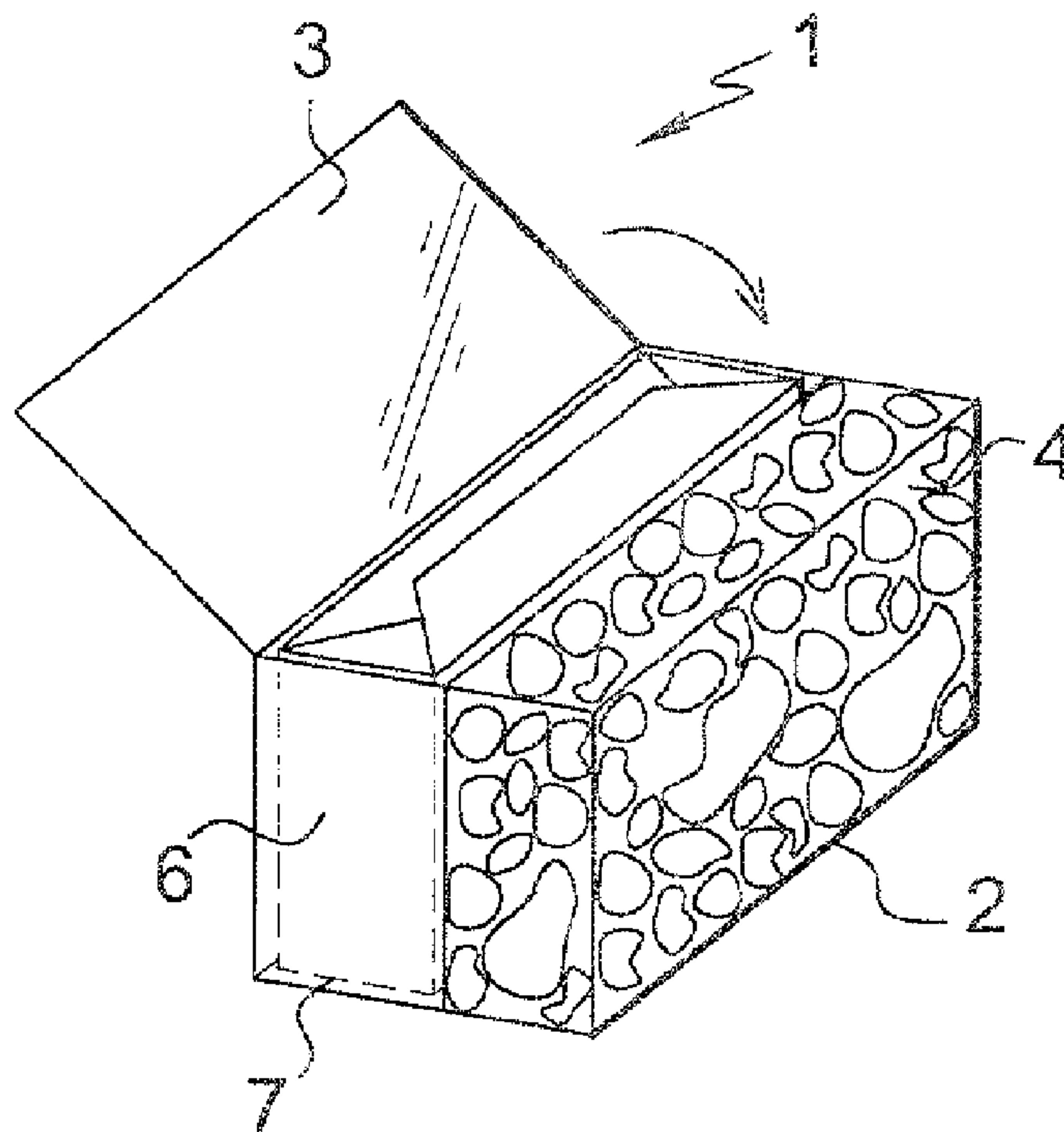




(22) Date de dépôt/Filing Date: 2004/09/30  
(41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 2005/04/03  
(30) Priorité/Priority: 2003/10/03 (03 50644) FR

(51) Cl.Int.<sup>7</sup>/Int.Cl.<sup>7</sup> E01F 7/04, E02D 17/20, E02D 17/18,  
E02D 29/02  
(71) Demandeur/Applicant:  
FRANCE GABION, FR  
(72) Inventeur/Inventor:  
DERACHE, FRANCIS, FR  
(74) Agent: BKP GP

(54) Titre : OUVRAGE DE GENIE CIVIL, ELEMENT INDIVIDUEL DE CONSTRUCTION ET PROCEDE DE  
RENFORCEMENT D'UN TEL OUVRAGE  
(54) Title: CIVIL ENGINEERING STRUCTURE, INDIVIDUAL BUILDING ELEMENT AND REINFORCEMENT PROCESS  
FOR SAID STRUCTURE



(57) Abrégé/Abstract:

Un ouvrage de génie civil (13), destiné à assurer une protection contre des impacts de masses mobiles présente une face exposée aux impacts de masses mobiles(16). L'ouvrage (13) comprend, au niveau de la face exposée aux impacts de masses mobiles (16), un ensemble d'éléments individuels de construction (1) solidarisés entre eux, remplis entièrement ou partiellement avec au moins un matériau présentant une capacité à être déformé de manière élastoplastique (6), les éléments individuels de construction (1) susceptibles d'être dégradés (100) par des impacts de masses mobiles étant aptes à être individuellement remplacés (E, A) par des éléments individuels de construction analogues (1).

ABRÉGÉ DESCRIPTIF

5

OUVRAGE DE GÉNIE CIVIL, ÉLÉMENT INDIVIDUEL DE CONSTRUCTION ET  
PROCÉDÉ DE RENFORCEMENT D'UN TEL OUVRAGE

10 Un ouvrage de génie civil (13), destiné à assurer une protection contre des impacts de masses mobiles présente une face exposée aux impacts de masses mobiles(16).

L'ouvrage (13) comprend, au niveau de la face exposée aux impacts de masses mobiles (16), un ensemble d'éléments individuels de construction (1) solidarisés entre eux, remplis entièrement ou partiellement avec au moins un matériau présentant une  
15 capacité à être déformé de manière élastoplastique (6), les éléments individuels de construction (1) susceptibles d'être dégradés (100) par des impacts de masses mobiles étant aptes à être individuellement remplacés (E, A) par des éléments individuels de construction analogues (1).

20

Figure 5

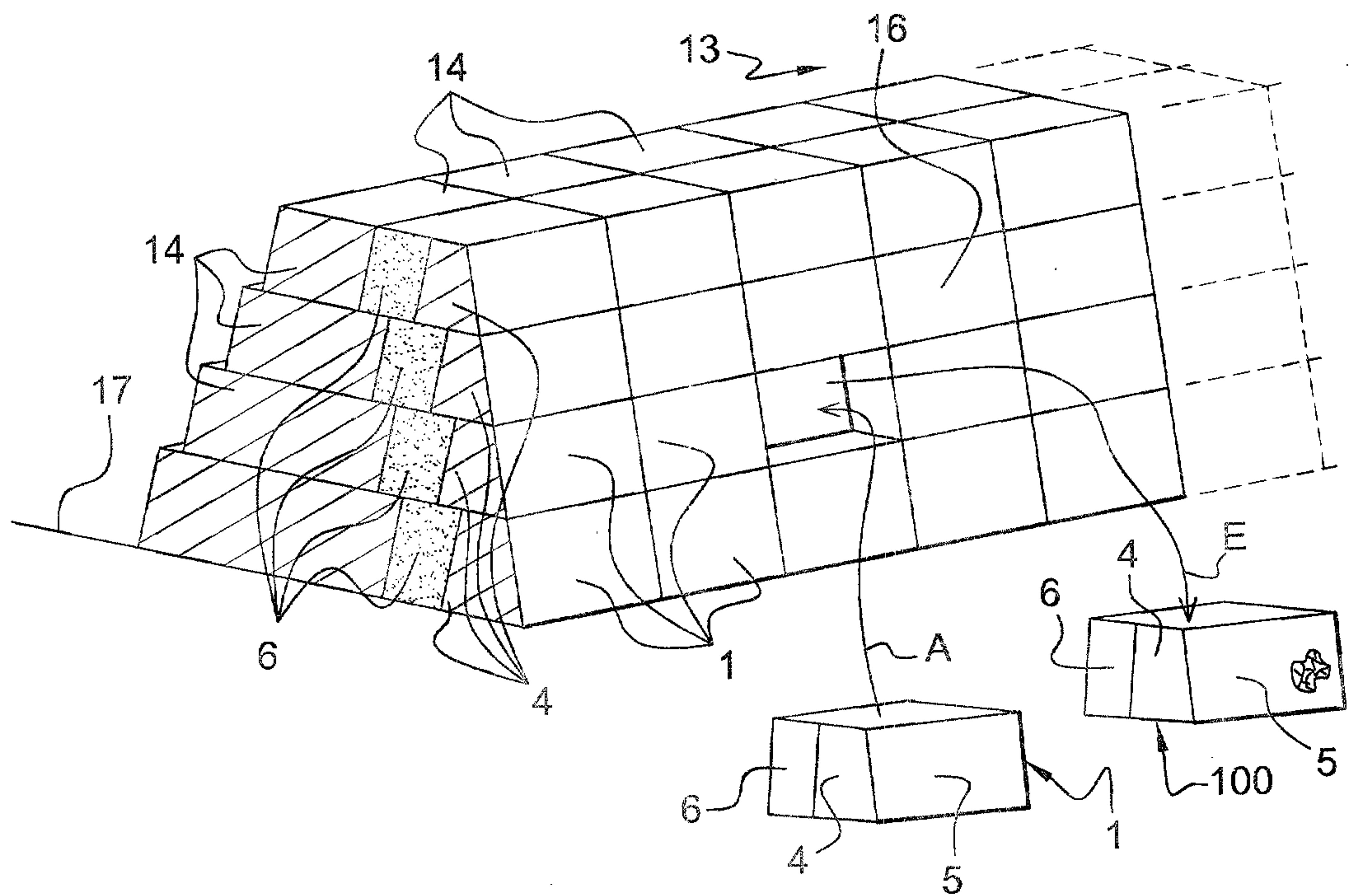


Figure pour abrégé

**OUVRAGE DE GÉNIE CIVIL, ÉLÉMENT INDIVIDUEL DE CONSTRUCTION**  
**ET PROCÉDÉ DE RENFORCEMENT D'UN TEL OUVRAGE**

5           La présente invention concerne un ouvrage de génie civil assurant une protection  
contre des impacts de masses mobiles, de projectiles, plus particulièrement de pierres.  
Elle concerne également un élément individuel de construction destiné à la réalisation  
d'ouvrages de protection dans le domaine du génie civil et des travaux publics. Un autre  
aspect de l'invention est relatif à un procédé de renforcement d'un ouvrage assurant une  
10 protection contre des impacts.

Etat de la technique

          Dans les zones de montagnes, ainsi que dans tous les endroits escarpés, les routes,  
les voies de chemins de fer, les zones d'habitations, sont souvent menacées par des  
15 chutes de pierres, des éboulements et des glissements de terrains provenant de falaises  
ou de pentes surplombantes. Ainsi, malgré des purges régulières des falaises, on prévoit  
en plus des infrastructures s'interposant entre la zone à protéger et les sources de  
projectiles.

          Pour assurer cette protection, on utilise différents types d'équipement, et  
20 notamment des murs en béton armé ou encore des filets et des grillages aptes à retenir  
les pierres. Il existe également des ouvrages connus sous le nom de « merlons », réalisés  
par exemple à partir de gabions ou encore des remblais. Ces merlons sont disposés entre  
la falaise et la zone à protéger, en définissant donc un fossé dans lequel s'accumulent les  
pierres ayant chuté de la falaise. Dans le cas de forts impacts, la face exposée des  
25 merlons peut être déformée et endommagée. Il a été constaté que ces merlons ne sont  
que très rarement réparés même s'ils ont subi de fortes dégradations.

          On connaît également d'après le document FR- 2.835.266 l'utilisation de  
pneumatiques usagés venant se surajouter en parement d'un ouvrage réalisé en béton.  
Toutes ces solutions présentent des inconvénients.

30           Ainsi, les ouvrages existants en béton présentent l'inconvénient de se fissurer ou  
d'être carrément détruits en cas d'impacts par des masses mobiles présentant une  
énergie cinétique importante. De plus, ces infrastructures présentent des dimensions  
beaucoup plus importantes par rapport aux besoins de protection réels. En effet, il est

extrêmement délicat d'établir un diagnostic sur un merlon dégradé. Cela conduit généralement à un surdimensionnement du merlon pour s'assurer qu'il remplit son rôle de protection après un ou plusieurs impacts importants.

5 Dans le cas d'un merlon comportant des pneus sur la face exposée, une réparation d'un tel ouvrage passe par la complète rénovation du parement ainsi que du merlon armé arrière dans la zone impactée et. Cette rénovation est une opération lourde, qui de plus doit être effectuée dans des emplacements particulièrement dangereux soumis à des chutes de pierres. En outre, le rajout d'éléments ayant une apparence de déchets donne aux ouvrages une esthétique qui n'est pas forcément acceptable.

10

#### Exposé de l'invention

Un problème principal que se propose de résoudre l'invention consiste à prévoir un ouvrage de génie civil qui puisse aisément être réparé. Un deuxième problème est celui de concevoir un ouvrage présentant des propriétés mécaniques telles qu'il ne  
15 nécessite pas un surdimensionnement pour assurer ses fonctions de protection. Un troisième problème est celui d'améliorer l'aspect esthétique et écologique des ouvrages tout en conservant leur aspect fonctionnel. Un quatrième problème est de mettre au point un élément individuel de construction apte à limiter les dégradations de l'ensemble de l'ouvrage de génie civil auquel il est associé. Un cinquième problème est  
20 de réaliser un élément pouvant être préfabriqué en dehors des zones dangereuses, c'est-à-dire soumises à des chutes de pierres. Un sixième problème est celui de mettre en oeuvre un procédé permettant de renforcer un ouvrage de protection préexistant.

L'invention concerne donc un ouvrage de génie civil, destiné à assurer une  
25 protection contre des impacts de masses mobiles et présentant une face exposée aux impacts de masses mobiles.

Conformément à un premier aspect de la présente invention, l'ouvrage est caractérisé en ce qu'il comprend, au niveau de la face exposée aux impacts de masses  
30 mobiles, un ensemble d'éléments individuels de construction solidarisisés entre-eux, remplis entièrement ou partiellement avec au moins un matériau présentant une capacité à être déformé de manière élastoplastique, les éléments individuels de construction

susceptibles d'être dégradés par des impacts de masses mobiles étant aptes à être individuellement remplacés par des éléments individuels de construction analogues.

Autrement dit, en réalisant directement un ouvrage de protection comprenant des  
5 éléments individuels sur le parement exposé, le maître d'œuvre pourra ultérieurement  
extraire du parement les éléments individuels abîmés par des impacts de pierres. Et il  
pourra aisément les remplacer par des éléments individuels non endommagés et ce sans  
entamer le corps de l'ouvrage. De plus, avec la présence de ces éléments individuels  
face à une falaise, l'ensemble de l'ouvrage va bénéficier des propriétés d'absorption  
10 d'énergie et de protection. Par déformation élastoplastique d'un matériau, on entend une  
déformation du matériau associée à sa capacité à retrouver sa forme initiale, jusqu'à un  
seuil au-delà duquel la déformation va être définitive.

Ces éléments individuels de construction peuvent être associés ou non à divers  
types de structures constituant le corps de l'ouvrage global. Ainsi, selon une première  
15 forme de réalisation, l'ouvrage peut comprendre des gabions remplis de cailloux ou de  
matériaux fins isolés par un géotextile et un ensemble d'éléments individuels de  
construction disposés sur la face exposée aux impacts de masses mobiles de l'ouvrage.

Selon une deuxième forme de réalisation, l'ouvrage peut comprendre un remblai  
renforcé avec des nappes géotextiles, ou des nappes géosynthétiques, ou des nappes de  
20 grillage double torsion, ou des treillis soudés ou des barres de renfort en acier et un  
ensemble d'éléments individuels de construction disposés sur la face exposée aux  
impacts de masses mobiles de l'ouvrage, et qui sont connectés ou non aux renforts.

Le matériau présentant une capacité à être déformé peut être choisi, seul ou en  
mélange, dans le groupe pouvant comprendre des morceaux de pneus déchiquetés, des  
25 pastilles découpées de pneus, des morceaux de polystyrène, des matériaux terreux, des  
sables, des graviers, des cailloux, des bétons recyclés concassés, etc. Les éléments  
individuels de construction peuvent présenter un premier volume d'un premier matériau  
présentant une capacité à être déformé de manière élastoplastique et un deuxième  
volume d'un deuxième matériau meuble.

30 Le deuxième matériau meuble est destiné par exemple à habiller esthétiquement la  
face extérieure et également à absorber une partie de l'énergie. La séparation entre les  
deux volumes peut être orientée selon un plan sensiblement perpendiculaire à la  
direction moyenne d'arrivée des masses mobiles, pour optimiser l'absorption d'énergie

lors des impacts. Par matériaux meubles, on entend des matériaux qui se déforment et qui prennent une configuration donnée en se fractionnant ou en se réarrangeant.

Conformément à un deuxième aspect de la présente invention, chaque élément  
5 individuel de construction, qui forme un contenant délimité par une enveloppe  
extérieure, peut présenter un premier volume d'un premier matériau présentant une  
capacité à être déformé de manière élastoplastique et un deuxième volume d'un  
deuxième matériau meuble, la séparation entre les deux volumes étant orientée selon un  
plan sensiblement perpendiculaire à la direction moyenne d'arrivée des masses mobiles.

10

En d'autres termes, l'élément individuel de construction et de protection est en  
deux parties ou deux volumes, chacun présentant des propriétés mécaniques distinctes.  
Le premier volume présente des propriétés d'élastoplasticité vis-à-vis des impacts et le  
deuxième volume présente des propriétés d'absorption d'une partie de l'énergie des  
15 impacts. Les masses mobiles arrivent sur l'ouvrage avec une direction préférentielle  
d'arrivée et d'impact. On tient compte de la direction moyenne statistique d'arrivée de  
ces masses mobiles, tout en sachant que des rebonds et des trajectoires aléatoires de  
masses mobiles peuvent se produire. Dans de nombreux cas, le plan de séparation entre  
les deux volumes est sensiblement vertical.

20 Le premier matériau présentant une capacité à être déformé peut être choisi, seul  
ou en mélange, dans le groupe pouvant comprendre des morceaux de pneus déchiquetés,  
des pastilles découpées de pneus, des morceaux de polystyrène, des matériaux terreux,  
des sables, des graviers, des cailloux, des bétons recyclés concassés, etc. Le deuxième  
matériau, meuble, peut être choisi, seul ou en mélange, dans le groupe pouvant  
25 comprendre de la terre végétale, des sables, des graviers, des cailloux, des blocs de  
roches, du béton concassé, etc.

L'enveloppe extérieure peut être constituée par une cage d'un gabion métallique,  
la cage pouvant être, le cas échéant, recouverte intérieurement d'un matériau géotextile.  
La séparation entre le volume du matériau présentant une capacité à être déformé et le  
30 volume de matériau meuble peut être réalisée par une paroi en un matériau géotextile,  
ou en grillage, ou en treillis métallique, etc.

L'élément individuel de construction peut également comprendre une multiplicité  
de volumes, successivement un volume d'un matériau meuble et un volume d'un

premier matériau présentant une capacité à être déformé de manière élastoplastique. La séparation entre les volumes peut être respectivement orientée selon un plan sensiblement perpendiculaire à la direction moyenne d'arrivée des masses mobiles.

5 Conformément à un autre aspect de l'invention, un ouvrage de génie civil, destiné à assurer une protection contre des impacts de masses mobiles, et présentant une face exposée aux impacts de masses mobiles, est caractérisé en ce qu'il comprend au moins un élément tel que décrit ci-dessus.

10 Conformément à un troisième aspect de la présente invention, un procédé de renforcement d'un ouvrage de génie civil, destiné à assurer une protection contre des impacts de masses mobiles, est caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant à :

- 15 - positionner au niveau de la face exposée aux impacts de masses mobiles, un ensemble d'éléments individuels de construction formant un contenant délimité par une enveloppe extérieure, remplis entièrement ou partiellement avec au moins un matériau présentant une capacité à être déformé de manière élastoplastique ; et à
- 20 - les solidariser entre eux, de manière à pouvoir individuellement remplacer les éléments individuels de construction dégradés par des impacts de masses mobiles par des éléments individuels de construction analogues.

Grâce à l'invention, tout impact contre la face ne touchera qu'un ou plusieurs éléments individuels de construction, sans atteinte à l'intégrité structurelle de l'ouvrage.

#### Description sommaire des figures

25 L'invention sera bien comprise et ses divers avantages et différentes caractéristiques ressortiront mieux lors de la description suivante, de l'exemple non limitatif de réalisation, en référence aux dessins schématiques annexés, dans lesquels :

- 30 - les Figures 1 à 4 représentent des vues en perspective de quatre formes de réalisation différentes pour un élément individuel ;
- la Figure 5 représente une vue en perspective d'un ouvrage de protection réalisé à partir d'éléments individuels ; et
- les Figures 6 à 14 représentent des vues en coupe transversales de neuf formes de réalisation différentes pour des ouvrages de protection.

### Description détaillée de l'invention

Comme l'illustre la Figure 1, un élément individuel de construction (1) peut se présenter sous la forme d'un gabion sensiblement parallélépipédique. Le gabion comporte une cage métallique extérieure (2) réalisée par exemple, en grillage double torsion ou en treillis soudé. La cage (2) peut être fermée par un couvercle (3). Les gabions sont utilisés pour réaliser des ouvrages de protection ou pour renforcer des ouvrages existants.

Conformément à un aspect de l'invention, et dans une première forme de réalisation (voir Figure 1), la cage (2) présente deux volumes distincts (4 et 6). Un premier volume (4) est situé à l'avant de la cage (2) par rapport à la charnière de fermeture du couvercle (3). Un deuxième volume (6) est situé à l'arrière de la cage (2) par rapport à la charnière de fermeture du couvercle (3).

Le premier volume à l'avant (4) contient des matériaux meubles, à titre d'exemple des cailloux, des sables, des graviers ou de la terre végétale. Le deuxième volume situé à l'arrière (6), contient des matériaux à propriétés élastoplastiques, comme par exemple des pastilles ou granulés à base de pneus déchiquetés. Le premier volume à l'avant (4) est orienté sur l'ouvrage de protection du côté de la face exposée aux impacts.

On pourra utiliser des granulés de pneus obtenus grâce au procédé décrit dans le document FR-2.804.061. A titre d'exemple, les pastilles utilisées peuvent présenter des dimensions de l'ordre du centimètre. Les pneus déchiquetés sont maintenus à l'aide d'une enveloppe (7) réalisée, par exemple, en un matériau géotextile. Une géonatte provisoire pourra également faire la séparation entre les matériaux meubles et les matériaux élastoplastiques.

On notera que selon la fonction souhaitée, la disposition des deux volumes (4 et 6) pourra être inversée par rapport à la première forme de réalisation de la Figure 1. Le premier volume contenant des matériaux meubles (4) pourra être disposé à l'arrière et le deuxième volume contenant des matériaux à propriétés élastoplastiques (6) pourra être disposé à l'avant du côté de la face exposée aux impacts de l'ouvrage de protection.

Dans une deuxième forme de réalisation (voir Figure 2), la cage (2) présente également les mêmes deux volumes distincts (4 et 6). Cependant, la face avant (5) exposé aux impacts présente une inclinaison par exemple sensiblement égale à 45° par rapport à l'horizontale. Une telle face avant inclinée (5) va permettre une implantation beaucoup plus aisée des végétaux, donnant ainsi à la cage (2) et à l'ensemble de

l'ouvrage obtenu avec ce type de cages (2) un aspect esthétique et écologique beaucoup plus attrayant.

Dans une troisième forme de réalisation (voir Figure 3), la cage (2) présente un seul volume (8). Cet unique volume (8) contient des matériaux à propriétés  
5 élastoplastiques, comme par exemple des pneus déchiquetés, qui sont conservés par une enveloppe (7) réalisée par exemple en un matériau géotextile.

Dans une quatrième forme de réalisation (voir Figure 4), la cage (2) présente trois volumes distincts (9, 11 et 12). Un premier volume (9) est situé à l'avant de la cage (2), dans ce cas par rapport à la charnière de fermeture du couvercle (3). Un deuxième  
10 volume (11) est situé à l'arrière de la cage (2), dans ce cas par rapport à la charnière de fermeture du couvercle (3). Un troisième volume (12) est intercalé en position centrale entre le premier volume à l'avant (9) et le deuxième volume à l'arrière (11). Le premier volume à l'avant (9) et le deuxième volume à l'arrière (11) contiennent des matériaux meubles, à titre d'exemple des cailloux, du sable, des graviers ou de la terre végétale. Le  
15 troisième volume central (12) contient des matériaux à propriétés élastoplastiques, comme par exemple des pneus déchiquetés, qui sont conservés par une enveloppe (7) réalisée par exemple en un matériau géotextile.

La Figure 5 illustre un ouvrage de protection (13) qui est formé d'un premier empilement de gabions métalliques (14) solidarisés entre-eux. Ces gabions (14) sont  
20 remplis de matériaux de type pierres, roches. L'ouvrage (13) est orienté de manière à présenter une face verticale ou inclinée qui est plus particulièrement exposée aux chutes de pierres et autres éboulements. Cet ouvrage (13) protège une route (17) et/ou des habitations situées à la base de l'autre versant de l'ouvrage (13), du côté opposé à la face exposée.

Conformément à un aspect de l'invention, l'ouvrage (13) comprend un parement  
25 (16) réalisé à partir d'éléments individuels de construction caractéristiques amovibles. Dans cet exemple, des gabions à face avant inclinée (1), conformes à la deuxième forme de réalisation de la Figure 2, sont utilisés. Ces gabions (1) sont agencés les uns par rapport aux autres et par rapport aux gabions traditionnels de l'empilement (14), de  
30 façon à présenter leur premier volume à matériau meuble (4) en face avant exposée et de façon à présenter leur deuxième volume à matériau élastoplastique (6) à l'arrière et contre les gabions de l'empilement (14).

Conformément à un autre aspect de l'invention, les gabions du parement (1) sont aisément amovibles et peuvent être remplacés s'ils sont abîmés. Ainsi, le procédé de réparation d'un ouvrage de génie civil (13) peut comprendre les étapes consistant à :

- 5 - déterminer le ou les éléments individuels de construction, remplis avec un matériau présentant une capacité à être déformé de manière élastoplastique, qui sont dégradés par des impacts de masses mobiles et devant être réparés ou remplacés (100) ;
- vider ce ou ces éléments individuels de construction (100).

10 Pour les éléments individuels de construction à réparer, c'est-à-dire ayant subi un impact local en face avant, sur une faible surface,

- extraire la face avant du grillage qui est détériorée en la découpant ;
- remplacer cette face avant, par ligature ou agrafage, par une face avant intacte, en ayant pris soin de compléter, s'il y a lieu, les matériaux de remplissage.

15 Pour les éléments individuels de construction à remplacer, c'est-à-dire ayant subi un impact très important ayant par exemple endommagé la totalité de la face avant,

- extraire (Flèche E en Figure 5) de l'ouvrage de génie civil (13) ces éléments individuels de construction dégradés (100) sans contacts avec les autres éléments individuels de construction non dégradés (1) ;
- ajouter (Flèche A en Figure 5) des éléments individuels de construction intacts (1) à la place des éléments individuels de construction dégradés (100).

20 Différents modes d'assemblage de protection peuvent être mis en œuvre sur des ouvrages. Ainsi, dans une première forme de réalisation (voir Figure 6), un ouvrage (18) avec un empilement de gabions (14) comprend un parement de protection (19) qui est réalisé avec des gabions conformes à la première forme de réalisation de la Figure 1. L'ouvrage (18) présente une face exposée aux chutes de pierres (21) sensiblement verticale. Cet ouvrage (18) peut également être réalisé avec un empilement de gabions classiques remplis de matériaux habituellement choisis pour un ouvrage selon l'état de la technique et de gabions uniquement remplis de matériaux élastoplastiques conformes à la troisième forme de réalisation de la Figure 3.

30 Dans une deuxième forme de réalisation (voir Figures 5 et 7), l'ouvrage (22) inclut une structure massive formée d'un empilement de gabions (14). Il comprend en outre un parement de protection (19) qui est réalisé avec des gabions conformes à la

deuxième forme de réalisation de la Figure 2. L'ouvrage (22) présente une face inclinée (16) qui est exposée aux chutes de pierres (21) et qui peut être végétalisée.

Dans une troisième forme de réalisation (voir Figure 8), l'ouvrage (23) inclut un empilement de gabions (14) et comprend un noyau central de protection (24) qui est  
5 réalisé avec des gabions conformes à la troisième forme de réalisation de la Figure 3. Les empilement de gabions classiques (14), remplis de matériaux habituellement choisis pour un ouvrage selon l'état de la technique, sont situés de part et d'autre de l'empilement de gabions de protection (25).

Dans une quatrième forme de réalisation (voir Figure 9), l'ouvrage (25) inclut un  
10 empilement de gabions conformes au premier mode de réalisation de la Figure 1 et conforme au quatrième mode de réalisation de la Figure 4. Cette forme de réalisation pourra être aussi construite à partir d'alternance de gabions remplis de matériaux habituellement choisis pour un ouvrage selon l'état de la technique et de gabions conformes à la troisième forme de réalisation de la Figure 3.

Dans une cinquième forme de réalisation (voir Figure 10), l'ouvrage (26) présente  
15 une structure massive formée par un remblai (27), par exemple en terre, renforcé de manière régulière sur toute sa hauteur par des nappes de renfort en géotextile (28) ou géosynthétique ou treillis ou grillage métallique. Les nappes de renfort (28) s'étendent seulement sur une partie de l'épaisseur du remblai (27). Un parement de protection  
20 incliné (29), solidarisé ou non à la structure principale de l'ouvrage, est réalisé par plusieurs éléments longitudinaux d'un seul tenant, qui sont conformes à la première forme de réalisation de la Figure 1 ou à la troisième forme de réalisation de la Figure 3. La partie extérieure (30) du parement (29) peut être en cailloux ou en terre végétale ou un mélange terre-cailloux puis végétalisé.

Dans une sixième forme de réalisation (voir Figure 11), l'ouvrage (31) comporte  
25 également un remblai (27), par exemple en terre, renforcé de manière régulière sur toute sa hauteur par des nappes de renfort en géotextile (28) ou géosynthétique ou treillis ou grillage métallique. Les nappes de renfort (28) s'étendent dans ce cas sur la totalité de l'épaisseur du remblai (27). La stabilité des deux faces est assurée. Un parement de  
30 protection incliné (32) est réalisé par plusieurs éléments longitudinaux d'un seul tenant, qui sont conformes à la troisième forme de réalisation de la Figure 3. La partie extérieure du parement (32) peut être en cailloux ou en terre végétale ou un mélange terre-cailloux (33) puis végétalisé.

Dans une septième forme de réalisation (voir Figure 12), l'ouvrage (34) est un remblai (27), par exemple en terre, renforcé de manière régulière sur toute sa hauteur par des nappes de renfort en géotextile (28) ou géosynthétique ou treillis ou grillage métallique, qui s'étendent seulement sur une partie de l'épaisseur du remblai (27), de façon à assurer la stabilité du talus. La stabilité locale de l'une des faces est assurée à l'aide de gabions (14) remplis de matériaux habituellement choisis pour un ouvrage selon l'état de la technique. Un parement de protection (37) est réalisé avec des gabions (1) conformes à la première forme de réalisation de la Figure 1.

Dans une huitième forme de réalisation (voir Figure 13), l'ouvrage (38) est constitué avec un empilement vertical de gabions (14), remplis de matériaux habituellement choisis pour un ouvrage selon l'état de la technique, accolé à un remblai (27) renforcé par des nappes de renfort en géotextile (28) ou géosynthétique ou treillis ou grillage métallique, s'étendant sur la totalité de l'épaisseur du remblai (27), de façon à assurer, de part et d'autre, la stabilité du talus. Un parement de protection (39) sensiblement vertical est réalisé avec des gabions conformes à la première forme de réalisation de la Figure 1, mais inversé avec leur volume avant rempli de matériaux élastoplastiques.

Dans une neuvième forme de réalisation (voir Figure 14), l'ouvrage (40) est constitué avec un empilement vertical de gabions (14) accolé à un remblai (27) renforcé par des nappes de géotextile (28) ou géosynthétique ou treillis ou grillage métallique, s'étendant sur la totalité de l'épaisseur du remblai (27), de façon à assurer, de part et d'autre, la stabilité du talus. Un parement de protection incliné (41), sensiblement analogue aux parements des cinquième et sixième formes de réalisation d'ouvrages (voir Figures 10 et 11), est réalisé par plusieurs éléments longitudinaux d'un seul tenant, qui sont conformes à la première forme de réalisation de la Figure 1.

La présente invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits et illustrés. De nombreuses modifications peuvent être réalisées, sans pour autant sortir du cadre défini par la portée du jeu de revendications.

Les dimensions des gabions de protection peuvent être très variables, en fonction de l'ouvrage de protection souhaité. D'autres applications peuvent être envisagées, telles que des ouvrages de protections dans le domaine militaire ou des ouvrages de renforcements de berges de canaux, rivières, fleuves et bords de mer, où les masses

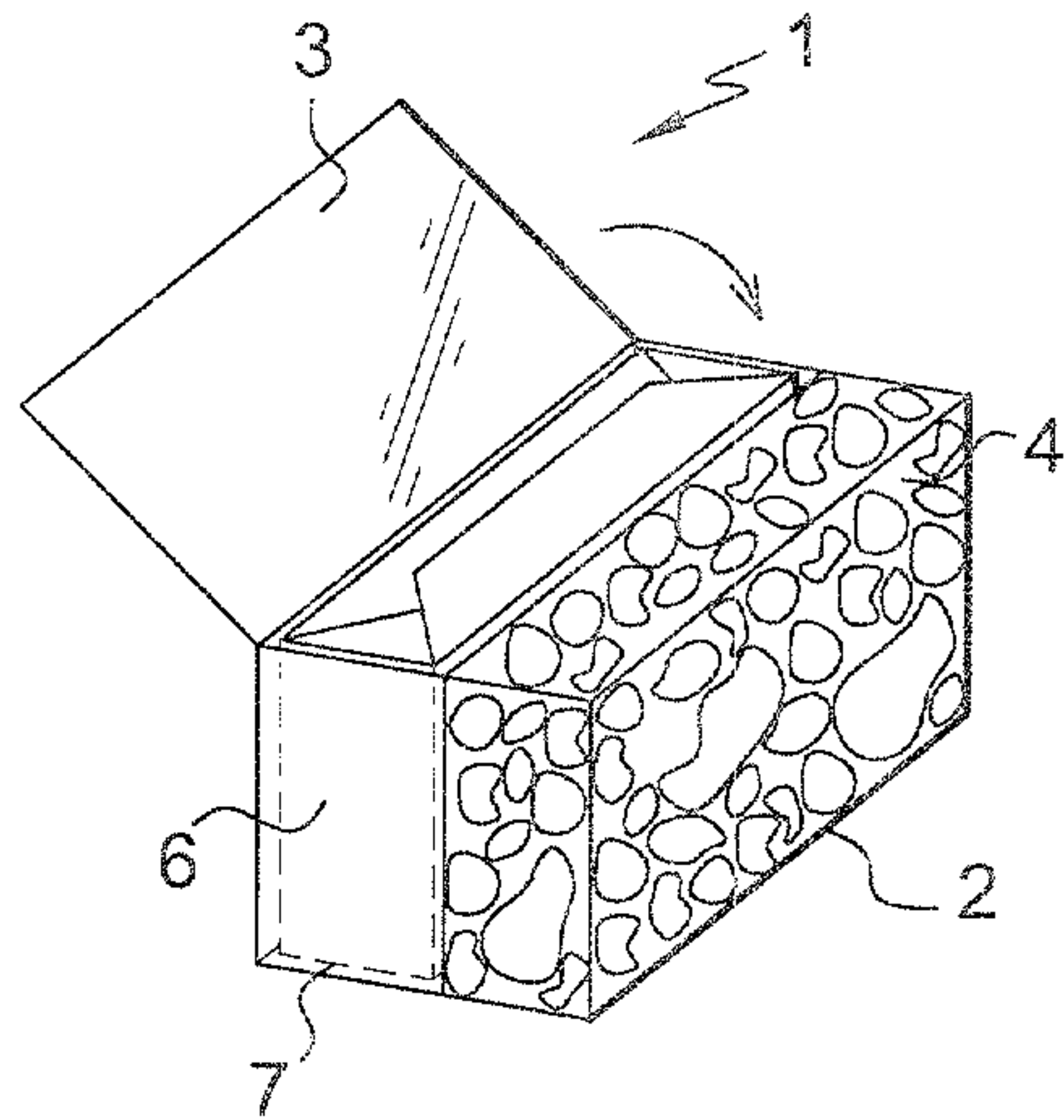
mobiles sont les objets transportés par le cours d'eau, voire de voies de circulation, pour protéger des impacts de véhicules.

REVENDICATIONS

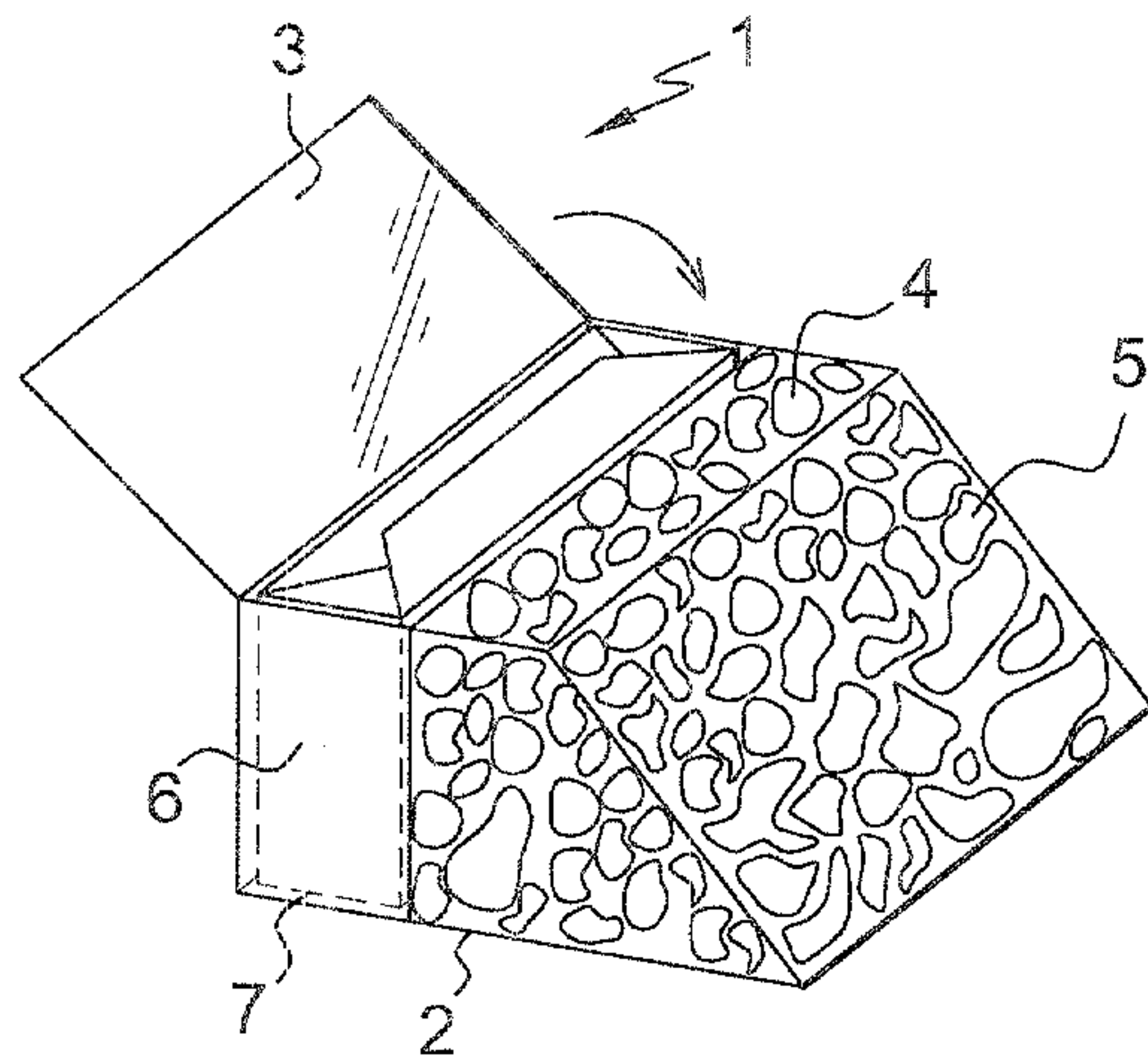
1. Ouvrage de génie civil (13), destiné à assurer une protection contre des impacts de masses mobiles (21), et présentant une face exposée aux impacts de masses mobiles (16), caractérisé en ce qu'il comprend, au niveau de la face exposée aux impacts de masses mobiles (16), un ensemble d'éléments individuels de construction (1) solidarisés entre eux, remplis entièrement ou partiellement avec au moins un matériau (6) présentant une capacité à être déformé de manière élastoplastique, les éléments individuels de construction (100) susceptibles d'être dégradés par des impacts de masses mobiles (21) étant aptes à être individuellement remplacés (E, A) par des éléments individuels de construction analogues (1)  
5  
10
2. Ouvrage selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend des gabions remplis de cailloux ou de matériaux fins isolés par un géotextile (14) et un ensemble d'éléments individuels de construction (1, 19, 37, 39, 41) disposés sur la face (16) de l'ouvrage (13, 18, 22, 23, 25, 34, 38, 40) exposée aux impacts de masses mobiles (21).  
15  
20
3. Ouvrage selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comprend un remblai (27) renforcé avec des nappes géotextiles (28), des nappes géosynthétiques, des nappes de grillage double torsion, des treillis soudés ou des barres de renfort en acier et un ensemble d'éléments individuels de construction (29, 32, 37) disposés sur la face exposée aux impacts de masses mobiles de l'ouvrage (26, 31, 34).  
25
4. Ouvrage selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le matériau (6) présentant une capacité à être déformé est choisi, seul ou en mélange, dans le groupe comprenant des morceaux de pneus déchiquetés, des pastilles découpées de pneus, des morceaux de polystyrène, des matériaux terreux, des sables, des graviers, des cailloux, des bétons recyclés concassés.  
30

5. Elément individuel de construction, destiné à la réalisation d'un ouvrage de génie civil (13, 18, 22, 23, 25, 26, 31, 34, 38, 40), assurant une protection contre des impacts de masses mobiles (21), et formant un contenant délimité par une enveloppe extérieure (2), caractérisé en ce qu'il présente un premier volume (6) d'un premier matériau présentant une capacité à être déformé de manière élastoplastique et un deuxième volume (4) d'un deuxième matériau meuble, le premier volume (6) ou le deuxième volume (4) étant orienté sur l'ouvrage (13, 18, 22, 23, 25, 26, 31, 34, 38, 40) du côté de la face (16) exposée aux impacts de masses mobiles (21), la séparation entre les deux volumes (4, 6) étant orientée selon un plan sensiblement perpendiculaire à la direction moyenne d'arrivée des masses mobiles (21).
6. Elément selon la revendication 5, caractérisé en ce que le premier matériau présentant une capacité à être déformé est choisi, seul ou en mélange, dans le groupe comprenant des morceaux de pneus déchiquetés, des pastilles découpées de pneus, des morceaux de polystyrène, des matériaux terreux, des sables, des graviers, des cailloux, des bétons recyclés concassés.
7. Elément selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce que le deuxième matériau meuble est choisi, seul ou en mélange, dans le groupe comprenant de la terre végétale, des sables, des graviers, des cailloux, des blocs de roches, du béton concassé.
8. Elément selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, caractérisé en ce que l'enveloppe extérieure est constituée par une cage (2) d'un gabion métallique, la cage étant, le cas échéant, recouverte intérieurement d'un matériau géotextile (7).
9. Elément selon l'une quelconque des revendications 5 à 8, caractérisé en ce que la séparation entre le premier volume (6) d'un premier matériau présentant une capacité à être déformé et le deuxième volume d'un deuxième matériau (4) meuble est réalisée par une paroi en un matériau géotextile, ou en grillage, ou en treillis métallique.

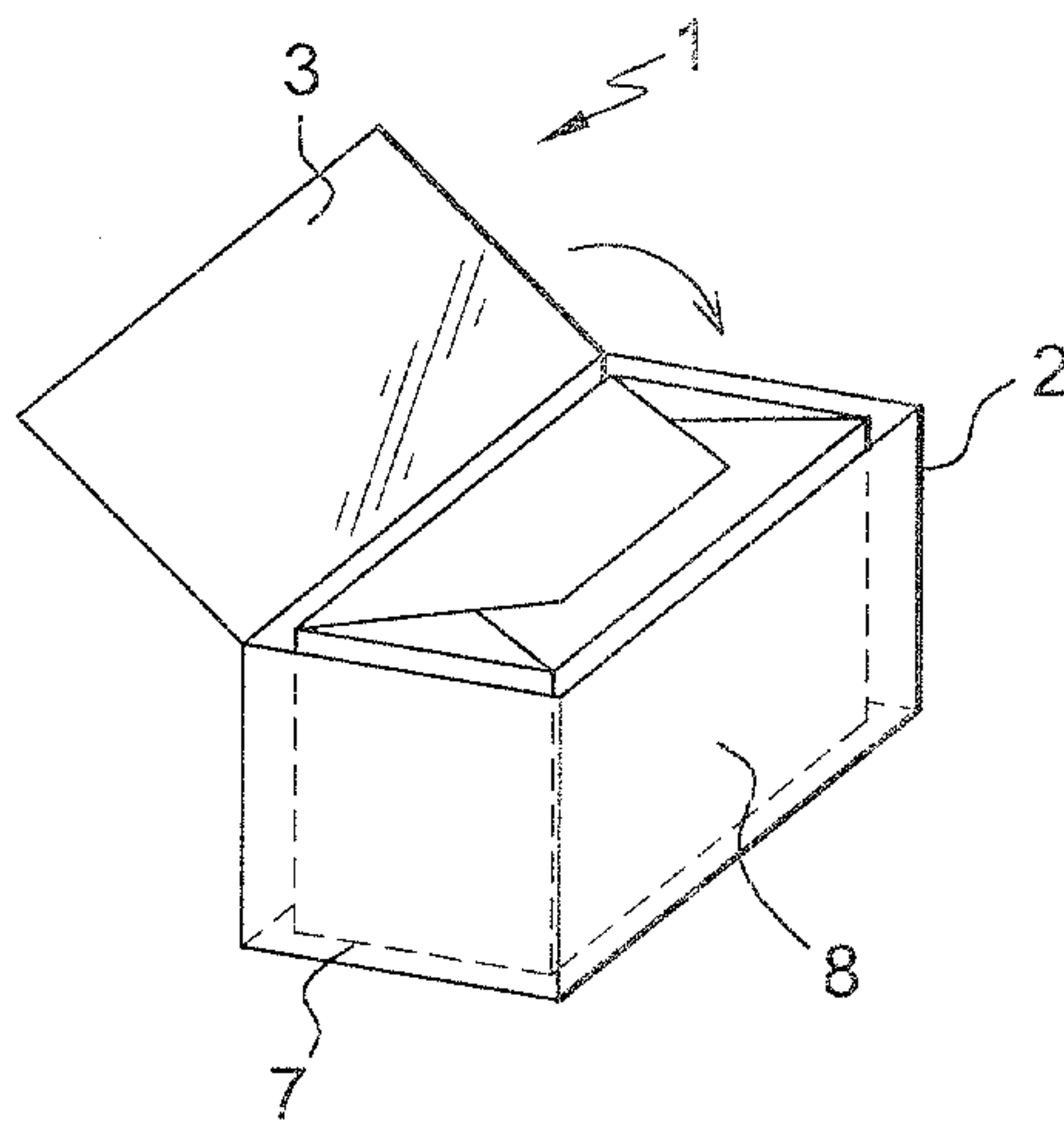
10. Elément selon l'une quelconque des revendications 5 à 9, caractérisé en ce qu'il comprend une multiplicité de volumes, successivement un volume (9, 11) d'un matériau meuble et un volume (12) d'un premier matériau présentant une capacité à être déformé de manière élastoplastique, la séparation entre les volumes (9, 11, 12) étant respectivement orientée selon un plan sensiblement perpendiculaire à la direction moyenne d'arrivée des masses mobiles (21).
11. Ouvrage de génie civil, destiné à assurer une protection contre des impacts de masses mobiles, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un élément (1, 19, 37, 39, 41) selon l'une quelconque des revendications 5 à 10.
12. Procédé de renforcement d'un ouvrage de génie civil, destiné à assurer une protection contre des impacts de masses mobiles, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant à :
- positionner au niveau de la face exposée (16) aux impacts de masses mobiles (21), un ensemble d'éléments individuels de construction (1, 19, 37, 39, 41) formant un contenant délimité par une enveloppe extérieure, remplis entièrement ou partiellement avec au moins un matériau présentant une capacité à être déformé de manière élastoplastique ; et à
  - les solidariser entre eux, de manière à pouvoir individuellement remplacer les éléments individuels de construction dégradés (100) par des impacts de masses mobiles (21) par des éléments individuels de construction analogues.



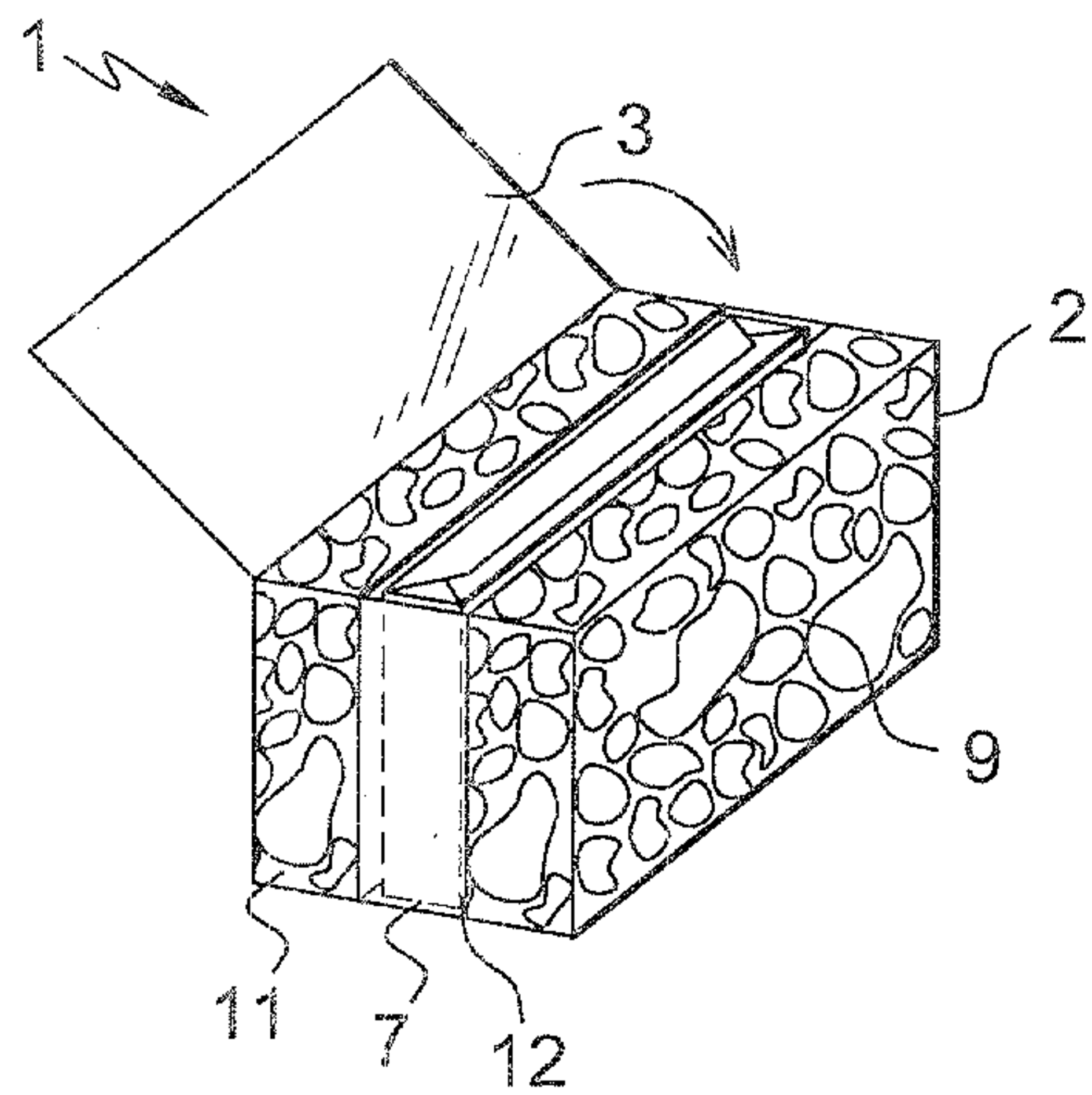
**Fig. 1**



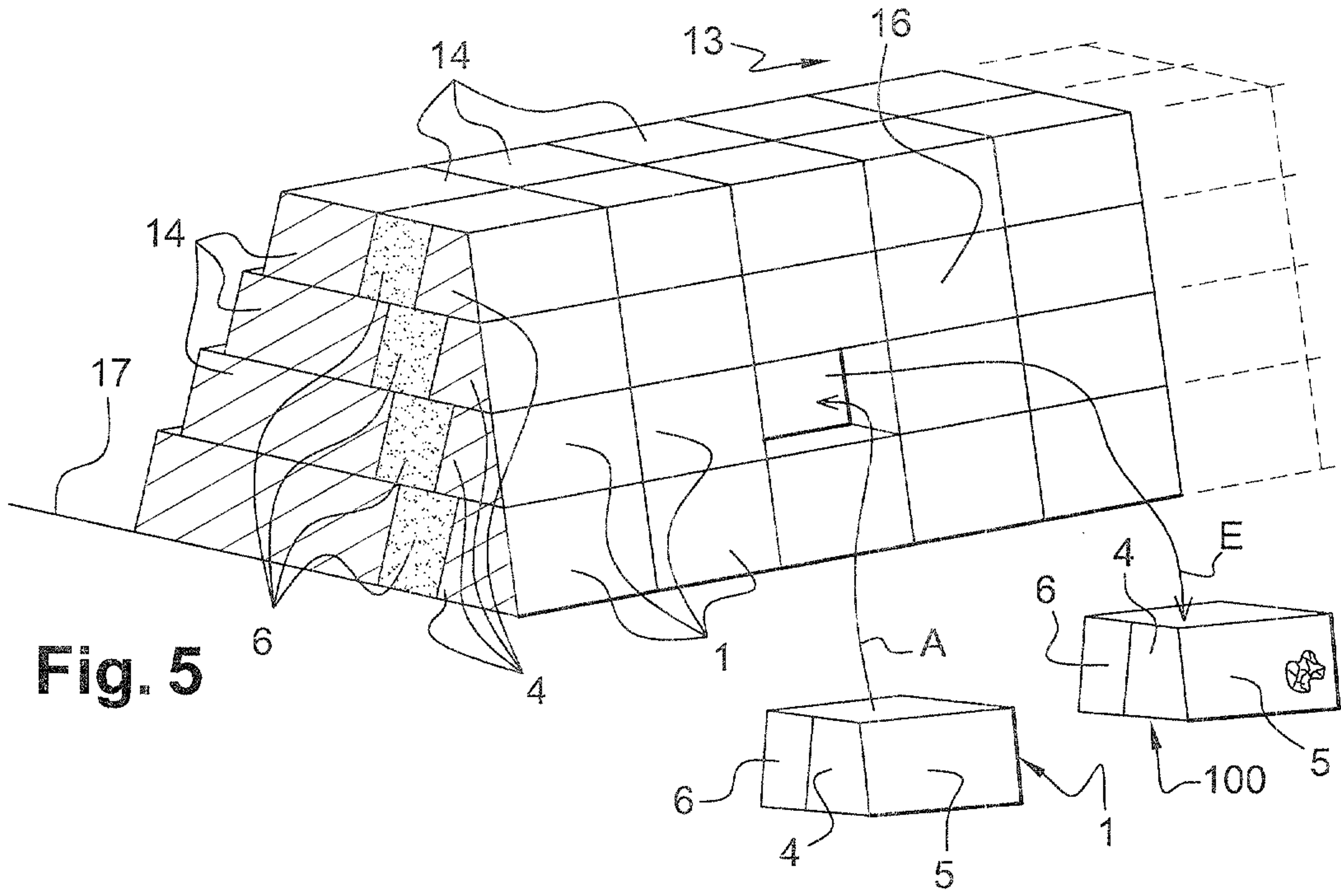
**Fig. 2**



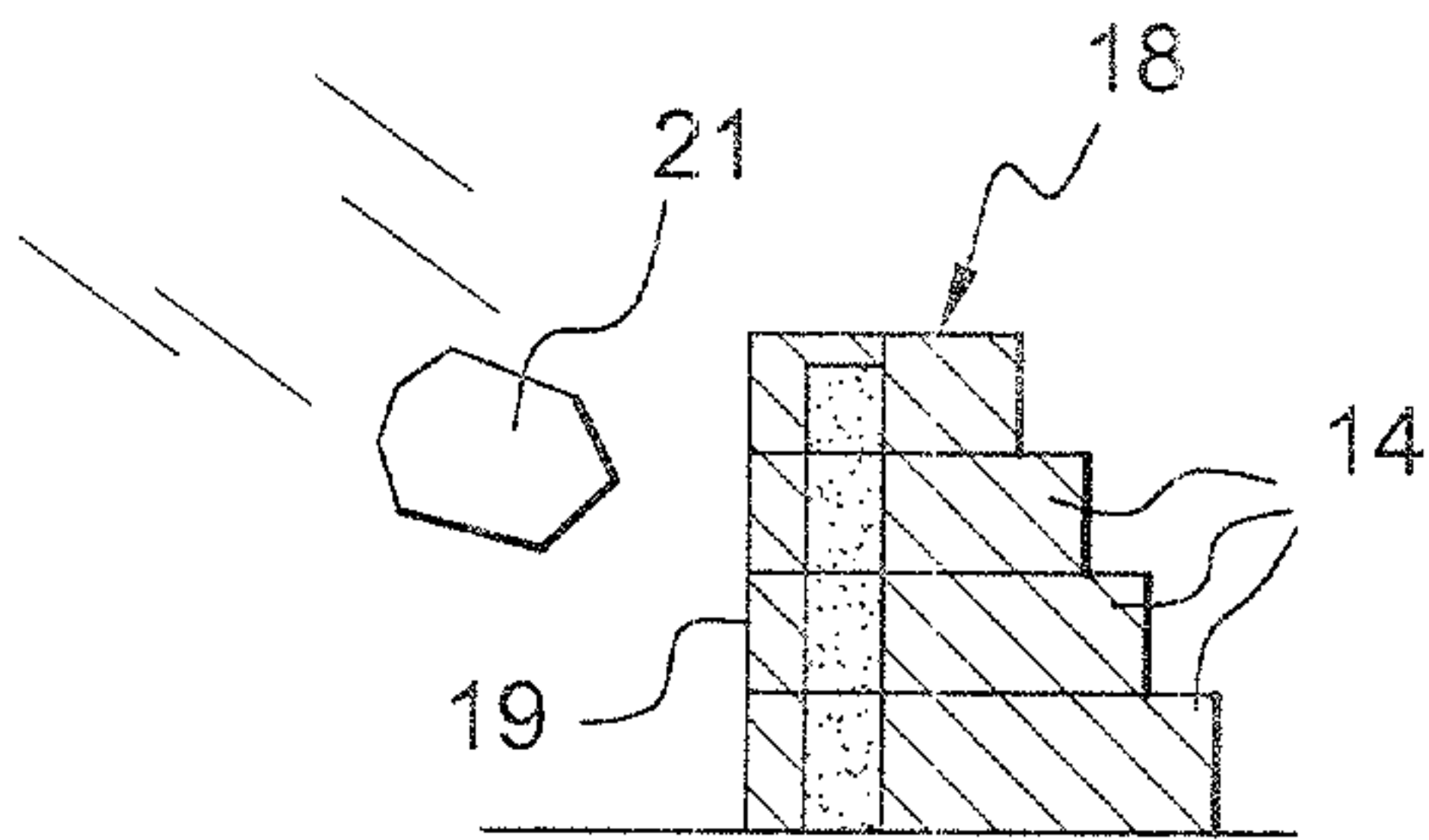
**Fig. 3**



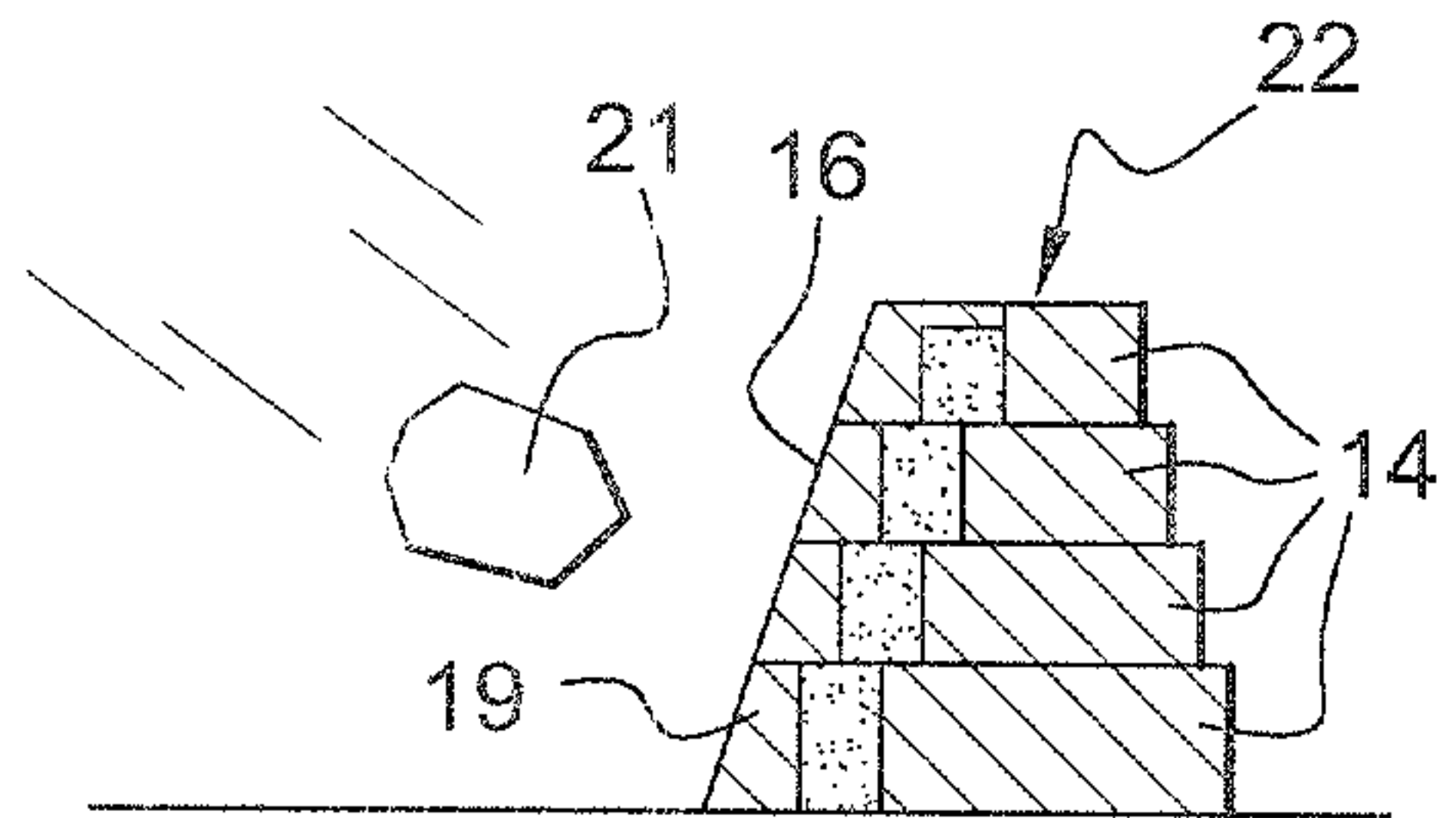
**Fig. 4**



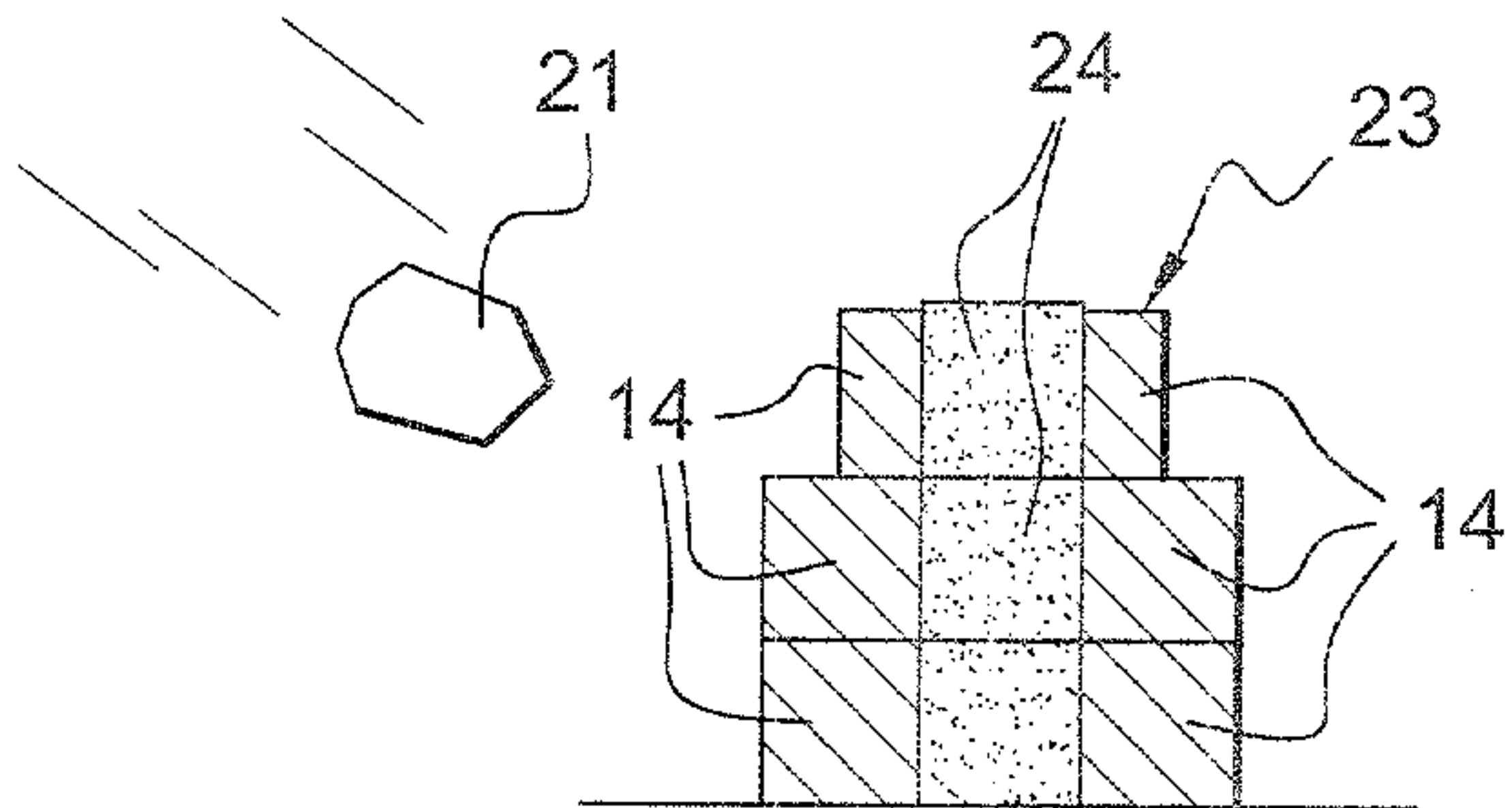
**Fig. 5**



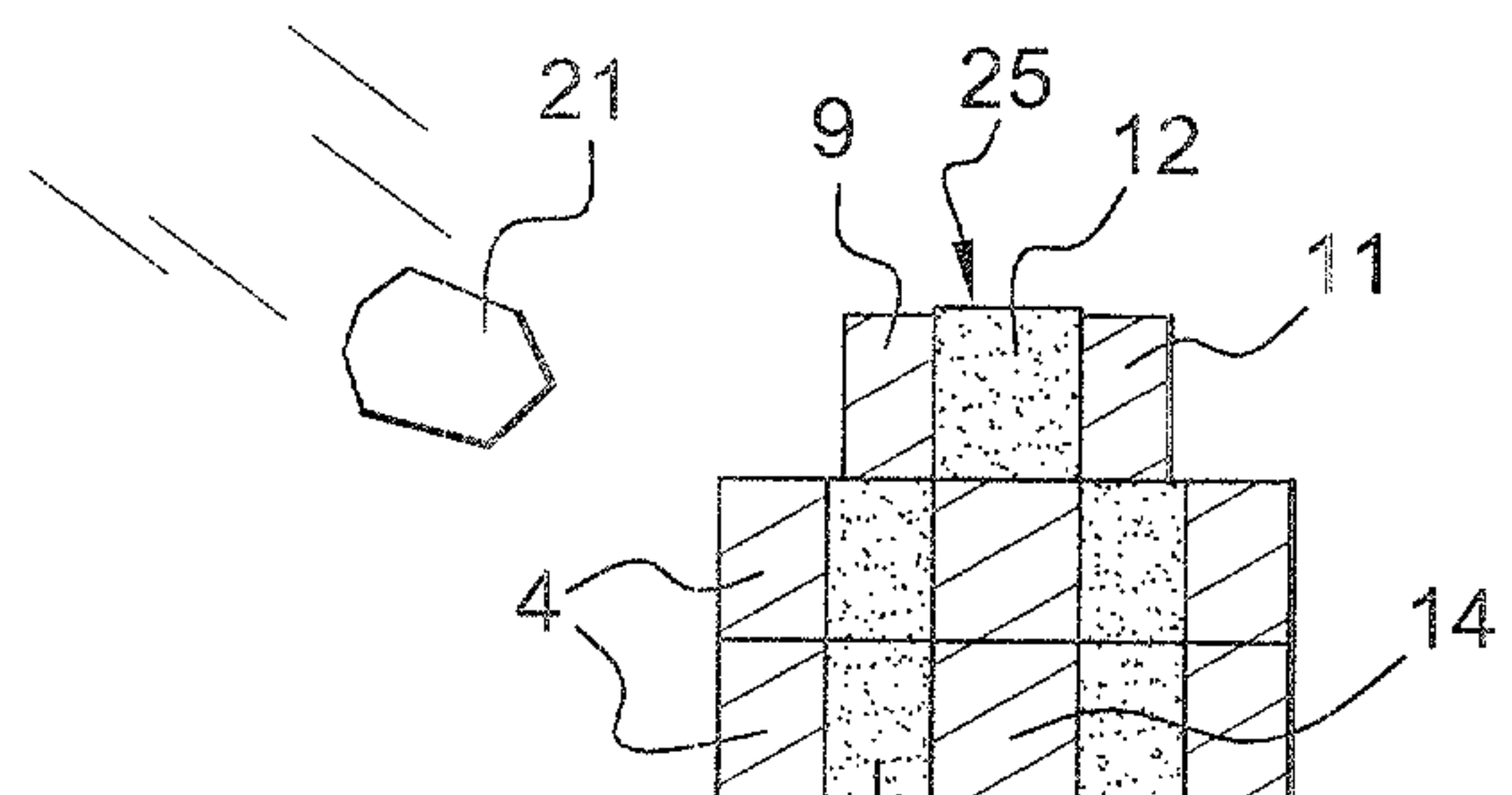
**Fig. 6**



**Fig. 7**



**Fig. 8**



**Fig. 9**

