

(12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication :
MA 48240 B1

(51) Cl. internationale :
**F03B 13/14; F03B 13/147;
F03B 13/145**

(43) Date de publication :
30.11.2021

(21) N° Dépôt :
48240

(22) Date de Dépôt :
07.02.2020

(71) Demandeur(s) :

- **EL OUARYACHI MOHAMED TAHA, IMMEUBLE TAREK.10, AVENUE MLY ABDELHAFID,SOUANI II TANGER (MA)**
- **NOUR OUSSAMA, Résidence les roses de Tanger, Bloc B, Etage 7 N°77, Aazib Lhaj Kaddour Tanger (MA)**

(72) Inventeur(s) :

EL OUARYACHI MOHAMED TAHA ; NOUR OUSSAMA

(74) Mandataire :

EL OUARYACHI MOHAMED TAHA

(54) Titre : **Dispositif exploitant l'énergie de la houle pour production de l'énergie électrique, avec système d'amplification**

(57) Abrégé : L'invention concerne un dispositif exploitant l'énergie de la houle pour la convertir en énergie électrique passant par l'énergie hydraulique. Ce dispositif est installé sur les ouvrages maritimes à parois verticales et comprend : un flotteur libre qui exploite la variation du niveau de mer verticale due à la houle, guidé par un système de canalisation de mouvement latéral à triple rails installés sur des parois verticales ; un support reliant le flotteur à un système hydraulique de vérins permet de convertir l'énergie mécanique en énergie hydraulique dans les deux sens de mouvement, ascendant et descendant ; un système d'amplification d'énergie pour optimiser le rendement du dispositif ; une centrale hydraulique ; des accumulateurs de pression ; un bac à huile et une turbine hydro-électrique qui permettent la conversion de l'énergie hydraulique en énergie électrique.

Abrégé

(FR)

L'invention concerne un dispositif exploitant l'énergie de la houle pour la convertir en énergie électrique passant par l'énergie hydraulique. Ce dispositif est installé sur les ouvrages maritimes à parois verticales et comprend : un flotteur libre qui exploite la variation du niveau de mer verticale due à la houle, guidé par un système de canalisation de mouvement latéral à triple rails installés sur des parois verticales ; un support reliant le flotteur à un système hydraulique de vérins permet de convertir l'énergie mécanique en énergie hydraulique dans les deux sens de mouvement, ascendant et descendant ; un système d'amplification d'énergie pour optimiser le rendement du dispositif ; une centrale hydraulique ; des accumulateurs de pression ; un bac à huile et une turbine hydro-électrique qui permettent la conversion de l'énergie hydraulique en énergie électrique.

Abstract

(EN)

The invention is related to a device converting the wave energy to the electrical energy passing through the hydraulic energy. This device is installed on maritime structures with vertical walls and includes: a free float which exploits the vertical variation of the sea level due to wave, guided by a lateral movement system with triple rails installed on vertical walls; a support connecting the float to an hydraulic cylinder system converts mechanical energy into hydraulic energy in both directions of movement, up and down; an energy amplification system to optimize the performance of the device; an hydraulic power station; pressure accumulators; an oil tank and a hydroelectric turbine which allow the conversion of hydraulic energy into electrical energy.

Description de l'invention

Dispositif exploitant l'énergie de la houle pour produire de l'énergie électrique avec système d'amplification.

Domaine

L'invention objet de la présente description est un dispositif conçu pour être adossé aux digues verticales de protection maritimes ou portuaires, permettant la production d'énergie, et plus précisément au domaine de la production d'énergie électrique à partir de l'énergie de la houle.

Le domaine de l'invention est l'exploitation de l'énergie houlomotrice ou l'énergie des vagues, contenue dans le mouvement de la houle, c'est-à-dire à partir de vagues successives nées de l'effet du vent à la surface de la mer et parfois propagées sur de très longues distances. Il existe différents dispositifs pour exploiter cette énergie. De nombreux systèmes sont actuellement à l'étude, certains sont déjà commercialisés.

Contexte

L'exploitation de l'énergie de la houle pour création d'énergie électrique verte est un domaine en pleine recherche dans le monde.

Pour les technologies basées sur un flotteur, les plus comparables à la présente invention varient entre :

- Celles à articulation, qui présente un inconvénient de limitation d'énergie captée en passant par la conversion d'une rotation à une translation, ce qui pénalise le rendement de la solution, on prend l'exemple de la solution commercialisée sous le nom d'Eco wave power, N° WO2013054326A8 ou aussi la plateforme semi-immersibles N° WO2014162096A1.
- Celles à piston centrale, qui nécessite un investissement important pour la fixation du piston en fond marin ainsi que le raccordement au réseau électrique.

Les problématiques qui seront comblées par notre invention sont :

- La limitation du fonctionnement due aux faibles charges et aux conditions de tempête ;
- Le raccordement électrique en mer pour les systèmes qui envisagent une exploitation en offshore lointain ;
- L'ancrage, l'installation et l'accessibilité en milieu marin ;
- La configuration du dispositif atténuant l'absorption de toute l'énergie incidente, en passant par différentes formes de mouvement ;
- Le coût important de l'investissement et de maintenance ;

Les objectifs de la présente invention sont :

- Optimiser le rendement de transformation de l'énergie de la houle en énergie électrique ;
- Minimiser la chaîne de transformation d'énergie en restant dans la même forme de mouvement (translation)
- Minimiser les coûts d'investissement et d'exploitation ;
- Elargir le champ de fonctionnement du dispositif dépendant des conditions de houle

- Maitriser la fluctuation de l'énergie sortante ;
- Assurer une alimentation en énergie verte la plus proche des aménagements portuaires et maritimes ;

Identification

Le dispositif objet de l'invention a la particularité de capter directement, à travers un flotteur libre, la variation du niveau de mer verticale due à la houle, c'est à dire, il exploite directement les mouvements de translation. En dotant les digues verticales de protection maritimes ou portuaires de ce dispositif, on profite des avantages de l'on-shore (accessibilité, raccordement, abris, à faible investissement et cout de maintenance) tout en étant offshore (houle non amortie – pleine énergie aux alentours des digues de protection verticales). En maitrisant les interactions avec les éléments de fixation, grâce à un système de canalisation à triple rails installés sur paroi de la digue, le dispositif permet d'élargir le champ d'exploitation de l'énergie de houle en allant vers des amplitudes de houle plus importantes.

Le dispositif est doté d'un système d'amplification en permettant de canaliser les houles incidentes et d'amplifier l'énergie incidente au dispositif ce qui va optimiser son rendement et élargir les périodes de fonctionnement.

Le dispositif est doté d'un système d'auto-équilibrage basé sur répartition de densité de flotteur pour limiter les mouvements parasites, ainsi qu'un système de ballastage pour immersion totale en cas de forte tempête.

La **figure 1** présente une vue en haut du dispositif installé sur une digue verticale de protection avec amplification.

La **figure 2** présente une vue latérale côté mer du dispositif installé sur une digue verticale de protection avec amplification.

Le dispositif est composé d'un flotteur (1) libre permettant d'exploiter directement la variation de la mer captant l'énergie de la houle sous forme d'énergie potentielle. Le flotteur a une densité moyenne minimale de 0,8 avec une densité après ballastage allant jusqu'au 1,05. Ce flotteur comprend :

- un système d'auto-équilibrage (1-a) grâce à des vannes qui maitrisent le remplissage des chambres à l'intérieur du flotteur pour assurer une répartition du poids qui équilibre les surpressions variables de la variation du niveau de mer sous le flotteur due au système d'amplification (4) de la houle.
- un système de ballastage automatique (1-b) permettant de noyer le flotteur en cas de tempête ou de faire monter le flotteur après la fin de tempête

Le flotteur (1) est guidé par un système de canalisation de mouvement latéral (2), avec 3 rails profitant du support et de la verticalité des parois de caissons, pour assurer l'horizontalité et le suivi du mouvement ascendant/descendant. La course du système de canalisation du mouvement est conçue afin de balayer tous les cas à énergie de houle exploitable. L'exploitation des parois permet d'étendre l'intervalle de fonctionnement du dispositif aux amplitudes importantes de la houle. Aucun contact entre paroi des digues verticales et flotteur (1) n'est permis grâce au système de canalisation de mouvement (2).

Un support rigide (3) reliant le flotteur à un système hydraulique de vérins (5) permettant de convertir l'énergie mécanique en hydraulique dans les deux sens de mouvement, ascendant et

descendant, le support permet de convertir une translation verticale à une translation horizontale des pistons des vérins (5).

Un système d'amplification d'énergie (4) pour optimiser le rendement du dispositif permettant de canaliser l'énergie de la houle grâce à des structures gonflables supportées sur caissons à paroi plane verticale, le flotteur est placé en pleine zone de convergence d'énergie, pour les digues verticales qui présente cette forme d'amplification, que ce soit oblique ou triangulaire, le dispositif va profiter directement de cette amplification sans recours au système d'amplification (4).

Des vérins (5) qui transforment l'énergie mécanique en énergie hydraulique, en exploitant les deux sens de mouvement, ascendant et descendant.

Une centrale hydraulique (6) pour gestion des jonctions et flux entre les différents vérins.

Des accumulateurs de pression (7) à débit contrôlé qui reçoivent une énergie hydraulique variable et transmet en sortie un flux continu et uniforme avec une capacité qui atteint 20 cycles de mouvement ascendant descendant (10 min maximum).

Un bac à huile (8) pour assurer la continuité de chaîne de fluide, huile à haute pression – huile basse pression qui sort de la turbine (9).

Une turbine hydro-électrique (9) permettant de transformer le flux d'énergie hydraulique en énergie électrique.

Une interface de gestion (10) de courant de sortie et d'injection dans le réseau électrique permettant une harmonisation de tension et de fréquence.

Les composantes sensibles sont abritées dans les conditions de durabilité optimale.

Cette invention est exploitable dans :

- Aménagements portuaires : Les digues de protection en caissons ou en parois verticales
- Aménagements touristiques exposés à la mer : Les murs de protection verticaux
- Aménagements maritimes avec une liaison à paroi vertical avec la mer

A noter que la forme de la paroi verticale peut être plane ou autre.

L'objectif est de révolutionner le rôle des aménagements portuaires ou maritimes de protection, en passant de la chasse de la houle à son exploitation pour produire une énergie verte.

Revendications

1. **Dispositif exploitant l'énergie de la houle** qui comprend : un flotteur (1) libre qui exploite la variation du niveau de mer verticale due à la houle, guidé par un système de canalisation de mouvement latéral à triple rails (2) installés sur des parois verticales ; un support (3) reliant le flotteur à un système hydraulique de vérins (5) permet de convertir l'énergie mécanique en énergie hydraulique dans les deux sens de mouvement, ascendant et descendant ; un système d'amplification d'énergie (4) pour optimiser le rendement du dispositif ; une centrale hydraulique (6) ; des accumulateurs de pression (7) ; un bac à huile (8) et une turbine hydro-électrique (9) qui permettent la conversion de l'énergie hydraulique en énergie électrique.
2. **Dispositif exploitant l'énergie de la houle** selon la revendication 1, dans lequel le flotteur (1) libre permet d'exploiter directement les mouvements de translation verticale (variation du plan d'eau) captant l'énergie de la houle sous forme d'énergie potentielle (lors de son mouvement descendant) et cinétique (lors de son mouvement ascendant).
3. **Dispositif exploitant l'énergie de la houle** selon la revendication 1 ou 2, dans lequel le système d'auto-équilibrage (1-a) utilise des vannes qui adaptent le remplissage des chambres à l'intérieur du flotteur pour assurer une répartition du poids qui équilibre les surpressions variables de la variation du niveau de mer sous le flotteur due au système d'amplification (4) de la houle.
4. **Dispositif exploitant l'énergie de la houle** selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le système de ballastage automatique (1-b) permet de noyer le flotteur en cas de tempête (grâce au ballastage) ou de faire monter le flotteur après la fin de tempête (grâce au vidange ou déballastage).
5. **Dispositif exploitant l'énergie de la houle** selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le système de canalisation de mouvement latéral (2), avec 3 rails profitant du support et de la verticalité des parois de caissons, pour assurer l'horizontalité et le suivi du mouvement ascendant/descendant et permet un degré de liberté de rotation sur l'axe orthogonale à la direction de la houle amplifiée en plan horizontal pour éviter le blocage.
6. **Dispositif exploitant l'énergie de la houle** selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la position de l'extrémité du support (3) attachée au flotteur (1) varie instantanément suivant le centre d'application des efforts sur le flotteur (1).
7. **Dispositif exploitant l'énergie de la houle** selon l'une des revendications précédentes, dispose d'un système d'amplification d'énergie (4) par convergence de la houle incidente via sa forme géométrique.

8. **Dispositif exploitant l'énergie de la houle** selon l'une des revendications précédentes, qui exploite les systèmes d'amplification de la houle prédisposés dans les ouvrages à parois verticales pour création de l'énergie électrique.
9. **Dispositif exploitant l'énergie de la houle** selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le système de vérins (5) transforme l'énergie mécanique en énergie hydraulique, en exploitant les deux sens de mouvement, ascendant et descendant.
10. **Dispositif exploitant l'énergie de la houle** selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'effort nominal dû aux vérins (5) et l'énergie nominale absorbée par les vérins (5) sont asservis en fonction de l'amplitude de la houle amplifiée.

Figure 1 : vue du haut

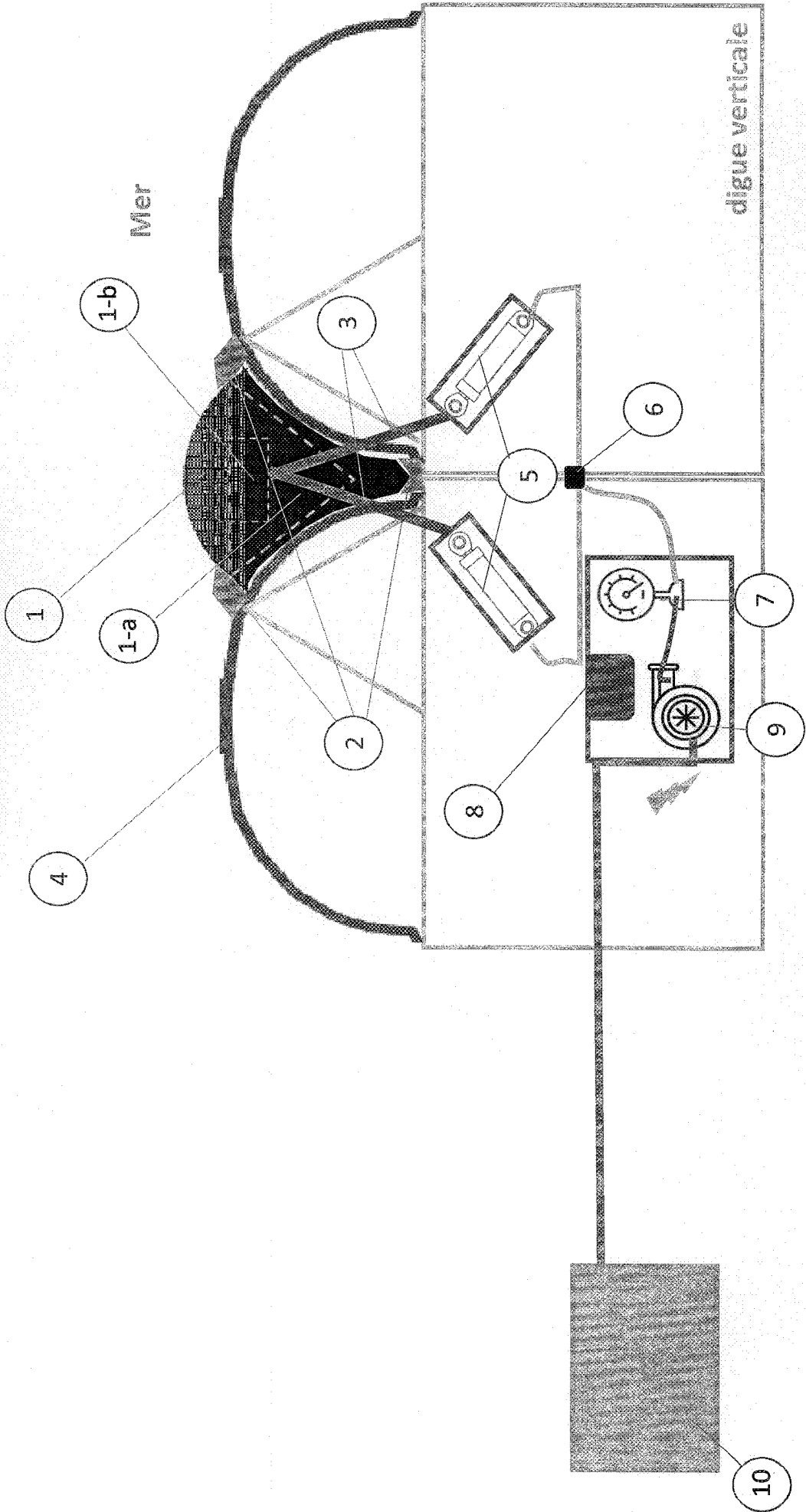
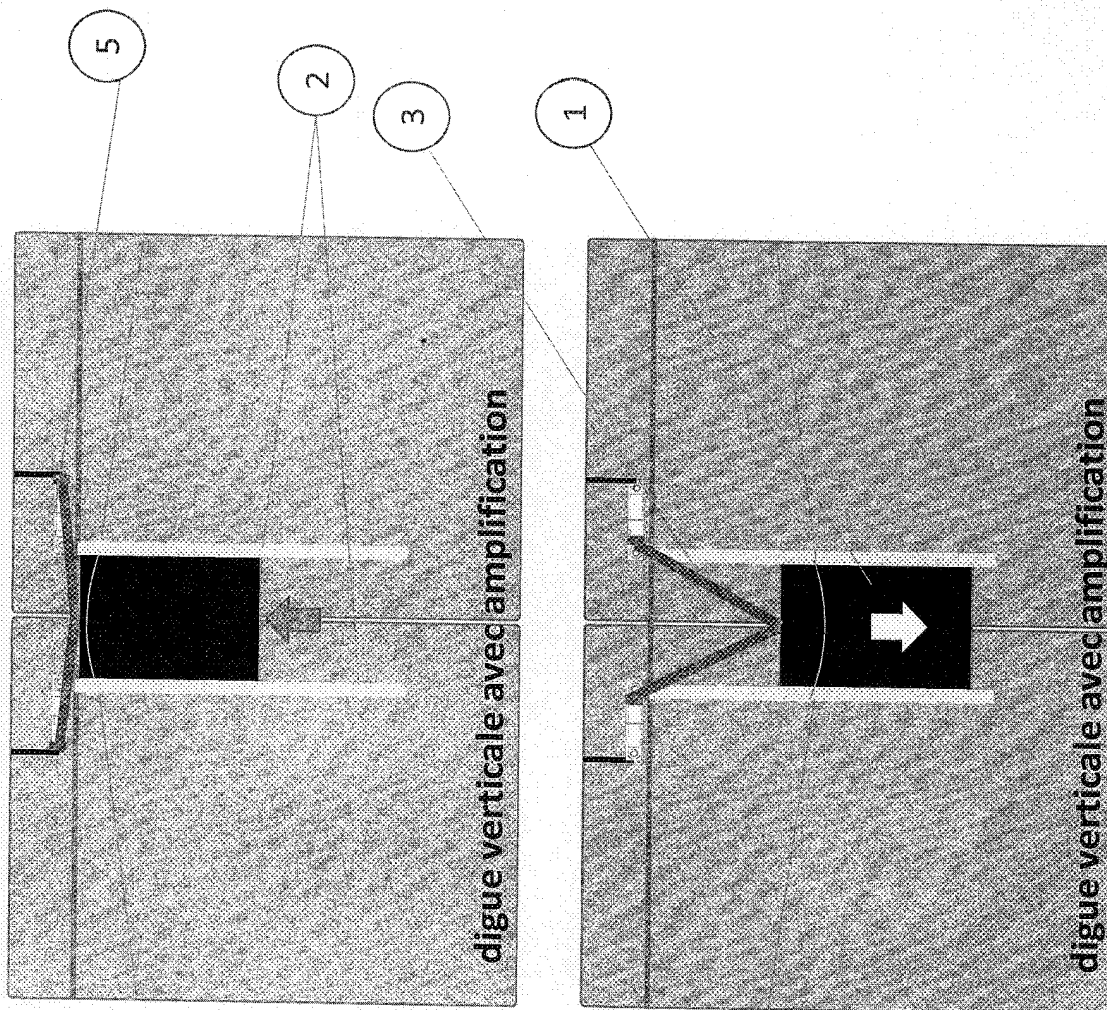


Figure 2 : vue latérale coté mer

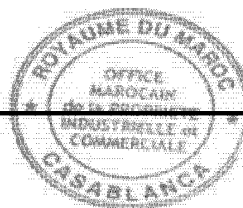


Etat Ascendant

Etat Descendant

**RAPPORT DE RECHERCHE
AVEC OPINION SUR LA BREVETABILITE**
(Conformément aux articles 43 et 43.2 de la loi 17-97 relative à la
protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée
par la loi 23-13)

Renseignements relatifs à la demande	
N° de la demande : 48240	Date de dépôt : 07/02/2020
Déposant : EL OUARYACHI MOHAMED TAHA and NOUR OUSSAMA	
Intitulé de l'invention : Dispositif exploitant l'énergie de la houle pour production de l'énergie électrique, avec système d'amplification	
Le présent document est le rapport de recherche avec opinion sur la brevetabilité établi par l'OMPIC conformément aux articles 43 et 43.2, et notifié au déposant conformément à l'article 43.1 de la loi 17-97 relative à la protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.	
Les documents brevets cités dans le rapport de recherche sont téléchargeables à partir du site http://worldwide.espacenet.com , et les documents non brevets sont joints au présent document, s'il y en a lieu.	
Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants :	
Partie 1 : Considérations générales	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 1 : Base du présent rapport <input type="checkbox"/> Cadre 2 : Priorité <input type="checkbox"/> Cadre 3 : Titre et/ou Abrégé tel qu'ils sont définitivement arrêtés	
Partie 2 : Rapport de recherche	
Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité	
<input type="checkbox"/> Cadre 4 : Remarques de forme et de clarté <input type="checkbox"/> Cadre 5 : Défaut d'unité d'invention <input type="checkbox"/> Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications exclues de la brevetabilité <input checked="" type="checkbox"/> Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle	
Examineur: M. Mohammed TAHIRI	Date d'établissement du rapport : 20/07/2020
Téléphone: 212 5 22 58 64 14/00	



Partie 1 : Considérations générales

Cadre 1 : base du présent rapport

Les pièces suivantes de la demande servent de base à l'établissement du présent rapport :

- Description
3 Pages
- Revendications
10
- Planches de dessin
2 Pages

Partie 2 : Rapport de recherche

Classement de l'objet de la demande :

CIB : F03B13/14

CPC : F03B13/145 ; F03B13/147 ; F03B13/187 ; F04B35/004 ; Y02E10/38

Plateformes et bases de données électroniques de recherche :

EPOQUENET, WPI, ScienceDirect, IEEE, ORBIT

Catégorie*	Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	N° des revendications visées
A	WO2007144407A1; BOZANO ENRICO [IT]; 21-12-2007 Pages 3-4 ; fig.1-3	1-10
A	WO2016200306 ; W4P WAVES4POWER AB [SE] ; 25-12-2016 Toute la description	1-10
A	US3970415A; (WIDE-I) WIDECRANTZ K ; 20-07-1976	1-10
A	US4698969A; WAVE POWER IND [US] ; 13-10-1987	1-10

*Catégories spéciales de documents cités :

-« X » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

-« Y » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

-« A » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

-« P » documents intercalaires ; Les documents dont la date de publication est située entre la date de dépôt de la demande examinée et la date de priorité revendiquée ou la priorité la plus ancienne s'il y en a plusieurs

-« E » Éventuelles demandes de brevet interférentes. Tout document de brevet ayant une date de dépôt ou de priorité antérieure à la date de dépôt de la demande faisant l'objet de la recherche (et non à la date de priorité), mais publié postérieurement à cette date et dont le contenu constituerait un état de la technique pertinent pour la nouveauté

Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité

Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle

Nouveauté	Revendications 1-10 Revendications aucune	Oui Non
Activité inventive	Revendications 1-10 Revendications aucune	Oui Non
Application Industrielle	Revendications 1-10 Revendications aucune	Oui Non

Il est fait référence aux documents suivants. Les numéros d'ordre qui leur sont attribués ci-après seront utilisés dans toute la suite de la procédure

- D1 : WO2007144407
- D2 : WO2016200306
- D3 : US3970415A

1. Nouveauté

Aucun des documents trouvés ne divulgue un dispositif exploitant l'énergie de la houle tel que revendiqué dans la revendication 1.

Donc, l'objet de la revendication indépendante 1 et des revendications dépendantes 2-10 est nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

2. Activité inventive

2.1 Le document D1, qui est considéré comme le document le plus proche à l'objet de la présente demande, divulgue une installation de production d'énergie électrique à partir du mouvement des vagues contenant (les références entre parenthèses se rapportent au document D1) : un flotteur (2) qui translate verticalement et guidé par une tige (3), cette dernière est reliée à un système hydraulique (6) de vérin permettant de convertir le mouvement mécanique en énergie hydraulique. Une turbine hydraulique (16) est placée en altitude permettant la conversion de l'énergie hydraulique en énergie électrique.

La revendication 1 diffère en ce que la translation du flotteur est guidée par des rails 2. Le problème technique que l'on essaie de résoudre est la capture de l'énergie des vagues au niveau des digues portuaires.

D'autres documents brevet trouvés divulguent des systèmes différents de guidage du flotteur comme dans D2 et D3. Ainsi que des systèmes d'amplification du mouvement et des accumulateurs de pressions (voir documents D2 et D3). L'homme du métier ne peut pas résoudre le problème posé à partir des documents cités sans faire preuve d'un esprit inventif. En effet, le montage des rails sur les digues pour le guidage des flotteurs ne peut pas être déduit de manière évidente à partir de D1 sachant que le problème de guidage est posé pour

les flotteurs en général dans l'état de l'art.

Ainsi, l'objet de la revendication indépendante 1 implique une activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

2.2 l'objet des revendications dépendantes 2-10 est ainsi considéré impliquant une activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

3. Application industrielle

L'objet de la présente invention est susceptible d'application industrielle au sens de l'article 29 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, parce qu'il présente une utilité déterminée, probante et crédible.