

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



WIPO | PCT



(10) Numéro de publication internationale
WO 2014/106765 A1

(43) Date de la publication internationale
10 juillet 2014 (10.07.2014)

(51) Classification internationale des brevets :
F03B 17/06 (2006.01) F03D 1/02 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/IB2013/000011

(22) Date de dépôt international :
4 janvier 2013 (04.01.2013)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(72) Inventeur; et

(71) Déposant : PERRENOUD, Yvan [CH/ID]; Pandanan /
Sekotong Barat, Lombok Barat (ID).

(74) Mandataire : MICHELI & CIE SA; 122, rue de Genève,
CP 61, 1226 Thônex (CH).

(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, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ,
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, 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,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

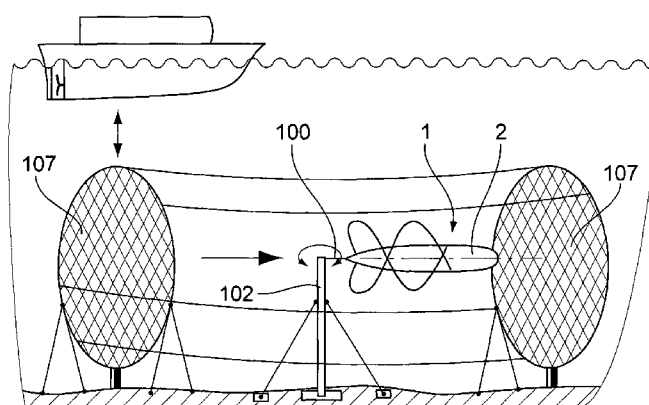
Publiée :

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

(54) Title : TURBINE WITH HELICAL BLADES

(54) Titre : TURBINE A AUBES HELICOIDALES

Fig.1



(57) Abstract : The invention relates to a turbine for generating electricity from a fluid current, comprising: a central bulb (2); first and second groups of blades each mounted on the bulb (2); the first group of blades being arranged to rotate in a first direction under the action of the current, and the second group of blades being arranged to rotate in a second direction opposite the first under the action of the current, the blades of said second group also being arranged to rotate in the space delimited by the blades of the first group. The first and second groups each comprise at least two helical blades (42, 52) and at least two maintaining blades (41, 51). In each of the first and second groups, the number of helical blades (42, 52) is equal to the number of maintaining blades (41, 51): the bases (41a, 51a) of the maintaining blades (41, 51) are fastened to the bulb (2) and extend essentially perpendicularly relative to the bulb (2). Each helical blade (42, 52) is fastened at a first end (42a, 52a) to the front end (2a) of the bulb (2), and at or near a second end (42b, 52b) to the apex (41b, 51b) of a maintaining blade (41, 51).

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2014/106765 A1



L'invention concerne une turbine pour générer de l'électricité à partir d'un courant fluide comprenant : un bulbe central (2); un premier et un second groupes d'aubes montés chacun sur le bulbe (2); le premier groupe d'aube étant agencé pour tourner dans un premier sens sous l'action du courant, et le second groupe d'aubes étant agencé pour tourner dans un second sens opposé au premier sous l'action du courant, les aubes dudit second groupe étant de plus agencées pour tourner dans l'espace délimité par les aubes du premier groupe; Les premiers et seconds groupes comprennent chacun au moins deux aubes hélicoïdales (42, 52) et au moins deux aubes de maintien (41, 51). Chacun des premier et second groupes, le nombre d'aubes hélicoïdales (42, 52) est égal au nombre d'aubes de maintien (41, 51); les aubes de maintien (41, 51) ont leur base (41a, 51a) fixé au bulbe (2) et s'étendent essentiellement perpendiculairement par rapport au bulbe (2). Chaque aube hélicoïdale (42, 52) est fixée à une première extrémité (42a, 52a) à l'extrémité avant (2a) du bulbe (2) et à une second extrémité (42b, 52b) ou à proximité de celle-ci au sommet (41 b, 51 b) d'une aube de maintien (41, 51).

Turbine à aubes hélicoïdales

La présente invention a pour objet une turbine à aubes hélicoïdales pour la production d'électricité.

5 L'énergie hydraulique est une des formes d'énergie dites "vertes" ou "renouvelables". Jusqu'à présent, l'homme a créé des barrages et des conduites forcées afin de générer un courant minimum pour faire tourner une turbine et ainsi produire de l'énergie électrique. Cependant, les fleuves, les rivières ainsi que certaines étendues d'eau naturelles (mer ou océan) peuvent présenter des
10 courants ou des volumes d'eau qui pourraient permettre de faire tourner une turbine et ainsi produire de l'électricité. L'utilisation de ces fleuves, rivières ou cours d'eau naturels nécessite peu d'infrastructure puisque le but est d'utiliser le courant naturel et non pas de le créer. Cependant, les turbines utilisées doivent être adaptées aux conditions particulières et doivent avoir un faible impact sur
15 l'environnement dans lequel elles sont installées.

Le document WO 2007/129049 décrit une turbine comprenant un premier rotor monté en rotation autour d'un axe de rotation s'étendant transversalement par rapport à la direction du courant et ayant une pluralité d'aubes de préférence hélicoïdales et dont l'axe longitudinal est également transversal à la direction du
20 courant. La turbine comprend également un second rotor monté en rotation autour dudit axe de rotation et ayant une pluralité d'aubes de préférence hélicoïdales et dont l'axe longitudinal est également transversal à la direction du courant. Le premier rotor est agencé pour tourner dans un premier sens sous l'action du courant et le second rotor est agencé pour tourner dans un second sens opposé
25 au premier. Les aubes du second rotor sont agencées de sorte que les aubes du premier rotor tournent à l'intérieur de l'espace délimité par les aubes du second rotor.

Cette turbine doit être positionnée de sorte que son axe longitudinal soit transversal au courant. Or, une turbine placée transversalement au courant

gène beaucoup de perturbations. De plus, il faut à une turbine placée transversalement au courant non seulement un courant important mais une évacuation rapide du fluide en aval, c'est-à-dire une pente suffisante du conduit du fluide pour y recréer le courant nécessaire. Dans le cas d'une position transversale de la turbine, ses aubes sont efficaces surtout lorsqu'elles effectuent leur moitié de cercle, vu de profil, en direction du courant. Lorsqu'elles effectuent leur deuxième moitié de cercle, en remontant le courant, elles sont moins performantes quelle que soit la forme de leur profil car elles travaillent dans un flux perturbé par l'aube située en amont et qui les précède par rapport au sens de rotation. Cette turbine peut être maintenue à la surface du flux, à moitié immergée. Dans cette position, le rendement de la turbine est réduit par les perturbations du flux situé à proximité de sa surface et les aubes ne travaillent que sur la moitié de leur rotation complète.

La position transversale d'une telle turbine implique en outre une infrastructure importante de béton canalisant tout le flux entre les points de fixation des aubes hélicoïdales à leurs extrémités. Des espaces laissés entre les socles rotatifs des aubes (rotors) et les côtés du canal réduiraient la productivité de la turbine. La turbine décrite par WO 2007/129049 ne peut être positionnée parallèlement au courant car les socles des aubes hélicoïdales (rotors) sont plats. La totalité de leur surface se retrouverait en position transversale au courant. Même tronqués de plus en plus en allant vers l'extérieur, entre les points de fixation avec les aubes hélicoïdales (figure 2 et 3 de WO 2007/129049), les socles provoqueraient de grosses perturbations du flux en aval de leurs positions et réduiraient la productivité de la turbine à peu de chose.

Le but de la présente invention est de réaliser une turbine permettant de produire de l'électricité de façon non polluante, qui soit efficace dans des courants faibles, moyens ou forts et qui ne nécessite que peu d'infrastructure n'induisant qu'un impact minime sur l'environnement, en particulier sur la faune et la flore ainsi que sur les activités humaines.

La présente invention a pour objet une turbine selon la revendication 1.

Les dessins illustrent schématiquement et à titre d'exemple plusieurs formes d'exécution de l'instrument selon l'invention.

Les figures 1 et 2 sont des vues de côté d'une turbine selon l'invention
5 immergée en mer.

La figure 3 est une vue de face d'une turbine selon l'invention située dans un fleuve ou une rivière.

La figure 4 est une vue partielle en coupe selon son axe longitudinal d'une turbine selon l'invention dans sa version pour courant faible ou moyen.

10 La figure 5 est une vue de côté d'une partie des aubes d'une turbine selon l'invention dans sa version pour courant faible ou moyen.

La figure 6 est une vue de face des aubes illustrées à la figure 5.

La figure 7 est une vue similaire à la figure 5 illustrant les sens de rotation des premier et second groupes d'aubes solidaires d'une turbine selon l'invention
15 dans sa version pour courant faible ou moyen.

La figure 8 est une vue de côté du bulbe de la turbine selon l'invention dans sa version pour courant faible ou moyen.

Les figures 9 et 10 illustrent une variante dans laquelle des ailerons mi-rigides sont fixés respectivement sur les aubes de maintien externes et sur les
20 aubes régulatrices internes pour le démarrage des premier et second groupes d'aubes de la turbine selon l'invention.

La figure 11 illustre le profil de toutes les aubes de la turbine selon l'invention.

La figure 12 est une vue détaillée du sommet d'une aube régulatrice et de
25 l'extrémité avant d'une aube hélicoïdale d'une turbine selon l'invention dans sa version pour courant faible ou moyen.

La figure 13 illustre les spirales décrites par les aubes hélicoïdales externes et internes de la turbine selon l'invention.

La figure 14 est une vue de côté du bulbe de la turbine selon l'invention dans sa version pour courant fort.

La figure 15 est une vue de face de la turbine selon l'invention dans sa version pour courant fort.

5 La figure 16 est une vue détaillée, en plan ou de côté, de l'avant des aubes hélicoïdales d'une turbine selon l'invention dans sa version pour courant fort, représentant les incidences relatives des aubes hélicoïdales.

La turbine, objet de cette invention, peut fonctionner dans un fluide liquide canalisé et dans un fluide gazeux libre ou canalisé. A l'air libre, elle est placée
10 dans un espace venté, dans la plupart des cas à une certaine distance de la surface terrestre pour pouvoir bénéficier de vents aussi constants que possible, en direction et en intensité. Elle nécessite une infrastructure plus importante que la turbine fonctionnant en eau libre. La turbine fonctionnant dans l'air libre peut pivoter de 360° sur le plan horizontal dans les deux sens, autour d'un axe situé à
15 l'avant, au niveau de l'écartement maximum des aubes hélicoïdales par rapport au bulbe. Qu'elle fonctionne dans un fluide canalisé ou dans un flux gazeux libre, cette turbine est pourvue au minimum de deux structures circulaires avant et arrière développées essentiellement perpendiculairement et autour du bulbe à l'extérieur des aubes hélicoïdales, auxquelles sont fixées les aubes hélicoïdales,
20 respectivement à leur écartement maximum par rapport au bulbe et à un niveau situé sur la moitié arrière de la longueur du bulbe. L'extérieur de ces structures circulaires, sur toute leur circonférence, est solidaire d'autant d'anneaux de maintien de la turbine situés autour des structures, via des roulements à billes.

La turbine selon l'invention a une configuration d'aubes (groupes d'aubes
25 hélicoïdales et de maintien ou groupes d'aubes régulatrices, hélicoïdales et de maintien développés autour du bulbe) qui lui permet également d'être propulsive, moyennant l'inversion des intrados et extrados et de la courbure des profils des aubes régulatrices, et de ceux des aubes hélicoïdales jusqu'à approximativement 2/3 à 3/4 de leur longueur prise à partir de leur écartement maximum par rapport

au bulbe, et l'inversion des incidences transversale et longitudinale desdites aubes hélicoïdales sur cette fraction. Selon l'invention, la contraction, puis la dilatation longitudinale des aubes hélicoïdale sont donc également inversées: ces aubes se dilatent longitudinalement de plus en plus, puis de moins en moins sur
5 approximativement $2/3$ à $3/4$ de leur longueur prise à partir de leur écartement maximum par rapport au bulbe. Sur cette fraction, leur incidence transversale augmente de plus en plus. Approximativement entre $2/3$ et $3/4$ de leur longueur, les incidences longitudinale et transversale des aubes hélicoïdales s'inversent, de même que l'extrados et l'intrados et la courbure de leur profil. A partir de ce dit
10 niveau, de propulsives, les aubes hélicoïdales sont de plus en plus propulsées, ce jusqu'à leur extrémité arrière, par un combustible ou de préférence l'injection d'hydrogène dans la tuyère. Les aubes de maintien selon l'invention sont semblables dans cette forme d'exécution. Les aubes hélicoïdales internes selon l'invention sont fixées sous cette forme d'exécution au sommet d'aubes de
15 maintien supplémentaires, au minimum un groupe, développées essentiellement perpendiculairement au bulbe et situées sur la moitié arrière de la longueur du bulbe. Ces dites aubes supplémentaires n'ont pas d'incidence relative: leur rôle est en outre de séparer les parties propulsive et propulsée de la turbine du réacteur.

20 La turbine fonctionnant en mer et dans les fleuves et rivières dont le débit n'est en principe pas inférieur à un minimum connu a une meilleure productivité, instantanée et à l'année, qu'une turbine éolienne. Les courants marins dus aux marées sont connus, varient peu en intensité et en direction. Nombreux sont les sites où les étales sont de courte durée. Pour pallier l'absence de production lors
25 des étales, une fraction de l'électricité produite par la turbine peut servir à alimenter une pompe qui propulse de l'eau dans un réservoir situé en altitude. Lors des étales, une turbine produit de l'électricité grâce à l'eau issue de ce réservoir.

La turbine 1 selon l'invention présente de manière générale un bulbe 2 sur lequel est fixée une série d'aubes destinées à tourner sous la force du courant. Ces aubes seront décrites en détail dans la suite.

On commence par décrire brièvement l'ancrage de la turbine 1 et son
5 raccordement.

De manière générale, la turbine 1 est destinée à être placée essentiellement parallèlement au courant et est placée de manière à ne pas interférer avec l'environnement qui l'entoure, en particulier la faune et la flore, ou l'activité humaine. Par exemple, en mer, la turbine 1 sera ancrée à une profondeur
10 suffisante pour ne pas déranger le trafic maritime (figure 1). Des aménagements spéciaux peuvent également être prévus pour protéger la faune, la flore et les plongeurs tels les filets 107 illustrés aux figures 1 et 3. Dans les fleuves et les rivières, la turbine 1 pourrait par exemple être placée parallèlement à un canal à poissons 108 pour ainsi limiter son impact sur la faune et la flore environnantes
15 (figure 3).

La turbine 1 est maintenue en amont par un câble de maintien ou un tube de maintien 100 à l'intérieur duquel se trouve un câble électrique. En mer comme illustré sur les figures 1 et 2, le câble de maintien 100 et la turbine 1 peuvent pivoter de 360° sur un plan horizontal dans les deux sens pour rester parallèle au
20 courant. En mer, le câble 100 est maintenu au sommet d'un mât profilé haubané 102 ancré dans le fond comme illustré sur la partie droite de la figure 2 ou le long d'un tube profilé pivotant 103 dont la base est ancrée dans le fond et le sommet maintenu par une bouée immergée profilée 104 comme illustré sur la partie gauche de la figure 2.

25 Dans les fleuves et rivières, comme illustré sur la figure 3, le tube ou le câble de maintien 100 est fixé à un mât profilé 102 ancré dans le fond.

En mer et comme illustré sur la figure 2, le câble de maintien 100 se prolonge à l'intérieur du mât profilé 102 ou du tube profilé 103, pour atteindre, via des poulies 105, le rivage le plus proche. Sur la rive, un cabestan 106 permet de

dévider ou d'enrouler le câble de maintien 100, de contrôler la montée de la turbine 1 à la surface et de la remettre en position opérationnelle. Pour déclencher le mouvement ascensionnel de la turbine, l'action de deux plongeurs est suffisante jusqu'à une profondeur approximative de quarante mètres. A plus grande
5 profondeur, une bouée peut être fixée à un anneau 6 situé à l'extrémité arrière 2b du bulbe 2, gonflée puis dégonflée progressivement. Pour contrôler l'ascension de la turbine depuis la surface, une corde est passée en boucle dans l'anneau 6. Lors de sa descente, pour éviter que la turbine 1 ne le fasse trop rapidement, une corde est passée en boucle dans l'anneau 6 et dévidée progressivement depuis la
10 surface.

De manière générale, le câble ou tube de maintien 100 est fixé à l'extrémité avant du moyeu 3 de la turbine 1. Les perturbations dues au tube 103 ou au mât 102 profilés sont peu importantes le long de leur bord de fuite, et le flux n'est pas ralenti à l'avant de la turbine vue la distance que les sépare (longueur du tube ou
15 câble de maintien 100).

Le moyeu 3 se trouve au centre longitudinal du bulbe 2 de la turbine sur l'axe longitudinal dudit bulbe 2 (figure 4). En particulier, la turbine 1 est positionnée de sorte que ledit moyeu 3 soit essentiellement parallèle au courant.

On décrit maintenant en référence aux figures 4 à 13 une première forme
20 d'exécution d'une turbine selon l'invention dont les aubes sont dimensionnées pour des courants faibles à moyens approximativement de 0.5 à 2 m/s. Si le flux est stable en intensité et en direction, la turbine peut fonctionner dans un courant de plus de 2m/s.

En référence aux figures 5 et 6 notamment, la turbine 1 est pourvue d'un
25 premier groupe d'aubes solidaires comprenant:

- au moins deux aubes régulatrices externes 40 développées essentiellement perpendiculairement à la surface du bulbe 2 et dont les bases 40a sont situées près de l'extrémité avant 2a du bulbe 2;

- au moins deux aubes de maintien externes 41 développées essentiellement perpendiculairement au bulbe 2 et situées approximativement à mi-longueur du bulbe 2 et;
- au moins deux aubes hélicoïdales externes 42 formant chacune approximativement $3/4$ à $5/6$ d'une spire selon les dimensions de la turbine et le poids des matériaux utilisés, de sorte que le poids total de trois aubes solidaires (régulatrice, hélicoïdale et de maintien) soit réparti de façon homogène autour du bulbe.

Ainsi, le premier groupe d'aubes solidaires est formé d'au moins six aubes.

Chaque aube hélicoïdale externe 42 est fixée, à proximité de ses extrémités 42a, 42b respectivement aux sommets 40b et 41b d'une aube régulatrice externe 40 et d'une aube de maintien externe 41. Un ensemble solide est ainsi formé par une aube hélicoïdale, une aube régulatrice et une aube de maintien. Le premier groupe d'aubes solidaires comprend donc au moins deux ensembles solidaires. Cependant pour plus de clarté, les figures n'illustrent en général qu'un de ces ensembles. Les aubes du premier groupe sont toutes agencées sur le bulbe 2 pour tourner dans un même premier sens.

La turbine 1 selon l'invention est en outre pourvue d'un second groupe d'aubes solidaires comprenant:

- au moins deux aubes régulatrices internes 50 développées essentiellement perpendiculairement à la surface du bulbe 2 et dont les bases 50a sont situées près de l'extrémité avant 2a du bulbe 2;
- au moins deux aubes de maintien internes 51 développées essentiellement perpendiculairement au bulbe 2 et situées approximativement à mi-longueur du bulbe 2 et;
- au moins deux aubes hélicoïdales internes 52 formant chacune approximativement $3/4$ à $5/6$ d'une spire.

Le second groupe d'aubes solidaires est formé du même nombre d'aubes que le premier groupe et est formé d'au moins six aubes. Par conséquent, la turbine 1 selon l'invention comprend au moins douze aubes.

Les aubes du second groupe sont agencées de manière similaire aux aubes du premier groupe: chaque aube hélicoïdale interne 52 est fixée, à ses extrémités 52a, 52b respectivement aux sommets 50b et 51b d'une aube régulatrice interne 50 et d'une aube de maintien interne 51. Lesdites aubes forment ainsi un ensemble solide. Le second groupe d'aubes solidaires comprend donc au moins deux ensembles solidaires. Cependant pour plus de clarté, les figures n'illustrent en général qu'un de ces ensembles. Finalement, les aubes du second groupe sont toutes agencées sur le bulbe 2 pour tourner dans un même second sens, opposé au premier.

Comme illustré sur la figure 6, les aubes du second groupe sont situées longitudinalement et transversalement à l'intérieur et à proximité des aubes du premier groupe, ce qui justifie la terminologie d'aube interne pour le second groupe et d'aube externe pour le premier groupe. Ainsi, les aubes du second groupe tournent à l'intérieur de l'espace délimité par les aubes du premier groupe.

Les aubes de chacun des premier et second groupes sont agencées pour que le poids de chaque ensemble solide formé d'une aube régulatrice, d'une aube de maintien et d'une aube hélicoïdale (40, 41, 42 ou 50, 51, 52) et le poids total de chacun des premier et second groupes d'aubes soient répartis de façon homogène autour du moyeu 3 de la turbine 1. En particulier et de préférence, les premier et second groupes d'aubes ont le même poids.

Les premier et second groupes d'aubes sont agencés pour tourner librement (sans entraîner ni générateur, ni alternateur) approximativement à la même vitesse

Si les aubes hélicoïdales internes 52 ne sont pas longitudinalement assez stables, s'il y a un risque qu'elles entrent en contact avec les aubes hélicoïdales externes 42 lors de changements de vitesse ou de direction du courant, lesdites

aubes hélicoïdales internes 52 sont fixées aux sommets d'aubes de maintien supplémentaires 53 (figure 4) développées essentiellement perpendiculairement au bulbe 2 entre les aubes régulatrices internes 50 et les aubes de maintien internes 51.

5 Les aubes de maintien externes et internes 41, 51 se situent de préférence approximativement à mi-longueur du bulbe 2. Plus le courant est fort, plus elles sont situées en aval de ce point. Plus le courant est fort, plus l'incidence longitudinale (par rapport au courant) des aubes hélicoïdales diminue, plus les spirales sont longilignes. Plus la vitesse du courant est importante, plus le rapport
10 longueur/écartement par rapport au bulbe 2 des aubes hélicoïdales internes et externes 42, 52 augmente plus la turbine 1, bulbe 2 inclus, s'allonge et plus l'incidence des aubes hélicoïdales diminue pour éviter l'apparition du vortex et de la cavitation.

Comme illustré à la figure 8, à l'arrière des aubes de maintien internes et
15 externes 41, 51, le bulbe 2 a un diamètre maximum d_m et constant sur une fraction x de sa longueur. Plus le courant est fort, plus cette fraction s'allonge vers l'arrière du bulbe 2 pour maintenir une distance égale, relative à la vitesse du courant, entre les bords de fuite des aubes de maintien externes, à leur base, et l'apparition des perturbations, à partir de la diminution du diamètre du bulbe. Cette
20 distance doit être suffisante pour que les perturbations ne ralentissent pas le flux environnant en amont. En aval de cette fraction, le diamètre du bulbe 2 diminue, les incidences négatives apparaissant à sa surface et augmentent de plus en plus pour atteindre un maximum approximatif i_m de 15 degrés à proximité de l'extrémité arrière 2b du bulbe 2. Plus la vitesse du courant est importante, plus
25 l'incidence négative maximum de la surface du bulbe 2 diminue. A proximité de l'extrémité arrière 2b du bulbe 2, son diamètre diminue de plus en plus franchement et la forme du bulbe 2 approche alors celle d'une demi sphère. Un anneau 6 se trouve à l'extrémité arrière 2b du bulbe 2.

La croissance du diamètre du bulbe 2 est maximum à l'extrémité avant 2a de celui-ci, à l'avant de la base 40a, 50a des aubes régulatrices externes et internes 40, 50, puis diminue de plus en plus en allant vers l'arrière, pour être nulle à proximité et en aval des aubes de maintien externes 41, approximativement à la
5 moitié de la longueur du bulbe 2 (figures 4, 5, 7 et 8).

La forme du bulbe 2 de la turbine selon l'invention est conçue pour générer un minimum de perturbations (vortex et traînée) dans le fluide environnant. Il est connu que la forme allongée du bulbe 2 réduit l'effet de traînée et peut accentuer le courant autour de sa périphérie. De tels avantages sont par exemple décrits
10 dans WO 2010/033147. Cependant, le bulbe de ce document provoque une traînée importante et longue dont le diamètre maximum en aval de la turbine est peu inférieur au diamètre maximum du bulbe. Cette traînée en aval réduit sensiblement la productivité de la turbine et a fortiori celle d'éventuelles turbines fixées en chaîne, l'une derrière l'autre. Avec une turbine selon l'invention, cette
15 traînée est réduite car il a été remarqué qu'avec un bulbe dont les incidences négatives α_m sont inférieures à 15 degrés dans sa partie arrière 2d, l'écoulement n'est pas perturbé et reste laminaire (pas ou peu de vortex) avec des courants faibles à moyens.

En ce qui concerne le fait d'accentuer le courant à la périphérie du bulbe 2,
20 on a remarqué que cela est vrai, surtout autour et à proximité de l'extrémité avant du bulbe, là où l'incidence de la surface du bulbe par rapport au courant est maximum. Plus on s'en éloigne, plus les incidences diminuent, plus le flux environnant ralenti, pour avoir une vitesse approximativement égale à celle du flux global au niveau du diamètre maximum du bulbe. En aval de ce point, vu
25 l'apparition des vortex, la vitesse moyenne du flux environnant le bulbe diminue, devenant de plus en plus inférieure à celle du flux global. Pour que la turbine puisse bénéficier de cet avantage de l'accélération du flux environnant le bulbe, il faut reculer un maximum le point de transition, le niveau où apparaissent les

vortex, en aval du diamètre maximum du bulbe. C'est le cas avec une turbine 1 selon l'invention munie d'un bulbe 2 tel que décrit ci-dessus.

Les aubes régulatrices externes 40, les aubes régulatrices internes 50, les aubes de maintien externes 41 et les aubes de maintien internes 51 sont associées à un rotor respectif placé à l'intérieur du bulbe 2. L'extrémité avant ou nez 2a du bulbe 2 comprend le rotor des aubes régulatrices externes 40. Le rotor des aubes de maintien externes 41 est contenu dans un compartiment 2e du bulbe 2. Le nez 2a du bulbe 2 et ledit compartiment 2e tournent avec le premier groupe d'aubes solidaires externes (figure 7). La partie médiane 2c du bulbe 2 qui se situe entre les rotors des aubes régulatrices internes 50 et des aubes de maintien internes 51 et qui comprend lesdits rotors tourne avec le second groupe des aubes internes. Le compartiment arrière 2d du bulbe 2 qui s'étend approximativement sur la moitié de la longueur totale dudit bulbe 2 à l'arrière du rotor des aubes de maintien externes 41 ne tourne pas: ledit compartiment arrière 2d du bulbe 2 est fixé au moyeu 3.

De l'air est confiné dans quatre compartiments du bulbe 2 dont trois sont mobiles : le nez 2a, la partie médiane 2c et le compartiment 2e du rotor des aubes de maintien externes 41. Le compartiment fixe est le compartiment arrière 2d du bulbe 2. Le volume d'air total, à profondeur donnée, donne une flottabilité neutre à la turbine 1 et la maintient en position horizontale. Ce volume dépend du poids de la turbine 1, de celui de la portion du câble de maintien 100 et du câble électrique 101 située entre le mât 102 ou tube 103 profilés et le bulbe 2 et de la profondeur à laquelle turbine 1 et portion de câble de maintien 100 libre se trouvent.

Dans le bulbe 2, à l'avant ou à l'arrière des aubes de maintien 41, 51, se trouve la machinerie générant l'électricité (générateur, alternateur, régulateur). Les aubes des premier et second groupes d'aubes solidaires sont agencées pour que les aubes du premier groupe (aubes externes) tournant dans un premier sens génèrent la même force et tournent approximativement à la même vitesse que les aubes du second groupe (aubes internes) tournant dans un second sens opposé

au premier quand les premier et second groupes d'aubes tournent librement (sans entraîner ni générateur, ni alternateur). Ainsi, la force rotative transversale générée par un seul groupe d'aubes est annulée.

A l'avant du bulbe 2, proche de l'extrémité avant 2a ou nez du bulbe 2, le rotor et l'axe des aubes régulatrices externes 40 sont solidaires du moyeu 3 via de préférence au minimum deux roulements à billes placés à l'avant et à l'arrière dudit rotor. Les rotors respectifs et l'axe des aubes régulatrices internes 50 et des aubes de maintien internes 51 sont solidaires du moyeu 3 via de préférence au minimum huit roulements à billes situés aux niveaux de l'avant et de l'arrière de chacun des rotors. Le rotor et l'axe des aubes de maintien externes 41 sont solidaires du moyeu 3 via de préférence au minimum deux roulements à billes situés à l'avant et à l'arrière dudit rotor.

A l'avant du bulbe 2, le bord d'attaque 40c, 50c des aubes régulatrices externes et internes 40, 50, proche de leur base 40a, 50a, forme un angle proche de 90° avec la tangente à la courbe formant le nez 2a du bulbe 2.

A leur sommet 40b, le bord d'attaque 40c des aubes régulatrices externes 40 se trouve à la hauteur de l'extrémité avant 2a du bulbe 2 (figures 5 et 8). Les aubes régulatrices 40, 50 et les aubes de maintien 41, 51 ont une forme approchant celle d'une pale d'hélice. De leur base 40a, 50a, 41a, 51a à leur sommet 40b, 50b, 41b, 51b, leur incidence augmente et la courbure de leur profil diminue. A leur sommet 40b, 50b, 41b, 51b, leur incidence transversale est égale à celle, longitudinale, de la spirale d'une aube hélicoïdale 42, 52 à ces endroits-ci. De leur base 40a, 50a à leur sommet 40b, 50b, l'incidence relative (transversale) des aubes régulatrices 40, 50 (incidence des aubes régulatrices par rapport au courant lorsque la turbine 1 fonctionne de façon optimale) passe approximativement de 15° à 5°. Les aubes de maintien 41, 51 ont une incidence relative qui diminue de leur base à leur sommet et qui est en principe inférieure à celle des aubes régulatrices 40, 50. A proximité et en aval du sommet 50b des aubes régulatrices internes 50 et à proximité et en amont du sommet 51b des

aubes de maintien internes 51, les aubes hélicoïdales 42, 52 ont approximativement une incidence longitudinale relative de 5°. Au niveau des aubes régulatrices et des aubes de maintien, l'incidence longitudinale des aubes hélicoïdales est nulle. Les incidences moyennes relatives de toutes les aubes sont

5 approximativement égales à 10°. Leur incidence relative maximum est en principe inférieure ou égale à 15°. Les valeurs données de 5, 10 et 15° pour les incidences relatives des aubes sont conventionnelles et variables: elles dépendent de la vitesse du courant environnant les aubes. Les incidences optimales sont celles qui sont maximum sans générer de vortex, celles avec lesquelles les écoulements

10 environnant les aubes (et le compartiment arrière 2d du bulbe 2) restent laminaires. Lorsque la turbine 1 atteint sa vitesse de rotation optimale, les écoulements environnant toutes les aubes sont laminaires. La turbine 1 a une vitesse de rotation maximum déterminée par l'apparition de la cavitation sur la partie postérieure des extrados des aubes ou, à plus grande vitesse, lorsque la

15 cavitation devient trop importante.

Pour conserver des flux environnants laminaires, plus le courant est fort, plus les incidences relatives et les courbures des profils des aubes diminuent.

Comme illustré sur la figure 11 (pour les aubes régulatrices externes), le profil des aubes est aussi fin que le permettent les matériaux utilisés. Un arbre se

20 trouve à l'intérieur des aubes, placé sur l'axe de répartition des pressions et dépressions, assurant la rigidité structurelle de l'aube (par exemple, arbre 40d dans les aubes régulatrices externes 40 et arbre 41d dans les aubes de maintien externes 41 illustrés sur la figure 4). L'extrados de toutes les aubes est régulièrement convexe sur toute la longueur de leur profil. De la base 40a, 50a au

25 sommet 40b, 50b des aubes régulatrices 40, 50 et de la base 41a, 51a au sommet 41b, 51b des aubes de maintien 41, 51, la portion concave de l'intrados i diminue: à partir de l'avant, elle passe approximativement de 3/4 de la longueur de la corde du profil à la moitié de celle-ci (figure 11 pour les aubes régulatrices externes 40

avec 40e désignant l'extrados et 40i désignant l'intrados). La portion restante arrière est convexe. La longueur des cordes c de toutes les aubes est constante.

Si la résistance de la structure d'un ensemble d'aubes solidaires (régulatrice, hélicoïdale et de maintien) et la stabilité longitudinale des aubes hélicoïdales 42, 52 le requièrent, approximativement à partir de 2/3 à 3/4 de leur longueur (selon leur taille) jusqu'à leur sommet, les aubes régulatrices 40, 50 et de maintien 41, 51 et leur arbre sont dédoublés (figures 8, 9, 10 et 12). Le diamètre des arbres et la section des profils dédoublés y sont réduits et constants. La corde des profils dédoublés est réduite. Si la résistance des ensembles d'aubes solidaires le requiert, la corde des profils dédoublés augmente de plus en plus à proximité de leur sommet, à l'exception des doubles avant 150 des aubes régulatrices internes 50 et des doubles avant 141 des aubes de maintien externes 41. A l'avant de la turbine 1, en allant vers l'extérieur, les doubles avant 140 des aubes régulatrices externes 40 sont courbés sur l'avant, les doubles arrière 250 des aubes régulatrices internes 50 sont courbés sur l'arrière. Le sommet des doubles avant 140 des aubes régulatrices externes 40 est fixée aux aubes hélicoïdales externes 42 à une petite distance de l'extrémité avant 42a de celles-ci. Le sommet des doubles arrière 250 des aubes régulatrices internes 50 est fixée aux aubes hélicoïdales internes 52 à l'extrémité 52a de celles-ci.

A l'arrière de la turbine 1, en allant vers l'extérieur, les doubles avant 151 des aubes de maintien internes 51 sont courbés sur l'avant et les doubles arrière 241 des aubes de maintien externes 41 sont courbés sur l'arrière. Le sommet des doubles arrière 251 des aubes de maintien internes 51 est fixée à l'extrémité arrière 52b des aubes hélicoïdales internes 52. Le sommet des doubles arrière 241 des aubes de maintien externes 41 est fixé à une distance peu importante de l'extrémité arrière 42b des aubes hélicoïdales externes 42.

De la proximité de leur sommet jusqu'à celui-ci, le long du bord de fuite et dans l'alignement des profils des doubles avant 150 des aubes régulatrices internes 50 et des doubles avant 141 des aubes de maintien externes 41, si le

démarrage des premier et second groupes d'aubes (externes et internes) le requiert, sont fixés des ailerons 9 semi-rigides, approximativement en forme de «V» (figures 8, 9 et 10).

Pour compenser leur longueur moindre et les forces inférieures auxquelles
5 elles sont soumises, les aubes internes du second groupe d'aubes ont un profil légèrement plus long avec une courbure légèrement inférieure à celle des aubes externes du premier groupe.

Le bord d'attaque de toutes les aubes, côté intrados, a une incidence relative approximativement nulle quand la turbine 1 atteint sa vitesse de rotation
10 optimale.

Comme illustré sur la figure 13, les spirales décrites par les aubes hélicoïdales 42, 52 se contractent longitudinalement en aval des aubes régulatrices 40, 50 approximativement sur 2/3 à 3/4 de leur longueur. D'environ 5° à l'avant, en aval et à proximité du sommet des aubes régulatrices internes leur
15 incidence longitudinale relative augmente pour atteindre un maximum en principe inférieur ou égal à 15°. A partir de 2/3 à 3/4 de leur longueur, les aubes hélicoïdales 42, 52 se dilatent longitudinalement pour atteindre une incidence relative longitudinale au niveau du bord d'attaque des aubes de maintien 41, 51 égale à l'incidence transversale relative desdites aubes à leur sommet. Les
20 spirales des aubes hélicoïdales externes 42 continuent en principe de se dilater en aval du niveau du bord de fuite des aubes de maintien externes jusqu'à leur extrémité arrière 42b. Sur cette portion, elles ont une action propulsive sur le vortex et diminuent l'épaisseur de la couche limite (volume du flux légèrement perturbé situé entre les écoulements non perturbé et perturbé). L'incidence
25 longitudinale relative moyenne des spirales est approximativement égale à 10°. L'incidence longitudinale moyenne des spirales, la longueur des spires et celle de la turbine 1, dépendent de la vitesse du courant. Plus il est fort, plus le rapport longueur/largeur d'une spire augmente.

Vues de face (figure 6) et vues en plan ou de profil (figure 13), les spirales des aubes hélicoïdales 42, 52, en aval du sommet des aubes régulatrices internes 50, sont centripètes jusqu'à approximativement 2/3 à 3/4 arrière de leur longueur. A partir de ce point, les spirales des aubes hélicoïdales 42, 52 sont centrifuges, pour être régulières à proximité et en amont du niveau des aubes de maintien internes 51.

L'extrémité avant 42a des aubes hélicoïdales externes 42 se trouve légèrement en amont de l'extrémité avant 2a du bulbe 2 (figures 5 et 8). De leur extrémité 42a au niveau du bord de fuite des aubes régulatrices internes 50, les aubes hélicoïdales externes 42 n'ont pas d'incidences, ni transversale, ni longitudinale (figure 12). Leur rôle est de séparer le flux intérieur situé autour et à proximité de l'extrémité des aubes régulatrices externes 40 et le flux extérieur et d'augmenter le rendement des ces aubes régulatrices externes 40 à proximité de leur sommet 40b. Les sommets des aubes régulatrices internes 50 et externes 40 dédoublées ou non sont fixés aux aubes hélicoïdales internes 52, respectivement externes 42. A ces endroits, l'intrados des aubes régulatrices 40, 50 dédoublées ou non se trouve transversalement légèrement en aval du bord d'attaque des aubes hélicoïdales 42, 54. A ces endroits, le bord de fuite des aubes hélicoïdales 42, 52 est plus distant, en aval, transversalement, de l'extrados des aubes régulatrices 40, 50 dédoublées ou non.

A partir de leur extrémité avant 42a jusqu'au bord d'attaque des doubles avant 140 des aubes régulatrices externes 40, la longueur et l'épaisseur des profils des aubes hélicoïdales externes 42 augmentent franchement, puis de moins en moins (leur bord de fuite décrit une courbe décroissante et leur bord d'attaque est approximativement rectiligne), puis leur corde et leur épaisseur sont les mêmes jusqu'à proximité de leur extrémité arrière 42b (figure 9). De leur extrémité avant jusqu'à un point légèrement en amont du bord d'attaque des doubles avant 140 des aubes régulatrices externes 40, le profil des aubes hélicoïdales externes 42 est symétrique. De ce point jusqu'en aval et à proximité

du bord de fuite des doubles arrière 240 des aubes régulatrices externes 40, les aubes hélicoïdales externes 42 ont un extrados intérieur. En aval de cette fraction, sur une courte distance, leur extrados et leur intrados s'inversent. Leur extrados est extérieur jusqu'à proximité et en amont du bord d'attaque des doubles avant 241 des aubes de maintien externes 41 (figure 9). A cet endroit, l'extrados et l'intrados des aubes hélicoïdales externes 42 s'inversent à nouveau. Leur intrados est intérieur jusqu'à proximité et en aval du bord de fuite des doubles arrière 241 des aubes de maintien externes 41.

A partir de ce point jusqu'à leur extrémité arrière 42b, les aubes hélicoïdales externes 42, ont un profil symétrique. A proximité de leur extrémité arrière 42b, les aubes hélicoïdales externes 42 ont un profil dont la longueur et l'épaisseur diminuent franchement. Leur forme y approche celle d'un demi disque.

L'extrémité avant 52a des aubes hélicoïdales internes 52 a approximativement la même forme que l'extrémité avant 42a des aubes hélicoïdales externes 42: leur bord de fuite décrit une courbe décroissante approchant la forme d'un quart de cercle. L'extrémité arrière 52b des aubes hélicoïdales internes 52 a une forme symétriquement opposée à celle de l'extrémité avant 42a des aubes hélicoïdales externes 42: le bord de fuite desdites aubes hélicoïdales internes 52 y décrit une courbe croissante proche de la forme d'un quart de cercle.

Les sommets des aubes de maintien internes dédoublées 51 sont fixés aux aubes hélicoïdales internes 52. A ces endroits, les bords d'attaque des aubes hélicoïdales internes 52 se trouvent transversalement légèrement en amont de l'intrados des doubles des aubes régulatrices internes 51 dédoublées et leur bord de fuite plus franchement en aval de l'extrados de ceux-ci. L'extrados des aubes hélicoïdales internes 52 est intérieur sur toute leur longueur, jusqu'à leur extrémité arrière 52b située au niveau du bord de fuite des doubles arrière 251 des aubes de maintien internes 51.

A l'avant, à proximité et en aval du bord de fuite des doubles arrière 250 des aubes régulatrices internes 50, les aubes hélicoïdales internes 52 et externes 42 ont une incidence transversale et une courbure du profil de sens opposés qui croissent rapidement pour atteindre une incidence transversale relative proche de 5°, puis cette croissance est de moins en moins soutenue jusqu'à
5 5°, puis cette croissance est de moins en moins soutenue jusqu'à approximativement 2/3 à 3/4 arrière de leur longueur, endroit où leur incidence relative atteint un maximum en principe inférieur ou égal à 15°. Leur incidence transversale relative décroît à partir de ce point pour être nulle à proximité et en amont du niveau des doubles avant 151 des aubes de maintien internes 51.
10 L'incidence transversale relative moyenne des aubes hélicoïdales internes et externes approche 10°.

Pour que la description qui suit soit claire, supposons des spirales non centripètes: les bords de fuite des aubes hélicoïdales 42, 52 restent sur les mêmes cercles sur toute leur longueur. Le bord d'attaque des aubes hélicoïdales
15 externes 42, en aval du bord de fuite des doubles arrière 250 des aubes régulatrices internes 50, s'éloigne du moyeu 3, ce jusqu'à approximativement 2/3 à 3/4 arrière de leur longueur (l'incidence des aubes est croissante), puis s'en approche à nouveau à partir de ce point jusqu'à proximité, en amont des doubles avant 151 des aubes de maintien internes 51 (l'incidence décroît). L'incidence
20 transversale des aubes hélicoïdales externes 42 est nulle à proximité et en amont du bord d'attaque des doubles avant 151 des aubes de maintien internes 51.

Inversement, le bord d'attaque des aubes hélicoïdales internes 52 s'approche du moyeu 3 à partir de la proximité du bord de fuite des doubles arrière 250 des aubes régulatrices internes 50 jusqu'à approximativement 2/3 à
25 3/4 arrière de leur longueur (l'incidence des aubes est croissante, opposée à celle des aubes externes), puis s'éloigne du moyeu 3 à partir de ce point, ceci jusqu'à proximité, en amont du bord d'attaque des doubles avant 151 des aubes de maintien internes 51 (l'incidence décroît), où il se retrouve avec le bord de fuite, sur le même cercle initial (incidence nulle).

Lorsque la turbine 1 fonctionne, puisque les incidences (transversale et longitudinale) des aubes des deux groupes sont opposées, les aubes solidaires du premier groupe dites aubes externes génère un vortex, le long de leur bord de fuite, dont le sens de rotation est inverse à celui du vortex généré par les aubes du second groupe d'aubes solidaires dites aubes internes. A chaque croisement d'une aube externe avec une aube interne, sur toute leur longueur, les vortex se contrent et s'annihilent en bonne partie. Les vortex observables en aval de l'extrémité arrière des aubes hélicoïdales 42, 52 ainsi qu'en aval des aubes régulatrices internes 50 et des aubes de maintien externes 41, sont de fait sensiblement réduits.

La turbine décrite ci-dessus en référence aux figures 4 à 13 présente des aubes et un bulbe dimensionnés pour des courants faibles à moyens.

Une seconde forme d'exécution d'une turbine selon l'invention et dimensionnée pour des courants forts (approximativement à partir de 2m/s) va maintenant être décrite en détail en référence aux figures 14 et 15 en particulier. Les aubes conçues pour courants faibles et moyens et celles pour courants forts étant semblables en bien des caractéristiques, la description ci-dessous ne décrit pas en détail lesdites caractéristiques. En particulier, dans cette deuxième forme d'exécution, les mêmes références désignent les mêmes parties ou éléments de la turbine.

La turbine 1 dimensionnée pour des courants fort est pourvue d'un premier groupe d'aubes solidaires comprenant au moins deux aubes hélicoïdales externes 42 formant chacune approximativement $3/4$ à $5/6$ d'une spire et au moins deux aubes de maintien externes 41 situées approximativement aux $2/3$ de la longueur du bulbe 2 et développées essentiellement perpendiculairement au bulbe 2. Ainsi, le premier groupe d'aubes solidaires est formé d'au moins quatre aubes.

Chaque aube hélicoïdale externe 42 est fixée à son extrémité avant 42a près de l'extrémité avant 2a du bulbe 2 et non loin de son extrémité arrière 42b au sommet 41b d'une aube de maintien externe 41. Un ensemble solidaire est ainsi

formé par une aube hélicoïdale et une aube de maintien. Le premier groupe d'aubes solidaires comprend donc au moins deux ensembles solidaires. Cependant pour plus de clarté, la figure 14 n'illustre qu'un de ces ensembles. Les aubes du premier groupe sont toutes agencées sur le bulbe 2 pour tourner dans un même premier sens.

La turbine 1 dimensionnée pour des courants fort est pourvue d'un second groupe d'aubes solidaires comprenant au moins deux aubes hélicoïdales internes 52 formant chacune approximativement $3/4$ à $5/6$ d'une spire et au moins deux aubes de maintien internes 51 situées approximativement au $2/3$ de la longueur du bulbe 2 et développées essentiellement perpendiculairement au bulbe 2. Ainsi, le second groupe d'aubes solidaires est formé d'au moins quatre aubes et par conséquent, la turbine selon l'invention pour courant fort est composée d'au moins huit aubes.

Chaque aube hélicoïdale interne 52 est fixée à son extrémité avant 52a près de l'extrémité avant 2a du bulbe 2 et à son extrémité arrière 52b au sommet 51b d'une aube de maintien interne 51. Un ensemble solide est ainsi formé par une aube hélicoïdale et une aube de maintien. Le second groupe d'aubes solidaires comprend donc au moins deux ensembles solidaires. Les aubes du second groupe sont toutes agencées sur le bulbe 2 pour tourner dans un même second sens opposé au premier.

Le poids d'un couple d'aubes hélicoïdale et de maintien et celui de chacun des premier et second groupes d'aubes sont répartis de façon homogène autour du moyeu 3. Les premier et second groupes d'aubes tournant en sens opposé ont approximativement le même poids. Les premier et second groupes tournent approximativement à la même vitesse lorsqu'ils n'entraînent ni le générateur, ni l'alternateur.

Plus la vitesse du courant est importante, plus le rapport longueur/écartement des aubes hélicoïdales 42, 52 par rapport à la surface du bulbe augmente, plus la turbine, bulbe 2 inclus, s'allonge.

La partie avant ou nez 2a du bulbe comprenant le rotor des aubes hélicoïdales externes 42 et le compartiment 2e du bulbe 2 comprenant le rotor des aubes de maintien externes 41 tournent avec les aubes externes formant le premier groupe d'aubes.

5 La partie médiane 2c du bulbe située entre le rotor des aubes hélicoïdales internes 52 et celui des aubes de maintien internes 51 et comprenant lesdits rotors tourne avec les aubes internes formant le second groupe d'aubes solidaires. Le compartiment arrière 2d du bulbe 2 (approximativement 1/3 de sa longueur dans cette forme d'exécution), à l'arrière du rotor des aubes de maintien externes 41,
10 ne tourne pas: ledit compartiment arrière 2d est fixée au moyeu 3 du bulbe 2.

Un des éléments qui doit être adapté pour que la turbine selon l'invention puisse être utilisée dans des courants forts est la forme du bulbe 2. Selon la deuxième forme d'exécution pour courants forts, les incidences positives autour du nez 2a du bulbe 2 sont inférieures à celles du nez 2a du bulbe 2 conformé pour
15 courants faible et moyen. En aval et à proximité des aubes de maintien 41, 51, le bulbe 2 d'une turbine selon ladite deuxième forme d'exécution pour courant fort a un diamètre maximum d_m et constant sur une fraction x de sa longueur. Plus la vitesse du courant augmente, plus cette fraction s'allonge. En aval de cette fraction x , des incidences négatives apparaissent et augmentent à la surface du
20 bulbe 2 pour atteindre un maximum approximatif i_m de 5° à proximité de l'extrémité arrière 2b du bulbe 2. A partir de ce point, le diamètre du bulbe 2 diminue franchement. Cette section du bulbe 2 approche la forme d'une demi sphère (figure 14).

A l'avant, les aubes hélicoïdales externes 42 sont solidaires du moyeu 3 via
25 de préférence au minimum deux roulements à billes situés à l'avant et à l'arrière du rotor desdites aubes. Les aubes hélicoïdales internes 52 sont solidaires du moyeu 3 du bulbe 2 via de préférence au minimum quatre roulements à billes situés aux niveaux de l'avant et de l'arrière du rotor desdites aubes hélicoïdales internes 52. Les aubes de maintien internes 51 sont solidaires du moyeu 3 via de

préférence au minimum quatre roulements à billes situés aux niveaux avant et arrière des rotors de ces aubes et les aubes de maintien externes 41 via de préférence au minimum deux roulements à billes, situés à l'avant et à l'arrière des rotors desdites aubes de maintien externes.

5 A l'avant, vu de profil, le bord d'attaque des aubes hélicoïdales 42, 52, proche de leur base 42a, 52a, forme approximativement un angle de 90° avec la tangente à la courbe formant le nez 2a du bulbe 2 (figure 14). Depuis leur base 42a, 52a jusqu'à un point approximativement proche de leur écartement maximum, les aubes hélicoïdales 42, 52 sont bombées vers l'avant. Le point le
10 plus en amont de l'arrondi se situe approximativement aux $3/4$ extérieurs de l'écartement maximum des aubes hélicoïdales par rapport au bulbe (il dépend de la taille des aubes). Concernant les aubes hélicoïdales externes 52, il se trouve à la hauteur de l'extrémité avant 2a du bulbe 2.

A l'avant, vue de profil (figure 16), à partir, approximativement, des $3/4$
15 extérieur de l'écartement maximum des aubes hélicoïdales (selon leur taille), leur courbure s'accroît vers l'arrière, puis diminue avant que les aubes hélicoïdales n'atteignent leur écartement maximum.

Vues de face (figure 15), les aubes hélicoïdales 42, 52 décrivent une courbe opposée à leur sens de rotation. Apparaissant à proximité de leur base,
20 cette courbe augmente de plus en plus, s'accroît environ au $3/4$ extérieur de l'écartement maximum des aubes (selon la taille des aubes) pour diminuer ensuite et former un cercle à l'écartement maximum des aubes hélicoïdales 42, 52.

A l'avant, l'incidence des aubes hélicoïdales 42, 52 augmente, leur incidence relative et leur courbure diminuent de leur base 42a, 52a jusqu'au point
25 où elles atteignent leur écartement maximum. A l'avant de la turbine 1, à partir du point le plus en amont atteint par les aubes hélicoïdales 42, 52 jusqu'à leur écartement maximum, les aubes hélicoïdales 42, 52 passent d'un développement sur un plan essentiellement perpendiculaire au courant à un développement sur un plan essentiellement parallèle au courant. Entre ces deux points, leurs

incidences transversale et longitudinale s'entremêlent. On peut les additionner une fois modulées par des coefficients qui évoluent tout au long de ce segment. A proximité de leur écartement maximum, les aubes hélicoïdales 42, 52 s'orientent sur le même plan que le courant, elles ont amorcé leur spirale et leurs bords d'attaque et de fuite se sont inversés. Au point où elles atteignent leur écartement maximum, les aubes hélicoïdales externes 42 ont une incidence transversale nulle. Leur incidence longitudinale relative est approximativement égale à 5°.

Au point où les aubes hélicoïdales internes 52 atteignent leur écartement maximum, leur incidence transversale relative est de 5°, c'est-à-dire que leur incidence transversale relative, à l'avant de la turbine, sur le plan vertical puis horizontal, n'est jamais inférieure, approximativement à 5°, ceci pour compenser leur longueur moindre et les forces inférieures qui leur sont soumises, par rapport aux aubes hélicoïdales externes 42. A ce point-ci, l'incidence longitudinale relative des aubes hélicoïdales internes 52 est d'environ 5°. Les cordes de toutes les aubes sont constantes.

A l'avant, le long du bord de fuite et dans l'alignement des profils des aubes hélicoïdales internes 52, approximativement autour des points où elles sont situées le plus en amont (3/4 de leur écartement maximum, selon leur taille), s'ils sont nécessaires au démarrage du groupe d'aubes internes, sont fixés des ailerons mi-rigides 10 approximativement en forme de «D».

D'un point peu éloigné du sommet des aubes de maintien externes 42 jusqu'à celui-ci, le long de leur bord de fuite et dans l'alignement de leur profil, s'ils s'avèrent nécessaires au démarrage du groupe d'aubes externe, sont fixés des ailerons mi-rigides 9, approximativement en forme de «V». Le premier et le deuxième groupes d'aubes (internes et externes) tournent approximativement à la même vitesse quand ils n'entraînent ni le générateur, ni l'alternateur.

Les spirales décrites par les aubes hélicoïdales 42, 52 se contractent longitudinalement à partir de leur écartement maximum, approximativement jusqu'à 2/3 à 3/4 de la longueur de leur spirale prise à partir de leur écartement

maximum par rapport au bulbe 2. A partir de ce point, les spirales se dilatent pour atteindre aux niveaux des bords d'attaque des sommets des aubes de maintien 41,51, une incidence relative longitudinale égale à l'incidence relative transversale desdites aubes de maintien à ces endroits-ci. Les spirales des aubes hélicoïdales externes 42 continuent en principe de se dilater en aval du sommet 41b des aubes de maintien externes 41 jusqu'à leur extrémité 42b et ont une action propulsive.

Vues de face, à l'avant, les spirales des aubes hélicoïdales 42, 52, à partir de leur écartement maximum, suivent des courbes centripètes jusqu'à approximativement 2/3 à 3/4 de leur longueur (prise à partir de l'écartement maximum des aubes). A partir de ce point, les courbes des spirales sont centrifuges, pour être régulières en amont et à proximité du niveau des sommets 51b des aubes de maintien internes 51.

Les aubes hélicoïdales externes 42, à partir de leur écartement maximum jusqu'à proximité et en amont du niveau du bord d'attaque des aubes de maintien internes 51, ont un extrados extérieur. Autour de ce point, leur extrados passe de l'extérieur à l'intérieur jusqu'à proximité et en aval du niveau du bord de fuite des aubes de maintien externes 41. En aval de ce niveau jusqu'à leur extrémité arrière, les aubes hélicoïdales externes 42 ont un profil symétrique dont la longueur diminue franchement à proximité de leur extrémité arrière 42b, laquelle a une forme approchant celle d'un demi disque.

L'extrados des aubes hélicoïdales internes 52 se trouve sur l'intérieur sur toute leur longueur.

A l'avant, en aval de leur écartement maximum, les aubes hélicoïdales externes 52 ont une courbure de profil et une incidence transversale qui croissent rapidement pour atteindre une incidence relative de 5°, puis cette croissance est de moins en moins soutenue jusqu'à approximativement 2/3 à 3/4 de la longueur de leur spirale (prise à partir de l'écartement maximum des aubes), où leur incidence relative atteint approximativement 15° maximum. Leur incidence

transversale et la courbure de leur profil décroissent à partir de ce point pour disparaître à proximité et en amont du niveau des aubes de maintien internes 51.

A leur écartement maximum, les aubes hélicoïdales internes 52 ont une incidence transversale relative de 5° . En aval de ce point, leur incidence transversale relative et la courbure de leur profil sont croissantes, de moins en moins, pour atteindre 15° maximum à un point situé approximativement entre $2/3$ et $3/4$ de la longueur de leur spirale prise à partir de l'écartement maximum des aubes. Leur incidence et la courbure de leur profil décroissent à partir de ce point pour disparaître à proximité et en amont du bord d'attaque des aubes de maintien internes 51.

Supposons des spirales non centripètes: les bords de fuite des aubes hélicoïdales 42, 52 restent sur les mêmes cercles (interne et externe) sur toute leur longueur. Le bord d'attaque des aubes hélicoïdales externes 42 en aval de leur écartement maximum, s'éloigne du moyeu 3 jusqu'à un point situé approximativement entre $2/3$ et $3/4$ de la longueur des spirales des aubes prise à partir de leur écartement maximum (l'incidence des aubes est croissante), puis s'en rapproche à nouveau (leur incidence décroît) jusqu'à proximité et en amont du niveau des aubes de maintien internes 51. A ce niveau, l'incidence des aubes hélicoïdales externes 42 redevient nulle.

Inversement, le bord d'attaque des aubes hélicoïdales internes 52 s'approche du moyeu 3 à partir de leur écartement maximum jusqu'à un point situé approximativement entre $2/3$ et $3/4$ de la longueur des spirales des aubes (incidence croissante), puis s'en éloigne (incidence décroissante), ceci jusqu'à proximité et en amont du niveau des aubes de maintien internes 51, où il se retrouve avec le bord de fuite sur le même cercle initial (incidence nulle).

De manière générale, selon l'invention, la turbine conçue pour courant fort comprend donc un bulbe sur lequel sont fixés un premier et un second groupe d'aubes. Le premier et second groupes comprennent chacun au moins deux aubes hélicoïdales s'étendant, sur l'avant, essentiellement et approximativement

perpendiculairement au bulbe et sur le reste de leur longueur essentiellement et approximativement parallèlement au bulbe, et autant d'aubes de maintien s'étendant essentiellement perpendiculairement au bulbe, situées entre la moitié et 2/3 de la longueur dudit bulbe, les aubes hélicoïdales étant fixées à une première extrémité à l'extrémité avant du bulbe tandis que leur deuxième extrémité est fixée à une aube de maintien. Le premier groupe et le second groupe d'aubes sont agencés pour tourner dans des sens opposés, le second tournant dans l'espace délimité par les aubes du premier groupe.

Selon l'invention, les incidences transversale et longitudinale des aubes hélicoïdales, une fois modulées par des coefficients qui évoluent sur toute la longueur de ces aubes, peuvent être additionnées pour obtenir la force totale obtenue. Cette force, selon l'invention, est supérieure à celle obtenue avec des aubes en situation similaire opposant une incidence deux fois plus grande, uniquement transversale au courant, car les écoulements autour des aubes hélicoïdales sont laminaires.

Selon l'invention, c'est l'augmentation du diamètre du bulbe (légère augmentation de la vitesse du flux à la hauteur des aubes hélicoïdales) et de la concentricité des aubes hélicoïdales vers l'arrière qui est efficiente. L'espace entre le bulbe et les aubes hélicoïdales diminue de plus en plus, en allant vers l'arrière, puis de moins en moins (à partir de 2/3 à 3/4 de la longueur des aubes hélicoïdales prise à partir de leur écartement maximum), pour être constant en amont et à proximité des aubes de maintien. Il est semblable à celui d'une tuyère de réacteur.

La concentricité des aubes hélicoïdales internes leur permet de fonctionner dans un flux qui n'est légèrement perturbé que par les aubes régulatrices. Le rôle de la concentricité des aubes hélicoïdales est également de concentrer les vortex apparaissant le long de leur bord de fuite, donc de réduire le diamètre du flux perturbé et le volume de fluide ralenti en aval de la turbine.

La vitesse de rotation de la turbine selon l'invention est proportionnelle à la vitesse du courant mais elle n'est jamais très élevée. Les aubes sont de préférence en acier et l'essentiel du poids des ensembles d'aubes se trouve non loin de l'écartement maximum de celles-ci par rapport au moyeu.

5 De manière générale, les aubes hélicoïdales de la turbine se développent sur la moitié à 2/3 de la longueur du bulbe et le diamètre maximum du bulbe se trouve entre sa mi-longueur et 2/3 arrière la longueur de celui-ci.

La turbine selon l'invention présente encore l'avantage de pouvoir être placée en série sur un même site. En effet, la turbine selon l'invention étant
10 conformée pour limiter les perturbations engendrées par son fonctionnement, elle ne gêne pas une turbine similaire qui serait placée à proximité.

En variante, selon la force du courant, les aubes hélicoïdales peuvent être fixées au bulbe via des aubes régulatrices s'étendant essentiellement perpendiculairement à la surface du bulbe à l'extrémité avant dudit bulbe.

Revendications

1. Turbine pour générer de l'électricité à partir d'un courant fluide
5 comprenant :

- un bulbe central (2);
- un premier et un second groupes d'aubes montés chacun sur le bulbe (2);
- le premier groupe d'aube étant agencé pour tourner dans un premier
10 sens sous l'action du courant, et le second groupe d'aubes étant agencé pour tourner dans un second sens opposé au premier sous l'action du courant, les aubes dudit second groupe étant de plus agencées pour tourner dans l'espace délimité par les aubes du premier groupe;

15 caractérisée par le fait que les premiers et seconds groupes comprennent chacun au moins deux aubes hélicoïdales (42, 52) et au moins deux aubes de maintien (41, 51); par le fait que dans chacun des premier et second groupes, le nombre d'aubes hélicoïdales (42, 52) est égal au nombre d'aubes de maintien (41, 51); par le fait que les aubes de maintien (41, 51)
20 ont leur base (41a, 51a) fixé au bulbe (2) et s'étendent essentiellement perpendiculairement par rapport au bulbe (2); et par le fait que chaque aube hélicoïdale (42, 52) est fixée à une première extrémité (42a, 52a) à l'extrémité avant (2a) du bulbe (2) et à une second extrémité (42b, 52b) ou à proximité de celle-ci, au sommet (41b, 51b) d'une aube de maintien (41,
25 51).

2. Turbine selon la revendication 1, caractérisée par le fait que les premier et second groupes d'aubes comprennent en outre chacun au moins deux aubes régulatrices (40, 50), le nombre d'aubes régulatrices étant égal au

nombre d'aubes hélicoïdales (42, 52) ; par le fait que lesdites aubes régulatrices sont développées essentiellement perpendiculairement à la surface du bulbe (2) et leurs bases (40a) sont situées près de l'extrémité avant (2a) du bulbe (2) et par le fait que chaque aube hélicoïdale (42, 52) est fixée à sa première extrémité (42a, 52a) ou à proximité de celle-ci au sommet (40b, 50b) d'une aube régulatrice (40, 50), chaque aube hélicoïdale (42, 52) étant donc fixée à une première extrémité (42a, 52a) à l'extrémité avant (2a) du bulbe (2) par l'intermédiaire desdites aubes régulatrices (40, 50).

3. Turbine selon l'une de revendications précédentes, caractérisée par le fait que le bulbe (2) a un diamètre maximum (dm) et constant sur une fraction (x) de sa longueur située à l'arrière des aubes de maintien (41, 51), le diamètre du bulbe 2 diminuant régulièrement en aval de cette fraction (x) et des incidences négatives apparaissant à la surface du bulbe (2) augmentent de plus en plus pour atteindre un maximum approximatif (im, i'm) à proximité de l'extrémité arrière (2b) du bulbe (2), le diamètre du bulbe (2) diminuant de plus en plus à proximité de l'extrémité arrière (2b) du bulbe (2), la forme du bulbe (2) approchant alors celle d'une demi sphère.

4. Turbine selon la revendication 3 caractérisée par le fait que le maximum approximatif (im, i'm) des incidences négatives du bulbe (2) est compris entre 5 et 15 degrés.

5. Turbine selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que le second groupe d'aubes comprend en outre autant d'aubes de maintien supplémentaires (53) que d'aubes hélicoïdales (52), lesdites aubes de maintien supplémentaires (53) s'étendant essentiellement perpendiculairement au bulbe (2) et étant fixées à leur base audit bulbe (2)

entre l'extrémité avant (2a) dudit bulbe et la base (51a) d'une aube de maintien et à leur sommet à une aube hélicoïdale (52) dudit second groupe d'aubes.

- 5 6. Turbine selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que le bulbe (2) présente au moins un compartiment destiné à recevoir les appareillages électriques nécessaires à la production d'électricité.
- 10 7. Turbine selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que le bulbe (2) présente des zones remplies d'air et réparties sur sa longueur pour assurer la neutralité de la flottabilité et le positionnement horizontal de la turbine une fois immergée.
- 15 8. Turbine selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que les aubes hélicoïdales (42, 52) des premier et second groupes d'aubes forment chacune entre 3/4 et 5/6 d'une spire.
- 20 9. Turbine selon la revendication 8, caractérisée par le fait que les spirales formées par les aubes hélicoïdales (42, 52) sont centripètes en aval de l'extrémité avant (2a) du bulbe (2) jusqu'aux 2/3 à 3/4 de la longueur desdites aubes hélicoïdales (42, 52) prise à partir de leur écartement maximum par rapport au bulbe (2), les spirales étant centrifuges à partir de ce point pour être régulières à l'extrémité arrière (42b, 52b) desdites aubes hélicoïdales.
- 25 10. Turbine selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que les aubes de maintien (41, 51) sont dédoublées à partir des 2/3 à 3/4 de leur longueur depuis le bulbe (2).

11. Turbine selon l'une des revendications 2 à 10, caractérisée par le fait que les aubes régulatrices (40, 50) sont dédoublées à partir de $2/3$ à $3/4$ de leur longueur depuis le bulbe (2).
- 5 12. Turbine selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait qu'un aileron semi-rigide (9) est fixé sur chacune des aubes de maintien (41) du premier groupe d'aubes, l'aileron étant destiné à faciliter le démarrage de la rotation dudit premier groupe d'aubes.
- 10 13. Turbine selon l'une des revendications 2 à 12, caractérisée par le fait qu'un aileron semi-rigide (9) est fixé sur chacune des aubes régulatrices du second groupe d'aubes, l'aileron étant destiné à faciliter le démarrage de la rotation dudit second groupe d'aubes.
- 15 14. Turbine selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait qu'un aileron semi-rigide (10) est fixé sur chacune des aubes hélicoïdales (52) du second groupe d'aubes, l'aileron étant destiné à faciliter le démarrage de la rotation dudit second groupe d'aubes.

Fig.1

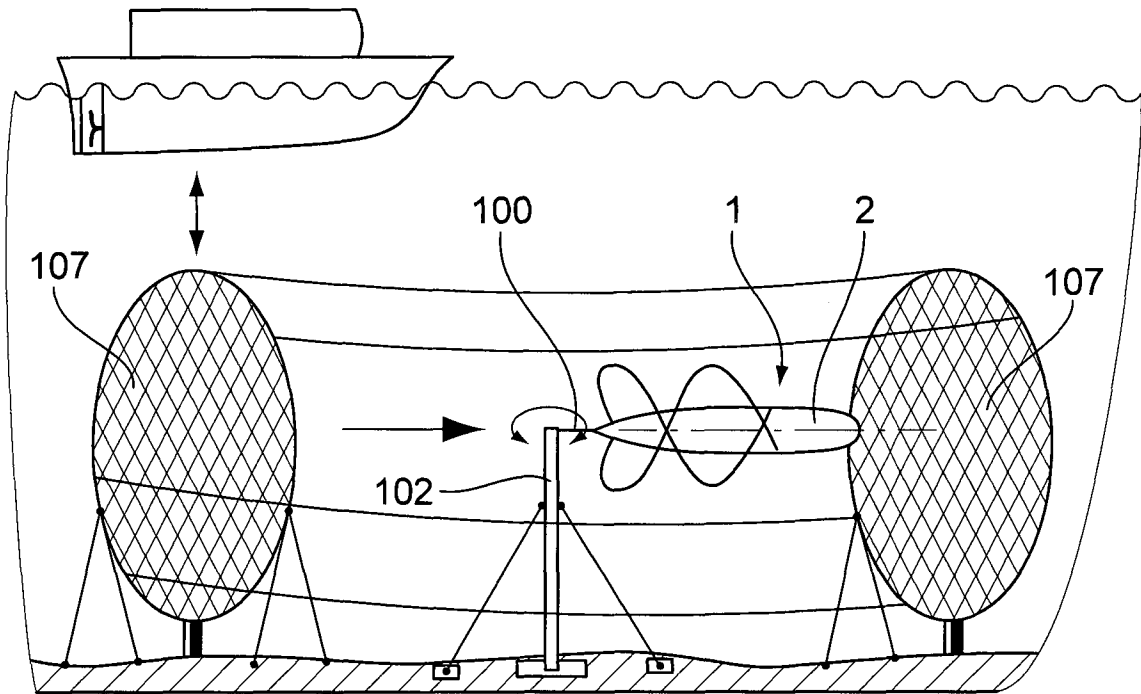


Fig.2

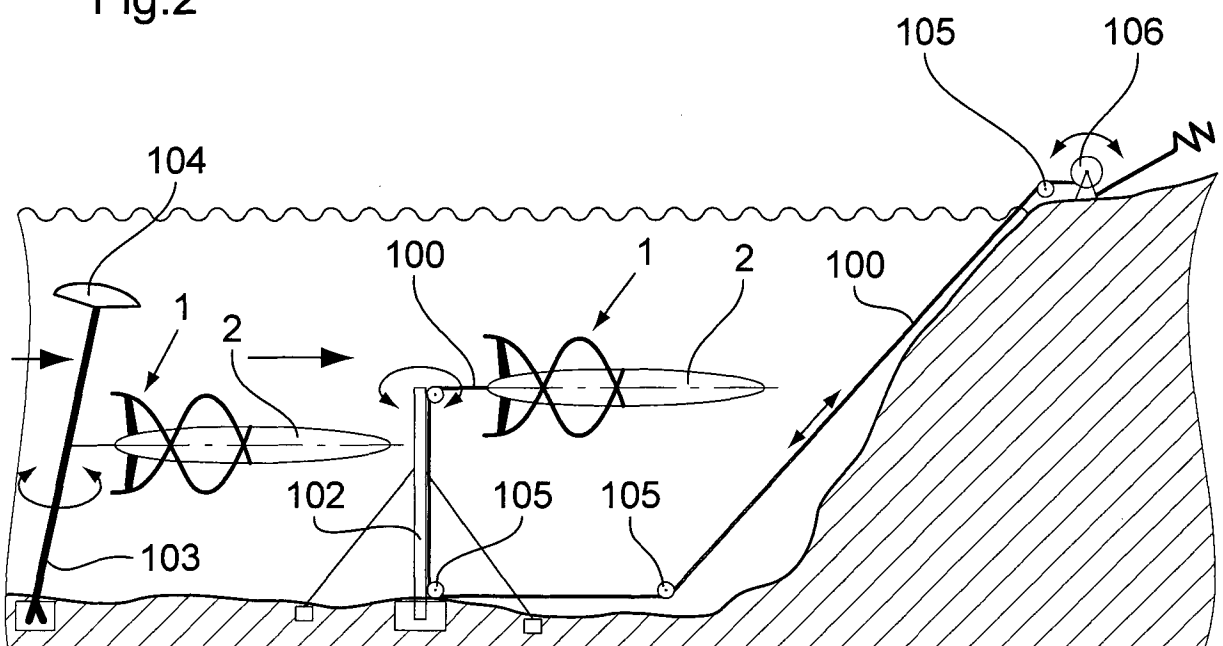


Fig.3

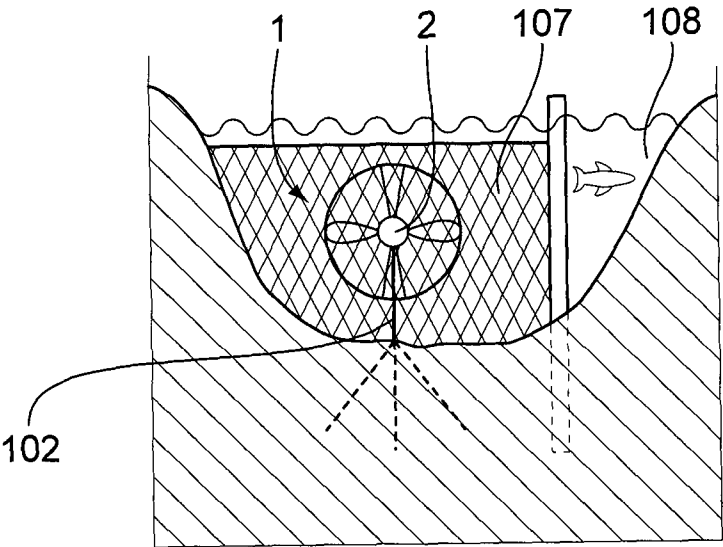
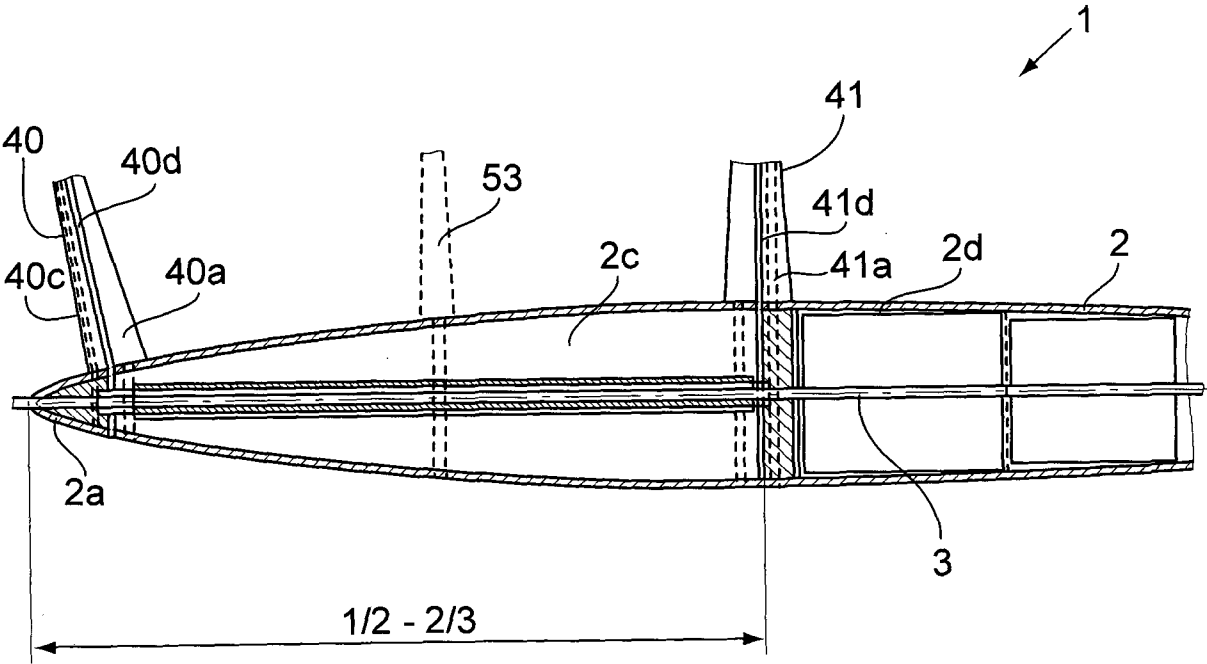
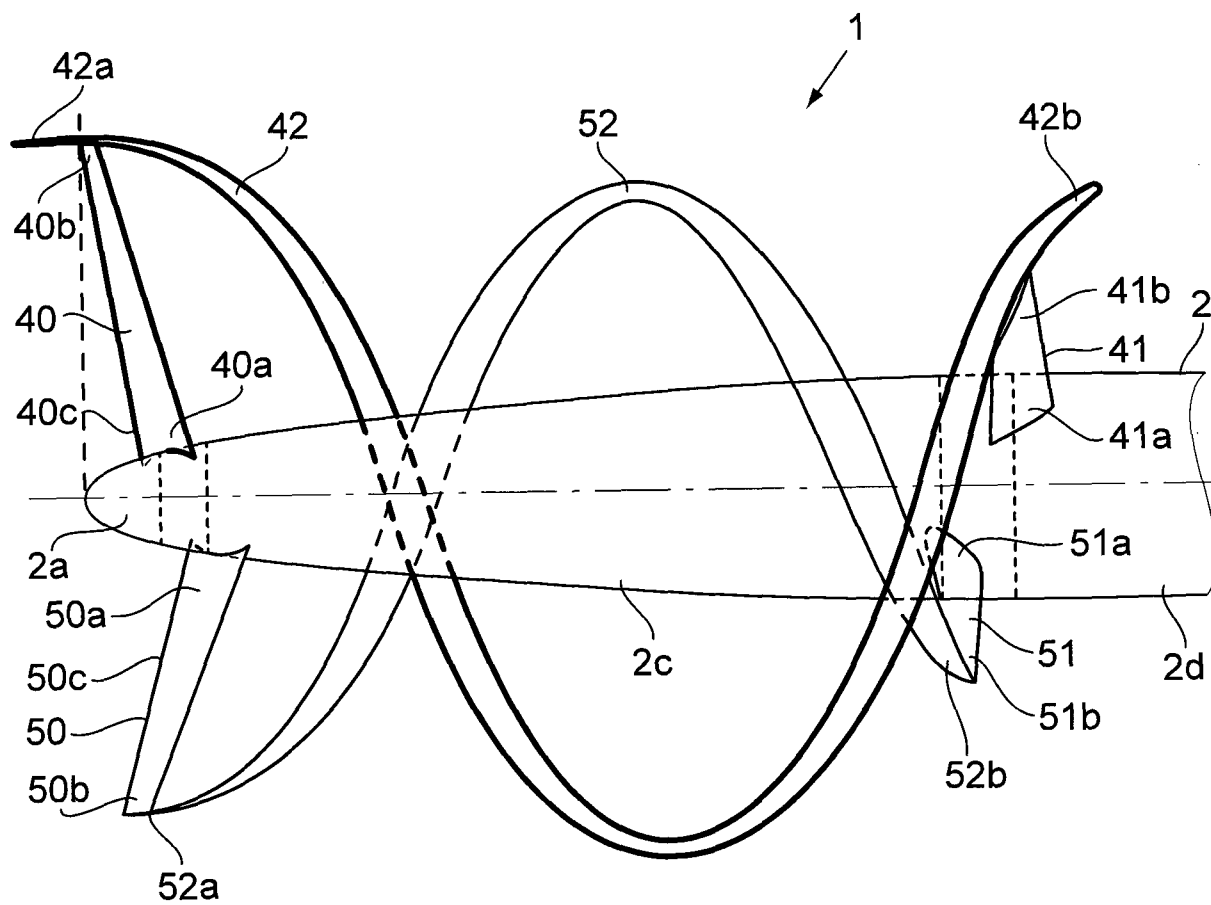


Fig.4



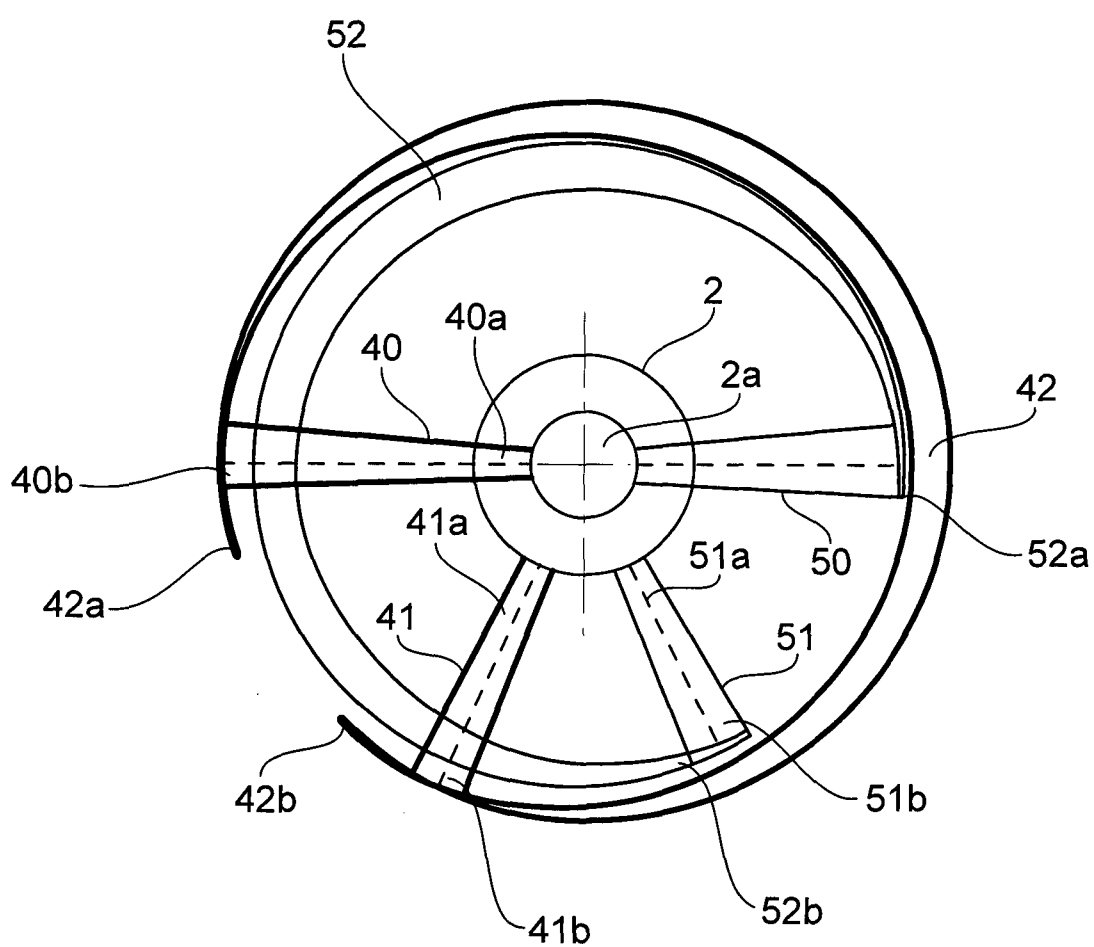
3/10

Fig.5



4/10

Fig.6



5/10

Fig.7

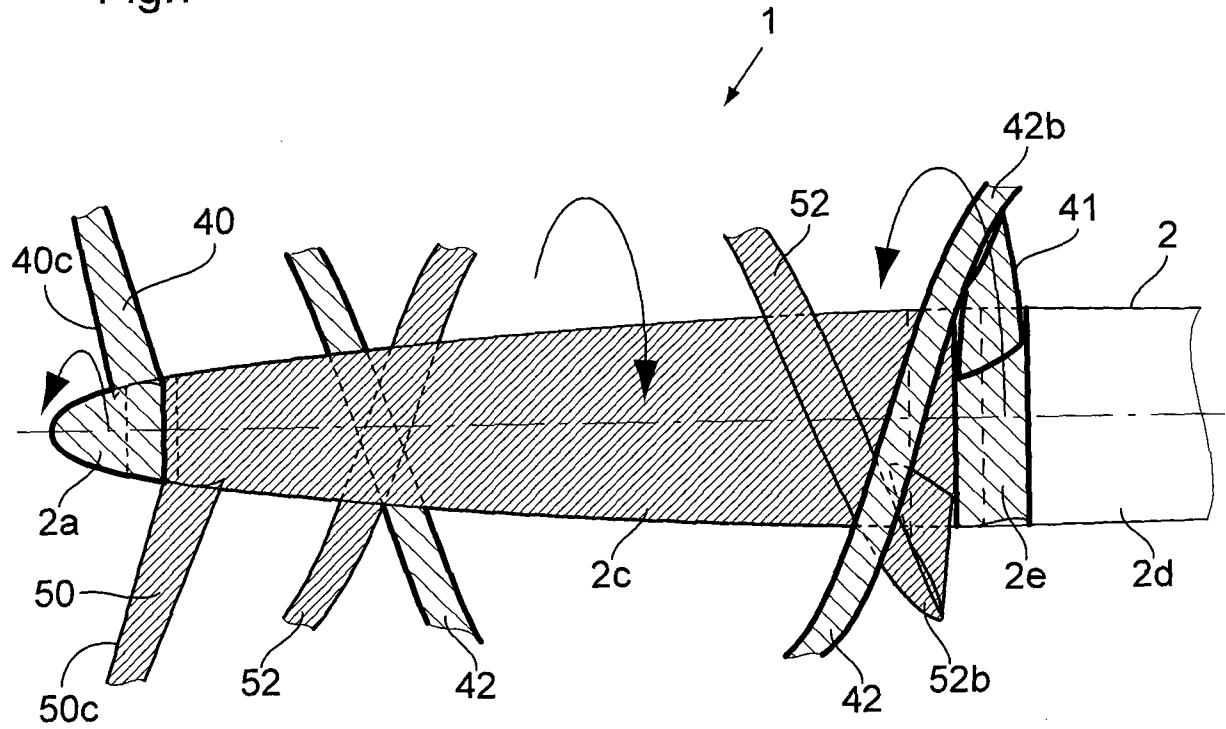
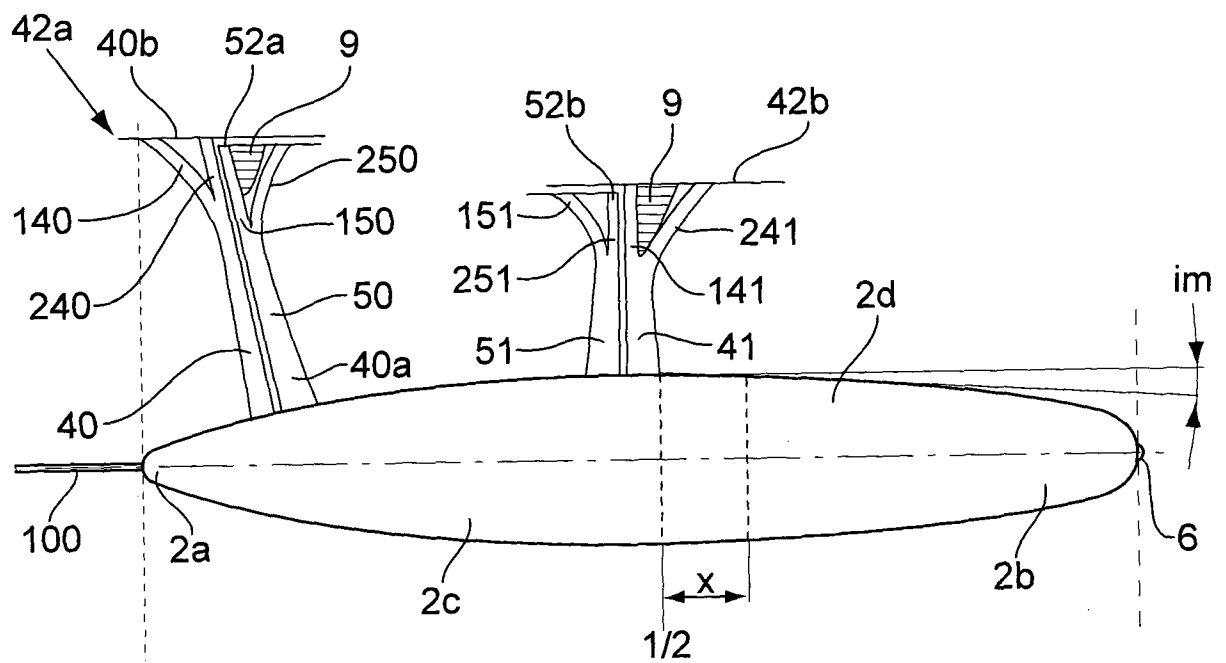


Fig.8



6/10

Fig.9

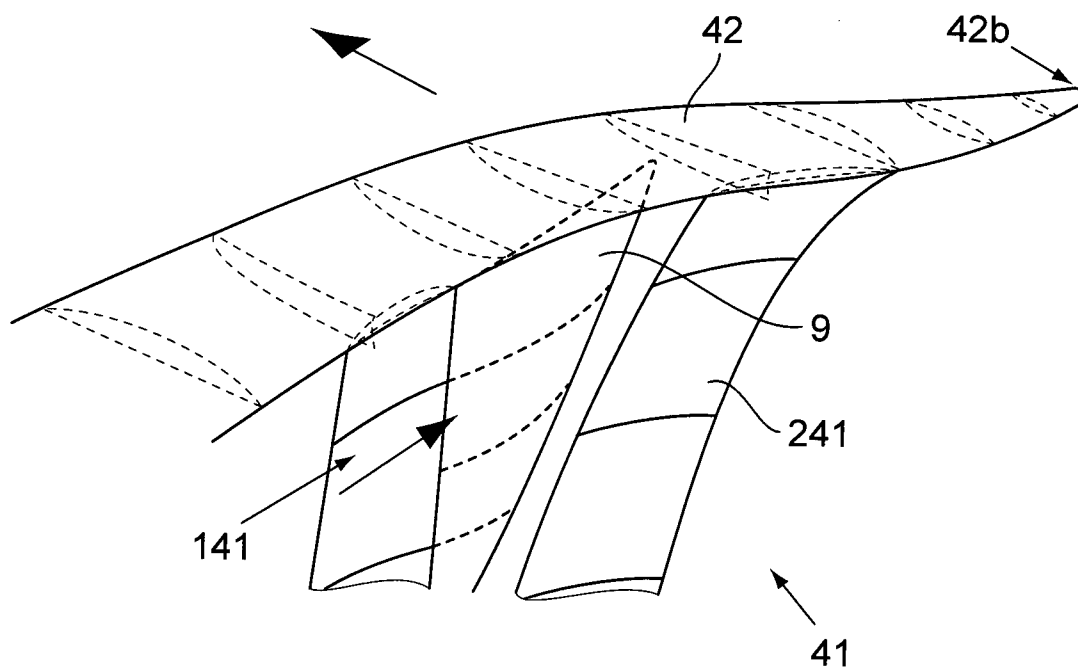
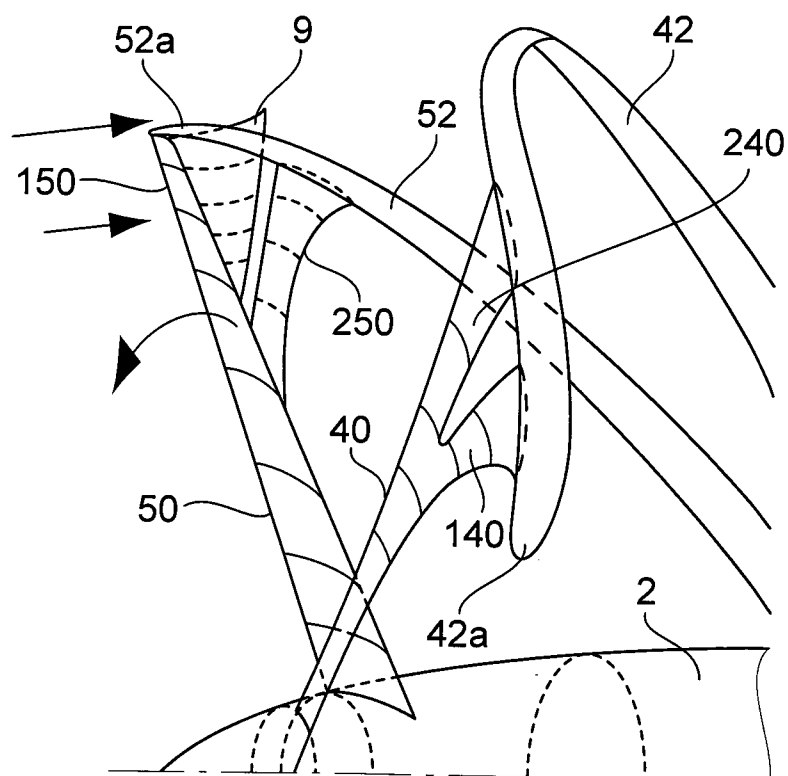


Fig.10



7/10

Fig.11

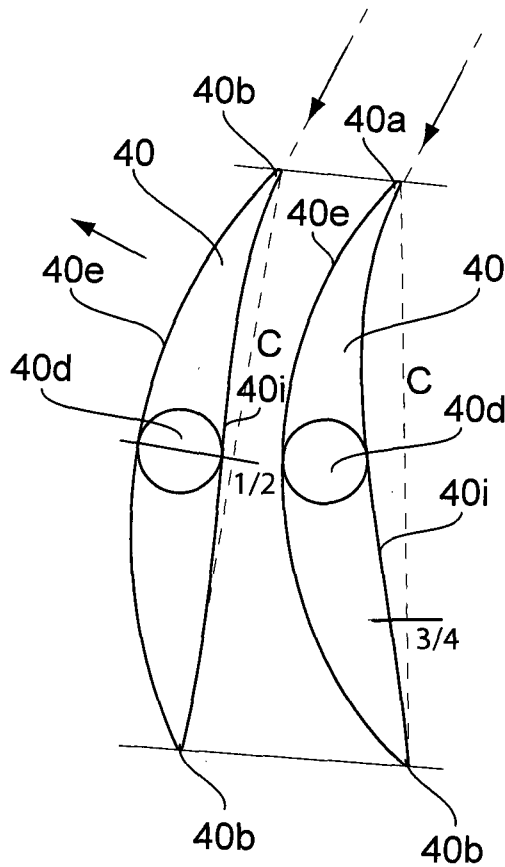
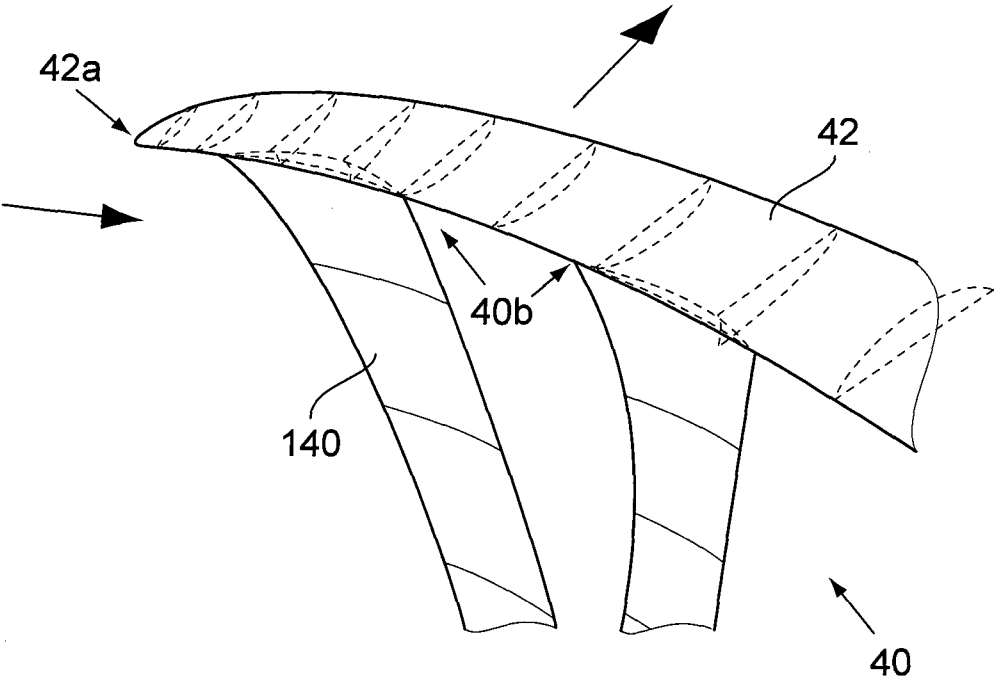


Fig.12



8/10

Fig.13

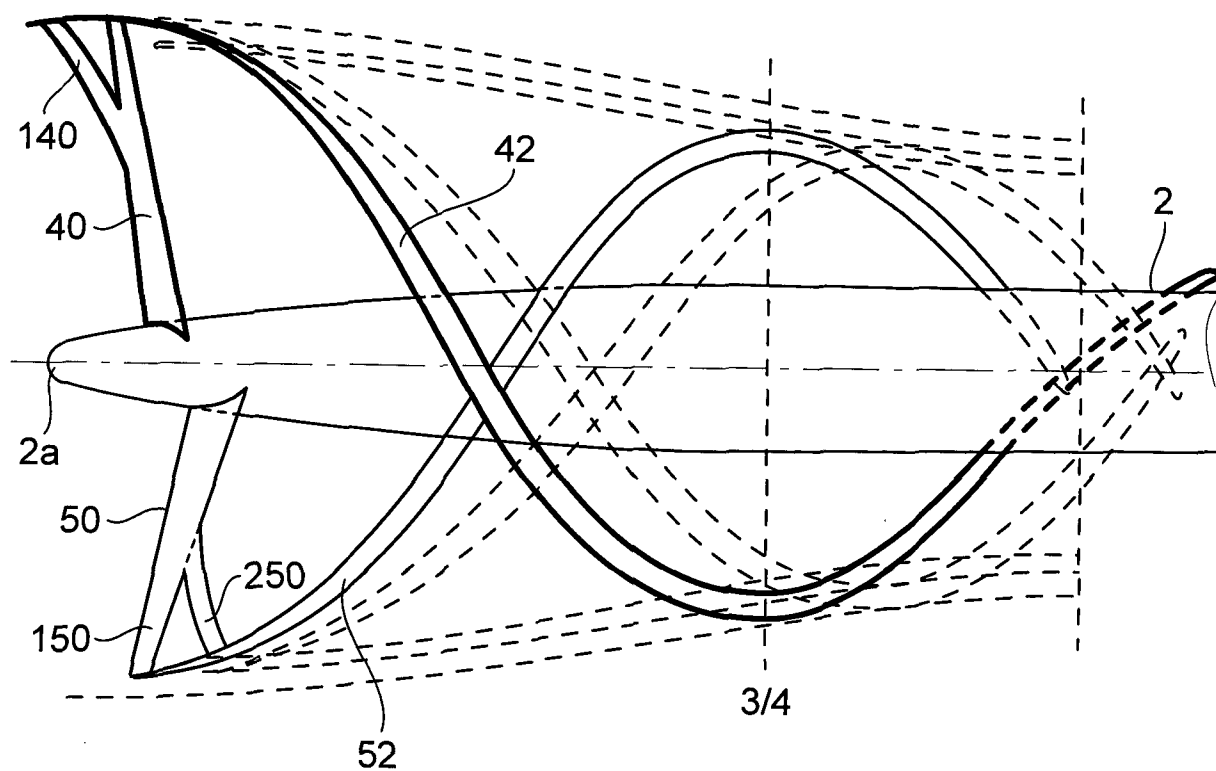
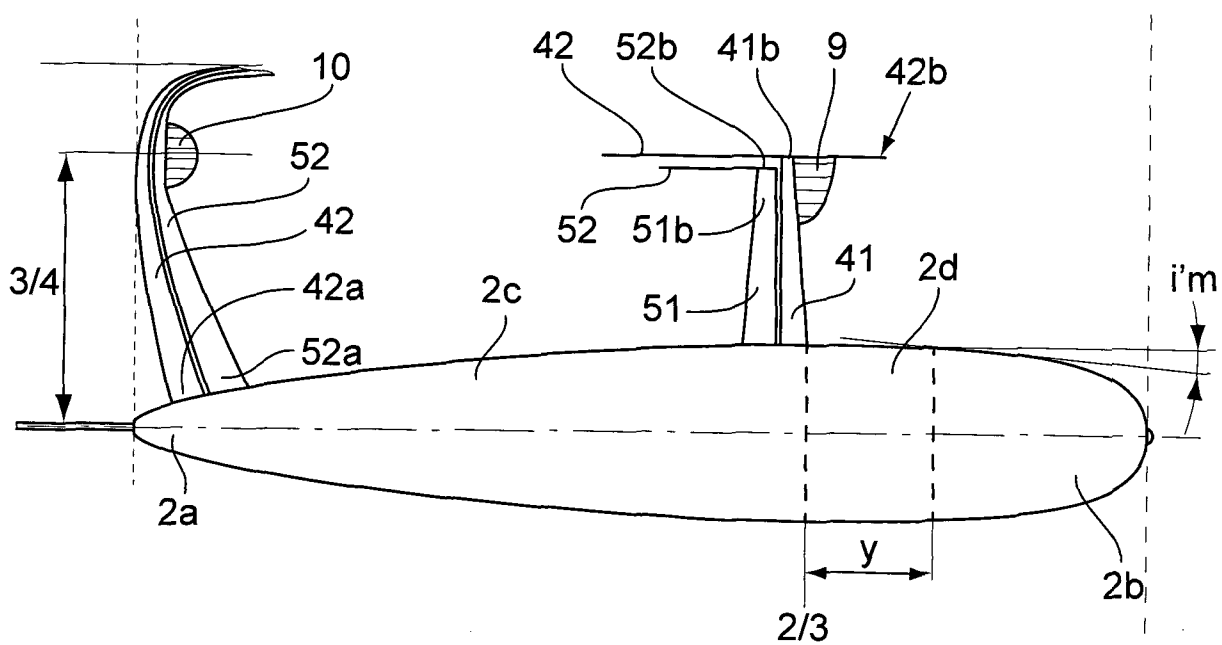
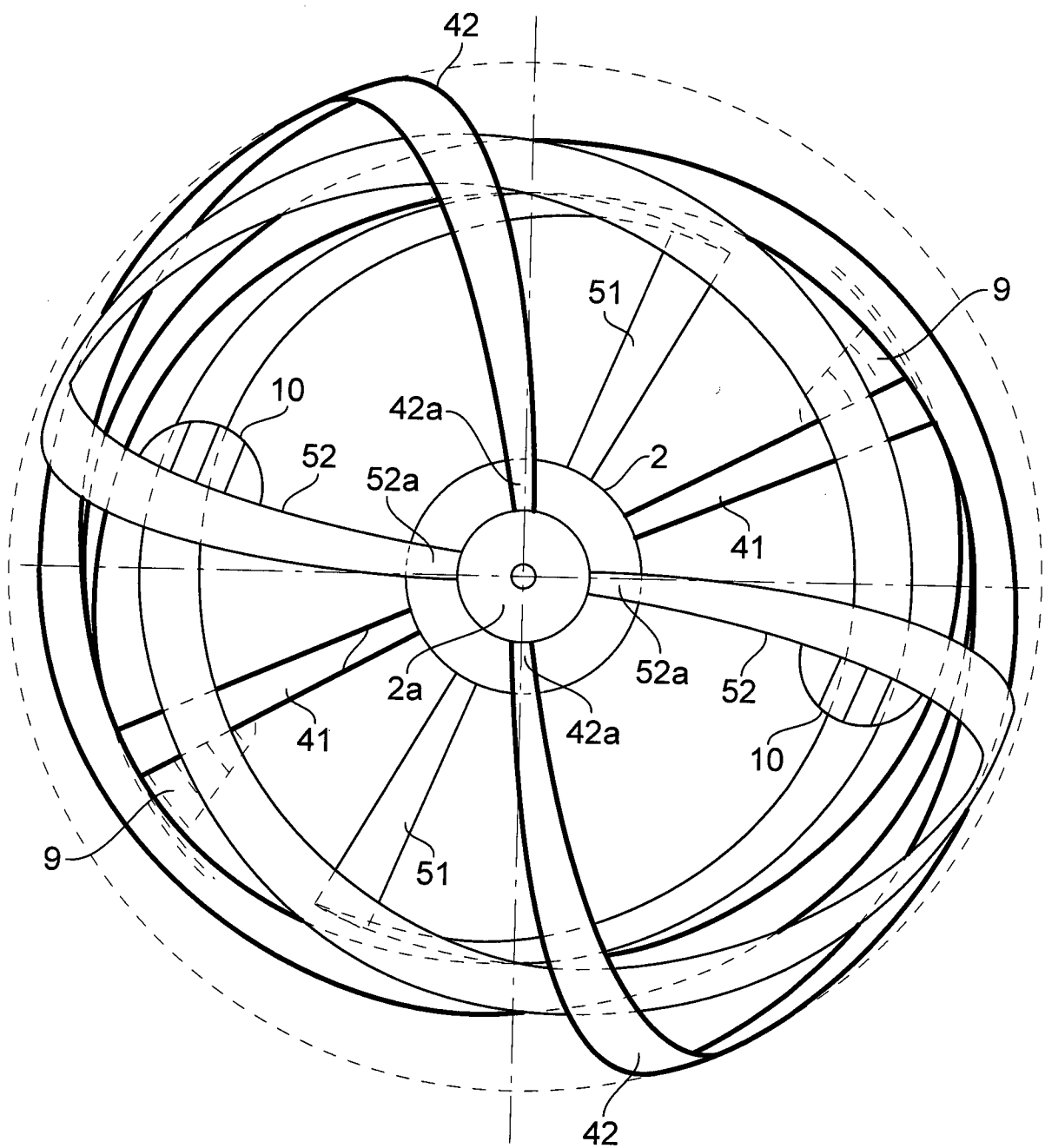


Fig.14



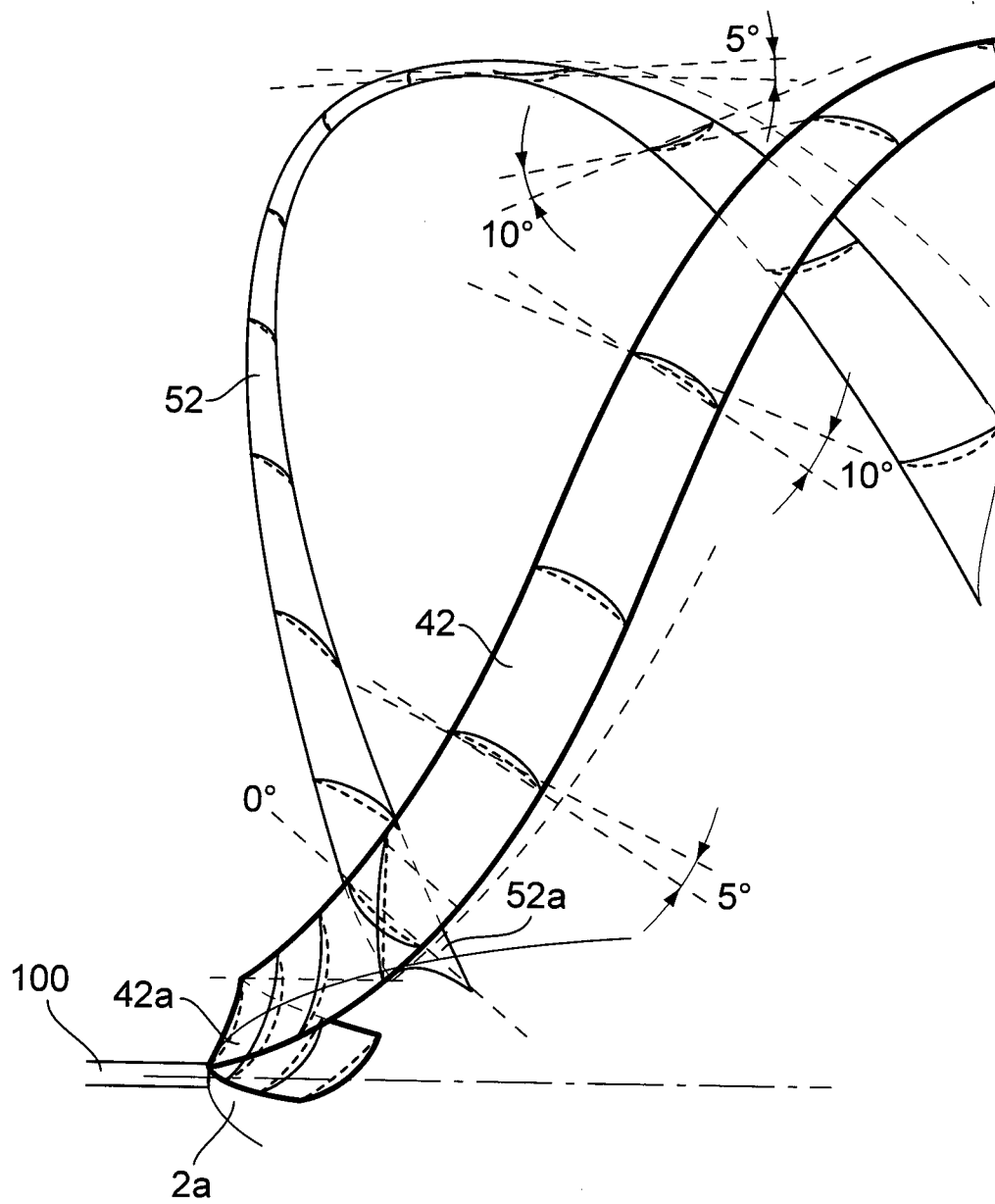
9/10

Fig.15



10/10

Fig.16



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/IB2013/000011

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F03B17/06 F03D1/02
ADD.

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)
F03B F03D

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)

EP0-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	WO 2007/129049 A1 (MCSHERRY DAVID [GB]) 15 November 2007 (2007-11-15) cited in the application page 11, line 1 - line 13; figures -----	1-14
A	US 2011/027084 A1 (REKRET ANDREW [CA]) 3 February 2011 (2011-02-03) paragraph [0063] - paragraph [0068]; figures -----	1-14
A	FR 2 811 720 A1 (COSTE JACQUES [FR]) 18 January 2002 (2002-01-18) page 1 - page 3; figures ----- -/--	1-14



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 November 2013

Date of mailing of the international search report

04/12/2013

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Di Renzo, Raffaele

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/IB2013/000011

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2010/033147 A2 (NATURAL POWER CONCEPTS INC [US]; PITRE JOHN [US]) 25 March 2010 (2010-03-25) cited in the application page 4 - page 8; figures -----	1-14
A	US 1 100 332 A (SMITH JAMES B [US]) 16 June 1914 (1914-06-16) the whole document -----	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/IB2013/000011

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2007129049	A1	15-11-2007	GB 2450668 A WO 2007129049 A1	31-12-2008 15-11-2007
US 2011027084	A1	03-02-2011	NONE	
FR 2811720	A1	18-01-2002	NONE	
WO 2010033147	A2	25-03-2010	TW 201024531 A US 2010148512 A1 WO 2010033147 A2	01-07-2010 17-06-2010 25-03-2010
US 1100332	A	16-06-1914	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/IB2013/000011

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F03B17/06 F03D1/02 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) F03B F03D		
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	WO 2007/129049 A1 (MCSHERRY DAVID [GB]) 15 novembre 2007 (2007-11-15) cité dans la demande page 11, ligne 1 - ligne 13; figures -----	1-14
A	US 2011/027084 A1 (REKRET ANDREW [CA]) 3 février 2011 (2011-02-03) alinéa [0063] - alinéa [0068]; figures -----	1-14
A	FR 2 811 720 A1 (COSTE JACQUES [FR]) 18 janvier 2002 (2002-01-18) page 1 - page 3; figures -----	1-14
A	WO 2010/033147 A2 (NATURAL POWER CONCEPTS INC [US]; PITRE JOHN [US]) 25 mars 2010 (2010-03-25) cité dans la demande page 4 - page 8; figures -----	1-14
- / - -		
☒ 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
22 novembre 2013		04/12/2013
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 Di Renzo, Raffaele

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/IB2013/000011

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 1 100 332 A (SMITH JAMES B [US]) 16 juin 1914 (1914-06-16) le document en entier -----	1-14

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/IB2013/000011

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2007129049	A1	15-11-2007	GB 2450668 A	31-12-2008
			WO 2007129049 A1	15-11-2007

US 2011027084	A1	03-02-2011	AUCUN	

FR 2811720	A1	18-01-2002	AUCUN	

WO 2010033147	A2	25-03-2010	TW 201024531 A	01-07-2010
			US 2010148512 A1	17-06-2010
			WO 2010033147 A2	25-03-2010

US 1100332	A	16-06-1914	AUCUN	
