

# DELEGATION AUX RISQUES MAJEURS

CATALOGUE DES MESURES

DE PREVENTION

APPLICABLES

AUX PLANS D'EXPOSITION AUX RISQUES (PER)

**MOUVEMENTS de TERRAIN**

DOCUMENT VALANT  
PLAN DE PREVENTION DES RISQUES  
NATURELS PREVISIBLES (P.P.R.)  
en Application de l'Article 40.6  
de la loi du 22 Juillet 1987

1. CLASSIFICATION

Mesure individuelle ou d'ensemble - rapprochée ou éloignée  
Méthode courante  
Mesure principale

2. DOMAINE D'APPLICATION

Cette technique s'applique à des zones où le volume des éléments instables n'excède pas le mètre cube, lorsqu'ils appartiennent à un massif rocheux, quelques dizaines de mètre cubes lorsqu'il s'agit d'une formation meuble, et dont l'enlèvement ne risque pas de déstabiliser le reste de la masse rocheuse ou de la formation.

3. DESCRIPTION

3.1 Principe

=====

Chute provoquée manuellement et contrôlée de blocs de stabilité douteuse dans des parois ou talus dominant un lieu fréquenté ou un équipement fixe.

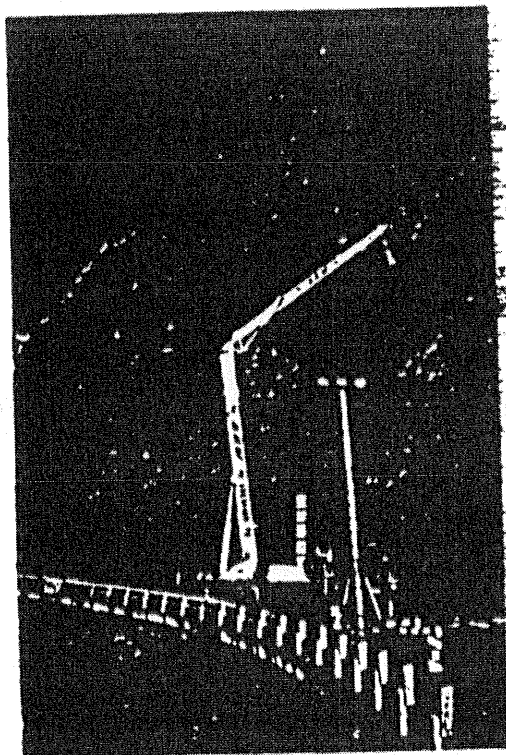
3.2 Dispositif

=====

Méthode légère utilisant des outils répandus (barres à mine, tringles métalliques, ...) La principale difficulté réside assez souvent dans l'accès aux parties à purger, pouvant nécessiter des nacelles ou des grues.



avec guides de haute montagne



PURGE MANUELLE

à partir d'une nacelle auto-  
élevatrice

4. DOCUMENTS AUXQUELS IL PEUT ETRE FAIT REFERENCE DANS LE CAHIER DES CHARGES

Aucun document technique publié connu.

5. AUTRES METHODES OU TECHNIQUES APPLICABLES

Revêtement de maçonnerie (béton ou pierres appareillées)(fiche n° 1.2.2.2.)

Béton projeté (fiche n° 1.2.2.4.)

Treillis métallique ancré.(fiche n° 1.2.3.5.)

6. METHODES OU TECHNIQUES POUVANT ETRE ASSOCIEES

Toute méthode de soutènement.

7. CRITERES TECHNIQUES D'APPLICABILITE

Référence au volume à déplacer en une seule opération.

Etat de la roche.

Risque de déstabiliser de proche en proche des volumes que l'on ne pourrait maîtriser.

8. EFFICACITE - PERENNITE

Efficace, mais à renouveler périodiquement

## 9. AVANTAGES

Relativement peu coûteux et moins préjudiciable à la cohésion d'un massif que des interventions mécaniques plus brutales (explosif, marteau-piqueur, brise-roche).

## 10. INCONVENIENTS

Surveillance de l'évolution ultérieure pouvant être difficile à assurer dans la plupart des cas : problème de l'inspection des talus et falaises.

## 11. ETABLISSEMENT DU PROJET

Généralement pas de projet, à strictement parler mais nécessité d'une étude (stabilité, procédure d'intervention, mesures de protection).

Il est nécessaire d'avoir une bonne connaissance du massif.

Il est donc souhaitable de consulter un géologue ou un géotechnicien qui désignera les zones à purger, étudiera les conséquences de la purge et précisera la façon la plus rationnelle d'enchaîner les opérations.

## 12. REALISATION

Ses modalités dépendent de la hauteur et de la raideur du versant, ainsi que de sa nature (purement rocheux, ou constitué de formations détritiques hétérogènes plus ou moins cohérentes).

### 12.1 Qualification de l'entreprise

Dans les cas courants (escarpement inférieur à 5 m), aucune qualification particulière.

Pour une hauteur supérieure, les intervenants devront justifier d'une qualification de sapeurs pompiers ou de guide de haute montagne.

## 12.2 Matériaux et matériels

=====

Uniquement matériels :

- . pour l'exécution : pinces, barres à mine, tringles métalliques, coins, éclateurs hydrauliques, leviers divers, masses, cordes, câbles, jet d'eau sous pression sauf dans matériaux meubles,...
- . pour l'accès : échelles, matériel d'escalade, voire nacelle auto-élevatrice

## 12.3 Sujétion d'exécution

=====

Protection des ouvrages existants à assurer.

## 13. SUJETIONS D'EXPLOITATION

Surveillance régulière de l'évolution de la stabilité de la zone sensible

Répétition périodique de l'opération en fonction de l'apparition de nouveaux blocs instables

## 14. COUTS

### 14.1 Eléments du coût

=====

Qualification du personnel et nature du matériel d'accès utilisés

Sujétions de protection des ouvrages riverains

### 14.2 Ordre de grandeur des coûts

=====

Tarifs en vigueur fin 1984 :

- . Salaire d'un opérateur intervenant en équipe, qualification guide de montagne : 2 500 F/j.
- . Location d'une nacelle réalisant la portée maximale actuelle (50m à la verticale) : 9 000 F/j.



1. CLASSIFICATION

Mesure individuelle ou d'ensemble - rapprochée ou éloignée  
Méthode courante  
Mesure principale

2. DOMAINE D'APPLICATION

Eléments rocheux tendant à se séparer du massif principal.

Particulièrement adapté à la stabilisation de plaques ou strates des parois rocheuses.

3. DESCRIPTION

3.1 Principe

=====

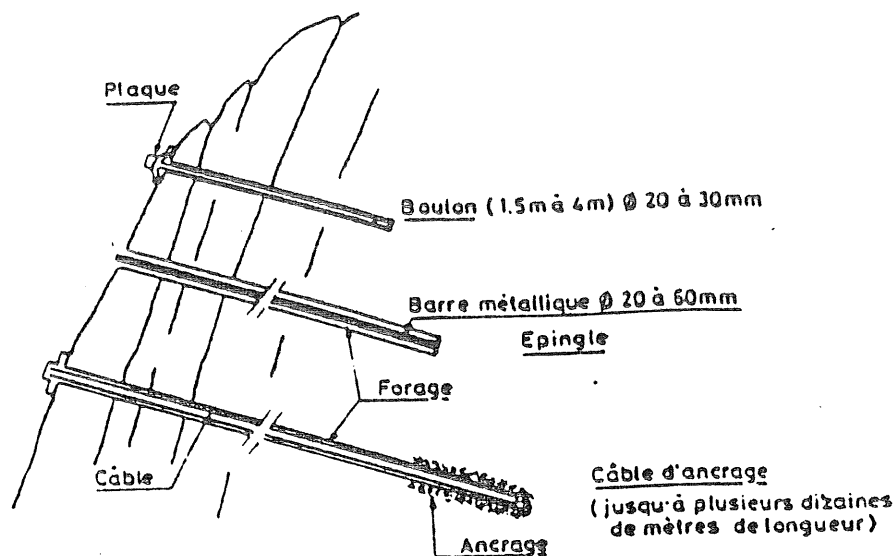
Limitier les mouvements (écartement ou glissement) au niveau des fissures existantes, soit par un effort de compression (boulons, tirants actifs), soit par l'introduction d'une résistance supplémentaire au cisaillement ou à l'écartement (tirants passifs)

3.2 Dispositifs

=====

Ce sont des armatures en acier (barres ou câbles) mises en place dans des trous forés traversant complètement la masse instable, et pénétrant suffisamment dans le rocher situé au-delà pour que leur scellement dans celui-ci puisse supporter les efforts prévisibles avec une sécurité suffisante.

Les ancrages peuvent être actifs ou passifs :

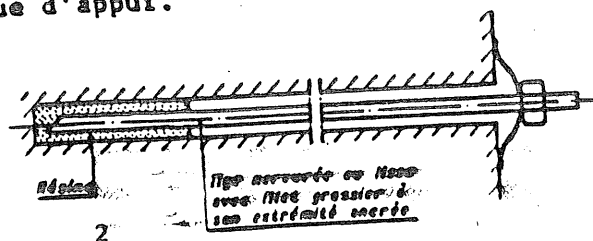
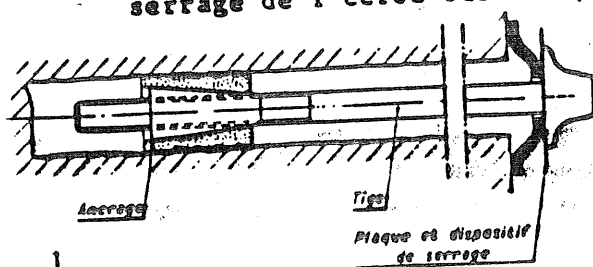


**Ancrages actifs** : après mise en place et scellement, l'ancrage est mis en tension, l'effort de compression plaquant la partie instable contre la partie stable.

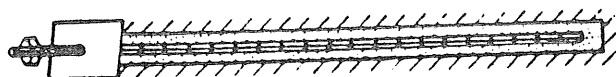
Suivant la dimension de l'armature et les efforts qu'elle est susceptible de reprendre, on distingue :

#### . les boulons

Leur longueur habituelle est inférieure à 4 m ce qui limite leur emploi à des écaillles ou blocs de faible épaisseur et leur capacité unitaire est généralement de l'ordre de 100 à 150 kN. Ils sont constitués par une barre métallique filetée à l'extrémité libre pour recevoir un écrou. L'ancrage est obtenu soit mécaniquement par expansion d'une coquille en fond de forage, soit par scellement à la résine quand une prise rapide est souhaitée, ou au mortier de ciment. La mise en tension est obtenue par serrage de l'écrou sur une plaque d'appui.



#### - TIGE NERVURÉE -



1 - 2 Boulons à ancrage ponctuel

3 - Boulon à ancrage réparti

### . les tirants

\*\*\*\*\*

Leur longueur peut atteindre plusieurs dizaines de mètres et leur capacité unitaire courante est de l'ordre de 300 à 1000 kN. Ils sont constitués par des barres ou des câbles en nombre variable. Ils sont scellés en fond de trou, au coulis de ciment ou au mortier, sur une longueur de quelques mètres. La mise en tension est effectuée au vérin, la tête du tirant étant ensuite noyée dans un petit massif en béton. Des précautions particulières doivent être prises pour la protection des armatures contre la corrosion.

Dans le cas d'une masse fracturée, il peut être nécessaire d'associer soit un treillis métallique ou des tôles nervurées entre boulons, soit des poutres entre tirants, soit des revêtements continus : béton, béton projeté.

### Ancrages passifs (épingles ou tirants passifs)

Dans ce cas, il n'y a pas de mise en tension, l'ancrage ne jouant son rôle que s'il y a déplacement de la masse instable par rapport à la masse stable. L'armature est scellée sur toute sa longueur.

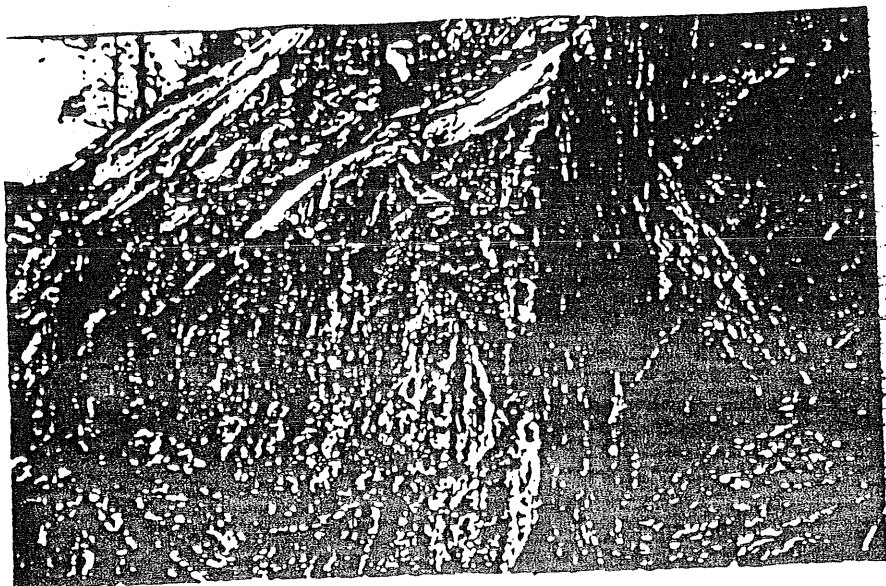
Leur utilisation est particulièrement indiquée lorsque le mouvement se fait le long de surfaces bien individualisées (plan de stratification, diaclases) dans un rocher sain par ailleurs. Leur implantation se fait sensiblement perpendiculairement à la surface affectée par le mouvement.

## 4. DOCUMENTS AUXQUELS IL PEUT ETRE FAIT REFERENCE DANS LE CAHIER DES CHARGES

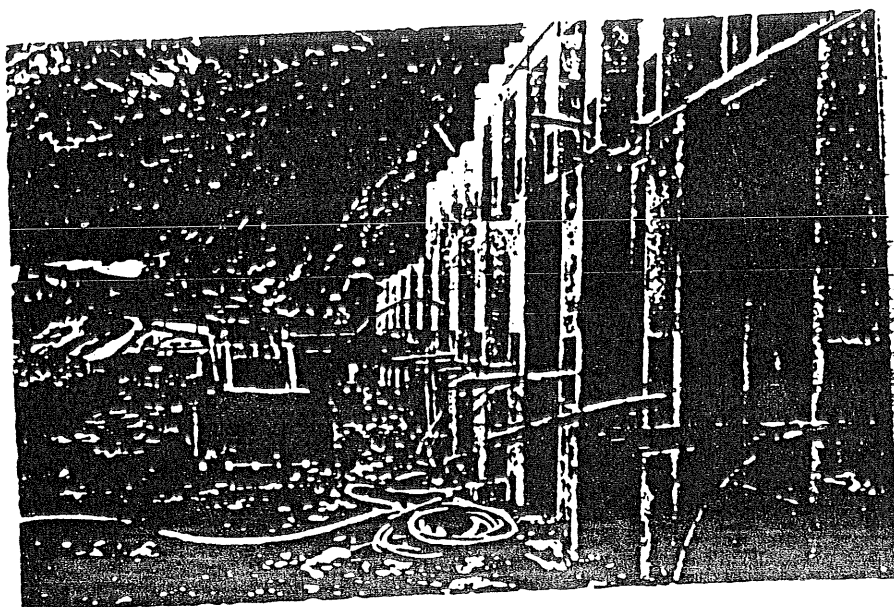
Technologie du boulonnage : Recommandations des Groupes de travail de l'AFTES - Tunnels et Ouvrages Souterrains - Numéro spécial - Avril 1981

Fascicule 69 du CCG - Travaux en souterrain p. 177

Tirants : Recommandations T.A. 17 du Bureau Sécurité (édit. Eyrolles)



Ecaille stabilisée par boulons



tirants associés à un parement béton

## 5. AUTRES METHODES APPLICABLES

Dans le cas d'une tranche instable très superficielle, treillis métallique et béton projeté.

Abattage : seulement concevable pour de petites masses, ou bien en l'absence de problèmes de voisinage (fiche n° 1.2.1.2 ).

Contreforts (fiche n° 1.2.2.1 ).

Murs de soutènement (fiche n° 1.2.2.2 ).

## 6. METHODES OU TECHNIQUES POUVANT ETRE ASSOCIEES

Dans l'ensemble d'un escarpement, combinaison avec les autres méthodes de blocage (piliers, butons, contreforts, (fiche n° 1.2.2.1 ), filets raidis

Purge (fiche n° 1.2.1.1 )

Béton projeté (fiche n° 1.2.2.4 )

## 7. CRITERES TECHNIQUES SPECIFIQUES D'APPLICABILITE

Volume, forme et état de fissuration du panneau dont la stabilisation est nécessaire.

Proximité, nature et état du massif où doivent être enracinés les dispositifs.

Possibilités d'accès à la masse instable en particulier pour l'exécution de tirants.

Pour les ancrages actifs, possibilité de mise en tension sans écrasement de la roche recevant la plaque de réaction.

## 8. EFFICACITE - PERENNITE

La méthode s'avère généralement efficace.

L'évaluation de la tenue à la corrosion des dispositifs est difficile puisque l'observation directe n'est pas possible. Le suivi de l'évolution de la tension des ancrages actifs donne des indications. Ce suivi implique des dispositifs spéciaux de mesure et des opérations difficiles quand l'accès est acrobatique. Il faut noter cependant que pour les ouvrages existants, la corrosion ne semble pas constituer un problème majeur et des dispositifs sont en place depuis plusieurs dizaines d'années de façon satisfaisante.

## 9. AVANTAGES

Cette technique est souple et peut être adaptée à chaque cas ; elle ne nécessite en principe pas d'entretien, et son exécution ne perturbe, en général, pas la stabilité du massif.

## 10. INCONVENIENTS

Par contre, sa réalisation peut se heurter à des difficultés d'accès (attention aux terrassement de préparation des accès, source d'instabilité) et l'esthétique des ouvrages peut être médiocre.

## 11. ETABLISSEMENT DU PROJET

### 11.1 Qualification de l'auteur du projet =====

Spécialiste en géologie et géotechnique possédant une bonne connaissance de la technologie des systèmes envisageables.

### 11.2 Eléments nécessaires à l'établissement du projet =====

Géométrie de la masse à ancrer.  
Etat de fracturation de cette masse.  
Nature et état du massif où seront scellés les ancrages.

## 12. REALISATION

### 12.1 Qualification requise des entreprises

=====

Toute entreprise de travaux publics expérimentée est à même de poser boulons et épingles.

La pose d'ancrages relève d'entreprises spécialisées.

### 12.2 Matériaux et matériels

=====

Matériaux : cf. normes concernant les boulons, câbles, produits d'injection, etc..

Matériels : perforatrices spéciales, vérins, matériel d'injection.

### 12.3 Suivi particulier

=====

Mise en tension des dispositifs actifs

Scellement (nécessite généralement des essais de traction - cf. recommandations)

Protection contre la corrosion des tirants.

### 12.4 Sujétions d'exécution

=====

Intervention en paroi de matériels relativement lourds pour la perforation.

Dispositions particulières à prendre dans le cas de rencontre de vides sur la longueur des ancrages (fissures largement ouvertes, par exemple).

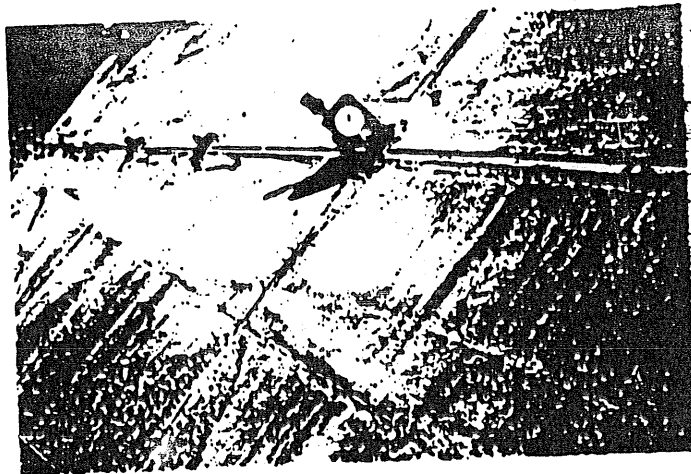
### 13. SUJETIONS

#### 13.1 Entretien =====

Réfection d'ancrages défaillants. Prévoir la possibilité d'interventions ultérieures pour "doubler" ces ancrages.

#### 13.2 Surveillance =====

Contrôle périodique de la tension des boulons et des tirants  
Dans le cas de masses importantes stabilisées par des tirants actifs, la mise en place d'un système de surveillance de la tension est nécessaire (cales dynamométriques)



Revêtement béton  
associé à des tirants  
passifs équipés d'un  
dispositif et contrôle  
de tension

### 14. COUT =====

#### 14.1 Facteurs influençant les coûts =====

Accessibilité.  
Importance et spécialisation du matériel requis.

=====

## 1. CLASSIFICATION

Mesure d'ensemble, rapprochée ou éloignée  
Méthode courante  
Mesure principale

## 2. DOMAINE D'APPLICATION

Les écrans sont destinés à arrêter la course de blocs détachés d'un talus amont. La taille de ces blocs est variable en fonction de la position de l'écran sur la trajectoire, de sa souplesse, de sa constitution. Plus l'écran est situé proche du point de départ des blocs, plus ceux qui peuvent être arrêtés sont gros. A position égale, la capacité d'arrêt d'un écran souple est supérieure à celle d'un écran rigide. Les filets courants sont susceptibles d'arrêter un bloc d'une tonne après une chute libre de 10 m. L'efficacité est toutefois mise en défaut si les rebonds dépassent 3 à 4 m. Des filets type lutte anti-sous-marine, beaucoup plus lourds à manier, peuvent arrêter des blocs plus volumineux.

## 3. DESCRIPTION

### 3.1 Principe

=====

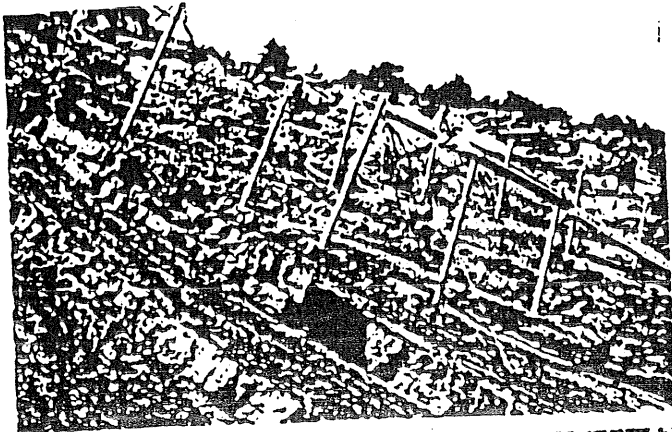
L'écran est une barrière, le plus souvent verticale, disposée sur la trajectoire des blocs, sensiblement perpendiculaire à celle-ci.

### 3.2 Description du dispositif

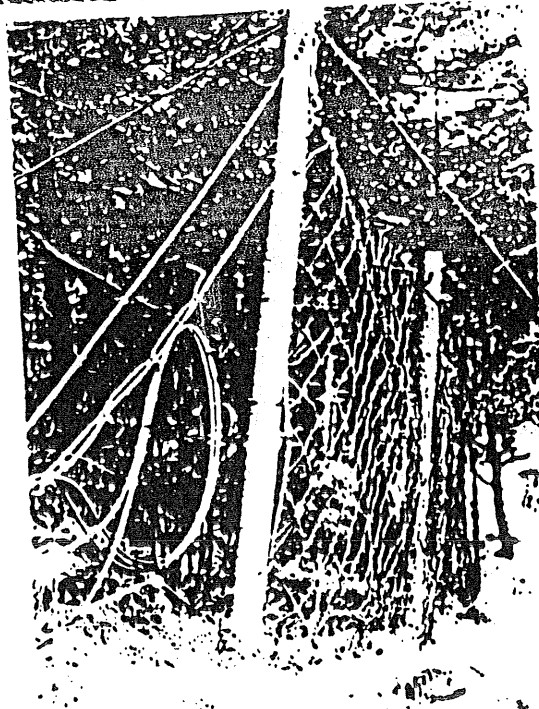
=====

Ecrans souples (écrans grillagés, filets). Ils sont constitués par des panneaux de grillage supportés par des montants et éventuellement renforcés par des cables. Les dispositions peuvent être plus ou moins complexes, avec pour les plus élaborées, des éléments ayant une plus grande déformabilité et assurant un arrêt progressif (fixations à ressort, boucles de freinage, etc...)

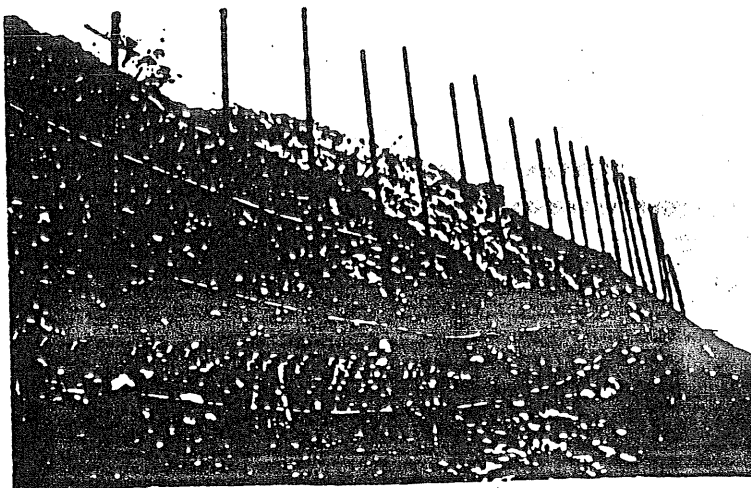
Ecrans souples



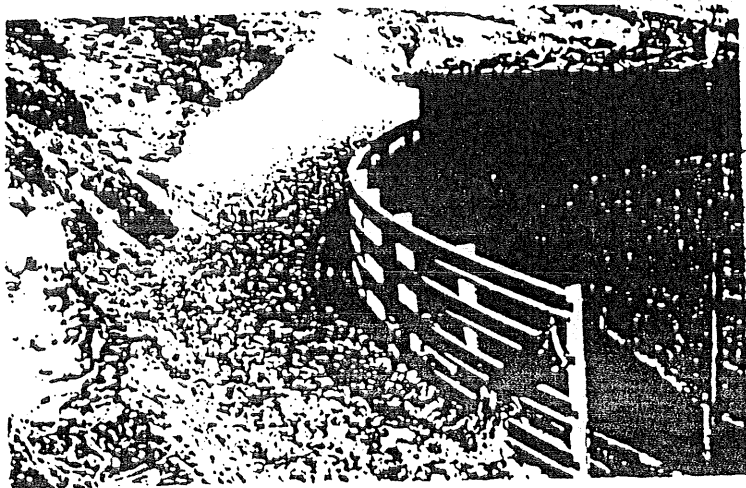
Equipement d'un versant



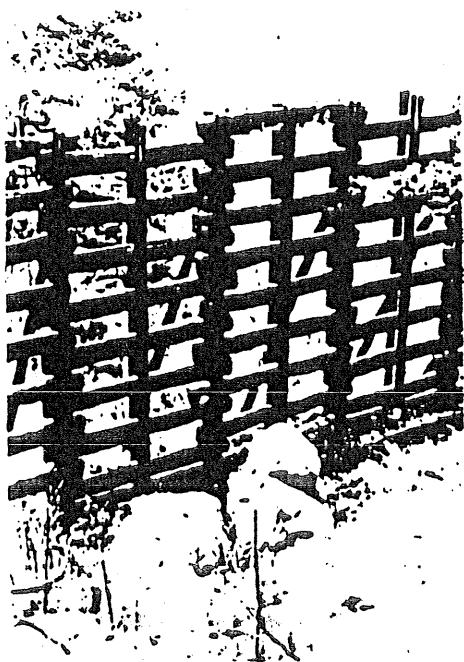
Détail d'un écran  
grillagé avec boucle  
de freinage



Fers à béton et grillage

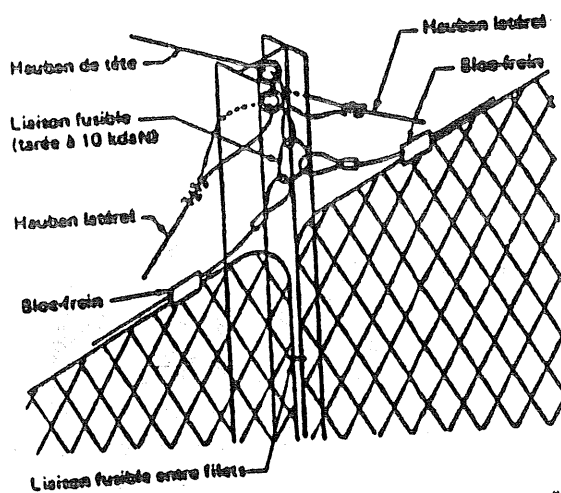
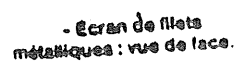


Ecran rigide métallique



Ecran rigide profilés  
métalliques et bois

*(written upside down)*



Technical drawing of a rectangular mesh structure, likely a mold or formwork. The drawing shows a rectangular frame with a mesh pattern inside. Dimensions are indicated: 9 m (width) and 1.5 m (height). The mesh is labeled "Câbles de liaison" (connecting cables). The frame is labeled "Blocs-freins" (brake blocks). The entire structure is labeled "Eléments moulés et réglés en usine" (molded and adjusted elements in the factory).

200 mm

Cale  $\phi$  19,7 mm. Laminé d'acier

Bloc frein

Elément standard prémonté et réglé en usine

b) Boucha de freinaga.

Ecrans rigides : Ils sont constitués par des éléments non déformables qui peuvent être de nature très variable : murs en béton continus ou par éléments, panneaux constitués par des traverses ou des troncs d'arbres maintenus par des montants (râteliers).

4. DOCUMENTS AUXQUELS IL PEUT ETRE FAIT REFERENCE DANS LE CAHIER DES CHARGES

Pas de recommandations techniques existantes.

5. AUTRES METHODES OU TECHNIQUES APPLICABLES

En fonction de la pente et de la place disponible, autres types d'obstacles - écrans massifs (fiche n° 1.2.3.2), plage d'arrêt (fiche n° 1.2.3.3) ; organes de déflexion - étraves, tournes (fiche n° 1.2.3.4), couverture grillagée (fiche n° 1.2.3.5).

6. METHODES OU TECHNIQUES POUVANT ETRE ASSOCIEES

Les blocs de trop forte taille repérés dans la pente, susceptibles de détruire les obstacles précédents, devront faire l'objet d'un calage individuel - butons, contreforts (fiche n° 1.2.2.1) - ou d'un arrimage (filets ancrés ou câbles), voire d'un abattage (fiche n° 1.2.1.2).

La végétalisation, en réduisant l'érosion, peut limiter le déchaussement de blocs dans des colluvions ou des terrains alluvionnaires (fiche n° 1.2.2.5).

7. CRITERES TECHNIQUES SPECIFIQUES D'APPLICABILITE

Taille moyenne des blocs  
Longueur et raideur du versant  
Accessibilité

## 8. EFFICACITE - PERENNITE

L'efficacité est liée à l'intégrité du dispositif. Des blocs de grande dimension peuvent entraîner sa destruction partielle mais même dans ce cas le ralentissement obtenu au niveau de l'écran est souvent suffisant pour réduire notablement le risque.

Dans le cas où le versant est fort producteur de blocs, il faut veiller à ce que l'accumulation en amont de l'écran ne constitue pas un tremplin permettant le franchissement de l'obstacle.

Dans des conditions normales de fonctionnement, l'efficacité et la pérennité des écrans est généralement bonne.

## 9. AVANTAGES

Les terrassements sont limités à l'exécution des fondations des montants de l'écran et/ou des ancrages, il n'y a pas de modification de la répartition des masses dans la pente.

La mise en place est simple et peut être faite dans des pentes trop fortes pour y disposer des obstacles ou déflecteurs massifs. Il est possible de réaliser des écrans rigides avec des matériaux de récupération peu coûteux (traverses de chemin de fer, rails réformés).

## 10. INCONVENIENT

L'intégration dans le site peut poser des problèmes.

## 11. ETABLISSEMENT DU PROJET

### 11.1 Qualification de l'auteur du projet

=====

Connaissances en géotechnique

### 11.2 Eléments nécessaires à l'établissement du projet

=====

- Topographie de la zone exposée
- Position et volume des blocs potentiellement instables
- Détermination des trajectoires probables (couloirs de concentration, zones protégées)
- Evaluation de la hauteur de l'ouvrage nécessaire pour éviter le franchissement

## 12. REALISATION

### 12.1 Qualification des entreprises

=====

Les râteliers relèvent d'une réalisation artisanale.

La construction et la pose de filets avec dissipateur d'énergie sont du ressort d'entreprises spécialisées.

### 12.2 Matériaux utilisés

=====

Râteliers : profilés métalliques ou rails, traverses en bois traitées. Eventuellement matériel de récupération : traverses et rails S.N.C.F. réformés.

Filets : supports, haubans, câbles et filets en acier galvanisé. Les ancrages de haubans, s'ils sont scellés au rocher, peuvent nécessiter le recours aux résines époxy.

### 12.3 Suivi particulier

=====

Le point délicat consiste en un ancrage correct des supports et des haubans, ceci particulièrement dans le cas d'un substratum d'éboulis (recours obligatoire à la technique des pieux explosés et à des injections de coulis de ciment). Un contrôle de la solidité des ancrages (essai d'arrachage) est indispensable et alourdit quelque peu la méthode.

### 13.4 Sujétion d'exécution

=====

Sans objet.

## 13. SUJETIONS D'EXPLOITATION

### 13.1 Entretien

=====

Réparation de brèches éventuelles (râteliers ou filets).  
Réglage des haubans de filets après dégagement des blocs retenus.  
Evacuation des blocs accumulés en avant de l'écran si leur quantité devient importante.

### 13.2 Surveillance

=====

Visite périodique.

## 14. COUT

### 14.1 Facteurs influençant les coûts

=====

Dans certains cas, accessibilité du site. A la limite, recours à l'hélicoptage.

### 14.2 Ordre de grandeur des coûts

=====

En décembre 1978, un écran de filets de 3 m de hauteur revenait, en place, à 2.600 F/h.t. le mètre linéaire (fourniture 1200 F, pose 1400 F).

# 1. CLASSIFICATION

Mesure individuelle ou d'ensemble, rapprochée  
Méthode courante tendant à se multiplier  
Mesure principale

# 2. DOMAINE D'APPLICATION

Arrêt de blocs généralement roulant sur une pente, immédiatement à l'amont de la zone à protéger, lorsque l'on dispose d'une emprise suffisante pour réaliser le dispositif (largeur de l'ordre d'une dizaine de mètres au minimum).

# 3. DESCRIPTION

## 3.1 Principe

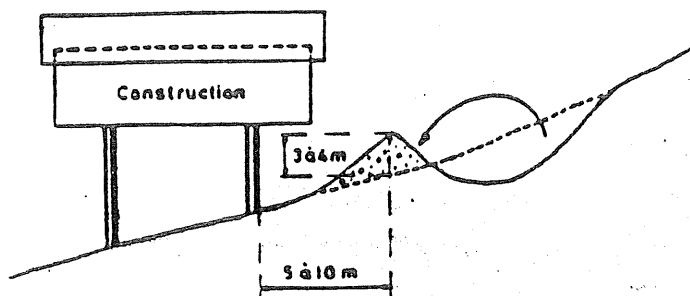
=====

Obstacle massif et suffisamment déformable pour absorber la totalité de l'énergie résiduelle du bloc et donc l'arrêter.

## 3.2 Description du dispositif

=====

Levée de terrain meuble, réalisée avec des matériaux prélevés à proximité et de préférence, si cela est compatible avec la stabilité du site, à l'amont de la levée de façon à créer un piège à blocs efficace, en augmentant la hauteur de la face amont.



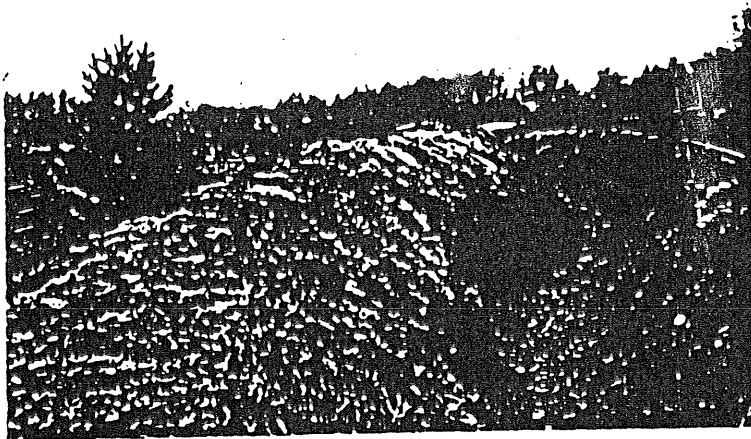
Dans la plupart des cas, la hauteur de la levée peut rester modérée (2 à 3 m), puisque par hypothèse elle est située en fin de course des blocs, qui roulent mais ne rebondissent plus. Il y a intérêt à ce que la face amont de l'obstacle soit aussi raide que possible.

Association d'une plage d'arrêt  
et d'un écran massif

La zone marquée



noter la plage d'arrêt  
à l'amont



Association avec le  
fossé qui a fourni le  
matériau



4. DOCUMENTS AUXQUELS IL PEUT ETRE FAIT REFERENCE DANS LE CAHIER DES CHARGES

Pas de recommandations techniques existantes.

5. AUTRES METHODES OU TECHNIQUES APPLICABLES

Renforcement de structure (fiche n° 1.1.2.), étrave (fiche n° 1.2.3.4.) ou fossé (fiche n° 1.2.3.2 )

Ecrans souples ou rigides (fiche n° 1.2.3.1 )

6. METHODES OU TECHNIQUES POUVANT ETRE ASSOCIEES

Obstacles situés plus à l'amont dans la pente, (essentiellement écrans souples ou rigides - fiche n° 1.2.3.1 )

Plantation d'arbres et arbustes sur la levée

7. CRITERES TECHNIQUES SPECIFIQUES D'APPLICABILITE

Existence sur place d'une couche de matériaux mobilisables en quantité suffisante

Pas de mise en cause de la stabilité locale par la création de l'ouvrage

Compatibilité des dimensions possibles pour l'ouvrage avec l'énergie cinétique des blocs à leur arrivée

8. EFFICACITE - PERENNITE

Très efficace, sauf rebond intempestif

Pérennité assurée dès végétalisation

9. AVANTAGES

Facilité d'exécution

Peut être un élément d'aménagement paysager

10. INCONVENIENTS

Peut restreindre la vue (cet inconvénient est toutefois mineur compte tenu de la situation amont).

Esthétique parfois discutable si la végétalisation est spontanée.

11. ETABLISSEMENT DU PROJET11.1 Qualification de l'auteur du projet  
=====

Géotechnicien susceptible de vérifier l'incidence de la création de la levée sur la stabilité du site. Spécialiste capable de définir la hauteur à donner à l'obstacle en fonction des données locales (taille des blocs, topographie, rugosité de la surface parcourue).

11.2 Eléments nécessaires à l'établissement du projet  
=====

- Energie des blocs prévisibles à l'arrivée sur l'obstacle
- Topographie
- Possibilité d'emprunt des matériaux nécessaires à proximité
- Possibilité d'évacuation des eaux provenant du ruissellement amont

## 12. REALISATION

### 12.1 Qualification de l'entreprise =====

Pas de qualification particulière.

### 12.2 Matériaux et matériels =====

Matériaux locaux mis en place à la pelle ou au boueur.

### 12.3 Points devant faire l'objet d'un suivi particulier =====

- Végétalisation de la levée
- Evacuation des eaux pouvant s'accumuler à l'amont

### 12.4 Sujétions d'exécution =====

Pas de sujétions particulières.

## 13. SUJETIONS D'EXPLOITATION

Entretien nul à partir de la mise en végétation, à l'exception de l'évacuation périodique des blocs accumulés à l'amont.

Surveillance nulle.

## 14. COUTS

### 14.1 Facteurs influençant les coûts =====

Type de matériel utilisé

Absence de matériaux convenables sur le site, imposant un transport.

#### 14.2 Ordre de grandeur des coûts

=====

En 1985, en fonction du matériel utilisé, le coût du terrassement est de l'ordre de 20 à 50 F par m<sup>3</sup>.

1. CLASSIFICATION

Protection d'ensemble, plutôt éloignée  
Méthode courante  
Mesure d'accompagnement

2. DOMAINE D'APPLICATION

Interception de blocs rocheux de toute taille.

3. DESCRIPTION

3.1 Principe

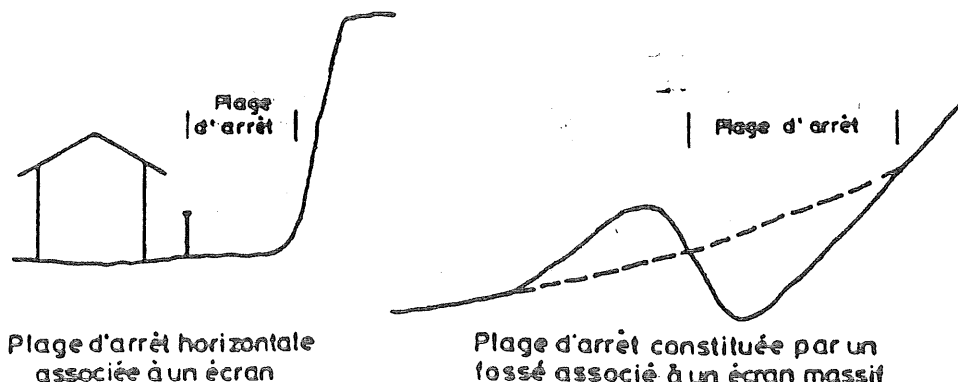
=====

Zone horizontale ou en creux d'une certaine largeur participant à la diminution partielle ou totale de l'énergie cinétique des blocs. Elle assure en outre le stockage des matériaux.

3.2 Description du dispositif

=====

Le profil de la plage sera fonction de la topographie locale et de la possibilité d'effectuer des terrassements sans affecter la stabilité du site. Elle pourra être constituée soit par une plage horizontale, auquel cas elle sera très généralement associée à un écran souple ou rigide ou un écran massif, soit par un fossé qui sera alors bordé par un merlon de terre constitué par la mise en dépôt des terres extraites.



4. DOCUMENTS AUXQUELS IL PEUT ETRE FAIT REFERENCE DANS LE CAHIER DES CHARGES

Pas de recommandations existantes.

5. AUTRES METHODES OU TECHNIQUES APPLICABLES

Ecrans souples ou rigides (fiche n° 1.2.3.1 )  
Ecrans massifs (fiche n° 1.2.3.2 )

6. METHODES OU TECHNIQUES POUVANT ETRE ASSOCIEES

Ecrans (association pratiquement systématique)(fiches n° 1.2.3.1 et 1.2.3.2 )  
Etraves ou tournes (fiche n° 1.2.3.4 )

7. CRITERES TECHNIQUES SPECIFIQUES D'APPLICABILITE

Disponibilité de l'emprise nécessaire à la création de la plage d'arrêt

Possibilité de créer la plateforme ou le fossé sans mettre en péril la stabilité locale.

Possibilité d'accès pour le curage périodique de la zone de stockage.

8. EFFICACITE - PERENNITE

Une plage d'arrêt ne suffit pas en général pour assurer à elle seule l'arrêt complet des blocs. Son efficacité sera alors conditionnée par la mise en place d'un écran souple ou rigide ou d'un écran massif, immédiatement à l'aval. Par contre, sa présence augmentera très sensiblement l'efficacité de l'écran.

Le maintien de l'efficacité du dispositif sera fonction de son entretien par évacuation des blocs accumulés lorsque leur nombre en modifiera les caractéristiques.

9. AVANTAGES

Exécution simple.

10. INCONVENIENTS

Emprise relativement importante.

Décapage du terrain pouvant permettre une érosion active

Risque de créer une instabilité

11. ETABLISSEMENT DU PROJET

## 11.1 Qualification de l'auteur du projet

=====

L'auteur du projet doit avoir une expérience de ce type de travaux et pouvoir contrôler que les travaux envisagés ne risquent pas de mettre en danger la stabilité locale.

## 11.2 Eléments nécessaires à l'établissement du projet

=====

La réalisation d'une plage d'arrêt peut ne pas nécessiter l'établissement d'un projet avec plans et documents. Il faudra cependant examiner :

- les trajectoires probables;
- la dimension probable des blocs et leur énergie cinétique à leur arrivée (observations sur le terrain, programmes de calcul de trajectoire);
- le risque de rebond;
- la modification de la stabilité (caractéristiques mécaniques des terrains, hydrogéologie);
- l'adaptation de la plage à la topographie locale.

## 12. REALISATION

### 12.1 Qualification de l'entreprise =====

Entreprise de travaux publics, sans qu'une qualification spécifique soit requise.

### 12.2 Matériaux et matériels =====

Matériaux nécessaires à la réalisation de l'écran associé éventuel

Matériel de terrassement : pelle mécanique, boueur

### 12.3 Points devant faire l'objet d'un suivi particulier =====

- captage des émergences pouvant être rencontrées en cours de travaux
- collecte et évacuation des eaux de ruissellement pour éviter leur stagnation
- revégétalisation des surfaces mises à nu

### 12.4 Sujétions d'exécution =====

Terrassements à exécuter avec prudence.

## 13. SUJETIONS D'EXPLOITATION

Une plage d'arrêt doit faire l'objet d'un curage périodique lorsque son remplissage devient important, ce qui impose le maintien d'un accès pour les engins qui en sont chargés.

#### 14. COUTS

##### 14.1 Facteurs influençant les coûts

=====

Conditions d'accès

Importance des terrassements

Travaux annexes (drainage, végétalisation)

##### 14.2 Ordre de grandeur des coûts

=====

En 1985, le coût du terrassement peut varier, en fonction du volume de travaux à exécuter, entre 20 et 50 F par mètre cube, sans transport des matériaux.



1. CLASSIFICATION

Protection individuelle (étraves) ou d'ensemble (tourne)  
Position obligatoirement rapprochée (étraves) ou plus ou moins  
éloignée (tourne)  
Méthode courante

2. DOMAINE D'APPLICATION

Protection contre les blocs volumineux, issus d'une falaise ou  
déchaussés par le ravinement, roulant sur la pente, dans la partie  
terminale de leur trajectoire.

3. DESCRIPTION

3.1 Principe

=====

Organes imposant à des blocs qui dévalent une pente, un  
changement de direction et une réduction de leur force vive.

Dans les cas les plus courants, remblai édifié par emprunt de  
sols meubles (terre, éboulis) trouvés sur place.

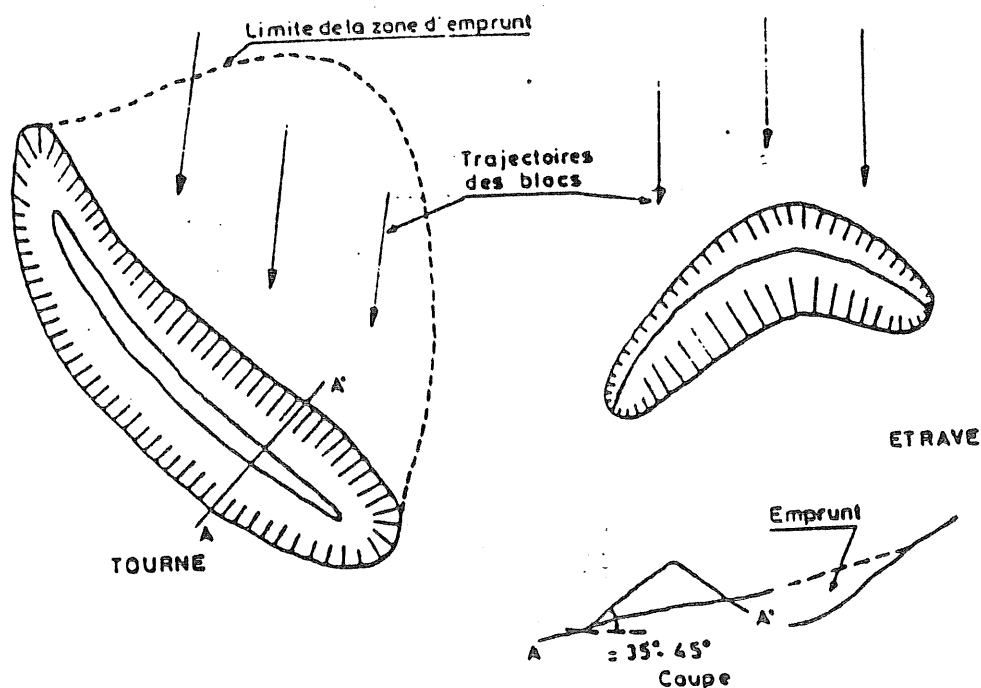
3.2 Dispositif

=====

Etrave - Levée dessinant un chevron, à pointe tournée vers  
l'amont. Au contact ou presque d'un ouvrage ponctuel situé dans  
une zone parcourue par un éventail de trajectoires possibles  
(rôle un peu comparable à celui de l'avant-bec d'une pile de  
pont).

Une étrave peut, dans certains cas, être réalisée en béton armé  
et incorporée à l'ouvrage qu'elle protège.

**Tourne** - Levée allongée obliquement par rapport à la ligne de pente, de façon à intercepter, sur un front plus ou moins étendu, les blocs parcourant le versant et, soit à les bloquer définitivement dans les cas favorables, soit à les détourner vers un autre obstacle ou vers une zone non vitale.



4. DOCUMENTS AUXQUELS IL PEUT ETRE FAIT REFERENCE DANS LE CAHIER DES CHARGES

Pas de recommandations techniques existantes.

5. AUTRES METHODES OU TECHNIQUES APPLICABLES

Râteliers ou autres obstacles

6. METHODES OU TECHNIQUES POUVANT ETRE ASSOCIEES

Plantation d'arbres, notamment sur une tourne (efficacité seulement à très long terme)

7. CRITERES TECHNIQUES D'APPLICABILITE

Le rebond des blocs attendus ne doit pas dépasser la hauteur de l'obstacle.

Le versant doit recéler en bonne place une épaisseur suffisante de matériaux mobilisables : se méfier de la rencontre d'éboulis cimentés "en cuirasse".

Eviter l'emploi de terres trop peu perméables.

8. EFFICACITE - PERENNITE

L'efficacité est bonne dans la mesure où le dimensionnement est tel qu'il n'y ait pas franchissement .

La pérennité est assurée dès qu'une protection contre l'érosion est assurée par végétalisation.

9. AVANTAGES

Edification simple, exécutée aisément au buteur.

## 10. INCONVENIENTS

Dans le cas d'une tourne, interception du ruissellement (pluie, fonte) et canalisation de celui-ci jusqu'à l'extrémité inférieure de l'ouvrage. A partir de là, gros risque de ravinement, d'où nécessité d'un dispositif de canalisation conduisant ces eaux intermittentes jusqu'à un lit de capacité et de résistance suffisantes.

Lutte contre le ravinement de la levée elle-même, au début de son existence.

Aspect déplaisant de la levée et de la zone d'emprunt avant végétalisation complète.

Problèmes fonciers éventuels, à résoudre avec les propriétaires du site d'implantation.

## 11. ETABLISSEMENT DU PROJET

### 11.1 Qualification de l'auteur du projet =====

Connaissances en géotechnique

### 11.2 Eléments nécessaires à l'établissement du projet =====

- Topographie de la zone exposée
- Position et volume des blocs potentiellement instables
- Détermination des trajectoires probables (couloirs de concentration, zones protégées)
- Evaluation de la hauteur de l'ouvrage nécessaire pour éviter le franchissement
- Sources de matériaux d'emprunt

## 12. REALISATION

### 12.1 Qualification de l'entreprise

=====

Entreprise de terrassement

### 12.2 Matériaux et matériels nécessaires

=====

#### 12.2.1. Matériaux

Tout-venant à mobiliser in situ

#### 12.2.2. Matériels

Essentiellement boueur léger

### 12.3 Points exigeant un suivi particulier

=====

Si de la terre végétale est présente sur le site, décapage et stockage de celle-ci.

Réglage des parements. Dispositifs anti-ravinement (fascines) sur le parement aval.

Protection du pied du parement amont contre l'érosion

Canalisation des eaux recueillies par l'ouvrage

Végétalisation de l'ensemble (tourne et zone des emprunts)

La zone d'emprunt ne doit pas être à l'origine d'une instabilité locale

#### 12.4 Sujétions d'exécution =====

En priorité, développement et entretien de la végétation.

Le dispositif étant situé dans la zone extrême des trajectoires, l'accumulation de blocs avec le temps sera modeste, et les réfections du parement amont en cas d'impacts seront rares.

### 13. SUJETIONS D'EXPLOITATION

Pas d'autres sujétions que celles pouvant être liées à l'accès des engins de terrassement.

### 14. COUTS

#### 14.1 Facteurs influençant les coûts =====

Conditions d'accès  
Disponibilité des matériaux sur place  
Nécessité de dispositifs de protection complémentaires (écrans surmontant la levée)

#### 14.2 Ordre de grandeur des coûts =====

En 1985, le coût du m<sup>3</sup> de terrassement est de l'ordre de 20 à 50F avec des moyens mécaniques, sans difficultés particulières d'accès.

1. CLASSIFICATION

Mesure individuelle ou d'ensemble  
Protection rapprochée  
Méthode courante  
Mesure principale

2. DOMAINE D'APPLICATION

Paroi stable dans son ensemble, mais présentant une instabilité superficielle des blocs d'assez petite taille pouvant se détacher (de trop gros blocs détruiraient le treillage). De façon courante la protection est obtenue pour des blocs atteignant le mètre cube. Elle peut cependant s'étendre à des blocs plus importants.

Roches sédimentaires en petits bancs ou rocher très fracturé  
Talus de formations alluvionnaires à galets

Pente quelconque, jusqu'à la verticale mais plus particulièrement les fortes pentes. Hauteurs usuelles, jusqu'à 10-15 m.

3. DESCRIPTION

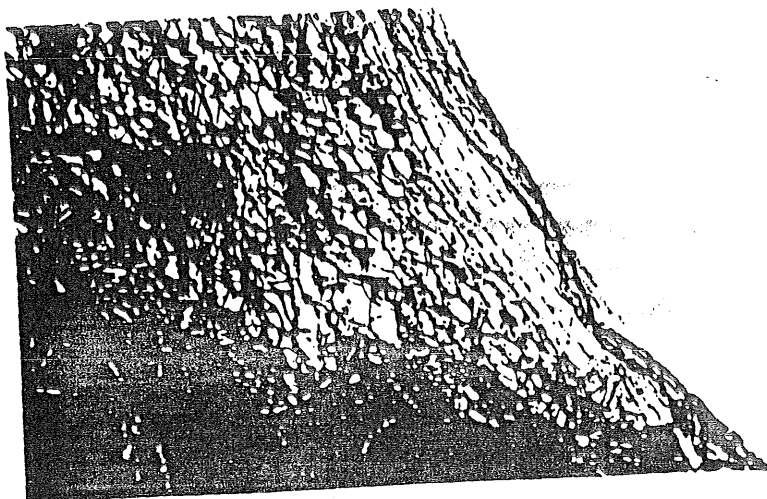
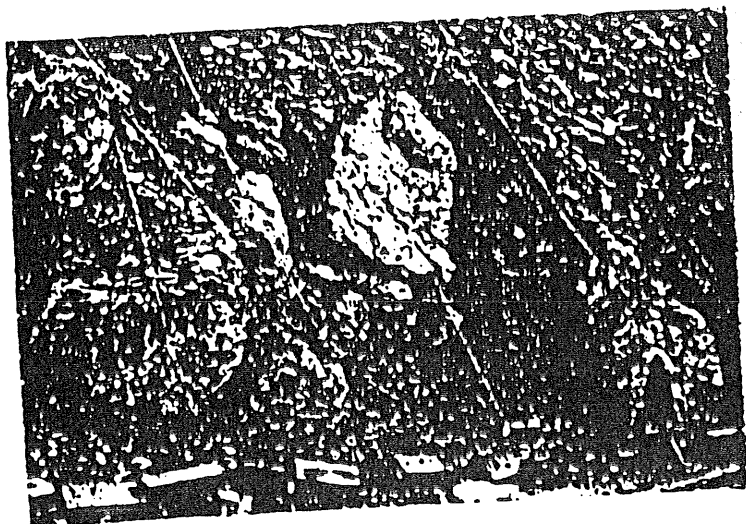
3.1 Principe

=====

Limiter l'amplitude et la vitesse du mouvement d'un petit bloc échappé d'une paroi, en le maintenant au contact de celle-ci : ralentissement par frottement et chocs successifs, et arrêt à la base du relief.



Couvertures grillagées



### 3.2 Dispositif =====

Une nappe continue de treillage, solidement ancrée au-dessus du sommet de la paroi, pend librement contre celle-ci. Le rideau est interrompu à environ 1 m de la base et est soit tenu légèrement écarté par quelques points de fixation ou blocs posés, soit tendu par lestage (fers ronds enfilés horizontalement, presque au niveau du sol).

## 4. DOCUMENTS AUXQUEL IL PEUT ETRE FAIT REFERENCE DANS LE CAHIER DES CHARGES

Pas de recommandations techniques spécifiques existantes.

## 5. AUTRES METHODES OU TECHNIQUES APPLICABLES

Béton projeté sur treillage fixe

Treillis fort grandes mailles ou plaques de tôle boulonnées

## 6. METHODES OU TECHNIQUES POUVANT ETRE ASSOCIEES

Combinaison avec butons, contreforts, murs de soutènement, ancrages, béton projeté dans le cas de parois de caractéristiques hétérogènes ou de blocs instables de grande taille susceptible de détériorer le grillage.

Plages d'arrêt (fiche n° 1.2.3.3.)

Ecrans en pied de pente (fiches n° 1.2.3.1. et 1.2.3.2.)

## 7. CRITERES TECHNIQUES D'APPLICABILITE

Possibilité d'ancrage du grillage en tête de talus

Tenir compte également de la hauteur maximale qui doit être couverte

## 8. EFFICACITE - PERENNITE

L'efficacité est généralement bonne sous réserve que les blocs ne provoquent pas une déchirure de la couverture

Durabilité conditionnée par l'évolution du fil galvanisé et la tenue des ancrages.

## 9. AVANTAGES

- Utilisation de matériaux courants. Pose facile
- Assez peu visible
- Coût modéré

## 10. INCONVENIENTS

- Tolère mal un bloc de poids exceptionnel : risque de rupture ou d'arrachement

## 11. ETABLISSEMENT DU PROJET

### 11.1 Qualification de l'auteur du projet

On consultera utilement un technicien de l'Équipement

...

## 11.2 Eléments nécessaires à l'établissement du projet

=====

Taille maximale des blocs attendus

Possibilité d'ancrer des points fixes (crampons scellés ou barres fichées) au voisinage du sommet de l'escarpement, pour y assujettir un câble horizontal de suspension.

Possibilité d'arrêt des blocs en base de talus : zone d'atterrissage - piège à cailloux - écrans

## 12. REALISATION

### 12.1 Qualification de l'entreprise

=====

Expérience des travaux en paroi, pour l'Equipement ou pour les P.T.T. (pose de lignes avec scellement de supports)

### 12.2 Matériaux et matériels nécessaires

=====

#### 12.2.1. Matériaux

Câbles, treillage et fil galvanisé d'assemblage adaptés aux conditions climatiques locales (protection contre la corrosion)

La durée de conservation garantie fixe l'échéance de rénovation

#### 12.2.2. Matériels

Echelles de dimensions appropriées, jusqu'à l'engin type pompiers. Le chantier devant être approvisionné par le haut (déroulement des lés), s'il n'existe pas d'accès commode, nécessité d'un élévateur.

#### 12.2.3. Points exigeant un suivi particulier

=====

Purge éventuelle de certaines saillies trop proéminentes.

...

"Couture" soignée des lés bord à bord, évitant tout écartement intempestif au passage d'un bloc.

### 13. SUJETIONS D'EXPLOITATION

#### 13.1 Entretien

=====

Eviter l'envahissement du treillage par la végétation : elle rend impossible la surveillance

Elimination (échelle) des blocs coincés en milieu de parcours

Curage périodique en pied de paroi

Réparations locales (stoppage). en cas de déchirures

En fin de vie des treillages, remplacement intégral

#### 13.2 Surveillance

=====

A vue pour le treillage

Contrôle périodique de la stabilité des ancrages supérieurs

### 14. COUTS

#### 14.1 Eléments influençant les coûts

=====

Surface à couvrir

Qualité requise pour le treillage selon :

- . dimension des blocs prévus
- . développement vertical

Difficulté de pose

#### 14.2 Ordre de grandeur des coûts

=====

En 1985, le mètre carré de couverture grillagée coûte de 50 à 150F environ suivant les difficultés de pose.