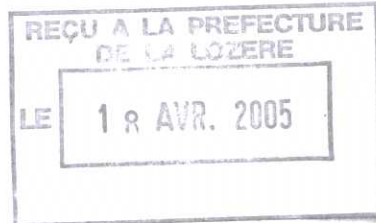




PREFECTURE DE LA LOZERE



Direction
Départementale
de l'Équipement
de la Lozère
Service Urbanisme
Habitat Environnement
Cellule Environnement



COMMUNE DE BARJAC

PLAN DE PREVENTION DES RISQUES « MOUVEMENTS DE TERRAIN »

REGLEMENT

Vu et revêtu à l'Arrêté
Préfectoral n°05-0613 du 17 MAI 2005

Le Préfet



SOMMAIRE

CHAPITRE I - PORTEE DU REGLEMENT DU PPR	3
1 CHAMP D'APPLICATION	3
2 PORTEE DU REGLEMENT.....	3
3 EFFETS DU PPR.....	4
<i>A - Interdictions et autorisations sous réserve de prescriptions.....</i>	<i>4</i>
<i>B - Mesures de prévention, de protection, de sauvegarde et mesures sur l'existant</i>	<i>5</i>
CHAPITRE II - DISPOSITIONS REGLEMENTAIRES	6
1 DEFINITION DES ZONES.....	6
2 LOCALISATION	7
3 DISPOSITIONS APPLICABLES EN ZONES ROUGES	8
<i>3-1 - Zone de risque d'éboulement (Reb).....</i>	<i>8</i>
<i>3-2 - Zone de risque de glissement de terrain (Rf)</i>	<i>12</i>
<i>3-3 - Zone de risque d'éboulement et de glissement de terrain (Rebf)</i>	<i>15</i>
<i>3-4 - Zone de risque d'effondrement (Re).....</i>	<i>15</i>
4 DISPOSITIONS APPLICABLES EN ZONES BLEUES.....	16
<i>4-1 - Zone de risque de glissement (Bf).....</i>	<i>16</i>
<i>4-2 - Zone de risque d'éboulement limité (Beb).....</i>	<i>18</i>
<i>4-3 - Zone de risque d'éboulement et de glissement de terrain (Bebf)</i>	<i>20</i>
ANNEXES.....	21

CHAPITRE I - PORTEE DU REGLEMENT DU PPR

1 CHAMP D'APPLICATION

Le présent règlement s'applique à la partie du territoire de la commune de BARJAC correspondant au périmètre d'étude défini par l'arrêté préfectoral n° 96-108 du 30 janvier 1996.

Il s'agit :

- des risques d'éboulements en masse de falaises rocheuses
- de glissements généralisés du substratum argilo-marneux
- de glissements superficiels
- d'effondrements d'anciennes galeries de mines

Conformément à l'article 3 du décret 95-1089 du 5 octobre 1995, le présent règlement précise, pour chaque zone délimitée sur le plan de cartographie P.P.R., les mesures d'interdiction et les prescriptions applicables, ainsi que les mesures de prévention et de protection.

2 PORTEE DU REGLEMENT

Le PPR vaut servitude d'utilité publique. A ce titre les dispositions du présent règlement s'imposent aux règlements particuliers notamment à celui des documents d'urbanisme.

Le non-respect de certaines règles du PPR donne la possibilité pour les assurances de déroger à certaines règles d'indemnisation et/ou de couverture des catastrophes naturelles.

La nature et les conditions d'exécution des mesures de prévention prises pour l'application du présent règlement sont définies et mises en oeuvre sous la responsabilité du maître d'ouvrage et du maître d'oeuvre concernés par les constructions, travaux et installations visés.

Ceux-ci sont également tenus d'assurer les opérations de gestion et d'entretien nécessaires pour maintenir la pleine efficacité de ces mesures.

3 EFFETS DU PPR

Dès qu'il est approuvé le PPR est appliqué et intégré dans les documents d'urbanisme en particulier le plan d'occupation des sols (P.O.S.) ou le plan local d'urbanisme (P.L.U.).

A - Interdictions et autorisations sous réserve de prescriptions

Qui est responsable ?

Une fois approuvé, le PPR est appliqué et contrôlé pour chacune des mesures par les personnes habituellement compétentes, selon les procédures de droit commun.

Les services chargés de l'urbanisme et de l'application du droit des sols, c'est-à-dire généralement les services de la D.D.E. ou des collectivités locales, gèrent les mesures qui entrent dans le champ du Code de l'Urbanisme.

Les maîtres d'ouvrages qui s'engagent à respecter les règles de construction lors du dépôt de permis de construire et les professionnels chargés de réaliser les projets, sont responsables des études ou dispositions qui relèvent du code de la construction en application de son article R. 126-1. Néanmoins, il paraît nécessaire, lors de la délivrance d'une autorisation (de construire, de lotir, etc.) que l'autorité compétente en la matière rappelle au maître d'ouvrage, par note distincte, l'existence des dispositions qu'il lui appartient de respecter et, le cas échéant, les moyens de les mettre en oeuvre. Il s'agit là d'un souci de bonne administration, mais aussi de l'exercice des compétences de l'Etat et des maires au titre du droit à l'information des citoyens sur les risques (article 21 de la loi du 22 juillet 1987).

Les maîtres d'ouvrages des travaux, aménagements et exploitations de différentes natures sont responsables des prescriptions et interdictions y afférentes.

Toute autorité administrative qui délivre une autorisation doit tenir compte des règles définies par le PPR. En conséquence, le service qui a réalisé le PPR s'attachera à identifier les procédures administratives pouvant être concernées et à diffuser le dossier approuvé auprès des autorités compétentes pour l'instruction de ces procédures.

Quelles sont les sanctions ?

L'introduction de sanctions pénales en cas de non-respect des interdictions et prescriptions du PPR est une nouveauté importante de la loi du 2 février 1995. Ces sanctions suivent les dispositions de l'article L. 480-4 du Code de l'Urbanisme. Toutefois, le constat des infractions est ouvert à un plus grand nombre d'agents dont les conditions de commissionnement et d'assermentation sont celles du décret du 5 mai 1995 relatif aux infractions de la loi du 3 janvier 1992 sur l'eau. De plus, la procédure à suivre devant le tribunal est légèrement différente.

B - Mesures de prévention, de protection, de sauvegarde et mesures sur l'existant

Qui est responsable ?

La mise en oeuvre des mesures définies ou rendues obligatoires par le PPR est de la responsabilité du maître d'ouvrage compétent ou ès qualités, de la collectivité locale, du particulier ou du groupement de particuliers. Cependant, il est opportun que les services de l'Etat chargés de la réalisation du PPR appuient ces maîtres d'ouvrages par :

- des actions d'information, d'incitation, de facilitation, voire d'animation ;
- une aide juridique, un soutien technique ou la recherche de financements.

Quelles sont les sanctions ?

A l'issue du délai prescrit, il appartient au Préfet de veiller à la réalisation effective des mesures obligatoires. A défaut, il peut mettre en demeure le propriétaire, l'exploitant ou l'utilisateur de les exécuter. Si la mise en demeure reste sans effet, il peut ordonner leur réalisation aux frais du responsable.

L'exécution d'office est une sanction lourde, mais justifiée par la nature et l'intensité du risque qui ont conduit à rendre les mesures obligatoires. En conséquence, elle doit être menée à son terme.

Les conséquences en matière d'assurance :

L'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles est régie par la loi du 13 juillet 1982 qui impose aux assureurs, pour tout contrat d'assurance dommages aux biens ou aux véhicules, d'étendre leur garantie aux effets de catastrophes naturelles, qu'ils soient situés dans un secteur couvert par un PPR ou non.

Lorsqu'un PPR existe, le code des assurances précise même qu'il n'y a pas de dérogation possible à l'obligation de garantie pour les "biens et activités existants antérieurement à la publication de ce plan", si ce n'est pour ceux dont la mise en conformité avec des mesures rendues obligatoires par ce plan n'a pas été effectuée par le propriétaire, l'exploitant ou l'utilisateur.

Par ailleurs, les biens immobiliers construits et les activités exercées en violation des règles administratives du PPR en vigueur lors de leur mise en place peuvent également faire l'objet de dérogations.

Ces possibilités de dérogation sont encadrées par le code des assurances et ne peuvent intervenir qu'à la date normale de renouvellement du contrat ou à la signature d'un nouveau contrat. En cas de différend avec l'assureur, l'assuré peut recourir à l'intervention du bureau central de tarification (BCT) compétent en matière de catastrophes naturelles. En pratique, il n'y a pas de jurisprudence relative à ces dérogations. Les cas connus de résiliation de contrat d'assurance pour risques naturels correspondent à des biens ayant effectivement subi des catastrophes répétées.

CHAPITRE II - DISPOSITIONS REGLEMENTAIRES

1 DEFINITION DES ZONES

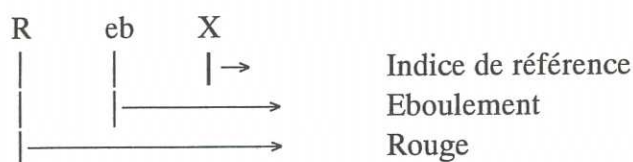
La partie du territoire communal affectée par des mouvements de terrain, incluse dans le périmètre d'étude du P.P.R. a été divisée en deux zones.

- **zones rouges** : secteurs fortement exposés, la probabilité d'occurrence du risque et l'intensité y sont fortes.

A l'intérieur de ces zones sont recensés les risques d'éboulements (Reb1, Reb2), les risques de glissements (Rf1, Rf2), les risques d'effondrements (Re) et les risques à la fois d'éboulement et de glissement de terrain.

- **zones bleues** : secteurs moyennement exposés, à l'intérieur desquels sont recensés les risques de glissements (Bf1, Bf2), ou risques d'éboulements limités (Beb1, Beb2).

D'une manière générale, les zones sont classées sous le sigle :



R : zones rouges correspondant à des espaces où l'aléa est fort.

B : zones bleues correspondant à des espaces où l'aléa est moindre.

Ainsi, on distingue dans la suite du règlement les zonages suivants :

- | | | |
|------------------|--|--|
| - Reb éboulement | | Reb1 : Aléa fort - prévention difficile. |
| | | Reb2 : Aléa fort - Protection collective ou individuelle envisageable ou réalisée. |
| - Beb éboulement | | Beb1 : Aléa fort - protection collective réalisée. |
| | | Beb2 : Aléa moindre - protection collective ou individuelle envisageable. |

- Rf glissement de terrain | Rf1 : Aléa très fort - grands glissements recensés
| Rf2 : Aléa fort - glissements de terrain superficiels
- Bf glissement de terrain | Bf1 : Risque de glissement et de tassement
| Bf2 : Risque de glissement de terrain moyen
- Rebf éboulement + glissement de terrain (Rebf) – aléa fort.
- Bebf éboulement + glissement de terrain – aléa moyen
- Re effondrement.

Le plan de cartographie réglementaire à l'échelle 1/5000^{ème} indique la délimitation des différentes zones.

2 LOCALISATION

- Les secteurs Reb sont situés essentiellement à l'Est de BARJAC ; il s'agit des zones de versant fortement pentées (> 30°), dominées par des falaises rocheuses aux nombreuses instabilités. Le confortement de ces falaises n'est pas envisageable pour des problèmes techniques ou économiques. On notera qu'il existe également des possibilités de remise en mouvement des éboulis. D'autres affleurements rocheux sont répertoriés, au niveau des versants qui dominent CENARET, LA ROCHE et LE VILLARET.
- Le secteur Beb1 correspond au centre-bourg de Barjac situé sous les ouvrages de protection et qui a fait l'objet d'un avis de l'instance de conseil et d'appui technique pour la prévention des risques naturels quant à sa constructibilité (voir chapitre 4-2.1).
Les secteurs Beb2 sont situés au niveau des versants qui dominent LA ROCHE et des falaises qui dominent CENARET et LA VIGNE. Des protections individuelles ou collectives sont envisageables.
- Les secteurs Rf correspondent au versant rive droite de la Ginèze et du Lot où de grands glissements ont été recensés (glissements historiques ou en cours). Par ailleurs des zones d'éboulis, produits d'éboulements d'anciennes falaises, accumulations chaotiques de blocs calcaires, concernent les bourgs de CENARET, LA ROCHE et ses environs, RECOULETTES, LA VIGNE, LA GRANGE et LE VILLARET. Il existe également des glissements superficiels au Nord-Est des CAYRES.

- Les secteur Bf2 concernent les bourgs de CENARET, LA ROCHE, RECOULETTES et ses environs et LA GRANGE.
Le secteur Bf1 se situe au droit de l'agglomération de BARJAC, entre la zone inondable et la zone de propagation des masses rocheuses.
- Les secteurs Rebf affectés par plusieurs types de mouvements de terrain se localisent aux abords des villages de LA ROCHE, du VILLARET et au Nord-Est des Cayres.
- Le secteur Bebf affecté par plusieurs types de mouvements de terrain se localise au Nord-Est des Cayres
- Les secteurs Re se situent au Nord des CAYRES, rive droite et rive gauche de la Ginèze. Il s'agit des anciennes exploitations souterraines de barytine.

3 DISPOSITIONS APPLICABLES EN ZONES ROUGES

3-1 - Zone de risque d'éboulement (Reb)

3-1.1 - Zone de risque Reb1 (zone non urbanisée)

ARTICLE 1 : A l'exception des travaux ou occupations du sol visés à l'article 2, sont interdits.

❶ Les travaux de construction, installation et activités de toute nature soumis à permis de construire ou à déclaration préalable au titre des articles L 421-1, L 422-2, R 421-1, R 422-2 et R 422-3 du Code de l'Urbanisme.

Sont ainsi interdits :

- toutes constructions quelle qu'en soit la destination,
- les changements de destination,
- la reconstruction de ruines ayant pour conséquence une augmentation de la population exposée,
- l'aménagement de camping, caravaning.

❷ L'accueil de campeurs.

❸ Le stockage aérien des produits inflammables (citerne à gaz, essence, dépôts polluants, canalisation de distribution de gaz...).

❹ Toute exploitation d'éboulis ou de roche.

❺ A l'amont des zones à enjeux (zones urbanisées, infrastructures de transports, zones d'accueil,...) :

- la réalisation de pistes dans le versant pouvant entraîner une remise en mouvement des éboulis ou modifier les trajectoires des blocs qui se propagent.
- toute réalisation ou plate-forme susceptible de former des tremplins pour les masses en mouvement.

ARTICLE 2 : Peuvent être autorisés les projets suivants sous réserve des prescriptions ci-après définies.

- ① Les travaux d'entretien et de gestion courants des constructions et installations implantées antérieurement à la publication du PPR (ex : réservoir d'eau potable...).
- ② Les boisements devront privilégier les peuplements réalisés en essences résistantes aux chocs.
- ③ Les modalités d'exploitation des boisements devront intégrer la prise en compte des risques propres à la zone Reb1 (mesures d'information, de prévention, de protection, ...).
Les maîtres d'ouvrage devront donc prévoir dans les plans de gestion et les demandes d'autorisation d'exploitation des dispositions particulières de prise en compte de ces risques qui devront également être intégrées dans les plans de gestion existants. Ainsi, durant la phase d'exploitation du bois, les trouées de trop grandes dénivelées devront être évitées.
- ④ Les ouvrages ou outillages nécessaires à l'exploitation des captages d'eau potable, au fonctionnement des services publics, stations d'épuration, stations de pompage, réseaux d'eau et d'assainissement, réseaux électrique, téléphone, à la mise en valeur de ressources naturelles sous condition de ne pas aggraver le risque ou ses effets.
- ⑤ Les travaux et installations destinés à réduire ou à inhiber les conséquences du risque d'éboulement rocheux.

3-1.2 - Zone de risque Reb2

ARTICLE 1 : A l'exception des travaux ou occupations du sol visés à l'article 2, sont interdits :

① Les travaux de construction, installation et activités de toute nature soumis à permis de construire ou à déclaration préalable au titre des articles L 421-1, L 422-2, R 421-1, R 422-2 et R 422-3 du Code de l'Urbanisme.

Sont ainsi interdits :

- les constructions,
 - la reconstruction de ruines ayant pour conséquence une augmentation de la population exposée,
 - l'aménagement de camping, caravaning.
- ② La création d'établissement recevant du public (ERP), ainsi que l'accueil de campeurs.
 - ③ Le stockage aérien des produits inflammables (citerne à gaz, essence, dépôts polluants, canalisation de distribution de gaz...).
 - ④ La réalisation de pistes ou plates-formes pouvant jouer le rôle de tremplins pour les masses en mouvement.
 - ⑤ Tous travaux ou aménagements conduisant à augmenter la vulnérabilité des biens au regard de l'aléa chute de blocs (ex : création d'ouverture côté versant...) et le nombre de personnes exposées (ex : création de logements supplémentaires...).

ARTICLE 2 : Peuvent être autorisés les projets suivants sous réserve des prescriptions ci-après définies :

- ① Les travaux d'entretien et de gestion courants des constructions et installations implantées antérieurement à la publication du PPR, notamment les aménagements internes, les traitements de façade et la réfection des toitures.
- ② Les extensions de constructions et immeubles d'habitation, réalisées en une ou plusieurs fois sous réserve que l'emprise au sol créée n'excède pas au total 20 m².
- ③ Les constructions annexes des habitations telles que garages, abris de jardin ne faisant pas l'objet d'une occupation humaine permanente sous réserve que la surface au sol créée à l'occasion du projet n'excède pas 20 m².
Un seul bâtiment de ce type sera toléré par unité foncière (ou même propriété).
- ④ La reconstruction à l'identique d'un bâtiment sinistré sous réserve que la cause principale du sinistre ne soit pas l'aléa chute de blocs et que la demande d'autorisation de reconstruire soit faite dans un délai maximum de 2 ans à compter du sinistre.
- ⑤ Les travaux ayant pour effet de changer la destination d'une construction existante.
- ⑥ Les travaux de construction ou d'aménagement d'infrastructures publiques de transports sous condition de ne pas aggraver le risque ou ses effets.
- ⑦ Les ouvrages ou outillages nécessaires à l'exploitation des captages d'eau potable, au fonctionnement des services publics, station d'épuration, station de pompage, réseaux d'eau et d'assainissement, réseaux électrique, téléphone, à la mise en valeur des ressources naturelles sous condition de ne pas aggraver le risque ou ses effets.
- ⑧ Les travaux et installations destinés à réduire ou à inhiber les conséquences du risque d'éboulement rocheux.

Il est rappelé que les travaux et aménagements visés aux alinéas 1, 2, 3, 4 et 5 ci-dessus ne doivent pas conduire à une augmentation du nombre de personnes exposées (ex : création de logement supplémentaire...).

ARTICLE 3 : Prescriptions applicables aux travaux sur les biens et activités existants.

❶ Les citernes de gaz, de carburants, devront être enterrées de façon à être invulnérables aux impacts directs des masses rocheuses en provenance des falaises ou versants d'éboulis.

❷ - Versant Est de BARJAC

Après l'éboulement dramatique survenu en octobre 1995, les études conduites par le groupe Mécanique des Roches du C.E.T.E. de LYON ont montré que le secteur Est de Barjac était soumis à des risques forts de chutes de blocs et qu'un ouvrage collectif type barrage pare-blocs mis en place en pied de versant permettrait de s'affranchir des risques courants (jusqu'à 500 tonnes à 25 m/s).

Pour dimensionner un tel ouvrage des études complémentaires ont été diligentées :

- une étude trajectographique détaillée basée sur un plan précis, 1/2000 pour le versant, 1/500 dans la zone de l'ouvrage,
- une analyse de dimensionnement de l'ouvrage et une étude de sa stabilité,
- une étude de sol.

A l'issue de ces études, trois ouvrages de protection ont été réalisés. Les travaux ont été achevés en janvier 1999.

Maintenance des ouvrages

Il incombe maintenant à la commune, de garantir la maintenance des ouvrages susceptibles de recevoir des masses de matériaux en provenance des falaises, mais aussi des versants (coulées).

La commune de Barjac doit donc définir et formaliser, dans un délai maximum d'un an après l'approbation du PPR :

- le service responsable chargé du suivi des ouvrages,
- les modalités d'entretien et de surveillance comportant en particulier :
 - o le curage de la fosse ou piège à cailloux
 - o l'entretien du drainage
 - o l'entretien de la végétation arbustive
 - o les moyens financiers à mettre en place pour assurer la maintenance des ouvrages.

ARTICLE 4 : Recommandations

- Secteur du VILLARET

Ce secteur en pied de versant est exposé à des chutes de pierres et blocs. Compte tenu de la localisation des risques, de la morphologie du site, un ouvrage de protection, plus modeste que ceux définis pour le secteur Est de BARJAC est préconisé.

L'étude réalisée par le CETE de Lyon (Dossier H 32552 du 22 mai 2000) définit le positionnement et les caractéristiques de l'ouvrage à mettre en œuvre pour sécuriser le chemin qui dessert le village et les bâtiments les plus proches de celui-ci.

3-2 - Zone de risque de glissement de terrain (Rf)

3-2.1 - Zone de risque Rf1

ARTICLE 1 : A l'exception des travaux ou occupations du sol visés à l'article 2, sont interdits :

❶ Les travaux de construction, installation et activités de toute nature soumis à permis de construire ou à déclaration préalable au titre des articles L 421-1, L 422-2, R 421-1, R 422-2 et R 422-3 du Code de l'Urbanisme.

Sont ainsi interdits :

- toutes constructions quelle qu'en soit la destination,
- l'extension du volume des bâtiments,
- la reconstruction de ruines ayant pour conséquence une augmentation de la population exposée,
- l'aménagement de camping, caravaning.

❷ Tous travaux entraînant des terrassements.

ARTICLE 2 : Peuvent être autorisés les projets suivants sous réserve des prescriptions ci-après définies :

❶ Les travaux d'entretien et de gestion courants des constructions et installations implantées antérieurement à la publication du PPR notamment les aménagements internes, les traitements de façade et la réfection des toitures.

Ces travaux ne doivent pas avoir pour effet d'augmenter le nombre de personnes exposées (ex : création de logements supplémentaires...).

❷ Les travaux d'entretien des valats qui drainent le massif.

❸ La réalisation de drains sous réserve que ces derniers débouchent dans les valats.

❹ Les cultures.

❺ La mise en place de canalisation drainant les eaux usées en provenance de CENARET, LA ROCHE,...

❻ Les ouvrages ou outillages nécessaires à l'exploitation des captages d'eau potable, au fonctionnement des services publics, station d'épuration, station de pompage, réseaux d'eau et d'assainissement, réseaux électrique, téléphone, à la mise en valeur des ressources naturelles sous condition de garantir la prise en compte de l'aléa géologique.

3-2.2 - Zone de risque Rf2

ARTICLE 1 : A l'exception des travaux ou occupations du sol visés à l'article 2, sont interdits :

① Les travaux de construction, installation et activités de toutes natures soumis à permis de construire ou à déclaration préalable au titre des articles L 421-1, L 422-2, R 421-1, R 422-2 et R 422-3 du Code de l'Urbanisme.

Sont ainsi interdits :

- les constructions,
- la reconstruction de ruines ayant pour conséquence une augmentation de la population exposée,
- l'aménagement de camping, caravaning.

ARTICLE 2 : Peuvent être autorisés les projets suivants, sous réserve des prescriptions ci-après définies.

① Les travaux d'entretien et de gestion courants des constructions et installations implantées antérieurement à la publication du PPR, notamment les aménagements internes, les traitements de façade et la réfection de toitures.

② Les extensions de constructions et immeubles d'habitation, réalisées en une ou plusieurs fois sous réserve que l'emprise au sol créée n'excède pas au total 20 m². Les terrassements inhérents au projet devront être peu importants et limités au minimum.

③ Les constructions annexes des habitations telles que garages, abris de jardin ne faisant pas l'objet d'une occupation humaine permanente sous réserve :

- que les terrassements inhérents au projet soient peu importants et limités au minimum,
- que la surface au sol créée à l'occasion du projet n'excède pas 20 m².

Un seul bâtiment de ce type sera toléré par unité foncière (ou même propriété).

④ La reconstruction à l'identique d'un bâtiment sinistré sous réserve que la cause principale du sinistre ne soit pas l'aléa glissement de terrain et que la demande d'autorisation de reconstruire soit faite dans un délai maximum de 2 ans à compter du sinistre.

⑤ Les travaux ayant pour effet de changer la destination d'une construction existante.

⑥ Les travaux de construction ou d'aménagement d'infrastructures publiques de transports sous condition de ne pas aggraver le risque ou ses effets.

⑦ Les ouvrages ou outillages nécessaires à l'exploitation des captages d'eau potable, au fonctionnement des services publics, station d'épuration, station de pompage, réseaux d'eau et d'assainissement, réseaux électrique, téléphone, à la mise en valeur des ressources naturelles sous condition de ne pas aggraver le risque ou ses effets.

⑧ Les travaux et installations destinés à réduire ou à inhiber les conséquences du risque de glissement de terrain.

Les travaux et aménagements visés aux alinéas 1, 2, 3, 4 et 5 ci-dessus ne doivent pas conduire à une augmentation du nombre de personnes exposées (ex : création de logement supplémentaire...).

ARTICLE 3 : Est recommandée

Pour les projets de construction, d'extension, de reconstruction une étude géologique et géotechnique préalable permettant de définir les dispositions particulières à prendre en compte au regard de l'aléa "glissement de terrain".

3-2.3 - Recommandations générales applicables aux zones de risque de glissement de terrain

Il s'agit d'un secteur très sensible à l'eau. Les caractéristiques des matériaux superficiels sont relativement médiocres. Il convient donc d'éviter toutes les infiltrations d'eau en particulier contrôler fréquemment les fuites qui peuvent se faire jour au niveau du réseau.

De même, il convient d'adoucir les talus trop raides et de les végétaliser.

Les murs des biens existants, fissurés seront confortés.

Ces zones de glissements de terrain (Rf) ou soumises à plusieurs risques à la fois (éboulements et glissements pour Rebf) sont généralement très vastes et seules quelques mesures collectives de prévention peuvent être envisagées. Il s'agit :

- de maintenir et d'entretenir les sources,
- d'éviter tous terrassements entraînant des pentes de talus raides.

On trouvera en annexe quelques données sur les drainages et les recommandations en zone de glissements.

Par ailleurs sont également recommandées toutes les mesures qui vont limiter la sensibilité au risque de rupture en cas de glissement et/ou éviter la pénétration dans les terrains d'eau risquant d'aggraver les déformations.

Il peut s'agir :

- du choix de matériaux les moins fragiles pour les canalisations (acier, PVC de préférence à la fonte),
- l'interdiction des raccords rigides,
- pose éventuelle de canalisations d'eau au-dessus de drains,
- la surveillance des réseaux,
- la mise en place de filtres de sable (voir exemple en annexe).

3-3 - Zone de risque d'éboulement et de glissement de terrain (Rebf)

Les secteurs Rebf affectés par plusieurs types de mouvements de terrain à la fois (éboulements et glissements) se localisent aux abords des villages de LA ROCHE, du VILLARET et au Nord-Est des Cayres.

Les dispositions applicables à ces secteurs Rebf sont à la fois celles des secteurs Reb1 et Rf1.

3-4 - Zone de risque d'effondrement (Re)

ARTICLE 1 : Sont interdits

Toutes constructions et aménagements.

ARTICLE 2 : Peuvent être autorisés

Les remblaiements éventuels des vides accessibles avec des matériaux nobles (déchets de toutes natures interdits).

ARTICLE 3 : Est recommandé

Le balisage du site et éventuellement la mise en place d'une clôture, en particulier à proximité des cheminées d'aération.

4 DISPOSITIONS APPLICABLES EN ZONES BLEUES

4-1 - Zone de risque de glissement (Bf)

4-1.1 - Zone de risque Bf1

ARTICLE 1 : Peuvent être autorisées les constructions sous réserve des prescriptions suivantes :

- Fondations adaptées à un sol pouvant se révéler compressible.

ARTICLE 2 : Est recommandée

Une étude de sol au niveau du dimensionnement des fondations.

4-1.2 - Zone de risque Bf2

ARTICLE 1 : A l'exception des travaux ou occupations du sol visés à l'article 2, sont interdits Le rejet des eaux pluviales et eaux usées dans des puits perdus, ou en aval direct des parcelles dans les zones instables.

ARTICLE 2 : Peuvent être autorisés les aménagements et réhabilitations de constructions existantes ainsi que les extensions et les constructions nouvelles, sous réserve des prescriptions ci-après définies :

- a) Sur les terrains délimités aux abords des villages de CENARET et de LA ROCHE, les constructions seront réalisées sous réserve des prescriptions suivantes :
- Les terrassements généraux seront limités au minimum de façon à éviter les trop fortes surcharges ou les risques d'instabilités par enlèvement de la butée aval (limite à 1,50m au maximum).
 - Le remblaiement éventuel sera réalisé par décapage de la terre végétale sur des plates-formes préalablement aménagées en paliers successifs plans, légèrement pentés vers l'aval, avec drainage en pied de chaque talus.
 - Les matériaux de remblai du site ne seront utilisés que s'ils sont grossiers (pas d'argile).
 - Les pentes des talus de déblais seront limitées à 3/2 (b/h) de façon à éviter ou tout du moins limiter fortement les risques d'instabilité au glissement.
 - Les éventuels ouvrages de soutènement devront être du type souple de façon à pouvoir admettre sans désordre de légers tassements différentiels du sol.
 - Les eaux pluviales et eaux usées, individuelles ou collectives devront être canalisées hors secteur, vers des zones ne présentant pas de problème de sécurité.
 - Les systèmes de fondation des futures constructions devront permettre de réduire au minimum les surcharges sur les éboulis et la solution la mieux adaptée consisterait à asseoir les habitations par l'intermédiaire de radiers généraux sur matelas de tout venant compact d'épaisseur minimale 0,5 m.

b) **Sur les terrains délimités aux abords du lieu-dit "RECOULETTES"**, les constructions seront réalisées en prenant en considération les prescriptions énoncées dans le rapport de l'étude géotechnique réalisée par le cabinet SICSOI en 1997 (rapport 956-405). Ce rapport peut être consulté par le public à la Mairie de BARJAC, à la Direction Départementale de l'Équipement à Mende (Cellule Environnement) et la subdivision territoriale de l'Équipement à Marvejols.

c) **Sur les terrains délimités aux abords du lieu-dit "LA GRANGE"**, les constructions seront réalisées sous réserve des prescriptions suivantes :

ne pas s'implanter sur les zones à fort recouvrement de colluvions (> 3 m) qui correspondent aux thalwegs fossiles (1).

les terrassements généraux seront limités au minimum de façon à éviter les trop fortes surcharges ou les risques d'instabilités par enlèvement de la butée aval (limite 2 à 3 m maximum).

le remblaiement éventuel sera réalisé par décapage de la terre végétale sur des plates-formes aménagées en paliers successifs plans, légèrement pentés vers l'aval, avec drainage en pied de chaque talus.

les matériaux de remblai du site ne seront utilisés que s'ils sont grossiers (pas d'argile).

les pentes des talus de déblais seront limités à 2/1 (b/h).

les eaux pluviales et eaux usées, individuelles ou collectives devront être canalisées hors secteur, vers des zones ne présentant pas de problème de sécurité.

Les systèmes de fondation des futures constructions devront permettre d'asseoir les bâtiments sur le substratum rocheux.

(1) Sur les parcelles de terrain situées en contrebas de la voie d'accès au village de Cénaret, il conviendra de prendre en considération pour l'implantation des constructions les résultats de l'étude de reconnaissance réalisée par le CETE (Rapport JC-P-H-00/172 du 22 juin 2000). Un avis du CETE MEDITERRANEE du 3 août 2000 sur la délimitation de zonage du risque au lieu-dit "La Grange" vient compléter cette étude. Ces deux rapports peuvent être consultés par le public à la Mairie de BARJAC, à la Direction Départementale de l'Équipement à Mende (Cellule Environnement) et la subdivision territoriale de l'Équipement à Marvejols.

Il est rappelé que les règles de construction sont de la responsabilité du constructeur.

ARTICLE 3 : Prescriptions applicables aux travaux sur les biens et activités existants :

- La collecte des eaux pluviales et eaux usées sera entièrement contrôlée et le rejet dirigé très en aval dans les valats en attente d'une canalisation collective.

- Il sera procédé annuellement à un contrôle des réseaux d'eau. Toute fuite sera colmatée.

- Le glissement de terrain survenu à « Recoulettes » en décembre 2003 devra faire l'objet de mesures de traitement spécifiques et appropriées de nature à éviter tout aggravement du phénomène.

ARTICLE 4 : Recommandations :

- La maîtrise des eaux pluviales en amont des sites dans le but de limiter leur pénétration dans le massif d'éboulis. Collecte des eaux de ruissellement par fossés drainants avec évacuation en dehors de l'emprise du projet dans les valats.

- La maîtrise de la collecte des eaux pluviales provenant des surfaces imperméabilisées (voiries, terrasses).

- D'une façon générale le drainage de l'ensemble des secteurs est recommandé en évitant de rejeter les eaux au niveau des zones sensibles.

4-2 - Zone de risque d'éboulement limité (Beb)

4-2.1 - Zone de risque Beb1

Conformément à l'avis de l'Instance nationale de conseil et d'appui technique datant du 23 avril 2002 il s'agit dans cette zone du centre bourg de Barjac de permettre des aménagements ou réhabilitations de constructions existantes, voire des extensions ou constructions nouvelles en nombre limité. Les prescriptions dans cette zone ne doivent conduire qu'à une densification très modérée du bâti.

ARTICLE 1 : Peuvent être autorisés les aménagements et réhabilitations de constructions existantes ainsi que les extensions et les constructions nouvelles sous réserve des prescriptions suivantes :

❶ La réhabilitation, voire l'extension mesurée et limitée aux annexes fonctionnelles, d'une part des constructions liées aux installations ouvertes au public et d'autre part des établissements recevant du public existants à la date de publication du PPR, ne devront pas aboutir à l'augmentation de leur capacité d'accueil.

❷ Les constructions nouvelles de « maisons individuelles » (avec logement unique) devront être implantées sur un terrain d'une superficie supérieure ou égale à 1000 m².

Les aménagements et réhabilitations de constructions existantes ainsi que les extensions, pourront être autorisés dans la mesure où ils ne conduisent pas à une augmentation du nombre de personnes exposées (ex : création de logement supplémentaire ...).

❸ Les travaux ayant pour effet de changer la destination d'une construction existante pourront être autorisés sous réserve qu'ils ne conduisent pas à une augmentation du nombre de personnes exposées (ex : création de logement supplémentaire...).

❹ Les constructions nouvelles, y compris les extensions de bâtiment existant, devront faire l'objet de mesures de renforcement vis à vis de l'aléa du côté de la falaise (mur en béton armé par exemple) et sans ouvertures à l'amont. Les accès et les ouvertures principales devront être réalisées sur les façades non exposées.

❺ L'existence du Dossier Communal Synthétique sera mentionnée lors de la délivrance des certificats d'urbanisme et des permis de construire.

L'existence du risque doit être rappelée à la population, particulièrement lors des mutations foncières.

Il est rappelé que les règles de construction sont de la responsabilité du constructeur.

ARTICLE 2 : Sont interdits

- La création d'installations ouvertes au public ainsi que l'implantation nouvelle d'établissements recevant du public.
- Les constructions nouvelles de logements collectifs.
- Les terrassements créant des tremplins dans le versant.

4-2.2 - Zone de risque Beb2

(amont des secteurs rocheux de LA ROCHE, de CENARET et de LA VIGNE).

ARTICLE 1 : Peuvent être autorisées les constructions sous réserve des prescriptions suivantes :

❶ Les constructions nouvelles devront faire l'objet de renforcement vis à vis de l'aléa du côté de la falaise, et sans ouvertures à l'amont.

❷ Mise en place en limite de parcelle amont d'écrans de protection vis à vis des impacts de blocs et pierres.

Ces secteurs en pied de versant sont exposés à des chutes de pierres et blocs. Compte tenu de la localisation des risques, de la morphologie des sites, des ouvrages de protection plus modestes que ceux définis pour le versant Est de Barjac apparaissent possibles. Il s'agit de protections individuelles ou collectives.

Il est donc préconisé la mise en place d'écrans légèrement en retrait du pied du versant pour garder toute leur efficacité.

Il peut s'agir :

- de murs en béton armé ancrés au sol,
- de filets déformables,
- d'une levée de terre associée à un piège.

Quelques exemples d'ouvrages sont donnés à titre indicatif en annexe au présent règlement.

ARTICLE 2 : Sont interdits

- Les terrassements amont recréant des tremplins dans le versant.

ARTICLE 3 : Recommandations

Il est recommandé de procéder à :

- une analyse locale du versant amont pour déterminer les dimensions des masses instables et analyser s'il est possible de les purger manuellement ou les conforter.
- une détermination des écrans de protection par un spécialiste.

Les dispositifs de protection individuels ou collectifs devront faire l'objet d'une surveillance et d'un entretien réguliers.

4-3 - Zone de risque d'éboulement et de glissement de terrain (Bebf)

Le secteur Bebf affecté par plusieurs types de mouvements de terrain à la fois (éboulements et glissements) se localise au Nord-Est des Cayres.

Les dispositions applicables à ces secteurs Bebf sont celles de la zone Rebf.

Toutefois dans ce secteur des bâtiments agricoles pourront être réalisés sous réserve de la réalisation en limite amont de la zone d'un merlon de terre de faible hauteur (de l'ordre de 2 mètres) éventuellement renforcé côté amont (avec fosse associée).

L'étude réalisée par le CETE de Lyon (Dossier H/34893 du 27 novembre 2001) définit le positionnement et les caractéristiques de l'ouvrage de protection à réaliser. Cette étude peut être consultée par le public à la mairie de Barjac, à la Direction Départementale de l'Équipement à Mende (Cellule Environnement) et à la subdivision territoriale de l'Équipement de Marvejols.

ANNEXES

Fiche n°1 – Merlon

Fiche n°2 – Ecran à structure rigide

Fiche n°3 – Ecran peu déformable (faible capacité)

Fiche n°4 – Ecran déformable (haute capacité)

Fiche n°5 – Piège à blocs

Fiche n°12 – Reprofilage

Fiche n°13 – Soutènement

Fiche n°17 – Végétalisation

Fiche n°18 – Drainage de surface

Fiche n°19 – Drainage profond

FICHE 1 MERLON

1 CLASSIFICATION

Protection passive ; barrage

2 BUT

Stopper des blocs qui peuvent avoir une grande énergie, et les stocker, à l'endroit le plus pertinent à l'amont de la zone à protéger.

3 PRINCIPE

Monter en pied de versant un obstacle massif, suffisamment déformable pour absorber l'énergie résiduelle des blocs, et donc les arrêter.

Obstacle = levée de terre, avec

- **une pente amont la plus forte possible** pour éviter que les blocs ne remontent le talus en rotation
- un poids propre suffisant pour résister aux impacts.

Obstacle de préférence associé à une fosse (fiche 5), qui joue le rôle de piège à blocs (aire de stockage des masses éboulées)

Voir figure 1.1.

4 DESCRIPTION

Caractéristiques principales:

- ⇒ un parement amont raide (60-65°), souvent en Pneusol : pneus poids lourds (usagés, mais en bon état), remplis de sol, reliés entre eux par des sangles ou des attaches métalliques ; éventuellement parement raidi avec des blocs de béton ou enrochement, mais on perd la capacité des pneus à absorber beaucoup d'énergie (coefficient de restitution = Hauteur de rebond / Hauteur de chute ≈ 0.1)
- ⇒ un remblai, souvent renforcé, pour résoudre les problème de stabilité interne :
 - renforcement par des nappes de pneus de véhicules légers (procédé Pneusol) : avantage d'utiliser des pneus usagés, économiques
 - renforcement par des nappes de géotextiles (procédé Pneutex) : dimensionnement et mise en place des nappes plus aisé que pour le Pneusol.
 - procédé Pneurésil : remblai beaucoup plus léger
- ⇒ parement aval
 - remblai simple, pente 3/2, végétalisé
 - parement raidi : procédé Texsol (mélange de sol et fibres synthétiques), procédé type Terre Armée (parement béton et remblai renforcé)

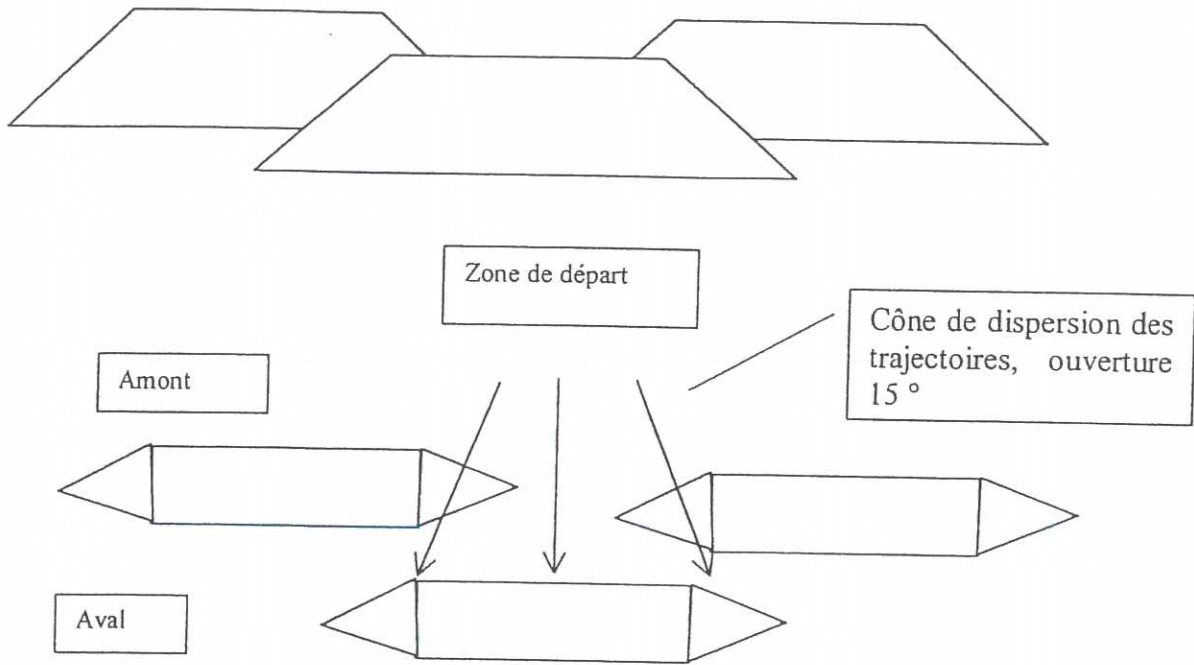


Figure 1.3. Profil en long (haut) et en plan (bas), Principe de positionnement « en tuile » d'une série de merlons, avec recouvrement de crête à crête

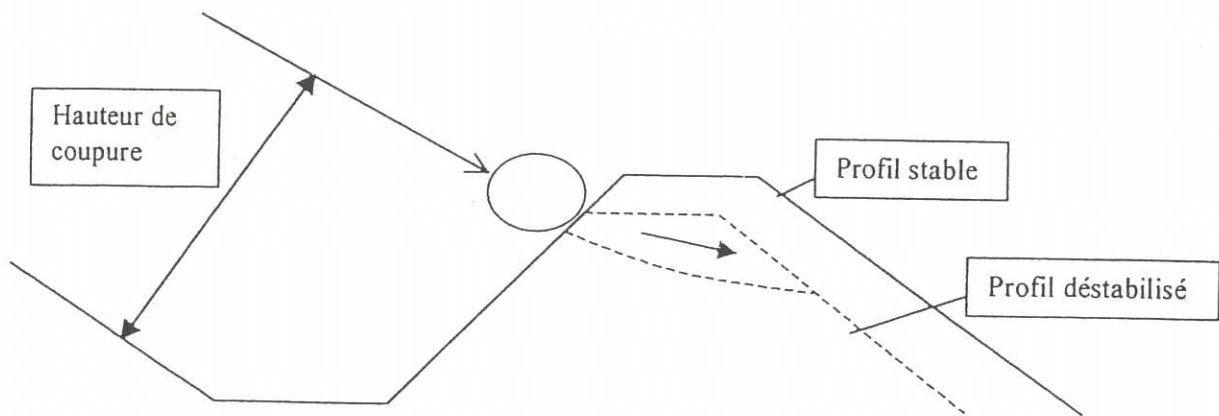


Figure 1.4. Cas d'un impact sur la crête du merlon → hauteur supplémentaire à prévoir

Remarque : caractéristiques valables pour un ouvrage important (plus de 3-4 m de haut) ; en deçà le merlon est une simple levée de terre

5 DOMAINE D'UTILISATION-PERFORMANCES-LIMITES-CONTRAINTES

Peut couvrir une zone d'impact assez diffuse (1 km en longueur)

Emprise au sol de l'ouvrage (merlon + fosse) importante : la zone de départ de blocs doit être distante de la zone à protéger (configuration de risque lointain) ; possibilité de réduire l'emprise en raidissant le parement aval

Performances

Ces ouvrages, correctement dimensionnés peuvent reprendre jusqu'à 500 tonnes à 25m/s (150 000 KJ) (résultats obtenus en centrifugeuse pour le merlon Pneutex d'Aigueblanche)

L'efficacité de l'ensemble dépend

- **de la régularité du curage de la fosse d'arrêt**
- **du reprofilage correct du terrain à l'amont de l'ouvrage : suppression des replats qui peuvent servir de tremplin**

Limites

Topographie du site : doit permettre l'implantation de l'ensemble

Stabilité locale du versant : ne doit pas être remise en cause par la surcharge due au merlon

Matériaux en place : mouvements de terre limités de la fosse au merlon s'il existe une couche de matériaux, mobilisables en quantité suffisante, utilisables pour le remblai

Impact visuel du merlon côté aval limité par les possibilités de végétalisation du talus.

L'aspect esthétique du parement amont ne joue qu'un rôle secondaire : il est placé face à un éboulement, soit une zone interdite d'accès. De plus le parement en pneus est à terme végétalisable, les pneus remplis de sol faisant office de « bacs à fleurs ».

6 CONCEPTION

Implantation et géométrie du merlon guidée par une étude trajectographique :

→levé du profil topographique, après débroussaillage (pour faire apparaître les particularités du relief susceptibles de favoriser les rebonds), à partir d'un plan précis : en général obtenu par restitution photogramétrique, par exemple au 1/2000° en partie haute et 1 / 500° en partie basse

→logiciel de trajectographie

⇒ profil en travers : hauteur de coupure (Figure 1.4)

⇒ profil en long : plutôt qu'un ouvrage continu sur plusieurs centaines de mètres, prévoir plusieurs merlons disposés « en tuiles », se recouvrant de crête à crête (et non de pied à pied, où la hauteur de coupure n'est pas atteinte) Figure 1.3

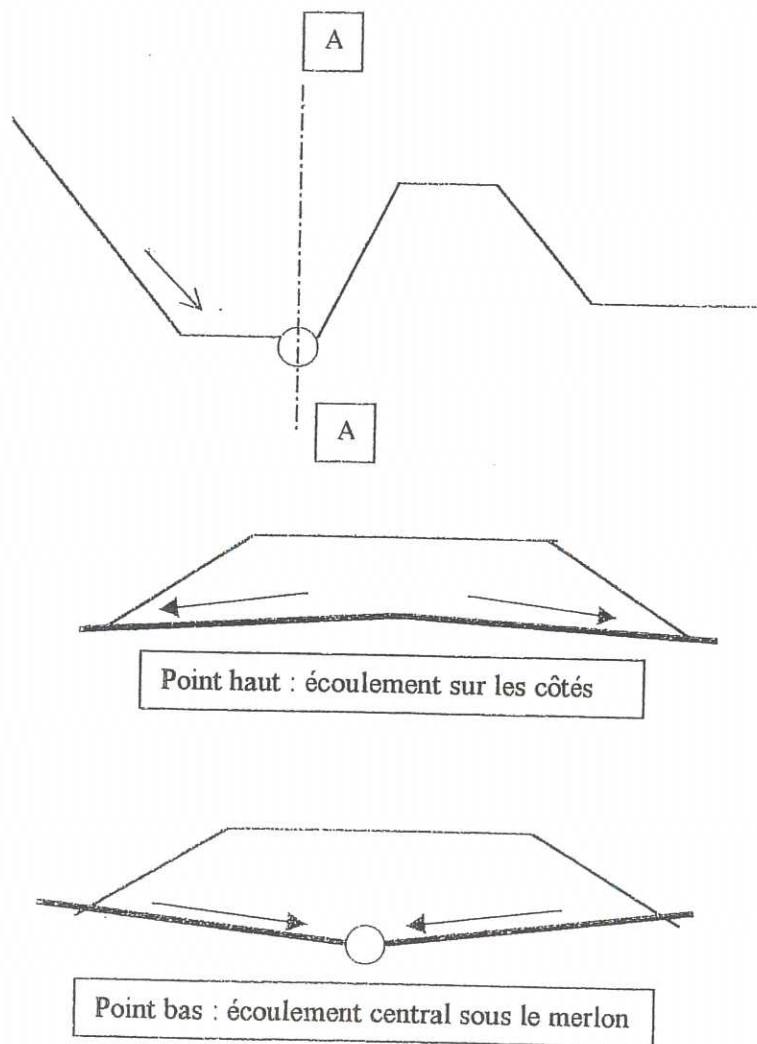


Figure 1.5. Principe de profil en long pour la fosse d'écoulement des eaux, vue amont (coupe A-A)

Etude de la qualité du sol de fondation :

- portance, tassements
- susceptibilité des terrains à être déstabilisés par les terrassements (glissements de terrains induits)

Hydrogéologie du versant : ruisseaux, sources, écoulements interceptés par l'ouvrage

⇒ dimensionnement d'un système de drainage des eaux de ruissellement ; profil en long de la fosse pour l'évacuation des eaux (Figure 1.5.)

Essais mécaniques sur les renforcements utilisés :

- pour les pneus
 - résistance en traction des bandes de roulement et des flancs
 - résistance à la rupture des attaches
- pour les géotextiles :
 - résistance à la traction de rupture dans le sens travers et le sens de production
 - résistance au déchirement

Dimensionnement : vérifier

- * la stabilité externe : justifications classiques d'un mur poids
 - glissement
 - renversement
 - poinçonnement (nécessité d'avoir les caractéristiques du sol de fondation)
 - stabilité globale
- * la stabilité interne du remblai: calcul de la longueur et de l'espacement vertical des nappes de renforcement, en fonction de leur raideur (se référer de façon générale au logiciel CARTAGE du LCPC.). L'espacement vertical est en fait imposé par la hauteur des pneus du parement (environ 30cm) : nappes en général tous les 1 ou 2 pneus

Données à réunir :

- raideur K des nappes de renforcement (pneus, géotextiles, treillis soudé..)
- c, ϕ remblai
- poids propre du remblai
- portance du sol en place

Remarques pour la géométrie

- **la largeur en crête doit permettre la circulation en sécurité des engins de compactage : environ 4 mètres.**
- **un bloc arrivant sur la crête du merlon risque de déstabiliser, voire d'emporter, toute la partie supérieure : en conséquence, ajouter à la hauteur recommandée par la trajectographie un rayon du bloc maximal attendu (Figure 1.4)**

Conception de la fosse : voir fiche 6.

7 MISE EN ŒUVRE

Les sujétions techniques varient selon le procédé employé (Remblai simple, Pneusol, Pneutex, Pneurésil) ; elles sont du recours d'une entreprise de terrassement ou de génie civil ayant l'expérience du procédé utilisé.

MERLONS DE SAINTE MARIE DE CUINES (MAURIENNE, 1997)

Photo 1.6. La fosse pavée, le merlon et l'autoroute à protéger

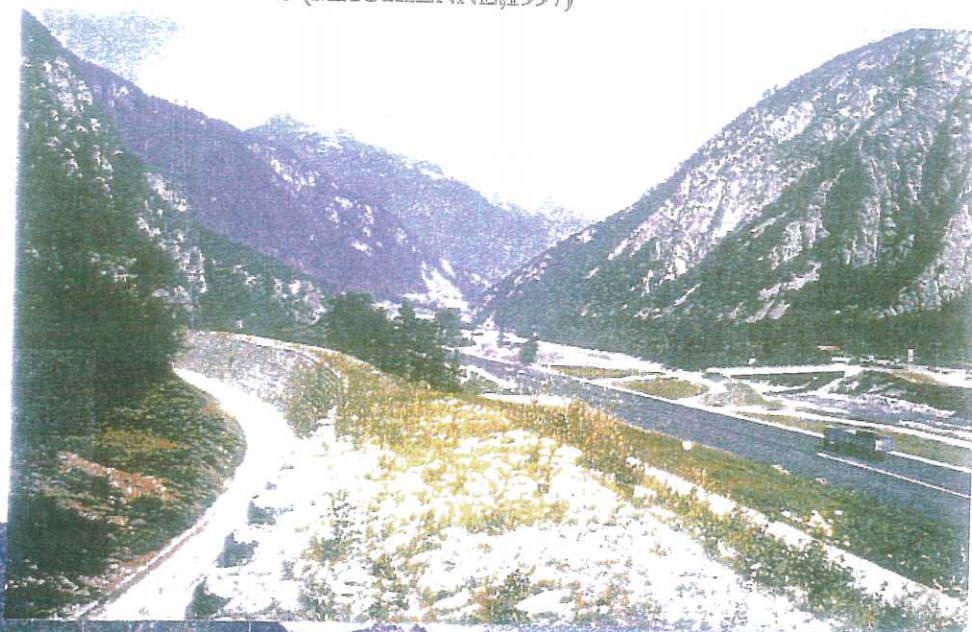


Photo 1.7. Disposition « en tuile » des ouvrages pour assurer le recouvrement ; pistes pour l'accès



Photo 1.7. Ligature des pneus

Avant le début des travaux, nécessité d'obtenir l'agrément pour

- les matériaux de remblai
- le matériel d'exécution (pneus, géotextiles)

8 PERENNITE-MAINTENANCE-CONTRÔLE

Vieillessement :

Les pneus, enterrés, sont protégés des UV, leur seul agent de dégradation naturel (des pneus enterrés dans le sol depuis plus de 40 ans ont été retrouvés absolument intacts).

Maintenance

- importance de curer régulièrement le piège à blocs → **prévoir un accès facile pour un engin derrière le merlon** ;
- vérifier le bon fonctionnement du système de drainage/ruissellement derrière le merlon pour éviter le phénomène de renard.

Contrôle :

- vérifier les signes d'instabilité globale de la pente et d'instabilité du merlon ;
- vérifier les déplacements possibles des pneus du parement amont occasionnés par des impacts.

Remarque : les réparations sont moins faciles s'il y a une structure dans le remblai.

9 TECHNIQUES POUVANT ETRE ASSOCIEES

Fosse de réception,

Tourne plus haut sur le versant pour orienter les trajectoires vers le merlon,

Ecran souple (barrière grillagée, filet), en crête du merlon : améliore l'interception des blocs à trajectoire haute .

10 ELEMENTS DE COUT

Utilisation de pneus usagers = solution économique, seul le prix du découpage des flancs et du transport sur site est à prendre en compte

Travaux en général payés au m² de parement, de 600 à 1200 F.

11 EXEMPLES

Exemple 1 : A 43, secteur Sainte Marie de Cuines, 1996

Série de merlons Pneusol , disposés « en tuiles » sur près de 3 KM ;

Directement à l'amont de l'autoroute, ils interceptent les éléments provenant d'une falaise d'une centaine de mètres de haut prolongée par un versant d'éboulis ;



Photos 1.9. et 1.10. Merlons de Nantua, vus du haut et du bas (intégration dans le paysage)



La fosse à l'arrière du piège (2 à 3 m de large) est maçonnée pour faciliter les écoulements d'eau et l'entretien ;

Réalisé en 6 mois (cadence moyenne 250 pneus / jour pour 4 hommes et une pelle), pour un coût de 270 F / m² de parement + 39 F / pneu amené sur site, soit au total près de 500 F / m².

Exemple 2 : Nantua, 1996

Ensemble de 2 merlons, continus sur près de 500 m, implantés à 2 étages différents dans le versant : un presque au pied de la falaise génératrice de blocs, un autre à proximité des habitations à protéger ;

Chaque ouvrage comporte à la fois une partie en Pneutex et une partie en remblai classique ;

Fosse très large (une dizaine de mètres), et retalutage du terrain amont important ;

Intégration dans le paysage excellente, puisque les ouvrages ne se voient pas de la ville, excepté une faible portion de terrain retaluté.

Cas d'une simple levée de terre, avec barrière grillagée en tête : voir Fiche 3 Ecran déformable faible capacité

12 BIBLIOGRAPHIE-REFERENCES

Nguyen Thanh Long (Juil 85) : Le Pneusol, LCPC, Rapport des Laboratoires, SérieG

CETE LYON, Groupe Mécanique des Sols (Fev 97) : Document sur la réutilisation des pneumatiques dans les TP et le GC.

GEF pages 185-218

Rivet Fiche 40

DRM Fiche 1.2.3.4

Quelques schémas de principe

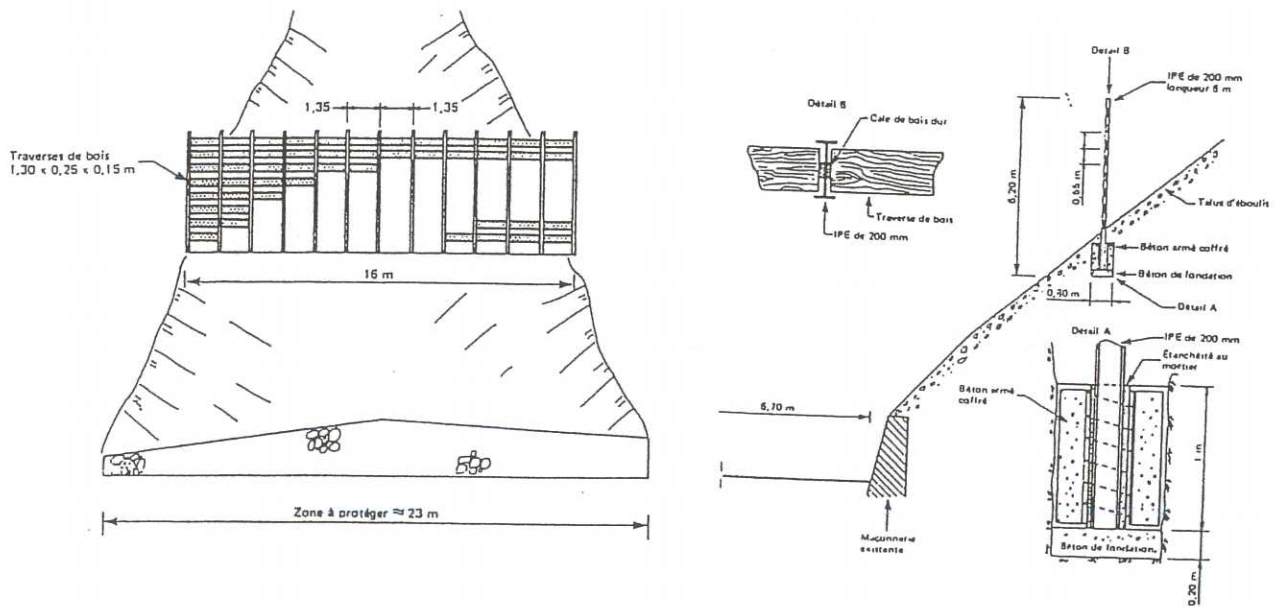


Figure 2.1. Echelles de perroquet : vue en long et vue en travers (documents GEF)

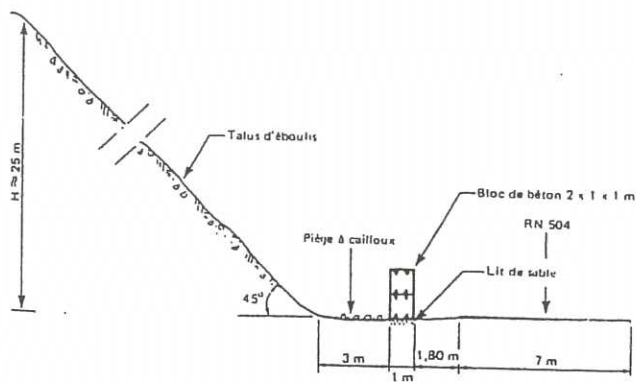


Figure 2.2. Ecran en blocs béton (document GEF)

FICHE 2 ECRAN A STRUCTURE RIGIDE

1 CLASSIFICATION

Parade passive ; écran.

2 BUT

Intercepter des pierres ou blocs dévalant une pente .
Mesure provisoire rapide à exécuter.

3 PRINCIPE

Elever, plutôt en pied de versant, une barrière verticale rigide, plus ou moins haute, qui stoppe et recueille des éléments de taille variée.

4 DESCRIPTION

Nombreuses possibilités de réalisation. Parmi les plus courantes :

- échelles de perroquets : écran de traverses SNCF en bois (ou de rondins), maintenues horizontales sur des profilés métalliques fixés sur des fondations en béton ;
- empilements de blocs béton parallélépipédiques (généralement $1 \times 1 \times 2 \text{ m}^3$), liaisonnés de préférence ;
- écran de gabions : paniers de grillage remplis de pierres ;
- structures totalement métalliques (montants et traverses) ;
- palplanches verticales, couronnées par une poutre en béton ;
- plaques de béton armé maintenues par des profilés métalliques ;
- mur de béton armé, coffré, sur poteaux ancrés (en général $\approx 20 \text{ cm}$ d'épaisseur) : bonne reprise des impacts ;
- barrières plus ou moins artisanales utilisant des matériaux de récupération : troncs d'arbres, traverses de chemin de fer ou rails réformés, panneaux de bois ou de tôle..

Ces écrans peuvent avoir une hauteur de 1 à 3-4 m.

Suivant la structure utilisée, il est possible de réaliser des écrans courbes (écrans métalliques en particulier) qui peuvent mieux s'adapter à la topographie et à la zone à protéger.

Selon la taille des éléments à stopper, l'écran peut être plus ou moins ajouré, et peut être doublé par une nappe de grillage.

Chaque fois que le terrain le permet, cette parade est couplée avec un piège à blocs pouvant être curé facilement par un engin.

5 DOMAINE D'UTILISATION-PERFORMANCES-LIMITES-CONTRAINTE

Les structures rigides ont des capacités d'arrêt très diverses suivant les techniques employées, en général inférieures à celles des structures déformables : elles ne sont donc efficaces que contre des

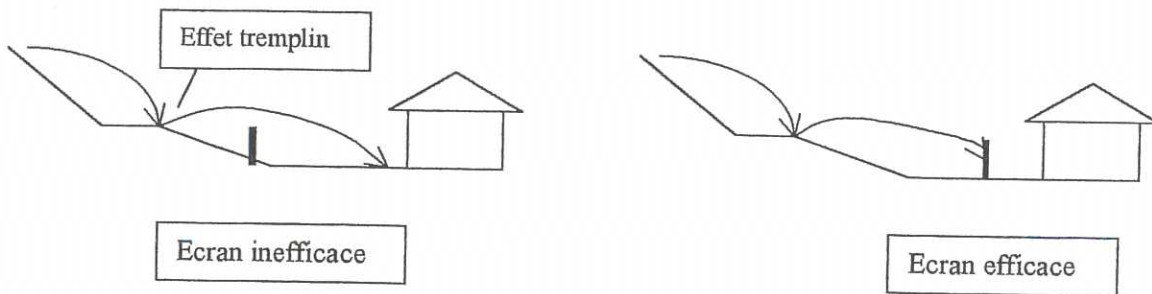


Figure 2.3. Positionnement de l'écran

énergies cinétiques faibles (quelques dizaines à quelques centaines de kJ, à l'exception des structures massives en gabion pierre et béton qui peuvent supporter davantage).

Mesure utilisable plutôt en pied de talus, pour recueillir des éléments roulant ou rebondissant à faible hauteur, par exemple en bas d'une pente d'éboulis

Efficace contre des chutes fréquentes de petits éléments qui rebondissent sur la structure sans l'endommager ;

Par contre la protection est quasi nulle contre des blocs volumineux ayant une forte vitesse, ou contre un éboulement en masse (incertitude sur la capacité d'arrêt des dispositifs).

Problème particulier sur une route à flanc de versant : l'écran crée une surcharge → risque de glissement de versant.

Ecran réalisé sans piège à blocs derrière : l'emprise au sol en faible → peut permettre une installation dans des pentes fortes ou difficiles d'accès.

Réalisation rapide (surtout pour les blocs béton), **simple et assez peu coûteuse** (fait souvent appel à des matériaux de récupération) : souvent envisagé comme mesure provisoire ; adapté pour un particulier cherchant à se protéger.

Intégration du dispositif dans le paysage d'autant plus difficile que l'écran est continu ; l'aspect esthétique des écrans béton est particulièrement discutable, alors que les structures en bois sont un peu moins choquantes ; les murs béton peuvent être « habillés » par des briques, du crépis....

6 CONCEPTION

Nécessite en général assez peu d'études préalables :

- * volume des éléments attendus : peut fixer l'espacement des traverses, la nécessité d'un complément de grillage ou d'un écran continu
- * qualité du sol d'emprise pour les fondations

Attention particulière à porter au **positionnement de l'écran** : s'appuyer sur une observation détaillée de la topographie (étude trajectographique si besoin) ; l'écran ne sert à rien s'il peut être lobé ! (figure 2.3)

Le niveau de l'étude doit être adapté à l'ouvrage : sommaire pour un petit écran en bord de route au pied immédiat d'un talus, détaillé avec trajectographie et dimensionnement pour un mur en gabion de quelques mètres de haut.

7 MISE EN ŒUVRE

Blocs béton : mise en œuvre simple nécessitant en général seulement un camion-grue pour décharger et positionner les blocs.

Echelles de perroquet, structures métalliques : difficulté supplémentaire liée à la fixation des montants qui maintiennent les traverses ; suivant la topographie et les caractéristiques du sol, il faudra soit les fixer dans des fondations en béton, soit les ancrer par l'intermédiaire de haubans.

Quand cela est possible, prévoir une phase supplémentaire de terrassement pour la réalisation du piège à blocs.

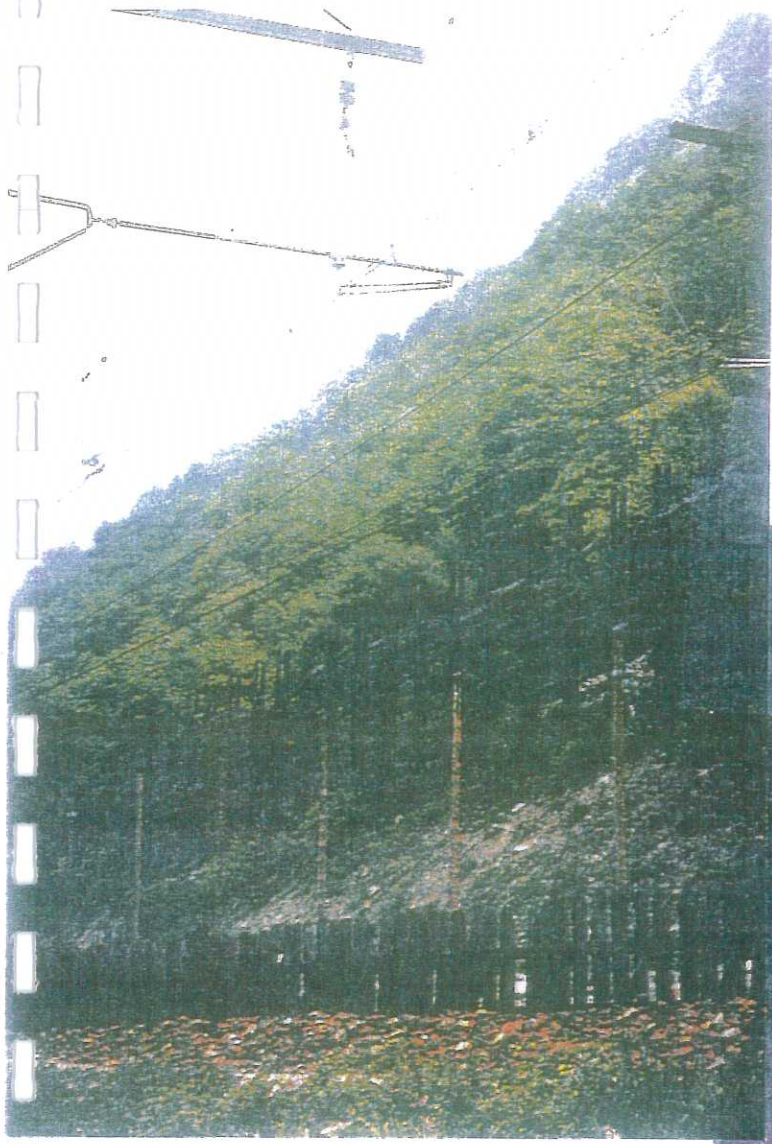


Photo 2.3. Ecran de blocs béton surmonté de traverses de chemin de fer, en protection provisoire pendant les travaux de la tête amont du tunnel des Sorderettes, A43, 1997

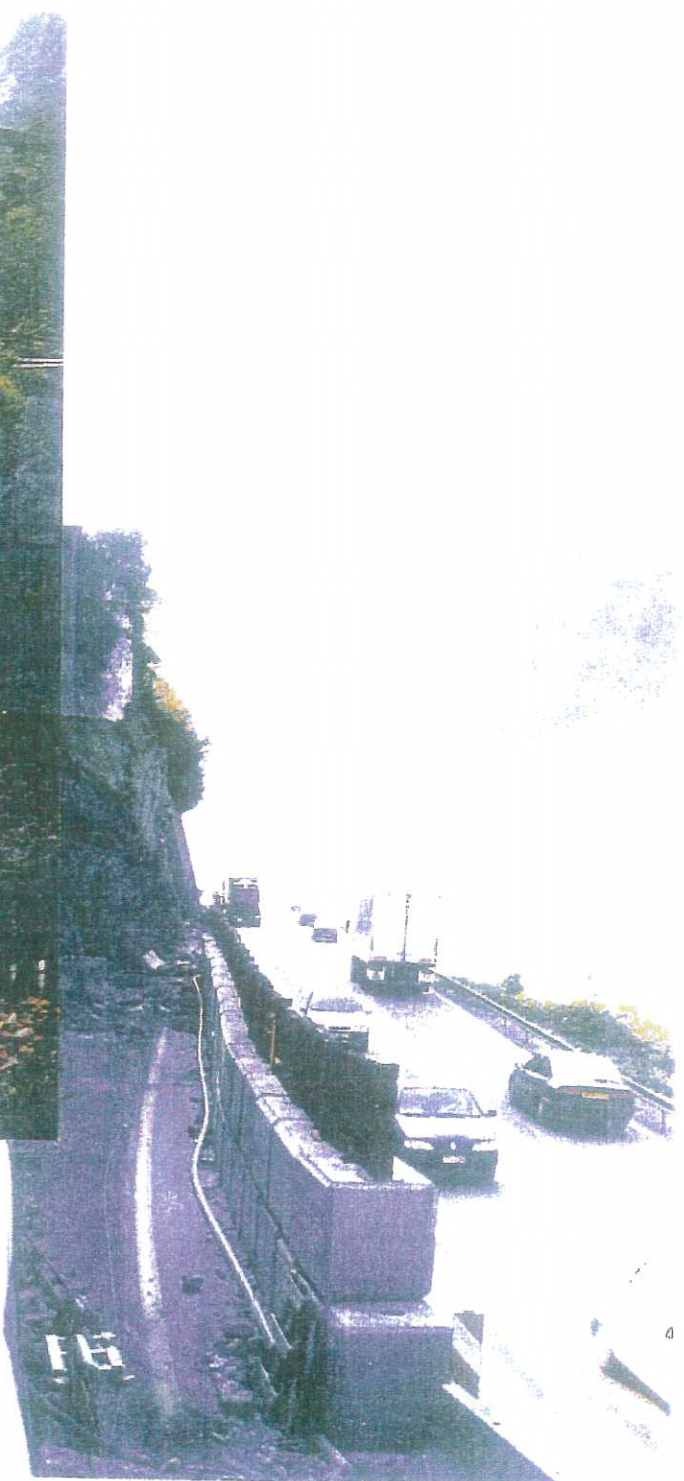


Photo 2.4. Barrières de Perroquet le long de la ligne SNCF Culoz-Modane

8 PERENNITE-MAINTENANCE-CONTRÔLE

Si les écrans ne sont pas endommagés par des éboulements, la pérennité des structures béton est bonne, celle des éléments métalliques aussi (bonne protection contre la corrosion) ; par contre les éléments en bois, même traités, résistent moins bien au temps (vieillesse sensible après 15 ans).

Pour les écrans détériorés (éléments pliés, cassés, structure désorganisée), la réparation est souvent malaisée du fait du caractère « empilé » du système : pour remplacer une traverse d'échelle de perroquet, il faut retirer les traverses supérieures ; de même pour les blocs béton.

En maintenance courante, prévoir de curer régulièrement l'amont des écrans pour éviter que les éléments accumulés ne jouent comme tremplin et favorisent le franchissement de l'obstacle.

9 TECHNIQUES POUVANT ETRE ASSOCIEES

Ancrage ponctuel de masses instables dans la zone de départ.

Ecran déformable plus haut dans le versant : l'écran rigide sert à récupérer ce qui a pu traverser le premier écran, mais qui a déjà été freiné.

Grillage pendu qui guide les pierres à faible vitesse dans l'écran.

Un tel écran peut être installé en tête d'un mur de soutènement pour contrer l'effet tremplin du mur. Des gabions peuvent former le parement aval d'un merlon.

Attention : ne pas réaliser de purge dans la zone de départ après la mise en place des écrans, sous peine de les détériorer gravement.

10 ELEMENTS DE COUT

Blocs béton \approx 1000-1200 F / m³ mis en place

Gabions pierres : 650 à 850 F / m³ mis en place

11 EXEMPLES

Les exemples sont très nombreux le long des voies de communication ; on trouve d'énormes linéaires de barrières de perroquet le long des lignes SNCF (Photo 2.3) ; les écrans de blocs béton sont plus courants le long des routes, en protection définitive ou provisoire (Photo 2.4).

A Nantua, en bordure de la RN 84, un écran rigide particulier est en place depuis plus de 20 ans : l'assemblage de poteaux HEA et de glissières de sécurité en travées, haut de 4 m, est haubanné à l'arrière.

12 BIBLIOGRAPHIE-REFERENCES

BAEL pour le dimensionnement de structures béton

GEF pages 103-132 ; 141-152 ; 169-178

Rivet Fiche 36 (p 98)

DRM Fiche 1.2.3.1 (p 76)

Documents France Gabion : Spécifications Techniques Gabion Boîte, Structures souples en Gabions pour les Ouvrages de soutènement des Terres

Quelques schémas de principe

Figure 3.1. Coupe transversale d'une barrière dans une pente (Fiche technique LRPC Lyon)

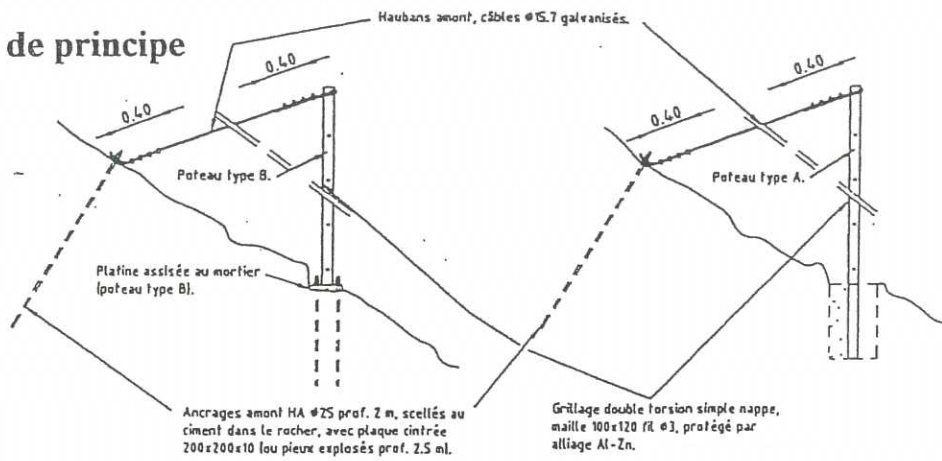


Figure 3.2. Barrière avec nappe de grillage renforcée par câble (Fiche technique LRPC Lyon)

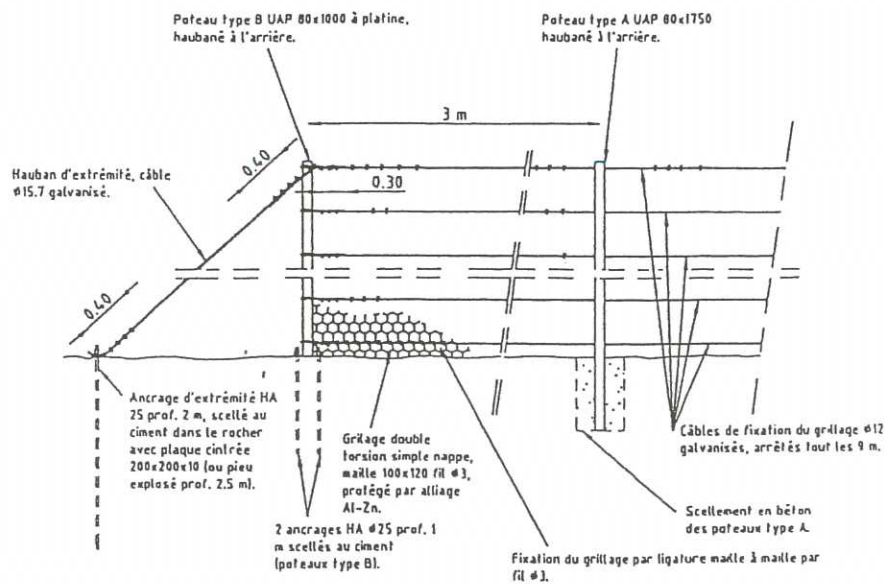
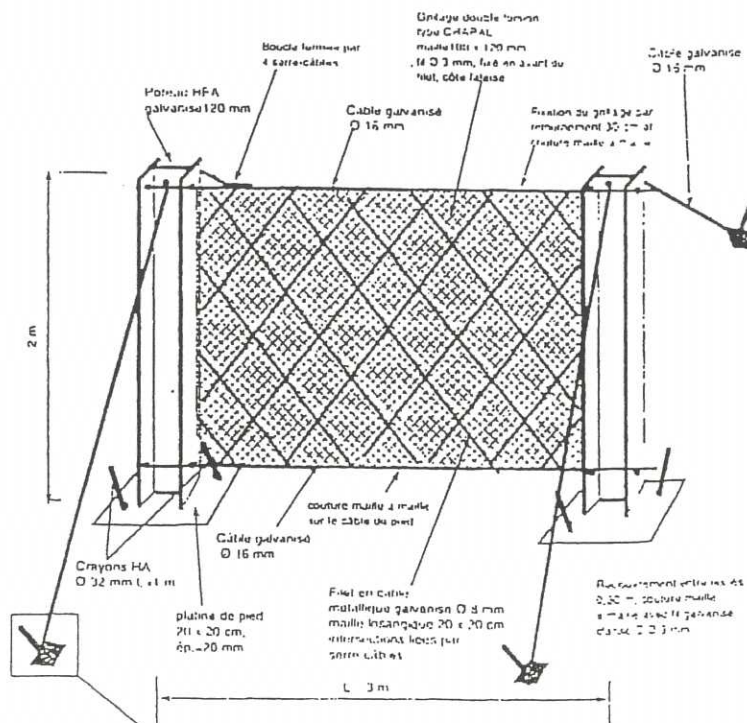


Figure 3.3. Barrière avec nappe de filet doublée de grillage (Fiche technique LRPC Nice)



FICHE 3
ECRAN PEU DEFORMABLE (FAIBLE CAPACITE)

1 CLASSIFICATION

Parade passive ; écran.

2 BUT

Stopper la propagation de pierres ou de blocs ayant assez peu d'énergie cinétique.

3 PRINCIPE

Elever un écran déformable sur la trajectoire des blocs, en tendant des nappes de grillage ou filet entre des poteaux.

4 DESCRIPTION

Barrières constituées de grillage, double ou simple nappe, au minimum double torsion, ou de filet métallique tendu sur des poteaux reliés par des câbles en tête, en pied, et souvent à des hauteurs intermédiaires ; la nappe peut être complétée par une « bavette » en pied pour intercepter au mieux les éléments roulant sur la pente ; hauteur de l'écran en général de l'ordre de 2 à 4 m.

Variantes techniques:

- nappes : grillage double torsion, ou filet en câble métallique, grillage renforcé par câble ;
- structure modulaire ou non ;
- pose ou non de haubans avec ancrages pour amarrer les poteaux ;
- poteaux :
 - nature : profilés métalliques, pieux métalliques, en bois,
 - pose : foncés dans le sol, ancré dans des blocs béton, maintenus par des crayons d'ancrage, sur support (type support articulé).

5 DOMAINE D'UTILISATION-PERFORMANCES-LIMITES-CONTRAINTE

Parade utilisée en priorité contre des pierres et blocs qui n'ont pas encore beaucoup d'énergie - en crête de talus avant la zone subverticale-, ou au contraire qui en ont déjà perdu une partie - en pied de talus, où la pente motrice est plus faible .

Impact visuel limité par la structure aérée du grillage ou du filet ; une coloration des nappes et des poteaux peut améliorer l'intégration dans le paysage ; l'utilisation de poteaux en bois favorise encore cette intégration.



Photos 3.4. et 3.5. Barrière grillagée (hauteur 1 m) dans une pente d'éboulis, Aigebelette, RN 41



La résistance à la corrosion des grillages est désormais bonne (galvanisation riche, protection Al-Zn).

Le principe d'amarrage par haubans renforce la résistance de la barrière, mais rend plus difficile le curage des éléments accumulés ; de plus le nombre d'ancrages est un facteur de coût et de temps de pose important.

Performances d'absorption d'énergie des barrières grillagées : de l'ordre de quelques kJ à quelques centaines de kJ.

Système sensible à la possible destruction ou désorganisation de son ossature par impact direct d'un bloc sur un poteau.

6 CONCEPTION

Implantation guidée par une étude trajectographique, mais aussi par des considérations énergétiques et topographiques exposées au § 5.

La taille des éléments stoppés dépend de la maille du grillage : si de nombreux éléments de petits volume sont attendus (talus morainique, pente d'éboulis), il est souhaitable de réduire la surface de la maille, par exemple en doublant la nappe.

Il s'agit d'équilibrer l'énergie cinétique maximale attendue (plus gros bloc mobilisable) avec celle pouvant être dissipée dans le système

- nappes de grillage ou filet ;
- poteaux ;
- éventuellement ancrages des haubans

7 MISE EN ŒUVRE

Les poteaux sont verticaux, ou légèrement inclinés vers l'amont par rapport à la normale dans une pente ;

Eviter de positionner les poteaux sur des bosses trop marquées de la courbe de niveau : les éléments roulant sur la pente risquent de passer sous la barrière (sauf s'il y a une bavette en pied).

Ligature maille à maille des nappes entre elles et sur les câbles et poteaux.

8 PERENNITE-MAINTENANCE-CONTRÔLE

Grâce à l'amélioration des systèmes anti-corrosion, la pérennité globale de ces écrans est importante.

Maintenance :

- curage régulier des matériaux accumulés derrière l'écran ;
- remplacement et réglage des éléments de grillage / filet ou des poteaux endommagés.

Contrôles :

- état de corrosion des grillages, filets et câbles ;
- limite de déformabilité des poches de grillage / filet.



Photos 3.6. et 3.7. Barrière grillagée installée en crête de merlon, Aiguebelette, RN 41



9 TECHNIQUES POUVANT ETRE ASSOCIEES

Ancrage ponctuel de masses instables dans la zone de départ

Ecran déformable haute capacité plus haut dans le versant : l'écran faible capacité sert à récupérer ce qui a pu traverser le premier écran, mais qui a déjà été freiné

Grillage pendu qui guide les pierres à faible vitesse dans l'écran

Végétalisation pour limiter les départs dans un talus morainique

Un tel écran peut être installé en tête d'un mur de soutènement pour contrer l'effet tremplin du mur

Attention : ne pas réaliser de purge dans la zone de départ après la mise en place des écrans, sous peine de les détériorer gravement.

10 ELEMENTS DE COUT

1000 à 2000 F / ml pour une barrière de 2 m de haut

11 EXEMPLES

Aiguebelette, RN 41, 1995-97

2 types de barrière grillagée sont installés le long de cette route dominée par la falaise de l'Epine.

Dans une pente d'éboulis raide, végétalisée mais fournissant de nombreuses pierres, des écrans statiques sont implantés sur 100 à 150 m, quelques mètres en amont de la route : 3 écrans (nappe simple de grillage double torsion montée sur poteaux Tor HA, avec un câble ancré en sol meuble à chaque extrémité), hauts d'1 m, sont disposés « en tuile » (chevauchement).

Au débouché d'un talweg, sur 50 m, un petit merlon (simple levée de terre haute de 3 m), a été complété par une barrière installée en crête : double nappe de grillage double torsion, maille 100 x 120, montée sur des poteaux Tor HA, sur 2 m de haut ; fixée à l'arrière par 7 haubans ancrés en sol meuble, + 2 x 2 haubans latéraux.

12 BIBLIOGRAPHIE-REFERENCES

Norme Française P 95-308 : Ecrans de filets

Il existe des documents techniques établis par des entreprises, dont France Gabion, 1988 : Filets métalliques à mailles hexagonales pour la protection des falaises et talus

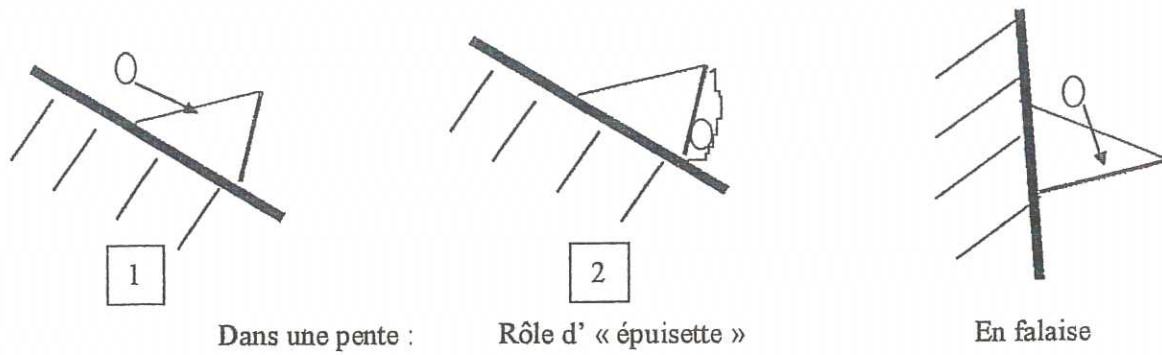
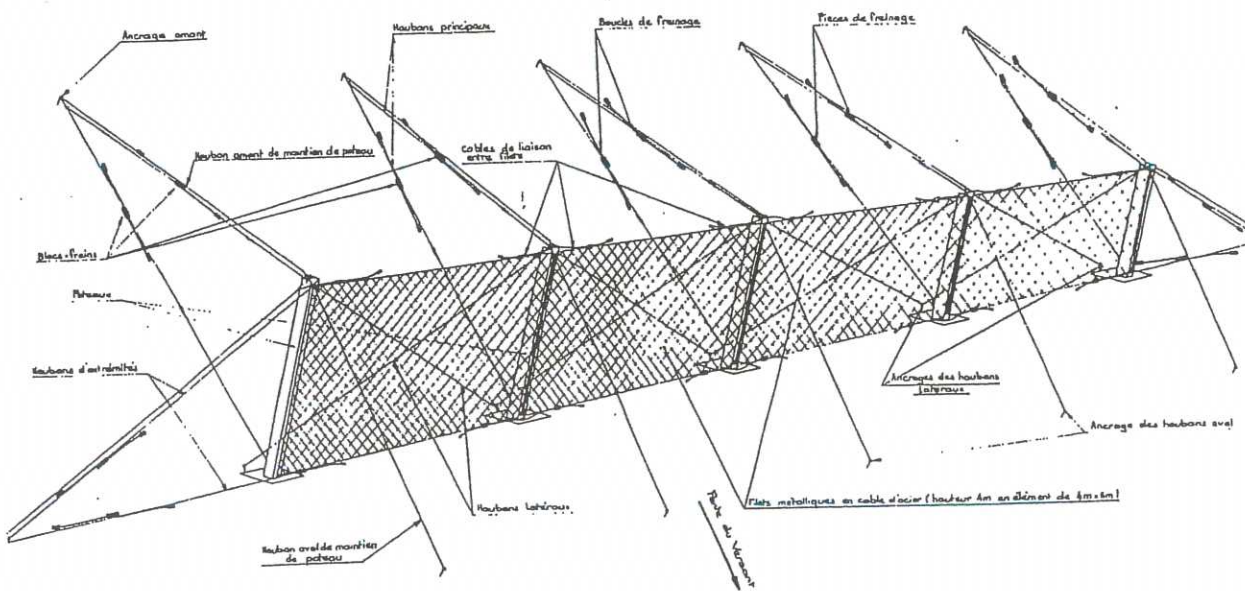
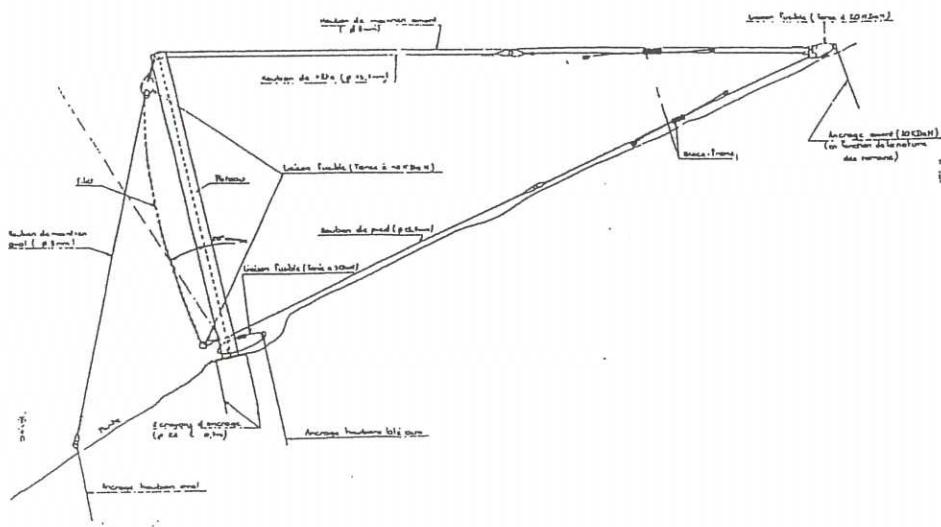


Figure 4.1. Principe de fonctionnement schématisé d'un écran de filet



Figures 4.2. et 4.3. Schémas de principe d'un écran de filet mis en place dans la pente, vue d'ensemble et vue transversale (documents CETE Lyon)



FICHE 4

ECRAN DEFORMABLE (HAUTE CAPACITE)

1 CLASSIFICATION

Parade passive ; écran

2 BUT

Stopper la propagation de blocs rocheux en mouvement pouvant avoir une grande énergie cinétique.

3 PRINCIPE

Tendre entre des poteaux des filets très déformables pour intercepter les blocs et dissiper leur énergie. L'obstacle peut être un écran vertical dans une pente, ou horizontal sur une falaise ; il se déforme en poche sous l'impact d'un bloc et joue donc un rôle « d'épuisette » (figure 5.1)

4 DESCRIPTION

Nappes de filets, en principe métalliques, modulaires, implantés sous forme d'écran discontinu suivant une courbe de niveau du terrain;

Chaque élément modulaire comprend :

- un filet interceptant les blocs (hauteur courante : 3 à 5 m, longueur courante 5 à 10m);
- des supports de ces filets;
- des dispositifs de transmission d'efforts au sol (haubans, câbles de rives), pouvant être munis de liaisons fusibles;
- éventuellement de dispositifs dissipateurs d'énergie

Les éléments sont assemblés en ligne selon la longueur souhaitée, et les écrans ainsi formés disposés en chicanes.

Principales variantes technologiques:

- * nature des filets : filet en câbles métalliques à maille hexagonale, à maille circulaire ; actuellement recherches en cours sur les filets PVC ;
- * position des nappes : à l'amont ou à l'aval des poteaux ;
- * ancrage des câbles de transmission d'efforts au sol : barres d'acier au rocher (→ fiche 14) ou pieux explosés en sol meuble;
- * emploi ou non de systèmes de freinage : l'énergie cinétique des blocs peut être dissipée en énergie mécanique par la déformation des filets, ou en énergie calorifique par frottement.

Le fonctionnement de l'ensemble du dispositif lors de l'absorption d'un choc varie selon les solutions technologiques retenues ; lorsque le dispositif comprend des systèmes de freins et de fusibles il est le suivant :

- * lorsqu'un bloc arrive dans le filet, le filet se déforme ;
- * quand le filet a atteint sa déformation maximum, les ancrages et éventuellement les freins sont sollicités ; la longueur de câble réservée au freinage sur les haubans et les prolongateurs diminue progressivement,
- * lorsque les freins arrivent en butée, les chaînes fusibles cèdent si leur capacité est dépassée: **ancrages et filets sont préservés de la destruction.**

5 DOMAINE D'UTILISATION-PERFORMANCES-LIMITES-CONTRAINTES

Ce système de protection peut s'utiliser sur une zone étendue, lorsque les contraintes topographiques ou économiques ne permettent pas la réalisation d'un merlon ;

Emprise au sol faible → autorise une implantation dans des pentes fortes, dans des éboulis (couloir où se concentrent les chutes de pierres);

Prévoir malgré tout un espace à l'amont suffisant pour l'entretien et notamment le curage des matériaux accumulés (écrans disposés en chicanes pour faciliter l'accès, mais le curage reste souvent malaisé à cause des haubans).

Avantages d'une structure modulaire des filets (voir norme NF P 95.308)

- * facilite la pose (surface et poids des différents éléments réduits);
- * facilite l'adaptation de la structure au relief du terrain ;
- * permet de ménager des points de rupture de la nappe quand sa capacité nominale d'arrêt est dépassée → évite une désorganisation complète de l'écran ;
- * facilite les travaux d'entretien: réparation ou remplacement d'un élément endommagé sans démontage de toute la nappe.

Capacités d'arrêt d'un écran limitée par la résistance de chaque élément : filet, supports, dispositifs de transmission d'efforts au sol, dissipateurs d'énergie, liaisons fusibles ;

Actuellement, capacité nominale annoncée de quelques dizaines de KJ à 5000 kJ (→ 9 classes définies dans la norme NF P 95.308)

Remarque : la capacité nominale ne prend pas en compte la possible destruction ou désorganisation de l'ossature par impact direct d'un bloc sur un poteau ou un hauban.

Impact visuel limité par la structure aérée du filet ; une coloration des filets et des poteaux peut améliorer l'intégration dans le paysage.

Résistance à la corrosion des filets désormais assez bonne (câbles à galvanisation riche, protection Al-Zn).

6 CONCEPTION

Etude trajectographique détaillée, d'après un levé topographique soigné (débroussaillage souvent indispensable pour faire apparaître les irrégularités de relief)→ implantation et surface d'interception des écrans ;

Remarque : chercher à implanter les écrans le plus haut possible dans la pente pour bénéficier des énergies encore faibles des blocs.

Energie cinétique des plus gros blocs attendus → caractéristiques de l'écran, capacité nominale d'arrêt ;

⇒ choix d'un type de filet (nature et hauteur, selon les 9 classes de la norme NF P 95.308)

La série d'ancrages doit être étudiée en fonction du terrain : barres d'acier scellées au rocher (voir fiche 14), ou pieux explosés en sol meuble (voir NF P 95.301).

Attention : éviter les ancrages par câbles : reprise d'efforts bien moindre.



Photo 4.4. Saint Martin le Vinoux :
filet ASM doublé grillage, poteaux et
haubanage à l'aval du filet avec
« bavette »



Photo 4.5. Centron: filet à maille
hexagonale, profilés métalliques et
haubanage à l'amont du filet

Remarques :

1. s'il est nécessaire de stopper de petites pierres (taille inférieure à la maille du filet), doubler le filet d'un grillage en face aval
2. la résistance à la rupture des éléments fusibles doit être juste inférieure à la capacité des ancrages et haubans.

7 MISE EN ŒUVRE

Mise en sécurité du chantier → purge légère

Débroussaillage du site → accès facile pour les travaux et pour l'entretien (en aval et en amont de l'écran)

Exécution des ancrages (destinés à la fixation des haubans et câbles de rives) = **phase la plus lourde des travaux** : forage, scellement, essais d'arrachement ; il est recommandé de prévoir des essais de convenance (voir fiche 15) pour s'assurer rapidement que les ancrages réalisés répondent aux attentes .

Pour le positionnement des poteaux de maintien, éviter les creux et bosses trop marqués, et suivre de préférence les courbes de niveau → améliore le plaquage des filets au sol, évite le trou à la base de l' « épuisette ».

Le poids des éléments les plus lourds conditionne la mise en place, en fonction de l'accessibilité du site : hélicoptère le plus souvent.

Un soin particulier doit être apporté à la ligature des éléments entre eux, pour conserver à l'ensemble résistance et déformabilité.

8 PERENNITE-MAINTENANCE-CONTRÔLE

Durabilité requise pour les matériaux (au sens de la norme NF X 50.500)= 10 ans

En environnement agressif, les écrans peuvent être attaqués par le sel (en bord de mer, à proximité des routes salées pour le déverglaçage).

Travaux de maintenance:

- * curage régulier des matériaux accumulés dans « l'épuisette »,
- * remplacement et réglage des éléments de filet ou des poteaux endommagés, des boucles de freinage en bout de course.

Contrôles (fréquence annuelle par exemple)

- * de l'état de corrosion des filets et câbles
- * de la limite de déformabilité des poches de filets
- * des boucles de freinage.

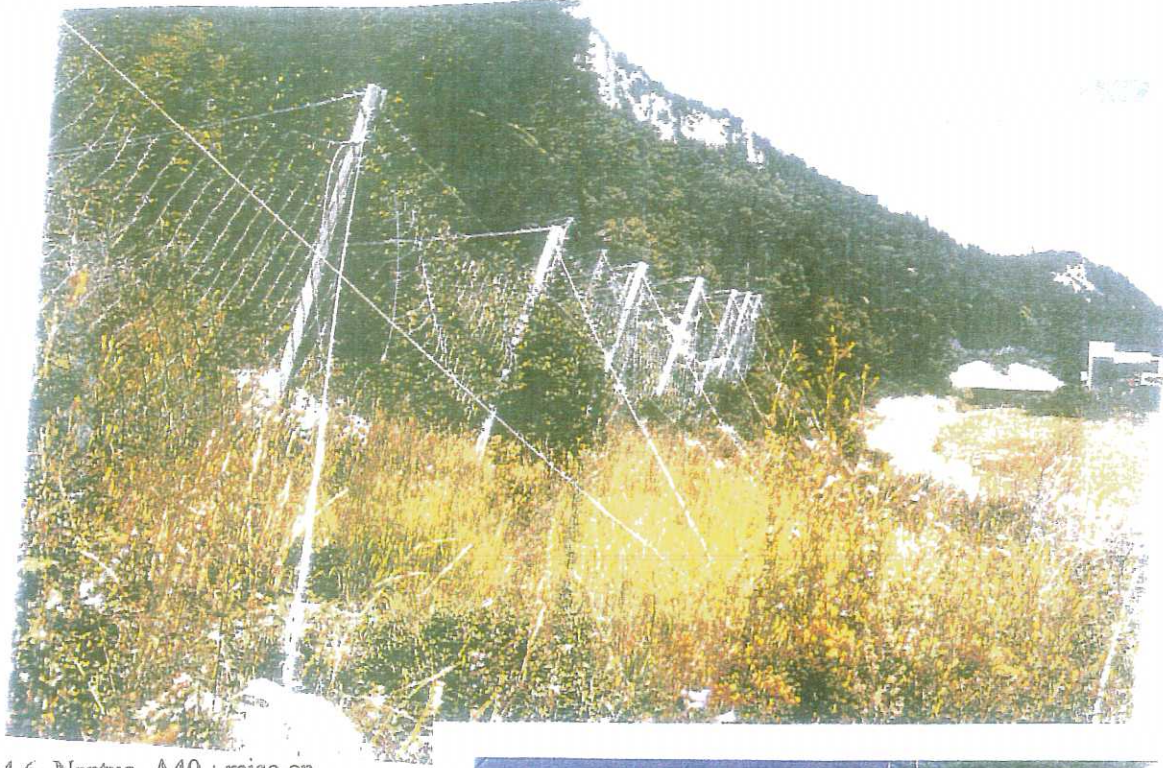


Photo 4.6. Nantua, A40 : mise en sécurité de l'autoroute et de l'aire de péage par des filets 1500 KJ à maille hexagonale



Photo 4.7. Centron (73) RN 90 : Filet localisé à la sortie d'un couloir

9 TECHNIQUES POUVANT ETRE ASSOCIEES

Ancrage ponctuel de masses instables dans la zone de départ ;
Toutes les techniques de confortement.

Attention : ne pas réaliser de purge dans la zone de départ après la mise en place des écrans, au risque de les détériorer gravement.

10 ELEMENTS DE COUT

Ancrages :

- au rocher

pose : suivant le diamètre et la longueur des barres (f 25 à f 50) : 400 à 800 F/ ml

essais : - de convenance : 1200 F / essai

- de contrôle : 1000 F / essai

- en sol meuble

pose : suivant longueur, de 1500 à 2000 F l'unité

essais, de convenance et de contrôle : 2000 F l'unité

Mètre linéaire de filet : suivant la hauteur et la capacité nominale de 2500 F (< 1000 KJ) à 5000 F (>1500KJ)

11 EXEMPLES

Les écrans de filets sont très couramment utilisés, les exemples sont abondants.

Voir photos

12 BIBLIOGRAPHIE-RÉFÉRENCES

Norme Française P 95-308 : Ecrans de filets

Norme Française P 95.301 : Equipement de protection contre les avalanches, Ancrages passifs ponctuels en sol meuble, Méthode d'essais d'arrachement.

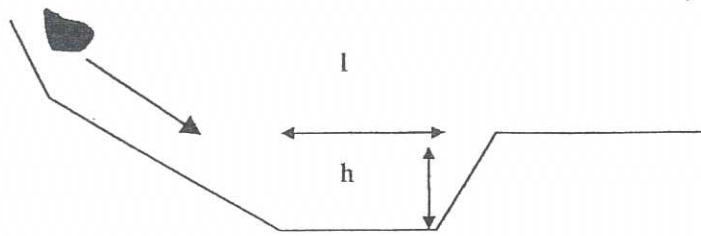


Figure 5.1. Fosse seule

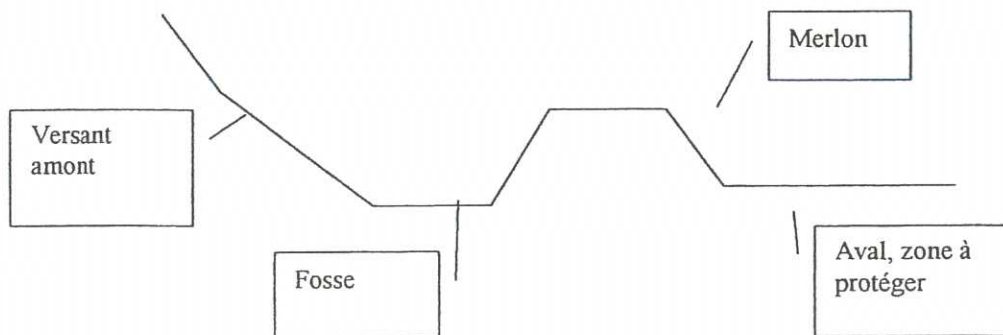


Figure 5.2. Fosse associée à un merlon (voir aussi fiche 1)

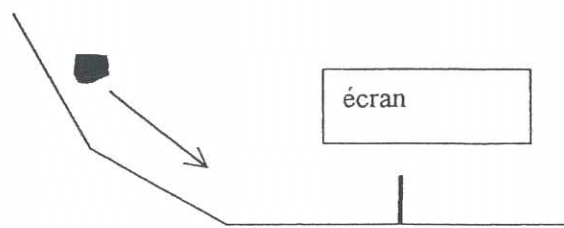


Figure 5.3. Surlargeur en pied de talus associée à un écran

FICHE 5 PIEGE A BLOCS

1 CLASSIFICATION

Parade passive ; fosse.

2 BUT

Stopper et stocker des pierres ou des blocs isolés ou en masse ;
Minimiser les effets de lob par dessus des merlons ou des écrans (blocs à trajectoire haute).

3 PRINCIPE

Ménager un volume de réception, réalisé en pied de talus par terrassement. La géométrie de la fosse doit être telle que les masses éboulées y soient piégées et stockées.

4 DESCRIPTION

Fosse = déblai assez large et profond, creusé dans le terrain (figure 5.1).

Talus aval le plus raide possible pour éviter la remontée des blocs.

Fond de fosse en principe recouvert d'une couche de matériaux qui amortissent davantage l'énergie des blocs réceptionnés.

Plages d'arrêt : horizontales, simples surlargeurs en pied de talus (zone de décélération)

Dispositif assez rarement utilisé seul ; il doit se suffire à lui-même mais peut être associé à un écran ou un barrage (figures 5.1,5.2).

Remarque : les risbermes sont aussi des plages horizontales ménagées sur les talus rocheux, mais ne remplissent pas la même fonction : elles participent à la stabilité du talus mais sont plutôt défavorables vis à vis des chutes de blocs, car elles favorisent les rebonds aériens. Le GEF recommande, quand cela est possible du point de vue de la stabilité, de préférer une surlargeur en pied de talus : emprise globale similaire, et piégeage des blocs plus efficace.

5 DOMAINE D'UTILISATION-PERFORMANCES-LIMITES-CONTRAINTES

Arrêt de masses rocheuses de tout volume en pied de talus (rocheux ou éboulis) ou de paroi rocheuse ; courant en bord de route.

Piège très efficace s'il est complété par un écran/barrage : arrêt d'éboulements en masse.

L'efficacité du piège seul est améliorée par la présence d'un ouvrage d'arrêt à l'aval.

Limites :

- Emprise importante du dispositif : 1 à 8 m en largeur
- Efficacité assurée uniquement si l'entretien est régulier (voir chapitre 8).
- Eaux de ruissellement : la stagnation dans le fond de fosse peut être un agent de dégradation important

Impact visuel de la fosse elle-même limité (« ouvrage en creux »), mais peut être augmenté par un éventuel écran associé ; la végétalisation facilite l'intégration dans le paysage, mais ne doit pas gêner les opérations d'entretien.

6 CONCEPTION

Etude de la zone instable : volume des blocs, coefficient de restitution de la roche

Implantation de la fosse ou de l'ensemble fosse-écran/barrage : étude trajectographique nécessaire dans certains cas.

Définition de la géométrie de la fosse :

- les recommandations du GEF reposent sur les calculs de Ritchie (1963, voir bibliographie), qui préconisent une hauteur et une largeur de fosse en fonction de la hauteur et de la pente du talus ; résultats critiquables car ils ne tiennent compte ni des rebonds sur les irrégularités du talus, ni de l'absorption d'énergie par les matériaux constituant le fond de la fosse
- Fookes et Weltman (1989, voir bibliographie) proposent un abaque qui tient compte de la pente du talus (et des rebonds) : résultats sensiblement différents des précédents, moindres dans l'ensemble ;

Ces résultats aboutissent souvent à des géométries incompatibles avec la topographie du site ou les contraintes économiques (volume de déblai trop important) → solution basée sur un ouvrage mixte associant :

- une fosse aux dimensions moindres
- un écran, souple ou rigide, ou un barrage (fiches 1 à 5), qui augmente la profondeur du piège
- un déviateur surfacique (fiche 7) qui guide les blocs en pied et évite les lobes.

Quoi qu'il en soit la fosse doit toujours être assez large pour permettre son entretien (opérations de curage, à la main ou avec des engins).

Etude de stabilité d'ensemble : le terrassement de la fosse, ou de l'ensemble fosse-levée de terre, ne doit pas remettre en cause la stabilité du versant.

Etude hydrogéologique sommaire → système de collecte et d'évacuation des eaux pour éviter la stagnation en fond de fosse.

7 MISE EN ŒUVRE

En terrain meuble réalisation sans difficultés particulières, à l'aide de matériel de terrassement (pelle mécanique, boteur léger) ;

En terrain rocheux compact, brise-roche ou explosif (entreprise spécialisée)

Précautions à prendre pour ne pas mettre en cause la stabilité du versant ; en particulier collecte et évacuation des eaux de ruissellement, et éventuellement captage des émergences rencontrées

Lorsque la fosse est associée à un merlon, les matériaux excavés servent pour la levée de terre

8 PERENNITE-MAINTENANCE-CONTROLE

La maintenance est un aspect essentiel de l'efficacité d'une fosse : curage régulier des matériaux accumulés indispensable pour éviter l'effet tremplin engendré par une fosse comblée

La fosse recueillant tous les matériaux descendus du versant (pierres, blocs, coulées de boue), le coût de maintenance peut donc représenter une part importante du coût de l'ouvrage : l'intégrer dès le départ au coût total serait une assurance pour la réalisation future de ces travaux.

Le devenir des matériaux curés peut également poser problème : évacuation en décharge, utilisation comme agrégats..

Maintenir en état l'accès à la fosse.

Entretien du système de collecte des eaux.

9 TECHNIQUES POUVANT ETRE ASSOCIEES

Ecrans ou barrage immédiatement à l'aval.

Déviateurs à l'amont pour guider les masses dans la fosse.

10 ELEMENTS DE COUT

Terrassement en terrain meuble : 50 F / m³

Terrassement au rocher : 100-250 F / m³

Très dépendant des conditions (accès, nature du terrain)

+ Evacuation des matériaux

11 EXEMPLES

Talus de craie de Rogerville, A 29

Déblai creusé à la pelle et au Scrap, sur une largeur moyenne de 8 m ; le fond de fosse est laissé en craie nue ; la fosse est complétée par un muret.

12 BIBLIOGRAPHIE-REFERENCES

Fookes P.G., Weltman A.J. (1989) : Rock Slopes : Stabilisation and remedial measures against degradation in weathered and fresh rock

Ritchie, A.M (1963) The evaluation of the rockfall and its control. Highway Record, vol 17, p13-28

GEF : pages 15-16

Rivet : Fiche 39 (p 132)

DRM : fiche 1.2.3.5

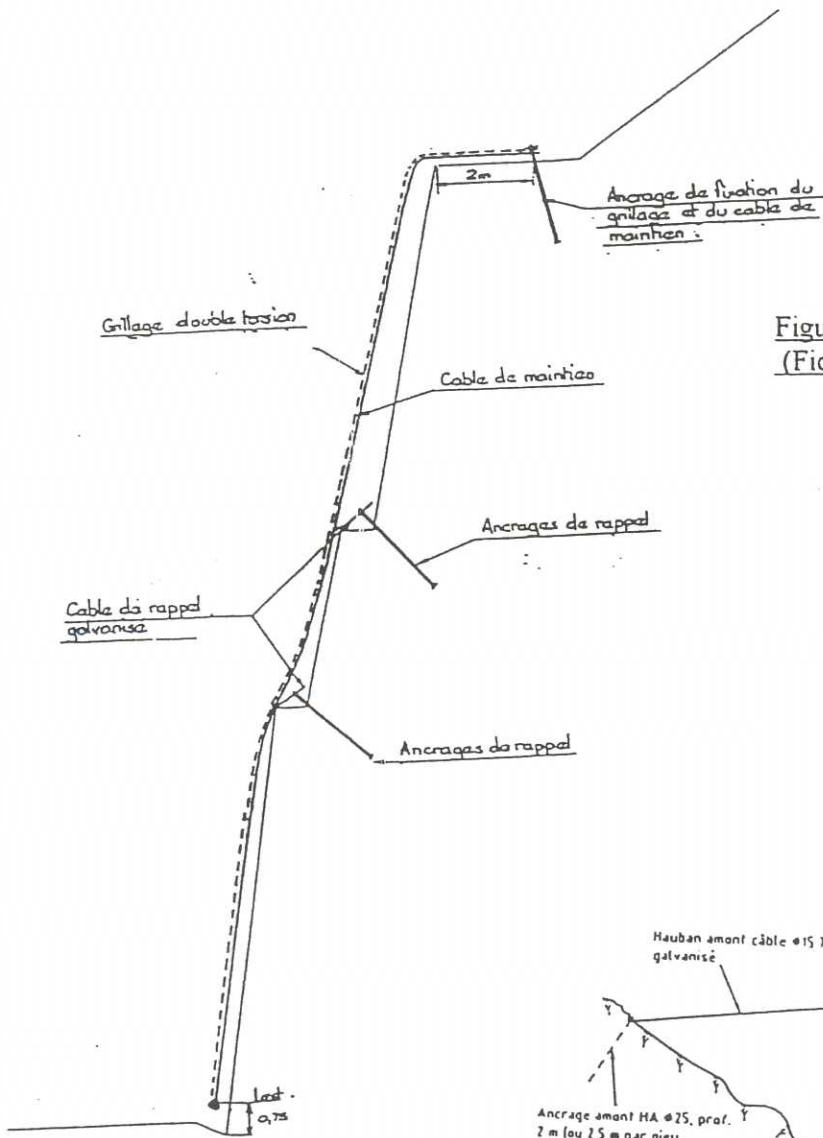
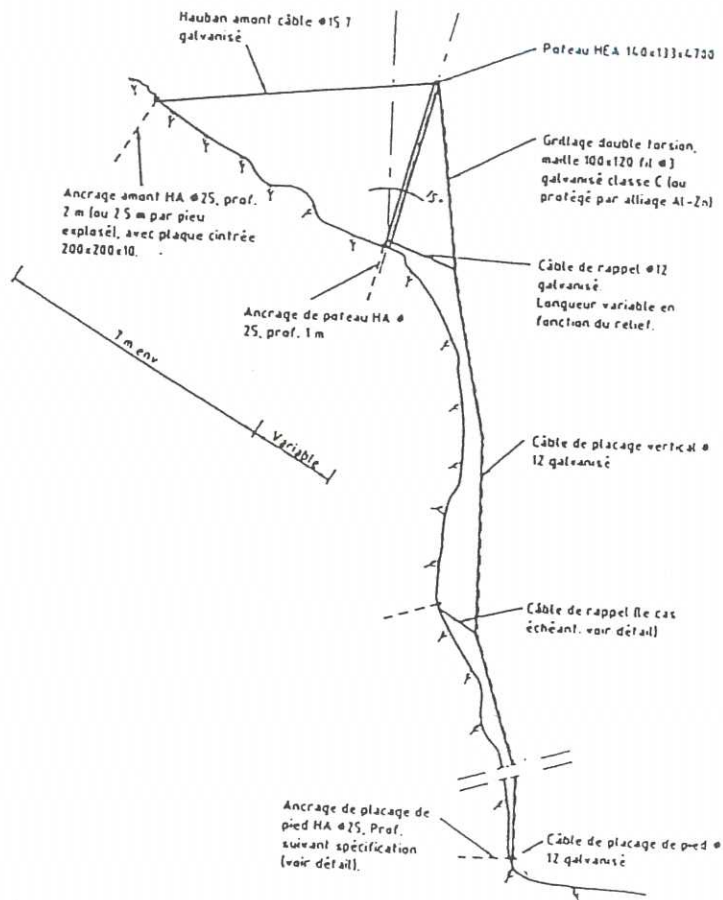


Figure 6.1 Grillage pendu
(Fiche technique LRPC Lyon)

Figure 6.2 Grillage pendu
sur poteaux
(Fiche technique LRPC Lyon)



FICHE 12 REPROFILAGE

1 CLASSIFICATION

Parade active ; suppression de la masse instable.

2 BUT

Supprimer le risque intrinsèque représenté par un ou des éléments rocheux bien définis, de volume variable (quelques dizaines à quelques centaines de m³).

Modifier le profil d'un talus, d'un versant, pour améliorer sa stabilité.

L'objectif n'est pas d'abattre le plus gros volume possible, mais bien ce qui présente un risque direct d'effondrement.

3 PRINCIPE

Abattre les masses individualisées jugées instables; utiliser des moyens peu traumatisants pour ne pas ébranler le massif ou mettre en cause la stabilité de compartiments rocheux adjacents.

4 DESCRIPTION

Selon la configuration et l'accessibilité de la masse à abattre, différentes techniques sont utilisables :

- brise-roche, marteau-piqueur, même pelle mécanique lorsque la zone à traiter est tendre et accessible,
- forages au perforateur,
- vérins, écarteurs, éclateurs hydrauliques,
- explosif: l'opération, dans un but de stabilisation de falaise, est délicate; elle ne peut s'appliquer que dans des cas particuliers d'éléments bien individualisés, et demande l'intervention de spécialistes : technique type microminage (voir § 7),
- ciments expansifs,
- rescindement par sciage: un câble circule sur un ensemble de colonnes et poulies, le sciage se fait par adjonction d'eau et de sable sur le fil de coupe ; cette technique présente l'avantage de ne pas ébranler le massif arrière, et de laisser une surface plane intacte dont il est facile de suivre l'évolution (exemple donné par le GEF).

5 DOMAINE D'UTILISATION-PERFORMANCES-LIMITES-CONTRAINTES

Le reprofilage s'applique particulièrement aux

- gendarmes, chandelles, isolés du reste de la falaise

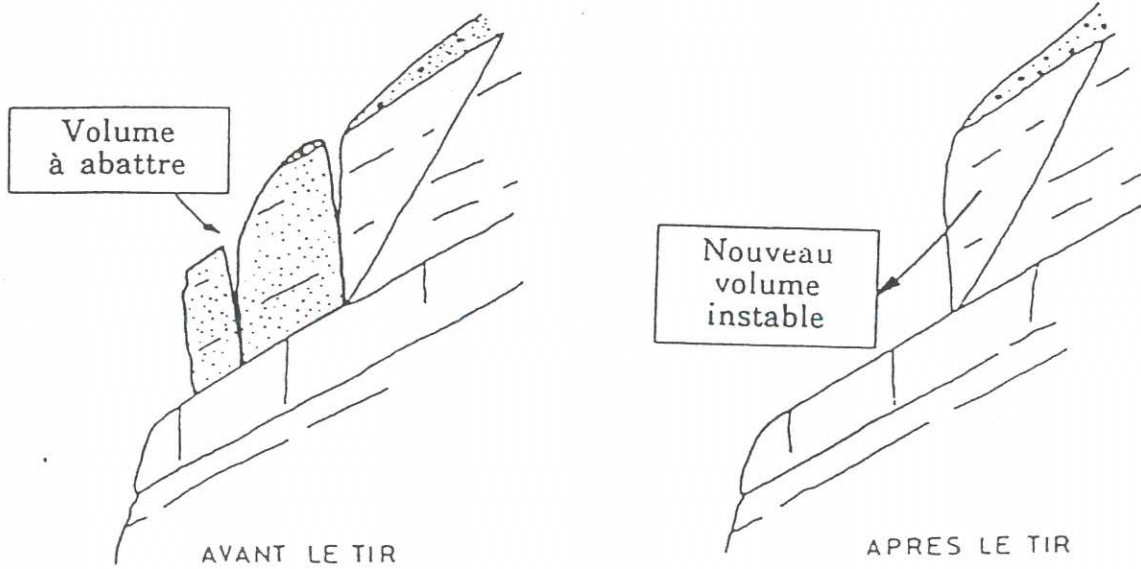


Figure 12.2 Risque de régression de l'instabilité lors d'un reprofilage (Document Rivet)

- écaillés déjà partiellement désolidarisées du massif
- surplombs marqués
- bancs à pendage aval..

Attention ! Ne se justifie que si l'on s'est assuré de la stabilité du massif arrière.

Les techniques citées § 4 sont aussi couramment utilisées en exploitation de carrière, en travaux souterrains.

Limite : disposer, à l'aval de la zone d'abattage, d'une aire de réception suffisante ou / et de possibilités de protection efficace pour les aménagements proches.

Méthode très efficace si les objectifs justifiant l'intervention sont atteints: risque local supprimé définitivement.

Par contre la situation peut être aggravée dans le cas contraire: ébranlement du massif arrière, apparition de nouveaux risques à moyen ou court terme (évolution régressive, Figure 12.2).

6 CONCEPTION

Etude de la fracturation du massif, de sa stabilité d'ensemble : prépondérante pour la réussite de l'opération, réalisée par un spécialiste géologue ou géomécanicien (qui pourra déceler les risques d'instabilité engendrés par la suppression de la masse). Apporter une grande attention à l'agencement des systèmes de blocs.

Une étude trajectographique peut être nécessaire si les blocs abattus sont susceptibles de descendre beaucoup plus bas que leur zone de départ.

Dans le cas d'utilisation d'explosif, définition rigoureuse du plan de tir par un spécialiste.

7 MISE EN ŒUVRE

Assurer la protection des aménagements existants: écrans provisoires en pied de talus, épandage de matériaux meubles sur les portions de routes exposées, protection rapprochée des bâtiments (paille, pneus..).

Il est souvent indispensable de couper la circulation dans la zone de travaux.

Prévoir également l'évacuation rapide des matériaux abattus.

Difficulté d'accès au site: nécessité souvent de faire appel à du personnel spécialisé, qualifié en travaux acrobatiques, travaux en falaises (matériel spécifique, du matériel d'escalade au système de levage (grue, nacelle auto-élévatrice) suivant la configuration du site).

Les sujétions d'exécution sont liées à chaque site en particulier.

Cas d'abattage à l'explosif :

- il faudra la compétence d'un ingénieur spécialiste possédant un savoir faire précis en matière de plan de tir (références type travaux souterrains, prédécoupage) ;
- objectif de stabilisation radicalement différent des impératifs d'exploitation liés à l'abattage en carrière par exemple : toute l'attention est à porter sur la stabilité du massif arrière ;

Exemple de reprofilage à Bramans (73),
RN 6, Juillet 1991



Photo 12.3. Avant...

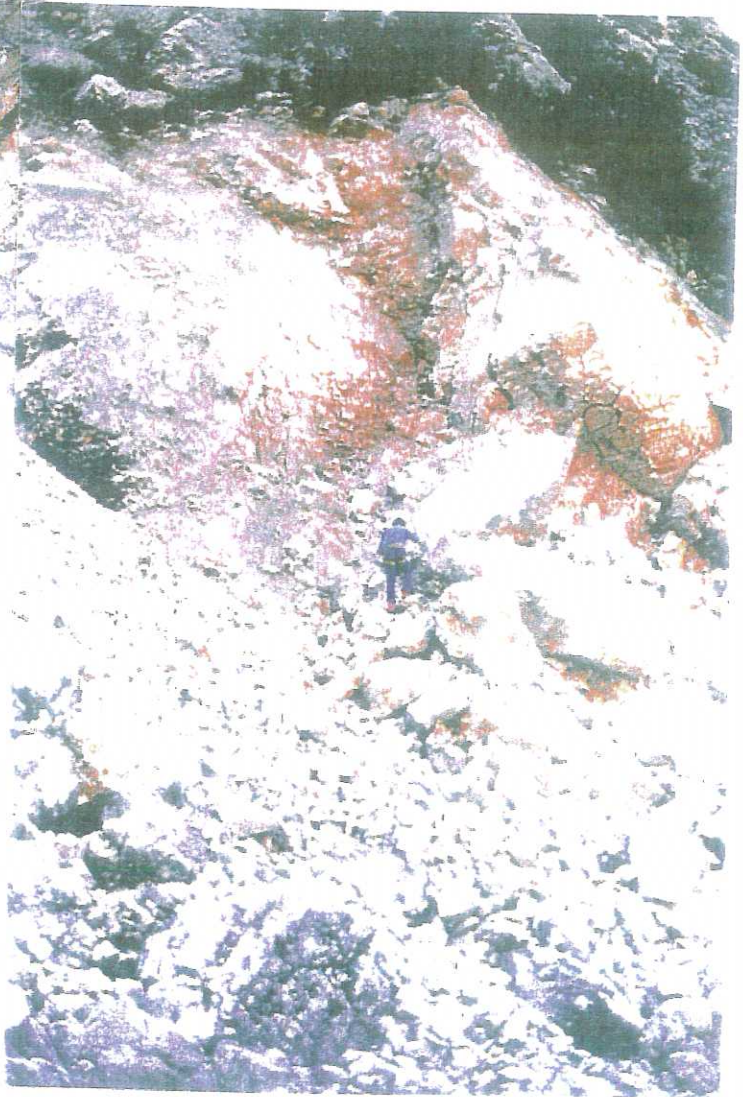


Photo 12.4. Après

- problèmes de vibrations : les seuils de vibrations affectant la roche sont mal connus (contrairement aux ouvrages d'art) → utiliser plutôt de nombreuses charges de valeur unitaire faible, des micro retards, pour ébranler au minimum le massif ;
- pour des volumes à abattre importants, lorsqu'il est nécessaire de maîtriser les produits de l'explosion, possibilité « d'emballoter » la masse rocheuse avant de la faire sauter : pose autour de la masse d'un grillage ou d'un élément de filet qui contiendra en grande partie les produits de l'explosion (voir Fiche 16 Filet plaqué).

8 PERENNITE-MAINTENANCE-CONTRÔLE

Dans la période suivant immédiatement les travaux, contrôler la stabilité du massif arrière pour prévenir les « effets secondaires » possibles (Figure 12.2).

En cas de succès, solution définitive ne nécessitant ni entretien ni surveillance.

9 TECHNIQUES POUVANT ETRE ASSOCIEES

Ancrages, filet plaqué, emballotage par grillage ou câble.
Soutènement.

Eviter de réaliser un reprofilage mettant en jeu des volumes importants à l'amont d'ouvrages déjà réalisés, tels que merlons, écrans souples ou rigides: ces parades ne sont en principe pas dimensionnées pour de tels événements, et risquent d'être endommagées au cours de l'opération.

10 ELEMENTS DE COUT

Très variable, très dépendant des caractéristiques du site.

Minage : environ 100 à 500 F / m³ selon la difficulté du minage (forages, plan de tir)

Terrassement rocheux : 50 à 250 F / m³ (manuel, avec engin..)

11 EXEMPLES

Bramans (73), RN 6, Juillet 1991

Sautage à l'explosif d'un éperon instable et de gros blocs isolés.

12 BIBLIOGRAPHIE-REFERENCES

Franklin J.A.; Dusseault M.B. : *Rock Engineering, Chapter 14*, McGraw-Hill Publishing Company, 1989

Mines et Carrières, n° spécial supplément à octobre 91, volume 73 : Les techniques de Tirs : conception, applications, nuisances, monographies.

GEF, pages 235

Rivet pages 168-174

DRM fiche 1.2.1.1

Quelques schémas type de soutènement

Figure 13.1. Contrefort en maçonnerie



Figure 13.2. Contrefort en béton armé ancré

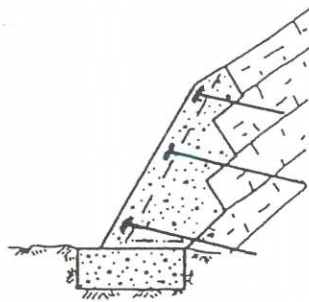


Figure 13.3. Buton

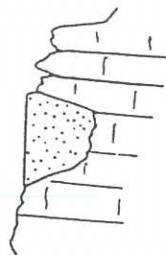
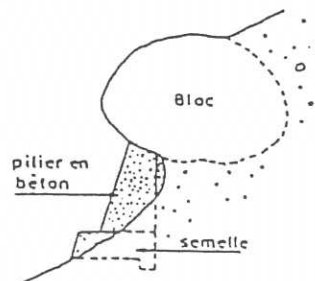


Figure 13.4. Pilier



FICHE 13 SOUTÈNEMENT

1 CLASSIFICATION

Parade active ; stabilisation-confortement.

2 BUT

Soutenir en place une masse instable bien délimitée,

- en falaise, surplomb, écaille, dièdre, banc à pendage aval ayant perdu sa butée ;
- gros bloc isolé dans une matrice meuble, qui se déchausse par érosion.

3 PRINCIPE

Caler la masse instable par un élément de maçonnerie ou de béton, qui comble en général le vide laissé par le matériau manquant (érodé, éboulé..)

- **travaille essentiellement en compression**
- + protège contre la poursuite de l'érosion régressive

4 DESCRIPTION

Ouvrages massifs le plus souvent en béton, armé ou non, en maçonnerie, parfois en structure métallique ; l'intérêt du béton est son bon comportement en compression.

- Contrefort : épouse la géométrie de la falaise sur laquelle il s'appuie ; peut s'élever jusqu'à plus de 10 mètres de hauteur, éventuellement par palier ; drainage à l'arrière (colonnes de géotextile entre le rocher et le béton, barbacanes..) ; prend appui au pied de la falaise, ou il nécessite une emprise de fondation suffisante, ou sur un dispositif de fondation pendu
- Buton : plus localisé, encastré dans la falaise pour bloquer un surplomb ; généralement non ferrailé.
- Pilier : circulaire ou parallélépipédique, peut ne pas être adossé au massif ; peut nécessiter des fondations profondes ; moins couramment utilisé, sauf en cas de sous-cavage profond ; faible extension linéaire.
- Console métallique : plus économique, plus facile à mettre en œuvre : utilisé en hauteur, dans des zones difficiles d'accès ; par contre reprend des efforts moindres : utilisé pour soutenir des compartiments rocheux « sains » mis en surplomb ; installé également de façon provisoire, dans le cadre de réalisations plus conséquentes.

Ouvrages qui reprennent essentiellement des efforts de compression: la plupart du temps associés à un dispositif d'ancrages, qui reprend les autres composantes des efforts : ancrage des masses rocheuses indépendamment des soutènements (→ fiche 14), ou avec reprise des éléments béton.



Figure 13.5. Contrefort béton armé ancré de la ligne SNCF Culoz-Modane, niveau de La Praz (Maurienne)

5 DOMAINE D'UTILISATION-PERFORMANCES-LIMITES-CONTRAINTES

Domaine : voir § 2, +renforcement de murs de soutènement.

Valable surtout pour des désordres ponctuels.

Efficacité : bonne à court et moyen terme, plus aléatoire à long terme dans le cas des piliers non adossés au massif (phénomènes d'érosion, responsables des désordres, non enrayés) ;

Contribue à la stabilité d'ensemble du massif.

Limites :

- économique : le coût augmente considérablement avec la hauteur de contrefort à monter pour atteindre la masse dangereuse ;
- mécanique : supporte des efforts verticaux mais résiste mal à des efforts horizontaux, à moins d'être ancré ;
- esthétique : très visible dans le paysage (ouvrages béton massifs) : possibilité d'ajouter des colorants au béton et du relief par coffrages architecturés.

6 CONCEPTION

S'adresser à un spécialiste de mécanique des roches, ou d'ouvrages d'art pour certaines réalisations de grande ampleur

Etudes des propriétés mécaniques et structurales du massif

Etude de qualité des terrains devant recevoir les fondations

Attention : un contrefort ne fonctionne pas comme un mur de soutènement : dimensionnement radicalement différent

- évaluer le volume instable, déterminer les mécanismes d'instabilité (glissement plan, dièdre)
- tenir compte des efforts qui peuvent être repris en compression par le contrefort, et calculer le boulonnage nécessaire pour reprendre les efforts tangentiels, en fonction du facteur de sécurité souhaité.

Géométrie des contreforts très dépendante de la configuration du site, en particulier de la place disponible en pied → impose une adaptation du dispositif de boulonnage en conséquence.

7 MISE EN ŒUVRE

Assurée par une entreprise de maçonnerie - génie civil, entreprise spécialisée si les masses à conforter sont difficiles d'accès (paroi)

Problèmes de sécurité du personnel : purges préalables, filets de protection provisoires

Interruption temporaire des activités sous la zone des travaux (circulation, trafic SNCF)

Sujétions liées aux ancrages : voir fiche 15

8 PERENNITE-MAINTENANCE-CONTRÔLE

Pérennité en principe très bonne en l'absence de nouveaux désordres aux alentours de l'ouvrage.

Maintenance : déboucher les barbacanes.

Surveillance visuelle : fissuration, gonflement, déchaussement de la fondation, venues d'eau, évolution de l'érosion au voisinage..



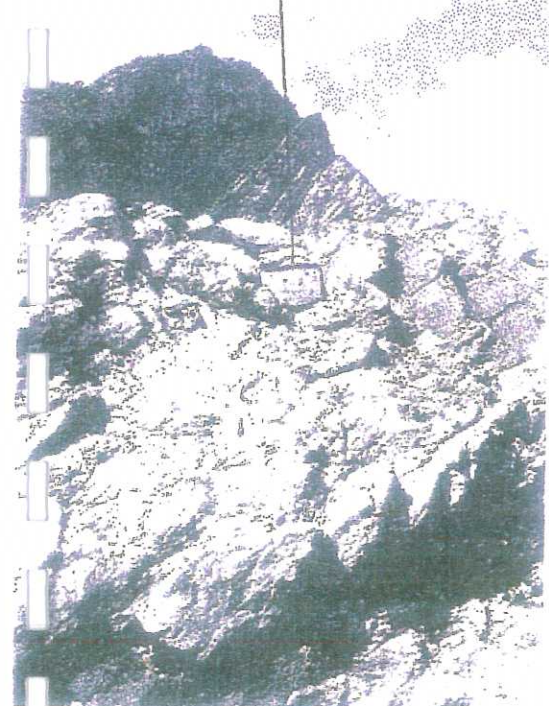
Ecaille à conforter

Photo 13.7



Photo 13.6

Contrefort terminé



Amenée des matériaux par hélicoptère, sur une plateforme installée en paroi pour les travaux

Photo 13.9



Photo 13.8

Contrefort béton armé ancré du Pas du Roc (Maurienne), Août 96

9 TECHNIQUES POUVANT ETRE ASSOCIEES

Ancrages, presque systématiquement ;
Emmaillotage de masses instables (filets, câbles) ;
Lutte contre l'érosion : drainage, béton projeté.

10 ELEMENTS DE COUT

Travaux préparatoires ;
Béton ≈ 1800 F/m³, y compris coffrage et armatures (prix majorés si livraison hélicoptée ou minorés si livraison directe par pompe) ;
Ancrages en sus (fiche 14).

11 EXEMPLES

Deux exemples sont illustrés ici ; ce sont deux contreforts en béton armé ancré, mais leur ampleur est bien différente:

Sur la ligne SNCF Culoz-Modane, au niveau de La Praz (Maurienne), contrefort « en escaliers », qui vient soutenir une masse surplombante, située une quarantaine de mètres au dessus de voie : le contrefort fait donc 40 mètres de haut ! (photo 13.5)

Sur l'A 43, au verrou du Pas du Roc (Maurienne), été 1996 : un contrefort vient également soutenir une écaille (photo 13.6), à une cinquantaine de mètres de hauteur ; mais ici seuls 50 m³ de béton ont été coulés : le contrefort est « perché » (photo 13.8)

Travaux réalisés à partir d'une plateforme (photo 13.9), matériaux hélicoptés (photos 13.7)

Coût total du chantier 1,2 MF, dont la moitié pour le contrefort (le reste pour les purges, ancres, filets plaqués complémentaires), avec 48 000 F pour la plateforme.

Durée 3 mois.

12 BIBLIOGRAPHIE-REFERENCES

GEF p 63,65,69,71,73

Rivet Fiche 32

DRM Fiche 1.2.2.1

Règles BAEL pour le ferrailage des ouvrages en béton

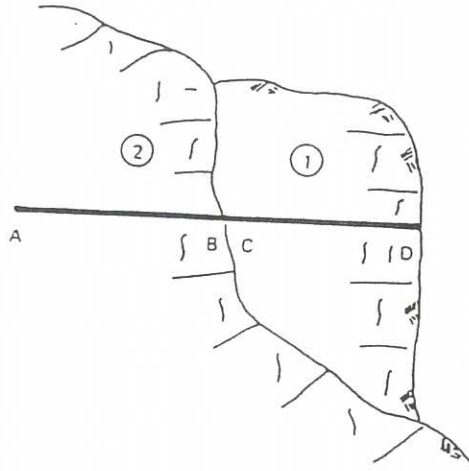


Figure 14.1. Schéma de principe d'un ancrage passif : scellement entre A et D [GEF]

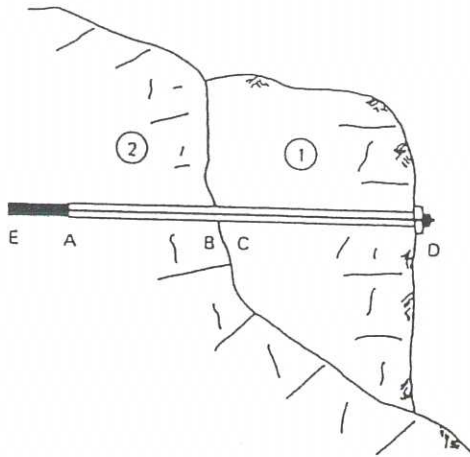


Figure 14.2. Schéma de principe d'un ancrage actif : scellement entre E et A, et mise en tension [GEF]

FICHE 17 VEGETALISATION

1 CLASSIFICATION

Parade active; limitation d'érosion.

2 BUT

Limiter l'érosion superficielle, liée au gel-dégel et aux eaux de ruissellement, qui déchausse les pierres ou blocs des talus à matrice meuble et / ou provoque des coulées boueuses lors de fortes précipitations.

Par ailleurs, améliorer l'esthétique de la zone à protéger.

3 PRINCIPE

(Ré)installer un couvert végétal sur une pente mise à nu par l'érosion ou par des travaux (terrassement) : par son emprise au sol (racines, couvert aérien), il limite le départ de pierres du talus.

Pour assurer la prise de la végétation (semis et / ou plantation de ligneux), des protections sont installées en parallèle, pour fixer les terrains.

4 DESCRIPTION

Dans un premier temps, assurer le nettoyage du talus (purge légère, débroussaillage, éventuellement reprofilage de la pente), et maîtriser les écoulements d'eau superficiels vers des exutoires).

Pour maintenir en place le semis et éviter l'arrachement des jeunes pousses les 2 ou 3 premières années, des protections sont la plupart du temps posées au préalable :

- grillage (très courant, figure 17.1) : pendu, ou plaqué sur le talus en fonction des risques et délais de départ d'éléments ; les ancrages, en tête de talus et dans la pente, peuvent être des fers à béton ou des barres d'acier (voir fiches 6 et 16)
- toile de jute (offre un support d'enracinement supplémentaire)
- géotextiles ou autres armatures qui peuvent servir à renforcer le sol en cas de glissement (superficiel)

Pour assurer à la jeune végétation de meilleures chances de prise, les semis sont en général associés à différents produits d'accompagnement :

- paille, écorce, cellulose, toile de jute, nappe géotextile, pour les protéger et offrir un support aux racines
- résine, émulsion de bitume, gomme pour faciliter leur fixation
- engrais, terre végétale

La projection du semis peut se faire manuellement (semis simple), ou par des canons (projection d'un mélange paille-bitume-eau-cellulose avec le semis : semis hydraulique).



Photo 17.3. Banquettes récentes sur un talus très érodable, Nantua, RN 84



Photo 17.4. Talus végétalisé avec grillage pendu, RN 90, entre Moutiers et Aime (Tarentaise)

Le semis (végétation herbacée), peut être complété par des plantations d'arbustes, plantés de préférence après la pose du grillage, au travers des mailles, pour éviter toute destruction des plants lors du déroulement du grillage ; en forte pente, on réalise de petites terrasses et on garantit un passage aérien de l'arbuste à travers les mailles du grillage (Figure 17.2)

Technique complémentaire, sur des pentes plus fortes : fascines, banquettes ou râteliers = série de barrières ancrées dans le terrain, de faible hauteur (30-80 cm), disposées suivant les courbes de niveau ; les petites terrasses ainsi formées sont garnies de terre végétale, et plantées d'espèces herbacées ou arbustives.

- Banquettes : barrières soit grillagées, soit en éléments de béton préfabriqués, soit en toile synthétique,
- Fascines : entièrement végétales (fagots de branchages soutenus par des piquets en bois), solution économique, surtout utilisée par le RTM;.

Sert à la fois à :

- limiter le ruissellement et le décapage du versant tant que la végétation n'est pas installée,
- soutenir mécaniquement l'atterrissement créé à l'amont : « palier de pousse » subhorizontal, sur lequel on peut ramener de la terre végétale.

5 DOMAINE D'UTILISATION-PERFORMANCES-LIMITES-CONTRAINTES

Type de parade adapté sur des talus à matrice meuble : alluvions à blocs, moraines, éboulis rocheux, terrains pouvant conduire à des altérations en boule (terrains de couverture de certains grès ou granites).

Utilisé :

- pour la stabilisation de talus, dans un but de protection contre les chutes de pierres
- pour la protection contre l'érosion (talus raides, pistes de ski..)
- pour l'intégration dans le paysage des ouvrages de génie civil (tranchées, terrassement routier, merlons..)

Efficacité :

- en général bonne à très bonne, quand la végétation a pris, contre des départ de pierres de petite dimension (de l'ordre du dm³), sur des talus n'excédant pas une pente de 1/1
- d'autant plus marquée que l'intervention a été précoce, avant le déclenchement du phénomène d'érosion (immédiatement après la création du talus s'il s'agit d'un terrassement)
- dépend également beaucoup de la qualité du suivi les première années (voir §8).

Limites :

- délai : l'action de protection réelle n'est assurée qu'au bout de 2 à 3 ans
- pente: prise de la végétation difficile au-delà de 40-50°
- présence d'un minimum de terre végétale (même s'il est possible d'en rajouter en gaminant des banquettes)
- emplacement du site:
 - altitude (problématique au-delà de 2000 m)
 - période d'enneigement
 - exposition: ensoleillement, humidité, température
 - pluviométrie
- agressivité du site: des chutes de blocs fréquentes venues d'une zone supérieure détruiront le dispositif avant que la végétation ne soit suffisamment implantée

- la création de corniches en tête de talus, par érosion régressive, peut être un frein important au dispositif : chutes de blocs et de terre qui arrachent la végétation, le grillage, les banquettes
- ne protège pas contre un mouvement d'ensemble, mais seulement contre des départs et glissements superficiels.

L'aspect esthétique d'un talus est enfin largement amélioré par la végétation, sous certaines conditions (espèces locales, mélanger les espèces pour donner un aspect naturel, ne pas aligner les rangées d'arbustes..); le grillage, les banquettes, sont en général cachés au bout de quelques années.

6 CONCEPTION

Etude de stabilité de talus (stabilité d'ensemble, et stabilité des blocs rocheux)

- déterminer les zones sensibles à purger
- dimensionner le grillage.

Etude hydrogéologique → maîtriser les écoulements superficiels, mettre en place si besoin un système de drainage et d'évacuation des eaux de ruissellement.

Etude pédologique et écologique, réalisée par un bureau d'étude spécialisé → déterminer les espèces végétales les plus adaptées (prépondérant pour la réussite de la parade), ainsi que la technique de semis à employer

Tenir compte de l'expérience locale des entreprises (connaissance de la région, de la végétation environnante) évite souvent des phases de tâtonnement et d'interventions successives.

7 MISE EN ŒUVRE

Nettoyage du talus(souches, produits ligneux) ; purge des blocs les plus déchaussés.

Réalisation des banquettes/fascines:

- suivant l'accessibilité et la nature du terrain, à la main ou avec un petit engin (marteau-piqueur, perceuse, nécessitant un compresseur ou un groupe électrogène ; pour les accès très problématiques, marteau-piqueur à moteur incorporé)
- distance entre deux banquettes successives dépendante de la pente, avec une valeur moyenne de 2.50 m en dénivelée, qui peut être portée à 3m dans les pentes faibles (30 à 40%)
- **impératif de réaliser le dispositif à partir du bas, en démarrant d'une zone stable.**

Pose du grillage : confiée à une entreprise spécialisée (travaux acrobatiques, voir fiches 6 et 16) ; les ancrages doivent être suffisamment reculés en tête de talus pour diminuer les risques d'évolution régressive.

Ensemencement : manuel ou par projection au canon, il est confié à une entreprise spécialisée, qui définira les engrais à apporter et assurera la surveillance (peut être également qualifiée pour les travaux acrobatiques).

Remarque : le semis hydraulique nécessite des volumes d'eau importants.

Attention: éviter les plantations en période de sécheresse estivale ; le guide technique du SETRA recommande les périodes suivantes :

	REGIONS MEDITERRANEENNES	REGIONS SUB MEDITERRANEENNES	REGIONS SEPTENTRIONALES
PRINTEMPS	15 février au 15 mars (mais préférer l'automne)	15 février au 20 mars	1 ^{er} mars au 30 avril
AUTOMNE	15 septembre au 30 octobre (localement jusqu'au 15 novembre)	15 septembre au 20 octobre	1 ^{er} septembre au 1 ^{er} octobre

8 PERENNITE-MAINTENANCE-CONTRÔLE

La qualité du suivi les 2 ou 3 premières années augmente considérablement les chances de réussite de la végétalisation : fauchage, fertilisation, semis / plantations complémentaires dans les zones clairsemées, contrôle / entretien des mailles et ancrages du grillage, réparation des banquettes endommagées.

Si la végétation refuse de prendre de façon évidente, reprendre rapidement le dispositif : essais avec de nouvelles espèces, ou changement de parade si les caractéristiques du terrain s'avèrent vraiment trop pauvres.

Passé ce délai, la végétation s'entretient par elle-même, s'enrichit et se stabilise (stabilité assurée sans l'aide du grillage; les besoins en maintenance deviennent pratiquement nuls.

Surveiller particulièrement les têtes de talus, où se forment facilement des corniches; des techniques spéciales pourront si nécessaire être mises en place: banquettes supplémentaires, protection par géotextiles.

9 TECHNIQUES POUVANT ETRE ASSOCIEES

Purge manuelle avant pose du grillage

Ecran (rigide) en pied de talus,

Défecteur sur les portion de talus trop rocailleuses,

Ancrages passifs,

Ecran en tête de talus pour contenir des chutes de blocs venus de zones supérieures,

Etc.. ; beaucoup de technique peuvent être associées, à condition qu'elles soient réalisées avant la projection du semis.

En revanche, les purges à l'explosif, le béton projeté, sont incompatibles avec la végétalisation.

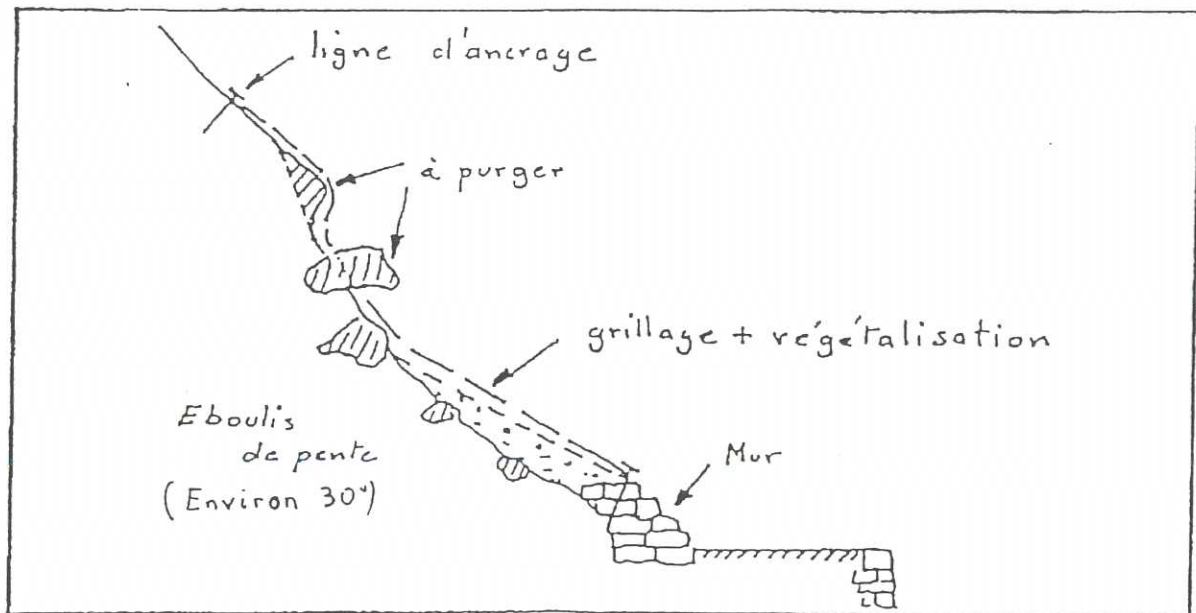


Figure 17.5. Exemple de végétalisation au col de la Cavolle, RD 902, 1992

10 ELEMENTS DE COUT

Purge manuelle : 3000-4000 F / jour / équipe de 2 personnes (voir fiche 11)

Pose du grillage, ancrages : $\approx 60 \text{ F} / \text{m}^2 + 350-400 \text{ F} / \text{ml}$ d'ancrage au rocher, 1600 F / pieux exposé (voir fiches 6, 14, 16)

Semis simple : $0,9 \text{ F} / \text{m}^2$

Semis paillage : $2,5 \text{ F} / \text{m}^2$

Semis simple + toile de jute : $14 \text{ F} / \text{m}^2$

Semis hydraulique : $4-5 \text{ F} / \text{m}^2$

Paille-Bitume : $4-5 \text{ F} / \text{m}^2$

11 EXEMPLES

Banquettes et fascines (très utilisés, surtout par le R.T.M., dans les années 70) sont de moins en moins employés ; même l'entretien des aménagements existants est souvent oublié.

Col de la Cayolle (04), RD 902, 1992

Le but est de stabiliser les versants raides des talus ($40-50^\circ$), soumis à des chutes de pierres et coulées boueuses, dans le cadre de la restauration de l'itinéraire routier du col de la Cayolle.

Les formations (éboulis et moraines sur un substratum de calcaires argileux), sont sensibles à la gélifraction et à l'érosion différentielle ; la fracturation (à grande et petite échelle) favorise la pénétration des eaux de ruissellement et une forte altération superficielle.

Technique retenue : purge des éléments les plus instables, pose d'un grillage et revégétalisation rapide :

- ancrage en tête et sur toute sa périphérie d'une couverture grillagée double torsion, maille 100×80 ou 100×120 en fil 3 mm
- sur certains profil, mur type cyclopéen en pied de versant pour conserver la pente générale du talus
- projection hydraulique du semis (la forte déclivité ne permet pas le semis simple), réalisée en deux phases séparées de plusieurs mois pour optimiser la réussite ; le choix des végétaux (mélange d'espèces sauvages et d'espèces cultivées), a été établi pour résister aux contraintes du milieu (déclivité, enneigement, gel)
- les plantations (jeunes plans forestiers, au plus âgés d'une année), sont réalisées avant la pose du grillage.

Coût : végétalisation par semis facturée $10 \text{ F HT} / \text{m}^2$, plantations $45 \text{ F HT} / \text{m}^2$

12 BIBLIOGRAPHIE-REFERENCES

SETRA/Division Nature et Paysage du Ministère de l'Environnement, Mars 1994 : La Végétalisation, Outil d'Aménagement : guide technique disponible au SETRA, référence B9418

GEF pages 25 à 44

Rivet fiches 27 et 28

DRM fiches 4.2.3.2 et 4.2.3.3

FICHE 18 DRAINAGE DE SURFACE

1 CLASSIFICATION

Parade active ; drainage

2 BUT

Limiter le ruissellement et les infiltrations d'eau dans le massif :

- réduire l'érosion superficielle
- éviter l'éclatement de la roche sous l'effet du gel
- limiter les pressions interstitielles.

3 PRINCIPE

Collecter les venues d'eau le plus tôt possible :

- à l'amont en crête de massif
- au niveau des exutoires à la surface du massif.

Diriger et évacuer les eaux collectées en dehors de la zone sensible.

4 DESCRIPTION

En crête de talus, ou même plus à l'amont :

- récupération des eaux superficielles dans des tranchées/rigoles (Figures 18.1 et 18.2), perpendiculaires à la pente, creusées sur 30-50 cm de profondeur, avec une pente régulière pour éviter les stagnations d'eau :
 - pavées d'argile, bétonnées
 - en éléments de chenaux préfabriqués (plastiques, métalliques, béton..)
 - équipés de matériaux filtrants et drainant (géotextiles)
- boucher les fissures ouvertes pour éviter les infiltrations : utiliser un matériau étanche mais « souple » (argile, membrane plastique) ; l'eau doit, si elle a pu s'infiltrer, pouvoir ressortir (sinon risque de mise en pression !) : ne jamais boucher par du béton.

Dans la pente :

- pour des talus meuble, roche tendre ou altérée : drains parallèles à la pente, dans une tranchée
 - peu profonds (50-100cm), surtout pour prévenir l'effet du gel
 - plus profonds pour mettre hors d'eau des surfaces de glissement
- en paroi : système permettant de capter les eaux dès leur exutoire, et de les canaliser au mieux
 - rigole de béton , faiblement pentée, coulée sur le rocher en utilisant les reliefs favorables (vires, fissures)

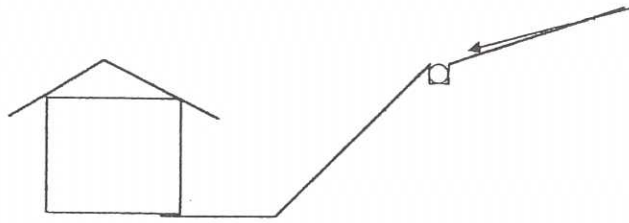


Figure 18.1. Rigole en tête de talus, vue en coupe

Rigole en crête
de talus, selon
une pente
régulière

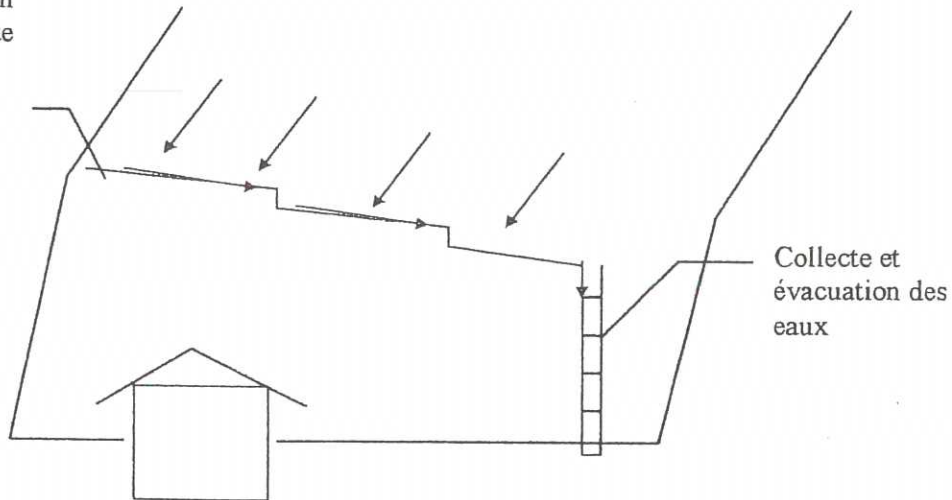


Figure 18.2. Rigole en tête de talus, vue en élévation

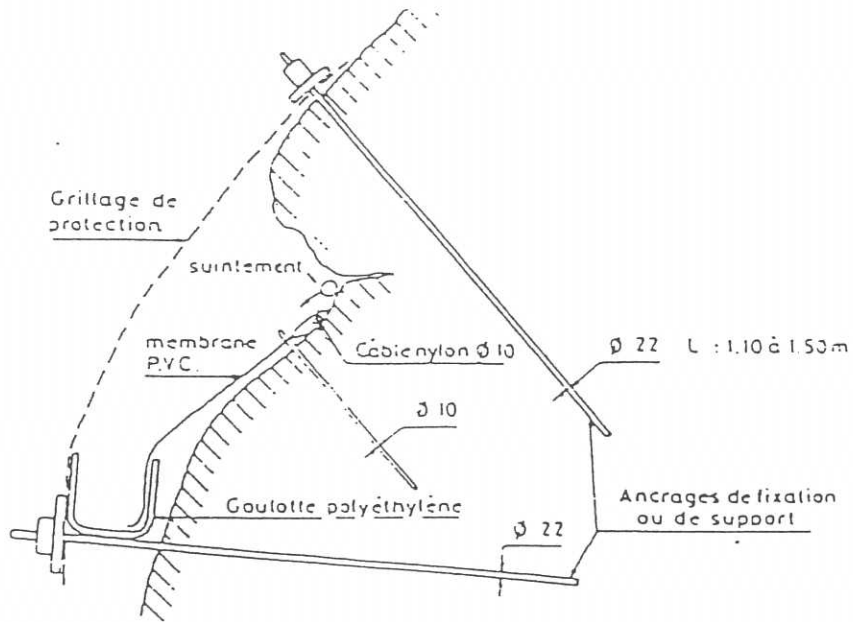


Figure 18.3. Exemple de dispositif de collecte en paroi mis en place dans la descente des Egratz, 74 (document DRM)

- gouttière PVC , avec le moins de raccords possibles, fixée en paroi par des moyens adaptés (support, ancrage)

Cas de venue d'eau diffuse : peut être canalisée vers la rigole/gouttière avec une membrane étanche plaquée au rocher (Figure 18.3).

5 DOMAINE D'UTILISATION-PERFORMANCES-LIMITES-CONTRAINTES

Efficacité variable suivant les conditions

- hydrogéologiques : ruissellement individualisé à l'amont, émergences ponctuelles ou linéaires en paroi
- topographiques : possibilité d'acheminer par gravité les eaux captées hors du secteur sensible
- météorologiques : le gel, la neige, obstruent et endommagent le dispositif

En cas de succès, assèchement, au moins partiel, du rocher de surface : réduit considérablement les dégradations superficielles.

Très dépendant de l'entretien des systèmes de drainage.

Attention ! une rigole bouchée, une gouttière percée, déboîtée, provoque une concentration des eaux dans le terrain → **aggrave le problème qui devait être traité !**

6 CONCEPTION

Surtout basée sur l'observation du site ; arrivées d'eau, topographie.

Recours à un géotechnicien qui peut visualiser l'ensemble du système captage/drainage.

7 MISE EN ŒUVRE

Pour les tranchées en crête :

- en terrain meuble, utilisation conseillée d'une pelle, si l'accès le permet : pourra ensuite servir pour le curage
- en terrain rocheux, un brise-roche peut être nécessaire

Pour les gouttières, utiliser des matériaux non sensibles à la corrosion, au gel.

Problèmes d'accès en paroi fréquents : faire appel à une entreprise spécialisée (travaux acrobatiques/à grande hauteur).

8 PERENNITE-MAINTENANCE-CONTRÔLE

Pérennité aléatoire, qui dépend essentiellement de l'entretien :

- Curage régulier des rigoles pour éviter la formation de barrages (surtout après des épisodes de pluviométrie intense)
- Surveillance des systèmes collecteurs : réparation rapide nécessaire en cas de fuite (tuyaux percés, bouchés, éléments déboîtés)
- Contrôle souhaitable après les périodes de gel, particulièrement dommageables.

Photo 18.4. Système de collecte en paroi, descente des Egratz (74) RN 205



Attention ! L'entretien, pourtant indispensable, se heurte aux mêmes problèmes d'accès que pour la mise en œuvre.

9 TECHNIQUES POUVANT ETRE ASSOCIEES

Drainage profond

Toutes les techniques de confortement devraient systématiquement être associées à du drainage

10 ELEMENTS DE COUT

Tranchée

Matériaux

Intervention en falaise

11 EXEMPLES

Descente des Egratz (74) RN 205

Dans le versant surmontant la route, l'eau ruisselle et suinte à plusieurs niveaux, entraînant des chutes de pierres et, en hiver, la formation de cascades de glace dommageables pour les grillages pendus. Un système de drainage superficiel, schématisé sur la figure 18.3, a été installé pour récupérer ces eaux (photo 18.4): membranes en PVC souple plaquées au rocher, goulotte sub-horizontale et collecteur vertical qui évacue les eaux le long de la chaussée.

12 BIBLIOGRAPHIE-REFERENCES

[1] Franklin J.A., Dusseault M.B., 1989 : *Rock Engineering*, chapter 18, McGraw-Hill Publishing Company

[2] Hoek E., Bray J.W., 1981 : *Rock Slope Engineering. Revised Third Edition*, page 313 ; Institution of Mining and Metallurgy, London

DRM fiche 1.2.2.4

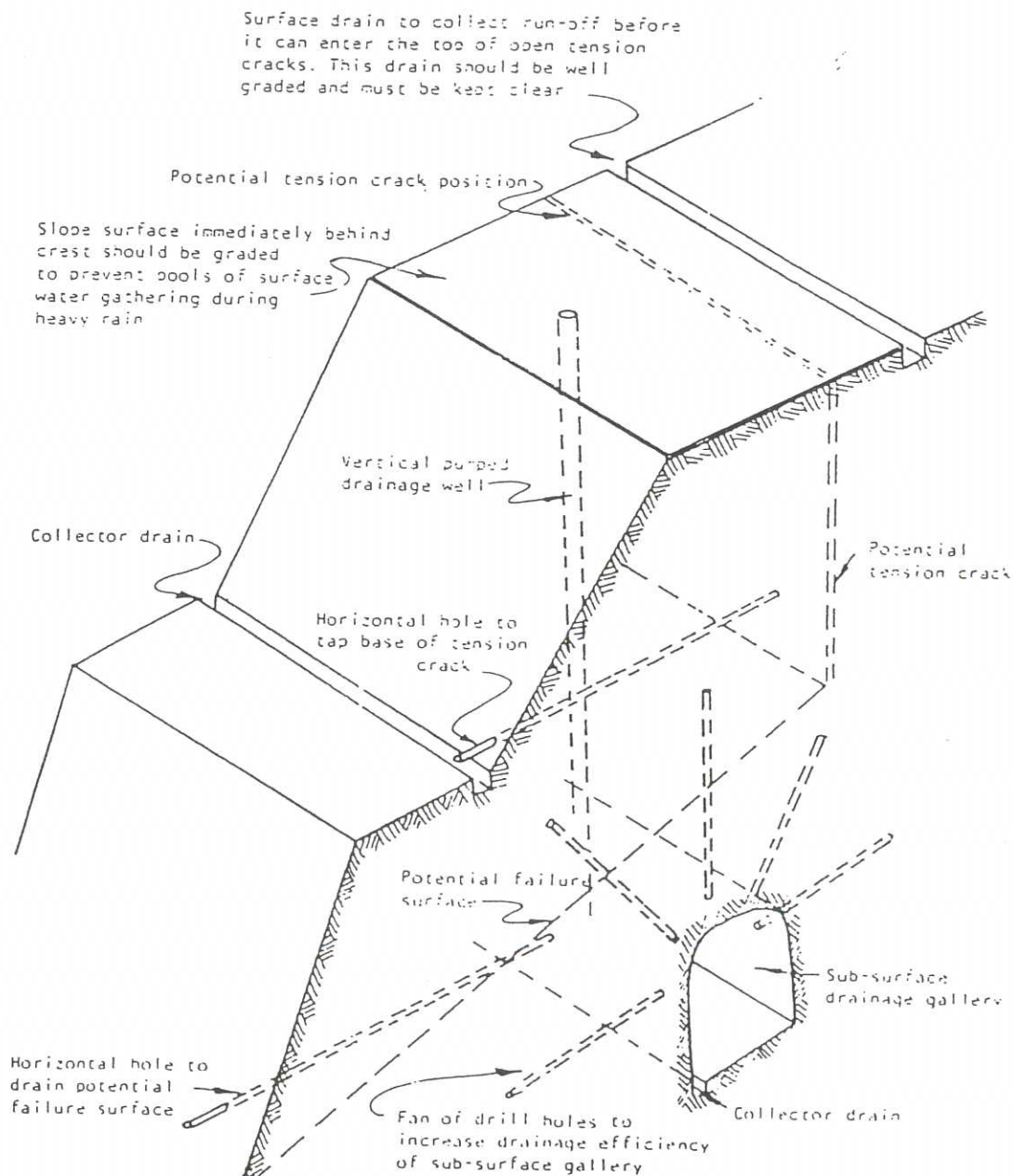


Figure 19.1. Schéma récapitulatif des différentes techniques (11)

FICHE 19 DRAINAGE PROFOND

1 CLASSIFICATION

Parade active ; drainage

2 BUT

Diminuer les pressions d'eau dans le massif, éviter la mise en charge de la nappe → améliorer les caractéristiques de résistance des discontinuités.

Abaisser le niveau de la nappe

- sous la zone sensible au gel
- sous les plans de glissement potentiels.

3 PRINCIPE

Capter les eaux en profondeur, permettre leur écoulement gravitaire dans des drains forés au rocher ; collecter ces eaux et les évacuer hors de la zone sensible.

Mise en place d'un réseau à un certain niveau pour éviter que la nappe ne le dépasse.

4 DESCRIPTION

Réseau de drains subhorizontaux : série de forages ascendants dans lesquels sont foncés des tubes crépinés

Longueur : de 1-2 cm (« barbacanes »), à 50-60 m, diamètre : de 2-3 à 10 cm

Pente suffisante (5-10° à 20°) pour assurer l'écoulement gravitaire et l'autocurage

Crépine (tube percé de trous sur son hémisphère supérieure) éventuellement protégée par un manchon de géotextile adapté pour éviter le colmatage (problème moins sensible au rocher qu'en terrain meuble).

Galerie drainante : très efficace, mais mise en œuvre lourde et très coûteuse → employé seulement dans des cas exceptionnels où les enjeux le nécessitent (gain de place en raidissant fortement une pente..)

Galerie forée perpendiculairement à la ligne de plus grande pente, avec une légère pente pour permettre l'écoulement gravitaire ; diamètre courant 2 à 4 m

Peut être complétée par une série de drains en éventail.

Drains/puits verticaux : forés depuis la crête du massif, employés en provisoire pour un rabattement de nappe car nécessitent un pompage continu (par exemple lors d'un retalutage important)

Peut être par la suite relié à un galerie drainante.

Dans tous les cas (sauf pompage), les eaux drainées doivent être récupérées à l'exutoire et évacuées hors de la zone sensible → voir fiche 18 pour les collecteurs



Photo 19.2. Site du Siaix, exutoires des drains profonds

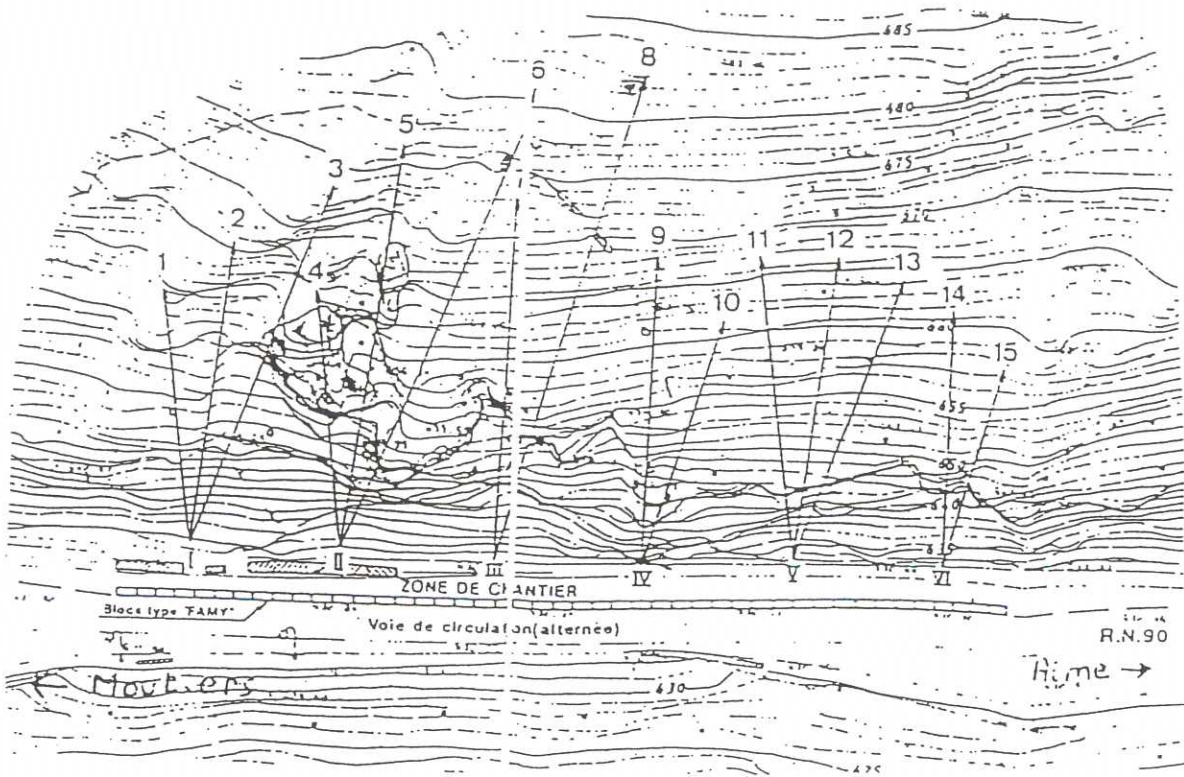
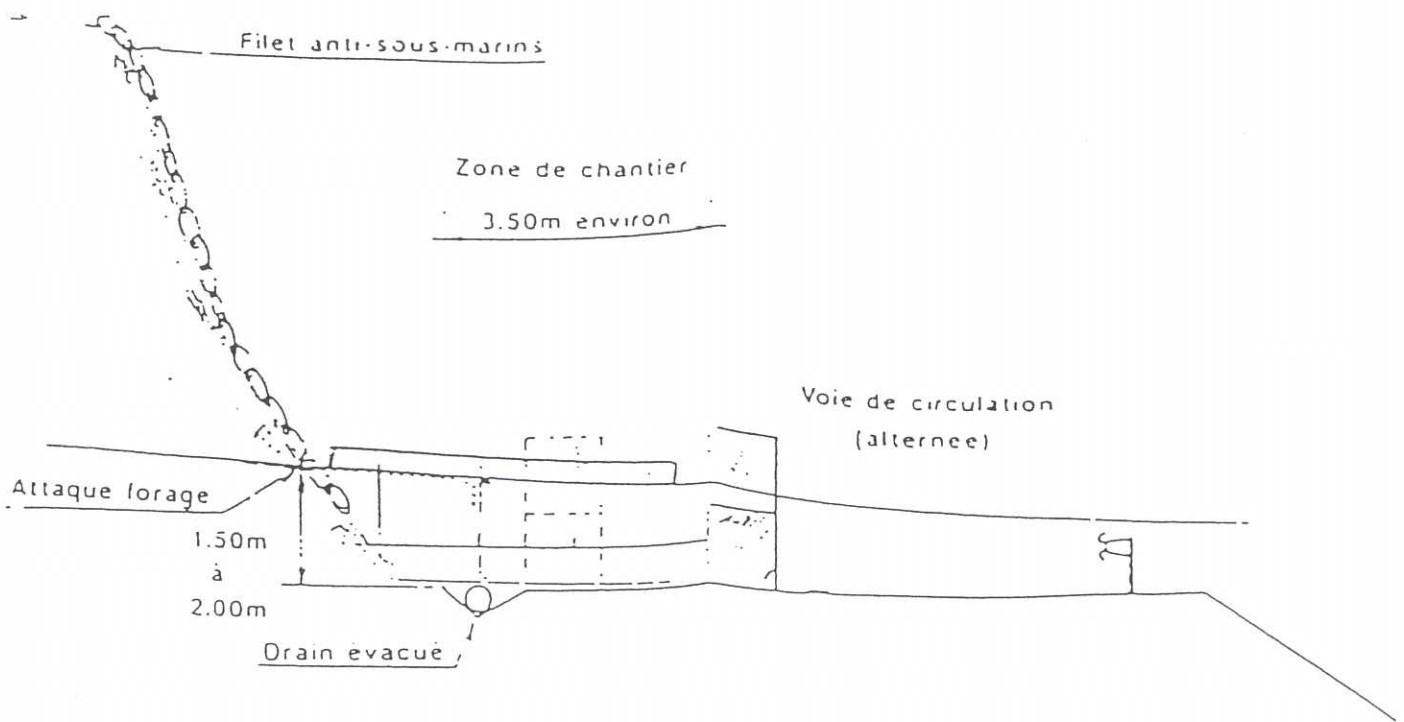


Figure 19.3. Site du Siaix : Plan d'implantation des drains

Figure 19.4. Site du Siaix, coupe type au droit des forages



- lavage, décolmatage (difficile)
- forage de nouveaux drains pour remplacer ceux qui sont hors d'usage (colmatés, percés)
- de l'exutoire : nettoyage/curage, réfection si nécessaire (surtout après les périodes de gel)
- des collecteurs : nettoyage/curage, remplacement des éléments endommagés (après les périodes de fortes intempéries)

9 TECHNIQUES POUVANT ETRE ASSOCIEES

Drainage des eaux superficielles
Techniques de stabilisation/confortement

10 ELEMENTS DE COUT

Machine de forage
Matériaux drainants
tube crépiné
géotextile

11 EXEMPLES

Site du Siaix, sur la RN 90, PR 61, entre Moûtier et Aime (73), mai 95

But : éviter que la nappe, qui se met en charge après de fortes pluies et engendre des déplacements du massif en direction de la route, ne dépasse un niveau donné ; pour cela, installation, à ce niveau, d'un réseau de drains profonds.

Description :

Forage de 15 drains, profonds de 20 à 50 m, pour une longueur totale de 483 m ;
Drains ascendants (inclinés de 15 à 17° sur l'horizontale), équipés de tubes PVC diamètre 75.5 mm, crépinés sur les 2/3 de leur circonférence ;
En tête, tubes scellés sur 1 m - 1.50 m, et équipés d'un coude PVC amovible qui plonge dans le caniveau du bord de chaussée.

Mise en œuvre :

Forage en fond de trou, avec air et mousse comme fluides de forage ;
Suivi de l'orientation des forages (inclinaison et azimuth) par un pendule ; puis vérification, une fois les forages terminés, par un appareil Eastman (photographie un pendule et une boussole situés dans l'axe de l'appareil).

Délai de 3 semaines, avec circulation alternée sur une voie pendant la durée des travaux.

Coût total (1995) 370 MF, dont 156 MF pour les forages proprement dits.

12 BIBLIOGRAPHIE-REFERENCES

- [1] Franklin J.A., Dusseault M.B., 1989 : *Rock Engineering , chapter 18*, McGraw-Hill Publishing Company
[2] Hoek E., Bray J.W., 1981 : *Rock Slope Engineering. Revised Third Edition, page 313* ; Institution of Mining and Metallurgy, London
DRM fiche 3.2.2.8