



(11) **EP 3 169 581 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention  
de la délivrance du brevet:  
**10.10.2018 Bulletin 2018/41**

(51) Int Cl.:  
**B63B 1/28 (2006.01) B63B 1/30 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **15767249.4**

(86) Numéro de dépôt international:  
**PCT/IB2015/055444**

(22) Date de dépôt: **17.07.2015**

(87) Numéro de publication internationale:  
**WO 2016/009409 (21.01.2016 Gazette 2016/03)**

(54) **BATEAU MOTEUR A FOILS RETRACTABLES**  
**MOTORBOOT MIT EINZIEHBAREN TRAGFLÄCHEN**  
**MOTOR BOAT WITH RETRACTABLE FOILS**

(84) Etats contractants désignés:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB**  
**GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO**  
**PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorité: **17.07.2014 PCT/IB2014/063175**

(43) Date de publication de la demande:  
**24.05.2017 Bulletin 2017/21**

(73) Titulaire: **Hydros Innovation SA**  
**1003 Lausanne (CH)**

(72) Inventeurs:  
• **LAGARRIGUE, Jérémie**  
**CH-1372 Bavois (CH)**  
• **BOURGEON, Jean-Mathieu**  
**F-56340 Plouhamel (FR)**

(74) Mandataire: **Grosfillier, Philippe**  
**ANDRE ROLAND S.A.**  
**P.O. Box 5107**  
**1002 Lausanne (CH)**

(56) Documents cités:  
**US-A- 3 150 626 US-A- 3 763 811**  
**US-A1- 2009 013 917 US-A1- 2014 109 820**

**EP 3 169 581 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

### Domaine de l'invention

**[0001]** La présente invention concerne les bateaux motorisés à foils.

### Etat de la technique

**[0002]** Le principe consistant à assurer l'équilibrage du poids d'un bateau par un effet de portance hydrodynamique produit par la vitesse de l'eau agissant sur des éléments en forme d'ailes immergées, semi-immersées ou traversant la surface de l'eau, par opposition à la seule utilisation de l'effet archimédien des volumes immergés, est relativement ancien. Dès le début du vingtième siècle il existe des bateaux à moteur équipés de ce genre de dispositif nommé foil. On connaît par ailleurs l'utilisation de foils dans le but de stabiliser en roulis ou en tangage des navires en configuration archimédienne. L'utilisation de foils améliore la performance des bateaux par l'augmentation de la vitesse et/ou la diminution de la consommation énergétique.

**[0003]** Le brevet américain US 4 237 810 divulgue un bateau à moteur doté de foils.

Sur ce bateau, et plus généralement sur les bateaux motorisés à foils, la position des foils par rapport à la structure porteuse ne varie pas, que le bateau soit à l'arrêt, se déplace à faible ou grande vitesse, que la force du vent ou la hauteur des vagues soit prononcée ou non. D'autres brevets, tels que le brevet américain US 3 241 511, divulguent des principes de bateaux à moteur et à foils avec système de rétractabilité des foils, par coulisement vertical ou par mécanismes divers de rotation. Ces systèmes permettent notamment de réduire relativement l'encombrement et la traînée des appendices lorsqu'ils ne sont pas utilisés.

Les dispositifs de l'état de la technique ne permettent cependant pas de satisfaire deux configurations géométriques distinctes précises, à savoir (i) la coïncidence avec la forme de la coque des foils en position relevée, et (ii) le positionnement des foils en position basse qui permette d'obtenir naturellement l'autostabilité de l'hydrofoil en vol, que ce soit en roulis ou en tangage.

Bien qu'il existe certains dispositifs visant un objectif similaire, tels que ceux décrits dans les publications brevets US 3150626, US 2009/013917, US 3763811 ou US 2014/109820, les problèmes précités ne sont pas totalement résolus.

### Description de l'invention

**[0004]** La présente invention concerne un bateau à moteur à foils hybride, c'est-à-dire pouvant naviguer en configuration archimédienne ou « foiler » et changer de configuration pendant la navigation. Voir figure 1.

**[0005]** L'invention concerne plus précisément un bateau à moteur comprenant une structure porteuse et au

moins un foil, défini par une aile et son support, qui est disposé sous ladite structure et monté coulissant par rapport à celle-ci ; caractérisé par le fait que le foil est également monté de manière à adopter au moins deux positions fixes, à savoir une position dite active dans laquelle le foil est abaissé et une position dite passive dans laquelle le foil est confondu avec la structure porteuse ou entièrement rétracté à l'intérieur de celle-ci ; le foil étant en outre monté coulissant selon une trajectoire incurvée, de manière à ce qu'il s'éloigne de la verticale du bateau lorsqu'il s'abaisse.

**[0006]** De préférence, mais pas exclusivement, le bateau selon l'invention comprend les éléments suivants, pris isolément ou en combinaison (cf. figures 2 à 5) :

- Une structure porteuse **1**.
- Au moins un foil **2** et un stabilisateur **3**, possiblement réunis en un seul dispositif porteur (par exemple voilure delta), disposés sous la structure porteuse **1** et adaptés pour prendre appui sur l'eau de façon à sustenter et à équilibrer la structure porteuse **1** lorsque le bateau se déplace sur l'eau, le foil **2** étant monté coulissant par rapport à la structure porteuse **1**, selon une trajectoire sensiblement perpendiculaire à la face inférieure de la structure porteuse **1**, entre d'une part, une position dite active où le foil **2** est abaissé et d'autre part une position passive où le foil **2** est encastré dans la structure porteuse **1**.
- Un système de coulisement d'un support incurvé **4** qui permette de passer rapidement de la position passive à la position active des foils **4**, cette dernière devant satisfaire les règles d'autostabilité des hydrofoils dits de première génération avec foils en V traversants **6**.
- Un système de rétractabilité des foils **2** activable lorsque le bateau en marche, avec l'incidence du foil **2** par rapport à l'écoulement qui reste sensiblement identique tout au long de l'action de montée ou de descente des foils **2**.
- Une amélioration du comportement et du confort à bord du bateau par utilisation de systèmes de pilotage et/ou de correction automatique qui agissent selon les paramètres indiqués par un simulateur embarqué, p.ex. du type DPP (Dynamic Performance Prédiction) qui a été développé par la demanderesse. Ce système permet en particulier de simuler le comportement futur du bateau à partir d'une position d'équilibre donnée et d'événements nouveaux (action commande, état de la mer, vent, etc.).

**[0007]** Outre le fait que le bateau à moteur selon l'invention offre tous les avantages d'un bateau à foils (réduction de la traînée à haute vitesse, amélioration du confort à bord dans certaines conditions de mer, maniableté), son changement de configuration offre d'autres avantages, notamment :

- Diminution du tirant d'eau à l'approche de haut

fonds.

- Réduction de la traînée à basse vitesse.
- Diminution de l'encombrement du bateau (notamment la largeur) lors de manoeuvres, circulation dans des espaces limités, stockage..
- Prise de quai similaire en tous points à celle d'un bateau classique, sans recours à une logistique dédiée et complexe, inhérente aux bateaux à foils, et plus particulièrement aux bateaux à foils en V traversants, dits hydrofoils de première génération.
- Pas de restriction de condition d'utilisation propre à un hydrofoil dans le sens où le bateau peut à tout moment revenir à une configuration foils rentrés et naviguer de la même manière et avec les mêmes limites qu'un bateau classique de même catégorie.

**[0008]** Les foils peuvent se loger dans la coque en position haute, derrière un décrochement dans la carène qui permet aussi de réduire efficacement la traînée induite par les foils lorsque le bateau est en configuration archimédienne **7** (cf figure 4).

**[0009]** Selon un autre mode de réalisation de l'invention les foils sont guidés par deux cales adaptées en ce qu'elles permettent le passage de voiles de corde et vrillages évolutifs.

**[0010]** Avantageusement le système de remontée mécanique des foils comporte un vérin à vis solidaire de structure porteuse et du foil simultanément.

**[0011]** Le système de remontée mécanique des safrans peut comporter un vérin à vis solidaire de structure porteuse et du foil simultanément.

**[0012]** De façon plus générale, tout autre système de montée/descente (vérins hydrauliques, palans, crémaillères..) peut être utilisé.

**[0013]** Pour améliorer le comportement du bateau et/ou en optimiser les performances, les safrans peuvent être commandés en rotation autour de l'axe latéral. Ce système permet soit de modifier le trim du bateau en mettant en incidence à piquer ou à cabrer de manière identique les plans porteurs positionnés en bas de safran **8**, soit de modifier le roulis du bateau en modifiant de façon dissymétrique les incidences des plans porteurs bâbord et tribord **9**. Avantageusement, les mouvements de contrôle du tangage et du roulis peuvent être couplés pour apporter une réponse complète à la dynamique du mouvement souhaité. Dans cette configuration, il faut connaître la position du bateau. A cet effet un gyrocompas peut être installé à bord pour mesurer le tangage et le roulis. Le gyrocompas fournit une information de mesure, qui peut être transformée en un ordre de commande pour régler le positionnement en rotation des safrans. Ces opérations peuvent bien évidemment être automatisées **10**. (Figure 5).

**[0014]** Dans un autre mode préférentiel de réalisation de l'invention, on utilise un simulateur dynamique **10** capable de prédire le comportement dynamique et la tenue à la mer dans toutes les conditions de navigation. Ce simulateur, nommé DPP (Dynamic Performance Prédic-

tion) et développé par la demanderesse, est utilisé en amont pour définir et optimiser la conception du bateau (positionnements, profils, caractéristiques..). Il permet aussi de fournir les paramètres nécessaires pour configurer les boucles de rétroaction des pilotes automatiques embarqués. Enfin, avantageusement, le simulateur peut être utilisé de manière embarquée afin de fournir en direct le script à exécuter par l'automate. Dans ce mode de fonctionnement, le simulateur est alimenté par les informations issues des capteurs du bord, et calcule en permanence les états futurs du bateau ce qui lui permet de fournir les consignes adéquates aux commandes de bord pour atteindre l'état de fonctionnement souhaité qui peut être une attitude du bateau, une performance, le suivi d'une route programmée, un mode de conduite prédéfini, etc..

**[0015]** De préférence l'automate comprend un solveur dynamique pour transformer l'entrée provenant du gyrocompas en une commande de rotation sur les safrans. L'automate est alors capable de prédire l'évolution des efforts sur le bateau, et ainsi incorporer dans la commande du contrôleur des notions comme la géométrie des appendices ou du bateau. Dans le cas présent, la géométrie autostable des foils permet au contrôleur de diminuer les oscillations et réduire le temps nécessaire pour obtenir l'état ciblé.

Le solveur dynamique résout les équations du mouvement à six degrés de liberté. Celles-ci peuvent toutefois être simplifiées (linéarisation des équations) en fonctions des performances de la résolution numérique. Le schéma numérique sera de préférence un schéma à pas de temps adaptatif, bien que les performances de la résolution adapteront ce choix et pourront permettre l'utilisation d'un schéma numérique de type Runge-Kutta ou autres méthodes de la littérature scientifique.

Les modèles résolvants les efforts doivent s'adapter à l'embarcation contrôlée par l'autopilote, et de ce fait, les géométries du bateau doivent être introduites dans le simulateur à l'aide de fichiers de type fichier CAO ou fichier texte d'un format adapté.

**[0016]** Avantageusement, l'ordre de commande donné par l'automate est transmis aux safrans sous forme de puissance hydraulique. Une pompe hydraulique convertit l'ordre de commande électrique venant de l'automate sous forme de pression hydraulique. Des vérins convertissent la puissance hydraulique en mouvement de rotation des safrans et ainsi assurent l'optimisation de comportement du véhicule. Le mode de commande peut aussi être assuré par d'autres moyens, vérins électriques, crémaillères, etc..

L'appareil propulseur est inclus dans des bulbes au bas des safrans **11**. L'appareil propulseur doit être en permanence immergé, tant en configuration archimédienne que foiler. Il doit en outre remonter dans une position haute, c'est-à-dire plus proche de la structure portante lors de la configuration archimédienne pour réduire le tirant d'eau.

Les appareils propulseurs reçoivent la puissance fournit

par le moteur du véhicule jusqu'aux bas des safrans. Les safrans sont mobiles en translation verticale de sorte à pouvoir être remontés en position haute. Pour transmettre avantageusement la puissance et assurer le couple nécessaire au décollage du bateau, on installe un moteur, p.ex. thermique **12**, couplé à des pompes hydrauliques **13**. Ces pompes hydrauliques conduisent la puissance hydraulique au travers des safrans au moyen de tuyaux flexibles **14**. L'appareil propulseur est composé d'un générateur hydraulique et d'une hélice. Fig. 6. D'autres systèmes de transmission de la puissance peuvent aussi être utilisés : hydrojet, arbre d'hélice avec cardans, etc..

**[0017]** Il va de soi que l'invention ne se limite pas aux exemples décrits et illustrés dans le présent document. Elle couvre n'importe quel mécanisme permettant de modifier la position des foils pendant la navigation tel que défini dans les revendications.

## Revendications

1. Bateau à moteur comprenant une structure porteuse (1) et au moins un foil (2), défini par une aile et son support (4), qui est disposé sous ladite structure et monté coulissant par rapport à celle-ci ; **caractérisé par le fait que** le foil (2) est également monté de manière à adopter au moins deux positions fixes, à savoir une position dite active dans laquelle le foil (2) est abaissé et une position dite passive dans laquelle le foil (2) se confond avec la structure porteuse (1) ou entièrement rétracté à l'intérieur de celle-ci ; le foil (2) étant en outre monté coulissant selon une trajectoire incurvée, de manière à ce qu'il s'éloigne de la verticale du bateau lorsqu'il s'abaisse.
2. Bateau à moteur selon la revendication précédente **caractérisé par le fait que** le foil (2) peut coulisser lorsque le bateau est en mouvement, tout en conservant une orientation constante par rapport à l'écoulement.
3. Bateau à moteur selon l'une des revendications précédentes **caractérisé par le fait qu'**en position passive au moins une partie du support (4) est visible du poste de commande du bateau.
4. Bateau à moteur selon l'une des revendications précédentes comprenant un système automatisé (10) de positionnement du ou des foil(s) (2) en fonction de divers paramètres tels que position actuelle du bateau, actions souhaitées, conditions météorologiques actuelles ou prévues.
5. Bateau à moteur selon la revendication 4 dans lequel le système automatisé comprend un simulateur dynamique, p.ex. de type DDP, capable de prédire le comportement dynamique et la tenue à la mer dans

toutes les conditions de navigation.

## Patentansprüche

1. Motorboot, umfassend eine Tragstruktur (1) und mindestens eine Tragfläche (2), die durch einen Flügel und seinen Träger (4) definiert wird, unter der Struktur angeordnet ist und bezüglich dieser verschiebbar angebracht ist; **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tragfläche (2) auch so angebracht ist, dass sie zwei festgelegte Stellungen einnehmen kann, nämlich eine sogenannte aktive Stellung, in der die Tragfläche (2) abgesenkt ist, und eine sogenannte passive Stellung, in der die Tragfläche (2) mit der Tragstruktur (1) zusammenfällt oder vollständig in deren Inneres eingezogen ist; wobei die Tragfläche (2) ferner entlang einer gekrümmten Bahn verschiebbar angebracht ist, derart, dass sie sich von der Vertikalen des Boots entfernt, wenn sie abgesenkt wird.
2. Motorboot nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tragfläche (2) gleiten kann, wenn das Boot in Bewegung ist, wobei eine konstante Ausrichtung bezüglich der Strömung bewahrt wird.
3. Motorboot nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der passiven Stellung mindestens ein Teil des Trägers (4) vom Kommandostand aus sichtbar ist.
4. Motorboot nach einem der vorhergehenden Ansprüche, das ein automatisiertes System (10) zur Positionierung der Tragfläche(n) (2) in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern, wie zum Beispiel der aktuellen Position des Boots, gewünschten Aktionen, aktuellen oder vorhergesagten meteorologischen Bedingungen usw. umfasst.
5. Motorboot nach Anspruch 4, wobei das automatisierte System einen dynamischen Simulator, zum Beispiel vom DDP-Typ, umfasst, der das dynamische Verhalten und das Seeverhalten unter allen Navigationsbedingungen vorhersagen kann.

## Claims

1. Motor boat comprising a bearing structure (1) and at least one foil (2), defined by a wing and its support (4), which is arranged below said structure and slideably mounted with respect thereto; **characterized in that** the foil (2) is also mounted so as to adopt at least two fixed positions, namely a position referred to as the active position in which the foil (2) is lowered and a position referred to as the passive position in

which the foil (2) coincides with the bearing structure (1) or is entirely retracted inside the latter; the foil (2) furthermore being mounted such that it can slide along a curved trajectory so that it moves away from the vertical of the boat when it is lowered.

5

2. Motor boat according to the preceding claim, **characterized in that** the foil (2) can slide when the boat is moving, while retaining a constant orientation with respect to the flow. 10
3. Motor boat according to either one of the preceding claims, **characterized in that**, in the passive position, at least one part of the support (4) is visible from the control station of the boat. 15
4. Motor boat according to one of the preceding claims, comprising an automated system (10) for positioning the foil(s) (2) as a function of various parameters such as the current position of the boat, desired actions, current or predicted meteorological conditions. 20
5. Motor boat according to Claim 4, in which the automated system comprises a dynamic simulator, for example of the DDP type, capable of predicting the dynamic behavior and the seakeeping under all navigation conditions. 25

30

35

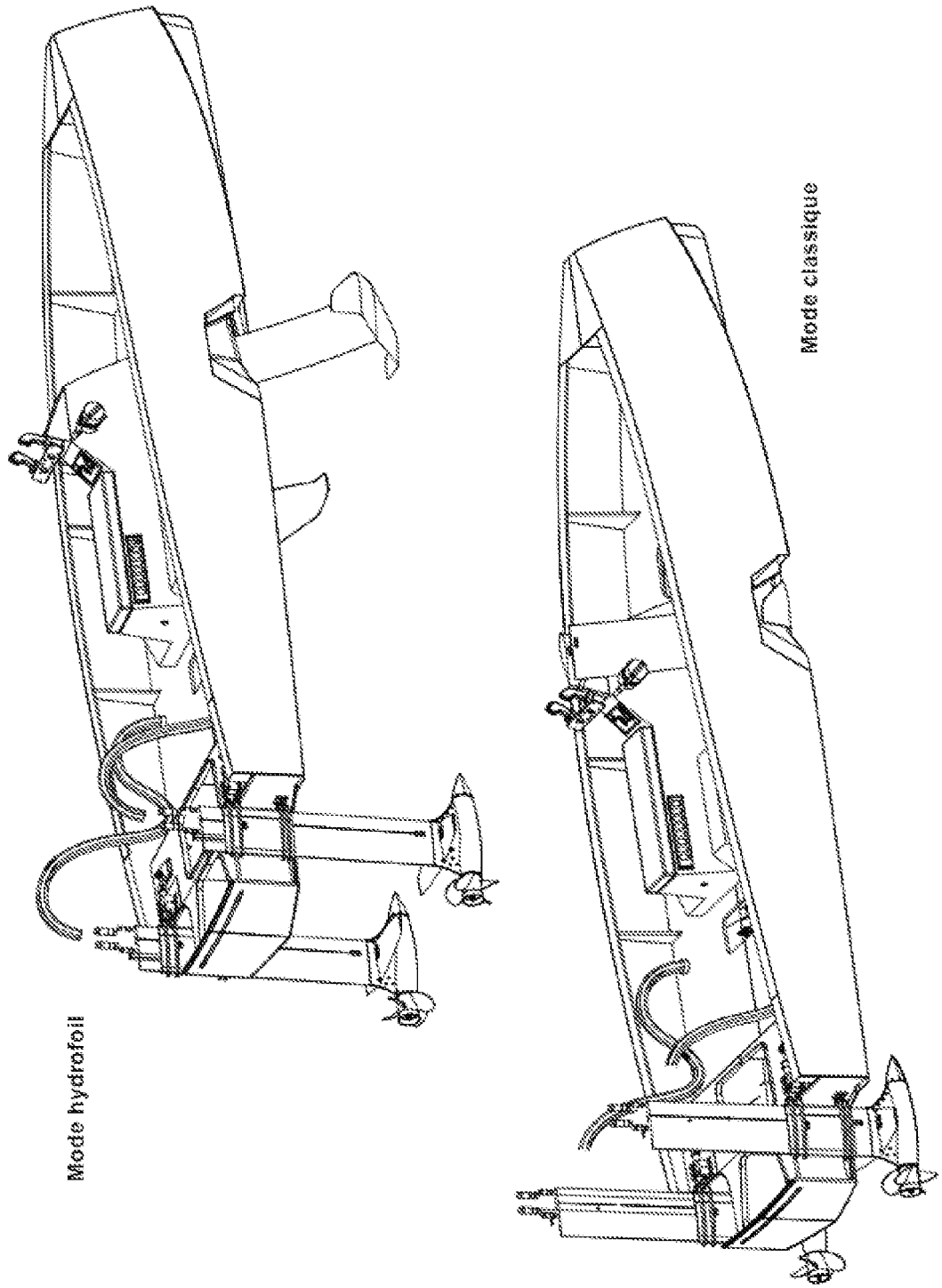
40

45

50

55

Fig. 1



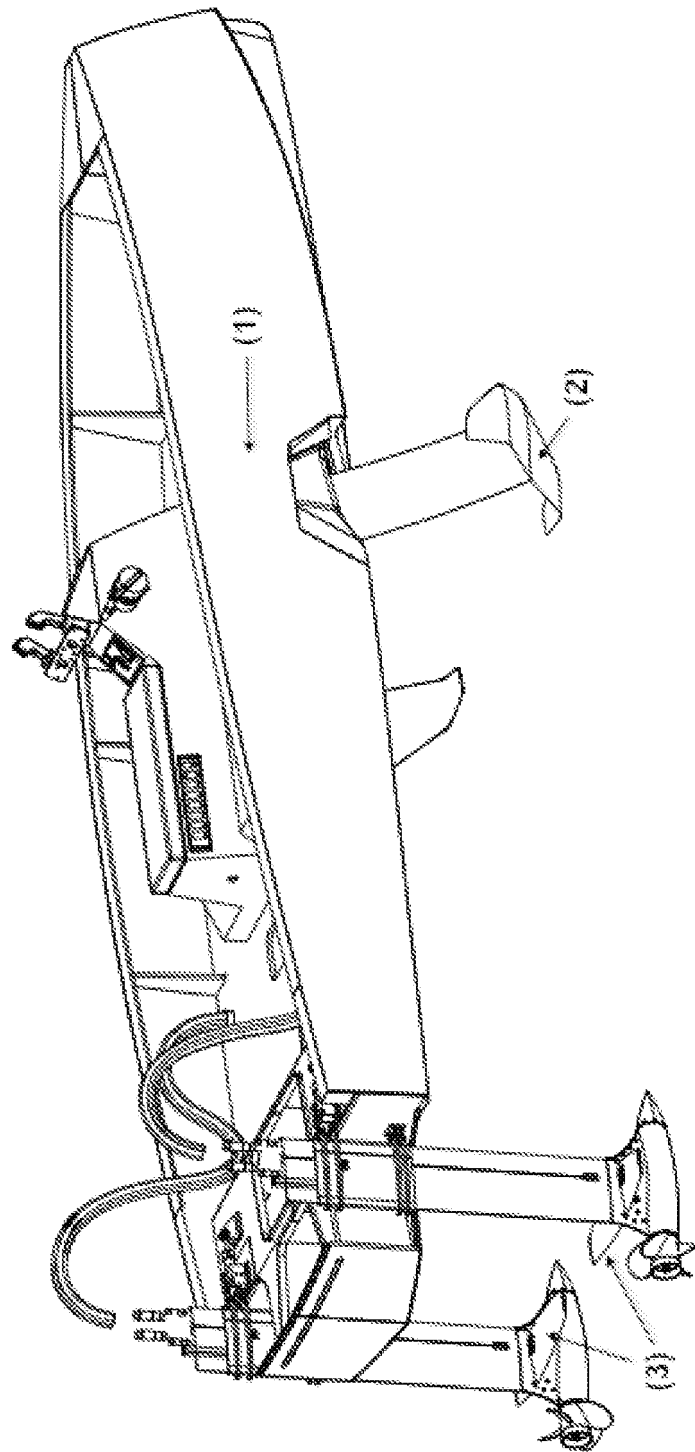


Fig. 2

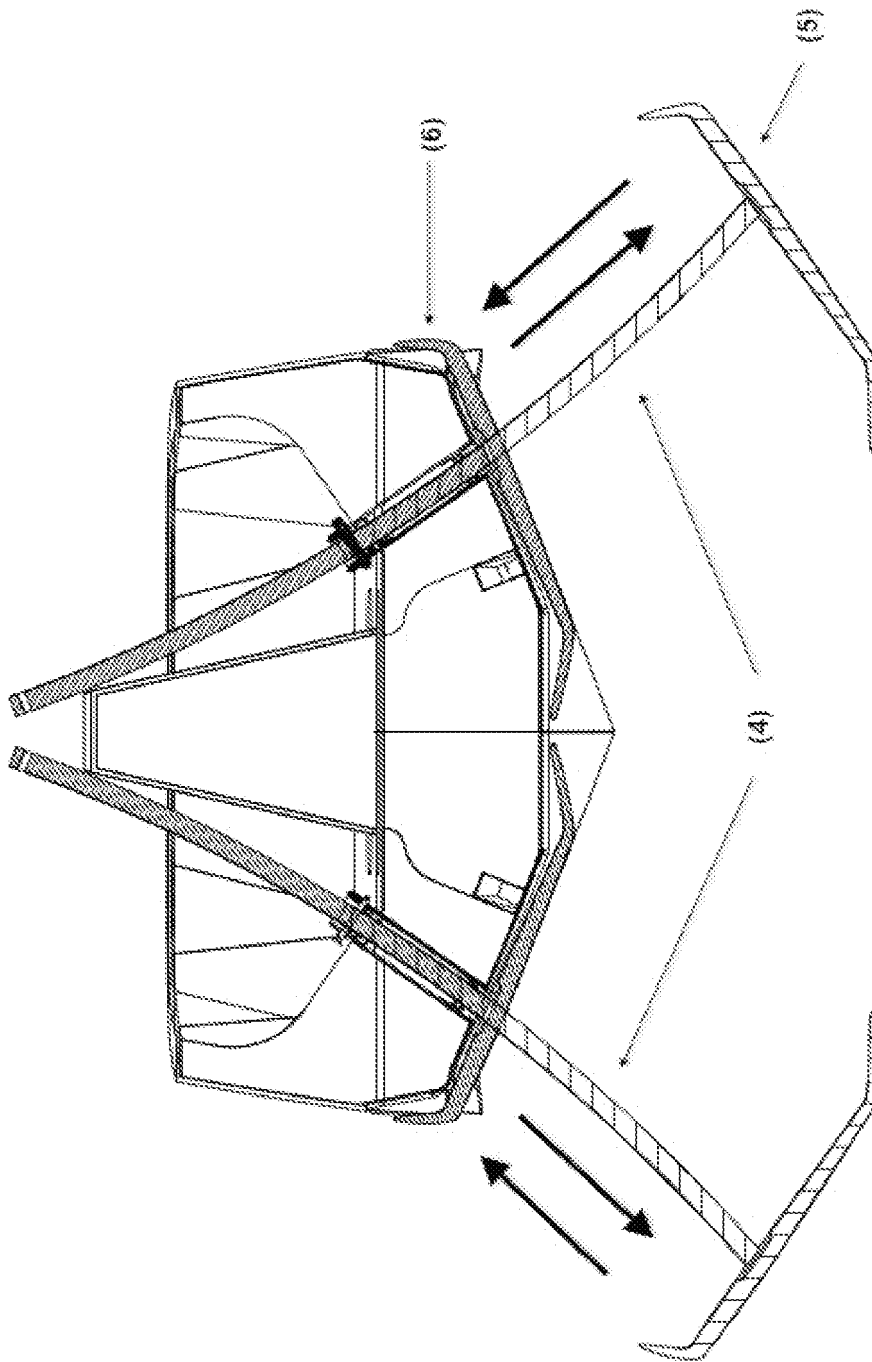


Fig. 3

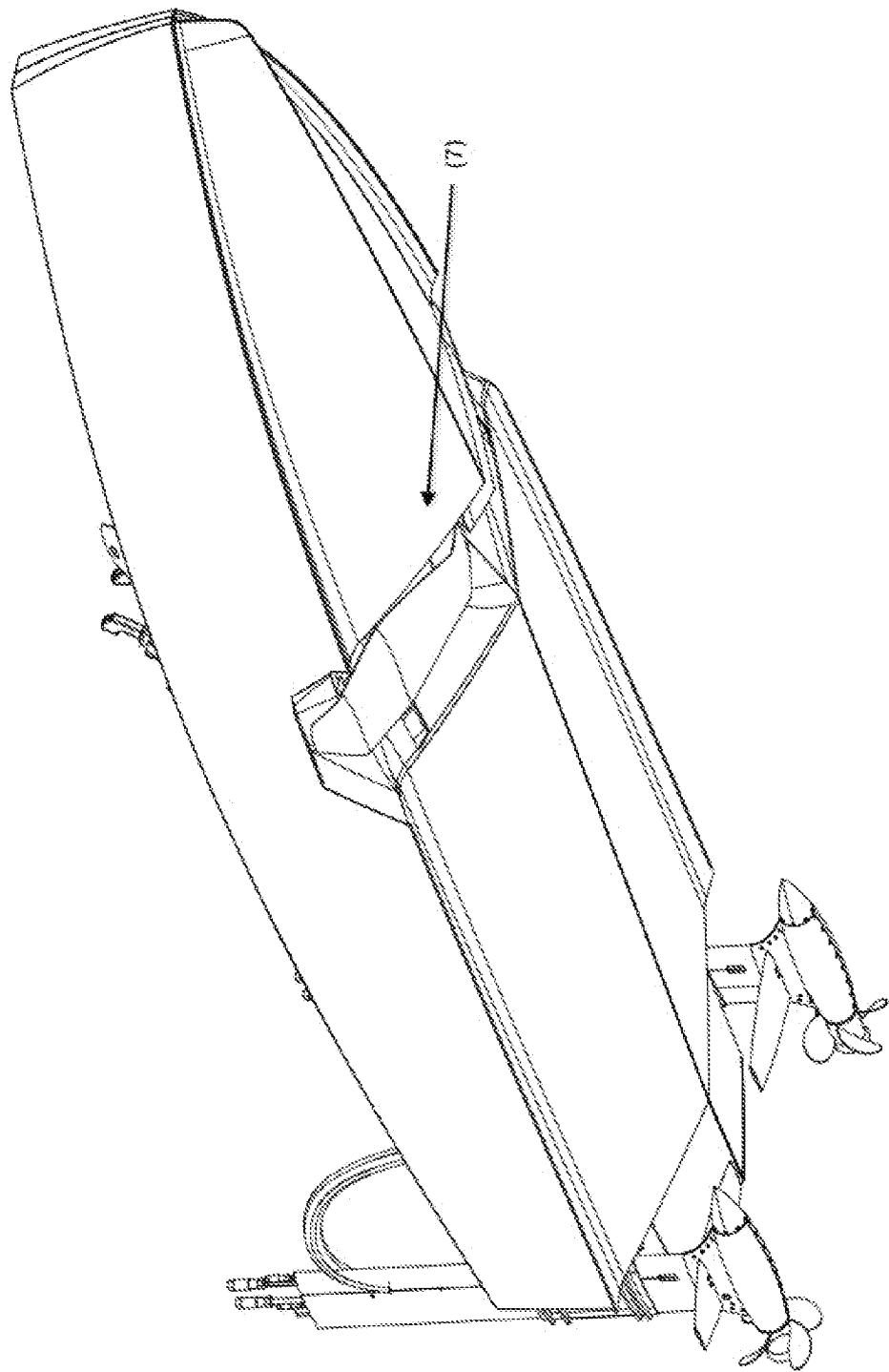


Fig. 4

Fig. 5

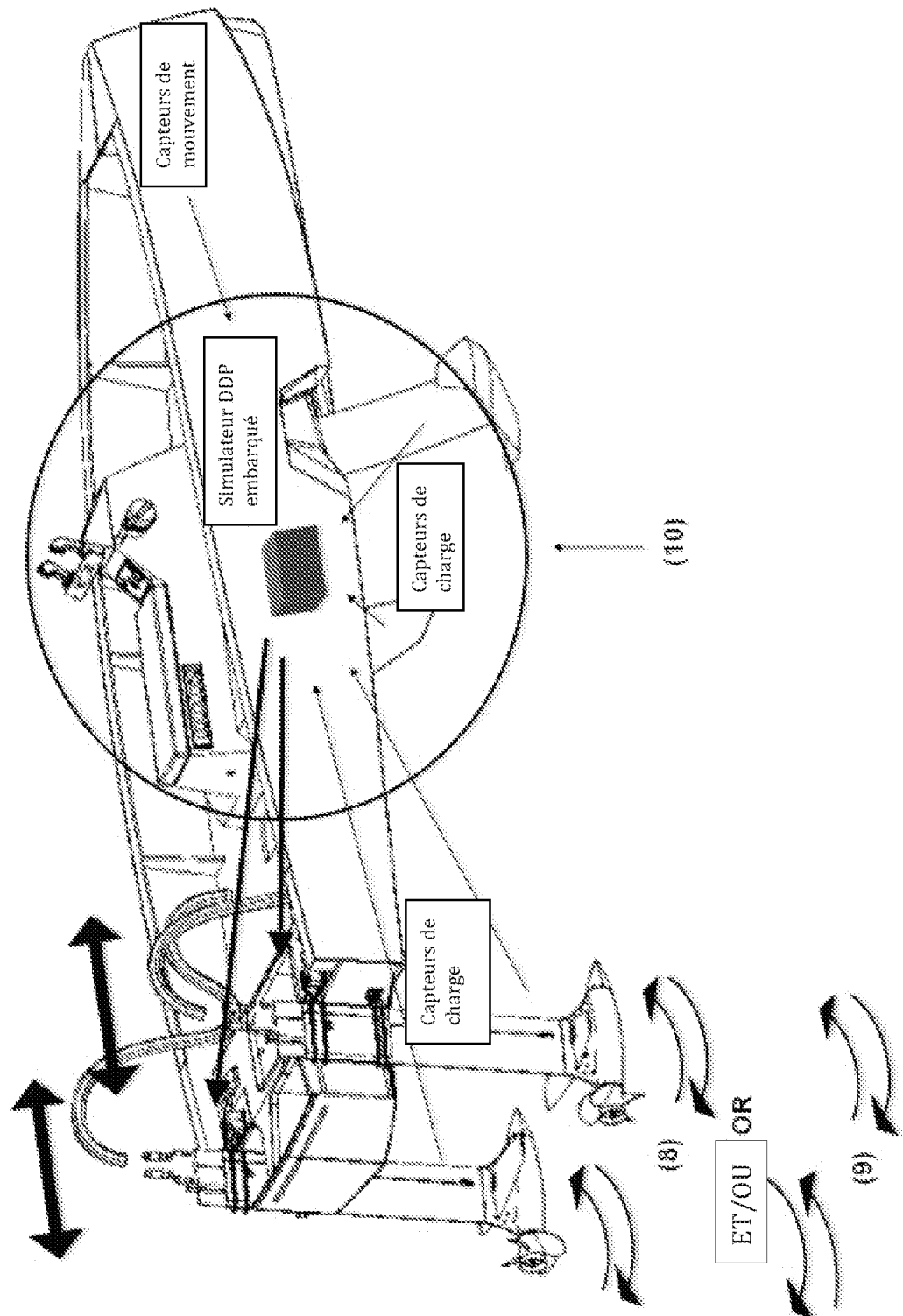
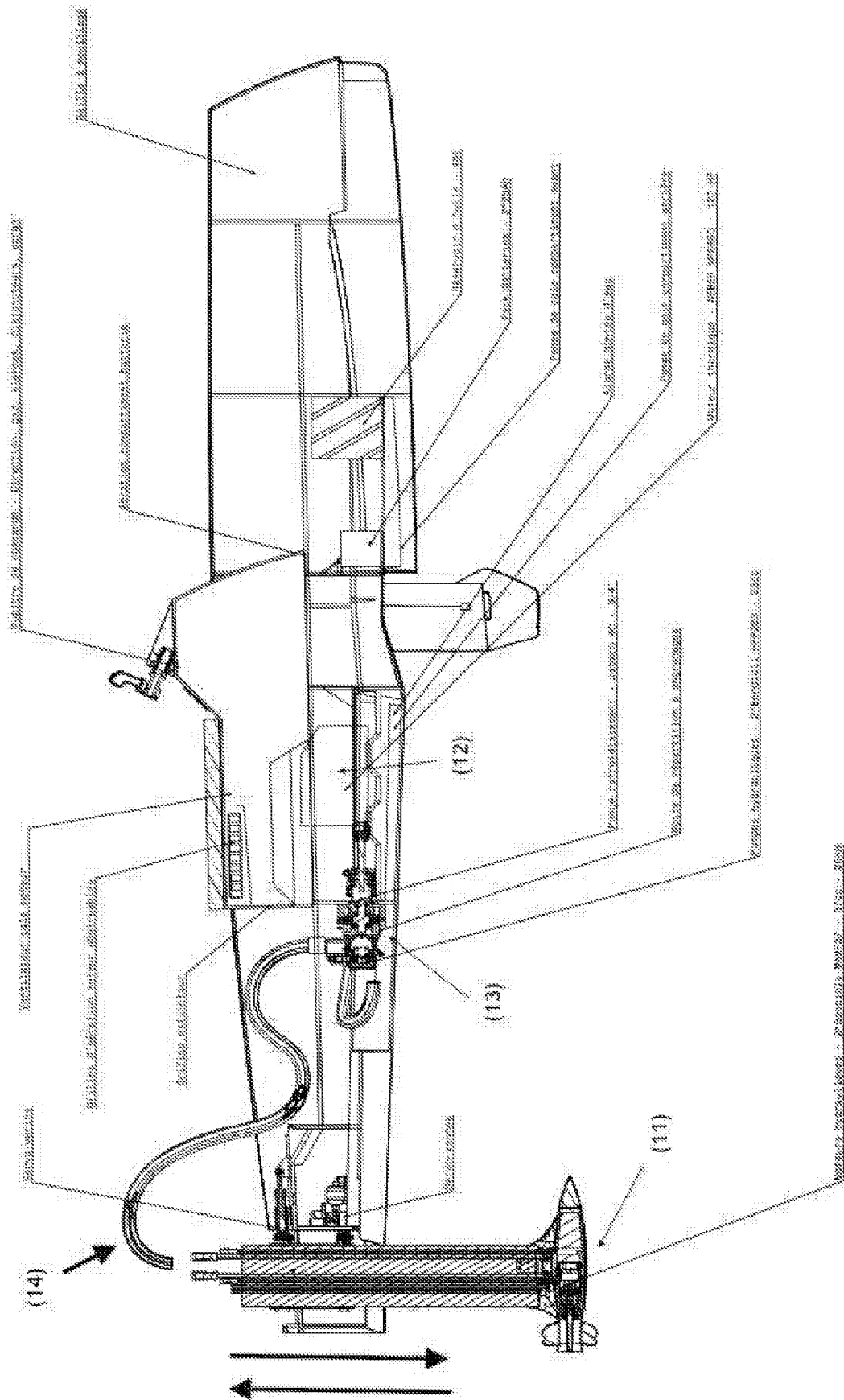


Fig. 6



**RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION**

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

**Documents brevets cités dans la description**

- US 4237810 A [0003]
- US 3241511 A [0003]
- US 3150626 A [0003]
- US 2009013917 A [0003]
- US 3763811 A [0003]
- US 2014109820 A [0003]