

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

(19) Organisation Mondiale de la  
Propriété Intellectuelle  
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2018/178590 A1**

(43) Date de la publication internationale  
**04 octobre 2018 (04.10.2018)**

(51) Classification internationale des brevets :  
*E02B 3/06* (2006.01)

PARIS (FR). FERMIGIER, Marc ; 57 rue Sarrette, 75014  
PARIS (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2018/050791

(74) Mandataire : NOVAGRAAF TECHNOLOGIES ; Bâti-  
ment O2, 2 rue Sarah Bernhardt, CS90017, 92665 ASNIÈ-  
RES-SUR-SEINE CEDEX (FR).

(22) Date de dépôt international :  
29 mars 2018 (29.03.2018)

(81) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de  
protection nationale disponible*) : AE, AG, AL, AM, AO,  
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA,  
CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,  
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,  
HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR,  
KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,  
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,  
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,  
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,  
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
1752718 30 mars 2017 (30.03.2017) FR

(71) Déposants : CENTRE NATIONAL DE LA RE-  
CHERCHE SCIENTIFIQUE [FR/FR] ; 3 rue Mi-  
chel-Ange, 75016 PARIS (FR). SORBONNE UNIVERSI-  
TÉ [FR/FR] ; 21 rue de l'École de Médecine, 75006 PARIS  
(FR).

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de  
protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM,  
KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG,  
ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM),

(72) Inventeurs : EDDI, Antonin ; 7 rue Monte-Cristo, 75020  
PARIS (FR). DOMINO, Lucie ; 16 rue Dareau, 75014

(54) Title: WAVE ENERGY CONTROL DEVICE

(54) Titre : DISPOSITIF DE CONTRÔLE DE L'ÉNERGIE DES VAGUES

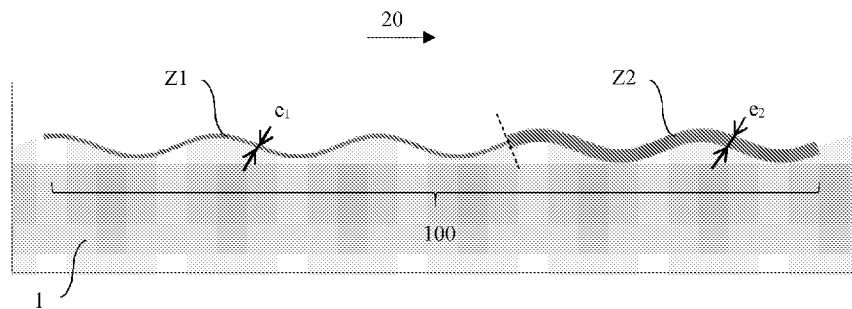


Fig. 4

(57) Abstract: The present invention concerns a system and a device (1000) for controlling hydroelastic surface waves and the use of same. In particular, the invention concerns a system for controlling hydroelastic waves propagating on the surface of a liquid (1), the control system comprising a floating composite structure (10) having at least two areas Z1 and Z2, the respective bending coefficients D1 and D2 and/or shapes of which are suitable for controlling the propagation of the hydroelastic waves, and for which it is possible to define an index  $n_i$ ,  $i$  being equal to 1 or 2, similar to the refractive index of an optical medium. The control system thus makes it possible to control the propagation of the hydroelastic waves by applying the laws of geometric optics.

(57) Abrégé : La présente invention se rapporte à un système et un dispositif (1000) de contrôle d'ondes hydro-élastiques de surface ainsi que de leur utilisation. En particulier, l'invention porte sur un système de contrôle d'ondes hydro-élastiques se propageant à la surface d'un liquide (1), le système de contrôle comprenant une structure composite (10) flottante ayant au moins deux zones Z1 et Z2, dont les coefficients de flexion respectifs D1 et D2 et / ou les formes sont adaptés pour contrôler la propagation des ondes hydro-élastiques, et pour lesquelles il est possible de définir un indice  $n_i$ ,  $i$  étant égale à 1 ou 2, semblable à l'indice de réfraction d'un milieu optique. Le système de contrôle permet ainsi que pouvoir contrôler la propagation des ondes hydro-élastiques en appliquant les lois de l'optique géométrique.



WO 2018/178590 A1

européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée:**

- avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2(h))

## DISPOSITIF DE CONTRÔLE DE L'ÉNERGIE DES VAGUES

### DESCRIPTION

#### Domaine technique

5 [01] La présente invention se rapporte à un système de contrôle de l'énergie d'ondes, aussi appelées vagues, se propageant à la surface d'un liquide ainsi qu'à l'utilisation d'un tel système.

#### État de la technique

10 [02] La problématique du contrôle de l'énergie des vagues notamment en milieu marin est étudiée depuis plusieurs années en particulier dans le cadre de la conversion de cette énergie en électricité.

[03] Il existe actuellement des systèmes de contrôle de l'énergie des vagues connus de l'homme du métier, notamment par l'exemple qu'en donne les documents de l'état de la technique antérieure : US 2014/0260236 A1, US 15 4,255,066 A ou encore US 9,303,617 B2. Dans ceux-ci les technologies mises en œuvre utilisent les changements de bathymétrie (profondeur d'eau) pour contrôler les vagues et ces systèmes proposent de construire sous l'eau des structures fixes et rigides présentant un agencement particulier.

[04] Toutefois, ces systèmes sont rarement utilisés en pleine mer ou près des 20 côtes car ils sont trop coûteux, difficiles à mettre en place, impossibles à déplacer ou à supprimer. De plus, ils ne sont utilisables qu'en zones peu profondes et s'avèrent être peu efficaces pour la récupération de l'énergie.

[05] Il existe donc un réel besoin d'un système palliant ces défauts, inconvénients 25 et obstacles de l'art antérieur, en particulier d'un système flexible et mobile permettant de maîtriser l'énergie des vagues quelle que soit la profondeur du liquide, de réduire les coûts de fabrication et d'installation, ainsi que d'améliorer la récupération de l'énergie des vagues pour pouvoir la convertir ensuite en électricité.

#### Description de l'invention

30 [06] Pour résoudre les inconvénients cités précédemment, l'invention a pour objet un système de contrôle des ondes hydro-élastiques à la surface d'un liquide

comprenant une structure composite ayant au moins deux zones Z1 et Z2, de coefficients de flexion respectifs D1 et D2 définis par l'équation :

$$D_i = \frac{E_i \cdot e_i^3}{12 \cdot (1 - \nu_i^2)}$$

où  $E_i$  est le module de Young de la zone  $Z_i$ ,  $e_i$  est l'épaisseur de la zone  $Z_i$ , et  $\nu_i$  est le coefficient de Poisson de la zone  $Z_i$ ,  $i$  étant égale à 1 ou 2, et de tensions mécaniques internes respectivement  $T_1$  et  $T_2$  ;

la structure composite étant adaptée pour, quand le système de contrôle est posé à la surface du liquide de telle sorte qu'une onde hydro-élastique de surface se propage sur la première zone Z1 puis sur la seconde zone Z2 de la structure composite flottant sur la surface du liquide de densité  $\rho$ , et quand la longueur d'onde  $\lambda_i$  de l'onde hydro-élastique respecte, dans la zone  $Z_i$ , les équations suivantes :

$$\frac{2\pi}{\lambda_i} \geq \sqrt[4]{\frac{\rho \cdot g}{D_i}} \quad \text{et} \quad \frac{2\pi}{\lambda_i} \geq \sqrt{\frac{T_i}{D_i}}$$

où  $g$  correspond à la constante universelle de gravitation et  $i$  correspond à l'indice de la zone  $Z_i$  sur laquelle l'onde hydro-élastique se propage, contrôler le comportement de ladite onde hydro-élastique par ajustement desdits coefficients de flexion  $D_i$  et / ou des formes desdites zones  $Z_i$ .

[07] De sorte à réaliser un système compact, les zones Z1 et Z2 peuvent être jointives.

[08] Avantagement, les coefficients de flexion D1 et D2 sont différents, par différences d'épaisseur  $e_i$  des zones Z1 et Z2, et / ou par différence des modules d'Young  $E_i$  et / ou des coefficients de Poisson  $\nu_i$  des matériaux composant les zones Z1 et Z2.

[09] Pour permettre un contrôle progressif des ondes, l'évolution du coefficient de flexion entre le passage de la zone Z1, de coefficient D1, à la zone Z2, de coefficient D2, peut être continue.

[10] Avantagement, il est possible de définir l'indice  $n_i$  de la zone  $Z_i$  comme étant proportionnel à l'inverse de la vitesse de propagation  $V_i$  des ondes hydro-élastiques dans la zone  $Z_i$ , la vitesse de propagation  $V_i$  est définie par l'équation :

$$n_i \propto \frac{1}{V_i} = \sqrt{\frac{\rho \cdot \lambda_i^3}{D_i \cdot 8\pi^3}}$$

de sorte que l'indice  $n_i$  est équivalent à l'indice de réfraction d'un milieu optique, et tel que les lois de l'optique géométrique s'appliquent à la propagation des ondes hydro-élastiques se propageant dans les zones  $Z_i$ .

5 [11] Selon ces lois, il est possible de réaliser une lentille, pour cela le système peut comprendre en outre une troisième zone Z3 et tel que :

- les zones Z1, Z2 et Z3 sont jointives ;
- les zones Z1 et Z3 sont de même indice  $n_1$  différent de l'indice  $n_2$  de la zone Z2, Z1 étant la zone d'arrivée des ondes hydro-élastiques et Z3 la zone de sortie ;

10 et

- les formes des interfaces entre les zones sont des arcs de cercle de rayon R telles que l'ensemble {Z1, Z2, Z3} se comporte comme une lentille optique de focale f définie par l'équation :

$$f = \frac{1}{2} \cdot \frac{R}{\frac{n_2}{n_1} - 1}$$

15 [12] La lentille ainsi formée par l'ensemble {Z1, Z2, Z3} peut être convergente si :

- l'ensemble a une forme de lentille biconvexe et  $n_1 < n_2$  ; ou si
- l'ensemble a une forme de lentille biconcave et  $n_1 > n_2$

[13] Selon ces mêmes lois, il est possible de dévier une onde hydro-élastique pour protéger un dispositif comme le fait un réflecteur optique. Pour cela, le système de  
20 contrôle doit être tel que les zones Z1 et Z2 sont jointives, d'indices respectifs  $n_1$  et  $n_2$  respectant les équations suivantes :

$$n_2 < n_1 \quad \text{et} \quad \arcsin\left(\frac{n_2}{n_1}\right) < 45^\circ,$$

l'interface entre les zones étant un angle droit dont le sommet est dirigé du côté de la zone Z2 de sorte qu'une onde hydro-élastique arrivant sur la zone Z1 est  
25 réfléchi au contact de l'interface entre les zones Z1 et Z2 et repart selon un axe parallèle à sa direction d'incidence.

[14] Avantagement, au moins une des zones  $Z_i$  est composée d'une matrice de plots flottants reliés par des moyens de liaison élastique de sorte que la matrice

se comporte comme une zone effective  $Z_{eff\_i}$  de coefficient de flexion effectif  $D_{eff\_i}$  défini par l'équation :

$$D_{eff\_i} = \frac{E_{eff\_i} \cdot e_{eff\_i}^3}{12 \cdot (1 - \nu_{eff\_i}^2)}$$

où  $E_{eff\_i}$  est le module de Young effectif de la zone  $Z_{eff\_i}$ ,  $e_{eff\_i}$  est l'épaisseur effective de la zone effective  $Z_{eff\_i}$ , et  $\nu_{eff\_i}$  est le coefficient de Poisson effectif de la zone  $Z_{eff\_i}$ , et de tension mécanique interne effective  $T_{eff\_i}$ ,  $i$  étant égale à 1 ou 2;

la structure composite étant adaptée pour, quand le système de contrôle est posé à la surface du liquide de telle sorte qu'une onde hydro-élastique de surface se propage sur la première zone  $Z_1$  ou  $Z_{eff\_1}$  puis sur la seconde zone  $Z_2$  ou  $Z_{eff\_2}$  de la structure composite flottant sur la surface du liquide de densité  $\rho$ , et quand la longueur d'onde  $\lambda_i$  de l'onde hydro-élastique se propageant dans la zone  $Z_i$ , respectivement la longueur d'onde effective  $\lambda_{eff\_i}$  de l'onde se propageant dans la zone effective  $Z_{eff\_i}$ , respecte les équations suivantes :

$$\frac{2\pi}{\lambda_i} \geq \sqrt[4]{\frac{\rho \cdot g}{D_i}} \quad \text{et} \quad \frac{2\pi}{\lambda_i} \geq \sqrt{\frac{T_i}{D_i}}$$

respectivement

$$\frac{2\pi}{\lambda_{eff\_i}} \geq \sqrt[4]{\frac{\rho \cdot g}{D_{eff\_i}}} \quad \text{et} \quad \frac{2\pi}{\lambda_{eff\_i}} \geq \sqrt{\frac{T_{eff\_i}}{D_{eff\_i}}}$$

où  $g$  correspond à la constante universelle de gravitation et  $i$  correspond à l'indice de la zone  $Z_i$  ou  $Z_{eff\_i}$  sur laquelle l'onde hydro-élastique se propage, contrôler le comportement de ladite onde hydro-élastique par ajustement desdits coefficients de flexion  $D_i$  ou  $D_{eff\_i}$  et/ou des formes desdites zones  $Z_i$  ou  $Z_{eff\_i}$ .

[15] Dans un second aspect, l'invention porte sur l'utilisation d'un système de contrôle de type lentille, des ondes hydro-élastiques à la surface d'un liquide, tel que définie précédemment pour récupérer l'énergie des ondes se propageant à la surface d'un liquide telle que la structure composite du système de contrôle des ondes est adaptée pour focaliser les ondes hydro-élastiques en un point.

[16] Selon un autre aspect, l'invention porte sur l'utilisation d'un système de contrôle des ondes à la surface d'un liquide, de type réflecteur, tel que définie précédemment pour protéger un dispositif possédant une partie en contact avec la surface du liquide, la structure composite du système de contrôle étant adaptée pour protéger la partie en contact avec la surface du liquide et réfléchir les ondes hydro-élastiques arrivant sur le dispositif.

### **Brève description des figures**

[17] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit, faite uniquement à titre d'exemple, et en référence aux figures en annexe dans lesquelles :

- La figure 1 représente la courbe d'évolution de la relation de dispersion d'une onde gravito-capillaire ;
- La figure 2 représente la courbe d'évolution de la relation de dispersion d'une onde se propageant à la surface d'un liquide recouvert d'un film de matériau élastique ;
- Les figures 3a et 3b représentent respectivement une vue de profil et une vue du dessus d'une structure composite d'un système de contrôle des ondes hydro-élastiques selon un mode de réalisation général de l'invention ;
- La figure 4 représente une structure composite d'un système de contrôle des ondes hydro-élastiques selon une première variante du mode de réalisation général de l'invention ;
- La figure 5 représente le comportement d'une onde hydro-élastique se propageant sur la surface d'un liquide équipé d'un système de contrôle des ondes hydro-élastiques selon la première variante du mode de réalisation général de l'invention ;
- La figure 6 représente le comportement d'une onde hydro-élastique se propageant, selon un cas particulier, sur la surface d'un liquide équipé d'un système de contrôle des ondes hydro-élastiques selon la première variante du mode de réalisation général de l'invention.

– Les figure 7a et 7b représentent deux variantes d'une structure composite d'un système de contrôle des ondes hydro-élastiques selon une deuxième variante du mode de réalisation général de l'invention ; et

5 – La figure 8 représente une structure composite d'un système de contrôle des ondes hydro-élastiques selon une troisième variante du mode de réalisation général de l'invention.

– La figure 9 représente une zone effective d'un système de contrôle des ondes hydro-élastiques selon un mode de réalisation de l'invention.

## 10 Modes de réalisation

[18] Les ondes se propageant à la surface d'un liquide sont appelées des ondes gravito-capillaires. La fréquence  $\omega$  de ces ondes est reliée à leur longueur d'onde  $\lambda$  par la relation de dispersion gravito-capillaire suivante :

$$\omega^2 = gk + \frac{\sigma}{\rho} \cdot k^3 \quad (\text{E1})$$

15 où :

- $g$  est la constante universelle de gravitation ;
- $k$  est le nombre d'onde défini par :

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \quad (\text{E2})$$

-  $\sigma$  est la tension superficielle du liquide ; et

20 -  $\rho$  est la densité du liquide.

[19] La **Figure 1** représente la courbe d'évolution de la relation de dispersion (E1) d'une onde gravito-capillaire fonction de la fréquence  $\omega$  de l'onde gravito-capillaire et de sa longueur d'onde  $\lambda$ . Cette fonction comprend deux régimes :

A- le régime de capillarité (ou de tension) à faible longueur d'onde  $\lambda$  ; et

25 B- le régime gravitationnel à forte longueur d'onde  $\lambda$ .

[20] Dans le régime de capillarité (ou de tension), la force de rappel mécanique prédominante agissant sur les ondes est la tension superficielle du liquide alors que dans le régime gravitationnel, c'est la force de la gravité qui prédomine.

[21] La longueur d'onde qui sépare ces deux régimes est appelée longueur gravito-capillaire  $\lambda_{gc}$  et est égale à :

$$\lambda_{gc} = 2\pi \sqrt{\frac{\sigma}{\rho g}} \quad (E3)$$

[22] Lorsqu'un film de matériau élastique est déposé à la surface du liquide et qu'aucune autre force que celle exercée par le liquide sur le film n'est appliquée, la relation de dispersion de l'onde change et devient :

$$\omega^2 = \left( gk + \frac{T}{\rho} \cdot k^3 + \frac{D}{\rho} \cdot k^5 \right) \cdot \tanh kH \quad (E4)$$

où :

- T est la tension mécanique interne du film de matériau élastique, qui dans ce cas-là est égale à la tension superficielle  $\sigma$  du liquide ;
- D est le module de flexion du film appliqué sur le liquide ; et
- H est la hauteur de liquide présente sous le film.

[23] Le module de flexion est quant à lui défini par l'équation E5 :

$$D = \frac{E \cdot e^3}{12 \cdot (1 - \nu^2)} \quad (E5)$$

où :

- E est le module de Young du film ;
- e est l'épaisseur du film ; et
- $\nu$  est le coefficient de Poisson du film.

[24] La **Figure 2** représente la nouvelle courbe d'évolution de la relation de dispersion (E4) d'une onde se propageant dans un film de matériau élastique posé à la surface d'un liquide. On peut apercevoir sur celle-ci un troisième régime :

C- le régime de flexion ou celui des ondes hydro-élastiques dans lequel la force mécanique de rappel dominante est celle du film de matériau élastique.

[25] Ainsi, les ondes hydro-élastiques sont les ondes dont la longueur d'onde  $\lambda$  respecte les équations suivantes :

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \geq \sqrt[4]{\frac{\rho \cdot g}{D}} \quad (E6)$$

et 
$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \geq \sqrt{\frac{T}{D}} \quad (E7)$$

[26] Les **Figures 3a et 3b** représentent respectivement une vue de profil et une vue du dessus d'un système de contrôle des ondes hydro-élastiques à la surface d'un liquide 1 selon un premier mode de réalisation général de l'invention.

5 [27] Celui-ci comprend une structure composite 10 comprenant deux zones Z1 et Z2, de coefficients de flexion respectifs D1 et D2 définis par l'équation E5bis :

$$D_i = \frac{E_i \cdot e_i^3}{12 \cdot (1 - \nu_i^2)} \quad (E5bis)$$

[28] où:

- $E_i$  est le module de Young de la zone  $Z_i$ ,
- 10 -  $e_i$  est l'épaisseur de la zone  $Z_i$ , et
- $\nu_i$  est le coefficient de Poisson de la zone  $Z_i$

$i$  étant égale à 1 ou 2, et de tensions mécaniques internes respectivement T1 et T2.

[29] La structure composite 10 est adaptée pour, quand le système de contrôle  
15 est posé à la surface du liquide 1 de telle sorte qu'une onde hydro-élastique de surface se propage dans la direction 20, à savoir sur la première zone Z1 puis sur la seconde zone Z2 de la structure composite 10 flottant sur la surface du liquide 1 de densité  $\rho$ , et quand la longueur d'onde  $\lambda_i$  de l'onde hydro-élastique respecte, dans la zone  $Z_i$ , les équations E6bis et E7bis :

20 
$$\frac{2\pi}{\lambda_i} \geq \sqrt[4]{\frac{\rho \cdot g}{D_i}} \quad (E6bis)$$

et 
$$k_i = \frac{2\pi}{\lambda_i} \geq \sqrt{\frac{T_i}{D_i}} \quad (E7bis)$$

[30] où  $g$  correspond à la constante universelle de gravitation et  $i$  correspond à l'indice de la zone  $Z_i$  sur laquelle l'onde hydro-élastique se propage, contrôler le comportement de l'onde hydro-élastique.

25 [31] Dans ce régime de flexion, les ondes hydro-élastiques sont donc soumises à la force appliquée par la structure composite sur la surface du liquide, ce qui permet le contrôle de la propagation de ces ondes par le choix du matériau utilisé

(donc des coefficients de Young  $E_1$  et  $E_2$  ainsi que des coefficients de Poissons  $\nu_1$  et  $\nu_2$ ) pour les zones Z1 et Z2, l'épaisseur  $e_i$  de ces zones et/ou aussi la forme de ces zones.

[32] De sorte à obtenir un système compact, mais aussi pour faciliter la fabrication de la structure composite 10, notamment dans le cas où les zones Z1 et Z2 seraient composées du même matériau, les zones Z1 et Z2 peuvent être jointives comme illustré dans la **Figure 3**.

[33] Avantagement, les coefficients de flexion D1 et D2 sont différents, les zones Z1 et Z2 ayant des épaisseurs  $e_i$  différentes, et / ou les zones Z1 et Z2 étant composées de matériaux ayant des modules d'Young  $E_i$  et / ou de coefficients de Poisson  $\nu_i$  différents. La **Figure 4** représente le cas d'une structure composite 100 composée de deux zones Z1 et Z2 d'épaisseur  $e_i$  différentes selon un second mode de réalisation de l'invention.

[34] Pour permettre un contrôle progressif des ondes hydro-élastiques et aussi pour faciliter la fabrication de la structure composite 10, l'évolution du coefficient de flexion entre le passage de la zone Z1, de coefficient D1, à la zone Z2, de coefficient Z2, peut se faire de manière continue, en faisant varier progressivement l'épaisseur du matériau utilisé pour réaliser les zones Z1 et Z2 par exemple.

[35] Pour faire le parallèle avec le domaine de l'optique, il est possible de définir un indice  $n_i$  de la zone Zi comme étant proportionnel à l'inverse de la vitesse de propagation  $V_i$  des ondes hydro-élastiques dans la zone Zi. La vitesse de propagation  $V_i$  est définie par l'équation E8:

$$n_i \propto \frac{1}{V_i} = \sqrt{\frac{\rho \cdot \lambda_i^3}{D_i \cdot 8\pi^3}} \quad (\text{E8})$$

de sorte que l'indice  $n_i$  est équivalent à l'indice de réfraction d'un milieu optique, et tel que les lois de l'optique géométrique s'appliquent à la propagation des ondes hydro-élastiques se propageant dans les zones Zi.

[36] Ainsi, il est possible de définir des structures composites ayant le même comportement que des éléments optiques mais sur des ondes hydro-élastiques uniquement.

[37] Selon le mode de réalisation représenté dans la **Figure 4**, les zones Z1 et Z2 sont constituées du même matériau, leur module d'Young  $E_i$  et de coefficient de Poisson  $\nu_i$  sont donc égaux, seule leur épaisseurs est différentes avec  $e_1 < e_2$ .

[38] D'après la définition de l'indice  $n_i$  comme étant proportionnel à l'inverse de la vitesse de propagation  $V_i$  des ondes hydro-élastiques dans la zone  $Z_i$ , le rapport des indices entre les zones Z1 et Z2 peut s'exprimer ainsi :

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{V_2}{V_1} = \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^{1/5} = \left(\frac{e_2}{e_1}\right)^{3/5} \quad (\text{E9})$$

[39] Ainsi, si  $e_1 < e_2$  alors  $n_1 > n_2$ . Selon les lois de l'optique géométrique, en particulier la loi de Snell-Descartes :

$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2 \quad (\text{E10})$$

[40] avec  $i_1$  représentant l'angle incident du faisceau par rapport à la normale au dioptre formé par l'interface entre Z1 et Z2, et  $i_2$  représentant l'angle de sortie du faisceau par la normale au dioptre,  $n_1 > n_2$  équivaut à dire  $i_2 > i_1$ .

[41] La **Figure 5** représente le comportement, vu du dessus, d'une onde hydro-élastique filmée en laboratoire et se propageant sur une structure composite 100 telle que définie précédemment. L'échelle de gris située sur le côté du graphique représente la hauteur de la vague / de l'onde par rapport à la position moyenne de la surface du liquide au repos qui se situe à 0.

[42] Dans cette expérience, l'onde hydro-élastique incidente plane de direction  $k_1$  se propage sur la zone Z1 puis sur la zone Z2. La direction  $k_2$  de l'onde hydro-élastique dans cette zone Z2 s'écarte bien de la normale  $N$  à l'interface entre les zones Z1 et Z2, à savoir  $i_2 > i_1$ .

[43] En suivant les lois de l'optique géométrique, une onde hydro-élastique incidente plane dont la direction  $k_1$  faisant un angle  $i_1$  supérieur à l'angle limite de réfraction  $i_{lim}$  défini par :

$$i_{lim} = \arcsin\left(\frac{n_2}{n_1}\right) \quad (\text{E11})$$

serait entièrement réfléchi à l'interface entre les zones Z1 et Z2, permettant par exemple la protection d'infrastructures situées en mer. La **Figure 6** illustre ce cas particulier.

[44] Grâce à ces lois, il est aussi possible de réaliser une structure composite en forme de lentille convergente.

5 [45] Les **Figures 7a et 7b** représentent deux modes de réalisation particuliers de l'invention permettant de réaliser une lentille convergente capable de focaliser l'énergie des ondes hydro-élastiques se propageant sur la structure composite en un point.

[46] La structure composite 200a illustrée dans la **Figure 7a** est composée de trois zones Z1, Z2 et Z3 jointives. Les zones Z1 et Z3 sont de même indice  $n_1$ , tel que défini précédemment (i.e.  $n_i$  est proportionnel à l'inverse de la vitesse de propagation  $V_i$  dans la zone  $Z_i$ ). L'indice  $n_2$  de la zone Z2 est quant à lui différent de  $n_1$ , tel que  $n_1 < n_2$ .

10

[47] La zone Z2 a la forme d'une lentille biconvexe de rayon de courbure R. C'est-à-dire que l'interface entre les zones Z1 et Z2 est un arc de cercle de rayon R dont la courbure est tournée du côté de la zone Z1, par laquelle arrivent les ondes, et l'interface en les zones Z2 et Z3 est aussi un arc de cercle de rayon R, dont la courbure est tournée du côté de la zone Z3, par laquelle sortent les ondes.

15

[48] Ainsi une onde hydro-élastique plane qui se propage de la zone Z1 vers la zone Z2 puis Z3 de la structure composite 200a est focalisée dans le plan focal de la lentille ainsi réalisée.

20

[49] La structure composite 200b illustrée dans la **Figure 7b** propose un autre mode de réalisation d'une lentille convergente. Dans cette configuration, la structure composite 200b est aussi composée de trois zones Z1, Z2 et Z3 jointives. Les zones Z1 et Z3 sont de même indice  $n_1$ , et la zone Z2 est d'indice  $n_2$  tel que  $n_1 > n_2$ .

25

[50] Dans cette configuration, la zone Z2 a la forme d'une lentille biconcave de rayon de courbure R. C'est-à-dire que l'interface entre les zones Z1 et Z2 est un arc de cercle de rayon R dont la courbure est tournée du côté de la zone Z2, et l'interface en les zones Z2 et Z3 est aussi un arc de cercle de rayon R, dont la courbure est aussi tournée du côté de la zone Z2.

30

[51] De la même manière, une onde hydro-élastique plane qui se propage de la zone Z1 vers la zone Z2 puis Z3 de la structure composite 200b est focalisée dans le plan focal de la lentille ainsi réalisée.

[52] La distance focale  $f$  de ces lentilles peut être définie comme suit :

$$f = \frac{R}{2\left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right)} \quad (\text{E12})$$

[53] Un système de contrôle des ondes hydro-élastiques de surface comprenant une des structures composites 200a et 200b telles que définies précédemment peut donc être avantageusement utilisé pour récupérer l'énergie des ondes hydro-élastiques se propageant à la surface d'un liquide sur lequel sera installé la structure de contrôle, celui-ci étant adapté pour focaliser les ondes en un point, telle une lentille convergente.

[54] Ainsi, une telle structure permettra d'augmenter la performance d'un dispositif placé au point de focalisation de la structure composite 200a ou 200b et capable de convertir l'énergie des ondes hydro-élastiques reçues en une puissance électrique par exemple, comme les dispositifs utilisés en mer qui permettent de transformer l'énergie des vagues en électricité.

[55] Réciproquement, il est aussi possible de créer des lentilles divergentes. Pour cela, la forme des zones et des interfaces est la même que celle décrite précédemment à l'exception près que lorsque la zone Z2 a une forme biconvexe, l'indice  $n_1$  doit être supérieur à  $n_2$  et lorsque la zone Z2 a une forme biconcave, l'indice  $n_1$  doit être inférieur à  $n_2$ .

[56] La **Figure 8** représente un autre mode de réalisation particulier de l'invention. Dans celui-ci la structure composite 300 est assimilable à un réflecteur d'onde et utilise le principe de l'angle limite de réfraction  $i_{\text{lim}}$  défini précédemment.

[57] Dans cette configuration, la structure composite 300 est composée de deux zones Z1 et Z2 jointives, d'indices respectifs  $n_1$  et  $n_2$  respectant les équations E13 et E14 suivantes :

$$n_2 < n_1 \quad (E13)$$

et

$$i_{lim} = \arcsin\left(\frac{n_2}{n_1}\right) < 45^\circ \quad (E14)$$

[58] L'interface entre les zones Z1 et Z2 est un angle droit dont le sommet est dirigé du côté de la zone Z2 de sorte qu'une onde hydro-élastique arrivant sur la zone Z1 est réfléchi, à deux reprises comme pour un faisceau lumineux, au contact de l'interface entre les zones Z1 et Z2 et repart selon un axe parallèle à sa direction d'incidence, comme c'est le cas pour un « coin de cube » ou réflecteur optique.

10 [59] Un système de contrôle des ondes hydro-élastiques de surface comprenant une structure composite 300 telle que définie précédemment peut être avantageusement utilisée pour protéger un dispositif possédant une partie en contact avec la surface du liquide, comme une centrale nucléaire, la structure composite 300 étant adaptée pour protéger la partie en contact avec la surface du  
15 liquide et réfléchir les ondes hydro-élastiques arrivant sur le dispositif.

[60] L'utilisation de ce genre de système en pleine mer ou sur une grande étendue de liquide pour être difficile et coûteuse à mettre en place si les zones Zi sont continues et réalisées dans un seul matériau, comme un film continu. Ainsi, selon  
20 une option compatible des modes de réalisation précédemment décrit, il peut être avantageux de réaliser des zones Zi composites ou zones effectives Zeff\_i.

[61] La **Figure 9** représente un mode de réalisation d'une telle zone effective Zeff\_i.

[62] Dans ce mode de réalisation, la zone Zeff\_i est composée d'une matrice de plots flottants (30) reliés par des moyens de liaison élastique (40). Il est alors possible de définir le coefficient de flexion effectif de la zone effective Zeff\_i par  
25 l'équation (E15) :

$$D_{eff\_i} = \frac{E_{eff\_i} \cdot e_{eff\_i}^3}{12 \cdot (1 - \nu_{eff\_i}^2)} \quad (E15)$$

[63] où  $E_{eff\_i}$  est le module de Young effectif de la zone  $Z_{eff\_i}$ ,  $e_{eff\_i}$  est l'épaisseur effective de la zone effective  $Z_{eff\_i}$ , et  $\nu_{eff\_i}$  est le coefficient de Poisson effectif de la zone  $Z_{eff\_i}$ ,  $i$  étant égale à 1 ou 2, et de tensions mécaniques internes effectives respectivement  $T_{eff\_1}$  et  $T_{eff\_2}$ .

- 5 [64] La structure composite est alors adaptée pour, quand le système de contrôle est posé à la surface du liquide de telle sorte qu'une onde hydro-élastique de surface se propage sur la première zone  $Z_1$  ou  $Z_{eff\_1}$  puis sur la seconde zone  $Z_2$  ou  $Z_{eff\_2}$  de la structure composite flottant sur la surface du liquide de densité  $\rho$ , et quand la longueur d'onde  $\lambda_i$  de l'onde hydro-élastique se propageant dans la
- 10 zone  $Z_i$ , respectivement la longueur d'onde effective  $\lambda_{eff\_i}$  de l'onde se propageant dans la zone effective  $Z_{eff\_i}$ , respecte, les équations (E6bis) et (E7bis), respectivement les équations (E16) et (E17) suivantes :

$$\frac{2\pi}{\lambda_{eff\_i}} \geq \sqrt[4]{\frac{\rho \cdot g}{D_{eff\_i}}} \quad (E16)$$

et

$$\frac{2\pi}{\lambda_{eff\_i}} \geq \sqrt{\frac{T_{eff\_i}}{D_{eff\_i}}} \quad (E17)$$

- 15 [65] où  $g$  correspond à la constante universelle de gravitation et  $i$  correspond à l'indice de la zone  $Z_i$  ou  $Z_{eff\_i}$  sur laquelle l'onde hydro-élastique se propage.

- [66] En définissant un indice effectif  $n_{eff\_i}$  à partir de la vitesse effective  $V_{eff\_i}$  de propagation des ondes hydro-élastiques dans la zone effective  $Z_{eff\_i}$ , on peut ainsi créer, par ajustement des coefficients de flexion  $D_i$  ou  $D_{eff\_i}$  et/ou des formes
- 20 desdites zones  $Z_i$  ou  $Z_{eff\_i}$ , des composants respectant les lois de l'optique géométrique tels qu'une lentille de Fresnel ou un coin de cube / réflecteur utilisables pour focaliser ou réfléchir les ondes hydro-élastiques sur une surface importante de liquide tout en diminuant la matière nécessaire à la fabrication d'un système de contrôle équivalent.

25

- [67] Avantageusement, les matériaux utilisés pour la réalisation des systèmes et dispositifs de contrôle précédemment décrits peuvent être des matériaux biodégradables de sorte à ne pas polluer le liquide sur lequel ils sont installés, et

permettant aussi une utilisation sur une certaine durée sans nécessité le retrait physique de ces dernières et donc de supprimer les coûts de désinstallation.

5 [68] L'invention a été illustrée et décrite en détail dans les dessins et la description précédente. Celle-ci doit être considérée comme illustrative et donnée à titre d'exemple et non comme limitant l'invention à cette seule description. De nombreuses variantes de réalisation sont possibles.

**LISTE DES RÉFÉRENCES**

- 1 Liquide
- 10 Système de contrôle des ondes hydro-élastiques de surface d'un liquide selon un premier mode de réalisation
- 5 20 Direction de propagation des ondes
- 30 Plot flottant
- 40 Moyens de liaison élastique
- 100 Structure composite
- 200a Structure composite de type lentille biconvexe
- 10 200b Structure composite de type lentille biconcave
- 300 Structure composite de type « coin de cube » / réflecteur

## REVENDEICATIONS

1. Système de contrôle des ondes hydro-élastiques à la surface d'un liquide (1) comprenant une structure composite (10) ayant au moins deux zones Z1 et Z2, de coefficients de flexion respectifs D1 et D2 définis par l'équation :

$$D_i = \frac{E_i \cdot e_i^3}{12 \cdot (1 - \nu_i^2)}$$

où  $E_i$  est le module de Young de la zone  $Z_i$ ,  $e_i$  est l'épaisseur de la zone  $Z_i$ , et  $\nu_i$  est le coefficient de Poisson de la zone  $Z_i$ ,  $i$  étant égale à 1 ou 2, et de tensions mécaniques internes respectivement  $T_1$  et  $T_2$  ;

- la structure composite (10) étant adaptée pour, quand le système de contrôle est posé à la surface du liquide (1) de telle sorte qu'une onde hydro-élastique de surface se propage sur la première zone Z1 puis sur la seconde zone Z2 de la structure composite (10) flottant sur la surface du liquide (1) de densité  $\rho$ , et quand la longueur d'onde  $\lambda_i$  de l'onde hydro-élastique respecte, dans la zone  $Z_i$ , les équations suivantes :

$$\frac{2\pi}{\lambda_i} \geq \sqrt[4]{\frac{\rho \cdot g}{D_i}} \quad \text{et} \quad \frac{2\pi}{\lambda_i} \geq \sqrt{\frac{T_i}{D_i}}$$

- où  $g$  correspond à la constante universelle de gravitation et  $i$  correspond à l'indice de la zone  $Z_i$  sur laquelle l'onde hydro-élastique se propage, contrôler le comportement de ladite onde hydro-élastique par ajustement desdits coefficients de flexion  $D_i$  et / ou des formes desdites zones  $Z_i$ .

2. Système selon la revendication 1 dans lequel les zones Z1 et Z2 sont jointives.

3. Système selon l'une des revendications 1 à 2 caractérisé en ce que les coefficients de flexion D1 et D2 sont différents, par différences d'épaisseur  $e_i$  des zones Z1 et Z2, et / ou par différences des modules d'Young  $E_i$  et / ou des coefficients de Poisson  $\nu_i$  des matériaux composant les zones Z1 et Z2.

4. Système selon l'une des revendications 3 dans lequel l'évolution du coefficient de flexion entre le passage de la zone Z1, de coefficient D1, à la zone Z2, de coefficient D2, est continue.

- 5 5. Système selon l'une des revendications 1 à 4 dans lequel ayant défini l'indice  $n_i$  de la zone  $Z_i$  comme étant proportionnel à l'inverse de la vitesse de propagation  $V_i$  des ondes hydro-élastiques dans la zone  $Z_i$ , la vitesse de propagation  $V_i$  est définie par l'équation :

$$n_i \propto \frac{1}{V_i} = \sqrt{\frac{\rho \cdot \lambda_i^3}{D_i \cdot 8\pi^3}}$$

- 10 de sorte que l'indice  $n_i$  est équivalent à l'indice de réfraction d'un milieu optique, et tel que les lois de l'optique géométrique s'appliquent à la propagation des ondes hydro-élastiques se propageant dans les zones  $Z_i$ .

- 15 6. Système selon la revendication 5 comprenant en outre une troisième zone Z3 et tel que :

- les zones Z1, Z2 et Z3 sont jointives ;
  - les zones Z1 et Z3 sont de même indice  $n_1$  différent de l'indice  $n_2$  de la zone Z2, Z1 étant la zone d'arrivée des ondes hydro-élastiques et Z3 la zone de sortie ;
- et

- 20 - les formes des interfaces entre les zones sont des arcs de cercle de rayon R telles que l'ensemble {Z1, Z2, Z3} se comporte comme une lentille optique de focale f définie par l'équation :

$$f = \frac{1}{2} \cdot \frac{R}{\frac{n_2}{n_1} - 1}$$

- 25 7. Système selon la revendication 6 dans lequel la lentille formée par l'ensemble {Z1, Z2, Z3} est convergente si :

- l'ensemble a une forme de lentille biconvexe et  $n_1 < n_2$  ; ou si
- l'ensemble a une forme de lentille biconcave et  $n_1 > n_2$ .

8. Système selon la revendication 5 dans lequel les zones Z1 et Z2 sont jointives, d'indices respectifs  $n_1$  et  $n_2$  respectant les équations :

$$n_2 < n_1 \quad \text{et} \quad \arcsin\left(\frac{n_2}{n_1}\right) < 45^\circ,$$

l'interface entre les zones est un angle droit dont le sommet est dirigé du côté de la zone Z2 de sorte qu'une onde hydro-élastique arrivant sur la zone Z1 est réfléchi au contact de l'interface entre les zones Z1 et Z2 et repart selon un axe parallèle à sa direction d'incidence.

9. Système selon l'une des revendications 1 à 8 dans lequel au moins une des zones Zi est composée d'une matrice de plots flottants (30) reliés par des moyens de liaison élastique (40) de sorte que la matrice se comporte comme une zone effective Zeff\_i de coefficient de flexion effectif D<sub>eff\_i</sub> défini par l'équation :

$$D_{eff\_i} = \frac{E_{eff\_i} \cdot e_{eff\_i}^3}{12 \cdot (1 - \nu_{eff\_i}^2)}$$

où E<sub>eff\_i</sub> est le module de Young effectif de la zone Zeff\_i, e<sub>eff\_i</sub> est l'épaisseur effective de la zone effective Zeff\_i, et  $\nu_{eff\_i}$  est le coefficient de Poisson effectif de la zone Zeff\_i, et de tension mécanique interne effective Teff\_i, i étant égale à 1 ou 2;

la structure composite étant adaptée pour, quand le système de contrôle est posé à la surface du liquide (1) de telle sorte qu'une onde hydro-élastique de surface se propage sur la première zone Z1 ou Zeff\_1 puis sur la seconde zone Z2 ou Zeff\_2 de la structure composite flottant sur la surface du liquide (1) de densité  $\rho$ , et quand la longueur d'onde  $\lambda_i$  de l'onde hydro-élastique se propageant dans la zone Zi, respectivement la longueur d'onde effective  $\lambda_{eff\_i}$  de l'onde se propageant dans la zone effective Zeff\_i, respecte les équations suivantes :

$$\frac{2\pi}{\lambda_i} \geq \sqrt[4]{\frac{\rho \cdot g}{D_i}} \quad \text{et} \quad \frac{2\pi}{\lambda_i} \geq \sqrt{\frac{T_i}{D_i}}$$

respectivement

$$\frac{2\pi}{\lambda_{eff\_i}} \geq \sqrt[4]{\frac{\rho \cdot g}{D_{eff\_i}}} \quad \text{et} \quad \frac{2\pi}{\lambda_{eff\_i}} \geq \sqrt{\frac{T_{eff\_i}}{D_{eff\_i}}}$$

où  $g$  correspond à la constante universelle de gravitation et  $i$  correspond à l'indice de la zone  $Z_i$  ou  $Z_{eff\_i}$  sur laquelle l'onde hydro-élastique se propage, contrôler le comportement de ladite onde hydro-élastique par ajustement desdits coefficients de flexion  $D_i$  ou  $D_{eff\_i}$  et/ou des formes desdites zones  $Z_i$  ou  $Z_{eff\_i}$ .

5

10. Utilisation d'un système de contrôle des ondes hydro-élastiques de surface selon la revendication 7 pour récupérer l'énergie des ondes se propageant à la surface d'un liquide telle que la structure composite (200a ou 200b) du système de contrôle des ondes est adaptée pour focaliser les ondes hydro-élastiques en un point.

10

11. Utilisation d'un système de contrôle des ondes hydro-élastiques de surface selon la revendication 8 pour protéger un dispositif possédant une partie en contact avec la surface du liquide, la structure composite (300) du système étant adaptée pour protéger la partie en contact avec la surface du liquide et réfléchir les ondes hydro-élastiques arrivant sur le dispositif.

15

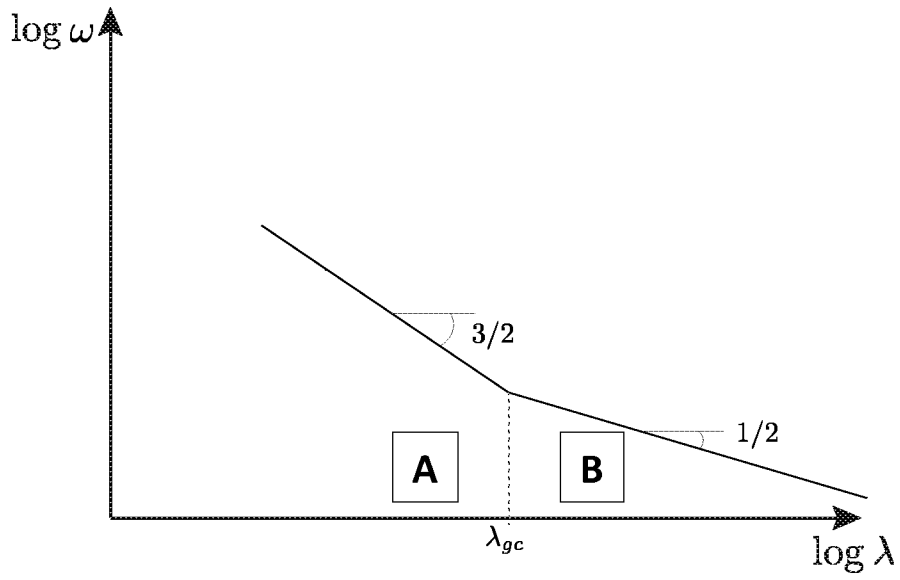


Fig. 1

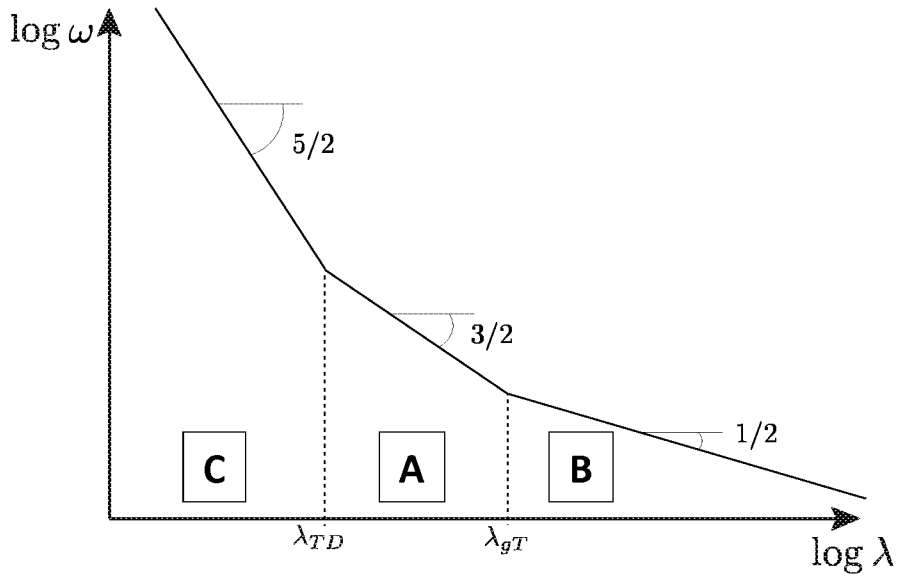


Fig. 2

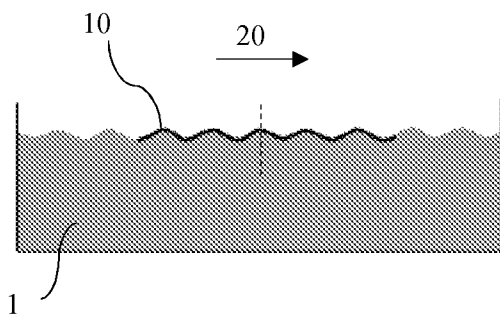


Fig. 3a

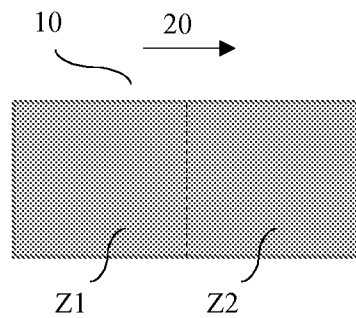


Fig. 3b

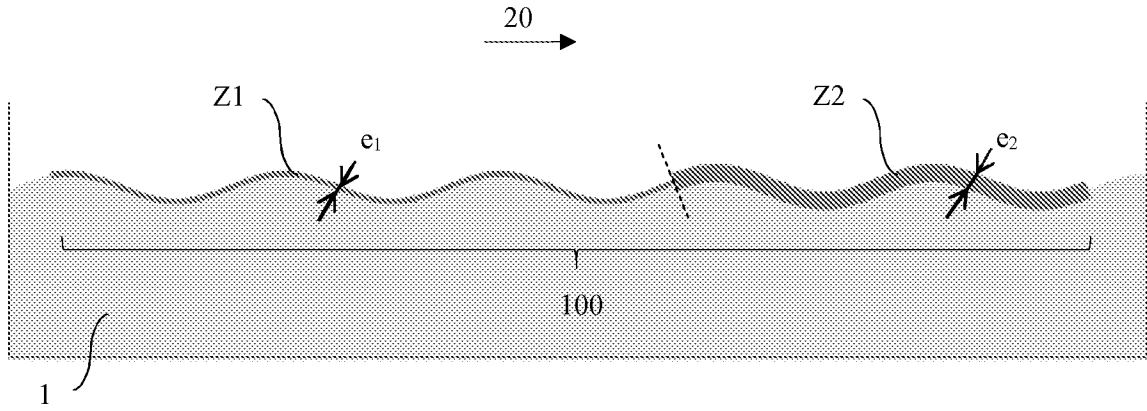


Fig. 4

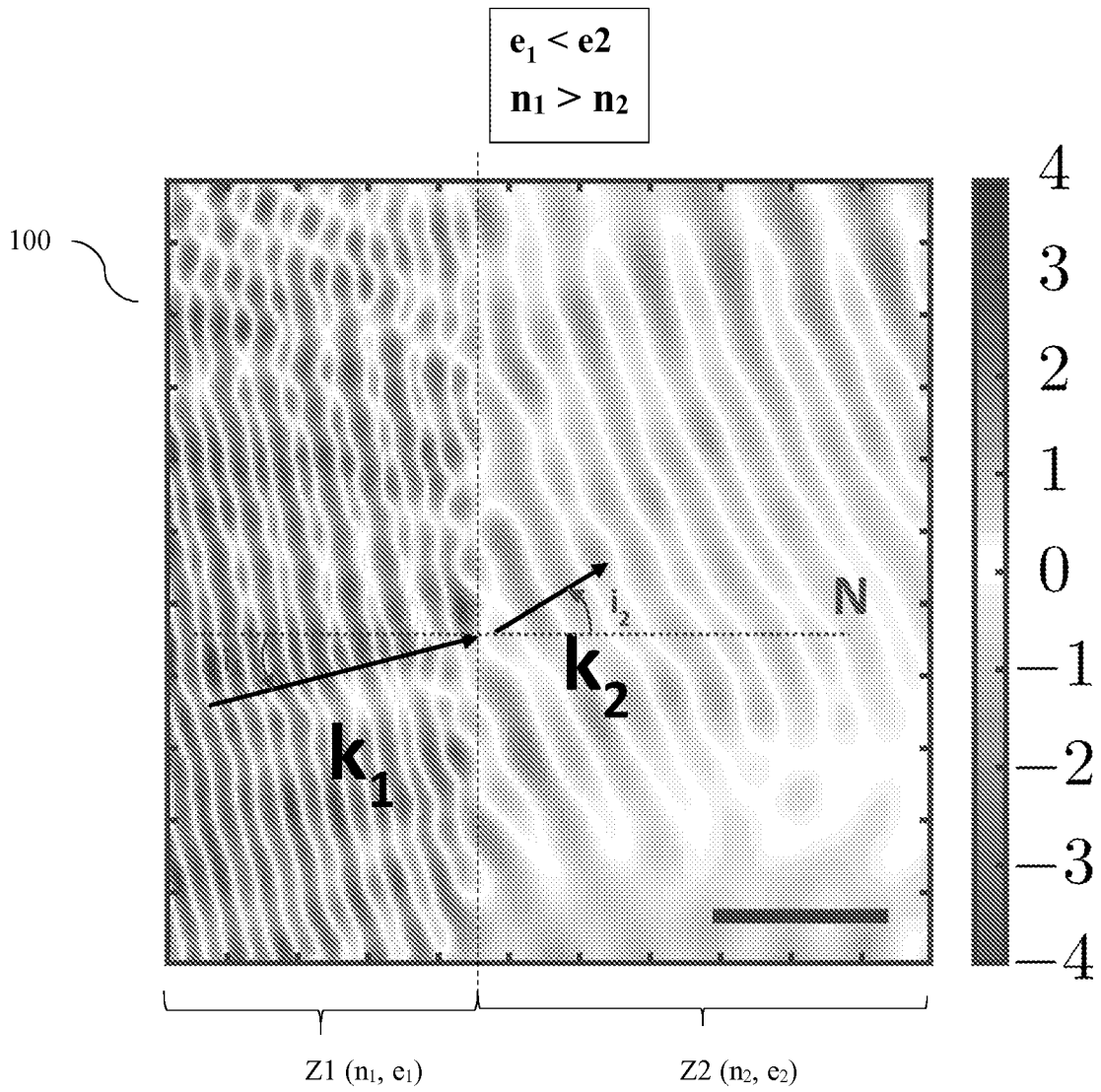
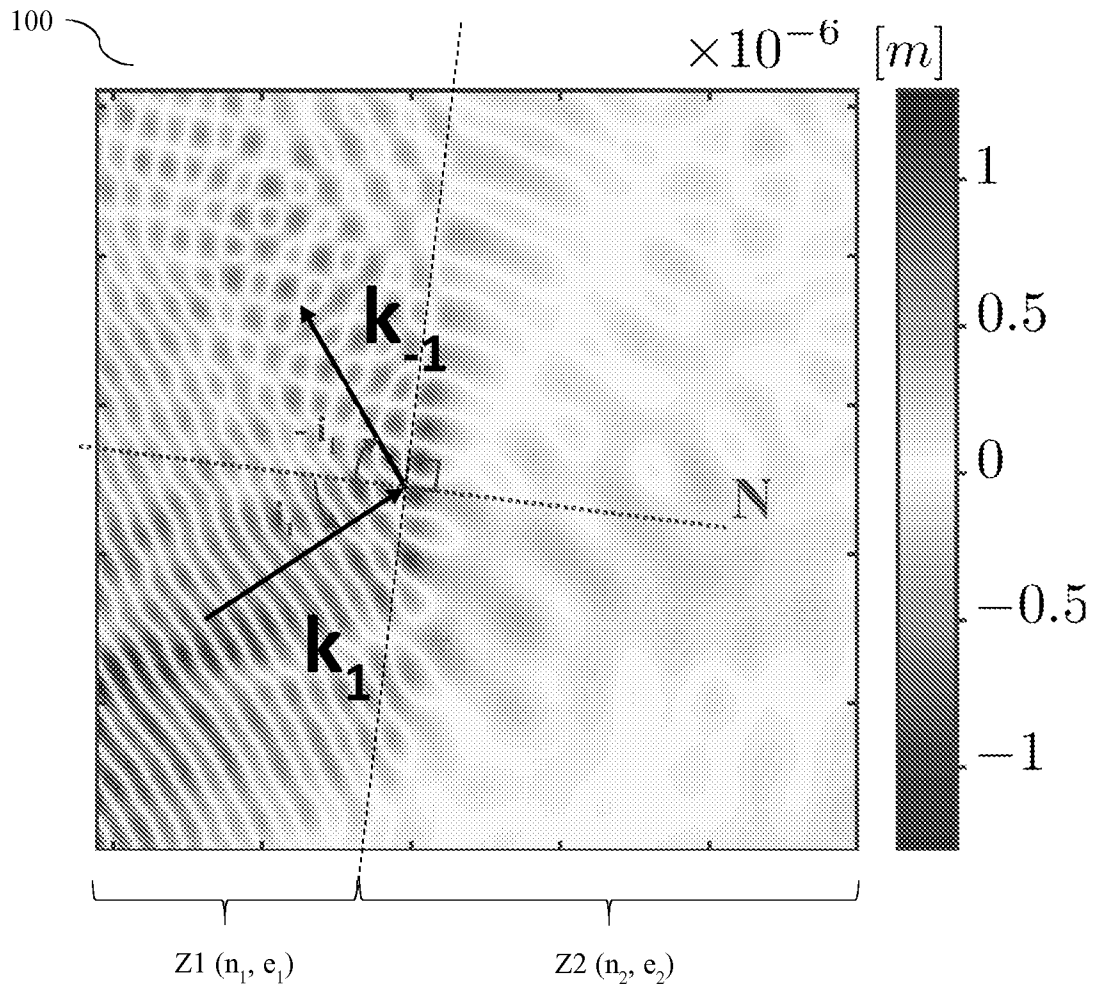


Fig. 5



$$i_1 > i_{lim} = \arcsin\left(\frac{n_2}{n_1}\right)$$

Fig. 6

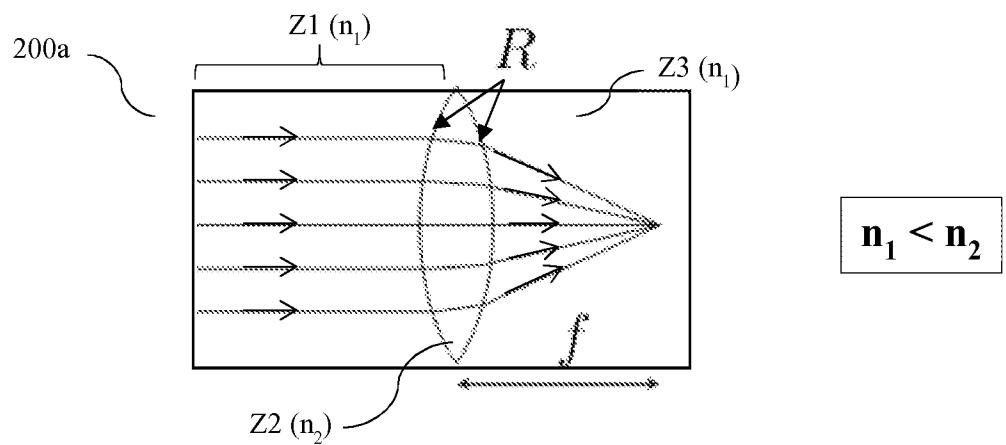


Fig. 7a

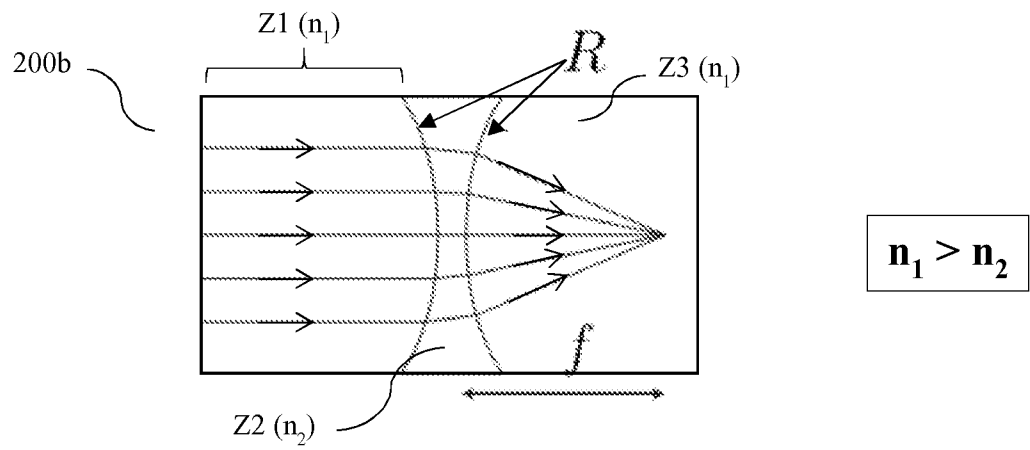


Fig. 7b

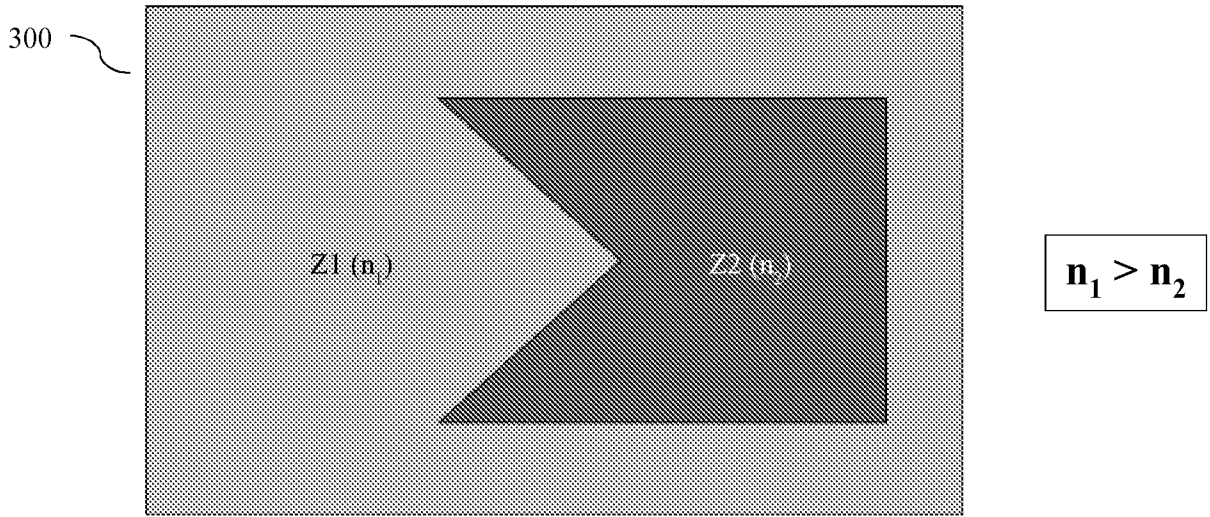


Fig. 8

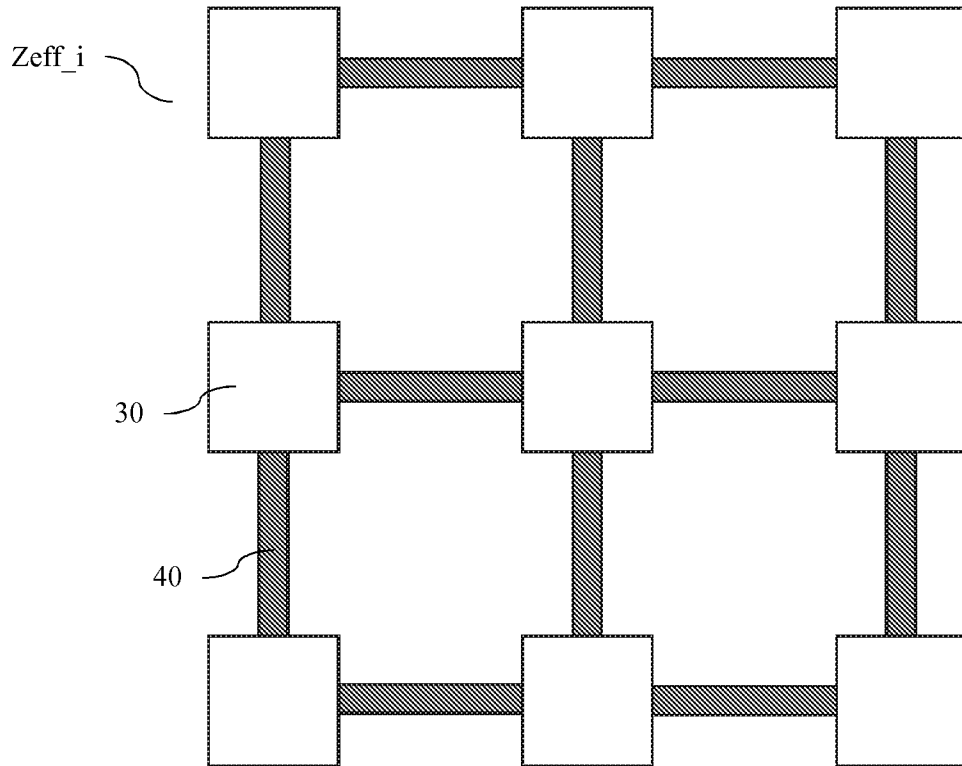


Fig. 9

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/FR2018/050791

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 INV. E02B3/06  
 ADD.  
 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**  
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 E02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
 EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 3 188 813 A (FOSTER BOUTWELL H ET AL) 15 June 1965 (1965-06-15) column 2, line 39 - column 6, line 41; figures -----	1

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
 13 July 2018

Date of mailing of the international search report  
 24/07/2018

Name and mailing address of the ISA/  
 European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer  
 De Coene, Petrus

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2018/050791

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3188813	A	NONE	15-06-1965

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2018/050791

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> INV. E02B3/06 ADD.				
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB				
<b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b>				
Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) E02B				
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche				
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal				
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>				
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées		
A	US 3 188 813 A (FOSTER BOUTWELL H ET AL) 15 juin 1965 (1965-06-15) colonne 2, ligne 39 - colonne 6, ligne 41; figures -----	1		
<input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe				
* Catégories spéciales de documents cités:				
<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;">                     "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent                      "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date                      "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)                      "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens                      "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée                 </td> <td style="vertical-align: top;">                     "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention                      "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément                      "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier                      "&amp;" document qui fait partie de la même famille de brevets                 </td> </tr> </table>			"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée	"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée	"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets			
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 13 juillet 2018		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 24/07/2018		
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé De Coene, Petrus		

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2018/050791

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 3188813	A	15-06-1965	AUCUN