

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
COURBEVOIE

①1 N° de publication : 3 148 003

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : 23 03984

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : B 64 B 1/00 (2023.01), B 64 B 1/24, B 64 D 47/08,  
B 64 B 1/38

①2 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 20.04.23.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 25.10.24 Bulletin 24/43.

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 :

○ Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : AERONDE SAS — FR.

⑦2 Inventeur(s) : SORNIN Nicolas, DELAMARE Jérôme  
et AIMON Dominique.

⑦3 Titulaire(s) : AERONDE SAS.

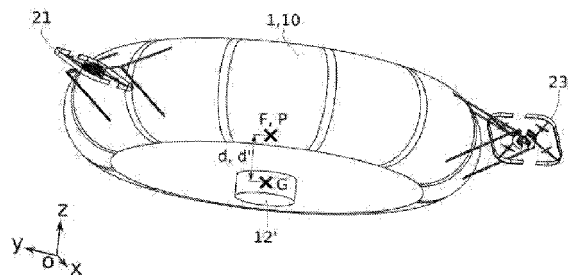
⑦4 Mandataire(s) : HAUTIER IP.

⑤4 Aéronef.

⑤7 Titre : Aéronef

L'invention porte sur un aéronef comprenant une structure porteuse (1) et au moins trois propulseurs (21, 22, 23) solidaires de la structure porteuse (1), chaque propulseur (21, 22, 23) étant configuré pour générer une poussée vectorielle selon au moins une direction, ledit aéronef étant caractérisé en ce que chaque propulseur (21, 22, 23) est orientable indépendamment des autres propulseurs (21, 22, 23), de manière à former une combinaison de poussées vectorielles telle que la structure porteuse (1) puisse être maintenue de façon stationnaire selon n'importe quel angle d'assiette  $\theta$ , l'angle d'assiette  $\theta$  étant défini entre un axe de lacet (z) d'un repère (O, x, y, z) relatif à la structure porteuse (1) et un axe de référence (Z) d'un repère absolu (O, X, Y, Z). L'invention porte également sur un procédé de contrôle de vol d'un tel aéronef.

Figure pour l'abrégé : Fig. 3



FR 3 148 003 - A1



## Description

### Titre de l'invention : Aéronef

#### Domaine technique

[0001] La présente invention concerne le domaine du transport aéronautique. Elle trouve pour application particulièrement avantageuse la réalisation d'aéronefs, notamment d'aérostats, présentant des capacités de vol augmentées.

#### ETAT DE LA TECHNIQUE

[0002] Les aéronefs comprennent typiquement des appareils « plus lourds que l'air », appelés aérodynes, et des appareils « plus légers que l'air », appelés aérostats. L'aérodyne génère une force dynamique pour équilibrer son poids (c'est le cas d'un hélicoptère par exemple), tandis que l'aérostat utilise une force statique pour équilibrer au moins partiellement son poids (c'est le cas d'un ballon dirigeable par exemple).

[0003] Les aéronefs servent essentiellement à se déplacer dans l'air, dans toutes les directions de l'espace. Dans un repère absolu (O, X, Y, Z) de l'espace de vol, un aéronef peut se déplacer en translation selon X et/ou Y et/ou Z. Certains aéronefs ne peuvent pas se déplacer selon Z indépendamment de leur déplacement selon X. C'est typiquement le cas des avions, qui utilisent la portance générée par la vitesse de l'air pour se maintenir en sustentation. Pour se diriger, les aéronefs utilisent notamment des gouvernes aérodynamiques autorisant certains mouvements de rotation. Ces mouvements de rotation sont généralement décrits dans un repère (O, x, y, z) relatif à la structure de l'aéronef. Une rotation autour de l'axe x de ce repère relatif correspond à un mouvement en roulis. Une rotation autour de l'axe y de ce repère relatif correspond à un mouvement en tangage. Une rotation autour de l'axe z de ce repère relatif correspond à un mouvement en lacet.

[0004] En plus de leurs capacités de déplacement, certains aéronefs peuvent également effectuer des vols stationnaires. Les déplacements en translation selon les axes (X, Y, Z) du repère absolu (O, X, Y, Z) sont dans ce cas rendus indépendants.

[0005] Un dirigeable, par exemple, a la capacité de se déplacer dans l'espace environnant grâce à des propulseurs et des gouvernes aérodynamiques. La rotation complète autour de l'axe z, dit axe de lacet, est possible, en utilisant notamment un propulseur d'étrave. La rotation autour de l'axe x, dit axe de roulis, est limitée. La rotation autour de l'axe y, dit axe de tangage, est limitée. En pratique les dirigeables peuvent contrôler leur assiette selon un angle d'assiette  $\theta$  compris entre  $-20^\circ$  et  $+20^\circ$ . L'angle d'assiette  $\theta$  est défini entre l'axe de lacet z du repère (O, x, y, z) relatif et l'axe vertical Z de référence du repère absolu.

[0006] Les capacités de déplacement des aéronefs restent donc limitées.

[0007] Un objet de la présente invention est de pallier au moins en partie aux inconvénients des solutions connues.

[0008] En particulier, un objet de la présente invention est de proposer un aéronef dépassant les limitations en déplacement des aéronefs actuels et/ou offrant des possibilités de vol stationnaire étendues.

[0009] Un autre objet de la présente invention est de proposer un procédé de contrôle de vol d'un tel aéronef.

[0010] Les autres objets, caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à l'examen de la description suivante et des dessins d'accompagnement. Il est entendu que d'autres avantages peuvent être incorporés.

### **RESUME**

[0011] Pour atteindre cet objectif, un premier aspect de l'invention concerne un aéronef comprenant une structure porteuse et au moins trois propulseurs non colinéaires solidaires de la structure porteuse, chaque propulseur étant configuré pour générer une poussée vectorielle selon au moins une direction.

[0012] Avantagusement, chaque propulseur est orientable indépendamment des autres propulseurs. Chaque propulseur est orientable indépendamment des autres propulseurs de manière à former une combinaison de poussées vectorielles telle que la structure porteuse puisse être maintenue de façon stationnaire selon n'importe quel angle d'assiette  $\theta$ . Pour une plage d'angles d'assiette  $\theta$  donnée, l'angle d'assiette  $\theta$  est défini entre un axe de lacet d'un repère relatif à la structure porteuse et un axe de référence d'un repère absolu, typiquement lié à l'espace de vol.

[0013] Ainsi, l'aéronef peut typiquement être positionné « sur la tranche », en vol stationnaire. Un tel positionnement n'est envisageable que si les propulseurs peuvent être orientés et contrôlés indépendamment les uns des autres. En particulier, la combinaison de poussées vectorielles est configurée pour produire un moment de force opposé au moment de rappel gravitaire exercé sur la structure porteuse, avec une intensité égale ou supérieure. Ces capacités de vol étendues offrent un large éventail d'applications. Dans le domaine de la prise de vue par exemple, pour de l'inspection ou de l'imagerie, un appareil de prise de vue emporté en charge utile par l'aéronef peut être dirigé dans n'importe quelle direction sans que la structure porteuse de l'aéronef ne fasse écran. Lorsque l'aéronef est utilisé pour effectuer des inspections, il peut se rapprocher au plus près de la surface à inspecter en se mettant sur la « tranche ». Lorsque l'aéronef est utilisé à des fins de publicité ou de communication, il peut effectuer des déplacements beaucoup plus « riches » et complexes que ceux attendus d'un hélicoptère ou d'un dirigeable classique. Les combinaisons de translations et/ou de rotations, en déplacement ou en vol stationnaire, sont beaucoup plus nombreuses avec un tel aéronef.

[0014] De préférence, la combinaison de poussées vectorielles autorise des rotations complètes de la structure porteuse respectivement autour de chacun des axes de lacet, de roulis et de tangage du repère relatif à la structure porteuse, et des translations de la structure porteuse respectivement selon chacun desdits axes du repère relatif. Avantageusement, un tel aéronef n'utilise pas de gouvernes pour s'orienter.

[0015] Selon une possibilité préférée, l'aéronef est un aérostat. La structure porteuse comprend typiquement une enveloppe configurée pour contenir un gaz plus léger que l'air environnant la structure porteuse. Cela permet de compenser ou d'équilibrer partiellement ou totalement la force gravitaire s'exerçant sur la structure porteuse. La poussée vectorielle de chaque propulseur peut être diminuée.

[0016] Un autre aspect de l'invention concerne un procédé de contrôle de vol d'un tel aéronef, comprenant au moins un déplacement parmi les déplacements suivants :

- un déplacement en rotation autour de l'axe de lacet combiné avec un déplacement en translation selon une direction d'un plan normal à l'axe de lacet, l'axe de lacet formant de préférence un angle de  $90^\circ$  avec l'axe de référence. L'aéronef se déplace typiquement comme une roue dans l'espace de vol. Ce déplacement de l'aéronef se fait typiquement selon un axe horizontal, combiné à une rotation autour d'un axe perpendiculaire à l'axe horizontal de déplacement.
- un déplacement en rotation de  $180^\circ$  autour d'un axe de tangage ou de roulis du repère relatif à la structure porteuse, de sorte à retourner la structure porteuse tout en restant en vol stationnaire. Un tel déplacement s'apparente à un retournement « sur place » de l'aéronef. Il se différencie d'un looping ou d'un tonneau effectué par un aéronef en mouvement, comme un avion par exemple).
- un déplacement en translation selon l'axe de référence Z, l'axe de lacet formant un angle de  $90^\circ$  avec l'axe de référence Z. L'aéronef se déplace typiquement en montée et/ou en descente sur la tranche. Cela permet de réduire la traînée lors des montées/descentes.

## **BREVE DESCRIPTION DES FIGURES**

[0017] Les buts, objets, ainsi que les caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront mieux de la description détaillée de modes de réalisation de cette dernière qui sont illustrés par les dessins d'accompagnement suivants dans lesquels :

[0018] [Fig.1] La [Fig.1] illustre les différents repères, en l'espèce un repère absolu (O, X, Y, Z) lié à l'espace de vol, et un repère relatif (O, x, y, z) lié à la structure porteuse, selon un mode de réalisation de la présente invention.

[0019] [Fig.2] La [Fig.2] illustre en perspective un aéronef selon un mode de réalisation de

la présente invention.

[0020] [Fig.3] La [Fig.3] illustre en perspective un aéronef selon un autre mode de réalisation de la présente invention.

[0021] [Fig.4] La [Fig.4] illustre un propulseur lié à une structure porteuse selon un mode de réalisation de la présente invention.

[0022] [Fig.5] La [Fig.5] illustre en perspective un aéronef selon un autre mode de réalisation de la présente invention.

[0023] [Fig.6][Fig.7] Les figures 6 et 7 illustrent en perspective un propulseur selon un mode de réalisation de la présente invention.

[0024] [Fig.8] La [Fig.8] illustre un déplacement d'un aéronef selon un mode de réalisation de la présente invention.

[0025] [Fig.9] La [Fig.9] illustre un déplacement d'un aéronef selon un autre mode de réalisation de la présente invention.

[0026] [Fig.10A][Fig.10B][Fig.10C] Les figures 10A à 10C illustrent des étapes d'un déplacement d'un aéronef, selon un mode de réalisation de la présente invention.

[0027] Les dessins sont donnés à titre d'exemples et ne sont pas limitatifs de l'invention. Ils constituent des représentations schématiques de principe destinées à faciliter la compréhension de l'invention et ne sont pas nécessairement à l'échelle des applications pratiques. En particulier les dimensions des différents éléments (structure porteuse, enveloppe, propulseurs ...) peuvent varier vis-à-vis des proportions illustrées sur les schémas de principe.

## **DESCRIPTION DÉTAILLÉE**

[0028] Avant d'entamer une revue détaillée de modes de réalisation de l'invention, sont énoncées ci-après des caractéristiques optionnelles qui peuvent éventuellement être utilisées en association ou alternativement :

[0029] Selon un exemple, chaque propulseur est orientable selon n'importe quelle direction de l'espace. Selon un exemple, la poussée vectorielle de chaque propulseur est contrôlable individuellement. De préférence, la poussée vectorielle est contrôlable individuellement en amplitude et en direction.

[0030] Selon un exemple, l'aéronef est configuré pour que la combinaison de poussées vectorielles produise un moment de force supérieur au moment de rappel gravitaire exercé sur la structure porteuse. Cela permet notamment de positionner l'aéronef en vol stationnaire.

[0031] Selon un exemple, la plage d'angles d'assiette  $\theta$  donnée est comprise entre  $0^\circ$  et  $60^\circ$ . Selon un exemple, la plage d'angles d'assiette  $\theta$  donnée est comprise entre  $0^\circ$  et  $90^\circ$ . L'aéronef peut ainsi présenter n'importe quel angle d'assiette  $\theta$  en vol stationnaire.

[0032] Selon un exemple, les propulseurs sont identiques entre eux et disposés sur la

structure porteuse de telle sorte que, pour tout angle d'assiette  $\theta$  de la plage d'angles d'assiette  $\theta$ , la combinaison de poussées vectorielles permet simultanément de contrebalancer le poids de l'aéronef et de contrebalancer le moment de rappel gravitaire exercé sur la structure porteuse.

[0033] Selon un exemple, les propulseurs sont identiques entre eux. Selon un exemple, l'aéronef comprend quatre propulseurs équirépartis sur la structure porteuse. Selon un exemple, les propulseurs sont diamétralement opposés autour de la structure porteuse, deux à deux. Selon un exemple, les propulseurs présentent un barycentre définissant un centre de poussée P, la structure porteuse présente un centre de gravité G, et le centre de poussée P et le centre de gravité G sont confondus ou séparés d'une distance d telle que

[0034] [Math.1]

$$\left(\frac{m.g}{2T} - 1\right)^2 + \left(\frac{m.g.d}{2TL}\right)^2 \leq 1$$

[0035] avec m la masse de l'aéronef, g l'accélération de la pesanteur, T la poussée vectorielle maximale exercée par chaque propulseur, et L la distance séparant le centre de poussée P et chaque propulseur. Lorsque cette condition est vérifiée, la poussée disponible sur l'ensemble des propulseurs permet typiquement de compenser le moment de rappel gravitaire qui s'exerce sur l'aéronef et simultanément de le sustenter. Une telle distance d est ainsi suffisamment faible pour que la combinaison de poussées vectorielles puisse maintenir la structure porteuse stationnairement selon n'importe quel angle d'assiette, en particulier lorsque l'aéronef est sur la tranche, c'est-à-dire pour un angle d'assiette  $\theta$  de  $90^\circ$ . La distance d est de préférence suffisamment faible pour que la combinaison de poussées génère un moment de force supérieur au moment de rappel gravitaire exercé sur la structure porteuse. La combinaison de poussées est configurée pour supporter le poids de l'aéronef et pour compenser le moment de rappel gravitaire, de façon à ce que la position stationnaire puisse être maintenue selon n'importe quel angle d'assiette.

[0036] Selon un exemple, la combinaison de poussées vectorielles autorise des rotations complètes de la structure porteuse respectivement autour de chacun des axes de lacet z, de roulis x et de tangage y du repère relatif à la structure porteuse, et des translations de la structure porteuse respectivement selon chacun desdits axes x, y, z du repère relatif.

[0037] Selon un exemple, la structure porteuse comprend une enveloppe configurée pour contenir un gaz plus léger que l'air environnant la structure porteuse. Cela permet de compenser au moins en partie le poids de la structure porteuse et/ou de l'aéronef. L'aéronef est typiquement dans ce cas un aérostat. La structure porteuse présente ainsi typiquement un centre de flottaison F. Selon un exemple, le centre de poussée P et le

centre de flottaison  $F$  sont sensiblement confondus. Dans le cas où le centre de flottaison  $F$  et le centre de gravité  $G$  sont confondus ou séparés d'une distance  $d$ , la formule [Math1] ci-dessus est applicable. Une partie du poids est déchargé du fait de la flottabilité de l'aérostat. Pour le dimensionnement des propulseurs, il est ainsi possible d'introduire une masse  $m'$  « virtuelle » dans la formule [Math1], strictement inférieure à  $m$ , pour tenir compte de la flottabilité de l'aérostat.

- [0038] Selon un exemple, l'enveloppe présente une symétrie de révolution autour de l'axe de lacet du repère relatif à la structure porteuse.
- [0039] Selon un exemple, l'enveloppe présente une forme torique définissant un volume central. Selon un exemple, le volume central est au moins en partie occupé par une charge utile. Selon un exemple, le volume central est configuré pour accueillir une charge utile. De préférence, l'aéronef comprend des moyens de réception (plateforme, boucle d'attache, poutres) permettant de loger une charge utile au sein du volume central. Selon un exemple, la charge utile est intégralement logée à l'intérieur du volume central. Ainsi, la charge utile ne forme pas saillie en dehors du volume central. Selon un exemple, le volume central est au moins en partie caréné.
- [0040] Selon un exemple, chacun des propulseurs comprend un bâti et quatre hélices fixées sur le bâti, chaque hélice étant contrôlable indépendamment des autres hélices, le bâti étant articulé vis-à-vis de la structure porteuse avec deux degrés de liberté en rotation. De préférence le bâti est articulé vis-à-vis de la structure porteuse par l'intermédiaire d'une liaison sphérique à doigt.
- [0041] Selon un exemple, l'aéronef comprend trois premiers propulseurs définissant un premier plan  $P1$ , et trois deuxièmes propulseurs définissant un deuxième plan  $P2$  parallèle au premier plan  $P1$ . Selon un exemple, les trois premiers propulseurs du premier plan  $P1$  sont répartis à  $120^\circ$  les uns des autres autour de l'axe de lacet du repère relatif à la structure porteuse, les trois deuxièmes propulseurs du deuxième plan  $P2$  sont répartis à  $120^\circ$  les uns des autres autour dudit axe de lacet, et les trois premiers propulseurs du premier plan  $P1$  sont décalés de  $60^\circ$  autour de l'axe de lacet vis-à-vis des trois deuxièmes propulseurs du deuxième plan  $P2$ .
- [0042] Selon un exemple, les premier et deuxième plans  $P1$ ,  $P2$  sont situés à égale distance de part et d'autre d'un plan d'équateur de la structure porteuse, le plan d'équateur étant normal à l'axe de lacet du repère relatif à la structure porteuse.
- [0043] Selon un exemple, les propulseurs sont tous dans un même plan  $P0$  parallèle à un plan d'équateur de la structure porteuse, le plan d'équateur étant normal à l'axe de lacet du repère relatif à la structure porteuse, ledit plan  $p0$  étant de préférence situé à une distance non nulle du plan d'équateur. Cela permet par exemple de faciliter l'accès aux propulseurs lorsque l'aéronef est au sol, par exemple pour la maintenance.
- [0044] Selon un exemple, l'aéronef comprend typiquement un système de contrôle

configuré pour contrôler les propulseurs, en orientation et en poussée. Selon un exemple le système de contrôle est configuré pour contrôler les propulseurs de sorte à stabiliser l'assiette de l'aéronef, de préférence de manière automatique c'est-à-dire sans intervention humaine.

- [0045] Selon un exemple l'aéronef comprend au moins un capteur dit capteur d'assiette, configuré pour mesurer au moins un paramètre relatif à l'assiette de l'aéronef.
- [0046] Sauf incompatibilité, il est entendu que l'ensemble des caractéristiques optionnelles ci-dessus peuvent être combinées de façon à former un mode de réalisation qui n'est pas nécessairement illustré ou décrit. Un tel mode de réalisation n'est évidemment pas exclu de l'invention. Les caractéristiques d'un aspect de l'invention, par exemple l'aéronef, peuvent être adaptées *mutatis mutandis* à un autre aspect de l'invention, par exemple le procédé de vol.
- [0047] Il est précisé que, dans le cadre de la présente invention, les termes « sur », « surmonte », « recouvre », « sous-jacent », en « vis-à-vis » et leurs équivalents ne signifient pas forcément « au contact de ».
- [0048] On entend par un élément, « à base » d'un matériau A, un élément comprenant ce matériau A uniquement ou ce matériau A et éventuellement d'autres matériaux, par exemple des éléments d'alliage. Ainsi, une structure porteuse à base de carbone s'entend typiquement d'une structure porteuse à base de fibres de carbone et d'un liant. Une structure porteuse à base d'aluminium s'entend d'une structure porteuse à base d'aluminium ou d'alliage d'aluminium. Une enveloppe à base de nylon ou de kevlar peut comprendre le polymère seul ou le polymère avec des renforts ou des additifs.
- [0049] Plusieurs modes de réalisation de l'invention mettant en œuvre des étapes successives du procédé de contrôle de vol sont décrits ci-après. Sauf mention explicite, l'adjectif « successif » n'implique pas nécessairement, même si cela est généralement préféré, que les étapes se suivent immédiatement, des étapes intermédiaires pouvant les séparer.
- [0050] Par ailleurs, le terme « étape » s'entend de la réalisation d'une partie du procédé, et peut désigner un ensemble de sous-étapes.
- [0051] Par ailleurs, le terme « étape » ne signifie pas obligatoirement que les actions menées durant une étape soient simultanées ou immédiatement successives. Certaines actions d'une première étape peuvent notamment être suivies d'actions liées à une étape différente, et d'autres actions de la première étape peuvent être reprises ensuite. Ainsi, le terme étape ne s'entend pas forcément d'actions unitaires et inséparables dans le temps et dans l'enchaînement des phases du procédé.
- [0052] Un repère relatif à la structure porteuse, de préférence orthonormé, et comprenant les axes x, y, z est représenté sur les figures annexées. Un repère absolu, de préférence orthonormé, et comprenant les axes X, Y, Z est également utilisé dans la présente

demande.

- [0053] Les termes « vertical », « verticalement » se réfèrent à une direction selon Z. Les termes relatifs « sur », « surmonte », « sous », « sous-jacent », « intercalé » se réfèrent à des positions prises selon la direction z.
- [0054] Le repère absolu (O, X, Y, Z) correspond au repère de l'espace de vol. En pratique c'est le repère lié au sol. X et Y sont typiquement orientés selon des points cardinaux, par exemple X est orienté au nord, et Y est orienté à l'ouest. Z est orienté « verticalement ». Ce repère permet de déterminer la position et le déplacement de l'aéronef vis-à-vis du sol.
- [0055] Le repère (O, x, y, z) relatif à l'aéronef permet de déterminer l'orientation de l'aéronef vis-à-vis du repère absolu. L'axe x est orienté par convention vers « l'avant » de l'aéronef, l'axe y vers la gauche de l'aéronef.
- [0056] Le cap de l'aéronef est défini par l'angle entre l'axe x et l'axe X de référence.
- [0057] L'assiette de l'aéronef est définie par l'angle  $\theta$  entre l'axe z et l'axe Z de référence.
- [0058] L'inclinaison de l'aéronef est définie par l'angle entre l'axe y et l'axe Y de référence.
- [0059] L'axe z est dit axe de lacet, l'axe x est dit axe de roulis et l'axe y est dit axe de tangage.
- [0060] Dans le cadre de la présente invention, on entend par « stationnaire », « vol stationnaire » ou « stationnairement » la capacité à maintenir une position immobile dans le repère absolu, en dehors des aléas liés aux conditions météorologiques (rafales de vent, trous d'air etc). En particulier un aéronef en vol stationnaire ne se déplace pas en translation dans le repère absolu. Des aéronefs tels qu'un hélicoptère ou un avion ne peuvent pas effectuer de manœuvres de looping ou de tonneau de façon stationnaire.
- [0061] On entend par « poussée vectorielle » une poussée fournie par l'un des propulseur, définie en intensité et en direction, représentable par un vecteur force. Dans la suite, les termes « poussée vectorielle » ou « poussée » sont employés en synonymes, indifféremment.
- [0062] Le moment de rappel gravitaire est déterminé par rapport au centre de gravité de l'aéronef. Le moment de force résultant de la combinaison des poussées vectorielles est déterminé par rapport au centre de poussée, c'est-à-dire par rapport au barycentre des propulseurs.
- [0063] Le centre de poussée n'est pas nécessairement confondu avec le centre de gravité ou le centre de flottaison. Le centre de flottaison correspond au point auquel s'exerce la poussée d'Archimède. Dans la suite cependant, pour des raisons d'intelligibilité et de concision, le centre de poussée et le centre de flottaison sont considérés comme confondus. Cela ne limite pas les modes de réalisation de l'aéronef à une telle configuration. D'autres modes de réalisation peuvent être envisagés.
- [0064] Une application particulière de l'invention concerne un aéronef, plus particu-

lièrement un aérostat, ayant la capacité d'effectuer tous les mouvements de translation et de rotation dans le référentiel absolu, et tous les mouvements de rotation autour des trois axes du repère relatif, indépendamment ou en combinaison. Un tel aéronef peut avantageusement se placer dans toutes les positions vis-à-vis du repère absolu, de façon statique ou dynamique.

- [0065] La [Fig.1] illustre schématiquement le repère absolu O, X, Y, Z et le repère relatif O, x, y, z. L'angle  $\theta$  formé entre l'axe Z du repère absolu et l'axe z du repère relatif correspond à l'angle d'assiette de l'aéronef. Par convention, l'avant de l'aéronef est dirigé selon l'axe x du repère relatif, même si, dans le cas pratique d'un aéronef de forme toroïdale tel qu'illustré en [Fig.1], l'avant n'est pas nécessairement clairement identifiable. Les positions de l'aéronef sont déterminées dans le repère absolu O, X, Y, Z. L'aéronef peut se déplacer en translation et/ou en rotation selon les axes X, Y, Z du repère absolu. L'aéronef peut également effectuer, pour une position fixe donnée du repère absolu O, X, Y, Z, une ou plusieurs rotations autour des axes x, y, z du repère relatif.
- [0066] Dans la suite, seul le repère relatif O, x, y, z est représenté sur les figures, par souci de clarté.
- [0067] La [Fig.2] illustre un aéronef selon un premier mode de réalisation de l'invention. L'aéronef présente de préférence une dimension en hauteur selon z inférieure aux dimensions selon x et y. D'un point de vue aérodynamique, cela facilite les déplacements de l'aéronef parallèlement au plan xy. Dans cet exemple, l'aéronef est typiquement un aérostat. L'aéronef comprend ici une structure porteuse 1 formée par une enveloppe 10 de forme toroïdale. L'enveloppe 10 comprend typiquement un gaz porteur plus léger que l'air, par exemple de l'hélium, qui confère à l'aérostat une certaine flottabilité. La poussée d'Archimède qui s'exerce sur l'aérostat peut être vue comme une force appliquée au centre de flottaison F. L'enveloppe 10 peut présenter différentes formes, avec ou sans symétrie de révolution autour de l'axe z, par exemple une forme ovale ou ovoïde, discoïdale, triangulaire, polygonale etc.
- [0068] Alternativement, la structure porteuse 1 peut être dépourvue d'enveloppe 10. L'aéronef correspond typiquement dans ce cas à un aérodyne. La structure porteuse 1 peut s'apparenter à un fuselage ou à un bâti, caréné ou non. La structure porteuse 1 peut comprendre des éléments favorisant l'aérodynamique de l'aéronef.
- [0069] La structure porteuse 1 est notamment configurée pour porter les propulseurs 21, 22, 23 de l'aéronef. Les propulseurs 21, 22, 23 sont donc solidaires de la structure porteuse 1 par une liaison qui est détaillée dans la suite. L'aéronef comprend au moins trois propulseurs 21, 22, 23. Selon un exemple, l'aéronef peut comprendre quatre propulseurs. Selon un autre exemple, l'aéronef peut comprendre six propulseurs. Selon une possibilité, les propulseurs sont dans un même plan, régulièrement distribués autour de

l'axe z. Selon une autre possibilité, les propulseurs ne sont pas tous dans le même plan, et/ou ne sont pas régulièrement distribués autour de l'axe z. Des exemples particuliers sont décrits dans la suite, de façon non limitative. D'autres configurations ou dispositions de propulseurs peuvent être envisagées, sans se départir du principe de l'invention.

[0070] Chacun des propulseurs 21, 22, 23 est configuré pour générer une poussée vectorielle selon différentes directions. La combinaison des poussées vectorielles des propulseurs 21, 22, 23 peut être vue comme une force, et un moment de force, appliqués au centre de poussée P. Les propulseurs 21, 22, 23 sont typiquement contrôlés en orientation et en poussée par un système de contrôle embarqué ou à distance. Les propulseurs 21, 22, 23 sont orientables indépendamment les uns des autres vis-à-vis de la structure porteuse 1. Leurs poussées peuvent être contrôlées indépendamment les unes des autres. Le contrôle indépendant des différentes poussées et orientations des propulseurs 21, 22, 23 permet avantageusement de déplacer ou de mouvoir l'aéronef selon n'importe quelle rotation dans le repère relatif O, x, y, z, et/ou selon n'importe quelle translation et/ou rotation dans le repère absolu O, X, Y, Z. Le contrôle indépendant des différentes poussées et orientations des propulseurs 21, 22, 23 permet avantageusement de maintenir n'importe quel angle d'assiette  $\theta$  en déplacement ou en vol stationnaire. L'aéronef peut typiquement comprendre un capteur d'assiette configuré pour déterminer l'assiette de l'aéronef en temps réel.

[0071] La structure porteuse 1 peut être configurée pour porter une charge utile 12. Selon une possibilité, cette charge utile 12 est logée au centre de la structure porteuse 1. Par exemple, la charge utile 12 est logée dans le volume central 11 délimité par l'enveloppe 10 de forme toroïdale, comme illustré à la [Fig.2]. La charge utile 12 peut être dédiée à des instruments de prise de vue ou d'acquisition de données. Elle peut être dédiée au transport de fret ou à la diffusion d'informations. D'autres applications peuvent être envisagées.

[0072] Dans le cas illustré à la [Fig.2], le centre de gravité G, le centre de poussée P et le centre de flottaison F sont sensiblement confondus, du fait notamment de la conception symétrique de la structure porteuse 1 et/ou de l'enveloppe 10.

[0073] La [Fig.3] illustre un aéronef selon un deuxième mode de réalisation de l'invention. Ce deuxième mode de réalisation diffère du premier mode de réalisation essentiellement en ce que le volume au centre de l'enveloppe 10 toroïdale, est au moins en partie clos par un ou des éléments 13 de carénage, de part et d'autre de l'enveloppe selon z. Cela permet d'améliorer l'aérodynamisme de l'aéronef, en favorisant un écoulement d'air laminaire parallèlement à ces éléments 13 de carénage. Une partie de la charge utile 12' peut sortir au travers d'un ou des éléments 13 de carénage, par exemple pour éviter d'occulter un objectif de caméra. Le volume central clos peut être

mis à profit pour augmenter le volume de gaz porteur disponible et/ou loger un système de compensation de l'expansion du gaz porteur, de type ballonnet.

[0074] Dans le cas illustré à la [Fig.3], le centre de poussée P et le centre de flottaison F restent sensiblement confondus. Le centre de gravité G n'est plus confondu avec le centre de poussée P et le centre de flottaison F, du fait de la partie en saillie de la charge utile 12'. Le centre de gravité G est ainsi séparé du centre de flottaison F par une distance d. La poussée d'Archimède, qui est une première force verticale orientée vers le haut, s'applique au centre de flottaison F. Le poids de l'aérostat, qui est une deuxième force verticale orientée vers le bas, s'applique au centre de gravité G. Le couple de force issu de ces première et deuxième forces génère typiquement un moment de rappel gravitaire de valeur  $m.g.d.\sin(\theta)$  par rapport au centre de flottaison F, m étant la masse de l'aéronef et g l'accélération de la pesanteur. Les propulseurs 21, 22, 23 peuvent être orientés de façon à générer un moment de force visant à compenser le moment de rappel gravitaire. Selon un exemple, le moment de force maximal généré par deux propulseurs diamétralement opposés, générant chacun une poussée maximale T, et distants du centre de poussée P d'une distance L, correspond à  $2.L.T$ . Pour que le moment de rappel gravitaire puisse être compensé par ce moment de force maximal pour un angle d'assiette  $\theta$  quelconque, il faut que  $m.g.d < 2.L.T$ . Le dimensionnement de l'aéronef est de préférence effectué de manière à satisfaire ces conditions. La distance d est en particulier choisie suffisamment petite,  $d < 2.L.T/m.g$ , pour permettre une compensation du moment de rappel gravitaire par le moment de force généré par les propulseurs de l'aéronef. La poussée maximale T des propulseurs 21, 22, 23 est à déterminer notamment en fonction de la masse m de l'aéronef. Selon un exemple, la poussée T maximale de chaque propulseur est de l'ordre de quelques centaines de Newton (N), par exemple de l'ordre de 300 N. Dans le cas où l'aéronef est configuré pour pouvoir maintenir en vol stationnaire un angle d'assiette  $\theta$  dans une gamme restreinte entre 0 et  $\theta_{max}$ , il suffit que la relation  $m.g.d.\sin(\theta_{max}) < 2.L.T$  soit satisfaite. Dans le cas d'un angle  $\theta_{max} < 90^\circ$ , par exemple  $\theta_{max} = 60^\circ$ , la poussée maximale T de chaque propulseur peut ainsi être réduite.

[0075] La [Fig.4] illustre un propulseur 23 monté sur l'enveloppe 10 par l'intermédiaire d'un bras de liaison 31 et de suspentes rigides 61a, 61b. Selon une possibilité illustrée, les suspentes rigides 61a « supérieures » sont plus longues que les suspentes rigides 61b « inférieures ». Le plan P0 des propulseurs est alors décalé sous le plan médian M de l'aéronef, appelé également plan d'équateur. L'accès aux propulseurs depuis le sol est simplifié. Cela facilite la maintenance des propulseurs.

[0076] Dans l'exemple illustré, l'aéronef comprend trois propulseurs 21, 22, 23 répartis à  $120^\circ$  les uns des autres autour de l'axe z. Selon une autre possibilité, l'aéronef comprend quatre propulseurs dans un même plan, répartis à  $90^\circ$  les uns des autres

autour de l'axe z. Selon une autre possibilité, l'aéronef comprend quatre propulseurs répartis dans deux plans parallèles au plan d'équateur M de l'aéronef. Selon une autre possibilité illustrée à la [Fig.5], l'aéronef comprend six propulseurs répartis dans deux plans P1, P2 parallèles au plan d'équateur M de l'aéronef. Par exemple, trois propulseurs 21, 22, 23 sont répartis dans le premier plan P1 à  $120^\circ$  les uns des autres autour de l'axe z, trois autres propulseurs 24, 25, 26 sont répartis dans le deuxième plan P2 à  $120^\circ$  les uns des autres autour de l'axe z, et les propulseurs 21, 22, 23 du premier plan P1 sont décalés de  $60^\circ$ , autour de l'axe z, vis-à-vis des propulseurs 24, 25, 26 du deuxième plan P2. D'autres configurations sont également possibles. Les propulseurs ne sont pas nécessairement équirépartis autour de l'axe z. Le nombre et la disposition des propulseurs peuvent varier.

[0077] La [Fig.6] illustre un mode de réalisation particulier d'un propulseur 21, 22, 23. Dans cet exemple, les propulseurs 21, 22, 23 comprennent quatre hélices 41, 42, 43, 44 fixées sur un bâti 40, et le bâti 40 est monté par une liaison 30 sphérique à doigt sur le bras de liaison 31. Cela autorise deux degrés de liberté en rotation, autour des axes U, V, pour le bâti 40 vis-à-vis du bras de liaison 31 et, par conséquent, vis-à-vis de la structure porteuse. Selon une possibilité préférée, le bâti 40 est monté libre vis-à-vis du bras de liaison 31, et les quatre hélices 41, 42, 43, 44 sont pilotées indépendamment les unes des autres pour orienter le bâti 40 vis-à-vis du bras de liaison 31. L'orientation et la modulation de l'amplitude de la poussée du propulseur sont alors obtenues en modulant indépendamment la vitesse de rotation des quatre hélices 41, 42, 43, 44. Selon une autre possibilité, l'orientation du bâti 40 vis-à-vis du bras de liaison 31 est contrôlée par le biais de vérins et/ou d'engrenages au niveau de la liaison 30. La vitesse de rotation peut alors être identique pour les quatre hélices 41, 42, 43, 44. Dans ce cas, seule l'amplitude de la poussée du propulseur est modulée par la vitesse de rotation des quatre hélices 41, 42, 43, 44.

[0078] La [Fig.7] illustre plus en détail la liaison 30 vis-à-vis du bras de liaison 31. Un ou des logements 50 pour batteries 51 sont de préférence prévus, par exemple sur le bâti 40, pour alimenter les hélices 41, 42, 43, 44. Les logements 50 pour batteries 51 sont de préférence montés à proximité de la liaison 30, pour minimiser l'inertie du bâti 40 lié au poids des batteries 51, lors de l'orientation du bâti 40 vis-à-vis du bras de liaison 31. L'équilibre des masses autour du point central de rotation est optimisé.

[0079] Dans ce mode de réalisation du propulseur, la poussée du propulseur, résultant de la poussée des quatre hélices 41, 42, 43, 44, s'applique typiquement au niveau de la liaison 30. D'autres types de propulseur peuvent être envisagés, par exemple des turbines.

[0080] Les figures 8, 9, 10A-10C illustrent différents modes de déplacement et de contrôle de vol de l'aéronef.

- [0081] Comme illustré à la [Fig.8], l'aéronef peut se positionner « sur la tranche », c'est-à-dire de façon à ce que le plan xy du repère relatif soit sensiblement parallèle à l'axe vertical Z du repère absolu. L'aéronef peut ensuite se déplacer sur la tranche selon n'importe quelle direction de l'espace de vol, par exemple dans le plan XY du repère absolu, comme illustré. L'aéronef peut notamment se déplacer sur la tranche selon l'axe vertical Z, en montée ou en descente. Cela minimise la traînée liée à ce déplacement vertical. L'énergie nécessaire au déplacement est ainsi diminuée.
- [0082] Comme illustré à la [Fig.9], l'aéronef peut se positionner sur la tranche et effectuer une combinaison de rotation autour de l'axe z et de translation selon l'axe de référence X. L'aéronef se déplace alors en « roulant » virtuellement, comme une roue.
- [0083] Comme illustré aux figures 10A, 10B, 10C, l'aéronef peut effectuer une rotation sur lui-même à 180° de façon à se retourner, soit sur une position fixe du repère absolu, soit en déplacement dans le repère absolu. Cela permet par exemple d'orienter la charge utile 12 – typiquement une caméra – vers le haut sans que celle-ci ne soit écrantée par l'aéronef. Cela améliore la possibilité de prise de vue vers le haut, par exemple pour une inspection sous un pont.
- [0084] De ce qui précède, il apparaît clairement qu'un tel aéronef présente des capacités de vol accrues, exploitables dans de nombreux domaines d'application tels que, par exemple et de façon non limitative, la prise de vue, l'inspection, l'imagerie, la communication, la publicité etc.
- [0085] L'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation précédemment décrits. En particulier, différentes formes de structure porteuse peuvent être envisagées, sans se départir du principe décrit dans cette demande.

## Revendications

- [Revendication 1] Aéronef comprenant une structure porteuse (1) et au moins trois propulseurs (21, 22, 23) non colinéaires, solidaires de la structure porteuse (1), chaque propulseur (21, 22, 23) étant configuré pour générer une poussée vectorielle selon au moins une direction, ledit aéronef étant caractérisé en ce que chaque propulseur (21, 22, 23) est orientable indépendamment des autres propulseurs(21, 22, 23), de manière à former une combinaison de poussées vectorielles telle que la structure porteuse (1) puisse être maintenue de façon stationnaire selon n'importe quel angle d'assiette  $\theta$ , pour une plage d'angles d'assiette  $\theta$  donnée, l'angle d'assiette  $\theta$  étant défini entre un axe de lacet (z) d'un repère (O, x, y, z) relatif à la structure porteuse (1) et un axe de référence (Z) d'un repère absolu (O, X, Y, Z).
- [Revendication 2] Aéronef selon la revendication précédente dans lequel chaque propulseur (21, 22, 23) est orientable selon n'importe quelle direction de l'espace, et dans lequel la poussée vectorielle de chaque propulseur (21, 22, 23) est contrôlable individuellement.
- [Revendication 3] Aéronef selon l'une quelconque des revendications précédentes configuré pour que la combinaison de poussées vectorielles produise un moment de force supérieur au moment de rappel gravitaire exercé sur la structure porteuse (1).
- [Revendication 4] Aéronef selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel la plage d'angles d'assiette  $\theta$  donnée est comprise entre  $0^\circ$  et  $90^\circ$ .
- [Revendication 5] Aéronef selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel les propulseurs (21, 22, 23) sont identiques entre eux et disposés sur la structure porteuse (1) de telle sorte que, pour tout angle d'assiette  $\theta$  de la plage d'angles d'assiette  $\theta$ , la combinaison de poussées vectorielles permet simultanément de contrebalancer le poids de l'aéronef et de contrebalancer le moment de rappel gravitaire exercé sur la structure porteuse (1).
- [Revendication 6] Aéronef selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel les propulseurs (21, 22, 23) sont identiques entre eux et présentent un barycentre définissant un centre de poussée P, la structure porteuse (1) présentant un centre de gravité G, tel que le centre de poussée P et le centre de gravité G sont confondus ou séparés d'une distance d telle que :

$$\left(\frac{m \cdot g}{2T} - 1\right)^2 + \left(\frac{m \cdot g \cdot d}{2TL}\right)^2 \leq 1$$

avec  $m$  la masse de l'aéronef,  $g$  l'accélération de la pesanteur,  $T$  la poussée vectorielle maximale exercée par chaque propulseur, et  $L$  la distance séparant le centre de poussée  $P$  et chaque propulseur (21, 22, 23).

- [Revendication 7] Aéronef selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel la combinaison de poussées vectorielles autorise des rotations complètes de la structure porteuse (1) respectivement autour de chacun des axes de lacet ( $z$ ), de roulis ( $x$ ) et de tangage ( $y$ ) du repère relatif à la structure porteuse (1), et des translations de la structure porteuse (1) respectivement selon chacun desdits axes ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ) du repère relatif.
- [Revendication 8] Aéronef selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel la structure porteuse (1) comprend une enveloppe (10) configurée pour contenir un gaz plus léger que l'air environnant la structure porteuse (1).
- [Revendication 9] Aéronef selon l'une quelconque des revendications 6 à 7 dans lequel l'enveloppe (10) présente une symétrie de révolution autour de l'axe de lacet ( $z$ ) du repère relatif à la structure porteuse (1).
- [Revendication 10] Aéronef selon l'une quelconque des revendications 6 à 8 dans lequel l'enveloppe (10) présente une forme torique définissant un volume central (11), et dans lequel le volume central (11) est au moins en partie occupé par une charge utile (12, 12').
- [Revendication 11] Aéronef selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel chacun des propulseurs (21, 22, 23) comprend un bâti (40) et quatre hélices (41, 42, 43, 44) fixées sur le bâti (40), chaque hélice (41, 42, 43, 44) étant contrôlable indépendamment des autres hélices, et le bâti (40) étant articulé vis-à-vis de la structure porteuse (1) avec deux degrés de liberté en rotation, de préférence par l'intermédiaire d'une liaison (30) sphérique à doigt.
- [Revendication 12] Aéronef selon l'une quelconque des revendications précédentes comprenant trois premiers propulseurs définissant un premier plan P1, et trois deuxièmes propulseurs définissant un deuxième plan P2 parallèle au premier plan P1, et dans lequel les trois premiers propulseurs du premier plan P1 sont répartis à  $120^\circ$  les uns des autres autour de l'axe de lacet ( $z$ ) du repère relatif à la structure porteuse (1), les trois deuxièmes propulseurs du deuxième plan P2 sont répartis à  $120^\circ$  les uns des autres autour dudit axe de lacet ( $z$ ), et les trois premiers propulseurs du premier plan P1 sont décalés de  $60^\circ$  autour de l'axe de lacet ( $z$ ) vis-à-vis des trois deuxièmes propulseurs du deuxième plan P2.

- [Revendication 13] Aéronef selon la revendication précédente dans lequel les premier et deuxième plans P1, P2 sont situés à égale distance de part et d'autre d'un plan d'équateur (M) de la structure porteuse (1), le plan d'équateur (M) étant normal à l'axe de lacet (z) du repère relatif à la structure porteuse (1).
- [Revendication 14] Aéronef selon l'une quelconque des revendications 1 à 10 dans lequel les propulseurs (21, 22, 23) sont tous dans un même plan P0 parallèle à un plan d'équateur (M) de la structure porteuse (1), le plan d'équateur (M) étant normal à l'axe de lacet (z) du repère relatif à la structure porteuse (1), ledit plan P0 étant de préférence situé à une distance non nulle du plan d'équateur (M).
- [Revendication 15] Aéronef selon l'une quelconque des revendications précédentes comprenant au moins un capteur dit capteur d'assiette, configuré pour mesurer au moins un paramètre relatif à l'assiette de l'aéronef.
- [Revendication 16] Procédé de contrôle de vol d'un aéronef selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant au moins un déplacement parmi les déplacements suivants :
- un déplacement en rotation autour de l'axe de lacet (z) combiné avec un déplacement en translation selon une direction d'un plan normal à l'axe de lacet (z), l'axe de lacet (z) formant de préférence un angle de  $90^\circ$  avec l'axe de référence (Z).
  - un déplacement en rotation de  $180^\circ$  autour d'un axe de tangage (y) du repère relatif à la structure porteuse (1), de sorte à retourner la structure porteuse (1) tout en restant en vol stationnaire.
  - un déplacement en translation selon l'axe de référence (Z), l'axe de lacet (z) formant un angle de  $90^\circ$  avec l'axe de référence (Z).

[Fig. 1]

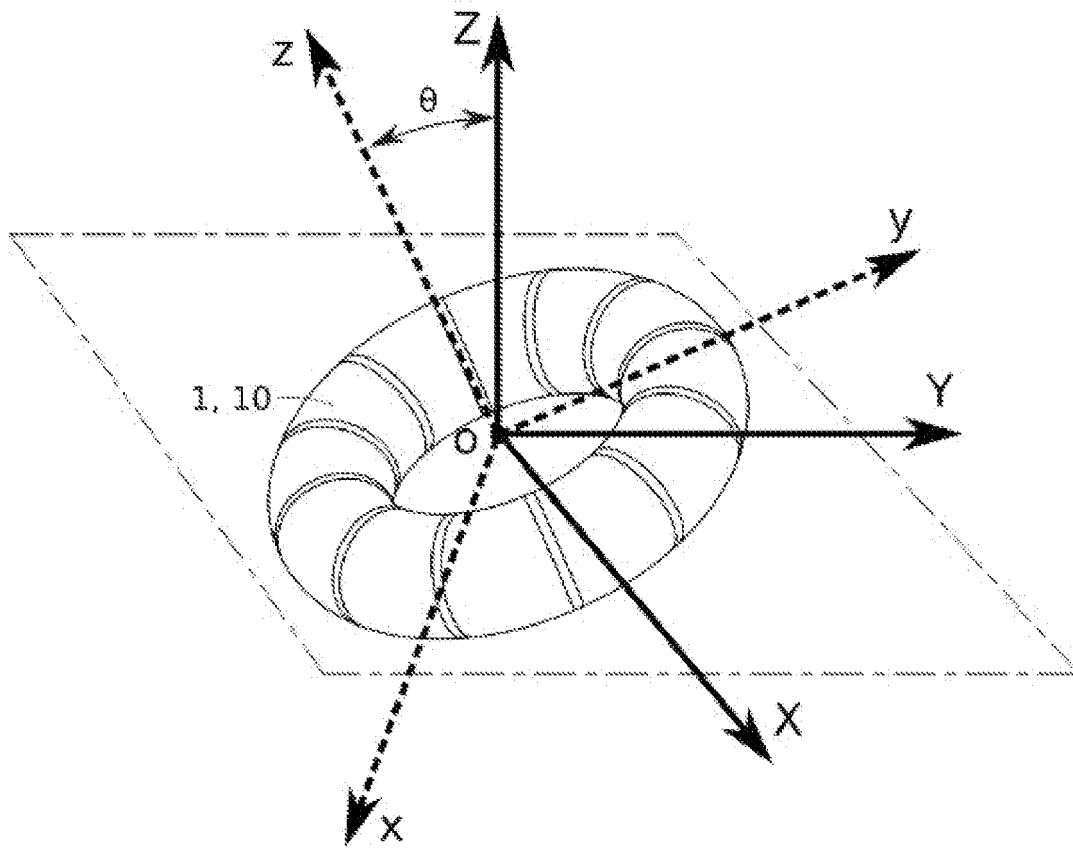


FIG. 1

[Fig. 2]

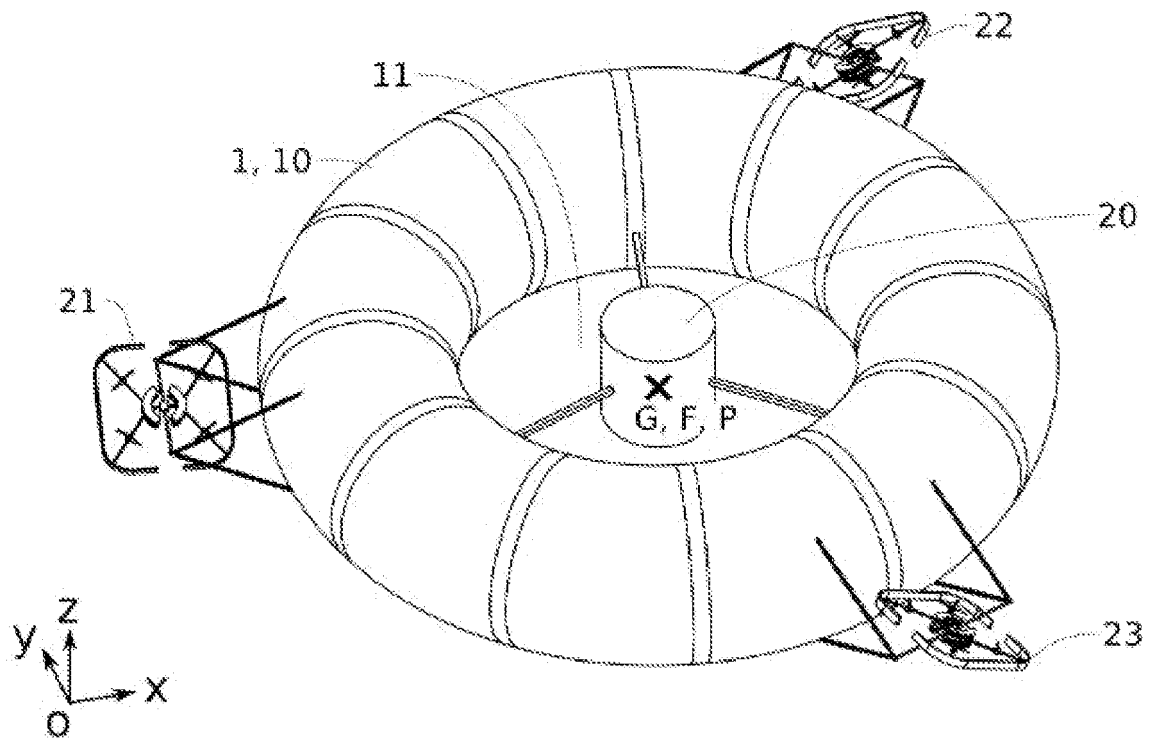


FIG. 2

[Fig. 3]

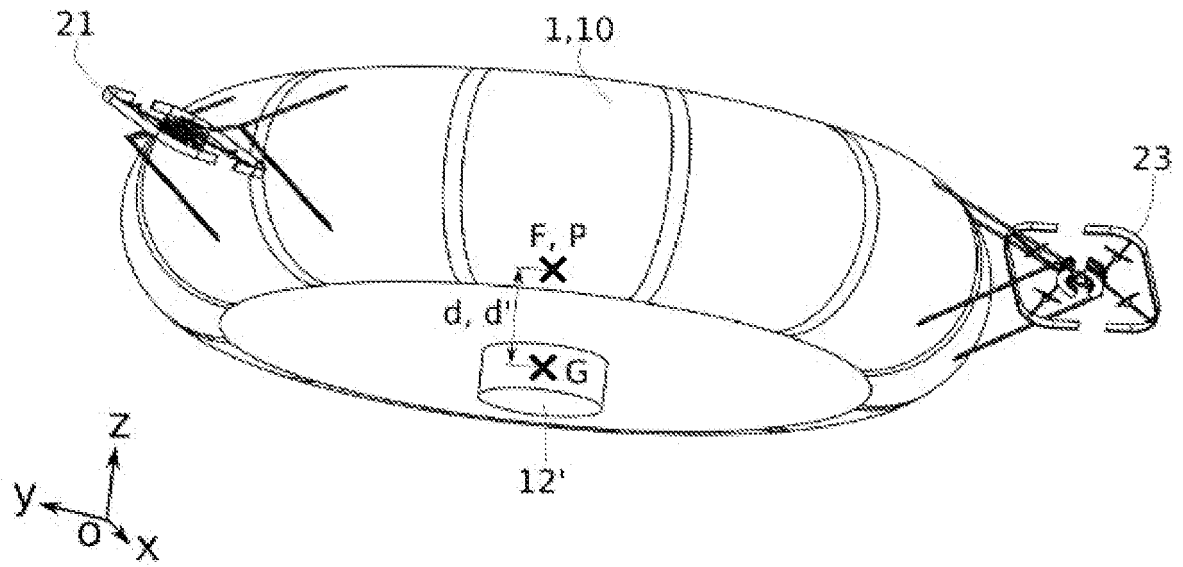


FIG. 3

[Fig. 4]

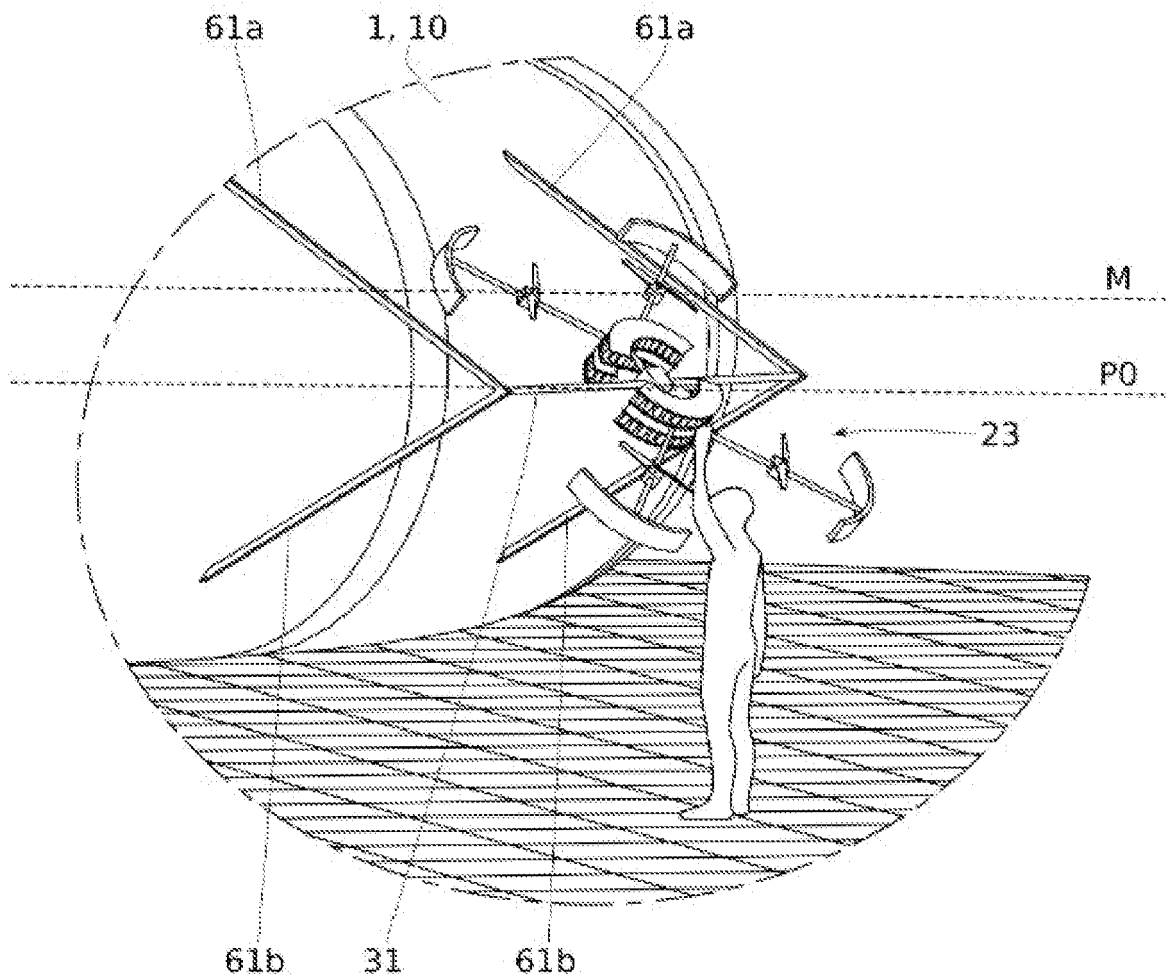


FIG. 4

[Fig. 5]

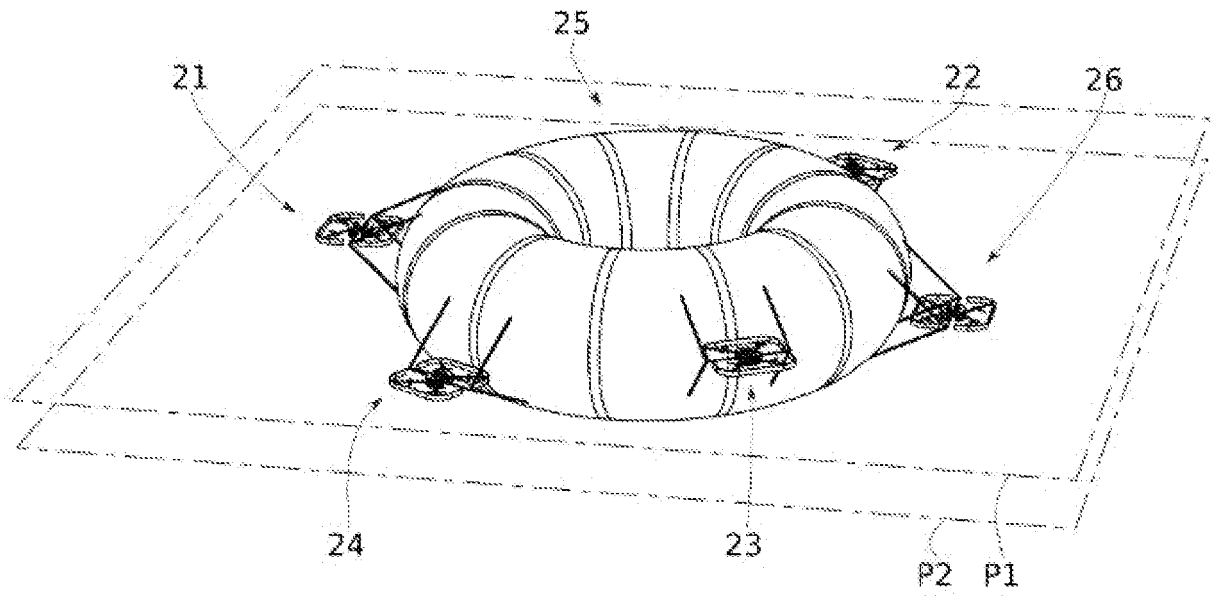


FIG. 5

[Fig. 6]

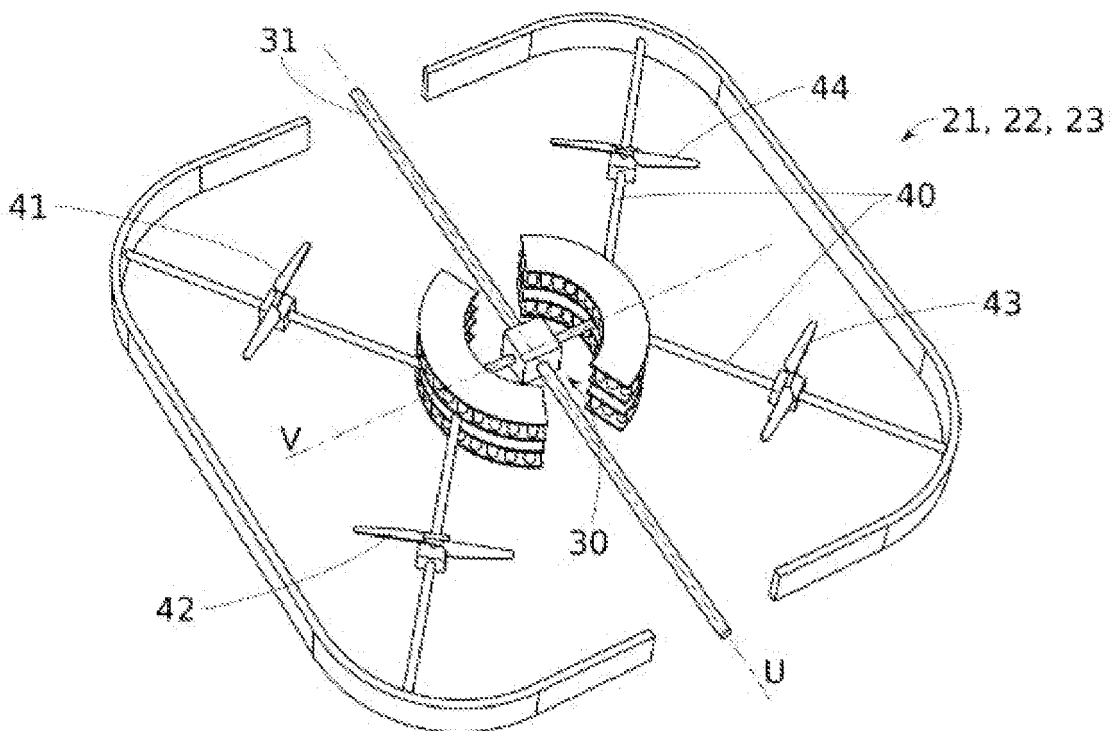


FIG. 6

[Fig. 7]

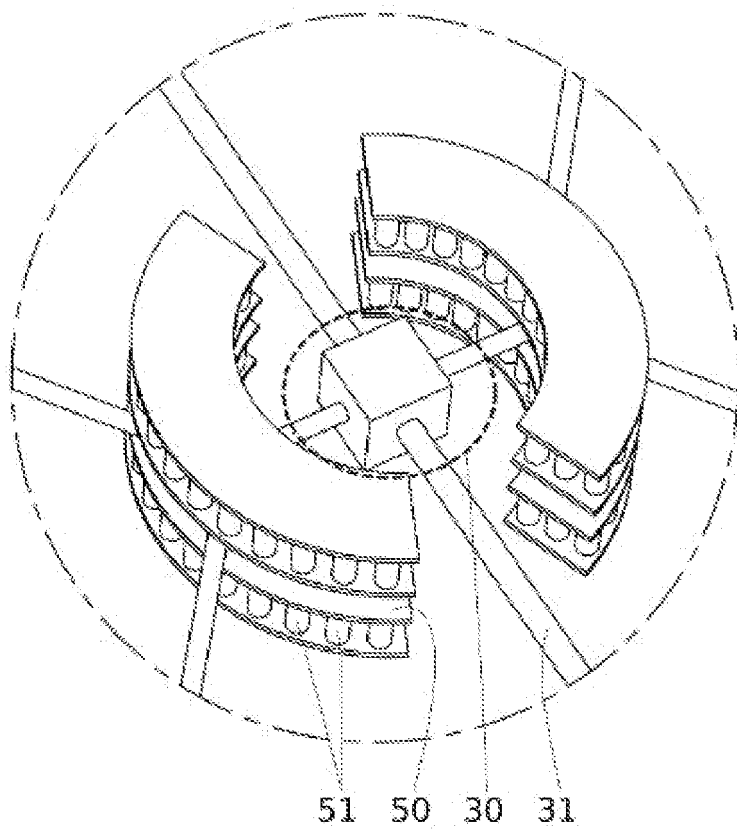


FIG. 7

[Fig. 8]

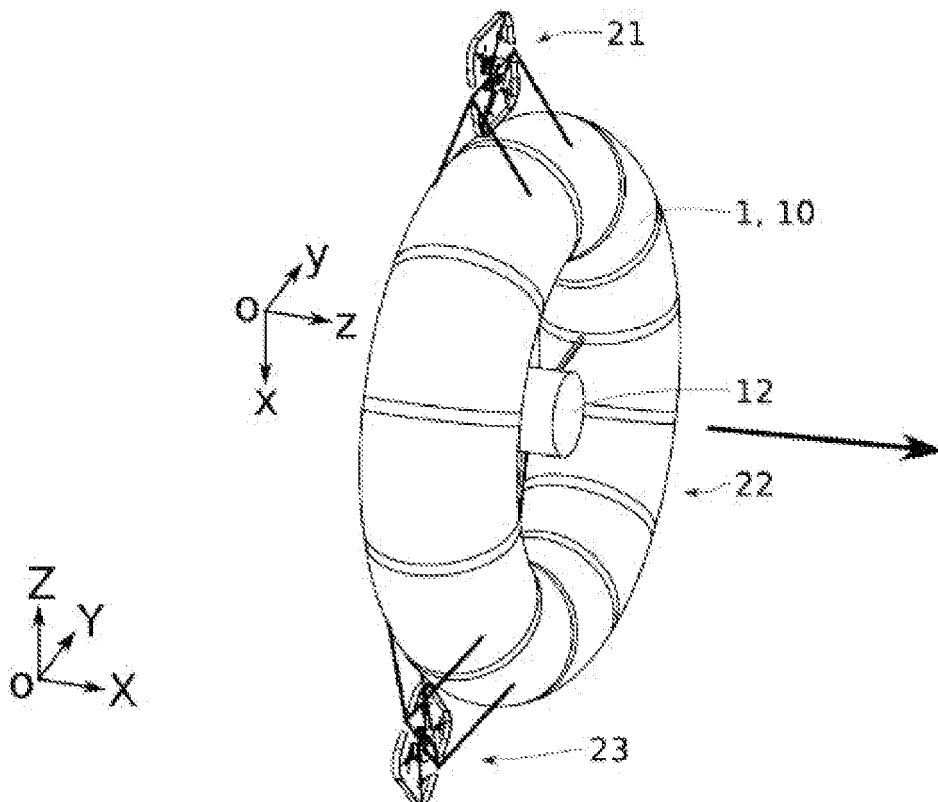


FIG. 8

[Fig. 9]

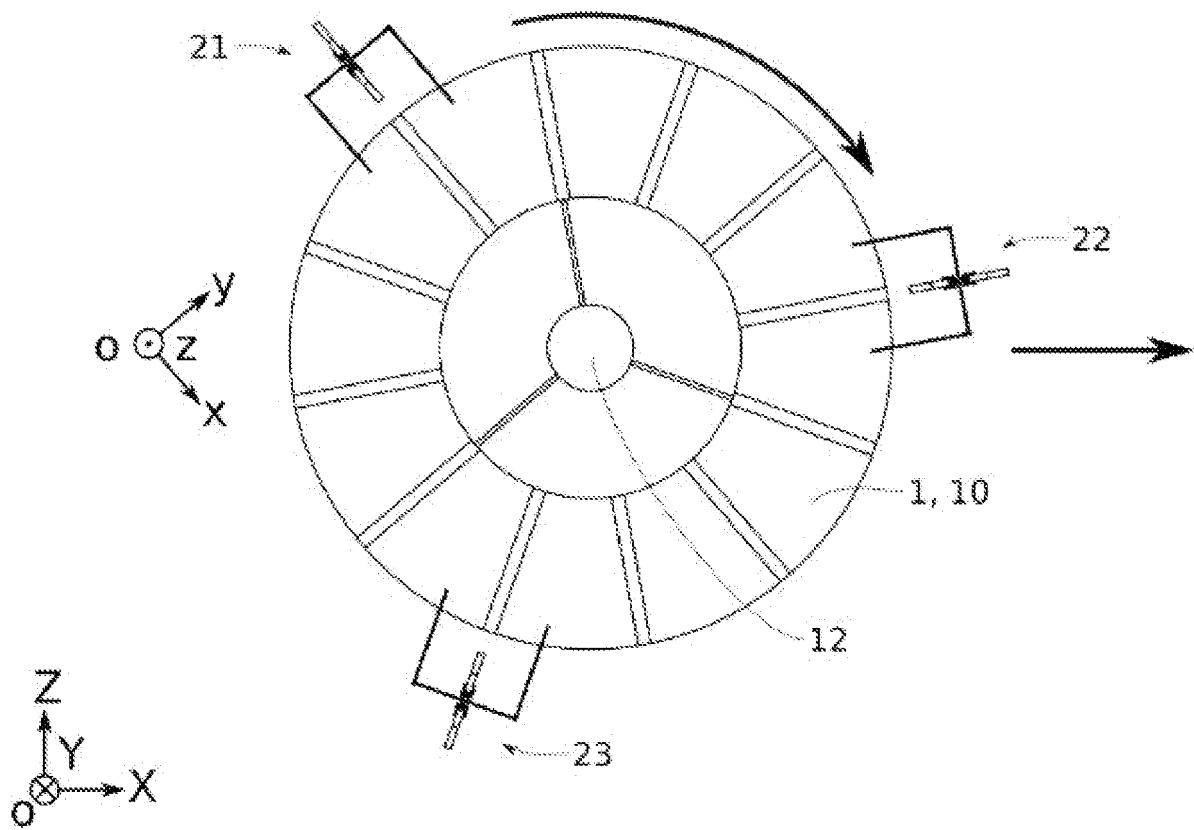


FIG. 9

[Fig. 10A]

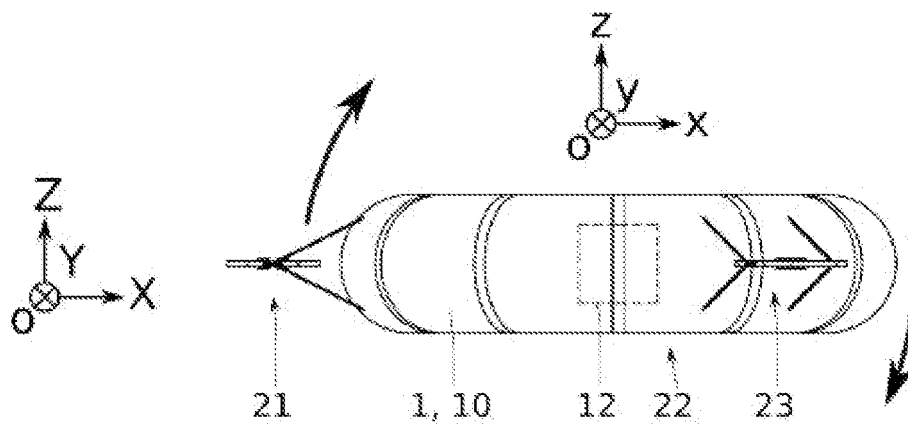


FIG. 10A

[Fig. 10B]

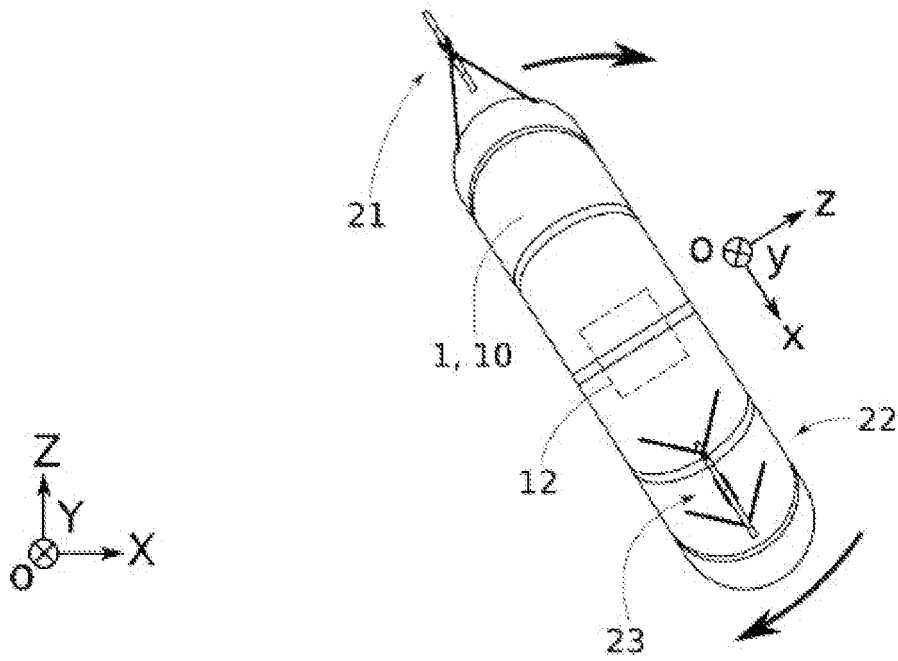


FIG. 10B

[Fig. 10C]

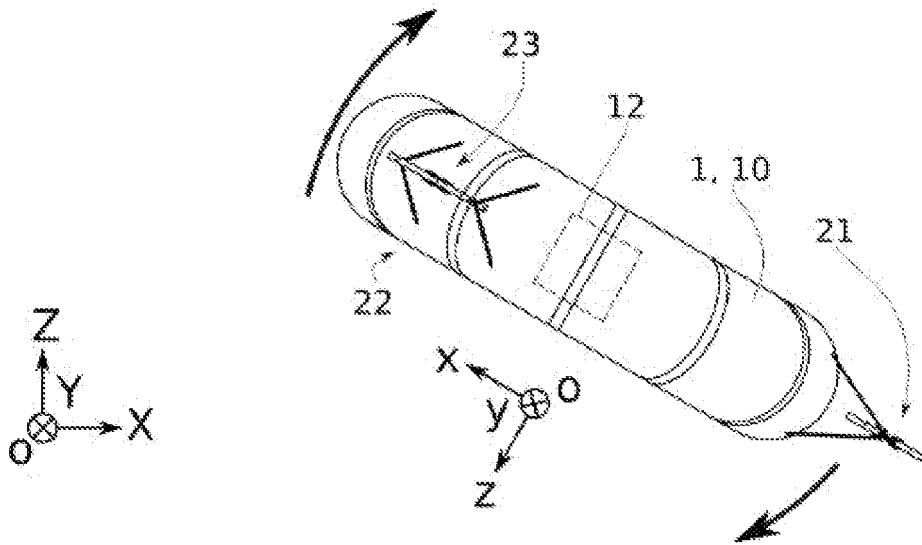


FIG. 10C

**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

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

**FA 918345  
FR 2303984**

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		
X Y A	US 2022/388650 A1 (MILLS NATHAN ALEXANDER [US] ET AL) 8 décembre 2022 (2022-12-08) * abrégé; figures 1A-4C * * alinéas [0026], [0034], [0037], [0039] *	1-5, 7, 11, 14-16 10, 12, 13 6	B64B 1/00 B64B 1/24 B64B 1/38 B64D 47/08
X Y A	US 2002/003189 A1 (KUENKLER HERMANN [DE]) 10 janvier 2002 (2002-01-10) * abrégé; figures 1-9 *	1-5, 8, 9, 11, 14, 15 10, 12, 13 6	
Y A	US 2019/002093 A1 (MURAMATSU FUMIO [JP] ET AL) 3 janvier 2019 (2019-01-03) * abrégé; figure 21 * * alinéas [0044], [0056], [0060] *	10, 12, 13 6, 8, 14, 15	
A	US 2018/229839 A1 (KIMCHI GUR [US] ET AL) 16 août 2018 (2018-08-16) * abrégé; figures 1-8 * * alinéas [0046], [0097], [0104] * * revendication 7 *	12, 15, 16	
A	US 2022/258851 A1 (WITTMACK JR JOHN R [US] ET AL) 18 août 2022 (2022-08-18) * abrégé * * alinéas [0005], [0059], [0061] *	15, 16	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) B64C B64B G05D B64U
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
4 octobre 2023		Leoty, David	
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 2303984 FA 918345**

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 **04-10-2023**  
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
<b>US 2022388650</b>	<b>A1</b>	<b>08-12-2022</b>	<b>AUCUN</b>
-----			
<b>US 2002003189</b>	<b>A1</b>	<b>10-01-2002</b>	<b>AT 328787 T 15-06-2006</b>
		<b>AT E225279 T1 15-10-2002</b>	
		<b>AU 717125 B2 16-03-2000</b>	
		<b>BR 9806838 A 14-03-2000</b>	
		<b>CA 2276876 A1 09-07-1998</b>	
		<b>CN 1249720 A 05-04-2000</b>	
		<b>CN 1392083 A 22-01-2003</b>	
		<b>DE 19700182 A1 09-07-1998</b>	
		<b>DK 0948441 T3 03-02-2003</b>	
		<b>EP 0948441 A2 13-10-1999</b>	
		<b>EP 1160156 A2 05-12-2001</b>	
		<b>ES 2185145 T3 16-04-2003</b>	
		<b>ID 21900 A 12-08-1999</b>	
		<b>IL 130655 A 10-04-2003</b>	
		<b>JP 2001507306 A 05-06-2001</b>	
		<b>PL 334353 A1 28-02-2000</b>	
		<b>PT 948441 E 28-02-2003</b>	
		<b>RU 2196703 C2 20-01-2003</b>	
		<b>UA 49050 C2 16-09-2002</b>	
		<b>US 6286783 B1 11-09-2001</b>	
		<b>US 2002003189 A1 10-01-2002</b>	
		<b>WO 9829303 A2 09-07-1998</b>	
-----			
<b>US 2019002093</b>	<b>A1</b>	<b>03-01-2019</b>	<b>JP 6719107 B2 08-07-2020</b>
			<b>JP WO2017022209 A1 24-05-2018</b>
			<b>US 2019002093 A1 03-01-2019</b>
			<b>WO 2017022209 A1 09-02-2017</b>
-----			
<b>US 2018229839</b>	<b>A1</b>	<b>16-08-2018</b>	<b>CN 110740933 A 31-01-2020</b>
			<b>EP 3583029 A1 25-12-2019</b>
			<b>EP 3895986 A1 20-10-2021</b>
			<b>JP 6801118 B2 16-12-2020</b>
			<b>JP 6801118 B6 24-07-2023</b>
			<b>JP 2020509959 A 02-04-2020</b>
			<b>US 2018229839 A1 16-08-2018</b>
			<b>US 2020094961 A1 26-03-2020</b>
			<b>US 2022097844 A1 31-03-2022</b>
			<b>US 2023303248 A1 28-09-2023</b>
			<b>WO 2018152258 A1 23-08-2018</b>
-----			
<b>US 2022258851</b>	<b>A1</b>	<b>18-08-2022</b>	<b>AUCUN</b>
-----			