

4 Dépotoirs à alluvions doseurs en contexte torrentiel

Les dépotoirs à alluvions servent à retenir les matériaux charriés par les torrents afin de protéger les zones urbanisées et les infrastructures contre les dégâts dus aux crues. Ceux de conception classique fonctionnent cependant même pendant des crues de faible intensité, alors qu'il serait possible de laisser passer le débit solide sans causer de dommage. Ils provoquent ainsi des déficits de charriage et des atteintes écologiques en aval. La présente fiche explique comment les dépotoirs doseurs peuvent améliorer la continuité du transport solide.

S. Schwindt, M. J. Franca, S. Fink, Ch. Scheidegger, A. Schleiss

S'écoulant sur une forte pente, les torrents possèdent une grande capacité de transport solide et leurs bassins versants se distinguent par une disponibilité élevée de sédiments. En cas de crue, ils peuvent charrier des quantités considérables de matériaux et modifier la morphologie du cours en aval. Or, la structure morphologique du chenal et le transport sédimentaire exercent une influence sur l'apparition et l'évolution des habitats aquatiques ainsi que sur leur flore et leur faune (cf. fiche 1). Destinés à protéger les zones habitées et les infra-

structures, les dépotoirs à alluvions retiennent le plus souvent toute la charge solide et interrompent dès lors le charriage. Ils entravent également la connectivité longitudinale des milieux naturels au fil des cours d'eau (cf. fiche 5). Un dépotoir à alluvions comprend un ouvrage de rétention, doté d'un orifice d'écoulement, et un bassin de rétention (fig. 2).

Dans le bassin versant d'un torrent (cf. fiche « Dynamique des sédiments et des habitats dans les cours d'eau » : fig. 1, tab. 1 ; vue détaillée : fig. 1), divers ouvrages de protection agissent sur le transit sédimentaire. Des barrages ou seuils de correction torrentielle, aménagés dans la partie supérieure du bassin versant ainsi que dans les fréquentes gorges, servent à réduire l'érosion du fond du lit et à stabiliser les berges. Dans la partie inférieure du bassin versant, le dépôt des matériaux transportés par le torrent forme un cône de déjection, sur lequel se trouvent souvent des zones urbanisées et des infrastructures.

Sur le cône de déjection, où la pente est plus faible, le cours d'eau est en général entièrement canalisé et son lit solidifié, afin d'accroître la capacité de charriage. En cas de crue extrême, il arrive néanmoins que les matériaux

Fig. 1

Schéma d'un dépotoir à alluvions servant à protéger une galerie (à gauche). Dépotoir à alluvions sur un affluent de la Reuss près de Gurntellen (UR; à droite).



transportés forment des amas dangereux, en particulier dans les goulots ainsi qu'aux ponts, leur accumulation pouvant provoquer des dégâts considérables dans les zones urbanisées. Preuve en sont les événements qui se sont produits en 2000 dans les communes de Brig (VS) et de Naters (VS; OFEG 2002). À titre préventif, des dépotoirs à alluvions sont dès lors construits en amont d'infrastructures et de zones urbanisées.

Ouvrages de correction torrentielle

Charriés par un cours d'eau, les sédiments et le bois flottant n'ont pas le même comportement, de sorte que les ouvrages de protection diffèrent eux aussi. Les dépotoirs à alluvions classiques sont conçus pour retenir les matériaux transportés par une crue lorsque le débit solide ne représente qu'un pourcentage minime du débit total (débit fluvial et débit sédimentaire). Les événements où le débit solide dépasse 20 % du débit total sont appelés laves torrentielles. Dans ce cas, des brise-laves comptent parmi les ouvrages offrant une protection. Des dépotoirs à alluvions peuvent aussi être dimensionnés de manière à retenir les sédiments transportés par une lave torrentielle. À cet effet, il importe d'adapter en conséquence l'ouvrage de rétention, en particulier son orifice.

Les dépotoirs à alluvions de conception classique possèdent un bassin de rétention en amont, comme l'illustre la figure 2 (dépotoir près de Riddes; VS). L'ouvrage de rétention est doté d'un ou de plusieurs orifices. En cas de crue, ceux-ci s'obturent spontanément, de manière soit hydraulique soit mécanique, de sorte que le bassin de rétention se remplit. La fermeture est hydraulique lorsque le débit du torrent dépasse la capacité d'écoulement des orifices. Ceux-ci se ferment de manière mécanique lorsque le torrent transporte des matériaux solides et/ou du bois flottant, dont la forme caractéristique conduit à obstruer l'orifice d'écoulement (Piton et Recking 2016a). D'autres aménagements (telle une protection contre l'affouillement au pied de l'ouvrage de rétention) sont nécessaires pour garantir la stabilité d'un dépotoir, de même qu'il faut prévoir une voie d'accès afin d'assurer son entretien. En ce qui concerne la description des processus fondamentaux d'un torrent et la structure des dépotoirs à alluvions et des barrages de correction torrentielle, nous renvoyons à la littérature spécialisée (cf. p. ex. Bergmeister et al. 2009).

Les dépotoirs à alluvions classiques sont souvent dotés d'orifices sous-dimensionnés. Trop petits ou trop bas, ils engendrent une rétention des matériaux charriés même en cas de crue modeste et favorisent leur accumulation rapide dans le bassin de rétention. Des orifices trop étroits entravent de plus la migration de nombreuses espèces piscicoles. Étant donné que des sédiments sont retenus en permanence en amont, le débit qui passe l'ouvrage s'accélère. La vitesse d'écoulement étant accrue, les poissons aux capacités de nage plutôt faibles ne parviennent plus à traverser l'ouvrage pour remonter le cours d'eau, surtout si le fond du lit est lisse. Des orifices d'écoulement trop grands augmentent au contraire le risque d'une vidange spontanée du dépotoir en phase de crue.

Si les orifices du dépotoir ne sont pas conçus et dimensionnés avec soin, le bassin de rétention risque, lors d'une crue correspondant à celle ayant servi de référence pour son dimensionnement (crue de dimensionnement)¹, d'être en partie encombré par les sédiments qui s'y sont déposés précédemment, alors que le débit était plus faible. Dans de tels cas, le bassin de rétention doit faire l'objet de vidanges régulières et coûteuses. De plus, il provoque un déficit de matériaux charriés en aval et des mesures s'imposent pour stabiliser le fond du lit et les berges. Un manque d'apport sédimentaire en provenance des torrents porte atteinte à l'ensemble du réseau hydrographique et aux milieux naturels qui en dépendent (cf. fiche 1). La figure 3 montre un dépotoir à alluvions sur la Tinière, près de Villeneuve (VD), dont la grille, aux barreaux trop rapprochés, retient en tout temps les matériaux charriés.

Dépotoirs à alluvions doseurs

Les dépotoirs à alluvions qui interrompent le transport solide même en cas de crues relativement faibles ($< HQ_{10}$), aptes à former des bancs de gravier dans le lit, peuvent détériorer l'état écologique du cours d'eau en aval. Pour maintenir le transit de sédiments et préserver la connectivité écologique (cf. fiche 5), les dépotoirs à alluvions ne

¹ La définition de nombreux termes tels que « crue de dimensionnement » sont définis dans le glossaire du site www.rivermanagement.ch, rubrique Produits et publications.

Fig. 2

Dépotoir à alluvions sur la Fare, près de Riddes (VS), avec son volume et son ouvrage de rétention ainsi que l'ouverture d'écoulement.

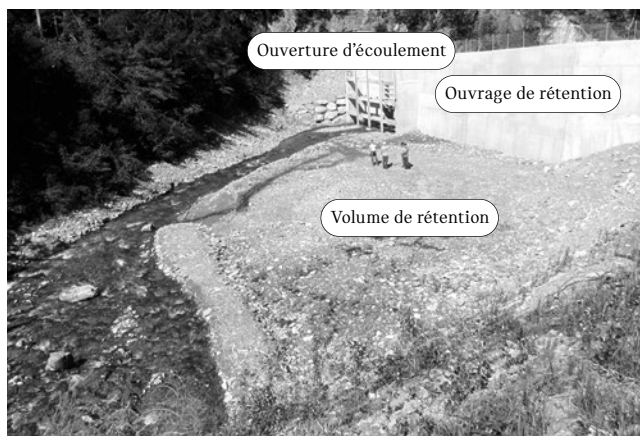


Photo : Sebastian Schwindt

devraient pas, du point de vue de la morphologie fluviale, retenir le débit solide tant que le débit total d'un torrent peut s'écouler en aval sans provoquer de dégâts.

Des crues modestes jouent en effet un rôle vital pour la faune et la flore pionnières dont les espèces colonisent les bancs de gravier. Le tamarin d'Allemagne (*Myricaria germanica*) a ainsi besoin de crues de l'ordre de HQ₇ à HQ₁₀ pour s'imposer face à des espèces concurrentes et

Fig. 3

Dépotoir à alluvions dont la grille retient, pour des raisons mécaniques, une quantité excessive de matériaux charriés (sur la Tinière près de Villeneuve, VD).



Photo : Sebastian Schwindt

s'implanter durablement dans le gravier. De nombreuses espèces végétales sont adaptées à de petites crues : elles sont par exemple dotées de racines leur permettant de s'ancrer dans le sous-sol (tel le tamarin d'Allemagne) ou alors elles possèdent des troncs et des branches très souples qui leur évitent des dégâts graves durant le déplacement des matériaux solides (à l'image des variétés de saules).

La rétention des sédiments dans les dépotoirs à alluvions lors de faibles crues n'est pas non plus souhaitable du point de vue écologique, car elle englobe aussi les sédiments fins et les nutriments que ceux-ci transportent (cf. fiche 3). Les dépotoirs ne devraient dès lors entrer en action qu'en cas de crues importantes, c'est-à-dire celles qui menacent les zones urbanisées et les infrastructures en aval. Compte tenu du volume de rétention, l'orifice d'écoulement devrait être dimensionné de manière à ne s'obturer que lorsque le chenal en aval n'a plus la capacité requise pour assurer le transit du débit solide. Dans les explications ci-après le débit à partir duquel le dépotoir devrait s'activer est appelé « débit maximal de transit ».

Conception et emplacement des dépotoirs à alluvions

Les volumes de rétention en forme de poire sont les mieux à même de retenir les matériaux charriés. Le rapport

Fig. 4

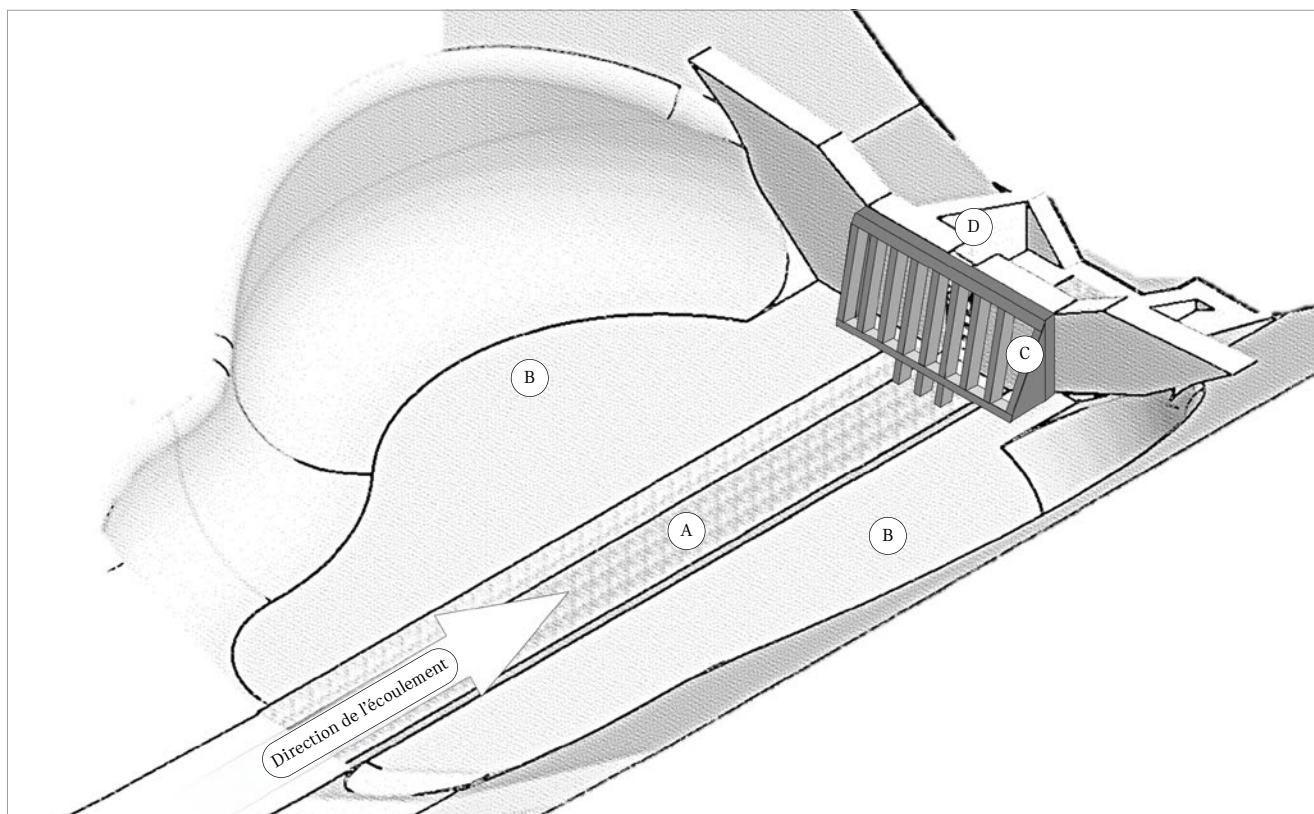
Apport sédimentaire ponctuel dû à une lave torrentielle. Les matériaux déversés comprennent du gravier nettement plus fin que les blocs qui forment le fond du cours d'eau (ruisseau des Vaunaises, près de Caux, VD).



Photo : Sebastian Schwindt

Fig. 5

Dépotoir à alluvions doté d'un canal-guide (A), d'un volume de rétention (B) et d'un ouvrage de rétention à double orifice, qui assure une rétention des matériaux charriés contrôlée de manière mécanique (C) et hydraulique (D).



Source : Illustration nach Zollinger 1983

entre la longueur et la largeur maximale de ces volumes devrait être de 1,5 : 1 (Zollinger 1983).

Les barrages de correction torrentielle modifient la déclivité et réduisent ainsi le transport solide. Celui-ci peut également être perturbé par de gros rochers isolés, déposés sur le lit par un éboulement (appelés « blocs résiduels »). L'estimation du transport sédimentaire est donc le plus souvent entachée de grandes incertitudes, alors qu'il est crucial de connaître sa valeur pour concevoir et dimensionner un dépotoir à alluvions. Apprécier la granulométrie du débit solide en considérant le matériel qui constitue le fond du lit revient à sous-estimer souvent la capacité de charriage en cas de crue. Une crue peut en effet remobiliser de volumineux dépôts de sédiments accumulés dans le bassin versant. Une lave torrentielle latérale peut également emporter ce genre de dépôts vers le cours d'eau. Ils sont alors transportés sur un fond

de lit naturellement pavé et appelés charge en matériaux de fond (*travelling bedload*; fig. 4).

Il est dès lors recommandé de calculer le transport sédimentaire en phase de crue sur la base de la granulométrie des matériaux de fond la plus fine, afin de préserver des taux de transport solide plus élevés. Pour déterminer cette granulométrie, il est possible d'analyser les matériaux déposés près des rives ou dans le bassin de rétention d'ouvrages existants (Piton 2016).

Comme Piton et Recking (2016b) l'ont démontré, des paliers formés par la succession de plusieurs ouvrages de rétention fermés (barrages de correction torrentielle) ralentissent et réduisent les pics de débit solide.

Plusieurs études (Armanini et Larcher 2001 ; Armanini et al. 2006) se sont penchées sur le dimensionnement de

l'orifice des dépotoirs à alluvions, en tenant compte par exemple de la hauteur des dépôts sédimentaires devant des ouvrages à orifices verticaux étroits. Voici les principaux aspects pratiques à prendre en considération :

- les moyens et l'importance de contrôler les conditions d'écoulement dans le bassin de rétention en amont de l'ouvrage lui-même,
- la capacité hydraulique de l'orifice d'écoulement,
- la diminution de la capacité de transport solide en cas d'obstruction de l'orifice d'écoulement,
- la prévention d'une vidange spontanée des dépotoirs à alluvions.

L'essentiel consiste à retenir les matériaux charriés en toute sécurité à partir du moment où le débit maximal de transit est atteint, grâce à la combinaison d'une fermeture hydraulique et mécanique des orifices d'écoulement. Une fermeture purement mécanique ou hydraulique des orifices comporte des risques, car ces deux principes présentent de grandes incertitudes quant au moment où survient l'obturation. L'association de ces deux principes, qu'il est plus aisé de contrôler en fonction de la charge sédimentaire, a été appliquée avec succès sur la Drance près de Martigny (Schwindt et al. 2016).

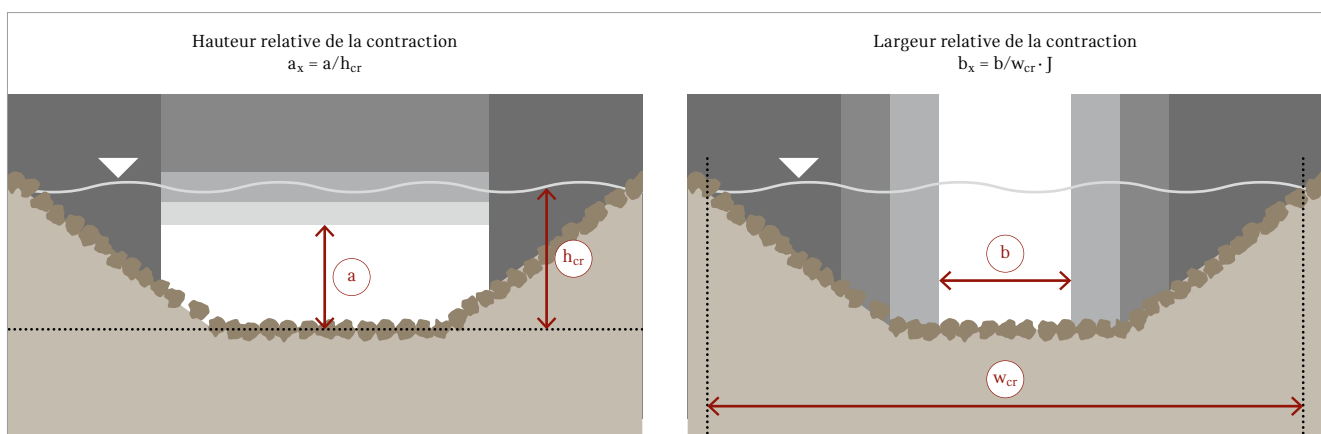
La fermeture mécanique de l'orifice du dépotoir, déclenchée avant tout par des sédiments grossiers et du bois

flottant, dépend essentiellement de la largeur ou de la hauteur relative de l'orifice, celle-ci ne devant pas mesurer plus de 1,5 fois le diamètre de l'objet de référence (Piton et Recking 2016a). La taille de cet objet est définie soit par le diamètre caractéristique d_{90} des matériaux de fond ou par le diamètre du bois flottant. Ces données étant largement liées à chaque événement, leur détermination pose toutefois problème. Le diamètre d_{90} des matériaux charriés dépend par exemple des dépôts sédimentaires érodés. De même, la quantité de bois flottant varie énormément d'une fois à l'autre. En principe, cette quantité reste minimale lors de crues modestes ($< HQ_{10}$), de sorte qu'une fermeture mécanique de l'orifice de sortie reste improbable jusqu'à ce que le débit atteigne la valeur de transit maximal. Il est néanmoins recommandé de prendre des mesures supplémentaires pour retenir le bois flottant dans la partie supérieure du bassin de rétention.

De nombreuses études confirment que l'obturation mécanique de l'orifice d'écoulement intervient à coup sûr lorsque la hauteur de l'orifice est inférieure ou égale à $1,5 \cdot d_{90}$. Analysées au cours d'une étude expérimentale, les conséquences d'une fermeture hydraulique sur le transport sédimentaire sont présentées dans le chapitre ci-après.

Fig. 6

Orifices d'écoulement étudiés au cours d'expériences pratiques : avec contractions verticales (à gauche) et latérales (à droite). Les schémas présentent les grandeurs suivantes : hauteur de l'orifice (a), profondeur d'écoulement (h_{cr}), largeur de l'orifice (b), largeur moyenne du débit critique (w_{cr}). Pour calculer la largeur relative de contraction (b_x), il importe de connaître la pente longitudinale du canal-guide (J).



Conception améliorée des dépotoirs à alluvions

Les orifices d'écoulement des ouvrages de rétention devraient être conçus de manière à ne s'obturer, de manière ni hydraulique, ni mécanique, jusqu'à ce que le débit atteigne la valeur maximale de transit. À cet effet, il importe de maîtriser les conditions d'écoulement dans le bassin de rétention, maîtrise qui peut être obtenue par la réalisation d'un canal-guide aux surfaces rugueuses à travers l'espace de déposition. Un canal plein à ras bord devrait correspondre au débit maximal de transit. La figure 5 montre un dépotoir à alluvions de conception classique complété par l'aménagement d'un tel canal.

Une analyse de quelque 60 torrents des Alpes suisses a montré qu'il est possible de reproduire leur section transversale au moyen d'un canal-guide de section trapézoïdale, doté de berges dont l'inclinaison se situe entre 20° et 35°. La rugosité du canal est donnée par la granulométrie qui détermine la couche de couverture (typiquement la valeur d_{90} du lit en amont). Pour stabiliser le canal, il convient de le garnir de blocs grossiers, dont la taille devrait correspondre environ à la granulométrie maximale que le débit de pointe de la crue de dimensionnement parvient encore à mobiliser. À proximité de l'ouvrage de rétention, ces blocs devraient être noyés dans du béton maigre au fond du canal, pour qu'il soit possible d'évacuer les sédiments retenus après des crues importantes sans endommager le canal-guide. Comme le dépotoir se remplit de plus en plus lorsque le débit est supérieur au débit maximal de transit, la capacité de transport du canal diminue.

Fermeture hydraulique

L'influence des dimensions des orifices d'écoulement sur le débit et le transport sédimentaire a été étudiée de manière systématique à l'aide de modélisations (Schwindt et al. 2017). Ces travaux ont testé des orifices formés par la contraction latérale et verticale (rétrécissement) du canal-guide. Une contraction verticale du canal (fig. 6a) engendre une rétention et un écoulement en charge dans l'orifice. Des contractions latérales (fig. 6b) limitent le débit en partant des rives et entraînent un écoulement libre critique dans l'orifice. L'effet de rétention produit un changement d'écoulement en amont de l'ouvrage : l'écoulement torrentiel se mue en écoulement fluvial. L'orifice

de l'ouvrage constitue ainsi une section de contrôle (écoulement libre à profondeur critique).

Pour que les résultats des études puissent s'appliquer de manière générale, la hauteur et la largeur de l'orifice ont été standardisées sur la base de la hauteur et de la largeur du débit critique (en l'absence d'ouvrage ; fig. 7). La hauteur relative de la contraction (a_x) est définie par les quotients de la hauteur de l'orifice (a) par la profondeur d'écoulement du débit critique (h_{cr}) dans le canal. La largeur relative de la contraction (b_x), déterminée par la déclivité du radier, correspond aux quotients de la largeur de l'orifice (b) par la largeur moyenne du débit critique (w_{cr}), multiplié par la pente longitudinale du canal-guide (J). Les essais basés sur les modélisations montrent que cette pente ne doit être prise en compte que dans le cas de contractions latérales (Schwindt 2017).

La capacité hydraulique (Q_c), en m^3/s , d'orifices d'écoulement de section rectangulaire avec contraction verticale peut être calculée à l'aide de l'équation (1) ci-dessous (Bergmeister et al. 2009). Dans ce calcul, μ est un coefficient d'écoulement, g la pesanteur ($9,81 m/s^2$) et H_0 la hauteur de charge immédiatement en amont de l'orifice. En cas de rétention faible, il est possible de poser que la valeur du coefficient d'écoulement μ se situe entre 0,65 et 0,75. Si l'orifice est de forme trapézoïdale, il convient d'utiliser la largeur moyenne du trapèze (Schwindt 2017, Schwindt et al. 2017).

$$Q_c = \mu b \frac{2}{3} \sqrt{2g} [H_0^{3/2} - (H_0 - a)^{3/2}] \quad (1)$$

L'un des principaux paramètres est la capacité de transport solide, qui correspond au transport maximal de matériaux qui n'engendre pas de dépôts dans le canal-guide.

Des contractions verticales ou latérales servent à réduire la capacité de transport solide (Q_s). Cette réduction a été déterminée par comparaison des capacités de transport mesurées dans le canal-guide, sans et avec contraction. La capacité de transport du canal sans contraction correspond environ au volume calculé à l'aide de la formule du VAW (Smart et Jaeggi 1983). Lors de débits élevés, cette valeur peut toutefois être dépassée en raison de la présence du canal-guide.

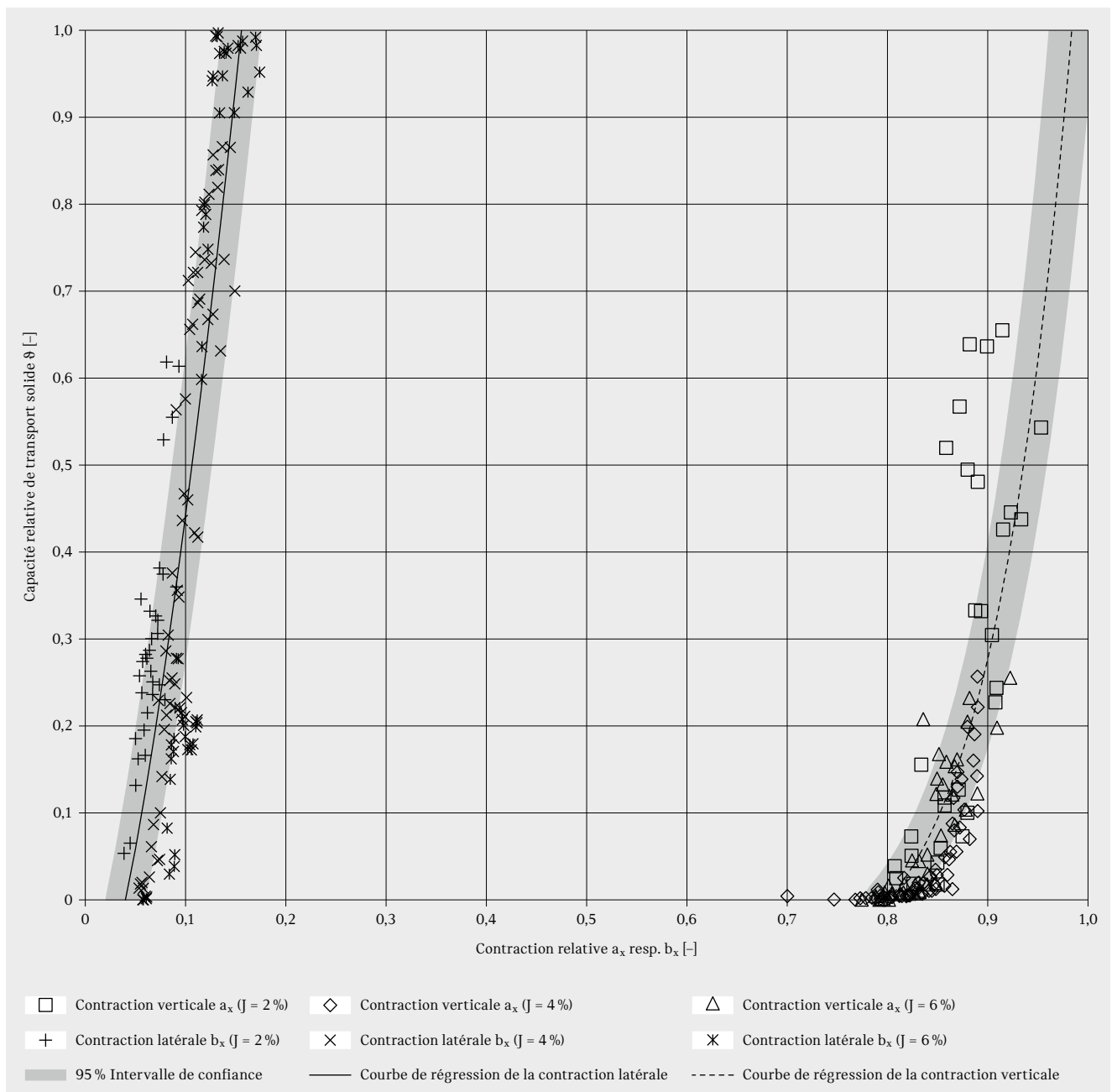
La diminution de la capacité de transport engendrée par la contraction du canal peut être décrite à l'aide de la capacité de transport en phase de débit normal. La capacité relative de transport (ϑ ; 2) qui en résulte correspond à la diminution, exprimée en pourcentage, de la capacité de transport du canal-guide, cette diminution

étant fonction des contractions verticales ou horizontales:

$$\vartheta = \frac{Q_{b, contraction}}{Q_{b, canal-guide}} \quad (2)$$

Fig. 7

Capacité relative de transport solide (ϑ) = $Q_{b, contraction} / Q_{b, canal-guide}$ en fonction de la hauteur ou de la largeur relative de la contraction (a_x ou b_x) avec des courbes de régression qualitatives et un intervalle de confiance de 68 %.



Lorsque $\vartheta = 1$, la contraction du canal ne réduit pas la capacité de transport solide. Plus le canal se contracte, plus la capacité de transport diminue et ϑ tend vers zéro. La figure 7 illustre cette corrélation pour des canaux présentant diverses pentes longitudinales (2 %, 3,5 % et 5,5 %) et en fonction de la hauteur relative de la contraction (α_x) ou de la largeur relative de la contraction déterminée par la déclivité (b_x ; pour les définitions géométriques, cf. fig. 6).

La figure 7 montre qu'une contraction verticale exerce une influence sur le transport solide lorsque la hauteur relative de la contraction (α_x) atteint ou dépasse environ 0,98. La capacité de transport réagit fortement à un rétrécissement vertical supplémentaire et équivaut presque à zéro lorsque α_x avoisine 0,75. Pour pouvoir adapter la hauteur de l'orifice, élément sensible, après la construction de l'ouvrage, il est recommandé de prévoir un système mobile, utilisant des poutres par exemple (sans réa-

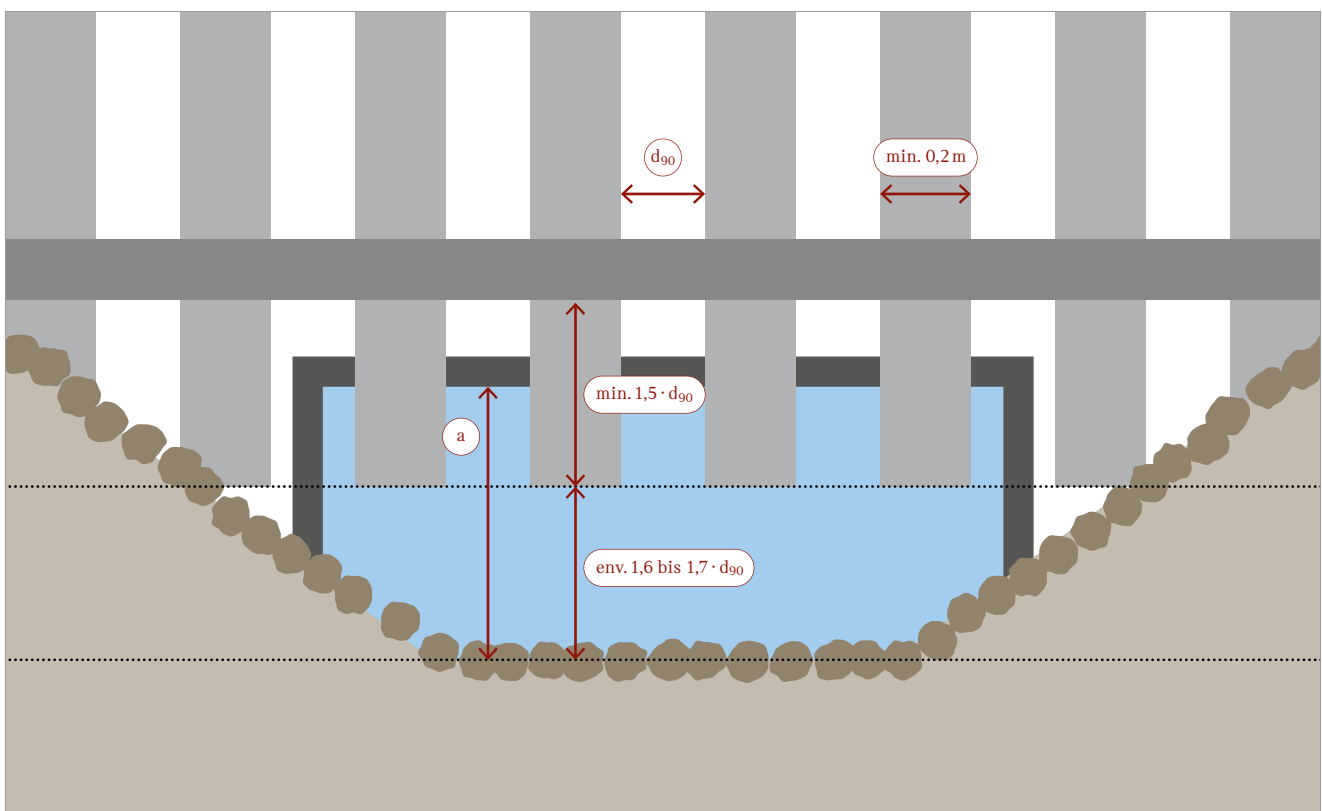
liser pour autant un barrage mobile). Contrairement aux barrages mobiles, la structure ne doit être adaptée qu'en cas de débits faibles et non pas en phase de crue.

Des contractions latérales réduisent la capacité de transport solide lorsque la largeur relative de la contraction (b_x) atteint ou dépasse 0,18 environ. Le transport solide cesse au-delà d'une largeur relative de la contraction de 0,03 environ. Cette valeur équivaut à 30 % du débit maximal de transit dans le canal-guide. Par principe, l'orifice ne devrait pas provoquer une contraction latérale du canal-guide, puisque la capacité de transport de celui-ci selon figure 7 diminue très fortement déjà pour des petites contractions.

La profondeur maximale de rétention, déterminée par la hauteur de l'ouvrage, constitue un critère important pour dimensionner l'orifice d'écoulement. On admet en principe que des ouvrages de rétention relativement élevés

Fig. 8

Section transversale et dimension de la grille garantissant une obturation mécanique. L'orifice d'écoulement assurant la fermeture hydraulique est représenté à l'arrière-plan.



accroissent le volume de rétention aussi bien que la fiabilité de la rétention hydraulique des matières charriées.

Le calcul de la hauteur de rétention d'orifices multiples dans un ouvrage de rétention s'avère complexe et n'a guère été étudié. Il n'est dès lors pas recommandé de prévoir plusieurs orifices.

Fonctionnement d'un dépotoir à alluvions « intelligent »

Le dépotoir à alluvions schématisé dans la figure 5 illustre l'application pratique de deux systèmes de rétention combinés. Cette combinaison comprend une grille à barreaux, qui assure la rétention mécanique, et un orifice d'écoulement non entravé, qui assure la rétention hydraulique. L'écart entre les barreaux verticaux de la grille devrait correspondre au diamètre d_{90} des matériaux charriés. Les barreaux devraient descendre à l'intérieur du canal de manière à ne pas entraver, ou alors de manière minimale seulement, le transport solide aussi longtemps que le débit reste inférieur au débit maximal de transit (fig. 8). La grille offre une pente de 2:1 pour que le bois flottant puisse passer par-dessus l'ouvrage lorsque le niveau de l'eau monte. La hauteur libre sous la grille devrait correspondre à 1,6 à 1,7 fois le diamètre d_{90} , pour que le bas du système soit immergé avant que le débit atteigne la valeur maximale de transit et soit à même de retenir les matières grossières.

Selon la figure 7 la hauteur ou la largeur de l'orifice d'écoulement devrait être dimensionnée de manière à ce que le transport solide, une fois le débit maximal de transit atteint, ne dépasse pas 0,5 ($\vartheta \leq 0,5$). Avec la retenue ainsi créée, les matériaux charriés s'accumulent juste devant la grille en cas de dépassement du débit maximal de transit. Lorsque le débit augmente encore, les sédiments grossiers « butent » contre les barreaux qui plongent dans le canal. Ils s'y accumulent et assurent l'obturation mécanique de la grille. Une telle obturation prévient une vidange spontanée du dépotoir à alluvions, car ces dépôts ne se détachent pas même lors de variations de débit ou en phase de décrue. Pour que ce système fonctionne de manière efficace, quelques barreaux de la grille doivent plonger suffisamment bas (verticalement min. $1,5 \cdot d_{90}$) dans le canal-guide.

Des essais sur une modélisation physique ont montré que l'absence de grille grossière, en amont de l'orifice d'écoulement, favorise le risque de vidange spontanée.

Construction, entretien et gestion de dépotoirs à alluvions

Dans le cas d'un torrent, il est idéal d'aménager un dépotoir à alluvions sur le cours amont, après un aplatissement de la pente longitudinale, non loin des objets à protéger. Le volume de rétention devrait être prévu de manière aussi généreuse que possible, pour que les sédiments puissent s'y déposer de manière naturelle durant une crue et en cas d'inondation de toute la surface. Un tel dimensionnement permet souvent de réduire la taille requise de l'ouvrage de rétention de même que la fréquence des travaux d'entretien.

Pour commencer, il importe de soumettre le bassin versant du torrent et l'emplacement du réservoir à une analyse géologique et hydrologique. Il est essentiel de connaître la géologie locale pour les fondations et l'ancrage de l'ouvrage de rétention ainsi que pour la protection contre l'affouillement. Les données hydrologiques fournissent les informations requises sur les débits de crue, le transport de sédiments et la présence de bois flottant. La rétention de ce dernier devrait d'ailleurs être assurée séparément, soit en amont du dépotoir soit dans le volume de rétention. Les aménagements correspondants sont décrits dans la littérature spécialisée (notamment Lange et Bezzola 2006 ou Bergmeister et al. 2009). Dans le dépotoir de la figure 5, la rétention du bois flottant peut par exemple être assurée par une grille en V placée à l'entrée du bassin de rétention. Des pare-écume placés à proximité de l'orifice d'écoulement constituent une autre solution, qui permet de retenir à la fois les sédiments et le bois flottant. Des dépotoirs équipés de la sorte ont été aménagés en Autriche et en Suisse, et les pare-écume ont déjà fait leurs preuves lors de crues importantes (Lange et Bezzola 2006).

La conception du dépotoir à alluvions, en particulier celle du volume de rétention, devrait être adaptée au débit de dimensionnement durant lequel les matériaux charriés doivent être retenus. En Suisse, selon les objets à proté-

ger, le débit de dimensionnement se situe le plus souvent entre une crue cinquantennale et une crue centennale (HQ_{50} à HQ_{100}). Le dimensionnement hydraulique doit prendre en considération la maîtrise de l'énergie d'écoulement en aval, au moyen d'un système de protection contre l'affouillement.

L'aménagement d'un canal-guide dans le bassin de rétention de dépotoirs existants permet d'améliorer le transit solide. Les modélisations ont montré que le canal doit être dimensionné sur la base du débit maximal de transit de l'orifice d'écoulement pour que le passage des matériaux charriés soit maintenu jusqu'au moment où ce débit est atteint. La concentration du débit dans le canal évite tout dépôt de sédiments jusqu'à ce que le débit maximal de transit soit atteint.

Les ouvrages de rétention existants constitués uniquement soit d'une grille soit d'un orifice assurant le contrôle hydraulique devraient être adaptés comme suit : un ouvrage de rétention aménagé en aval devrait compléter une grille existante, tandis qu'une grille placée en amont devrait compléter un ouvrage de rétention.

Il convient si possible de privilégier des mesures de génie biologique et des matériaux de construction disponibles sur place. Les éléments de béton en contact avec les matériaux charriés devraient être garnis de blocs résistants à l'érosion.

Les critères déterminant la stabilité des ouvrages, les propriétés mécaniques des matériaux et les fondations sont décrits en détail dans les ouvrages spécialisés. Soulignons qu'il importe surtout d'éviter que les portions latérales de l'ouvrage de rétention soient submergées (Bergmeister et al. 2009).

Une voie d'accès au volume de rétention et son raccordement au réseau routier sont indispensables pour assurer les travaux d'entretien et de déblaiement. La fréquence de ces travaux dépend du degré de remplissage du volume de rétention, des besoins spécifiques en matière de sécurité et de la catégorie de l'ouvrage. Dans le meilleur des cas, les matériaux retenus sont surtout du gravier, qui peut être utilisé dans le secteur du bâtiment (fabrication de béton). Une telle utilisation n'est toute-

fois possible que si le cours aval ne souffre pas d'un déficit de gravier. Auquel cas, il importe de restituer les matériaux retenus au cours d'eau à un emplacement approprié (cf. fiche 7). Au pire, l'entretien du dépotoir engendre des coûts considérables, par exemple lorsque les dépôts solides contiennent du matériel organique (troncs, branchages, etc.) et des sédiments fins et qu'ils doivent dès lors être évacués et mis en décharge. Lors des travaux de déblaiement, il faut veiller à ne pas endommager le canal-guide. Il est utile à cet effet de prévoir un marquage et de fixer les blocs qui garnissent le canal.

Le torrent sera à même d'évacuer spontanément et sans risque les petits dépôts demeurés dans le canal. Il est par ailleurs possible de favoriser la vidange spontanée du canal-guide en procédant aux travaux de déblaiement lorsque le débit est supérieur au débit annuel moyen, par exemple en phase de décrue (cf. fiche 3).

De petits dépôts de bois flotté et les végétaux ont une grande valeur écologique, par exemple en offrant un abri aux larves d'insectes. Il convient cependant de déblayer les amas de bois mort si leur présence entrave le bon fonctionnement du dépotoir à alluvions.

En matière d'entretien, une distinction est faite entre ouvrages standards et ouvrages clés. Les auteurs ne décrivent toutefois ces notions que de manière peu précise. Les ouvrages standards seraient ceux dont la défaillance technique aurait une influence faible à moyenne sur des zones habitées, et il suffirait de les vérifier tous les cinq ans. Les ouvrages clés devraient faire l'objet d'un contrôle annuel étant donné que leur défaillance entraînent des conséquences pour les zones habitées. Dans les deux cas, une inspection est indiquée en fonction des besoins. Les contrôles devraient être confiés à des spécialistes interdisciplinaires (Bergmeister et al. 2009).

Conclusion

Les dépotoirs à alluvions dont le volume de rétention comprend un canal-guide de section trapézoïdale et à la surface rugueuse (fig. 5) laissent passer les matériaux

charriés jusqu'à ce qu'un débit maximal de transit soit atteint. L'orifice d'écoulement situé dans l'ouvrage de rétention devrait correspondre à la géométrie du canal-guide et ne devrait pas influencer du tout, ou alors seulement de manière minimale, le transport solide, aussi longtemps que le débit reste inférieur ou égal au débit maximal de transit. Associer un ouvrage doté d'un orifice d'écoulement et une grille placée en amont réduit le risque de vidange spontanée d'un dépotoir à alluvions.

Seules des contractions verticales de l'orifice d'écoulement parviennent à garantir une rétention sédimentaire efficace grâce au contrôle hydraulique au-delà du débit maximal de transit. L'ouvrage de rétention ne devrait toutefois pas être submergé. Des contractions latérales peuvent être envisagées à titre de mesures de construction, par exemple pour donner une forme rectangulaire à l'orifice de l'ouvrage. L'écoulement réagissant de manière sensible à des contractions verticales, elles devraient être conçues de manière aussi flexible que possible. Pour qu'un futur ouvrage retienne les matériaux charriés avec une sécurité optimale, sa conception devrait comprendre des essais sur modèle hydraulique.

Bibliographie

Une liste détaillée des publications en rapport avec la présente fiche figure sur le site du programme : **www.rivermanagement.ch, rubrique Produits et publications.**

Impressum

Éditeur: Office fédéral de l'environnement (OFEV)

L'OFEV est un office du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC).

Instituts de recherche: Institut de recherche sur l'eau du domaine des EPF (Eawag), Laboratoire de constructions hydrauliques (LCH), EPF Lausanne, Laboratoire de recherches hydrauliques, hydrologiques et glaciologiques (VAW), EPF Zurich, Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage (WSL)

Direction du projet: Anna Belser, coordination du projet, OFEV; Christoph Scheidegger, WSL; Christine Weber, Eawag; David Vetsch, VAW, EPF Zurich; Mário J. Franca, LCH-EPFL

Suivi technique: OFEV: Hugo Aschwanden, Rémy Estoppey, Andreas Knutti, Stephan Lussi, Manuel Nitsche, Olivier Overney, Carlo Scapozza, Diego Tonolla, Hans Peter Willi; Cantons: Josef Hartmann (GR), Norbert Kräuchi (AG), Christian Marti (ZH), Vinzenz Maurer (BE), Sandro Ritler (LU), Thomas Stucki (AG); Institutions de recherche: Bernhard Wehrli (Eawag), Anton Schleiss (LCH-EPFL), Robert Boes (VAW-ETHZ), Christoph Hegg (WSL); Autres: Raimund Hipp (CDPNP), Roger Pfammatter (ASEA), Luca Vetterli (Pro Natura)

Rédaction: Manuela Di Giulio, Natur Umwelt Wissen GmbH

Traduction: Service linguistique de l'OFEV

Référence bibliographique: Schwindt, S., Franca, M. J., Fink, S., Scheidegger, Ch., Schleiss, A., 2017: Dépotoirs à alluvions doseurs en contexte torrentiel. In: Dynamique du charriage et des habitats. Office fédéral de l'environnement, Berne. Fiche 4.

Conception et illustrations: Marcel Schneeberger, anamorph.ch

Commande de la version imprimée et téléchargement au format

PDF: OFCL, Vente des publications fédérales, CH-3003 Berne

www.publicationsfederales.admin.ch

N° d'art. 810.300.136f www.bafu.admin.ch/uw-1708-f

© OFEV 2017