

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
—
COURBEVOIE
—

①1 N° de publication : **3 133 218**

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

②1 N° d'enregistrement national : **22 01834**

⑤1 Int Cl⁸ : **F 03 B 5/00 (2022.01), F 03 B 13/10**

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤4 Système de génération d'électricité.

②2 Date de dépôt : 02.03.22.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public
de la demande : 08.09.23 Bulletin 23/36.

④5 Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 06.12.24 Bulletin 24/49.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : *BLUE MIMETIC Société par actions
simplifiée à associé unique — FR.*

⑦2 Inventeur(s) : DREVET Jean-Baptiste.

⑦3 Titulaire(s) : BLUE MIMETIC Société par actions
simplifiée à associé unique.

⑦4 Mandataire(s) : CABINET BOETTCHER.

FR 3 133 218 - B1



Description

Titre de l'invention : Système de génération d'électricité.

- [0001] La présente invention concerne le domaine des systèmes de génération d'électricité destinés à être immergés dans un écoulement subaquatique pour y collecter de l'énergie mécanique pour produire de l'électricité.
- [0002] ARRIERE PLAN DE L'INVENTION
- [0003] Il est connu, par exemple du document brevet WO2012123465A2 du même inventeur, différents modèles de systèmes de génération d'électricité, aussi appelés hydroliennes.
- [0004] Ces systèmes sont adaptés à une grande variété d'écoulements, y compris des écoulements variables en vitesse et en direction.
- [0005] Il serait toutefois souhaitable d'augmenter la quantité d'énergie collectée dans un écoulement ayant une grande variabilité de vitesse et de direction.
- [0006] OBJET DE L'INVENTION
- [0007] Un objet de l'invention est de fournir un système de génération d'électricité résolvant tout ou partie des inconvénients précités de l'art antérieur.

Résumé de l'invention

- [0008] A cet effet, selon un premier aspect, l'invention concerne un système de génération d'électricité comprenant un système d'amarrage subaquatique doté d'une pluralité de lignes d'amarrage, un générateur d'électricité et une interface de liaison mécanique disposée entre le système d'amarrage subaquatique et le générateur d'électricité pour les relier l'un à l'autre, le générateur d'électricité étant adapté à produire de l'électricité à partir d'une énergie mécanique captée dans un écoulement de fluide autour dudit générateur d'électricité.
- [0009] Le système de génération d'électricité selon le premier aspect de l'invention est essentiellement caractérisé en ce que chaque ligne d'amarrage comporte une partie supérieure attachée à l'interface de liaison et une partie inférieure, les parties inférieures des lignes d'amarrage étant destinées à être fixées en des points fixes subaquatiques, l'interface de liaison mécanique étant adaptée pour permettre l'orientation du générateur d'électricité vis-à-vis du système d'amarrage tout autour d'un axe principal d'orientation défini par l'interface de liaison mécanique, l'interface de liaison mécanique et le générateur d'électricité formant un ensemble ayant une flottabilité positive telle que lorsque les parties inférieures des lignes d'amarrage sont attachées aux points fixes subaquatiques et que ledit ensemble se trouve immergé, ledit ensemble à flottabilité positive s'étend au-dessus d'un plan de fond passant par au moins trois desdits points fixes subaquatiques et exerce des efforts de traction sur plusieurs desdites lignes d'amarrage.

- [0010] Le générateur d'électricité est ainsi mécaniquement relié au système d'amarrage exclusivement via l'interface de liaison.
- [0011] L'interface de liaison mécanique forme une liaison pivot autour de l'axe principal ce qui permet une orientation du générateur d'électricité à 360° pour suivre la direction de l'écoulement.
- [0012] La flottabilité positive de l'ensemble formé par l'interface de liaison mécanique et le générateur d'électricité permet de générer un effort tendant à positionner l'interface de liaison mécanique et le générateur à une hauteur stable au-dessus dudit plan de fond subaquatique.
- [0013] Plus la flottabilité positive de cet ensemble est importante et plus l'interface de liaison mécanique sera stable dans l'écoulement à une hauteur prédéterminée par rapport au fond.
- [0014] Dans un mode de réalisation préférentiel, ladite interface de liaison mécanique comporte une première partie à laquelle sont attachées lesdites parties supérieures des lignes d'amarrage et une seconde partie orientable par rapport à la première partie tout autour dudit axe principal d'orientation, le générateur d'électricité étant exclusivement attaché à la seconde partie orientable.
- [0015] Ce mode de réalisation permet d'avoir :
- d'une part une première partie de l'interface de liaison qui est dédiée à la liaison avec le système d'amarrage et au positionnement de l'axe principal d'orientation par rapport au fond; et
 - d'autre part une seconde partie orientable de l'interface de liaison qui est dédiée à la fixation et à l'orientation du générateur d'électricité autour de l'axe principal d'orientation.
- [0016] Selon ce mode de réalisation préférentiel, il est aussi possible de faire en sorte que le générateur d'électricité comporte :
- [0017] - un support de la membrane fixé sur la seconde partie orientable de l'interface de liaison de manière à réaliser ladite attache du générateur d'électricité à ladite seconde partie orientable ;
- [0018] - au moins une membrane ayant un bord amont et un bord aval, la membrane étant attachée au support de la membrane via au moins un système d'accroche autorisant une orientation d'une portion amont de la membrane par rapport audit support de membrane autour d'au moins une direction transversale de la membrane qui est perpendiculaire à une direction longitudinale de la membrane, la membrane étant adaptée à onduler selon la direction longitudinale de la membrane lorsqu'elle est plongée dans un écoulement d'eau s'écoulant essentiellement du support de membrane vers le bord aval de la membrane ;
- [0019] le générateur d'électricité comprenant au moins un module de génération d'électricité

fonctionnellement relié à ladite membrane pour générer une tension électrique en réponse à un mouvement d'ondulation de la membrane selon sa direction longitudinale, le générateur d'électricité présentant une partie portée qui est attachée au support de membrane via le système d'accroche, cette partie portée comportant au moins la membrane et ledit au moins un module de génération d'électricité, la partie portée ayant une masse volumique propre égale à 1000 Kg/m³ à plus ou moins 30%, ladite interface de liaison mécanique et ledit support de membrane forment ensemble une partie portante de masse volumique strictement inférieure à la masse volumique de la partie portée.

- [0020] Ainsi, la partie portante formée de l'interface de liaison mécanique et du support de membrane a une masse volumique inférieure à la masse volumique de la partie portée, la partie portante agissant comme un flotteur stable permettant de positionner la partie portée dont la densité est proche de celle de l'eau à plus ou moins 30%.
- [0021] Grâce à ces caractéristiques, on augmente la stabilité du système de génération d'électricité y compris des courants marins complexes et variables en termes de direction et d'intensité.
- [0022] Ce système de génération d'électricité selon l'invention a :
- [0023] - une plus grande stabilité statique et dynamique ;
- [0024] - une meilleure stabilité en position vis-à-vis de points fixes du fond subaquatique (position bathymétrique) ce qui facilite sa localisation dans l'espace et permet une optimisation du volume d'emprise sous-marine du système selon l'invention ; et
- [0025] - une meilleure stabilité de l'incidence du générateur d'électricité en tangage, roulis, lacet dans l'écoulement.
- [0026] Selon un second aspect, l'invention concerne aussi un ensemble comprenant un système de génération d'électricité selon l'un quelconque des modes de réalisation décrits ou revendiqués dans la présente demande et des moyens d'ancrage définissant chacun au moins un point fixe subaquatique, chaque partie inférieure d'une desdites lignes d'amarrage étant fixée sur l'un des points fixes subaquatiques qui lui est associé.
- [0027] Ce mode de réalisation illustre la manière de positionner le système de génération dans l'environnement subaquatique à l'aide de moyens d'ancrage respectivement reliés aux parties inférieures des lignes d'amarrage.
- [0028] Cet ensemble selon l'invention présente tous les avantages associés au système de génération d'électricité selon l'invention.

Brève description des dessins

- [0029] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront clairement de la description qui en est faite ci-après, à titre indicatif et nullement limitatif, en référence aux dessins annexés, dans lesquels:

- [0030] [Fig.1] la [Fig.1] illustre d'une part une vue d'ensemble en perspective du système de génération d'électricité 0 selon l'invention alors qu'il est déployé et mis en place à l'aide d'un bateau 100 sur le fond subaquatique F et d'autre part une vue de détail du système de génération d'électricité 0 selon l'invention dont les parties inférieures des lignes d'amarrage S31, S32, S33 sont amarrées sur des moyens d'ancrage qui définissent des points fixe subaquatique Pt1, Pt2, Pt3 ;
- [0031] [Fig.2] la [Fig.2] illustre d'une part une vue en perspective de l'ensemble selon l'invention comprenant le système de génération d'électricité 0 selon l'invention à l'aide de moyens d'ancrage X1, X2, X3, X4, posés sur le fond F et d'autre part une vue détaillée en perspective d'une partie supérieure du système de génération d'électricité 0 selon l'invention ;
- [0032] [Fig.3] la [Fig.3] est une vue de côté d'une partie supérieure du système de génération d'électricité 0 selon l'invention avec son générateur d'électricité 1 qui comporte une membrane ondulante 3 portant des modules de génération d'électricité 5, ce générateur 1 étant orientable tout autour de l'axe principal d'orientation Z-Z ;
- [0033] [Fig.4] la [Fig.4] est une vue de côté détaillant la zone de la partie supérieure du système de génération d'électricité 0 selon l'invention à l'endroit de la jonction entre l'interface de liaison Ln et le support flottant 2 qui appartient au générateur d'électricité 1 ;
- [0034] [Fig.5] la [Fig.5] est une vue de devant de la zone de la partie supérieure du système de génération d'électricité 0 illustré à la [Fig.4] ;
- [0035] [Fig.6] la [Fig.6] est une vue éclatée de la zone de jonction entre l'interface de liaison mécanique Ln et le support 2 du générateur d'électricité 1 du système de génération d'électricité 0 selon l'invention ;
- [0036] [Fig.7] la [Fig.7] est une vue en perspective du dessus du générateur d'électricité 1 montrant la liaison mécanique entre la membrane 3 et les modules de génération d'électricité 5.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

- [0037] Comme illustré sur les figures 1 et 2, le système de génération d'électricité 0 comprend :
- un système d'amarrage subaquatique S0 doté d'une pluralité de lignes d'amarrage S31, S32, S33, S34 ;
 - un générateur d'électricité 1 ; et
 - une interface de liaison mécanique Ln disposée entre le système d'amarrage subaquatique S0 et le générateur d'électricité 1 pour les relier l'un à l'autre.
- [0038] Le générateur d'électricité 1 est adapté à produire de l'électricité à partir d'une énergie mécanique captée par le générateur d'électricité 1 dans un écoulement E de

fluide s'écoulant autour dudit générateur d'électricité 1.

- [0039] Chaque ligne d'amarrage S31, S32, S33, S34 comporte une partie supérieure attachée à l'interface de liaison Ln et une partie inférieure.
- [0040] Les parties inférieures des lignes d'amarrage S31, S32, S33, S34 sont destinées à être fixées en des points fixes subaquatiques Pt1, Pt2, Pt3, Pt4.
- [0041] Comme illustré sur les figures 1 et 2, des moyens d'ancrage X1, X2, X3, X4 définissent chacun au moins un point fixe subaquatique Pt1, Pt2, Pt3, Pt4 et chaque partie inférieure d'une desdites lignes d'amarrage est fixée à l'un des moyens d'ancrage qui lui correspond pour être fixe vis-à-vis du point fixe subaquatique Pt1, Pt2, Pt3, Pt4 qui lui est associé.
- [0042] Chaque moyen d'ancrage X1, X2, X3, X4 peut être sélectionné parmi un corps mort, une herse (Instrument à dents orientée vers le sol pour pouvoir s'y enfoncer), une ancre ou une combinaison de ces moyens d'ancrage.
- [0043] Ainsi, chaque moyen d'ancrage X1, X2, X3, X4 peut être dimensionné, en termes de forme et de poids pour obtenir un point d'ancrage stable adapté au fond subaquatique F tout en limitant la traînée qu'il induit dans l'écoulement E.
- [0044] Sur l'exemple de la [Fig.1], trois moyens d'ancrage X1, X2, X3 sont présentés.
- [0045] Chaque moyen d'ancrage donné est constitué d'un corps mort posé sur le fond F associé à une ancre, l'ancre et le corps mort étant reliés par un lien souple pour limiter le risque de dérive en cas de soulèvement du corps mort.
- [0046] Sur l'exemple de la [Fig.2], les moyens d'ancrage X1, X2, X3, X4 sont au nombre de quatre, chaque moyen d'ancrage étant simplement constitué par un corps mort (ici un corps mort cylindrique plat).
- [0047] Le nombre de lignes d'amarrage S31, S32, S33, S34, de points fixes subaquatiques Pt1, Pt2, Pt3, Pt4 et de moyens d'amarrage X1, X2, X3, X4 peut varier sans sortir du cadre de la présente invention.
- [0048] Chaque ligne d'amarrage S31, S32, S33, S34 est, en longueur, essentiellement constituée d'un lien souple qui est par exemple sélectionné parmi un câble, une chaîne, une corde, un filin, une sangle plate. Un tel lien souple peut par exemple comporter des fibres de polyéthylène ou des fibres de polyester préférentiellement ultra résistantes.
- [0049] Chaque ligne d'amarrage S31, S32, S33, S34 présente préférentiellement une forte résistance à son allongement pour ainsi favoriser une stabilité de positionnement du système de génération d'électricité 0.
- [0050] Typiquement, pendant son utilisation, chaque ligne d'amarrage présente une capacité d'allongement inférieure 10% de sa longueur au repos. Lorsque la longueur au repos de la ligne d'amarrage est inférieure à 20 m, on pourra choisir une capacité d'allongement inférieure à 5% de la longueur au repos car le générateur est prêt du fond F. A contrario, pour les lignes d'amarrage de longueur supérieure à 20m, on

pourra choisir une capacité d'allongement comprise entre 5% et 10% de la longueur au repos ce qui permet une légère variation de hauteur du générateur d'électricité 1 par rapport au fond F afin qu'il puisse se positionner dans les portions localement les plus véloces de l'écoulement E.

- [0051] L'interface de liaison mécanique Ln est adaptée pour orienter le générateur d'électricité 1 vis-à-vis du système d'amarrage S0 tout autour d'un axe principal d'orientation Z-Z défini par l'interface de liaison mécanique Ln.
- [0052] L'interface de liaison mécanique Ln et le générateur d'électricité 1 forment un ensemble ayant une flottabilité positive telle que lorsque les parties inférieures des lignes d'amarrage S31, S32, S33, S34 sont attachées aux points fixes subaquatiques Pt1, Pt2, Pt3, Pt4 et que ledit ensemble se trouve immergé, l'ensemble à flottabilité positive s'étend alors au-dessus du plan de fond F passant par au moins trois desdits points fixes subaquatiques Pt1, Pt2, Pt3, Pt4 et exerce des efforts de traction sur plusieurs desdites lignes d'amarrage S31, S32, S33, S34.
- [0053] La flottabilité positive de l'ensemble formé par l'interface de liaison mécanique Ln et le générateur d'électricité 1 permet de tendre les lignes d'amarrage S31, S32, S33, S34 pour positionner l'interface de liaison Ln à une hauteur stable par rapport au fond F indépendamment de la direction de l'écoulement E et de son intensité.
- [0054] La position de l'axe principal d'orientation Z-Z autour duquel s'oriente le générateur d'électricité 1 est ainsi précisément localisée et stabilisés vis-à-vis du fond F.
- [0055] Le générateur d'électricité 1 peut dès lors capter de l'énergie mécanique dans l'écoulement indépendamment de la direction d'écoulement et y compris lorsque l'écoulement change de direction ou d'intensité.
- [0056] Par conséquent, l'invention permet d'augmenter la quantité d'énergie mécanique collectée dans l'écoulement et l'énergie électrique produite, y compris dans les écoulements ayant de fortes variabilités en vitesse ou en direction.
- [0057] L'interface de liaison mécanique Ln comporte une première partie Ln1 à laquelle sont attachées lesdites parties supérieures des lignes d'amarrage S31, S32, S33, S34 et une seconde partie Ln2 orientable par rapport à la première partie Ln1 tout autour dudit axe principal d'orientation Z-Z.
- [0058] Le générateur d'électricité 1 est exclusivement attaché à la seconde partie orientable Ln2.
- [0059] Comme cela ressort des figures 1 à 6, le générateur d'électricité 1 comporte :
- [0060] - un support de la membrane 2 fixé sur la seconde partie orientable Ln2 de l'interface de liaison Ln de manière à réaliser ladite attache du générateur d'électricité 1 à ladite seconde partie orientable Ln2 ;
- [0061] - une membrane 3 ayant un bord amont 3a et un bord aval 3b, la membrane 3 étant attachée au support de la membrane 2 via au moins un système d'accroche 4 autorisant

une orientation d'une portion amont de la membrane 3 par rapport audit support de membrane 2 autour d'au moins une direction transversale Y-Y de la membrane 3 qui est perpendiculaire à une direction longitudinale D de la membrane 3.

- [0062] Cette membrane est souple et adaptée à onduler selon la direction longitudinale D de la membrane 3 lorsqu'elle est plongée dans l'écoulement E d'eau s'écoulant essentiellement du support de membrane 2 vers le bord aval 3b de la membrane.
- [0063] Le générateur d'électricité 1 comprend une pluralité de modules de génération d'électricité 5 fonctionnellement reliés à ladite membrane 3 pour générer une tension électrique en réponse au mouvement d'ondulation de la membrane 3 selon sa direction longitudinale D.
- [0064] Le générateur d'électricité 1 présente une partie portée 30 qui est attachée au support de membrane 2 via le système d'accroche 4, cette partie portée 30 comportant au moins la membrane 3 et les modules de génération d'électricité 5.
- [0065] Chaque au moins un module de génération d'électricité 5 est relié fonctionnellement à la membrane 3, à distance d'une fibre neutre de la membrane 3 de manière que lorsque la membrane ondule selon sa direction longitudinale D, des tensions électriques apparaissent aux bornes de bobinages de chaque au moins un module de génération d'électricité 5.
- [0066] Le système 0 selon l'invention comporte aussi des moyens de limitation d'éloignement 61, 62 adaptés à limiter l'éloignement entre le bord amont 3a de la membrane et le bord aval 3b de la membrane 3.
- [0067] Ces moyens de limitation de l'éloignement 61, 62 sont agencés de manière que la distance d'éloignement mesurée en ligne droite entre le bord amont 3a et le bord aval 3b soit inférieure à la longueur la plus courte de la membrane 3 mesurée contre une face de la membrane, en suivant cette face, entre le bord amont 3a et le bord aval 3b de la membrane.
- [0068] Typiquement, ces moyens de limitation d'éloignement 61, 62 sont agencés pour que la distance d'éloignement mesurée en ligne droite, entre le bord amont 3a et le bord aval 3b, soit inférieure à 90% de ladite la longueur la plus courte de la membrane 3 mesurée contre une face de la membrane 3, en suivant cette face, entre le bord amont 3a et le bord aval 3b de la membrane.
- [0069] Les moyens de limitation d'éloignement 61 et 62 ont une longueur qui est préférentiellement ajustable entre une longueur maximale adoptée pour permettre à la membrane de s'étendre sensiblement à plat sur toute sa longueur et une longueur minimale qui permet de limiter l'éloignement entre les bords amont et aval pour les rapprocher l'un de l'autre et ainsi forcer la membrane 3 à se courber.
- [0070] Comme cela ressort de la [Fig.1], en forçant une courbure de la membrane sur sa longueur, la membrane forme un obstacle à l'écoulement E et son ondulation est ainsi

favorisée pour toutes les vitesses d'écoulement.

- [0071] La longueur maximale des moyens de limitation d'éloignement est choisie lorsque l'on veut limiter la traînée occasionnée sur la membrane par l'écoulement, ce qui est par exemple le cas lorsque l'on réalise la maintenance du système 0 ou lorsque l'on souhaite procéder à des réglages (par exemple ajuster la position du système 0 dans le volume subaquatique).
- [0072] Cette longueur maximale des moyens de limitation d'éloignement 61, 62 est par exemple adoptée sur les figures 2 et 3, où l'on voit que la membrane 3 s'étend à plat sans présenter de courbure sur sa longueur.
- [0073] Sur ces figures 2 et 3, la traînée occasionnée par l'écoulement E sur la membrane est ainsi minimisée et il est plus facile de déplacer / régler le système 0 avant sa mise en fonctionnement pour capter de l'énergie mécanique dans l'écoulement E et la transformer en énergie électrique.
- [0074] Cette configuration est particulièrement utile pendant que l'on réalise le réglage en position et en tension des lignes d'amarrage.
- [0075] Dans certains cas, les moyens de limitation d'éloignement sont adaptés pour augmenter la distance d'éloignement entre les bords amont et aval de la membrane lorsque la tension appliquée sur les moyens de limitation d'éloignement 61, 62 dépasse un seuil de tension admissible prédéterminé.
- [0076] Ceci est particulièrement utile dans le cas où la vitesse d'écoulement E deviendrait trop importante et risquerait d'endommager le système 0 selon l'invention.
- [0077] L'usage de moyens de limitation 61, 62 déformables élastiquement pour avoir une longueur est variable en fonction de la tension mécanique permet d'atteindre ce but.
- [0078] Les moyens de limitation de l'éloignement 61, 62 comprennent des premier et second liens souples 61, 62, le premier lien souple 61 ayant une première extrémité attachée à la partie Ln2 ou au support de membrane 2 et une seconde extrémité attachée à une première extrémité d'une traverse aval 7 qui s'étend parallèlement au bord aval de la membrane et la membrane étant fixée à cette traverse aval 7, ledit second lien souple 62 ayant une première extrémité attachée à la partie Ln2 ou au support de membrane 2 et une seconde extrémité attachée à une seconde extrémité de la traverse aval 7.
- [0079] Chacun des premier et second liens souples des moyens de limitation d'éloignement 61, 62 peut être sélectionné parmi un câble, une chaîne, une corde éventuellement élastique, un filin, une sangle plate éventuellement élastique ou une combinaison de ces liens souples. Ces premier et second liens souples 61, 62 peuvent être en fibres polyéthylène ou en fibres polyester préférentiellement ultrarésistantes.
- [0080] Comme illustré sur les figures 2, 3 et 7, le générateur d'électricité 1, comporte préférentiellement une pluralité de lames flexibles 9 et élastiques, chaque lame flexible 9

étant disposée entre une zone amont de la membrane 3a et ledit support de la membrane 2 et étant agencée pour s'opposer au rapprochement de la membrane 3 vis-à-vis dudit support de la membrane 2 et les lames flexibles 9 exerçant ensemble un effort élastique de rappel du bord amont 3a de membrane vers une position prédéfinie de repos par rapport au support de membrane 2.

- [0081] Chaque lame flexible 9 forme un bras souple permettant de guider la trajectoire de déplacement du bord amont de la membrane 3 par rapport au support de membrane 2.
- [0082] Ce mouvement permet une meilleure capacité de captation d'énergie dans l'écoulement puisque le bord amont 3a peut se déplacer dans des zones d'écoulement où l'écoulement n'est pas masqué par le support de membrane 2.
- [0083] On obtient ainsi un découplage d'ondulation du bord amont de la membrane qui est favorable à une captation d'énergie dans toutes les vitesses d'écoulement.
- [0084] Préférentiellement chaque lame flexible 9 de la pluralité de lames 9 a une première extrémité montée en encastrement vis-à-vis du support de membrane 2 et une seconde extrémité montée en encastrement vis-à-vis d'au moins une pièce de liaison 10 assujettie à la membrane 3 au niveau de la zone amont de la membrane.
- [0085] Ladite partie portée 30 comporte l'ensemble des éléments supportés par la membrane, cette partie portée 30 ayant une masse volumique propre égale à 1000 Kg/m³ à plus ou moins 30%.
- [0086] Avec une telle densité, la partie portée peu s'orienter facilement dans l'écoulement tout en minimisant les efforts verticaux qu'elle applique sur la partie portante qui comporte l'interface de liaison mécanique Ln.
- [0087] L'interface de liaison mécanique Ln et ledit support de membrane 2 forment ensemble une partie portante de masse volumique strictement inférieure à la masse volumique de la partie portée.
- [0088] Préférentiellement, la masse volumique de la partie portante est inférieure à 750 Kg/m³.
- [0089] En ayant une partie portée 30 de masse volumique proche de celle de l'eau, les efforts verticaux appliqués par la partie portée 30 sur la partie portante s'en trouvent limités ce qui contribue à la stabilité de positionnement vertical de la partie portante.
- [0090] Comme la partie portante formée de l'interface de liaison mécanique Ln et du support de membrane 2 a une masse volumique inférieure à celle de l'eau et inférieure à la masse volumique de la partie portée 30, la partie portante a une flottabilité positive telle que lorsque le générateur 1 est plongé dans l'eau, la partie portante agit comme un flotteur stable supportant au moins une partie du poids amont de la partie portée 30.
- [0091] Le système de génération d'électricité S0 selon l'invention présente une stabilité accrue lui permettant de fonctionner y compris dans des courants marins complexes.
- [0092] En résumé, ce système 0 a :

- [0093] - une plus grande stabilité statique et dynamique ;
- [0094] - une meilleure stabilité en position vis-à-vis des points fixes du fond subaquatique (position bathymétrique, ce qui facilite sa localisation dans l'espace et permet une optimisation du volume d'emprise sous-marine) ; et
- [0095] - une meilleure stabilité de l'incidence du générateur d'électricité 1 en tangage, roulis, lacet dans l'écoulement E.
- [0096] Typiquement, la partie portante formée du support de membrane 2 et de l'interface de liaison a une masse volumique strictement inférieure à 700 Kg/m³ pour générer une force de poussée verticale permettant de tendre les lignes d'amarrage S1, S2, S3, S4 tout en supportant le générateur d'électricité 1.
- [0097] Préférentiellement, la partie portante est dimensionnée pour générer un effort de portance supérieur à quatre fois le pic de poussée verticale maximale exercé par la membrane sur le support (c'est-à-dire le pic de lift exercé par la membrane sur le support 2 via les bras amont) avant que les moyens de limitation d'éloignement 61, 62 n'autorisent une augmentation de la distance d'éloignement mesurée en ligne droite entre le bord amont 3a et le bord aval 3b de la membrane 3.
- [0098] Les lignes d'amarrage S31, S32, S33, S34 sont choisies pour présenter une forte raideur autorisant un allongement maximum de chaque ligne inférieur à 10% de la longueur de la ligne d'amarrage au repos.
- [0099] Ceci permet d'augmenter la précision de positionnement du générateur d'électricité tout en limitant les phénomènes vibratoires parasites.
- [0100] Le support de membrane 2 s'étend longitudinalement selon une direction longitudinale propre au support de membrane 2 qui est parallèle audit bord amont 3a de la membrane.
- [0101] Le support 2 présente un bord d'attaque 2a arrondi qui s'étend en longueur le long de la direction longitudinale du support 2 et un bord de fuite 2b qui s'étend en longueur le long de la direction longitudinale du support 2.
- [0102] Le support 2 a la forme d'une aile agencée pour générer un effort de portance de l'interface de liaison Ln croissant avec une vitesse d'écoulement de fluide autour du support 2 allant du bord d'attaque 2a vers le bord de fuite 2b.
- [0103] De cette manière, le système de génération d'électricité 0 est protégé du risque de collision avec le fond F puisqu'il reste éloigné du fond y compris lorsque la vitesse de l'écoulement augmente.
- [0104] Le support en forme d'aile 2 présente ici un profil cabrant, par exemple un profil NACA inversé et un profil non masquant, l'épaisseur maximale de l'aile étant inférieure à 1/3 de l'amplitude maximale de déplacement du bord amont 3a de la membrane 3.
- [0105] Préférentiellement, le profil du support en forme d'aile 2 est sélectionné pour que

dans une vitesse d'écoulement E supérieure à 0,5 m/s, la poussée de flottaison cumulée à l'effort de portance hydrodynamique soit supérieure à deux fois l'effort minimum nécessaire pour soulever le générateur d'électricité 1, l'interface de liaison L_n et les lignes d'amarrage S_{31} , S_{32} , S_{33} , S_{34} (les lignes d'amarrage ne comportent pas les moyens d'ancrage et les parties du système d'amarrage S_0 qui forment l'interface entre ces lignes d'amarrage et le fond du milieu subaquatique).

- [0106] Comme illustré sur les figures 3, 4, 5 et 6, le support de membrane 2 est symétrique par rapport à un plan de symétrie transversale du support qui est perpendiculaire au bord amont 3a de la membrane 3.
- [0107] Le support 2 est en appui contre une plaque supérieure L_{n20} de l'interface de liaison à laquelle le support 2 est fixé.
- [0108] Pour améliorer l'hydrodynamisme du système 0, la plaque supérieure L_{n20} pénètre dans une rainure externe complémentaire formée sur une face inférieure du support 2. Les extrémités amont de moyens de limitation 61, 62 peuvent être fixés sur des parties latérales de la plaque L_{n20} , de part et d'autre du support 2 en forme d'aile.
- [0109] Le support 2 en forme d'aile est ici formé de plusieurs sections de flotteur, en l'occurrence deux sections, qui sont séparées les unes des autres pour faciliter l'assemblage et la maintenance du support 2.
- [0110] L'assemblage est ainsi facilité puisqu'il est possible d'assembler les différentes sections du support 2 les unes après les autres.
- [0111] Sur une majeure portion de longueur du support 2, la distance entre le bord d'attaque 2a et le bord de fuite 2b observée dans un plan de coupe donné transversal du support 2 qui est perpendiculaire à la direction longitudinale du support 2 est préférentiellement supérieure à trois fois l'épaisseur maximale du support 2.
- [0112] Préférentiellement, le système d'amarrage subaquatique S_0 et le générateur d'électricité 1 sont agencés pour que lorsque le système de génération d'électricité 0 est plongé dans une colonne d'eau avec une vitesse d'écoulement d'eau dans la colonne inférieure à 0,5 m/s avec une orientation de la direction de l'écoulement E sensiblement horizontale à plus ou moins 5° d'angle près par rapport à un plan exactement horizontal alors ledit axe principal d'orientation $Z-Z$ est perpendiculaire à la direction d'écoulement E à plus ou moins 20° d'angle près.
- [0113] Le positionnement de l'axe principal d'orientation $Z-Z$ est ainsi sensiblement vertical et dès que la vitesse d'écoulement augmente, le générateur d'électricité 1 s'oriente librement dans l'écoulement.
- [0114] Pour faciliter cette orientation, le générateur d'électricité 1 est préférentiellement équipé de dérives 30, 31 qui s'étendent verticalement, ces dérives étant disposées de part et d'autre du bord aval 3b de la membrane 3 (en l'occurrence, ces dérives sont portées par un flotteur aval F mais elles pourraient aussi être portées par la traverse

aval 7).

- [0115] L'interface de liaison mécanique L_n comprend une couronne d'orientation L_{nz} creuse en son centre et qui définit ledit axe principal d'orientation Z-Z.
- [0116] Cette couronne d'orientation L_{nz} est particulièrement utile car elle permet de définir l'axe principal d'orientation Z-Z tout en ayant une partie creuse au centre de la couronne pour permettre le passage d'éléments de transfert d'énergie électrique du générateur d'électricité 1 vers un réseau électrique externe au système de génération d'électricité 0 selon l'invention.
- [0117] Plus particulièrement, le système de génération d'électricité 0 comprend des éléments de transfert d'énergie électrique reliés électriquement, d'un côté audit au moins un module de génération d'électricité 5 et d'un autre côté à une interface de liaison avec un réseau électrique externe au système de génération d'électricité 0.
- [0118] Certains au moins de ces éléments de transfert d'énergie électrique passent au travers d'un passage creux traversant la couronne d'orientation en son centre.
- [0119] Cette couronne d'orientation L_{nz} est préférentiellement un roulement, par exemple un roulement à billes ou à rouleaux, comme un roulement à rouleaux coniques.
- [0120] Préférentiellement, la couronne est un roulement à double rangées de billes ou à double rangées de rouleaux coniques.
- [0121] De cette manière la couronne d'orientation L_{nz} est particulièrement robuste face aux efforts de trainée ou d'arrachement et aux couples de tangage, roulis, lacet transitant par l'interface de liaison mécanique L_n .
- [0122] Préférentiellement, la couronne d'orientation L_{nz} est étanche à l'eau.
- [0123] Le système 0 comprend aussi des éléments de transfert d'énergie électrique reliés électriquement, d'un côté audits modules de génération d'électricité 5 et d'un autre côté à une interface de liaison avec un réseau électrique externe au système de génération d'électricité 0.
- [0124] Ainsi le transfert d'énergie électrique se fait via au moins un élément de transfert d'électricité, par exemple un câble électrique équipé d'un raccord électrique tournant selon l'axe Z-Z, qui traverse la couronne ce qui permet au générateur d'électricité 1 de délivrer de l'électricité quelle que soit l'orientation du générateur 1 par rapport au système d'amarrage subaquatique S0.
- [0125] Les modules 5 de génération d'électricité sont exclusivement portés par la membrane et sont actionnés sous l'effet de l'ondulation de membrane 3 pour produire de l'électricité par exemple distribuée vers le réseau électrique externe au système 0.
- [0126] Préférentiellement, chaque au moins un module de génération d'électricité 5 présente une masse volumique propre qui est supérieure à 1200 kg/m³.
- [0127] La membrane 3 est agencée pour onduler dans l'écoulement E.
- [0128] Cette membrane 3 comporte deux parties symétriques l'une de l'autre 3c1, 3c2 qui

sont séparées entre elles par une fente longitudinale 3c.

- [0129] Les modules de génération d'électricité 5 forment une chaîne de modules placée en vis-à-vis de cette fente 3c.
- [0130] Bien que les modules de génération 5 soient ici placés au-dessus d'un niveau où se trouve la membrane 3, ils pourraient aussi se trouver en dessous de manière à former une quille du générateur d'électricité 1 afin de s'opposer au mouvement de roulis autour de l'axe longitudinal D.
- [0131] La fente longitudinale 3c de la membrane 3 s'étend en longueur suivant un plan de symétrie longitudinale de la membrane.
- [0132] Le plan de symétrie longitudinale de la membrane passe par chacun des modules de génération d'électricité 5 de la pluralité de modules.
- [0133] Les modules 5 de la pluralité de modules sont en vis-à-vis de ladite fente longitudinale 3c ce qui permet de conserver une grande amplitude d'ondulation de membrane tout en maintenant les modules 5 proches de la membrane.
- [0134] Le générateur d'électricité comporte également une pluralité de traverses intermédiaires 8, chaque traverse intermédiaire 8 s'étendant en longueur parallèlement à une direction transversale de la membrane 3 qui est perpendiculaire à ladite direction longitudinale D de la membrane 3.
- [0135] Chaque traverse intermédiaire 8 est fixée contre la membrane 3 et est exclusivement portée par la membrane de manière à rigidifier la membrane 3 selon ladite direction transversale de la membrane et de manière à se déplacer avec la membrane.
- [0136] Les deux parties symétriques 3c1, 3c2 de la membrane qui sont séparées entre elles par la fente longitudinale 3c sont ici reliées entre elles par les traverses intermédiaires 8.
- [0137] Préférentiellement, la partie portée 30 du générateur d'électricité 1 comporte une pluralité de flotteurs intermédiaires respectivement attachés à la membrane 3 et disposés en vis-à-vis de la membrane 3 en différents emplacements localisés entre son bord amont 3a et son bord aval 3b, la membrane 3 étant exclusivement arrimée au système d'amarrage via le support de membrane 2 qui est fixé sur l'interface de liaison Ln.
- [0138] Certaines au moins des traverses intermédiaires 8 portent lesdits flotteurs intermédiaires, chaque ensemble intermédiaire donné formé d'une traverse intermédiaire donnée et d'au moins un flotteur intermédiaire porté par la traverse intermédiaire 8 donnée présente une masse volumique inférieure à 700 kg/m³ de manière à exercer des efforts ayant tendance à supporter la membrane lorsque celle-ci est plongée dans l'eau.
- [0139] Préférentiellement, chaque au moins une des traverses intermédiaires 8 présente un bord amont et un bord aval, la membrane 3 passant par chacun des bords amont des traverses intermédiaires 8 en s'étendant selon toute la longueur de chacun des bords

amont de traverses intermédiaires 8.

- [0140] De même, préférentiellement, la membrane 3 passe par chacun des bords aval des traverses intermédiaires 8 en s'étendant selon toute la longueur de chacun des bords aval de traverses intermédiaires 8.
- [0141] Préférentiellement, le générateur 1 comporte au moins un flotteur amont F1 exclusivement porté par la membrane 3 et relié à la membrane via une liaison rigide de manière à ce que l'orientation dudit au moins un flotteur amont F1 par rotation autour d'une direction transversale de la membrane 3 induise une rotation d'une portion amont de la membrane comprenant ledit bord amont 3a de la membrane autour de la direction transversale de la membrane.
- [0142] L'orientation de la portion amont de la membrane se fait bien entendu autour de directions parallèles au bord amont de la membrane.
- [0143] Ainsi, le flotteur amont F1 qui est exclusivement porté par la membrane a pour fonctions, de compenser une part de gravité de la membrane, de forcer comme flap amont un pivotement / une orientation du bord amont 3a de la membrane autour d'une direction perpendiculaire à l'écoulement pour amorcer un mouvement d'ondulation de la membrane.
- [0144] La capacité de la membrane à onduler dans un faible écoulement est ainsi améliorée ce qui contribue à nouveau à une production précoce d'énergie.
- [0145] Cet au moins un flotteur amont F1 est préférentiellement positionné au moins en partie entre le bord amont de la membrane 3 et le support de membrane 2 ce qui est favorable au pivotement du bord amont de membrane dans des écoulements de faible vitesse.
- [0146] Dans le mode illustré, on a deux flotteurs amont F1 disposés de part et d'autre le la fente 3c de la membrane.
- [0147] En aval de la traverse aval 7, la membrane 3 peut aussi porter un ou plusieurs flotteurs aval F permettant de supporter au moins une partie du poids desdits au moins au moins un module de génération d'électricité 5 qui ont une masse volumique largement supérieure à 1000 Kg/m³.
- [0148] Ceci facilite l'orientation de la direction longitudinale D de la membrane 3 suivant la direction de l'écoulement d'eau E.
- [0149] Le flotteur aval F est porté par la membrane 3 et relié à la membrane via une liaison rigide de manière à ce que l'orientation dudit au moins un flotteur aval F par rotation autour d'une direction transversale de la membrane 3 induise une rotation d'une portion aval de la membrane comprenant ledit bord aval 3b de la membrane autour de la direction transversale de la membrane.
- [0150] Ce flotteur aval F a une masse volumique strictement inférieure à 700 Kg/m³ de manière à exercer des efforts ayant tendance à supporter une portion aval de la

membrane lorsque la membrane est plongée dans l'eau.

- [0151] Le flotteur aval F est rigide et présente un profil ayant un bord amont et un bord aval, le bord aval du flotteur aval F étant aligné avec au moins une portion de longueur du bord aval 3b de la membrane.
- [0152] Grâce au flotteur aval F (ici porté par la membrane mais pouvant être porté par la traverse aval 7), la membrane est plus rapidement et plus facilement alignée avec la direction de l'écoulement E ce qui contribue à augmenter la production d'énergie dans des écoulements de faible vitesse.
- [0153] Comme illustré sur les figures 2, 3 et 7, le générateur 1 comporte une pluralité de première et seconde attaches 5a, 5b et chaque au moins un module de génération d'électricité 5 donné est relié fonctionnellement à la membrane 3 via des première et seconde attaches 5a, 5b données de la pluralité de première et seconde attaches 5a, 5b associées à ce module de génération d'électricité 5 donné.
- [0154] La première attache 5a associée à un module de génération d'électricité donné 5 est fixée à l'une desdites traverses intermédiaires 8 alors que la seconde attache 5b associée à ce module de génération d'électricité donné 5 est fixée à une autre desdites traverses intermédiaires 8.
- [0155] Chaque module 5 de génération d'électricité 5 donné est d'un côté relié à la première attache 5a qui lui est associée et d'un autre côté relié à la seconde attache 5b qui lui est associée et est adapté à générer de l'électricité en réponse au déplacement relatif entre les première et seconde attaches 5a, 5b associées à ce module 5 donné.
- [0156] Préférentiellement, le générateur 1 comporte une pluralité d'axes d'articulation 54, les modules 5 étant articulés par paire via un des axes d'articulation 54 de la pluralité d'axes 54 de manière à former une chaîne articulée de modules 5 assemblés en série et déformable en même temps que la membrane ondule dans l'écoulement E.
- [0157] Préférentiellement, chacun des axes d'articulation 54 de la pluralité d'axes d'articulation 54 est également utilisé pour relier au moins un module 5 donné à au moins une desdites premières attaches 5a ou à au moins une desdites secondes attaches 5b.
- [0158] Plus particulièrement, chaque module 5 comporte au moins un bobinage et au moins un aimant permanent qui sont déplacés l'un par rapport à l'autre par déplacement relatif entre les première et seconde attaches 5a, 5b associées à ce module 5 donné.
- [0159] Préférentiellement, chaque module 5 présente un guidage interne pour que le déplacement de son au moins un bobinage par rapport à son au moins un aimant permanent soit un déplacement linéaire.
- [0160] Préférentiellement chaque module 5 donné comporte une prise électrique 50c reliant électriquement son bobinage audit élément de transfert d'électricité qui passe par au travers de la couronne creuse.

- [0161] Ces prises 50c peuvent être prévues pour être débranchées lorsque l'on souhaite retirer un module 5 donné pour le remplacer.
- [0162] Chacune des prises 50c est électriquement reliée audit élément de transfert d'électricité qui passe au travers de la couronne creuse via un circuit électrique formé sur la partie portée 30 du générateur d'électricité 1.
- [0163] Ce circuit électrique formé sur la partie portée 30 peut prendre différentes formes, il comporte par exemple une ligne électrique s'étendant le long de la chaîne de modules 5, une pluralité de boîtiers électriques étanche étant disposés le long de cette ligne électrique.
- [0164] Certains au moins de ces boîtiers électriques étanches peuvent servir de jonction étanche entre la ligne électrique souple et un câble associé à une desdites prises 50c et/ou servir pour héberger une électronique de régulation permettant de réguler le courant délivré par le générateur 1 et/ou une électronique de mesure permettant de mesurer l'activité électrique des différents modules 5 pour en faciliter la maintenance et/ou une électronique de sécurisation agencée pour électriquement découpler certains au moins des modules 5 défaillants.
- [0165] Ainsi, lors de l'ondulation de la membrane 3, les traverses intermédiaires 8 se déplacent ce qui génère des efforts de déformation des modules 5 qui, en réponse à leurs déformations respectives génèrent de l'électricité.
- [0166] L'électricité ainsi produite transite via les prises 50c et la ligne électrique souple jusqu'à passer au travers de la couronne creuse Lnz via un élément de transfert d'électricité équipé d'un raccord électrique tournant traversant la couronne.
- [0167] Cette électricité est acheminée au réseau électrique externe via un câble sous-marin et/ou un via plusieurs câbles sous-marins reliés à plusieurs systèmes de génération d'électricité 0 positionnés au-dessus du fond subaquatique F.
- [0168] L'interface de liaison mécanique Ln comporte aussi un plateau Pt depuis lequel s'étendent une pluralité de pieds rigides Px1, Px2, Px3, Px4 allant en s'écartant les uns des autres en s'éloignant du plateau Pt.
- [0169] Chaque pied rigide est fixe par rapport au plateau Pt et chacun de ces pieds a une extrémité distante du plateau Pt.
- [0170] Une première desdites lignes d'amarrage S331 a sa partie supérieure attachée à l'extrémité distante d'un premier desdits pieds rigides, une deuxième desdites lignes d'amarrage S32 a sa partie supérieure attachée à l'extrémité distante d'un deuxième desdits pieds rigides, une troisième desdites lignes d'amarrage S33 a sa partie supérieure attachée à l'extrémité distante d'un troisième desdits pieds rigides.
- [0171] Dans le cas présent, la pluralité de pieds de l'interface de liaison Ln comporte aussi un quatrième pied Px4.
- [0172] Par conséquent, la quatrième desdites lignes d'amarrage S34 à sa partie supérieure

- attachée à l'extrémité distante du quatrième desdits pieds rigides Px4.
- [0173] L'interface de liaison Ln comporte aussi des traverses de rigidification Ln10, chaque traverse de rigidification reliant deux des pieds entre eux pour s'opposer au déplacement de ces pieds l'un par rapport à l'autre et pour ainsi augmenter la rigidité des pieds et de l'interface de liaison Ln.
- [0174] La présence de ces pieds est avantageuse car, lors du montage ou du démontage du système de génération d'électricité selon l'invention, l'interface de liaison peut être posée sur le sol en étant supportée par ses pieds Px1, Px2, Px3, Px4.
- [0175] Le fait que ces pieds soient rigides et rigidement fixés au plateau Pt et qu'ils s'éloignent les uns des autres en s'écartant du plateau Px permet aussi d'écarter les zones d'attachement entre les parties supérieures des lignes d'amarrage.
- [0176] On évite ainsi le risque que les lignes d'amarrage S31, S32, S33, S34 ne s'emmêlent entre elles et on augmente aussi la stabilité de positionnement et d'orientation du plateau Pt par rapport au fond subaquatique.
- [0177] La longueur des pieds permet d'éviter que la membrane 3 ne touche les lignes d'amarrage pendant la rotation du générateur 1 autour de l'axe principal d'orientation Z-Z, avec une marge de sécurité liée à la houle.
- [0178] Ladite couronne d'orientation Lnz est portée par le plateau Pt sur lequel une bague de la couronne Lnz est positionnée fixement.
- [0179] Ainsi, l'axe principal d'orientation Z-Z est précisément localisé par rapport au plateau Pt et aux parties supérieures des lignes d'amarrage.
- [0180] Chacune des lignes d'amarrage s'étend en longueur selon un axe de ligne Xs1, Xs2, Xs3, Xs4 qui lui est propre, ces axes de ligne se croisant en un point de croisement Pnx situé sur l'axe principal d'orientation.
- [0181] Ceci contribue à la stabilité de positionnement en hauteur du générateur d'électricité 1 par rapport au fond subaquatique.
- [0182] La direction des axes de lignes Xs1, Xs2, Xs3, Xs4 et l'alignement sur l'axe principal d'orientation Z-Z avec une position du point de croisement Pnx le long de l'axe Z-Z permet au point Pnx d'être proche du centre de poussée du flotteur formé par le support 2.
- [0183] On limite ainsi les couples de basculement engendrés par les lignes d'amarrage qui sont elles-mêmes dans le prolongement des pieds Px1, Px2, Px3, Px4.
- [0184] Le point de croisement Pnx est placé entre des plans inférieur et supérieur parallèles entre eux, le plan supérieur étant défini contre une face supérieure dudit support de membrane 2 et le plan inférieur étant défini contre une face inférieure dudit support de membrane 2.
- [0185] De cette manière, le point de croisement est proche du barycentre défini par le support 2 qui forme un flotteur, ce barycentre étant préférentiellement au-dessus du

centre de poussée.

- [0186] Ceci contribue à la stabilité de positionnement en hauteur du support de membrane dans son environnement quelle que soit son orientation autour de l'axe principal d'orientation Z-Z.
- [0187] Préférentiellement le système d'amarrage S0 comporte des lignes d'écartement Le1, Le2, Le3, Le4.
- [0188] Chaque ligne d'écartement donnée étant reliée à une paire de lignes d'amarrage correspondant à cette ligne d'écartement donnée de manière à définir une distance maximale d'éloignement entre les parties inférieures de cette une paire de lignes d'amarrage donnée S31, S32, S33, S34.
- [0189] Ces lignes d'écartement Le1, Le2, Le3, Le4 permettent de fixer l'écartement maximum entre les points fixes subaquatiques Pt1, Pt2, Pt3, Pt4 définis par les corps morts, ancrés, herses, pieux, ancrés vissables dans le sol.
- [0190] Ces lignes d'écartement Le1, Le2, Le3, Le4 sont utiles pour faciliter le positionnement des moyens d'ancrage (corps morts, ancrés, herses) qui définissent les positions des points fixes subaquatiques Pt1, Pt2, Pt3, Pt4.
- [0191] Grâce à ces lignes d'écartement Le1, Le2, Le3, Le4, comme illustré sur les figures 1, 2, chacun des points fixes subaquatiques Pt1, Pt2, Pt3, Pt4 peut être facilement et précisément positionné sur le fond à l'aide d'un bateau 100 manœuvrant en surface et tirant, via des lignes de manœuvre Smx, sur les lignes d'amarrage S31, S32, S33, S34 et/ou sur les corps morts, ancrés, herses, pieux, ancrés vissables attachés aux parties inférieures de ces lignes d'amarrage S31, S32, S33, S34.
- [0192] Les manœuvres du bateau 100 nécessaires aux positionnements successifs des corps morts et/ou ancrés et/ou herses sont ainsi facilitées en mettant en tension les lignes d'écartement Le1, Le2, Le3, Le4 les unes après les autres.
- [0193] Ceci est particulièrement utile pour limiter le besoin d'intervention de plongeurs ou de robots sous-marins pour mettre en place du système de génération d'électricité 0 et pour ainsi réduire le coût de sa mise en œuvre.
- [0194] Enfin, les lignes d'écartement Le1, Le2, Le3, Le4 permettent d'augmenter la précision de positionnement relatif entre les différents constituants du système de génération d'électricité 0 selon l'invention.
- [0195] La stabilité générale du système de génération d'électricité 0 s'en trouve ainsi améliorée.
- [0196] Préférentiellement, la ou les lignes de manœuvre Lmx destinées à s'étendre entre le bateau 100 et le système de génération d'électricité 0 selon l'invention est / sont débrayables / détachables vis-à-vis du système de génération d'électricité 0 depuis la surface.
- [0197] Ceci est particulièrement utile pour faciliter l'immersion ou l'émersion du système 0

qui est une hydrolienne.

- [0198] Enfin, comme illustré sur la [Fig.1], des bouées de localisation subaquatique Xn1, Xn2, Xn3 équipées de lestes peuvent être disposés sur le fond subaquatique F pour définir un périmètre d'encombrement où sont disposés chacun des moyens d'ancrage X1, X2, X3, X4.
- [0199] Ces bouées de localisation Xn1, Xn2, Xn3 sont localisables par un sonar ou autres moyens de détection équipant un bateau 100 en surface.
- [0200] Ces bouées permettent de facilement localiser le volume subaquatique occupé par le système de génération d'électricité 0 selon l'invention.

Revendications

[Revendication 1]

Système de génération d'électricité (0) comprenant un système d'amarrage subaquatique (S0) doté d'une pluralité de lignes d'amarrage (S31, S32, S33, S34), un générateur d'électricité (1) et une interface de liaison mécanique (Ln) disposée entre le système d'amarrage subaquatique (S0) et le générateur d'électricité (1) pour les relier l'un à l'autre, le générateur d'électricité (1) étant adapté à produire de l'électricité à partir d'une énergie mécanique captée dans un écoulement (E) de fluide autour dudit générateur d'électricité (1), caractérisé en ce que chaque ligne d'amarrage (S31, S32, S33, S34) comporte une partie supérieure attachée à l'interface de liaison (Ln) et une partie inférieure, les parties inférieures des lignes d'amarrage étant destinées à être fixées en des points fixes subaquatiques (Pt1, Pt2, Pt3, Pt4), l'interface de liaison mécanique (Ln) étant adaptée pour permettre l'orientation du générateur d'électricité (1) vis-à-vis du système d'amarrage (S0) tout autour d'un axe principal d'orientation (Z-Z) défini par l'interface de liaison mécanique (Ln), l'interface de liaison mécanique et le générateur d'électricité formant un ensemble ayant une flottabilité positive telle que lorsque les parties inférieures des lignes d'amarrage sont attachées aux points fixes subaquatiques (Pt1, Pt2, Pt3, Pt4) et que ledit ensemble se trouve immergé, ledit ensemble à flottabilité positive s'étend au-dessus d'un plan de fond (F) passant par au moins trois desdits points fixes subaquatiques (Pt1, Pt2, Pt3, Pt4) et exerce des efforts de traction sur plusieurs desdites lignes d'amarrage (S31, S32, S33, S34), ladite interface de liaison mécanique (Ln) comporte une première partie (Ln1) à laquelle sont attachées lesdites parties supérieures des lignes d'amarrage (S31, S32, S33, S34) et une seconde partie (Ln2) orientable par rapport à la première partie (Ln1) tout autour dudit axe principal d'orientation (Z-Z), le générateur d'électricité (1) étant exclusivement attaché à la seconde partie orientable (Ln2), caractérisé en ce que le générateur d'électricité (1) comporte :

- un support de la membrane (2) fixé sur la seconde partie orientable (Ln2) de l'interface de liaison (Ln) de manière à réaliser ladite attache du générateur d'électricité (1) à ladite seconde partie orientable (Ln2) ;
- au moins une membrane (3) ayant un bord amont (3a) et un bord aval (3b), la membrane (3) étant attachée au support de la membrane (2) via au moins un système d'accroche (4) autorisant une orientation d'une

portion amont de la membrane par rapport audit support de membrane (2) autour d'au moins une direction transversale (Y-Y) de la membrane (3) qui est perpendiculaire à une direction longitudinale (D) de la membrane, la membrane étant adaptée à onduler selon la direction longitudinale (D) de la membrane (3) lorsqu'elle est plongée dans un écoulement (E) d'eau s'écoulant essentiellement du support de membrane (2) vers le bord aval (3b) de la membrane ;

le générateur d'électricité (1) comprenant au moins un module de génération d'électricité (5) fonctionnellement relié à ladite membrane (3) pour générer une tension électrique en réponse à un mouvement d'ondulation de la membrane (3) selon sa direction longitudinale (D), le générateur d'électricité (1) présentant une partie portée (30) qui est attachée au support de membrane (2) via le système d'accroche (4), cette partie portée (30) comportant au moins la membrane (3) et ledit au moins un module de génération d'électricité (5), la partie portée (30) ayant une masse volumique propre égale à 1000 Kg/m³ à plus ou moins 30%, ladite interface de liaison mécanique (Ln) et ledit support de membrane (2) forment ensemble une partie portante de masse volumique strictement inférieure à la masse volumique de la partie portée.

[Revendication 2] Système de génération d'électricité (0) selon la revendication 1, dans lequel le générateur d'électricité (1), comporte une pluralité de lames flexibles (9) et élastiques, chaque lame flexible (9) étant disposée entre une zone amont de la membrane (3a) et ledit support de la membrane (2) et étant agencée pour s'opposer au rapprochement de la membrane (3) vis-à-vis dudit support de la membrane (2) et les lames flexibles (9) exerçant ensemble un effort élastique de rappel du bord amont (3a) de membrane vers une position prédéfinie de repos par rapport au support de membrane (2).

[Revendication 3] Système de génération d'électricité (0) selon la revendication 2, dans lequel chaque lame flexible (9) de la pluralité de lames (9) a une première extrémité montée en encastrement vis-à-vis du support de membrane (2) et une seconde extrémité montée en encastrement vis-à-vis d'au moins une pièce de liaison (10) assujettie à la membrane (3) au niveau de la zone amont de la membrane.

[Revendication 4] Système de génération d'électricité (0) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, comportant en outre des moyens de limitation d'éloignement (61, 62) adaptés à limiter l'éloignement entre le bord

amont (3a) de la membrane et le bord aval (3b) de la membrane (3), ces moyens de limitation de l'éloignement (61, 62) étant agencés de manière que la distance d'éloignement mesurée en ligne droite entre le bord amont (3a) et le bord aval (3b) de la membrane (3) soit inférieure à la longueur la plus courte de la membrane (3) mesurée contre une face de la membrane, en suivant cette face, entre le bord amont (3a) et le bord aval (3b) de la membrane.

[Revendication 5]

Système de génération d'électricité (S0) selon la revendication 4, dans lequel les moyens de limitation de l'éloignement (61, 62) entre le bord amont de la membrane et le bord aval de la membrane comprennent des premier et second liens souples (61, 62), le premier lien souple (61) ayant une première extrémité attachée au support de membrane (2) et une seconde extrémité attachée à une première extrémité d'une traverse aval (7) qui s'étend parallèlement au bord aval de la membrane et la membrane étant fixée à cette traverse aval (7), ledit second lien souple ayant une première extrémité attachée au support de membrane (2) et une seconde extrémité attachée à une seconde extrémité de la traverse aval (7).

[Revendication 6]

Système de génération d'électricité (S0) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel le support (2) a la forme d'une aile ayant un bord d'attaque (2a) et un bord de fuite (2b) agencé pour générer un effort de portance de l'interface de liaison (Ln) croissant avec une vitesse d'écoulement de fluide autour du support (2) allant du bord d'attaque (2a) vers le bord de fuite (2b).

[Revendication 7]

Système de génération d'électricité (S0) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel chaque au moins un module de génération d'électricité (5) est relié fonctionnellement à la membrane (3), à distance d'une fibre neutre de la membrane (3) de manière que lorsque la membrane ondule selon sa direction longitudinale (D), des tensions électriques apparaissent aux bornes de bobinages de chaque au moins un module de génération d'électricité (5).

[Revendication 8]

Système de génération d'électricité (S0) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel l'interface de liaison mécanique (Ln) comprend une couronne d'orientation (Lnz) creuse en son centre et qui définit ledit axe principal d'orientation (Z-Z).

[Revendication 9]

Système de génération d'électricité (S0) selon la revendication 8, comprenant des éléments de transfert d'énergie électrique reliés électriquement, d'un côté audit au moins un module de génération

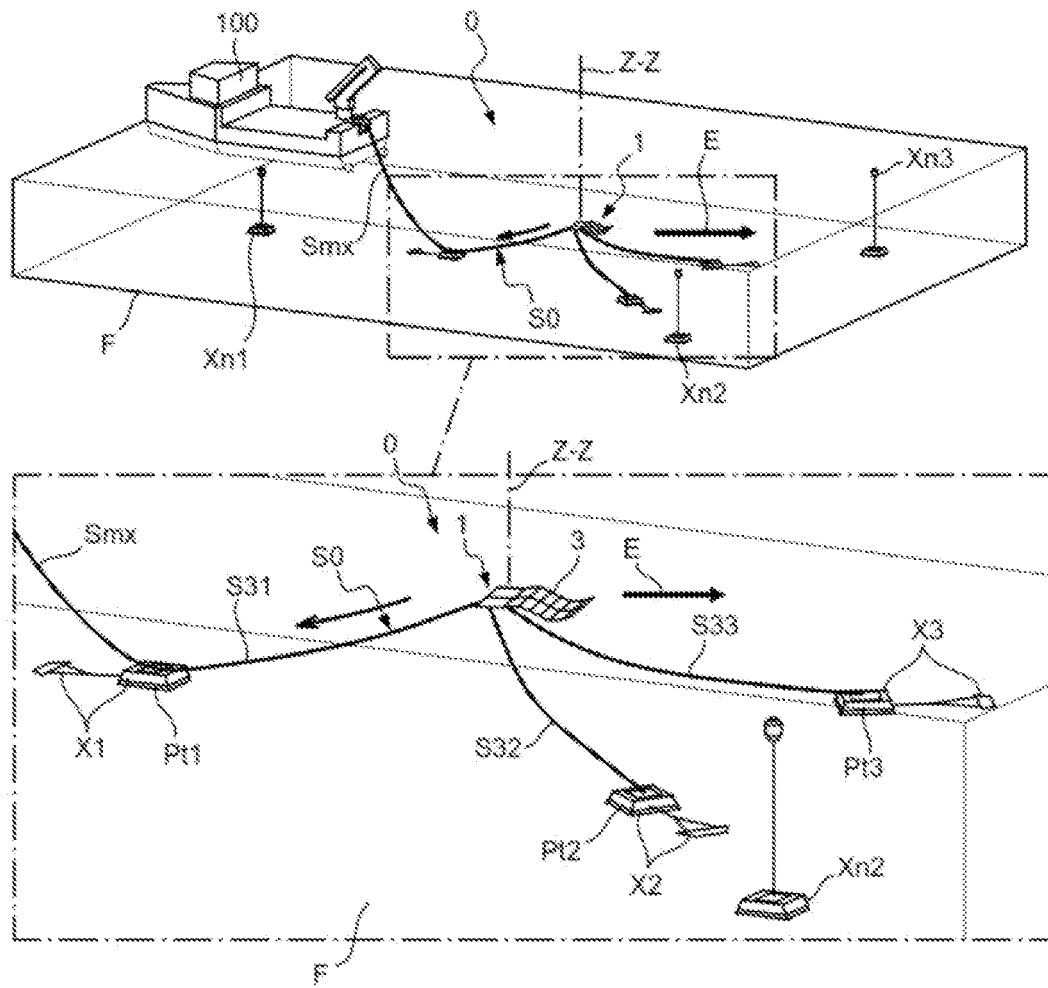
d'électricité (5) et d'un autre côté à une interface de liaison avec un réseau électrique externe au système de génération d'électricité (0), certains au moins de ces éléments de transfert d'énergie électrique passant au travers d'un passage creux traversant ladite couronne d'orientation (L_{nz}) en son centre.

- [Revendication 10] Système de génération d'électricité (S0) selon l'une quelconque des revendications 8 ou 9, dans lequel l'interface de liaison mécanique (L_n) comporte un plateau (Pt) depuis lequel s'étendent une pluralité de pieds rigides (P_{x1} , P_{x2} , P_{x3} , P_{x4}) allant en s'écartant les uns des autres en s'éloignant du plateau (Pt), chaque pied rigide étant fixe par rapport au plateau (Pt) et chacun de ces pieds ayant une extrémité distante du plateau, une première desdites lignes d'amarrage (S331) ayant sa partie supérieure attachée à l'extrémité distante d'un premier desdits pieds rigides, une deuxième desdites lignes d'amarrage (S32) ayant sa partie supérieure attachée à l'extrémité distante d'un deuxième desdits pieds rigides, une troisième desdites lignes d'amarrage (S33) ayant sa partie supérieure attachée à l'extrémité distante d'un troisième desdits pieds rigides.
- [Revendication 11] Système de génération d'électricité (S0) selon la revendication 10, dans lequel chacune des lignes d'amarrage s'étend en longueur selon un axe de ligne (X_{s1} , X_{s2} , X_{s3} , X_{s4}) qui lui est propre, ces axes de ligne se croisant en un point de croisement (P_{nx}) situé sur l'axe principal d'orientation.
- [Revendication 12] Système de génération d'électricité (S0) selon la revendication 11, dans lequel ledit point de croisement (P_{nx}) est placé entre des plans inférieur et supérieur parallèles entre eux, le plan supérieur étant défini contre une face supérieure dudit support de membrane (2) et le plan inférieur étant défini contre une face inférieure dudit support de membrane (2).
- [Revendication 13] Système de génération d'électricité (S0) selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, comportant également des lignes d'écartement ($Le1$, $Le2$, $Le3$, $Le4$), chaque ligne d'écartement donnée étant reliée à une paire de lignes d'amarrage correspondant à cette ligne d'écartement donnée de manière à définir une distance maximale d'éloignement entre les parties inférieures de cette une paire de lignes d'amarrage (S31, S32, S33, S34).
- [Revendication 14] Système de génération d'électricité (0) selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, dans lequel le système d'amarrage subaquatique (S0) et le générateur d'électricité (1) sont agencés pour que lorsque le

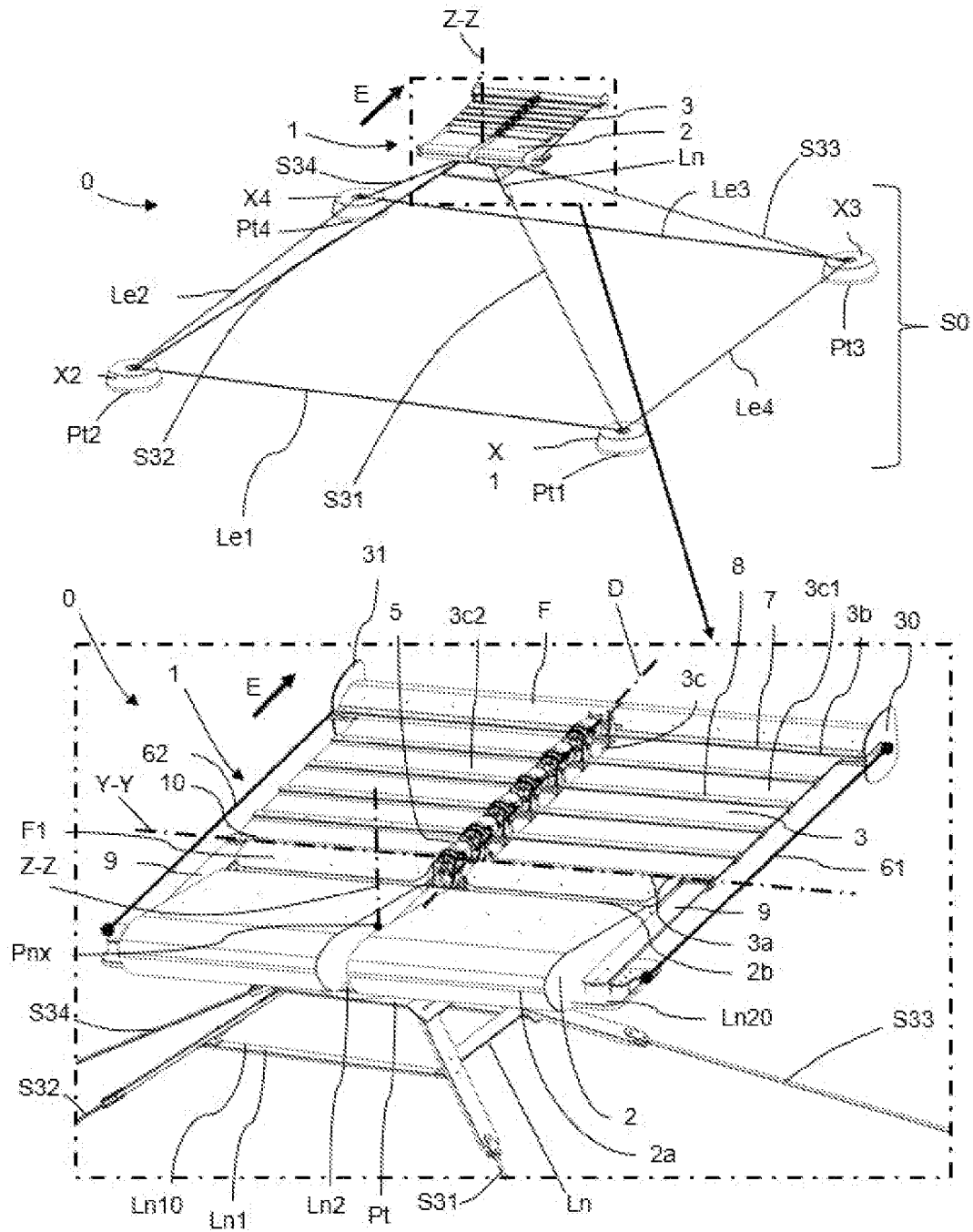
système de génération d'électricité (0) est plongé dans une colonne d'eau avec une vitesse d'écoulement d'eau dans la colonne inférieure à 0,5 m/s avec une orientation de la direction de l'écoulement (E) sensiblement horizontale à plus ou moins 5° d'angle près par rapport à un plan exactement horizontal alors ledit axe principal d'orientation (Z-Z) est perpendiculaire à la direction d'écoulement (E) à plus ou moins 20° d'angle près.

[Revendication 15] Ensemble comprenant un système de génération d'électricité (0) selon l'une quelconque des revendications 1 à 14 et des moyens d'ancrage (X1, X2, X3, X4) définissant chacun au moins un point fixe subaquatique (Pt1, Pt2, Pt3, Pt4), chaque partie inférieure d'une desdites lignes d'amarrage étant fixée sur l'un des points fixes subaquatiques (Pt1, Pt2, Pt3, Pt4) qui lui est associé.

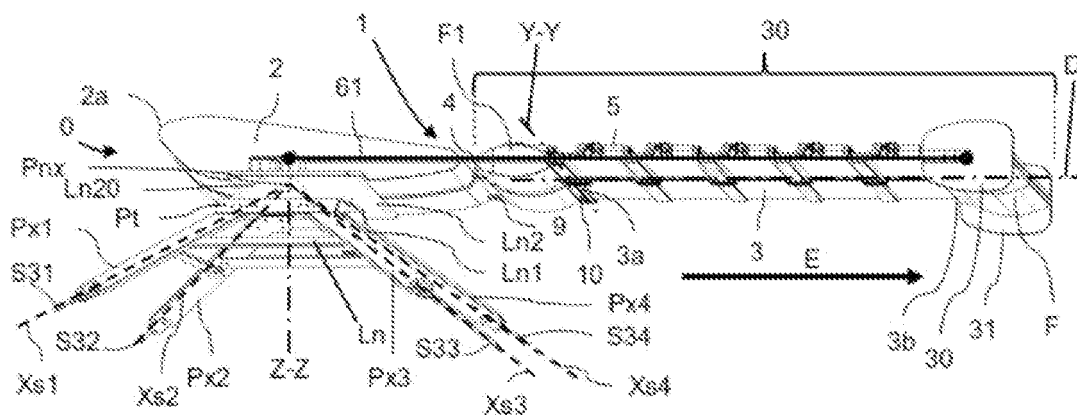
[Fig. 1]



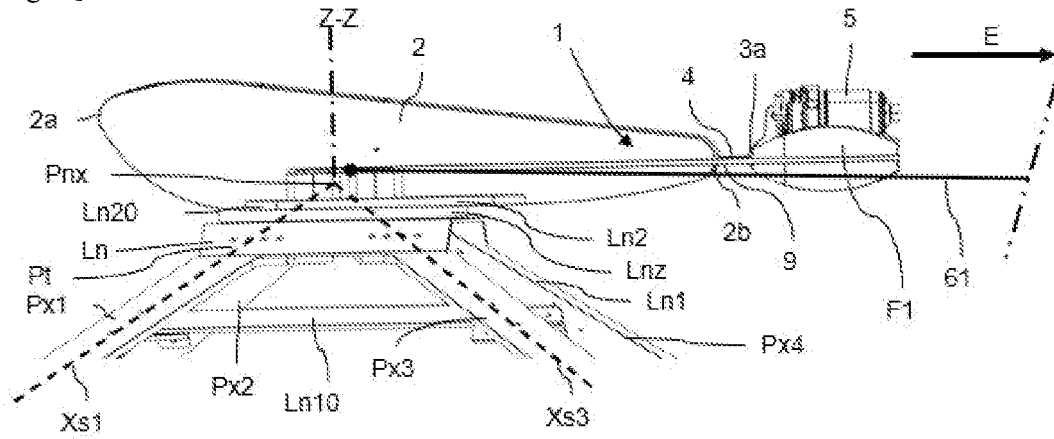
[Fig. 2]



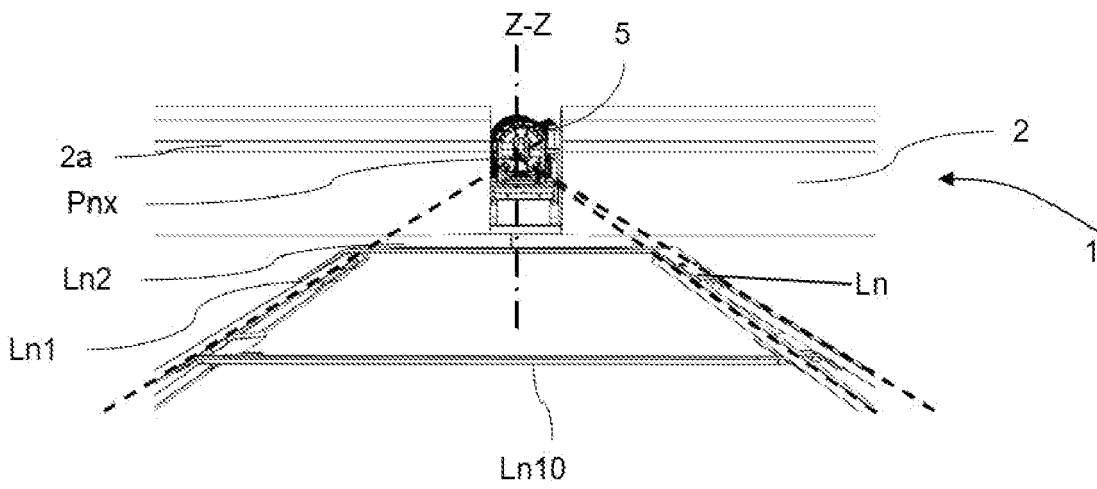
[Fig. 3]



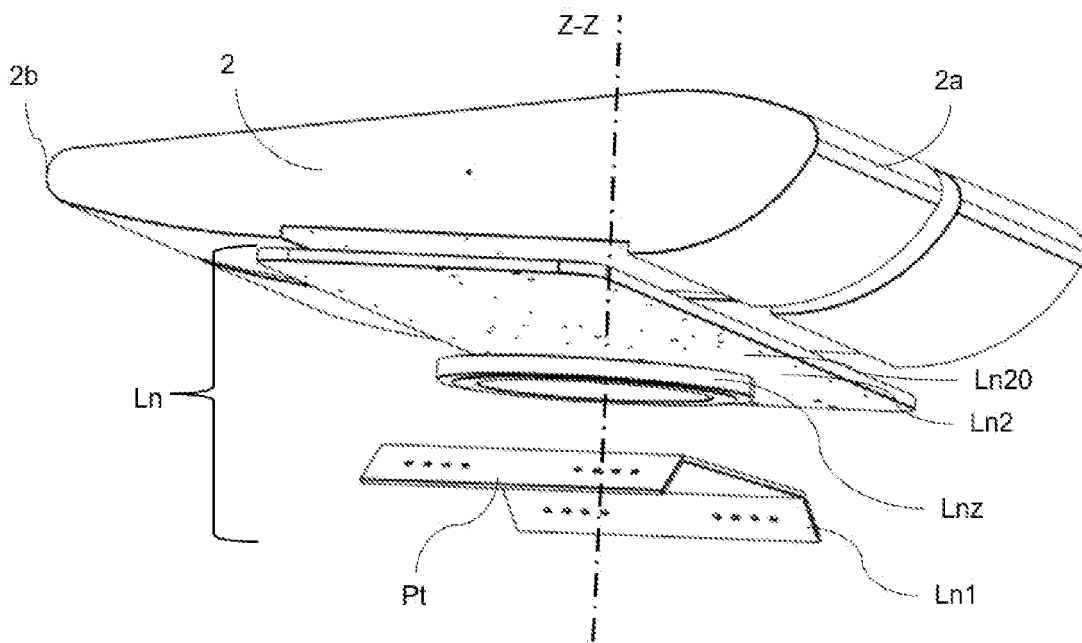
[Fig. 4]



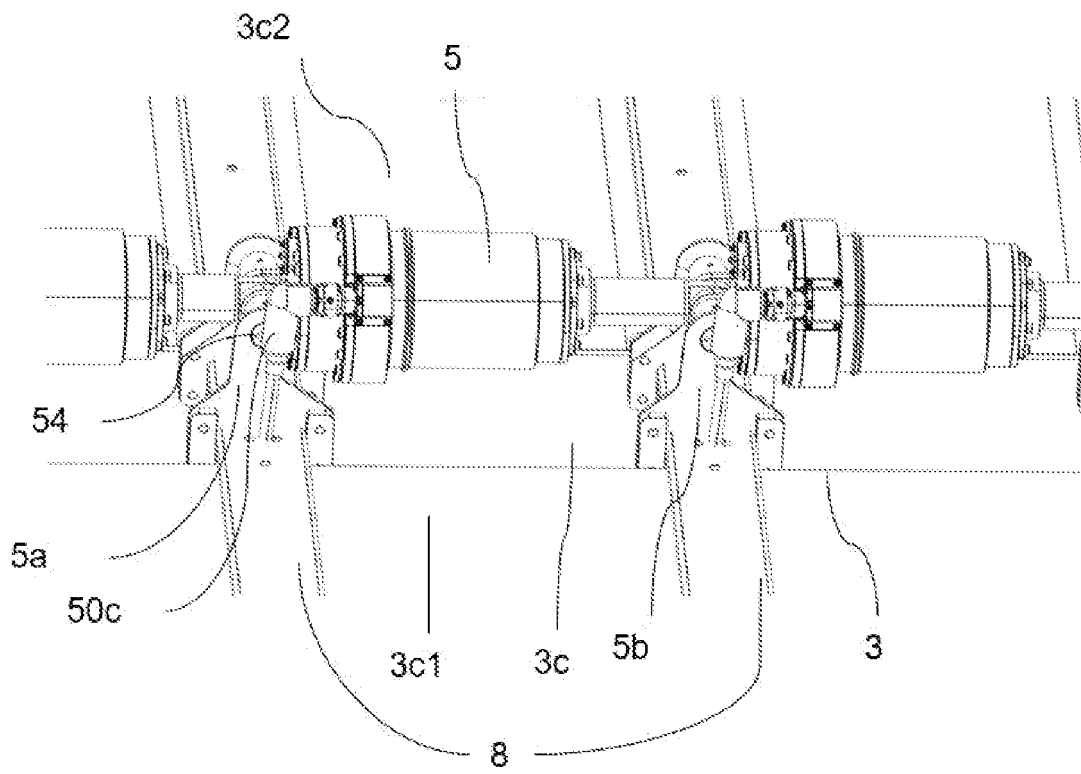
[Fig. 5]



[Fig. 6]



[Fig. 7]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

WO 2008/091172 A2 (PAUNOVIC NENAD [RS])
31 juillet 2008 (2008-07-31)

US 2017/356416 A1 (FAN ZHANFEI [US])
14 décembre 2017 (2017-12-14)

WO 2012/123465 A2 (DREVET JEAN BAPTISTE
[FR]) 20 septembre 2012 (2012-09-20)

EP 3 004 630 A1 (EEL ENERGY [FR])
13 avril 2016 (2016-04-13)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT