

20 Le revêtement bas de fuselage est fixé à la partie supérieure du fuselage par des liaisons mécaniques de verrous à ouverture commandée, les verrous étant configurés pour libérer le revêtement bas de fuselage sur un ordre de déclenchement du dispositif d'absorption d'énergie.

Le revêtement bas de fuselage est fixé à la partie supérieure du fuselage par
25 des liaisons structurales à séparation pyrotechnique, les liaisons structurales étant configurées pour libérer le revêtement bas de fuselage sur un ordre de déclenchement du dispositif d'absorption d'énergie.

Un sac gonflable comporte au moins une ouverture de décharge d'un gaz contenu dans un volume intérieur du sac gonflable vers un espace extérieur au
30 sac gonflable.

Au moins une ouverture de décharge comporte un dispositif de régulation de la pression différentielle entre le volume intérieur du sac gonflable et l'espace extérieur au dit sac gonflable.

Le dispositif de régulation de la pression différentielle comporte un mode de régulation passif de la pression différentielle, lequel met en œuvre le cas échéant des lois de régulation dégradées, le dispositif de régulation de pression différentielle étant actif lorsque le dispositif d'absorption d'énergie a été déclenché et que l'aéronef a touché le sol et ou que le dispositif de régulation ne reçoit plus de commandes extérieures audit dispositif de régulation de la pression différentielle, par exemple du système de supervision et de commande.

Une pluralité de sacs gonflables est répartie dans le volume inférieur du fuselage.

10 Un compartiment du volume inférieur comporte une pluralité de sacs gonflables juxtaposés suivant une longueur dudit logement, et ou suivant une largeur dudit logement et ou suivant une hauteur dudit logement.

Le dispositif d'absorption d'énergie comporte un système de supervision et de commande qui génère, lorsque des conditions de déclenchement dudit dispositif d'absorption d'énergie sont réunies, des ordres de séparation du revêtement inférieur de fuselage et de gonflage du ou des sacs gonflables.

Le système de supervision et de commande transmet des ordres de régulation au dispositif de régulation de la pression différentielle.

Les ordres de régulation sont établis en fonction d'une accélération verticale mesurée ou estimée.

Le système de supervision et de commande comporte au moins un mode fonctionnement automatique dans lequel le dispositif est déclenché automatiquement lorsqu'une collision avec le sol est considérée imminente compte tenu de paramètres de l'aéronef tels que la hauteur au-dessus du sol, la vitesse verticale, la position d'un train d'atterrissage de l'aéronef.

Le système de supervision et de commande comporte au moins un mode fonctionnement manuel dans lequel le dispositif d'absorption d'énergie est déclenché par l'action d'un opérateur sur une commande.

30 PRÉSENTATION DES FIGURES

L'invention est décrite en référence aux figures qui sont données à titre d'un exemple non limitatif d'un mode de réalisation de l'invention, qui représente de

manière schématique :

Figure 1 : une vue isométrique d'ensemble d'un avion connu accompagné en détail (a) d'une section typique du fuselage d'un tel avion ;

Figure 2 : une vue en section partielle de la partie inférieure d'un fuselage d'un avion pourvu du dispositif d'absorption d'énergie de l'invention et d'une
5 représentation schématique du dispositif ;

Figure 3 : une vue isométrique partielle de la partie inférieure du fuselage de la figure 2 dans laquelle le dispositif a été déclenché, provoquant la séparation du revêtement bas de fuselage de la partie supérieure du fuselage ;

10 Figure 4 ; une vue en section partielle de la partie inférieure du fuselage des figures 2 et 3 dans laquelle le dispositif a été déclenché, le revêtement bas de fuselage est nettement séparé de la partie supérieure de fuselage et le sac gonflable étant en cours d'expansion sous l'effet de son gonflage.

15 Sur les figures, les dessins ne sont pas nécessairement représentés avec une même échelle.

Sur les dessins tous les éléments de structure ne sont pas représentés, seuls les principaux d'entre eux étant schématiquement représentés pour illustrer l'invention.

20

DESCRIPTION D'UN MODE DÉTAILLÉ DE REALISATION DE L'INVENTION

Pour les besoins de la description, l'aéronef considéré sera supposé dans
25 une position correspondant à la position conventionnelle horizontale de vol stabilisé ou posée au sol, de sorte que les termes « haut », « bas », « avant », « arrière » et autres termes ou expressions en référence à des positions, des attitudes et des directions relatives, auront, sauf évidence contraire ou s'il en est exprimé autrement, le sens commun que leur donnerait un observateur de
30 l'aéronef.

L'invention est décrite dans l'exemple d'une forme de réalisation appliquée au cas d'un avion.

L'avion est ici un avion d'une architecture conventionnelle d'avion de transport civil à un fuselage 101 unique tel que l'avion 100 représenté sur la figure 1, dans le cas illustré un avion long-courrier quadriréacteur, ce choix n'étant pas limitatif.

5 Le fuselage 101 comporte une section sensiblement cylindrique de section circulaire comme illustré schématiquement sur la section représenté sur le détail (a) de la figure 1.

La section du fuselage met en évidence deux zones d'occupation : une zone supérieure 102, ici destinée à recevoir des passagers ; une zone inférieure 103, ici
10 destinée à recevoir des conteneurs de marchandises.

A chacune de la zone supérieure 102 et de la zone inférieure 103 correspond un plancher, respectivement un plancher supérieur 104 et un plancher inférieur 105.

Suivant un agencement structural connu, le fuselage comporte des cadres
15 structuraux 106 recouverts d'un revêtement 107 formant une peau extérieur du fuselage. Les différentes parties de la structure peuvent être réalisées en tous matériaux adaptés, en particulier métalliques, notamment en alliage d'aluminium, ou matériaux composites.

20 La structure d'un fuselage conventionnel 101, bien connu de l'homme du métier, ne sera pas détaillée plus avant.

Dans le contexte de l'invention, il sera par la suite considéré une zone inférieure 10 d'un fuselage 11, c'est-à-dire une zone, illustrée sur la figure 2, située principalement sous un plancher inférieur 15.

25 Par plancher inférieur, il faut comprendre qu'il est ici considéré le plancher situé le plus proche du dessous du fuselage 11, que ledit fuselage comporte un, deux ou plus planchers, que le dit plancher soit destiné à recevoir des personnes ou une autre charge utile.

Dans le contexte d'un aéronef à dispositif d'absorption d'énergie de
30 l'invention, le plancher inférieur 15 est donc celui qui se trouve le plus proche du sol lorsque l'avion est posé.

Dans la forme de réalisation illustrée sur les figures 2, 3 et 4, un cadre 16 du

fuselage, représenté partiellement, comporte, en partie basse du fuselage, une traverse ou une poutre plancher 18 qui s'appuie sur ledit cadre et supporte le plancher inférieur 15. Sur les dessins, la partie inférieure du cadre, qui apporte au revêtement de fuselage une rigidité nécessaire n'est pas représentée pour la clarté des représentations.

Le plancher inférieur 15 détermine une séparation entre un espace supérieur 13, de chargement ou à usage technique de l'aéronef, situé au dessus dudit plancher inférieur et un volume inférieur 20, vu sur la figure 3 en section transversale par rapport à un axe du fuselage, situé sous ledit plancher inférieur.

Le volume inférieur 20 est, en condition ordinaire d'utilisation de l'aéronef, un espace fermé entre le plancher inférieur 15, ou une structure de soutien dudit plancher inférieur, ladite structure de soutien comportant a priori les poutres de plancher 18, et un revêtement de fuselage 17, plus particulièrement un revêtement bas 17a du fuselage 11, tel que représenté sur la section de la figure 2.

Comme il sera détaillé ultérieurement, le revêtement bas 17a est une partie de revêtement du fuselage qui est fixée au reste de la structure du fuselage dans des conditions ordinaires d'exploitation de l'aéronef, mais est séparé du reste de la structure du fuselage dans des conditions exceptionnelles après un déclenchement du dispositif d'absorption d'énergie.

Le revêtement bas 17a est autant que de besoin stabilisé et renforcé par des éléments de cadres, des raidisseurs, par exemple des raidisseurs longitudinaux et ou transversaux, non représentés sur les figures pour des raisons de clarté des dessins, bien connus de l'homme du métier dans la conception de fuselages d'aéronefs.

Le volume inférieur 20, fermé en conditions ordinaires, comporte un sac gonflable 21 dont une paroi formant une enveloppe dudit sac gonflable est repliée à l'état dégonflé dudit sac gonflable pour être stockée dans ledit volume inférieur, figure 2.

Le sac gonflable 21 s'étend en longueur suivant une direction longitudinale du fuselage sur tout ou partie de la longueur du volume inférieur 20, longueur déterminée le cas échéant par des cloisons d'extrémité avant et arrière dudit

volume inférieur.

Le sac gonflable 21 est relié par une ouverture dudit sac à un système de gonflage 22 par un fluide compressible, avantageusement un système de gonflage pour délivrer, sur un ordre, un gaz 27 à un débit et une pression souhaitée.

5 Avantageusement, le système de gonflage 22 met en œuvre la combustion de poudres pour générer le gaz 27 suivant des techniques similaires aux systèmes dits « air-bag » des véhicules automobiles pour la protection des passagers.

10 Le revêtement bas 17a du fuselage, qui assure une continuité du revêtement de fuselage 17 en conditions ordinaires d'utilisation de l'aéronef, est fixé à des éléments de structures dudit fuselage, par exemple le revêtement de fuselage 17 et ou le cadre 16, et ou la poutre de plancher 18 et ou des éclisses ou raidisseurs, non représentés, d'une zone de jonction du revêtement bas, avec des liaisons 23
15 pouvant être libérées sur commande lorsque le dispositif est déclenché.

Les liaisons 23 sont par exemple des verrous mécaniques pouvant être commandé en ouverture à distance, tels que des crochets de largage ou des axes coulissants pour libérer des liaisons par chapes à œil.

20 Les liaisons 23 sont par exemple des fixations, telles que des boulons, à rupture pyrotechnique.

Les liaisons 23 sont par exemple une ou des pièces de liaison pourvues de cordons pyrotechniques de découpage de ladite pièce de liaison.

25 Quelle que soit la technologie mise en œuvre, l'homme du métier s'assurera que d'une part les liaisons 23 sont conçues pour résister aux efforts en service pour lesquels est calculé le fuselage, en particulier les efforts liés à la pressurisation lorsque le fuselage est pressurisé en vol, et que d'autre part les liaisons 23 pourront être libérées, simultanément ou suivant une séquence voulue, dans des conditions prévues de déclenchement pour assurer la séparation du revêtement bas 17a du reste de la structure de fuselage.

30 Dans une forme préférée de réalisation, la paroi du sac gonflable 21 est fixée au revêtement bas 17a dans une zone de contact entre ladite paroi et ledit revêtement bas, avantageusement par un film de colle 25 interposé entre ladite paroi et ledit revêtement bas.

Un avantage de fixer le sac gonflable 21 par collage est de répartir les efforts sur une grande surface pour éviter un arrachement prématuré du revêtement bas 17a lorsque le dispositif est mis en œuvre et également d'éviter le frottement de la paroi du sac gonflable, pendant son stockage en conditions ordinaires, sur
5 les structures du volume inférieur 20, en particulier sous l'effet des vibrations, frottement qui provoquerait une usure et un risque d'endommagement de ladite paroi.

Dans une forme de réalisation, des éléments de contention 26, par exemple
10 des liaisons articulées ou souples, illustrées partiellement détendues sur la figure 4, de longueurs calibrées reliant le revêtement bas 17a au reste de la structure du fuselage, par exemple aux poutres de plancher 18, déterminent une distance maximale entre ledit revêtement bas et ledit reste de la structure fuselage, ce qui est équivalent à imposer une hauteur, ou une épaisseur,
15 maximale du sac gonflable 21 gonflé.

Dans une forme de réalisation, la paroi du sac gonflable 21 comporte une ou des ouvertures de décharge 24 calibrées pour libérer une partie du gaz contenu dans ledit sac gonflable. Le cas échéant, tout ou partie de ces ouvertures sont
20 pourvues d'opercules qui sont détruits au-delà d'une pression différentielle de tarage, et ou de régulateur de pression pour limiter une pression différentielle entre une pression dans ledit sac gonflable et une pression à l'extérieure de l'enveloppe dudit sac gonflable. Avantageusement le ou les régulateurs de pression sont commandés pour permettre de modifier la pression différentielle en
25 fonction de paramètres mesurés, par exemple d'une accélération verticale devant être limitée lors d'une collision avec le sol.

Dans une forme de réalisation, la régulation de la pression différentielle est passive, c'est-à-dire qu'elle ne met en œuvre aucun système extérieur au régulateur concerné, au moins lorsque l'aéronef est entré en contact avec le sol,
30 de sorte que la pression différentielle continue à être régulée, le cas échéant suivant des lois dégradées, même si le système de supervision et de commande n'est plus en mesure de transmettre des ordres suite à la collision avec le sol.

L'invention et les différentes variantes de formes qu'elle est susceptible de prendre seront mieux comprises à la lumière d'un exemple de mise en œuvre du dispositif.

5 Dans les conditions ordinaires, le dispositif d'absorption d'énergie est dans une position de repos dans laquelle le sac gonflable 21 est stocké dans le volume inférieur 20, sous le plancher inférieur 15, et le revêtement bas 17a est fixé au reste de la structure du fuselage, situation illustrée en section sur la figure 2.

10 La paroi du sac gonflable 21 est stockée repliée de manière à opposer un minimum de résistance à son déploiement et à son gonflage lors du déclenchement du dispositif.

Cette configuration stockée correspond au cas ordinaire d'exploitation de l'aéronef 100. Dans cette configuration les formes extérieures de l'aéronef ne sont pas affectées par la présence du dispositif qui est donc sans effet notable sur les
15 caractéristiques aérodynamiques dudit aéronef.

Pendant son exploitation, un aéronef réalise de nombreuses missions enchaînant des phases de décollage, de montée, de croisière, de descente et d'atterrissage qui se déroulent généralement sans incident notable.

Pendant ces missions le dispositif reste activable mais n'est déclenché que
20 dans des cas d'incidents majeurs pour lesquels une collision avec le sol est probable.

De tels cas correspondent en pratique à des problèmes liés aux atterrisseurs, ou à des conditions ne permettant plus de garantir le contrôle précis de la trajectoire de l'avion à l'approche du sol.

25 Par exemple, le pilote d'un avion se trouvant dans l'impossibilité de sortir son train d'atterrissage, ou certains éléments de son train d'atterrissage, ou de verrouiller son train d'atterrissage en position sortie, sait qu'il va entrer en collision avec le sol, c'est-à-dire que les structures de l'avion qui ne sont pas adaptées pour toucher le sol (le fuselage, les ailes, les moteurs), vont dans cette situation
30 toucher le sol et qu'il lui sera difficile, sinon impossible, de contrôler l'avion dans ces conditions, avec des risques important de destruction de tout ou partie de la structure de l'avion, voire de déclenchement d'un incendie.

Par exemple l'avion peut avoir perdu une partie de ses gouvernes, suite à un

attentat ou à des conditions météorologiques exceptionnellement violentes, et ne pas être en mesure de conduire un atterrissage normal.

Par exemple une panne de la propulsion peut conduire le pilote de l'avion à tenter un atterrissage en campagne sans piste d'atterrissage, et le pilote d'un
5 hélicoptère à réaliser un atterrissage en autorotation, manœuvre réputée délicate.

Dans tous ces exemples de situations, heureusement fort rares, les conditions d'un risque élevé d'une collision plus ou moins violente avec le sol sont réunies.

Le dispositif d'absorption d'énergie comporte pour son fonctionnement un
10 système de supervision et de commande qui gère le fonctionnement dudit dispositif.

Différents paramètres peuvent être pris en compte pour déclencher le dispositif d'absorption d'énergie, un objectif étant d'approcher une probabilité de déclenchement proche de l'unité lorsque des conditions d'une collision avec le sol
15 sont réunies et une probabilité de déclenchement proche de zéro lorsqu'il n'est pas identifié de risque de collision avec le sol.

Un premier paramètre est par exemple la position d'une commande 31 à la disposition des pilotes de l'aéronef pour neutraliser le dispositif dans une première position – « stop » - de la commande, pour armer le dispositif dans une seconde
20 position – « auto » - et pour, dans une troisième position, déclencher manuellement – « man » - le dispositif.

Dans cet exemple, la première position interdit le déclenchement du dispositif, et en particulier engage des sécurités pour rendre le déclenchement impossible, par exemple en croisière à haute altitude ou au sol au roulage ou au
25 stationnement. La deuxième position autorise le déclenchement automatique du dispositif par le système de supervision et de commande. La troisième position déclenche le dispositif sur un ordre de l'équipage de conduite de l'aéronef.

D'autres paramètres, par exemple issus de senseurs pouvant être transmis à un concentrateur de données S, peuvent être pris en compte, tels qu'une vitesse
30 de vol de l'aéronef, une hauteur mesurée ou estimée, un taux de descente ou une vitesse verticale, une position effective des éléments du train d'atterrissage, des paramètres de fonctionnement des moteurs, des accélérations de l'aéronef ..., à partir desquels le système de supervision et de commande détermine le risque de

collision avec le sol.

Lorsque l'aéronef est en opération, le dispositif est en position armée, au moins dans les phases de la mission susceptibles de se trouver face à un risque
 5 de collision avec le sol, de sorte à pouvoir être déclenché soit automatiquement soit de manière commandée par un pilote. Les phases à risques sont toutes les phases dans lequel l'aéronef est à faible hauteur, en particulier le décollage, la montée initiale, la descente terminale et l'atterrissage (normal ou non).

Il est bien compris ici que les collisions avec le sol considérées
 10 correspondent à des situations dans lesquelles il est espéré conserver une certaine intégrité au fuselage de l'aéronef après la collision. Ces conditions sont fréquemment regroupées dans le langage des opérations sous les expressions « atterrissage forcé » lorsque la collision se produit avec la terre ferme ou « amerrissage » lorsque la collision se produit avec une surface liquide, i.e. mer,
 15 lac ou fleuve.

Lorsque les conditions d'un risque de collision avec le sol sont identifiées le dispositif est déclenché, soit par le système de supervision et de commande soit par l'équipage de pilotage.

20 Le déclenchement du dispositif engage une séquence de déploiement de la paroi du sac gonflable 21.

Initialement le revêtement bas 17a du fuselage est libéré par une ouverture des liaisons 23, par exemple un relâchement des verrous mécaniques si de tels verrous sont mis en œuvre, ou par des éléments pyrotechniques tels que boulons
 25 « explosifs » ou cordons de découpage.

Le système de libération du revêtement bas de fuselage est conçu de telle sorte qu'il ne puisse pas endommager la paroi du sac gonflable lors de son déclenchement. Le concepteur du système veillera donc à ce que les éléments mis en œuvre ne risquent pas de conduire à un endommagement de ladite paroi,
 30 par exemple par les effets thermiques d'éléments pyrotechniques ou par des projections de débris. Il veillera également à ce que des formes agressives susceptible de perforer la paroi ne soit pas formées ou dégagées lors de la séparation du revêtement bas de fuselage, ou pour le moins que la paroi du sac

gonflable ne puisse pas se trouver en contact lors du gonflement du sac et ultérieurement avec des formes agressives.

Cette séparation du revêtement bas de fuselage est illustré sur la vue partielle isométrique de la figure 3, sur laquelle le plancher inférieur 15 et des structures secondaires de support dudit plancher inférieur ou de stabilisation des structures ne sont pas représentées.

Il est compris ici que les différents éléments de la structure du fuselage, en particulier parties de cadres ou raidisseurs, sont agencés pour ne pas entraver le gonflement du sac gonflable, soit qu'ils sont maintenus fixes par rapport à la partie supérieure du fuselage et décalés dans l'espace par rapport aux volumes qui seront occupés par le sac gonflable lors de son gonflement, soit qu'ils sont fixes par rapport à la structure du revêtement bas de fuselage avec laquelle ils sont séparés du reste du fuselage.

Simultanément à, ou un court instant après, la libération du revêtement bas 17a de fuselage, le système de gonflage 22 est activé de sorte que le sac gonflable se déploie et augmente de volume sous l'effet de la pression à l'intérieur dudit sac gonflable, comme illustré sur la figure 4.

Le revêtement bas 17a de fuselage, maintenu collé à la paroi du sac gonflable 21, est alors repoussé vers le bas 28 sous la partie supérieure du fuselage 100, de laquelle ledit revêtement bas de fuselage s'est détaché et à laquelle il reste relié au moins par le sac gonflable, jusqu'à une distance entre la structure des poutres sous plancher 18, à laquelle la paroi du sac gonflable 21 est fixée, déterminée par les capacités d'extension verticale dudit sac gonflable, capacité d'extension résultant de la forme de la paroi obtenue par l'assemblage de fuseaux et par d'éventuels éléments de contention 26 limitant le déplacement du revêtement bas.

A la fin de cette phase de déploiement du sac gonflable, le sac gonflé forme une structure souple sous le fuselage, interposée entre le fuselage et le sol, dans le volume duquel est établie une pression différentielle DP avec l'air extérieur.

En outre la paroi constituant l'enveloppe de cette structure souple est protégée dans sa partie inférieure par le revêtement bas 17a de fuselage qui

forme un bouclier de protection appliqué sur la paroi.

Il est bien sûr nécessaire que cette configuration soit obtenue avant la collision avec le sol, les ordres déclenchant le dispositif devant anticiper le temps nécessaire au déploiement du sac gonflable.

5 Il doit toutefois être remarqué que la durée de gonflement du sac gonflable est courte, notamment par rapport à celle de l'ouverture d'un parachute, et que le dispositif d'absorption d'énergie peut être déclenché jusqu'à des hauteurs faibles de l'ordre de dix mètres au dessus du sol et seulement quelques secondes avant la collision avec le sol.

10 Ce temps de réaction très rapide permet en particulier d'affiner les analyses pendant une phase de rapprochement du sol, réalisées par le système de supervision et de commande et par l'équipage de l'aéronef, et de ne prendre la décision de déclencher le dispositif que lorsqu'une collision avec le sol est quasiment inévitable.

15 Dans un cas extrême, le dispositif d'absorption d'énergie peut être déclenché lorsque les roues de l'aéronef sont au sol mais que la vitesse horizontale dudit aéronef va conduire à une sortie de piste, par exemple en raison d'une vitesse d'approche anormale, d'une défaillance des freins ou de conditions météorologiques ne permettant pas un freinage normal. Il est alors formé sous le
20 fuselage un ensemble porteur et amortisseur pour éviter des dégâts excessifs en cas d'un arrachement des trains d'atterrissage lors de la sortie de piste.

Lorsque l'aéronef entre en collision avec le sol, l'impact s'applique en premier, dans les conditions considérées pour la présente invention, sur le
25 bouclier formé par le revêtement bas 17a.

Sous l'effet de la vitesse verticale de l'aéronef à l'impact, le sac gonflable 20 est comprimé et sa pression interne a tendance à augmenter. Afin d'éviter tout retour élastique qui restituerait l'énergie absorbée à l'impact par cette compression, ce qui doit impérativement être évité, pour le moins limité autant que
30 possible, la pression différentielle est contrôlée en libérant une partie du gaz dans le sac gonflable par les ouvertures de décharge 24. Il est ainsi évité le retour élastique et obtenu de diminuer l'accélération verticale à l'impact.

Ce bénéfice de la limitation de l'accélération verticale à l'impact est obtenu

bien que l'aéronef se présente généralement lors de la collision avec une vitesse horizontale pouvant être élevée, pour un avion de transport civil souvent plus de 50 m/s, le bouclier formé par le revêtement bas 17a protégeant la paroi du sac gonflable 21, gonflé, non seulement lors de l'impact avec le sol mais également pendant une phase de glissement au sol avant que l'aéronef ne soit immobilisé par les frottements divers.

Il doit être noté que la structure générale de l'aéronef est préservée lors de l'impact grâce au dispositif. En évitant les rebonds après l'impact, la stabilité de l'aéronef est conservée et la distance de décélération résultant des frottements sur le sol est diminuée.

Il est ainsi compris tous les bénéfices du dispositif d'absorption d'énergie et de l'aéronef comportant un tel dispositif pour la sécurité des occupants dudit aéronef qui en cas de collision avec le sol, par exemple lors d'un atterrissage forcé ou d'un amerrissage, seront protégés des accélérations violentes grâce à l'énergie absorbée par le dispositif.

On comprendra ici que l'invention, illustrée en section figures 2 et 4 et sur un intercadre d'un fuselage d'aéronef figure 3, peut prendre des formes variées de réalisation pour autant qu'un sac gonflable, fixé à la partie supérieure du fuselage, soit replié à l'intérieur du fuselage dans une zone inférieure sous plancher, ledit sac gonflable pouvant être gonflé après la séparation d'un revêtement bas de fuselage de la partie supérieure du fuselage, ledit sac gonflable étant pourvu d'un bouclier de protection fixé à la paroi du sac gonflable pour protéger ladite paroi lors de l'impact avec, et le glissement sur, le sol lors d'une collision avec le sol.

Dans une variante de réalisation, l'aéronef est pourvu d'une pluralité de sacs gonflables répartis sur tout ou partie de la longueur du fuselage, configuration qui augmente la sécurité en cas de défaillances lors du gonflement de certains sacs gonflables.

Dans une forme de réalisation, des compartiments suivant la longueur du fuselage du volume inférieur 20, cloisonnés ou non, correspondant en longueur, chacun, à une extension longitudinale du ou des sacs gonflables qu'il contient est

limité à l'avant et ou à l'arrière par un cadre de fuselage.

Un compartiment comporte un sac gonflable ou une pluralité de sacs gonflables qui sont juxtaposés suivant une longueur du compartiment et ou suivant une largeur du compartiment.

- 5 Un bouclier de protection peut être affecté à un seul sac gonflable à la paroi duquel il est fixé, ou à plusieurs sacs gonflables.

Dans une forme de réalisation deux ou plus sacs gonflables sont superposés suivant une hauteur du logement, leurs parois étant fixées entre elles dans des zones de contact, de sorte à former un empilement de sacs gonflés lorsque le
10 dispositif est déclenché.

Dans une variante de réalisation, un écran rigide, non représenté sur les figures, est fixé, par collage ou un autre type de fixations, pour servir de bouclier de protection de la paroi du sac gonflable, cet écran rigide étant alors stocké dans le fuselage avec le sac gonflable. Dans cette variante de réalisation, l'écran rigide
15 peut être fixé au revêtement bas de fuselage qui participe alors à la formation d'un bouclier renforcé ou le revêtement bas du fuselage peut être largué lorsque le dispositif est déclenché.

Dans une variante de réalisation, la forme de l'écran rigide, ou celle du revêtement bas de fuselage, devant servir de bouclier est adaptée pour une
20 protection améliorée de la paroi du sac gonflable lors du glissement de l'aéronef en cas de collision avec le sol. En particulier une forme avant remontante peut éviter, par une rampe inclinée vers le haut, un effet d'écope pouvant provoquer un arrachement de la structure collée à la paroi du sac gonflable et limiter le risque d'endommagement du sac gonflable avant que celui-ci n'ait rempli sa fonction
25 d'absorption d'énergie.

L'invention permet ainsi d'améliorer la sécurité lors des collisions avec le sol en absorbant l'énergie liée à la vitesse verticale lors de la collision avec le sol et avec une capacité de résistance élevée aux effets du glissement de l'aéronef en
30 contact avec le sol en raison de la composante horizontale de la vitesse dudit aéronef.

REVENDEICATIONS

- 1 – Aéronef à dispositif d'absorption d'énergie mettant en œuvre au moins un sac gonflable (21) au moyen d'un système de gonflage (22), comportant un fuselage (11) dont un volume inférieur (20) correspond à un espace délimité en partie supérieure par un plancher inférieur (18) du fuselage et en partie inférieure par un revêtement bas (17a) de fuselage, l'aéronef étant tel que dans le dispositif d'absorption d'énergie :
- une paroi de l'au moins un sac gonflable (21) est stockée repliée dans le volume inférieur (20) ;
 - ladite paroi est fixée, directement ou indirectement, dans une partie supérieure du sac gonflable (21), à une structure d'une partie supérieure du fuselage située au-dessus dudit volume inférieur ;
 - ladite paroi est fixée dans une partie inférieure du sac gonflable (21) à un bouclier de protection ;
 - le revêtement bas (17a) de fuselage est fixé à la partie supérieure du fuselage de sorte à être séparable de ladite partie supérieure du fuselage sur un ordre de déclenchement du dispositif d'absorption d'énergie ;
- caractérisé en ce que le dispositif d'absorption d'énergie comporte un système de supervision et de commande (30) qui génère, lorsque des conditions de déclenchement dudit dispositif d'absorption d'énergie sont réunies, des ordres de séparation du revêtement inférieur (17a) de fuselage et de gonflage du ou des sacs gonflables (21).
- 2 – Aéronef suivant la revendication 1, dans lequel le bouclier de protection est formé par un écran rigide fixé ou non sur une face intérieure du revêtement bas (17a) de fuselage.
- 3 – Aéronef suivant la revendication 1, dans lequel la paroi de l'au moins un sac gonflable (21) est fixée dans une partie inférieure dudit sac gonflable au revêtement bas (17a) de fuselage mis en œuvre comme bouclier de

protection lorsque ledit revêtement bas de fuselage est séparé de la partie supérieure du fuselage.

- 4 – Aéronef suivant l'une des revendications précédentes, dans lequel le revêtement bas (17a) de fuselage est fixé à la partie supérieure du fuselage par des liaisons mécaniques de verrous à ouverture commandée, lesdits verrous étant configurés pour libérer le revêtement bas (17a) de fuselage sur un ordre de déclenchement du dispositif d'absorption d'énergie.
- 5 – Aéronef suivant l'une des revendications précédentes, dans lequel le revêtement bas (17a) de fuselage est fixé à la partie supérieure du fuselage par des liaisons structurales à séparation pyrotechnique, lesdites liaisons structurales étant configurées pour libérer le revêtement bas (17a) de fuselage sur un ordre de déclenchement du dispositif d'absorption d'énergie.
- 6 – Aéronef suivant l'une des revendications précédentes, dans lequel l'au moins un sac gonflable (21) comporte au moins une ouverture de décharge (24) d'un gaz contenu dans un volume intérieur dudit sac gonflable vers un espace extérieur au dit sac gonflable.
- 7 – Aéronef suivant la revendication 6, dans lequel l'au moins une ouverture de décharge (24) comporte un dispositif de régulation de la pression différentielle entre le volume intérieur du sac gonflable (21) et l'espace extérieur au dit sac gonflable.
- 8 – Aéronef suivant la revendication 7, dans lequel le dispositif de régulation de la pression différentielle comporte un mode de régulation passif de la pression différentielle, le cas échéant suivant des lois dégradées, actif lorsque le dispositif d'absorption d'énergie a été déclenché et que l'aéronef a touché le sol et ou que le dispositif de régulation ne reçoit plus de commandes extérieures audit dispositif de régulation de la pression différentielle.
- 9 – Aéronef suivant l'une des revendications précédentes, comportant une

pluralité de sacs gonflables (21) répartie dans un ou plusieurs compartiments du volume inférieur (20) du fuselage.

5 10 - Aéronef suivant la revendication 9, dans lequel un compartiment du volume inférieur comporte une pluralité de sacs gonflables (21) juxtaposés suivant une longueur dudit logement, et ou suivant une largeur dudit logement et ou suivant une hauteur dudit logement.

10 11 - Aéronef suivant la revendication 7, dans lequel le système de supervision et de commande (30) transmet des ordres de régulation au dispositif de régulation de la pression différentielle.

15 12 - Aéronef suivant la revendication 11, dans lequel les ordres de régulation sont établis en prenant en considération une accélération verticale mesurée ou estimée de l'aéronef.

20 13 - Aéronef suivant l'une des revendications précédentes, dans lequel le système de supervision et de commande (30) comporte au moins un mode fonctionnement automatique dans lequel le dispositif d'absorption d'énergie est déclenché automatiquement lorsqu'une collision avec le sol est considérée imminente compte tenu de paramètres de l'aéronef tels que une hauteur au-dessus du sol, une vitesse verticale, une position d'un train d'atterrissage dudit aéronef.

25 14 - Aéronef suivant l'une des revendications précédentes, dans lequel le système de supervision et de commande (30) comporte au moins un mode fonctionnement manuel dans lequel le dispositif d'absorption d'énergie est déclenché par l'action d'un opérateur sur une commande.

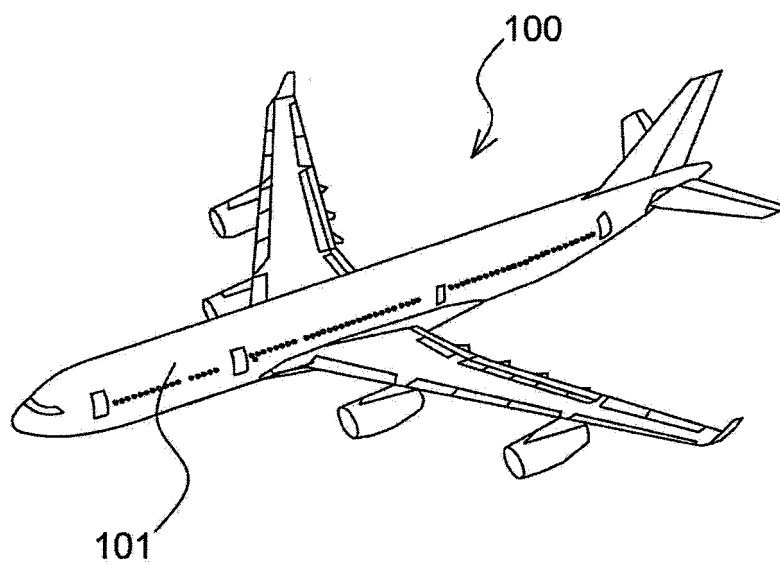


Fig. 1

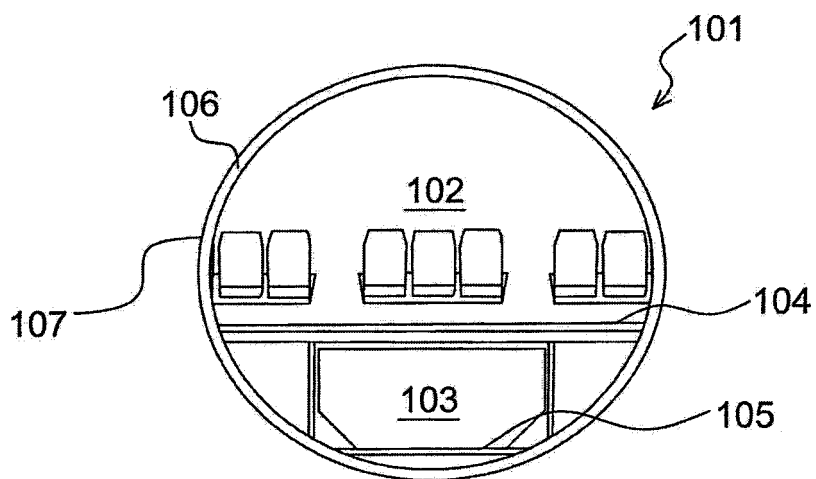


Fig. 1a

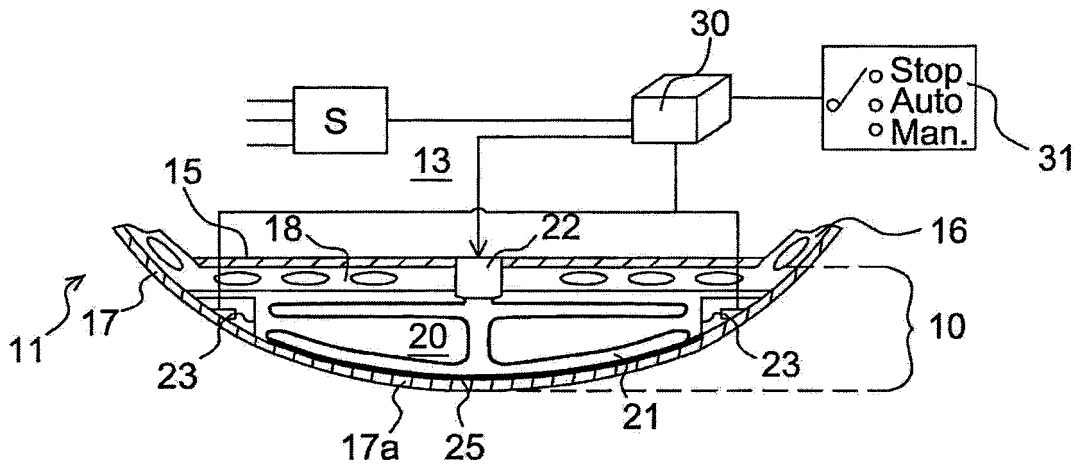


Fig. 2

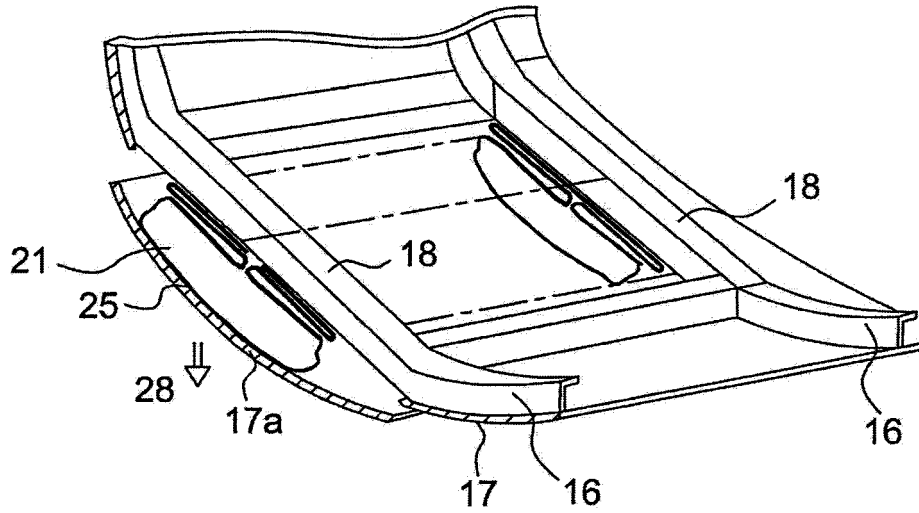


Fig. 3

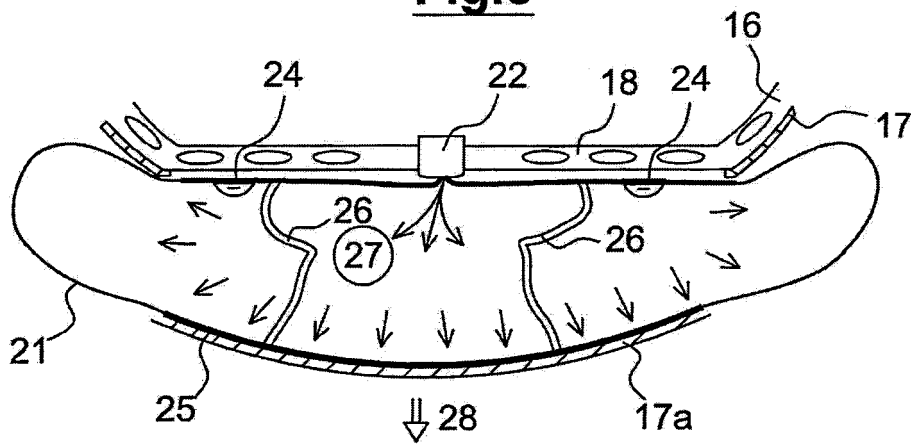


Fig. 4

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 6 497 389 B1 (RAWDON BLAINE K [US] ET AL) 24 décembre 2002 (2002-12-24)

US 2 944 771 A (BUSH ORVILLE J) 12 juillet 1960 (1960-07-12)

WO 92/09456 A1 (DEUTSCHE FORSCH LUFT RAUMFAHRT [DE]) 11 juin 1992 (1992-06-11)

US 3 004 737 A (BOYLE JAMES F ET AL) 17 octobre 1961 (1961-10-17)

EP 2 733 066 A1 (AIRBUS HELICOPTERS [FR]) 21 mai 2014 (2014-05-21)

DE 381 655 C (LUDWIG HOFFMANN DIPL ING) 22 septembre 1923 (1923-09-22)

CN 1 843 843 A (LIU CHUNSHENG [CN]) 11 octobre 2006 (2006-10-11)

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