



## Terre armée contre la chute de pierres

La construction en terrain alpin nécessite des méthodes et des matériaux de construction modernes. L'érection d'installations de protection contre les dangers naturels a souvent lieu dans des lieux difficilement accessibles. Les géosynthétiques permettent la construction rapide et économique de digues et d'ouvrages de soutènement.

Ouvrage n° 33, réalisé avec le système Stebo pour talus abrupts à Dägerauer BL.

Texte: **Imad Lifa** | Photo: **màd**

Certains sols, en particulier les sols meubles, ont une capacité de charge très limitée et il faut généralement (construction traditionnelle) les remplacer par des sols de capacité de charge supérieure.

### Dangers naturels

Les dangers naturels gravitaires regroupent les inondations, les avalanches, les glissements de terrain, les laves torrentielles ainsi que les éboulements et les chutes de pierres. On désigne par chute de pierres ou éboulement le mouvement de masse de pierres ou de blocs de différentes tailles, plus ou moins isolés. Ils se produisent souvent sur des versants de montagne abrupts et menacent les agglomérations et les routes. Ces mouvements de masse sont imputables à des facteurs

humains, géologiques ou climatiques, tels que de longues périodes de gel ou la pression des eaux de ruissellement.

Les ouvrages d'art contre les chutes de pierre et les éboulements les plus connus et les plus répandus sont par exemple les recouvrements par des treillis, le cloutage, les filets et les digues de retenue ainsi que les murs et les digues de déviation. Le nettoyage et la surveillance des roches sont également des mesures de prévention applicables.

### Construction avec géosynthétiques

Les géosynthétiques à fonction de renforcement tels que les géogrilles, les tissés et certains non-tissés représentent une alternative plus économique et plus respectueuse des ressources aux constructions traditionnelles. Les forces de traction du sol sont transmises au géosynthétique par

frottement et engrènement. La terre armée à renforcement géosynthétique permet de construire des talus très abrupts et des ouvrages de soutènement de jusqu'à 90 degrés avec le matériau du sol existant.

### Projet de protection intégrale de la vallée de Laufen

Le projet de protection intégrale contre les chutes de pierre de la vallée de Laufen se situe dans les cantons du Jura, de Soleure et de Bâle-Campagne. Dans la vallée de Laufen, le tracé de la ligne CFF suit le cours de la Birse entre Delémont (km 85,7; canton JU) et Aesch (km 113,3; canton BL). Des éboulements touchant la ligne ferroviaire ont été enregistrés sur une section de 30 kilomètres environ, comme le montrent les études de Geotest AG effectuées au cours de l'année 2009. Dans la zone du projet, des processus d'ébou-

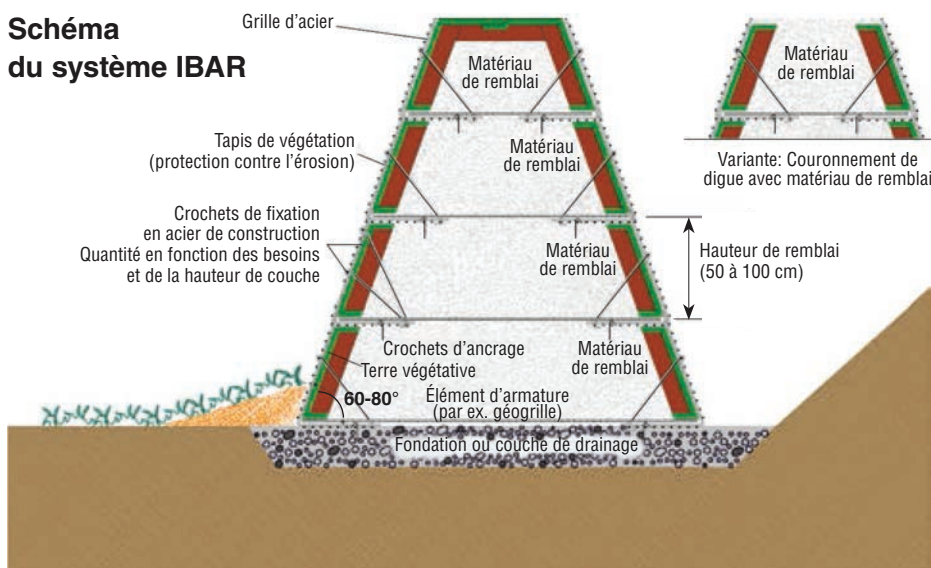


Système Stebo pour talus abrupts.



Ouvrage n° 31, réalisé avec le système Stebo pour talus abrupts à Dägenauer BL.

### Schéma du système IBAR



lement, de glissement et d'inondation menacent la ligne CFF, celle-ci étant la seule liaison entre Délémont et Bâle. La route cantonale, dont le tracé est parallèle à la ligne ferroviaire, est elle aussi concernée par les chutes de pierres.

Le projet de protection comprend 23 aménagements dans 8 communes différentes des cantons de Bâle-Campagne et de Soleure. Ceux-ci se composent de 11 filets contre les chutes de pierres, de 4 treillis de recouvrement et de 8 digues de protection sur une longueur totale de 770 mètres. C'est à ces derniers ouvrages qu'est consacré cet article.

Pour optimiser l'utilisation et réduire les coûts d'entretien, on a choisi de planifier et de construire des digues de protection en terre armée. Deux digues ont été construites depuis, dans le tronçon des km 97,73 et 98,46 Birsholle, et quatre autres dans le tronçon des km 106,90 et 107,80 Dägenauer BL, par la Société Gasser Felstechnik Lungern, deux d'entre elles en terre armée.

Les digues de protection peuvent être construites avec la terre disponible sur site, ce qui représente un avantage majeur. De plus, elles s'adaptent facilement à la topographie et s'intègrent dans l'environnement. Le renforcement des digues avec des géogrilles Fortrac a permis d'ériger des talus d'une pente de 70 degrés, réduisant ainsi leur encombrement à un minimum. En règle générale, l'engazonnement de talus ne pose pas de problème jusqu'à cette pente. Au-delà de cette pente, il aurait fallu faire appel à des experts en engazonnement.

Toutes les digues ont été intégrées au paysage en tenant compte des conditions locales. Grâce à l'utilisation de géogrilles, la dimension des digues a été réduite à un minimum, avec 10 mètres carrés par mètre linéaire.

### Ouvrages de soutènement avec géotextiles

Avant de commencer la construction de la digue proprement dite, il faut ériger une fondation portante. Cette couche de fondation sert également de couche de drainage horizontal. Le cas échéant, il peut s'avérer nécessaire de poser un géotextile de séparation-filtration sur cette couche de drainage.

La construction d'un ouvrage armé sur un terrain existant très pentu exige la pose d'une couche de drainage (natte de drainage) côté pente afin de tenir la construction de soutènement à l'abri des eaux d'infiltration. Il faut ensuite poser et tendre la première couche de renforcement, par exemple une géogridde. La surface visible de l'ouvrage de soutènement se compose de grilles d'acier coudées qui restent dans l'ouvrage en tant que coffrage perdu. Le matériau de remblai disponible sur site ou amené peut être posé sur les géogrilles et compacté par couches de 20 à 30 centimètres. Derrière les grilles d'acier coudées (dans ce cas, des grilles du système Stebo de la société Spaeter Zug AG), est posée une couche de terre végétative protégée de l'érosion par une natte. La hauteur de couche jusqu'à la prochaine géogridde est de 50 centimètres. Le schéma du système illustre l'installation.

Les ouvrages de soutènement ont été calculés par les ingénieurs de construction de Schoellkopf AG à partir des caractéristiques du matériau de remblai ( $\varphi = 30^\circ$ ,  $c' = 0$ ,  $\gamma' = 21 \text{ kN/m}^3$ ). Le calcul a été effectué à l'aide du logiciel GGU également enseigné à l'école supérieure de technique et économie HTW de Chur dans la filière Construction et Aménagement, pour les calculs de terre armée. ■

#### Données du projet/Sources

**Projet de construction:** Projet de protection intégrale contre les dangers naturels de la Vallée de Laufen

**Position:** Ligne CFF Délémont-Bâle

**Maître d'ouvrage:** Chemins de fer fédéraux suisses CFF, Stefan Strub

**Auteur du plan:** Geotest AG

**Entreprise de construction des digues de soutènement:** Gasser Felstechnik AG, Laura Schaefer

**Fournisseur du système pour talus abrupt Stebo:** Spaeter Zug AG, Daniel Zimmermann

**Texte de l'article:** Institut für bauen im alpinen Raum, HTW Chur, Imad Lifa, Dr. Ing. TU/SIA

**Photos:** Spaeter Zug AG, Daniel Zimmermann