



INTERREG III A Projet n° 179 (ex n° 046)

RiskYdrogé

«Risques hydrogéologiques en montagne : parades et surveillance »

Activité 5. Systèmes de parades

Parade 2.b – Barrières fixes

Partenaires et financeurs :



Région autonome Vallée d'Aoste
Assessorat du territoire,
de l'environnement et des ouvrages publics
Regione autonoma Valle d'Aosta
Assessorato del territorio,
ambiente e opere pubbliche



CANTON DU VALAIS
KANTON WALLIS



Bundesamt für Wasser und Geologie **BWG**
Office fédéral des eaux et de la géologie **OFEG**
Ufficio federale delle acque e della geologia **UFAEG**
Uffizi federal per aua e geologia **UFAEG**
Federal Office for Water and Geology **FOWG**

En collaboration avec :



Pôle Grenoblois
Risques Naturels



Parade 2.b

Barrière fixe de grillage ou de filet

1. DESCRIPTION

1.1. Objectif

Parade passive, généralement implantée en pied de versant ou en crête de talus, dimensionnée et positionnée de manière à arrêter des chutes de blocs depuis une falaise ou depuis un éboulis.

1.2. Principe

L'ouvrage de protection est destiné à arrêter ou à ralentir les blocs en mouvement le long du versant. L'arrêt des blocs implique que la barrière puisse se déformer sans être endommagée, en assurant la dissipation de l'énergie d'impact.

1.3. Description technique

Une barrière fixe de grillage ou filet est constituée par:

- Une structure d'interception, formée par un grillage simple ou double torsion à maille hexagonale, ou un filet métallique de 6 à 18 mm de diamètre, à maille carrée, losangique ou circulaire, ayant la fonction d'absorber directement l'impact du bloc et de se déformer en transmettant les sollicitations aux structures de liaison, de support et de fondation.
- Une structure de support, constituée par des poteaux en acier tubulaires ou avec des profils ouverts ou fermés. Les poteaux ont une hauteur hors terrain de 2 à 4 m et une distance variable (entre 3 et 10 m). Selon la typologie du sol de fondation (terrain ou rocher), les poteaux peuvent être fichés directement dans le sol ou ancrés dans un massif de béton.
- Une structure de liaison, constituée par des câbles en acier de 18 à 20 mm de diamètre avec une distance de 20 à 25 cm, disposés à l'arrière de la structure d'interception (coté falaise). Les câbles ont comme fonction de transmettre les sollicitations à la structure de fondation. Pour augmenter la déformabilité de la structure de liaison (et par conséquent réduire les forces agissantes), des dissipateurs d'énergie sont généralement disposés entre les câbles et la structure de fondation.
- Une structure de fondation, constituées par des tirants d'ancrage ou des plinthes en béton, servant à transmettre au terrain les forces dérivants de l'impact des blocs.

2. DOMAINE D'UTILISATION

Les barrières fixes de grillage ou de filet sont utilisées dans des versant concernés par des chute des blocs ou des remobilisations d'éboulis. Elle ont pour objectif de freiner ou d'intercepter le matériel en mouvement. Dans un concept de protection, elle sont positionnées à l'amont d'autres mesures de protection passives et servent avant tout à ralentir les blocs.

Ce type d'ouvrage présente un impact visuel plutôt limité: les techniques d'installation ne nécessitent pas la réalisation de fouilles ou de terrassements à l'aide de moyens lourds et encombrants. D'autre part, l'impact visuel peut encore être diminué en peignant la structure avec des couleurs similaires à celles de la végétation, du terrain ou de la roche affleurante.

2.1. Performances

Les performances d'absorption d'énergie des barrières fixes de grillage et de filet sont très différentes: de l'ordre de quelque dizaine de kilojoules (maximum 200 à 250 kJ pour les barrières grillagées) à quelques centaines de kilojoules (jusqu'à 750 kJ pour les barrières de filet).

2.2. Techniques associées

Une barrière fixe peut être installée en tête:

- De murs soutènement, pour contrer l'effet de tremplin du mur.
- De merlons, dans le but d'intercepter et de retenir les éboulis susceptibles de se remobiliser.

3. REALISATION

3.1. Conception

Le projet d'une intervention comprenant des barrières fixes de grillage ou de filet doit comprendre les points suivants:

- Un relevé topographique et une étude géologique et géomorphologique visant à définir les caractéristiques physiques et mécaniques des terrains ou des roches destinées à recevoir les structures de fondation. Ce relevé doit entre autres comprendre le pendage des discontinuités et la distribution des pressions hydrauliques dans le terrain;
- La définition des blocs instables, de leur volume potentiel ainsi que de leurs trajectoires (étude des dépôts rocheux ou simulation trajectographique);
- La quantification de l'efficacité de l'ouvrage, en fonction de sa position et de sa résistance énergétique;
- Un projet de mise en œuvre, qui comprend la position de l'ouvrage et des infrastructures à protéger, les trajectoires des blocs qui peuvent être interceptées, ainsi que la position des fondations;
- Une fiche technique comprenant la résistance énergétique de la barrière (c'est à dire l'énergie qu'elle peut adsorber), sa hauteur utile, les forces agissant sur les fondations au moment de l'impact, etc.;
- Une note de calcul qui décrit les dispositifs de transmission des sollicitations au terrain (ancrages);
- Une fiche relative aux conditions de pérennité et de maintenance de la barrière;
- Des mesures de sécurité à observer durant les travaux.

3.2. Mise en œuvre

La mise en œuvre des barrières fixes de grillage ou de filet ne présente pas de difficultés techniques particulières. Les poteaux sont mis en place verticalement ou légèrement inclinés vers l'amont par rapport à la normale à la pente. Pour une mise en place optimale des poteaux, une caractérisation géotechnique du matériel affleurant (terrain ou rocher) doit être réalisée.

3.3. Éléments de coût

Sur la base de l'énergie absorbée par la barrière fixe de grillage (jusqu'à 250 kJ) ou de filet (jusqu'à 750 kJ), les prix sont compris entre 100 et 150 €/m². En Suisse, les prix varient entre 150 et 500 SFr./m'.

4. ENTRETIEN

La pérennité des barrières fixes dépend du choix du grillage. En conditions agressives, il conviendra d'utiliser des grillages inox ou à galvanisation riche en Al-Zn. Dans ces conditions, les câbles en acier revêtus par un alliage Al-Zn sont à préférer aux câbles en acier revêtus de Zn. En effet, malgré le fait que l'épaisseur du revêtement Al-Zn soit la moitié de celui de Zn, sa vitesse de corrosion est sensiblement inférieure.

Les barrières fixes sont sensibles aux impacts directs d'un bloc sur un poteau. Il conviendra si nécessaire de prévoir la mise en place de gabions en amont des éléments particulièrement menacés.

La maintenance doit comprendre le curage régulier des matériaux qui s'accumulent derrière la barrière fixe, le remplacement des poteaux et éléments de fixation endommagés par l'impact des blocs, ainsi que le remplacement des grillages/filets usés.

Les contrôles concernent principalement l'évaluation de l'état de corrosion des grillages, filets et câbles.

5. EXEMPLES

5.1. RN 26 (Km. 92+000), commune de Nus, vallée d'Aoste.

Pour éviter les dégâts dus aux chutes de blocs depuis le massif rocheux très fracturé surplombant la route, l'ANAS a réalisé un mur de soutènement de 5.5 m de hauteur, surmonté par une barrière fixe de 100 m de longueur constituée par un grillage à double torsion à maille hexagonale (60 x 80 mm), renforcée chaque 30 cm par des câbles horizontaux en acier (d'un diamètre de 12 mm). Les poteaux ont une hauteur d'environ 2 m et sont distants de 4 m. Une fosse de réception a été mise en place à l'arrière du mur.



Photo 5.2b.1: Vue d'ensemble du mur de soutènement et de la barrière fixe de grillage.

5.2. Route communale de Nus en lieu-dit Mazod, commune de Nus, vallée d'Aoste.

La route communale qui rejoint le lieu-dit Mazod a été l'objet d'une intervention qui a compris l'aménagement et la mise en sécurité de la route. De nouveaux murs de soutènement ont été réalisés. Ils sont surmontés par une barrière fixe, de longueur supérieure à 100 m, constituée par des grillages à double torsion à maille hexagonale (60 x 80 mm) et par des filets métalliques galvanisés d'un diamètre de 8 mm à maille carrée (25 x 25 cm). Les intersections entre le grillage et le filet sont liées avec des serre-câbles.

L'intervention a été complétée avec la mise en place sur la paroi très fracturée présente en amont de la route de filets plaqués, de type identique même à celui de la barrière.



Photo 5.2b.2: Vue d'ensemble du mur de soutènement et de la barrière fixe de grillage et filet.

6. BIBLIOGRAPHIE

- R. Agostini, P. Mazzalai, A. Papetti (1988): "*Le reti metalliche a maglie esagonali nella difesa dei versanti*". Officine Maccaferri S.p.A., pp. 43-46.
- E. Hoek & D. Wood (1988): "*Rock support*". Article publié sur le magazine "Gallerie e grandi opera sotterranee", 4, pp. 39-44, 1990
- Peila D. & Pelizza S. (1998): "*Linee guida per la classificazione e la certificazione di comportamento di barriere paramassi a rete*". Geoingegneria Ambientale e Mineraria, 94, pp. 197-200, GEAM, Torino.
- Ente Nazionale per le Strade - Gruppo Tecnico per la Sicurezza Stradale (2001) – "*La protezione del corpo stradale contro la caduta massi*". ANAS.
- Agenzia Nazionale per la Protezione dell' Ambiente (APAT, 2003): "*Atlante delle opere di sistemazione dei versanti*". Manuali e linee guida 10/2002, pp 76-82.
- Deflorian F., Rossi S., Bonora P., Sassudelli F.: "*Resistenza alla corrosione di funi per barriere paramassi e paravalanghe*". Atti Convegno "Bonifica di versanti rocciosi per la protezione del territorio", Trento, 2004.
- Mauro R., Sassudelli F, Cristoforetti S.: "*In tema di proporzionamento delle barriere paramassi a rete*". Atti Convegno "Bonifica di versanti rocciosi per la protezione del territorio", Trento, 2004.

- Pelizza S., Peila D., Oggeri C.: *"Tipologie di intervento per la bonifica di versanti rocciosi"*. Atti Convegno "Bonifica di versanti rocciosi per la protezione del territorio", Trento, 2004.
- Liste des prix de la Région Autonome Vallée d'Aoste, dernière mise à jour janvier 2006.
- Brawner, C.O., 1994. Rockfall hazard mitigation methods, NHI course 13219, Participants workbook.
- Willie, D.C. and Norrish, N.I., 1996. Stabilization of rock slopes. In: A.K. Turner and R.L. Schuster (Editors), *Landslides, Investigation and Mitigation*. National Academy Press, Washington, D.C., pp. 474-504.