(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** ***3 133 833***

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

(21) **N° d'enregistrement national :** **22 02679**

(51) Int Cl[8] : ***B 63 H 8/16*** *(2022.01), B 63 H 9/06*

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 25.03.22.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 29.09.23 Bulletin 23/39.

(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) :** *MALORIC Société par actions simplifiée à capital variable* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** GALANO Maxime et JOLIVET Fabrice.

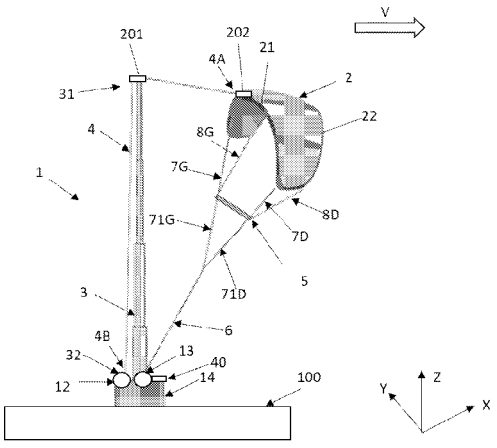
(73) **Titulaire(s) :** MALORIC Société par actions simplifiée à capital variable.

(74) **Mandataire(s) :** Plasseraud IP.

(54) SYSTEME DE COMMANDE AUTOMATIQUE D'UNE AILE DE TRACTION.

(57) Un système de commande automatique d'une aile de traction (1) destinée à tracter un véhicule nautique (100), comprenant :- une aile (2) ;- - un mât (3) ayant une extrémité inférieure (32) solidaire au véhicule nautique (100) ;- un boîtier de commande de l'aile (5) positionné en dessous de l'aile et relié à l'aile par l'intermédiaire d'au moins deux suspentes (7G, 7D) et de deux lignes de commande (8G, 8D);- une ligne de rapatriement de l'aile (4) ayant une extrémité supérieure (4A) fixée sur l'aile et une extrémité inférieure (4B) reliée à un premier treuil (12) solidaire au véhicule nautique;- un câble de traction (6) ayant une extrémité reliée au boîtier de commande de l'aile (5) et une autre extrémité reliée à un second treuil (13) solidaire au véhicule nautique ;- un dispositif d'entraînement en rotation (40) configuré pour entraîner en rotation le boîtier de commande de l'aile (5) pour générer une action d'enroulement et de déroulement des suspentes et des lignes de commande sur le boîtier.

Figure de l'abrégé : Figure 1



FR 3 133 833 - A1

Description

Titre de l'invention : SYSTEME DE COMMANDE AUTOMATIQUE D'UNE AILE DE TRACTION

Domaine technique

[0001] La présente invention relève du domaine des systèmes permettant d'assurer une fonction de traction à l'aide d'une aile. Plus précisément, le système de la présente invention permet de commander de manière automatique le pliage, le décollage, l'atterrissage ainsi que le vol de l'aile pendant toutes les phases de son utilisation.

Technique antérieure

[0002] Il est connu d'utiliser une aile, du type des ailes utilisées en kite-surf ou en parapente pour tracter un bateau. Un tel dispositif de traction peut être utilisé comme principal système de propulsion pour le bateau. Il peut également être utilisé pour fournir une traction, complémentaire au système de propulsion motorisé du bateau, ce qui permet de réaliser une économie de consommation de carburant.

[0003] De manière générale, une aile comporte une voilure et une pluralité de suspentes ayant chacune une extrémité reliée à une face inférieure de la voilure et une autre extrémité reliée à une extrémité d'un câble de traction. L'autre extrémité du câble de traction est rattachée à un treuil installé sur le pont du bateau auquel il est rigidement solidarisé. Le treuil, entraîné généralement par un moteur, a pour fonction de faire varier la longueur du câble de traction et donc la hauteur de l'aile par rapport au bateau. L'action de ce treuil permet ainsi de pouvoir décoller l'aile et de pouvoir la ramener près du pont du bateau en fonction des besoins et des conditions météorologiques.

[0004] Toutefois, aucune solution n'est proposée pour ranger de manière automatique et aisée la voilure et les nombreuses suspentes qui y sont attachées après la phase d'atterrissage de l'aile près du bateau. Or, lorsque le dispositif de traction est destiné à équiper un navire, de type cargo, l'aile présente une dimension et une masse relativement importantes qui peut rendre l'opération de pliage problématique voir dangereuse pour l'équipage lorsque les conditions météorologiques sont mauvaises.

[0005] Un autre problème associé à une aile de grande dimension est de pouvoir proposer un pilotage efficace de son vol lorsqu'elle est située à haute altitude afin d'utiliser la vitesse du vent.

[0006] Un objet de la présente invention est de proposer un système de commande de l'aile, avec un encombrement réduit, qui permet d'automatiser les différentes phases d'utilisation de l'aile, à savoir, le décollage, l'atterrissage et le vol de l'aile.

[0007] Un autre objet de la présente invention est de proposer un système de commande qui

permet de plier de manière aisée et automatique l'aile et les différentes suspentes.

Résumé

[0008] La présente divulgation vient améliorer la situation.

[0009] Il est proposé un système de commande automatique d'une aile de traction destinée à tracter un véhicule nautique, comprenant :

-une aile;

- un mât ayant une extrémité inférieure solidaire au véhicule nautique;

- un boîtier de commande de l'aile positionné en dessous de l'aile et relié à l'aile par l'intermédiaire d'au moins deux suspentes et de deux lignes de commande;

- une ligne de rapatriement de l'aile ayant une extrémité supérieure fixée sur l'aile et une extrémité inférieure reliée à un premier treuil solidaire au véhicule nautique;

- un câble de traction ayant une extrémité reliée au boîtier de commande de l'aile et une autre extrémité reliée à un second treuil solidaire au véhicule nautique ;

- un dispositif d'entraînement en rotation configuré pour entraîner en rotation le boîtier de commande de l'aile pour générer une action d'enroulement et de déroulement des suspentes et des lignes de commande sur le boîtier.

[0010] Selon un mode de réalisation, le dispositif d'entraînement en rotation comprend un premier moteur et un arbre d'entraînement d'axe de rotation AA', ledit arbre étant apte à être couplé au boîtier par des éléments d'engrenage de sorte que la rotation de l'arbre entraîne la rotation du boîtier autour de l'axe longitudinal principal BB' du boîtier.

[0011] De préférence, les éléments d'engrenage comprennent deux éléments d'engrenage solidaires de l'arbre d'entraînement et deux éléments d'engrenage correspondants solidaires aux extrémités du boîtier, les éléments d'engrenage du boîtier coopérant avec les deux éléments d'engrenage de l'arbre pour l'entraînement en rotation du boîtier autour de son axe principal BB'.

[0012] Selon un mode de réalisation, le boîtier de commande de l'aile comprend :

- un deuxième moteur configuré pour commander une action d'enroulement et de déroulement des deux lignes de commande pour varier de manière symétrique la longueur des deux lignes de commande ;

- un troisième moteur configuré pour commander un déplacement en translation de deux éléments de fixation mobiles couplés chacun à une ligne de commande pour varier de manière asymétrique la longueur des deux lignes de commande.

[0013] De préférence, le boîtier de commande comprend un système de blocage des lignes de commande pour réduire les efforts du deuxième moteur.

[0014] Les caractéristiques exposées dans les paragraphes suivants peuvent, optionnellement, être mises en œuvre, indépendamment les unes des autres ou en combinaison les unes avec les autres :

[0015] Le système comprend en outre un premier groupe de capteurs positionnés sur l'aile et

configurés pour obtenir des informations relatives à la position et à l'orientation de l'aile, un deuxième groupe de capteurs situés dans le boîtier de commande et configurés pour obtenir des informations relatives à la position et l'orientation du boîtier, un troisième groupe de capteurs situés au niveau de l'extrémité inférieure du mât et configurés pour obtenir des informations relatives au positionnement du véhicule, un quatrième groupe de capteurs situés sur l'extrémité supérieure du mât et configurés pour obtenir des informations relatives à la vitesse et la direction du flux d'air.

[0016] Chacun des groupes de capteurs comprend au moins un capteur choisi dans un groupe de capteurs comprenant : un GPS (GPS1, GPS2, GPS3, GPS4), un capteur d'unités de mesure inertielle (IMU1, IMU2, IMU3, IMU4), un baromètre (BAROM1, BAROM2, BAROM3, BAROM4), un capteur de pression (PITOT1, PITOT4).

[0017] Le système comprend en outre une caméra située au niveau de l'extrémité inférieure du mât adaptée pour détecter la position de l'aile.

[0018] Le système comprend une unité de contrôle des lignes de commande configurée pour générer au moins un signal représentatif d'une action agissant sur les lignes de commande à partir des informations transmises par les groupes de capteurs et pour commander le deuxième moteur et le troisième moteur à partir dudit signal pour varier la longueur des deux lignes de commande.

[0019] Le système comprend en outre une unité de commande automatique de rapatriement, d'atterrissage et de décollage de l'aile configurée pour :

- générer un signal représentatif d'une action d'enroulement et de déroulement de la ligne de rapatriement à partir des informations transmises par les groupes de capteurs et de commander le premier treuil à partir dudit signal transmis ;
- générer un signal représentatif d'une action d'enroulement et de déroulement du câble de traction à partir des informations transmises par les groupes de capteurs et de commander le second treuil à partir dudit signal transmis ;
- générer un signal représentatif d'une action de mise en rotation du boîtier de commande (5) et de commander la mise en rotation du dispositif d'entraînement en rotation.

[0020] Selon un mode de réalisation particulièrement avantageux, le système comprend une ligne de pliage fixée sur les caissons de l'aile le long du bord d'attaque de l'aile, la ligne de pliage étant reliée à une extrémité supérieure de la ligne de rapatriement.

[0021] Selon un autre mode de réalisation, le système comprend un système de blocage configuré pour permettre le passage de la ligne de rapatriement avant la liaison de son extrémité supérieur à la ligne de pliage, le système de blocage comprenant une pièce fixe solidarisée à l'extrémité supérieure du mât et une pièce mobile fixée sur le bord d'attaque de l'aile, le système de blocage comprenant une position de blocage dans

laquelle la pièce mobile et la pièce fixe sont séparées pour bloquer une portion de la ligne de rapatriement proche de l'extrémité supérieur et une position passante dans laquelle la pièce mobile est engagée dans la pièce fixe pour libérer ladite portion de la ligne de rapatriement de sorte qu'une action agissant sur la ligne de rapatriement entraîne une mise en tension de la ligne de pliage pour plier l'aile ou une libération de la ligne de pliage pour déplier l'aile.

[0022] La pièce fixe comprend un corps fixe creux avec un logement interne et une butée située à une distance prédéterminée par rapport au corps fixe, la pièce mobile comprend un corps mobile creux, un tube creux qui s'étend en saillie par rapport au corps creux et solidaire au corps creux, et un élément de blocage longitudinal compressible reçu dans le tube creux, ledit élément de blocage comprenant une lumière pour le passage de la ligne de rapatriement, le corps mobile creux étant mobile en translation dans le logement interne du corps fixe creux de sorte que son déplacement provoque le déplacement en translation du tube afin de placer l'élément de blocage longitudinal compressible dans une position de blocage dans laquelle il n'est pas comprimé pour exercer une contrainte sur la ligne de rapatriement et une position passante dans laquelle il est comprimé contre la butée pour libérer la contrainte sur la ligne de rapatriement.

[0023] De préférence, le système comprend un dispositif de verrouillage pour verrouiller la pièce mobile en position dans la pièce fixe.

[0024] Selon une forme de réalisation, le système comprend une unité centrale de contrôle comprenant un dispositif d'affichage adapté pour afficher au moins une trajectoire de navigation du véhicule et la position du véhicule, une interface d'entrée permettant à un opérateur de saisir des paramètres de navigation et une unité de stockage de donnée.

Brève description des dessins

[0025] D'autres caractéristiques, détails et avantages apparaîtront à la lecture de la description détaillée ci-après, et à l'analyse des dessins annexés, sur lesquels :

Fig. 1

[0026] [Fig.1] La [Fig.1] montre une vue schématique d'un système de commande automatique d'une aile de traction selon un mode de réalisation.

Fig. 2A

[0027] [Fig.2A] La [Fig.2A] montre une vue schématique en coupe du boîtier de commande dans une configuration dans laquelle le moteur trim entraîne une réduction symétrique de la longueur de la ligne de commande gauche et celle de la ligne de commande droite.

Fig. 2B

[0028] [Fig.2B] La [Fig.2B] montre une vue schématique en coupe du boîtier de commande

dans une configuration dans laquelle le moteur trim entraîne une augmentation symétrique de la longueur de la ligne de commande gauche et celle de la ligne de commande droite.

Fig. 3A

[0029] [Fig.3A] La [Fig.3A] montre une vue schématique en coupe du boîtier de commande dans une configuration dans laquelle le moteur de commande entraîne une diminution de la longueur de la ligne de commande gauche et une augmentation de la longueur de la ligne de commande droite.

Fig. 3B

[0030] [Fig.3B] La [Fig.3B] montre une vue schématique en coupe du boîtier de commande dans une configuration dans laquelle le moteur de commande entraîne une augmentation de la longueur de la ligne de commande gauche et une diminution de la longueur de la ligne de commande droite.

Fig. 4

[0031] [Fig.4] La [Fig.4] montre une vue schématique de face d'un dispositif d'entraînement en rotation du boîtier de commande selon un mode de réalisation, dans une configuration de couplage avec le boîtier de commande.

Fig. 5A

[0032] [Fig.5A] La [Fig.5A] montre une vue schématique du système de commande dans une configuration dans laquelle le boîtier de commande est ramenée au niveau de l'extrémité inférieure du mât et l'aile est pliée avec les suspentes et les lignes de commande enroulées autour du boîtier.

Fig. 5B

[0033] [Fig.5B] La [Fig.5B] montre une vue schématique du système de commande dans une configuration dans laquelle le boîtier de commande est positionné au niveau de l'extrémité inférieure du mât et les suspentes et les lignes de commande ont été déroulées au moyen du dispositif d'entraînement en rotation de sorte que l'aile pliée est située au niveau de l'extrémité supérieure de l'aile.

Fig. 5C

[0034] [Fig.5C] La [Fig.5C] montre une vue schématique du système de commande dans une configuration dans laquelle le boîtier de commande est positionné au niveau de l'extrémité inférieure du mât et l'aile située au niveau de l'extrémité supérieure de l'aile est dépliée.

Fig. 6A

[0035] [Fig.6A] La [Fig.6A] montre une vue schématique de face de l'aile dépliée munie d'une ligne de pliage.

Fig. 6B

[0036] [Fig.6B] La [Fig.6B] montre une vue schématique de dessus de l'aile dépliée des figures 5C et 6A.

Fig. 7A

[0037] [Fig.7A] La [Fig.7A] montre une vue schématique en perspective d'un système de blocage dans une configuration de blocage dans laquelle la pièce mobile est engagée dans la pièce fixe pour bloquer une portion de la ligne de rapatriement avant le point de fixation entre son extrémité supérieure et le milieu de la ligne de pliage.

Fig. 7B

[0038] [Fig.7B] La [Fig.7B] montre une vue schématique en coupe de profil du système de blocage de la [Fig.7A].

Fig. 8

[0039] [Fig.8] La [Fig.8] montre une vue schématique des différents groupes de capteurs du système de commande automatique selon un mode de réalisation.

Fig. 9

[0040] [Fig.9] La [Fig.9] montre une vue schématique fonctionnelle du système de commande.

Description des modes de réalisation

[0041] En référence à la [Fig.1], un système de commande automatique d'une aile 1 selon un mode de réalisation de l'invention est décrit ci-dessous.

[0042] Le système de commande 1 est installé par exemple sur le pont d'un bateau 100 pour fournir une traction éolienne au bateau.

[0043] Le système 1 comprend une aile 2, un mât 3 ayant une extrémité inférieure 32 fixée sur une base 14 solidaire au bateau 100, un câble de traction 6 ayant une extrémité reliée à un boîtier de commande automatique du vol de l'aile 5 et une autre extrémité reliée à un treuil 13 solidaire au bateau, une suspente gauche 7G et une suspente droite 7D ayant chacune une extrémité reliée aux extrémités du bord d'attaque de l'aile et une autre extrémité reliée au boîtier de commande automatique du vol de l'aile 5 qui est donc positionné en dessous de l'aile, une ligne de commande gauche 8G et une ligne de commande droite 8D ayant chacune une extrémité reliée aux extrémités du bord de fuite de l'aile via une ou plusieurs suspentes et une autre extrémité reliée au boîtier de commande 5, une ligne de rapatriement 4 de l'aile pour ramener l'aile contre le mât 3.

[0044] L'aile 2 est représentée selon une vue en perspective sur la [Fig.1], s'étendant longitudinalement selon un axe X, latéralement selon un axe Y et verticalement selon un axe Z, de manière à former un repère orthogonal (X, Y, Z). Dans la suite de la description, le terme « supérieur » et le terme « inférieur » sont définis par rapport à l'axe Z orienté du bas vers le haut. Les termes « gauche » et « droite » sont utilisés pour un observateur placé devant l'aile et dos au vent dont le sens est représenté par une flèche

V sur la [Fig.1].

[0045] L'aile 2 est formée de plusieurs parties de tissus assemblés ensemble pour former une voilure présentant un profil aérodynamique pour obtenir une portance adaptée lorsque l'aile est déployée dans un flux d'air. Elle comprend une paroi supérieure, également désignée « extrados », et une paroi inférieure, également désignée « intrados », cousues ensemble à leurs extrémités de manière à ménager un espace à l'intérieur de la voilure, définissant un volume intérieur. La paroi supérieure et la paroi inférieur sont également reliées par une pluralité de parois internes transversales formant des cloisons de séparation, qui délimitent une pluralité de caissons internes. L'extrémité avant de la voilure définit un bord d'attaque 21, premier bord à entrer en contact avec un flux d'air lorsque l'aile est déployée, et l'extrémité arrière définit un bord de fuite 22.

[0046] Le mât 3 s'étend verticalement depuis la base 14 qui est fixée rigidement au pont du bateau. Le mât 3 a pour fonction d'aider le décollage et l'atterrissage de l'aile. La hauteur du mât est adaptée en fonction de la taille de l'aile. Dans un mode de réalisation de l'invention, le mât 3 peut être un mât télescopique, permettant de régler la hauteur du mât en fonction de la taille de l'aile 2.

[0047] La ligne de rapatriement 4 comporte une extrémité inférieure reliée à un treuil 12 situé à proximité de l'extrémité inférieure du mât 3 et de l'autre treuil 13, et elle longe le long du mât depuis son extrémité inférieure 32 jusqu'à l'extrémité supérieure 31 du mât en passant par un système de blocage formée de deux pièces 201, 202 fixées respectivement à l'extrémité supérieure du mât et au bord d'attaque 21 de l'aile, et elle s'étend jusqu'au bord d'attaque 21 de l'aile auquel son extrémité supérieure 4A est accrochée.

[0048] Selon un mode de réalisation, cette extrémité supérieure 4A de la ligne 4 est fixée au milieu d'une ligne de pliage 24 de l'aile, représentée sur les figures 6A, 6B, s'étendant le long du bord d'attaque 21 de l'aile.

[0049] Selon un mode de réalisation, le treuil 12 auquel est raccordée la ligne de rapatriement 4 est couplé à un moteur qui est couplé à un contrôleur de moteurs 95, représenté sur la [Fig.9], pour commander l'enroulement de la ligne de rapatriement 4 pour ramener l'aile contre le mât 3 et le déroulement de la ligne de rapatriement 4 pour la phase de décollage.

[0050] Sur la [Fig.1], l'aile 2 est représentée en étant reliée au boîtier de commande 5 via deux suspentes 7G, 7D. Selon un autre mode de réalisation, l'aile 2 peut être également reliée au boîtier de commande 5 via une pluralité de suspentes qui se rejoignent en un nombre de plus en plus réduit de suspentes lorsqu'elles sont de plus en plus proches du boîtier de commande après une succession d'étapes de jonction entre suspentes. La dernière étape de jonction génère deux suspentes attachées au boîtier de commande.

[0051] Selon un exemple de réalisation, la suspente droite 7D comporte une extrémité su-

périeure fixée à l'extrémité droite du bord d'attaque de l'aile et une extrémité inférieure fixée au boîtier de commande 5. La suspente gauche 7G comporte une extrémité supérieure fixée à l'extrémité gauche du bord d'attaque de l'aile et une extrémité inférieure fixée au boîtier de commande 5.

[0052] Selon un autre exemple de réalisation, le système de commande 1 comprend une pluralité de suspentes et les points d'attache des suspentes sont réparti le long de l'aile dans le sens de la largeur de l'aile. Le nombre de suspentes et la répartition des suspentes ne sont donc pas limités à l'exemple de réalisation de la [Fig.1].

[0053] Sur la [Fig.1], le câble de traction 6 se présente sous la forme Y dont les deux sous-branches 71G, 71D ont chacune une extrémité reliée au boîtier de commande 5 et une autre extrémité qui se rejoignent. L'autre extrémité du câble de traction 6 est rattachée au second treuil 13 fixé au voisinage de l'extrémité inférieure du mât 3.

[0054] Le second treuil 13 est connecté à un second moteur de treuil qui est couplé au contrôleur de moteurs 95, représenté sur la [Fig.9], pour commander l'enroulement du câble de traction 6 pour atterrir l'aile lors de la phase de l'atterrissage et le déroulement du câble de traction pour décoller l'aile afin d'envoyer l'aile en hauteur, par exemple à une vingtaine de mètres du bateau.

[0055] En référence aux figures 2A, 2B, et aux figures 3A, 3B, le boîtier de commande 5 et son fonctionnement sont décrits ci-dessous.

[0056] Le boîtier de commande 5 est configuré pour commander le déplacement des deux lignes de commande 8G, 8D.

[0057] Le boîtier présente une forme sensiblement allongée et comprend un axe longitudinal principal de symétrie BB'.

[0058] Le boîtier de commande 5 comprend deux points de fixation supérieurs fixes droite 73D et gauche 73G auxquels sont fixées respectivement les extrémités des deux suspentes droite 7D et gauche 7G, deux points de fixation inférieurs fixes droite 74D et gauche 74G auxquels sont fixées respectivement les extrémités des deux sous branches droite 71D et gauche 71G du câble de traction 6. Ainsi, le boîtier de commande 5 est positionné sous l'aile et porté par les suspentes et le câble de traction, permettant de procurer au boîtier de commande une stabilité pendant le vol.

[0059] Selon la forme de réalisation représentée sur la [Fig.2A], la ligne de commande droite 8D a une extrémité 81D fixée à une extrémité droite sur le bord de fuite de l'aile et une autre extrémité enroulée autour d'une première poulie trim entraînée par un moteur trim 65 positionné à l'intérieur du boîtier de commande 5. La ligne de commande gauche 8G a une extrémité 81G fixée à une extrémité gauche sur le bord de fuite de l'aile et une autre extrémité enroulée autour d'une seconde poulie trim entraînée par le même moteur trim 65. Ainsi, l'action d'enroulement et de déroulement des deux lignes de commande 8D, 8G est entraîné par un seul moteur 65, dit moteur

trim.

[0060] Comme visible sur les figures 2A et 2B, un tronçon de chacune des deux lignes de commande 8G, 8D situées à l'intérieur du boîtier de commande 5 est guidé par un ensemble d'organes de renvoi, tels que des poulies de renvoi jusqu'à la poulie trim entraînée par le moteur trim 65.

[0061] Le tronçon de la ligne de commande droite 8D est guidé jusqu'à la poulie entraînée par le moteur trim 65 par une première poulie droite 61D, une deuxième poulie droite 62D et une poulie commune 60. De même, le tronçon de la ligne de de commande gauche 8G est guidé jusqu'à la poulie entraînée par le moteur trim 65 par une première poulie gauche 61G, une deuxième poulie gauche 62G et la poulie commune 60.

[0062] Pour ajuster l'angle d'incidence de l'aile qui correspond à une rotation dans le plan YZ, le moteur trim est configuré pour commander la rotation des poulies trim afin d'exercer simultanément une action d'enroulement ou de déroulement des deux lignes de commande 8G, 8D pour varier de manière symétrique la longueur des deux lignes de commande 8D, 8G.

[0063] Sur la [Fig.2A], la longueur des deux lignes de commande 8G, 8D correspond à la distance entre les points de fixation fixes 81D, 81G des extrémités des deux lignes de commande sur les extrémités du bord d'attaque de l'aile et l'autre extrémité des deux lignes de commande portée par la poulie trim entraînée par le moteur trim 65.

[0064] La [Fig.2A] représente la situation dans laquelle le moteur trim 65 entraîne un enroulement des deux lignes de commande 8G, 8D sur la poulie trim, entraînant ainsi une diminution de la longueur des deux lignes de commande. Les deux lignes de commande exercent donc une action sur l'aile en tirant sur les extrémités de l'aile. Les flèches représentent le sens de déplacement des deux lignes de commande en direction de la poulie trim.

[0065] La [Fig.2B] représente la situation opposée dans laquelle le moteur trim 65 entraîne un déroulement des deux lignes de commande 8G, 8D sur la poulie, entraînant ainsi une augmentation de la longueur des deux lignes de commande. Les deux lignes de commande exercent donc une action de relâchement sur l'aile. Les flèches représentent le sens de déplacement des deux lignes de commande en direction de l'aile.

[0066] Pour régler le roulis de la voilure qui correspond à une rotation dans le plan XZ, il convient de varier de manière asymétrique la longueur de la ligne de commande gauche et celle de la ligne de commande droite, comme l'illustrent les figures 3A, 3B.

[0067] Pour cela, le boîtier de commande 5 comprend en outre un autre moteur dit moteur de commande 64 configuré pour commander un déplacement en translation de deux éléments de fixation mobiles 66G, 66D à l'aide d'une ligne de courroie 67. Les deux éléments de fixation mobiles étant solidaires à la ligne de courroie, le déplacement de la ligne de courroie entraîne de manière simultanée le déplacement des deux éléments

de fixation mobile 66G, 66D en direction du côté gauche ou du côté droit du boîtier de commande. Les deux éléments de fixation 66G, 66D comprennent chacun un orifice de passage pour les lignes de commande avant de s'engager chacune dans la deuxième poulie 62G, 62D.

[0068] L'élément de fixation mobile droite 66D est agencé entre la première poulie droite 61D et la deuxième poulie droite 62D de manière à pouvoir tirer sur la ligne de commande droite lorsque l'élément de fixation mobile 66D est déplacé en direction du côté gauche du boîtier. L'élément de fixation mobile gauche 66G est agencé entre la première poulie gauche 61G et la deuxième poulie gauche 62G de manière à pouvoir tirer sur la ligne de commande gauche lorsque l'élément de fixation mobile gauche 66G est déplacé en direction du côté droite du boîtier. Ainsi selon le sens de déplacement de la ligne de courroie 67, un déplacement des deux éléments de fixation mobiles en direction du côté gauche du boîtier entraîne une augmentation de la ligne de commande gauche 8G et une diminution de la ligne de commande droite 8D, un déplacement des deux éléments de fixation mobiles en direction du côté droite du boîtier entraîne une augmentation de la ligne de commande droite 8D et une diminution de la ligne de commande gauche 8G.

[0069] Sur l'exemple de réalisation illustré sur les figures 2 et 3, les éléments de fixation mobiles peuvent être des œillets pour le passage des lignes de commande.

[0070] En référence à la [Fig.3A], le moteur de commande 64 est activé de manière à déplacer l'œillet gauche 66G et l'œillet droit 66D en direction du côté droite du boîtier de commande, entraînant une diminution de la longueur de la ligne de commande gauche 8G et une augmentation de la ligne de commande droite 8D. Le sens du déplacement des deux lignes de commande 8G et 8D est représenté par les flèches. En d'autres termes, la distance entre le point de fixation 81G correspondant à la fixation de l'extrémité de la ligne de commande gauche sur l'extrémité gauche du bord de fuite de l'aile et le point de référence porté par la première poulie gauche 61G est diminuée tandis que la distance entre le point de fixation 81D correspondant à la fixation de l'extrémité de la ligne de commande droite du bord de fuite de l'aile et le point de référence fixe porté par la première poulie droite 61D est augmentée.

[0071] En référence à la [Fig.3B], le moteur de commande 64 est activé de manière à déplacer l'œillet gauche 66G et l'œillet droit 66D en direction du côté gauche du boîtier, entraînant une augmentation de la longueur de la ligne de commande gauche 8G et une diminution de la ligne de commande droite 8D. Le sens du déplacement des deux lignes de commande 8G et 8D est représenté par les flèches. En d'autres termes, la distance entre le point de fixation 81G correspondant à la fixation de l'extrémité de la ligne de commande gauche sur l'extrémité gauche du bord de fuite de l'aile et le point de référence porté par la première poulie gauche 61G est augmentée tandis que la

distance entre le point de fixation 81D correspondant à la fixation de l'extrémité de la ligne de commande droite sur l'extrémité droite du bord de fuite de l'aile et le point de référence fixe porté par la première poulie droite 61D est diminuée.

[0072] Ainsi, en faisant varier alternativement la distance entre le point 61G et le point d'attache fixe supérieur 81G de la ligne de commande gauche et la distance entre l'autre point 61D et le point d'attache supérieur 81D de la ligne de commande droite, la forme géométrique de l'aile peut être modifiée, permettant ainsi de changer la direction de vol de l'aile.

[0073] Dans l'exemple de réalisation présenté sur les figures 2 et 3, le boîtier de commande comprend avantageusement un système de blocage des lignes de commande 63 pour réduire les efforts du moteur de trim 65. Le moyen de blocage 63 est configuré pour permettre une première configuration de blocage dans laquelle le moyen de blocage exerce une contrainte sur une portion des lignes de commande 8G, 8D lorsque le moteur trim est inactif, et une seconde configuration passante dans laquelle il n'exerce pas de contrainte sur les lignes de commande 8G, 8D pour permettre l'enroulement et le déroulement des lignes de commande par le moteur trim 65.

[0074] Selon un mode de réalisation particulièrement avantageux, le système de commande comprend un dispositif d'entraînement en rotation 40 situé au niveau de l'extrémité inférieure du mât 3 configuré pour mettre en rotation le boîtier de commande 5 autour de son axe de rotation longitudinal BB', et générer ainsi une action d'enroulement et de déroulement des suspentes et des lignes de commande sur le boîtier de commande 5. Ainsi, le boîtier de commande 5 est également configuré pour assurer la fonction d'enrouleur des suspentes et des lignes de commande afin de faciliter la phase de rangement de l'aile après son atterrissage et pour la phase de décollage.

[0075] En référence à la [Fig.4], le dispositif d'entraînement en rotation 40 comprend un moteur 41 couplé à un arbre 42 d'axe de rotation AA' agencé parallèlement à l'axe principal BB' du boîtier de commande 5. L'arbre de 42 est porté par un support de fixation 44 qui est fixé rigidement à la base 14. Les extrémités de l'arbre d'entraînement 42 sont munies chacune d'un élément d'engrenage 43G, 43D et les extrémités du boîtier 5 sont munies chacune d'un élément d'engrenage 52G, 52D correspondant. Lorsque l'aile est ramenée près du mât, l'arbre 42 d'axe de rotation AA' est agencé parallèlement à l'axe principal BB' du boîtier de commande 5. L'arbre moteur 42 est couplé aux extrémités du boîtier par les éléments d'engrenage de sorte que la rotation de l'arbre moteur entraîne la rotation du boîtier autour de son axe principal BB', entraînant un roulement ou un déroulement des suspentes et des lignes de commande.

[0076] Les éléments d'engrenage du boîtier coopèrent avec les deux éléments d'engrenage de l'arbre pour l'entraînement en rotation du boîtier. Les deux éléments d'engrenage

gauche et droite fixés sur l'arbre de rotation sont ainsi espacés d'une distance sensiblement égale à la longueur du boîtier de commande.

[0077] Le dispositif d'entraînement en rotation 40 est activé par exemple par un signal de commande généré par le contrôleur de moteurs 95 lorsque les éléments d'engrenage 52G, 52D sont couplés avec les éléments d'engrenage 43G, 43D.

[0078] Le couplage des éléments est avantageusement guidé par le câble de traction 6 lors du retour de l'aile.

[0079] En référence à la [Fig.5A], l'aile 2 est dans une configuration dans laquelle elle est pliée avec le boîtier de commande 5 proche de la base du mât 3 et couplé au dispositif d'entraînement en rotation 40. Les suspenses 7G, 7D et les lignes de commande 8G, 8D sont enroulées autour du boîtier de commande 5.

[0080] En référence à la [Fig.5B], les suspenses et les lignes de commande sont déroulées autour du boîtier de commande 5 grâce au dispositif d'entraînement en rotation 40. L'aile est dans une position pliée, située au même niveau que l'extrémité supérieure du mât. Les longueurs des suspentes et celles des lignes de commande sont conçues pour être sous tension pendant la phase de dépliage et de dépliage de l'aile de manière à assurer un gonflage de l'aile contrôlé.

[0081] En référence à la [Fig.5C], l'aile est dans une position dépliée, prête pour être décollée en faisant dérouler le câble de traction 6 et en découplant les éléments d'engrenage.

[0082] Selon un mode de réalisation de l'invention particulièrement avantageux, le système de commande automatique 1 comprend également une ligne de pliage 24 configurée pour permettre un pliage de l'aile en accordéon sur son caisson central 25.

[0083] En référence aux figures 6A et 6B, la ligne de pliage 24 est incorporée au niveau du bord d'attaque de l'aile, ayant une extrémité gauche fixée à l'extrémité gauche du bord d'attaque de l'aile 2 et une extrémité droite fixée à l'extrémité droite du bord d'attaque de l'aile. Le milieu de la ligne de pliage 24 est fixée à l'extrémité supérieure 4A de la ligne de rapatriement 4 opposée à l'extrémité inférieure de la ligne de rapatriement portée par le treuil 12. La ligne de pliage 24 s'étend le long du bord d'attaque et est fixée sur les caissons 26 de l'aile qui sont représentés par des traits sur la [Fig.6B]. Le pliage de l'aile 2 est assuré en tirant sur le milieu de la ligne de pliage 24 par l'intermédiaire de la ligne de rapatriement 4, en faisant sortir la ligne de pliage 24 au niveau du caisson central, produisant un effet de pliage en accordéon.

[0084] Le pliage de l'aile 2 est ainsi réalisé en tirant sur la ligne de rapatriement 4 qui tire à son tour sur la ligne de pliage 24. Cependant, lors de la phase du décollage et de l'atterrissage de l'aile, comme indiqué ci-dessus, le treuil 12 auquel est raccordé la ligne de rapatriement 4 est activé pour commander l'enroulement de la ligne de rapatriement 4 pour ramener l'aile contre le mât 3 et le déroulement de la ligne de rapa-

triement 4 pour la phase de décollage. Le fait de tirer sur la ligne de rapatriement 4 peut exercer une tension sur la ligne de pliage 24, et de ce fait peut perturber la stabilité de l'aile.

[0085] Afin de maintenir la stabilité de l'aile pendant la phase du décollage et de l'atterrissage, le système de commande de la présente invention comprend un système de blocage 200 qui est configurée pour bloquer ou débloquer automatiquement une portion de la ligne de rapatriement 4 avant la fixation de son extrémité supérieure 4A au milieu de la ligne de pliage 24 en fonction de la configuration d'utilisation dans laquelle se trouve le système.

[0086] Le système de blocage 200 est configuré pour permettre deux configurations d'utilisation :

- une première configuration pour bloquer une portion de la ligne de rapatriement 4 avant sa liaison avec la ligne de pliage de sorte que l'enroulement ou déroulement de la ligne 4 n'entraîne pas une mise en tension de la ligne de pliage 24 ;
- une seconde configuration pour permettre le déplacement de la portion de la ligne de rapatriement 4 de sorte que l'enroulement ou déroulement de la ligne de rapatriement 4 entraîne respectivement une mise en tension de la ligne de pliage 24 ou une libération de la ligne de pliage 24.

[0087] En d'autres termes, le système de blocage est configuré pour réaliser les fonctions suivantes :

- lorsque l'aile est accouplée contre le mât, la portion de la ligne de rapatriement 4 n'est plus bloquée par le système de blocage et le fait de tirer sur la ligne de pliage 24 via la ligne de rapatriement 4 permet de replier l'aile sur son caisson central.
- lorsque l'aile est dans une position pour être déployée, la portion de la ligne de rapatriement n'est plus bloquée et le fait de dérouler la ligne de rapatriement 4 permet de libérer la ligne de pliage 24 pour déployer l'aile.
- lorsque l'aile est dans une phase du décollage ou de l'atterrissage, la portion de la ligne de rapatriement 4 est bloquée et l'action sur la ligne de rapatriement 4 n'entraîne pas une mise en tension de la ligne de pliage 24 qui pourrait entraîner un pliage de l'aile sur son caisson central.

[0088] En référence aux figures 7A et 7B, un système de blocage 200 selon un mode de réalisation est décrit ci-dessous.

[0089] Le système de blocage 200 comprend une pièce fixe 201 solidarisée à l'extrémité supérieure du mât 3 et une pièce mobile 202 fixée sur le bord d'attaque de l'aile, au niveau du caisson central de l'aile.

[0090] La pièce fixe 201 comprend un corps fixe creux 209 et une butée 204 située à une distance déterminée par rapport au corps fixe creux 209. Le corps fixe creux comprend un logement interne de forme tubulaire ou sensiblement tubulaire. La butée est fixée au

corps fixe creux 209 par des tiges de fixations 212, 213, 215 à une distance déterminée. Le corps fixe creux 209 comporte un axe longitudinal de déplacement perpendiculaire à l'axe Z du mât.

[0091] La pièce mobile 202 comprend un corps mobile creux 210 comportant un logement interne de forme tubulaire ou sensiblement tubulaire et un tube creux 206. Le corps mobile creux 210 comporte une première partie ayant un diamètre externe sensiblement égal au diamètre interne du logement interne du corps fixe creux 209 et une seconde partie ayant un diamètre externe supérieur au diamètre interne du logement interne du corps fixe creux 209. Le tube creux est reçu dans le logement interne du corps creux, ayant une extrémité 206B reçue dans le corps mobile creux et l'autre extrémité 206A qui s'étend en saillie par rapport au corps mobile creux. L'extrémité du tube 206B reçue dans le corps creux est en appui contre un ressort 207 qui est reçu sur un support de forme tubulaire 216. Un élément de blocage longitudinal 205 compressible est reçu dans le tube creux 206 et le corps creux en s'étendant entre l'extrémité 206A en saillie du tube et l'extrémité opposée du corps mobile creux. L'élément de blocage 205 comporte une lumière qui s'étend sur toute la longueur de l'élément de blocage pour permettre le passage d'une portion de la ligne de rapatriement 4 avant d'être raccordée à la ligne de pliage 24, comme l'illustre la [Fig.7B]. La butée de la pièce fixe comprend également un orifice pour le passage de la ligne 4. L'élément de blocage 205 est configuré de sorte que dans un état de blocage dans lequel il n'est pas comprimé, il exerce une contrainte sur la portion de la ligne de rapatriement 4 pour la bloquer en position de sorte que l'action de tirer sur la ligne 4 ne puisse pas déplacer la portion de la ligne 4 bloquée. Lorsque l'élément de blocage 205 est comprimé, il relâche ses efforts de contrainte et libère la portion de la ligne 4 de sorte que l'action de tirer sur la ligne 4 entraîne une mise en tension de la ligne de pliage 24, et un pliage de l'aile.

[0092] Le logement interne du corps fixe creux 209 est configuré pour recevoir la première partie du corps creux de la pièce mobile, en autorisant un déplacement en translation de la pièce mobile 202 selon l'axe longitudinal par rapport à la pièce fixe 201 en direction de la butée 204 ou en s'éloignant de la butée 204.

[0093] Les deux pièces sont agencées de sorte que lorsque l'aile est ramenée contre le mât, l'extrémité du tube en saillie est orientée vers l'entrée de logement de réception de l'embase. Lorsque l'aile est ramenée contre le mât, la première partie du corps creux est engagée et déplacée dans le logement interne du corps fixe creux jusqu'à ce que l'extrémité 206A du tube vienne en appui contre une surface d'appui de la butée 204 afin de venir comprimer l'élément de blocage 205 pour libérer la portion de la ligne 4. Ainsi, le système de blocage 200 peut être mis dans une configuration d'utilisation de non-blocage uniquement lorsque la pièce mobile 202 est emboîtée dans la pièce fixe

201.

[0094] Le système de blocage 200 fonctionne de la manière suivante.

[0095] Lors de la phase d'atterrissage, l'aile est dans une configuration dépliée et est ramenée en direction du mât en actionnant le treuil 13 du câble de traction 6 et le treuil 12 de la ligne de rapatriement 4, jusqu'à ce que le boîtier de commande 5 soit couplé au dispositif d'entraînement en rotation 40, comme représenté sur la [Fig.5C]. Les deux pièces 201, 202 du système de blocage sont désaccouplées, c'est-à-dire la première partie du corps creux 210 n'est pas reçue dans le logement interne du corps fixe creux 209, l'élément de blocage 205 n'est pas en appui contre la butée 204 et est dans un état de repos, en exerçant une contrainte sur la portion de la ligne 4 reçue dans la lumière de l'élément de blocage 205. La ligne de pliage 24 est découplée de la ligne 4. Il est donc possible de tirer sur la ligne 4 pour ramener l'aile contre le mât, sans affecter la ligne de pliage 24, et d'assurer la stabilité de l'aile dans sa configuration dépliée. En fin d'approche de l'aile, le fait de continuer à tirer sur la ligne 4 permet de guider la pièce mobile 202 pour que la première partie du corps creux 210 soit engagée dans le logement interne du corps fixe creux 209, comme représenté sur la [Fig.7B].

[0096] Lorsque les deux pièces sont accouplées, c'est-à-dire la première partie du corps creux 210 est reçue dans le logement interne du corps creux 209, le fait de continuer à tirer sur la ligne 4 permet d'amener l'extrémité en saille du tube 206A en appui contre une surface d'appui de la butée 204, jusqu'à ce que l'élément de blocage 205 soit dans un état comprimé L'élément de blocage 205 n'exerce alors plus de contrainte sur la ligne 4 et la portion de la ligne 4 dans la lumière est libre pour être déplacée. La ligne de pliage 24 est couplée à la ligne 4. Le fait de tirer sur la ligne 4 permet de mettre en tension la ligne de pliage 24 et de plier l'aile 2. Comme indiqué ci-dessous, la position d'accouplement entre les deux pièces est bloquée par un dispositif de verrouillage 208 de manière à maintenir le système de blocage dans une position passante.

[0097] Lorsque l'aile est pliée, en haut du mât, comme le représente la [Fig.5B], le dispositif de verrouillage 208 est désactivé et la première partie du corps creux est de nouveau désengagée du logement interne du corps fixe creux de sorte que l'élément de blocage 205 soit de nouveau dans une position pour bloquer la portion de la ligne 4 reçue dans l'élément de blocage. Le système de blocage est de nouveau dans une position de blocage de la portion de la ligne 4. La ligne de pliage 24 est découplée de la ligne 4. L'aile 2 est ensuite ramenée vers l'extrémité inférieure du mât en enroulant les suspentes et les lignes de commande autour du boîtier de commande 5, comme le représente la [Fig.5A].

[0098] Lors de la phase de décollage, l'aile 2 qui est initialement dans une configuration pliée et située au niveau de la base du mât 3 est ramenée en haut du mât, en déroulant les suspentes et les lignes de commandes autour du boîtier de commande 5.

[0099] La ligne 4 est tirée de manière à engager la première partie du corps creux de la pièce mobile 202 dans le logement interne du corps fixe creux. L'extrémité du tube 206A est amenée en appui contre une surface d'appui de la butée 204, jusqu'à ce que l'élément de blocage 205 soit dans un état comprimé. L'élément de blocage 205 n'exerçant plus de contrainte sur la ligne 4, la portion de la ligne 4 est libre pour être déplacée dans la lumière de l'élément de blocage. Il est donc possible de dérouler la ligne 4 pour libérer la ligne de pliage 24 et déplier l'aile 2.

[0100] Lorsque l'aile est dépliée, en haut du mât, comme le représente la [Fig.5C], le dispositif de verrouillage 208 est désactivé et la première partie du corps creux 210 est de nouveau désengagée de la pièce fixe 201 de sorte que l'élément de blocage 205 soit de nouveau dans une position de blocage pour bloquer la portion de la ligne 4 reçue dans la lumière.

[0101] Pour initier le décollage de l'aile, le boîtier de commande 5 est découplé du dispositif d'entraînement en rotation 40. Le second treuil 13 est activé pour dérouler le câble de traction 6 pour faire décoller l'aile 2. De même, le premier treuil 12 est activé pour dérouler la ligne 4.

[0102] Selon un mode de réalisation, le système de blocage comprend un dispositif de verrouillage 208 qui est apte à verrouiller la position d'accouplement entre les deux pièces en bloquant la première partie du corps mobile creux 210 dans le logement interne du corps fixe creux 209. Le dispositif de verrouillage 208 comprend deux leviers 208G, 208D disposés de part et d'autre du corps fixe creux 209. Chacun des deux leviers comprend un ergot destiné à être reçu dans un logement correspondant 211 réalisé sur la surface externe de la première partie du corps creux pour bloquer la position d'accouplement entre la pièce fixe et la pièce mobile.

[0103] Pendant la phase du décollage, le dispositif de verrouillage est dans une configuration d'utilisation dans laquelle la première partie du corps creux est bloquée dans le logement interne du corps fixe creux de sorte que l'aile est accouplée sur le mât. Dans le cas où le mât est par exemple télescopique, l'aile peut rester ainsi accouplée à l'extrémité du mât durant l'extension du mât jusqu'à ce que le mât ait atteint la hauteur requise. Lorsque la phase d'extension du mât est terminée, la ligne 4 est déroulée pour déplier la ligne de pliage pour déplier l'aile.

[0104] Lorsque l'aile est dépliée et les suspentes sont entièrement tendues, les deux leviers 208G, 208D sont activés pour libérer la pièce mobile 202 afin de larguer l'aile 2. La ligne 4 et le câble de traction 6 sont déroulés pour faire prendre de l'altitude à l'aile.

[0105] Pendant la phase d'atterrissage, la ligne 4 et le câble de traction 6 sont enroulées pour ramener l'aile à proximité du mat. La ligne 4 est enroulée jusqu'à l'accouplement de l'aile sur le mât. La pièce mobile est bloquée automatiquement dans la pièce fixe grâce aux ergots qui rentrent automatiquement dans les logements correspondant 211

présente sur la paroi externe du corps 210 pour bloquer la position de la première partie du corps creux dans le logement interne du corps fixe creux. La ligne 4 est ensuite enroulée pour replier l'aile sur son caisson central en tirant sur la ligne de pliage 24. Dans le cas où le mât est télescopique, il descend avec l'aile.

[0106] Selon un mode de réalisation particulièrement avantageux, le système de commande de la présente invention permet de déclencher de manière automatique l'atterrissage et le décollage de l'aile, le pliage de l'aile, et le contrôle de l'aile pendant son vol tout au long du trajet. Le système de la présente invention permet ainsi de limiter des interventions manuelles, et réduire ainsi les risques pour l'équipage du bateau en cas de mauvaises conditions météorologiques.

[0107] Le pilotage automatique de l'aile est possible à partir des informations collectées par des capteurs installés sur le système.

[0108] En référence à la [Fig.8], un agencement des différents types de capteurs est représenté. Le système de commande comprend un premier groupe de capteurs 101 positionnés sur l'aile 2 et configurés pour obtenir des informations relatives à la position et à l'orientation de l'aile, un deuxième groupe de capteurs 102 situés dans le boîtier de commande et configurés pour obtenir des informations relatives à la position et l'orientation du boîtier 5, un troisième groupe de capteurs 103 situés au niveau de l'extrémité inférieure du mât et configurés pour obtenir des informations relatives au positionnement du véhicule, un quatrième groupe de capteurs 104 situés sur l'extrémité supérieure du mât et configurés pour obtenir des informations relatives à la vitesse et la direction du flux d'air.

[0109] Selon un exemple de réalisation, le système de commande comprend également une caméra 105 positionnée au niveau de l'extrémité inférieure du mât 3 pour détecter le positionnement de l'aile.

[0110] La [Fig.9] illustre plus en détail l'architecture de chaque groupe de capteurs. Le premier groupe de capteurs 101 comprend un GPS (GPS1), un capteur d'unité de mesure inertielle (IMU1), un baromètre (BAROM1) et un capteur de pression (PITOT1), le deuxième groupe de capteurs 102 comprend un GPS (GPS2), un capteur d'unité de mesure inertielle (IMU2), un baromètre (BAROM2). Le troisième groupe de capteurs 103 comprend un GPS (GPS3), un capteur d'unité de mesure inertielle (IMU3), un baromètre (BAROM3), le quatrième groupe de capteurs 104 comprend un GPS (GPS4), un capteur d'unité de mesure inertielle (IMU4), un baromètre (BAROM4) et un capteur de pression (PITOT4).

[0111] Le système de commande comprend en outre une unité de pilotage automatique de l'aile 90, et une unité de commande 94 de rapatriement, d'atterrissage et de décollage de l'aile.

[0112] Le première groupe de capteurs et le deuxième groupe de capteurs comprennent en

outre chacune une interface de communication 97 (INTERFACE COMMUNICATION 1), 98 (INTERFACE COMMUNICATION 4) permettant de transmettre les informations vers l'unité de pilotage 90 et l'unité de commande 94.

[0113] L'unité de pilotage automatique de l'aile 90 est configurée pour traiter les informations transmises par les différents capteurs pour générer des signaux représentatifs d'une action agissant sur les lignes de commande de manière à pouvoir ajuster la direction du vol de l'aile tout au long du trajet en fonction de la direction du vent, de l'intensité du vent, du comportement et la position de l'aile, de la position du bateau.

[0114] L'unité de commande automatique de rapatriement, d'atterrissage et de décollage de l'aile 94 est configurée pour traiter les informations transmises par les différents capteurs pour générer des signaux représentatifs d'une action agissant sur la ligne de rapatriement 4 et le câble de traction 6.

[0115] L'unité de pilotage de l'aile 90 est logée dans le boîtier de commande 5 et est configurée pour commander le moteur trim et le moteur de commande pouvoir varier de manière symétrique ou asymétrique les lignes de commande. L'unité de contrôle 90 comprend un contrôleur de moteurs 92 (CONTROL MOTEUR2), une batterie de secours 93 et une interface de communication 91 (INTERFACE COMMUNICATION 2). Sur l'exemple de la [Fig.9], l'unité de contrôle 90 et le groupe de capteurs 102 sont logés dans le boîtier de commande 5.

[0116] Le contrôleur de moteurs 92 est configuré pour générer un signal représentatif d'une action agissant sur les lignes de commande à partir des informations transmises par les capteurs des différents groupes et pour commander le moteur trim 65 et le moteur de commande 64 pour varier la longueur des lignes de commande. Le signal généré par le contrôleur de moteurs 92 peut représenter par exemple une action de déroulement ou d'enroulement des deux lignes de commande 8G, 8D de manière symétrique par le moteur trim 65. Le signal généré par le contrôleur de moteur 92 peut également représenter par exemple un déplacement des éléments de fixation mobiles 66D, 66G vers le côté droit ou le côté gauche du boîtier par le moteur de commande 64.

[0117] Selon l'exemple de réalisation illustré sur la [Fig.9], l'unité de commande automatique de rapatriement, d'atterrissage et de décollage de l'aile 94 comprend une batterie principale 99 (BATTERIE2), un contrôleur de moteurs 95 configuré pour commander les deux moteurs des deux treuils 12, 13 situés au niveau de l'extrémité inférieure du mât et le moteur 41 du dispositif d'entraînement en rotation 40, et une interface de communication 96 (INTERFACE COMMUNICATION 3).

[0118] Selon un mode de réalisation, l'unité de commande 94 et le groupe de capteurs 103 sont logés dans un boîtier étanche 106 comme le représente la [Fig.9].

[0119] Selon un mode de réalisation, le contrôleur de moteurs 95 est connecté au moteur 41 du dispositif d'entraînement en rotation 40 pour commander l'enroulement ou le dé-

roulement des suspentes et des lignes de commande autour du boîtier. Selon un exemple de réalisation, lorsque le boîtier de commande 5 est couplé au dispositif d'entraînement en rotation 40 qui est situé au niveau de l'extrémité inférieure du mât, le contrôleur de moteurs 95 est configuré pour générer un signal d'activation pour commander la mise en rotation du boîtier de commande 5, générant ainsi une action d'enroulement des suspentes et des lignes de commande pour descendre l'aile vers l'extrémité inférieure du mât, ce qui correspond à la configuration de la [Fig.5A], ou une action de déroulement des suspentes et des lignes de commande pour monter l'aile vers l'extrémité supérieure du mât, ce qui correspond à la configuration de la [Fig.5C].

[0120] Le contrôleur de moteurs 95 est configuré pour générer un signal représentatif d'une action agissant sur la ligne de rapatriement 4 et le câble de traction 6 à partir des informations transmises par les capteurs des différents groupes afin de commander le moteur du premier treuil 12 et le moteur du second treuil 13. Le signal généré par le contrôleur de moteurs 95 peut représenter par exemple une action de déroulement ou d'enroulement de la ligne de rapatriement 4 pour ramener l'aile vers le mât ou éloigner l'aile du mât pour le décollage. Le signal généré par le contrôleur de moteur de treuil 95 peut également représenter par exemple une action de déroulement ou d'enroulement du câble de traction 6.

[0121] Le système de traction comprend en outre une unité centrale de contrôle 107 comprenant un dispositif d'affichage qui permet d'afficher la trajectoire de navigation du véhicule et la position du véhicule ainsi qu'une interface permettant à l'équipage de saisir des paramètres de navigation, et une unité de stockage qui permet de stocker toutes les données pendant le trajet

[0122] Pendant le vol, la trajectoire de l'aile est ainsi entièrement contrôlée de manière automatique par le système de commande en fonction des données transmises par une pluralité des capteurs. Le moteur de commande est contrôlé par l'unité de pilotage de trajectoire en fonction du vent en cours de vol, pour faire varier la longueur des deux lignes de commande droite 8D et gauche 8G de manière asymétrique. Le moteur de trim est contrôlé par l'unité de pilotage de trajectoire, pour faire ajuster l'angle d'incidence de l'aile, en faisant varier la longueur des deux lignes de commande droite et gauche de manière symétrique.

Application industrielle

[0123] Le système de commande de la présente invention peut être utilisé pour tracter un véhicule nautique, tel qu'un navire, en complément du système de propulsion motorisé, permettant ainsi de réaliser une économie de consommation de carburant.

[0124] Le système de commande de la présente invention peut également être utilisé comme le principal système de propulsion pour tracter un bateau.

Revendications

[Revendication 1] Système de commande automatique d'une aile de traction (1) destinée à tracter un véhicule nautique (100), comprenant :
- une aile (2) ;
- - un mât (3) ayant une extrémité inférieure (32) solidaire au véhicule nautique (100) ;
- un boîtier de commande de l'aile (5) positionné en dessous de l'aile et relié à l'aile par l'intermédiaire d'au moins deux suspentes (7G, 7D) et de deux lignes de commande (8G, 8D);
- une ligne de rapatriement de l'aile (4) ayant une extrémité supérieure (4A) fixée sur l'aile et une extrémité inférieure (4B) reliée à un premier treuil (12) solidaire au véhicule nautique;
- un câble de traction (6) ayant une extrémité reliée au boîtier de commande de l'aile (5) et une autre extrémité reliée à un second treuil (13) solidaire au véhicule nautique ;
- un dispositif d'entraînement en rotation (40) configuré pour entraîner en rotation le boîtier de commande de l'aile (5) pour générer une action d'enroulement et de déroulement des suspentes et des lignes de commande sur le boîtier.

[Revendication 2] Système selon la revendication 1, dans lequel le dispositif d'entraînement en rotation (40) comprend un premier moteur (41) et un arbre d'entraînement d'axe de rotation AA' (42), ledit arbre étant apte à être couplé au boîtier (5) par des éléments d'engrenage (43G, 43D, 52G, 52D) de sorte que la rotation de l'arbre entraîne la rotation du boîtier autour de l'axe longitudinal principal BB' du boîtier.

[Revendication 3] Système selon la revendication 2, dans lequel les éléments d'engrenage comprennent deux éléments d'engrenage (43G, 43D) solidaires de l'arbre d'entraînement et deux éléments d'engrenage (52G, 52D) correspondants solidaires aux extrémités du boîtier (5), les éléments d'engrenage (52G, 52D) du boîtier coopérant avec les deux éléments d'engrenage (43G, 43D) de l'arbre pour l'entraînement en rotation du boîtier autour de son axe principal BB'.

[Revendication 4] Système selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel le boîtier de commande de l'aile (5) comprend :
- un deuxième moteur (65) configuré pour commander une action d'enroulement et de déroulement des deux lignes de commande (8G, 8D) pour varier de manière symétrique la longueur des deux lignes de

commande;

- un troisième moteur (64) configuré pour commander un déplacement en translation de deux éléments de fixation mobiles (66G, 66D) couplés chacun à une ligne de commande (8G, 8D) pour varier de manière asymétrique la longueur des deux lignes de commande.

[Revendication 5] Système selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel le boîtier de commande (5) comprend un système de blocage des lignes de commande (63) pour réduire les efforts du deuxième moteur (65).

[Revendication 6] Système selon l'une des revendications 1 à 5, comprenant en outre un premier groupe de capteurs (101) positionnés sur l'aile (2) et configurés pour obtenir des informations relatives à la position et à l'orientation de l'aile, un deuxième groupe de capteurs (102) situés dans le boîtier de commande (5) et configurés pour obtenir des informations relatives à la position et l'orientation du boîtier, un troisième groupe de capteurs (103) situés au niveau de l'extrémité inférieure du mât (3) et configurés pour obtenir des informations relatives au positionnement du véhicule, un quatrième groupe de capteurs (104) situés sur l'extrémité supérieure du mât et configurés pour obtenir des informations relatives à la vitesse et la direction du flux d'air.

[Revendication 7] Système selon la revendication 6, dans lequel chacun des groupes de capteurs comprend au moins un capteur choisi dans un groupe de capteurs comprenant : un GPS (GPS1, GPS2, GPS3, GPS4), un capteur d'unités de mesure inertielle (IMU1, IMU2, IMU3, IMU4), un baromètre (BAROM1, BAROM2, BAROM3, BAROM4), un capteur de pression (PITOT1, PITOT4).

[Revendication 8] Système selon l'une des revendications 1 à 7, comprenant en outre une caméra (105) située au niveau de l'extrémité inférieure du mât adaptée pour détecter la position de l'aile.

[Revendication 9] Système selon l'une des revendications 7 à 8, comprenant une unité de contrôle des lignes de commande (90) configurée pour générer au moins un signal représentatif d'une action agissant sur les lignes de commande (8G, 8D) à partir des informations transmises par les groupes de capteurs et pour commander le deuxième moteur (65) et le troisième moteur (64) à partir dudit signal pour varier la longueur des deux lignes de commande.

[Revendication 10] Système selon l'une des revendications 7 à 9, comprenant en outre une unité de commande automatique de rapatriement, d'atterrissage et de décollage de l'aile (94) configurée pour :

- générer un signal représentatif d'une action d'enroulement et de déroulement de la ligne de rapatriement (4) à partir des informations transmises par les groupes de capteurs et de commander le premier treuil (12) à partir dudit signal transmis ;
- générer un signal représentatif d'une action d'enroulement et de déroulement du câble de traction (6) à partir des informations transmises par les groupes de capteurs et de commander le second treuil (13) à partir dudit signal transmis ;
- générer un signal représentatif d'une action de mise en rotation du boîtier de commande (5) et de commander la mise en rotation du dispositif d'entraînement en rotation (40).

[Revendication 11] Système selon l'une des revendications 1 à 10, comprenant une ligne de pliage (24) fixée sur les caissons (26) de l'aile le long du bord d'attaque (21) de l'aile (2), la ligne de pliage étant reliée à une extrémité supérieure (4A) de la ligne de rapatriement (4).

[Revendication 12] Système selon la revendication 11, comprenant un système de blocage (200) configuré pour permettre le passage de la ligne de rapatriement (4) avant la liaison de son extrémité supérieur (4A) à la ligne de pliage, le système de blocage comprenant une pièce fixe (201) solidarisée à l'extrémité supérieure du mât (3) et une pièce mobile (202) fixée sur le bord d'attaque de l'aile (2), le système de blocage comprenant une position de blocage dans laquelle la pièce mobile et la pièce fixe sont séparées pour bloquer une portion de la ligne de rapatriement (4) proche de l'extrémité supérieur (4A) et une position passante dans laquelle la pièce mobile (202) est engagée dans la pièce fixe pour libérer ladite portion de la ligne de rapatriement (4) de sorte qu'une action agissant sur la ligne de rapatriement (4) entraîne une mise en tension de la ligne de pliage (24) pour plier l'aile (2) ou une libération de la ligne de pliage (24) pour déplier l'aile (2).

[Revendication 13] Système selon la revendication 12, dans lequel la pièce fixe (201) comprend un corps fixe creux (209) avec un logement interne et une butée (204) située à une distance prédéterminée par rapport au corps fixe (209), la pièce mobile (202) comprend un corps mobile creux (210), un tube creux (206) qui s'étend en saillie par rapport au corps creux (210) et solidaire au corps creux, et un élément de blocage longitudinal compressible (205) reçu dans le tube creux, ledit élément de blocage (205) comprenant une lumière pour le passage de la ligne de rapatriement (4), le corps mobile creux (210) étant mobile en translation

dans le logement interne du corps fixe creux (209) de sorte que son déplacement provoque le déplacement en translation du tube afin de placer l'élément de blocage longitudinal compressible (205) dans une position de blocage dans laquelle il n'est pas comprimé pour exercer une contrainte sur la ligne de rapatriement (4) et une position passante dans laquelle il est comprimé contre la butée (204) pour libérer la contrainte sur la ligne de rapatriement (4).

[Revendication 14] Système selon la revendication 12 ou 13, comprenant un dispositif de verrouillage (208) pour verrouiller la pièce mobile (202) en position dans la pièce fixe (201).

[Revendication 15] Système selon l'une des revendications 1 à 14, comprenant une unité centrale de contrôle (107) comprenant un dispositif d'affichage adapté pour afficher au moins une trajectoire de navigation du véhicule et la position du véhicule, une interface d'entrée permettant à un opérateur de saisir des paramètres de navigation et une unité de stockage de donnée.

[Fig. 1]

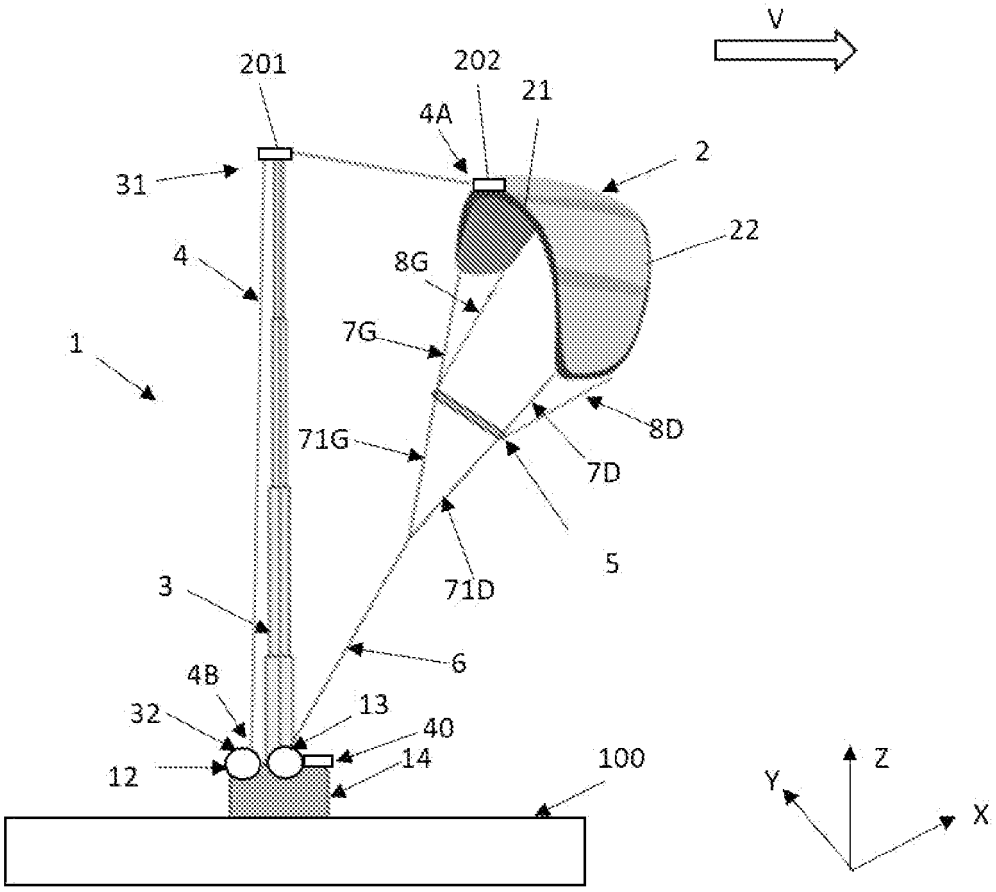

V
201
202
21
4A
2
31
22
4
8G
1
7G
8D
71G
7D
5
71D
3
6
4B
32
13
40
12
14
100
Z
Y
X

Fig. 1

[Fig. 2A]

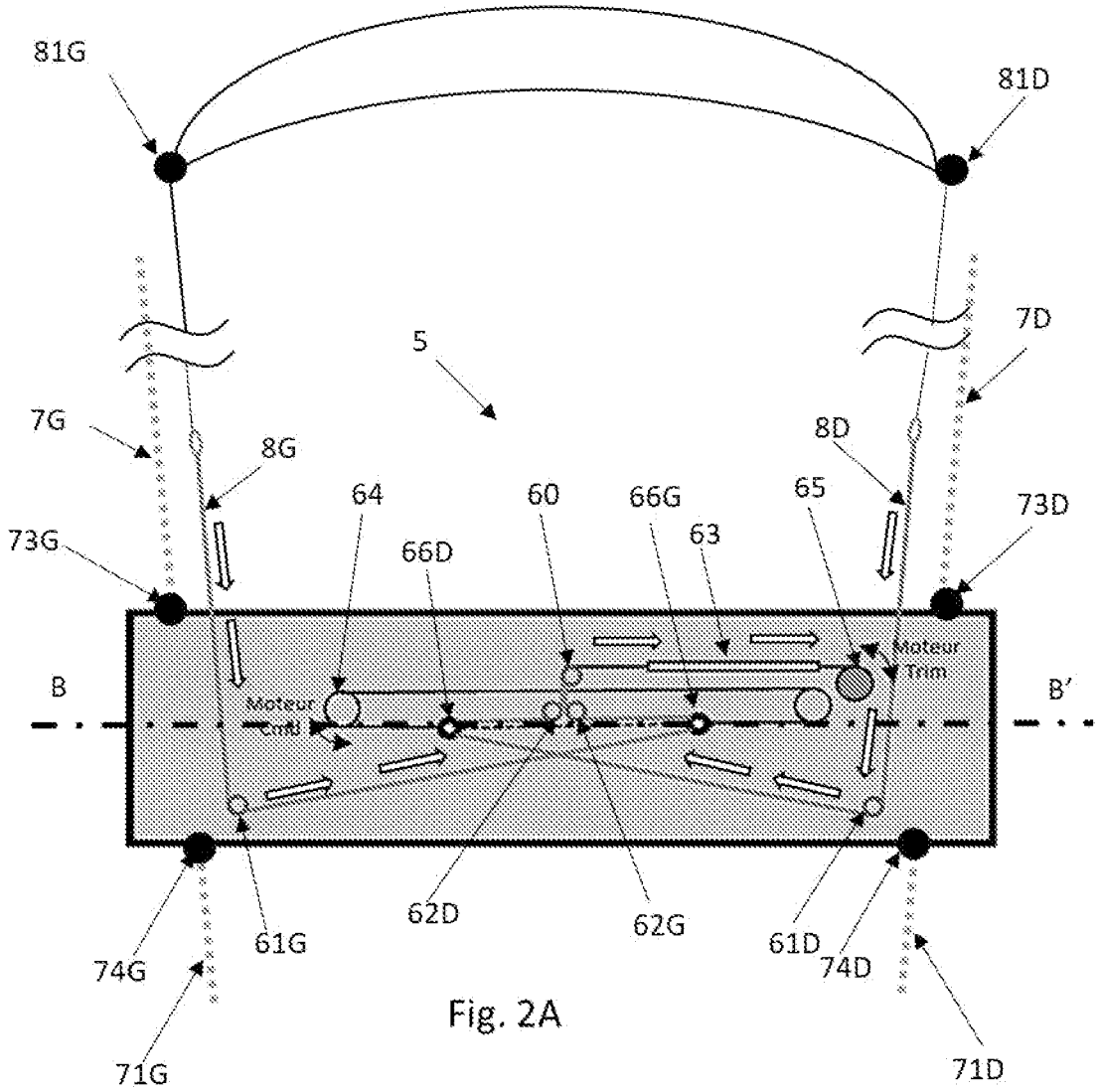


Fig. 2A

[Fig. 2B]

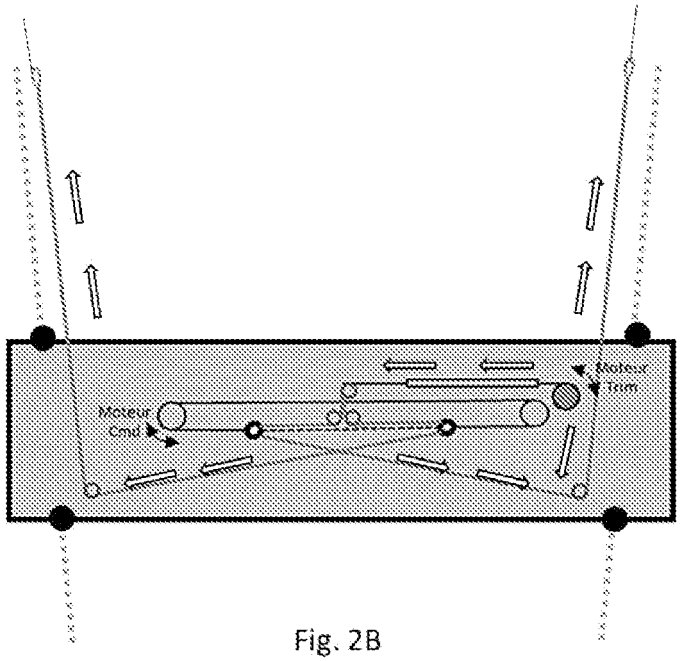


Fig. 2B

[Fig. 3A]

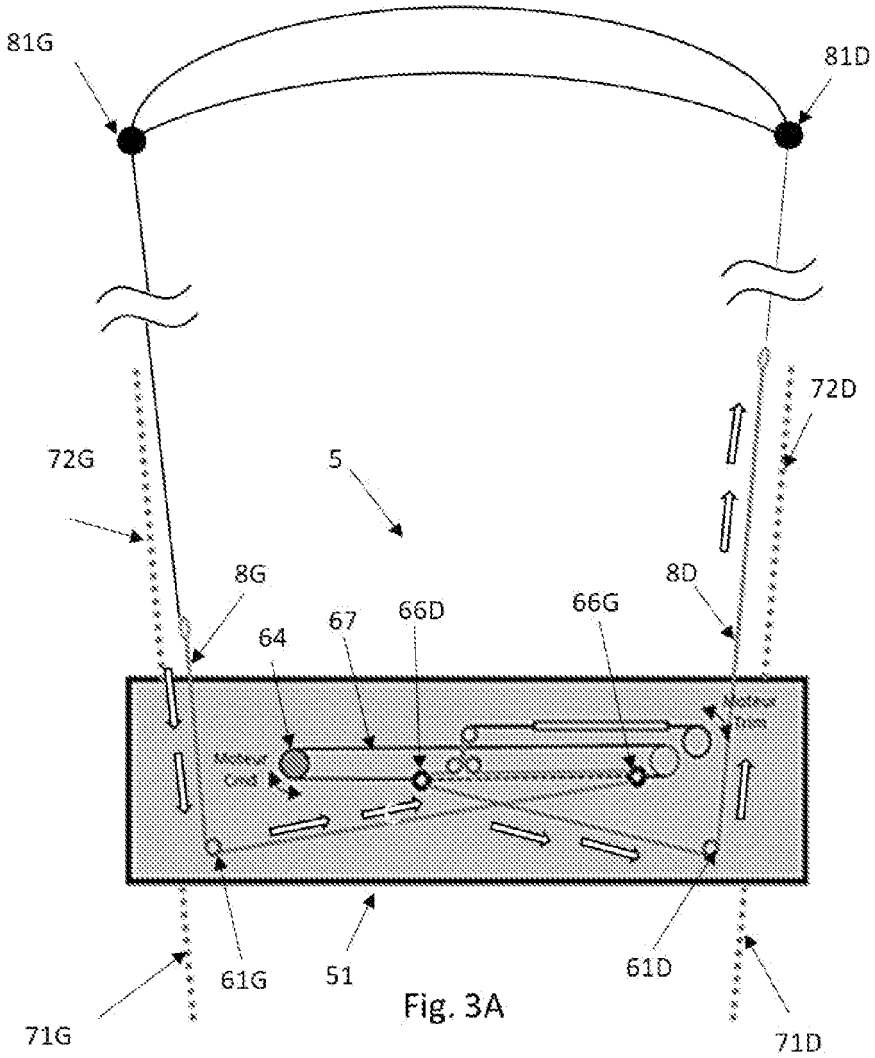


Fig. 3A

[Fig. 3B]

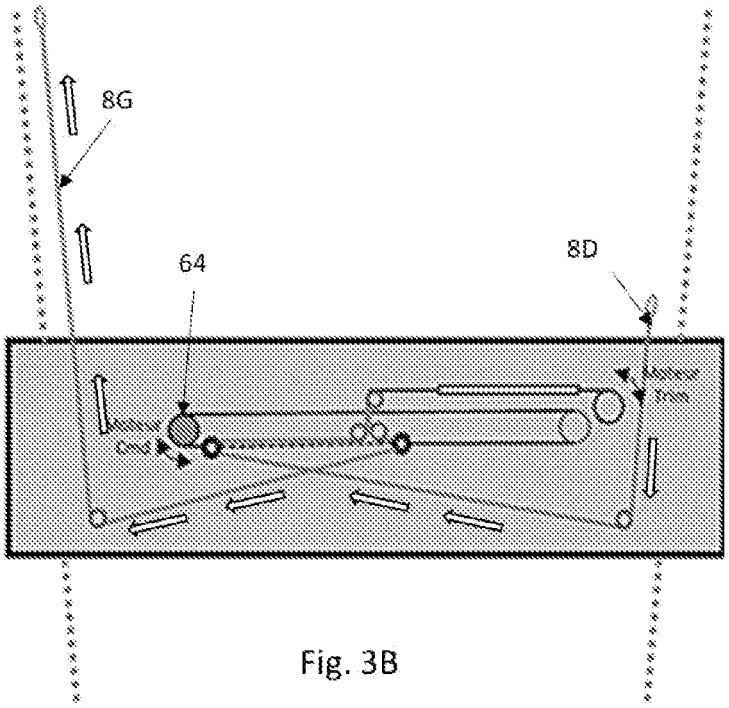


Fig. 3B

[Fig. 4]

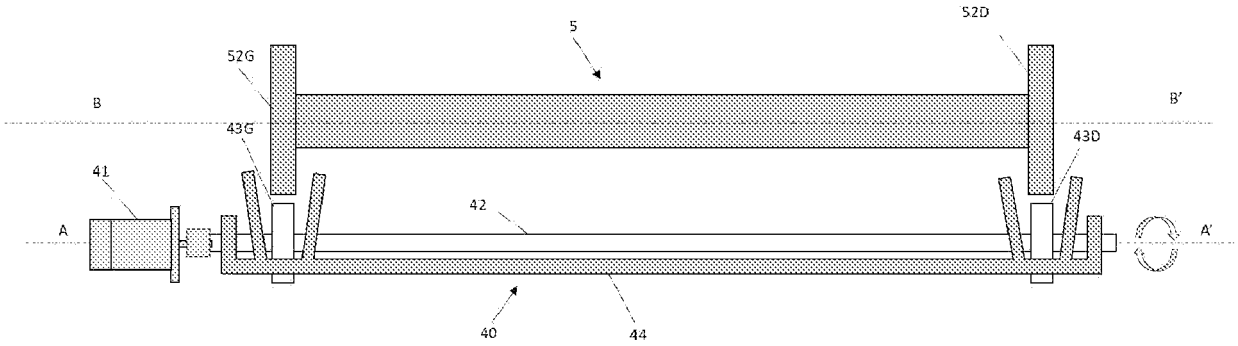


Fig. 4

[Fig. 5A]

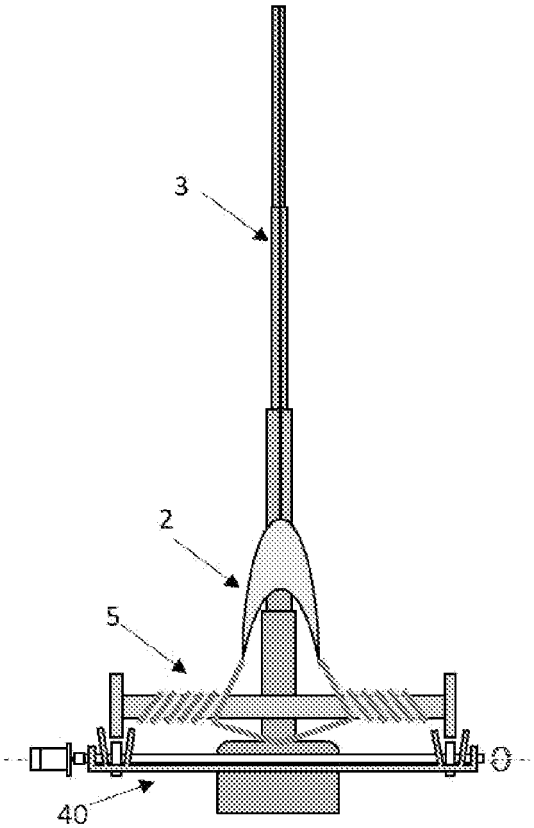


Fig. 5A

[Fig. 5B]

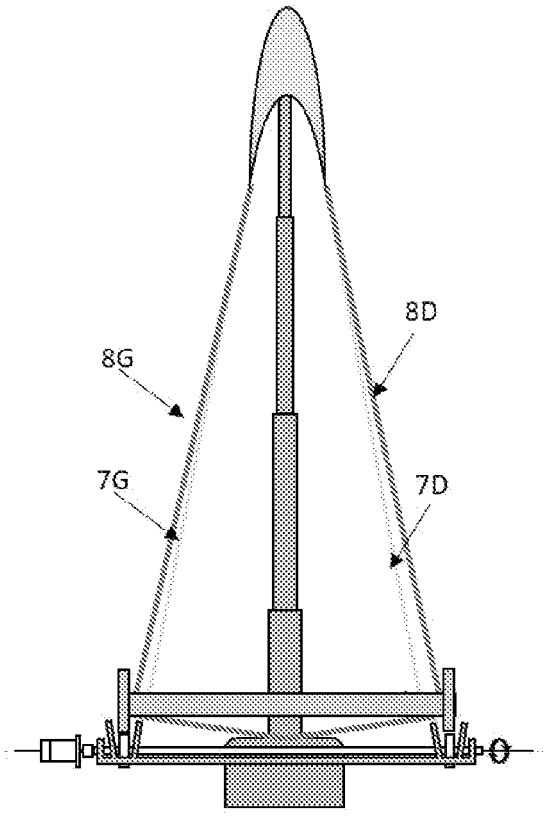


Fig. 5B

[Fig. 5C]

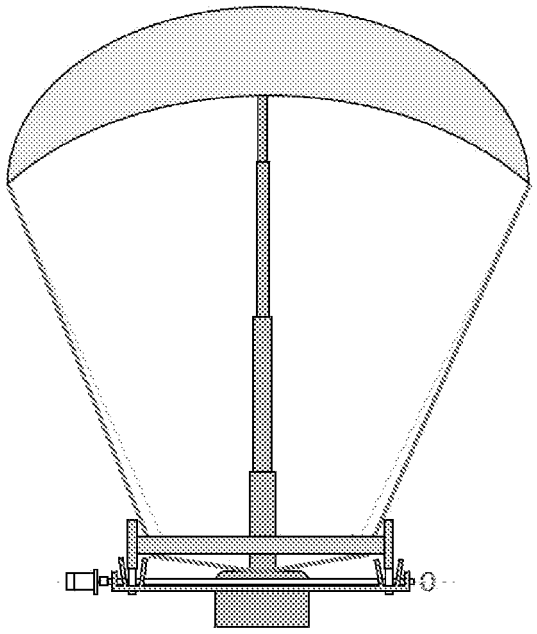


Fig. 5C

[Fig. 6A]

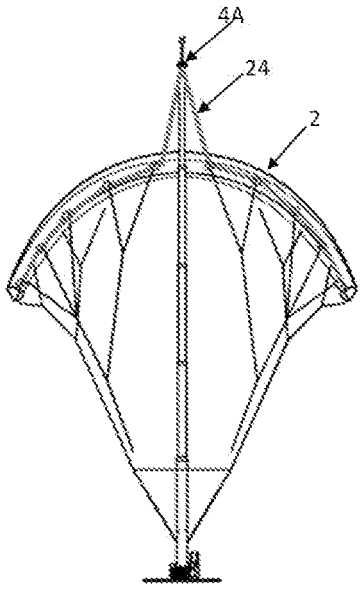


Fig. 6A

[Fig. 6B]

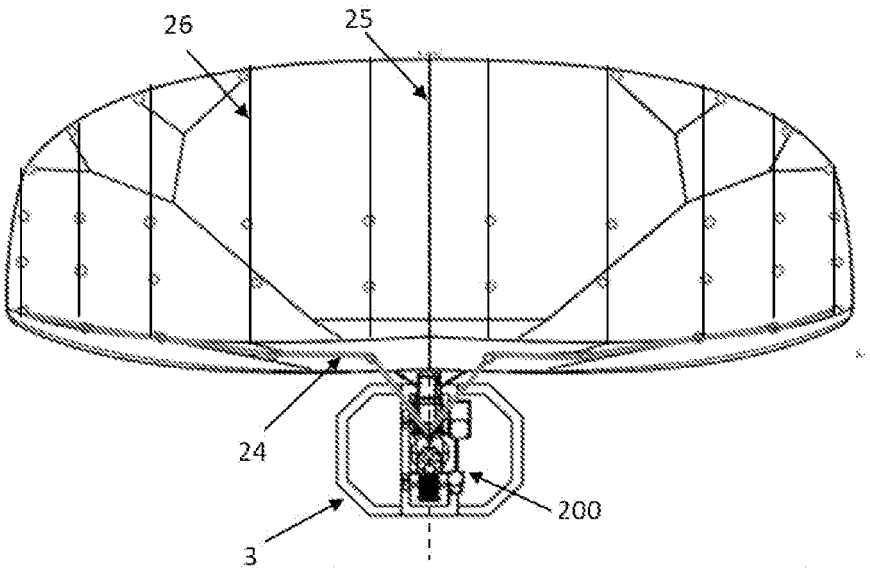


Fig. 6B

[Fig. 7A]

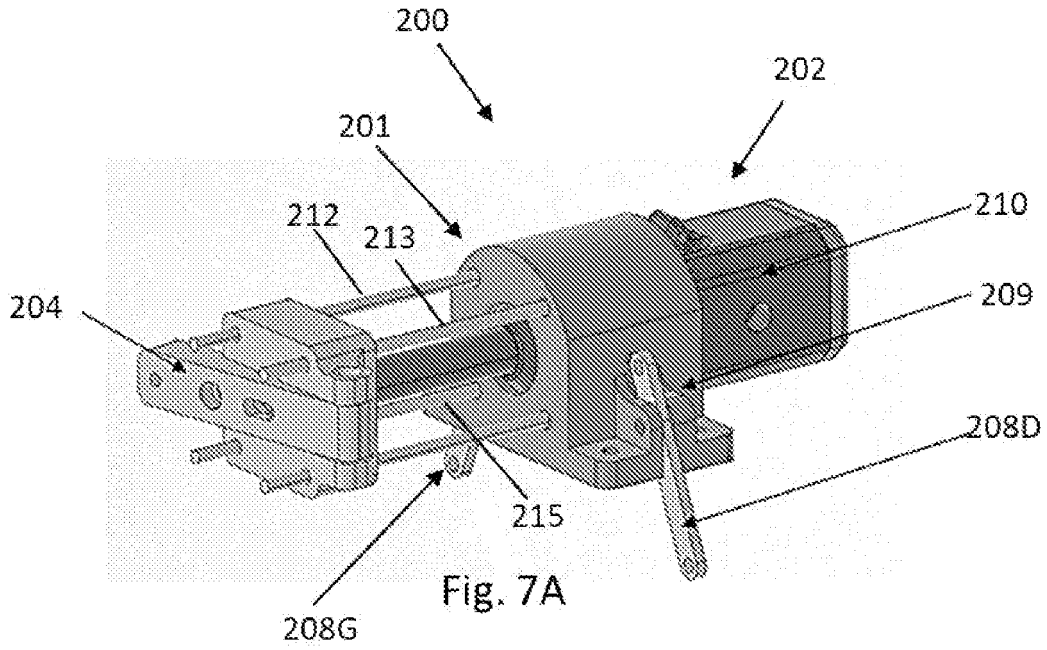


Fig. 7A

[Fig. 7B]

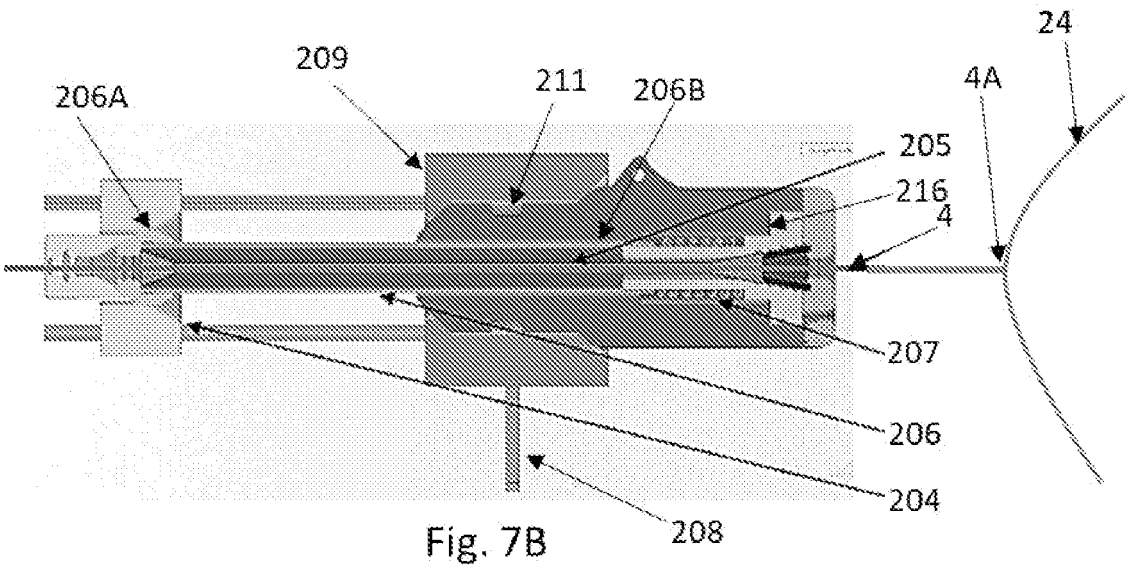


Fig. 7B

[Fig. 8]

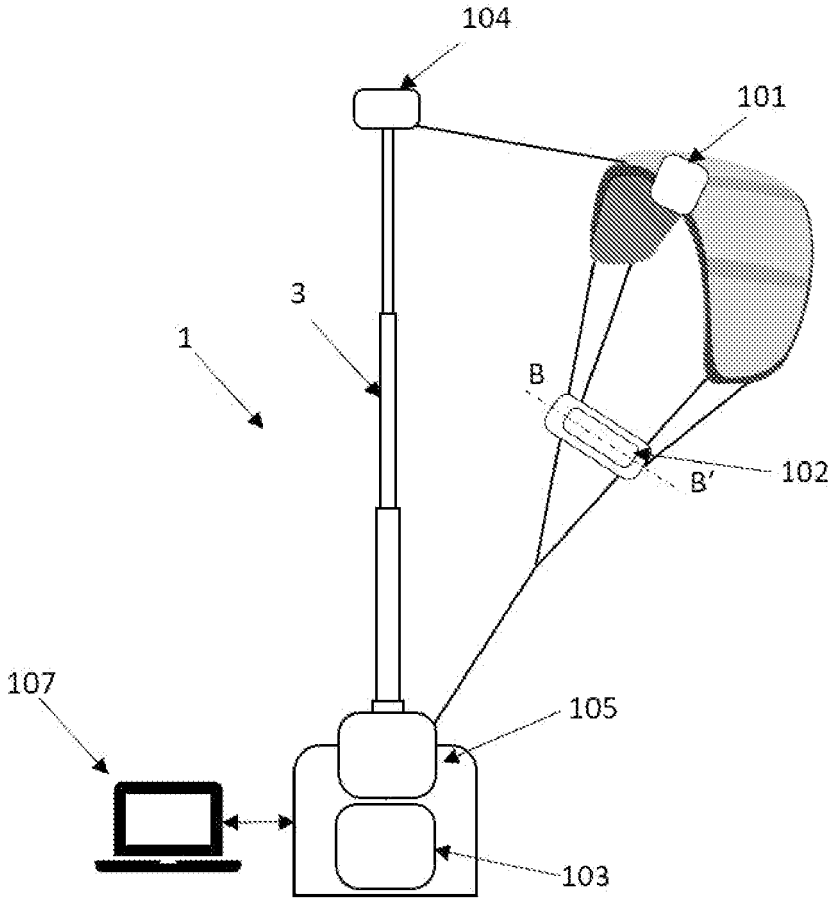


Fig. 8

[Fig. 9]

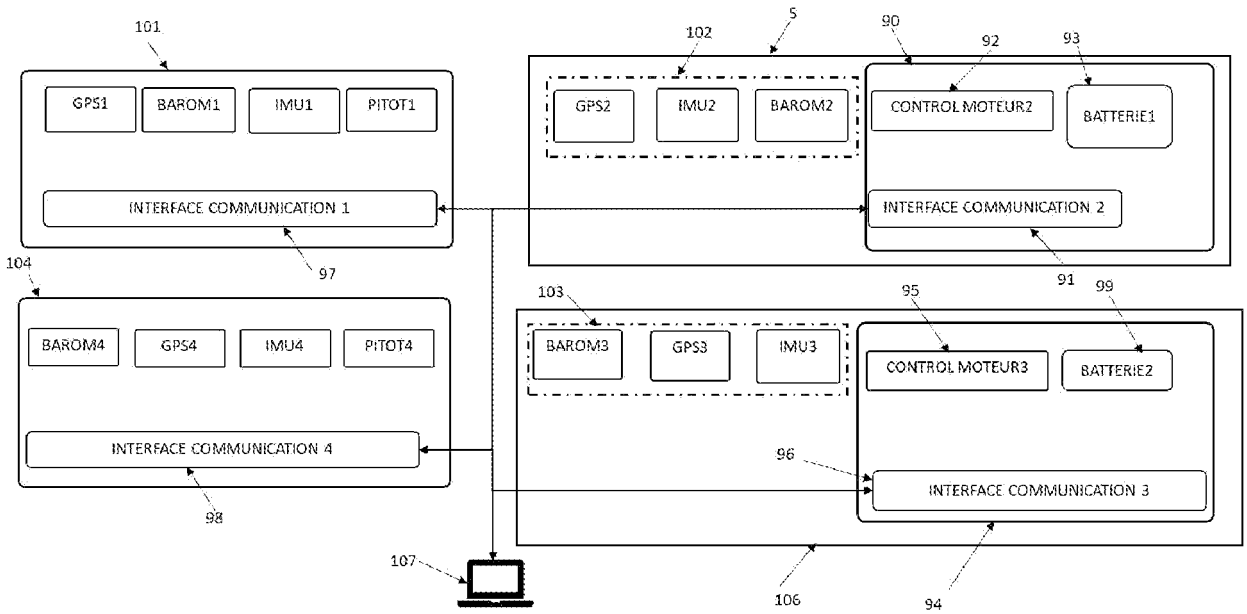


Fig. 9

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement national

FA 904773
FR 2202679

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	WO 2009/026939 A1 (SKYSAILS GMBH & CO KG [DE]; REUSCH BASTIAN [DE]) 5 mars 2009 (2009-03-05)	1-11,15	B63H8/16 B63H9/06
A	* abrégé * * figures *	12-14	

X	DE 10 2009 035240 A1 (DIETRICH ROBERT [DE]; SCHULTE-TIGGES GOTTHARD [DE]) 3 février 2011 (2011-02-03)	1-11,15	
A	* abrégé * * figures *	12-14	

A	US 2019/071175 A1 (CHAFE JAMES NATHANIEL [US] ET AL) 7 mars 2019 (2019-03-07) * alinéa [0030] * * figures *	1-15	

A	US 7 287 481 B1 (WRAGE STEPHAN [DE] ET AL) 30 octobre 2007 (2007-10-30) * abrégé * * figures *	1-15	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)

A	WO 2019/239044 A1 (AIRSEAS [FR]) 19 décembre 2019 (2019-12-19) * abrégé * * figures *	1-15	B63H

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
21 novembre 2022	Gardel, Antony

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

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

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

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2202679 FA 904773

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 **21-11-2022**
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
WO 2009026939 A1	05-03-2009	AU 2007358087 A1	05-03-2009
		CN 101687537 A	31-03-2010
		EA 201000261 A1	30-06-2010
		EP 2193075 A1	09-06-2010
		HK 1141261 A1	05-11-2010
		JP 5197749 B2	15-05-2013
		JP 2010536652 A	02-12-2010
		KR 20100044842 A	30-04-2010
		NZ 583494 A	21-12-2012
		US 2011041747 A1	24-02-2011
		WO 2009026939 A1	05-03-2009
DE 102009035240 A1	03-02-2011	DE 102009035240 A1	03-02-2011
		WO 2011012107 A2	03-02-2011
US 2019071175 A1	07-03-2019	AUCUN	
US 7287481 B1	30-10-2007	AT 465940 T	15-05-2010
		AU 2006347219 A1	21-02-2008
		CN 101511671 A	19-08-2009
		CY 1110189 T1	14-01-2015
		DK 2054295 T3	26-07-2010
		DK 2213568 T3	15-07-2013
		DK 2426048 T3	08-09-2013
		EP 2054295 A1	06-05-2009
		EP 2213568 A1	04-08-2010
		EP 2426048 A2	07-03-2012
		HK 1129875 A1	11-12-2009
		HK 1147082 A1	29-07-2011
		JP 2010500221 A	07-01-2010
		KR 20090038917 A	21-04-2009
		NZ 573912 A	25-05-2012
		PL 2054295 T3	29-10-2010
		PL 2213568 T3	30-09-2013
		PL 2426048 T3	31-12-2013
		PT 2054295 E	11-06-2010
		US 7287481 B1	30-10-2007
		WO 2008019700 A1	21-02-2008
WO 2019239044 A1	19-12-2019	CA 3102322 A1	19-12-2019
		DK 3802313 T3	31-10-2022
		EP 3802313 A1	14-04-2021
		FR 3082184 A1	13-12-2019
		JP 2021527589 A	14-10-2021
		KR 20210019513 A	22-02-2021
		SG 11202012224S A	28-01-2021

EPO FORM P0465

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2202679 FA 904773

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 **21-11-2022**
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 2021253210 A1	19-08-2021
		WO 2019239044 A1	19-12-2019

EPO FORM P0465

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82