



(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

- (43)

Date de publication:
31.01.2024 Bulletin 2024/05
- (51)

Classification Internationale des Brevets (IPC):
E02B 3/10 (2006.01)
- (21)

Numéro de dépôt: 23187441.3
- (52)

Classification Coopérative des Brevets (CPC):
E02B 3/10
- (22)

Date de dépôt: 25.07.2023

- | | |
|--|---|
| <div><div>(84)</div><div>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 ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN</div></div> <div><div>(30)</div><div>Priorité: 26.07.2022 FR 2207660</div></div> <div><div>(71)</div><div>Demandeur: Eiffage GC Infra Linéaires
78140 Vélizy-Villacoublay (FR)</div></div> | <div><div>(72)</div><div>Inventeurs:<ul style="list-style-type: none">• POISSON, Florian
93700 Drancy (FR)• DOOM, Florian
77144 Montévrain (FR)• BOULANGE, Laurence
38530 Chapareillan (FR)</div></div> <div><div>(74)</div><div>Mandataire: Plasseraud IP
66, rue de la Chaussée d'Antin
75440 Paris Cedex 09 (FR)</div></div> |
|--|---|

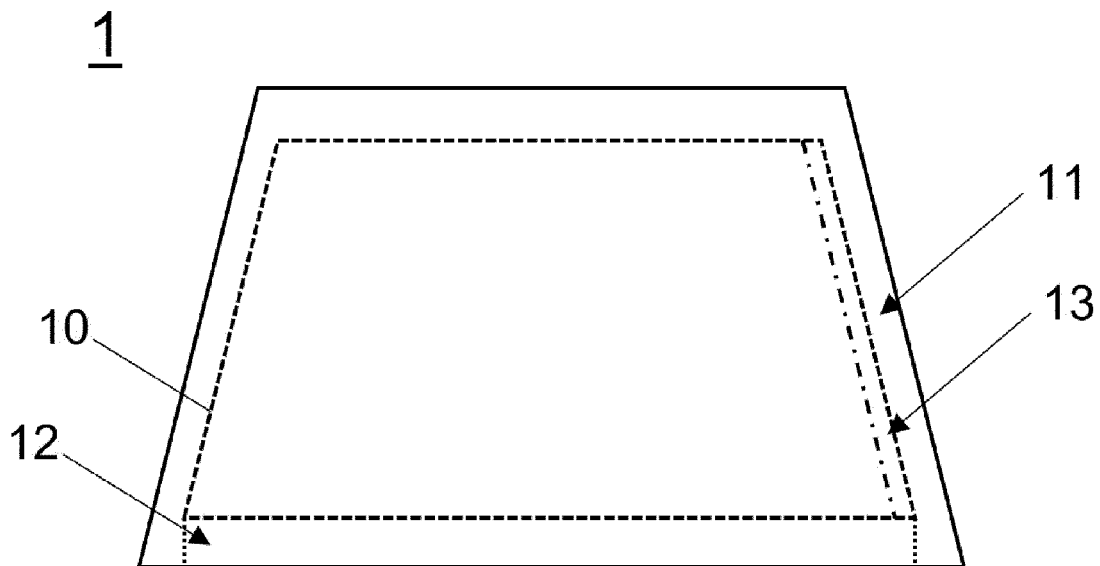
(54)

DIGUE COMPRENANT UN NOYAU EN CRAIE

(57)

La présente invention porte sur une digue comprenant un noyau en craie

[Fig. 1]



Description

Domaine technique

- 5 **[0001]** La présente divulgation relève du domaine des digues de protection, en particulier de protection contre l'eau de mer.

Technique antérieure

- 10 **[0002]** Il est connu de mettre en place des digues pour faire obstacle aux eaux et protéger les terres submersibles contre les effets des eaux. Classiquement, les digues comprennent un noyau qui constitue la grande partie de la digue et une carapace qui recouvre le noyau et protège la digue contre les effets des eaux. La hauteur de la digue lui permet de faire obstacles aux eaux.
- 15 **[0003]** Les digues sont généralement entièrement constituées de matériaux artificiels tels que des blocs en béton. Les digues entièrement constituées de matériaux artificiels ont un impact écologique élevé. En effet, l'utilisation de ces matériaux artificiels présente un coût carbone élevé à cause des ressources nécessaires pour produire ces matériaux artificiels et à cause de leur transport vers le lieu de construction de la digue, qui est souvent éloigné du lieu de production des matériaux artificiels. De plus, au cours de la vie de ces digues, les matériaux artificiels relarguent des éléments polluants dans l'eau, ce qui engendre un risque environnemental. Pour des blocs en béton,
- 20 **[0004]** Il existe donc un besoin d'une digue dont la construction et la vie permettent une réduction de leur impact écologique.

Résumé

- 25 **[0005]** Il est du mérite de la Demanderesse d'avoir mis au point une telle digue.
- [0006]** Il est proposé une digue comprenant un noyau et une carapace, le noyau étant recouvert de la carapace, caractérisée en ce que le noyau est en craie.
- 30 **[0007]** L'impact écologique de la digue de la présente invention est avantageusement réduit grâce au noyau en craie qui constitue la grande partie de la digue. En effet, la craie est un matériau naturel. De plus, car elle se forme dans la mer, elle est abondamment présente sur le littoral, donc près des lieux de constructions des digues marines.
- [0008]** Bien qu'en craie, le noyau de la digue selon l'invention présente également des propriétés mécaniques telles qu'il peut supporter le poids de la carapace et ainsi assurer l'intégrité physique de la digue au cours de la vie de la digue.
- 35 **[0009]** Les propriétés mécaniques du noyau en craie sont améliorées si, durant la construction de la digue selon l'invention, le noyau en craie est laissé à l'air libre quelques jours et n'est pas recouvert immédiatement par la carapace. En effet, cela permet à la craie du noyau de sédimenter et donc de renforcer mécaniquement le noyau. Cependant, au cours de ces quelques jours, le noyau en craie peut être exposé à l'eau. Cette possible exposition à l'eau est problématique car la craie est un matériau poreux et qui se désagrège dans l'eau. L'utilisation du noyau en craie peut donc être problématique lors de la construction de la digue.
- 40 **[0010]** Il est du mérite de la Demanderesse d'avoir mis au point un noyau pour digue qui résout ce potentiel problème.
- [0011]** Ainsi, il est également proposé un noyau pour digue, caractérisé en ce qu'il comprend de la craie et une couche de composé hydrofuge.
- [0012]** De façon avantageuse, le composé hydrofuge permet de protéger la craie du noyau pour digue contre l'eau, en particulier l'eau de mer salée, durant les quelques jours où le noyau n'est pas recouvert d'une carapace.
- 45 **[0013]** Ce résultat est surprenant car le noyau en craie peut être partiellement voire entièrement immergé dans l'eau, en particulier dans l'eau de mer salée, et que la craie est un matériau poreux. Or l'homme du métier sait que les composés hydrofuges sont destinés à protéger des matériaux non poreux de l'eau de pluie, *i.e.* une eau non-salée et qui n'est pas suffisamment abondante pour immerger partiellement ou entièrement les matériaux non poreux. Ce résultat est également surprenant car l'homme du métier sait également que l'application efficace des composés hydrofuges requière une préparation minutieuse du support, ce qui n'est pas possible avec un noyau pour digue et donc
- 50 pour le noyau pour digue de la présente invention.
- [0014]** Selon un autre aspect, il est proposé un procédé de fabrication d'une digue telle que décrite ci-dessus comprenant les étapes suivantes :
- 55 a) construction d'un noyau pour digue en craie,
 b) application optionnelle d'un composé hydrofuge sur le noyau pour digue en craie pour former une couche de composé hydrofuge sur le noyau pour digue en craie,
 c) attente pendant une durée de 1 jour à 1 mois, en particulier de 2 jours à 2 semaines, plus particulièrement de 3

jours à 7 jours, et

d) pose d'une carapace sur le noyau pour digue en craie pour fabriquer la digue.

[0015] Selon un autre aspect, il est proposé l'utilisation d'un composé hydrofuge pour protéger une structure comprenant de la craie, caractérisée en ce que le ratio massique craie:composé hydrofuge est compris entre 2000:1 et 20000:1, en particulier entre 4000:1 et 17000:1, tout particulièrement entre 6500:1 et 14000:1.

Brève description des dessins

[0016] D'autres caractéristiques, détails et avantages apparaîtront à la lecture de la description détaillée ci-après, et à l'analyse des dessins annexés, sur lesquels :

Fig. 1

[Fig. 1] montre une représentation de la digue selon un mode de réalisation.

Description des modes de réalisation

[0017] Il est maintenant fait référence à la figure 1.

[0018] Il est proposé une digue **1** comprenant un noyau **10** et une carapace **11**, le noyau **10** étant recouvert de la carapace **11**,

caractérisée en ce que le noyau **10** est en craie.

[0019] La digue **1** peut être une digue marine, une digue fluviale, une digue estuarienne, une digue torrentielle, une digue de canal, en particulier une digue marine.

[0020] Ces digues se différencient par leur localisation et par la composition chimique de l'eau avec laquelle elles sont en contact. Par exemple, la digue marine est positionnée sur un front de mer et est en contact avec de l'eau salée.

La digue fluviale est positionnée le long d'un cours d'eau (fleuve, rivière, ...) et est en contact avec de l'eau non salée. La digue estuarienne est, quant à elle, positionnée le long d'un estuaire et est en contact avec de l'eau salée ou de l'eau non salée en fonction des marées.

[0021] Au sens de la présente demande, le terme "craie" désigne une roche sédimentaire calcaire comprenant au moins 90% massique de carbonate de calcium (CaCO_3) et au plus 10% massique de silicates.

[0022] La craie est généralement caractérisée par sa densité mesurée par la méthode décrite dans la norme NF P 94-064 de novembre 1993 et/ou son état hydrique (dépendant directement de sa teneur en eau) mesuré par les méthodes décrites dans la norme NF P 11-300 de septembre 1992.

[0023] La craie du noyau **10** de la digue **1** peut présenter une densité inférieure à $2,1 \text{ t/M}^3$, en particulier comprise entre $1,3 \text{ t/m}^3$ et $2,0 \text{ t/m}^3$, tout particulièrement comprise entre $1,5 \text{ t/M}^3$ et $1,9 \text{ t/M}^3$.

[0024] La craie du noyau **10** de la digue **1** peut présenter une teneur en eau supérieure à 10%, en particulier comprise entre 12% et 40%, tout particulièrement comprise entre 16% et 31%.

[0025] Bien que ces densités et ces teneurs en eau soient relativement faibles, le noyau **10** de la digue **1** présente des propriétés mécaniques adaptées pour être recouvert de la carapace **11**.

[0026] Au sens de la présente demande, le terme "carapace" désigne une couche de protection disposée sur le noyau **10** de la digue **1**. La carapace **11** peut être constituée de blocs d'un matériau naturel, de blocs d'un matériau artificiel ou leurs mélanges, en particulier de blocs d'un matériau artificiel.

[0027] De façon avantageuse, l'utilisation d'une carapace **11** constituée d'un matériau naturel permet de limiter d'avantage l'impact écologique de la digue **1** selon l'invention. De plus, l'impact écologique de la digue **1** selon l'invention comprenant une carapace **11** constituée d'un matériau artificiel est avantageusement inférieur à l'impact écologique d'une digue classique constituée d'un matériau artificiel car la quantité de matériau artificiel mis en oeuvre dans la digue **1** selon l'invention est moindre que dans la digue classique.

[0028] Par exemple, le matériau naturel de la carapace **11** peut être choisi parmi des roches.

[0029] Le matériau artificiel de la carapace **11** peut être choisi parmi des bétons, des bétons préfabriqués et leurs combinaisons.

[0030] Selon un mode de réalisation, la digue **1** peut en outre comprendre une couche de matériau granulaire **12** positionnée sous le noyau **10**.

[0031] La couche de matériau granulaire **12** permet de surélever le noyau **10**. De façon avantageuse, la couche de matériau granulaire **12** permet d'éviter que le noyau **10** ne soit en contact permanent avec l'eau durant la construction de la digue **1**. Pour cela, la hauteur de la couche de matériau granulaire **12** est adaptée, par l'homme du métier, de sorte que le noyau **10** ne soit pas en contact permanent avec l'eau.

[0032] Le matériau granulaire de la couche **12** peut, par exemple, être choisi parmi des sols naturels ou des roches.

[0033] De tels matériaux résistent avantageusement à l'eau.

[0034] Typiquement, le diamètre du matériau granulaire de la couche **12** peut être supérieur à 0 mm et inférieur ou

égal à 500 mm. Le diamètre peut être déterminé par tamisage.

[0035] La couche de matériau granulaire **12** peut aussi être recouverte par la carapace **11**.

[0036] Comme illustré sur la Fig. 1, la couche de matériau granulaire **12** peut être disposée sous tout le noyau **10**.

[0037] La couche de matériau granulaire **12** peut, alternativement, être disposée sous une partie du noyau **10**, en particulier la partie du noyau **10** destinée à être en contact avec l'eau lors de la construction de la digue **1**. Cela permet avantageusement de diminuer le coût de construction de la digue **1**.

[0038] Au cours de la construction de la digue **1**, une couche de composé hydrofuge **13** peut être formée sur tout ou partie du noyau **10**, en particulier sur la partie du noyau **10** destinée à être en contact avec de l'eau, pour protéger le noyau **10** de l'eau. La digue **1** peut donc comprendre, entre le noyau **10** et la carapace **11**, une couche de composé hydrofuge **13**.

[0039] Au sens de la présente demande, l'expression "composé hydrofuge" désigne un composé présentant des propriétés telles qu'il peut préserver un matériau des effets de l'eau de pluie.

[0040] La couche de composé hydrofuge **13** peut être présente sur tout ou partie(s), en particulier sur une partie, de l'interface entre le noyau **10** et la carapace **11**.

[0041] Le composé hydrofuge de la couche **13** peut être choisi parmi un hydrocarbure, une isothiazolinone, un composé siliconé et leurs mélanges, en particulier parmi une isothiazolinone, un composé siliconé et leurs mélanges, tout particulièrement est un composé siliconé.

[0042] Typiquement, l'hydrocarbure peut comprendre entre 9 et 11 atomes de carbone et être un alcane linéaire, un alcane branché, un composé cyclique, un composé aromatique ou leurs mélanges, en particulier leurs mélanges.

[0043] Le composé siliconé est un composé comprenant au moins un atome de silicium. Par exemple le composé siliconé peut être choisi parmi les alkylalkoxysilanes, les alkylalkoxysiloxanes, les alkylsiliconates solubles dans l'eau, les monoalkyle-silanetriol, les dialkyle-silanediol, les trialkyle-silanol, les aminosilanes, les sels alcalins de monoalkyle-silanetriol, les sels alcalins de dialkylesilandiol et les sels alcalins de trialkyle-silanol, et leurs mélanges. Le siliconate de méthyle de potassium, le silanetriolate de méthyle de potassium, le silanetriolate d'éthyle de potassium et leurs mélanges, en particulier le silanetriolate de méthyle de potassium sont des composés siliconés adaptés pour être mis en oeuvre dans la présente invention.

[0044] L'isothiazolinone peut, par exemple, être choisie parmi le 5-chloro-2-méthyl-2H-isothiazol-3-one, le 2-méthyl-2H-isothiazol-3-one et leurs mélanges, en particulier leurs mélanges.

[0045] Selon un mode de réalisation particulier, le composé hydrofuge est le silanetriolate de méthyle de potassium ou un mélange de 5-chloro-2-méthyl-2H-isothiazol-3-one et 2-méthyl-2H-isothiazol-3-one.

[0046] Typiquement, la masse surfacique de la couche de composé hydrofuge **13** peut être comprise entre 10 g/m² et 500 g/m², en particulier entre 25 g/m² et 300 g/m², tout particulièrement entre 50 g/m² et 150 g/m².

[0047] De façon avantageuse, une couche de composé hydrofuge **13** présentant de telles masses surfaciques permet de protéger efficacement le noyau **10** en craie contre l'eau lors de la construction de la digue **1**.

[0048] Selon un autre aspect, il est proposé un noyau **10** pour digue **1**, caractérisé en ce qu'il comprend de la craie et une couche de composé hydrofuge **13**.

[0049] La couche de composé hydrofuge **13** et la craie du noyau **10** pour digue **1** sont telles que décrites ci-dessus en lien avec la digue **1** selon l'invention.

[0050] Selon un autre aspect, il est proposé un procédé de fabrication d'une digue **1** telle que décrite ci-dessus comprenant les étapes suivantes :

- a) construction d'un noyau **10** pour digue **1** en craie,
- b) application optionnelle d'un composé hydrofuge sur le noyau **10** pour digue **1** en craie pour former une couche de composé hydrofuge **13** sur le noyau **10** pour digue **1** en craie,
- c) attente pendant une durée de 1 jour à 1 mois, en particulier de 2 jours à 2 semaines, plus particulièrement de 3 jours à 7 jours, et
- d) pose d'une carapace **11** sur le noyau **10** pour digue **1** en craie pour fabriquer la digue **1**.

[0051] Les étapes a) de construction et d) de pose sont des étapes classiques de fabrication d'une digue. L'homme du métier saura les adapter à la digue **1** selon l'invention.

[0052] Au cours de l'étape b), la couche de composé hydrofuge **13** peut être formée sur tout ou partie du noyau **10**, en particulier sur la partie du noyau **10** destinée à être en contact avec de l'eau, pour protéger le noyau **10** de l'eau au cours de l'étape c) d'attente.

[0053] Typiquement, l'étape b) peut être réalisée par pulvérisation, par enduction ou leurs combinaisons, en particulier par pulvérisation du composé hydrofuge sur le noyau **10** en craie.

[0054] De façon avantageuse, ces techniques sont simples et rapides à mettre en oeuvre pour l'homme du métier. Par conséquent l'étape b) du procédé de la présente invention est facile et rapide à mettre en oeuvre.

[0055] De plus, l'étape b) peut être mise en oeuvre de sorte que le composé hydrofuge soit appliqué en une seule

fois sur le noyau **10** pour digue **1** en craie.

[0056] En effet, les inventeurs ont constaté que cela permettait de former une couche de composé hydrofuge **13** permettant de protéger efficacement le noyau **10** de l'eau au cours de l'étape c) d'attente.

[0057] Au cours de l'étape b), il est possible d'appliquer directement le composé hydrofuge sur le noyau **10**.

[0058] Dans ce cas, le volume de composé hydrofuge par unité de surface appliqué sur le noyau **10** lors de l'étape b) peut être compris entre 0,01 L/m² et 0,5 L/m², en particulier entre 0,025 L/m² et 0,3 L/m², tout particulièrement entre 0,05 L/m² et 0,15 L/m².

[0059] Les inventeurs ont constaté que ces gammes permettent de produire une couche de composé hydrofuge **13** permettant de protéger efficacement le noyau **10** en craie de l'eau lors de l'étape c) du procédé.

[0060] Alternativement, au cours de l'étape b) de formation, il est possible de mélanger le composé hydrofuge à un milieu liquide, en particulier l'eau, pour obtenir un mélange qui sera ensuite appliqué sur le noyau **10** lors de l'étape b).

[0061] Dans ce cas, le ratio volumique composé hydrofuge:milieu liquide de ce mélange est compris entre 98:2 et 80:20, en particulier entre 96:4 et 85:15, tout particulièrement entre 95:5 et 90:10.

[0062] De plus, le volume de ce mélange par unité de surface appliqué sur le noyau **10** lors de l'étape b) peut être compris entre 0,01 L/m² et 0,5 L/m², en particulier entre 0,025 L/m² et 0,3 L/m², tout particulièrement entre 0,05 L/m² et 0,15 L/m².

[0063] Les inventeurs ont constaté que ces gammes permettent de produire une couche de composé hydrofuge **13** permettant de protéger efficacement le noyau **10** en craie de l'eau lors de l'étape c) du procédé.

[0064] Si l'étape b) est réalisée, alors la carapace **11** est posée sur le noyau **10** et sur la couche de composé hydrofuge **13** de sorte que la couche de composé hydrofuge **13** soit positionnée entre le noyau **10** et la carapace **11**.

[0065] Au cours de l'étape c), la craie du noyau **10** sédimente afin de renforcer mécaniquement le noyau **10** de craie.

[0066] Selon un mode de réalisation, le procédé de la présente invention est dépourvu d'étape de préparation du noyau **10** entre l'étape a) de construction et l'étape b). En effet, la mise en oeuvre d'une telle étape n'est pas facile et les inventeurs ont remarqué qu'elle n'était pas nécessaire pour que la couche de composé hydrofuge **13** protège le noyau **10** en craie efficacement de l'eau lors de l'étape c) du procédé.

[0067] Selon un autre aspect, il est proposé l'utilisation d'un composé hydrofuge pour protéger une structure comprenant de la craie, en particulier consistant en craie, caractérisée en ce que le ratio massique craie:composé hydrofuge est compris entre 2000:1 et 20000:1, en particulier entre 4000:1 et 17000:1, tout particulièrement entre 6500:1 et 14000:1.

[0068] Typiquement, la durée de cette utilisation peut être comprise entre 1 jour et 1 mois, en particulier entre 2 jours et 2 semaines, plus particulièrement entre 3 jours et 7 jours

Exemple

Exemple 1 : Essais sur 3 échantillons de craie catégorisée comme craie R_{12m}.

[0069] De la craie a été prélevée sur un site ayant une formation géologique correspondant à la craie du Turonien C3 sur le faciès inférieur. La densité de cette craie est de 1,7 t/M³ et sa teneur en eau est de 22%. Cette craie est donc catégorisée comme R_{12m}.

Les 3 échantillons utilisés pour ces essais sont issus du même lot de craie R_{12m} de dimension comprise entre 50 mm et 100 mm (mesuré par tamisage).

[0070] Un des trois échantillons (noté témoin) n'est pas revêtu d'une couche de composé hydrofuge. Les deux autres échantillons (noté A et B) sont revêtus d'une couche de composé hydrofuge.

[0071] Du silanetriolate de méthyle de potassium est appliqué directement sur l'échantillon A de manière à avoir un ratio massique craie:composé hydrofuge de 6900:1. La couche de composé hydrofuge est obtenue après un temps de séchage de 3h.

[0072] Un mélange de 5-chloro-2-méthyl-2H-isothiazol-3-one et 2-méthyl-2H-isothiazol-3-one est mélangé à de l'eau puis ce mélange est appliqué sur l'échantillon B de manière à avoir un ratio massique craie:composé hydrofuge de 13800:1.

[0073] Ces paramètres opératoires sont présentés dans le Tableau 1 ci-dessous

[Tableau 1]

	Echantillon A	Echantillon B
Craie	Craie R _{12m}	Craie R _{12m}
Composé hydrofuge	silanetriolate de méthyle de potassium	Mélange de 5-chloro-2-méthyl-2H-isothiazol-3-one et 2-méthyl-2H-isothiazol-3-one
Temps de séchage	3h	4h

EP 4 311 880 A1

(suite)

	Echantillon A	Echantillon B
Ratio massique craie:composé hydrofuge	6900:1	13800:1
Ratio composé hydrofuge:eau	-	90:10

[0074] Chacun des trois échantillons de craie est immergé dans 650mL d'eau de mer dans un récipient inerte (verre borosilicaté). Ce récipient est mis en agitation avec un agitateur à bascule à une vitesse de 15 tours/minute pendant 5 jours.

[0075] Les analyses de turbidité sont effectuées avec un turbidimètre (turbidimètre portatif hautes performances H198703) suivant les recommandations de la notice fournie avec le turbidimètre. Les analyses sont réalisées à 3 heures, 1 jour, 2 jours, 3 jours, 4 jours et 5 jours après le début de l'agitation.

[0076] L'indicateur de résistance est la turbidité exprimée en NFU (Unité Néphélométrique) avec une valeur limite d'acceptabilité fixée à 320 NFU (équivalent à la valeur de 30 mg/L de matière en suspension dans l'eau de mer, valeur à partir de laquelle il est considéré qu'un noyau en craie de digue est fragilisé).

[0077] D'après le Tableau 2, l'échantillon témoin dépasse la limite de turbidité à partir de 3 heures d'agitation. La turbidité des échantillons A et B ne dépasse pas la valeur limite pendant les 5 jours d'analyse. Les couches hydrofuges permettent donc de limiter la turbidité sous le seuil fixé.

[0078] Cet Exemple 1 met donc en évidence l'intérêt d'appliquer une couche de revêtement hydrofuge à de la craie, i.e. un matériau poreux, pour la protéger d'une immersion dans de l'eau de mer.

[Tableau 2]

Durée	Turbidité de l'échantillon témoin (NFU)	Turbidité de l'échantillon A (NFU)	Turbidité de l'échantillon B (NFU)
H+3	386	18	4
J+1	500	24	53
J+2	608	14	42
J+3	550	48	112
J+4	559	70	102
J+5	812	66	109

Exemple 2 : Essais sur 3 échantillons de craie catégorisée comme craie R₁₁.

[0079] De la craie a été prélevé sur un site ayant une formation géologique correspondant à la craie du Turonien C3 sur le faciès supérieur. La densité de cette craie est de 2,1 t/M³ et sa teneur en eau est de 10%. La craie est catégorisée comme R₁₁ de par les mesures de densité et de teneur en eau effectuées.

Les 3 échantillons utilisés pour ces essais, sont issus du même lot de craie R₁₁ de dimension comprise entre 50 mm et 100 mm (mesuré par tamisage).

[0080] Un des trois échantillons (noté témoin) n'est pas revêtu d'une couche de composé hydrofuge. Les deux autres échantillons (noté A et B) sont revêtus d'une couche de composé hydrofuge.

[0081] Du silanetriolate de méthyle de potassium est appliqué directement sur l'échantillon A de manière à avoir un ratio massique craie:composé hydrofuge de 6900:1. La couche de composé hydrofuge est obtenue après un temps de séchage de 3h.

[0082] Un mélange de 5-chloro-2-méthyl-2H-isothiazol-3-one et 2-méthyl-2H-isothiazol-3-one est mélangé à de l'eau puis ce mélange est appliqué sur l'échantillon B de manière à avoir un ratio massique craie:composé hydrofuge de 13800:1.

[0083] Chacun des trois échantillons de craie est immergé dans 650mL d'eau de mer dans un récipient inerte (verre borosilicaté). Ce récipient est mis en agitation avec un agitateur à bascule à une vitesse de 15 tours/minute pendant 5 jours.

[0084] Les analyses de turbidité sont effectuées avec un turbidimètre (turbidimètre portatif hautes performances H198703) suivant les recommandations de la notice fournie avec le turbidimètre. Les analyses sont prises à 3 heures, 1 jour, 2 jours, 3 jours, 4 jours et 5 jours après le début de l'agitation.

[0085] La valeur limite d'acceptabilité de la turbidité a été fixée à 320 NFU (équivalent à la valeur de 30 mg/L de

EP 4 311 880 A1

matière en suspension dans l'eau de mer, valeur à partir de laquelle il est considéré qu'un noyau en craie de digue est fragilisé).

[0086] D'après le Tableau 3, l'échantillon témoin dépasse la limite de turbidité à partir de 2 jours d'agitation. La turbidité des échantillons A et B ne dépasse pas la valeur limite pendant les 5 jours d'analyse. Les couches hydrofuges permettent donc de limiter la turbidité sous le seuil fixé.

[0087] Cet Exemple 2 met donc en évidence l'intérêt d'appliquer une couche de revêtement hydrofuge à de la craie, i.e. un matériau poreux, pour la protéger d'une immersion dans de l'eau de mer.

[Tableau 3]

Nom	Turbidité de l'échantillon témoin (NFU)	Turbidité de l'échantillon A (NFU)	Turbidité de l'échantillon B (NFU)
H+3	175	2	2
J+1	113	3	11
J+2	393	6	27
J+3	363	4	34
J+4	514	7	46
J+5	365	7	50

Revendications

- Digue (1) comprenant un noyau (10) et une carapace (11), le noyau (10) étant recouvert de la carapace (11), **caractérisée en ce que** le noyau (10) est en craie.
- Digue (1) selon la revendication 1 qui est une digue marine, une digue fluviale, une digue estuarienne, une digue torrentielle, une digue de canal.
- Digue (1) selon la revendication 1 ou la revendication 2, dans laquelle la carapace (11) est constituée d'un matériau naturel, d'un matériau artificiel ou leurs mélanges.
- Digue (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 comprenant entre le noyau (10) et la carapace (11), une couche de composé hydrofuge (13).
- Digue (1) selon la revendication 4 dans laquelle le composé hydrofuge est choisi parmi un hydrocarbure, une isothiazolinone, un composé siliconé et leurs mélanges.
- Digue (1) selon la revendication 5 dans laquelle :
 - l'hydrocarbure comprend entre 9 et 11 atomes de carbone et est un alcane linéaire, un alcane branché, un composé cyclique, un composé aromatique ou leurs mélanges,
 - le composé siliconé est choisi parmi les alkylalkoxysilanes, les alkylalkoxysiloxanes, les alkylsiliconates solubles dans l'eau, les monoalkyle-silanetriol, les dialkyle-silanediol, les trialkyle-silanol, les aminosilanes, les sels alcalins de monoalkyle-silanetriol, les sels alcalins de dialkylesilandiol et les sels alcalins de trialkyle-silanol, et leurs mélanges, et
 - l'isothiazolinone est choisie parmi le 5-chloro-2-méthyl-2H-isothiazol-3-one, 2-méthyl-2H-isothiazol-3-one et leurs mélanges.
- Digue (1) selon l'une quelconque des revendications 4 à 6 dans laquelle la masse surfacique de la couche de composé hydrofuge (13) est comprise entre 10 g/m² et 500 g/m².
- Noyau (10) pour digue (1), **caractérisé en ce qu'il** comprend de la craie et une couche de composé hydrofuge (13).
- Noyau (10) pour digue (1) selon la revendication 8 dans lequel le composé hydrofuge est choisi parmi un hydro-

carbure, une isothiazolinone, un composé siliconé et leurs mélanges.

10. Noyau (10) pour digue (1) selon la revendication 9 dans laquelle :

- 5 - l'hydrocarbure comprend entre 9 et 11 atomes de carbone et est un alcane linéaire, un alcane branché, un composé cyclique, un composé aromatique ou leurs mélanges,
- le composé siliconé est choisi parmi les alkylalkoxysilanes, les alkylalkoxysiloxanes, les alkylsiliconates solubles dans l'eau, les monoalkyle-silanetriol, les dialkyle-silanediol, les trialkyle-silanol, les aminosilanes, les sels alcalins de monoalkyle-silanetriol, les sels alcalins de dialkylesilandiol et les sels alcalins de trialkyle-silanol, et
- 10 - l'isothiazolinone est choisie parmi le 5-chloro-2-méthyl-2H-isothiazol-3-one, 2-méthyl-2H-isothiazol-3-one et leurs mélanges.

11. Noyau (10) pour digue (1) selon l'une quelconque des revendications 8 à 10 dans laquelle la masse surfacique de la couche de composé hydrofuge (13) est comprise entre 10 g/m² et 500 g/m².

12. Procédé de fabrication d'une digue (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 comprenant les étapes suivantes :

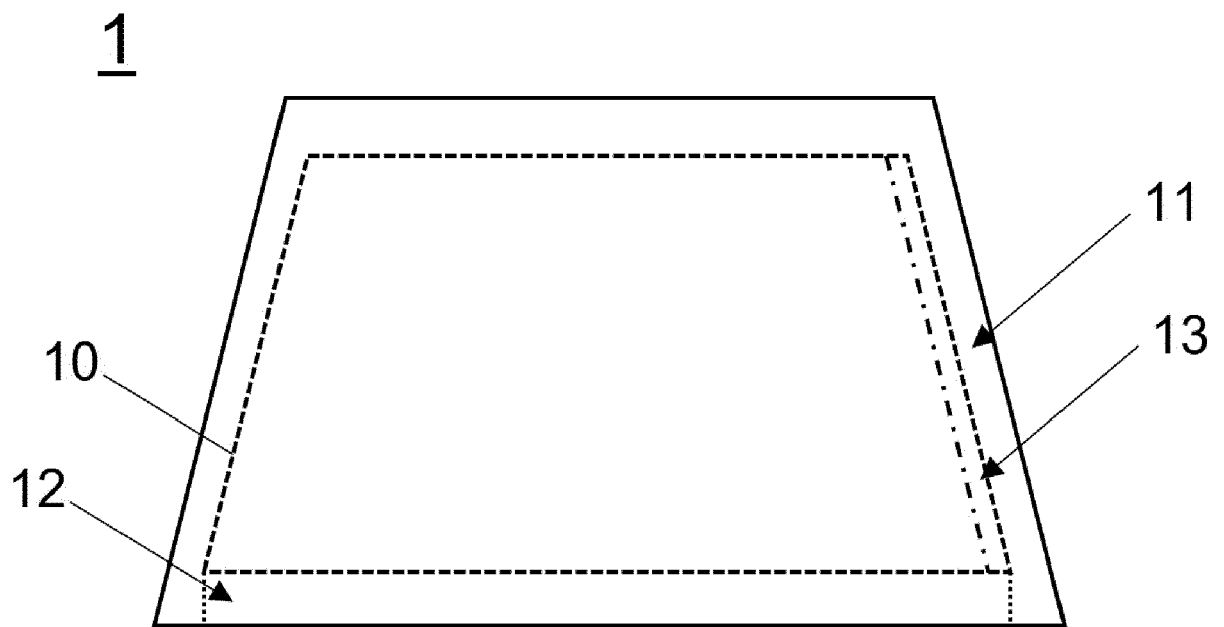
- 20 a) construction d'un noyau (10) pour digue (1) en craie,
- b) application optionnelle d'un composé hydrofuge sur le noyau (10) pour digue (1) en craie pour former une couche de composé hydrofuge (13) sur le noyau (10) pour digue (1) en craie,
- c) attente pendant une durée de 1 jour à 1 mois, et
- d) pose d'une carapace (11) sur le noyau (10) pour digue (1) en craie pour fabriquer la digue (1).

13. Procédé selon la revendication 12 dans lequel le volume de composé hydrofuge par unité de surface appliqué sur le noyau (10) pour digue (1) en craie lors de l'étape b) est compris entre 0,01 L/m² et 0,5 L/m².

14. Procédé selon la revendication 12 dans lequel le composé hydrofuge est mélangé à un milieu liquide pour obtenir un mélange et le volume de ce mélange par unité de surface appliqué sur le noyau (10) pour digue (1) en craie lors de l'étape b) peut être compris entre 0,01 L/m² et 0,5 L/m².

15. Utilisation d'un composé hydrofuge pour protéger une structure comprenant de la craie, **caractérisée en ce que** le ratio massique craie:composé hydrofuge est compris entre 2000:1 et 20000:1.

[Fig. 1]





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 23 18 7441

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

4

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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	CN 113 123 292 A (NINGBO COMM ENG CONSTR GROUP CO LTD) 16 juillet 2021 (2021-07-16)	1-11	INV. E02B3/10
A	* alinéas [0001], [0024], [0026], [0028]; figure 1 *	12-15	
X	US 2010/172701 A1 (TUCKER RICKY G [US] ET AL) 8 juillet 2010 (2010-07-08)	1-11	12,15
A	* alinéas [0022], [0062], [0063]; figure 1 *	12,15	
X	CASTELLI FRANCESCO ET AL: "1D Seismic Analysis of Earth Dams: The Example of the Lentini Site", PROCEDIA ENGINEERING, ELSEVIER BV, NL, vol. 158, 10 septembre 2016 (2016-09-10), pages 356-361, XP029722181, ISSN: 1877-7058, DOI: 10.1016/J.PROENG.2016.08.455	1-11	12,15
A	* page 357, lignes 28-30 *	12,15	
A	HERRIER G ET AL: "Erosion resistant dikes thanks to soil treatment with lime", [Online] 23 octobre 2018 (2018-10-23), XP093102620, Extrait de l'Internet: URL:https://hal.science/hal-01901804/document> [extrait le 2023-11-16] * figure 11 *	1,8,12,15	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) E02B E02C
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 17 novembre 2023	Examineur Boyer, Olivier
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.****EP 23 18 7441**

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.

17-11-2023

10	Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
	CN 113123292 A	16-07-2021	AUCUN	
15	US 2010172701 A1	08-07-2010	AUCUN	
20				
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