



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



⑪ Numéro de publication : **0 435 732 A1**

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑲ Numéro de dépôt : **90403593.8**

⑤① Int. Cl.⁵ : **E02B 8/06, E02B 7/16**

⑳ Date de dépôt : **14.12.90**

③① Priorité : **28.12.89 FR 8917333**

④③ Date de publication de la demande :
03.07.91 Bulletin 91/27

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

⑦① Demandeur : **GTM BATIMENT ET TRAVAUX
PUBLICS SOCIETE ANONYME
61, Avenue Jules Quentin, BP. 326
F-92003 Nanterre Cedex (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 **Déversoir évacuateur de crues pour barrages et ouvrages similaires.**

⑤⑦ Afin de relever de façon quasi-permanente le niveau d'exploitation normale d'une retenue d'eau et donc d'augmenter sa capacité de stockage, sauf lors du passage de crues exceptionnelles, l'invention prévoit d'encastrer sur le seuil (6) du déversoir une hausse (10), constituée par au moins une plaque verticale (11), capable de résister, sans se rompre, à la charge d'eau correspondant à un déversement modéré (permettant le passage des crues les plus fréquentes) et rendue fusible par pliage autour d'une ligne d'encastrement (17) pour une charge d'eau prédéterminée correspondant à un niveau au plus égal au niveau maximal (RM) et permettant alors le passage des plus fortes crues.

EP 0 435 732 A1

DEVERSOIR EVACUATEUR DE CRUES POUR BARRAGES ET OUVRAGES SIMILAIRES

La présente invention concerne un déversoir évacuateur de crues pour barrages et ouvrages similaires, du type comportant 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 le déversoir.

L'état actuel de la pratique de la conception et de la construction des barrages à seuil déversant conduit à dimensionner ces ouvrages pour des conditions de crues (millénaire par exemple) conduisant à des hauteurs de lame déversante importantes (de l'ordre de 1 à 5 m suivant les ouvrages).

A dimensionnement égal des organes d'évacuation des crues, le barrage à seuil déversant libre offre par rapport à un ouvrage muni de vannes la meilleure sécurité face à l'aléa hydrologique, qui reste un des risques majeurs pour les barrages.

En contre-partie, l'adoption d'un seuil déversant complètement libre conduit à une perte de la tranche de retenue utile correspondant à la hauteur maximale de la lame déversante, c'est-à-dire à la différence susmentionnée desdits premier et second niveaux prédéterminés. Cette perte peut représenter, notamment pour des ouvrages de petite ou moyenne importance, une part significative du volume utile de la retenue, (cette part pouvant atteindre ou dépasser 50%).

Le problème que la présente invention cherche à résoudre peut se résumer aux deux objectifs principaux suivants, qui peuvent être recherchés simultanément ou alternativement :

- 1°/ augmenter de façon quasi-permanente la capacité de stockage d'un barrage à seuil déversant libre ;
- 2°/ maintenir et/ou accroître la sécurité de fonctionnement propre aux ouvrages à seuil déversant, en permettant de façon fiable le passage des crues exceptionnelles, tout en tolérant un déversement des crues de faible ou moyenne importance, sans intervention extérieure et sans modification majeure de l'ouvrage.

Divers dispositifs ont déjà été proposés et existent actuellement pour augmenter la capacité de stockage d'une retenue. En majorité, ces dispositifs sont essentiellement constitués par des systèmes de vannes, qui obturent le seuil déversant quand les vannes sont fermées. Les vannes, de quelque nature qu'elles soient, classiques ou gonflables, de fonctionnement automatique ou manuel, sont en général d'un coût d'investissement assez élevé et elles nécessitent un entretien et des manoeuvres périodiques. Elles nécessitent en outre une surveillance humaine continue ou un mécanisme asservi réagissant au niveau d'eau de la retenue, mécanisme qui est souvent onéreux et sophistiqué et qui n'est jamais totalement à l'abri d'une défaillance. Enfin, à capacité d'évacuation égale, la sécurité d'exploitation et la fiabilité d'un ouvrage vanné sont inférieures à celles d'un ouvrage à seuil déversant libre (non vanné).

Certains dispositifs existent, qui permettent d'augmenter temporairement la capacité de stockage d'une retenue, tels que sacs de sable ou batardeaux (également appelés flash boards). Ces dispositifs restent cependant d'une ampleur limitée et, du fait qu'ils nécessitent une intervention humaine préalable à chaque crue, ils présentent un aléa de fonctionnement important.

Il existe également, sur certains grands barrages en remblais, une section de digue fusible, arasée à une côte 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.

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 ladite hausse comprend au moins un élément de hausse en forme de plaque sensiblement verticale, qui est maintenue à sa base par un encastrement sur le seuil du déversoir et qui a, par rapport au seuil, une hauteur prédéterminée plus petite que la différence des premier et second niveaux prédéterminés, ladite hauteur prédéterminée correspondant, pour un niveau d'eau sensiblement égal audit niveau maximal, à une crue moyenne ayant un débit prédéterminé plus faible que ledit débit maximal prédéterminé, ledit élément de hausse ayant, au niveau de l'encastrement, une épaisseur telle et étant fait d'une matière ayant une limite élastique telle que le moment des forces de poussée appliquées par l'eau à l'élément de hausse atteigne son moment résistant à l'encastrement et qu'en conséquence ledit élément de hausse se plie autour d'une ligne d'encastrement, quand l'eau atteint un troi-

sième niveau prédéterminé plus élevé que le sommet de l'élément de hausse, mais au plus égal au second niveau prédéterminé.

Dans ces conditions, il est clair que la capacité de stockage du barrage est accrue d'une quantité correspondant à la hauteur du ou des éléments de hausse. Le ou les éléments de hausse peuvent être fabriqués à un coût très modéré par rapport aux vannes et, dans le cas où ils sont installés sur le seuil déversant d'un barrage déjà existant, cette installation peut être faite sans qu'il soit nécessaire d'apporter des 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 de façon à être en pratique égal ou légèrement plus bas que ledit second niveau prédéterminé (niveau maximal ou niveau des plus hautes eaux), l'eau pourra passer par-dessus le ou lesdits éléments de hausse pour évacuer la crue, sans qu'il en résulte une destruction de la hausse et, par suite, sans qu'il en résulte une diminution de la capacité accrue de stockage du barrage. Par contre, si, dans le cas d'une crue exceptionnelle, le niveau de l'eau atteint ledit troisième niveau prédéterminé, le ou les éléments de hausse se plient automatiquement autour de la ligne d'encastrement sous la seule action des forces de poussée de l'eau, donc sans aucune intervention extérieure, redonnant ainsi au seuil déversant sa pleine capacité d'évacuation correspondant à la hauteur maximale de la lame déversante pour laquelle le barrage a été conçu.

A sa partie inférieure, la plaque formant chaque élément de hausse peut être engagée dans une rainure prévue dans le seuil lui-même ou dans une pièce de montage fixée rigidement au seuil. Ou encore, la plaque formant chaque élément de hausse peut avoir, en coupe verticale transversale, une forme sensiblement en L et sa branche horizontale peut être fixée rigidement au seuil par exemple par une liaison boulonnée du type encastrement. L'étanchéité à la base de la plaque peut être assurée par remplissage de la rainure d'encastrement avec un matériau de remplissage approprié, ou par un joint d'étanchéité approprié ou par les deux à la fois. Quand la hausse est formée de plusieurs plaques juxtaposées le long de la crête du seuil déversant, des joints d'étanchéité peuvent être aussi disposés entre les bords verticaux des plaques

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 est de préférence dérasée à un niveau plus bas que ledit premier niveau prédéterminé et le ou lesdits éléments de hausse sont encastrés sur le seuil dérasé. Dans ce cas, la capacité de stockage du barrage peut être maintenue égale à celle qu'il avait avant dérasement du seuil déversant, ou elle peut être accrue selon que l'on donne à ou aux éléments de hausse une hauteur telle que son ou leur sommet trouve audit premier niveau prédéterminé, ou à un niveau supérieur à celui-ci, mais inférieur audit troisième niveau prédéterminé. Quelle que soit la hauteur du ou des éléments de hausse, dans les limites indiquées ci-dessus, on obtient une sécurité plus grande qu'avec le seuil déversant non dérasé, étant donné que l'ouverture qui est obtenue après pliage 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 premier et second niveaux prédéterminés (ce qui contribue à augmenter la sécurité) sans craindre que cela entraîne une diminution de la capacité de stockage du barrage, étant donné que cette capacité de stockage pourra être maintenue, voire même augmentée, sans diminution de la sécurité, en prévoyant un ou plusieurs éléments de hausse conformes à la présente invention.

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 plier pour un niveau d'eau prédéterminé plus bas que celui auquel un autre élément ou groupe d'éléments de hausse pliera, ce dernier étant lui-même dimensionné de façon à plier pour un niveau d'eau plus bas que celui auquel pliera 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 plié sous la poussée d'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, tel qu'un barrage, et son déversoir évacuateur de crues à seuil déversant libre, auquel l'invention peut être appliquée.

Les figures 2a et 2b montrent, en coupe verticale et à plus grande échelle, la crête du seuil déversant libre du barrage de la figure 1 pour deux niveaux d'eau différents.

La figure 3 est une vue en élévation du déversoir de la figure 1, vu du côté aval et équipé d'une hausse

fusible conforme à la présente invention.

La figure 4 est une vue en plan du déversoir de la figure 3.

La figure 4a est une vue semblable à celle de la figure 4, montrant une autre disposition possible des éléments de la hausse fusible selon l'invention.

5 La figure 5 montre, à plus grande échelle, une section horizontale d'un joint d'étanchéité utilisable entre deux éléments adjacents de la hausse des figures 3 et 4.

Les figures 6 et 7 montrent, à plus grande échelle et en coupe verticale, deux formes d'exécution de l'encastrement des éléments de hausse.

10 Les figures 8a à 8e sont des vues en coupe verticale permettant d'expliquer le fonctionnement de la hausse fusible de la présente invention, avant, pendant et après le passage d'une crue.

Les figures 9a et 9b sont des graphiques montrant les forces qui, en service, peuvent être appliquées à un élément de hausse conforme à la présente invention.

15 La figure 10 est un graphique représentant les variations des moments des forces motrice et résistante en fonction de la hauteur d'eau au dessus du seuil déversant, ainsi que les variations du débit d'eau évacué en fonction de la hauteur de la lame déversante.

La figure 11 est une vue en coupe verticale montrant un élément de hausse de la présente invention, auquel est associé un dispositif déclencheur de pliage.

Les figures 12a à 12c montrent, à plus grande échelle, divers dispositifs protecteurs pouvant être prévus à l'extrémité supérieure du dispositif déclencheur de la figure 13.

20 Les figures 13a à 13c sont des vues en coupe transversale permettant de comparer les hauteurs maximales de lames déversantes dans le cas de la présente invention pour des éléments de hausse ayant des hauteurs différentes (figures 11a et 11b) et dans le cas d'un seuil déversant libre connu (figure 11c).

Les figures 14a à 14d sont des vues en coupe verticale permettant d'expliquer le fonctionnement d'une double hausse fusible selon une autre forme d'exécution de l'invention.

25 Les figures 15 à 17 montrent, en coupe verticale, d'autres formes d'exécution d'un élément de hausse conforme à la présente invention.

La figure 18 est une vue en perspective montrant un détail de l'élément de hausse de la figure 17.

30 L'ouvrage 1 représenté dans la figure 1 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, mais qu'au contraire elle peut s'appliquer à n'importe quel type de barrage connu à seuil déversant libre.

35 Dans la figure 1, 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 et le numéro 7 un chenal d'évacuation. 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.

40 Pour un ouvrage à seuil déversant libre, le niveau RN de la retenue normale en exploitation (voir aussi la figure 2a) est celui de la crête 8 du seuil déversant 6. Ce niveau RN détermine le volume maximal de retenue qui peut être conservé par le réservoir formé par le barrage. La distance verticale R, appelée revanche, entre la crête 8 du déversoir et la crête 2 du barrage est la somme de deux termes à savoir, d'une part, une surélévation h_1 du niveau d'eau due à une crue, jusqu'à un niveau maximal RM ou niveau des plus hautes eaux (PHE), permettant le déversement de la crue maximale (figure 2b) pour laquelle l'ouvrage est dimensionné, et, d'autre part, une surhauteur additionnelle h_2 destinée à protéger la crête 2 du barrage contre les oscillations du plan d'eau à son niveau maximal RM (effet du vent, vagues, etc.)

45 Dans un barrage classique à seuil déversant libre comme celui montré dans la figure 1, la tranche de réservoir située entre le niveau de retenue normale RN et le niveau maximal RM n'est pas stockée et est donc perdue pour l'exploitation. L'un des buts de l'invention est de permettre de relever de façon quasi-permanente le niveau d'exploitation normale de la retenue et donc d'augmenter sa capacité de stockage, sauf lors du passage de crues exceptionnelles.

50 A cet effet, l'invention prévoit de fixer par un encastrement sur le seuil déversant 6 une hausse 10, constituée par au moins un élément 11, en forme de plaque, par exemple cinq éléments 11a-11e comme montré dans les figures 3 et 4, ladite hausse 10 ou les éléments de hausse 11 étant capables de résister, sans se rompre, à la charge d'eau correspondant à un déversement modéré (permettant le passage des crues les plus fréquentes) et étant rendus fusibles par pliage autour d'une ligne d'encastrement 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.

55 Bien entendu, le nombre des éléments de hausse 11 n'est pas limité à cinq éléments comme montré dans les figures 3 et 4, 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 obte-

nir des masses unitaires faibles permettant une mise en place et un remplacement aisé desdits éléments de hausse.

Comme montré dans la figure 4, 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 (figure 5) sont également prévus entre les bords latéraux verticaux, deux à deux en vis-à-vis, des éléments adjacents de hausse 11 comme cela est également visible dans la figure 4. Tous les joints 13 doivent être tels qu'ils n'empêchent pas le pliage des éléments de hausse 11 les uns par rapport aux autres et par rapport aux flancs latéraux 14 du déversoir 5 quand cela est rendu nécessaire pour l'évacuation d'une crue importante.

Chaque élément de hausse 11 est constitué par une plaque en un métal (convenablement protégé contre la corrosion) ou autre matériau capable d'être plié. A son extrémité inférieure, la plaque 11 peut être engagée dans une rainure 12 d'encastrement formée dans le seuil 6 du déversoir 5, la rainure 12 ayant une largeur un peu plus grande que l'épaisseur de la plaque 11 comme montré dans les figures 6 et 7. L'étanchéité à la base des plaques 11 peut être assurée par un joint d'étanchéité 15 disposé entre le seuil 6 et la partie inférieure des plaques 11, par exemple du côté amont de celles-ci, et/ou par un matériau de remplissage 16, tel que par exemple du sable, mis dans la rainure 12 de part et d'autre des plaques 11.

Comme montré dans les figures 6 et 7, la ligne d'encastrement 17 autour de laquelle les éléments de hausse 11 plieront, peut être matérialisée par un organe d'appui, continu ou discontinu, disposé du côté aval des éléments de hausse 11 ; ledit organe d'appui peut être constitué par une barre longitudinale 18, fixée à chaque élément de hausse 11, ou par un becquet 19 fixé à la maçonnerie du seuil 6 dans la région du bord aval de la rainure 12. Il est également à noter que les éléments de hausse 11 peuvent comporter, dans l'une de leurs faces, ou les deux, au niveau de la ligne d'encastrement 17, un affaiblissement (non montré) sous la forme d'une saignée, continue ou discontinue, qui facilite le pliage de l'élément de hausse 11 autour de la ligne 17 sous un effort prédéterminé.

Dans la figure 4, tous les éléments (11a-11e) de la hausse 10 sont disposés dans un même plan vertical. On peut également les disposer en quinconce comme montré dans la figure 4a. Dans ce cas, d'autres éléments de hausse 20 fixes, c'est-à-dire non pliants, également en forme de plaques, sont fixés rigidement au seuil 6 entre les éléments 11 de manière à rétablir la continuité de la hausse 10, les éléments fixes 20 s'étendant parallèlement entre eux et au sens général d'écoulement de l'eau dans le déversoir. La ligne de crête de la hausse 10 n'est plus alors rectiligne, mais brisée, en créneau, de sorte que la longueur de déversement par dessus la hausse 10 est notablement accrue, ce qui permet, comme on le verra plus loin, pour un niveau d'eau donné et un débit d'évacuation donné, de réduire la hauteur (épaisseur) de la lame déversante, donc d'augmenter la hauteur de la hausse et par conséquent d'accroître encore la capacité de stockage d'eau du barrage.

Comme montré dans la figure 8a, la hausse 10 de la présente invention permet de relever le niveau de la retenue normale du niveau RN (niveau de la retenue normale du seuil déversant libre 6, c'est-à-dire sans la hausse 10) jusqu'au niveau RN' correspondant à la hauteur de la hausse 10 au-dessus du seuil 6. Comme cela sera expliqué plus loin, chaque élément de hausse 11 est dimensionné de manière à résister en flexion pour une charge d'eau inférieure à un niveau prédéterminé N, lui-même au plus égal au niveau maximal RM déjà mentionné plus haut. 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 et est compris entre les niveaux RN' et RM, l'eau se déverse par-dessus la hausse 10 comme montré dans la figure 8b, sans que la hausse ne soit détruite. Dans ce cas, après évacuation de la crue, le niveau de l'eau retombe au niveau RN' ou à un niveau plus bas si de l'eau est soutirée dans la retenue.

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, au moins un élément 11 de la hausse 10 est plié par la poussée de l'eau autour de la ligne 17 comme montré dans la figure 8c, permettant ainsi l'évacuation des crues les plus fortes. Après évacuation d'une forte crue ayant entraîné le pliage de la hausse 10, le seuil déversant 6 se retrouve dans l'état montré dans la figure 8d, le niveau de l'eau étant revenu à peu près 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 et rétablir ainsi le niveau de la retenue normale au niveau RN' comme montré dans la figure 8e. Il faut noter cependant que le non-remplacement d'un ou plusieurs éléments 11 après une crue exceptionnelle ayant entraîné pliage d'au moins un élément 11 ne diminue pas la sécurité de fonctionnement de l'ouvrage.

Les risques de mauvais fonctionnement dûs à des corps flottants peuvent être facilement éliminés par une protection amont selon des techniques conventionnelles adaptables à chaque cas particulier. La protection peut être par exemple constituée par des lignes flottantes sur la retenue, à une certaine distance en amont du déversoir, ou par des dispositifs d'arrêt fixés sur le parement amont du barrage.

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 millénaire).

Pour fixer les idées, on supposera que le débit de cette crue de projet est par exemple de $200\text{m}^3/\text{s}$ et que le seuil déversant libre 6 a une longueur de 40 m. Dans ces conditions, la hauteur H de la lame d'eau nécessaire pour évacuer le débit de la crue de projet correspond à $5\text{m}^3/\text{s}$ par mètre linéaire de seuil. Cette hauteur H peut être calculée par la formule suivante :

$$Q = 1,8 H^{3/2} \quad (1)$$

d'après laquelle on peut voir que H est sensiblement égal à 2 m dans l'hypothèse faite plus haut. Toujours dans cette hypothèse, en l'absence de dispositif de vannes ou de hausses, le niveau du seuil 6 du déversoir 5 est arasé à 2 m en-dessous du niveau maximal RM pour permettre l'évacuation de la crue millénaire, et on perd donc un volume utile d'eau correspondant à une tranche de 2 mètres.

Pour la détermination de la hauteur des éléments de hausse 11, l'invention est basée sur la constatation que le débit maximum atteint en moyenne sur 20 ans est beaucoup plus faible que celui de la crue de projet. Il peut être d'environ $50\text{m}^3/\text{s}$ dans l'exemple choisi ici. D'après la formule (1) ce débit correspond alors à une lame d'eau ayant une hauteur d'environ 0,8m. Si l'on admet que des éléments de hausse 11 peuvent être détruits en moyenne tous les 20 ans, on peut alors donner aux éléments de hausse une hauteur de 2 m - 0,8 m = 1,2 m, permettant ainsi le passage au-dessus des éléments de hausse 11 d'une lame d'eau de 0,8 m de hauteur correspondant au débit de $50\text{m}^3/\text{s}$. Dans ce cas, le niveau de la retenue normale RN' est élevé à 1,20 m au-dessus du niveau de la retenue normale RN du seuil déversant 6 libre, c'est-à-dire sans les éléments de hausse 11. Si on choisit des éléments de hausse 11 ayant une hauteur supérieure à 1,2m, la hauteur de la lame d'eau admissible sera inférieure à 0,8m et il faudra admettre la destruction des éléments de hausse, par exemple tous les 10 ans, mais le niveau de la retenue normale sera encore augmenté. En revanche, si on choisit des éléments de hausse 11 ayant une hauteur plus petite que 1,2m, on pourra admettre une lame d'eau ayant une hauteur plus forte que 0,8m, les éléments de hausse n'étant alors détruits que tous les 50 ou 100 ans, mais le niveau de la retenue normale sera alors plus faible que dans les cas précédents. Le choix de la hauteur des éléments de hausse 11 est donc essentiellement un choix économique. Il est probablement souhaitable en général de fixer à 20 ans environ l'intervalle de temps entre deux destructions totales successives de la hausse fusible, ce qui conduirait à une hauteur théorique de 1,2m des éléments de hausse dans l'exemple considéré ici.

Il est par ailleurs avantageux que la destruction de tous les éléments de hausse 11 ne se produise pas exactement pour le même niveau d'eau. On peut prévoir par exemple qu'un seul élément tel que l'élément 11c des figures 3 et 4 soit détruit lorsque l'eau atteint un premier niveau N1 situé environ 10cm en-dessous du niveau maximal RM, qu'au moins un autre élément 11, tel que les éléments 11b et 11d, soient détruits lorsque l'eau atteint un second niveau N2 situé environ 5cm en-dessous du niveau maximal RM, et que les autres éléments 11, tels que les éléments 11a et 11e, soient détruits lorsque l'eau atteint ledit niveau maximal RM.

De cette façon, la destruction du premier élément 11c par une crue d'importance moyenne peut suffire à l'écoulement de la crue sans montée supplémentaire du niveau d'eau, ce qui évite la destruction des autres éléments 11a, 11b, 11d et 11e. Toutefois, la marge de 10cm qui est ainsi prise s'ajoute à la hauteur de lame déversante maximale admissible, de sorte que la hauteur des éléments de hausse et, par suite, la tranche d'eau gagnée (RN'-RN) devient égale à 1,1m (2m-0, 8m-0,1m) dans l'exemple considéré ici.

Le pliage du ou des éléments de hausse 11 et, par suite, leur destruction dépend de l'équilibre entre, d'une part, le moment moteur Mm, c'est-à-dire le moment des forces qui tendent à plier l'élément de hausse considéré, et, d'autre part, le moment résistant Mr, c'est-à-dire le moment des forces qui s'opposent au pliage dudit élément de hausse à l'encastrement. Si on ne prévoit pas un dispositif déclencheur, directement lié au niveau d'eau, pour déclencher le pliage 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 0,2m. Dans ces conditions, il est nécessaire, par sécurité, de réduire la hauteur du ou des éléments de hausse 11 d'une quantité correspondant à cette marge d'incertitude, par exemple 0,2m. Toutefois, on peut éviter d'avoir à réduire la hauteur des éléments de hausse en prévoyant un dispositif déclencheur qui sera décrit plus loin en faisant référence à la figure 11.

Il est possible, pour le débit de $50\text{m}^3/\text{s}$ considéré dans le présent exemple, de réduire à moins de 0,8m la hauteur de la lame déversante maximale admissible avant pliage des éléments de hausse, en faisant en sorte que la ligne de crête des éléments 11 de la hausse 10, considérés ensemble, ne soit plus disposée parallèlement à la crête du seuil déversant 6, mais suivant une ligne non rectiligne, par exemple une ligne brisée comme montrée dans la figure 4a, pour allonger la longueur de déversement du débit susmentionné. Si l'on double cette longueur, le débit de $50\text{m}^3/\text{s}$ est alors réparti sur 80m au lieu de 40m et la hauteur de la lame maximale

admissible correspondante est ramenée de 0,8m à 0,5m. Ceci permet, toutes choses égales par ailleurs, de remonter de 0,3 m la hauteur des éléments de hausse 11 et d'augmenter en conséquence le volume d'eau stocké dans la retenue.

Les figures 9a et 9b montrent les 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, en forme de plaque, a une épaisseur e et une hauteur H_1 au dessus du seuil 6. Dans les figures 9a et 9b, RM désigne comme auparavant le niveau maximal, H_2 désigne la hauteur de la lame déversante maximale admissible au-dessus de l'élément de hausse 11 et z désigne le niveau de l'eau. Les forces motrices, qui tendent à plier l'élément de hausse 11 sont la poussée P de l'eau sur la face amont de l'élément de hausse 11. Les forces résistantes, qui s'opposent au pliage de l'élément de hausse 11, sont la résistance propre de l'élément de hausse 11.

Dans le présent exemple, pour simplifier les calculs, on supposera que la ligne d'encastrement 17 autour de laquelle se produira le pliage de l'élément de hausse 11, est située au niveau du seuil 6. Dans ces conditions, pour calculer la valeur de P et la valeur du moment moteur correspondant M_m par rapport à la ligne 17, il y a lieu de considérer deux cas en fonction de la hauteur d'eau z au dessus du seuil 6. Les valeurs de P et M_m et la valeur du moment résistant M_r sont résumées ci-dessous, lesdites valeurs étant données par unité de longueur de l'élément de hausse 11.

a) si : $0 < z < H_1$:

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

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

b) si : $H_1 < z$:

$$P = \frac{1}{2} \cdot \gamma_w \cdot H_1^2 + \gamma_w \cdot H_1 \cdot (z - H_1) \quad (4)$$

$$M_m = \frac{1}{6} \cdot \gamma_w \cdot H_1^3 + \frac{1}{2} \cdot \gamma_w \cdot H_1^2 \cdot (z - H_1) \quad (5)$$

Dans les deux cas :

$$M_r = \frac{1}{6} \sigma_a \cdot e^2 \quad (6)$$

Dans les formules sus-indiquées, P , M_m , M_r , e , H_1 et z ont les significations déjà indiquées plus haut. γ_w est le poids volumique de l'eau et σ_a est la limite élastique de la matière utilisée pour la construction de l'élément de hausse, par exemple de l'acier.

Dans le graphique de la figure 10, les tracés A et B représentent respectivement les variations de M_r et M_m en fonction de la hauteur d'eau z au-dessus du seuil 6, et le tracé C représente la variation du débit d'eau évacuée Q en fonction de la hauteur H de la lame déversante [$Q = 1,8 \cdot H^{3/2}$, H étant égal à $(z - H_1)$ avant pliage de l'élément de hausse 11 et à z après pliage dudit élément 1]. Les tracés A, B et C ont été obtenus à partir des formules indiquées plus haut et pour $H_1 = 1,2m$, $e = 2cm$, $\gamma_w = 1$ et $\sigma_a = 30 \text{ kg/mm}^2$.

En considérant les tracés A et B, on voit que le moment moteur M_m atteint la même valeur que le moment résistant M_r pour une valeur de z , $(H_1 + H_2)$, d'environ 2m, c'est-à-dire pour le niveau maximal RM dans l'exemple numérique considéré ici. Autrement dit, le pliage de l'élément de hausse 11 aura lieu lorsque le niveau de l'eau atteindra le niveau maximal RM. D'après le graphique de la figure 10 et d'après les formules (5) et (6), on voit que, sans changer la valeur de la hauteur H_1 de l'élément de hausse 11, si l'on avait voulu que le pliage de ce dernier se produise pour une valeur de z plus petite ou plus grande que 2m, il aurait fallu respectivement diminuer ou augmenter la valeur de e et/ou la valeur de σ_a par rapport aux valeurs indiquées plus haut.

D'après ce qui précède, on voit que, par un dimensionnement approprié en hauteur (H_1) et en épaisseur (e) de l'élément de hausse 11 et par un choix approprié de sa matière constitutive (limite élastique σ_a), on peut faire en sorte que l'élément de hausse 11 soit plié pour un niveau d'eau prédéterminé.

Dans le graphique de la figure 10, on a également tracé, en A', les variations du moment résistant M_r' en fonction de z dans le cas où l'élément de hausse 11 est composé de deux plaques accolées 11 et 21 de hauteurs différentes, l'étanchéité entre ces deux plaques étant assurée par un joint 22 comme montré dans la figure 11.

Les deux plaques 11 et 21 peuvent être encastrées dans la même rainure 12, auquel cas une pièce d'espacement 23, continue ou discontinue, peut être prévue entre les deux plaques 11 et 21, ou elle peut être prévue entre les deux plaques à leur partie inférieure, ou elles peuvent être encastrées dans des rainures différentes

En considérant les tracés A' et B on voit que le moment moteur M_m atteint la même valeur que le moment résistant M_r' pour une valeur de z , $(H_1 + H'_2)$, d'environ 2,25m. On voit également que si on appliquait à la partie inférieure de la plaque aval 11 la totalité de la pression d'eau au moment où z atteint une valeur comprise entre $(H_1 + H_2)$ et $(H_1 + H'_2)$, on obtiendrait une brusque rupture d'équilibre pour cette valeur de z . Naturellement, dans ce cas, si on souhaite que le pliage ait encore lieu pour une valeur de z égale à 2m ou moins, il faudrait alors dimensionner la plaque 11 (son épaisseur e et/ou sa limite élastique σ_a) pour que son moment résistant M_r (tracé A de la figure 10) soit plus faible que ce qui est indiqué dans cette figure.

Ceci peut être mis à profit pour provoquer le pliage 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 pliage. En effet, des dispositions peuvent être prises pour que de l'eau pénètre dans l'espace entre les deux plaques 11 et 21 de la figure 11 quand l'eau atteint un niveau prédéterminé N, le dimensionnement des plaques étant tel qu'à cet instant le moment résistant passe brusquement d'une valeur M_r' plus grande que la valeur du moment moteur M_m à une valeur M_r substantiellement plus petite que la valeur dudit moment moteur M_m . A cet effet, on peut utiliser par exemple un dispositif déclencheur tel que celui montré dans la figure 11. Ce dispositif déclencheur est essentiellement constitué par un tuyau d'évent 24 qui, en service normal, met l'espace entre les plaques 11 et 21 en relation avec l'atmosphère, l'extrémité supérieure 24a du tuyau d'évent 24 étant située à un niveau N égal au niveau pour lequel on désire que le pliage de la plaque 11 se produise. Le tuyau 24 peut être coudé et passer à travers la plaque 21 comme montré dans la figure 11. Un orifice 25 ayant une section de passage plus faible que celle du tuyau 24 est prévu à la partie inférieure de la plaque aval 11, près du seuil 6, pour évacuer de l'espace entre les plaques 11 et 21 l'eau due aux fuites éventuelles au niveau du joint 22 ou l'eau qui pourrait entrer par l'orifice supérieur du tuyau 24, à cause des vagues, avant que le niveau d'eau ait réellement atteint le niveau N.

Dans le cas où plusieurs éléments de hausse 11, 21 sont prévus et doivent se plier pour des niveaux d'eau différents, tels que les niveaux N_1 , N_2 et RM (figure 3) au moins un tuyau d'évent 24 est associé à chaque élément de hausse et chaque tuyau 24 s'étend vers le haut jusqu'à un niveau N égal au niveau N_1 ou N_2 ou RM pour lequel l'élément correspondant doit se plier.

L'extrémité supérieure de chaque tuyau d'évent 24 peut être équipée d'un dispositif de protection contre les corps flottants, afin de ne pas être obturé par ceux-ci, ou d'un dispositif de protection contre les vagues, afin qu'une ou plusieurs vagues successives ne déclenchent pas intempestivement le pliage de la plaque 11. De tels dispositifs de protection sont montrés dans les figures 12a à 12c. Le dispositif de protection de la figure 12a est essentiellement constitué par un entonnoir 26 dont le bord supérieur 26a se trouve à un niveau plus élevé que le niveau N et qui comporte au moins un petit trou 27 à un niveau plus bas que le niveau N. Dans la figure 12b, le dispositif de protection est constitué par le tuyau 24 lui-même dont l'extrémité supérieure est recourbée sous la forme d'un siphon 28. Enfin, le dispositif de protection de la figure 12c est constitué par une cloche 29, qui coiffe l'extrémité supérieure 24a du tuyau d'évent 24 et dont le sommet 29a se trouve à un niveau légèrement plus élevé que le niveau N.

Il peut être avantageux, pour améliorer la sécurité d'un ouvrage existant dont le seuil déversant 6 avait été initialement arasé, en fonction de la crue de projet initialement choisie, à un niveau déterminant le niveau de la retenue normale RN (figure 13c), de déraser le seuil 6 de quelques décimètres en-dessous de sa côte actuelle (correspondant à RN) et d'encasturer 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 hauteur et en épaisseur de la manière décrite plus haut pour se plier autour de la ligne 17 lorsque le niveau de l'eau atteint un niveau prédéterminé au plus égal au niveau maximal RM correspondant à la crue de projet. 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 de passer sans risque une crue ayant un débit très supérieur à celui de la crue pour laquelle l'ouvrage avait été initialement dimensionné. Dans le cas où la hauteur choisie pour les éléments de hausse 11 est égale à la hauteur de dérasement du seuil 6 (figure 13a), on obtient simplement une augmentation de la sécurité de l'ouvrage, sans changement du niveau de la retenue normale RN, par rapport à l'ouvrage existant avant dérasement de son seuil 6 (figure 13c). Toutefois, on peut à la fois augmenter la sécurité de l'ouvrage et réhausser le niveau de la retenue normale à un niveau RN' en donnant aux éléments de hausse 11 une hauteur telle que leur sommet se trouve à un niveau plus élevé que le niveau RN, mais inférieur au niveau maximal RM (figure 13b).

Dans la forme d'exécution montrée dans la figure 11 on a supposé que les deux plaques 11 et 21 étaient encastrées dans une même rainure 12 et accolées l'une à l'autre. Toutefois on peut envisager d'encastrer, les deux plaques 11 et 21, ou un plus grand nombre encore de plaques, par exemple trois plaques 11, 21 et 31 (figure 14a), dans une ou plusieurs rainures d'encastrement espacées sur le seuil 6, les plaques ayant des hauteurs différentes, qui croissent d'amont vers l'aval, et étant dimensionnées (e , σ_a) de façon à plier successivement de l'aval vers l'amont pour des conditions hydrologiques de sévérité croissante comme illustré par les figures 14a à 14d dans le cas de deux plaques 11 et 21. De cette manière, si le pliage de la plaque aval 11 a suffi pour évacuer une crue de moyenne importance, ayant entraîné une élévation du niveau de l'eau jusqu'à un premier niveau prédéterminé N_1 ($RN' < N_1 < RM$), la plaque 21 reste dressée (figure 14c) et le niveau de retenue normale n'est réduit que partiellement (RN'' au lieu de RN' avant pliage de la plaque aval 11). Si le pliage de la plaque 11 n'a pas suffi pour évacuer la crue et si le niveau d'eau atteint un second niveau prédéterminé N_2 ($N_1 < N_2 \leq RM$), la plaque amont 21 se plie à son tour comme montré sur la figure 14d. Après pliage de la plaque 11 et, le cas échéant, de la plaque 21 et après évacuation de la crue, la ou les plaques 11 et 21 peuvent être remplacées par des plaques non pliées.

Dans les formes d'exécution qui ont été décrites jusqu'ici, chaque plaque 11 (ou 21 ou 31) formant un élément de hausse était engagée dans une rainure prévue dans le seuil 6. Cependant, la plaque 11 (ou 21 ou 31) peut être engagée dans une rainure formée dans une pièce de montage 32, continue ou discontinue, qui est elle-même fixée rigidement au seuil 6, par exemple au moyen de boulons et de tiges filetées 33 scellées dans la maçonnerie du seuil 6 comme montré dans la figure 15. De préférence, le seuil 6 est dérasé au moins d'une quantité correspondant à la hauteur de la pièce de montage 32.

Suivant une autre forme d'exécution, au lieu de réaliser l'encastrement de la plaque 11 (ou 21 ou 31) par engagement de sa partie inférieure dans une rainure, l'encastrement peut être effectué comme montré dans la figure 16. Dans cette figure, la plaque 11', vue en coupe verticale, est cintrée en forme de L et sa branche horizontale 11'a est fixée rigidement au seuil 6 par une liaison du type encastrement, c'est-à-dire une liaison où aucun mouvement relatif n'est autorisé, par exemple au moyen de plusieurs boulons et tiges filetées 33 (une seule est visible dans la figure 16) scellées dans la maçonnerie du seuil. Lorsque plusieurs plaques sont prévues, comme les plaques 11' et 21' (figure 16), elles peuvent être fixées ensemble au seuil 6 par les mêmes boulons et tiges filetées 33. Suivant une variante, au lieu d'utiliser des plaques cintrées en L, on peut utiliser des plaques verticales droites, comme les plaques 11 des figures 8, 13, 14, 15, qui sont alors fixées rigidement au seuil 6 par des équerres, les branches verticales des équerres étant fixées aux plaques par exemple par soudage, tandis que leurs branches horizontales peuvent être fixées au seuil 6 d'une manière semblable à celle montrée dans la figure 16. Dans ce dernier cas, c'est l'épaisseur du matériau constituant les équerres et sa limite élastique σ_a qu'il faut prendre en considération pour le calcul du moment résistant M_r qui détermine le niveau d'eau pour lequel se produit le "pliage" des éléments de hausse.

La figure 17 montre, en coupe verticale, un élément de hausse 11 composé de deux plaques 11i et 11j qui sont empilées de façon amovible l'une sur l'autre. Si on le désire plusieurs plaques 11j peuvent être prévues et empilées l'une sur l'autre. Les plaques 11i et 11j peuvent être maintenues ensemble par au moins deux paires de plaquettes 34, dont une paire est visible dans les figures 17 et 18, qui sont fixées rigidement à l'une des deux plaques 11i et 11j et qui enfourchent l'autre plaque. Au lieu des plaquettes 34 on peut aussi utiliser des barrettes s'étendant sur toute la longueur des plaques 11i et 11j. Un joint d'étanchéité 35 est prévu entre les plaques 11i et 11j et, le cas échéant, entre les plaques 11j quand il y en a plusieurs. Les plaques peuvent avoir toutes la même dimension verticale ou des dimensions verticales différentes ; par exemple, la plaque supérieure 11j a une dimension verticale plus faible que celle de la plaque 11i. Avec une telle construction de l'élément de hausse, non seulement les opérations de mise en place de la hausse sont facilitées, mais il est aussi possible de donner à la hausse des hauteurs différentes selon les saisons, sans que cela nécessite une surveillance humaine particulière du point de vue de l'évacuation des crues.

En conclusion, la hauteur de la hausse 10, donc de son ou ses éléments 11, dépend d'un choix économique, de la progressivité souhaitée dans le pliage des divers éléments de hausse, de la précision du niveau d'eau auquel se produit le pliage (précision qui peut être améliorée en prévoyant un dispositif déclencheur comme décrit plus haut en référence à la figure 11) et de la forme de la ligne de crête de la hausse, ligne qui peut être rectiligne ou en créneau. Dans l'exemple numérique décrit plus haut, la hauteur des éléments de hausse qui en résulte peut varier entre 0,9m et 1,5m, permettant, suivant les options prises, de gagner entre 45 et 75% de la tranche d'eau qui serait perdue sans l'utilisation de la hausse fusible.

D'après ce qui précède, il est clair que la hausse fusible de la présente invention permet d'augmenter substantiellement et de façon quasi-permanente la capacité de stockage d'un barrage ou autre ouvrage à seuil déversant libre, tout en maintenant ou en accroissant la sécurité de fonctionnement propre aux ouvrages à seuil déversant libre, en permettant de façon fiable l'évacuation des crues exceptionnelles par ouverture automatique (pliage d'au moins un élément de la hausse) sans aucune surveillance ni aucune intervention humaine ou

d'un dispositif de contrôle. Il est également clair que la hausse peut être fabriquée et installée sur le seuil du déversoir d'un barrage ou autre ouvrage pour un coût plus faible que celui des vannes antérieurement connues, et sans modification majeure du seuil du déversoir.

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

10

1. - Déversoir évacuateur de crues pour barrages et ouvrages similaires, comportant 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 le déversoir (5), caractérisé en ce que ladite hausse (10) comprend au moins un élément de hausse (11), en forme de plaque sensiblement verticale, qui est maintenue à sa base par un encastrement sur le seuil (6) du déversoir (5) et qui a, par rapport au seuil, une hauteur prédéterminée (H_1) plus petite que la différence des premier et second niveaux prédéterminés (RN et RM), ladite hauteur prédéterminée correspondant, pour un niveau d'eau sensiblement égal audit niveau maximal (RM), à une crue moyenne ayant un débit prédéterminé plus faible que ledit débit maximal prédéterminé, ledit élément de hausse (11) ayant, au niveau de l'encastrement, une épaisseur telle et étant fait d'une matière ayant une limite élastique telle que le moment des forces de poussée appliquées par l'eau à l'élément de hausse atteigne son moment résistant à l'encastrement et qu'en conséquence ledit élément de hausse se plie autour d'une ligne d'encastrement (17), quand l'eau atteint un troisième niveau prédéterminé (N) plus élevé que le sommet de l'élément de hausse (11), mais au plus égal au second niveau prédéterminé (RM).

15

20

25

30

35

40

45

50

55

2. - Déversoir selon la revendication 1, caractérisé en ce que la plaque (11) formant l'élément de hausse est engagée dans une rainure (12) prévue dans le seuil (6) ou dans une pièce de montage (32) fixée au seuil (6).

3. - Déversoir selon la revendication 1, caractérisé en ce que la plaque (11') formant l'élément de hausse est cintrée en forme de L et sa branche horizontale (11'a) est fixée rigidement au seuil par une liaison du type encastrement.

4. - Déversoir selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que, dans le cas d'un déversoir (5) existant, la crête (8) 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 encastré sur le seuil dérasé et a une hauteur telle que son sommet se trouve au moins audit premier niveau prédéterminé (RN), mais à un niveau (RN') inférieur audit troisième niveau prédéterminé (N).

5. - Déversoir selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'un joint d'étanchéité (15) est disposé entre le seuil déversant (6) et la partie inférieure de l'élément de hausse (11).

6. - Déversoir selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que ledit élément de hausse est constitué par une paire de plaques accolée (11, 21), de hauteurs différentes, l'étanchéité entre les deux plaques étant assurée par un joint (22).

7. - Déversoir selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un tuyau d'évent (24), qui, en service normal, met l'espace entre les deux plaques (11 et 21) en relation avec l'atmosphère, l'extrémité supérieure du tuyau d'évent (24) étant située à un niveau égal audit troisième niveau prédéterminé (N).

8. - Déversoir selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, 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 éléments contigus de hausse.

9. - Déversoir selon la revendication 8, caractérisé en ce que les éléments de hausse (11) sont dimensionnés de telle façon qu'au moins un premier élément de hausse (11c) soit plié 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 plié 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 plié 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).

5

10. - Déversoir selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que la hausse (10) comporte au moins deux éléments de hausse (11 et 21) qui sont disposés l'un à la suite de l'autre dans le sens amont-aval et qui ont des hauteurs différentes croissant de l'amont vers l'aval, les éléments de hausse étant dimensionnés de telle façon que l'élément de hausse aval (11) plie quand l'eau atteint ledit troisième niveau prédéterminé (N_1), celui-ci étant plus bas que le second niveau prédéterminé (RM), et que l'élément de hausse amont (21) plie quand l'eau atteint un quatrième niveau prédéterminé (N_2) plus élevé que le troisième niveau prédéterminé (N_1), mais au plus égal au second niveau prédéterminé (RM).

10

11. - Déversoir selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que ledit élément de hausse (11) comprend au moins deux plaques verticales (11i, 11j) empilées l'une sur l'autre.

15

12. - Déversoir selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que la hausse (10) comprend plusieurs plaques verticales (11) disposées en quinconce entre d'autres plaques verticales fixes (20), de telle façon que la ligne de crête de la hausse ait une force en créneau.

20

25

30

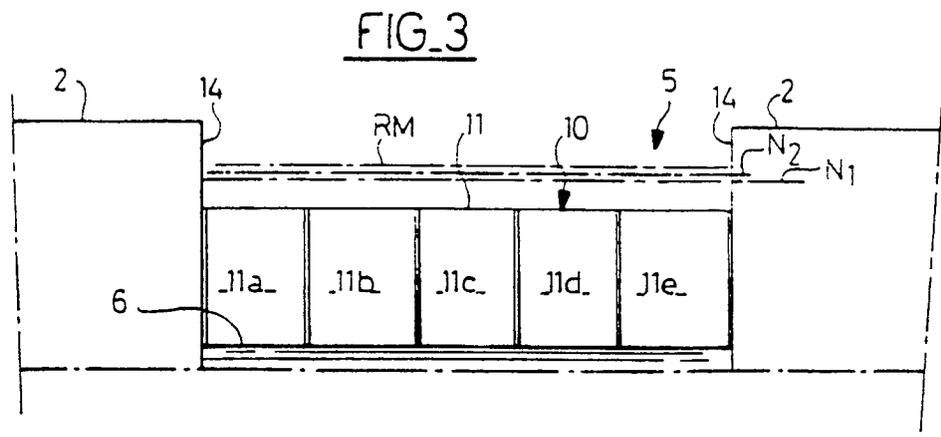
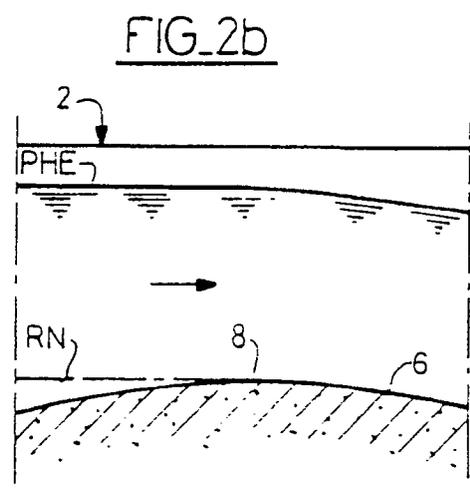
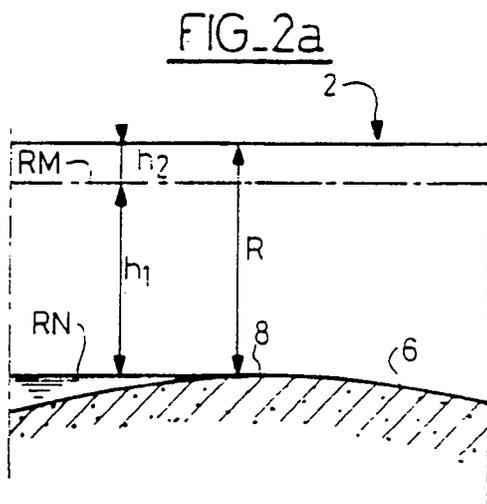
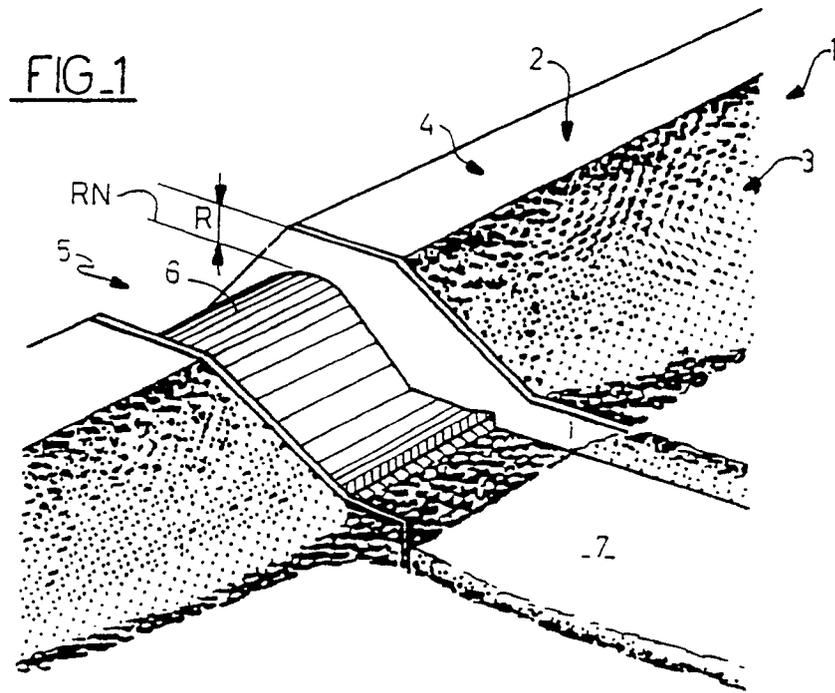
35

40

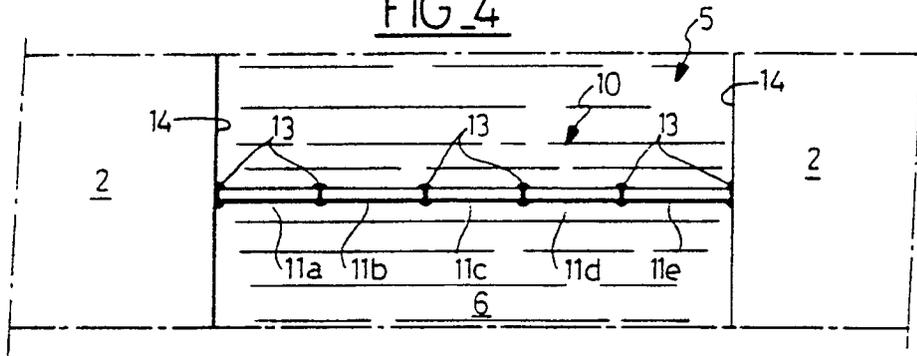
45

50

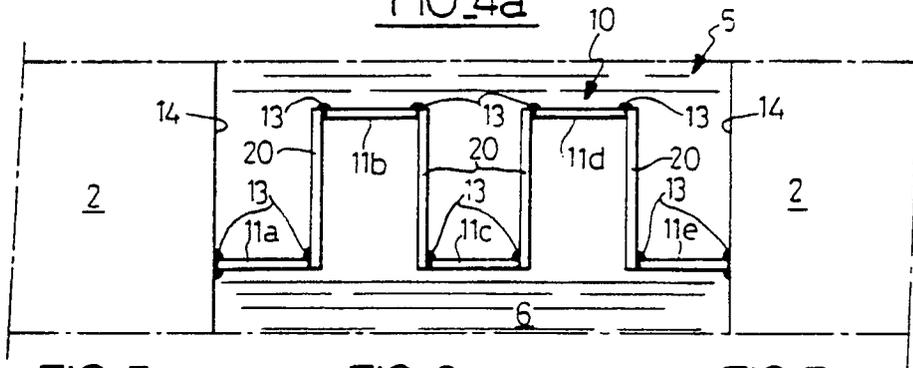
55



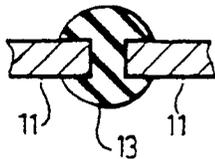
FIG_4



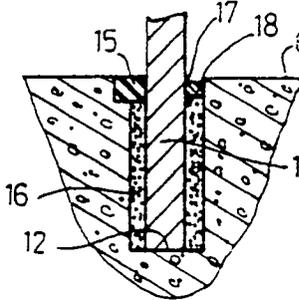
FIG_4a



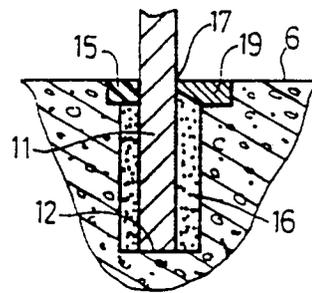
FIG_5



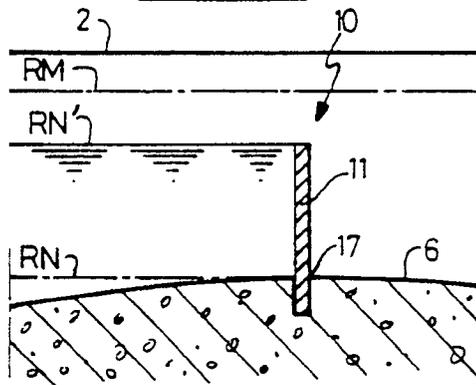
FIG_6



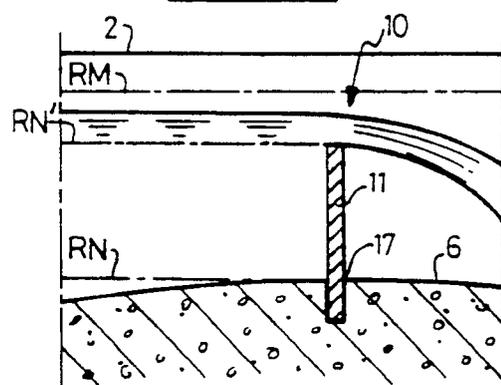
FIG_7

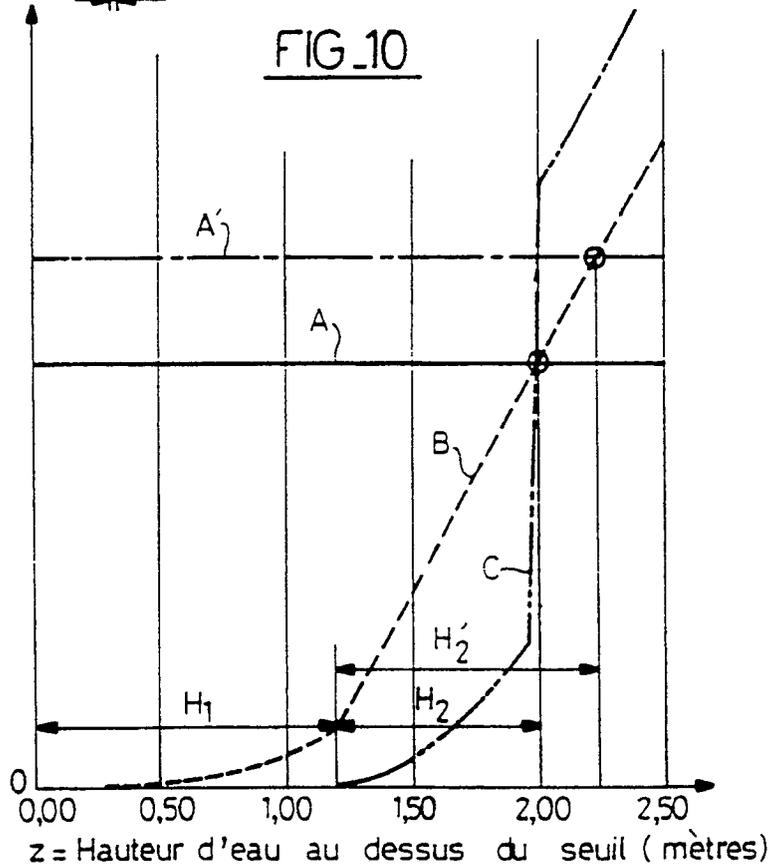
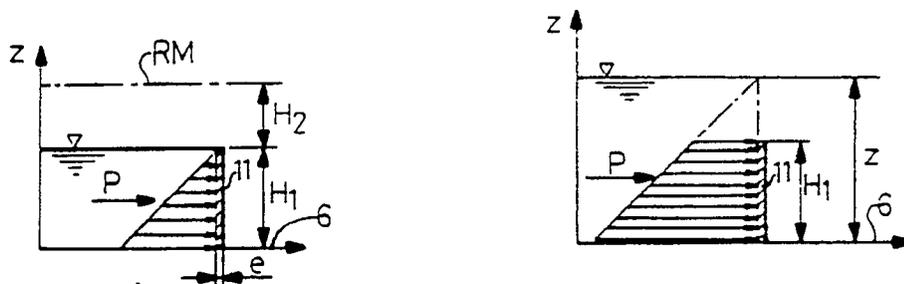
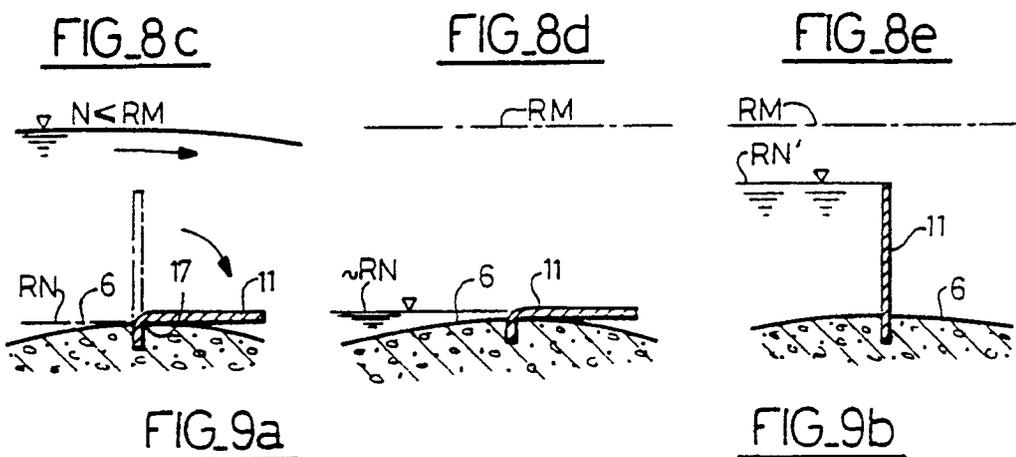


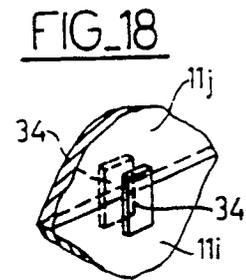
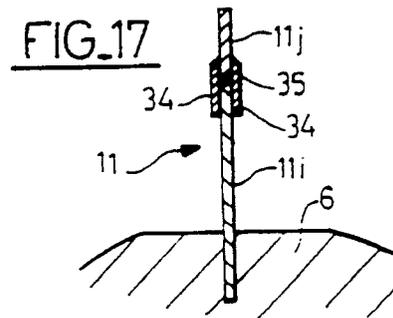
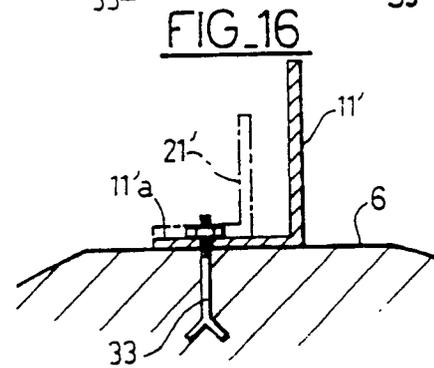
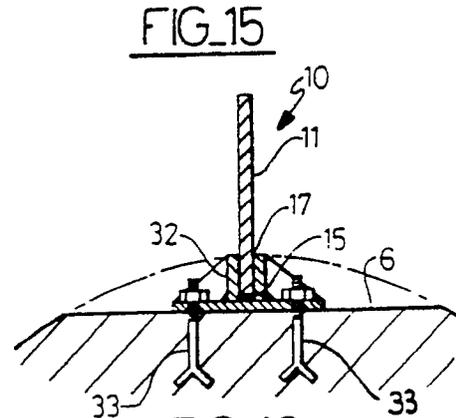
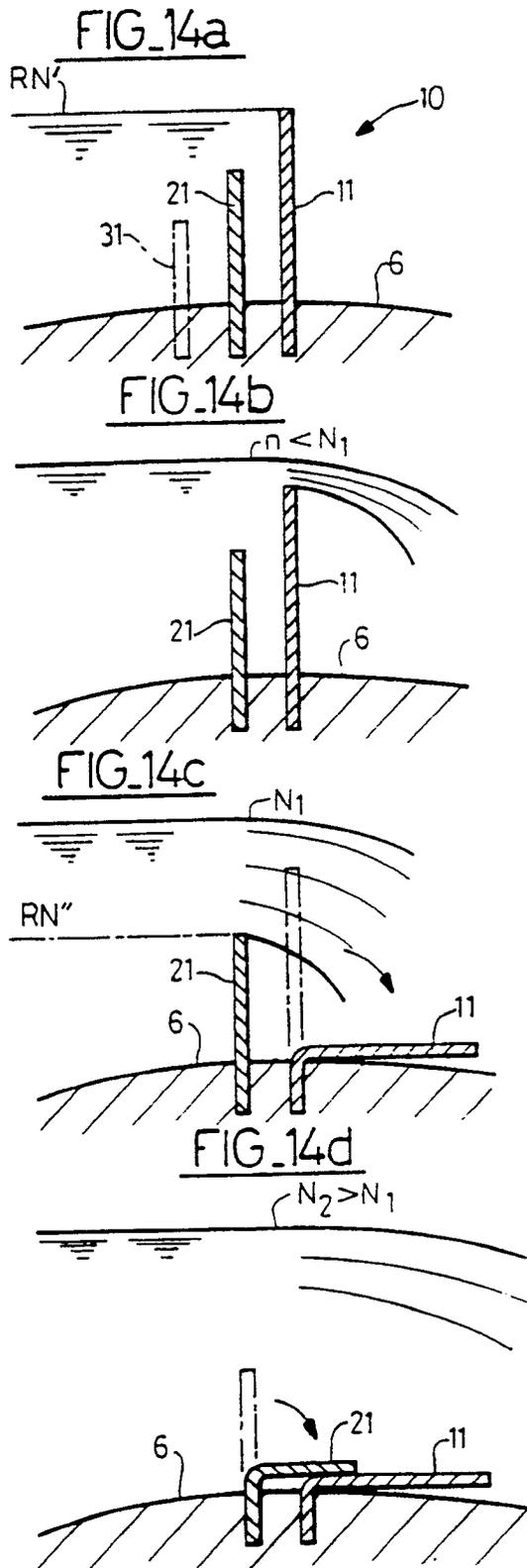
FIG_8a



FIG_8b









Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 90 40 3593

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	US-A-1 544 996 (LAUFER) * le document en entier *	1	E02B8/06 E02B7/16
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 9, no. 117 (M-381)(1840) 22 Mai 1985 & JP-A-60 3 310 (NIHON JIDOU KIHOU KK.) 9 Janvier 1985 * le document en entier *	1	
A	DE-U-8 808 124 (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 03 AVRIL 1991	Examineur IJCA Van Beurden
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	

EPC FORM 150 (01.82) (P0462)