

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 31.03.23.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 04.10.24 Bulletin 24/40.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension : Polynésie-Fr

71 Demandeur(s) : GEPS TECHNO SAS — FR.

72 Inventeur(s) : LONGEROCHE Jean-Luc et MAGALDI
Philippe.

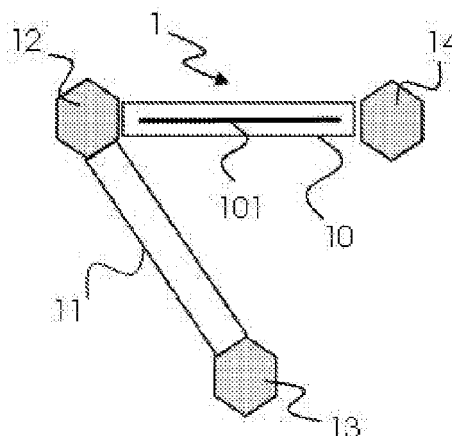
73 Titulaire(s) : GEPS TECHNO SAS.

74 Mandataire(s) : CABINET BENECH.

54 Dispositif houlomoteur.

57 L'invention a pour objet un dispositif de récupération de l'énergie de la houle comportant une structure (1) destinée à flotter et à être ancrée sur un fond marin, en utilisation, cette structure comprenant au moins une première et une deuxième paroi (10, 11), l'une d'elles (10) comprenant au moins une première ouverture et un premier volet (101) monté à l'intérieur de ladite au moins une première ouverture en étant mobile en rotation autour d'un premier axe, de façon à être apte à être déplacé en rotation autour dudit premier axe sous l'effet de la houle et générer, en fonctionnement, une énergie mécanique, deux parois adjacentes de la structure étant reliées ensemble par l'intermédiaire d'un flotteur (12) pour former une structure polygonale présentant un fond et une partie supérieure en vis-à-vis, dispositif dans lequel les première et deuxième parois sont non coplanaires, le dispositif comprenant également des moyens de conversion de l'énergie mécanique des volets en énergie électrique.

Fig. 1



Description

Titre de l'invention : Dispositif houlomoteur.

- [0001] La présente invention s'inscrit dans le domaine général des énergies renouvelables et plus particulièrement de la récupération de l'énergie de la houle sous forme électrique.
- [0002] Plus spécifiquement, l'invention est conçue pour permettre également, en plus de la récupération de l'énergie de la houle, la récupération de l'énergie du vent et/ou d'énergie solaire thermique et/ou photovoltaïque.
- [0003] Plusieurs dispositifs houlomoteurs ont déjà été proposés.
- [0004] Ainsi, le document FR2981992 décrit un dispositif de récupération de l'énergie de la houle qui comporte plusieurs compartiments remplis de liquide. La houle crée une différence de hauteur de liquide entre les compartiments et un écoulement de liquide d'un compartiment à un autre, cet écoulement entraînant une turbine.
- [0005] Ce dispositif est conçu pour flotter et peut donc être installé en pleine mer.
- [0006] Il présente néanmoins l'inconvénient d'être d'une conception complexe.
- [0007] Le document FR3102492 décrit un dispositif d'atténuation de la houle qui permet également de convertir l'énergie de la houle en énergie électrique.
- [0008] Ce dispositif comprend un volet mobile en rotation autour d'un axe et qui peut être déplacé en rotation dans deux sens de rotation opposés, sous l'effet de la houle. Le dispositif comprend un piston qui est entraîné en translation par la rotation du volet et qui est associé à une vanne de régulation du flux de fluide hydraulique déplacé par le piston de façon à entraîner une génératrice hydroélectrique.
- [0009] Ce dispositif est très efficace pour atténuer la houle, notamment grâce à la présence d'une paroi poreuse située en aval du volet par rapport à la direction de propagation de la houle mais il n'est pas conçu de manière privilégiée pour la récupération d'énergie. D'ailleurs, la distance fixe entre le volet et la jupe limite nécessairement cette récupération.
- [0010] D'autres systèmes sont en cours de développement, notamment des plateformes hybrides qui sont conçues pour récupérer l'énergie de la houle et pour supporter des éoliennes. L'ancrage de ces plateformes est complexe et coûteux. Elles doivent elles-mêmes être surdimensionnées pour résister aux conditions environnementales. A défaut, elles ne sont pas adaptées à un spectre de houle très large.
- [0011] L'invention a pour objet de pallier ces inconvénients en proposant un dispositif de récupération de l'énergie de la houle dont la structure est simple, modulaire et robuste et dont le rendement peut être facilement optimisé. Ce dispositif sera par la suite dénommé dispositif houlomoteur.
- [0012] Un autre objet de l'invention est de fournir un dispositif houlomoteur pouvant servir de structure de support à d'autres systèmes de récupération d'énergie, tels que des

éoliennes ou des panneaux photovoltaïques.

- [0013] À cette fin, un objet de l'invention est de proposer un dispositif de récupération de la houle comportant une structure destinée à flotter et à être ancrée sur un fond marin, en utilisation, cette structure comprenant au moins une première et une deuxième paroi, l'une d'elles comprenant au moins une première ouverture et un premier volet monté à l'intérieur de ladite au moins une première ouverture en étant mobile en rotation autour d'un premier axe, de façon à être apte à être déplacé en rotation autour dudit premier axe sous l'effet de la houle et générer, en fonctionnement, une énergie mécanique, deux parois adjacentes de la structure étant reliées ensemble par l'intermédiaire d'un flotteur pour former une structure polygonale présentant un fond et une partie supérieure en vis-à-vis, dispositif dans lequel les première et deuxième parois sont non coplanaires, le dispositif comprenant également des moyens de conversion de l'énergie mécanique des volets en énergie électrique.
- [0014] Selon des formes de réalisation particulières :
- [0015] La deuxième paroi de ce dispositif de récupération de la houle comprend au moins une deuxième ouverture et un deuxième volet monté à l'intérieur de la deuxième ouverture en étant mobile en rotation autour d'un deuxième axe.
- [0016] L'axe d'un volet du présent dispositif est sensiblement parallèle audit fond.
- [0017] Les moyens de conversion du dispositif selon l'invention comprennent, relié à chacun des volets de la structure, au moins un piston entraîné en translation par ledit volet.
- [0018] Le fond du dispositif selon l'invention est partiellement fermé.
- [0019] La structure du dispositif selon l'invention comporte au moins trois parois reliées entre elles de façon à former une ceinture extérieure, ladite structure étant fermée.
- [0020] Au moins l'une desdites parois du dispositif selon l'invention est pleine.
- [0021] Ladite structure comporte au moins cinq parois reliées entre elles, au moins quatre d'entre elles formant une ceinture extérieure et au moins l'une d'entre elles étant placée à l'intérieur de ladite ceinture.
- [0022] Ladite structure supporte au moins une éolienne et/ou une centrale photovoltaïque.
- [0023] Au moins un flotteur de ladite structure et/ou au moins une paroi pourvue d'un volet de ladite structure comporte(nt) un caisson élargi du côté du fond de ladite structure.
- [0024] Au moins un des volets de ladite structure présente une forme générale concave, la concavité étant tournée vers l'intérieur de ladite structure.
- [0025] D'autres caractéristiques de l'invention seront énoncées dans la description détaillée ci-après, faite en référence aux figures annexées, données à titre d'exemple, et qui représentent respectivement :
- [0026] [Fig.1], une vue schématique de dessus d'un premier mode de réalisation d'un dispositif houlomoteur selon l'invention, dont la structure comprend deux parois ;

- [0027] [Fig.2], une vue schématique de face d'une paroi du dispositif houlomoteur de la [Fig.1] ;
- [0028] [Fig.3], une vue schématique de dessus d'un deuxième mode réalisation d'un dispositif houlomoteur selon l'invention, comprenant trois parois disposées selon un triangle ;
- [0029] [Fig.4], une vue schématique de dessus d'un troisième mode de réalisation d'un dispositif houlomoteur selon l'invention, comprenant neuf parois formant une structure générale en triangle ;
- [0030] [Fig.5], une vue schématique de dessus d'un quatrième mode de réalisation d'un dispositif houlomoteur selon l'invention, comprenant quatre parois disposées selon un carré ;
- [0031] [Fig.6], une vue schématique de dessus d'un cinquième mode de réalisation d'un dispositif houlomoteur selon l'invention, comprenant neuf parois formant une structure générale en hexagone qui supporte des éoliennes ;
- [0032] [Fig.7], une vue schématique latérale selon la flèche VI du dispositif illustré à la [Fig.6] ;
- [0033] [Fig.8], une vue schématique de dessus en perspective d'un sixième mode de réalisation d'un dispositif houlomoteur selon l'invention, comprenant douze parois disposées selon un polygone ;
- [0034] [Fig.9], une vue schématique du dispositif houlomoteur illustrant les moyens de conversion de l'énergie ;
- [0035] [Fig.10],
- [0036] [Fig.11], et
- [0037] [Fig.12], illustrent vues de côté différentes variantes de réalisation du volet ;
- [0038] [Fig.13],
- [0039] [Fig.14],
- [0040] [Fig.15],
- [0041] [Fig.16],
- [0042] [Fig.17], illustrent vues de côté différentes variantes de réalisation du ou des pistons des moyens de conversion de l'énergie ;
- [0043] [Fig.18], une vue schématique de côté d'une variante de la paroi de la structure d'un dispositif houlomoteur selon l'invention.
- [0044] Dans ce qui suit, les mêmes éléments seront désignés par les mêmes numéros de référence.
- [0045] En référence aux figures 1 et 2, dans ce premier mode de réalisation, la structure 1 du dispositif houlomoteur comporte deux parois 10, 11 reliées entre elles par un flotteur 12. Ces deux parois font entre elles un angle non nul ou encore, sont non coplanaires.
- [0046] Dans cet exemple, la structure comporte également un flotteur 13 fixé à l'extrémité

libre de la paroi 10, opposée au flotteur 12, ainsi qu'un flotteur 14 fixé à l'extrémité libre de la paroi 11, opposée au flotteur 12. Cette réalisation est préférée mais ces deux flotteurs 13 et 14 pourraient néanmoins être omis.

- [0047] Cette structure présente donc un fond 15 et une partie supérieure 16. Cette dernière peut être ouverte ou fermée. Par ailleurs, le fond 15 est de préférence partiellement fermé, par exemple par des plaques (non illustrées sur les figures). Ces plaques ont un effet anti-pilonnement.
- [0048] La paroi 10 comporte une ouverture 100, tandis que la paroi 11 est pleine. Dans l'ouverture 100 est monté un volet 101, mobile en rotation autour d'un axe 102 qui est dans le plan de la paroi 11, sensiblement parallèle au fond de la structure ou encore sensiblement horizontal lorsque la structure 1 est posée sur un support plan. Cette orientation présente l'avantage de permettre le rappel du volet grâce à l'action de la gravité.
- [0049] L'ouverture 100 présente ici une forme rectangulaire mais d'autres formes peuvent être envisagées, comme celle illustrée à la [Fig.7].
- [0050] Le volet 101 présente ici la forme d'une plaque plane rectangulaire. D'autres formes peuvent être envisagées, notamment pour tenir compte de la forme de l'ouverture de la plaque. Par ailleurs, d'autres profils sont illustrés aux figures 10 à 12.
- [0051] La [Fig.2] montre que les flotteurs 12 et 13 sont munis, du côté du fond 15, d'un caisson 17, 18 dont la section est plus large que celle des flotteurs et dont la hauteur est inférieure à cette section. Chaque caisson élargit donc la base d'un flotteur et contribue à réduire l'effet de pilonnement. L'invention n'est cependant pas limitée à ce mode de réalisation et ces caissons pourraient être omis.
- [0052] La [Fig.3] illustre un deuxième mode de réalisation dans lequel la structure 2 du dispositif houlomoteur comporte trois parois 20, 21, 22 reliées entre elles par trois flotteurs 23, 24, 25. Ces trois parois sont non coplanaires et font entre elles, deux à deux, un angle non nul. Dans cet exemple, les parois sont sensiblement identiques, la structure 2 présente donc la forme d'un triangle équilatéral et cet angle est de 60°.
- [0053] Cette structure 2 présente un fond et une partie supérieure (non référencés sur la figure).
- [0054] Les parois 20 et 21 comportent chacune une ouverture (non référencée sur la figure), tandis que la paroi 22 est pleine. Dans chacune des ouvertures est prévu un volet 201, 211, mobile en rotation autour d'un axe (non référencé sur la figure) qui s'étend dans le plan de la paroi dans laquelle il est prévu et qui est sensiblement parallèle au fond de la structure ou encore sensiblement horizontal lorsque la structure 2 est posée sur un support plan.
- [0055] Cette structure forme une ceinture extérieure, c'est-à-dire une structure fermée, contrairement à la structure 1 illustrée à la [Fig.1] qui est une structure ouverte. De ce

fait, comme cela sera expliqué plus en détail dans la suite de la description, une résonnance peut être obtenue à l'intérieur de cette structure fermée.

- [0056] Ce deuxième mode de réalisation comporte également des variantes. Ainsi, la paroi 22 pourrait comporter une ouverture munie d'un volet et /ou être pleine.
- [0057] Dans le troisième mode de réalisation illustré à la [Fig.4], la structure 3 du dispositif houlomoteur comporte neuf parois 30 à 38 reliées entre elles par six flotteurs 39a à 39f. Ces neuf parois sont non coplanaires et font entre elles, deux à deux, un angle non nul.
- [0058] Cette structure 3 présente un fond et une partie supérieure (non référencés sur la figure).
- [0059] Les six parois 30 à 35 sont reliées entre elles par l'ensemble des flotteurs de façon à former une ceinture extérieure présentant la forme d'un triangle. Dans cet exemple, les parois sont sensiblement identiques et chaque face du triangle comporte deux parois, la ceinture extérieure présentant donc la forme d'un triangle équilatéral et la structure 3 est fermée.
- [0060] Ainsi, les parois 30, 31, respectivement 32, 33, respectivement 34, 35 sont coplanaires. En revanche, les parois 30, 31 font un angle non nul avec respectivement les parois 32, 33 et 34, 35. Cet angle est ici de 60°.
- [0061] Chacune des six parois 30 à 35 comporte une ouverture (non référencée sur la figure) dans laquelle est monté un volet 301 à 351, mobile en rotation autour d'un axe (non référencé sur la figure) qui s'étend dans le plan de la paroi dans laquelle il est prévu et qui est sensiblement parallèle au fond de la structure ou encore sensiblement horizontal lorsque la structure 3 est posée sur un support plan.
- [0062] A l'intérieur de cette ceinture extérieure, sont prévues les trois autres parois 36 à 38 qui sont reliées entre elles par l'intermédiaire des flotteurs 39b, 39d et 39f. Ces trois parois 36 à 38 sont non coplanaires et font entre elles, deux à deux, un angle non nul. Dans cet exemple, les parois sont sensiblement identiques, elles forment donc un triangle équilatéral et cet angle est de 60°.
- [0063] Ces trois parois 36 à 38 sont pleines.
- [0064] Ce troisième mode de réalisation comporte également des variantes. Ainsi, une ou plusieurs des parois 36 à 38 pourrai(en)t comporter une ouverture munie ou non d'un volet et /ou une ou plusieurs des parois 30 à 35 pourrai(en)t être dépourvues de volet ou pleines.
- [0065] La [Fig.5] illustre un quatrième mode de réalisation dans lequel la structure 4 du dispositif houlomoteur comporte quatre parois 40 à 43 reliées entre elles par quatre flotteurs 44 à 47 de façon à former une ceinture extérieure. Ces quatre parois sont non coplanaires et font entre elles, deux à deux, un angle non nul. Dans cet exemple, les parois sont sensiblement identiques, la structure 4 présente la forme d'un carré et cet angle est de 90°. Il s'agit là encore d'une structure fermée.

- [0066] Cette structure 4 présente un fond et une partie supérieure (non référencés sur la figure).
- [0067] Chacune des parois 40 et 42 en vis-à-vis comporte une ouverture (non référencée sur la figure) dans laquelle est monté un volet 401 et 421, mobile en rotation autour d'un axe (non référencé sur la figure) qui s'étend dans le plan de la paroi dans laquelle il est prévu et qui est sensiblement parallèle au fond de la structure ou encore sensiblement horizontal lorsque la structure 4 est posée sur un support plan.
- [0068] Chacune des parois 41 et 43 en vis-à-vis sont pleines.
- [0069] Ce quatrième mode de réalisation comporte également des variantes. Ainsi, une des parois 40, 42 pourrait être dépourvue de volet ou pleine. Par ailleurs, une des parois 41, 43 ou les deux pourrai(en)t comporter une ouverture munie ou non d'un volet. Enfin, une autre paroi (non illustrée sur la figure) pourrait être fixée entre les flotteurs 45 et 47 et être donc placée à l'intérieur de la ceinture extérieure.
- [0070] Les figures 6 et 7 illustrent un cinquième mode de réalisation dans lequel la structure 5 du dispositif houlomoteur comporte dix parois 50 à 59 reliées entre elles par sept flotteurs 60 à 66. Ces dix parois sont non coplanaires et font entre elles, deux à deux, un angle non nul.
- [0071] Cette structure 5 présente un fond 66 et une partie supérieure 67. Les six parois 50 à 55 sont reliées entre elles par les flotteurs 60 à 65 de façon à former une ceinture extérieure présentant la forme d'un hexagone régulier, les parois étant sensiblement identiques. L'angle interne entre deux parois adjacentes de la ceinture extérieure est d'environ 120°.
- [0072] A l'intérieur de cette ceinture extérieure, sont prévues les quatre autres parois 56 à 59 qui sont reliées entre elles par l'intermédiaire du flotteur 66 et à la ceinture extérieure par l'intermédiaire d'un des flotteurs 60 à 65. La structure 5 est une structure fermée. Ces quatre parois 56 à 59 sont non coplanaires et font entre elles, deux à deux, un angle non nul. Dans cet exemple, toutes les parois sont sensiblement identiques et l'angle entre deux parois adjacentes de la structure est de 60°.
- [0073] Chacune des dix parois 50 à 59 comporte une ouverture. Seuls les ouvertures 520 à 540 des parois 52 à 54 et les axes de rotation 522 à 542 des volets 521 à 541 sont illustrés sur la [Fig.7]. Dans chaque ouverture, est monté un volet 501 à 591, mobile en rotation autour d'un axe (non référencé sur la [Fig.6]) qui est sensiblement parallèle au fond de la structure ou encore sensiblement horizontal lorsque la structure 5 est posée sur un support plan. Chaque axe s'étend dans le plan de la paroi dans laquelle il est prévu. Par ailleurs, la [Fig.7] montre que les axes sont situés dans un même plan sensiblement horizontal lorsque la structure 5 est posée sur un support plan.
- [0074] La [Fig.7] montre que les flotteurs 62 à 65 sont munis, du côté du fond 60, d'un caisson 62a à 65a dont la section est plus large que celle des flotteurs et dont la hauteur

est inférieure à cette section. Chaque caisson élargit donc la base d'un flotteur et contribue à réduire l'effet de pilonnement. L'invention n'est cependant pas limitée à ce mode de réalisation et ces caissons pourraient être omis.

- [0075] Les ouvertures 520 à 540 présentent ici la forme d'un hexagone irrégulier mais d'autres formes pourraient être envisagées. Chaque volet se présente sous la forme d'une plaque plane dont le contour est adapté à celui de l'ouverture.
- [0076] Ce cinquième mode de réalisation comporte également des variantes. Ainsi, une ou plusieurs des parois 50 à 59 pourrai(en)t être dépourvue(s) de volet ou pleines.
- [0077] Dans ce mode de réalisation, le dispositif houlomoteur supporte, sur la partie supérieure 67 de la structure 5, des éoliennes. En pratique, chaque éolienne 600 à 660 est fixée sur un flotteur de la structure 5.
- [0078] Les éoliennes illustrées sur les figures 6 et 7 sont des éoliennes à axe vertical décrites dans le document EP3426917. Par rapport à des éoliennes à axe horizontal, elles présentent l'avantage de voir leur performance non dégradée malgré les mouvements des flotteurs et ce, jusqu'à des angles de gîte/tangage allant jusqu'à 10°. L'utilisation de telles éoliennes permet donc de réduire les dimensions et le poids des flotteurs et donc les efforts d'ancrage.
- [0079] La [Fig.8] illustre un sixième mode de réalisation dans lequel la structure 7 du dispositif houlomoteur comporte douze parois 700 à 711 reliées entre elles, deux à deux, par douze flotteurs 712 à 723 pour former une ceinture extérieure polygonale. La structure 7 est là encore une structure fermée. Ces douze parois sont non coplanaires et font entre elles, deux à deux, un angle non nul. Dans cet exemple, les parois sont sensiblement identiques, et cet angle est de 150°.
- [0080] Cette structure 7 présente un fond et une partie supérieure (non référencés sur la figure).
- [0081] Chacune des douze parois 700 à 711 comporte une ouverture (non illustrée sur la figure). Dans chaque ouverture, est monté un volet 730 à 741, mobile en rotation autour d'un axe (non référencé sur la figure) qui s'étend dans le plan de la paroi dans laquelle il est prévu et qui est sensiblement parallèle au fond de la structure ou encore sensiblement horizontal lorsque la structure 7 est posée sur un support plan.
- [0082] Ce sixième mode de réalisation comporte également des variantes. Ainsi, une ou plusieurs des parois 700 à 711 pourrai(en)t être dépourvue(s) de volet ou pleines.
- [0083] Le fonctionnement du dispositif houlomoteur selon l'invention va maintenant être décrit en référence à la [Fig.9]. Cette description est centrée sur le dispositif illustré à la [Fig.2] mais elle peut être transposée à tous les dispositifs décrits.
- [0084] Il convient tout d'abord de préciser qu'en fonctionnement, les flotteurs sont ancrés sur le fond de la mer par des ancres, des corps-morts ou tout autre système relié par des lignes textiles et/des chaînes.

- [0085] Par ailleurs, chaque structure est dimensionnée pour qu'en fonctionnement, chaque volet soit de préférence immergé aux $\frac{3}{4}$ environ.
- [0086] La houle provoque ainsi un mouvement de rotation alternatif de chaque volet 201, 211 de la structure autour de son axe. En effet, chaque volet se comporte comme une barrière mobile qui crée une différence de hauteur d'eau entre l'amont et l'aval du volet et donc une pression différentielle sur la hauteur du volet. Cette pression crée elle-même une force qui génère un moment autour de l'axe de rotation du volet et engendre une vitesse angulaire, donc une énergie mécanique.
- [0087] La [Fig.9] illustre un exemple de moyens 8 de conversion de l'énergie mécanique du volet 201. Ces moyens peuvent être prévu pour chaque volet, par exemple le volet 201 de la structure 2, ou partiellement mutualisés.
- [0088] Ces moyens 8 comprennent ici un piston 80 entraîné en translation par la rotation du volet 201, par exemple par l'intermédiaire d'une bielle 81 qui relie le piston au volet. Le piston se déplace à l'intérieur d'un cylindre 82 qui s'étend verticalement (ou encore dans le plan du volet au repos). Dans ce mode de réalisation, la bielle 81 relie verticalement le piston 80 au volet 201 au repos, c'est-à-dire que, dans cette position de repos où le volet 201 est vertical, la bielle 81 est alignée avec le piston 80 et se trouve dans le plan du volet 201.
- [0089] D'autres modes de réalisation seront décrits en référence aux figures 13 à 17.
- [0090] Le piston est associé à une vanne de régulation 83 qui régule le flux de fluide hydraulique déplacé par le piston vers des réservoirs basse et haute pression 84, 85 de façon à générer un flux entraînant une génératrice hydroélectrique 86 par différence de pression. Les réservoirs et la génératrice sont reliés par un circuit hydraulique. La génératrice hydroélectrique 86 comprend une turbine hydraulique 86a reliée à une génératrice électrique 86b qui transforme le couple et la rotation en électricité. Le courant électrique produit par la génératrice est ensuite transporté à terre jusque vers un réseau électrique 87 ou des moyens de stockage (non illustrés). Il peut également être consommé sur place, notamment lorsque le dispositif est intégré à une plateforme offshore.
- [0091] Les moyens de conversion comprennent également des moyens de régulation 88 qui sont aptes à réguler la puissance électrique ou la tension générée par la génératrice 86 en fonction de l'énergie cinétique de la houle et donc de la rotation du volet. Grâce à cette régulation, l'énergie extraite par la génératrice freine la turbine hydraulique, ce qui augmente la pression dans le circuit hydraulique et ralentit les pistons et donc freine le volet. Cette régulation permet notamment d'optimiser la récupération d'énergie en fonction de l'état de mer.
- [0092] La structure 2 illustrée à la [Fig.3] étant une structure fermée, un phénomène de résonance peut se produire à l'intérieur de la structure, en y produisant une aug-

mentation des amplitudes de la surface libre de la mer. Ceci permet d'optimiser la récupération d'énergie. Il en est de même pour les dispositifs illustrés aux 4 à 8.

[0093] Pour obtenir une telle résonnance, il est préférable que la structure du dispositif comporte des parois pleines ou pourvues d'un volet sur sa ceinture extérieure, les parois comportant une ouverture dépourvue de volet étant plutôt prévues à l'intérieur de cette ceinture (si de telles parois sont présentes).

[0094] On note par ailleurs que les dispositifs houlomoteurs selon l'invention permettent une récupération multidirectionnelle de la houle, tout en étant dans une position fixe, ce qui permet également d'optimiser la récupération d'énergie tout en évitant la présence de connecteurs complexes entre les câbles d'export et le dispositif.

[0095] De façon générale, dans tous les modes de réalisation, la partie supérieure de la structure du dispositif houlomoteur peut être ouverte ou fermée. Par ailleurs, le fond est de préférence partiellement fermé, par exemple par des plaques (non illustrées sur les figures) qui ont un effet anti-pilonnement.

[0096] A titre illustratif, la longueur d'une paroi du dispositif est avantageusement comprise entre 20 et 100 mètres. C'est pourquoi la structure et notamment ses parois, peuvent être conçues pour intégrer les moyens de conversion de l'énergie, les moyens de stockage de l'énergie et également les différents moyens associés aux éoliennes lorsque celles-ci sont prévues.

[0097] La présente invention ne doit pas être limitée par les modes de réalisation décrits, y compris ceux représentés dans les dessins ou illustrés dans les spécifications, qui sont donnés à titre d'exemple ou d'illustration et non de limitation.

[0098] Les flotteurs peuvent être réalisés en métal, en fibres composites, en béton ou tout autre matériau adapté à leurs fonctions et contraintes.

[0099] D'autres variantes de l'invention peuvent encore être envisagées.

[0100] Ainsi, une paroi peut comporter plusieurs ouvertures et non une seule ouverture, chacune d'elles étant munie d'un volet.

[0101] Par ailleurs, l'axe de rotation d'un volet pourrait présenter une autre orientation que celle précédemment décrite, par exemple perpendiculaire au fond.

[0102] Les flotteurs présentent de préférence une forme de pile, et notamment la forme d'un cylindre de section ronde polygonale ou elliptique. L'invention n'est cependant pas limitée à ce mode de réalisation et d'autres formes de flotteur pourraient être envisagées.

[0103] Les flotteurs peuvent ou non être munis d'un caisson élargissant leur base, comme décrit en référence à la [Fig.2] ou 7.

[0104] Par ailleurs, comme l'illustre la [Fig.18], une paroi quelconque de la structure, par exemple la paroi 10, peut également comporter, du côté du fond de la structure, un caisson 103 dont la section est plus large que celle de la paroi et dont la hauteur est in-

férieure à cette section. Chaque caisson élargit donc la base d'une paroi et contribue à réduire l'effet de pilonnement.

- [0105] Un volet peut être réalisé dans tout matériau adapté à une utilisation en mer, dont la densité est strictement supérieure à 1. La densité est ici définie comme le ratio entre la masse volumique du matériau et la masse volumique de l'eau de mer. De façon préférée, la densité est également inférieure à 5.
- [0106] Un volet du dispositif houlomoteur n'est pas nécessairement une plaque plane. Il peut présenter une forme concave telle qu'illustrée sur les figures 10 à 12. Le volet 800 illustré à la [Fig.10] présente en vue de côté la forme d'un quart d'ellipse. Celui 801 illustré à la [Fig.11] présente en vue de côté la forme d'une demi-ellipse, tandis que celui 802 illustré à la [Fig.12] présente en vue de côté la forme d'une cuillère. D'autres formes concaves pourraient encore être envisagées.
- [0107] Dans tous les cas, le volet est monté dans la structure du dispositif houlomoteur de telle sorte que la concavité est tournée vers l'intérieur de la structure ou encore du côté aval de la houle. Ces formes particulières permettent d'augmenter la quantité d'énergie récupérée depuis la houle.
- [0108] Le dispositif houlomoteur peut également servir de support à d'autres types d'éoliennes, à une centrale photovoltaïque offshore ou à tout autre application en mer nécessitant une grande surface et d'énergie pour fonctionner.
- [0109] Le piston des moyens de conversion de l'énergie de la houle peut prendre des formes différentes qui sont illustrées sur les figures 13 à 17.
- [0110] Ainsi, toujours en référence au volet 201 de la structure 2, la [Fig.13] montre que le volet 201 est relié à deux pistons 90, 91 qui coulissent chacun dans un cylindre 90a, 91a s'étendant verticalement (ou encore dans un plan parallèle à celui du volet), la liaison entre le volet et chaque piston étant obtenue par l'intermédiaire d'une bielle 90b, 91b. Dans ce mode de réalisation, chaque bielle 90b, 91b relie horizontalement chaque piston 90, 91 au volet 201 au repos, c'est-à-dire que, dans cette position de repos où le volet 201 est vertical, chaque bielle 90b, 91b est perpendiculaire à un piston 90, 91 et au plan du volet 201.
- [0111] La [Fig.14] illustre un piston 92 coulissant dans un cylindre 92a s'étendant horizontalement (ou encore perpendiculairement au volet 201), la liaison entre le volet et le piston étant obtenue par l'intermédiaire d'une bielle 92b. Dans ce mode de réalisation, la bielle 92b relie le piston 92 au volet 201, de telle sorte que, dans la position de repos où le volet 201 est vertical, la bielle 81 est perpendiculaire au piston 92 et se trouve dans le plan du volet 201.
- [0112] La [Fig.15] illustre un piston 93 coulissant dans un cylindre 93a s'étendant verticalement, la liaison entre le volet et le piston étant obtenue par l'intermédiaire d'une bielle 93b. Dans ce mode de réalisation, la bielle 93b relie le piston 93 au volet 201, de

telle sorte que, dans la position de repos où le volet 201 est vertical, la bielle 81 est perpendiculaire au piston 93 et au plan du volet 201.

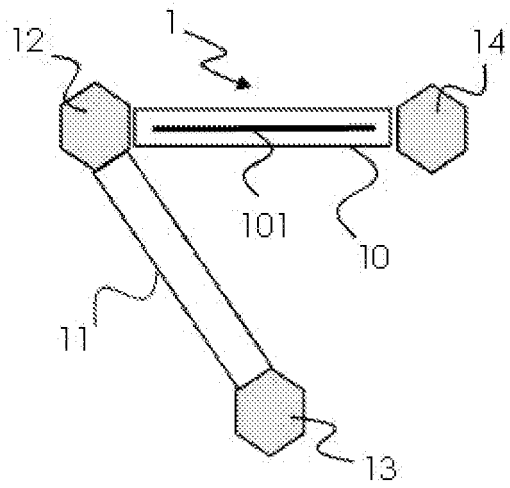
- [0113] La [Fig.16] illustre le volet 201 relié à deux pistons 94 et 95 qui coulissent chacun dans un cylindre 94a, 95a s'étendant de façon inclinée et symétrique par rapport au plan défini par le volet 201, l'angle entre chaque piston et ce plan étant un angle aigu. La liaison entre le volet et chaque piston est obtenue par l'intermédiaire d'une seule bielle 98.
- [0114] La [Fig.17] illustre le volet 201 relié à deux pistons 96 et 97 qui coulissent chacun dans un cylindre 96a, 97a s'étendant de façon inclinée et symétrique par rapport au plan défini par le volet 201, l'angle entre chaque piston et ce plan étant un angle obtus. La liaison entre le volet et chaque piston étant obtenue par l'intermédiaire d'une seule bielle 99.

Revendications

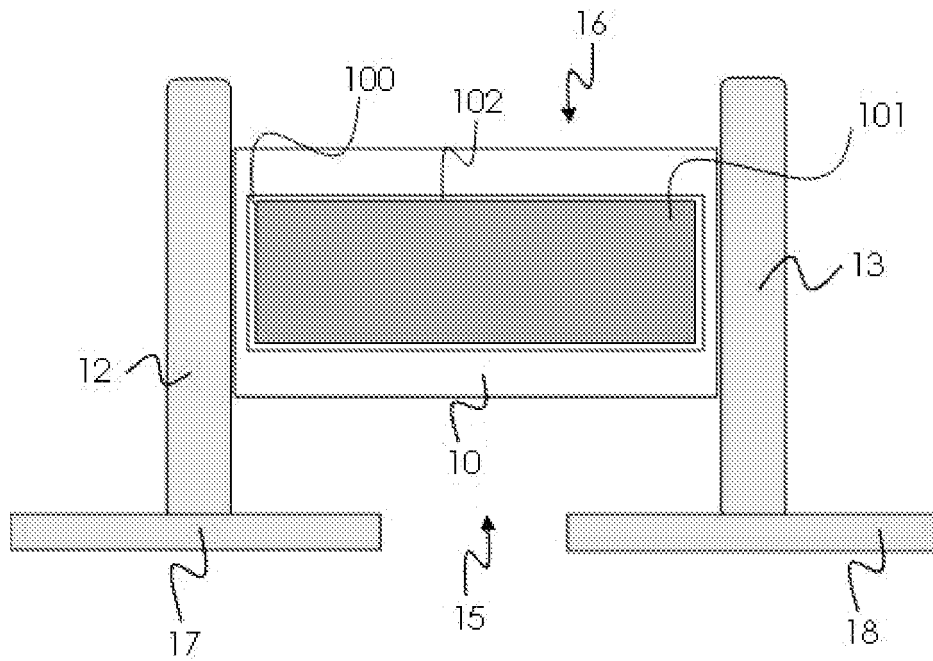
- [Revendication 1] Dispositif de récupération de l'énergie de la houle comportant une structure (1, 2, 3, 4, 5, 7) destinée à flotter et à être ancrée sur un fond marin, en utilisation, cette structure comprenant au moins une première et une deuxième paroi (10,11 ; 20, 21, 22 ; 30 à 38 ; 40 à 43 ; 50 à 59 ; 700 à 711), l'une d'elles (10 ; 20,21 ; 30 à 35 ; 40,42 ; 50 à 59 ; 700 à 711) comprenant au moins une première ouverture (100 ; 520, 530, 540) et un premier volet (101 ; 201, 211 ; 301 à 351 ; 401,421 ; 501 à 551 ; 730 à 741) monté à l'intérieur de ladite au moins une première ouverture en étant mobile en rotation autour d'un premier axe (102 ; 522,532,542) de façon à être apte à être déplacé en rotation autour dudit premier axe sous l'effet de la houle et générer, en fonctionnement, une énergie mécanique, deux parois adjacentes de la structure étant reliées ensemble par l'intermédiaire d'un flotteur (12; 23,24,25 ; 39a à 39f ; 44 à 47 ; 60 à 66 ; 712 à 723) pour former une structure polygonale présentant un fond (15 ; 60) et une partie supérieure (16 ; 67) en vis-à-vis, dispositif dans lequel les première et deuxième parois sont non coplanaires, le dispositif comprenant également des moyens de conversion (8) de l'énergie mécanique des volets en énergie électrique.
- [Revendication 2] Dispositif selon la revendication 1 dans lequel ladite deuxième paroi (21) comprend au moins une deuxième ouverture et un deuxième volet (201) monté à l'intérieur de la deuxième ouverture en étant mobile en rotation autour d'un deuxième axe.
- [Revendication 3] Dispositif selon la revendication 1 ou 2 dans lequel l'axe (102 ; 522,532,542) d'un volet est sensiblement parallèle audit fond.
- [Revendication 4] Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3 dans lequel lesdits moyens de conversion (9) comprennent, relié à chacun des volets de la structure, au moins un piston (80) entraîné en translation par ledit volet (201).
- [Revendication 5] Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4 dans lequel ledit fond est partiellement fermé.
- [Revendication 6] Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3 dans lequel ladite structure (2, 3, 4, 5, 7) comporte au moins trois parois (20, 21, 22 ; 30 à 38 ; 40 à 43 ; 50 à 59 ; 700 à 711) reliées entre elles de façon à former une ceinture extérieure, ladite structure étant fermée.
- [Revendication 7] Dispositif selon l'une des revendications 1 à 6 dans lequel au moins l'une desdites parois est pleine.

- [Revendication 8] Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 dans lequel ladite structure (3, 4, 5, 7) comporte au moins cinq parois reliées entre elles, au moins quatre d'entre elles (30 à 35 ; 40 à 43 ; 50 à 55) formant une ceinture extérieure et au moins l'une d'entre elles (36 à 37 ; 56 à 59) étant placée à l'intérieur de ladite ceinture.
- [Revendication 9] Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 dans lequel ladite structure supporte au moins une éolienne et/ou une centrale photovoltaïque.
- [Revendication 10] Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 9 dans lequel au moins un flotteur (12,13 ; 62 à 65) de ladite structure et/ou au moins une paroi (10) pourvue d'un volet de ladite structure comporte(nt) un caisson élargi (17,18 ; 62a à 65a ; 103) du côté du fond de ladite structure.
- [Revendication 11] Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 10 dans lequel au moins un des volets de ladite structure présente une forme générale concave, la concavité étant tournée vers l'intérieur de ladite structure.

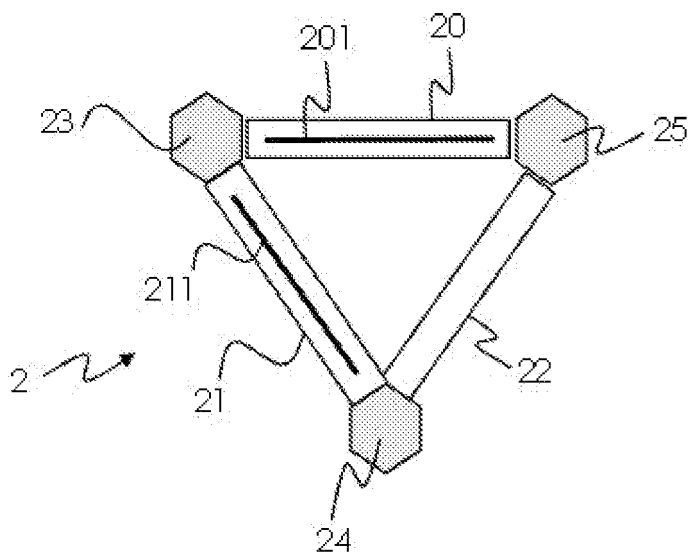
[Fig. 1]



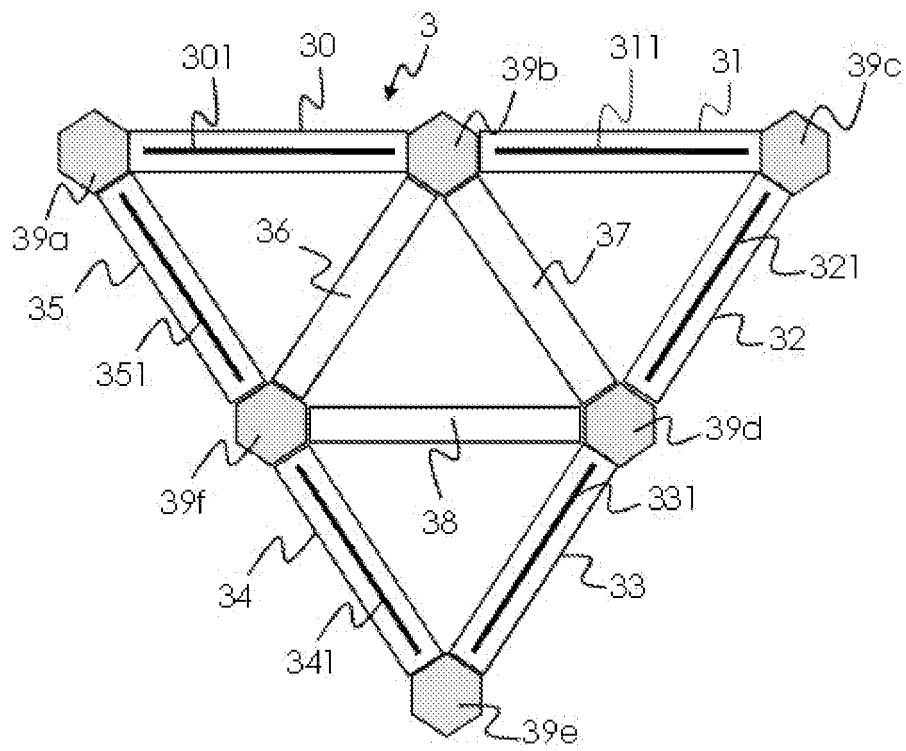
[Fig. 2]



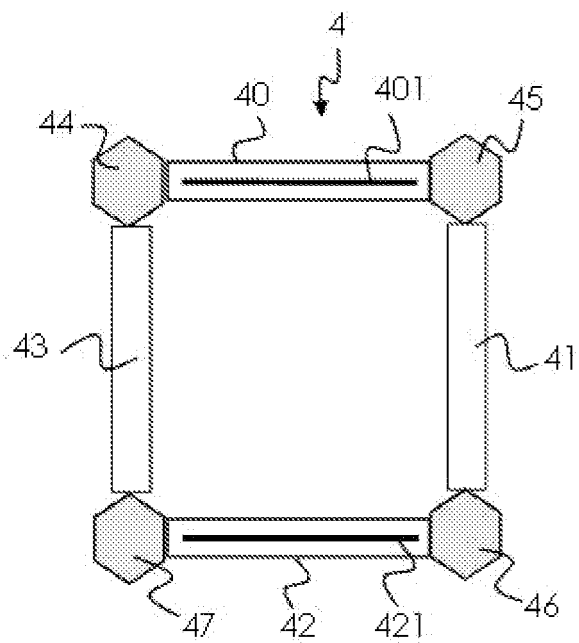
[Fig. 3]



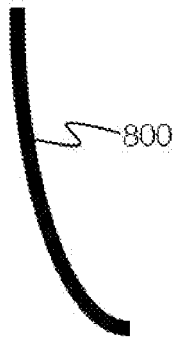
[Fig. 4]



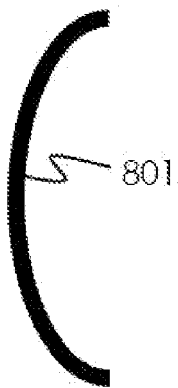
[Fig. 5]



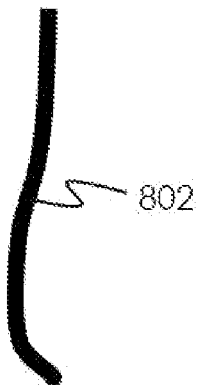
[Fig. 10]



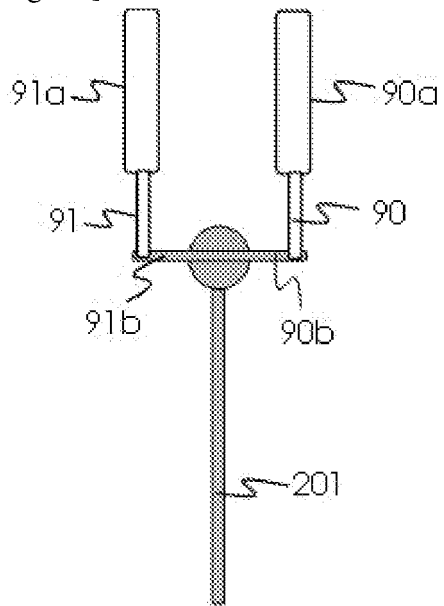
[Fig. 11]



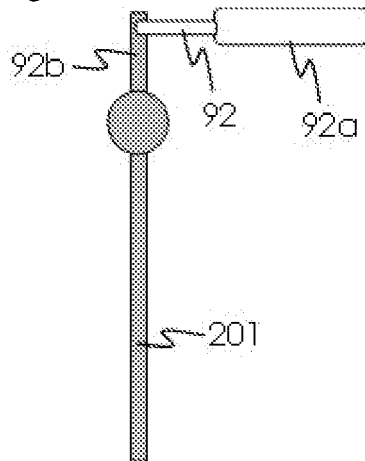
[Fig. 12]



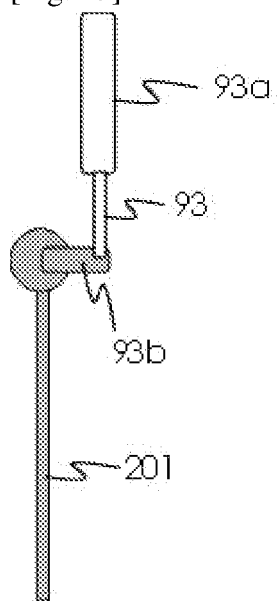
[Fig. 13]



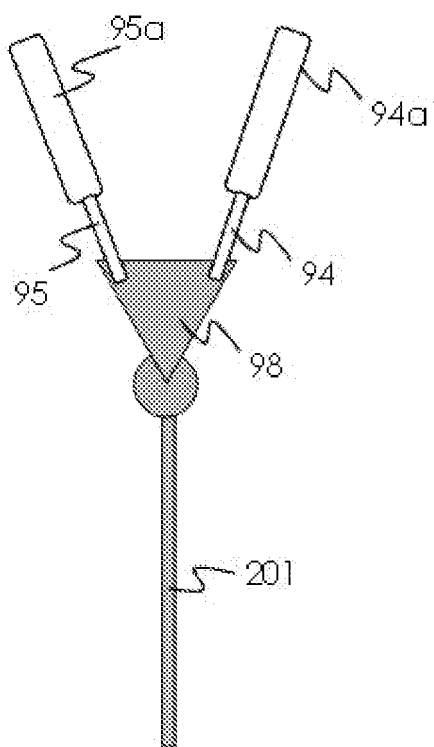
[Fig. 14]



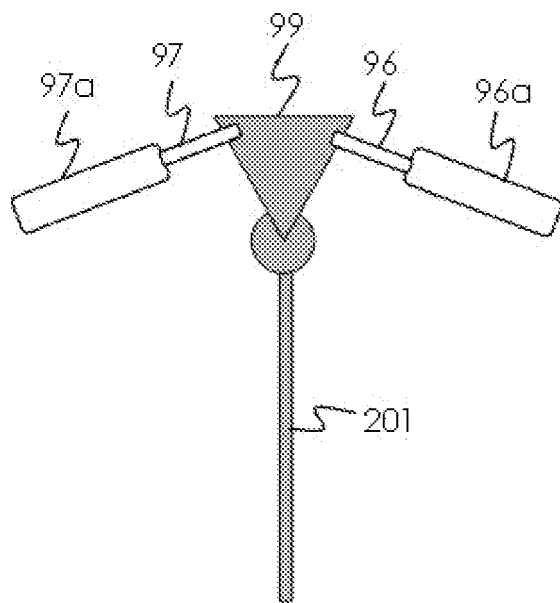
[Fig. 15]



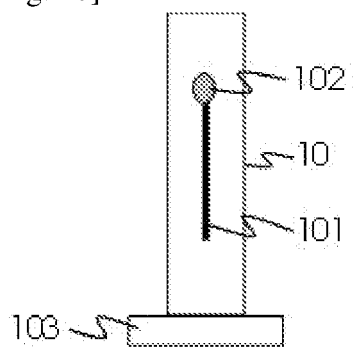
[Fig. 16]



[Fig. 17]



[Fig. 18]



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 917305
FR 2303210

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	EP 4 071 352 A1 (GUANGZHOU INST ENERGY CONVERSION CAS [CN]) 12 octobre 2022 (2022-10-12) * alinéa [0023] - alinéa [0028]; figures * -----	1-11	F03B 13/14 F03G 7/08
A, D	FR 3 102 492 A1 (GEPS INNOV [FR]) 30 avril 2021 (2021-04-30) * le document en entier * -----	1-11	
A	WO 2012/053899 A1 (LANGLEE WAVE POWER AS [NO]; ESPEDAL JULIUS [NO]) 26 avril 2012 (2012-04-26) * abrégé; figures * -----	1-11	
A	GB 2 530 517 A (SIMMILL ANTHONY [GB]) 30 mars 2016 (2016-03-30) * page 2, ligne 33 - page 5, ligne 22; figures * -----	1-11	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F03B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
12 octobre 2023		Di Renzo, Raffaele	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE **RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2303210 FA 917305**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
 Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **12-10-2023**
 Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 4071352	A1	12-10-2022	CN	113120182 A	16-07-2021
			EP	4071352 A1	12-10-2022
			JP	7168272 B2	09-11-2022
			JP	2022161894 A	21-10-2022
			US	2022325697 A1	13-10-2022

FR 3102492	A1	30-04-2021	ES	1293019 U	19-07-2022
			FR	3102492 A1	30-04-2021
			WO	2021079065 A1	29-04-2021

WO 2012053899	A1	26-04-2012	CN	103328814 A	25-09-2013
			EP	2630364 A1	28-08-2013
			JP	2013543944 A	09-12-2013
			US	2014145443 A1	29-05-2014
			WO	2012053899 A1	26-04-2012

GB 2530517	A	30-03-2016	AUCUN		
