



(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt : **91403403.8**

(51) Int. Cl.⁵ : **E02B 7/16**

(22) Date de dépôt : **16.12.91**

(30) Priorité : **28.12.90 FR 9016430**

(43) Date de publication de la demande :
01.07.92 Bulletin 92/27

(84) Etats contractants désignés :
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI NL SE

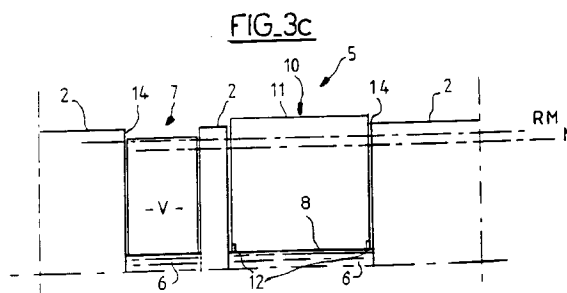
(71) Demandeur : **GTM-ENTREPOSE**
61 Avenue Jules Quentin
F-92003 Nanterre (FR)

(72) Inventeur : **Lemperiere, François**
18, rue de la Bourgogne
F-92190 Meudon (FR)

(74) Mandataire : **Lefebure, Gérard et al**
Office Blétry 2, boulevard de Strasbourg
F-75010 Paris (FR)

(54) **Evacuateur de crues exceptionnelles pour barrage comportant au moins deux dispositifs d'évacuation de crues.**

(57) Afin de remplacer à moindre coût certaines vannes pour obturer de façon quasi permanente, sauf lors du passage de crues exceptionnelles, tout ou partie du seuil déversant libre (6) d'un barrage, l'invention prévoit de disposer sur le seuil (6) du déversoir (5) une hausse (10), constituée par au moins un élément massif (11), ladite hausse (10) ou les éléments de hausse (11) étant rendus fusibles par basculement pour une charge d'eau prédéterminée correspondant à un niveau (N) au plus égal au niveau maximal (RM) et permettant alors le passage des crues exceptionnelles, les crues moins importantes étant évacuées par un autre dispositif permanent (7).



La présente invention concerne un évacuateur de crues exceptionnelles pour barrages et ouvrages similaires du type comprenant deux dispositifs d'évacuation de crues, l'un des deux dispositifs étant constitué par un seuil déversant dont la crête est située à un premier niveau prédéterminé plus bas qu'un second niveau prédéterminé correspondant à un niveau maximal ou niveau des plus hautes eaux pour lequel le barrage est conçu, la différence desdits premier et second niveaux correspondant à un débit maximal prédéterminé d'une crue exceptionnelle, et une hausse mobile obturant ledit seuil.

L'état actuel de la pratique de la conception et de la construction des barrages conduit à dimensionner leurs ouvrages d'évacuation des eaux pour des conditions de crue importantes (millénale ou décennale par exemple). Par conséquent, la plupart du temps, seule une très faible partie des capacités d'évacuation desdits ouvrages est utilisée. De plus, il est connu de régler les débits évacués par le seuil déversant à l'aide de vannes, notamment pour augmenter la capacité de retenue ou d'écrêtement des crues du barrage.

Dans ces conditions, il est clair que lesdites vannes doivent obturer la totalité du seuil déversant, mais que la plupart d'entre-elles pourraient rester fermées de façon quasi permanente en l'absence de crues exceptionnelles et ne s'ouvrir que tous les 20 ou 50 ans par exemple. Dans le cas où l'autre dispositif d'évacuation permet l'évacuation des crues les plus fréquentes (comme par exemple des évacuateurs de fond, de demi fond ou de surface, vannés ou non, où la prise d'eau d'une usine hydroélectrique, ou tout autre dispositif d'évacuation des eaux), il est également clair que la totalité desdites vannes pourraient rester fermées de façon quasi permanente.

Par ailleurs, la non ouverture des vannes, quelle que soit leur nature, reste une cause importante de rupture de barrages. Ces vannes présentent donc l'inconvénient d'une moins bonne sécurité de fonctionnement que les seuils libres déversants; de plus elles sont chères.

Divers dispositifs économiques ont été proposés et existent déjà pour obturer un seuil déversant libre tels que des sacs de sable ou des batardeaux (également appelés Flashboards) ou d'autres dispositifs d'obturation semblables qui nécessitent une intervention humaine préalable à chaque crue et présentent donc un aléa de fonctionnement important.

Il existe également, sur certains grands barrages en remblais, une section de digue fusible, arasée à une cote inférieure à celle du reste de l'ouvrage et fonctionnant suivant le principe de l'érosion de ses matériaux constitutifs, érosion qui est engendrée par une montée extrême du niveau de la retenue lors d'une crue d'importance très exceptionnelle. Cette digue fusible a en fait pour but d'éviter le déversement incontrôlé et catastrophique d'une crue extrême sur l'ensemble d'un ouvrage, en concentrant les effets de

la crue sur une section spécialement aménagée pour se rompre par érosion et offrir ainsi une capacité d'évacuation supplémentaire. Après la rupture de la digue fusible, des travaux de réparation importants seraient nécessaires pour permettre à nouveau l'exploitation normale de l'ouvrage. D'autre part, l'ouverture d'une digue fusible peut conduire à une augmentation trop rapide du débit en aval.

On connaît par ailleurs les hausses fusibles telles que décrites dans les demandes de brevets antérieures de la demanderesse N° 90 403 592.0 et N° 90 403 593.8 respectivement déposées le 14.12.90 et le 14.12.90 et intitulées toutes deux "Déversoir évacuateur de crues pour barrages et ouvrages similaires". Ces hausses présentent l'avantage de permettre l'obturation du seuil pour un faible coût. Toutefois, dans la mesure où elles sont dimensionnées pour évacuer les crues de faible ou moyen débit, elles doivent avoir une hauteur plus faible que le niveau des plus hautes eaux.

Le problème que la présente invention cherche à résoudre est d'obtenir de façon quasi-permanente, pour un coût très inférieur à celui des vannes et sur une hauteur plus élevée qu'auparavant, tout ou partie d'un seuil déversant libre tout en permettant, de façon totalement fiable, l'évacuation des crues exceptionnelles, sans intervention extérieure et sans modification majeure de l'ouvrage. La présente invention constitue donc un substitut économique à la fraction des vannes destinée uniquement à évacuer les crues les moins fréquentes.

A la connaissance de la demanderesse, il semble donc qu'aucun dispositif existant ne réponde de manière satisfaisante aux objectifs indiqués plus haut, avec une exploitation simple et pour un coût d'investissement modéré.

Selon la présente invention, le problème susmentionné est résolu par le fait que la hausse comprend au moins un élément de hausse rigide et massif, qui est posé sur la crête du seuil déversant et est maintenu en place sur celui-ci par gravité, ledit élément de hausse ayant une hauteur prédéterminée au moins égale à la différence des premiers et seconds niveaux prédéterminés et étant dimensionné en taille et en poids pour que le moment des forces appliquées par l'eau à l'élément de hausse atteigne le moment des forces de pesanteur qui tendent à maintenir l'élément de hausse en place sur le seuil déversant, et qu'en conséquence ledit élément de hausse soit déséquilibré lorsque l'eau atteint un troisième niveau prédéterminé au plus égal au second niveau prédéterminé.

Dans ces conditions, il est clair que tout ou partie du seuil déversant peut être obturé par les éléments de hausse. Le ou les éléments de hausse peuvent être fabriqués à un coût modéré par rapport aux vannes et, dans le cas où ils sont installés sur le seuil d'un barrage existant, cette installation, éventuellement jointe à l'installation des vannes, peut être faite sans

qu'il soit apporté de modifications majeures au seuil déversant du barrage, comme on le verra plus loin. Il est également clair que pour des crues d'importance moyenne, tant que le niveau de l'eau n'atteint pas ledit troisième niveau prédéterminé, lequel peut être déterminé en pratique de façon à être égal ou légèrement plus bas que ledit second niveau prédéterminé, c'est à dire le niveau des plus hautes eaux, l'eau pourra être évacuée par les vannes ou autres dispositifs dimensionnés pour les débits les plus courants, sans qu'il en résulte une destruction de la hausse et, par suite, sans que le déversoir cesse d'être obturé par ladite hausse. En revanche, dans le cas d'une crue exceptionnelle, le niveau de l'eau atteint le troisième niveau prédéterminé, un ou des éléments de hausse sont automatiquement déséquilibrés et chassés par l'eau sous la seule action des forces de l'eau, donc sans qu'une intervention extérieure soit nécessaire, redonnant ainsi au seuil sa pleine capacité d'évacuation.

Bien que, théoriquement, cela ne soit pas absolument indispensable, une butée de hauteur prédéterminée est de préférence prévue sur le seuil déversant au pied de l'élément de hausse, du côté aval de celui-ci, pour l'empêcher de glisser vers l'aval sur le seuil, sans toutefois l'empêcher de basculer par-dessus la butée quand le niveau atteint ledit troisième niveau prédéterminé. Bien entendu, dans ce cas, la hauteur de la butée est prise en compte comme on le verra plus loin pour le dimensionnement en taille et en poids du ou des éléments de hausse.

Un joint d'étanchéité peut être disposé entre le seuil déversant et la base de l'élément de hausse, près du bord amont de ladite base. Toutefois, un tel joint d'étanchéité n'est pas absolument indispensable si, en l'absence de joint d'étanchéité, les fuites d'eau entre l'élément de hausse et le seuil déversant sont faibles et si la zone du seuil déversant sur laquelle repose le ou lesdits éléments de hausse est convenablement drainée de telle façon qu'aucune sous-pression appréciable ne puisse s'établir sous le ou lesdits éléments de hausse. Par contre, comme on le verra plus loin, des moyens peuvent être prévus pour établir automatiquement une sous-pression sous le ou lesdits éléments de hausse quand le niveau d'eau atteint ledit troisième niveau prédéterminé, afin de favoriser le déséquilibre et le basculement dudit ou desdits éléments de hausse au moment où cela devient indispensable pour évacuer une crue exceptionnelle.

L'invention peut être appliquée aussi bien au déversoir d'un barrage existant qu'à celui d'un barrage en cours de construction. Dans le premier cas, la crête du seuil déversant peut être dérasée à un niveau plus bas que ledit premier niveau prédéterminé et le ou lesdits éléments de hausse sont posés sur le seuil dérasé et l'obturent. On peut ainsi obtenir une sécurité plus grande qu'avec le seuil déversant non dérasé, étant donné que l'ouverture qui est obtenue

après basculement du ou des éléments de hausse a une hauteur plus grande que dans le cas d'un seuil déversant non dérasé, permettant ainsi d'évacuer un débit de crue plus important que le débit maximal de la crue exceptionnelle pour laquelle le barrage avait été initialement conçu.

De même, dans la conception d'un nouveau barrage, on pourra adopter une plus grande différence entre les premiers et seconds niveaux prédéterminés (ce qui contribue à augmenter la sécurité, ou à débit maximal égal, à diminuer le coût d'ouvrages tels que les coursiers) sans craindre que cela empêche la maîtrise des débits sortant du barrage, grâce à l'utilisation conjointe de dispositifs évacuant les débits les plus courants et d'un ou plusieurs éléments de hausse conformes à la présente invention.

Dans ces deux cas, le choix de la différence entre les premiers et seconds niveaux prédéterminés résultera d'une optimisation entre augmentation de la sécurité, diminution du coût des ouvrages et augmentation éventuelle du coût des vannes situées sur le déversoir.

Dans le cas où plusieurs éléments de hausse sont prévus, chaque élément de hausse ou un groupe d'éléments de hausse peut être dimensionné de façon à basculer pour un niveau d'eau prédéterminé plus bas que celui auquel un autre élément ou groupe d'éléments de hausse basculera, ce dernier étant lui-même dimensionné de façon à basculer pour un niveau d'eau plus bas que celui auquel basculera un troisième élément ou groupe d'éléments de hausse, et ainsi de suite. De cette manière, on obtient, si nécessaire, une augmentation progressive de la capacité d'évacuation suivant l'importance de la crue.

On notera également que, si un ou plusieurs éléments de hausse ont été basculés et chassés par une crue exceptionnelle, ils peuvent être facilement et économiquement remplacés par d'autres éléments de hausse, sans avoir à effectuer des réparations importantes, après que la crue a été évacuée.

D'autres caractéristiques et avantages apparaîtront au cours de la description qui va suivre de diverses formes d'exécution de la présente invention données à titre d'exemple, en référence aux dessins annexés dans lesquels :

La figure 1 est une vue en perspective montrant un ouvrage auquel l'invention peut être appliquée, tel qu'un barrage, son déversoir évacuateur de crues exceptionnelles à seuil déversant libre et un autre déversoir destiné à l'évacuation des crues courantes et muni de vannes.

La figure 2 est une vue en perspective montrant un ouvrage auquel l'invention peut être appliquée, tel qu'un barrage, son déversoir évacuateur de crues exceptionnelles à seuil déversant libre et un autre dispositif d'évacuation des eaux tel qu'un évacuateur de fond, vanné ou pas, ou une usine hydroélectrique.

La figure 3a est une vue en élévation du déversoir

évacuateur de crues exceptionnelles de la figure 1 ou 2, du côté aval et équipé d'une hausse fusible conforme à la présente invention.

La figure 3b est une vue en plan du déversoir de la figure 3a.

La figure 3c est une vue en élévation d'un autre déversoir équipé d'une hausse fusible conforme à la présente invention.

Les figures 4a et 4b sont des vues en coupe verticale expliquant le fonctionnement de la hausse fusible.

La figure 5 est un graphique montrant les différentes forces qui, en service peuvent être appliquées à un élément de hausse conforme à la présente invention.

La figure 6 est un graphique représentant les variations des moments des forces motrices et résistantes en fonction de la hauteur d'eau au-dessus du seuil déversant.

La figure 7 est une vue en coupe verticale montrant un élément de hausse de la présente invention, auquel est associé un dispositif déclencheur de basculement.

La figure 8 est une vue en plan d'un déversoir muni d'un autre dispositif déclencheur de basculement.

Les figures 9a à 9c montrent en perspective diverses formes d'exécution d'un élément de hausse conforme à la présente invention.

Les figures 10 et 11 montrent en coupe verticale deux autres variantes de réalisation de l'élément de hausse de l'invention.

La figure 12 est une vue en perspective montrant deux éléments adjacents de hausse selon une autre forme de réalisation de l'invention.

La figure 13 est une vue en coupe verticale d'un des éléments de hausse de la figure 12.

Les figures 14 et 15 sont des vues de l'élément de hausse respectivement suivant les flèches F et G de la figure 13.

Les figures 16a et 16b montrent à plus grande échelle et en coupe, un détail de l'élément de hausse de la figure 13.

La figure 17 est une figure semblable à la figure 13 et montre une variante de réalisation.

La figure 18 est une vue en plan d'une partie du seuil du déversoir dans le cas de la variante de la figure 17 et avant mise en place des éléments de hausse.

L'ouvrage 1 représenté dans la figure 1 et dans la figure 2 peut être un barrage en remblais ou un barrage en béton ou maçonnerie. Toutefois il y a lieu de noter que l'invention n'est pas limitée au type de barrage montré dans la figure 1 ou dans la figure 2, mais qu'au contraire elle peut s'appliquer à n'importe quel type de barrage connu doté d'un seuil déversant libre.

Dans les figures 1 et 2 le numéro de référence 2

désigne la crête du barrage, le numéro 3 son parement aval, le numéro 4 son parement amont, le numéro 5 un déversoir évacuateur de crues, le numéro 6 le seuil du déversoir 5, le numéro de référence 7 désigne d'une manière générale un dispositif d'évacuation des crues courantes. Le déversoir 5 peut être implanté dans la partie centrale du barrage 1 ou en extrémité de celui-ci ou encore excavé sur une rive sans que cela n'altère la possibilité d'utilisation de l'invention. Dans la figure 2, le dispositif d'évacuation 7 est un dispositif classique d'évacuation des eaux de fond. Dans la figure 1, le dispositif d'évacuation 7 est un seuil déversant équipé de vannes de surface classiques. Cependant, il va de soi que le dispositif 7 pourrait être constitué par tout autre dispositif d'évacuation des crues connu sans que cela n'altère la possibilité d'utilisation de l'invention.

Dans un ouvrage du type de ceux auxquels s'applique l'invention, le niveau de la retenue en l'absence de crue est toujours inférieur ou égal au niveau RN de la crête 8 du déversoir 6. Le niveau de la retenue en cas de crue est toujours inférieur ou égal à RM ou niveau des plus hautes eaux (PHE).

La présente invention permet de façon quasi permanente d'obturer le déversoir 6. A cet effet, l'invention prévoit de disposer sur le seuil déversant 6 une hausse 10 constituée par au moins un élément massif 11, par exemple cinq éléments 11a - 11e comme montré dans les figures 3a et 3b, ladite hausse 10 ou les éléments 11 étant rendus fusibles par basculement pour une charge d'eau prédéterminée correspondant à un niveau N au plus égal au niveau maximal RM et permettant alors le passage des plus fortes crues.

Bien entendu, le nombre des éléments de hausse 11 n'est pas limité à cinq éléments comme montré dans les figures 3a et 3b, mais peut être plus petit ou plus grand selon la longueur du déversoir 5 (mesurée dans le sens longitudinal du barrage). De préférence, le nombre des éléments de hausse 11 est choisi de façon à obtenir des masses unitaires faibles permettant une mise en place et un remplacement aisé desdits éléments de hausse.

Chaque élément de hausse 11 a une hauteur H_1 supérieure à RM, est posé sur le seuil déversant 6 et est maintenu sur celui-ci par gravité. De préférence, chaque élément de hausse 11 est retenu contre tout glissement vers l'aval, par une butée 12 située au pied de l'élément 11, du côté aval de celui-ci. La butée 12 peut être par exemple encastrée dans le seuil 6, comme montré par exemple dans la figure 4a, et elle peut être discontinue comme montré dans les figures 3a et 3b. Toutefois, si on le désire, la butée 12 pourrait être continue. Comme on le verra plus loin, la hauteur de la butée 12 est prédéterminée, mais elle peut être variable suivant les efforts en jeu et suivant le niveau d'eau à partir duquel on souhaite amorcer le basculement de chaque élément de hausse 11.

Comme montré dans la figure 3b, un joint d'étanchéité classique 13, par exemple en caoutchouc, est prévu à chacune des deux extrémités de la hausse 10 entre celle-ci et les flancs latéraux 14 du déversoir 5. Quand la hausse 10 est constituée par plusieurs éléments 11, des joints d'étanchéité 13 sont également prévus entre les parois latérales verticales, deux à deux en vis à vis, des éléments adjacents de hausse 11 comme cela est également visible dans la figure 3b. De préférence un joint d'étanchéité 15 est aussi prévu entre le seuil déversant 6 et la base des éléments de hausse 11 près du bord amont 16 de ladite base comme cela est par exemple visible dans les figures 4a et 4b. Comme montré dans la figure 3b, les joints 13 et le joint 15, lorsque ce dernier est prévu, sont disposés dans un même plan vertical. Au lieu de prévoir le joint 15 ou en plus de celui-ci, un système de drainage peut être aménagé de façon continue dans le seuil déversant 6, dans la zone de celui-ci sous-jacente à la hausse 10, afin d'assécher cette zone et d'éviter que, en service normal, une sous-pression ne soit appliquée aux éléments de hausse 11.

Comme montré dans la figure 3c, dans le cas où un barrage comporterait comme seul dispositif d'évacuation des crues un seuil déversant libre, on peut envisager d'équiper une partie seulement de ce seuil d'une ou plusieurs vannes v et la partie restante d'une hausse fusible 10 conforme à l'invention. On obtient ainsi un barrage conforme à l'invention à l'unique seuil déversant 6 duquel sont associés deux dispositifs d'évacuation, l'un (7) équipé d'au moins une vanne v pour l'évacuation des crues courantes, l'autre équipé de la hausse fusible 10 pour l'évacuation des crues exceptionnelles.

Comme cela sera expliqué plus loin chaque élément de hausse 11 est dimensionné de manière à être autostable pour une charge d'eau inférieure à un niveau prédéterminé N, lui-même au plus égal au niveau maximal RM des plus hautes eaux admissibles dans le barrage. Ainsi en supposant par exemple que ledit niveau prédéterminé est égal au niveau RM, tant que le niveau de l'eau reste inférieur au niveau RM pour des crues de faible ou moyenne importance l'eau est retenue par les hausses comme montré figure 4a sans que la hausse ne soit détruite.

Par contre, si le niveau de l'eau atteint, dans l'hypothèse susmentionnée, un niveau prédéterminé N égal ou légèrement plus bas que le niveau maximal RM dans le cas d'une forte crue ou crue exceptionnelle ou d'une avarie dans le fonctionnement du dispositif 7, au moins un élément 11 de la hausse 10 est déséquilibré sous la poussée de l'eau et bascule autour de la butée 12 comme montré dans la figure 4b et le ou les éléments 11 qui sont basculés sont évacués par l'eau de la crue au moins jusqu'au pied du déversoir 5, permettant ainsi l'évacuation des crues les plus fortes. Après évacuation d'une forte crue

ayant entraîné le basculement de la hausse 10, le niveau de l'eau revient au niveau de la retenue normale RN ou à un niveau plus bas encore. On peut éventuellement prévoir quelques éléments 11 de rechange, disponibles en permanence sur le site du barrage, pour permettre une réparation de la hausse 10 en cas de besoin. Il faut cependant noter que le non remplacement d'un ou plusieurs éléments 11, après une crue exceptionnelle ou une avarie dans le fonctionnement du dispositif 7 ayant entraîné le basculement d'au moins un élément 11, ne diminue pas la sécurité de fonctionnement de l'ouvrage.

On donnera maintenant un exemple numérique de dimensionnement d'une hausse fusible conforme à la présente invention. Habituellement, les barrages et les seuils déversants sont dimensionnés pour que le niveau du lac (niveau de la retenue) atteigne le niveau maximal RM pour la crue exceptionnelle envisagée (crue de projet). Cette crue peut être par exemple la crue ne se produisant qu'une année sur mille (crue millénale).

Pour fixer les idées, on supposera que le débit de cette crue de projet est par exemple de 900 m³/s, que le débit maximum atteint en moyenne sur 50 ans, beaucoup plus faible que celui de la crue de projet est de 100 m³/s, que le seuil déversant libre 6 sur lequel est posé la hausse 10 a une longueur de 40 m et que le dispositif 7 a une capacité d'évacuation de 100 m³/s.

Dans ces conditions, la hauteur H de la lame d'eau nécessaire pour évacuer le débit de la fraction de la crue de projet que n'évacue pas le dispositif 7 correspond à 20 m³/s par mètre linéaire de seuil, Cette hauteur H peut être calculée par la formule suivante :

$$Q = 1,8 H^{3/2}$$

d'après laquelle on peut voir que H est sensiblement égal à 5 m dans l'hypothèse faite plus haut. Toujours dans cette hypothèse, le niveau du seuil 6 du déversoir 5 est arasé à 5 m en dessous du niveau maximal RM pour permettre l'évacuation de la crue millénale. On peut alors équiper le seuil 6 de hausses conformes à la présente invention, dont la hauteur est supérieure ou égale à 5 m.

Le basculement du ou des éléments de hausse 11 et, par suite, leur destruction dépend de l'équilibre entre, d'une part, le moment moteur, c'est à dire le moment des forces qui tendent à renverser l'élément de hausse considéré, et, d'autre part, le moment résistant, c'est à dire le moment des forces qui tendent à stabiliser ledit élément de hausse. Si on ne prévoit pas un dispositif déclencheur directement lié au niveau d'eau, pour déclencher le basculement de l'élément de hausse avec précision pour un niveau d'eau prédéterminé, la hauteur d'eau correspondant à l'équilibre susmentionné ne peut être fixée qu'avec une marge d'incertitude pouvant atteindre 0,2 m. Dans ces conditions, il est nécessaire, par sécurité,

de réduire la hauteur de basculement du ou des éléments de hausse 11 d'une quantité correspondant à cette marge d'incertitude, par exemple 0,2m. Toutefois, on peut diminuer cette incertitude en prévoyant un dispositif déclencheur qui sera décrit plus loin en faisant référence à la figure 7.

La figure 5 montre les différentes forces qui, en service, peuvent être appliquées à un élément de hausse 11 de la présente invention. Pour la description qui va suivre on supposera que l'élément 11 a une forme parallélépipédique et a une largeur L et une hauteur H₁. Dans la figure 5, B désigne la hauteur de la butée 12 au-dessus du seuil 6, et z désigne le niveau de l'eau. Les forces motrices qui tendent à faire basculer l'élément de hausse 11 sont la poussée P de l'eau sur la face amont de l'élément de hausse 11 et la sous-pression U qui s'exerce éventuellement sur la surface de base dudit élément de hausse et qui est due à l'existence de fuites éventuelles aux joints d'étanchéité ou à la présence d'un dispositif déclencheur qui sera décrit plus loin. La force résistante qui tend à stabiliser l'élément de hausse 11 est son poids propre W.

Pour calculer les valeurs de P, U et W ainsi que les valeurs des moments moteur et résistant correspondants par rapport à la butée 12, il y a lieu de considérer deux cas en fonction de la hauteur d'eau z au-dessus du seuil 6. Les valeurs P, U et W et des moments moteur et résistant correspondants sont résumées ci-dessous pour les différents cas, lesdites valeurs étant données par unité de longueur de l'élément de hausse 11.

a/ si : $0 < z < 3 B$:

$$P = \frac{1}{2} \cdot \gamma_w \cdot z^2 \quad (2)$$

$$U = \frac{1}{2} \cdot \gamma_w \cdot z \cdot L \quad (3)$$

$$W = \gamma_b \cdot H_1 \cdot L \quad (4)$$

$$Mm = 0 \quad (5)$$

$$MmU = \frac{1}{3} \cdot \gamma_w \cdot z \cdot L^2 \quad (6)$$

$$Mr = \frac{1}{2} \cdot \gamma_b \cdot H_1 \cdot L^2 + \frac{1}{2} \cdot \gamma_w \cdot z^2 \cdot (B - \frac{z}{3}) \quad (7)$$

b/ si : $3 B < z < H_1$

$$P = \frac{1}{2} \cdot \gamma_w \cdot z^2 \quad (8)$$

$$U = \frac{1}{2} \cdot \gamma_w \cdot z \cdot L \quad (9)$$

$$W = \gamma_b \cdot H_1 \cdot L \quad (10)$$

$$Mm = \frac{1}{2} \cdot \gamma_w \cdot z^2 \cdot (\frac{z}{3} - B) \quad (11)$$

$$MmU = Mm + \frac{1}{3} \cdot \gamma_w \cdot z \cdot L^2 \quad (12)$$

$$Mr = \frac{1}{2} \cdot \gamma_b \cdot H_1 \cdot L^2 \quad (13)$$

Dans les formules sus-indiquées, P, U, W, L, H₁, B et z ont les significations déjà indiquées plus haut. Mm est le moment moteur en l'absence de sous-pres-

sion U, MmU est le moment moteur en présence d'une sous-pression U, γ_w est le poids volumique de l'eau et γ_b est le poids volumique moyen de l'élément de hausse, et Mr est le moment résistant.

Dans le graphique de la figure 6, les tracés A, C et D représentent respectivement les variations de Mr, Mm et MmU en fonction de la hauteur d'eau z au-dessus du seuil 6. Les tracés A, C et D ont été obtenus à partir des formules indiquées plus haut et pour H₁ = 5m, L = 2,6m, B = 0,15m, $\gamma_w = 10 \text{ kNm}^{-3}$ et $\gamma_b = 24 \text{ kNm}^{-3}$.

En considérant les tracés A et C on voit que le moment moteur Mm (sans sous-pression U) atteint la même valeur que le moment résistant Mr pour une valeur de z environ égale à 4,8m. Autrement dit, en l'absence d'une sous-pression U le basculement de l'élément de hausse 11 se produira quand le niveau de l'eau atteindra une hauteur de 4,8m au-dessus du seuil 6. De même, en considérant les tracés A et D, on voit qu'en présence d'une sous-pression U, le moment moteur MmU atteint la même valeur que le moment résistant Mr pour une valeur de z d'environ 4,4m. Les éléments de hausse ainsi dimensionnés s'adapteront à un seuil dont les plus hautes eaux correspondant au niveau RM sont de 5m. D'après les formules (11) et (13), on voit que si l'on avait voulu que, en l'absence de sous-pression U et sans changer la valeur de la hauteur H₁ de l'élément de hausse 11, le basculement de ce dernier se produise pour une valeur de z égale à 4,5m, il aurait fallu diminuer la valeur de γ_b et/ou la valeur de L et/ou la valeur de B par rapport aux valeurs indiquées plus haut.

D'après ce qui précède, on voit que, par un dimensionnement approprié en taille et en poids de l'élément de hausse 11 et par un dimensionnement approprié de la butée 12, on peut faire en sorte que l'élément de hausse 11 bascule pour un niveau d'eau prédéterminé. On voit également que si l'élément de hausse 11 a été dimensionné pour basculer à un niveau d'eau prédéterminé en l'absence d'une sous-pression à sa base et si l'étanchéité entre l'élément de hausse et le seuil 6 n'est pas parfaite, une sous-pression s'exercera sur la base de l'élément de hausse, ce qui provoquera son basculement pour un niveau d'eau inférieur au niveau d'eau prédéterminé susmentionné. Un défaut d'étanchéité n'est donc pas catastrophique mais constitue plutôt un facteur de sécurité dans la mesure où il aide au basculement de l'élément de hausse.

Ceci peut être mis à profit pour provoquer le basculement de l'élément de hausse 11 de manière encore plus sûre et avec une plus grande précision en ce qui concerne le niveau d'eau auquel se produit le basculement. En effet, il peut être avantageux de prendre des dispositions pour que la sous-pression U appliquée à l'élément de hausse reste nulle ou très faible tant que le niveau de l'eau reste inférieur à un niveau prédéterminé, et pour qu'une sous-pression

de valeur substantiellement plus forte soit brusquement appliquée à l'élément de hausse 11 à l'instant où le niveau de l'eau atteint ledit niveau prédéterminé, le dimensionnement des éléments étant tel qu'à cet instant le moment moteur passe brusquement d'une valeur M_m un peu plus petite que la valeur du moment résistant M_r à une valeur M_{mU} substantiellement plus grande que la valeur dudit moment résistant M_r . A cet effet, on peut utiliser par exemple un dispositif déclencheur tel que celui montré dans la figure 7. Le dispositif déclencheur montré dans la figure 7 est essentiellement constitué par un tuyau de pressurisation 21 qui, en service normal, met la zone sous-jacente à l'élément de hausse 11 en relation avec l'atmosphère, l'extrémité supérieure 21a du tuyau de pressurisation 21 étant située à un niveau égal ou inférieur au niveau N pour lequel on désire que le basculement de l'élément de hausse 11 se produise (la différence entre le niveau du sommet du tuyau et le niveau N correspondant à la hauteur de la lame d'eau se déversant dans le tuyau et nécessaire à son remplissage). Le tuyau 21 peut passer à travers l'élément de hausse 11 comme montré en trait plein dans la figure 7, ou il peut passer à l'extérieur de l'élément 11 de hausse comme montré en trait mixte en 21' dans la figure 7, de telle façon que son extrémité supérieure soit placée en dehors de l'élément de hausse 11. Le tuyau de pressurisation peut encore être en partie noyé dans le seuil 6 comme cela est également montré en trait mixte en 21'' dans la figure 7. Dans le cas où plusieurs éléments de hausse 11 sont prévus et doivent basculer pour des niveaux d'eau différents, au moins un tuyau de pressurisation 21 est associé à chaque élément de hausse et chaque tuyau de pressurisation 21 s'étend vers le haut jusqu'au niveau pour lequel chaque élément doit basculer. Naturellement, dans ce cas, les zones du seuil 6 qui sont sous-jacentes à des éléments de hausse devant basculer pour des niveaux d'eau différents, doivent être isolées les unes des autres par des joints d'étanchéité disposés de manière appropriée.

En plus ou en remplacement du dispositif déclencheur 21 de la figure 7, on peut envisager de mettre en oeuvre un autre dispositif déclencheur (fig. 8) constitué essentiellement par un tuyau 22 qui est disposé selon l'une des modalités indiquées plus haut pour le tuyau 21 et dont l'extrémité 23 qui est éloignée de la zone sous-jacente à l'élément de hausse 11 est reliée à un dispositif de mise en pression 24 qui peut être commandé par un robinet 25 commandé par un dispositif de commande 26 automatique et/ou manuel et qui permet de provoquer le basculement des hausses alors qu'elles seraient restées stables. Le dispositif de mise en pression 24 peut être par exemple un réservoir, plus haut que le seuil 6, contenant de l'eau dont la surface libre est en contact avec l'atmosphère. Le dispositif 24 peut aussi être une réserve de fluide maintenu sous pression. Le dispositif 26 peut être par

exemple un volant de manoeuvre du robinet 25, ou une commande automatique du robinet 25 reliée à un capteur du niveau de la retenue ou du débit à l'amont de la retenue, ou une combinaison de ces éléments. Il est clair que selon la valeur de la pression appliquée par le dispositif 24, le basculement de l'un au moins des éléments de hausse 11 n'est possible qu'à partir du moment où l'eau a atteint un certain niveau dans la retenue. Ce dispositif facilite un basculement prématuré sélectif des éléments de hausse 11 pour prévenir une très forte crue par exemple.

Cette solution doit notamment permettre, lorsqu'une crue exceptionnelle est annoncée, de commencer à vider le réservoir en avance en provoquant volontairement et/ou automatiquement le basculement d'au moins un élément de hausse 11 et de réduire d'une part le nombre des éléments qui devront basculer lors du plein effet de la crue sur la hausse 10, et d'autre part le débit maximum de la crue en aval.

Il peut être avantageux, pour améliorer la sécurité d'un ouvrage existant dont le seuil déversant 6 avait été initialement arasé, en fonction d'une crue exceptionnelle initialement choisie, à un niveau déterminant le niveau de la retenue normale RN, de déraser le seuil 6 de quelques décimètres en-dessous de sa cote actuelle (correspondant à RN) et de poser sur le seuil dérasé 6 une hausse fusible 10 conforme à la présente invention, composée d'au moins un élément de hausse 11 dimensionné en taille et en poids de la manière décrite plus haut pour basculer autour de la butée 12 lorsque le niveau de l'eau atteint un niveau prédéterminé. Dans ces conditions, la probabilité d'ouverture de la hausse 10 n'est pas modifiée mais, en cas de crue exceptionnelle, la section d'écoulement disponible après destruction totale de la hausse 10 est notablement augmentée pour un même niveau d'eau dans la retenue, ce qui permet d'évacuer sans risque une crue ayant un débit très supérieur à celui de la crue pour laquelle l'ouvrage avait été initialement dimensionné.

Dans la description qui précède, on a supposé que chaque élément de hausse 11 est constitué par un bloc ayant en gros une forme parallélépipédique. Chaque élément de hausse 11 peut être constitué par un bloc creux comme montré dans la figure 9a, comportant un ou plusieurs alvéoles remplis d'un lest 32, comme par exemple du sable, des graviers ou autres matériaux pesant en vrac. Un couvercle (non montré) peut être prévu pour obturer le ou les alvéoles 31 après qu'ils ont été remplis d'un lest. La forme d'exécution de la figure 9a convient particulièrement bien quand la hausse 10 doit comporter plusieurs éléments de hausse ayant tous la même hauteur, mais devant basculer pour des niveaux d'eau différents. Dans ce cas, il suffit en effet de régler le poids de chacun des éléments de hausse 11 par une quantité de lest 32 appropriée pour obtenir le basculement de l'élément de hausse 11 correspondant pour le niveau

d'eau N prédéterminé désiré. Elle présente également l'avantage de faciliter la mise en place des hausses 11, qui peuvent être posées vides de leur lest sur le déversoir 6 afin de faciliter leur manutention. Elle permet enfin d'améliorer l'évacuation des hausses lors de leur basculement puisque la force de l'eau peut les vider de leur lest et diminuer ainsi leur poids.

Suivant une autre forme d'exécution de la présente invention, chaque élément de hausse 11 peut être constitué par un assemblage de plaques, en béton, en acier ou en tout autre matière appropriée rigide et pesante. Comme montré dans la figure 9b, l'assemblage de plaques peut comporter une plaque rectangulaire de base 33, horizontale ou sensiblement horizontale, et une plaque rectangulaire frontale 34, verticale ou faisant avec la verticale un angle α pouvant atteindre 30 degrés, qui se dresse à partir du bord aval de la plaque de base 33. On notera que, dans ce cas, le poids de la colonne d'eau située au-dessus de la plaque de base 33 contribue, comme effort résistant, à stabiliser l'élément de hausse tant que le niveau de l'eau n'a pas atteint le niveau prédéterminé auquel se produit le basculement dudit élément de hausse.

Comme montré figure 9c, l'assemblage de plaques peut comporter en plus des plaques 33 et 34 deux plaques latérales 30 qui sont jointes par leur bord inférieur à la plaque de base 33 et par un de leurs bords verticaux à la plaque frontale 34. Dans la disposition particulière de la figure 9c les plaques latérales 30 présentent l'avantage de limiter les pertes d'eau latérales au début du basculement, liées à la rupture du joint 13. Elle améliore en conséquence la précision du basculement et évite tout phénomène oscillatoire.

La figure 10 représente en coupe verticale un élément de hausse 11 semblable à ceux de la figure 9b ou 9c équipé en plus d'un tuyau de pressurisation 21 ayant la même fonction que celui de la figure 7. Dans la figure 10, la plaque horizontale 33 est fixée à la plaque frontale 34 de façon à se trouver à distance au-dessus du seuil 6, et elle comporte, du côté amont, un rebord 33a dirigé vers le bas. Le joint d'étanchéité 15 est disposé entre le rebord 33a et le seuil 6. Au-dessous de la plaque 33 est ainsi formée une chambre 35, dans laquelle débouche le tuyau 21 à sa partie inférieure. Un orifice 36 est prévu à la base de la plaque 34, l'orifice 36 ayant une section plus petite que celle du tuyau 21.

Avec l'élément de hausse de la figure 10, quand, en service, le niveau de l'eau est voisin du niveau N, mais plus bas que celui-ci, les vagues éventuelles en surface peuvent provoquer des entrées d'eau dans le tuyau 21. Ces entrées d'eau rempliront partiellement la chambre 35 qui, en même temps se videra par l'orifice 36. On évite ainsi qu'une sous-pression ne soit appliquée à la plaque 33 à cause des vagues, tant que le niveau d'eau n'a pas atteint le niveau N auquel on

désire que le basculement de l'élément de hausse 11 se produise. La chambre 35 et l'orifice 36 permettent donc d'augmenter la précision du niveau auquel se produit le basculement. Bien entendu, on peut prévoir sous l'élément 11 de la figure 7 une chambre semblable à la chambre 35, ainsi qu'un orifice de drainage de cette chambre semblable à l'orifice 36.

La figure 11 montre, en coupe verticale, un élément de hausse 11 composé de plusieurs modules 11g à 11j qui sont empilés les uns sur les autres. Lesdits modules sont rendus solidaires deux à deux par un dispositif de liaison 38 empêchant le glissement des modules supérieurs vers l'aval. Le dispositif 38 peut par exemple être constitué par des crochets, ou par un emboîtement des modules les uns sur les autres. Les modules peuvent avoir tous la même dimension verticale ou des dimensions verticales différentes; par exemple, le module supérieur 11j a une dimension verticale plus faible que celles des autres modules. Avec une telle construction de l'élément de hausse, les opérations de mise en place de la hausse sont facilitées. Avantagusement le dispositif 38 peut être conçu de manière à permettre aux modules de se désolidariser automatiquement en cas de basculement ou sous l'action extérieure de poussoirs ou de câbles qui peuvent être manoeuvrés, par exemple à partir d'une passerelle (non montrée) enjambant le déversoir. Les deux formes possibles d'exécution du dispositif 38 déjà citées peuvent remplir ces conditions.

Dans la forme d'exécution présentée figures 12 à 15, les parties de l'élément de hausse 11 qui sont identiques ou ont le même objet que celles décrites précédemment, sont désignées par le même numéro de référence.

Comme indiqué dans les figures 12 et 13, l'assemblage de plaques peut comporter une plaque de base 33, sensiblement rectangulaire ou trapézoïdale, horizontale ou sensiblement horizontale, et une plaque frontale 34, rectangulaire ou trapézoïdale, verticale ou faisant avec la verticale un angle α pouvant atteindre 30 degrés. Comme cela est mieux visible dans la figure 13a, le bord inférieur de la plaque frontale 34 est librement engagé dans une rainure 40 pratiquée dans la plaque de base 33 de préférence près de son bord aval. Un joint d'étanchéité 41 est disposé dans la rainure 40 entre les plaques 33 et 34. Bien entendu, la plaque frontale 34 peut aussi être fixée rigidement à la plaque de base 33.

Selon la forme d'exécution montrée figures 12 à 15, l'assemblage de plaques comporte au moins un tirant, par exemple deux tirants 30a qui sont joints par leurs extrémités à la plaque de la base 33 et à la plaque frontale 34. La mise en oeuvre de deux tirants 30a est préférable pour les éléments de hausse 11 de grande hauteur, car elle permet de mieux transmettre les efforts de la plaque frontale 34 à la plaque de base 33. Les tirants peuvent être réalisés en acier ou en

tout autre matière appropriée. Bien entendu, le ou les tirants 30a peuvent être remplacés par une ou plusieurs plaques de renfort analogues aux plaques 30 de la figure 9c.

Comme indiqué dans les figures 12 et 13, la plaque de base 33 se trouve à une certaine distance au-dessus du seuil 6 et comporte, côté amont, un rebord 33a dirigé vers le bas, côté aval, un rebord 33b dirigé vers le bas, et sur les côtés latéraux, deux rebords 33c également dirigés vers le bas, ces quatre rebords reposant sur un cadre préfabriqué 42 posé sur le seuil 6 préalablement dérasé ou conçu de manière appropriée. Une couche de mortier 6a d'épaisseur appropriée est ensuite versée sur le seuil 6 pour enrober le cadre 42 de telle sorte que sa surface supérieure affleure le niveau final du seuil, prêt à recevoir l'élément de hausse 11. Bien entendu, les quatre rebords 33a, 33b, 33c peuvent aussi reposer directement sur le seuil 6 si ce dernier a été préalablement aménagé ou conçu de manière appropriée.

Un joint d'étanchéité 15 est disposé entre les rebords 33a, 33c et le cadre 42 ou le seuil 6 selon les cas. Au-dessous de la plaque 33 est ainsi formée une chambre 35, dans laquelle débouche à sa partie inférieure 21b un tuyau de pressurisation 21 et qui permet de favoriser le basculement avec précision de l'élément de hausse 11, pour un niveau d'eau égal au niveau N prédéterminé, grâce à la mise en sous-pression de la chambre 35, comme décrit plus haut en référence aux figures 7 et 10.

Un orifice 36 est prévu à la base du rebord aval 33b de la plaque de base 33 pour drainer la chambre 35, lorsque celle-ci est remplie partiellement par les entrées d'eau provoquées par les vagues submergeant temporairement l'extrémité supérieure 21a du tuyau 21 ou par des fuites au niveau du joint d'étanchéité 15.

Selon la forme d'exécution montrée figures 12, 14 et 15, des joints d'étanchéité 13, en caoutchouc ou en toute autre matière adéquate, sont prévus à chacune des extrémités latérales des éléments de hausse 11. La conception du joint d'étanchéité 13 doit être telle que le basculement d'un élément de hausse 11, au cas où la hausse 10 serait constituée de plusieurs éléments de hausse 11 basculant pour des niveaux d'eau différents, n'entraîne pas le basculement des autres éléments de hausse 11.

Les figures 16a et 16b montrent en coupe transversale deux formes possibles pour le joint 13 répondant à cette nécessité.

Le tuyau de pressurisation 21 peut se dresser verticalement au-dessus de la plaque de base 33, comme montré dans les figures 12 et 13 ou obliquement vers l'amont comme le tuyau 21' de la figure 7. Le tuyau 21 peut encore être en partie noyé dans le seuil 6 comme le tuyau 21'' de la figure 7.

En plus ou en remplacement du tuyau 21 des figures 12 à 15, on peut envisager de mettre en oeuvre

un autre dispositif déclencheur (fig. 17 et 18) analogue à celui de la figure 8 et constitué essentiellement par un tuyau 22 dont l'extrémité 22a débouche dans la chambre 35 et dont l'extrémité éloignée 23 est reliée à un dispositif de mise en pression 24. Le tuyau 22 peut être équipé d'un robinet 25 commandé par un dispositif de commande 26 automatique et/ou manuel comme mentionné plus haut. Le dispositif de mise en pression 24 peut être par exemple un réservoir, plus haut que le seuil 6, contenant de l'eau dont la surface libre est en contact avec l'atmosphère, ou encore la retenue d'eau du barrage, ce qui constitue la solution la plus simple à mettre en oeuvre.

Comme montré dans les figures 12, 13 et 17, chaque élément de hausse 11 est de préférence retenu contre tout glissement vers l'aval, par une ou des butées 12 fixées ou scellées dans le seuil 6 ou solidaire du cadre 42. Comme montré notamment figures 12 et 17, ce dispositif peut être complété par la mise en place sur la plaque 33 d'un lest 32 constitué, soit d'un élément monobloc, soit de plusieurs éléments empilés ou de matériaux en vrac disposés dans un réceptacle prévu à cet effet. Ce lest 32 permet d'optimiser l'équilibre entre le moment moteur et le moment résistant, tout en favorisant la réalisation d'éléments de hausse 11 dont chaque partie présente un poids unitaire peu élevé facilitant les manutentions et l'assemblage.

Bien qu'après assemblage, l'élément de hausse 11 soit rigide et massif, les liaisons entre ses diverses parties constitutives peuvent être conçues et réalisées de manière à ce qu'après le basculement d'un élément de hausse 11, chaque partie constitutive puisse se séparer des autres de façon à n'avoir à l'aval que des pièces peu volumineuses et plus faciles à récupérer ou à laisser perdues. C'est ainsi notamment que dans les formes de réalisation des figures 12 à 18, les tirants 30a peuvent être attachés aux plaques 33 et 34, par exemple par des ensembles d'anneaux et de crochets se détachant lors du basculement de l'élément de hausse. Cette conception est particulièrement intéressante pour les éléments de hausse de grandes dimensions car elle est aussi de nature à en faciliter la manutention et l'assemblage par mise en oeuvre d'éléments de faible poids unitaire.

Le dispositif de hausses de l'invention présente de nombreux avantages :

1.- Pour les déversoirs importants, la fabrication et l'installation de ces hausses se révèlent plus économiques que celles de la fraction des vannes qu'elles remplacent et dans le cas le plus général, ne nécessitent pas de modifications majeures de l'ouvrage.

2.- Il permet d'obturer de façon quasi permanente et sur une hauteur plus élevée que celle autorisée par les hausses décrites dans les deux demandes de brevets 90403592,0 et 90403593,8 déjà

citées, tout ou partie d'un seuil déversant libre, tout en permettant de façon totalement fiable, l'évacuation des crues exceptionnelles, et en règle générale, sans intervention extérieure.

3.- Ce dispositif autorise la mise en place d'éléments de hausse de faible largeur conduisant après basculement d'un élément de hausse à une faible augmentation du débit aval.

Il est bien entendu que les formes d'exécution de la présente invention qui ont été décrites ci-dessus ont été données à titre purement indicatif et nullement limitatif, et que de nombreuses modifications peuvent être facilement apportées par l'homme de l'art sans pour autant sortir du cadre de la présente invention.

Revendications

1.- Evacuateur de crues exceptionnelles pour barrages et ouvrages similaires du type comprenant deux dispositifs d'évacuation de crues (6,7), l'un des deux dispositifs étant constitué par un seuil déversant (6) dont la crête (8) est située à un premier niveau prédéterminé (RN) plus bas qu'un second niveau prédéterminé (RM) correspondant à un niveau maximal ou niveau des plus hautes eaux (PHE) pour lequel le barrage (1) est conçu, la différence desdits premier et second niveaux (RN et RM) correspondant à un débit maximal prédéterminé d'une crue exceptionnelle, et une hausse mobile (10) obturant ledit seuil (6), caractérisé en ce que la hausse (10) comprend au moins un élément de hausse (11) rigide et massif, qui est posé sur la crête (8) du seuil déversant (6) et est maintenu en place sur celui-ci par gravité, ledit élément de hausse (11) ayant une hauteur prédéterminée au moins égale à la différence des premiers et seconds niveaux prédéterminés et étant dimensionné en taille et en poids pour que le moment des forces appliquées par l'eau à l'élément de hausse atteigne le moment des forces de pesanteur qui tendent à maintenir l'élément de hausse en place sur le seuil déversant (6) et qu'en conséquence ledit élément de hausse soit déséquilibré, lorsque l'eau atteint un troisième niveau prédéterminé (N) au plus égal au second niveau prédéterminé (RM).

2.- Evacuateur selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il est prévu une butée (12) de hauteur prédéterminée (B) sur le seuil déversant (6), au pied de l'élément de hausse (11) du côté aval de celui-ci, pour l'empêcher de glisser vers l'aval sur ledit seuil.

3.- Evacuateur selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que, dans le cas d'un déversoir (5) existant, la crête du seuil déversant (6) est dérasée à un niveau plus bas que ledit premier niveau prédéterminé (RN), et en ce que l'élément de hausse (11) est posé sur le seuil dérasé.

4.- Evacuateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'un joint d'étan-

chéité (15) est disposé entre le seuil déversant (6) et la base de l'élément de hausse (11) près du bord amont (16) de ladite base.

5.- Evacuateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ledit élément de hausse (11) se présente sous la forme d'un bloc en gros parallélépipédique creux, rempli d'un lest (32).

6.- Evacuateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ledit élément de hausse est constitué par un assemblage de plaques (33, 34), qui comprend une plaque de base sensiblement horizontale (33) et une plaque frontale (34) qui fait avec la verticale un angle (α) de 0 à 30 degrés et qui se dresse à partir de la plaque de base (33).

7.- Evacuateur selon la revendication 6 caractérisé en ce que ledit élément de hausse comprend des plaques latérales (30).

8.- Evacuateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un tuyau de pressurisation (21) qui, en service normal, met la zone sous-jacente à l'élément de hausse (11) en relation avec l'atmosphère, l'extrémité supérieure du tuyau de pressurisation (21) étant située à un niveau égal ou inférieur audit troisième niveau prédéterminé (N) et à l'aplomb de l'élément de hausse (11) ou en amont de celui-ci.

9.- Evacuateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que un tuyau (22) relie la zone sous-jacente à l'élément de hausse (11) à un dispositif de mise en pression (24) par l'intermédiaire d'un robinet (25) dont l'ouverture est contrôlée par un dispositif de commande (26).

10.- Evacuateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que plusieurs éléments de hausse (11) sont disposés côte à côte le long de la crête (8) du seuil déversant (6), des joints d'étanchéité (13) étant disposés entre les parois verticales mutuellement en vis à vis des éléments contigus de hausse.

11.- Evacuateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que les éléments de hausse (11) sont dimensionnés de telle façon qu'au moins un premier élément de hausse (11c) soit déséquilibré quand l'eau atteint ledit troisième niveau prédéterminé (N_1), celui-ci étant plus bas que ledit second niveau prédéterminé (RM), qu'au moins un second élément de hausse (11b, 11d) soit déséquilibré quand l'eau atteint un quatrième niveau prédéterminé (N_2) compris entre les second et troisième niveaux prédéterminés (RM et N_1), et qu'au moins un troisième élément de hausse (11a, 11e) soit déséquilibré quand l'eau atteint un cinquième niveau prédéterminé plus haut que le quatrième niveau (N_2) et au plus égal au second niveau prédéterminé (RM).

12.- Evacuateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce qu'une cham-

bre (35) est formée à la base de l'élément de hausse (11) entre celui-ci et le seuil (6) du déversoir, et en ce qu'un orifice (36) est prévu du côté aval de l'élément de hausse pour drainer ladite chambre (35).

13.- Evacuateur selon la revendication 12, rattachée à la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce que le tuyau (21 ou 22) débouche dans ladite chambre (35). 5

14.- Evacuateur selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'un élément de hausse (11) est constitué de plusieurs parties assemblées les unes aux autres de manière détachable pour pouvoir se séparer spontanément après le basculement de l'élément. 10

15.- Evacuateur selon la revendication 14, caractérisé en ce que l'élément de hausse (11) est constitué de plusieurs modules (11g, 11j) empilés les uns sur les autres et rendus solidaires deux à deux par un dispositif de liaison (38) empêchant tout glissement du module supérieur vers l'aval. 15

16.- Evacuateur selon les revendications 6 et 14, caractérisé en ce que la plaque de base (33) présente une rainure (40) dans sa surface supérieure, en ce que le bord inférieur de la plaque frontale (34) est librement engagé dans la rainure (40) et en ce qu'au moins un tirant (30a) est attaché de manière détachable par ses extrémités à la plaque de base (33) et à la plaque frontale (34). 20

25

30

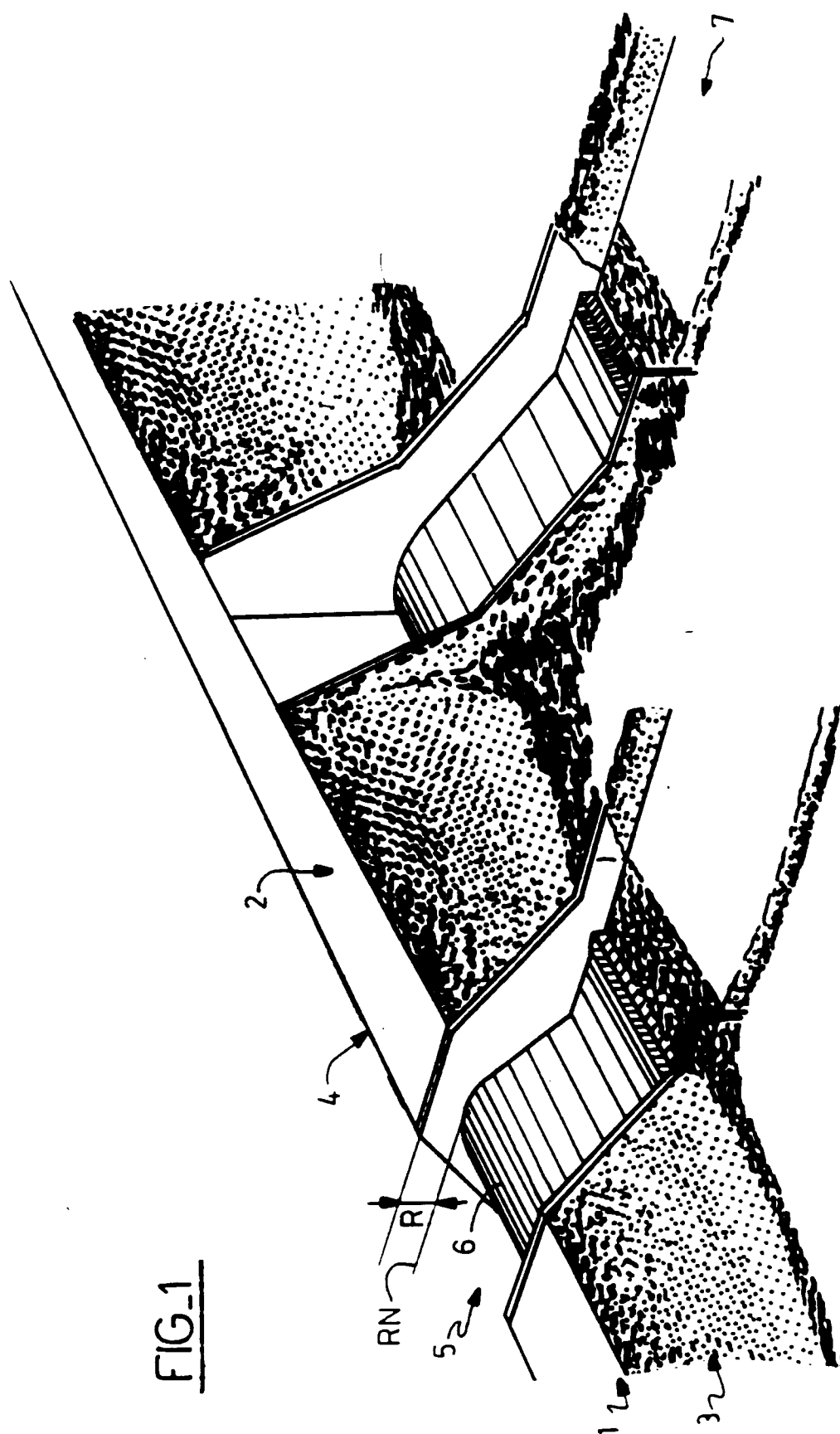
35

40

45

50

55



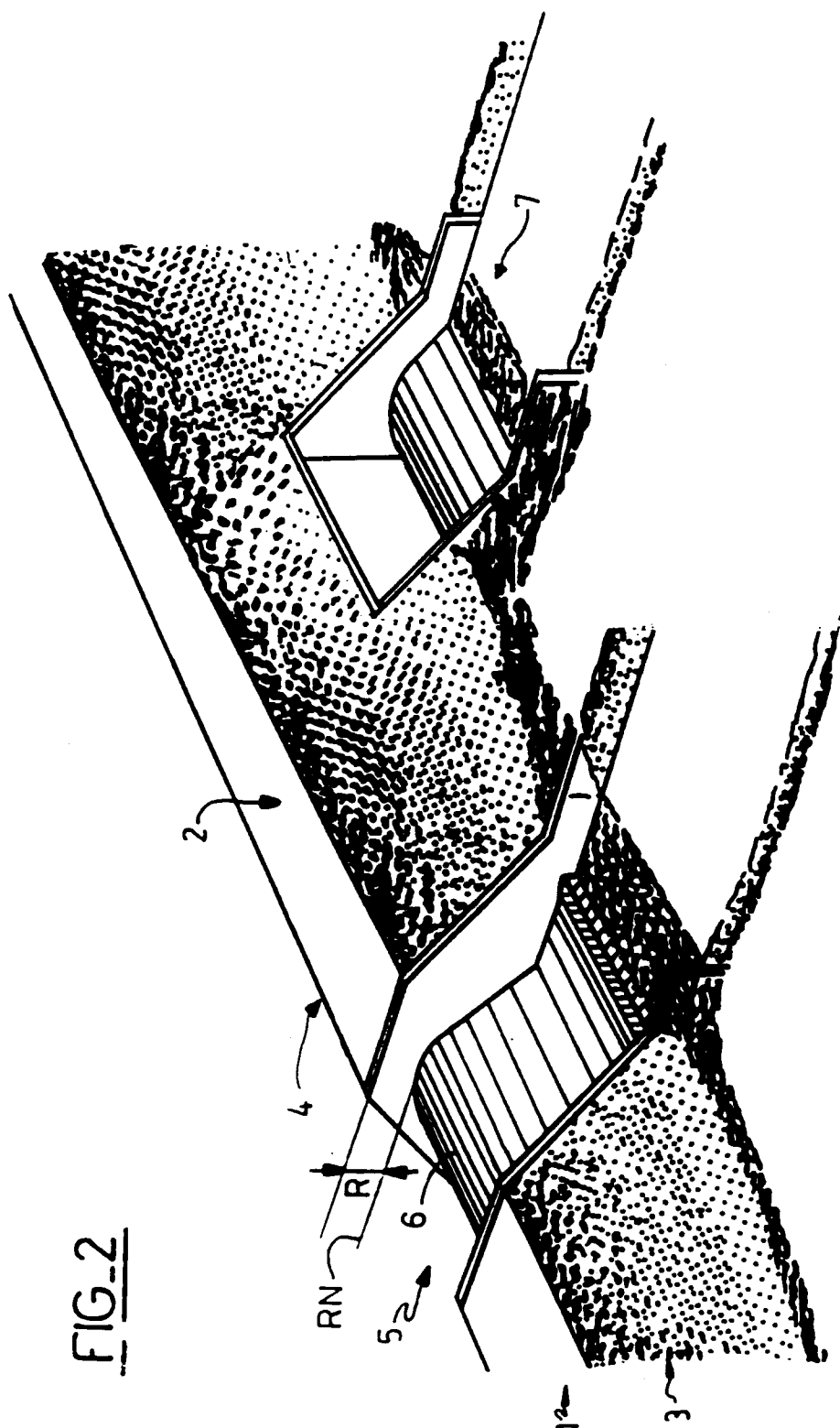


FIG. 3a

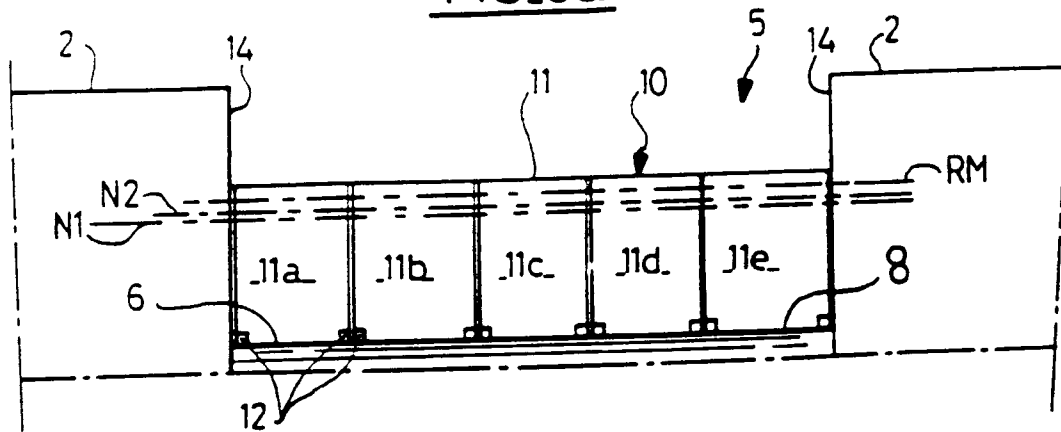


FIG. 3b

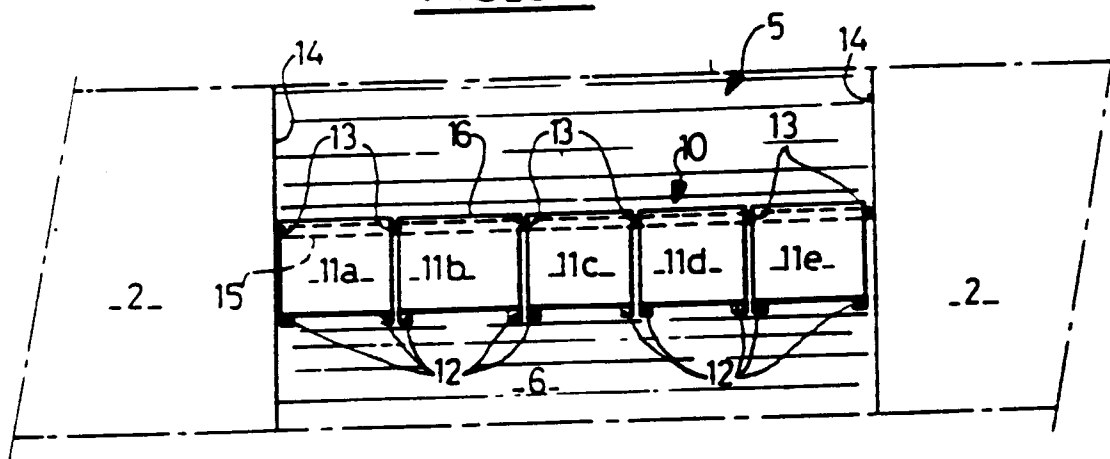


FIG. 3c

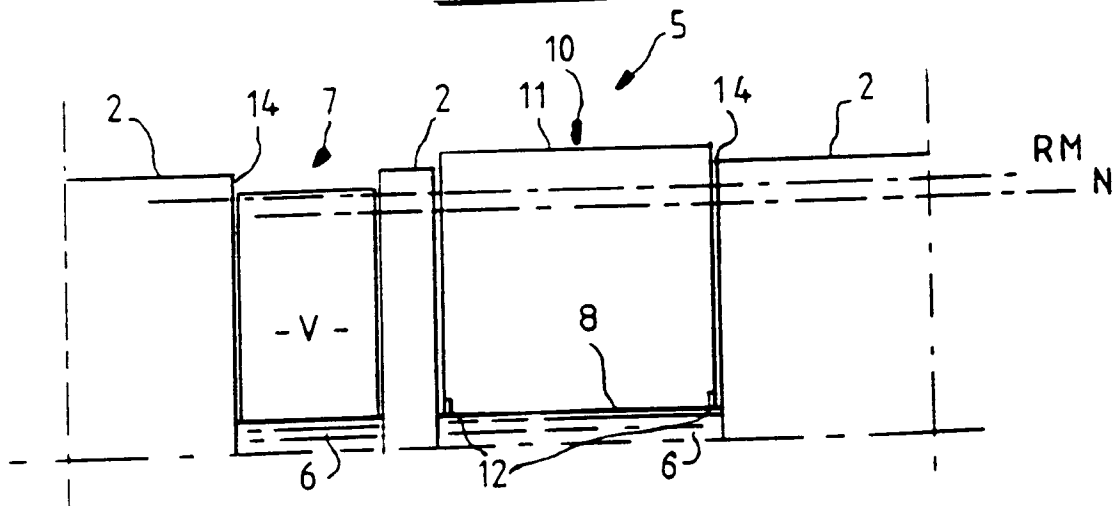


FIG 4a

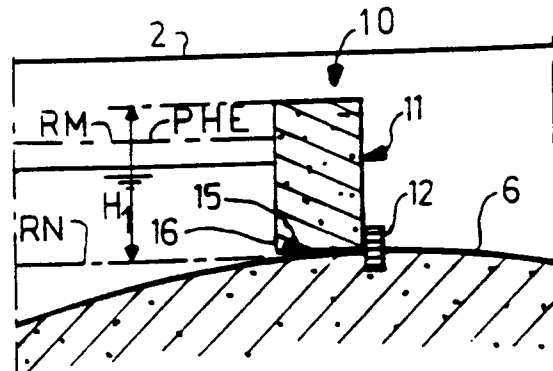


FIG 4b

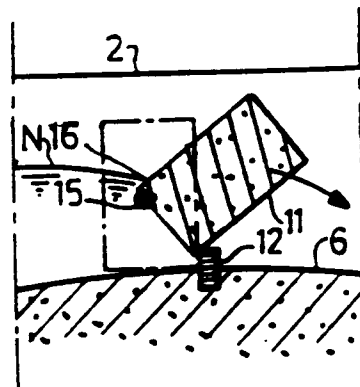
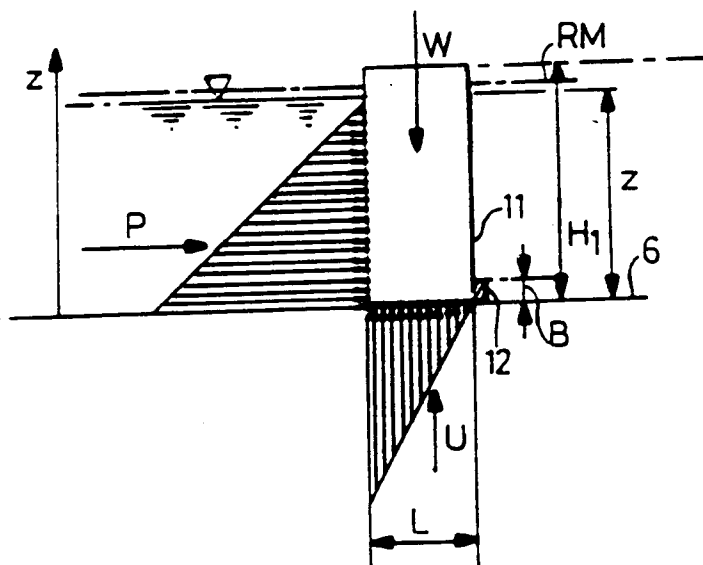


FIG 5



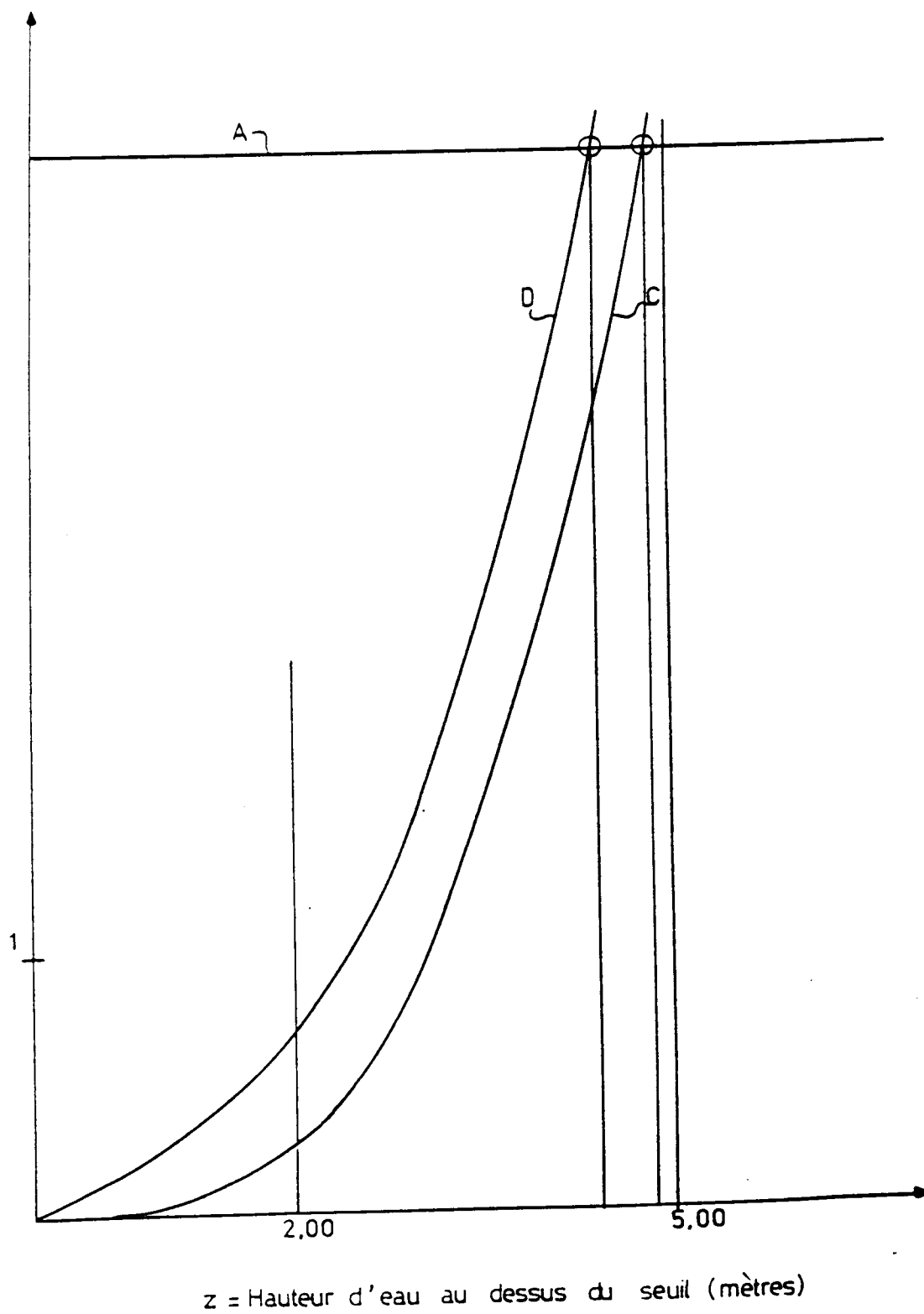
FIG_6

FIG. 7

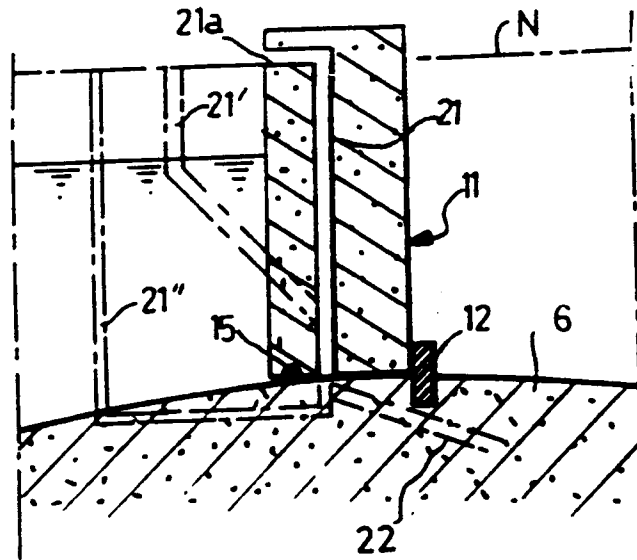


FIG. 8

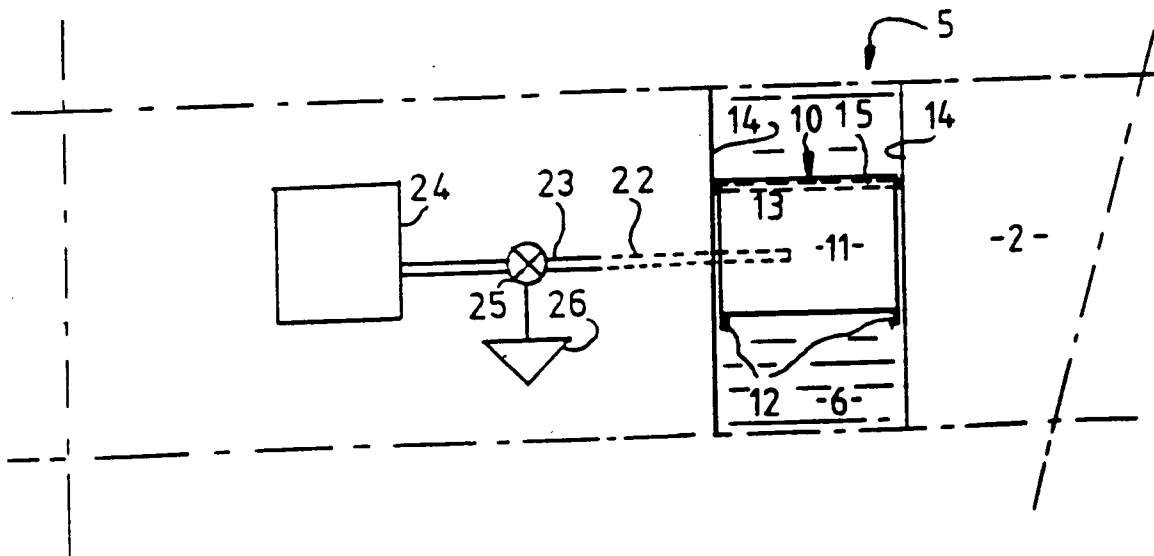


FIG. 9a

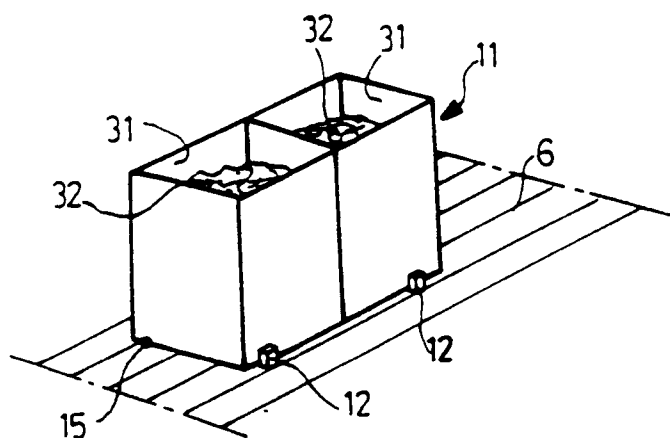


FIG. 9b

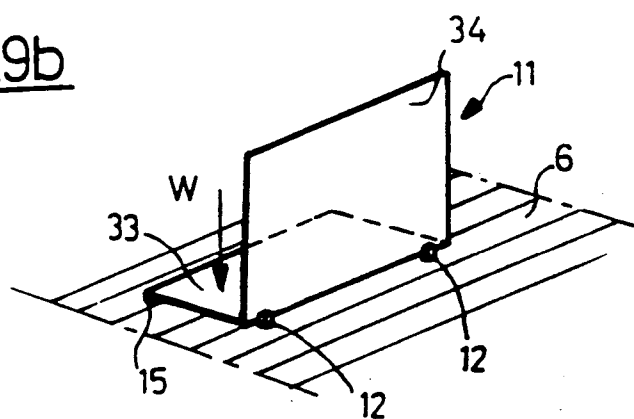
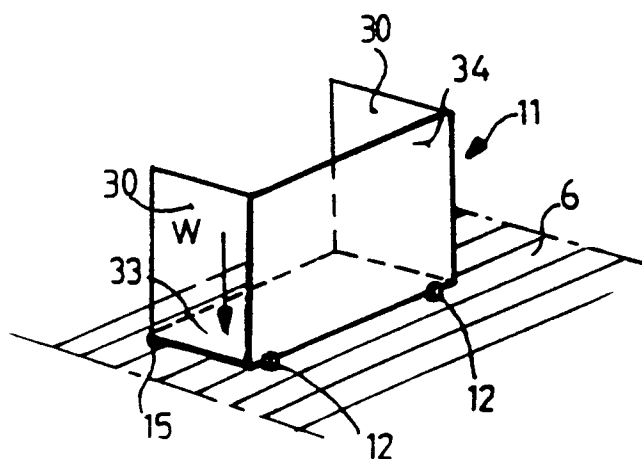
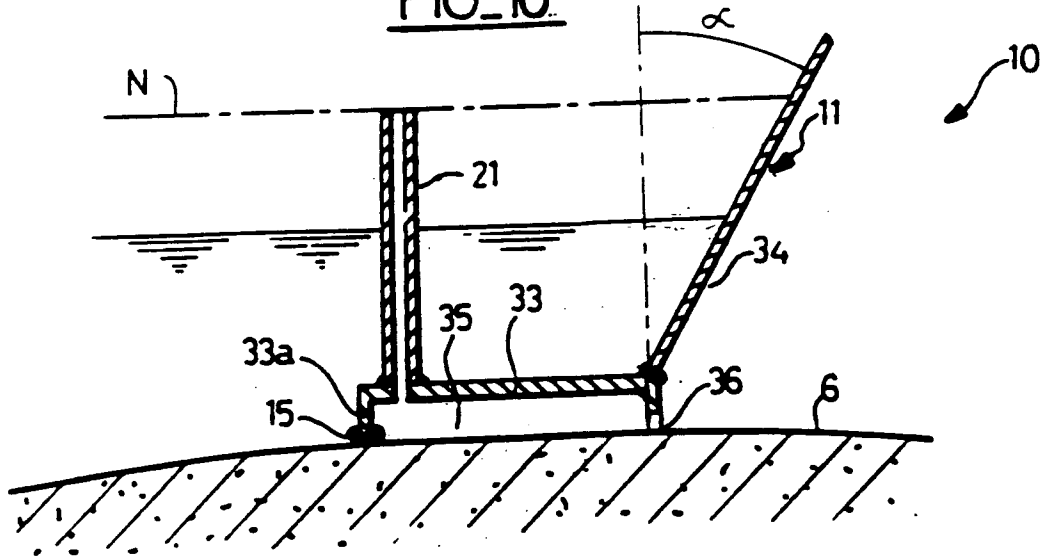


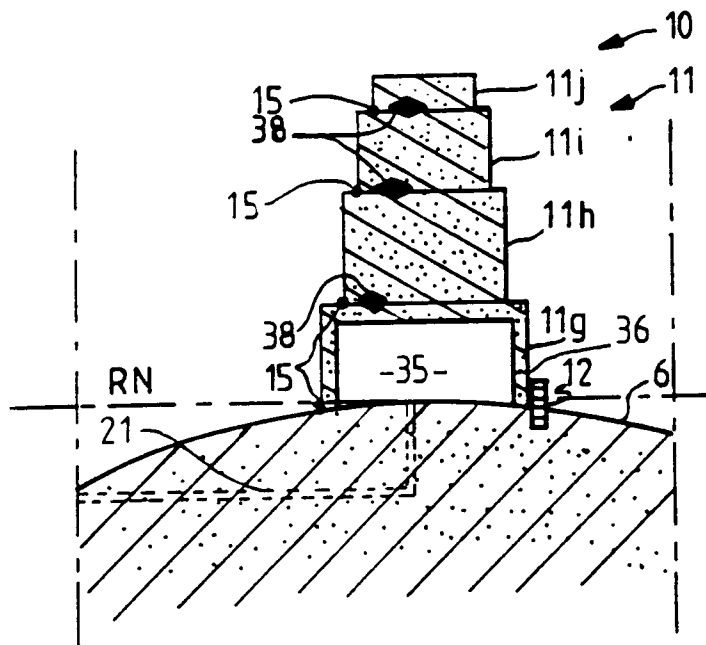
FIG. 9c

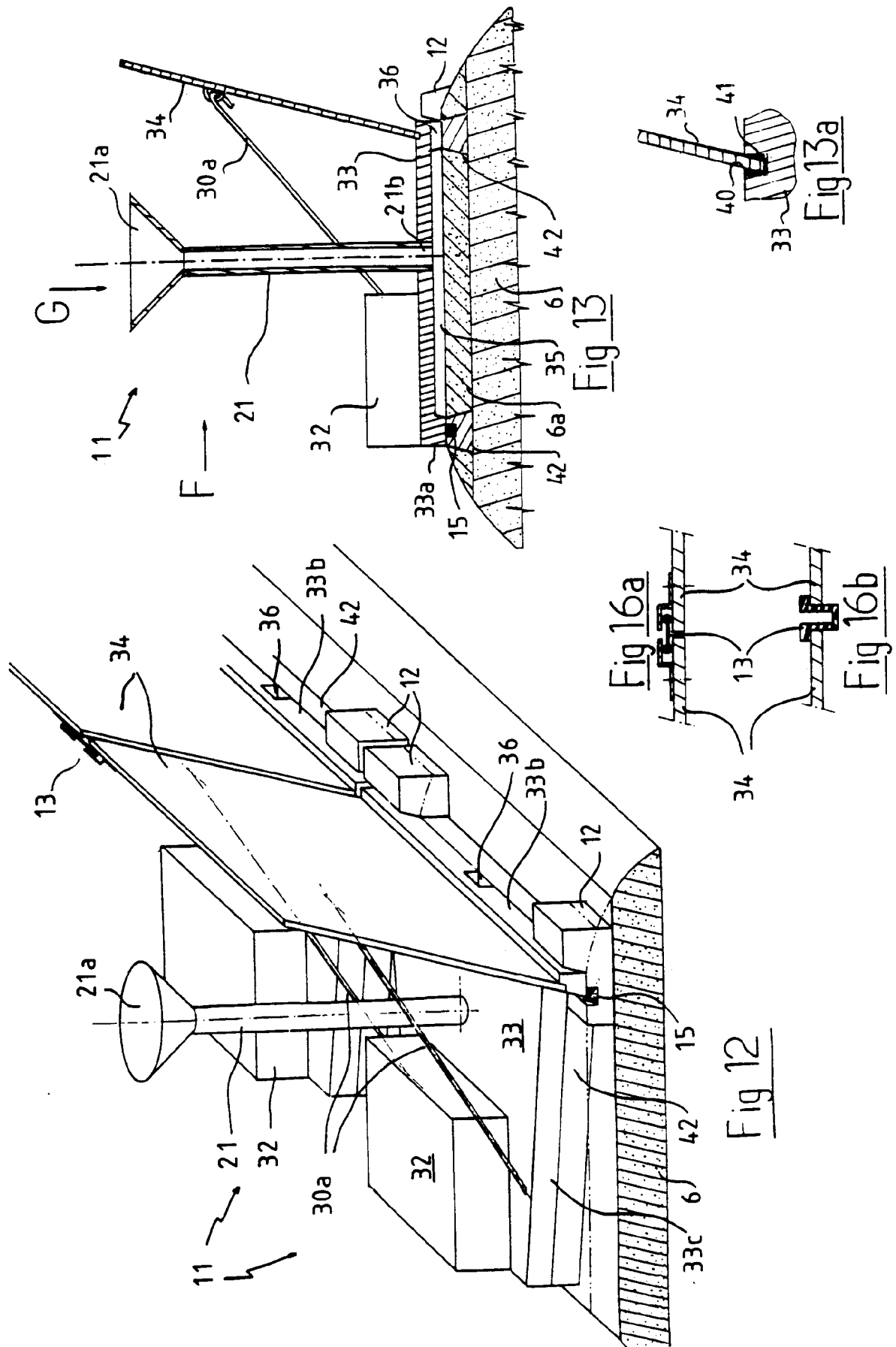


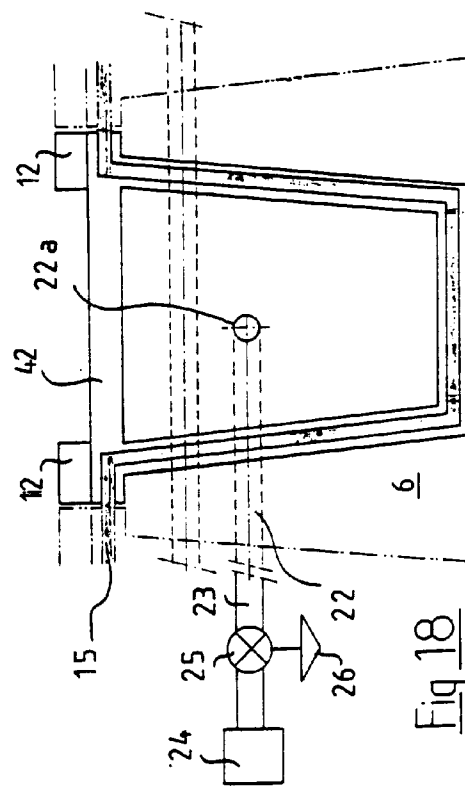
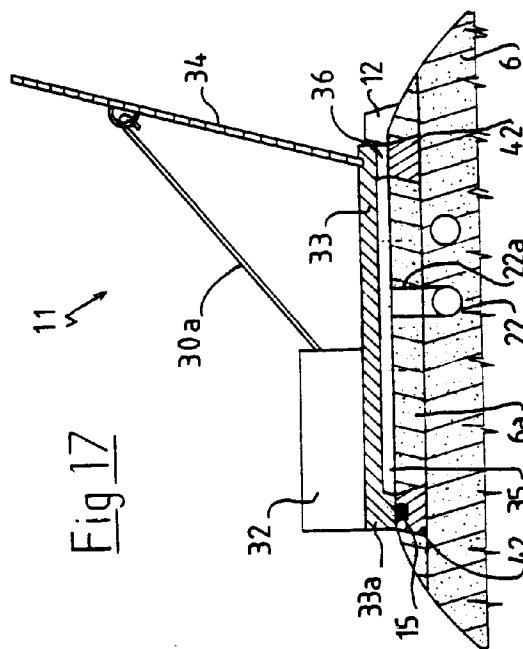
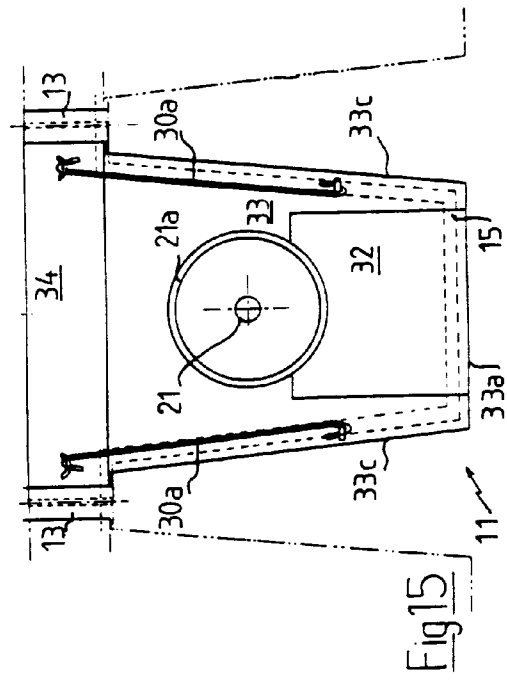
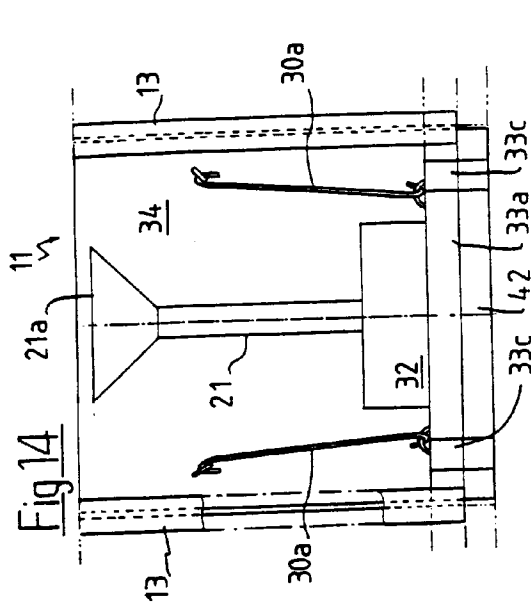
FIG_10



FIG_11









Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 91 40 3403

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.5)
A	FR-A-966 470 (F. ROWBOTHAM) * page 2, colonne 1, ligne 37 - colonne 2, alinéa 4; figures * ---	1,5,6,7	E02B7/16
A	GB-A-731 313 (F. ROWBOTHAM) * le document en entier * ---	1,2,4	
A	DE-A-2 511 408 (E. BACHER) * le document en entier * ---	1	
A	US-A-4 787 774 (W. GROVE) * colonne 3, ligne 15 - ligne 39; figures * ---	1	
A	DE-U-8 808 124 (H. LOHMAR) ---	-	
A	DE-U-9 004 646 (H. LOHMAR) -----	-	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			E02B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 13 MARS 1992	Examineur KRIEKOUKIS S.
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 (3.82) (P0402)