

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2023/217817 A1

(43) Date de la publication internationale
16 novembre 2023 (16.11.2023)

- (51) Classification internationale des brevets :
B63G 8/00 (2006.01) *B63G 8/18* (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2023/062345
- (22) Date de dépôt international :
10 mai 2023 (10.05.2023)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
FR204450 11 mai 2022 (11.05.2022) FR
- (71) Déposant : **MARINE TECH** [FR/FR] ; 64 rue de la Garde,
Zac de la Millonne, 83140 Six-Fours-les Plages (FR).
- (72) Inventeur : **CARLIN, Thierry** ; 114 chemin des Armoises,
83200 Toulon (FR).
- (74) Mandataire : **HAUTIER IP** ; 20 rue de la Liberté, 06000
NICE (FR).
- (81) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible*) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH,

(54) Title: SEA DRONE ABLE TO NAVIGATE AT A SURFACE, BENEATH A SURFACE AND AT DEPTH, AND ASSOCIATED METHOD

(54) Titre : DRONE MARIN POUVANT ÉVOLUER EN SURFACE, SUBSURFACE ET PROFONDEUR, ET PROCÉDÉ ASSOCIÉ

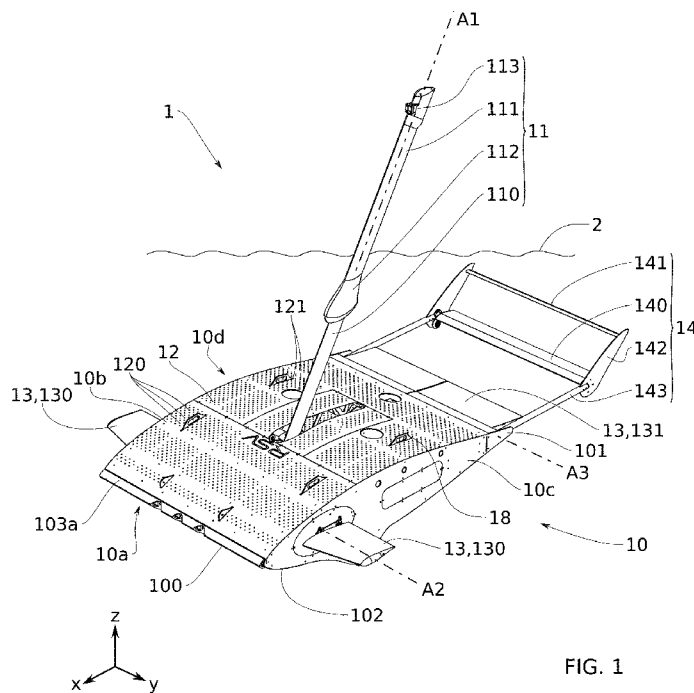


FIG. 1

(57) Abstract: The invention relates to a sea drone (1) able to navigate at a surface, beneath a surface and preferably at depth, comprising a body (10) in the shape of an airplane wing having a leading edge (100) and a trailing edge (101), the body (10) carrying at least one manoeuvring member (13), a telescopic antenna (11) comprising a proximal portion (110) and a distal portion (111), the distal portion (111) being configured so as to slide with the proximal portion (110) between a plurality of deployed positions and a retracted position, along a main direction of extension of the antenna (A1), the sliding being induced by a floatation of the distal portion (111) such that the distal portion (111) is at least partially emergent. The drone makes it possible to maintain a communication link via its antenna during navigation beneath a surface.

[Suite sur la page suivante]



WO 2023/217817 A1

TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS,
ZA, ZM, ZW.

(84) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasienn (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(57) **Abstré** : L'invention concerne un drone (1) marin pouvant naviguer en surface, subsurface et de préférence en profondeur comprenant un corps (10) en forme d'aile d'avion présentant un bord d'attaque (100) et un bord de fuite (101), le corps (10) portant au moins un organe de manœuvre (13), une antenne (11) télescopique et comprenant une portion proximale (110) et une portion distale (111), la portion distale (111) étant configurée de façon à coulisser avec la portion proximale (110) entre une pluralité de positions déployées et une position rétractée, le long d'une direction principale d'extension de l'antenne (A1), le coulisser étant induit par une flottaison de la portion distale (111) de sorte que la portion distale (111) soit au moins en partie émergée. Le drone permet de maintenir un lien de communication par son antenne lors d'une navigation en subsurface.

5

10

15 **Drone marin pouvant évoluer en surface, subsurface et profondeur, et procédé associé**

20 **DOMAINE TECHNIQUE**

La présente invention concerne le domaine des drones marins et sous-marins, aussi désignés véhicules autonomes marins ou sous-marins Elle trouve pour application particulièrement avantageuse le domaine de la surveillance de plans d'eau ou encore le domaine de l'exploration sous-marine, par exemple des grands fonds.

25 **ETAT DE LA TECHNIQUE**

L'exploration du milieu marin est un enjeu pour de nombreuses applications d'exploration marine. On peut citer à titre d'exemple non limitatif l'exploration des grands fonds, la prospection géophysique, la surveillance des zones marines, par exemple des activités humaines ou animales telles que les activités de construction et maintenance portuaire, de champs pétroliers ou éoliens en mer.

30

Pour cela, il existe des drones marins et sous-marins, aussi désignés véhicules autonomes de surface ou sous-marins ou robots autonomes de surface ou sous-marins, communément abrégés ASV ou AUV ou USV (de l'anglais respectivement *Autonomous Surface Vehicle*, *Autonomous Underwater Vehicle*, et *Unmanned Surface Vehicle*). Ces drones sont configurés

pour naviguer et acquérir des informations en surface ou en milieu sous-marin, pour leur transmission à un centre opérateur.

L'acquisition de ces informations et leur transfert à un centre opérateur est une étape importante de l'exploration du milieu marin. En effet, les drones de surface ou sous-marins sont
5 de façon générale équipés de capteurs de mesure, par exemple des capteurs acoustiques, permettant l'acquisition de signaux en milieu marin. Ces signaux sont généralement convertis puis transmis au centre opérateur par voie aérienne. Pour cela, le drone évolue à la surface de l'eau ou à proximité de celle-ci.

La navigation d'un drone en surface ou à proximité de celle-ci et la transmission de ces signaux
10 sont fortement impactées par les mouvements de houle et les variations de pression liées, ainsi que par les conditions météorologiques. Un manque de stabilité de la navigation peut détériorer la qualité des informations acquises par les capteurs de mesures. C'est le cas notamment des capteurs acoustiques qui peuvent être perturbés par la présence d'air dans l'agitation de surface, ou encore de caméra dont l'image peut être détériorée par cette agitation de surface.
15 Il est notamment connu du document CN110588932 A un véhicule sous-marin dans lequel le corps présente un profil d'aile d'avion et dans lequel la flottabilité du corps est ajustée pour faire émerger l'antenne et communiquer avec un centre opérateur. Cette solution s'avère toutefois limitée en termes de transmission d'information ainsi qu'en qualité de navigation.

Un objet de la présente invention est donc de proposer un drone marin amélioré par rapport
20 aux solutions existantes. Un objectif non limitatif de la présente invention est plus particulièrement de faciliter l'acquisition et/ou la transmission de signaux.

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.

25 **RESUME**

Pour atteindre cet objectif, selon un premier aspect, on prévoit un drone marin comprenant :

- un corps présentant un bord d'attaque et un bord de fuite, le corps définissant entre le bord d'attaque et le bord de fuite une enveloppe en forme d'aile d'avion, le corps portant au moins un organe de manœuvre monté mobile sur le corps et configuré pour modifier une trajectoire
30 du drone,
- une antenne.

Avantageusement, l'antenne est télescopique et comprend une portion proximale montée sur le corps, par exemple fixée au corps. Elle comprend aussi une portion distale, la portion distale étant configurée de façon à coulisser avec la portion proximale entre une pluralité de positions

déployées et une position rétractée, le long d'une direction principale d'extension de l'antenne, le coulisement étant induit par une flottaison de la portion distale, de préférence de sorte que la portion distale soit au moins en partie émergée.

Le corps présente ainsi un profil d'aile d'avion améliorant la navigation. Ce profil permet en effet
5 un contrôle amélioré de la navigation selon les axes de roulis, de lacet et de tangage. La navigation du drone est ainsi stabilisée, et ce notamment lorsque le drone navigue sous la surface de l'eau à proximité de la surface, où les effets de houle sont importants. Le drone marin est capable d'évoluer en surface mais également en proximité de la surface, aussi désigné subsurface et en profondeur.

10 En outre, lorsque le drone navigue à proximité de la surface, l'antenne télescopique et flottante permet d'émettre et recevoir des informations par voie aérienne en s'adaptant de façon réactive aux variations de la ligne de flottaison notamment en cas de houle. Les mouvements de pilonnement de la portion distale de l'antenne sont minimisés.

Synergiquement avec une stabilité de navigation accrue, le drone marin permet de maintenir un
15 lien de communication par son antenne lors d'une navigation en proximité de la surface. La transmission des données ainsi que la navigation du drone sont donc améliorées par rapport aux solutions existantes, notamment celles mettant en œuvre une communication ponctuelle en surface et/ou dont la flottabilité est ajustée pour naviguer en surface.

Selon un aspect séparable ou complémentaire, on prévoit un drone marin comprenant un corps
20 présentant un bord d'attaque et un bord de fuite, le corps définissant entre le bord d'attaque et le bord de fuite une enveloppe en forme d'aile d'avion, le corps portant au moins un organe de manœuvre monté mobile sur le corps et configuré pour modifier une trajectoire du drone. Le drone comprend en outre un revêtement autorisant le passage d'ondes acoustiques de part et d'autre du revêtement et présentant une pluralité de perforations, dites microperforations,
25 dont la plus grande dimension à la surface du corps est inférieure ou égale à 2 mm, le revêtement recouvrant au moins en partie le corps.

Le revêtement autorisant le passage des ondes acoustiques et microperforé présente plusieurs avantages. Le revêtement étant microperforé, il autorise la circulation de l'eau de part et d'autre du revêtement. L'intérieur du corps du drone peut donc être au moins en partie rempli par l'eau
30 du milieu marin dans lequel il évolue. Cela confère ainsi une flottabilité neutre au drone ainsi qu'un fonctionnement en équipression, ce qui facilite la stabilisation de sa navigation. Ce revêtement évite d'avoir à ajouter une écope ou des ouïes sur le corps du drone.

Lors du développement de l'invention, il a été observé de façon surprenante que le revêtement permettait en outre une réduction de la traînée, y compris pour de faibles vitesses de navigation.

La glisse du drone dans l'eau est en effet facilitée par un phénomène de cavitation de l'eau au passage des microperforations. Ce phénomène crée un roulement de bulles d'air et de vapeur d'eau à la surface du corps du drone améliorant sa glisse. La navigation du drone est donc améliorée, lorsqu'il évolue sous la surface de l'eau, notamment par rapport à un drone
5 présentant une surface lisse ou encore une surface rugueuse et n'autorisant pas le passage de l'eau.

Un objectif non limitatif de la présente invention est plus particulièrement de permettre une navigation améliorée.

Les capteurs et notamment les capteurs acoustiques peuvent de plus être disposés en eau à
10 l'intérieur du corps du drone. Cela permet de protéger ces capteurs tout en conservant, grâce au passage des ondes acoustiques, leur capacité d'émettre et recevoir des signaux. L'acquisition des signaux est donc améliorée.

Un autre aspect concerne un procédé d'utilisation du drone selon l'un des aspects précédents comprenant :

- 15 - une phase de navigation en surface, durant laquelle la portion proximale et la portion distale de l'antenne sont émergées, de préférence une partie du corps est en outre émergée,
- une phase de navigation sous-marine, dite peu profonde ou subsurface, durant laquelle le corps et au moins une partie de la portion proximale sont immergés, et la portion distale flotte pour induire son coulissement avec la portion proximale et maintenir émergée au
20 moins une partie de la portion distale au-dessus la ligne de flottaison.

Ce procédé présente les effets et avantages relatifs au drone et précédemment décrits. Le drone marin permet de maintenir un lien de communication par son antenne lors d'une navigation en proximité de la surface dite navigation peu profonde.

Lors de la navigation peu profonde, ce procédé permet une continuité de la mission d'acquisition
25 et/ou transmission de données par la partie distale de son antenne, et notamment de surveillance d'un plan d'eau (par exemple par une caméra), de diffusion en temps réel ou différé de données acquises par le drone sous l'eau (par exemple images sous-marines, signaux acoustiques, paramètres relatifs à l'eau ; T°C, composition, etc.) ou hors de l'eau (par exemple images, signaux acoustiques).

30 Selon un exemple, le passage entre la phase de navigation en surface et la phase de navigation sous-marine peu profonde s'effectue, en réponse à une information relative à l'état de mer, et notamment une dégradation des conditions de mer (une formation de houle par exemple).

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

Les buts, objets, ainsi que les caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront mieux de la description détaillée d'un mode de réalisation de cette dernière qui est illustré par les dessins d'accompagnement suivants dans lesquels :

5 Les figures 1 et 2 représentent chacune une vue en perspective et du dessus du drone selon un exemple de réalisation.

La figure 3 représente une vue en perspective et du dessous du drone selon l'exemple de réalisation illustré dans les figures 1 et 2.

La figure 4 représente une vue de côté du drone selon l'exemple de réalisation illustré dans les figures 1 et 2.

10 La figure 5 représente une vue en perspective de l'antenne selon un exemple de réalisation.

Les figures 6A et 6B représentent une vue en coupe de l'antenne selon l'exemple de réalisation illustré en figure 5, la figure 6B étant une vue de détail d'une partie de la figure 6A.

Les figures 7 et 8 représentent une vue en perspective respectivement du dessus et du dessous du drone une fois le revêtement ôté, selon un exemple de réalisation.

15 La figure 9 représente une vue en perspective et du dessus, du bord de fuite du drone selon un exemple de réalisation.

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.

20 **DESCRIPTION DÉTAILLÉE**

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.

25 Selon un exemple, lorsque la portion distale est dans une position de déploiement maximal par rapport à la portion proximale, l'antenne présente une longueur sensiblement supérieure ou égale à 1,5 m, et de préférence supérieure ou égale à 2 m, selon la direction d'extension principale de l'antenne. Ainsi, l'antenne présente une capacité d'extension permettant une navigation à au moins 1,5 m de la surface tout en maintenant l'antenne émergée, afin de pouvoir transmettre des données de façon prolongée.

30 Selon un exemple, lorsque la portion distale est dans la position rétractée par rapport à la portion proximale, l'antenne présente une longueur sensiblement supérieure ou égale à 1,0 m, et de préférence supérieure ou égale à 1,5 m, selon la direction d'extension principale de l'antenne. Selon un exemple, la portion distale de l'antenne comprend un flotteur configuré pour actionner le coulissement de la deuxième portion selon le niveau d'une ligne de flottaison

sur l'antenne. Le coulisement de la portion distale est ainsi induit de façon passive par le flotteur selon le niveau d'immersion du drone et de son antenne. Le maintien de l'antenne au moins en partie émergée est ainsi simplifié.

Selon un exemple, la portion distale comprend au moins un dispositif de captation de données et/ou de transmission de données, par exemple un dispositif de transmission de données radiofréquence ou optique ou un capteur tel qu'une caméra.

Selon un exemple, le revêtement recouvre au moins en partie l'enveloppe du corps de sorte à former la forme d'aile d'avion.

Selon un exemple, le corps présentant une face inférieure destinée à être tournée en regard du fond marin lorsque le drone évolue à profondeur constante et une face supérieure destinée à être tournée en regard de la surface de l'eau lorsque le drone évolue à profondeur constante, le revêtement recouvre au moins la face inférieure du corps. Il peut en alternative ou en complément recouvrir la face supérieure. Les microperforations sont ainsi disposées au moins sur la face inférieure du corps, ce qui permet à l'eau contenue dans le corps de se vider lorsque le drone est sorti de l'eau. De préférence, le revêtement recouvre la face inférieure et la face supérieure du corps. La circulation de l'eau à travers le revêtement est ainsi facilitée, et la glisse du drone est améliorée par cavitation de l'eau sur une surface plus grande du corps du drone.

Selon un exemple, la pluralité de microperforations présente une plus grande dimension sensiblement inférieure ou égale à 1,5 mm, de préférence à 1 mm. Selon un exemple, la pluralité de perforations présente au moins une dimension sensiblement supérieure ou égale à 0,5 mm, de préférence à 0,8 mm. Ces gammes de dimension des microperforations permettent d'obtenir une cavitation à la vitesse de navigation du drone (typiquement entre 3 et 5 nœuds, soit entre 1,5 et 2,6 m/s) et sont disponibles sur des matériaux commerciaux. Le coût du drone est donc réduit tout en obtenant les avantages précités.

Selon un exemple, la pluralité de microperforations est répartie de façon homogène sur le revêtement. La glisse du drone est ainsi encore améliorée.

Selon un exemple, le revêtement est déformable manuellement de sorte à pouvoir épouser la forme d'aile d'avion de l'enveloppe du corps. Le revêtement étant déformable manuellement, il peut être disposé à la manière d'une toile ou d'un film souple qu'on ajuste sur le corps du drone. De façon équivalente, le revêtement est maintenu sur le corps de manière tendue. La mise en place du revêtement est ainsi facilitée par rapport à des plaques de matériau rigide que l'on viendrait fixer.

Selon un exemple, le revêtement est à base ou fait d'un matériau non métallique, de préférence un matériau polymère. Les matériaux polymères présentent en effet une réflexion aux ondes acoustiques inférieure à d'autres matériaux, et notamment aux matériaux métalliques.

De préférence, le revêtement est à base ou fait de PVC. Le PVC est un très faible réflecteur
5 d'ondes acoustiques. En outre, des éléments PVC microperforés existent dans le commerce, habituellement utilisés comme nappe filtrante pour la filtration d'hydrocarbure. Ces nappes filtrantes sont ici détournées pour servir de revêtement au drone. Le revêtement est ainsi de moindre coût et de mise en œuvre simplifiée.

Selon un exemple, le corps comprend des éléments de fixation configurés pour fixer de façon
10 amovible le revêtement, de préférence au niveau du bord d'attaque et du bord de fuite du corps. L'accès au corps du drone en enlevant le revêtement est ainsi simplifié. Ceci est particulièrement le cas lorsque le revêtement est déformable manuellement. Il suffit de soulever le revêtement, par exemple un de ses bords initialement fixé, pour dévoiler et accéder au contenu interne du corps.

15 Selon un exemple, le corps comprend une structure ajourée et non déformable manuellement, par exemple une structure métallique, au moins en partie recouverte par le revêtement. Selon un exemple, la structure ajourée et non déformable manuellement définit l'enveloppe en forme d'aile d'avion.

Selon un exemple, la structure ajourée et non déformable manuellement forme au moins une
20 cavité, le drone étant conformé de sorte que l'eau puisse pénétrer à l'intérieur de l'enveloppe pour remplir, de préférence en totalité, l'au moins une cavité lorsque le drone est immergé, le volume V_c de la cavité étant supérieur ou égal à $0,2*V_e$, V_e étant un volume de l'enveloppe, de préférence $V_c \geq 0,3*V_e$, de préférence $V_c \geq 0,5*V_e$.

Selon un exemple, l'au moins une cavité est au moins en partie recouverte par le revêtement,
25 le drone étant configuré de sorte que l'eau puisse pénétrer dans l'au moins une cavité en passant par les microperforations, lorsque le drone est immergé.

Selon un exemple, l'au moins un organe de manœuvre comprend au moins l'un parmi, et de préférence chacun parmi :

- des volets latéraux montés de part et d'autre du corps, configurés pour modifier la trajectoire
30 du drone selon un axe de tangage et/ou un axe de roulis,
- un volet arrière monté sur le bord de fuite du corps, configuré pour modifier la trajectoire du drone selon un axe de tangage.

Selon un exemple :

- les volets latéraux présentent par rapport au corps au moins un degré de liberté en rotation autour d'une direction perpendiculaire à une direction de progression du drone lors de sa navigation, de sorte à permettre l'inclinaison du corps selon l'axe de roulis et/ou de tangage, et/ou
- 5 - le volet arrière monté sur le bord de fuite du corps, présente par rapport au corps au moins un degré de liberté en rotation autour d'une direction perpendiculaire à ladite direction de progression.

Selon un exemple, le drone comprend au moins deux modules de propulsion, de préférence montés sur le corps. Deux moteurs de propulsion au moins permettent d'orienter la navigation
10 du drone selon l'axe de lacet. Selon un exemple, les au moins deux modules de propulsion sont disposés sur une face inférieure du corps. Selon un autre exemple, les au moins deux modules de propulsions sont disposés sur des faces latérales du corps, sous la ligne de flottaison. Le placement des modules de propulsion peut être choisi de façon à limiter, et de préférence éviter, les perturbations sur les capteurs.

15 Selon un exemple, le drone comprend en outre un aileron arrière déporté par rapport au bord de fuite du corps. Selon un exemple, l'aileron arrière est sensiblement parallèle au bord de fuite. L'aileron arrière contribue à une stabilisation de la trajectoire du drone.

Dans la suite de la description, le terme « sur » ne signifie pas nécessairement « directement sur ». Ainsi, lorsque l'on indique qu'une pièce ou qu'un organe A est en appui « sur » une pièce
20 ou un organe B, cela ne signifie pas que les pièces ou organes A et B soient nécessairement en contact direct avec l'autre. Ces pièces ou organes A et B peuvent être soit en contact direct soit être en appui l'une sur l'autre par l'intermédiaire d'une ou plusieurs autres pièces. Il en est de même pour d'autres expressions telles que par exemple l'expression « A agit sur B » qui peut signifier « A agit directement sur B » ou « A agit sur B par l'intermédiaire d'une ou plusieurs
25 autres pièces ».

Dans la présente demande de brevet, lorsque l'on indique que deux pièces sont distinctes, cela signifie que ces pièces sont séparées. Elles peuvent être :

- positionnées à distance l'une de l'autre, et/ou
- mobiles l'une par rapport à l'autre et/ou
- 30 - solidaires l'une de l'autre en étant fixées par des éléments rapportés, cette fixation étant démontable ou non.

Une pièce unitaire monobloc ne peut donc pas être constituée de deux pièces distinctes.

Dans la présente demande de brevet, le terme « solidaire » utilisé pour qualifier la liaison entre deux pièces signifie que les deux pièces sont liées/fixées l'une par rapport à l'autre, selon tous

- les degrés de liberté, sauf s'il est explicitement spécifié différemment. Par exemple, s'il est indiqué que deux pièces sont solidaires en translation selon une direction x, cela signifie que les pièces peuvent être mobiles l'une par rapport à l'autre, possiblement selon plusieurs degrés de liberté, à l'exclusion de la liberté en translation selon la direction x. Autrement dit, si on déplace
- 5 une pièce selon la direction x, l'autre pièce effectue le même déplacement.
- Dans la suite de la description, il sera fait usage de termes tels que « vertical », « longitudinal », « transversal », « supérieur », « inférieur », « avant », « arrière ». Ces termes doivent être interprétés de façon relative en relation avec la position normale de progression du drone lors de sa navigation. Par exemple, « longitudinal », « avant » et « arrière » s'entendent par rapport
- 10 à l'axe joignant le bord d'attaque et le bord de fuite du drone, l'avant désignant ce qui est orienté vers le bord d'attaque et l'arrière ce qui est orienté vers le bord de fuite. « Supérieur » et « inférieur » peuvent selon cet exemple s'entendre par rapport à l'axe z, un élément supérieur à un autre élément étant disposé dans un plan situé au-dessus du plan de cet autre élément par rapport à l'axe z.
- 15 On utilisera également un repère dont la direction longitudinale ou arrière/avant correspond à l'axe x, la direction transversale ou droite/gauche correspond à l'axe y et la direction verticale ou bas/haut correspond à l'axe z.
- On entend par « bord d'attaque », le profil avant du corps du drone destiné à faire face à l'écoulement d'un flux d'eau incident lors d'une progression en marche avant du drone.
- 20 On entend par « bord de fuite », le profil arrière du corps du drone disposé en fin de l'écoulement d'un flux d'eau incident sur le drone lors d'une progression en marche avant du drone. Le bord de fuite peut plus particulièrement être opposé au bord d'attaque.
- On entend par un élément ou un matériau « transparent » aux ondes acoustiques, un élément ou un matériau laissant passer à travers lui au moins 50 % des ondes acoustiques incidentes, de
- 25 préférence au moins 70 % de ces ondes, et plus préférentiellement encore au moins 90 % de ces ondes. Plus le taux de transmission est haut, moins le signal est dégradé au passage de l'élément ou du matériau.
- Le drone 1 est maintenant décrit selon des exemples de réalisation en référence aux figures 1 à 9.
- 30 Comme l'illustrent par exemple les figures 1 à 4, le drone 1 comprend un corps 10. Au moins un organe de manœuvre 13 peut être monté sur le corps 10 et configuré pour modifier la trajectoire du drone 1 lors de sa navigation, par exemple des volets latéraux 130 et/ou un volet arrière 131. À titre non limitatif, on considère dans la suite que le drone comprend plusieurs organes de manœuvre 13. Ces organes de manœuvre 13 sont plus particulièrement montés mobiles sur le

corps 10. Le corps peut en outre accueillir un ou plusieurs module(s) de propulsion 15 et/ou une batterie. Le corps 10 se distingue donc d'une aile montée sur un corps non en profil d'aile d'avion, par exemple en forme d'ogive. Le corps ne comprend pas de portion ogivale avec des organes de manœuvre de part et d'autre de cette portion.

5 Le corps 10 présente un bord d'attaque 100 et un bord de fuite 101. Le bord d'attaque 100 correspond au profil avant du corps 10 et le bord de fuite 101 correspond au profil arrière du corps 10. Le corps 10 s'étend entre le bord d'attaque 100 et le bord de fuite 101. Selon un exemple, en projection selon un même plan parallèle au plan (y, z) , le bord d'attaque 100 du corps 10 s'étend d'un volet latéral 130 à l'autre. De façon équivalente, le bord d'attaque 100 du
10 corps 10 s'étend au droit de chaque volet, d'un volet latéral 130 à l'autre. Le corps 10 diffère donc d'un corps de drone en forme d'ogive. Le bord d'attaque 100 peut s'étendre sur au moins 80% de la largeur du corps 10 et de préférence sur toute sa largeur. Ceci peut en alternative ou en complément s'appliquer au bord de fuite 101.

En utilisation, lorsque le drone 1 avance, le bord d'attaque 100 correspond à l'avant du drone 1
15 et définit un intrados et un extrados. Le corps définit une enveloppe 102 au profil d'aile d'avion, entre le bord d'attaque 100 et le bord de fuite 101. Plus particulièrement, en considérant que le drone 1 avance selon la direction parallèle à la direction x , l'enveloppe 102 est prise selon la section longitudinale du corps 10, dans un plan parallèle au plan (x, z) . Par « enveloppe » on désigne la forme générale que présente le corps 10 dans la section considérée. L'enveloppe 102
20 est par exemple représentée en pointillé en figure 4. Le corps 10 présente de préférence une largeur, prise selon une direction parallèle à la direction y , supérieure à sa hauteur, prise selon une direction parallèle à la direction z .

La forme d'aile d'avion présente un extrados et un intrados. La forme d'aile d'avion est délimitée par une surface supérieure 10b courbe, et plus particulièrement convexe, et/ou une surface
25 inférieure 10a courbe, et plus particulièrement convexe. La surface inférieure 10a du corps 10 est tournée vers le fond de l'eau lorsque le drone 1 navigue à profondeur constante. La surface supérieure 10b du corps 10 est tournée vers la surface 2 de l'eau lorsque le drone 1 navigue à profondeur constante. On peut prévoir qu'une seule de ses surfaces soit plane. De préférence, la surface supérieure 10b et la surface inférieure 10a au profil d'aile d'avion sont courbes, et
30 plus particulièrement convexes. De nombreux profils d'aile d'avion sont connus de l'homme du métier. On peut citer par exemple la base de données des profils NACA regroupant un ensemble de profils d'aile avion. Le corps 10 peut en outre présenter des surfaces latérales 10c, 10d.

La forme d'aile d'avion du corps 10 améliore le contrôle de la trajectoire et la navigation du drone. Cette forme permet en effet un contrôle amélioré de la navigation selon les axes de

roulis, de lacet et de tangage, et ce notamment en synergie avec les organes de manœuvre 13. Ce profil est particulièrement avantageux pour une navigation sous la surface de l'eau et à proximité de la surface 2. En effet, les effets de pression liée à la houle sont particulièrement importants quelques mètres sous la surface 2 de l'eau. Il est donc très difficile d'avoir une navigation stable dans cette zone. La navigation du drone est donc stabilisée par la forme d'aile d'avion, et ce notamment lorsque le drone navigue sous la surface de l'eau à proximité de la surface.

Selon exemple, les organes de manœuvre 13 peuvent également présenter une enveloppe en forme d'avion entre leur bord d'attaque et leur bord de fuite. Cette enveloppe peut ici encore être prise dans le plan (x, z) . La stabilisation de la navigation est ainsi encore améliorée.

Le drone 1 peut en outre comprendre une antenne 11 configurée pour le contrôle de la navigation et la transmission de données, notamment en émettant et recevant des signaux par voie aérienne, par exemple des signaux GPS. Selon exemple, l'antenne 11 comprend plusieurs portions dont au moins une portion proximale 110 et une portion distale 111. La portion proximale 110 est montée sur le corps 10, de préférence directement. La portion distale 111 est quant à elle montée sur le corps 10 par l'intermédiaire de la portion proximale 110. La portion distale 111 est configurée de façon à coulisser avec la portion proximale 110 entre une pluralité de positions déployées et une position rétractée. La position rétractée est par exemple illustrée en figure 2. Une position déployée, par exemple la position de déploiement maximal, est par exemple illustrée en figure 1. Ces portions 110, 111 forment ainsi un mât télescopique portant l'antenne, le mât étant désigné antenne 11, et portant éventuellement d'autres capteurs et/ou modules de communication.

Ce coulisement s'opère notamment le long d'une direction A1 comme illustré sur les figures 1 à 3. La direction A1 correspond plus particulièrement à la direction d'extension principale de l'antenne 11. L'antenne 11 est donc télescopique.

Le coulisement de la portion distale 111 est en outre induit par flottaison de la portion distale 111. Ainsi la portion distale 111 peut-être au moins en partie émergée lorsque le drone 1 navigue en proximité de la surface de l'eau 2. Lorsque le drone navigue à proximité de la surface, l'antenne télescopique et flottante permet d'émettre et recevoir des informations par voie aérienne en s'adaptant de façon réactive aux variations de la ligne de flottaison 2. Les mouvements de pilonnement de la portion distale 111 de l'antenne 11 sont en outre minimisés. Ceci est particulièrement avantageux lorsque la portion distale 111 de l'antenne porte des capteurs, par exemple une caméra. Les signaux acquis par ces capteurs sont ainsi stabilisés.

Le fait que l'antenne télescopique soit flottante permet de faciliter l'émergence d'au moins une partie de la portion distale 111 au-dessus de la ligne de flottaison 2 ou de façon équivalente la ligne de surface de l'eau. En effet, ce coulissement induit par flottaison est plus simple qu'un coulissement induit par des mécanismes plus complexes, par exemple avec rouages et/ou glissières, commandés activement par le drone 1. Le coulissement peut en outre être rendu plus réactif qu'avec ses solutions existantes.

Le drone 1 peut naviguer selon au moins deux, et de préférence trois, phases de navigation :

- une phase de navigation en surface, durant laquelle la portion proximale et la portion distale de l'antenne sont émergées, de préférence une partie du corps est en outre émergée, et
- 10 - une phase de navigation peu profonde, durant laquelle le corps et au moins une partie de la portion proximale sont immergés, et la portion distale flotte pour induire son coulissement et maintenir émergée au moins une partie de la portion distale au-dessus la ligne de flottaison.

Le procédé d'utilisation du drone 1 peut comprendre en outre une phase de navigation sous-marine dite profonde lors de laquelle le drone est entièrement immergé. Aucune partie de l'antenne 11 n'émerge alors. Le drone 1 évolue au cours de cette phase en mode autonome telle que le font communément les AUV, c'est à dire avec une navigation sans communication avec la surface. Notamment, le drone peut utiliser pour cela des algorithmes de trajectographie faisant intervenir des technologies acoustiques et inertielles.

20 La plongée du drone de la phase de navigation de surface ou de navigation peu profonde peut être faite en réponse à au moins l'un parmi :

- une commande reçue par le drone 1, par exemple depuis un poste de contrôle embarqué sur un bateau ou terrestre,
- une information reçue par le drone, par exemple en fonction de la météo,
- 25 - une information captée par le drone 1, par exemple une information de navigation telle qu'une amplitude du pilonnement et/ou d'embarquée et/ou du tangage et/ou de lacet et/ou du roulis.

Lors de la navigation peu profonde, ce procédé permet une continuité de la mission d'acquisition et/ou transmission de données par la partie distale de son antenne. En outre, le glissement dans l'eau du drone ainsi que la perturbation du plan d'eau sont limités en navigation peu profonde du drone, seule la portion distale 111 étant émergée et en synergie avec la forme d'aile d'avion décrite plus haut. Le passage entre la phase de navigation en surface et la phase de navigation peu profonde peut s'effectuer, de préférence de façon supervisée, en réponse à une information relative à une arrivée de houle. Par exemple, lorsque la variation de hauteur de la ligne d'eau

liée à la houle est inférieure ou égale à une valeur seuil, le drone 1 peut passer dans la phase de navigation peu profonde. Dans la phase de navigation peu profonde, le corps 10 du drone 1 peut évoluer à une profondeur inférieure ou égale à 2 m sous le niveau de l'eau 2, de préférence inférieure ou égale à 1,5 m. La profondeur est mesurée entre la face supérieure et la surface libre de l'eau ou le creux des vagues en présence de vagues. De préférence, le drone 1 navigue en phase de navigation peu profonde lorsque houle présente une hauteur inférieure ou égale à 1 m, de préférence à 0,5 m. La hauteur de houle est mesurée entre le creux et le sommet d'une vague.

Ainsi, le drone 1 peut plonger en navigation profonde sur commande pour les besoins d'acquisition de données par exemple, ou bien encore si les conditions de navigation le demandent, par exemple en raison de mauvaises conditions météorologiques.

Dans la phase de navigation profonde, le corps 10 du drone 1 peut évoluer à une profondeur supérieure à 2 m sous le niveau de l'eau 2. Le passage à la phase de navigation sous-marine profonde peut s'effectuer en réponse à une information relative à une hauteur de houle supérieure ou égale à 0,5 m.

Afin d'actionner le mouvement de coulissement, l'antenne 11 peut comprendre sur sa portion distale 111 un flotteur 112. Selon le niveau de la ligne de flottaison 2, le flotteur 112 peut donc actionner le coulissement de la portion distale 111 avec la portion proximale 110. Lors de la navigation du drone 1, on notera que le flotteur 112 peut être en dessous de la ligne de flottaison 2, et ce notamment selon la profondeur de navigation du drone 1. L'antenne 11 sera alors dans sa position déployée maximale. Le flotteur 112 présente une flottabilité supérieure à celle de l'eau. Le flotteur 112 peut par exemple est en mousse.

La portion distale 111 peut comprendre un module d'émission et de réception 113 de données. Selon un exemple au moins une partie de la portion distale 111 s'étend entre le flotteur 112 et le module 113. On favorise ainsi le fait que le module 113 soit disposé au-dessus de la surface de l'eau 2. Ce module 113 peut par exemple être disposé à une extrémité distale de la portion distale 111. Le flotteur peut être disposé à une extrémité proximale de la portion distale 111. Ainsi, la distance entre le flotteur 112 et le module 113 est maximisée.

Selon un exemple, lorsque la portion distale 111 est dans une position de déploiement maximal par rapport à la portion proximale 110, l'antenne 11 présente une longueur L_{11} sensiblement supérieure ou égale à 1,5 m selon la direction d'extension principale A1 de l'antenne 11, de préférence supérieure ou égale à 2 m, comme par exemple illustré par les figures 5 et 6A. Le drone 1 peut ainsi naviguer à une profondeur d'au moins 1,5 m, et de préférence 2 m, en dessous de la surface de l'eau 2.

Le drone 1 peut en outre comprendre un revêtement 12 recouvrant au moins en partie le corps 10. Comme décrit plus en détails ultérieurement, le corps 10 peut comprendre une structure 103 que le revêtement 12 recouvre pour former l'enveloppe 102 en forme d'aile d'avion. Ce revêtement 12 autorise le passage des ondes acoustiques de part et d'autre du revêtement 12. Le revêtement 12 peut être qualifié de transparent aux ondes acoustiques. En outre, le revêtement 12 présente une pluralité de perforations 102 dont la plus grande dimension à la surface du corps 10 est inférieure ou égale à 2 mm. Ces perforations 102 se distinguent donc d'ouïes pouvant être pratiquées à la surface du drone 1.

Ainsi, le revêtement 12 autorise une circulation de l'eau de part et d'autre du revêtement 12. L'intérieur du corps 10 peut donc être au moins en partie rempli par l'eau du milieu dans lequel il évolue. On comprend que le revêtement 12 n'est pas étanche et que l'eau pénètre dans le corps 10. Cela confère ainsi une flottabilité invariante avec la profondeur puisque la présence d'air est réduite à l'intérieur de la structure du drone, par exemple uniquement au niveau d'un caisson électronique. Il n'y a pas de variation de la quantité d'air lors de la navigation, ce qui n'impacte donc pas la flottabilité et ne nécessite pas de moyen de compensation. Le fonctionnement est réalisé en équipression. Cela simplifie la conception du drone qui n'a dès lors pas besoin de mécanisme de compensation et/ou d'ajustement de la flottabilité.

L'eau, au passage des perforations 102, subit un phénomène de cavitation. Des bulles de vapeur d'eau et d'air sont ainsi générées. Ce phénomène crée un roulement de bulles à la surface du corps du drone, améliorant sa glisse. La navigation du drone est donc améliorée, par exemple à proximité de la surface de l'eau, et ce notamment par rapport à un drone présentant une surface lisse ou encore une surface rugueuse et n'autorisant pas le passage de l'eau. Ce phénomène a été observé pour de relativement faibles vitesses de navigation du drone 1 typiquement à une vitesse comprise entre 3 et 5 nœuds.

Il est connu des systèmes de type planche à voile ou voilier à haute vitesse que la rugosité de la surface immergée de ces engins peut améliorer leur glisse. Pour cela, on ajoute généralement des particules de silice sur un revêtement rigide de surface pour le rendre rugueux. Ces engins naviguent toutefois à des vitesses bien supérieures à celle du drone 1 précédemment décrites. La solution mise en place ici se démarque clairement de ce type de solution notamment en autorisant la circulation d'eau de part et d'autre du revêtement 12 grâce aux perforations 102. Dans la suite, on se réfère aux perforations 102 par le terme microperforations 102 afin de les distinguer d'ouïes, sans impliquer de limitation particulière liée à leur taille autre que celles spécifiées en description.

La transparence aux ondes acoustiques du revêtement 12 ainsi que le fait que l'eau pénètre dans le corps 10 permet que le corps loge des capteurs acoustiques à l'intérieur du revêtement 12. Les signaux acoustiques peuvent s'acheminer jusqu'aux capteurs et les capteurs peuvent les renvoyer tout en étant protégés à l'intérieur du corps 10. Dans les solutions existantes mettant en œuvre un corps étanche à l'eau, les capteurs doivent être disposés à l'extérieur du corps 10 et sont donc plus exposés à des éventuels dommages. En outre, les capteurs ainsi disposés peuvent détériorer la glisse du drone dans l'eau par augmentation de la trainée.

On peut prévoir que le corps 10 comprenne un compartiment étanche pour loger des circuits électriques et le module d'alimentation du drone 1, par exemple sa batterie.

Des aspects plus particuliers du drone 1 sont maintenant décrits plus en détails.

Les organes de manœuvre 13 sont tout d'abord décrits plus en détails en référence aux figures 1 à 4. Le drone 1 peut comprendre des volets latéraux 130 configurés pour modifier la trajectoire du drone 1 selon un axe de tangage et/ou un axe de roulis. Les volets latéraux 130 sont de préférence disposés sur des faces latérales 10c, 10d du corps 10. Pour cela, les volets latéraux 130 sont mobiles par rapport au corps 10. Par exemple, les volets latéraux 130 présentent par rapport au corps 10 un degré de liberté en rotation autour d'une direction A2 parallèle à la direction γ . Cela permet de modifier la trajectoire selon l'axe de tangage. Les volets latéraux peuvent être actionnés par des moteurs logés à l'intérieur du corps 10.

Le drone 1 peut en alternative ou en complément comprendre un volet arrière 131. Le volet arrière 131 peut être disposé le long du bord de fuite 101. De préférence, le volet arrière 131 présente une longueur selon la direction γ égale à au moins 80 % de la longueur du bord de fuite 101, de préférence le volet arrière 131 s'étend sur sensiblement toute la longueur du bord de fuite 131. Le volet arrière est configuré pour modifier la trajectoire du drone 1 selon un axe de tangage. Pour cela, le volet arrière 131 peut présenter par rapport au corps 10 au moins un degré de liberté en rotation autour d'une direction A3 parallèle à la direction γ . Le volet arrière 131 peut être actionné par un moteur logé à l'intérieur du corps 10.

Le drone 1 peut en outre comprendre un aileron arrière 14 déporté par rapport au corps 10. Cet aileron est configuré pour améliorer la stabilité en navigation. Comme illustré dans les figures 1 à 4, l'aileron 14 peut comprendre un volet 140 monté sur le corps par le biais de tiges 143. Le volet 140 peut être sensiblement parallèle au bord de fuite 140. L'espace entre le volet 140 et le corps 10, le cas échéant entre le volet 140 et le volet arrière 131, est de préférence laissé vide. L'aileron 14 peut en outre comprendre un profilé 141, s'étendant sensiblement parallèlement au volet 140. Le volet 140 et le profilé 141 peuvent être assemblés ensemble par des joues latérales 142.

De préférence, l'aileron 14 présente une longueur selon la direction y égale à au moins 80 % de la longueur du bord de fuite 101, de préférence l'aileron 14 s'étend sur sensiblement toute la longueur du bord de fuite 131. Selon un exemple, l'aileron 14 et plus particulièrement le volet 140 peuvent être fixes par rapport au corps 10, c'est-à-dire qu'ils ne présentent aucun degré de liberté en mouvement par rapport au corps 10. On peut en alternative prévoir que l'aileron 14, et notamment le volet 140, soit monté mobile en rotation par rapport au corps 10, par exemple selon une direction parallèle à la direction d'extension principale du bord de fuite 101.

Le drone 1 peut en outre comprendre des organes de manipulation configurée pour faciliter une manipulation du drone 1 dans l'eau et/ou en dehors de l'eau. Par exemple, comme l'illustre la figure 3, le drone 1 peut comprendre des roues 17. Ces roues sont configurées pour permettre le roulement du drone 1 sur une surface, par exemple lorsque le drone 1 est hors de l'eau. Ces roues 17 peuvent par exemple être disposées dans le prolongement des faces latérales 10c, 10d de part et d'autre de la surface inférieure 10a du corps 10.

En alternative en complément, le drone 1 peut comprendre des éléments d'attache 18 du drone 1. Ces éléments d'attache 18 peuvent par exemple être configurés de façon à pouvoir attacher le drone 1 par des liens, tels que des sangles. Le drone 1 peut ainsi être manipulé dans l'eau, par exemple pour son repêchage, ou hors de l'eau, par exemple pour son chargement sur un engin ou son stockage. Comme l'illustrent par exemple les figures 1 et 2, des éléments 18 peuvent être disposés sur le corps 10, et notamment sur la surface supérieure 10b du corps 10. Par exemple, ces éléments 18 comprennent des boucles permettant le passage d'une sangle.

Le drone 1 peut comprendre au moins un module de propulsion 15 permettant la navigation du drone 1. De préférence, le drone 1 comprend au moins deux modules de propulsion 15 de façon à pouvoir orienter la trajectoire du drone autour d'un axe de lacet, selon leur actionnement relatif. Comme l'illustre la figure 3, le drone 1 peut comprendre deux paires de modules de propulsion 15. Les modules de propulsion 15 peuvent être disposés sur la surface inférieure 10a du corps 10.

L'antenne 11 est maintenant décrite selon un exemple de réalisation particulier en référence aux figures 5 à 6B. Selon exemple, la portion proximale 110 de l'antenne 11 est montée fixe par rapport au corps 10, elle ne présente alors aucun degré de liberté en rotation par rapport au corps 10. En alternative, et comme illustré en figure 5, la portion proximale 110 peut présenter un degré de liberté en rotation par rapport au corps 10, par exemple selon une direction A4 sensiblement parallèle à la direction y. La portion proximale 110 présente ainsi une articulation pivot 110b avec le corps 10 permettant une rotation autour de la direction à 4 au moins sur un intervalle angulaire. Cet intervalle angulaire peut être configuré de sorte que l'antenne 11 puisse

être repliée le long du corps 10 dans une position de repliement maximum, et de sorte que l'antenne 11 puisse être déployée dans une direction oblique par rapport au corps 10 dans une position de déploiement maximal. L'intervalle angulaire peut être compris entre sensiblement 0° et 90° par rapport à la direction x, de préférence entre 0° et 60°. Ainsi, l'antenne 11 peut ainsi
5 être repliée, par exemple lorsque le drone 1 évolue en navigation profonde afin de réduire la trainée générée par l'antenne. La commande d'inclinaison se fait par un mécanisme logé à l'intérieur du corps 10.

La liaison pivot 110b peut être montée sur un socle 110a disposé à une extrémité proximale de la portion proximale 110. Le socle 110a peut en outre comprendre des organes d'accroche 110c
10 de la portion distale 111 lorsque celle-ci est dans sa position rétractée. Ces organes d'accroche 110c peuvent être configurés pour retenir la portion distale 111 dans sa position rétractée. De préférence, la force de retenue exercée par les organes d'accroche 110c est supérieure à la force tendant à faire coulisser la portion distale 111, par exemple générée par le flotteur 112. Par exemple, les organes d'accroche 110c sont des électroaimants. La portion distale 111 ou le
15 flotteur 112 peuvent alors comprendre des aimants placés de façon à être disposés contre les électroaimants lorsque l'antenne 11 est en position rétractée. Les électroaimants permettent de générer ou non la force tendant à maintenir l'antenne 11 en position rétractée, selon les besoins.

La coopération entre la portion proximale 110 et la portion distale 111 est maintenant décrite
20 selon un exemple non limitatif. D'autres mécanismes de coopération peuvent être envisagés. La portion distale 111 peut être configurée pour coulisser autour de la portion distale 110. La portion distale 111 peut être creuse et présenter des dimensions internes supérieures aux dimensions externes de la portion proximale 110.

La portion distale 111 peut comprendre un tube 1111 s'étendant le long de la portion distale
25 111, par exemple depuis une extrémité distale 1110, et en partie dans la portion proximale 110. La portion proximale 110 peut comprendre un tube 1100 s'étendant le long de la portion proximale 110, et configuré pour accueillir le tube 1111. Le tube 1100 forme ainsi un logement dans lequel le tube 1111 peut s'insérer. La coopération entre le tube 1100 et le tube 1111 forme un guide de coulissement. Notons qu'on peut prévoir en alternative que le tube 1111 soit
30 configuré pour accueillir le tube 1100.

L'antenne 11 peut comprendre un module de blocage situé à l'interface entre la portion distale 111 et la portion proximale 110. Ce module de blocage peut être configuré pour empêcher la désolidarisation de ces deux portions, par exemple lorsque le flotteur 112 est en dessous de la ligne de flottaison 2 et que l'antenne 11 étant déjà dans sa position de déploiement maximal.

Pour cela, et comme par exemple illustré en figure 6B, la portion proximale 110 peut comprendre une pièce 1101 comprenant un logement dans lequel est inséré un élément de guidage 1101a. Cet élément de guidage 1101a peut comprendre un évidement central 1101b autorisant le coulissement du tube 1111. Le tube 1111 peut présenter en outre une butée 1111a empêchant une désolidarisation de la portion distale 111 et de la portion proximale 110.

5 La portion proximale 110 et/ou la portion distale 111 peut/peuvent en outre comprendre des organes 1102 configurés pour faciliter le coulissement de la portion distale 111.

Le revêtement 12 est maintenant décrit plus en détails en référence aux figures 1 à 4 et 7 à 9. Comme précisé précédemment, le revêtement 12 recouvre au moins en partie le corps 10 du drone 1. Plus particulièrement, le revêtement 12 peut recouvrir au moins la face inférieure 10a du corps 10. Ainsi, les microperforations 102 sont au moins disposées sur la face inférieure 10a. Cela permet à l'eau contenue dans le corps de s'écouler du corps 10 lorsque le drone 1 est sorti de l'eau, sans avoir à pratiquer à la surface du corps ou dans le revêtement des ouïes dédiées à cela. Le revêtement 12 peut recouvrir en alternative, ou de préférence en complément, la face supérieure 10b du corps 10. Plus la surface recouverte par le revêtement est grande, plus la circulation de l'eau à travers le revêtement 12 est facilitée. Comme illustré sur les figures, les faces latérales 10c, 10d du corps 10 peuvent être formées par des joues pleines non couvertes par le revêtement 12. Il est tout à fait possible d'envisager que le revêtement 12 recouvre ces faces latérales 10c, 10d, par exemple non pleines. Toute combinaison de faces recouvertes ou non par le revêtement 12 est envisageable.

10 15 20

Le corps 10 peut comprendre une structure 103 ajourée destinée à être couverte par le revêtement 12. Cette structure est par exemple illustrée par les figures 7 et 8, dans lesquels le drone 1 n'est pas revêtu par le revêtement 12. La structure interne 103 présente un contour formant l'enveloppe 102. La structure interne 103 n'assure donc pas l'étanchéité du corps 10 entre l'intérieur et l'extérieur de l'enveloppe 102. Cette structure 103 est de préférence rigide, et par exemple métallique. Elle peut être formée par des traverses longitudinales et transversales formant un squelette. Le squelette de la structure 103 peut former une ou plusieurs cavités 1030 permettant d'accueillir par exemple des capteurs, les moteurs configurés pour actionner des organes de manœuvre 13 ou encore une batterie. La ou les cavités sont de préférence remplies d'eau lorsque le drone est immergé. Le volume V_c de la cavité ou des cavités prises ensemble peut être supérieur ou égal à $0,2*V_e$, V_e étant un volume de l'enveloppe, de préférence $V_c \geq 0,3*V_e$, de préférence $V_c \geq 0,5*V_e$. La flottabilité neutre du drone 1 est ainsi améliorée.

25 30

Le revêtement 12 est de préférence déformable manuellement de façon à épouser la forme de l'enveloppe 102. Le revêtement 12 peut par exemple être tendu sur la structure interne 103 pour obtenir la forme d'aile d'avion. Le revêtement 12 peut notamment être sous la forme d'une toile ou d'une nappe déformable sous l'effet de son propre poids. Le revêtement 12 peut être

5 déformable de façon à être enroulé sur lui-même. Le revêtement 12 se distingue donc de plaques rigides typiquement de plaques métalliques que l'on viendrait fixer sur le corps 10. Le revêtement 12 peut présenter une épaisseur comprise entre 0,5 mm et 2 mm.

Selon exemple, le revêtement 12 est à base ou de préférence faite d'un matériau non métallique, et de préférence en matériau polymère. Ainsi, le revêtement 12 présente une

10 réflexion aux ondes acoustiques inférieure aux matériaux métalliques, ce qui facilite la transmission des ondes acoustiques de part et d'autre du revêtement 12. De préférence, le revêtement est de base ou fait de PVC. Le PVC étant un très faible réflecteur d'ondes acoustiques, cela améliore encore leur transmission de part et d'autre du revêtement 12. Des toiles PVC microperforées existent dans le commerce et sont habituellement utilisées comme

15 nappes filtrantes pour la filtration d'hydrocarbures. Ces toiles peuvent être détournées de leur utilisation habituelle pour former le revêtement 12 à moindre coût.

Afin de fixer le revêtement 12 sur le corps 10 et plus particulièrement sur la structure interne 103, le corps 10 peut comprendre des éléments de fixation 103a, 103b. Ces éléments de fixation 103a, 103b sont configurés pour maintenir tendu le revêtement 12 sur le corps 10. La fixation

20 du revêtement 12 est ainsi simplifiée, en synergie avec le fait qu'il soit déformable. De préférence, ces éléments de fixation 103a, 103b maintiennent de façon amovible le revêtement 12 sur le corps 10. Le revêtement 12 peut ainsi être facilement ôté pour accéder à l'intérieur de la structure 103 et aux éléments qu'elle contient.

Plusieurs exemples de réalisations pour la fixation du revêtement 12 peuvent être envisagés.

25 Un exemple est décrit ci-dessous à titre non-limitatif.

Un premier élément de fixation 103a peut être par exemple disposé au niveau du bord d'attaque 100. Cet élément de fixation 103a peut être un profilé enserrant le revêtement 12 contre la structure interne 103. Le revêtement 12 est ainsi pris en tenaille entre le profilé 103a et la structure interne 103.

30 Comme par exemple illustré par la figure 9, un deuxième élément de fixation 103b peut-être par exemple disposé au niveau du bord de fuite 101. Cet élément de fixation 103b peut-être une réglette enserrant le revêtement 12 contre la structure interne 103. Le revêtement 12 est ici encore pris en tenaille entre la réglette 103b et la structure interne 103. Les éléments de fixation

103a, peuvent être fixés sur le corps 10, et plus particulièrement sur la structure interne 103, par vissage.

Comme énoncé précédemment, et en référence à la figure 9, les microperforations 120 peuvent présenter une plus grande dimension D_{120} sensiblement inférieure ou égale à 2 mm, de
5 préférence à 1,5 mm, et plus préférentiellement encore à 1 mm. Selon un exemple, la pluralité de perforations présente au moins une dimension sensiblement supérieure ou égale à 0,5 mm, de préférence à 0,8 mm. Ces gammes de dimension des microperforations permettent d'obtenir une cavitation à la vitesse de navigation du drone (typiquement entre 3 et 5 nœuds, soit entre 1,5 et 2,6 m/s). Ces dimensions de microperforation sont disponibles sur des matériaux
10 commerciaux, par exemple le revêtement PVC détaillé ci-dessus en exemple.

Selon exemple, les microperforations 120 sont réparties de façon homogène sur le revêtement 12. Par « homogène », on entend que le nombre de microperforations par unité de surface du revêtement 12 est sensiblement égal en tout point du revêtement 12. Ainsi, le phénomène de cavitation se produit de façon homogène à la surface du revêtement 12.

15 Le revêtement 12 peut en outre comprendre des ouvertures additionnelles 121. Ces ouvertures complémentaires 121 peuvent par exemple coïncider avec les éléments d'attache 18 et/ou certains capteurs 16 et/ou les modules de propulsion 15 comme l'illustrent par exemple les figures 1 et 2. Ainsi, ces éléments sont rendus accessibles à la surface du corps 10 sans avoir à retirer le revêtement 12.

20 Au vu de la description qui précède, il apparaît clairement que l'invention propose un drone marin amélioré par rapport aux solutions existantes, et notamment dont l'acquisition et/ou la transmission de signaux est facilitée.

L'invention n'est pas limitée aux modes de réalisations précédemment décrits et s'étend à tous les modes de réalisation couverts par l'invention. La présente invention ne se limite pas aux
25 exemples précédemment décrits. Bien d'autres variantes de réalisation sont possibles, par exemple par combinaison de caractéristiques précédemment décrites, sans sortir du cadre de l'invention. En outre, les caractéristiques décrites relativement à un aspect de l'invention peuvent être combinées à un autre aspect de l'invention.

Revendications

1. Drone (1) marin comprenant
 - Un corps (10) présentant un bord d'attaque (100) et un bord de fuite (101), le corps (10) définissant entre le bord d'attaque (100) et le bord de fuite (101) une enveloppe (102) en forme d'aile d'avion, le corps (10) portant au moins un organe de manœuvre (13) monté mobile sur le corps (10) et configuré pour modifier une trajectoire du drone (1),
 - Une antenne (11),
- 10 Caractérisé en ce que l'antenne (11) est télescopique et comprend une portion proximale (110) montée sur le corps (10) et une portion distale (111), la portion distale (111) étant configurée de façon à coulisser avec la portion proximale (110) entre une pluralité de positions déployées et une position rétractée, le long d'une direction principale d'extension de l'antenne (A1), le coulisserment étant induit par une flottaison de la portion distale (111).
- 15
2. Drone (1) selon la revendication précédente, dans lequel, lorsque la portion distale (111) est dans une position de déploiement maximal par rapport à la portion proximale (110), l'antenne (11) présente une longueur (L_{11}) sensiblement supérieure ou égale à 1,5 m selon la direction d'extension principale (A1) de l'antenne (11).
- 20
3. Drone (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la portion distale (111) de l'antenne (11) comprend un flotteur (112) configuré pour induire le coulisserment de la portion distale (111) selon le niveau d'une ligne de flottaison (2) sur l'antenne (11).
- 25
4. Drone (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le drone (1) comprend en outre un revêtement (12) autorisant le passage d'ondes acoustiques de part et d'autre du revêtement (12) et présentant une pluralité de perforations (120), dites microperforations (120), dont la plus grande dimension (D_{120}) à la surface du corps est inférieure ou égale à 2 mm, le revêtement (12) recouvrant au moins en partie le corps (10).
- 30
5. Drone (1) selon la revendication précédente, dans lequel, le corps (10) présentant une face inférieure (10a) destinée à être tournée en regard du fond marin lorsque le drone évolue à profondeur constante, et une face supérieure (10b) destinée à être tournée en regard de la surface de l'eau lorsque le drone évolue à profondeur constante, le revêtement (12) recouvre au moins la face inférieure (10a) du corps (10) et de préférence

- recouvre la face supérieure (10b).
6. Drone (1) selon l'une quelconque des deux revendications précédentes, dans lequel la pluralité de microperforations (120) présente une plus grande dimension (D_{120}) à la surface du corps (10) inférieure à 1,5 mm, et est répartie de façon homogène sur le revêtement (12).
7. Drone (1) selon l'une quelconque des trois revendications précédentes, dans lequel le revêtement (12) est déformable manuellement de sorte à pouvoir épouser la forme d'aile d'avion de l'enveloppe (102) et est à base de PVC.
8. Drone (1) selon l'une quelconque des quatre revendications précédentes, dans lequel le corps (10) comprend des éléments de fixation (103a, 103b) configurés pour fixer de façon amovible le revêtement (12), de préférence au niveau du bord d'attaque (100) et du bord de fuite (101) du corps (10).
9. Drone (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le corps (10) comprend une structure (103) ajourée et non déformable manuellement formant au moins une cavité (1030), le drone étant conformé de sorte que l'eau puisse pénétrer à l'intérieur de l'enveloppe pour remplir, de préférence en totalité, l'au moins une cavité lorsque le drone (1) est immergé, le volume V_c de la cavité étant supérieur ou égal à $0,2*V_e$, V_e étant un volume de l'enveloppe, de préférence $V_c \geq 0,3*V_e$, de préférence $V_c \geq 0,5*V_e$.
10. Drone (1) selon la revendication précédente prise en combinaison avec l'une quelconque des revendications 4 à 8, dans lequel l'au moins une cavité est au moins en partie recouverte par le revêtement (12), le drone (1) étant configuré de sorte que l'eau puisse pénétrer dans l'au moins une cavité en passant par les microperforations, lorsque le drone (1) est immergé.
11. Drone (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les organes de manœuvre (13) comprennent au moins l'un parmi :
- des volets latéraux (130) montés de part et d'autre du corps (10), configurés pour modifier la trajectoire du drone (1) selon un axe de tangage et/ou un axe de roulis,
 - un volet arrière (131) monté sur le bord de fuite (101) du corps (10), configuré pour modifier la trajectoire du drone (1) selon un axe de tangage.
12. Drone (1) selon la revendication précédente, dans lequel :
- les volets latéraux (130) présentent par rapport au corps (10) au moins un degré de liberté en rotation autour d'une direction perpendiculaire (γ) à une direction de

progression (x) du drone (1) lors de sa navigation, de sorte à permettre l'inclinaison du corps (10) selon l'axe de roulis et/ou de tangage, et/ou

- le volet arrière (131) présente par rapport au corps (10) au moins un degré de liberté en rotation autour d'une direction perpendiculaire (y) à ladite direction de progression (x).

5

13. Drone (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant au moins deux modules de propulsion (15), de préférence montés sur le corps (10).

14. Drone (1) selon la revendication précédente, dans lequel les au moins deux modules de propulsion (15) sont disposés sur une face inférieure (10a) du corps (10).

10

15. Drone (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant en outre un aileron arrière (14) déporté par rapport au bord de fuite (101) du corps (10) et parallèle au bord de fuite (101).

16. Procédé d'utilisation du drone selon l'une quelconque des revendications précédentes comprenant :

15

- une phase de navigation en surface, durant laquelle la portion proximale (110) et la portion distale (111) de l'antenne (11) sont émergées,
- une phase de navigation sous-marine, dite peu profonde, durant laquelle le corps (10) et au moins une partie de la portion proximale (110) sont immergés, et la portion distale (111) flotte pour induire son coulisement avec la portion proximale (110) et

20

maintenir émergée au moins une partie de la portion distale (111) au-dessus la ligne de flottaison.

17. Procédé d'utilisation selon la revendication précédente, dans lequel le passage entre la phase de navigation en surface et la phase de navigation sous-marine peu profonde s'effectue, de préférence automatiquement, en réponse à une information relative à l'état de mer.

25

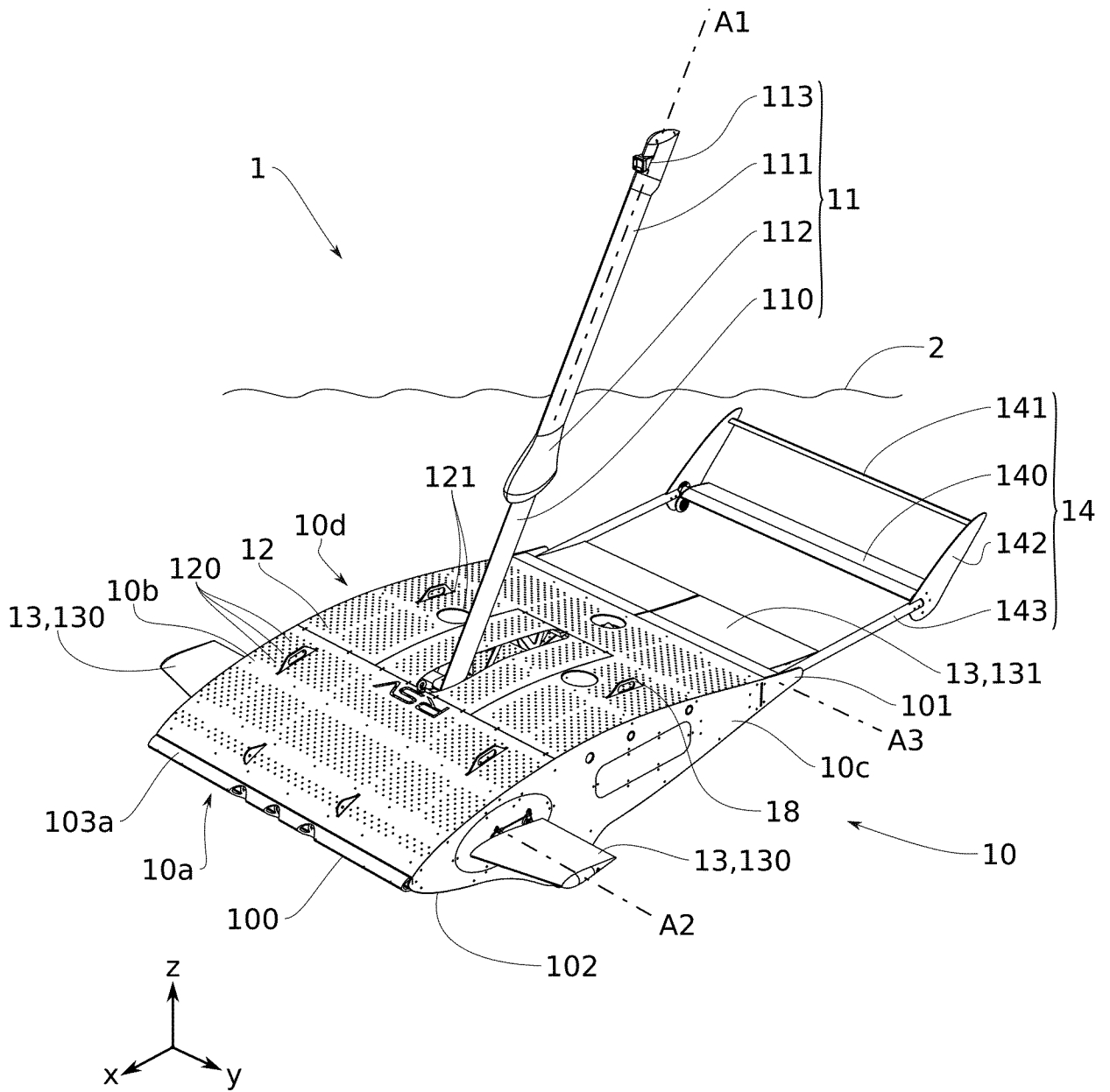


FIG. 1

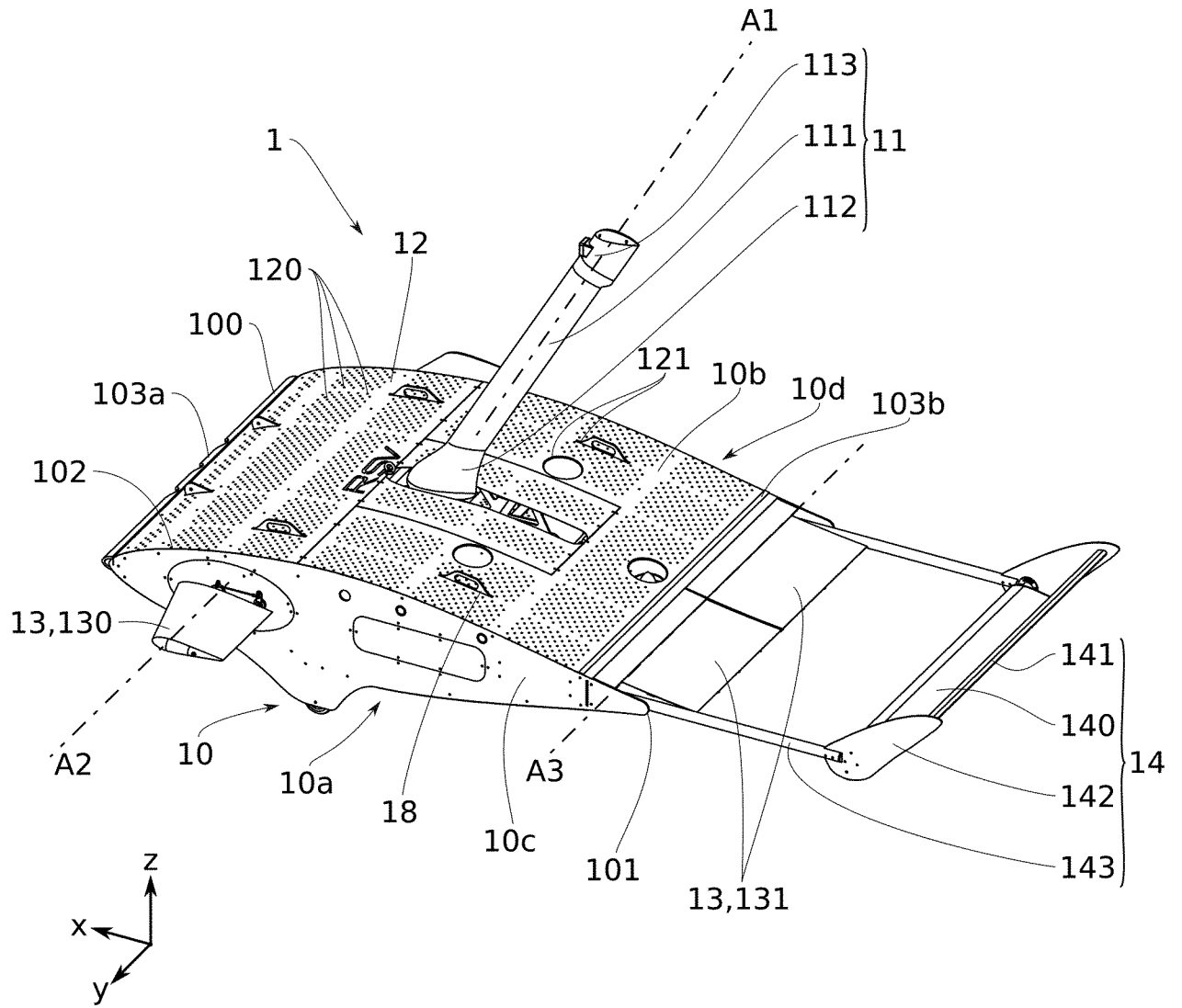


FIG. 2

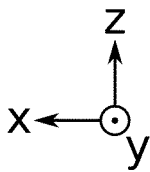
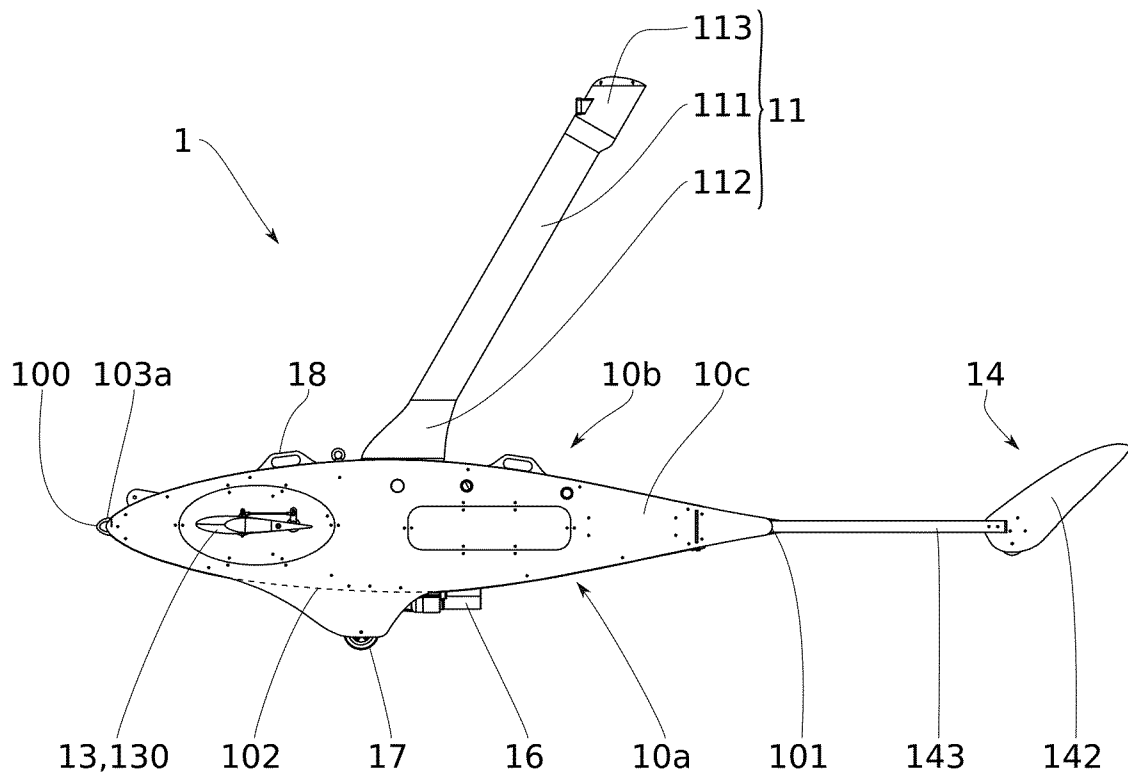


FIG. 4

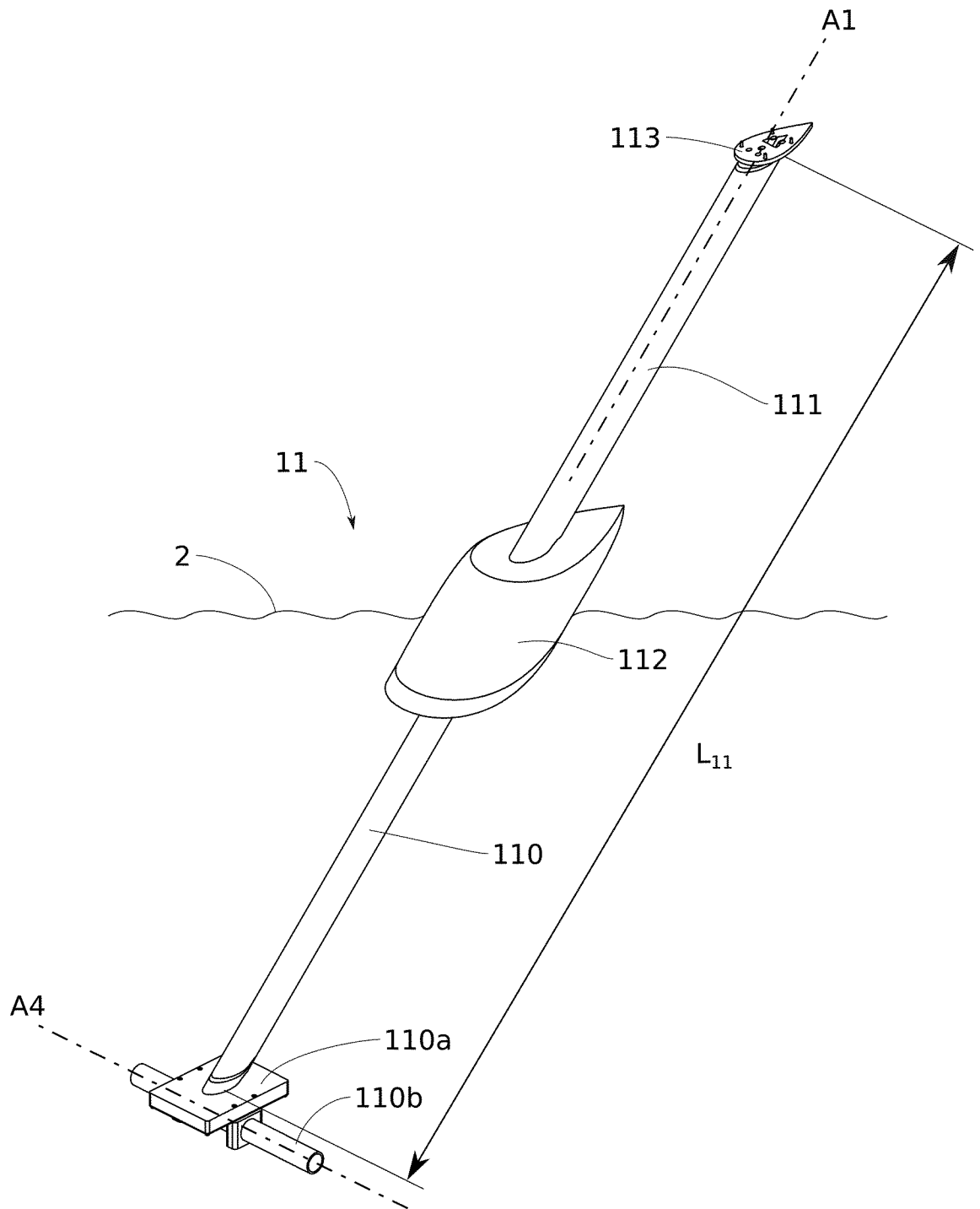


FIG. 5

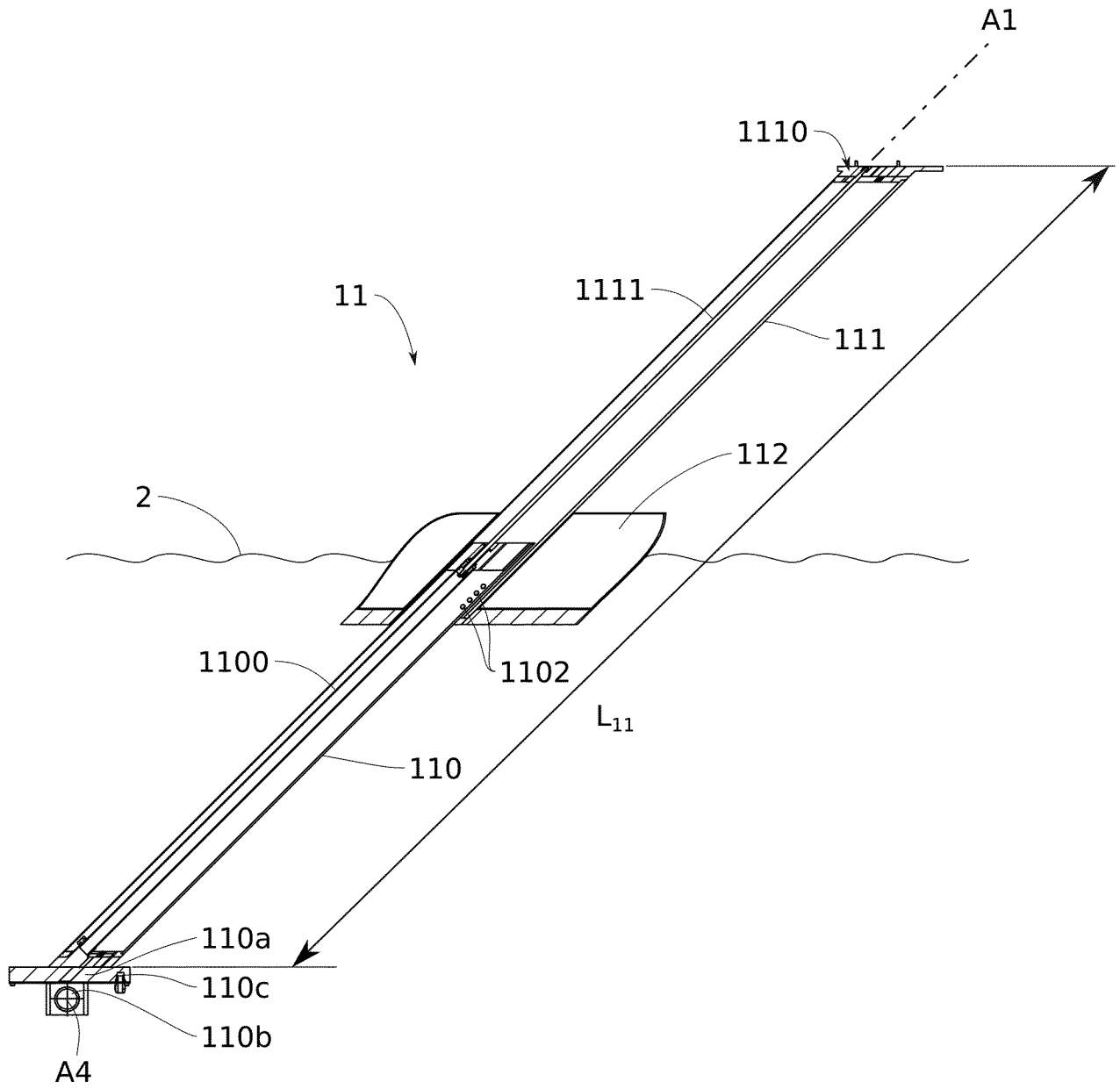


FIG. 6A

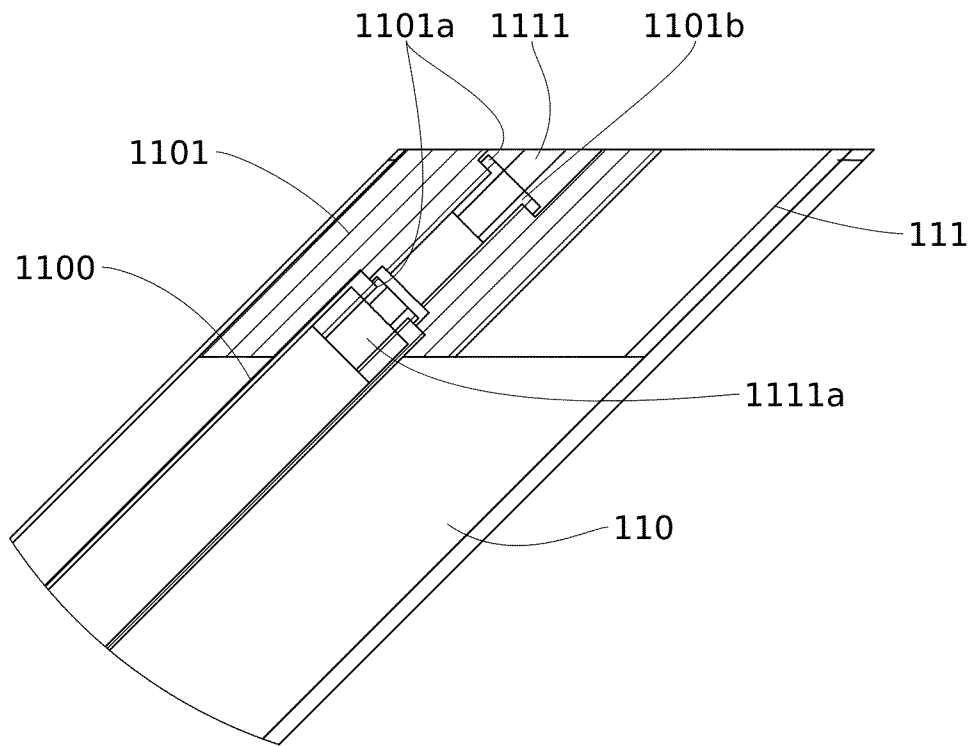


FIG. 6B

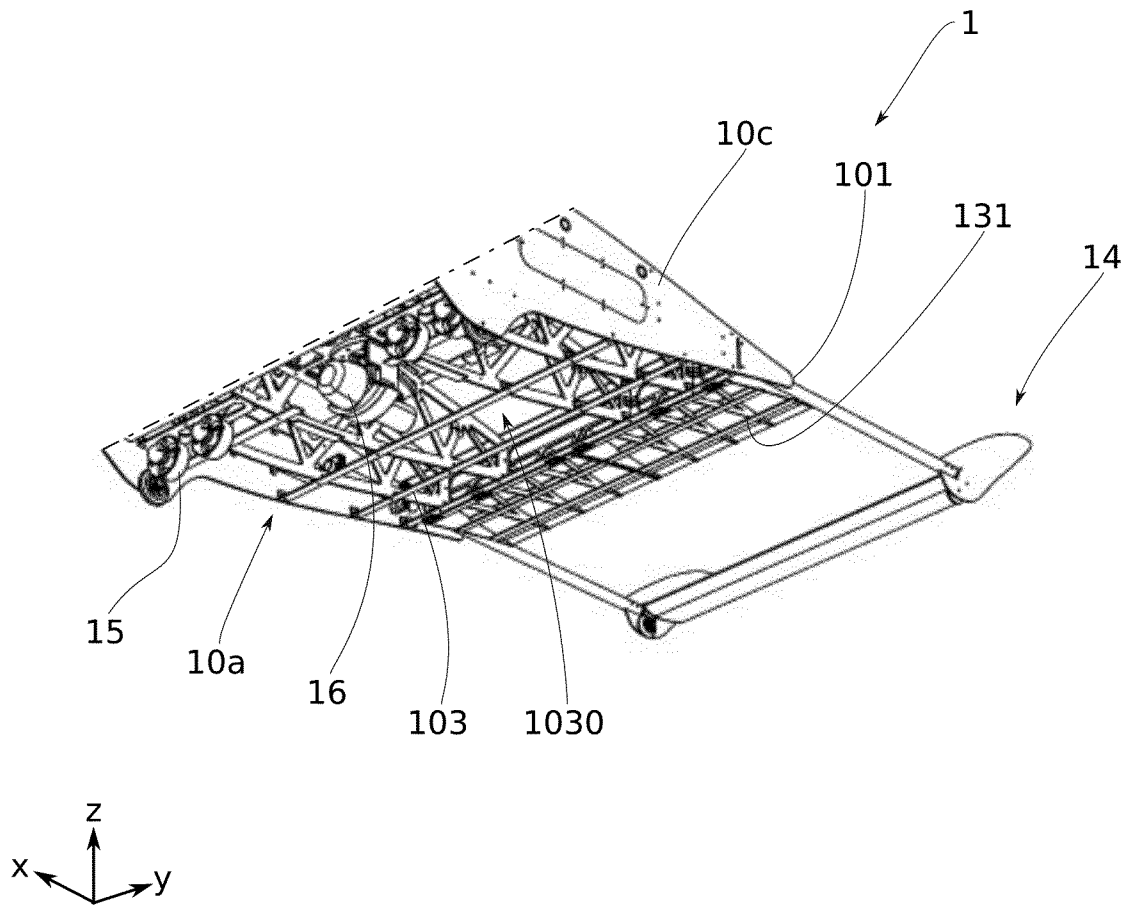


FIG. 7

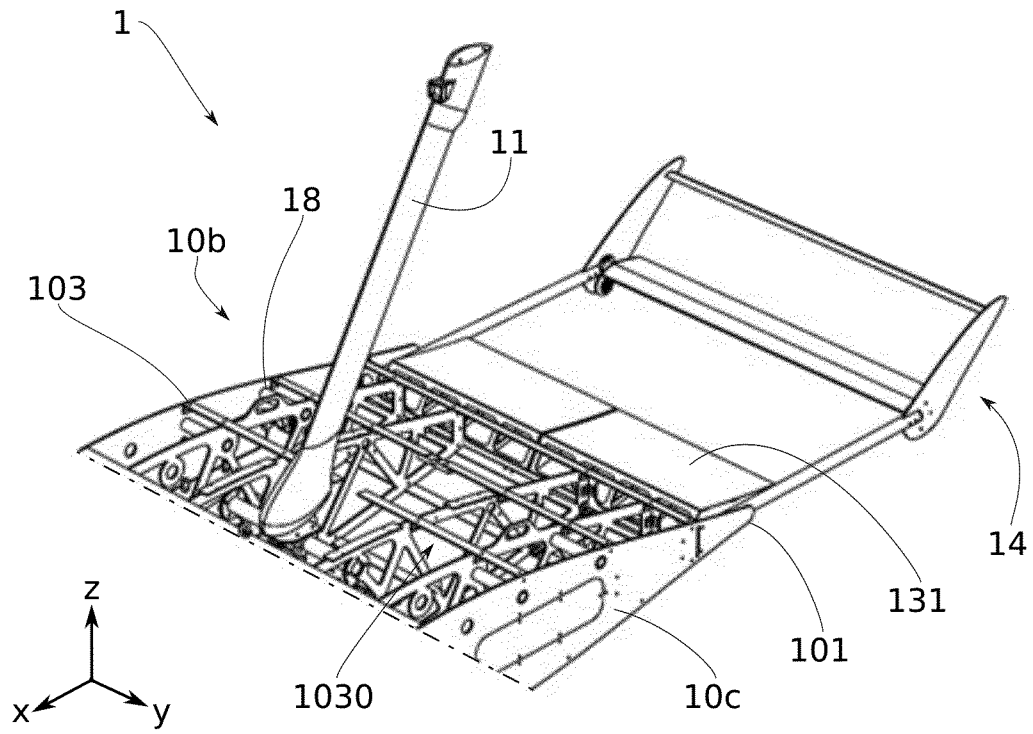


FIG. 8

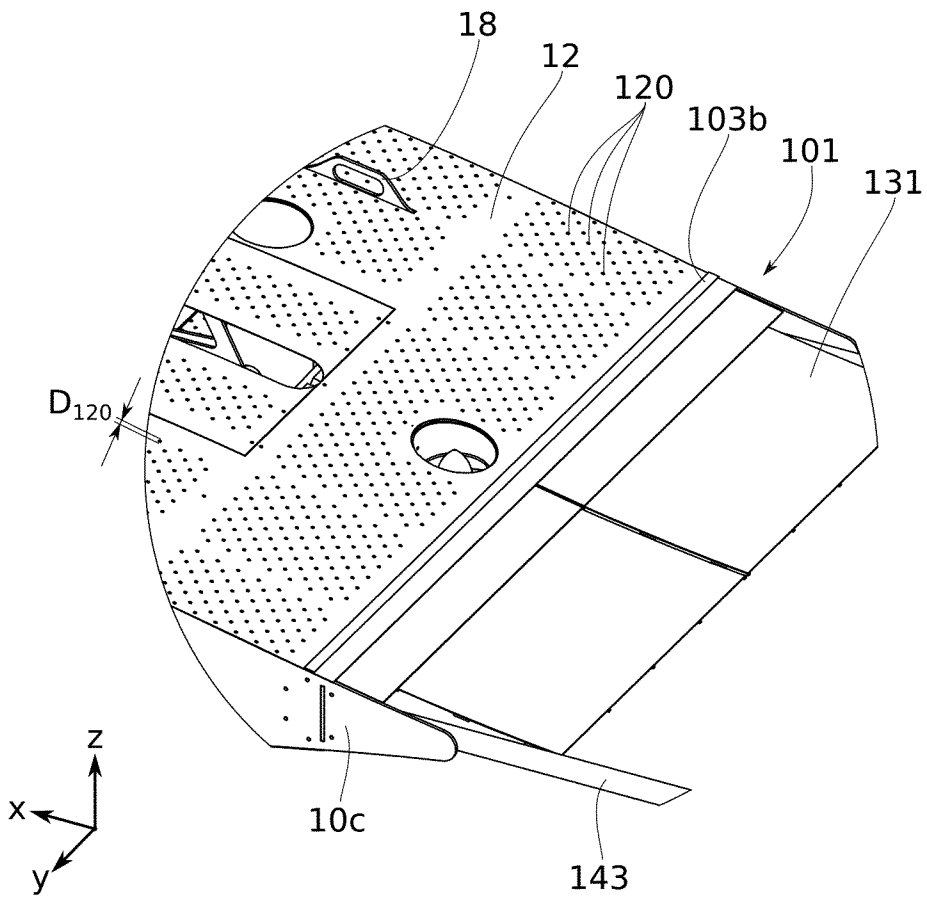


FIG. 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2023/062345

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>B63G 8/00</i> (2006.01)i; <i>B63G 8/18</i> (2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B63G; B63C; H01Q Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 3161168 A (ISSAIEWITCH REBIKOFF DIMITRI) 15 December 1964 (1964-12-15) abstract; figures	1-17
A	US 5132696 A (COBB JACK M [US]) 21 July 1992 (1992-07-21) abstract; figures	1-17
A	CN 109110093 A (TIANJIN CUSTOMS DISTR P R CHINA) 01 January 2019 (2019-01-01) abstract; figures	1
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 30 June 2023		Date of mailing of the international search report 10 July 2023
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Balzer, Ralf Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2023/062345

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US 3161168	A 15 December 1964	NONE	
US 5132696	A 21 July 1992	NONE	
CN 109110093	A 01 January 2019	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2023/062345

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. B63G8/00 B63G8/18
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
B63G B63C H01Q

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 3 161 168 A (ISSAIEWITCH REBIKOFF DIMITRI) 15 décembre 1964 (1964-12-15) abrégé; figures -----	1-17
A	US 5 132 696 A (COBB JACK M [US]) 21 juillet 1992 (1992-07-21) abrégé; figures -----	1-17
A	CN 109 110 093 A (TIANJIN CUSTOMS DISTR P R CHINA) 1 janvier 2019 (2019-01-01) abrégé; figures -----	1

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- "&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

30 juin 2023

10/07/2023

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
 Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Balzer, Ralf

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2023/062345

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 3161168	A	15-12-1964	AUCUN	

US 5132696	A	21-07-1992	AUCUN	

CN 109110093	A	01-01-2019	AUCUN	
