



(11)

EP 3 653 793 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
20.05.2020 Bulletin 2020/21

(51) Int Cl.:
E02B 3/06 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **19208966.2**

(22) Date de dépôt: **13.11.2019**

(84) Etats contractants désignés:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
 Etats d'extension désignés:
BA ME
 Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(30) Priorité: **13.11.2018 FR 1871507**

(71) Demandeur: **Bouygues Travaux Publics
78280 Guyancourt (FR)**

(72) Inventeurs:

- **ARISTAGHES, Pierre
78960 VOISINS LE BRETONNEUX (FR)**
- **BOUGEROL, Maud
91300 MASSY (FR)**

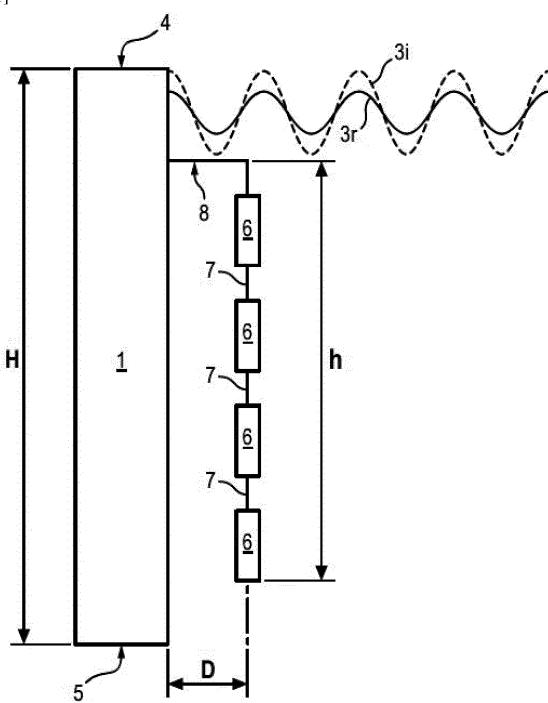
(74) Mandataire: **Regimbeau
20, rue de Chazelles
75847 Paris Cedex 17 (FR)**

(54) RÉDUCTION DU COEFFICIENT DE RÉFLEXION D'UNE PAROI VERTICALE DANS UN PORT

(57) L'invention concerne un procédé (S10) d'aménagement d'une paroi (1) sensiblement verticale au moins partiellement immergée afin de réduire l'agitation devant la paroi verticale (1) sous l'effet de vagues incidentes (3i) comprenant les étapes suivantes :
 déterminer (S11) la plage de périodes des vagues incidentes (3) susceptibles de percuter la paroi verticale (1),
 - obtenir (S12) un rideau (2) en fonction de la plage de

périodes ainsi déterminée de sorte que son coefficient de réflexion (Cr) soit inférieur à 1, et
 - fixer (S13) le rideau (2) à proximité du bord supérieur (4) de la paroi verticale (1), de sorte que le rideau (2) soit intégralement immergé dans l'eau et qu'il s'étende sensiblement parallèlement à ladite paroi verticale (1) lorsqu'il est statique.

[Fig. 1]



DescriptionDOMAINE DE L'INVENTION

5 [0001] L'invention concerne de manière générale la réduction de la force des vagues au sein d'une infrastructure maritime, notamment d'une infrastructure maritime telle qu'un port. Un objectif de l'invention est notamment de faciliter le chargement et le déchargement d'un bateau dans une telle infrastructure.

ARRIÈRE-PLAN TECHNOLOGIQUE

10 [0002] Les bateaux sont généralement chargés et déchargés dans des ports. Selon le type de bateau et les moyens de déchargement mis en œuvre, il est préférable que le bateau soit stable et sensiblement immobile afin de permettre leur chargement et leur déchargement de manière aisée. Toutefois, les vagues, qu'elles soient générées en mer et se propagent dans le port (houles et mers de vent), induites par le vent au sein même du port (clapot) ou encore induites 15 par les bateaux dans le port (batillage), se propagent ensuite par réflexion contre toute paroi immergée dans le port (telles qu'un brise-lames, un quai, une pente, une plage, etc.). Il en découle des difficultés pour certains bateaux à charger ou à décharger leur cargaison, ou des problèmes de confort et de sécurité comme par exemple dans les ports de plaisance.

20 [0003] Chaque paroi immergée présente un coefficient de réflexion (Cr) qui dépend notamment de sa géométrie (pente, cote d'arase, forme en plan, ...), de sa texture (rugosité, porosité ...) et des caractéristiques de la vague incidente (période, cambrure, ...). En particulier, les parois verticales réfléchissent de manière quasi parfaite les vagues incidentes et ont donc un coefficient de réflexion sensiblement égal à 1. Or, les structures les plus communes dans un port sont les quais verticaux - et donc des parois verticales - qui peuvent être réalisées, de manière non limitative, à partir de palplanches, de parois moulées, de caissons.

25 [0004] Afin de réduire le coefficient de réflexion de ces parois verticales, il a déjà été proposé de placer devant ces parois des digues de protection côtière telles que des murs rigides perforés du type caisson JARLAN. Ces murs rigides perforés sont toutefois très chers et nécessitent des structures en béton complexes, et ne peuvent pas être envisagés a posteriori sur un quai existant.

30 [0005] Il a également été proposé de réaliser des talus immergés, tels que les pentes situées sous les quais ouverts sur pieux. Toutefois, la réalisation de quais sur pieux est chère et cette solution n'est compétitive que lorsque les conditions géotechniques et/ou sismiques sont sévères.

35 [0006] Ces solutions sont donc efficaces et permettent effectivement de réduire le coefficient de réflexion des parois, et notamment des parois verticales. Toutefois, leur coût est élevé, elles peuvent être complexes à mettre en œuvre, et elles ne peuvent pas être mises en œuvre sur un quai déjà existant pour réduire son coefficient de réflexion.

[0007] Il a donc été proposé d'utiliser des structures flottantes à faible coefficient de réflexion. Toutefois, ces structures subissent des mouvements en général incompatibles avec la fonction de chargement - déchargement, et ne sont donc envisageables que dans de rares zones dans lesquelles les vagues sont faibles et très courtes (clapots générés par des vents locaux ou ondes de batillage créées par le passage de bateaux, présentant une période inférieure à 3 s ou 4 s).

40 [0008] Il a également été proposé dans le document US 2009/0239645 un rideau au moins partiellement immergé configuré pour amortir les mouvements de l'eau devant une paroi sensiblement verticale dans une infrastructure du type port. Pour cela, le rideau est dimensionné de sorte à présenter un coefficient de transmission qui est substantiellement inférieur à 1. Ce rideau permet ainsi d'abriter la partie qui est située en aval de celui-ci, c'est-à-dire entre le rideau et la paroi, d'une sollicitation en amont tel qu'un jet d'hélice. Il a aussi été proposé dans le document JP 2015-055055 un système configuré pour amortir des vagues, notamment devant une paroi verticale d'un quai, comprenant des barres hélicoïdales configurées pour réfléchir des vagues incidentes et renvoyer des vagues réfléchies. Les vagues réfléchies 45 vont alors entrer en interférence, ce qui a pour effet de les atténuer.

RESUME DE L'INVENTION

50 [0009] Un objectif de l'invention est donc de proposer une solution permettant de réduire l'agitation devant une paroi sensiblement verticale dans un plan d'eau du type port sous l'effet d'une vague incidente 3i, qui soit simple à réaliser et à mettre en place et de coût modéré, et qu'il soit possible d'installer sur un ouvrage existant à titre correctif.

55 [0010] Pour cela, l'invention propose un procédé de fabrication d'un rideau configuré pour réduire l'agitation devant une paroi sensiblement verticale au moins partiellement immergée dans une infrastructure du type port sous l'effet de vagues incidentes, le procédé comprenant les étapes suivantes :

- dimensionner le rideau en fonction de caractéristiques liées à la paroi verticale et aux vagues incidentes, ledit rideau étant formé d'une pluralité de blocs unitaires assemblés les uns aux autres par l'intermédiaire de liens flexibles de

sorte à former une grille de blocs articulée,
 - fabriquer le rideau ainsi dimensionné.

5 [0011] De plus, le rideau est dimensionné de sorte que son coefficient de réflexion Cr soit inférieur à 1.

[0012] Certaines caractéristiques préférées mais non limitatives du procédé de fabrication décrit ci-dessus sont les suivantes, prises individuellement ou en combinaison :

- les vagues incidentes présentent des périodes comprises dans une plage de périodes donnée, le rideau étant dimensionné de sorte qu'au moins un de ses modes propres soit compris dans la plage de périodes donnée
- le rideau est dimensionné de sorte que son mode propre n°3 et/ou n°4 soit compris dans la plage de périodes donnée
- le rideau présente une hauteur donnée lorsqu'il est en condition statique et, au cours de l'étape de dimensionnement, la hauteur et une densité des blocs sont déterminés en fonction de la plage de périodes donnée
- les blocs du rideau sont séparés les uns des autres par des espaces vides et dans lequel le rideau est dimensionné de sorte qu'une porosité du rideau est comprise entre 10 % et 30 %
- la paroi verticale comprend un bord supérieur s'étendant à proximité d'une surface de l'eau et un bord inférieur immergé et opposé au bord supérieur et la hauteur donnée du rideau est inférieure à une plus courte distance entre le bord supérieur et le bord inférieur de la paroi verticale
- la hauteur donnée du rideau est au moins égale à 30 % de ladite plus courte distance.

20 [0013] Selon un deuxième aspect, l'invention propose également un procédé d'aménagement d'une paroi sensiblement verticale au moins partiellement immergée afin de réduire l'agitation devant la paroi verticale sous l'effet de vagues incidentes, dans lequel la paroi verticale comprend un bord supérieur s'étendant à proximité d'une surface de l'eau et un bord inférieur immergé et opposé au bord supérieur et les vagues incidentes présentent des périodes comprises dans une plage de périodes donnée. Le procédé comprend alors les étapes suivantes :

- déterminer la plage de périodes des vagues incidentes susceptibles de percuter la paroi verticale,
- obtenir un rideau fabriqué conformément à un procédé de fabrication comme décrit ci-dessus en fonction de la plage de périodes ainsi déterminée de sorte que son coefficient de réflexion soit inférieur à 1, et
- fixer le rideau à proximité du bord supérieur de la paroi verticale, de sorte que le rideau soit intégralement immergé dans l'eau et qu'il s'étende sensiblement parallèlement à ladite paroi verticale lorsqu'il est statique.

30 [0014] Certaines caractéristiques préférées mais non limitatives du procédé d'aménagement décrit ci-dessus sont les suivantes, prises individuellement ou en combinaison :

- le rideau est fixé à une distance supérieure à un mètre de la paroi verticale et/ou
- le rideau n'est fixé qu'en tête, au niveau du bord supérieur de la paroi verticale.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

40 [0015] D'autres caractéristiques, buts et avantages de la présente invention apparaîtront mieux à la lecture de la description détaillée qui va suivre, et au regard des dessins annexés donnés à titre d'exemples non limitatifs et sur lesquels :

45 La figure 1 illustre schématiquement la fixation d'un exemple de rideau conformément à mode de réalisation du procédé d'aménagement conforme à l'invention.

La figure 2a illustre la fonction de Bessel Jo de première espèce et d'ordre 0.

La figure 2b représente les 5 premiers modes propres de vibration d'un rideau pesant suspendu en tête.

50 La figure 3 illustre le coefficient de réflexion (Cr) en fonction du temps de deux exemples de réalisation de rideaux, correspondant à deux longueurs de rideaux (18 m et 9 m) placés à 3 m de la paroi verticale par une profondeur d'eau de 20 m.

La figure 4 est un organigramme illustrant les étapes d'un exemple de réalisation d'un procédé de fabrication conforme à l'invention.

55 La figure 5 est un organigramme illustrant les étapes d'un exemple de réalisation d'un procédé d'aménagement conforme à l'invention.

DESCRIPTION DETAILLEE D'UN MODE DE REALISATION

[0016] L'invention propose la mise en place devant une paroi 1 réfléchissante, typiquement une paroi verticale, d'un rideau 2 vertical souple tendu simplement suspendu sous un élément de structure de la paroi 1 (par exemple sous la poutre de couronnement d'un quai), rideau 2 dont le mode de vibration excité par la houle incidente va contribuer à diminuer la hauteur de vague réfléchie.

[0017] La figure 1 illustre une paroi verticale 1 dans une infrastructure maritime, typiquement un port, supportant un rideau 2 configuré pour réduire son coefficient de réflexion Cr vis-à-vis de vagues incidentes 3i et réduire ainsi les vagues réfléchies 3r, ceci afin de diminuer l'agitation dans le plan d'eau.

[0018] La paroi verticale 1 présente un bord supérieur 4 s'étendant au-dessus ou à proximité de la surface de l'eau, et un bord inférieur 5 immergé et opposé au bord supérieur 4. Le bord supérieur 4 peut se trouver au-dessus du niveau de l'eau ou, en variante, être immergé. Par hauteur H de la paroi, on comprendra ici la plus courte distance entre le bord supérieur 4 de la paroi et son bord inférieur 5. Dans le cas où la paroi verticale 1 est une face verticale d'un quai, le bord supérieur 4 correspond au bord du tablier du quai.

[0019] Le rideau 2 présente une hauteur h, qui correspond à la dimension verticale du rideau 2 lorsque celui-ci est fixé sur la paroi verticale 1.

[0020] Le rideau 2 est formé d'une pluralité de blocs 5 unitaires assemblés les uns aux autres par l'intermédiaire de liens 7 flexibles de sorte à former une grille de blocs 5 articulés.

[0021] Plus précisément, les blocs 5 sont reliés les uns aux autres par l'intermédiaire d'une série de liens 7 flexibles verticaux, de sorte à former une pluralité de colonnes parallèles de blocs 5, et d'une série de liens 7 flexibles horizontaux, de sorte à former une pluralité de lignes parallèles de blocs 5.

[0022] Grâce aux liens 7 flexibles, les blocs 5 sont séparés les uns des autres par des espaces vides pour permettre leur mouvement relatif, de sorte que lors de l'impact d'une vague incidente 3i contre le rideau 2, celui-ci soit capable d'osciller grâce à l'articulation relative de ses blocs 5.

[0023] Les blocs 5 présentent chacun une densité donnée. De préférence, chaque bloc 6 du rideau 2 présente une même densité, afin de faciliter le dimensionnement du rideau 2.

[0024] Dans une première forme de réalisation, les blocs 5 comprennent un corps massif réalisé en béton, en métal, en bois, en plastique ou dans un mélange de ces matériaux. Les liens 7 flexibles peuvent alors comprendre des câbles métalliques ou géotextiles. Un exemple de réalisation d'un tel rideau 2 comprend par exemple un matelas de béton articulé.

[0025] Dans une deuxième forme de réalisation, les blocs 5 comprennent des panneaux rigides, par exemple en plastique, en béton, en métal, ou dans un mélange de ces matériaux. Ces blocs 5 sont alors reliés les uns aux autres par fixation sur un filet de chaînes d'amarrage, de préférence métallique.

[0026] Dans une troisième forme de réalisation, les blocs 5 peuvent comprendre des masses fixées sur un textile du type anti-turbidité. Ici encore, les masses peuvent être réalisées en béton, en métal, en bois, en plastique, ou dans un mélange de ces matériaux.

[0027] Dans une quatrième forme de réalisation, les blocs 5 sont des bouteilles en plastiques remplies d'un matériau permettant de leur conférer une densité donnée, par exemple du sable. Les liens 7 flexibles peuvent alors comprendre des câbles métalliques ou géotextiles.

[0028] Afin de réduire le coefficient de réflexion Cr de la paroi verticale 1 sur laquelle le rideau 2 est destiné à être fixé, l'invention propose de dimensionner (étape S1) le rideau 2 de sorte que sa période propre d'oscillation la plus probable soit dans la gamme des périodes du spectre de la houle incidente. L'objectif ici est d'absorber une partie de l'énergie des vagues incidentes 3i afin que celles-ci ne soient pas totalement réfléchies vers le port malgré la présence d'une paroi verticale 1.

[0029] A cet effet, le rideau 2 est dimensionné de sorte qu'au moins un de ses modes propres soit compris dans la plage de périodes des vagues incidentes 3i.

[0030] Ces modes propres se caractérisent par les fonctions de Bessel de première espèce, du fait que le rideau est une structure souple tendue en permanence, suspendue en tête et libre en pied.

[0031] Compte-tenu du fait qu'une oscillation de type pendulaire entraînerait des masses d'eau ajoutées importantes, de manière analogue à un mouvement de translation horizontal d'une plaque verticale qui mobilise une masse d'eau attenante importante, les modes de vibration 1 et 2 (voir figure 2b) sont très peu développés en pratique. Les modes qui sont en pratique excités par la houle incidente sont ceux qui minimisent les masses d'eau ajoutées, à savoir les modes d'ordre 3 et plus (voir figure 2b).

[0032] Le rideau 2 doit donc être dimensionné de manière à ce que les périodes propres des modes 3, 4, voire 5, soient dans la gamme de la période de la vague incidente 3i, puisqu'ils sont associés à de faibles masses hydrodynamiques ajoutées.

[0033] A titre d'exemple, le mode propre n°3 s'exprime comme suit, en négligeant la masse ajoutée :

$$T_3 = 2\pi \sqrt{\frac{\lambda}{\lambda'}} \times \frac{1}{8.65} \quad (1)$$

5 où :

T_3 est le mode propre n°3

le facteur 8.65 correspond à la troisième solution de la première fonction de Bessel de première espèce $J_0(x) = 0$, comme illustré en figure 2.

10 le ratio λ/λ' correspond au rapport de la masse surfacique sur la masse surfacique déjaugée du rideau 2, lorsque le coefficient de masse ajoutée est considéré comme négligeable, ce qui est le cas pour le mode propre n°3. Ce ratio λ/λ' est égal au rapport $1/(1-1/\delta)$, où δ est la densité du matériau constitutif des blocs 5 par rapport à l'eau environnante.

15 [0034] Le mode 4 (respectivement 5) peut être calculé avec la même formule en remplaçant 8.65 par 11.8 (respectivement 14.9).

[0035] Lorsque la période des vagues incidentes 3i approche le mode propre n°3 du rideau 2 ainsi dimensionné, le coefficient de réflexion C_r du rideau 2 devient sensiblement inférieur à 1, comme cela est représenté sur la figure 3. La figure 3 illustre en effet les oscillations de deux exemples de réalisation de rideaux 2 conformes à l'invention, pour lesquels le mode propre n°3 calculé conformément à la formule (1) est égal à 2.6 s pour le rideau 2 dont la hauteur h est égale à 18 m, et de 1.9 s pour le rideau 2 dont la hauteur h est égale à 9 m, lorsqu'on néglige le coefficient de masse ajouté. Or, il ressort de cette figure que le coefficient de réflexion C_r est minimal lorsque la période des vagues incidentes 3i est proche de 2.6 s.

[0036] Les paramètres du rideau 2 ayant une influence sur ses modes propres et pouvant être adaptés lors de l'étape S1 de dimensionnement comprennent, de manière non limitative, la hauteur h du rideau 2, la densité de ses blocs 5 et/ou la porosité du rideau 2, ainsi que la distance D à la paroi verticale 1.

[0037] Dans une forme de réalisation, la porosité du rideau 2 peut être comprise entre 10 % et 30 %. Par porosité, on comprendra ici le pourcentage de surface vide par rapport à la surface totale du rideau 2, la surface totale correspondant à la surface s'étendant entre les côtés latéraux et les côtés supérieurs du rideau 2.

[0038] La hauteur h du rideau 2 quant à elle est choisie de sorte à être inférieure à la hauteur H de la paroi verticale 1 et peut être comprise entre 30 % et 100 % de la hauteur H de la paroi verticale 1. Il est en effet préférable que le rideau 2 ne soit pas fixé en partie inférieure ni même retenu par frottements contre le sol afin de permettre son oscillation libre lors de l'incidence d'une vague 3i. Il ressort en outre des tests effectués par le Demandeur qu'un rideau 2 couvrant l'intégralité de la hauteur H de la paroi verticale 1 présentait un coefficient de réflexion C_r comparable à celui d'un rideau 2 identique mais ne couvrant que 50% de la hauteur H de cette paroi verticale 1.

[0039] On notera qu'il a déjà été proposé d'utiliser des matelas de béton pour protéger des parois contre l'érosion (voir par exemple le document US 2009/0239645). Toutefois, les matelas de béton de l'art antérieur n'étaient pas dimensionnés pour réduire le coefficient de réflexion C_r de la paroi, mais au contraire pour présenter un faible coefficient en transmission C_t . Ces matelas de béton présentaient en effet un coefficient en transmission C_t inférieur à 1 de sorte à empêcher les vagues incidentes 3i d'abîmer la paroi qu'ils protégeaient. A cet effet, ces matelas de béton étaient dimensionnés de sorte à obtenir un effet de masse, afin que le matelas de béton soit suffisamment pesant pour qu'il n'oscille pas trop sous la pression exercée par la vague incidente 3i. Il en découle que, contrairement aux rideaux 2 mis en œuvre dans l'invention, les matelas de béton de l'art antérieur étaient configurés pour réfléchir un maximum les vagues incidentes 3i afin d'éviter qu'elles n'atteignent et n'endommagent la paroi verticale 1, puisque les coefficients de réflexion C_r et de transmission C_t varient de manière symétrique, si l'on considère qu'aux effets dissipatifs près la conservation de l'énergie se traduit par l'équation $C_r^2 + C_t^2 = 1$.

[0040] A contrario, dans la présente invention, le rideau 2 est dimensionné de sorte que sa période propre (et notamment son mode propre n°3 et/ou n°4) approche celle des vagues incidentes 3i.

[0041] La paroi verticale 1 peut alors être aménagée (procédé S10) conformément aux étapes suivantes à l'aide d'un rideau 2 comme décrit ci-dessus.

[0042] Au cours d'une première étape S11, on détermine la plage de périodes des vagues incidentes 3i susceptibles de percuter la paroi verticale 1. Cette détermination peut être réalisée en déterminant, sur une durée prédéterminée, la période maximale et la période minimale des vagues incidentes 3i sur la paroi verticale 1. Ces périodes maximale et minimale définissent alors les bornes de la plage.

[0043] En variante, la plage de périodes peut être choisie parmi une série de plages préétablies représentatives de périodes rencontrées fréquemment dans des infrastructures maritimes, telles que des ports. Par exemple, la plage peut être choisie parmi une plage de périodes faibles, une plage de périodes moyennes ou une plage de périodes élevées.

[0044] Au cours d'une deuxième étape S12, on obtient un rideau 2 dont le coefficient de réflexion C_r est inférieur à

1, conformément à ce qui a été décrit ci-dessus. Le rideau 2 obtenu est donc adapté à la paroi verticale 1 et à l'infrastructure maritime. Ses paramètres (densité, porosité, hauteur h, etc.) sont en particulier choisis en fonction de la paroi verticale 1 (notamment sa hauteur H) et de la plage de périodes des vagues incidentes 3i à absorber (qui a été déterminée au cours de la première étape).

5 [0045] Au cours d'une troisième étape S13, le rideau 2 ainsi obtenu est fixé à proximité du bord supérieur 4 de la paroi verticale 1, de sorte qu'il soit intégralement immergé dans l'eau et qu'il s'étende sensiblement parallèlement à ladite paroi verticale 1 lorsqu'il est statique (voir figure 1).

10 [0046] Afin de permettre au rideau 2 d'osciller et d'absorber les vagues incidentes 3i sans entrer en contact avec un élément susceptible de perturber ses modes propres, le rideau 2 est fixé à distance de la paroi verticale 1, par exemple par l'intermédiaire de bras 8 s'étendant sensiblement perpendiculairement depuis la paroi verticale 1. En d'autres termes, sur toute la hauteur h du rideau 2 et en tout point de sa surface, le rideau 2 s'étend à une distance D d'au moins un mètre de toute structure susceptible de perturber ses modes propres.

15 [0047] De préférence le rideau 2 est fixé à une distance D supérieure à deux mètres de la paroi verticale 1, plus particulièrement à une distance D supérieure ou égale à trois mètres, par exemple entre trois mètres et six mètres.

15 [0048] Dans une forme de réalisation, le rideau 2 n'est fixé qu'en tête, c'est-à-dire uniquement au niveau de son côté supérieur, afin de le laisser libre d'osciller le long de la paroi verticale 1 (voir figure 1).

Revendications

- 20 1. Procédé (S0) de fabrication d'un rideau (2) configuré pour réduire l'agitation devant une paroi sensiblement verticale (1) au moins partiellement immergée dans une infrastructure du type port sous l'effet de vagues incidentes (3i), le procédé comprenant les étapes suivantes :
 - 25 - dimensionner (S1) le rideau (2) en fonction de caractéristiques liées à la paroi verticale (1) et aux vagues incidentes (3i), ledit rideau (2) étant formé d'une pluralité de blocs (6) unitaires assemblés les uns aux autres par l'intermédiaire de liens (7) flexibles de sorte à former une grille de blocs (6) articulée,
 - fabriquer (S2) le rideau (2) ainsi dimensionné,
 le procédé (S0) de fabrication étant **caractérisé en ce que** le rideau (2) est dimensionné de sorte que son coefficient de réflexion (Cr) soit inférieur à 1.
- 35 2. Procédé (S0) de fabrication selon la revendication 1, dans lequel les vagues incidentes (3i) présentent des périodes comprises dans une plage de périodes donnée, le rideau (2) étant dimensionné de sorte qu'au moins un de ses modes propres soit compris dans la plage de périodes donnée.
- 40 3. Procédé (S0) de fabrication selon la revendication 2, dans lequel le rideau (2) est dimensionné de sorte que son mode propre n°3 et/ou n°4 soit compris dans la plage de périodes donnée.
- 45 4. Procédé (S0) de fabrication selon l'une des revendications 2 ou 3, dans lequel le rideau (2) présente une hauteur (h) donnée lorsqu'il est en condition statique et, au cours de l'étape de dimensionnement (S1), la hauteur (h) et une densité des blocs (6) sont déterminés en fonction de la plage de périodes donnée.
- 50 5. Procédé (S0) de fabrication selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel les blocs (6) du rideau (2) sont séparés les uns des autres par des espaces vides et dans lequel le rideau (2) est dimensionné de sorte qu'une porosité du rideau (2) est comprise entre 10 % et 30 %.
- 55 6. Procédé (S0) de fabrication selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel la paroi verticale (1) comprend un bord supérieur (4) s'étendant à proximité d'une surface de l'eau et un bord inférieur (5) immergé et opposé au bord supérieur (4) et la hauteur (h) donnée du rideau (2) est inférieure à une plus courte distance (H) entre le bord supérieur (4) et le bord inférieur (5) de la paroi verticale (1).
7. Procédé (S0) de fabrication selon la revendication 6, dans lequel la hauteur (h) donnée du rideau (2) est au moins égale à 30 % de ladite plus courte distance (H).
- 55 8. Procédé (S10) d'aménagement d'une paroi (1) sensiblement verticale au moins partiellement immergée afin de réduire l'agitation devant la paroi verticale (1) sous l'effet de vagues incidentes (3i), dans lequel la paroi verticale (1) comprend un bord supérieur (4) s'étendant à proximité d'une surface de l'eau et un bord inférieur (5) immergé et opposé au bord supérieur (4) et les vagues incidentes (3i) présentent des périodes

comprises dans une plage de périodes donnée,
le procédé comprenant les étapes suivantes :

- 5 - déterminer (S11) la plage de périodes des vagues incidentes (3i) susceptibles de percuter la paroi verticale (1),
 - obtenir (S12) un rideau (2) fabriqué conformément à un procédé selon l'une des revendications 1 à 7 en
fonction de la plage de périodes ainsi déterminée de sorte que son coefficient de réflexion (Cr) soit inférieur à 1, et
 - fixer (S13) le rideau (2) à proximité du bord supérieur (4) de la paroi verticale (1), de sorte que le rideau (2)
soit intégralement immergé dans l'eau et qu'il s'étende sensiblement parallèlement à ladite paroi verticale (1)
lorsqu'il est statique.

- 10 **9.** Procédé (S10) d'aménagement selon la revendication 8, dans lequel le rideau (2) est fixé à une distance (D)
supérieure à un mètre de la paroi verticale (1).
- 15 **10.** Procédé (S10) d'aménagement selon l'une des revendications 8 ou 9, dans lequel le rideau (2) n'est fixé qu'en tête,
au niveau du bord supérieur (4) de la paroi verticale (1).

20

25

30

35

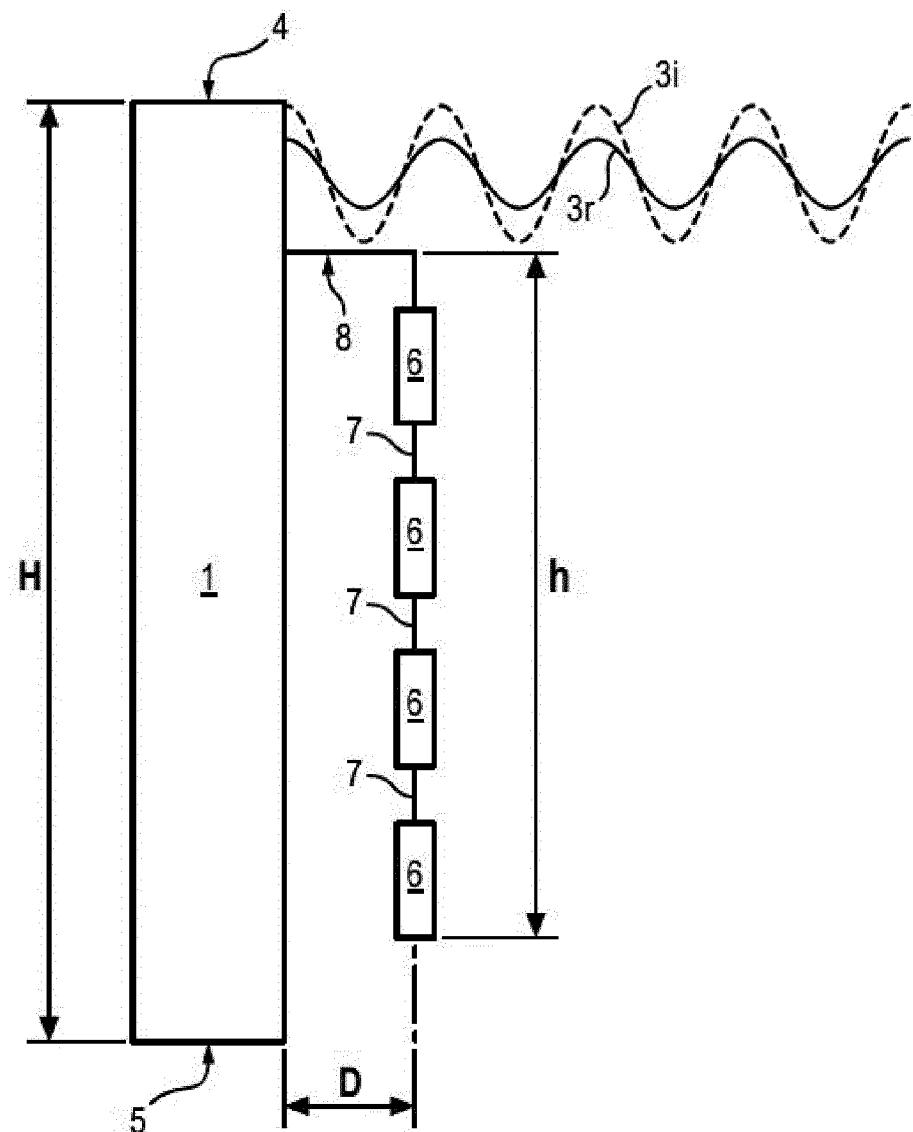
40

45

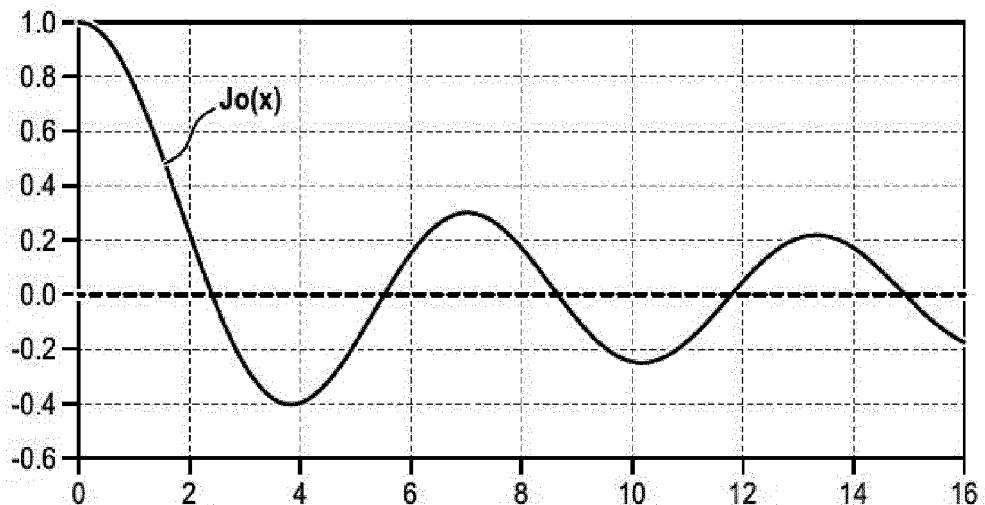
50

55

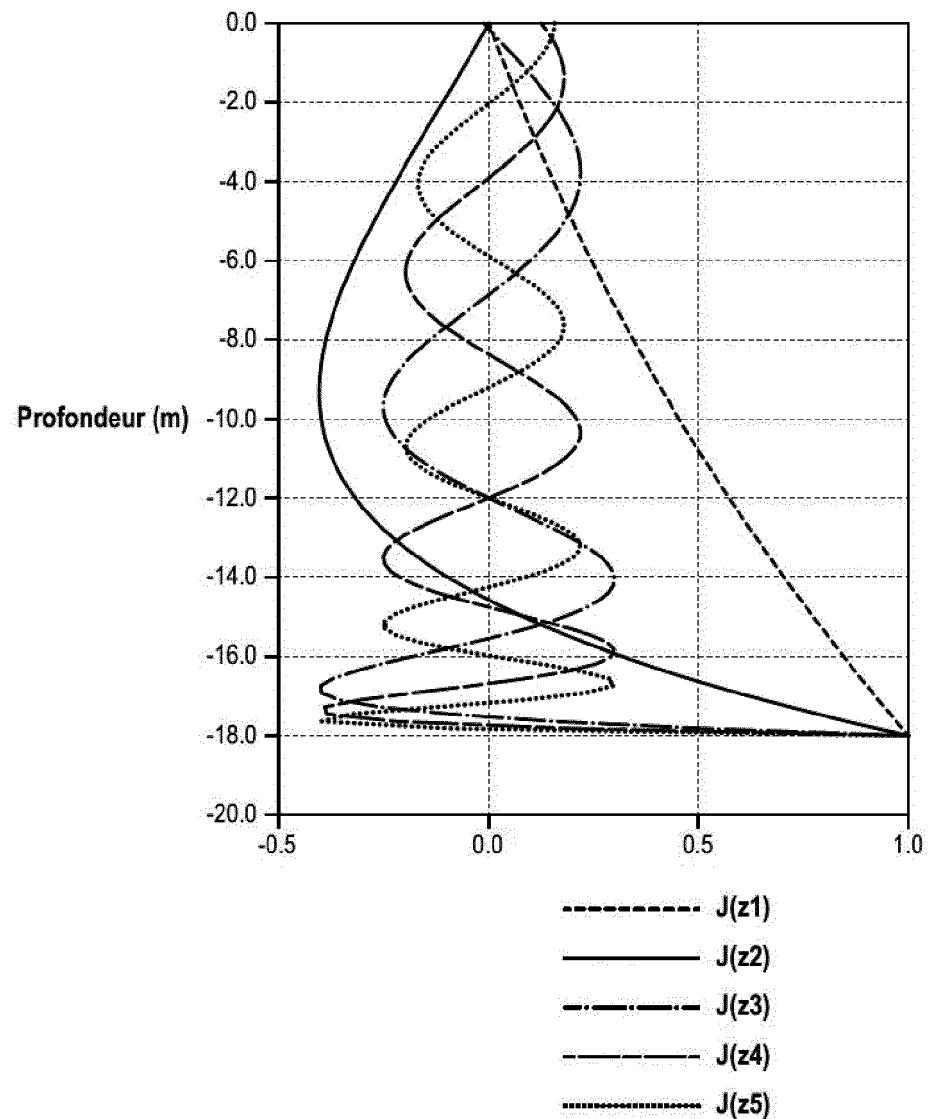
[Fig. 1]



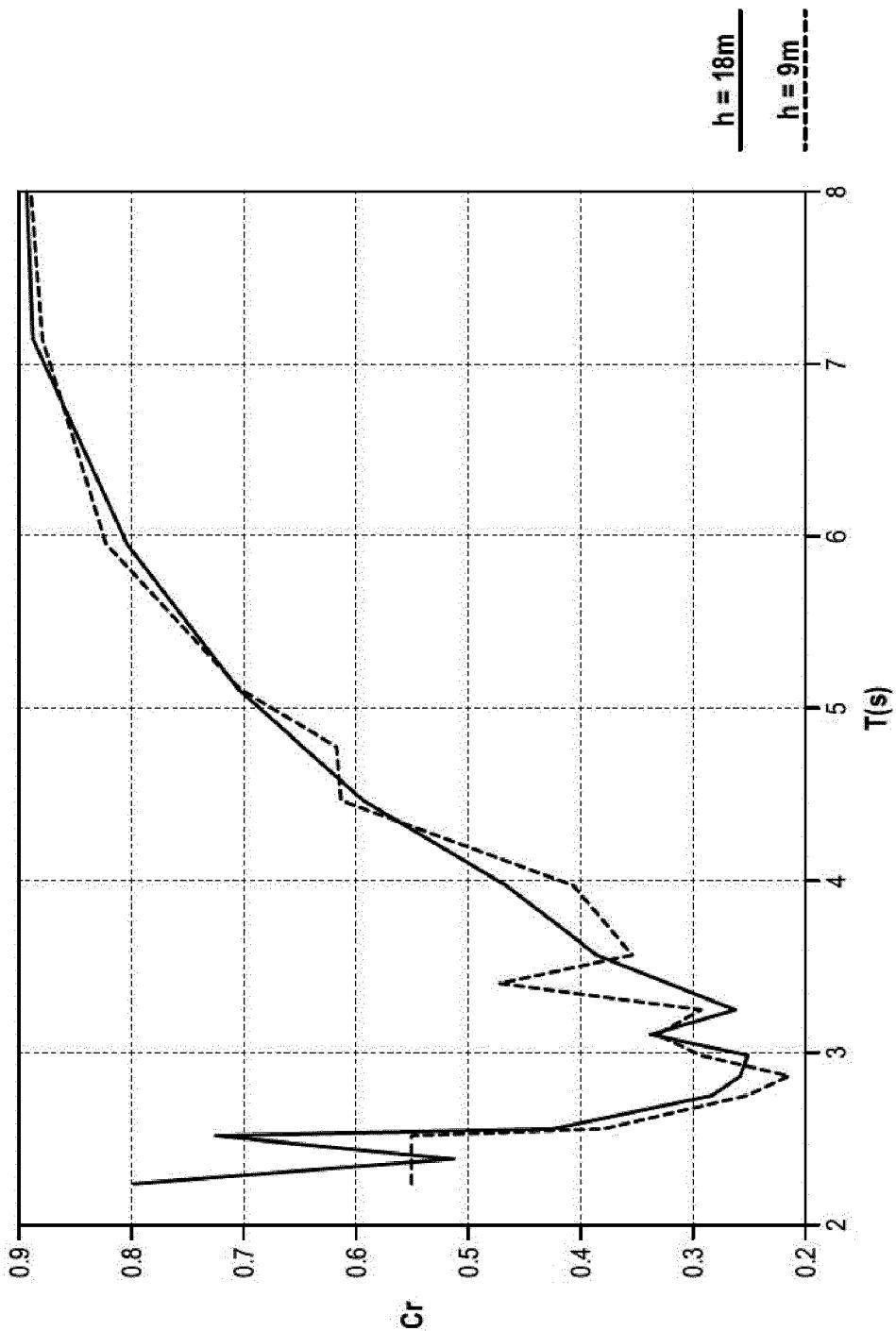
[Fig. 2a]



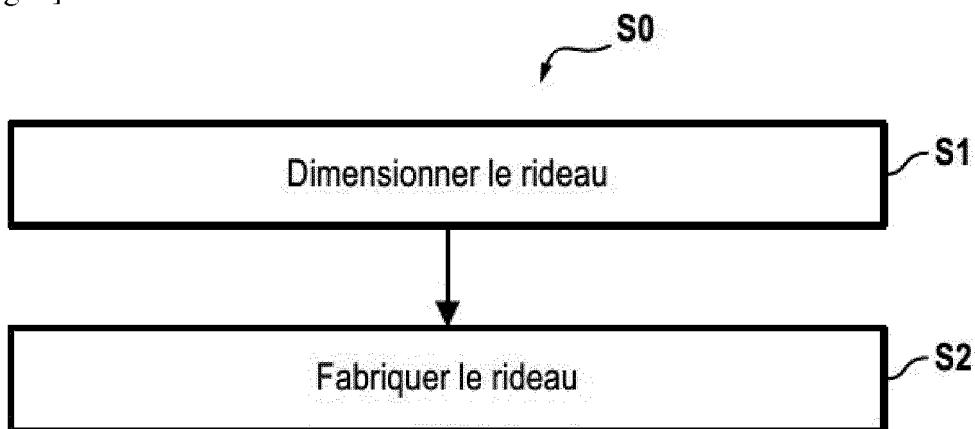
[Fig. 2b]



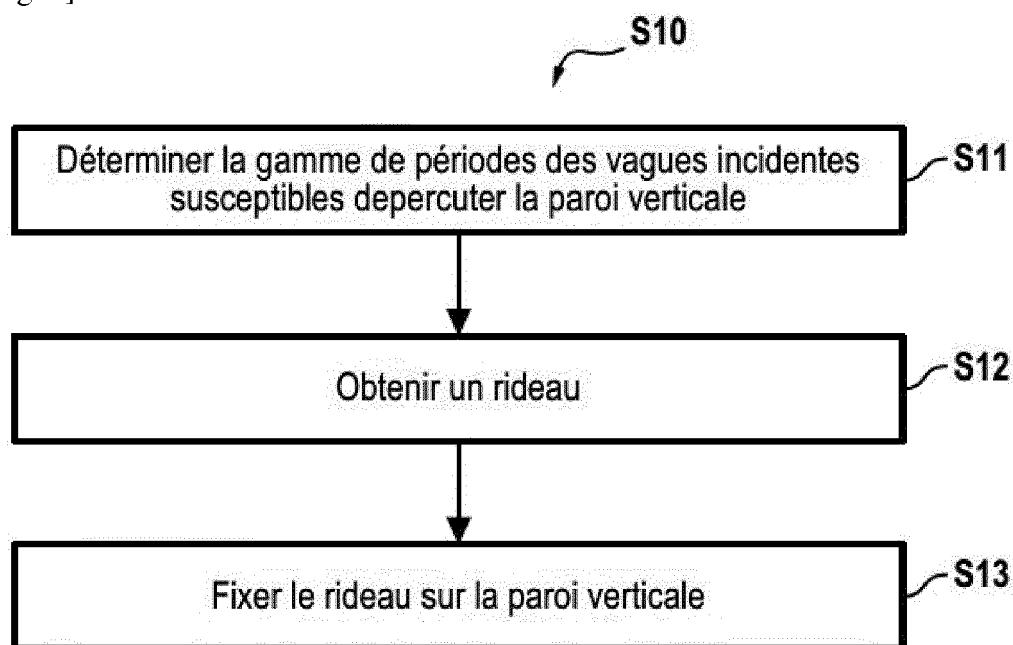
[Fig. 3]



[Fig. 4]



[Fig. 5]





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS | | | |
|---|---|-------------------------|---|
| Catégorie | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes | Revendication concernée | CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC) |
| X | US 2009/238645 A1 (ARISTAGHES PIERRE [FR] ET AL) 24 septembre 2009 (2009-09-24) * alinéa [0063] - alinéa [0095]; figures * | 1-7 ----- | INV. E02B3/06 |
| Y | JP 2015 055055 A (GT SPIRAL CO LTD) 23 mars 2015 (2015-03-23) * le document en entier * | 8-10 ----- | |
| A | | 1,4,6 | |
| | | | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) |
| | | | E02B |
| Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications | | | |
| Lieu de la recherche | Date d'achèvement de la recherche | Examinateur | |
| La Haye | 18 décembre 2019 | De Coene, Petrus | |
| CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES | | | |
| X : particulièrement pertinent à lui seul | T : théorie ou principe à la base de l'invention | | |
| Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie | E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date | | |
| A : arrière-plan technologique | D : cité dans la demande | | |
| O : divulgation non-écrite | L : cité pour d'autres raisons | | |
| P : document intercalaire | & : membre de la même famille, document correspondant | | |

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 19 20 8966

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

18-12-2019

| 10 | Document brevet cité au rapport de recherche | Date de publication | Membre(s) de la famille de brevet(s) | Date de publication |
|----|---|------------------------|--|--|
| 15 | US 2009238645 A1 | 24-09-2009 | AT 497558 T EP 1883735 A1 ES 2360418 T3 FR 2885919 A1 US 2009238645 A1 WO 2006123053 A1 | 15-02-2011 06-02-2008 03-06-2011 24-11-2006 24-09-2009 23-11-2006 |
| 20 | JP 2015055055 A | 23-03-2015 | AUCUN | |
| 25 | | | | |
| 30 | | | | |
| 35 | | | | |
| 40 | | | | |
| 45 | | | | |
| 50 | | | | |
| 55 | EPO FORM P0460 | | | |

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 20090239645 A [0008] [0039]
- JP 2015055055 A [0008]