



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
01.09.1999 Bulletin 1999/35

(51) Int Cl.⁶: **E02B 3/14**

(21) Numéro de dépôt: **99400277.2**

(22) Date de dépôt: **08.02.1999**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK RO SI

(72) Inventeur: **Lefèbvre, Bernard**
38042 Grenoble Cedex 9 (FR)

(74) Mandataire: **Prugneau, Philippe**
Cabinet Prugneau - Schaub,
36, rue des Petits Champs
75002 Paris (FR)

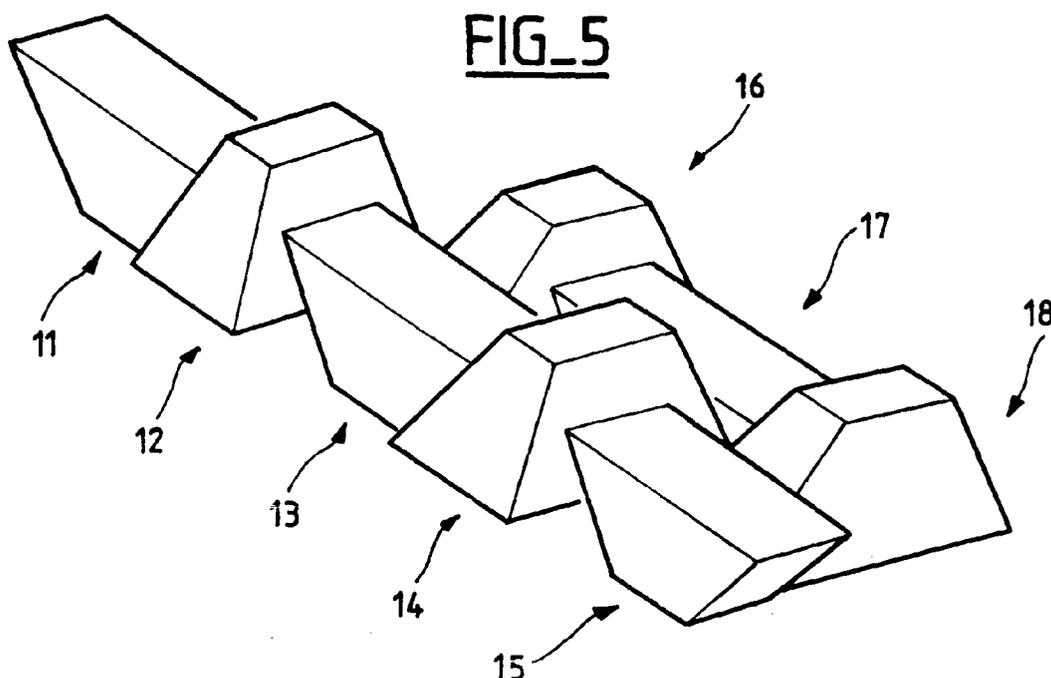
(30) Priorité: **26.02.1998 FR 9802320**

(71) Demandeur: **Sogreah**
38130 Echirolles (FR)

(54) **Pavage artificiel auto-bloquant pour fonds et berges de lits de rivière ou de torrent**

(57) Le pavage artificiel auto-bloquant pour fond et berges d'un lit de rivière ou de torrent est constitué d'une pluralité de blocs en béton (11-18) à coincement mutuel ayant une forme qui est au moins partiellement engendrée par une droite passant par un point ou un segment de droite, et s'appuyant sur un contour fermé. Ces blocs sont juxtaposés dans un plan en constituant des rangées de blocs selon au moins deux directions de ce

plan, la base des blocs étant placée alternativement en haut et en bas, par rapport au plan, dans chaque rangée de blocs de telle façon que deux blocs consécutifs dans une rangée et dont les sommets sont placés en haut laissent entre eux un intervalle dans lequel est coincé un bloc dont la base est en haut, cet intervalle étant tel que la base du bloc ayant sa base en haut soit à une altitude prédéterminée, inférieure à celle des deux blocs consécutifs dans la rangée.



Description

[0001] L'invention concerne un pavage artificiel auto-bloquant pour fonds et berges de lits de rivière ou de torrents. Ce type de pavage est utile chaque fois qu'une résistance à l'arrachement et à la désolidarisation est nécessaire, en particulier pour la protection contre l'érosion hydraulique. Lorsqu'il s'agit de protéger le fond et les berges d'un lit de rivière ou de torrent, ou bien de réaliser des coursiers de chute (seuil), il est connu d'utiliser des enrochements constitués de roches naturelles.

[0002] Un tel enrochement est composé de blocs appareillés avec plus ou moins de précision. L'imbrication des blocs (nombreux points de contact), et leur poids unitaire élevé (de quelques centaines de kilogrammes à plusieurs tonnes), limitent leur entraînement par l'écoulement, et permettent ainsi de protéger le terrain sous-jacent, soit sur les talus de berge, soit sur le fond du lit, contre l'érosion hydraulique.

[0003] Ce type de protection très couramment utilisé, présente plusieurs inconvénients :

- Il nécessite la production et le transport sur place, de blocs naturels de plus en plus difficiles et onéreux à obtenir, notamment à cause des réglementations sur la protection de l'environnement (extractions).
- Son efficacité est très dépendante de la mise en place des blocs (plus ou moins bien imbriqués), qui est difficile à spécifier et à contrôler sur un chantier,
- Il reste enfin très vulnérable aux déplacements des blocs sous l'effet de mouvements du support (tassements différentiels du terrain, migration des éléments fins du terrain à travers les blocs...).

[0004] Il existe de nombreuses solutions pour améliorer la résistance de la protection, notamment :

- en solidarissant les blocs (enrochements liés avec du béton, du bitume...).
- en interposant entre le terrain et les blocs une couche de transition et/ou un géotextile approprié.

mais ces précautions augmentent évidemment le coût de l'ouvrage.

[0005] D'autres types de protections existent (murs et radiers en béton, protections végétales ou mixtes, gabions,...), mais sortent du champ d'application concerné par l'invention proposée.

[0006] Le but de l'invention est de remédier aux inconvénients précédents de ces procédés connus de protections hydrauliques en blocs libres, en proposant un pavage artificiel auto-bloquant constitué de blocs à coincement mutuel.

[0007] A cet effet, l'invention a pour objet un pavage tel que défini par la revendication 1. Dans un tel pavage artificiel, chaque bloc peut avoir une base à contour polygonal régulier (triangle équilatéral, carré, hexago-

ne, etc...), ou polygonal irrégulier (triangle isocèle, rectangle, etc...), ou courbe (cercle, écaille, bicolore, etc...).

[0008] Selon un mode de réalisation particulier, chaque bloc a une forme comportant au moins quatre faces, symétriques deux à deux par rapport à un même axe de symétrie.

[0009] Une première forme préférée de ces blocs est telle que les quatre faces sont symétriques deux à deux par rapport à un même axe de symétrie présentent une même pente par rapport à cet axe de symétrie.

[0010] Une seconde forme de bloc préférée est telle que les quatre faces symétriques deux à deux par rapport à un même axe de symétrie présentent un point commun unique situé sur cet axe de symétrie.

[0011] Les blocs du pavage selon l'invention sont réalisés de préférence en béton ordinaire moulé, avec une faible exigence de résistance. Ces deux formes sont simples à fabriquer par moulage, et sont suffisamment compactes pour qu'il ne soit pas nécessaire de prévoir une armature dans le béton. On dispose d'une grande latitude pour la qualité du béton (dosage, agrégats, mise en oeuvre...). Cette latitude doit permettre un coût réduit.

[0012] Le poids des blocs est choisi suivant l'application et les conditions hydrauliques auxquelles le pavage sera soumis (vitesse, hauteur d'eau, ...). L'ordre de grandeur de ce poids peut varier entre quelques dizaines de kilogrammes et plusieurs tonnes, suivant l'usage des blocs pour les protections hydrauliques soit en rivières, soit en torrents ; mais aussi dans le domaine maritime pour la protection des ouvrages ou du littoral.

[0013] La forme en coin des blocs procure une imbrication optimale et un coincement efficace de l'ensemble. Le coincement se renforce à chaque mouvement relatif des blocs les uns par rapport aux autres : En effet, les blocs dont la base est au contact du terrain (sommet en haut), reposent sur une large surface, et exercent par conséquent sur le sol une contrainte de pression faible. A l'inverse, les blocs retournés (base en haut), reposent sur leur pointe, de surface beaucoup plus réduite, et exercent sur le sol une contrainte beaucoup plus forte. Ces blocs ont donc tendance à s'enfoncer dans le sol, et renforcent ainsi le coincement.

[0014] Le coincement mutuel des blocs les immobilise très solidement, ce qui leur permet de résister à l'arrachement et au basculement, notamment lorsque le courant de la rivière tend à les entraîner. En effet, des contraintes hydrauliques d'entraînement s'exercent sur les blocs qui sont en saillie, c'est à dire ceux dont la base est au contact du terrain, et le sommet en haut. Ces blocs sont coincés entre les blocs retournés voisins et sont donc solidement maintenus. Au contraire les blocs retournés ne présentent à l'écoulement que leur base plane et ne subissent par conséquent qu'une contrainte hydraulique d'entraînement très faible.

[0015] Enfin, le coincement autorise, dans une certaine mesure, une reconfiguration du pavage dans le cas d'un affaissement local du sol, ou d'un tassement diffé-

rentiel, provoquant un déplacement relatif des blocs. Ce pavage conserve en effet la mobilité relative verticale des blocs, qui permet un rattrapage automatique de ce déplacement relatif, en maintenant la continuité du pavage.

[0016] Le pavage selon l'invention est utilisable pour dissiper de l'énergie et ralentir l'écoulement. La dissipation d'énergie résulte des tourbillons provoqués par le passage de l'eau entre les blocs disposés en saillie, et la rugosité est liée à la hauteur de la saillie. Cette hauteur est déterminée par l'intervalle laissé à la pose entre les blocs dont la base est placée en bas; il est donc possible de choisir la rugosité du pavage, et de l'ajuster de façon précise au but recherché.

[0017] D'autres caractéristiques et avantages du pavage selon l'invention apparaîtront à l'aide de la description ci-dessous d'exemples de réalisation :

- La figure 1 représente une vue en perspective d'un premier exemple de réalisation du bloc selon l'invention.
- La figure 2 représente la vue en plan d'un pavage artificiel auto-bloquant lisse, réalisé au moyen de ce premier exemple de réalisation du bloc selon l'invention, et conformément au procédé selon l'invention.
- La figure 3 représente une vue en élévation de ce premier exemple de pavage.
- La figure 4 représente une vue en perspective d'un deuxième exemple de réalisation du bloc selon l'invention.
- La figure 5 représente une vue en perspective d'un exemple de réalisation d'un pavage rugueux, réalisé au moyen de ce deuxième exemple de réalisation du bloc selon l'invention (figure 4), et conformément au procédé selon l'invention ; les blocs étant disposés selon un premier motif.
- La figure 6 représente une vue en plan de ce même exemple de réalisation d'un pavage rugueux.
- La figure 7 représente une vue en élévation de ce même exemple de réalisation d'un pavage rugueux, et illustre son effet dissipatif d'énergie.
- La figure 8 représente une vue en élévation d'une variante de ce même exemple de réalisation d'un pavage rugueux, comportant le type de bloc représenté sur la figure 1 au lieu du type de bloc représenté sur la figure 4.
- La figure 9 illustre l'effet de coincement des blocs selon l'invention, et l'effet de rattrapage automatique du déplacement relatif d'un bloc.
- Les figures 10 et 11 illustrent la mise en oeuvre du procédé selon l'invention, dans deux cas particulier où le sol a respectivement une forme courbe convexe et une forme courbe concave.
- La figure 12 représente une vue en perspective d'un exemple de réalisation d'un pavage rugueux comportant des blocs tels que celui représenté sur la figure 1 ou celui représenté sur la figure 4, disposés

selon un second motif.

- La figure 13 représente une variante de réalisation du bloc représenté sur la figure 1 ou de celui représenté figure 4.
- 5 - La figure 14 illustre une variante de mise en oeuvre du procédé selon l'invention, permettant de renforcer la cohésion du pavage, et utilisant le type de bloc représenté sur la figure 13.
- La figure 15 représente une vue en élévation d'une variante de réalisation de pavage d'un pavage rugueux selon l'invention, comportant deux types différents de bloc selon l'invention.
- 10 - Les figures 16 à 19, représentent respectivement quatre variantes du bloc selon l'invention.
- La figure 20 représente une vue en plan d'un pavage rugueux obtenu en utilisant le type de bloc représenté sur la figure 19.

[0018] Dans le premier exemple de réalisation du bloc selon l'invention, qui est représenté sur la **figure 1**, la forme de ce bloc est engendrée par une droite passant par un segment de droite CD, et s'appuyant sur un contour fermé rectangulaire. D'autre part, elle est tronquée. Ce bloc comporte :

- un axe de symétrie YY ;
- quatre faces latérales 81, 82, 83, 84, ayant chacune la forme de trapèze, et qui sont symétriques deux à deux par rapport à l'axe de symétrie YY et présentent une même pente α par rapport à cet axe de symétrie ;
- et deux autres faces, B1 et S1, rectangulaires, parallèles entre elles et perpendiculaires à l'axe de symétrie YY, ce dernier passant par les centres respectifs de ces deux bases.

[0019] Les faces latérales 81 à 84 ont une inclinaison α de l'ordre de 10 à 20 degrés par rapport à l'axe de symétrie YY. Dans cet exemple, la face B1 est plus grande que la face S1, et elles seront appelées respectivement base et sommet du bloc, dans ce qui suit. La forme est tronquée au niveau de la face S1. Dans cet exemple, le rapport de la longueur sur la largeur de la base est voisin de 1,5 ; et la hauteur du bloc est voisine de la largeur de la base. Il peut être utilisé pour réaliser un pavage lisse ou un pavage rugueux.

[0020] La **figure 2** représente un exemple de pavage lisse qui peut être utilisé pour protéger le fond, ou la berge d'un lit de rivière. Il est réalisé au moyen de blocs du type décrit en se référant à la figure 1. Des blocs 1, ..., 6, sont juxtaposés selon un premier motif à deux dimensions. Ils sont alignés en rangées orthogonales les unes aux autres. Chaque rangée est réalisée en plaçant la base des blocs alternativement en haut et en bas ; et en alignant les blocs tantôt selon la longueur de la base et tantôt selon la largeur. Dans une même rangée, les axes de symétrie de tous les blocs sont dans un même plan. Ainsi, chaque rangée a une forme crénelée de deux cô-

tés, dans un plan parallèle au sol, et s'emboîte dans les deux rangées voisines. Elle est solidaire des deux rangées voisines grâce au coincement des blocs.

[0021] Lorsque l'on considère une rangée du pavage, par exemple selon l'axe AA, on constate donc deux types d'alternance :

- L'axe longitudinal de la base du bloc est alternativement parallèle et perpendiculaire à l'axe de la rangée, AA.
- Le sommet du bloc est alternativement en haut et en bas.

[0022] En choisissant convenablement la hauteur des blocs, pour une pente a donnée, et pour des dimensions de base donnée, ce motif permet un recouvrement total du sol, comme cela est représenté sur la figure 2. Sinon, il subsiste un petit espace vide au centre de chaque motif constitué de quatre blocs. Ces espaces permettent un drainage qui évite d'éventuelles sous-pression sous le pavage. Par contre, ils sont trop petits pour permettre une érosion du sol. La granulométrie du sol est donc sans importance, il n'est pas nécessaire de prévoir une sous-couche de transition ou un géotextile, sauf dans le cas très particulier d'un sol pulvérulent.

[0023] La **figure 3** représente une vue en élévation, selon l'axe AA, de cet exemple de pavage. Le bloc 2 est inséré comme un coin entre les blocs 1 et 3. Le bloc 4 est inséré comme un coin entre les blocs 3 et 5. Les sommets tronqués S1, S3, S5, respectivement des blocs 1, 3, 5, et les bases B2, B4, ... respectivement des blocs 2, 4, ..., apparaissent du côté apparent du pavage. Les bases B1, B3, B5, ..., respectivement des blocs 1, 3, 5, et les sommets S2, S3, ..., respectivement des blocs 2, 3, ..., sont du côté non apparent du pavage. Toutes les faces de tous les blocs ayant, par construction une même pente a, et le sol étant supposé plan, toutes les faces en contact sont théoriquement jointives sur toute leur surface. Le frottement est donc uniformément réparti et assure un coincement parfaitement régulier.

[0024] Le procédé de construction de ce pavage est le suivant. Les blocs dont la base est en bas, tels que les blocs 1, 3, 5, sont posés sur le sol, en premier, à une même altitude, après un aplanissement du sol. Ils sont placés sur le sol en laissant entre eux des intervalles ayant tous une même largeur, telle qu'il est possible d'insérer les blocs 2, 4, ... dans les espaces laissés par les blocs précédemment disposés, en leur permettant de descendre jusqu'au sol. Cette largeur les laisse descendre jusqu'au sol mais ne laisse aucun jeu lorsqu'ils arrivent au contact du sol, pour que les blocs restent coincés.

[0025] On pose les blocs dont la base est en haut, tels que les blocs 2, 4, ..., en forçant pour qu'ils descendent jusqu'au niveau du sol. Il en résulte un coincement de ces blocs, qui empêche leur arrachement. Par exemple, le bloc 2 est inséré entre les blocs 1 et 3, qui appartiennent

à la rangée le long de la ligne AA, et entre deux blocs (dont le bloc 6) qui appartiennent à une rangée perpendiculaire à la ligne AA. Les intervalles sont égaux dans toutes les rangées et sont choisis tels que ce coincement est obtenu lorsque les sommets tronqués S2, S4, ..., touchent le sol. Par conséquent, le côté apparent du pavage est lisse, si on considère comme négligeables les imperfections de moulage et de pose des blocs, et de préparation du sol.

[0026] La **figure 4** montre une vue en perspective d'un deuxième exemple de réalisation du bloc selon l'invention. Il a la forme d'une pyramide tronquée, à base rectangulaire. Cette forme résulte de la troncature d'une pyramide ayant un sommet E et un axe de symétrie XX. Ce bloc 11 comporte :

- quatre faces latérales 7, 8, 9, 10, ayant chacune la forme de trapèze, et qui sont symétriques deux à deux par rapport à l'axe de symétrie XX ;
- et deux autres faces, B11 et S11, rectangulaires, parallèles entre elles et perpendiculaires à l'axe de symétrie XX, ce dernier passant par les centres respectifs de ces deux bases.

[0027] Les faces de la pyramide ont une inclinaison de l'ordre de 10 à 20 degrés par rapport à l'axe de symétrie XX. Dans cet exemple, la face B11 est plus grande que la face S11, et elles seront appelées respectivement base et sommet du bloc, dans ce qui suit. La forme est tronquée au niveau de la face S11 du bloc. Dans cet exemple, le rapport de la longueur sur la largeur de la base est voisin de 1,5 ; et la hauteur du bloc est voisine de la largeur de la base. Ce deuxième exemple de réalisation diffère du premier par le fait que les faces latérales 7, 9 n'ont pas la même pente que les faces 8, 10. Il peut être utilisé pour réaliser un pavage lisse ou un pavage rugueux.

[0028] La **figure 5** représente en perspective un pavage rugueux réalisé avec le type de bloc représenté sur la figure 4. Elle ne montre que deux rangées parallèles de ce pavage: une rangée constituée de blocs 11, 12, 13, 14, 15 ; et une rangée parallèle à la précédente constituée des blocs 16, 17, 18. Les blocs sont juxtaposés selon le premier motif, comme dans l'exemple de réalisation représenté sur la figure 1, en ce qui concerne la disposition dans le plan du pavage. Ils sont donc alignés en rangées orthogonales les unes aux autres. Chaque rangée est réalisée en plaçant la base des blocs alternativement en haut et en bas ; et en alignant les blocs tantôt selon la longueur de la base et tantôt selon la largeur. Dans une même rangée, les axes de symétrie de tous les blocs sont dans un même plan. Ainsi, chaque rangée a une forme crénelée de deux côtés, dans un plan parallèle au sol, et s'emboîte dans les deux rangées voisines. Elle est solidaire des deux rangées voisines grâce au coincement des blocs.

[0029] La **figure 6** représente une vue en plan de l'exemple de pavage représenté en perspective sur la

figure 5. Elle montre en particulier un axe BB qui passe par l'axe de symétrie des blocs 11, 12, 13, 14, 15.

[0030] La **figure 7** représente une vue en élévation, le long de l'axe BB, de l'exemple de pavage représenté sur la figure 5. Les sommets S12, S14, S16 appartenant respectivement aux blocs 12, 14, 16, sont situés en haut, c'est à dire du côté apparent du pavage. Les blocs 13 et 15, par contre, sont retournés, c'est à dire que les bases B13, B15 de ces blocs sont situés en haut, c'est à dire du côté apparent du pavage. La particularité de cet exemple de réalisation réside dans le fait que les blocs 12, 14, 16, 18 sont disposés en saillie par rapport aux blocs 13, 15, 17. Cette disposition est obtenue en disposant les blocs 12, 14, 16, 18, ... sur le sol en laissant entre eux des intervalles ayant tous une même largeur telle qu'il est possible d'insérer les blocs 13, 15, 17, ... dans les espaces laissés par les blocs précédemment disposés, en leur permettant de descendre jusqu'à une hauteur prédéterminée correspondant à la hauteur soustraite pour la saillie, sans pouvoir aller au-delà. Le choix de la largeur des intervalles détermine la hauteur de la saillie et donc la rugosité.

[0031] Il est à remarquer aussi qu'on dispose de deux valeurs de rugosité différentes selon que le sens du courant est parallèle ou perpendiculaire à la ligne BB.

[0032] La figure 7 illustre l'effet dissipatif d'énergie de la rugosité de cet exemple de pavage. Elle montre les tourbillons créés dans l'eau par les sommets tronqués S12, S14 qui sont en saillie par rapport aux bases B11, B13, et B15 des blocs 11, 13, et 15 respectivement. D'autre part, elle montre que les bases B12, B14, ..., des blocs 12, 14, ... sont posés sur le sol, après un aplanissement du sol, alors que les sommets tronqués S13, S15, ... des blocs 13, 15, ... sont enfoncés dans le sol (par un battage, et éventuellement par un creusement préalable du sol à leur emplacement). Un tel pavage dissipatif est particulièrement utile pour augmenter la rugosité du fond d'un torrent afin de diminuer la vitesse du courant.

[0033] La figure 7 montre que deux blocs voisins sont en contact par une surface inférieure à la surface d'une face, car les faces en contact n'ont pas la même pente dans la deuxième de réalisation du bloc (figure 4).

[0034] La **figure 8** représente un pavage rugueux analogue à celui de la figure 7 mais réalisé avec le premier exemple de réalisation du bloc (figure 1). Les blocs homologues à ceux de la figure 7 ont la même référence mais avec l'attribut '. Toutes les faces en contact sont en contact sur une plus grande surface que dans l'exemple précédent, parce que toutes les faces ont une même pente, par construction.

[0035] La **figure 9** illustre l'effet de coincement des blocs selon l'invention, et l'effet de rattrapage automatique du déplacement relatif d'un bloc. Elle montre, en élévation, trois blocs 21, 22, 23, qui sont par exemple du type représenté sur la figure 4. Les blocs 21 et 23 reposent respectivement sur le sol par leurs bases B21, B23 ; alors que le bloc 22 repose d'une part sur son som-

met S22 qui est enfoncé dans le sol, et d'autre part frotte sur les blocs 21 et 23 par une partie de la périphérie de sa base B22. Le poids du bloc 22 exerce une pression sur le sol, sur la surface réduite du sommet tronqué S22, qui est plus importante que la pression exercée par le poids des blocs 21 et 23 sur le sol situé respectivement sous les bases B22 et B23. Le bloc 22 a donc plus tendance que les blocs 21 et 23 à s'enfoncer dans le sol. Ce phénomène de déplacement relatif tend à augmenter le coincement du bloc 22 entre les blocs 21 et 23, lequel coincement empêche les blocs 21 et 23 de se soulever du sol, de basculer, et d'être emportés par le courant d'eau. Cet assemblage autorise, dans une certaine mesure, une reconfiguration du pavage dans le cas d'un tassement local du sol, provoquant un déplacement relatif des blocs. En effet, cet assemblage conserve la mobilité relative verticale des blocs, qui permet le coincement et le maintien du coincement par un rattrapage automatique des écarts créés par l'affaissement du sol ou la descente des blocs qui s'enfoncent dans le sol.

[0036] Il est à remarquer que la section trapézoïdale fuyante des blocs en saillie limite le risque d'accrochage de corps flottants, et facilite leur décrochement lorsque le niveau monte.

[0037] Le procédé de pavage selon l'invention est prévu pour un sol plat, mais il peut être adapté pour des ruptures de pente, par exemple pour la transition entre fond et berge.

[0038] La **figure 10** représente une vue en élévation d'un pavage rugueux réalisé sur un sol de forme convexe. Les blocs 51 à 56 sont du type représenté sur la figure 4. Ils ont une forme de pyramide tronquée à base rectangulaire et sont disposés le long d'une ligne courbe. Il n'est donc pas possible d'alterner de manière régulière un bloc ayant sa base en haut puis un bloc ayant sa base en bas. Ils sont disposés dans l'ordre 51 à 56. Les blocs 51, 53, 54, 56 ont leur base en haut, alors que les blocs 52 et 55 ont leur sommet en haut. Les blocs 53 et 54 sont donc deux blocs consécutifs qui ont leur base placée en haut. Le fait d'augmenter le nombre de blocs ayant leur base en haut permet de donner au pavage une forme convexe adaptée à la forme convexe du sol, tout en bénéficiant néanmoins de l'effet de coincement, et de la possibilité de mettre certains blocs en saillie, tels que les blocs 52 et 55 pour dissiper l'énergie du courant.

[0039] La **figure 11** représente une vue en élévation d'un pavage réalisé sur un sol de forme concave. Les blocs 61 à 66 sont du type représenté sur la figure 4. Ils ont une forme de pyramide tronquée à base rectangulaire et sont disposés dans cet ordre le long d'une ligne courbe. Le sommet des blocs 61, 63, 64, 66 est disposé en haut, et la base des blocs 62 et 65 est disposée en haut. Deux blocs successifs, 63 et 64, ont leur sommet placé en haut pour que le pavage ait une forme concave qui suive la forme concave du sol.

[0040] La **figure 12** représente une vue en perspec-

tive d'un autre exemple de réalisation de pavage rugueux comportant des blocs en forme de pyramide tronquée, à base rectangulaire, tel que celui représenté sur la figure 4. Les blocs sont alignés en rangées orthogonales les unes aux autres. Dans une même rangée, les axes de symétrie de tous les blocs sont dans un même plan. Chaque rangée est réalisée en plaçant la base des blocs alternativement en haut et en bas. Cet exemple diffère de l'exemple de pavage représenté sur les figures 5, 6, 7, par le fait que les blocs sont juxtaposés selon un autre motif à deux dimensions : l'axe longitudinal de la base de tous les blocs est dans une même direction. Chaque face latérale d'un bloc est donc en contact avec une face homologue d'un autre bloc. Par conséquent, ces deux faces ont une même pente et ont donc théoriquement une surface de contact plus grande que dans l'exemple de réalisation de pavage représenté sur les figures 5, 6, 7. Chaque rangée n'a pas une forme crénelée : elle a une largeur constante égale à la largeur ou à la longueur de la base d'un bloc, selon la direction de la rangée considérée. Elle est solidaire des deux rangées voisines grâce au coincement des blocs.

[0041] Une première rangée est constituée de blocs 32, 33, 34, 35, ... Une deuxième rangée, parallèle à la première, est constituée de blocs 36, 37, 38, ... Les sommets S32, S34, S36, S38, ... appartenant respectivement aux blocs 32, 34, 36, 38, ... sont situés en haut, c'est à dire du côté apparent du pavage. Les blocs 33, 35, 37, ... sont retournés, c'est à dire que les bases B33, B35, B37, ... de ces blocs sont situés en haut, du côté apparent du pavage. Les blocs 32, 34, 36, 38 sont disposés en saillie par rapport aux blocs 33, 35, 37. Cette disposition est obtenue en disposant les blocs 32, 34, 36, 38, ... sur le sol en laissant entre eux des intervalles constants tels qu'il est possible d'insérer, de force, les blocs 33, 35, 37, ... dans les espaces laissés par les blocs précédemment disposés, en leur permettant de descendre jusqu'à une hauteur prédéterminée correspondant à la hauteur souhaitée pour la saillie.

[0042] La figure 13 représente une variante de réalisation du bloc représenté sur la figure 1 par exemple. Ce bloc 25 comporte un trou 26 qui le traverse complètement le long de son axe de symétrie XX. Ce trou est cylindrique et a un diamètre de l'ordre de 5 cm par exemple. Il peut être utilisé d'une part pour la manutention de ce bloc, et d'autre part pour solidariser ce bloc à d'autres blocs. Le coincement mutuel des blocs voisins assure la résistance des blocs à l'arrachement par un courant d'eau, cependant il se pose un problème en bordure du pavage, puisque la dernière rangée de blocs n'est pas retenue par une autre rangée. Une première solution à ce problème consiste à prolonger le pavage jusqu'à une zone où l'érosion hydraulique devient négligeable. Une seconde solution consiste à renforcer la cohésion du pavage au moins sur sa bordure, grâce à des épingle, en fer à béton, en forme de U.

[0043] La figure 14 illustre ce procédé de renforcement. Cette figure représente à titre d'exemple deux

épingle en U, 98 et 99. Les épingle 98 et 99 sont disposés sur le sol, dans une position telle que leurs branches sont tournées vers le haut. Un bloc 30, comportant un trou 94, a été enfilé sur une première branche de l'épingle 98. Un bloc 32, comportant un trou 96 a été enfilé à la fois sur une branche de l'épingle 98 et sur une branche de l'épingle 99. Un bloc 33, comportant un trou 97, est en cours d'enfilage sur une seconde branche de l'épingle 99. Un bloc 31 a été inséré entre les blocs 30 et 32, de façon à rester coincé entre les blocs 30 et 32. Il comporte un trou 95 parce qu'il est identique aux autres blocs 30, 32, 33, mais ce trou 95 n'est pas utilisé car tous les blocs dont la base est en haut sont maintenus par le coincement et non pas par des épingle. Ce procédé est applicable quel que soit le motif du pavage. Il est à remarquer que ce procédé conserve la mobilité relative verticale des blocs, indispensable au coincement et au maintien du coincement. Il peut être utilisé à la périphérie seulement, ou sur une plus grande surface en suivant un carroyage plus ou moins dense.

[0044] La figure 14 illustre en outre un procédé de manutention des blocs du type de celui représenté sur la figure 13. Ce procédé de manutention consiste à utiliser une pince particulière comportant deux leviers opposés 41 et 43. Ces deux leviers ont respectivement deux becs 47 et 48 qui sont susceptibles de s'ouvrir. Les deux becs 47 et 48 sont articulés chacun par rapport à une pièce de liaison 42. Les leviers 41, 43 et la pièce de liaison 42 sont reliés à trois câbles 44, 46, 45, respectivement. Ces trois câbles sont suspendus à une grue. Les deux becs 47 et 48 sont refermés puis introduits dans le trou du bloc, par exemple le trou 97 du bloc 33. Puis ils sont légèrement ouverts jusqu'à buter sur la paroi du trou 97, en tirant sur les leviers 41 et 43 par deux câbles 44 et 46. En continuant la traction sur les câbles 44 et 46, il est possible de soulever le bloc 33 pour aller le déposer, par exemple sur la deuxième branche de l'épingle 99. Lorsque le bloc 33 repose sur le sol, il est possible de dégager la pince en cessant la traction sur les câbles 44, 46, et en exerçant une traction sur le câble 45. Il est à remarquer que ce procédé de manutention permet de déposer un bloc sans intervention manuelle sur le bloc, pour libérer le dispositif de manutention, ce qui permet de déposer un bloc dans l'eau d'une rivière.

[0045] La figure 15 représente une vue en élévation d'un exemple de réalisation de pavage, comportant deux types différents de bloc selon l'invention. Les blocs ont tous la même forme, pyramidale par exemple, et les mêmes dimensions de base, mais n'ont pas la même hauteur. Les blocs 40, 42, 44, 46, ... dont la base est placée en bas ont une hauteur double, par exemple, de la hauteur des blocs 41, 43, ... dont la base est placée en haut. Par exemple, le pavage est réalisé selon le premier motif décrit en se référant aux figures 5, 6, 7. Il est ainsi possible d'obtenir une rugosité du pavage sans enfoncer les blocs 41, 43, ... plus que les blocs 40, 42, 44, 46, ... ; ou bien, si on enfonce les blocs, il est possible d'augmenter la rugosité obtenue par une différence

d'enfoncement donnée.

[0046] Les figures suivantes illustrent des variantes de réalisation du bloc selon l'invention.

[0047] La **figure 16** représente deux blocs 71, 72 ayant une forme pyramidale régulière dont la base est un triangle isocèle.

[0048] La **figure 17** représente deux blocs 73, 74 ayant une forme pyramidale régulière dont la base est un carré.

[0049] La **figure 18** représente deux blocs 78, 79 ayant une forme conique à base circulaire.

[0050] La **figure 19** représente une vue en élévation d'un pavage constitué de blocs tels que ceux représentés sur la figure 18. Elle montre la forme hexagonale du motif constitué de six blocs, trois dont la base est en bas et trois dont la base est en haut. Ce pavage comporte un espace vide 77, de volume non négligeable, au centre de chaque motif. Ce vide 77 peut contribuer à l'effet dissipatif du pavage, mais il peut être aussi être un inconvénient dans le cas où le terrain est pulvérulent et peut donc être emporté par le courant circulant entre les blocs par les espaces vides 77.

[0051] Il est à remarquer que les exemples de réalisation représentés sur les figures 16 à 19 ont une forme qui n'est pas tronquée, où tout au moins qui est plus pointue que les exemples de réalisation illustrés par les figures 1 et 4. Les blocs de forme plus pointue présentent l'avantage de pouvoir être enfoncés dans le sol plus facilement pour améliorer l'ancrage des blocs dont la base est placée en haut, et donc la résistance de l'ensemble du pavage.

Revendications

1. Pavage artificiel auto-bloquant pour fonds et berges de lits de rivière ou de torrent, caractérisé en ce qu'il est constitué d'une pluralité de blocs à coincement mutuel ayant une forme (1 ; 11 ; 25 ; 71-79) qui est au moins partiellement engendrée par une droite passant par un point (E) ou un segment de droite (CD), et s'appuyant sur un contour fermé (B1 ; B11) ; ce contour étant appelé base du bloc, et la partie opposée à la base étant appelée sommet du bloc, et en ce que lesdits blocs sont juxtaposés dans un plan en constituant des rangées de blocs selon au moins deux directions de ce plan, la base des blocs étant placée alternativement en haut et en bas, par rapport au plan, dans chaque rangée de blocs de telle façon que deux blocs consécutifs dans une rangée et dont les sommets sont placés en haut laissent entre eux un intervalle dans lequel est coincé un bloc dont la base est en haut, cet intervalle étant tel que la base du bloc ayant sa base en haut soit à une altitude prédéterminée, inférieure à celle des deux blocs consécutifs dans la rangée.

2. Pavage selon la revendication 1, dans lequel cha-

que bloc a une forme comportant au moins quatre faces (81, 82, 83, 84 ; 7, 8, 9, 10), symétriques deux à deux par rapport à un même axe de symétrie (YY ; XX).

3. Pavage selon la revendication 2, dans lequel les quatre faces (81, 82, 83, 84) symétriques deux à deux par rapport à un même axe de symétrie (YY) présentent une même pente (a) par rapport à cet axe de symétrie.

4. Pavage selon la revendication 2, dans lequel les quatre faces (81, 82, 83, 84) symétriques deux à deux par rapport à un même axe de symétrie (YY) présentent un point commun unique (E) situé sur cet axe de symétrie.

5. Pavage selon l'une des revendications 2 à 4, dans lequel le sommet (S1, S11) de la forme est tronqué.

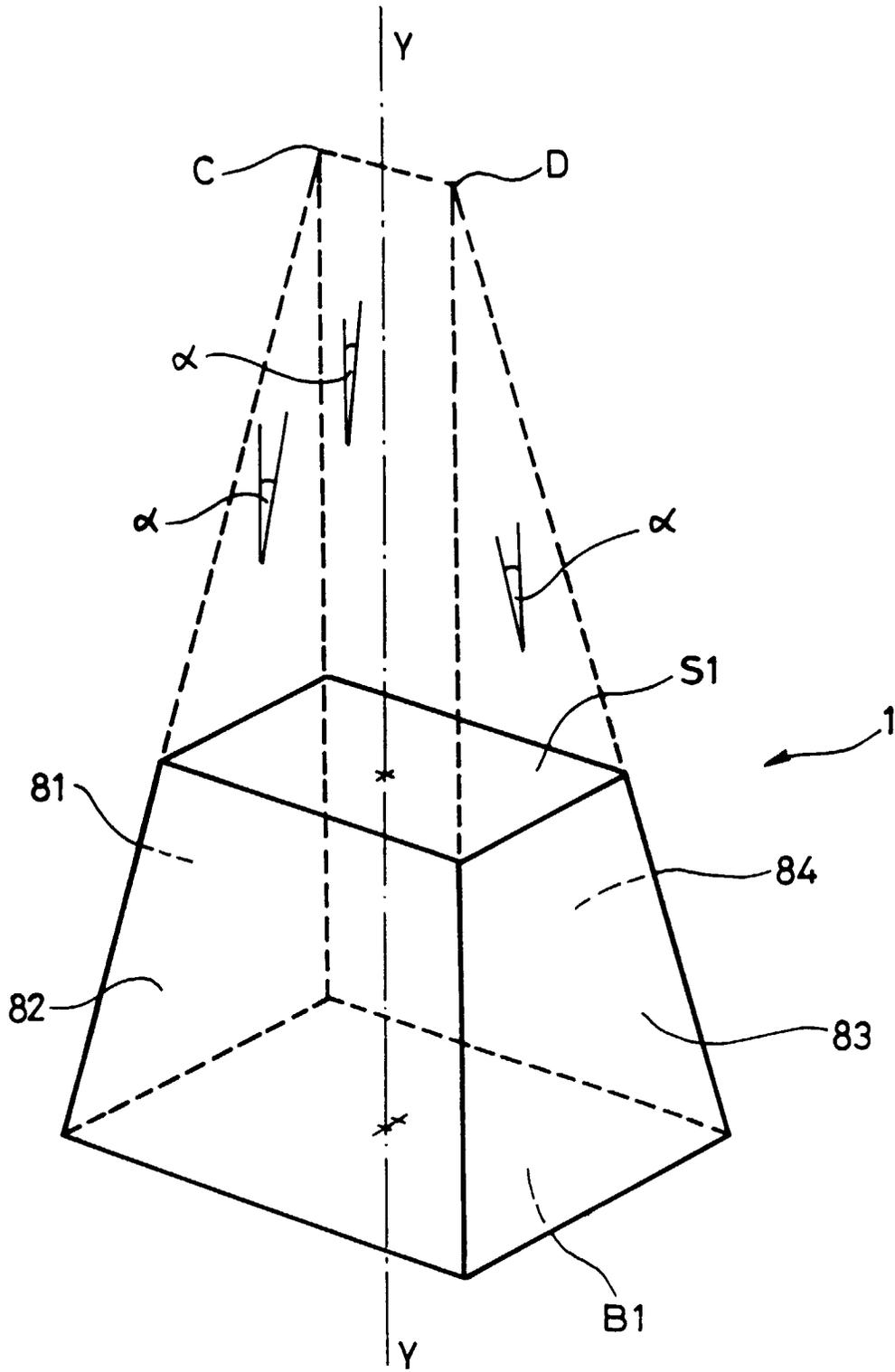
6. Pavage selon la revendication 4, dans lequel chaque bloc a la forme d'une pyramide à base rectangulaire (B11), tronquée par une face rectangulaire (S11) parallèle à la base B(11).

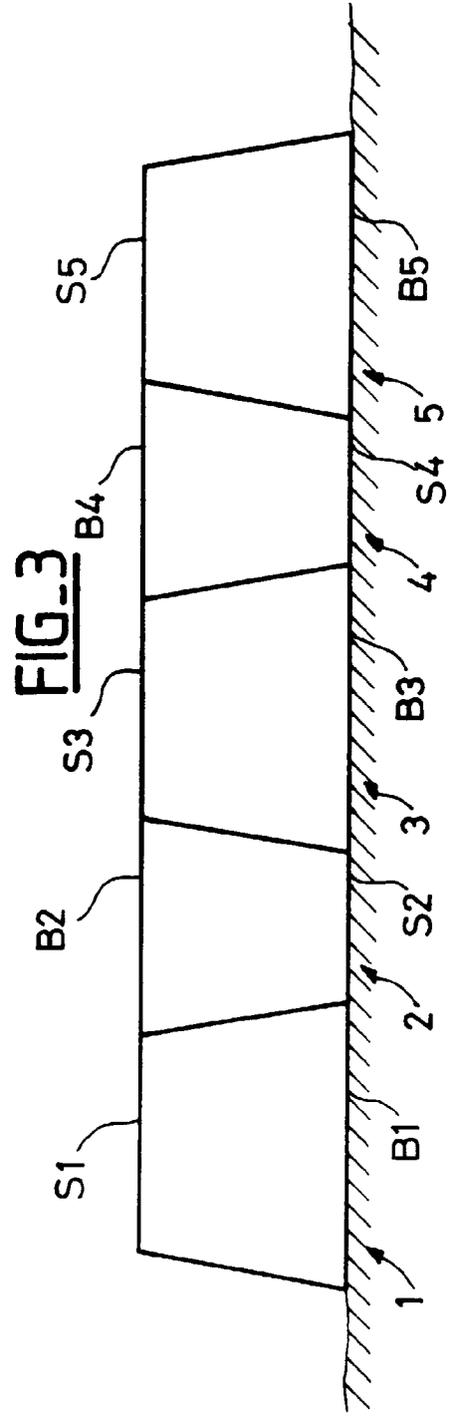
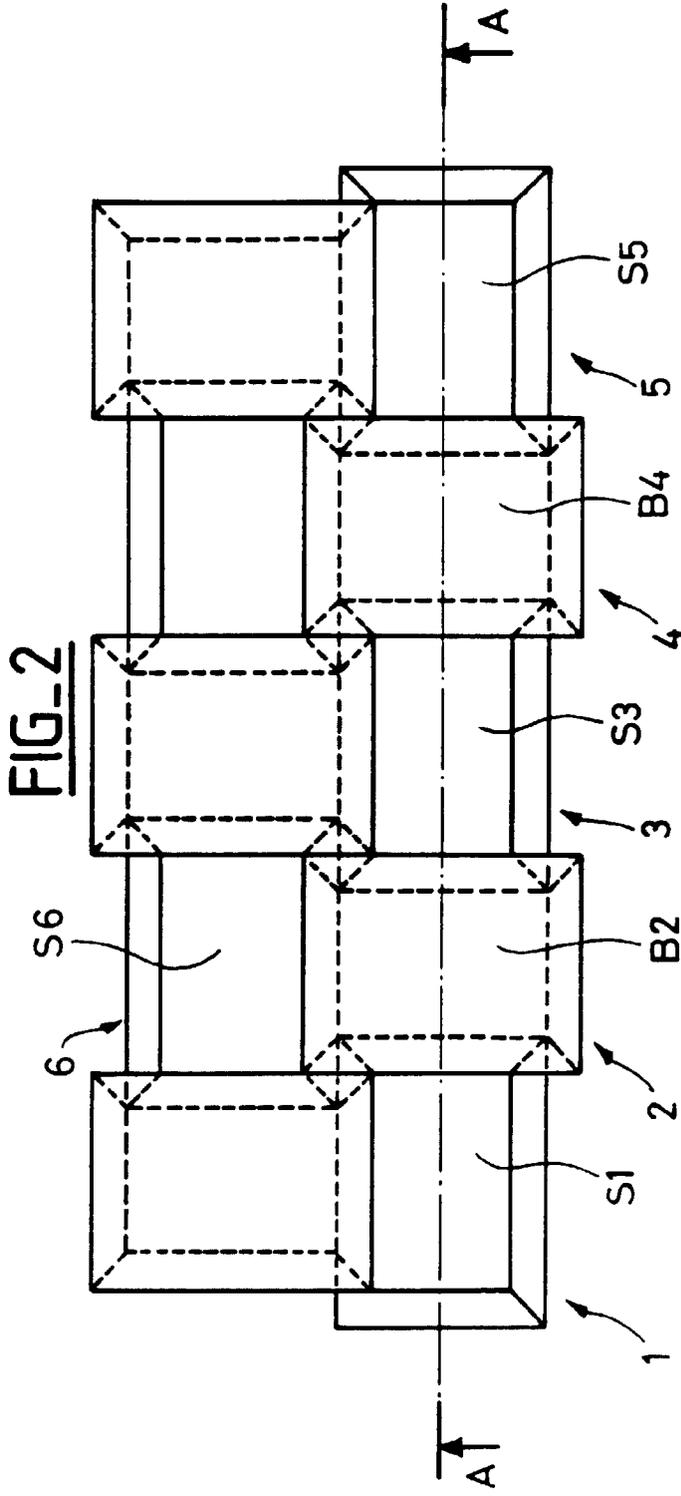
7. Pavage selon l'une des revendications 2 à 6, dans lequel chaque bloc comporte un trou (26) traversant le bloc selon cet axe de symétrie (YY ; XX).

8. Pavage selon la revendication 7, dans lequel lesdits deux blocs consécutifs dans une rangée ayant leur sommet en haut sont solidarités par une épingle (98) en forme de U comportant deux branches parallèles, une branche de l'épingle étant enfilée dans le trou d'un des deux blocs ayant son sommet en haut et l'autre branche de l'épingle étant insérée dans le trou de l'autre bloc ayant son sommet en haut.

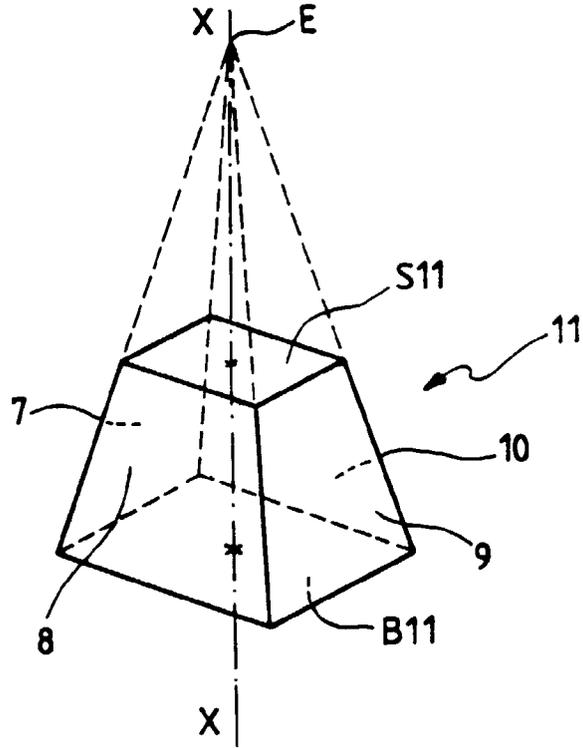
9. Pavage selon la revendication 6, dans lequel les blocs ayant leur sommet en haut dans une rangée sont alignés selon la longueur de leur base et les blocs ayant leur base en haut dans cette rangée sont alignés selon la largeur de leur base.

FIG. 1

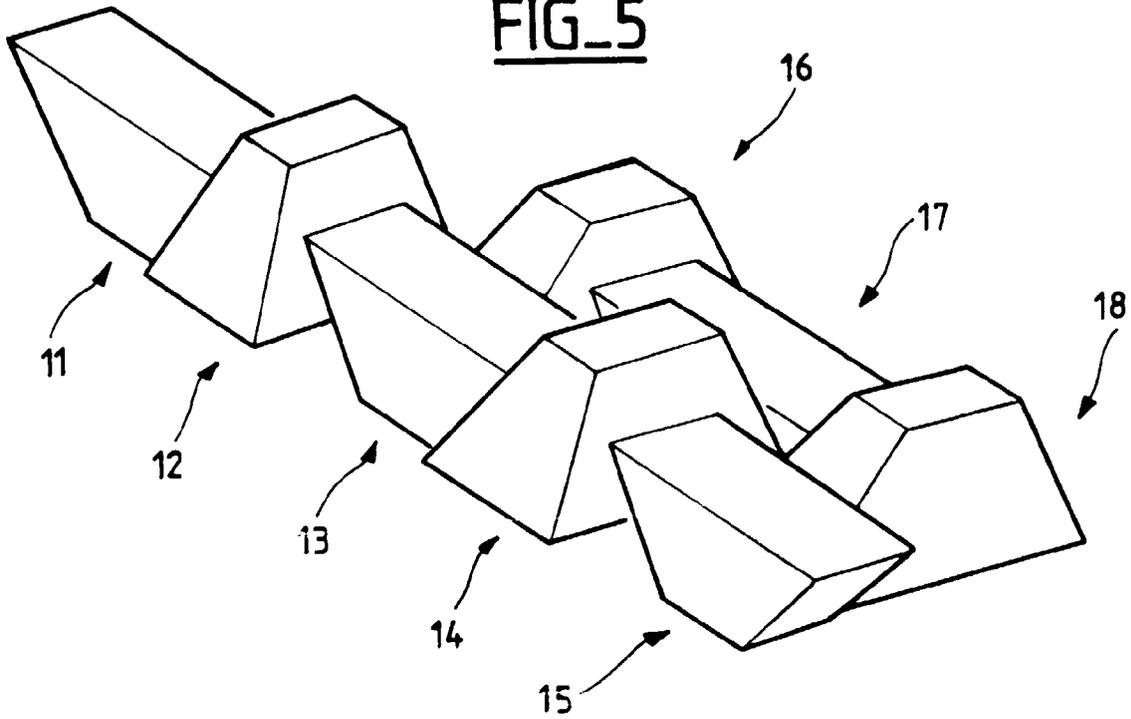




FIG_4



FIG_5



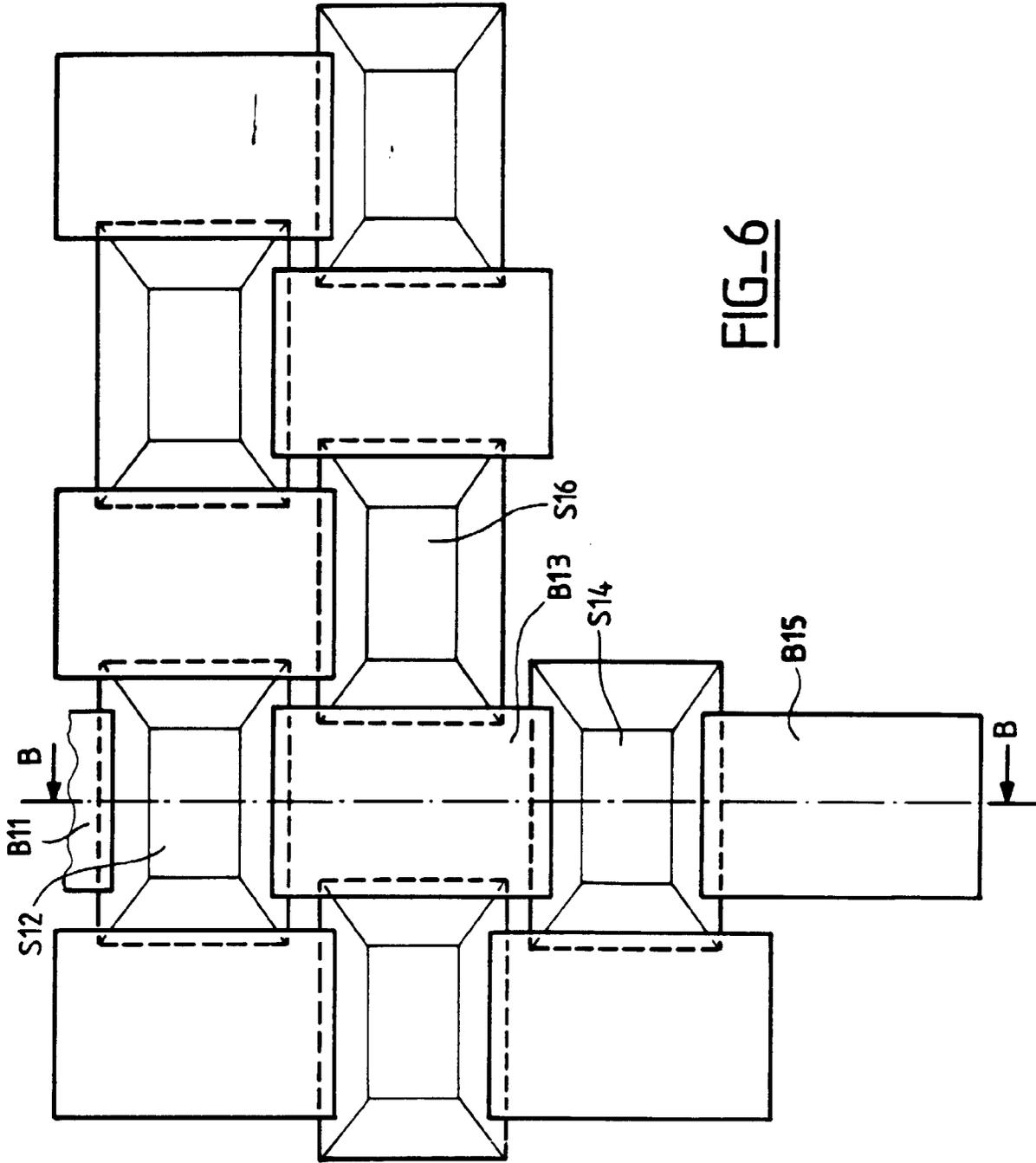


FIG-6

FIG. 7

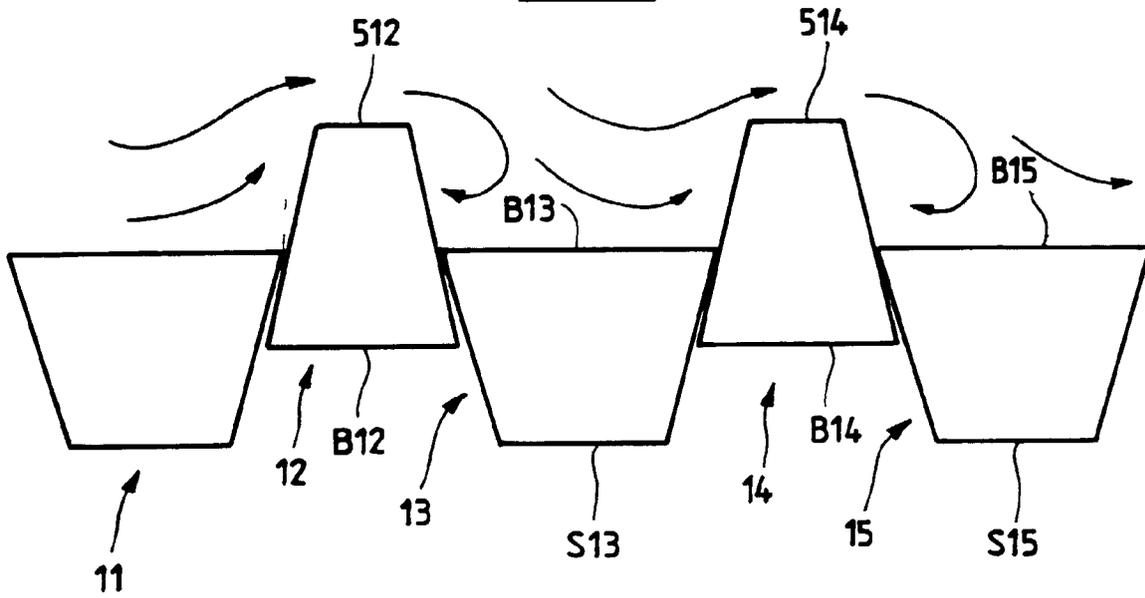
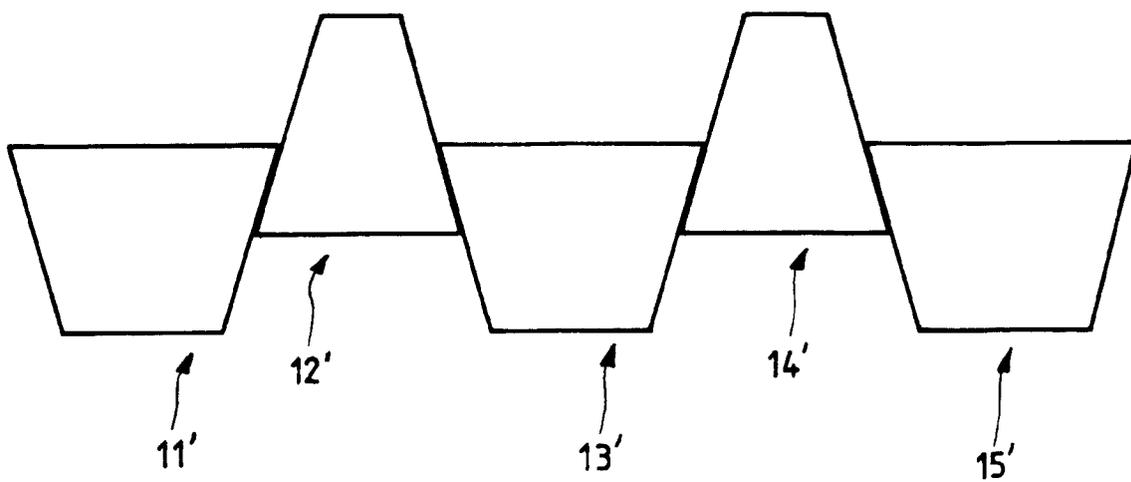
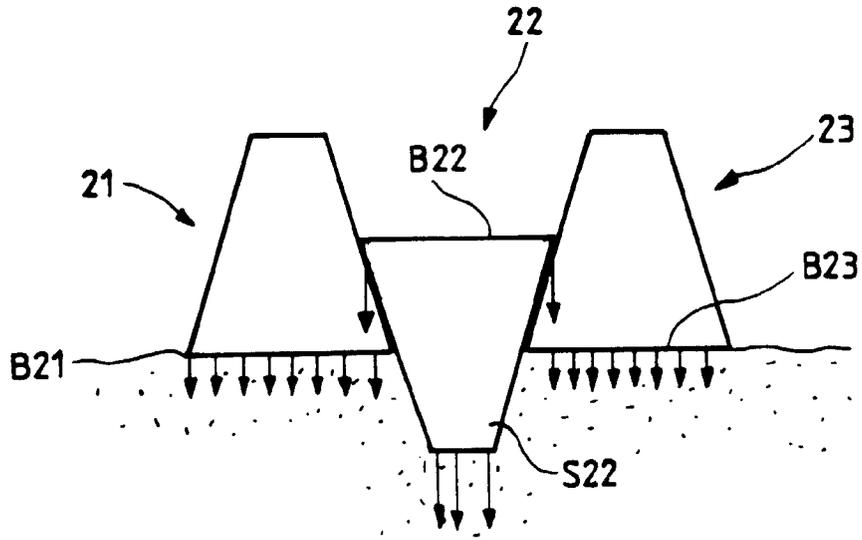


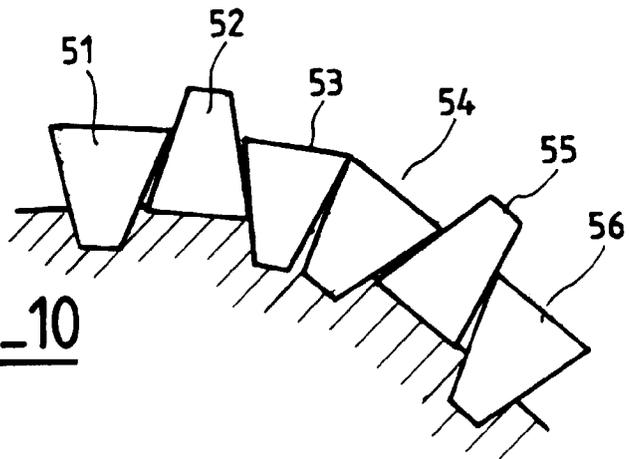
FIG. 8



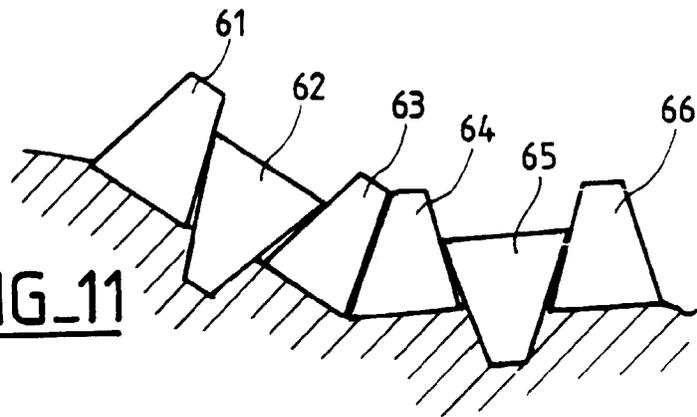
FIG_9



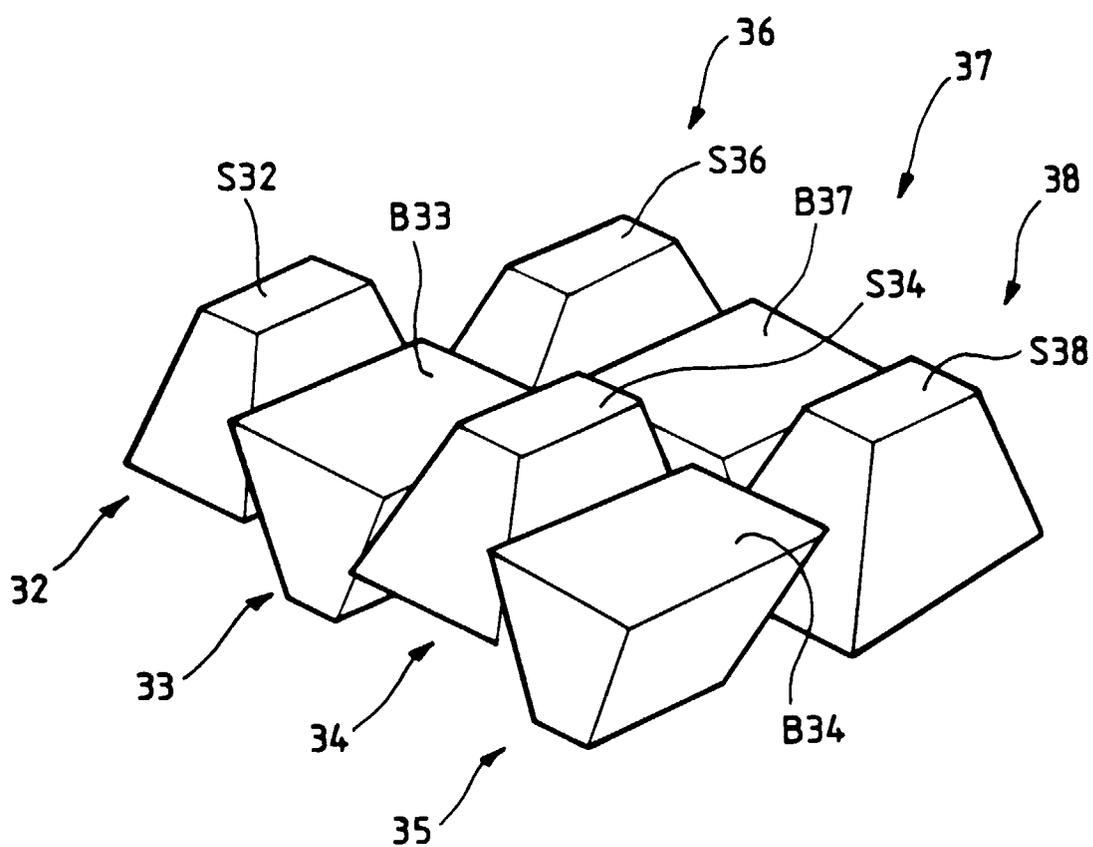
FIG_10



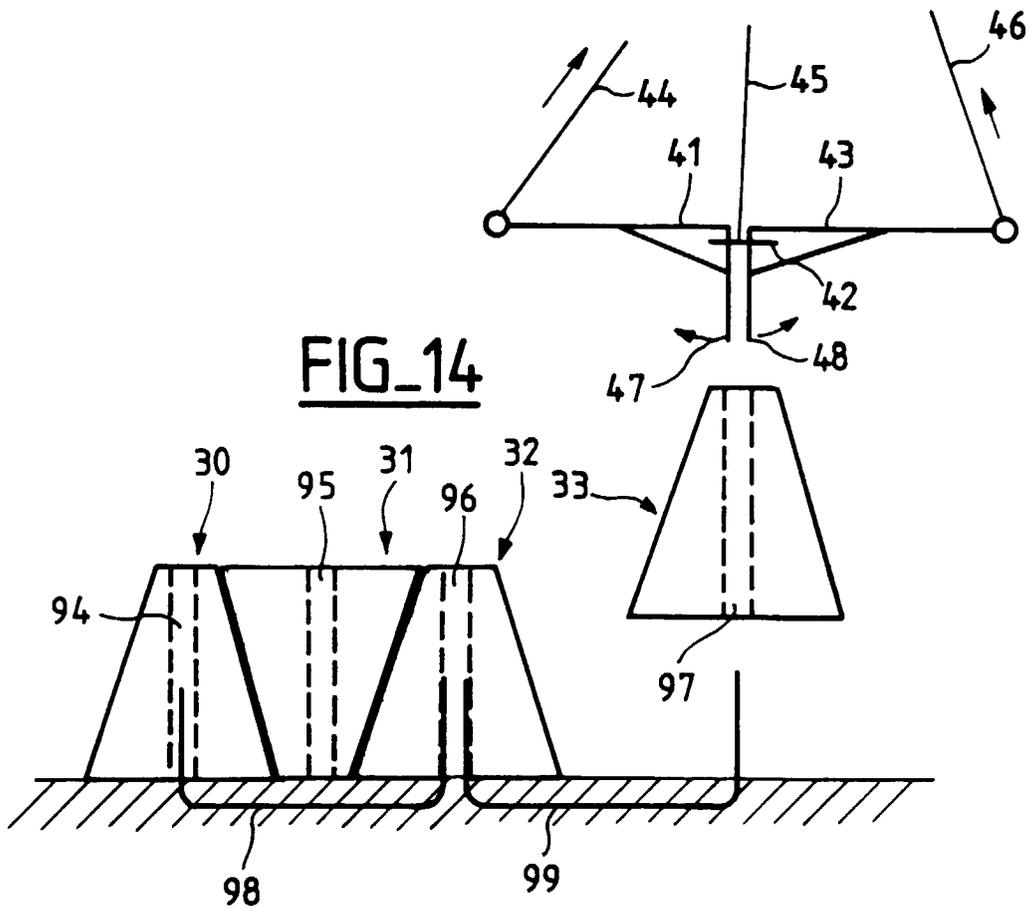
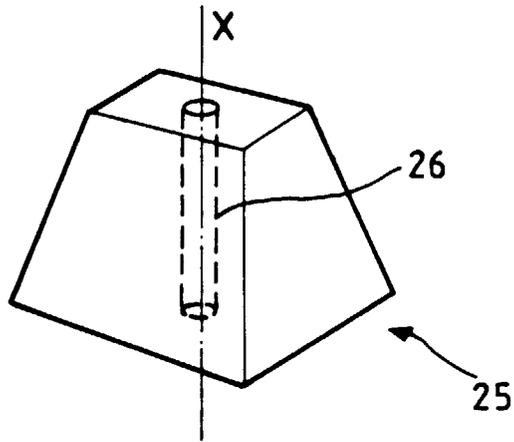
FIG_11



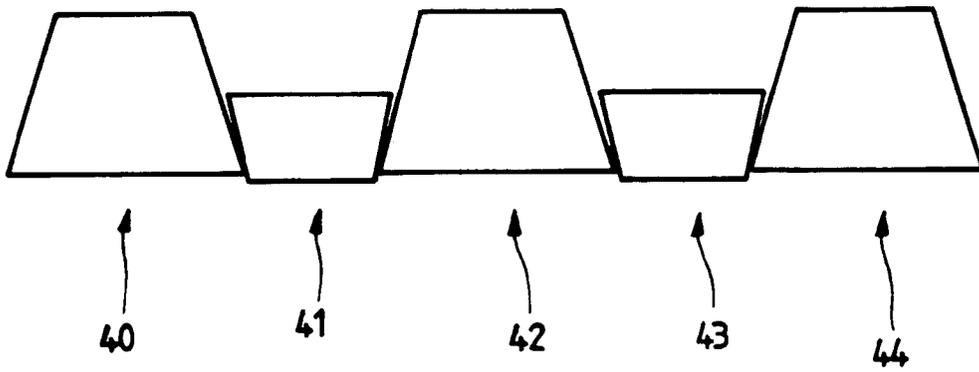
FIG_12



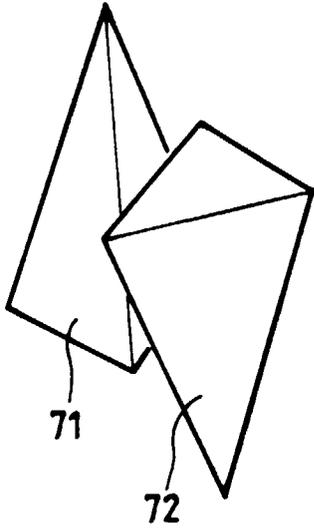
FIG_13



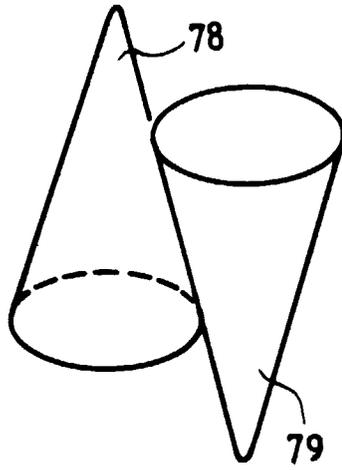
FIG_15



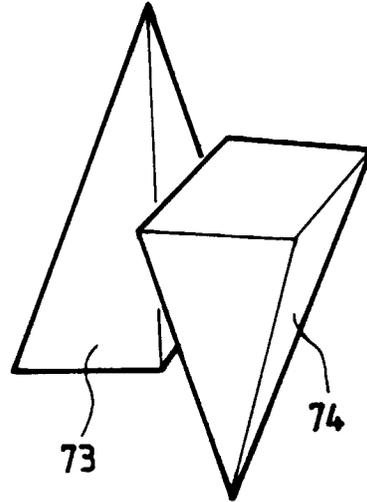
FIG_16



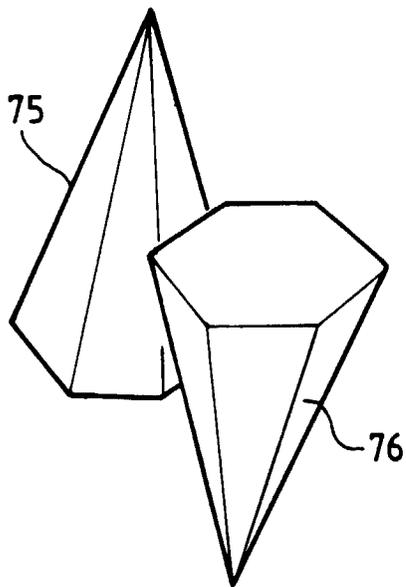
FIG_18



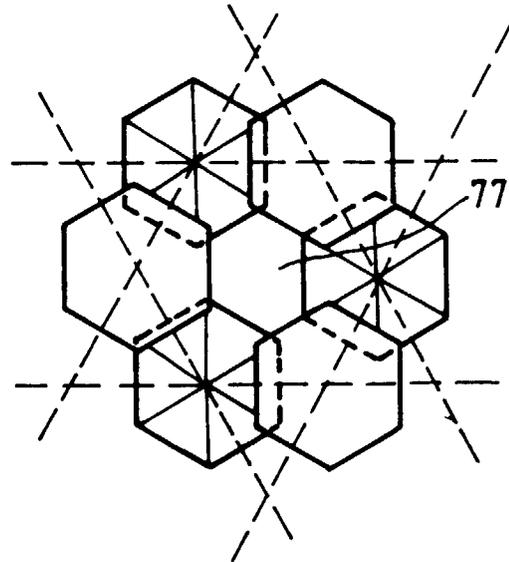
FIG_17



FIG_19



FIG_20





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 99 40 0277

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
A	FR 2 486 567 A (CASSOUS RENE) 15 janvier 1982 * page 2, ligne 14 - page 3, ligne 18; figures 1-6 *	1-6	E02B3/14
A	FR 2 702 784 A (FONTAINE ETS ; FONTAINE GERARD; FONTAINE GERARD MAURICE) 23 septembre 1994 * page 1, ligne 3 - ligne 12 * * page 5, ligne 15 - ligne 33 * * page 7, ligne 26 - ligne 33; figures 1,5 *	1,2,5,7	
A	EP 0 102 214 A (GLICKMAN MICHAEL NEIL) 7 mars 1984 * page 5, ligne 32 - page 6, ligne 15 * * page 7, ligne 7 - page 8, ligne 7; figures 1-9 *	1-3,5	
A	DE 85 29 882 U (SCHLEICH) 18 septembre 1986 * page 4, alinéa 3 - page 5, alinéa 1; figure 15 *	8	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
A	US 2 344 302 A (HARZA) 14 mars 1944 * page 2, colonne de gauche, ligne 67 - page 3, colonne de droite, ligne 6; figures *	1-4	E02B E02D
A	FR 2 631 645 A (LEOST BERNARD ; MARTIN JEAN (FR)) 24 novembre 1989 * figures 1,2,6 *	1,2,5	
A	NL 300 238 A (OOSTHOEK & ZOONS) * figure 4 *	1	
A	NL 49 866 C (STREEFKERK) * le document en entier *	1	
-/--			
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 31 mai 1999	Examineur De Coene, P
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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 99 40 0277

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CI.6)
A	NL 92 988 C (N.V. SCHOKBETON ET AL.) * le document en entier * ---	1	
A	FR 414 437 A (VILLA) * figures 3,4 * -----	8	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.6)
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 31 mai 1999	Examineur De Coene, P
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			

EPO FORM 1503 03 82 (P/94C02)

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

EP 99 40 0277

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.

31-05-1999

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2486567 A	15-01-1982	AUCUN	
FR 2702784 A	23-09-1994	AUCUN	
EP 0102214 A	07-03-1984	AT 27835 T AU 573178 B AU 1767483 A BR 8304443 A CA 1210265 A DE 3329486 A DK 377483 A GB 2125848 A,B GR 77442 A IE 54420 B IN 160823 A JP 59055901 A NL 8302805 A PH 21808 A PT 77181 A,B ZA 8305720 A	15-07-1987 02-06-1988 17-05-1984 27-03-1984 26-08-1986 23-02-1984 20-02-1984 14-03-1984 14-09-1984 27-09-1989 08-08-1987 31-03-1984 16-03-1984 29-02-1988 01-09-1983 25-04-1984
DE 8529882 U	18-09-1986	AUCUN	
US 2344302 A	14-03-1944	AUCUN	
FR 2631645 A	24-11-1989	AUCUN	
NL 300238 A		AUCUN	
NL 49866 C		AUCUN	
NL 92988 C		AUCUN	
FR 414437 A		AUCUN	

EPO FORM P0480

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