

(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 2021/205414 A2

(43) Date de la publication internationale
14 octobre 2021 (14.10.2021)

WIPO | PCT

(51) Classification internationale des brevets :
F03D 3/06 (2006.01) F03D 17/00 (2016.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/IB2021/052999

(22) Date de dépôt international :
12 avril 2021 (12.04.2021)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
2003668 10 avril 2020 (10.04.2020) FR

(71) Déposants : **ADV TECH** [FR/FR] ; Résidence Parc du Chateau, 34 rue Richard Wagner, 33700 Merignac (FR).
ADV PROPULSE [FR/FR] ; Résidence Parc du Chateau, 34 rue Richard Wagner, 33700 Merignac (FR).

(72) Inventeur : **CURUTCHET, Arnaud** ; Résidence Parc du Chateau, 34 rue Richard Wagner, 33700 Merignac (FR).

(74) Mandataire : **LE FORESTIER, Eric** ; Le Forestier Conseil, 22 rue du Plateau Saint-Antoine, 78150 Le Chesnay Rocquencourt (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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

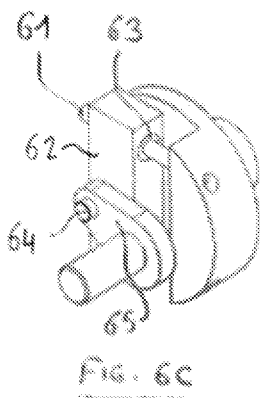
(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, 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:

— sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport (règle 48.2(g))

(54) Title: IMPROVEMENTS TO FLUID ROTORS WITH ADJUSTABLE VANES

(54) Titre : PERFECTIONNEMENTS AUX ROTORS FLUIDIQUES À PALES ORIENTABLES



(57) Abstract: What is proposed is a rotor with adjustable vanes, comprising a rotary structure rotating about a main axis and comprising a set of vanes rotating about a series of vane axes parallel to the main axis and defined by said rotary structure, and a mechanism associated with each vane and configured to control the variations in inclination of the associated vane according to the angular position of the rotary structure, this mechanism comprising a first element (65) supporting a pin (64) and a second element which is eccentric with respect to the first and configured to channel the movements of the pin along an imposed path. According to the invention, said path is imposed by the translational movements of a carriage (62) along one or more guides (61) provided on the second element.

(57) Abrégé : On propose un rotor à pales orientables, comprenant une structure tournante autour d'un axe principal et comprenant un ensemble de pales tournant autour d'une série d'axes de pales parallèles à l'axe principal et définis par ladite structure tournante, et un mécanisme associé à chaque pale et configuré pour commander les variations d'inclinaison de la pale associée en fonction de la position angulaire de la structure tournante, ce mécanisme comprenant un premier élément (65) portant un doigt (64) et un second élément excentré par rapport au premier et configuré pour canaliser les mouvements du doigt selon une trajectoire imposée. Selon l'invention, ladite trajectoire est imposée par les déplacements en translation d'un chariot (62) sur un ou plusieurs guides (61) prévus sur le second élément.



WO 2021/205414 A2

Titre : Perfectionnements aux rotors fluidiques à pales orientables

Domaine de l'invention

La présente invention concerne d'une façon générale les rotors
5 fluidiques, notamment les rotors à mouvement de pales de type trochoïdal.

Etat de la technique

On connaît par les documents WO2014006603A1, WO2016067251A1
et WO2017168359A1 de tels rotors.

Le présent mémoire vise à apporter un certain nombre de
10 perfectionnements à ces rotors.

Résumé de l'invention

On propose selon un premier aspect un rotor à pales orientables,
comprenant une structure tournante autour d'un axe principal et comprenant
un ensemble de pales tournant autour d'une série d'axes de pales parallèles
15 à l'axe principal et définis par ladite structure tournante, et un mécanisme
associé à chaque pale et configuré pour commander les variations
d'inclinaison de la pale associée en fonction de la position angulaire de la
structure tournante, ce mécanisme comprenant un premier élément portant un
doigt et un second élément excentré par rapport au premier et configuré pour
20 canaliser les mouvements du doigt selon une trajectoire imposée, rotor
caractérisé en ce que ladite trajectoire est imposée par les déplacements en
translation d'un chariot sur un ou plusieurs guides prévus sur le second
élément (PARTIE 6).

Avantageusement, le chariot est monté sur deux tiges.

25 Avantageusement également, le chariot est monté sur le ou les guides
par l'intermédiaire d'éléments de coulissement sans jeu, en particulier de
douilles à billes.

On propose selon un deuxième aspect un rotor à pales orientables,
comprenant une structure tournante autour d'un axe principal et comprenant
30 un ensemble de pales tournant autour d'une série d'axes de pales parallèles
à l'axe principal et définis par ladite structure tournante, et un mécanisme pour

commander les variations d'inclinaison de des pales en fonction de la position angulaire de ladite structure, selon une loi de calage, ledit mécanisme comprenant pour chaque pale une transmission en direction généralement radiale entre un élément entraînant tournant avec le rotor et un élément
5 entraîné à excentrique au niveau de la pale, caractérisé en ce qu'il comprend un moyen pour faire varier la loi de calage à l'aide d'une commande centrale comprenant un élément de commande apte à se déplacer le long de l'axe principal et un ensemble d'éléments de renvoi aptes à générer un déplacement des éléments entraînés respectivement associés à chaque pale
10 (PARTIE 1).

Ledit déplacement peut être notamment un déplacement radial à commande séquentielle ou un déplacement circonférentiel à commande continue.

On propose selon un troisième aspect un engin nautique, comprenant
15 une paire de propulseurs principaux comprenant des rotors contrarotatifs, chaque rotor à pales orientables comprenant une structure tournante autour d'un axe principal et comprenant un ensemble de pales tournant autour d'une série d'axes de pales parallèles à l'axe principal et définis par ladite structure tournante, et un mécanisme pour commander les variations d'inclinaison de
20 ladite structure tournante en fonction de sa position angulaire de manière à exercer sur l'eau une poussée dans une direction déterminée, caractérisé en ce qu'il est prévu des moyens pour orienter les poussées des deux rotors dans deux directions latérales généralement opposées en vue d'assurer un freinage de l'engin (PARTIE 2).

25 L'engin peut comprendre en outre optionnellement au moins un propulseur d'étrave et/ou au moins un propulseur secondaire.

On propose selon un quatrième aspect un engin nautique, comprenant une paire de propulseurs comprenant des rotors contrarotatifs, chaque rotor comprenant une structure tournante autour d'un axe principal et comprenant
30 un ensemble de pales tournant autour d'une série d'axes de pales parallèles à l'axe principal et définis par ladite structure tournante, et un mécanisme pour

commander les variations d'inclinaison de ladite structure tournante en fonction de sa position angulaire de manière à exercer sur l'eau une poussée dans une direction déterminée, caractérisé en ce qu'il est prévu des moyens de correction de poussée aptes à ajuster la direction de poussée de chaque rotor de part et d'autre d'une direction située selon l'axe principal de l'engin (PARTIE 3).

Selon un cinquième aspect, on propose un rotor à pales orientables, comprenant une structure tournante autour d'un axe principal et comprenant un ensemble de pales tournant autour d'une série d'axes de pales parallèles à l'axe principal et définis par ladite structure tournante, et un mécanisme pour commander les variations d'inclinaison de ladite structure tournante en fonction de sa position angulaire, caractérisé en ce que chaque pale est au moins partiellement élastiquement déformable (PARTIE 4).

Avantageusement mais facultativement, chaque pale comprend une partie d'attaque essentiellement non déformable et une partie de fuite élastiquement déformable.

On propose selon un sixième aspect un rotor à pales orientables, comprenant une structure tournante autour d'un axe principal et comprenant un ensemble de pales tournant autour d'une série d'axes de pales parallèles à l'axe principal et définis par ladite structure tournante, et un mécanisme pour commander les variations d'inclinaison de ladite structure tournante en fonction de sa position angulaire, ledit mécanisme comprenant en association avec chaque pale un élément entraîné synchronisé avec un élément entraînant correspondant situé sur l'axe du rotor via un lien fermé sur lui-même tel qu'une courroie crantée ou une chaîne, caractérisé en ce que l'un des éléments est circulaire, et l'autre élément est non circulaire, avec un nombre de crans ou de dents identique à celui de l'élément circulaire, de manière à assurer directement les variations de position angulaire des pales lors de la rotation de la structure tournante (PARTIE 5).

Avantageusement mais facultativement, l'autre élément est elliptique.

Le rotor peut comprendre optionnellement un dispositif tendeur pour le lien.

Le rotor peut également facultativement comprendre un ensemble d'éléments non circulaires de rapports d'allongement différents, et un dispositif
5 pour faire passer le lien d'un élément non circulaire à un autre.

Ce rotor peut notamment équiper une éolienne ou propulser un engin nautique, individuellement ou en paire.

Selon un septième aspect, on propose un rotor à pales orientables, comprenant une structure tournante autour d'un axe principal et comprenant
10 un ensemble de pales tournant autour d'une série d'axes de pales parallèles à l'axe principal et définis par ladite structure tournante, et un mécanisme associé à chaque pale pour commander les variations d'inclinaison de ladite pale en fonction de la position angulaire de ladite structure tournante, ledit mécanisme comprenant un ensemble de transmissions généralement radiales
15 entre des éléments entraînants disposés de façon adjacente au niveau de l'axe du rotor et chacun desdits mécanismes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un mécanisme de débrayage et de réarmement comprenant une clé apte à se déplacer selon l'axe du rotor par rapport auxdits éléments entraînants (PARTIE 7).

20 Dans un premier mode possible, ledit mécanisme de débrayage comprend une clé apte à venir sélectivement en prise directement avec chacun des éléments entraînants et sollicitée par un moyen élastique agissant selon l'axe de rotation du rotor pour séquentiellement venir en prise avec chacun desdits éléments entraînants lorsqu'ils sont entraînés en rotation.

25 Dans un deuxième mode possible, ledit mécanisme de débrayage comprend une clé primaire apte à sélectivement solliciter un ensemble de clés secondaires elles-mêmes sollicitées élastiquement dans une direction transversale à l'axe du rotor et à venir respectivement en prise avec les éléments d'entraînement respectifs.

30 On propose par ailleurs un rotor à pales orientables, comprenant une structure tournante autour d'un axe principal et comprenant un ensemble de

pales tournant autour d'une série d'axes de pales parallèles à l'axe principal et définis par ladite structure tournante, et des moyens pour commander les variations d'inclinaison de chaque pale en fonction de la position angulaire du rotor, caractérisé en ce que lesdits moyens comprennent un ensemble
5 d'actionneurs individuels commandés non mécaniquement à partir du rotor pour faire varier individuellement de façon potentiellement ajustable et potentiellement programme les variations d'inclinaison de la pale associée (PARTIE 8).

On propose selon un neuvième aspect un rotor à pales orientables,
10 comprenant une structure tournante autour d'un axe principal et comprenant un ensemble de pales tournant autour d'une série d'axes de pales parallèles à l'axe principal et définis par ladite structure tournante, et un mécanisme pour commander les variations d'inclinaison de ladite structure tournante en fonction de sa position angulaire, ledit mécanisme comprenant en association
15 avec chaque pale un élément entraîné synchronisé avec un élément entraînant correspondant situé sur l'axe du rotor via un lien fermé sur lui-même tel qu'une courroie crantée ou une chaîne, caractérisé en ce qu'il comprend un mécanisme de maintien en tension de chaque lien (PARTIES 9 ET 10).

Dans une implémentation, ledit mécanisme de maintien en tension
20 comprend un élément mobile en contact avec ledit lien et assujéti à la force centrifuge générée par la rotation du rotor (PARTIE 9).

Dans une autre implémentation, le mécanisme de maintien en tension comprend un élément mobile en contact avec ledit lien et assujéti à un organe mobile visant à faire varier l'amplitude maximale des variations d'inclinaison
25 de la pale associée (PARTIE 10).

On propose selon un dixième aspect un engin nautique, notamment voilier, comprenant moteur couplé à un rotor à pales orientables immergé, ledit rotor comprenant une structure tournante autour d'un axe principal et comprenant un ensemble de pales tournant autour d'une série d'axes de pales
30 parallèles à l'axe principal et définis par ladite structure tournante, et un mécanisme pour commander les variations d'inclinaison de ladite structure

tournante en fonction de sa position angulaire, caractérisé en ce que rotor possède un premier mode de fonctionnement en propulseur en étant entraîné par le moteur, et un second mode de fonctionnement en dérive ou gouvernail (PARTIE 11).

5 Selon un onzième aspect il est proposé un rotor à pales orientables, comprenant une structure tournante autour d'un axe principal et comprenant un ensemble de pales tournant autour d'une série d'axes de pales parallèles à l'axe principal et définis par ladite structure tournante, et un mécanisme pour commander les variations d'inclinaison de chaque pale en fonction de la
10 position angulaire de ladite structure tournante, chaque pale étant montée en porte-à-faux sur ladite structure tournante, caractérisé en ce qu'il est prévu des dispositifs de montage rapide des pales sur des supports tournants assujettis audit mécanisme (PARTIE 12).

 Avantageusement mais facultativement, chaque pale comprend une
15 armature de section transversale non circulaire s'étendant sur une partie substantielle de son étendue, ladite armature débordant à une extrémité longitudinale de la pale pour son montage sur un support tournant respectif.

 Enfin on propose selon un treizième aspect un rotor à pales orientables, comprenant une structure tournante autour d'un axe principal et comprenant
20 un ensemble de pales tournant autour d'une série d'axes de pales parallèles à l'axe principal et définis par ladite structure tournante, et un mécanisme pour commander les variations d'inclinaison de ladite structure tournante en fonction de sa position angulaire, ledit mécanisme comprenant en association avec chaque pale un élément entraîné synchronisé avec un élément
25 entraînant situé sur l'axe du rotor via un lien fermé sur lui-même tel qu'une courroie crantée ou une chaîne, caractérisé en ce qu'il est prévu un lien unique entre un élément entraînant unique situé sur l'axe du rotor et lesdits éléments entraînés (PARTIE 13).

Brève description des dessins

30 D'autres aspects, buts et avantages des inventions apparaîtront mieux à la lecture de la description détaillée suivante de formes de réalisation

préférées, donnée à titre d'exemple et faite en référence aux dessins annexés.
Sur les dessins :

- la Fig. 1A est une vue en perspective d'un mécanisme selon un premier perfectionnement,

5 - les Figs. 1B et 1C sont des vues en perspective selon deux angles différents d'un mécanisme selon une autre forme de réalisation de ce premier perfectionnement,

- la Fig. 2 est une vue schématique de dessus d'un engin nautique comportant un deuxième perfectionnement,

10 - les Figs. 3A et 3B sont des vues schématiques de dessus de propulseurs illustrant un troisième perfectionnement,

- les Figs. 4A et 4B sont des vues en perspective d'une pale avec un quatrième perfectionnement,

15 - la Fig. 5 est une vue en plan schématique d'une transmission de mouvement selon un cinquième perfectionnement,

- les Figs. 6A à 6C sont respectivement une vue de face, une vue de profil et une vue en perspective d'un mécanisme selon un sixième perfectionnement,

20 - les Figs. 7A et 7B sont des vues en perspective d'un mécanisme selon un septième perfectionnement,

- les Figs. 7C et 7D sont des vues en coupe axiale d'un mécanisme selon une autre forme de réalisation de ce septième perfectionnement,

- la Fig. 8 est une vue en élévation schématique illustrant un huitième perfectionnement,

25 - la Fig. 9 est une vue en perspective d'un mécanisme selon un neuvième perfectionnement,

- les Figs. 10A à 10C sont respectivement une vue en élévation dans un premier état, une vue en élévation dans un deuxième état et une vue en perspective d'un mécanisme selon un dixième perfectionnement,

30 - la Fig. 11 est une vue de côté schématique d'une embarcation avec un propulseur selon un onzième perfectionnement,

- la Fig. 12 est une vue en perspective d'une embase selon un douzième perfectionnement, et

- la Fig. 13 est une vue de face d'une transmission selon un treizième perfectionnement.

5 Description détaillée de formes de réalisation préférées

Partie 1 – Mode propulsion – variation loi de calage

Le document WO2017168359A1, dont le contenu est incorporé ici par référence, décrit la possibilité de faire varier la loi de calage d'un rotor utilisé en mode propulseur en fonction de la vitesse. L'angle de calage est défini par
10 la direction de l'axe avant/arrière de la pale par rapport à la tangente au mouvement circulaire de la pale.

Il est tout d'abord nécessaire d'introduire la notion de vitesse d'avancement λ : celle-ci est définie telle que la vitesse du navire par rapport à la vitesse que voit la pale dans sa rotation. Plus l'angle de calage est élevé,
15 plus la poussée est élevée, plus la vitesse d'avancement est faible. Plus l'angle de calage diminue, moins la poussée est forte, mais plus la vitesse d'avancement augmente, avec également le rendement. Par exemple avec un calage de 10° on peut approcher des rendements de 80% à des vitesses d'avancement λ de 2,5 : cela veut dire que le navire va deux fois plus vite que
20 la pale : en d'autres termes dans ces conditions le propulseur tourne très lentement pour faire avancer le bateau, ce qui permet d'avoir une cavitation réduite et une signature acoustique très faible. A titre d'exemple un propulseur de 3m20 de diamètre tournerait à seulement 31 tours/min pour faire avancer un navire à 25Nds (Nb : vitesse d'avancement de 2,5). En comprendra
25 aisément qu'il est particulièrement pertinent de pouvoir piloter en temps réel le calage du propulseur car cela permet d'optimiser le fonctionnement et la consommation : calage élevé dans les phases de démarrage du navire (ou de décollage sur un avion ou sur un VTOL) pour maximiser la poussée, et calage plus faible pour aller chercher la vitesse. Ceci peut être réalisé manuellement
30 ou plus avantageusement avec un automate qui prendra comme entrée : vitesse du navire, RPM du/des propulseurs, consommation (puissance ou

couple). Enfin le fait de pouvoir mettre le pitch à zéro permet d'effacer au maximum les pales, ce qui permet par exemple dans une application propulseur sur voilier de moins freiner le voilier en navigation, tout en gardant une possibilité de directivité car chaque pale se transforme ainsi en gouvernail (on peut avoir le pitch à zéro mais on conserve la commande de direction – voir également partie 11).

Rappelons que le réglage du pitch en temps réel est très pertinent dans l'application récupération d'énergie, pour par exemple réguler la puissance dans l'application éolienne jusqu'à gérer les situations de tempête. On connaît le fait que plus l'angle de calage est important (par exemple 50°) et plus le rendement (C_p : coefficient de performance) est élevé avec un TSR (Tip Speed Ratio : définit la vitesse de rotation du rotor versus la vitesse du vent) proche de 1. Plus l'angle de calage est faible et plus le C_p diminue, avec le TSR. Comme sur des éoliennes à hélices classiques à pas variable, il est donc très pertinent, une fois atteinte la puissance maximale de la génératrice, de diminuer l'angle de calage de manière à réguler la puissance jusqu'à la vitesse de débrayage, typiquement située à 25 m/s.

Pour réaliser la commande de calage en temps réel, il faut pouvoir faire varier la position du disque à fente (cf. WO2017168359A1) par rapport à l'axe de rotation de la pale. Lorsque ces axes sont alignés le calage est à 0° . Plus on les éloigne l'un de l'autre et plus l'angle de calage augmente. On préfère faire varier la position de l'axe de rotation du disque à fente.

Ceci peut se faire comme décrit dans WO2017168359A1 soit selon un rayon du rotor, soit via une variation grâce à un excentrique en bout de bras (ces deux premières solutions étant les plus adaptées pour des rotors de grand diamètre), soit selon un arc de cercle, solution préférée sur des rotors de plus petit diamètre, par exemple pour les propulseurs de navires.

Dans le premier cas la difficulté vient de la manière utilisée pour transmettre le mouvement au disque à fente depuis l'axe central de commande du rotor. Si l'on utilise des courroies, ou des chaînes, il faut pouvoir maintenir une tension optimale ce qui passe par un asservissement du

système de tension. Dans le cas d'engrenages, il est nécessaire de faire varier la position de l'engrenage intermédiaire. Dans le cas d'une commande à renvoi d'angle il est possible d'utiliser un pignon avec cannelures qui peut glisser le long de l'arbre de transmission (voir également plus loin en fin de

5 PARTIE 10).

La deuxième solution est plus simple car en faisant varier selon un arc de cercle, on ne modifie pas la distance entre l'axe de rotation du disque à fente par rapport au centre du propulseur. C'est donc cette dernière solution qui sera préférée.

10 On va maintenant décrire deux approches.

A - approche mécanique de type séquentielle

En référence à la Fig. 1A, on va décrire un mécanisme inspiré des commandes séquentielles de boîtes de vitesses de motocyclettes. Un axe de commande 11 s'étendant le long de l'axe du rotor est actionné en translation

15 par un actionneur (électrique, mécanique, pneumatique, hydraulique) non représenté sur ce dessin. L'axe de commande est fixe en rotation et ne tourne donc pas avec le rotor. Il adopte l'une parmi trois positions définies : une neutre, une pour monter d'un cran la loi de commande, une pour descendre d'un cran la loi de commande. Ce mécanisme est conçu de telle manière que

20 lorsque la loi de cinématique est réglée, aucun effort n'est exercé par cet axe de commande. L'axe de commande 11 est lié à une pièce 12 par exemple l'intermédiaire de roulements ou de butées à billes. Cette pièce 12 tourne en même temps que le rotor. Pour chaque mécanisme de pale, elle actionne via une palette 12a une fourchette 13 par l'intermédiaire d'une paire de galets 13a.

25 Cette fourchette 13 entraîne par l'intermédiaire d'une biellette 14 un levier 15. Ce levier 15 actionne une roue à cliquet 16a solidaire en rotation d'une galette de stabilisation 16b dotée de creux périphériques et sur laquelle vient s'appuyer une roulette 17a portée par une platine 17 et maintenue en pression par un ressort 18. Ce dernier élément a pour fonction de stabiliser la position

30 angulaire d'un axe 19 sans réaction sur la commande en amont. L'axe 19 se termine par une vis à bille 19a qui permet de faire bouger en translation une

platine 19b sur laquelle on vient fixer les différents organes en bout de bras (disque à fente dans le cas du document WO2017168359A1). Pour monter ou descendre la loi de commande d'un angle maximum à un angle minimum il faut déplacer plusieurs fois l'axe de commande 11 dans la direction adéquate.

5 On notera que la Fig. 1A illustre le cas d'un rotor à un bras mais le mécanisme pourrait être réutilisé dans un rotor à cassette.

B - Approche mécanique en prise directe – rotor à cassette

En référence aux Figs. 1B et 1C, ce mécanisme est inspiré des systèmes de commandes mécaniques de pas des rotors anti-couple des hélicoptères. En haut du rotor on voit une fourchette 151 actionnée par un actuateur via une biellette 152. La fourchette 151 permet par l'intermédiaire de galets 153a de déplacer en translation un axe de commande 153 qui tourne avec le rotor. A l'extrémité de cet axe de commande 153 est fixée une pièce 154 sur laquelle se fixent les extrémités de deux biellettes 155. Les autres extrémités de ces biellettes sont fixées à des renvois en forme de « L » 156 pivotant sur des axes 156a solidaires du rotor. Sur les autres extrémités de ces renvois en « L » sont fixées des biellettes 157 qui comportent des doigts respectifs permettant de faire tourner de quelques degrés par rapport au corps du rotor la cassette 158 qui maintient les trains d'engrenages ainsi que les disques à fente des commandes d'inclinaison des pales.

20 Plus précisément, en soulevant l'axe 153, la pièce 156 prend une orientation oblique, raccourcissant ainsi la distance dans le sens circonférentiel entre l'attache sur la biellette 155 et le doigt 157a. L'axe 156a fixé au rotor traverse une fente oblongue de la cassette 158 pour autoriser ce mouvement.

En faisant varier de quelques degrés cette cassette dans le corps du rotor, on comprend aisément que l'on fait varier la distance entre les axes de rotations des disques à fentes et les axes de rotation des pales qui eux sont figés dans le corps du rotor.

30 PARTIE 2 – Mode propulsion – freinage et stabilisation

L'homme du métier s'attendrait à ce que, pour freiner un navire propulsé par une paire de rotors de type trochoïdal, la commande des rotors soit inversée pour qu'ils exercent conjointement une poussée vers l'avant du navire. Or, en référence à la Fig. 2, il a été découvert de façon inattendue qu'un freinage d'une bonne efficacité pouvait être obtenu non pas en dirigeant les flux vers l'avant, mais vers les côtés, le rotor gauche RG réalisant une poussée vers la gauche, de préférence dans un angle compris entre 60 et 120° à gauche par rapport à l'axe du navire, et le rotor droit RD réalisant une poussée identique vers la droite. Cette approche permet en outre de sensiblement limiter les contraintes appliquées aux pales de chaque rotor.

Un freinage classique en dirigeant les flux vers l'avant est également possible. Il est aussi intéressant en termes de réactivité car il n'est pas nécessaire d'inverser le sens rotation du propulseur comme sur une hélice classique sans pas variable.

La présence de deux rotors (voir de deux ou plusieurs paires de rotors) permet par ailleurs de commander la propulsion de chaque rotor à des fins de stabilisation du navire en cours de navigation, notamment pour limiter son roulis en évitant le recours à une quille anti-roulis.

PARTIE 3 – Mode propulsion – orientation optimale du flux

L'homme du métier s'attendrait à ce qu'en propulsion avec une paire de rotors contrarotatifs, la poussée soit optimale si les deux rotors exercent une poussée sur le milieu liquide dans deux directions parallèles l'une à l'autre, selon l'axe du bateau.

Il peut être pertinent d'utiliser pour les deux rotors deux directions de poussée non parallèles. Ces directions peuvent être soit divergentes, soit parallèles, soit encore convergentes.

Des simulations montrent que pour un point de fonctionnement donné, le flux n'est pas orienté parfaitement dans le sens de la marche du navire. La Fig. 3B illustre ainsi un réglage optimum pour un point de fonctionnement donné qui montre un léger pincement (de quelques degrés) des lois de calage

de manière à diriger de manière optimale les flux générés par les propulseurs, par rapport au cas de la Fig. 3A où il n'existe pas de pincement.

Dans une approche, on peut prévoir des directions divergentes pour les vitesses lentes, et des directions convergentes pour les vitesses rapides. On peut aussi ajuster l'angle de convergence/divergence en fonction du niveau de perturbation acceptable pour le milieu aquatique, ou encore de la manœuvrabilité du navire.

PARTIE 4 – Toutes applications – pales déformables élastiquement

Selon ce perfectionnement, les pales du rotor présentent au moins sur une partie de leur étendue une déformabilité élastique en flexion de manière à ce que leur profil puisse se déformer. Ceci permet de mieux décrocher les filets d'eau et d'augmenter sensiblement les performances aéro- ou hydrodynamiques des pales.

Cette déformabilité peut être obtenue en utilisant un matériau élastiquement déformable homogène pour les pales, auquel cas leur épaisseur plus faible à mesure qu'on s'approche du bord de fuite les rend plus facilement déformables dans cette région. Cette disposition permet d'améliorer la fluidité du fonctionnement, de limiter les contraintes mécaniques appliquées aux pales et d'améliorer le rendement.

Les Figs. 4A et 4B illustrent (la vue de la Fig. 4B étant en semi-transparence) un exemple de réalisation d'une pale P semi-déformable : seule la région du bord de fuite PF de la pale est réalisée dans un matériau déformable (ex : caoutchouc, armé ou non). Selon un mode de réalisation cette partie souple peut être enfilée via une queue d'aronde 41 dans une forge complémentaire 42 prévue à l'arrière de la partie d'attaque PA de la pale, rigide. Un collage peut être également envisagé si les matériaux le permettent.

L'emplacement de la zone de transition entre ces deux parties peut être choisi en fonction de l'application, et sera typiquement situé entre 1/3 et 2/3 de la longueur de la pale entre bord d'attaque et bord de fuite.

La référence 43 désigne une armature de la pale, noyée dans la partie d'attaque PA.

PARTIE 5 – Toutes applications – commande de l'angle maximal des pales sans excentrique

En référence à la Fig. 5, on a illustré une commande du basculement du satellite ou nacelle associé à chaque pale non plus par un mouvement à excentrique, mais par une transmission sans glissement (à chaîne, à courroie crantée, etc., désignée par la référence 51) dans laquelle l'un des pignons 52 est circulaire, et l'autre pignon 53 est non circulaire – par exemple ovoïde ou elliptique, avec un nombre de dents ou de crans identique à celui du pignon circulaire. L'un des pignons est sur l'axe principal du rotor, sans possibilité de rotation, tandis que l'autre pignon (satellite) est directement en prise avec l'axe de la pale. On comprend que lors de la rotation du rotor, le basculement de la pale est provoqué par la différence de parcours angulaire du pignon satellite par rapport au pignon central, liée au fait que le rayon local de l'un des pignons varie continûment tandis que le rayon local de l'autre pignon reste toujours constant.

Si nécessaire, on prévoit un tendeur de chaîne ou de courroie, pour compenser les variations du développé de la chaîne/de la courroie dans sa zone de contact avec le pignon non circulaire lorsque celui-ci tourne.

On réalise une commande de l'angle des pales particulièrement simple et économique.

Le pignon non circulaire 53 peut soit être sur l'axe du rotor, soit être le satellite.

Cette approche nécessite que la circonférence de l'ellipse et la circonférence du cercle soient strictement identiques pour ne pas créer une désynchronisation de la cinématique (par exemple, avec une transmission à chaîne ou à courroies, en prévoyant le même nombre de dents ou crans sur les deux éléments).

Elle offre pour principal avantage la simplicité en termes de nombre de pièces, dans le cas où une loi de calage constante est appropriée. On comprend que plus le rapport d'allongement de l'ellipse est petit, moins la loi de calage aura un angle important, et inversement. On peut prévoir en

complément, par exemple en s'inspirant des dérailleurs de bicyclettes, de pouvoir passer d'un pignon elliptique à un autre de rapport d'allongement différent pour faire varier la loi de calage.

5 PARTIE 6 – Toutes applications – compensation des jeux du mécanisme à doigt et fente

Dans le document WO2017168359A1, il peut survenir, notamment du fait de l'usure, un jeu entre chaque doigt et la fente dans laquelle il coulisse, créant notamment des à-coups dans le mouvement des pales. Pour y remédier, on prévoit que chaque doigt soit doté d'une fonction de compensation de jeu, par exemple en comportant une série d'éléments retenus ensemble par une cage et sollicités élastiquement vers l'extérieur par un moyen élastique tel qu'un ressort.

10 Alternativement et en référence aux Figs. 6A-6C, la gorge ou fente C décrite dans le document WO2017168359A1 est remplacée par un chariot 62 à déplacement linéaire sur lequel est monté pivotant le doigt 64 équivalent du doigt D de WO2017168359A1.

Ce chariot 62 est ici monté coulissant sur deux tiges 61 de préférence par l'intermédiaire d'éléments 63 à jeu faible ou nul tels que des coussinets ou des douilles à billes. Le doigt 64 est monté de façon excentrée sur un maneton 20 65 correspondant fonctionnellement au disque B du document WO2017168359A1.

Dans la réalisation illustrée, le doigt 64 est guidé selon une trajectoire rectiligne. On peut prévoir une trajectoire différente en changeant la forme des tiges de guidage 61.

25 PARTIE 7 – Mise en sécurité et réarmement

Le document WO2017168359A1 décrit une mise en drapeau avec mécanisme de gorge et de clé actionnable de façon électromécanique ou purement mécanique, libérant ainsi totalement les pales en rotation et neutralisant ainsi le fonctionnement de la machine.

30 On propose ici un dispositif permettant la mise en sécurité du rotor et son réarmement automatique, basé sur une clé automatique de

verrouillage/déverrouillage opérant entre l'arbre du rotor et chaque poulie (ou pignon dans le cas d'une transmission par chaîne ou engrenages) disposée sur l'axe du rotor et permettant la commande de variation d'inclinaison de la pale respective.

5 Lorsque la mise en sécurité doit être actionnée, par exemple en cas de vent dépassant un seuil pour les applications éoliennes, un actuateur linéaire tel un vérin électrique agit sur une tige qui permet de désengager la clef, comme on va le voir en détail plus loin.

10 Lorsque le réarmement est décidé, l'actuateur retourne dans sa position initiale. Il ne tire pas sur la tige centrale directement mais par l'intermédiaire d'un ressort ce qui permet à la clef d'exercer une pression sur la première poulie à réengager. Selon un mode de réalisation on peut agencer un galet de came ou tout autre élément glissant favorisant le glissement de la clef sur la surface de la poulie. La poulie de la première pale peut se réarmer au gré du
15 vent, mais il peut être préférable d'activer le mécanisme de pilotage de l'orientation du rotor en fonction de l'orientation du vent (actuateur de lacet) pour faire réaliser à la commande centrale de lacet (pièce support des poulies) plusieurs tours successifs et assurer ainsi le passage de la clef dans la gorge de la poulie respective. Cette procédure de réarmement implique qu'il y a un
20 niveau de vent suffisant pour maintenir chaque pale, et donc sa poulie axiale associée, dans une position donnée tandis que la partie centrale supportant la clef tourne grâce à l'actuateur de lacet). Le ressort de commande est taré de telle manière que les réarmements successifs des différentes poulies axiales soit réalisé jusqu'à réarmer complètement la machine.

25 Les Figs. 7A et 7B illustrent un mode réalisation particulier de ce système de mise en sécurité et de réarmement. Un actionneur 71 commande en translation l'ensemble un ensemble E constitué des pièces 72, 73 et 74. L'ensemble E est bloqué en rotation par une pièce 75 qui coulisse dans une fente liée au corps de l'embase du rotor (non représenté ici). L'ensemble E
30 entraîne en translation une tige de sécurité 76 qui forme à son extrémité libre une clef 77 qui vient se loger ou se sortir de logements réalisés dans les

poulies axiales du rotor et qui permet ou non de les bloquer en rotation. Ainsi lorsque la clé est dégagée, les mécanismes sont débrayés, les poulies sont libres en rotation et les pales deviennent également libres en rotation, ce qui permet notamment une mise en drapeau en cas de vent excessif.

5 Dans l'autre sens, pour le réarmement, l'ensemble E agit sur la tige 76 par l'intermédiaire d'un ressort de compression 74. Ainsi, quand ce ressort est comprimé, la procédure de réarmement peut être enclenchée : l'actuateur de lacet fait tourner une pièce centrale 78 du rotor qui maintient les poulies jusqu'à ce que la clef se retrouve au droit, séquentiellement, des logements de poulie
10 associés. La clef se décale alors pas-à-pas, d'un pas égal à une épaisseur de poulie, et ceci successivement jusqu'à ce que toutes les poulies soient réarmées en rotation.

Les Figs. 7C et 7D illustrent un autre système de blocage des poulies. Ce mécanisme s'apparente à un système d'embrayage avec indexation des
15 éléments à bloquer, ici les poulies. Il comprend une clef primaire 701 possédant ici trois logements 701a qui permettent de libérer ou de retenir trois doigts d'indexation 702 formant clés secondaires. Ceux-ci sont agencés pour pouvoir se loger dans des rainures formées dans les poulies respectives P. Selon la position de la clef : dans un cas (Fig. 7C) elle retire les doigts 702 des
20 logements des poulies, dans l'autre cas (Fig. 7D) elle libère les doigts 702 qui ont tendance à appuyer grâce à des ressorts respectifs 704 en direction de l'intérieur des poulies. Entre chaque paire de poulies sont prévus avantageusement des éléments de friction tels que des rondelles en matériau du type utilisé pour des plaquettes de freins de véhicule.

25 Lorsque la clef est en position débrayage elle décomprime totalement un ressort d'extrémité, qui permet ainsi à chaque poulie d'être libre par rapport aux autres. Lorsque la procédure de réarmement est enclenchée, la clef descend dans un premier temps suffisamment pour libérer les doigts. La procédure de réarmement avec l'actuateur de lacet est alors lancée de
30 manière à faire passer la pièce centrale 701 qui maintient les doigts 702 en face des rainures des poulies. Une fois cette étape passée la clef est tirée à

sa position d'embrayage en comprimant à ce moment le ressort, ce qui permet de solidariser l'ensemble. L'avantage de cette solution réside dans le fait que les efforts lors du fonctionnement ne passent plus par la clef et ses logements dans ses poulies, ce qui permet d'entrevoir une fiabilité accrue.

5 PARTIE 8 – Déport de la commande de pitch en bout de bras

Alors que dans WO2016067251A1 et WO2017168359A1, la commande de variation d'angle maximal de des pales s'effectue de façon commune à partir d'une action centrale, (typiquement par commande angulaire autour de l'axe principal du rotor WO2017168359A1), on réalise ici
10 une commande de variation d'angle maximal individuelle 82 à l'extrémité de chaque bras 81.

Cette commande peut être électromécanique, avec un actionneur commandant individuellement par exemple la position de l'axe de l'élément à fente par apport à l'axe de l'élément à doigt selon le mécanisme de
15 WO2017168359A1.

L'alimentation électrique d'un tel actionneur, de même que les instructions de commande qui peuvent être mises en œuvre par courants porteurs, peuvent être véhiculés (référence 83) grâce à des contacts glissants au niveau de l'axe principal 84 du rotor. Alternativement, on peut prévoir une
20 transmission d'énergie sans fil par couplage magnétique si la puissance électrique nécessaire de la commande satellitaire le permet.

Avec une telle commande individuelle, il devient possible d'engendrer une loi de commande de l'inclinaison de la pale 85 quelconque, notamment programmable, notamment afin d'optimiser le rendement de la machine tant
25 en mode générateur qu'en mode propulseur.

PARTIE 9 – Transmission par courroie – maintien de la tension de la courroie

Une transmission par courroie crantée entre pignon central et pignon satellite est intéressante notamment sur le plan de la simplicité et du coût, et sur de grandes dimensions de rotors. Toutefois, à mesure que la vitesse
30 augmente, il peut être nécessaire d'augmenter la tension de la courroie qui peut commencer à avoir des battements indésirables.

Cette augmentation de tension peut être réalisée par exemple par un dispositif à masselotte soumis à la force centrifuge et exerçant sur un organe de mise en tension un déplacement d'autant plus grand que la vitesse de rotation est élevée.

5 La Fig. 9 illustre un exemple de ce mécanisme. Une poulie de maintien de tension 91 est appliquée sur la courroie 96 en étant montée sur une platine 92 qui pivote sur un axe 93 fixé sur un bras 94 du rotor. Au bout de la platine 92 est monté un poids 95. On comprend qu'avec l'augmentation de la vitesse de rotation du rotor, la masselotte constituée par ce poids 95 génère un effort
10 dirigé vers l'extérieur du rotor sous l'effet de la force centrifuge, ce qui permet d'augmenter la pression de la poulie de tension 91 sur la courroie 96. Les différents paramètres sont déterminés de manière à assurer un niveau de mise en tension satisfaisant.

15 PARTIE 10 – Transmission par courroie – réglage de l'inclinaison maximale des pales

 Comme on a pu le voir ci-dessus et dans le document WO2017168359A1, il est nécessaire, pour réaliser une variation de la loi de commande de calage des pales en temps réel, de faire varier la distance entre
20 l'axe de rotation de la pale et l'axe de rotation du disque à fente ou son équivalent. Il paraît compliqué de faire varier le point de rotation de la pale sur le rotor, aussi on s'intéresse à faire varier la position du disque à fente et son équivalent. Dans ce cas la distance entre la poulie centrale de commande et la poulie en extrémité de bras varie, ce qui cause une détente de la courroie (ou de la chaîne) lorsque cette distance diminue. On décrit ici en référence aux
25 Figs. 10A-10C un système permettant de pallier cette difficulté. Le disque à fente est fixé sur la poulie 101 située en bout de bras, en prise avec la courroie 101a. Cette poulie 101 est montée via des roulements à billes sur un excentrique 102. On comprend qu'en faisant tourner cet excentrique, on modifie la distance de l'axe de rotation du disque à fente avec l'axe de la pale
30 représenté par l'axe 103. Une tige de commande 104, actionnée par un mécanisme tel que décrit dans la présente demande ou dans l'un des

documents WO2014006603A1, WO2016067251A1 et WO2017168359A1, peut être déplacée en translation. Cette tige de commande 104 permet par l'intermédiaire d'une biellette 105 de régler la position angulaire de l'excentrique. Mais elle permet également via une seconde biellette 106, qui
5 selon ce mode de réalisation est fixée sur le même axe que la biellette 105, de faire pivoter une platine 107 qui pivote autour d'un axe 108 et qui maintient un galet tendeur 109. La géométrie des différents organes est déterminée pour que le galet 109 maintienne une tension satisfaisante de la courroie 101a quel que soit le réglage angulaire de l'excentrique.

10 On peut selon un mode de réalisation alternatif prévoir un dispositif tendeur automatique à ressort fixé sur la platine 107 ou alors un dispositif tendeur fixé directement sur le bras.

Dans le cas on l'on retient une version à renvois d'angles coniques (cf. Fig. 8B du document WO2014006603A1) en lieu et place d'un mécanisme à
15 courroies et poulies, le décalage en translation du disque à fente doit idéalement se faire sur un rayon du rotor. L'axe de liaison entre le pignon conique central et le pignon conique du côté satellite est alors cannelé du côté satellite au niveau de l'engrènement du disque à fente. On permet ainsi le déplacement en translation, selon un rayon du rotor, de la platine supportant
20 le disque à fente et le pignon conique par glissement sur la cannelure de l'arbre de liaison.

PARTIE 11 – Utilisation mixte en application nautique

Le document WO2016067251A1 décrit l'usage d'un rotor en mode propulsion pour propulser un drone ou embarcation marine, et en mode
25 générateur lorsque l'embarcation est amarrée, pour générer de l'électricité à bord en exploitant les courants marins. En référence à la Fig. 11, lors de la navigation à la voile, les pales 111 peuvent être soit libres de façon à s'adapter immédiatement à l'orientation du flux aquatique en minimisant la traînée, soit maintenues fixes et de préférence dans l'axe du bateau 112, avec leur bord
30 d'attaque vers la proue, de manière à générer un effet de quille ou de dérive.

Une autre possibilité encore est d'orienter les pales en les asservissant sur le gouvernail (dans le cas où le rotor est vers l'arrière du bateau) de manière à assister le bateau lors des virements de bord pour leur donner une fonction de gouvernail auxiliaire.

5 PARTIE 12 – Remplacement des pales

Selon un aspect avantageux on peut prévoir un mécanisme permettant le remplacement facile d'une pale cassée ou détériorée.

Ceci s'applique particulièrement au montage des pales en porte-à-faux, que ce soit en mode génération ou en mode propulsion.

10 En référence à la Fig. 12, chaque structure de pale comprend ainsi un axe formant armature débordant (non représenté) qui vient s'insérer dans un fourreau 123 formé dans une platine 122 associée à la pale respective, les platines étant montées à rotation dans une structure support 121.

15 La solidarisation en translation selon la direction de l'axe peut être effectuée par tout moyen mécanique tel que clavetage, clippage, vissage, ou toute combinaison de ces solutions. La solidarisation en rotation est ici réalisée en donnant à l'axe d'armature de la pale et à son logement une section transversale non circulaire, ici oblongue.

20 Selon un mode de réalisation on peut prévoir que les disques à fente qui entraînent les pales (cf. document WO2017168359A1) possèdent des axes creux, une trappe de visite étant aménagée au-dessus du rotor de manière à pouvoir passer une clef de manière à visser un écrou qui maintient un axe fileté prolongeant l'axe de pale de section oblongue. Préalablement, on ajuste la position angulaire du rotor sur sa position neutre (angle de calage
25 à 0°) de manière à ce que les axes de pales soient alignés avec les axes des disques à fente.

PARTIE 13 – Courroie ou chaîne unique

30 En référence à la Fig. 13, on a illustré une forme de réalisation où un ensemble de trois courroies reliant respectivement trois poulies centrales solidaires en rotation de l'axe du rotor (sauf désarmement) à trois poulies satellites, est remplacé par une courroie unique 131 assurant la mise en prise

d'une poulie axiale unique 132 avec trois poulies satellites 133 respectivement associées aux mécanismes de variation d'inclinaison de trois pales (non représentées).

5 Une telle approche permet de diminuer l'encombrement axial de la partie de commande du rotor.

Bien entendu les différentes inventions décrites ci-dessus et représentées sur les dessins peuvent faire l'objet de nombreuses modifications et variantes. Par ailleurs, les différentes inventions peuvent être combinées ensemble par l'homme du métier, ces combinaisons devant être
10 considérées comme faisant partie de la présente description.

Par ailleurs, en application de propulsion, un rotor selon l'un des documents WO2014006603A1, WO2016067251A1 et WO2017168359A1 ou selon l'un des perfectionnements du présent mémoire peut être utilisé pour un engin habité ou non, immergé ou non. Pour un engin immergé de forme
15 généralement fuselée, on peut prévoir plusieurs rotors ayant des axes de rotation agencés en étoile dans un plan transversal à la direction de déplacement. Pour un engin à foils, on peut intégrer un rotor dans un foil en lui donnant une largeur appropriée.

20

Revendications

1. Rotor à pales orientables, comprenant une structure tournante autour d'un axe principal et comprenant un ensemble de pales tournant autour d'une
5 série d'axes de pales parallèles à l'axe principal et définis par ladite structure tournante, et un mécanisme associé à chaque pale et configuré pour commander les variations d'inclinaison de la pale associée en fonction de la position angulaire de la structure tournante, ce mécanisme comprenant un premier élément (65) portant un doigt (64) et un second élément excentré par
10 rapport au premier et configuré pour canaliser les mouvements du doigt selon une trajectoire imposée, rotor caractérisé en ce que ladite trajectoire est imposée par les déplacements en translation d'un chariot (62) sur un ou plusieurs guides (61) prévus sur le second élément.
- 15 2. Rotor selon la revendication 1, caractérisé en ce que le chariot est monté sur deux tiges (61).
3. Rotor selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le chariot est monté sur le ou les guides (61) par l'intermédiaire d'éléments de coulissement
20 sans jeu (63), en particulier de douilles à billes.
4. Rotor à pales orientables, comprenant une structure tournante autour d'un axe principal et comprenant un ensemble de pales tournant autour d'une
25 série d'axes de pales parallèles à l'axe principal et définis par ladite structure tournante, et un mécanisme pour commander les variations d'inclinaison de des pales en fonction de la position angulaire de ladite structure, selon une loi de calage, ledit mécanisme comprenant pour chaque pale une transmission en direction généralement radiale entre un élément entraînant tournant avec le rotor et un élément entraîné à excentrique au niveau de la pale, caractérisé
30 en ce qu'il comprend un moyen pour faire varier la loi de calage à l'aide d'une commande centrale comprenant un élément de commande apte à se déplacer

le long de l'axe principal et un ensemble d'éléments de renvoi aptes à générer un déplacement des éléments entraînés respectivement associés à chaque pale.

5 5. Rotor selon la revendication 4, caractérisé en ce ledit déplacement est un déplacement radial à commande séquentielle.

6. Rotor selon la revendication 4, caractérisé en ce que ledit déplacement est un déplacement circonférentiel à commande continue.

10

7. Engin nautique, comprenant une paire de propulseurs principaux comprenant des rotors contrarotatifs, chaque rotor à pales orientables comprenant une structure tournante autour d'un axe principal et comprenant un ensemble de pales tournant autour d'une série d'axes de pales parallèles à l'axe principal et définis par ladite structure tournante, et un mécanisme pour commander les variations d'inclinaison de ladite structure tournante en fonction de sa position angulaire de manière à exercer sur l'eau une poussée dans une direction déterminée, caractérisé en ce qu'il est prévu des moyens pour orienter les poussées des deux rotors dans deux directions latérales généralement opposées en vue d'assurer un freinage de l'engin.

20

8. Engin selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il comprend en outre au moins un propulseur d'étrave.

25 9. Engin selon la revendication 7 ou 8, caractérisé en ce qu'il comprend en outre au moins un propulseur secondaire.

10. Engin nautique, comprenant une paire de propulseurs comprenant des rotors contrarotatifs, chaque rotor comprenant une structure tournante autour d'un axe principal et comprenant un ensemble de pales tournant autour d'une série d'axes de pales parallèles à l'axe principal et définis par ladite structure

30

5 tournante, et un mécanisme pour commander les variations d'inclinaison de ladite structure tournante en fonction de sa position angulaire de manière à exercer sur l'eau une poussée dans une direction déterminée, caractérisé en ce qu'il est prévu des moyens de correction de poussée aptes à ajuster la direction de poussée de chaque rotor de part et d'autre d'une direction située selon l'axe principal de l'engin.

10 11. Rotor à pales orientables, comprenant une structure tournante autour d'un axe principal et comprenant un ensemble de pales tournant autour d'une série d'axes de pales parallèles à l'axe principal et définis par ladite structure tournante, et un mécanisme pour commander les variations d'inclinaison de ladite structure tournante en fonction de sa position angulaire, caractérisé en ce que chaque pale est au moins partiellement élastiquement déformable.

15 12. Rotor selon la revendication 11, caractérisé en ce que chaque pale comprend une partie d'attaque essentiellement non déformable et une partie de fuite élastiquement déformable.

20 13. Rotor à pales orientables, comprenant une structure tournante autour d'un axe principal et comprenant un ensemble de pales tournant autour d'une série d'axes de pales parallèles à l'axe principal et définis par ladite structure tournante, et un mécanisme pour commander les variations d'inclinaison de ladite structure tournante en fonction de sa position angulaire, ledit mécanisme comprenant en association avec chaque pale un élément entraîné (53) synchronisé avec un élément entraînant (52) correspondant situé sur l'axe du rotor via un lien (51) fermé sur lui-même tel qu'une courroie crantée ou une chaîne, caractérisé en ce que l'un (52) des éléments est circulaire, et l'autre élément (53) est non circulaire, avec un nombre de crans ou de dents identique à celui de l'élément circulaire, de manière à assurer directement les variations de position angulaire des pales lors de la rotation de la structure tournante.

25

30

14. Rotor selon la revendication 13, caractérisé en ce que l'autre élément (53) est elliptique.

5 15. Rotor selon la revendication 13 ou 14, caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif tendeur pour le lien.

10 16. Rotor selon l'une des revendications 13 à 15, caractérisé en ce qu'il comprend un ensemble d'éléments non circulaires (53) de rapports d'allongement différents, et un dispositif pour faire passer le lien d'un élément non circulaire à un autre.

17. Éolienne, caractérisée en ce qu'elle comprend un rotor selon l'une des revendications 13 à 16.

15 18. Engin nautique, caractérisé en ce qu'il comprend une paire de propulseurs comprenant chacun un rotor selon l'une des revendications 13 à 16.

20 19. Rotor à pales orientables, comprenant une structure tournante autour d'un axe principal et comprenant un ensemble de pales tournant autour d'une série d'axes de pales parallèles à l'axe principal et définis par ladite structure tournante, et un mécanisme associé à chaque pale pour commander les variations d'inclinaison de ladite pale en fonction de la position angulaire de ladite structure tournante, ledit mécanisme comprenant un ensemble de transmissions généralement radiales entre des éléments entraînants disposés
25 de façon adjacente au niveau de l'axe du rotor et chacun desdits mécanismes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un mécanisme de débrayage et de réarmement comprenant une clé apte à se déplacer selon l'axe du rotor par rapport auxdits éléments entraînants.

30

20. Rotor selon la revendication 19, caractérisé en ce que ledit mécanisme de débrayage comprend une clé apte à venir sélectivement en prise directement avec chacun des éléments entraînants et sollicitée par un moyen élastique agissant selon l'axe de rotation du rotor pour séquentiellement venir en prise avec chacun desdits éléments entraînants lorsqu'ils sont entraînés en rotation.

21. Rotor selon la revendication 19, caractérisé en ce que ledit mécanisme de débrayage comprend une clé primaire apte à sélectivement solliciter un ensemble de clés secondaires elles-mêmes sollicitées élastiquement dans une direction transversale à l'axe du rotor et à venir respectivement en prise avec les éléments d'entraînement respectifs.

22. Rotor à pales orientables, comprenant une structure tournante autour d'un axe principal et comprenant un ensemble de pales tournant autour d'une série d'axes de pales parallèles à l'axe principal et définis par ladite structure tournante, et des moyens pour commander les variations d'inclinaison de chaque pale en fonction de la position angulaire du rotor, caractérisé en ce que lesdits moyens comprennent un ensemble d'actionneurs individuels commandés non mécaniquement à partir du rotor pour faire varier individuellement de façon potentiellement ajustable et potentiellement programme les variations d'inclinaison de la pale associée.

23. Rotor à pales orientables, comprenant une structure tournante autour d'un axe principal et comprenant un ensemble de pales tournant autour d'une série d'axes de pales parallèles à l'axe principal et définis par ladite structure tournante, et un mécanisme pour commander les variations d'inclinaison de ladite structure tournante en fonction de sa position angulaire, ledit mécanisme comprenant en association avec chaque pale un élément entraîné synchronisé avec un élément entraînant correspondant situé sur l'axe du rotor via un lien

fermé sur lui-même tel qu'une courroie crantée ou une chaîne, caractérisé en ce qu'il comprend un mécanisme de maintien en tension de chaque lien.

24. Rotor selon la revendication 23, caractérisé en ce que ledit mécanisme
5 de maintien en tension comprend un élément mobile en contact avec ledit lien et assujetti à la force centrifuge générée par la rotation du rotor.

25. Rotor selon la revendication 23, caractérisé en ce que le mécanisme de
10 maintien en tension comprend un élément mobile en contact avec ledit lien et assujetti à un organe mobile visant à faire varier l'amplitude maximale des variations d'inclinaison de la pale associée.

26. Engin nautique, notamment voilier, comprenant moteur couplé à un
15 rotor à pales orientables immergé, ledit rotor comprenant une structure tournante autour d'un axe principal et comprenant un ensemble de pales tournant autour d'une série d'axes de pales parallèles à l'axe principal et définis par ladite structure tournante, et un mécanisme pour commander les variations d'inclinaison de ladite structure tournante en fonction de sa position angulaire, caractérisé en ce que rotor possède un premier mode de
20 fonctionnement en propulseur en étant entraîné par le moteur, et un second mode de fonctionnement en dérive ou gouvernail.

27. Rotor à pales orientables, comprenant une structure tournante autour
25 d'un axe principal et comprenant un ensemble de pales tournant autour d'une série d'axes de pales parallèles à l'axe principal et définis par ladite structure tournante, et un mécanisme pour commander les variations d'inclinaison de chaque pale en fonction de la position angulaire de ladite structure tournante, chaque pale étant montée en porte-à-faux sur ladite structure tournante, caractérisé en ce qu'il est prévu des dispositifs de montage rapide des pales
30 sur des supports tournants assujettis audit mécanisme.

28. Rotor selon la revendication 27, caractérisé en ce que chaque pale comprend une armature de section transversale non circulaire s'étendant sur une partie substantielle de son étendue, ladite armature débordant à une extrémité longitudinale de la pale pour son montage sur un support tournant respectif.

29. Rotor à pales orientables, comprenant une structure tournante autour d'un axe principal et comprenant un ensemble de pales tournant autour d'une série d'axes de pales parallèles à l'axe principal et définis par ladite structure tournante, et un mécanisme pour commander les variations d'inclinaison de ladite structure tournante en fonction de sa position angulaire, ledit mécanisme comprenant en association avec chaque pale un élément entraîné synchronisé avec un élément entraînant situé sur l'axe du rotor via un lien fermé sur lui-même tel qu'une courroie crantée ou une chaîne, caractérisé en ce qu'il est prévu un lien unique entre un élément entraînant unique situé sur l'axe du rotor et lesdits éléments entraînés.

