

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 877 122 A1**

(12)

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:

**11.11.1998 Bulletin 1998/46**(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **E01F 7/04**(21) Numéro de dépôt: **98480032.6**(22) Date de dépôt: **07.05.1998**

(84) Etats contractants désignés:

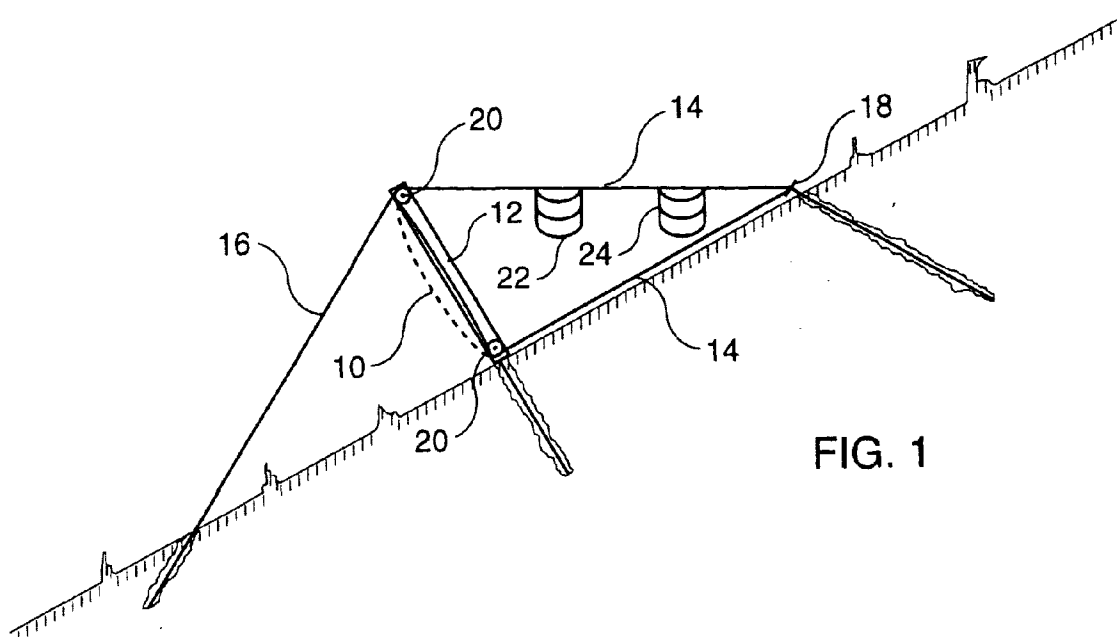
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE**

Etats d'extension désignés:

**AL LT LV MK RO SI**(30) Priorité: **07.05.1997 FR 9705880**(71) Demandeur: **Thomel, Laurent****06160 Juan les Pins (FR)**(72) Inventeur: **Thomel, Laurent****06160 Juan les Pins (FR)**(74) Mandataire: **Bonneau, Gérard****Cabinet Bonneau,  
Conseil en Propriété Industrielle,  
7, Avenue Gazan  
06600 Antibes (FR)**(54) **Barrière dynamique d'arrêt de chûtes de pierres à boucles de dissipation d'énergie**

(57) Boucle de dissipation d'énergie pour Barrière dynamique d'arrêt de chutes de pierres comportant un filet (10) disposé entre des poteaux (12) ancrés au sol et maintenus à l'aide de câbles porteurs (14) reliant les poteaux à des plaques d'appui (18) ancrées au sol. Une telle boucle comprend un câble fusible d'une longueur déterminée ayant une limite d'élasticité réduite et un module d'élasticité plus faible que celui du câble porteur et comportant à chaque extrémité un moyen de blocage reliant ensemble le câble fusible et le câble porteur de

manière à ce qu'au repos la longueur du câble fusible située entre les moyens de blocage soit sensiblement inférieure à la longueur du câble porteur située entre lesdits moyens de blocage. Les moyens de blocage sont destinés à bloquer le câble fusible sur le câble porteur après que le câble porteur a été soumis à une force de traction due à une chute de pierres de sorte que le câble fusible subisse subséquemment une force de traction entraînant d'abord son allongement et ensuite sa rupture.

**FIG. 1****EP 0 877 122 A1**

## Description

La présente invention concerne l'arrêt des chutes de pierres sur des terrains en pente et en particulier une barrière dynamique d'arrêt des chutes de pierres dans laquelle les câbles porteurs comportent des boucles de dissipation d'énergie.

Les barrières de protection contre les chutes de pierres sont généralement constituées d'un filet tenu par des poteaux en travers de la trajectoire prévisible des pierres sur des terrains en pente. Le filet est constitué de câbles métalliques, par exemple en inox, dont les trames peuvent coulisser les unes par rapport aux autres au niveau des noeuds et lié mécaniquement par des serre-câbles à étrier. Le filet est soutenu par des haubans reliés à des poteaux dont les pieds peuvent être fixes ou articulés au niveau de leur fondation dans le sol, les poteaux étant stabilisés par des câbles ancrés dans le sol en amont et en aval.

Lors d'un impact par un bloc, il y a absorption d'une partie de l'énergie du bloc par déformation du filet au niveau des serre-câbles et des poteaux à leur base et les déformations élastiques réduisent également l'énergie initiale.

Cependant, ce type de barrière n'est pas toujours suffisant pour arrêter en toutes circonstances les plus gros blocs susceptibles de dévaler les pentes. Des solutions ont donc été adoptées pour améliorer l'efficacité des barrières d'arrêt. On a ainsi prévu d'attacher le filet sur les poteaux par l'intermédiaire de ressorts. Mais l'amélioration est limitée en raison de la faible élongation possible des ressorts.

Dans le brevet FR-A-2.414.586, le filet possède une faculté de déplacement relatif conféré par des organes de liaison à résistance limitée qui sont des câbles placés entre le filet et des ancrages en amont, et qui comportent des dispositifs limiteurs de traction susceptibles de laisser filer des portions de câble de réserve entre des mâchoires serrées de façon à dissiper une partie de l'énergie par frottement. Malheureusement, si l'impact est trop fort, les dispositifs limiteurs de traction cèdent lorsque le coulisement entre les mâchoires arrive en bout de course.

Dans la demande de brevet N° 87/00878, les câbles de retenue du filet comportent des boucles de friction chargées de dissiper une partie de l'énergie due aux impacts, par frottement et allongement du câble. Mais comme il a été mentionné précédemment, si l'impact est très important, le câble risque de céder lorsqu'il arrive en fin d'allongement après que la longueur de câble de réserve de la boucle a été épuisée.

C'est pourquoi le but de l'invention est de fournir une barrière dynamique d'arrêt de chutes de pierres dans laquelle des boucles utilisant des câbles fusibles permettent la dissipation de l'énergie cinétique due à l'impact des blocs sans entraîner la rupture des câbles porteurs.

L'objet principal de l'invention est donc une boucle

de dissipation d'énergie pour Barrière dynamique d'arrêt de chutes de pierres du type comportant un filet disposé entre des poteaux ancrés au sol et maintenus à l'aide de câbles porteurs reliant les poteaux à des plaques d'appui ancrées au sol; une telle boucle étant montée sur au moins un des câbles porteurs et comprenant un câble fusible d'une longueur déterminée ayant une limite d'élasticité réduite et un module d'élasticité plus faible que celui du câble porteur, le câble fusible comportant à chaque extrémité un moyen de blocage reliant ensemble le câble fusible et le câble porteur de manière à ce qu'au repos la longueur du câble fusible située entre les moyens de blocage soit sensiblement inférieure à la longueur du câble porteur située entre les moyens de blocage, et chacun des moyens de blocage étant destiné à bloquer le câble fusible sur le câble porteur après que le câble porteur a été soumis à une force de traction due à une chute de pierres de sorte que le câble fusible subisse subséquentement une force de traction entraînant d'abord son allongement et ensuite sa rupture.

Un autre objet de l'invention est une barrière dynamique d'arrêt de chutes de pierres dans laquelle un ou plusieurs des câbles porteurs comportent un ensemble de boucles de dissipation d'énergie selon l'invention disposées en parallèle ou un ensemble de boucles de dissipation d'énergie selon l'invention disposées en série ou une combinaison des deux.

Les buts, objets et caractéristiques de l'invention ressortiront mieux à la lecture de la description suivante en référence aux dessins dans lesquels :

la figure 1 représente une coupe en travers de la barrière dynamique selon un mode de réalisation préféré de l'invention,

la figure 2 représente une vue en plan de la barrière dynamique illustrée sur la figure 1,

la figure 3 représente un premier mode de réalisation d'une boucle de dissipation d'énergie pouvant être utilisée dans la barrière illustrée sur les figures 1 et 2,

La figure 4 représente un deuxième mode de réalisation d'une boucle de dissipation d'énergie pouvant être utilisée dans la barrière illustrée sur les figures 1 et 2,

la figure 5 représente un troisième mode de réalisation d'une boucle de dissipation d'énergie pouvant être utilisée dans la barrière illustrée sur les figures 1 et 2,

Les figures 6A à 6D représentent les différentes phases du comportement d'une boucle de dissipation d'énergie lorsque le câble porteur est soumis à une force de traction, et

la figure 7 représente un ensemble de boucles de dissipation d'énergie montées en parallèle sur un câble porteur.

Une barrière dynamique selon l'invention est instal-

lée le long d'une courbe de niveau et se présente de la façon illustrée sur les figures 1 et 2. Un filet métallique est arrimé au terrain au moyen de poteaux ancrés au sol et maintenus par des câbles porteurs 14 et des haubans 16 ancrés au sol au moyen de plaques d'appui 18 et d'ancrages. En cas de chute de blocs de pierre, la dissipation d'énergie cinétique s'effectue dans un premier temps grâce au maillage particulier du filet qui permet, lors de l'impact, de faire coulisser les câbles formant la trame.

Les câbles porteurs qui peuvent comme dans l'exemple illustré sur la figure 1, former un triangle au moyen de deux poulies 20 ou d'évidements situés en bas et en haut des poteaux 12, encaissent après le choc du bloc l'essentiel de l'énergie cinétique acquise par le bloc et doivent donc être équipés de mécanismes de dissipation d'énergie. Ces mécanismes sont des boucles comportant des câbles fusibles comme on va le voir, et pouvant être, selon des modes particuliers de réalisation de l'invention, des boucles montées en parallèle 22 ou 24 ou des boucles montées en série 26.

Un premier mode de réalisation d'une boucle de dissipation d'énergie est représenté sur la figure 3. La boucle comprend un câble fusible 30 pouvant coulisser avec le câble porteur 14 dans deux moyens de coulisser tels que des manchons coulissants 32 et 34 généralement en aluminium dans lesquels les deux câbles sont serrés l'un contre l'autre selon une force de serrage plus ou moins importante déterminant la résistance de frottement à opposer à une force de traction exercée sur le câble porteur 14. A chaque extrémité du câble fusible 30 se trouve un manchon d'arrêt 36 ou 38, généralement en aluminium fixé sur le câble. A l'intérieur de la boucle 40 formée par le câble porteur 14 se trouvent deux autres manchons d'arrêt 42 et 44 fixés sur le câble porteur 14. Ainsi, lorsqu'une force de traction due à la chute de blocs, est exercée sur le câble porteur 14, la boucle 40 se raccourcit, les deux manchons d'arrêt 42 et 44 viennent en butée contre respectivement les manchons coulissants 32 et 34. A ce moment-là, les deux câbles coulisser l'un contre l'autre en exerçant la force de frottement évoquée précédemment. Sous la force exercée par les manchons d'arrêt 42 et 44, les manchons coulissants 32 et 34, viennent en butée sur les manchons d'arrêt d'extrémité 36 et 38. Le câble fusible 30 se tend alors sous l'effet de la force de traction exercée sur le câble porteur, s'allonge et finit par se rompre.

Dans un deuxième mode de réalisation illustré sur la figure 4, la partie gauche est identique au premier mode de réalisation, mais sur la partie droite, il n'y a plus qu'un manchon de blocage 46 qui bloque, ensemble, le câble porteur 14 et le câble fusible 30. Pour la partie gauche, tout se passe donc de la façon décrite en référence au premier mode de réalisation illustré sur la figure 3, alors que pour la partie droite, il y a blocage dès le début. De la même façon que précédemment le câble fusible 30 se tend, s'allonge et se rompt lorsque le manchon coulissant 32 est en butée sur le manchon d'arrêt

36.

Dans le troisième mode de réalisation illustré sur la figure 5, les deux parties droite et gauche comportent également des manchons de blocage 46 et 48. Lorsque la force de traction est exercée sur le câble porteur 14, le câble fusible 30 passe directement en traction s'allonge et se rompt.

De façon générale, la boucle 40 de câble porteur doit avoir une longueur telle que, lorsque les manchons coulissants arrivent en butée sur le ou les manchons d'arrêt dans les modes de réalisation des figures 3 et 4 ou immédiatement dans le mode de réalisation de la figure 5, la longueur du câble fusible 30 soit inférieure à la longueur de la partie de câble porteur entre les deux points de blocage. Toutefois, il ne faut pas que la longueur de la boucle 40 soit trop importante pour éviter qu'il y ait une accélération trop importante du câble porteur au moment de la rupture du câble fusible. Lorsque des manchons coulissants sont utilisés (cas des figures 3 et 4), une boucle 40 plus importante doit être prévue comme dans l'illustration de la figure 1 puisque les deux câbles commencent par coulisser l'un contre l'autre en ayant pour résultat de diminuer la longueur de la boucle 40 située entre les manchons.

Le processus complet de dissipation d'énergie dans une boucle selon le deuxième mode de réalisation de la figure 4 est illustré sur les figures 6A à 6D. Sur la figure 6A, l'ensemble est au repos, c'est à dire qu'aucune force de traction ne s'exerce sur le câble porteur 14.

Sur la figure 6B, une force de traction due à l'impact d'un bloc s'exerce sur le câble porteur 14 dans le sens des flèches. Le câble fusible 30 a coulé contre le câble porteur dans le manchon coulissant 32 (ce qui dissipe une partie d'énergie cinétique) jusqu'à ce que le manchon d'arrêt 42 vienne en butée contre le manchon coulissant 32. La longueur de la boucle 40 entre les manchons a donc été réduite.

Sur la figure 6C, le manchon coulissant 32 est arrivé en butée sur le manchon d'arrêt 36 et le câble fusible tendu s'allonge, ce qui entraîne une absorption d'une partie de l'énergie cinétique, jusqu'à sa rupture illustrée sur la figure 6D.

Comme il a déjà été mentionné en référence aux figures 1 et 2, un intérêt des boucles de dissipation d'énergie selon l'invention est de les monter en parallèle ou en série de sorte qu'à la rupture de chaque câble fusible, la tension s'exerce sur les suivantes jusqu'à ce que tous les câbles fusibles de toutes les boucles se soient rompus. Un exemple de montage de boucles parallèles est illustré sur la figure 7 où toutes les boucles sont selon le mode de réalisation de la figure 5. Au départ, le câble fusible 50 est tendu entre les deux manchons de blocage 52 et 54. Après allongement, le câble fusible 50 se rompt et le deuxième câble fusible 56 se tend entre les deux manchons de blocage 58 et 60. Après rupture du câble fusible 56, c'est au tour du câble fusible 62 d'être tendu entre les manchons 64 et 66 et enfin au câble 68 entre les manchons 70 et 72. Lorsque

le dernier câble fusible 68 se rompt, le câble porteur 14 lui-même se tend à son tour puisqu'il n'y a plus de câbles fusibles non rompus.

Dans un montage comme celui illustré sur la figure 7, l'énergie cinétique à dissiper s'affaiblit au fur et à mesure de la rupture des câbles fusibles successifs. C'est pourquoi, il est possible de prévoir des câbles fusibles successifs dont la force de résistance opposée à la force de traction exercée sur le câble porteur soit décroissante. Normalement, avec un montage optimal, la résistance opposée par le dernier câble fusible devrait être relativement faible dans la mesure où l'énergie cinétique à dissiper est faible à ce moment là.

On doit noter qu'il est possible de monter sur un même câble porteur plusieurs ensembles de boucles en parallèle comme c'est le cas illustré sur les figures 1 et 2, mais également une suite de boucles en série combinées avec un ensemble de boucles en parallèle tel qu'illustré sur la figure 7.

Il est également possible de monter plusieurs câbles fusibles en parallèle entre deux manchons. Dans ce cas, il faut que les câbles fusibles aient des longueurs différentes et/ou des modules d'élasticité différents pour qu'ils s'allongent et se rompent successivement lorsque la force de traction s'applique sur le câble porteur.

Les câbles porteurs utilisés dans les barrières dynamiques d'arrêt de chutes de pierres sont généralement des câbles métalliques, en acier de préférence, d'un diamètre généralement compris entre 10 et 25mm. Les câbles fusibles sont des câbles d'une longueur comprise par exemple entre 0,5m et 1m et qui peuvent être de même diamètre que les câbles porteurs. Les câbles fusibles qui doivent présenter une limite d'élasticité réduite et un module d'élasticité plus faible que celui des câbles porteurs, peuvent être en métal, notamment en acier, mais également en un matériau plastique ou composite présentant des paramètres mécaniques équivalents à ceux de l'acier, résistant au feu et aux rayons ultraviolets auxquels ils sont exposés constamment.

## Revendications

1. Boucle de dissipation d'énergie pour Barrière dynamique d'arrêt de chutes de pierres comportant un filet (10) disposé entre des poteaux (12) ancrés au sol et maintenus à l'aide de câbles porteurs (14) reliant les poteaux à des plaques d'appui (18) ancrées au sol, une telle boucle étant montée sur au moins un des câbles porteurs et étant caractérisé en ce qu'elle comprend :

un câble fusible (30) d'une longueur déterminée ayant une limite d'élasticité réduite et un module d'élasticité plus faible que celui du câble porteur, ledit câble fusible comportant à chaque extrémité un moyen de blocage (32, 36, 42 et 46) reliant ensemble le câble fusible et le câble porteur de manière à ce qu'au repos la longueur du câble fusible

située entre lesdits moyens de blocage soit sensiblement inférieure à la longueur du câble porteur située entre lesdits moyens de blocage, et chacun desdits moyens de blocage étant destiné à bloquer le câble fusible sur le câble porteur après que ledit câble porteur a été soumis à une force de traction due à une chute de pierres de sorte que ledit câble fusible subisse subséquemment une force de traction entraînant d'abord son allongement et ensuite sa rupture.

2. Boucle de dissipation d'énergie selon la revendication 1, comprenant comme moyen de blocage à au moins une de ses deux extrémités un manchon coulissant (32) serrant ensemble ledit câble porteur (14) et ledit câble fusible (30) tout en leur permettant de coulisser entre eux, un manchon d'arrêt (36) fixé à l'extrémité dudit câble fusible et à l'extérieur de la boucle de dissipation d'énergie et un manchon d'arrêt (42) fixé sur ledit câble porteur à l'intérieur de ladite boucle, de telle sorte que, lorsque ledit câble porteur est soumis à une force de traction, ledit câble porteur coulisse sur ledit câble fusible jusqu'à ce que ledit manchon d'arrêt fixé sur ledit câble porteur vienne en butée sur ledit manchon coulissant, puis ledit câble porteur continue à coulisser sur ledit câble fusible jusqu'à ce que ledit manchon coulissant vienne en butée sur ledit manchon d'arrêt à l'extrémité dudit câble fusible et enfin que le câble fusible subisse un allongement sous l'effet de la force de traction qui lui est appliquée avant de provoquer sa rupture (Figure 6A à 6D).

3. Boucle de dissipation d'énergie selon la revendication 1, comprenant comme moyen de blocage à au moins une de ses extrémités un manchon de blocage (46 ou 48) bloquant ensemble ledit câble porteur (14) et ledit câble fusible (30) de telle sorte que ledit câble fusible est soumis à une force de traction entraînant d'abord son allongement et enfin sa rupture dès que ledit câble porteur est soumis à une force de traction due à une chute de pierres.

4. Boucle de dissipation d'énergie selon les revendications 2 et 3, comprenant d'un côté un moyen de blocage formé d'un manchon coulissant (32), d'un manchon d'arrêt (36) fixé à l'extrémité dudit câble fusible (30) et d'un manchon d'arrêt (42) fixé sur ledit câble porteur (14), et de l'autre côté un moyen de blocage (46) pour bloquer ensemble ledit câble porteur et ledit câble fusible.

5. Boucle selon l'une des revendications 1 à 4, comprenant une pluralité de câbles fusibles (30) en parallèle entre lesdits moyens de blocage de différentes longueurs et/ou ayant différents modules d'élasticité, de manière à ce que lesdits câbles fusibles s'allongent et se rompent successivement lorsque

la force de traction est appliquée audit câble porteur (14).

6. Barrière dynamique d'arrêt de chutes de pierres comportant un filet (10) disposé entre des poteaux (12) ancrés au sol et maintenus à l'aide de câbles porteurs (14); caractérisée en ce qu'au moins un câble porteur comprend plusieurs boucles de dissipation d'énergie selon l'une des revendications 2 à 5. 5  
10
7. Barrière selon la revendication 6, dans laquelle lesdites boucles de dissipation d'énergie sont montées en série sur ledit câble porteur (14).
8. Barrière selon la revendication 6, dans laquelle lesdites boucles de dissipation d'énergie sont montées en parallèle (Figure 7) sur ledit câble porteur (14). 15
9. Barrière selon la revendication 6, dans laquelle ledit câble porteur (14) comporte au moins un ensemble de boucles montées en parallèles (Figure 7) en combinaison avec plusieurs boucles montées en série. 20

25

30

35

40

45

50

55

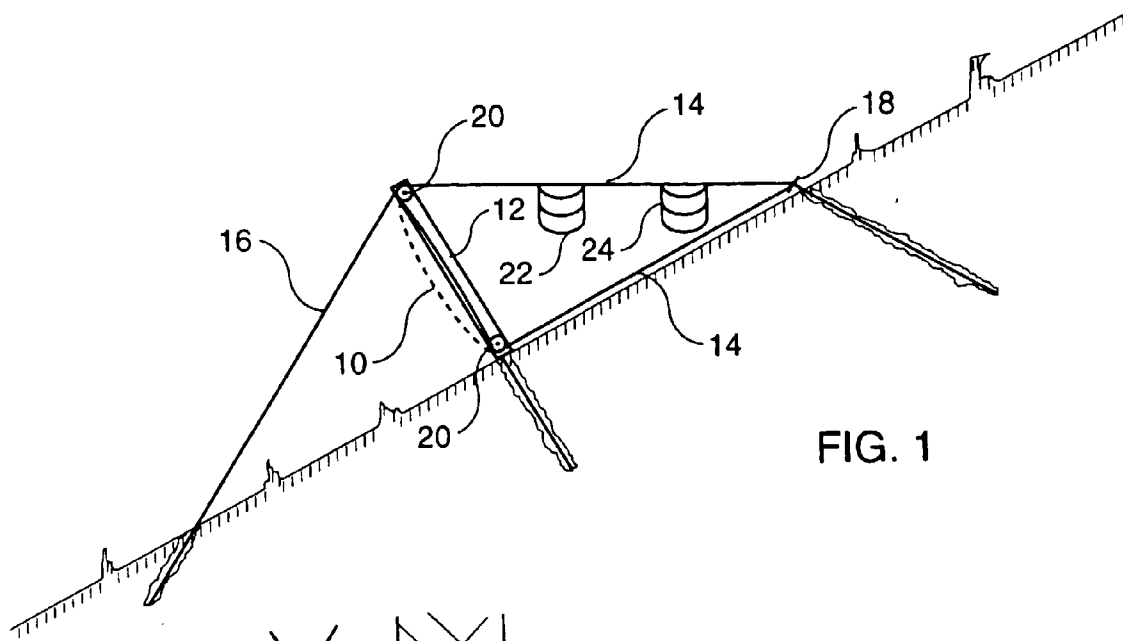


FIG. 1

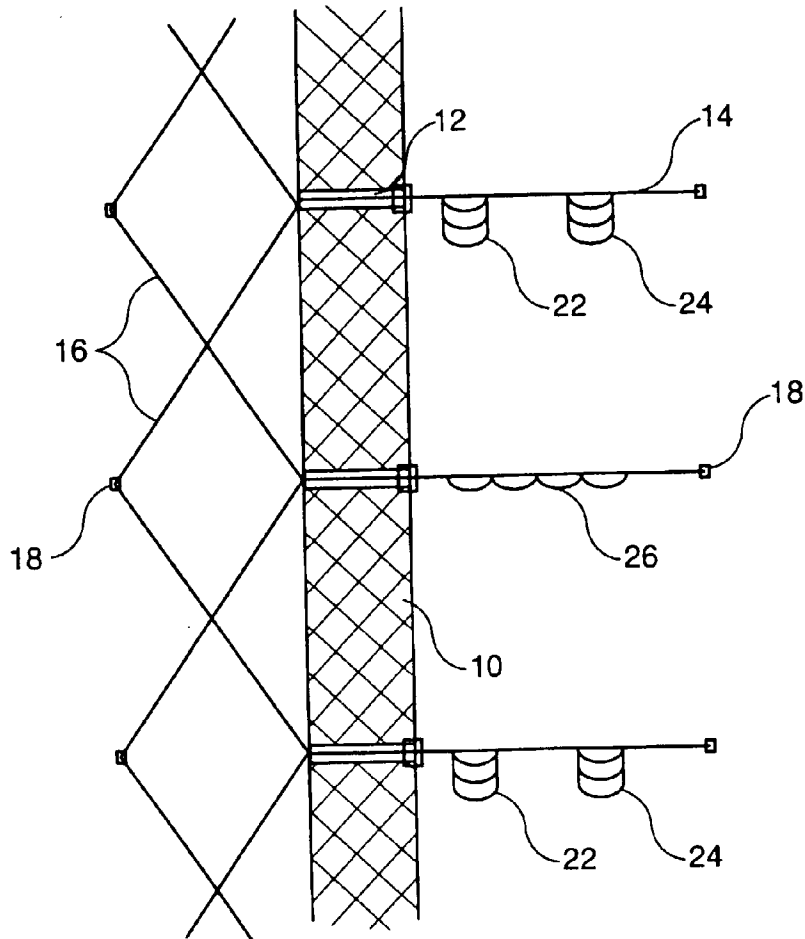
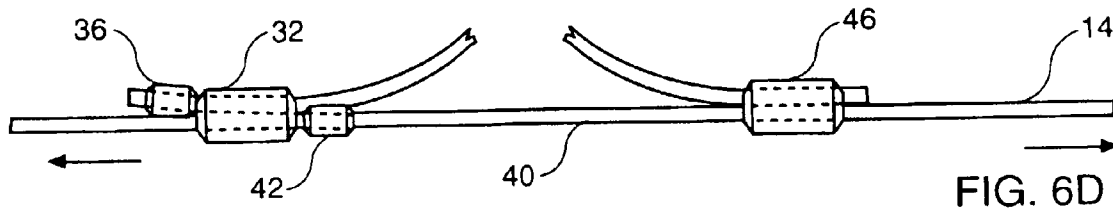
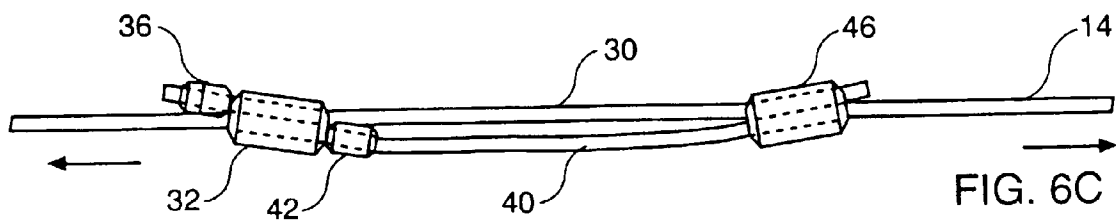
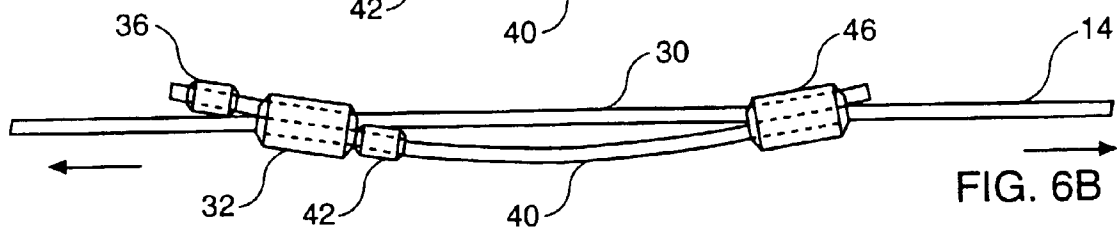
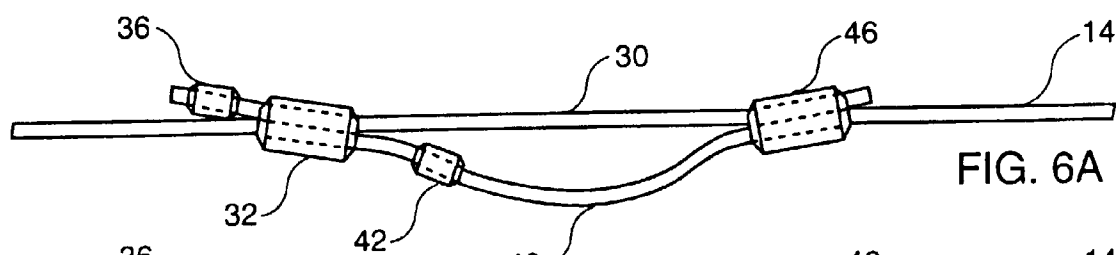
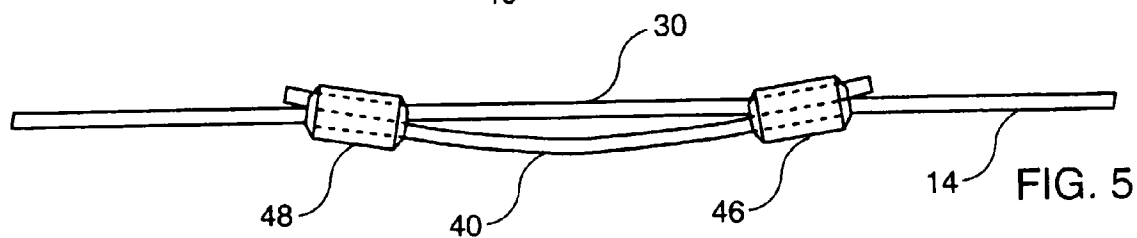
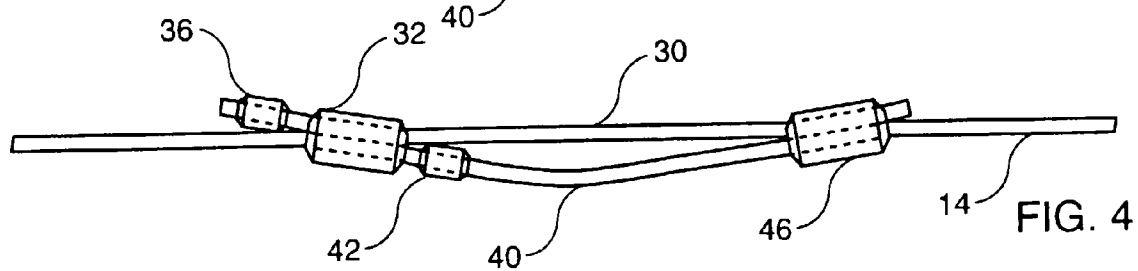
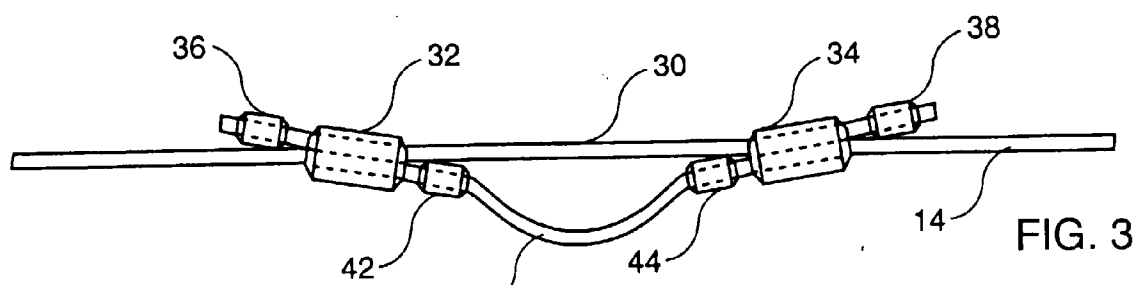


FIG. 2



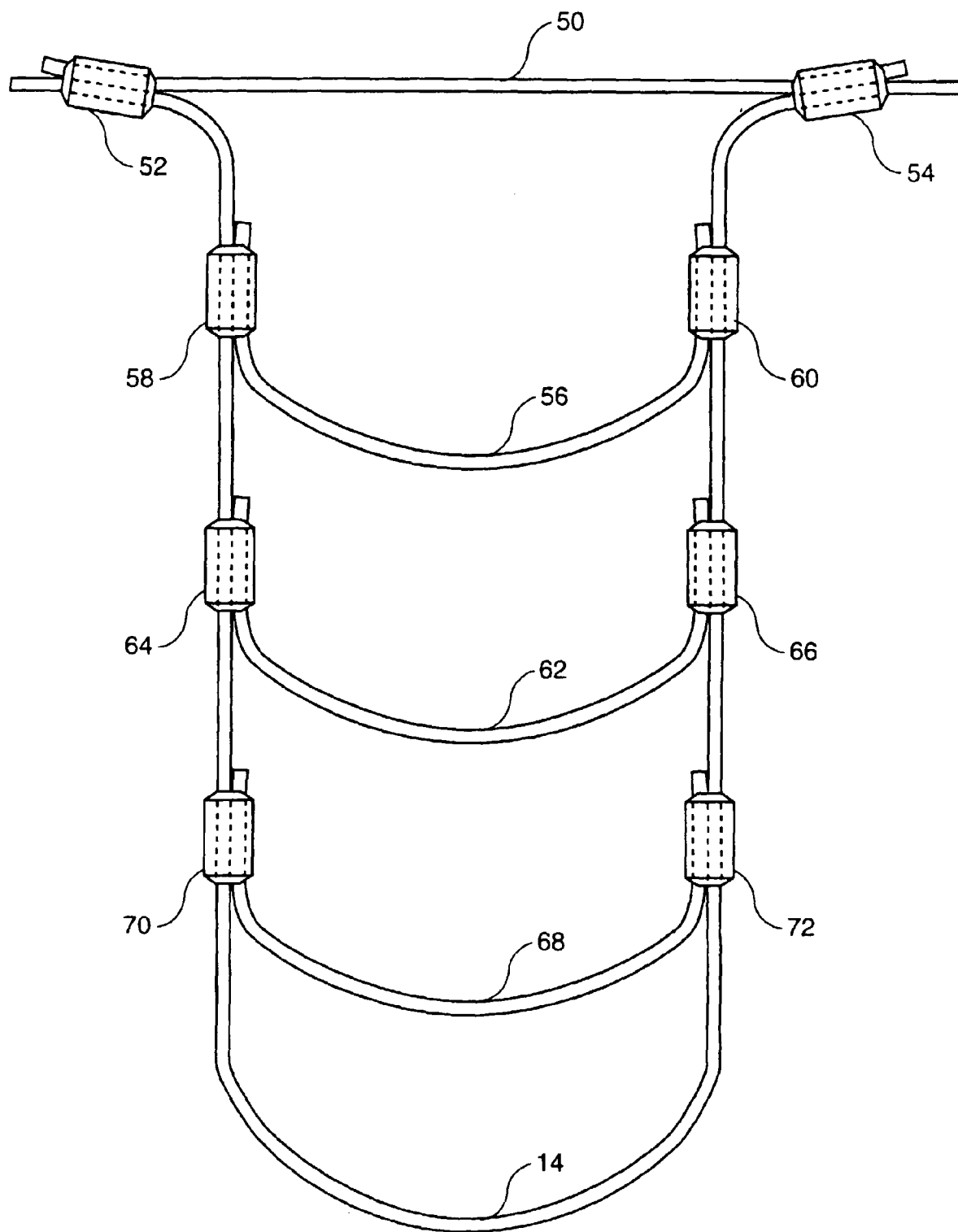


FIG. 7





Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 98 48 0032

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)
D,A	FR 2 414 586 A (L'ENTREPRISE INDUSTRIELLE) 10 août 1979 * page 4, ligne 34 - page 5, ligne 13; figure 1 *	1	E01F7/04
A	US 5 435 524 A (L.H. INGRAM) 25 juillet 1995 * colonne 2, ligne 45 - colonne 3, ligne 53; figures 1,4 *	1	
A	CH 676 259 A (ISOFER) 28 décembre 1990 * colonne 2, ligne 57 - colonne 3, ligne 2; figures *	1	
D,A	WO 87 00878 A (G. CARGNEL) 12 février 1987		
A	FR 2 323 070 A (KABELWERKE BRUGG) 1 avril 1977		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			E01F
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
LA HAYE		20 août 1998	Verveer, D
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>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</p> <p>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  &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			

EPO FORM 1503 03 82 (P4C02)