

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

11) N° de publication : **2 904 965**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

21) N° d'enregistrement national : **06 53398**

51) Int Cl<sup>8</sup> : B 64 C 1/30 (2006.01), B 64 D 37/04, B 64 G 1/14, 1/  
60

12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 18.08.06.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 22.02.08 Bulletin 08/08.

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

60) Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

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

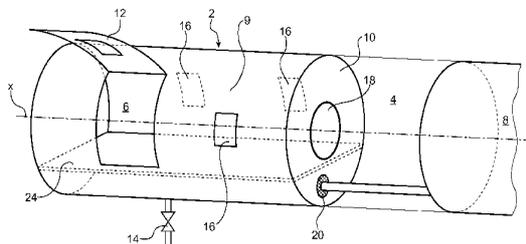
72) Inventeur(s) : SMITH GARRETT.

73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : BREVALEX.

54) AERONEF A ESPACE UTILE OPTIMISE ET PROCEDE POUR OPTIMISER L'ESPACE UTILE D'UN AERONEF.

57) La présente invention a principalement pour objet un aéronef comportant un fuselage (2) comprenant un habitacle (4) pour recevoir des personnes et/ou un chargement et système de propulsion, ledit système de propulsion comportant au moins un réservoir (6) et/ou une chambre de combustion, dans lequel une partie du système de propulsion est utilisable comme extension dudit habitacle (4) pour recevoir des personnes et/ou un chargement, ladite partie du système de propulsion étant adjacente à l'habitacle (4) et séparée de l'habitacle par une cloison (10).



FR 2 904 965 - A1



**AÉRONEF À ESPACE UTILE OPTIMISÉ ET PROCÉDÉ POUR  
OPTIMISER L'ESPACE UTILE D'UN AÉRONEF**

**DESCRIPTION**

**5    DOMAINE TECHNIQUE ET ART ANTÉRIEUR**

La présente invention se rapporte à un aéronef à volume intérieur utile pouvant être optimisé, notamment à un avion ou un engin spatial et à l'utilisation d'une partie d'un système de combustion pour optimiser l'espace utile pour les passagers ou pour les marchandises et à un procédé d'optimisation de l'espace utile d'un aéronef.

Les aéronefs, notamment les avions et les engins spatiaux, comportent un fuselage formant une enveloppe dans lequel se trouve un habitacle pour recevoir des personnes et/ou un chargement et un réservoir de carburant.

Le volume de l'habitacle est limité. Or pour des raisons économiques on cherche à augmenter ce volume, sans pour autant augmenter la masse de l'aéronef, son coût de fabrication et sa consommation en carburant.

Le réservoir des avions est prévu pour permettre à ceux-ci de parcourir de grandes distances. Or un avion peut également servir uniquement comme court ou moyen courrier. Dans ce cas, le réservoir de carburant n'est pas complètement rempli. Cette espace vide est un espace mort car il ne sert pas lors de ces vols de courte ou moyenne distance, alors qu'il pourrait servir à transporter des personnes ou des

marchandises supplémentaires, ce qui permettrait d'augmenter la rentabilité de l'avion.

Dans les avions actuels, le carburant type kérosène est généralement stocké dans les ailes ou dans le fuselage. Ce carburant est sous forme liquéfié à toutes les températures et pressions de son utilisation.

Pour les avions futurs et les engins spatiaux actuels, le carburant est à base d'hydrogène ou de méthane, qui doit être stocké dans de grands réservoirs du fait de leur densité plus faible que celle des hydrocarbures. Le comburant pour les engins spatiaux est typiquement l'oxygène liquide qui nécessite aussi des grands réservoirs. Par ailleurs les réservoirs utilisés sont sous forme sphérique ou cylindrique pour maintenir la pression du carburant ou comburant cryogénique (Hydrogène liquéfié, méthane liquéfié ou oxygène liquéfié).

Dans les fusées de type connu, le réservoir contenant le carburant et le comburant forme un étage de la fusée, qui est largué lorsqu'il est vide. Seuls de petits réservoirs sont prévus dans la fusée destinée à être en orbite, afin de permettre le maintien en orbite et les manœuvres de commande de l'orientation de la fusée.

Il est connu des documents US 5 350 138 et US 6 206 328 des engins spatiaux, dans lesquels le réservoir est extérieur au fuselage de l'engin et est utilisé après consommation du carburant comme extension de l'habitacle initial de l'engin lorsque l'engin est en orbite. Pour cela, un tunnel de passage est prévu

entre l'habitacle initial et l'intérieur du réservoir extérieur. Cependant ce réservoir n'est pas immédiatement disponible en tant qu'espace supplémentaire de vie ou de stockage autre que du carburant ; il nécessite d'être aménagé. Par ailleurs, l'engin spatial doit être en orbite. En outre, ceci ne peut s'appliquer aux avions de ligne ou aux avions cargos dont le réservoir se trouve généralement dans le fuselage.

10 Il est également connu, un avion dans lequel il est possible de retirer ou d'ajouter un réservoir afin de modifier la gamme de l'avion et de l'utiliser comme moyen courrier ou long courrier. Ainsi, le retrait d'un réservoir afin d'utiliser l'avion en tant que court ou moyen courrier, permet d'augmenter la place disponible dans l'avion. Cependant cette modification s'applique seulement au volume cargo et non au volume pour les passagers. Par ailleurs, l'augmentation du volume disponible ne peut être obtenue en vol, par conséquent le gain de place est inopérant dans le cas d'un long courrier.

20 C'est par conséquent un but de la présente invention d'offrir un avion dont le volume utile pour accueillir des personnes et/ou un chargement peut être augmenté de manière rapide, notamment pour les avions de ligne, les avions cargos au sol ou en vol et les engins spatiaux dès que la phase de combustion des propergols est terminée.

**EXPOSÉ DE L'INVENTION**

Le but précédemment énoncé est atteint par un aéronef dans lequel il est possible d'accéder à une partie du réservoir de carburant lorsque celui-ci n'est pas utilisé, augmentant ainsi le volume utile disponible dans l'aéronef tout en conservant une structure extérieure identique. Cette augmentation de volume peut avoir lieu en vol lorsque le carburant contenu dans le réservoir a été consommé, augmentant ainsi le confort des passagers et la place disponible, ou au sol lorsque le réservoir n'est pas complètement utilisé afin d'augmenter le nombre de passagers et/ou le volume de marchandises chargées.

Dans le cas d'un engin spatial, l'invention permet de ménager un espace supplémentaire pour l'équipage, les passagers, le chargement, les animaux, les plantes et les expériences scientifiques, tout en utilisant un engin de même taille. Ainsi la masse du véhicule est réduite relativement à son volume utile, celui-ci utilise donc moins de carburant pour son déplacement, son coût de construction est également moindre, ainsi que l'équipement nécessaire comparativement à un engin de taille supérieure et de volume utile comparable.

Dans le cas d'un avion, la présente invention permet, si l'augmentation du volume utile a été réalisé au sol d'augmenter le nombre de passagers qui ou le volume des marchandises peut être embarqué, ou si l'augmentation de la place disponible a lieu en vol, dans le cas des longs courriers d'augmenter le confort des passagers.

Par ailleurs le fait de pouvoir augmenter le confort des passagers permet d'augmenter le prix des billets, et donc d'augmenter encore la rentabilité de l'aéronef à vocation commercial.

5 Dans le cas des aéronefs propulsés par de l'hydrogène liquéfié ou du méthane, les réservoirs peuvent être disposés de part et d'autre de la cabine des passagers dans une direction longitudinale de l'aéronef. Par ailleurs, dans le cas des aéronefs  
10 propulsés par du carburant et comburant « propre » (l'hydrogène, le protoxyde d'azote et l'oxygène), le réservoir est directement utilisable par les passagers sans besoin d'isoler les parois de celui-ci des passagers.

15 Dans le cas de carburant à base d'hydrocarbures, une membrane déformable est prévue pour contenir le carburant et isoler les parois du réservoir du carburant. Ainsi, il suffit de plier la membrane vide pour pouvoir utiliser le réservoir comme  
20 espace supplémentaire de vie ou de stockage

Par conséquent grâce à la présente invention, dans le cas d'engins spatiaux qui, jusqu'à présent, n'offraient qu'un habitacle très étroit, celui-ci pourra être augmenté de manière importante dès  
25 le carburant consommé et l'intérieur du réservoir adapté.

La présente invention s'applique notamment aux réservoirs du type à carburant ou comburant solide ou liquide (oxygène, hydrogène, protoxyde d'azote,  
30 kérosène, méthane, caoutchouc ou plastiques.

La présente invention peut être utilisée dans les fusées à trajectoire suborbitale afin d'offrir aux passagers un espace suffisant pour qu'ils puissent profiter de l'effet de la pesanteur réduite. Dans le cas de vols orbitaux et interplanétaires, l'équipage bénéficiera d'un plus grand espace de travail et de repos dès la consommation du carburant contenu dans les réservoirs après le décollage.

En d'autres termes, il est prévu un moyen d'accès à l'intérieur du réservoir à partir de la cabine passager, un moyen d'accès à partir de l'extérieur pour permettre une évacuation des passagers ou de marchandises vers l'extérieur, un moyen de vidange du réservoir et des moyens pour aménager l'intérieur du réservoir pour son usage en tant qu'espace pour les passagers ou de stockage pour les marchandises.

Ces moyens d'aménagement peuvent être par exemple des moyens pour fixer des fauteuils supplémentaires dans le cas d'un aménagement avant le décollage, des moyens gonflables afin de former des fauteuils de lits, des garnitures pour recouvrir les parois nues du réservoir.

La présente invention a alors principalement pour objet un aéronef comportant un fuselage comprenant un habitacle pour recevoir des personnes et/ou un chargement et système de propulsion, ledit système de propulsion comportant au moins un réservoir ou une chambre de combustion, dans lequel une partie du système de propulsion est utilisable comme extension dudit habitacle pour recevoir des personnes

et/ou un chargement, ladite partie du système de propulsion étant adjacente à l'habitacle et séparée de l'habitacle par une cloison.

Le système de propulsion peut comporter  
5 avantageusement au moins deux réservoirs, un réservoir convertible et un réservoir simple, ladite extension de l'habitacle comportant le réservoir convertible.

Un filtre est alors avantageusement prévu  
10 en sortie dudit réservoir convertible pour filtrer les pollutions apportées par les passagers et/ou le chargement dans le réservoir convertible, et éviter de détériorer les moteurs.

Dans un autre mode de réalisation, le  
réservoir convertible comporte une poche souple pour  
15 recevoir un carburant ou comburant et un réceptacle pour contenir la poche, le réceptacle formant l'extension de l'habitacle une fois la poche repliée. Ainsi l'extension de l'habitacle n'est pas contaminée par le carburant ou comburant, par exemple dans le cas  
20 où l'aéronef est propulsé par du kérosène. Par ailleurs, aucune pollution provenant des passagers ou du chargement ne peut pénétrer dans la zone de génération de la force de propulsion.

La cloison est avantageusement renforcée de  
25 manière à supporter la pression exercée par le carburant dans la poche.

Un élément de renfort souple en forme de  
toile d'araignée entourant la poche, peut également être prévu.

30 Selon la présente invention, le réservoir convertible peut comporter au moins une écoutille

formée dans le fuselage pour la montée et la descente des passagers et/ou le chargement des marchandises, au moins une sortie d'évacuation d'urgence, une écoutille de communication avec l'habitacle et une vidange du carburant restant. Ainsi l'extension de l'habitacle  
5 forme un habitacle à part entière, aussi sûr que l'habitacle d'origine.

Dans le cas où le réservoir convertible comporte une poche, l'écoutille de communication entre  
10 le réservoir et l'habitacle comporte un épaulement sur son contour extérieur destiné à venir en appui contre la cloison selon une direction orientée du réservoir vers l'habitacle sous l'effort exercé par le carburant ou comburant contenu dans la membrane

De manière avantageuse, le réservoir convertible comporte un plancher sur lequel peuvent circuler les passagers ou peut être stocké le chargement. Celui-ci est pré-installé rendant plus rapide et plus facile l'aménagement du réservoir  
15 convertible.  
20

Le réservoir convertible peut comporter des moyens de fixation d'éléments d'aménagement et/ou des moyens d'aménagement gonflables destinés à être gonflés lorsque le réservoir convertible est transformé en  
25 extension habitable et/ou des éléments d'aménagement dissimulés dans les parois du réservoir convertible.

De manière préférée, les moyens d'aménagement gonflables comportent des garnitures des parois du réservoir convertible.

L'aéronef selon la présente invention peut  
30 comporter un système de distribution et de circulation

d'air entre l'habitacle et l'extension de l'habitacle. Par exemple, ledit système de distribution et de circulation d'air comporte des conduits gonflables du côté de l'extension de l'habitacle.

5 L'aéronef peut être un avion de ligne ou un avion cargo.

Les réservoirs convertibles et simples peuvent alors se trouver de part et d'autre de l'habitacle selon une direction longitudinale de  
10 l'aéronef.

Les réservoirs de l'aéronef peuvent être destinés à contenir de l'hydrogène liquéfié ou de l'oxygène liquéfié, ou du kérosène. Dans ce dernier cas, le réservoir convertible et le réservoir simple  
15 peuvent se trouver en partie dans les ailes et en partie dans les flancs de l'aéronef, les réservoirs convertibles étant disposés dans les flancs de l'aéronef.

L'aéronef peut également être un engin  
20 spatial.

La chambre de combustion peut alors être la partie utilisable du système de propulsion disposée en arrière de la cabine de pilotage dans le sens de lancement de l'engin spatial par fermeture d'un  
25 rétreint.

Avantageusement, il est alors prévu une membrane destinée à venir recouvrir les parois de la chambre de combustion lorsqu'elle est transformée en extension de l'habitacle, afin d'isoler les passagers  
30 des parois de la chambre de combustion et des résidus

de combustion. La membrane peut être déployée au moyen d'une source pneumatique.

L'engin spatial selon l'invention peut être propulsé au moyen de protoxyde d'azote liquéfié et de caoutchouc (HTPB : Hydroxyl-terminated polybutadiene).

La présente invention a également pour objet l'utilisation d'une partie d'un système de combustion d'un aéronef disposé à l'intérieur d'un fuselage d'aéronef comme extension d'habitacle pour recevoir des personnes et/ou un chargement.

La présente invention a également pour objet un procédé d'extension de l'habitacle d'un aéronef muni d'au moins deux réservoirs, comportant l'étape de transformation d'un deux réservoirs en zone habitable au sol avant le décollage de l'avion. Lors de cette étape, des plateformes munies de fauteuils peuvent être fixées dans le réservoir.

La présente invention a également pour objet un procédé d'extension de l'habitacle d'un aéronef dans une partie d'un système de propulsion dudit aéronef comportant une étape de transformation de ladite partie du système de propulsion en vol.

Lorsque le système de propulsion de l'aéronef comporte au moins deux réservoirs, le procédé peut comporter les étapes :

- a) de vidange d'un des réservoirs presque vide,
- b) de mise en place d'éléments d'aménagement.

Dans un mode de réalisation, entre l'étape a) et l'étape b), une étape de pliage d'une poche ayant contenu un carburant.

La présente invention a également pour objet un procédé d'extension de l'habitacle d'un aéronef dans lequel le système de propulsion comporte une chambre de combustion, comportant les étapes :

- a') de fermeture d'un rétreint pour isoler la chambre de combustion de l'environnement extérieur à l'aéronef,
- b') de mise en place d'une atmosphère dans la chambre de combustion.

Entre les étapes a') et b'), il est avantageusement prévu une étape de déploiement d'une membrane pour recouvrir l'intérieur de la chambre de combustion, l'atmosphère étant mise en place à l'intérieur de cette membrane.

#### **BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS**

La présente invention sera mieux comprise à l'aide de la description qui va suivre et des dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est une représentation schématique en perspective d'une portion d'avion selon la présente invention,
- les figures 2A et 2B sont des vues en coupe transversales d'un réservoir convertible selon la présente invention dans un état non aménagé et dans un état aménagé,

- la figure 3 est une vue en perspective d'une variante de réalisation d'un avion selon la présente invention,

5 - les figures 4A et 4B sont des représentations schématiques de l'intérieur d'un engin spatial selon la présente invention lorsque le volume habitable est limité au poste de pilotage et lorsque celui est étendu dans un réservoir,

10 - les figures 5A et 5B sont des vues de face et en coupe transversale d'une cloison adaptée au réservoir des figures 4A et 4B,

- la figure 6 est une vue de face d'un renfort adapté au réservoir des figures 4A et 4B,

15 - la figure 7 est une vue en coupe longitudinale schématique d'un système de distribution et de circulation d'air adapté à un aéronef selon la présente invention,

20 - la figure 8 est une vue en coupe longitudinale schématique d'un autre mode de réalisation de la présente invention.

#### **EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS**

Les mêmes références seront utilisées pour les différents modes de réalisation pour désigner les éléments ayant la même fonction.

25 On entend par réservoir dans la présente demande, un lieu de stockage de carburant et/ou de comburant liquide ou solide ou gazeux, il peut s'agir par exemple de kérosène ou du protoxyde d'azote, de méthane liquéfié ou de l'oxygène liquéfié.

Sur la figure 1, on peut voir un premier mode de réalisation d'un aéronef selon la présente invention comportant un fuselage 2 dans lequel sont aménagés une cabine 4 ou habitacle pour les passagers et au moins deux réservoirs 6, 8 de carburant.

Le premier réservoir 6 sera appelé réservoir convertible et le deuxième réservoir 8 sera désigné réservoir simple.

Dans ce mode de réalisation, l'aéronef est un avion comportant un système de propulsion fonctionnant à hydrogène liquéfié, et plus généralement un avion propulsé par un carburant « propre ». On entend, dans la présente demande, par carburant ou comburant propre, un carburant ou comburant qui ne laisse pas de trace après sa consommation et qui n'est pas toxique pour les êtres humains, comme l'oxygène liquéfié, le protoxyde d'azote ou l'hydrogène liquéfié.

Le système de propulsion comporte au moins deux réservoirs.

Dans le cas d'un avion propulsé par hydrogène liquéfié, il est prévu de disposer les réservoirs de carburant de part et d'autre de la cabine 4 des passagers dans une direction longitudinale X du fuselage 2. En effet, ce carburant cryogénique ayant une densité inférieure à celles des carburants à base d'hydrocarbures, celui-ci doit être contenu dans des réservoirs pressurisés étanches pour optimiser les performances générales de l'avion. La densité inférieure du carburant cryogénique nécessite des grands réservoirs, plus importants que des réservoirs pour le kérosène. La haute pression des propergols

cryogénique ou protoxyde d'azote requiert aussi des réservoirs efficaces d'un point de vue structurel. Les formes les plus avantageuses pour contenir des gros volumes en haute pression sont la sphère et le cylindre. Les réservoirs des avions à hydrogène ou méthane sont prévus dans le fuselage et non dans les ailes. En outre, un réservoir de forme sphérique ou cylindrique est plus efficace pour l'isolation thermique car la surface d'un réservoir est réduite par rapport à son volume son volume.

L'habitacle 4 est séparé du réservoir convertible 6 par une paroi 10.

Le réservoir convertible 6 est délimité radialement par une paroi périphérique 9 formée par une portion du fuselage 2.

Selon la présente invention, il est prévu dans cette paroi 9 au moins un moyen d'accès 12 à partir de l'extérieur, du type écoutille.

Cette écoutille 12 peut être de taille réduite pour permettre l'embarquement et le débarquement des passagers, ou de taille importante pour permettre le chargement et le déchargement des marchandises ou la mise en place et le retrait de plateformes entières munies de sièges afin d'augmenter la capacité en places assises de l'avion. Dans l'exemple représenté, l'écoutille 12 est de grande taille et comporte une écoutille de plus petite taille.

Des moyens étanches (non représentés) aux carburants sont prévus au niveau de l'écoutille 12 afin d'éviter toute fuite de carburant entre l'écoutille 12 et le fuselage 2.

Dans le cas d'une écoutille de taille réduite, son impacte sur le réservoir est réduit. Par contre dans le cas d'une grande ouverture, celle-ci est adaptée pour réduire son impact sur la tenue mécanique du réservoir.

Il est également prévu au moins un moyen de vidange 14 du réservoir convertible 6 afin de vider entièrement celui-ci du carburant résiduel. Ce moyen de purge 14 est par exemple une vanne raccordant l'intérieur du réservoir convertible 6 et l'intérieur du réservoir 8, ou l'intérieur du réservoir convertible 6 et l'environnement extérieur.

Dans le cas d'un réservoir convertible 6 destiné à servir d'habitacle supplémentaire, il est prévu des moyens d'évacuation d'urgence 16 répartis sur toute la portion du fuselage délimitant le réservoir convertible afin de permettre une évacuation accélérée des passagers de l'avion. Des moyens d'étanchéité tels que décrits précédemment pour l'écoutille 12 sont également prévus au niveau de ces portes d'évacuation 16. Ils peuvent être de structure plus simple, puisque ces moyens d'accès 16 ont un usage exceptionnel et il peut être prévu de changer ces joints après chaque utilisation des portes d'évacuation d'urgence.

Ces moyens d'évacuation d'urgence comportent des toboggans d'évacuation et/ou des moyens de type connu pour permettre une évacuation rapide et sûre des passagers.

Dans l'exemple représenté ces portes d'évacuation sont au nombre de trois, l'écoutille 12 formant également en cas d'urgence une sortie

d'urgence. Cependant leur usage étant limité à des cas exceptionnels, leur structure est de réalisation moins complexe que celle de l'écouille 12 qui peut être destinée à fonctionner par exemple à chaque vol.

5                    Selon la présente invention, et en particulier dans le cas où le réservoir convertible est destiné à servir d'habitacle supplémentaire, il est prévu une écouille d'accès 18 dans la paroi 10 séparant l'habitacle 4 et le réservoir convertible 6.  
10 Ainsi lorsque le réservoir convertible 6 est vide, les passagers peuvent emprunter cette écouille 18 pour accéder à l'espace supplémentaire formé par le réservoir convertible.

De manière avantageuse, il est également  
15 prévu un filtre 20 au niveau d'une vanne de sortie du carburant du réservoir convertible 6 en direction des moteurs afin de récupérer toutes les pollutions apportées par l'usage du réservoir convertible 6 en tant que lieu de stockage ou de vie, qu'un nettoyage  
20 même poussé peut ne pas retirer.

De manière avantageuse, il est également prévu un sol 24 de chargement ou de déplacement pour les passagers. En effet, un réservoir d'avion est de forme tubulaire sans fond plan. Le sol 24 est pré-  
25 installé dans le réservoir convertible 6, divisant le volume intérieur du réservoir convertible 6 en deux volumes supérieur et inférieur, des moyens de communication entre les deux volumes étant prévus pour l'écoulement du carburant.

Le réservoir convertible 6 comporte également des moyens pour permettre son aménagement en lieu de vie ou de stockage.

Dans le cas, notamment où le réservoir convertible 6 est transformé en habitacle supplémentaire au sol, i.e. lorsque l'avion est destiné à effectuer des courtes distances, le réservoir convertible 6 n'étant alors pas utilisé en tant que réservoir de carburant, l'intérieur du réservoir convertible 6 comporte alors des moyens pour permettre le montage de fauteuils supplémentaires, par exemple les fauteuils sont montés sur des plateformes (non représentés) qui sont chargées directement dans l'avion par l'écouille 12 de grande taille et fixées sur le sol 24.

Dans le cas d'un avion long courrier, le réservoir convertible est au début de vol rempli de carburant, puis celui-ci va se vider en premier, l'alimentation en carburant étant ensuite obtenue par le réservoir simple 8. Lorsque le réservoir convertible 6 est vide, il peut être converti lors du vol en lieu de vie supplémentaire pour les passagers, par exemple pour le couchage des passagers.

L'aménagement du réservoir convertible 6 peut être réalisé avec des éléments stockés par ailleurs dans l'avion puis acheminés et installés dans le réservoir convertible 6 lorsque celui-ci est vide. Cependant cette solution est relativement contraignante, puisqu'elle nécessite un transport et une fixation des éléments d'aménagement. Par ailleurs ces éléments occupent un volume utile important,

rendant l'invention moins avantageuse. Dans cet exemple, des moyens de fixations rapides, type patte de fixation 25, des éléments d'aménagement sont prévus sur le sol 24 et les parois du réservoir convertible 6, ce qui permet de réduire les temps de transformation du réservoir convertible 6.

De manière particulièrement avantageuse et comme représenté sur les figures 2A et 2B, il peut être prévu d'utiliser des éléments d'aménagement gonflables 26, par exemple des garnitures de la paroi intérieure du réservoir convertible 6, des fauteuils et/ou des lits. Ces éléments sont alors intégrés dans la paroi du réservoir convertible 6 et dans le sol 24, et sont déployés lorsque le réservoir convertible 6 est vide. Ces éléments d'aménagement présentent les avantages suivants :

- ils sont légers,
- ils présentent un volume presque nul dans un état dégonflé offrant ainsi un volume de stockage de carburant maximum dans le réservoir convertible 6,
- ils peuvent être rapidement déployés et dégonflés rendant ainsi rapide et aisé la conversion du réservoir convertible à la fois en un lieu de vie et en un réservoir de carburant.

Sur la figure 2A, les aménagements gonflables sont dégonflés et sur la figure 2B, les éléments gonflables sont déployés.

Un exemple de gain de place obtenu grâce à la présente invention va être donné ci-dessous.

Un réservoir convertible 6 peut contenir 150 m<sup>3</sup> d'hydrogène liquéfié, ce qui correspond à une masse d'environ 10 tonnes. Ce volume dans le cas d'avions effectuant de courtes distances pour lesquelles le réservoir convertible n'est pas utilisé, celui-ci peut être aménagé au sol pour accueillir des passagers supplémentaires, par exemple à l'aide des plateformes de fauteuils telles que décrites précédemment. Il est par ailleurs prévu en moyenne 200 kg et 3 m<sup>3</sup> par passager dans le cas d'une plateforme. Par conséquent, le gain en passagers est de 50, ce qui correspond à une capacité augmentée de 10 % pour un avion pouvant transporter habituellement 500 passagers. La rentabilité de l'avion est donc augmentée de manière significative.

Nous allons maintenant décrire une opération de conversion en vol du réservoir convertible 6.

Les deux réservoirs 6, 8 sont remplis de carburant et les passagers sont installés dans l'habitacle 4.

L'avion décolle et consomme le carburant contenu dans le réservoir convertible 6.

A un certain moment du vol, quasiment tout le carburant contenu initialement dans le réservoir convertible 6 est utilisé. L'alimentation s'effectue alors par le réservoir 8.

Le réservoir convertible 6 est alors vidangé par les moyens 14.

Ensuite l'intérieur du réservoir convertible 6 est ensuite aménagé pour recevoir des

personnes. Cet aménagement peut s'effectuer de manière automatique par gonflage ou manuellement par montage d'équipements entreposés par ailleurs dans l'avion.

Le réservoir convertible 6 forme alors un habitacle supplémentaire que les passagers peuvent occuper.

Pour la transformation en réservoir, il suffit de retirer les équipements ou de les dégonfler et de refermer de manière étanche la porte de communication entre l'habitacle et le réservoir convertible 6.

Sur la figure 3, on peut voir une variante de réalisation d'un avion selon la présente invention, dans lequel les réservoirs de carburant 8.1, 8.2, 6.1, 6.2 sont disposés dans les ailes 50 et en partie dans les flans de l'avion à l'intérieur du fuselage 2. Les parties 6.1, 6.2 à l'intérieur du fuselage peuvent être transformées en espace utile supplémentaire comme décrit précédemment.

On peut prévoir que les deux réservoirs 6 et 8 soient convertibles, le choix du réservoir à convertir parmi les deux étant effectué selon la nécessité.

Sur les figures 4A et 4B, on peut voir un deuxième mode de réalisation de la présente invention, appliqué à un engin spatial, mais elle peut s'appliquer également à un avion de ligne ou un avion cargo.

Dans le mode de réalisation décrit, l'engin spatial comporte des moyens de propulsion hybrides utilisant un comburant formé de protoxyde d'azote

liquéfié et un carburant de caoutchouc (HTPB : Hydroxyl-terminated polybutadiene).

Le réservoir du comburant est disposé juste derrière la cabine de pilotage 4. La chambre de combustion du carburant n'est pas indiquée.

Selon la présente invention, le réservoir convertible 6 est une poche 29 souple formée par une membrane 30 étanche pour contenir le carburant et l'isoler de l'environnement extérieur disposé dans un réceptacle 31.

Cette poche 30 recouvre les parois intérieures du réceptacle 31. Lorsque la poche 29 est vide, celle-ci est repliée, par exemple en créant le vide à l'intérieur de celle-ci afin de dégager le volume intérieur du réceptacle comme représenté sur la figure 4B.

Le protoxyde d'azote liquéfié peut être stocké à température ambiante, par conséquent la membrane utilisée 30 n'a pas besoin d'offrir de caractéristiques d'isolation particulières.

Cependant du fait de la pression importante à laquelle est soumise la membrane 30 à une température de 20°C, il est prévu de manière avantageuse de renforcer mécaniquement la membrane.

Dans un premier exemple de réalisation, les parois du réceptacle 31 offrent des propriétés mécaniques suffisantes pour résister à cette pression

Notamment, il est prévu de réaliser la cloison de séparation 10 entre le poste de pilotage et le réservoir convertible 6 ayant les propriétés mécaniques suffisantes pour résister à cette pression,

la membrane 30 venant en appuie sur la paroi 10, comme représenté sur les figures 5A et 5B. Une cloison 10' ayant également les propriétés de la cloison 10 est prévue pour délimiter l'autre extrémité du réservoir de combustible. Le fuselage quant à lui est prévu en général pour résister à de telles pressions, du fait des sollicitations extérieures.

Dans l'exemple représenté en figure 5A et 5B, l'accès à l'intérieur du réservoir convertible 6 est obturé lorsque la poche est remplie avec du carburant, par l'écouille 18 comportant un épaulement 34 sur toute sa périphérie extérieure, monté dans le passage de la cloison 10 de manière à venir en appui contre le bord du passage afin de former une paroi fermée plane pour supporter la membrane 30.

Lorsque la poche 29 est vide, aucun effort ne s'applique plus sur l'écouille 18 qui est retirée en même tant que la membrane 30.

Dans cet exemple, l'écouille 18 est solidaire de la membrane 30. Mais on peut prévoir que l'écouille 18 soit solidaire de la cloison 10 par des charnières comme représentées sur la figure 4B.

Des réservoirs contenant des propergols sont prévus dans les aéronefs en orbite pour effectuer la désatellisation de l'aéronef. Ceux-ci sont donc remplis et ne sont pas disponibles pour la conversion. Un réservoir pour les propergols de désatellisation séparé du réservoir principal pour le lancement est donc prévu pour permettre l'utilisation du réservoir principal dès qu'il est vide.

Sur la figure 6, on peut voir un autre exemple de réalisation, dans lequel le renfort est réalisé en forme de toile d'araignée flexible 38 entourant la poche 29, et non par le réceptacle 31.

5 Un tel renfort peut être utilisé en combinaison avec la cloison représentée sur les figures 5A et 5B.

Il est également prévu une réserve 40 d'air pour rendre habitable l'espace supplémentaire formé par le réceptacle vide.

Pour l'aménagement intérieur de cet espace supplémentaire, il peut être utilisé des équipements pré-installés, ceux-ci sont alors prévus pour supporter la pression

15 Dans le cas où, aucune membrane n'est prévue comme dans le premier mode de réalisation, les équipements pré-installés sont conçus pour ne pas être dégradés par le carburant ou comburant liquide qui peut s'infiltrer derrière les panneaux de protection.

20 On peut également prévoir de manière très avantageuse d'utiliser des équipements gonflables de manière à amortir les chocs et éviter les blessures des occupants, comme ceux décrits en relation avec les figures 2A et 2B.

25 Par ailleurs leur mise en place est très rapide, ce qui est particulièrement avantageux dans le cas d'engins spatiaux à utilisation suborbital, la durée de la pesanture sera typiquement de 3 à 5 minutes pour un vol entre 100 km et 160 km d'altitude. Des  
30 équipements montables sont moins avantageux en raison du temps d'installation court.

Par exemple, comme cela est représenté sur la figure 7, un système de distribution d'air et de recirculation de l'air 33 est prévu, celui-ci peut également comporter des conduits gonflables afin d'amener l'air à partir de l'habitacle d'origine 4 dans l'habitacle supplémentaire.

La poche se vide naturellement en raison de la différence de pression entre l'intérieur de l'aéronef (1 atmosphère) et l'extérieur (le vide) et via une valve 32 ou via une valve du système propulsif qui emmène le comburant à la chambre de combustion.

On peut également prévoir des fenêtres dans le réservoir convertible 6.

Le réceptacle formant partie du réservoir convertible peut également être utilisé comme sas d'aéragé pour réaliser des activités hors de l'engin spatial. Pour cela il suffit de refermer l'accès (l'écotille 18) entre l'habitacle 4 et le réservoir convertible 6, d'ajuster la pression au moyen d'une vanne ou d'une pompe et d'ouvrir l'écotille 12 vers l'extérieur. Ainsi cet espace remplit une fonction double de réservoir et de zone d'aéragé, ce qui permet de réduire la masse totale de l'engin.

Nous allons maintenant expliquer la transformation du réservoir convertible.

Après le lancement de l'engin spatial, le réservoir convertible 6 est vide ; celui-ci peut alors être converti en habitacle supplémentaire.

Pour cela, la poche 29 est vidangée afin d'évacuer tous le carburant ou comburant restant.

Puis la poche 29 est pliée, par exemple en créant le vide à l'intérieur de la poche 29 au moyen d'une pompe à vide ou le vide naturel dans l'espace ; une atmosphère habitable est alors créée dans le réceptacle 31 au moyen du système de distribution et de circulation d'air à une pression déterminée.

L'espace intérieur du réceptacle 31 recevant la membrane 30 est alors disponible pour être utilisé comme zone habitable.

10 Sur la figure 8, on peut voir un troisième mode de réalisation de la présente invention appliqué à une fusée comportant un système de propulsion avec carburant et/ou comburant solide muni d'une chambre de combustion 42, une écoutille 49 est prévue dans le fond de la chambre de combustion 42 du côté de la cabine de pilotage 4 pour permettre l'accès à l'intérieur de la chambre de combustion à partir de la cabine de pilotage 4.

20 Le carburant est brûlé dans la chambre de combustion 42 et s'évacue avec les gaz d'échappement par un rétreint 46 et une buse d'évacuation 44. Cette chambre de combustion 42 peut alors être convertie en espace de vie pour l'équipage en fermant simplement le rétreint 46 accessible par l'écoutille 49.

25 De manière avantageuse, il peut être prévu de recouvrir la surface intérieure de la chambre de combustion avec une membrane 48, qui serait avantageusement déployée depuis la cabine de pilotage. La membrane 48 est alors protégée de la chaleur produite dans la chambre de combustion. La membrane 30 isole l'équipage d'éventuels résidus de combustion et

éviter la pollution de l'atmosphère de l'habitacle de la fusée, cette membrane est déployée au moyen d'une réserve d'air 52 connectée au volume intérieur de la membrane 48. Un accès (non représenté) à l'intérieur de la membrane 48 est également prévu.

Le réservoir du comburant peut se trouver ailleurs dans l'aéronef pour un système hybride caoutchouc/protoxyde d'azote. Pour un système de propulsion solide, le comburant et carburant sont déjà mélangés dans la chambre dans une matrice composée de caoutchouc et donc prêt à être utilisés.

Grâce à cette augmentation du volume de l'espace habitable, le confort de l'équipage est amélioré de manière importante réduisant l'inconfort dû à des espaces réduits.

Dans le cas où il y a une chambre de combustion avec le caoutchouc et un réservoir de protoxyde d'azote, le réservoir peut également servir d'extension pour l'habitacle. Pour les fusées traditionnelles à propergols solides, il n'y a pas de réservoir, les propergols se trouvent dans la chambre de combustion.

La présente invention présente l'avantage par rapport à des avions dans lequel on enlève un des réservoirs pour augmenter sa capacité de transport lorsqu'il fait des trajets courts, de permettre une transformation plus rapide et beaucoup plus aisée puisque les connexions du réservoir avec le système de propulsion ne sont pas modifiés. En plus, la structure d'un réservoir intégré est plus efficace qu'un

réservoir démontable et donc l'avion et moins lourd et consomme moins de carburant.

La deuxième forme de réalisation s'applique  
avantageusement à un avion dont le carburant est du  
5 kérosène que l'on souhaite isolé des passagers et des  
marchandises. Mais on pourrait utiliser un réservoir  
muni d'une poche pour contenir de l'hydrogène liquide  
ou tout autre carburant « propre », ce qui permettrait  
de réduire les contraintes d'étanchéité notamment sur  
10 l'écouille.

**REVENDICATIONS**

1. Aéronef comportant un fuselage (2) comprenant un habitacle (4) pour recevoir des personnes et/ou un chargement et système de propulsion, ledit système de propulsion comportant au moins un réservoir (6) et/ou une chambre de combustion (42), dans lequel une partie du système de propulsion est utilisable comme extension dudit habitacle (4) pour recevoir des personnes et/ou un chargement, ladite partie du système de propulsion étant adjacente à l'habitacle (4) et séparée de l'habitacle par une cloison (10).

2. Aéronef selon la revendication 1, dans lequel le système de propulsion comporte au moins deux réservoirs (6, 8, 6.1, 6.2, 8.1, 8.2), un réservoir convertible (6, 6.1, 6.2) et un réservoir simple (8, 8.1, 8.2), ladite extension de l'habitacle (4) comportant le réservoir convertible (6, 6.1, 6.2).

3. Aéronef selon la revendication 2, dans lequel un filtre (20) est prévu en sortie dudit réservoir convertible (6, 6.1, 6.2) pour filtrer les pollutions apportées par les passagers et/ou le chargement dans le réservoir convertible (6, 6.1, 6.2).

4. Aéronef selon la revendication 2, dans lequel le réservoir convertible (6, 6.1, 6.2) comporte une poche souple (29) pour recevoir un carburant ou comburant et un réceptacle (31) pour contenir la poche

(29), le réceptacle (31) formant l'extension de l'habitacle une fois la poche (29) repliée.

5 5. Aéronef selon la revendication précédente, dans lequel la cloison (10) est renforcée de manière à supporter la pression exercée par le carburant dans la poche.

10 6. Aéronef selon la revendication 4 ou 5, dans lequel un élément de renfort (38) souple en forme de toile d'araignée entoure la poche.

15 7. Aéronef selon l'une des revendications 2 à 6, dans lequel le réservoir convertible comporte au moins une écoutille (12) formée dans le fuselage pour la montée et la descente des passagers et/ou le chargement des marchandises, au moins une sortie d'évacuation d'urgence (16), une écoutille de communication (18) avec l'habitacle (4) et une vidange  
20 (14) du carburant restant.

25 8. Dispositif selon la revendication précédente dans lequel l'écoutille de communication (18) entre le réservoir convertible (6, 6.1, 6.2) et l'habitacle (4) comporte un épaulement (34) sur son contour extérieur destiné à venir en appui contre la cloison (10) selon une direction orientée du réservoir vers l'habitacle (4) sous l'effort exercé par le carburant contenu dans la poche (29).

9. Aéronef selon l'une des revendications 2 à 8, dans lequel le réservoir convertible (6, 6.1, 6.2) comporte un plancher (24) sur lequel peuvent circuler les passagers et/ou peut être stocké le chargement.

10. Aéronef selon l'une des revendications 2 à 9, dans lequel le réservoir convertible (6, 6.1, 6.2) comporte des moyens de fixation (25) d'éléments d'aménagement et/ou des moyens d'aménagement gonflables (26) destinés à être gonflés lorsque le réservoir convertible (6, 6.1, 6.2) est transformé en extension habitable et/ou des éléments d'aménagement dissimulés dans les parois du réservoir convertible (6, 6.1, 6.2).

11. Aéronef selon l'une des revendications 1 à 10, dans lequel un système de distribution et de circulation d'air (33) est prévu entre l'habitacle et l'extension de l'habitacle.

12. Aéronef selon l'une la revendication 11, dans lequel ledit système de distribution et de circulation d'air (33) comporte des conduits gonflables du côté de l'extension de l'habitacle.

13. Aéronef selon l'une des revendications 1 à 12, formant un avion.

14. Aéronef selon la revendication 13, dans lequel le réservoir convertible (6) et le réservoir simple (8) se trouvent de part et d'autre de

l'habitacle selon une direction longitudinale (X) de l'aéronef.

15. Aéronef selon la revendication 13, dans lequel le réservoir convertible (6.1, 6.2) et le réservoir simple (8.1, 8.2) se trouvent en partie dans les ailes et en partie dans les flancs de l'aéronef, les réservoirs convertibles (6.1, 6.2) étant disposés dans les flancs de l'aéronef.

10

16. Aéronef selon l'une des revendications 1 à 12 formant un engin spatial.

17. Aéronef selon la revendication 16, dans lequel la partie utilisable du système de propulsion est la chambre de combustion (42), disposée en arrière de l'habitacle (4) dans le sens de lancement de l'engin spatial par fermeture d'un rétreint (46).

18. Aéronef selon la revendication 17, comportant une membrane (48) destinée à venir recouvrir des parois de la chambre de combustion (42) lorsqu'elle est transformée en extension de l'habitacle.

19. Aéronef selon la revendication 18, dans lequel la membrane (48) est déployée au moyen d'une source pneumatique (52).

20. Procédé d'extension de l'habitacle d'un aéronef muni d'au moins deux réservoirs, comportant

30

l'étape de transformation d'un deux réservoirs en zone habitable au sol avant le décollage de l'avion.

21. Procédé d'extension selon la  
5 revendication 20, dans lequel lors de cette étape des plateformes munies de fauteuils sont fixées dans le réservoir.

22. Procédé d'extension de l'habitacle d'un  
10 aéronef dans une partie d'un système de propulsion dudit aéronef comportant une étape de transformation de ladite partie du système de propulsion en vol.

23. Procédé d'extension de l'habitacle d'un  
15 aéronef selon la revendication 22, dans lequel le système de propulsion comporte au moins deux réservoirs, comportant les étapes :

- a) de vidange d'un des réservoirs lorsqu'il est presque vide,
- 20 b) de mise en place d'éléments d'aménagement.

24. Procédé d'extension de l'habitacle d'un  
aéronef selon la revendication 23 comportant entre  
25 l'étape a) et l'étape b), une étape de pliage d'une poche ayant contenu un carburant ou comburant.

25. Procédé d'extension de l'habitacle d'un  
aéronef selon la revendication 22 dans lequel le  
30 système de propulsion comporte une chambre de combustion, ledit procédé comportant les étapes :

- a') de fermeture d'un rétreint pour isoler  
la chambre de combustion de  
l'environnement extérieur à l'aéronef,  
b') de mise en place d'une atmosphère dans  
5 la chambre de combustion.

26. Procédé d'extension de l'habitacle d'un  
aéronef selon la revendication 25, comportant entre les  
étapes a') et b'), une étape de déploiement d'une  
10 membrane pour recouvrir l'intérieur de la chambre de  
combustion, l'atmosphère étant mise en place à  
l'intérieur de cette membrane.

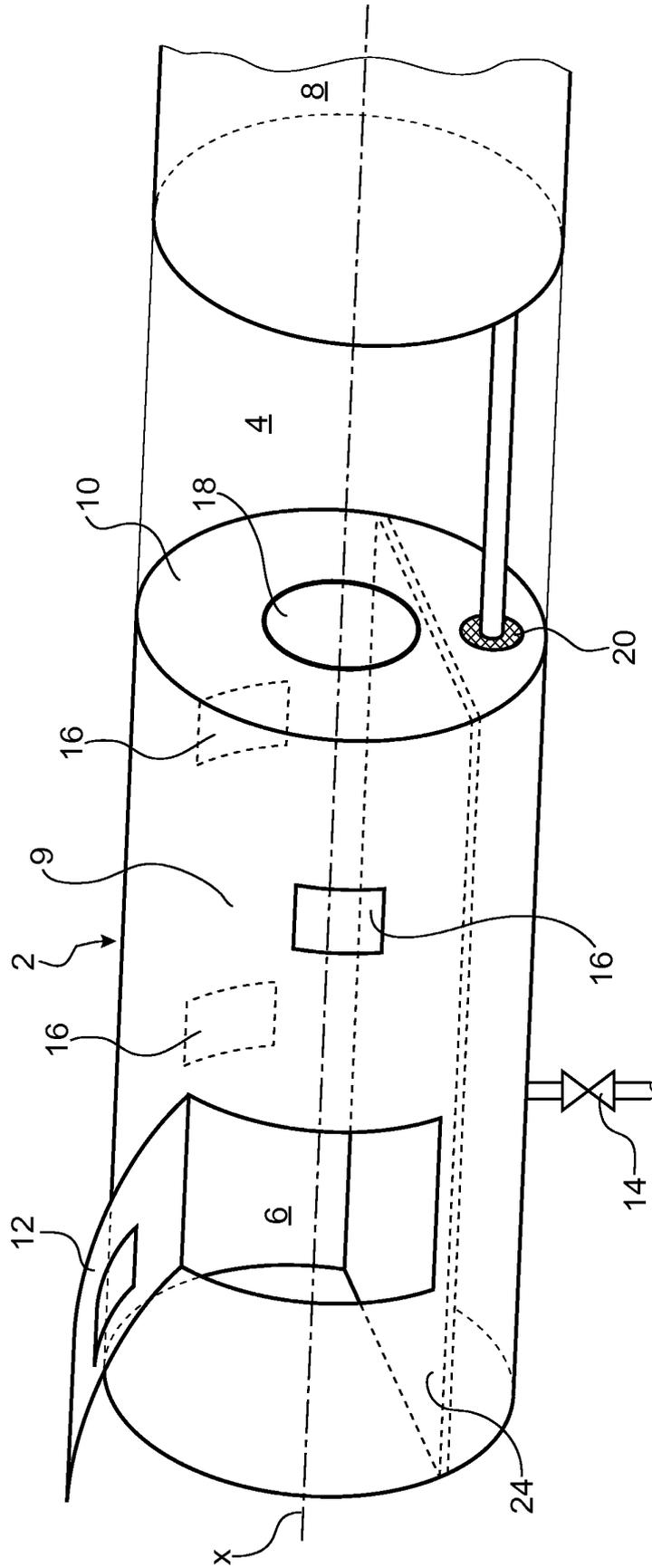


FIG.1

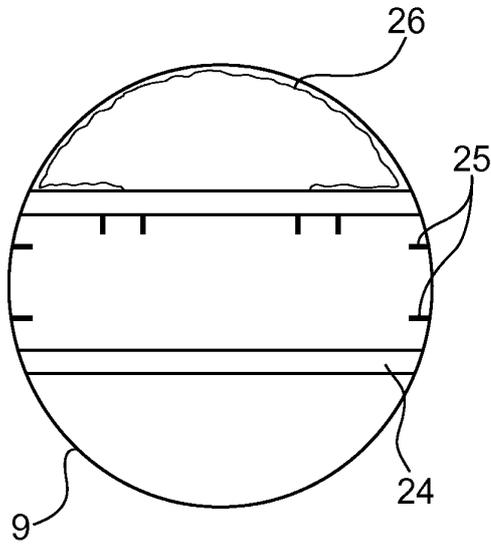


FIG. 2A

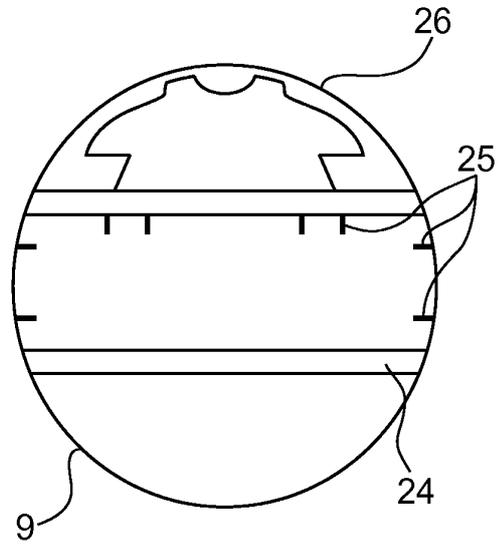


FIG. 2B

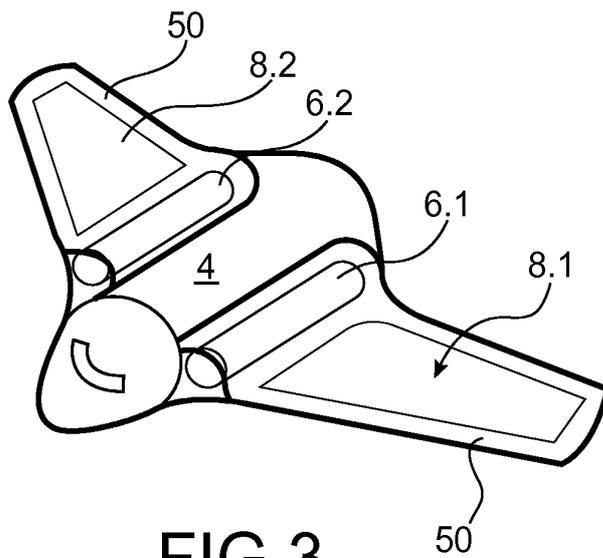


FIG. 3

3 / 5

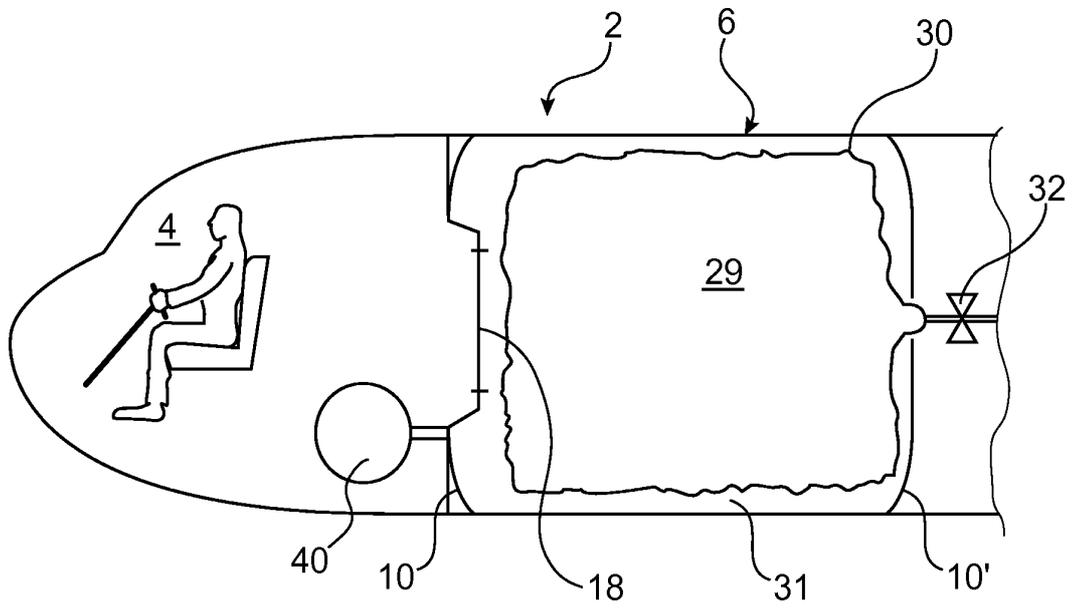


FIG. 4A

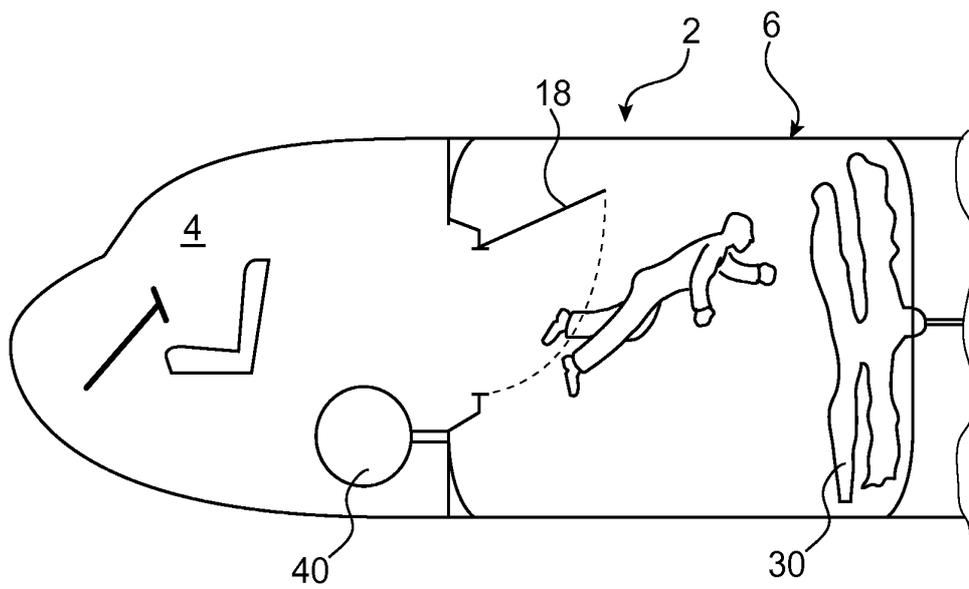


FIG. 4B

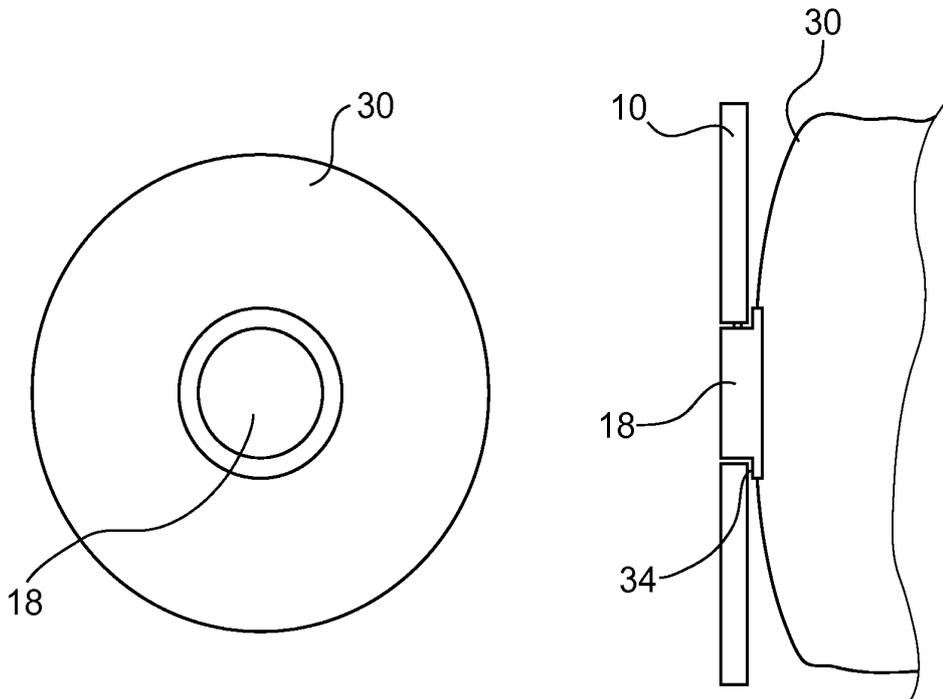


FIG.5A

FIG.5B

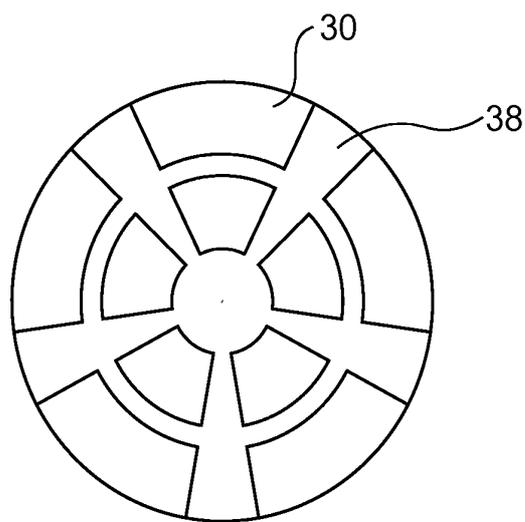


FIG.6

5 / 5

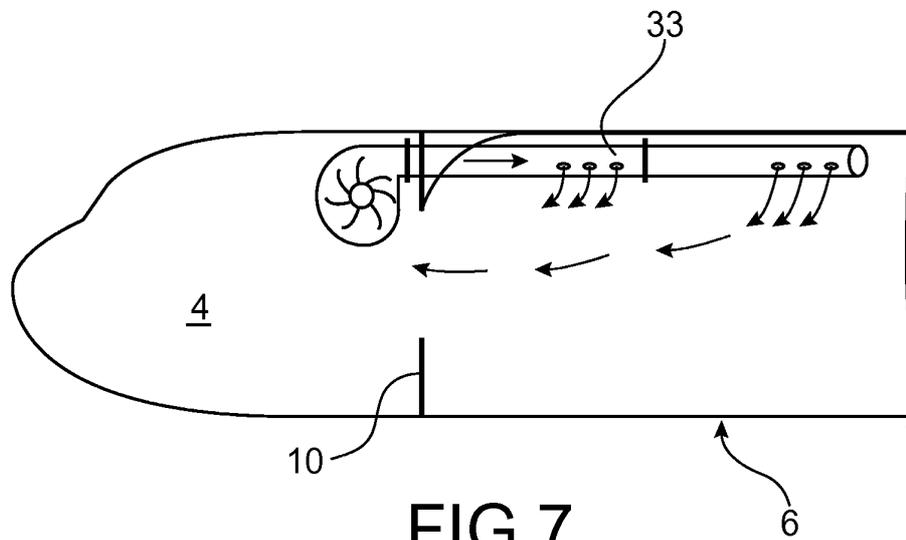


FIG. 7

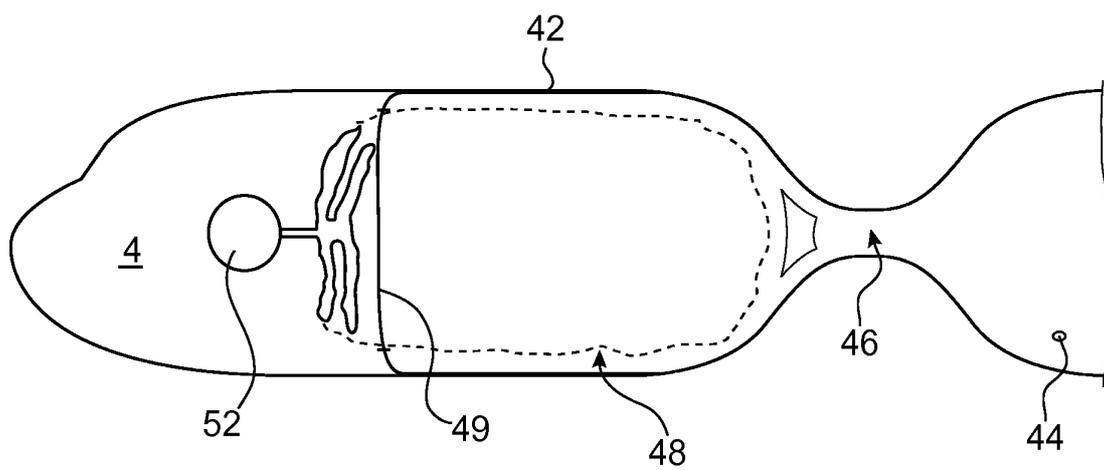


FIG. 8



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

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

FA 682053  
FR 0653398

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	US 5 190 246 A1 (MACCONOCHIE IAN O [US]) 2 mars 1993 (1993-03-02) * colonne 2, ligne 33-65; figure 2 * -----	1,20,22	B64C1/30 B64D37/04 B64G1/14 B64G1/60
A	US 5 094 409 A1 (KING CHARLES B [US] ET AL) 10 mars 1992 (1992-03-10) * colonne 2, ligne 56 - colonne 4, ligne 59; figure 3 *	1,20,22	
A	US 5 350 138 A1 (CULBERTSON PHILIP E [US] ET AL) 27 septembre 1994 (1994-09-27) * colonne 5, ligne 25 - colonne 6, ligne 17; figure 4 *	1,20,22	
A	US 6 206 328 B1 (TAYLOR THOMAS C [US]) 27 mars 2001 (2001-03-27) * le document en entier * -----	1,20,22	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			B64C B64D B64G
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		22 mars 2007	Busto, Mario
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0653398 FA 682053**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **22-03-2007**

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

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5190246	A1	AUCUN	
US 5094409	A1	AUCUN	
US 5350138	A1	AUCUN	
US 6206328	B1	27-03-2001	AUCUN