



HAL
open science

Mettre Une Grille (Ou Non) Dans Les Barrages A Fentes Des Pieges A Laves Torrentielles? Retour D'experience Français

Guillaume Piton, Gilles Charvet, Damien Kuss, Simon Carladous

► **To cite this version:**

Guillaume Piton, Gilles Charvet, Damien Kuss, Simon Carladous. Mettre Une Grille (Ou Non) Dans Les Barrages A Fentes Des Pieges A Laves Torrentielles? Retour D'experience Français. 2020, pp.1-5. hal-02949612

HAL Id: hal-02949612

<https://hal.science/hal-02949612>

Submitted on 25 Sep 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

METTRE UNE GRILLE (OU NON) DANS LES BARRAGES A FENTES DES PIEGES A LAVES TORRENTIELLES ? RETOUR D'EXPERIENCE FRANÇAIS

Guillaume PITON^{a,*}, Gilles CHARVET^b, Damien KUSS^b, Simon CARLADOUS^c

*corresponding author email: guillaume.piton@inrae.fr

^a Univ. Grenoble Alpes, INRAE, ETNA, Grenoble, France

^b ONF-RTM, Agence Alpes du Nord, Grenoble, France

^c ONF-RTM, Direction National, Grenoble, France

RÉSUMÉ

Les barrages à fente sont des structures typiques utilisées dans le contrôle des torrents pour piéger les laves torrentielles et les crues torrentielles transportant de gros volumes solides. Si la question de l'intervalle entre les barreaux d'une grille est largement couverte par la littérature, la question plus fondamentale de savoir si l'on doit ou non placer une grille dans les barrages à fentes est moins claire. La vallée de la Maurienne présente une forte concentration de bassins versants à laves torrentielles en France. Depuis les années 1980, plusieurs torrents de la vallée ont été équipés de barrages à fente. Ces dernières, faisant 4 à 6 m de large, étaient initialement équipées de grilles en poutrelles métalliques dont certaines ont été enlevées après quelques événements. Les premières grilles ont d'abord été posées jusqu'en fond de fente, créant ainsi un piégeage chronique des sédiments lors de petits événements peu susceptibles de créer des dommages. En outre, les grilles touchées par des laves torrentielles transportant d'énormes blocs rocheux, généralement de 3 à 6 m de diamètre, ont été endommagées, voire entièrement détruites. Néanmoins, les laves torrentielles ont été partiellement piégées parce que ces énormes blocs rocheux bloquent généralement les fentes et les obstruent soudainement. Cette note rapporte pourquoi les barrages à fentes ne sont plus équipés de grilles en acier dans les grands torrents à laves torrentielles de la vallée de la Maurienne et dans d'autres sites aux caractéristiques similaires.

Mots-clés : Barrage à fente ; plages de dépôt, rupture de grille

INTRODUCTION

Les barrages à fente sont des structures typiques utilisées dans les dispositifs de correction torrentielle. Dans certains endroits, la fente est équipée d'une grille métallique qui peut être une simple grille ou une structure 3D (tel que dans les SABO dams utilisés au Japon). Avant d'aborder la question détaillée de l'intervalle entre les éventuelles barres, il est d'abord important de décider si l'on met en place ou non une grille. D'après l'expérience des auteurs, l'une des principales préoccupations des concepteurs des plages de dépôts, est d'éviter un éventuel auto-curage incontrôlé. Si le piégeage du volume cible associé à l'évènement de projet n'a pas lieu, la fonction première de l'ouvrage n'est pas assurée. C'est une préoccupation pertinente qui pousse toutefois presque systématiquement à choisir d'équiper la plupart des ouvertures d'une grille de fermeture en acier et à choisir de petits intervalles entre les barres. Il est intéressant de noter que d'après nos discussions avec les ingénieurs en charge de la

maintenance de ces ouvrages, ces derniers sont la plupart du temps préoccupés par la question inverse : les plages de dépôts ont tendance à piéger trop de sédiments. Elles génèrent ainsi des opérations de maintenance répétées et coûteuses ainsi que des effets secondaires en aval comme l'incision et l'érosion des berges liées à la rupture de la continuité sédimentaire. L'analyse coûts-bénéfice réalisé par Brochot et al. (2003) montre que les coûts des structures visant à lutter contre les effets secondaires générés par la plage de dépôt du torrent Manival (incision profonde du lit nécessitant la construction de nombreux ouvrages de correction torrentielle) étaient plus élevés que les dommages évités grâce à la plage de dépôt.

Selon les guides de conceptions, les ouvrages fentes sont en général obstrués si leur est inférieure à 1,5 à 2,0 fois le diamètre des grains les plus grossiers (Fig. 1) (Ikeya & Uehara, 1980, Watanabe et al., 1980, CAGHP, 2018).



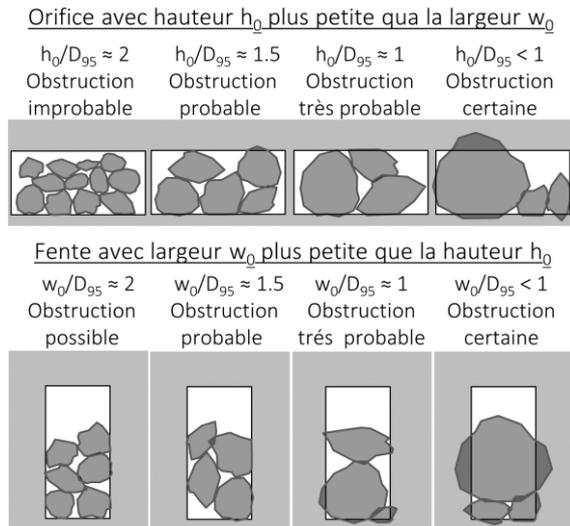


Fig. 1 : Effet de l'augmentation de la taille des grains sur la probabilité d'obstruction des orifices (panneau supérieur) et des fentes (panneau inférieur). L'obstruction devient probable pour une taille d'ouverture de l'ordre de 1,5-2,0 x D_{95} . L'obstruction apparaît dans les fentes pour les grains légèrement plus petits que les orifices parce que des arches entre les grains émergent plus facilement horizontalement que verticalement.

À notre connaissance, l'auto-curage des plages de dépôt est très rare. Les quelques cas relatés dans la littérature sont liés à des torrents à charriages où les blocs les plus grossiers sont en général plus petits que dans le cas des laves torrentielles. Ces ouvrages étaient équipés de fentes ou d'orifices relativement larges et hauts, c'est-à-dire présentant une largeur et une hauteur supérieures à trois fois la taille des plus gros blocs transportés (Bezzola, 2008 ; Vogl et al., 2016).

Les torrents à laves torrentielles de la vallée de la Maurienne se jettent dans une rivière principale (l'Arc) incisée et les confluences ont généralement la capacité de tamponner le volume des événements de projet. Dans ces torrents, les dommages observés sur le cône de déjection, les éventuelles bifurcations de lit et les risques torrentiels en général sont souvent dus à un excès de débit instantané ou au blocage du canal par d'énormes blocs rocheux, plutôt qu'à un excès de volume de la lave torrentielles. Les barrages à fentes sont des solutions pertinentes pour réguler les débits instantanés, c'est-à-dire pour abaisser les débits de pointe des bouffées de laves torrentielle mais aussi pour piéger les plus gros blocs rocheux. Dans cette brève note technique, le barrage à fente supérieur du torrent du Saint-Martin (commune de Saint-Martin-de-la-Porte, France) est utilisé comme exemple d'un retour d'expérience basé sur 30 ans de gestion adaptative de l'ouvrage par le service RTM de l'ONF en Savoie. Le Saint-Martin n'est pas un cas unique.

Bien que chaque bassin versant ait une histoire unique, les auteurs ont tiré des conclusions assez similaires pour les barrages à fente du torrent du Saint-Julien (plage de dépôt SFTRF), du torrent du Saint-Antoine à Modane, du torrent de la Ravoire à Montpascal ou du torrent du Claret à Saint-Julien-Montdenis, tous situés en Savoie (France).

La note est organisée en deux parties : d'abord une brève présentation du torrent, puis l'historique de l'adaptation du barrage à fente et une conclusion sur la leçon tirée de cette expérience. La plupart des informations proviennent du rapport d'Etude de Bassin de Risque de l'ONF-RTM 73 (2013).

LE TORRENT DU SAINT-MARTIN EN BREF

Le torrent du Saint-Martin a une longue histoire de risques de laves torrentielles et de travaux de correction torrentielle (Hugerot, 2020 ; ONF-RTM 73, 2013). Le bassin versant subit de nombreux processus d'érosion : avalanches, ravinements, effondrements et glissements de terrain profonds. Il présente les caractéristiques suivantes :

- Taille du bassin versant : 19 km².
- Altitude maximale : 2825 m.a.s.l.
- Indice de Melton : 0,49
- Pente du lit sur le cône de déjection 0,105 m/m

En moyenne, le bassin versant subit une lave torrentielle tous les sept ans, bien que cinq laves torrentielles aient été observées entre 2000 et 2013. On peut observer la présence de blocs de 3 à 6 m de diamètre sur les berges du lit et sur l'ensemble du cône de déjection, preuves que le torrent est capable de les produire et de les transporter de manière régulière. Le service RTM de l'ONF 73 (2013) a réalisé une étude de l'aléa torrentiel et caractérisé les événements de projets (Tableau 1).

Près de l'apex du cône de déjection, deux barrages à fentes placés en série équipent le torrent en amont du tronçon géré par un canal d'écoulement. Le barrage à fente amont est situé au point de coordonnées 45°14'40.9 "N 6°27'07.3 "E et est décrit plus en détail dans la section suivante. Le deuxième barrage à fente a été construit en 1996 par le gestionnaire de l'autoroute (SFTRF). Il est situé à 450 m en aval du premier. Il s'agit d'un barrage à fente de 5 m de large et 8,5 m de haut, avec une capacité de rétention de 18 000 m³ selon une hypothèse de pente de dépôt de 8,5 %. Ce deuxième barrage n'a jamais été obstrué par des blocs rocheux mais les marques de boues visibles jusqu'au sommet de la fente prouvent que ce deuxième ouvrage joue aussi un rôle de régulation des bouffées de lave torrentielles.

Tableau 1. Evènement de projet

Evènement	Volume (m ³)	Temps de retour (an)
Fréquent	30,000	≈ 10
Rare	80,000	≈ 100
Exceptionnel	150,000	>100

Sur le cône de déjection, le lit du torrent est situé près des zones résidentielles et traverse plusieurs routes locales. Il franchit également l'autoroute France-Italie et la voie ferrée internationale dans un canal d'écoulement passant au-dessus de ces liaisons. Cet ouvrage, de presque 700 m de long, présente actuellement un radier construit en enrochements liaisonnés sur environ 50% de sa longueur. Les protections de berge étant pour une bonne partie encore en pierres de taille maçonnées (reliques de l'ouvrage construit en 1899). A l'origine, le radier du canal était totalement construit en pierres de taille. Vers le début des années 1980, suite au très importants dommages constatés, il fut réparé sur environ 400 m de long grâce à la disposition de 27 seuils de correction torrentielle en béton armé, établis tous les 15 m. Ces derniers furent également détruits par une lave torrentielle qui souleva et transporta le tablier d'un pont communal établi en amont ; les chocs liés au passage du pont endommagèrent les cuvettes des ouvrages (5 subsistent encore).

La confluence a suffisamment d'espace pour accueillir de grands volumes de laves torrentielles : elle est large et le torrent est perché par rapport au niveau à la rivière.

LE BARRAGE À FENTE AMONT

DIMENSIONS

La plage de dépôt a une capacité de rétention de 10 000 m³ dans l'hypothèse d'une pente de dépôt de 5 %, et de 18 000 m³ dans l'hypothèse d'une pente de dépôt de 10 %. La fente a une largeur de 5 m et une hauteur de 7,5 m. Le déversoir de crue construit récemment au sommet de la fente fait 13 m de large et 2 m de profondeur.

CONCEPTION INITIALE (1986-1987)

La structure a été construite en 1986-1987 (Fig. 1). Elle était initialement équipée d'une grille en acier ancrée dans le radier et maintenue en haut par une poutre en acier.

Dès 1989, le remplissage chronique du bassin et le blocage de la grille par le transport solide ont conduit à une première adaptation : l'ouverture d'un espace de 1 m de haut entre le radier et une poutre de soutien des barres verticales de la grille.



Fig. 2: Le barrage à fente supérieur dans sa première conception : a) vue amont de la structure à fente en 1986 ; b) vue amont de la fente et des digues latérales protégées par des enrochements coulés en 1987 ; c) vue aval en 1989 avec zoom sur la fente et la grille. Noter que la face aval des digues n'était pas protégée à l'époque contre l'érosion lors des surverses par-dessus l'ouvrage.

LES LAVES TORRENTIELLES DE 1993

Lors de la lave torrentielle du 1^{er} juillet 1993, des traces de boue ont montré que la plage de dépôt était remplie jusqu'en haut de l'ouvrage de fermeture, mais la grille n'a pas résisté et a cédé. La poutre d'acier supérieure a probablement plié sous l'impact des blocs. Le bassin s'est auto-curé laissant seulement 5 000 m³ de matériaux à curer. Les laves torrentielles ont atteint le débit de plein bord du canal en aval formant des bourrelets de dépôts sur le bord des berges, et laissant des marques contre les tabliers des ponts. Toutefois, aucun dommage n'a été observé et le pont-canal au-dessus de l'autoroute n'a pas débordé. Le fonctionnement a été jugé satisfaisant malgré la ruine de la grille. Cinq jours plus tard, le 7 juillet, de nouvelles laves torrentielles se produisirent. Cette fois, un énorme bloc rocheux (volume 104 m³) a obstrué la fente et le bassin a été complètement rempli (Fig. 2). Cette fois encore, il a été jugé que la situation était satisfaisante car un tel bloc aurait probablement endommagé le canal aval et les ponts, par ailleurs le pont canal de l'autoroute aurait pu déborder.



Fig. 3: Lave torrentielle du 7 juillet 1993 : a) vue de la plage de dépôt remplie depuis l'amont et b) vue en aval de la fente bloquée par les blocs rocheux. Notez les preuves de débordement et l'érosion marginale qui en découle.

PLUS DE GRILLES SUR LES BARRAGES À FENTES

Après ces deux événements, il a été conclu que les barrages à fente sans grille sont des solutions pertinentes dans les sites où des troubles surviennent (i) si le débit instantané est beaucoup plus élevé que la capacité du canal du cône de déjection ou (ii) si d'énormes blocs s'arrêtent dans le canal et l'obstruent, mais pas en raison du volume des laves torrentielles qui peuvent être amorties par la confluence. En effet,

- Si les laves torrentielles ne transportent pas de blocs de plus de 3 à 5 m, la fonction du barrage à fentes est d'amortir les bouffées de lave torrentielle, abaissant ainsi le débit de pointe qui est plus susceptible de rester contenu dans le canal du cône de déjection.
- Si d'énormes blocs sont transportés, ils risquent de bloquer la fente et d'être piégés, et la fonction de l'ouvrage est alors de piéger ces blocs.

Jusqu'à présent, les cinq laves torrentielles observées ont prouvé que le fonctionnement était satisfaisant. Le blocage de la fente se produit parfois, mais les événements sans blocage sont plus fréquents (Tableau 2).

Tableau 2. Historique des événements de laves torrentielles et fonctionnement du barrage à fente supérieur

Date	Volume	Date	Volume	Date	Volume
7/1/1993	5,000				
					Plage de dépôt remplie, rupture de la grille, auto-curage et volume du dépôt résiduel de 5,000 m ³
7/7/1993	15,000				Très gros blocs obstruent la fente
03/22/2001	4,000				Pas d'obstruction majeure par des blocs
06/22/2005	18,300				Fente obstruée par des blocs (Fig. 3)
08/02/2007	4,280				Pas d'obstruction majeure par des blocs
07/02/2010	14,000				Fente obstruée
08/22/2011	6,000				Pas d'obstruction majeure par des blocs



Fig. 4: Dépôt après la lave torrentielle du 22 juin 2005 : a) dépôt d'aspect assez granulaire remplissant presque le bassin et b) fente presque bloquée par deux gros blocs

Le second auteur de cette note, Gilles CHARVET, agent ONF-RTM qui a conçu ce barrage ainsi que plusieurs autres, souligne qu'à la lumière de son expérience, il utiliserait une fente de 4 m de large plutôt que de 5 m de large. Des fentes de 4 m permettent le passage des camions et engins de terrassement pour les travaux de reprise et le curage mais seraient vraisemblablement obstruées un peu plus fréquemment (arrêt de blocs moins volumineux et pouvant générer néanmoins des dommages aux équipements situés plus en aval). Le barrage à fentes du torrent du Claret a par exemple été ajusté à 4 m. Le torrent du Claret est situé à proximité à celui du

torrent Saint-Martin et présente un contexte assez similaire, sauf que la confluence est moins spacieuse, donc le piégeage d'un volume de lave torrentielle un peu plus important doit être plus fréquent.

ADAPTATIONS SUPPLÉMENTAIRES

Lors des événements de 2005, 2010 et 2011, des dommages ont été observés sur le radier du barrage à fentes et sur la face aval de l'ouvrage. Côté aval, le barrage a d'abord été protégé par des enrochements liaisonnés pour prévenir l'érosion lors des surverses latérales qui ont inévitablement lieu à chaque obstruction de la fente (comparer les Figures 2, 3 et 4 et 5 pour identifier les protections). Ensuite, il a été équipé de massifs de recentrage des écoulements sur le déversoir, d'un canal guide en aval et d'un contre-barrage de 7,5 m de haut (reconstruction de l'existant) (Fig. 5).



Fig. 5: Structure en 2020 avec des ailes de déversoir, un canal guide revêtu en aval et un contre-barrage : a) vue amont et b) vue aval

CONCLUSIONS

Dans les torrents à laves torrentielles, les grilles éventuellement installées dans les barrages à fentes peuvent être endommagées par l'impact des blocs rocheux. Les fentes sont par ailleurs souvent obstruées par des blocs dont le diamètre est généralement 1.5 à 2 fois inférieur à la largeur de la fente (Piton, 2016, p. 40). L'utilisation de fentes (unique ou multiples), de largeur appropriée, est suffisante pour piéger les gros blocs et pour réguler les bouffées de laves torrentielles transportant de plus petits blocs. Les ouvrages à fente unique (équipée de grille ou obstruée par les blocs) permettent en outre de piéger le corps de la lave torrentielle, tandis que des fentes multiples

(appelées pièges à blocs, Rudolf-Miklau et Suda, 2013) sont plus susceptibles de piéger la plupart des gros blocs rocheux et de permettre un auto-curage partiel du corps de la lave torrentielle composé de gravier et de boue.

REFERENCES

- Bezzola GR. 2008. Unexpected Processes In A Sediment Retention Basin - The "stiglisbrücke" Basin On The Schächen Torrent During The Flood Of August 2005. INTERPRAEVENT 2008 – Conference Proceedings, Vol. 1 271–282 pp. [en ligne] http://www.interpraevent.at/palm-cms/upload_files/Publikationen/Tagungsbeitraege/2008_1_271.pdf
- Brochot S, Duclos P, Bouzit M. 2003. L'évaluation économique des risques torrentiels: intérêts et limites pour les choix collectifs de prévention. *Ingénieries*. Numéro Spécial:53–68. [en ligne] <http://www.set-revue.fr/sites/default/files/articles-eat/pdf/GR2003-PUB00011910.pdf>
- CAGHP (China Association of Geological Hazard Prevention). 2018. *Specification of Design for Debris Flow Prevention*. T/CAGHP 021-2018.
- Hugerot T. 2020. *Trajectoires socio-environnementales des cônes de déjection torrentiels en vallée de Maurienne depuis la fin du Petit Âge Glaciaire*, Thèse de doctorat. Univ. Savoie Mont Blanc.
- Ikeya H, Uehara S. 1980. Experimental study about the sediment control of slit sabo dams. *Journal of the Japan Erosion Control Engineering Society* 114:37-44
- ONF-RTM 73. 2013. *Torrent du Saint-Martin - Etude de bassin versant*. Office National des Forêts - Service de Restauration des Terrains en Montagne de la Savoie
- Piton G. 2016. *Sediment transport control by check dams and open check dams in Alpine torrents*, 222 pp., PhD thesis. Univ. Grenoble Alpes [en ligne] <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01420209>
- Rudolf-Miklau F, Suda J. 2013. Design Criteria for Torrential Barriers. In *Dating Torrential Processes on Fans and Cones*, Schneuwly-Bollschweiler M, Stoffel M, and Rudolf-Miklau F (eds). Springer Netherlands; 375–389.
- Vogl A, Luxner M. H., Agerer H. 2016. Controlled and efficient bed load management by means of variable drain locks embedded in a crown-closed large drain sediment control dam [Aktive und effiziente Geschiebebewirtschaftung mit Hilfe variabler Dolenschlüsse an einer kronengeschlossenen großdiligen Bogensperre]. INTERPRAEVENT 2016 – Conference Proceedings. 853–861 pp.
- Watanabe M, Mizuyama T, Uehara S. 1980. Review of debris flow countermeasure facilities. *Journal of the Japan Erosion Control Engineering Society* 115:40-45.

Information éditoriale

Édité par Clarence CHOI et George GOODWIN

Note reçu le 23/03/2020

Accepté après révision le 23/06/2020

Relue par deux relecteurs anonymes



ATTRIBUTION 4.0 INTERNATIONAL (CC BY 4.0)

CITATION: Piton, G., Charvet, G., Kuss, D. & Carlados, S. 2020. "Mettre Une Grille (Ou Non) Dans Les Barrages A Fentes Des Pieges A Laves Torrentielles ? Retour D'expérience Français", *Aghp Technical Notes, The Association Of Geohazard Professionals, Lesson learnt 1:1-5 (Traduction Française)* [en ligne] <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02949612>