



(12) FASCICULE DE BREVET

(11) N° de publication : **MA 34656 B1** (51) Cl. internationale : **E02B 3/16**

(43) Date de publication :
02.11.2013

(21) N° Dépôt :
35890

(22) Date de Dépôt :
09.05.2013

(30) Données de Priorité :
14.01.2011 IT MI2011A000028

(86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT :
PCT/EP2012/050423 12.01.2012

(71) Demandeur(s) :
**GSi GEOSYNTEC INVESTMENT B.V., C/O SORATO TRUST B.V SPOORHAVEN 88
NL-2651 AV BERKEL EN RODENRIJS (NL)**

(72) Inventeur(s) :
SCUERO, Alberto

(74) Mandataire :
ATLAS INTELLECTUALPROPERTY

(54) Titre : **PROCÉDÉ ET DISPOSITIF DE POSE ET DE TENDAGE D'UNE COUVERTURE IMPERMÉABLE POUR TRAVAUX HYDRAULIQUES DANS UN MATERIAU MEUBLE**

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé et un dispositif permettant de poser et de tendre une couverture imperméable comprenant plusieurs bandes géométriques (20) afin de protéger des structures hydrauliques (10) se composant d'un matériau meuble, comme un barrage, un canal et/ou un bassin d'eau. Plusieurs tranchées ou gorges (14) sont creusées dans le sol (12, 13) de la structure hydraulique (10) et s'étendent toutes dans une direction prédéterminée. Chaque tranchée (14) est formée de manière à avoir une surface interne finie pouvant venir en contact avec les bandes géométriques (20) et formée par un matériau meuble inerte compactable ayant des particules de petite taille, par exemple moins de 0,5-0,6 mm. Dans le cas où le sol contient des matériaux rocheux inertes ou des matériaux de granulométrie élevée, chaque tranchée (14) peut éventuellement comprendre une couche de matériau de drainage (15). La pose de la couverture imperméable comprenant lesdites plusieurs bandes géométriques (20) est ensuite effectuée en mettant les bandes géométriques (20) en contact avec la surface du sol, par-dessus les tranchées (14). Les bandes géométriques (20) sont scellées le long des bords se chevauchant, poussées

dans un premier ensemble de tranchées alternantes (14A) et bloquées par un premier matériau de ballast (22) en laissant les bandes géométriques (20) se trouvant par-dessus un second ensemble de tranchées alternantes (14B) adjacentes aux précédentes. Les bandes géométriques (20) sont ensuite tendues en les poussant et les bloquant dans le second ensemble de tranchées (14B) à l'aide d'un second matériau de ballast (22).

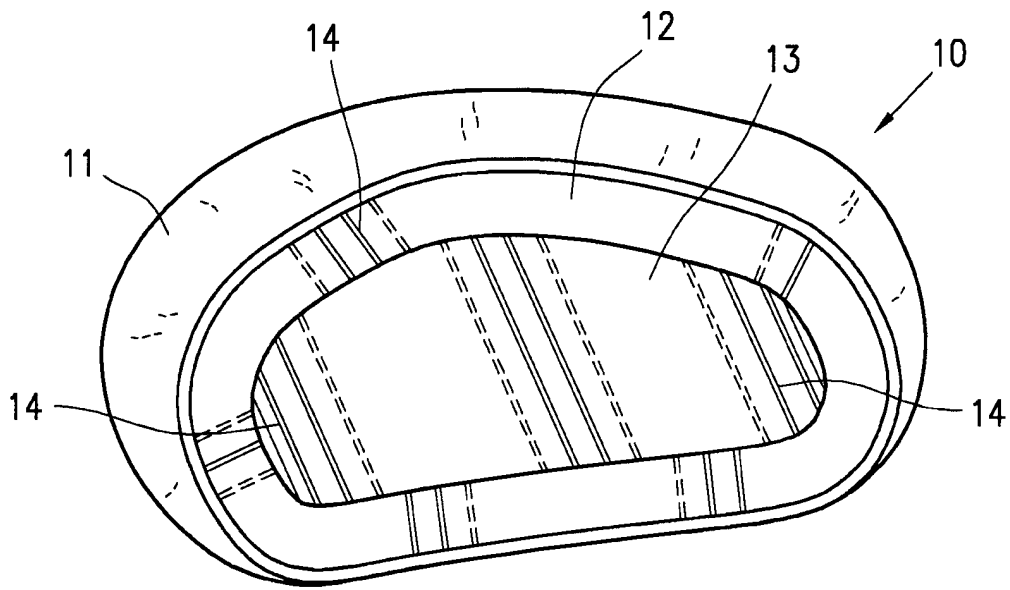


Fig. 1

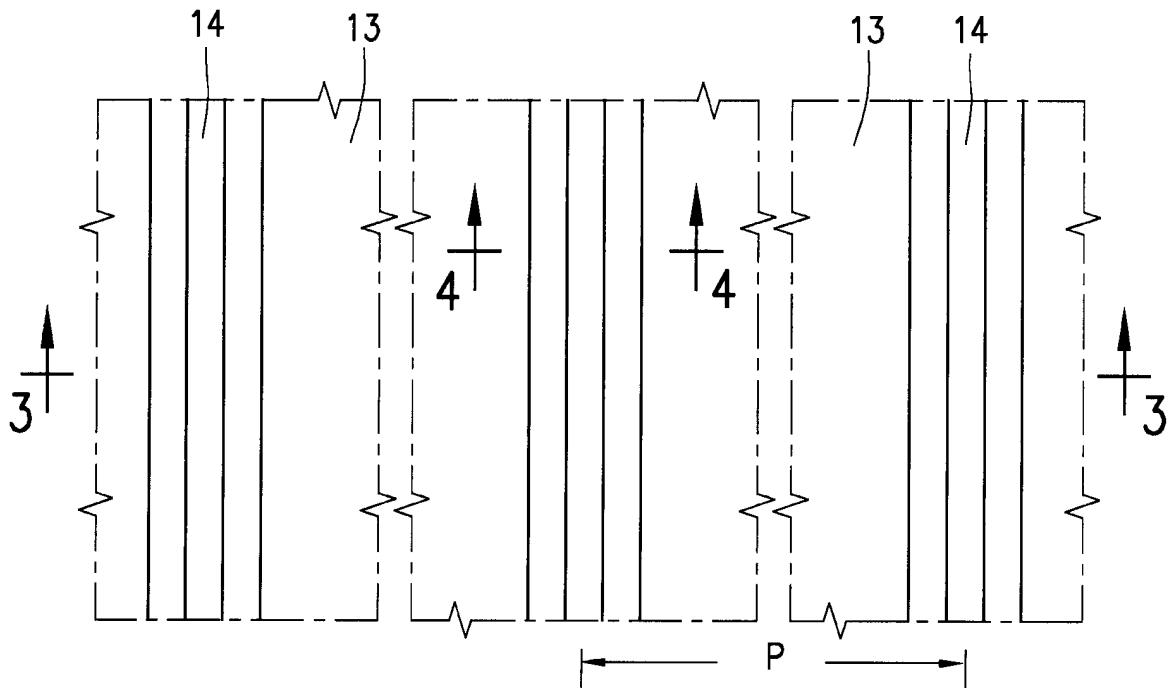


Fig. 2



Fig. 3

8/1

02 NOV 2013

**PROCÉDÉ ET DISPOSITIF DE POSE ET DE TENDAGE D'UNE
COUVERTURE IMPERMÉABLE POUR TRAVAUX HYDRAULIQUES DANS
UN MATÉRIAU MEUBLE**

5 CONTEXTE DE L'INVENTION

La présente invention se rapporte à un procédé et un dispositif ou un système, de pose et de mise en tension d'une couverture imperméable formée d'un matériau en feuille constitué de plusieurs bandes adjacentes de géo membrane, appelées également "lés géométriques ", assurant la protection d'ouvrages hydrauliques constitués d'un matériau naturel meuble par exemple, argile, terre, gravier, enrochements et/ou leurs combinaisons, en particulier barrages, canaux, et/ou retenues d'eau naturelles et/ou artificielles, ou ouvrages hydrauliques similaires, par lesquels un blocage et une mise en tension contrôlée de la couverture imperméable sont réalisés lors de la mise en œuvre de son installation et de sa fixation.

Aux fins de la présente description, "géomembrane" désigne une couverture imperméable constituée de plusieurs lés géométriques, et/ou d'un matériau en feuille étanche, liés entre eux sur leurs bords longitudinaux, dans laquelle chaque lé géométrique ou feuille comprend au moins une ou plusieurs nappes d'un matériau géo synthétique tel que défini ci-après, apte à une utilisation au contact du sol ; les lés géométriques ou feuilles pourraient par exemple consister en une seule nappe de résine polymère naturelle ou synthétique, ou être composés d'un matériau bitumineux tel que défini ci-après, ou d'une multiplicité de nappes d'un matériau géotechnique du type géocomposite, par exemple constitué d'une nappe imperméable, telle que précédemment définie, associée à une nappe géotextile, adaptée à l'usage prévu.

ETAT DE L'ART

Comme on le sait, le fond et/ou les faces latérales des structures hydrauliques, particulièrement des ouvrages hydrauliques constitués de matériau meuble tels que barrages, canaux et/ou retenues d'eau destinées à demeurer au contact de l'eau, doivent être convenablement protégés et imperméabilisés par une couverture imperméable formée de plusieurs feuilles latéralement adjacentes, à

bords chevauchants et étanches, tant pour éviter la perte d'eau à travers le matériau meuble du corps de la structure hydraulique, que pour empêcher toute infiltration d'eau et possibilité d'affaissement et/ou d'érosion dudit corps en matériau meuble de structure hydraulique et/ou surface en contact avec de
5 l'eau.

Au fil du temps, diverses méthodes et différents systèmes ont été mis au point pour couvrir et protéger par une géo membrane les ouvrages hydrauliques ou structure en matériau de type béton, en particulier les ouvrages hydrauliques
10 constitués de matériau meuble, selon lesquels des profils métalliques spéciaux ont été utilisés pour assurer le blocage et la mise en tension d'un certain nombre de lés géométriques préalablement ancrés en surface d'ouvrages hydrauliques.

En ce qui concerne la fixation de la couverture pour ouvrages hydrauliques
15 constitués de matériau meuble, l'emploi d'éléments à courte longueur formant lés de fixation en PVC ou autre matériau polymère adaptés à un usage géotechnique, à savoir aptes à venir en contact avec un sol a également été proposé, par une opération d'enfouissage partiel desdits éléments formant lés
20 de fixation dans ledit sol, suivie d'un thermo soudage d'une couverture imperméable de lés géométriques à la partie en saillie desdits lés de fixation.

L'utilisation d'une géo membrane s'est avérée extrêmement bénéfique, en particulier pour la couverture des systèmes pour lesquels il est fait usage de géomembranes exposées à l'eau et à l'air, tant pour des raisons de qualité et
25 d'efficacité de l'étanchéité que pour son coût relativement faible et sa durabilité dans le temps.

Un système de canalisation approprié obtenu par les mêmes profils d'ancrage pour la géomembrane, a également permis le drainage et l'évacuation de l'eau
30 ayant pénétré dans le matériau meuble du corps de la structure ou de l'ouvrage hydraulique, et l'absence de fuite d'eau causée par des ruptures et/ou perforation de la géo membrane protectrice; ceci a empêché la membrane d'être soumise à un gonflement et/ou à des contraintes élevées susceptibles d'avoir compromis son intégrité structurelle.

35

Des systèmes d'ancrage pour les couvertures de géo membranes sont décrits par exemple dans les documents EP-A-0 459 015, EP-A-0 722 016 et EP-A-1 137 850.

5 Dans le cas des géo membranes exposées à l'environnement, en plus des contraintes de toutes natures dues aux infiltrations d'eau dans le sol, la prise en compte d'éventuels mouvements ondulatoires de l'eau, ou de la forte action du vent telle que causée par les cyclones qui ont tendance à aspirer la géomembrane lorsqu'elle n'est pas couverte par les eaux en l'écartant de ses
10 points d'ancrage, s'avère également nécessaire.

Enfin, le brevet des Etats-Unis US-A-5082397 décrit un procédé et un dispositif pour fixer une couverture imperméable comprenant plusieurs feuilles de plastique adjacentes destinée à protéger les ouvrages hydrauliques, selon
15 lesquels les opérations consistant à creuser une tranchée par déblaiement, à dérouler et fixer une feuille de plastique pliée, suivies d'un lestage immédiat de la feuille de plastique disposée dans la tranchée par un simple réemploi du déblai pour couvrir la même feuille de plastique, sont conjointement mises en oeuvre au cours de la fouille, et sont répétées à plusieurs reprises au cours de
20 passes successives jusqu'au remplissage de la zone entière à protéger.

Ainsi, lors de la pose de la feuille en matière plastique, aucune mise en tension n'est prévue, et la formation de plis et/ou de sacs est rendue possible conduisant à la rupture du matériau en feuille et à des infiltrations d'eau.

25

OBJETS DE L'INVENTION

Les systèmes de couverture de ce type se sont donc avérés extrêmement complexes et coûteux et n'ont pas toujours été adaptés à une application
30 correcte sur des ouvrages hydrauliques.

C'est pourquoi il existe un besoin de solution alternative d'installation facile, d'un coût relativement moindre et, de même, permettant un ancrage solide et une mise en tension contrôlée des lés géométriques lors de la mise en œuvre de la
35 pose et de l'installation, tout en assurant un drainage de l'eau approprié.

Une mise en tension correcte des lés géométriques lors de la construction et de la fixation de la couverture imperméable est importante en ce qu'elle empêche la formation de plis et/ou de poches qui, en cas de perforation accidentelle, constituerait de grands passages préférentiels par lesquels l'eau pourrait s'infiltrer et ainsi générer tous les problèmes qui devraient être évités par l'utilisation de la couverture imperméable; l'utilisation de lés géométriques correctement mis en tension lors de la construction de la couverture peut donc empêcher la perte d'eau à travers le corps d'un ouvrage hydraulique en matériau meuble, ainsi que toute infiltration d'eau et, éventuellement, l'affaissement et/ou l'érosion dudit corps et/ou de la surface de l'ouvrage hydraulique en contact avec de l'eau.

BRÈVE DESCRIPTION DE L'INVENTION

Ce qui précède peut être obtenu par un procédé de pose et de mise en tension d'une couverture imperméable pour ouvrages hydrauliques composés de matériau meuble, selon la revendication 1, de même qu'au moyen d'un système ou d'un dispositif selon la revendication 9.

Selon un premier aspect de l'invention, un procédé est proposé pour la pose et la mise en tension d'une couverture imperméable formée d'un certain nombre de lés géométriques en matériau synthétique élastiquement déformable, sur une surface d'ouvrage hydraulique à matériau meuble, comprenant les étapes consistant à:

Creuser plusieurs tranchées espacées, comprenant des premier et second ensembles de tranchées alternées qui s'étendent unidirectionnellement en surface et dans le sol de l'ouvrage hydraulique ;

Mettre en forme des tranchées individuelles avec une surface à finition homogène apte à venir en contact avec les lés géométriques ;

Fixer et lier avec étanchéité les bords chevauchants de plusieurs lés géométriques en état de dépliement et de contact avec la surface de l'ouvrage hydraulique, maintenir en arrangement de pontage les lés géométriques sur les tranchées ;

Insérer par poussée les lés géométriques dans les cavités du premier ensemble de tranchées, avec blocage par un premier matériau de lestage, puis pousser par une mise en tension les lés géométriques dans les cavités du deuxième ensemble de tranchées avec blocage dans l'état de mise en tension
5 par un second matériau de lestage.

Selon un autre aspect de l'invention, un dispositif a été proposé apte à la pose et à la mise en tension d'une couverture imperméable pour surface de sol d'ouvrage hydraulique à matériau meuble, selon le procédé de la revendication
10 1, dans lequel la couverture imperméable comprend plusieurs lés géométriques adjacents en matériau synthétique élastiquement déformable munis de bords latéraux chevauchants, les lés géométriques étant main tenus par un matériau de lestage dans plusieurs tranchées s'étendant parallèles à la surface de l'ouvrage hydraulique, caractérisé en ce qu'il comprend:

15 Plusieurs tranchées d'ancrage pourvues chacune d'une cavité possédant une surface à finition homogène de contact avec les lés géométriques ;

Lesdites plusieurs tranchées comprenant un premier ensemble de tranchées alternées et un second ensemble de tranchées alternées, dans lesquelles chaque tranchée du premier ensemble s'étend entre les tranchées du
20 second ensemble de tranchées ;

Plusieurs lés géométriques transversalement et/ou longitudinalement déployées pour relier par pontage lesdits premier et second ensembles de tranchées, et lesdits lés géométriques étant maintenus dans leur état de mise en tension par un premier et un second matériaux de lestage dans lesdits premier
25 et second ensembles de tranchées.

Si la surface de fond de l'ouvrage hydraulique comprend un sol argileux ou un matériau inerte à granulométrie fine, par exemple inférieure à une valeur comprise entre 0,4 et 0,6 mm, les tranchées individuelles peuvent être directement munies d'une finition homogène pour venir en contact avec les lés
30 géométriques constitués du même matériau inerte de sol ou bien, dans le cas où la surface de sol dans laquelle sont excavées ou creusées les tranchées comprend des matériaux d'enrochement, de gravier et/ou d'agrégats plus grossiers, il est possible d'insérer dans les tranchées une première nappe de fond formée d'un matériau inerte de la granulométrie et de la consistance
35 adéquates, de gravier par exemple, et de recouvrir la nappe inférieure d'une



seconde nappe de matériau filtrant à grains fins, tel que de sable, d'argile et/ou de boue, ensuite mise en forme pour façonner des tranchées ayant une cavité longitudinale munie d'une surface à finition homogène apte à venir en contact avec les lés géométriques .

5

Le remplissage des tranchées avec un matériau à grain fin et le finissage de la surface de contact, sont nécessaires pour les sols à granulométrie plus grossière que le sable ne permettant pas, lors de la mise en oeuvre de fouilles ou d'excavation, la formation de surfaces à finition homogène pour les tranchées.

10

Un façonnage incorrect des tranchées se traduira par un positionnement et une mise en tension impropres des lés géométriques disposés sur les bords des tranchées en lignes irrégulières ; il en résultera l'insertion d'une couverture à bords ondulés, rendant difficile, voire impossible, l'inter soudure des bords chevauchants des lés géométriques et provoquant la formation de plis et/ou de sacs de nature à réduire l'effet de mise en tension.

15

Le remplissage des tranchées avec un matériau de lestage meuble permet de plus une fonction de filtration et d'évacuation secondaire.

20

La présence d'une nappe de drainage et de matériau filtrant peut être limitée aux seules tranchées, ou s'étendre sur toute la surface de l'ouvrage hydraulique à couvrir par les lés géométriques.

25

La présence d'une nappe de filtrage et de drainage permet ainsi la collecte de toute fuite d'eau à travers les lés géométriques de couverture et la libération des contraintes instituées par les pressions négatives agissant sur la couverture, par la présence d'eau, comme l'eau du sol, et s'exerçant sur la surface arrière.

30

Les lés géométriques peuvent être disposés transversalement sur les tranchées, puis liés entre eux en étanchéité sur leurs bords chevauchants ou peuvent être présoudés et disposés longitudinalement au bas des tranchées, à condition que la largeur totale des lés géométriques ou des feuilles de lés

géométriques présoudés soit supérieure à la largeur entre les bords extrêmes d'au moins trois tranchées adjacentes.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

5

Ces caractéristiques et autres du procédé et du dispositif adaptés à la pose et à la mise en tension d'une couverture imperméable comprenant plusieurs lés géométriques pour ouvrages hydrauliques constitués de matériau meuble selon cette invention, pourraient être mieux comprises par la description suivante et

10 les dessins annexés, parmi lesquels :

La figure 1 est une vue en perspective d'un bassin de retenue d'eau, comprenant une couverture imperméable constituée de lés géométriques disposée et mise en tension selon l'invention ;

15 La figure 2 est une vue agrandie d'une partie de la surface de fond du bassin de retenue d'eau de la figure 1 qui montre l'excavation de la tranchée d'ancrage ;

La figure 3 est une vue en coupe selon la ligne 3-3 de la figure 2 ;

La figure 4 est une vue en coupe agrandie d'une tranchée selon la ligne 4-4 de la figure 2 ;

20 La figure 5 est une vue en coupe similaire à celle de la figure 4, afin de faire apparaître la formation d'une nappe de drainage ;

La figure 6 est une vue en coupe similaire à celle des figures précédentes, pour montrer la formation d'une nappe de filtrage ou de transition subséquente à une nappe de drainage ;

25 La figure 7 est une vue similaire à celle de la figure 2 pour montrer la fixation d'un certain nombre de lés géométriques s'étendant transversalement à travers les tranchées ;

La figure 8 est une vue en coupe selon la ligne 8-8 de la figure 7 ;

30 La figure 9 est une vue similaire à celle de la figure 7, pour montrer une première pénétration des lés géométriques dans un premier ensemble de tranchées alternées ;

La figure 10 est une vue en coupe selon la ligne 10-10 de la figure 9 ;

La figure 11 est une vue en coupe agrandie d'une tranchée selon la ligne 11-11 de la figure 9 ;

35 La figure 12 est une vue en coupe agrandie d'une tranchée, selon la ligne 12-12 de la figure 9 ;

La figure 13 est une vue similaire à celle de la figure 9 pour montrer une pénétration subséquente et la mise en tension finale des lés géométriques dans un second ensemble de tranchées alternées disposées entre le premier ensemble de tranchées ;

- 5 La figure 14 est une vue en coupe selon la ligne 14-14 de la figure 13 ;
La figure 15 est une vue simplifiée, résumant les principales étapes du procédé selon l'invention.

DESCRIPTION DETAILLÉE DE L'INVENTION

10

La figure 1 montre, par exemple, un ouvrage hydraulique générique constitué de matériau meuble comprenant un bassin de retenue d'eau 10 dont un talus 11 présente une surface intérieure inclinée 12, et une surface de fond 13 de retenue d'une certaine masse d'eau.

15

Pour éviter la perte d'eau par infiltration dans le sol, tant la surface intérieure 12 que la surface de fond 13 du bassin de retenue d'eau sont généralement protégées par une couverture imperméable constituée d'une géomembrane comprenant plusieurs lés géométriques d'un matériau élastomère élastiquement déformable synthétique, qui doivent être correctement scellés entre eux sur leurs bords chevauchants, mis en tension et ancrés au sol.

20

Tout matériau peut être utilisé pour les lés géométriques de la couverture imperméable, à condition d'être adapté à son emploi prévu; celui-ci peut, en particulier, être choisi parmi les matériaux synthétiques énumérés dans le tableau ci-après, pris individuellement ou en combinaison.

25

TYPE	MATERIAU DE BASE	ABBREVIATION
THERMOPLASTIQUE	<ul style="list-style-type: none"> - Polyéthylène haute densité - Polyéthylène basse et/ou haute densité - Polyéthylène - Polyéthylène chloré - Copolymère d'éthylène- vinylacétate - Polypropylène - Chlorure de polyvinyle 	HDPE LLDPE PE CPE EVA/C PP PVC
THERMOPLASTIQUE CAOUTCHOUCS	<ul style="list-style-type: none"> - Sulfonâtes chloré polyéthylène - Copolymère d'éthylène-propylène 	CSPE E/P
THERMOSTABLE	<ul style="list-style-type: none"> - Polyisobutylène - Caoutchouc chloroprène - Éthylène-propylène-diène - Monomère - Caoutchouc butyle - Caoutchouc nitrile 	PIB CR EPDM MR NBR
BITUMINEUX	<ul style="list-style-type: none"> - Bitume oxydé - Polymère bitume 	préfabriqué GM -----

La liste ci-dessus n'est pas exhaustive et comprend également des matériaux qui sont techniquement et commercialement du type élastomère et appartiennent à la famille des bitumineux.

5

Les lés géométriques peuvent varier en épaisseur dans la fourchette comprise entre 0,2 et 40 mm, avec un module d'élasticité compris entre 10 et 5000 MPa, et peuvent éventuellement être couplés à un géotextile.

10

Selon cette invention, en vue de l'installation et de l'ancrage des lés géométriques aux surfaces 12 et 13 du bassin de retenue d'eau 10, comme le montrent les figures 1 à 4, plusieurs tranchées 14 sont d'abord creusées dans le sol, parallèles entre elles et toutes en orientation uni directionnelle donnée ; les tranchées 14 doit être de taille suffisante pour recevoir, si nécessaire, un volume

prédéterminé de matériau de drainage et/ou de matériau filtrant, comme expliqué ci-après.

Les tranchées 14 peuvent être de toute forme adéquate, pouvant par exemple, présenter une section transversale rectangulaire, trapézoïdale ou semi-circulaire.

Comme le montre le détail de la figure 4, les tranchées 14 peuvent être de toute largeur L au niveau des bords supérieurs, et de profondeur S en fonction de la nature du sol et du volume de matériau de drainage et/ou de matériau filtrant présent dans la tranchée, tandis que le pas P entre les tranchées adjacentes 14 doit être beaucoup plus grand que la largeur L, par exemple, au moins d'entre quatre et dix fois L, de sorte qu'entre les tranchées adjacentes 14 se trouvera une longueur de lés géométriques suffisante pour permettre un allongement requis par le taux de déformation élastique nécessaire à la mise en tension par un matériau de lestage adéquat.

A seul titre d'exemple, il convient d'indiquer que, lors de certains essais expérimentaux, des tranchées de largeur maximale L comprise entre 600 et 1000 mm et de profondeur D comprise entre 400 et 700 mm ont été excavées, le pas P étant maintenu entre 4 et 10 m.

Comme précédemment indiqué, dans certains cas, le sol est constitué d'un matériau inerte à fines particules, de taille inférieure à 0,5 ou égale à 0,6 mm, comme du sable ou de l'argile, après excavation des tranchées 14, le sol doit être bien compacté, en formant les tranchées individuelles avec une cavité longitudinale ayant une surface de contact à finition homogène, adaptée pour venir en contact avec les lés géométriques 14.

Eventuellement, si les caractéristiques du sol dans lequel les tranchées 14 sont creusées sont telles à inclure des agrégats plus grossiers, après excavation des tranchées 14 et un compactage correct du sol, les tranchées individuelles 14 sont partiellement remplies d'une première nappe 15 de matériau de drainage constitué par exemple d'un gravier de taille grossière ; il est ainsi ménagé une sorte de canal de drainage, convenablement incliné vers un collecteur périphérique.

35

La nappe 15 de matériau de drainage peut être distribuée dans les tranchées 14 sur la surface de fond 13 de l'ouvrage hydraulique, ou du seul bassin de retenue d'eau 10 tandis que, dans le cas d'une surface inclinée 12, orientée vers l'eau, présente dans le bassin de retenue 10, il est suggéré que la nappe de drainage
5 15 soit disposée sur toute la surface, comme montré de manière simplifiée sur la figure 5.

Dans tous les cas, la nappe 15 de matériau de drainage dans les tranchées 14, sera distribuée de manière à former une cavité longitudinale 16 assez grande
10 pour contenir une deuxième nappe 17 de matériau filtrant, comme le montre la figure 6, en particulier d'un matériau meuble, façonnable, comme la terre, le sable fin ou le gravier de granulométrie fine, à bords arrondis et anguleux, qui devient ainsi une nappe de transition entre la nappe de drainage sous-jacente 15, et les lés géométriques de protection disposés subséquentement.

15 Après distribution de la nappe filtrante 17 dans les tranchées 14 en utilisant un outillage adéquat tel que le godet d'une pelle, un canal longitudinal 18 est formé comme indiqué sur la figure 6.

20 Les épaisseurs respectives de la nappe de drainage 15, de la nappe de filtrage 17 et donc la forme et la taille du canal longitudinal 18, doivent être calculées de telle sorte que les canaux 18 puissent accueillir des lés géométriques d'une taille suffisante pour produire une mise en tension désirée, de même que pour assurer le blocage nécessaire permettant la résistance aux forces externes telles
25 que le vent, le mouvement des vagues et de la glace.

Après la préparation des tranchées 14, ou d'une partie de celles-ci, ainsi que leur remplissage avec la nappe de drainage 15 et la nappe de filtrage 17 lorsque la création d'une surface de contact finie s'avère nécessaire pour venir en
30 contact avec les lés géométriques, après également les avoir éventuellement recouvertes d'une nappe constituée d'un géotextile de protection, non représenté, selon l'exemple choisi, la couverture est construite en disposant un certain nombre de lés géométriques 20 transversalement ou orthogonalement aux tranchées 14, comme le montre la figure 7, en les dépliant à partir des
35 rouleaux ; en alternative à la pose transversale des lés géométriques 20, comme

le montre la figure 7, une multiplicité de lés géométriques 20 pré soudés peuvent être disposés parallèles aux tranchées 14, à condition que la largeur totale des lés géométriques pré soudés soit supérieure à l'espace entre les bords extrêmes d'au moins trois tranchées adjacentes 14.

5

Les lés géométriques 20 sont initialement disposés et déroulés dans un état de planéité en adhérence au sol ou à une surface de l'ouvrage hydraulique à protéger, en créant un pontage entre les tranchées individuelles 14, comme le montre la Figure 8; ménager un recouvrement 21 adéquat entre les bords opposés des lés géométriques adjacents permet de réaliser une liaison étanche entre eux, à titre d'exemple par thermosoudage, vulcanisation ou un adhésif adéquat.

Après la pose et la liaison étanche d'un certain nombre de lés géométriques 20, leur ancrage et mise en tension peuvent être effectués, ceci étant réalisé progressivement, par étapes successives, comme le montrent les figures 9 à 14 des dessins annexés.

En particulier, comme le montrent les figures 9 et 10 et le détail de la figure 11, les lés géométriques 20 sont d'abord poussés de manière séquentielle dans les cavités 18 d'un premier ensemble de tranchées alternées 14A, par exemple les tranchées impaires, comme indiqué par les numéros de référence 1 et 3 de la figure 9, par un premier matériau de lestage 22 adéquat.

Plus précisément, par le lestage des lés géométriques 20 dans le premier ensemble de tranchées alternées 14A, les lés géométriques 20 demeurent en adhérence au sol selon un arrangement de pontage sur le second ensemble restant de tranchées à numéros pairs 14B, adjacents à, et interposés entre, l'ensemble de tranchées 14A précédent, comme indiqué sur les figures 9, 10 et en détail sur la figure 12.

30

Après avoir terminé la première étape de lestage des lés géométriques 20 dans les cavités des tranchées à numéros impairs 14A, les lés géométriques sont ensuite mis en tension et lestés dans les cavités des tranchées à numéros pairs 14B, comme illustré et indiqué en 22A sur les figures 13 et 14 .

Par le lestage de la séquence telle que précédemment indiquée, il est effectué une mise en tension finale des lés géométriques 20 qui les fait adhérer parfaitement aux surfaces 12 et 13 de l'ouvrage hydraulique à protéger.

- 5 A l'évidence, il convient de s'assurer de lester les lés géométriques 20 de poids adéquats pour créer l'allongement et la mise en tension souhaités par un taux de déformation élastique allant, par exemple, de 2% à 4 % dans la zone occupée par les lés géométriques 20 entre les tranchées 14A et 14B adjacentes, comme indiqué par les flèches W1 et W2 sur les figures 13 et 14.

10

Tout type de matériau de lestage 22 et 22A peut être utilisé, par exemple, celui-ci peut être choisi parmi ce qui suit : gravier, sable, terre, béton ou l'une de leurs combinaisons.

- 15 En option, comme indiqué en 23 sur la figure 14, dans chaque tranchée 14, le matériau de lestage 22, 22A peut être recouvert d'un lé géométrique auxiliaire 23, s'étendant longitudinalement sur les tranchées individuelles, et thermo soudé suivant les bords des lés géométriques 20.

S

- 20 Les lés géométriques 20 et 23 peuvent être de tout type, par exemple, ceux-ci peuvent prendre la forme de simples lés en matériau géo synthétique, ou en géo composite constitué d'une combinaison de matériaux géo synthétiques et géo textiles.

- 25 Dans certains cas, dans la zone entre les tranchées adjacentes, la nappe de transition peut inclure un géotextile, un géo composite, un géo net ou autre matériau anti-perforation approprié à la protection des lés géométriques; de même, la nappe de drainage peut être constituée de tout matériau de géo drainage tel que gravier, géo net, géo grille, géo matelas ou de l'une de leurs
30 combinaisons .

La figure 15 donne un résumé explicatif des principales étapes S1 à S5 du procédé de pose et mise en tension de lés géométriques selon cette invention, en particulier :

S1 montre l'étape d'excavation des tranchées 14 ;

S2 montre l'étape de remplissage des tranchées avec une nappe de drainage 15 en option;

S3 montre l'étape de remplissage des tranchées 14 d'une nappe de filtrage 17 facultative formée avec une cavité longitudinale 18 adaptée à présenter une surface à finition homogène pour venir en contact avec les lés géométriques .

S4 montre la fixation des lés géométriques 20 en pontage sur les tranchées 14 ;

S5 montre l'étape de poussée et de blocage des lés géométriques par un premier matériau de lestage dans les cavités d'un premier ensemble de tranchées tel que les tranchées à numéros impairs 14A;

10 Enfin, S6 montre l'étape finale de mise en tension et d'ancrage des lés géométriques, par une action de poussée et de blocage dans les cavités du deuxième ensemble restant de tranchées tel que les tranchées à numéros pairs 14B par un second matériau de lestage.

15 Il doit être entendu, cependant, que ce qui a été dit et montré dans les dessins annexés, n'a été donné qu'à seul titre d'exemple des caractéristiques générales du procédé et du système selon l'invention, Ainsi, d'autres modifications ou variations peuvent être appliquées à la forme, à la taille, à la disposition et à la distance entre les tranchées 14, au type de matériau pour le drainage et/ou aux nappes de filtration ainsi qu'au matériau de lestage, pour atteindre les mêmes effets et les mêmes résultats sans s'écarter des revendications.

REVENDEICATIONS

1. Procédé pour la pose et la mise en tension d'une couverture imperméable
5 comprenant un certain nombre de lés géométriques (20) en matériau synthétique élastiquement déformable, sur une surface (12, 13) d'un ouvrage hydraulique à matériau meuble, comprenant les étapes consistant à:

Creuser plusieurs tranchées espacées (14) comprenant des premier et second ensembles de tranchées alternées (14A, 14B) qui s'étendent
10 unidirectionnellement ensurface et dans le sol (12, 13) de l'ouvrage hydraulique ;

Mettre en forme des tranchées individuelles (14) avec une surface à finition homogène apte à venir en contact avec les lés géométriques(20) ;

Fixer et relier de manière étanche les bords chevauchants de plusieurs lés géométriques(20), dans un état de dépliement et de contact avec la surface
15 (12, 13) de l'ouvrage hydraulique, maintenir la disposition de pontage des lés géométriques(20) sur les tranchées (14) ;

Insérer par poussée les lés géométriques(20) dans les cavités du premier ensemble de tranchées (14A), avec blocage par un premier matériau de lestage (22), puis

20 Mettre en tension les lés géométriques(20), en les poussant dans les cavités du deuxième ensemble de tranchées (14b), avec blocage dans l'état de mise en tension par un second matériau de lestage (22A).

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la surface façonnée de la tranchée (14) en contact avec les lés géométriques(20), est constituée d'un
25 matériau fin, inerte, de dimensions égales ou inférieures à 0,5 mm.

3. Procédé selon la revendication 1, comprenant les étapes supplémentaires consistant à:

30 Remplir partiellement chaque tranchée (14) avec une première nappe (15) d'un matériau de drainage, puis remplir la tranchée (14) avec une seconde nappe (17) d'un matériau compactable, de filtration inerte, et

Configurer la seconde nappe filtrante (17) avec un canal longitudinal (18), en le munissant d'une surface à finition homogène de contact avec les lés
35 géométriques (20).

4. Procédé selon la revendication 1, dans lequel les lés géométriques(20) sont disposés sur la surface de fond en orientation transversale aux tranchées (14).

5 5. Procédé selon la revendication 1, dans lequel plusieurs lés géométriques(20) présoudés sont disposés sur la surface de fond en orientation longitudinale aux tranchées (14).

6. Procédé selon la revendication 3, dans lequel la nappe de matériau de drainage (15) comprend un géo drain.

10

7. Procédé selon la revendication 6, dans lequel la nappe de matériau de drainage (15) est choisie parmi ce qui suit : gravier, géo maillage, géo grille, géo matelas ou leurs combinaisons.

15 8. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la nappe de matériau filtrant(17) est choisie parmi: ce qui suit : chaux, sable, gravier fin arrondi, géomaillage, géotextile ou leurs combinaisons.

20 9. Dispositif adapté à la pose et à la mise en tension d'une couverture imperméable pour la surface de sol d'un ouvrage hydraulique à matériau meuble, selon le procédé de la revendication 1, dans lequel la couverture imperméable comprend plusieurs lés géométriques(20) disposés adjacents en matériau synthétique élastiquement déformable, ayant des bords latéraux chevauchants, et dans lequel les lés géométriques(20) sont maintenus par un
25 matériau de lestage (22, 22A) dans plusieurs tranchées (14) s'étendant parallèles à la surface de l'ouvrage hydraulique (12, 13), caractérisé en ce qu'il comprend:

Plusieurs tranchées d'ancrage (14) pourvues chacune d'une cavité formée avec une surface à finition homogène de contact avec les lés géométriques(20) ;

30 Lesdites plusieurs tranchées (14) comprenant un premier ensemble de tranchées alternées (14A), et un second ensemble de tranchées alternées (14B), dans lesquelles chaque tranchée (14A) du premier ensemble s'étend entre les tranchées (14B) du second ensemble de tranchées ;

35 Plusieurs lés géométriques(20) dépliés transversalement et/ou longitudinalement pour former un pontage entre lesdits premier et second

ensemble de tranchées (14A, 14B), et dans lequel lesdits lés géométriques(20) sont maintenus dans un état de mise en tension par un premier et un second matériaux de lestage (22, 22A), dans lesdits premier et second ensembles de tranchées (14A, 14B).

5

10. Dispositif selon la revendication 9, dans lequel un matériau de drainage comprend ce qui suit : gravier, géomaillage, géogrille, géomatelas, seuls ou en combinaison.

10 11. Dispositif selon la revendication 9, dans lequel une nappe (17) de matériau filtrant comprend ce qui suit : sable, terre, argile, chaux, utilisés seuls ou en combinaison.

15 12. Dispositif selon la revendication 11, dans lequel la nappe (17) de matériau filtrant comprend en outre un géotextile, un géomaillage, un géocomposite ou leurs combinaisons.

13. Dispositif selon la revendication 9, dans lequel le matériau de lestage comprend ce qui suit : sable, gravier, terre, béton ou leurs combinaisons.

20

14. Dispositif selon la revendication 9, dans lequel le matériauxynthétique des lés géométriques(20) est choisi parmi les matériaux indiqués dans le tableau suivant:

TYPE	MATERIAU DE BASE	ABBREVIATION
THERMOPLASTIQUE	<ul style="list-style-type: none"> - Polyéthylène haute densité - Polyéthylène basse et/ou haute densité - Polyéthylène - Polyéthylène chloré - Copolymère d'éthylène- vinylacétate - Polypropylène - Chlorure de polyvinyle 	HDPE LLDPE PE CPE EVA/C PP PVC
THERMOPLASTIQUE CAOUTCHOUCS	<ul style="list-style-type: none"> - Sulfonâtes chloré polyéthylène - Copolymère d'éthylène-propylène 	CSPE E/P
THERMOSTABLE	<ul style="list-style-type: none"> - Polyisobutylène - Caoutchouc chloroprène - Éthylène-propylène-diène - Monomère - Caoutchouc butyle - Caoutchouc nitrile 	PIB CR EPDM MR NBR
BITUMINEUX	<ul style="list-style-type: none"> - Bitume oxydé - Polymère bitume 	préfabriqué GM -----

15. Dispositif selon la revendication 13, dans lequel les lés géométriques(20) possèdent une épaisseur comprise entre 0,2 et 40 mm et un module d'élasticité compris entre 10 et 5000 MPa.

5

16. Dispositif selon la revendication 9, dans lequel le pas (P) entre les tranchées (14A, 14B) est d'entre quatre à dix fois la largeur maximale (L) des tranchées.

10 17. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'il comprend un lé géométrique supplémentaire (23) pour couvrir le matériau de lestage (22, 22A), scellé aux lés géométriques (20).

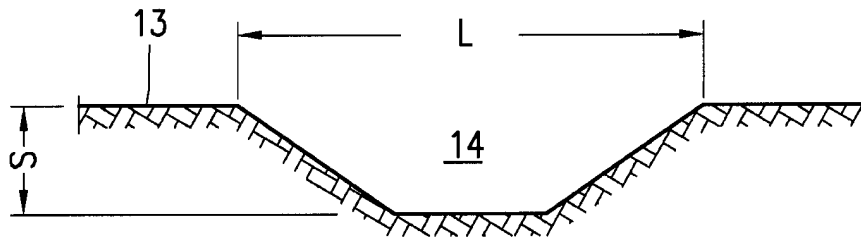


Fig. 4

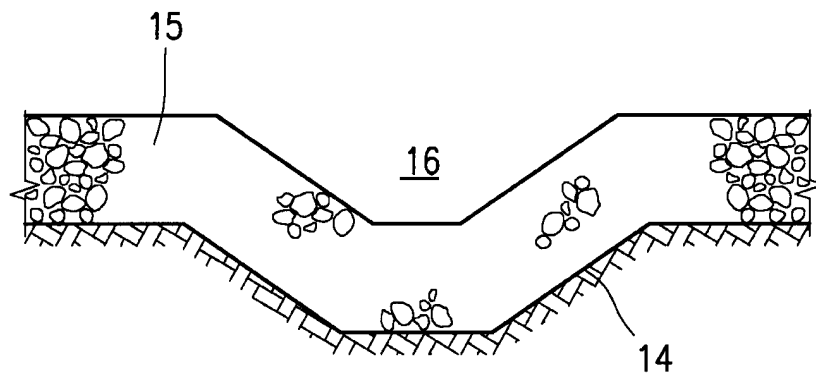


Fig. 5

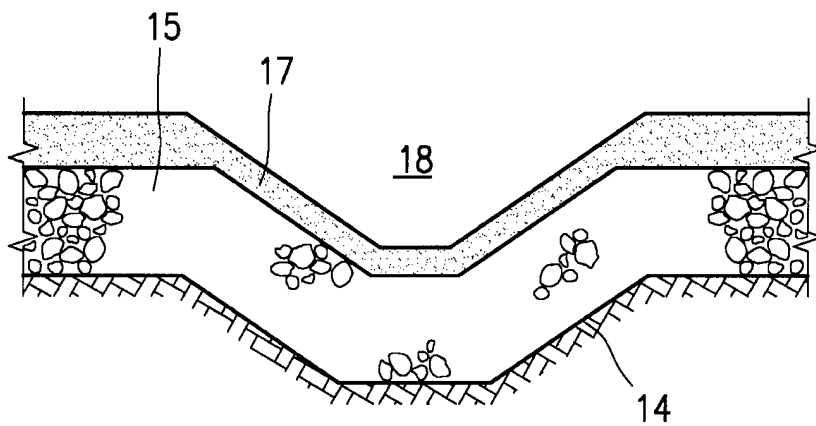
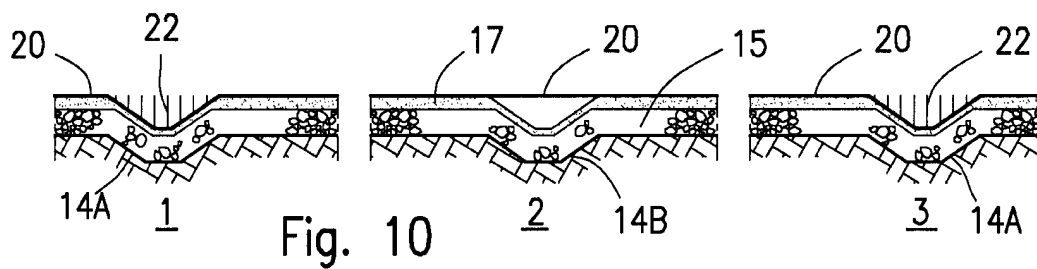
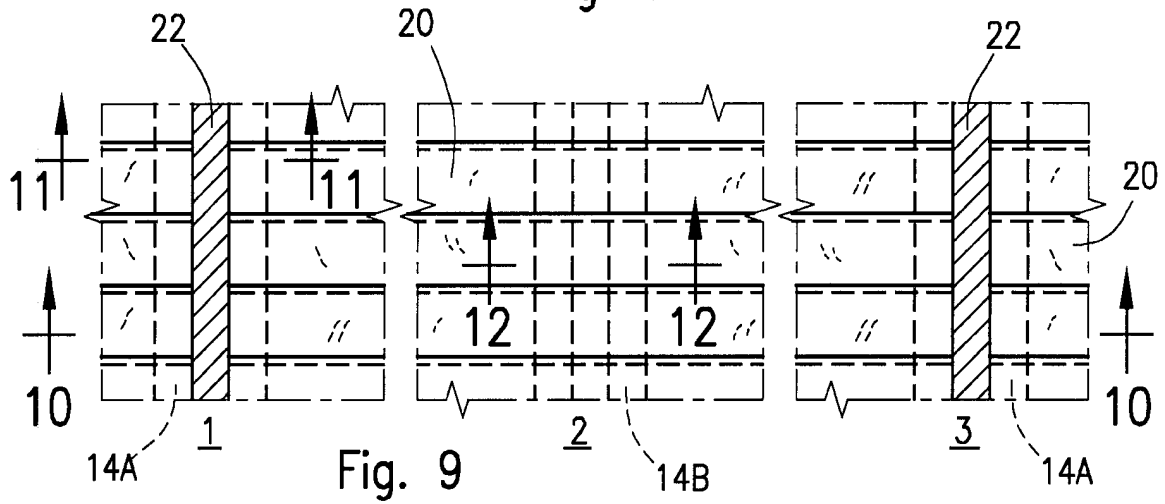
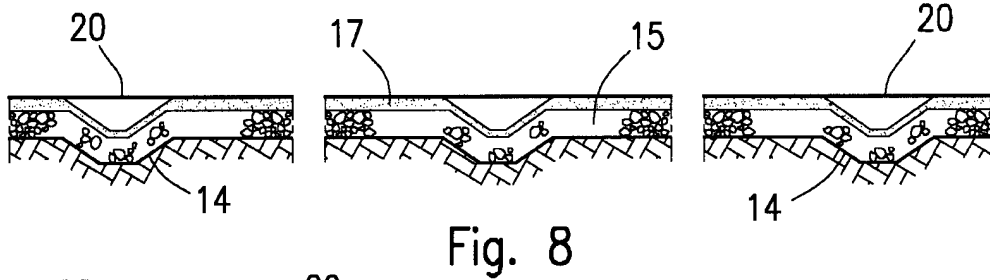
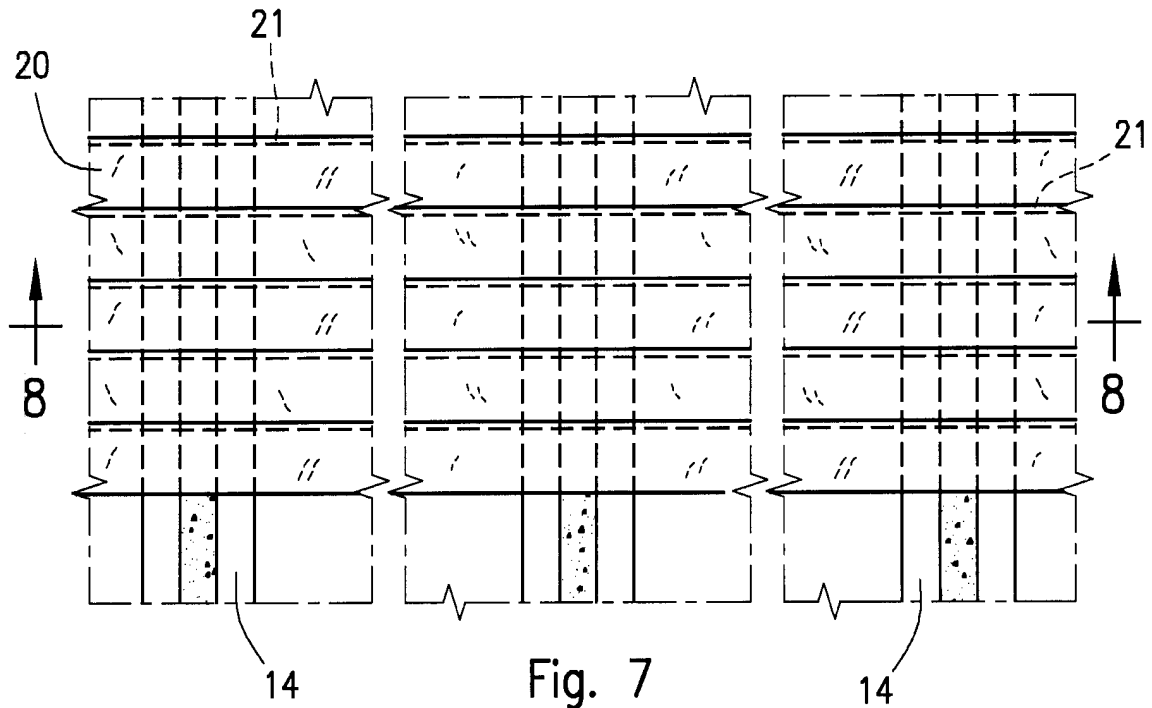


Fig. 6



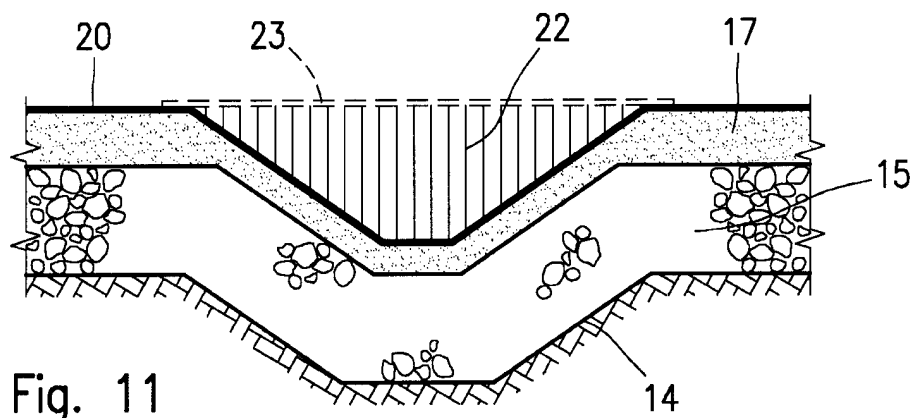


Fig. 11

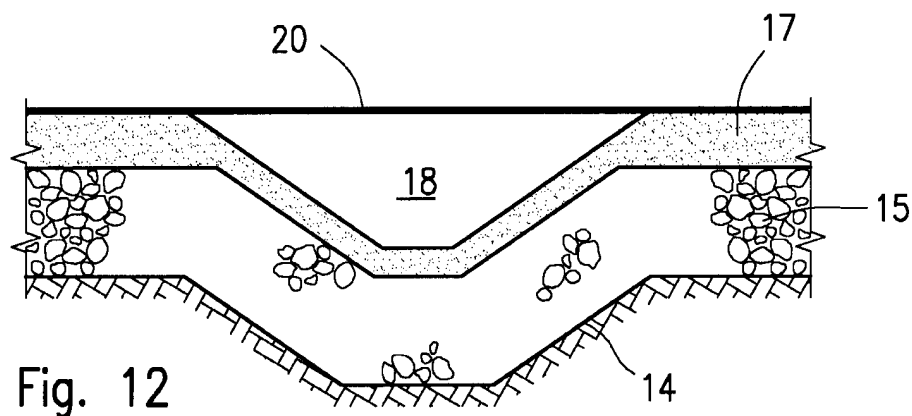


Fig. 12

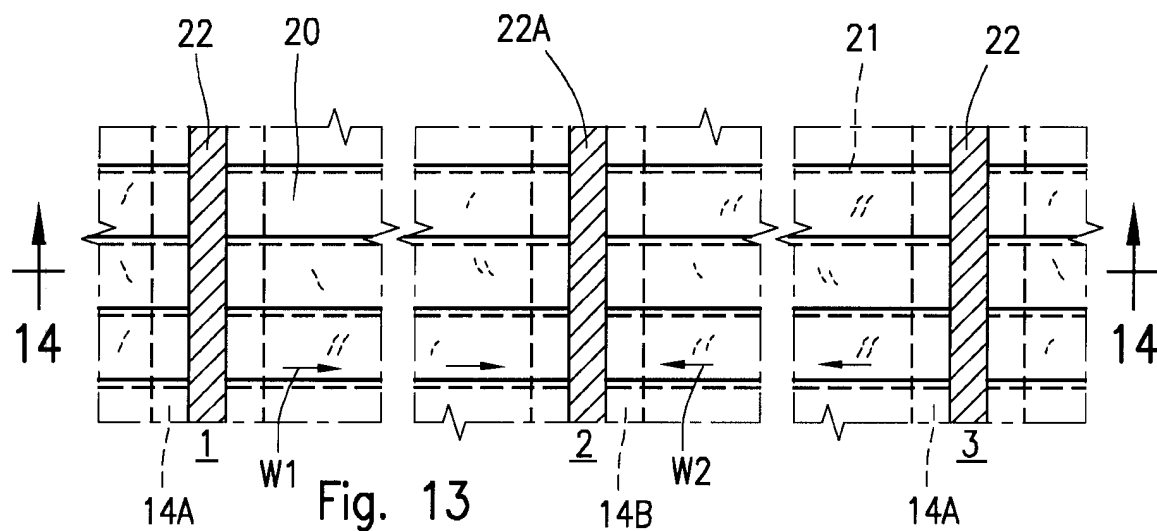


Fig. 13

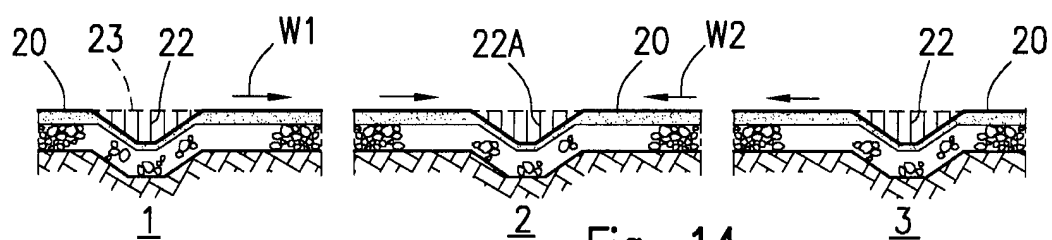


Fig. 14

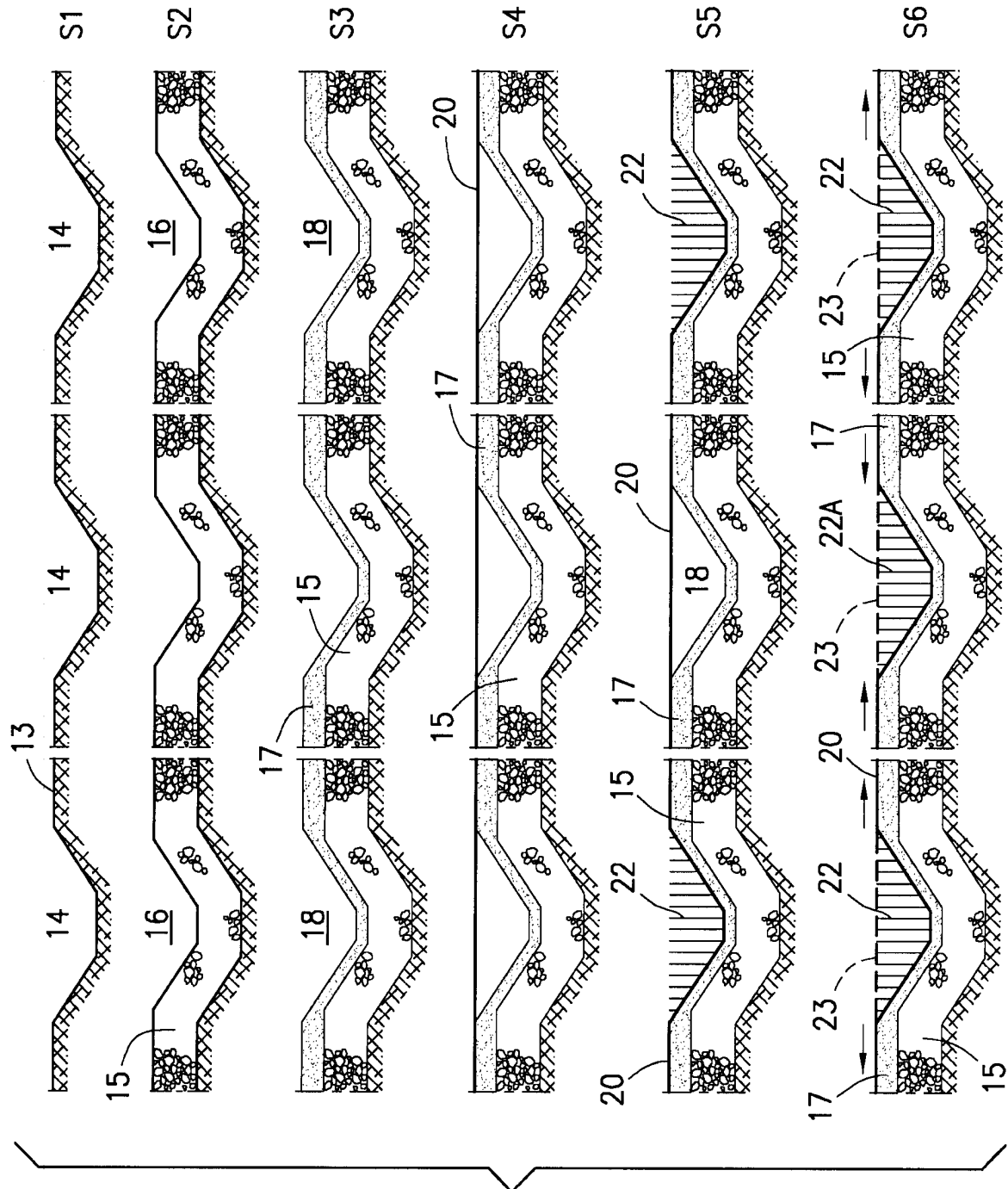


Fig. 15

Abrégé :

L'invention concerne un procédé et un dispositif permettant de poser et de tendre une couverture imperméable comprenant plusieurs bandes géométriques (20) afin de protéger des structures hydrauliques (10) se composant d'un matériau meuble, comme un barrage, un canal et/ou un bassin d'eau. Plusieurs tranchées ou gorges (14) sont creusées dans le sol (12, 13) de la structure hydraulique (10) et s'étendent toutes dans une direction prédéterminée. Chaque tranchée (14) est formée de manière à avoir une surface interne finie pouvant venir en contact avec les bandes géométriques (20) et formée par un matériau meuble inerte compactable ayant des particules de petite taille, par exemple moins de 0,5-0,6 mm. Dans le cas où le sol contient des matériaux rocheux inertes ou des matériaux de granulométrie élevée, chaque tranchée (14) peut éventuellement comprendre une couche de matériau de drainage (15). La pose de la couverture imperméable comprenant lesdites plusieurs bandes géométriques (20) est ensuite effectuée en mettant les bandes géométriques (20) en contact avec la surface du sol, par-dessus les tranchées (14). Les bandes géométriques (20) sont scellées le long des bords se chevauchant, poussées dans un premier ensemble de tranchées alternantes (14A) et bloquées par un premier matériau de ballast (22) en laissant les bandes géométriques (20) se trouvant par-dessus un second ensemble de tranchées alternantes (14B) adjacentes aux précédentes. Les bandes géométriques (20) sont ensuite tendues en les poussant et les bloquant dans le second ensemble de tranchées (14B) à l'aide d'un second matériau de ballast (22).