MINISTERE DE L'EQUIPEMENT, DES TRANSPORTS

ET DU TOURISME

Commune d'ORIVAL

PLAN D'EXPOSITION AUX RISQUES

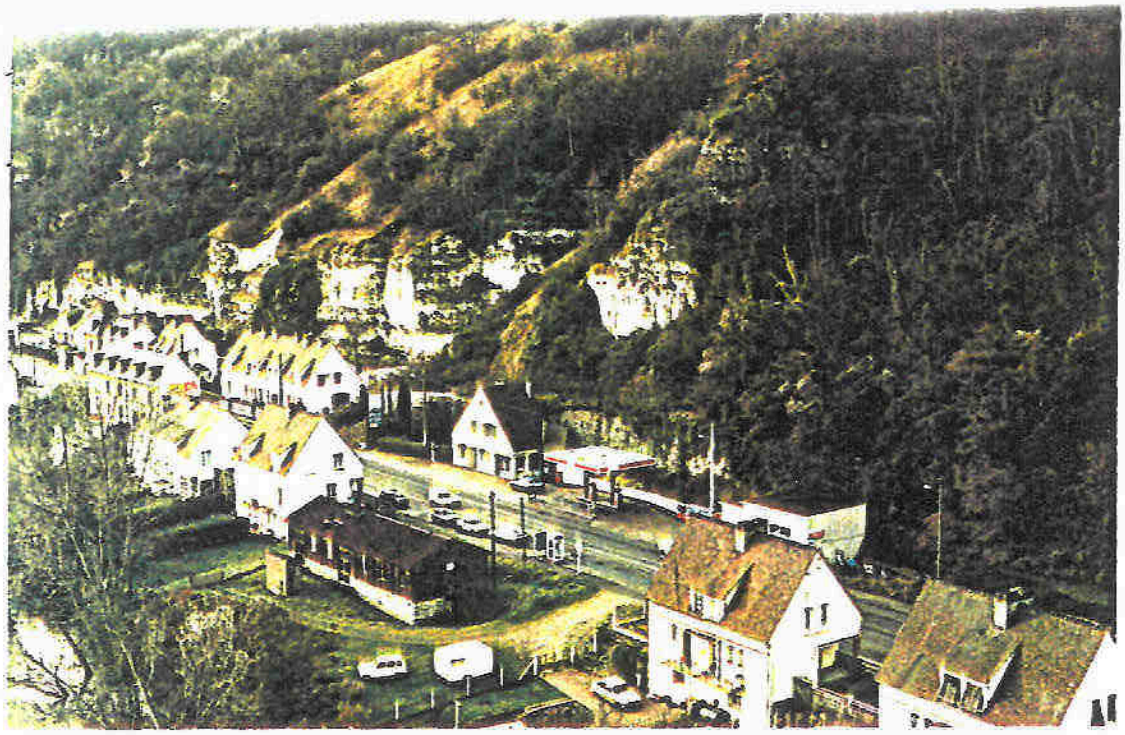
MESURES DE PREVENTION

09/93

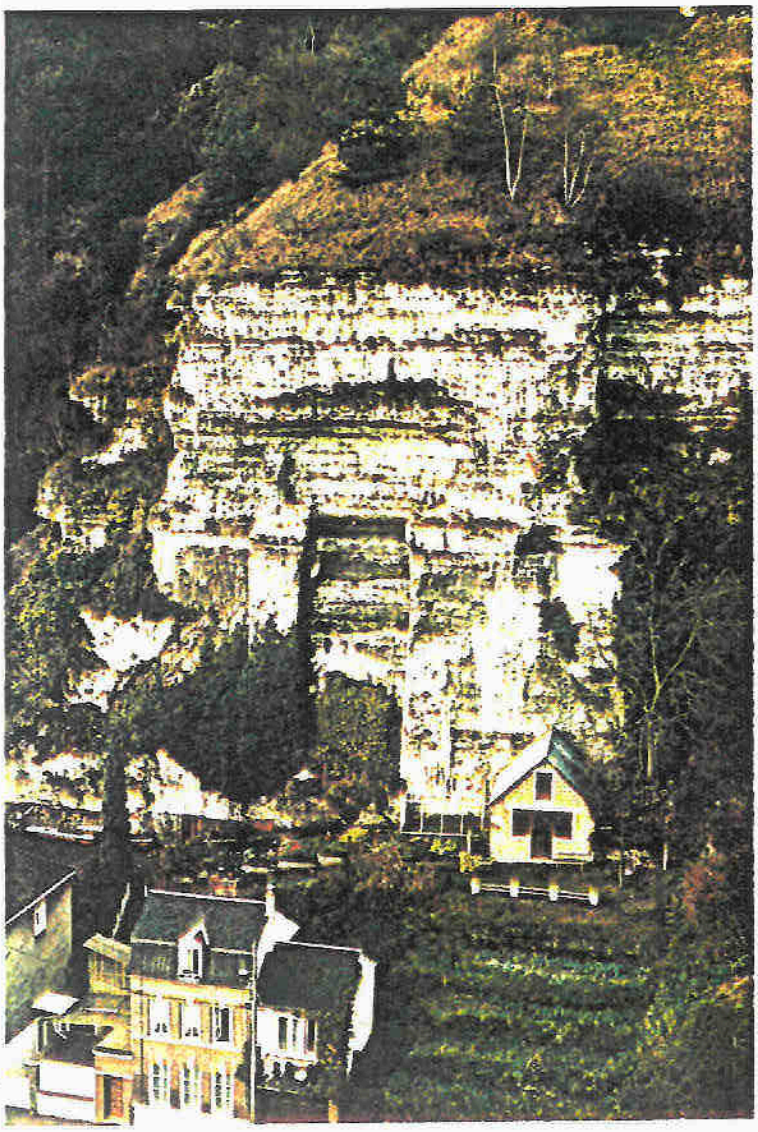
MESURES DE PREVENTION

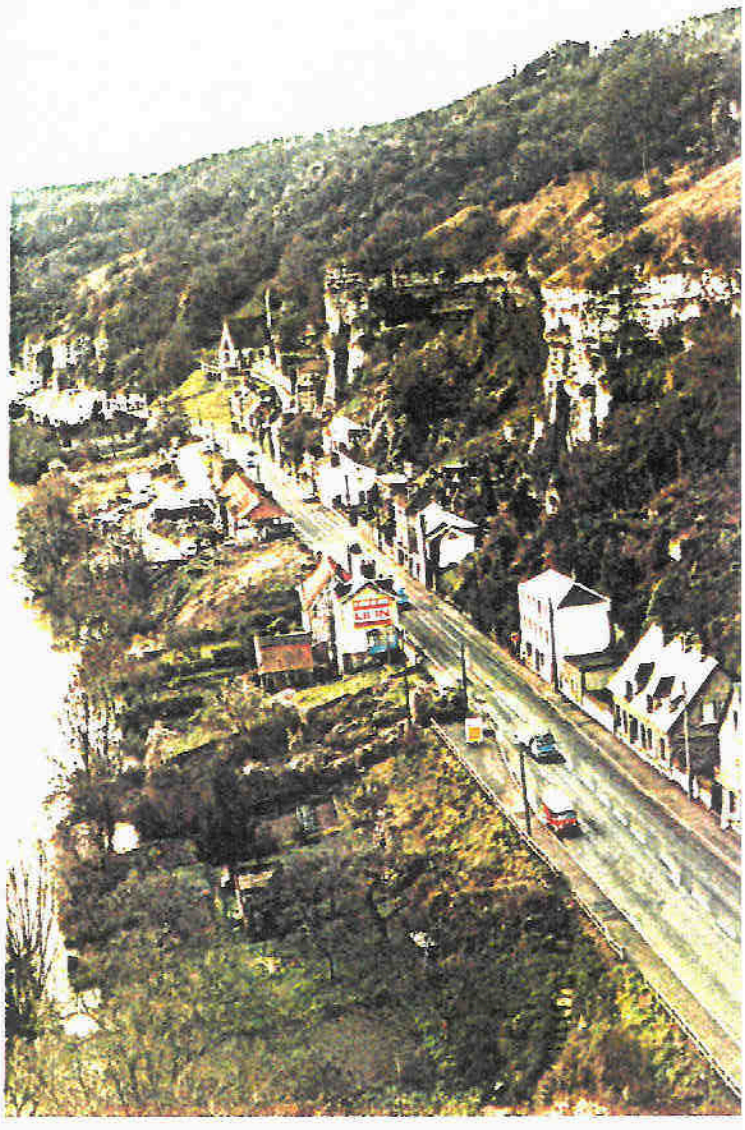
FICHES INFORMATIVES

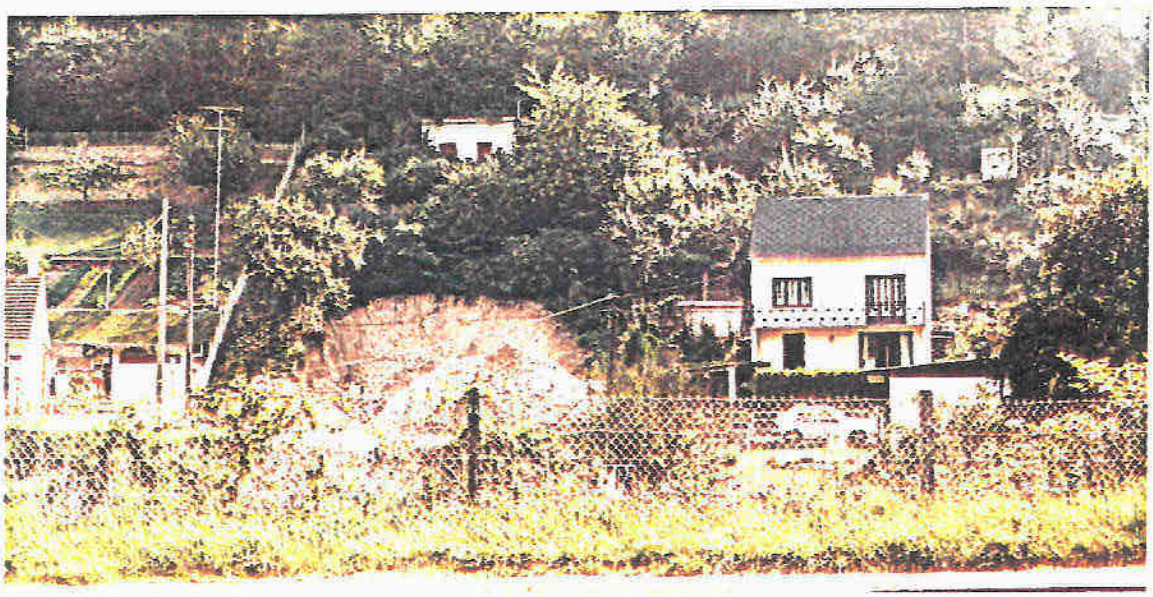
		Pages
I	CHUTES DE PIERRES OU DE BLOCS OU DE MASSES ROCHEUSES	5
II	GLISSEMENTS DE TERRAIN	20
III	CAVITES SOUTERRAINES	23
IV	EROSION RAVINEMENT	26
V	INONDATIONS	30
VI	RESEAUX PUBLICS	42



Risques liés aux éboulements de falaises







Risques liés à des glissements du terrain dans les cônes d'éboulis entaillés

FICHES INFORMATIVES

I

CHUTES DE PIERRES OU DE BLOCS OU DE MASSES ROCHEUSES

Généralités

Parades actives

A1	Revêtement artificiel
A2	Soutènement
A3	Ancrage
A4	Elimination

Parades passives

B1	Obstacles, écrans en bas de pente
B2	Obstacles sur pente : murs, chambres d'éboulis, couverture grillagée

Dispositions constructives

C1	Renforcement des façades exposées

Surveillance de zones instables

D1	Mire à vernier

Généralités

La complexité du problème des chutes de pierres, blocs et masses et le nombre de paramètres qui interviennent rendent indispensable une étude spécifique de chaque cas avant de décider du choix d'un dispositif de protection.

Cette étude spécifique s'articule de la manière suivante :

a) ETUDE GEOSTRUCTURALE DU SITE

Cette étude consiste à analyser les différents faciès géologiques en présence (craie fine tendre, craie noduleuse, présence ou non de silex) et à étudier leur structure et les discontinuités qui les affectent (stratifications, failles, diaclases, karsts...).

b) ETUDE GEOMECANIQUE

S'enchaînant naturellement à l'étude géostructurale, l'analyse géomécanique a pour but de caractériser le risque. Ses phases successives sont les suivantes :

- détermination des masses potentiellement instables (volumes et situations)

- détermination du support topographique

- analyse de la stabilité à partir des données géométriques, géomécaniques et cinématiques

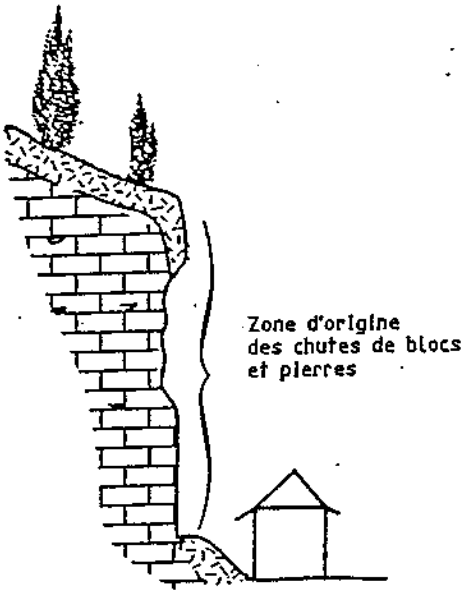
c) DEFINITION DES PARADES

C'est à ce troisième stade de l'étude spécifique que se fait le choix du type de parade et que l'on définit ses caractéristiques et son dimensionnement. Les parades sont regroupées eu deux grandes classes :

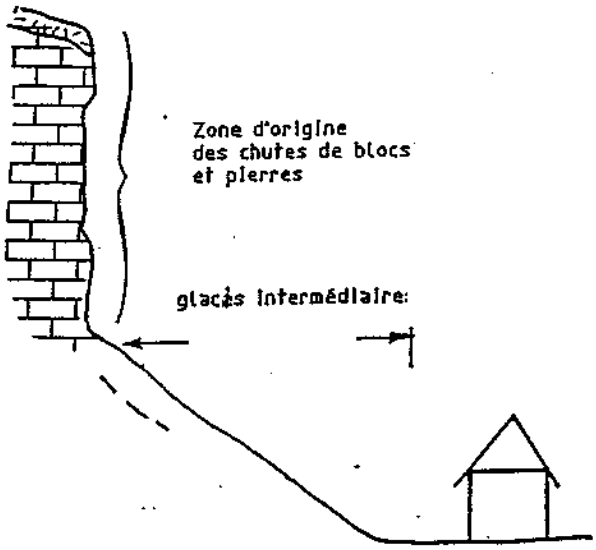
- classe A : PARADES ACTIVES : procédés visant à la stabilisation des pierres ou rochers et à la suppression des causes des chutes,

- classe B : PARADES PASSIVES : procédés visant au contrôle de la chute par mise en place d'écrans protecteurs et de dispositifs constructifs atténuant la vulnérabilité des bâtiments.

Ces deux grandes classes de parades sont adaptées aux deux types de situation représentés sur la figure ci-après.



A/ Les chutes de pierres proviennent de la falaise dominant directement une habitation ou une voie routière.



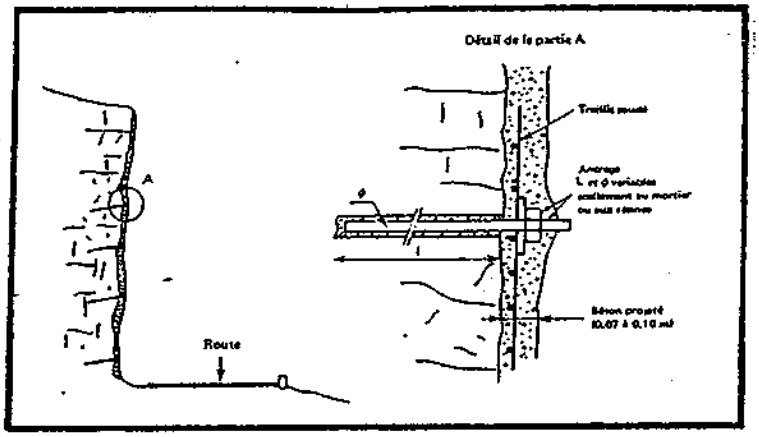
B/ Les chutes de pierres proviennent de la falaise située en amont et séparée des maisons ou d'une route par un glacis (cône d'éboulis plus ou moins pentu et boisé).

Types de zones origines des désordres

09 /93

PARADES ACTIVES

A1 - REVETEMENT ARTIFICIEL



Protection par revêtement de béton projeté

Ce procédé est intéressant pour le cas des roches fracturées et évolutives au gel. Le béton protège la paroi contre les évolutions. Pour la craie, il y a nécessité de projeter le béton sur un treillis soudé ancré. Son utilisation est possible dans les zones peu sensibles au niveau environnement, mais pas adaptée au cas des falaises classées.

Travaux types en Seine-Maritime : RN 31 DARNETAL, Rue Pasteur LE HAVRE

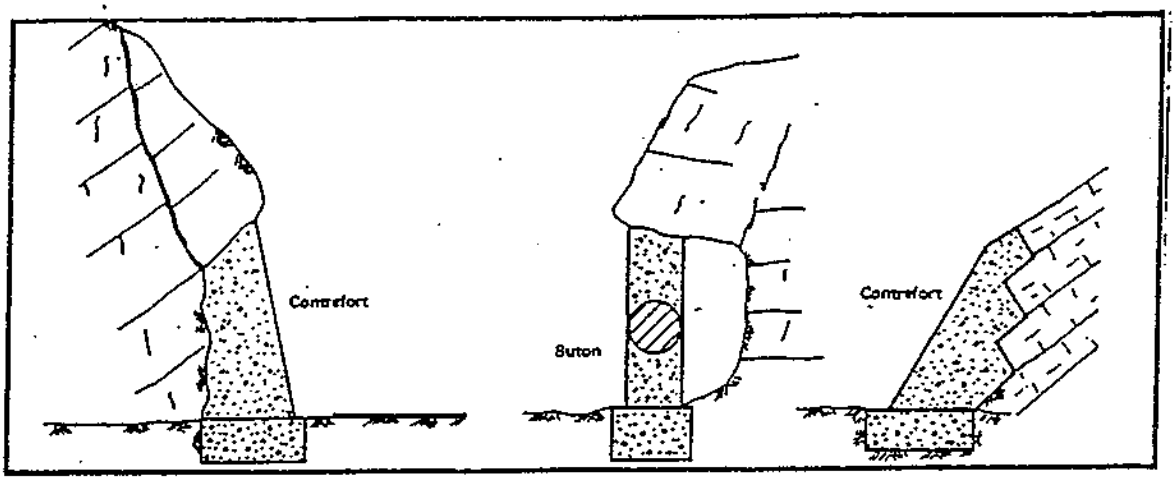
A2 - SOUTENEMENT

Le dimensionnement des ouvrages de soutènement nécessite la connaissance des sollicitations auxquelles ils doivent résister. Dans le cas de massif rocheux, les volumes mis en jeu sont souvent considérables. De ce fait, des études spécifiques détaillées prenant en compte les volumes des masses instables aussi exactes que possibles, ainsi que les mécanismes de rupture possibles, sont indispensables sous peine d'aboutir à des dimensionnements parfois incohérents.

Contrefort, buton

Ce procédé, recouvrant divers systèmes de soutènement, s'applique à des masses rocheuses de volumes plus ou moins importants dont la partie instable apparaît clairement délimitée. Il semble qu'il ait été assez largement utilisé autrefois ainsi qu'en témoignent divers ouvrages en maçonnerie encore en place mais soit moins utilisé actuellement au profit

de méthodes plus radicales (purges ou abattages contrôlés) qui peuvent s'avérer en fin de compte moins efficaces.



soutènements

Travaux types en SEINE-MARITIME :

- stabilisation par murs anciens ROCHE NOIRE DARNETAL,
- falaise BONSECOURS ROUEN.

A3 - ANCRAGES

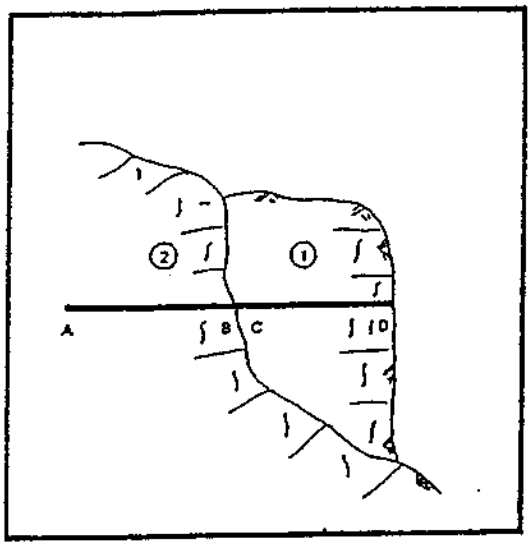
Les ancrages sont constitués par des armatures d'acier mises en place et scellées dans les forages préalablement exécutés dans la roche. Ils sont susceptibles de développer un effort axial, variable avec la nature du scellement, la section et la nuance de l'acier.

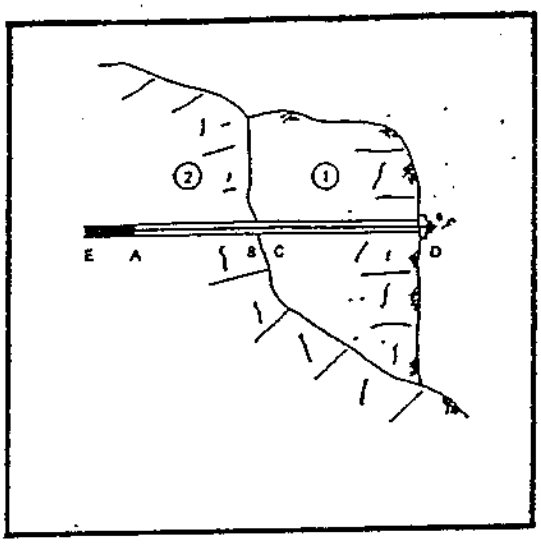
On distingue habituellement deux types d'ancrages :

- les ancrages précontraints ou actifs (voir schéma),
- les ancrages passifs (voir schéma).

Les ancrages passifs sont généralement d'une bonne efficacité et ne posent pas de problème de réalisation. On notera pour les massifs crayeux la nécessité de réaliser des essais préalables (agrément type L.P.C. par exemple) pour les coulis de scellement des barres. Les forages par ailleurs doivent être parfaitement nettoyés avant mise en place des barres.

09/93





ancrage passif : scellement entre A et D

ancrage actif : scellement entre E et A

Chantiers types en SEINE-MARITIME

- stabilisation d'une masse rocheuse au-dessus de l'école de CROISSET CANTELEU,
- falaise BONSECOURS ROUEN.

On notera que les ancrages sont assez discrets et ne se remarquent pas en général.

A4 - ELIMINATION - ABATTAGE CONTROLE

Les purges de blocs ou de masses instables ne doivent être envisagées qu'avec beaucoup de prudence. L'expérience montre en effet que les purges ou l'abattage de grandes masses réputées instables peuvent conduire à une situation aussi incertaine et dangereuse après purge qu'avant. Il est difficile avant abattage d'avoir une connaissance sûre de l'état de la roche que l'on découvrira derrière la masse enlevée.

La purge manuelle au moyen d'une canne à purger de pierres et de blocs de volumes limités peut s'avérer indispensable dans certains cas. On ne retiendra pas l'utilisation d'explosifs qui s'accompagnent de fissuration arrière et qui gêneront en général d'autres instabilités.

PARADES PASSIVES

Les écrans sont destinés à constituer un obstacle sur la trajectoire des pierres ou blocs en chute directe ou en chute et roulement ayant un impact sur un bien (habitation, route...). Pour être efficace, leur hauteur devra donc être adaptée au type de trajectoire le plus probable et leur constitution doit les rendre aptes à résister à l'impact des blocs.

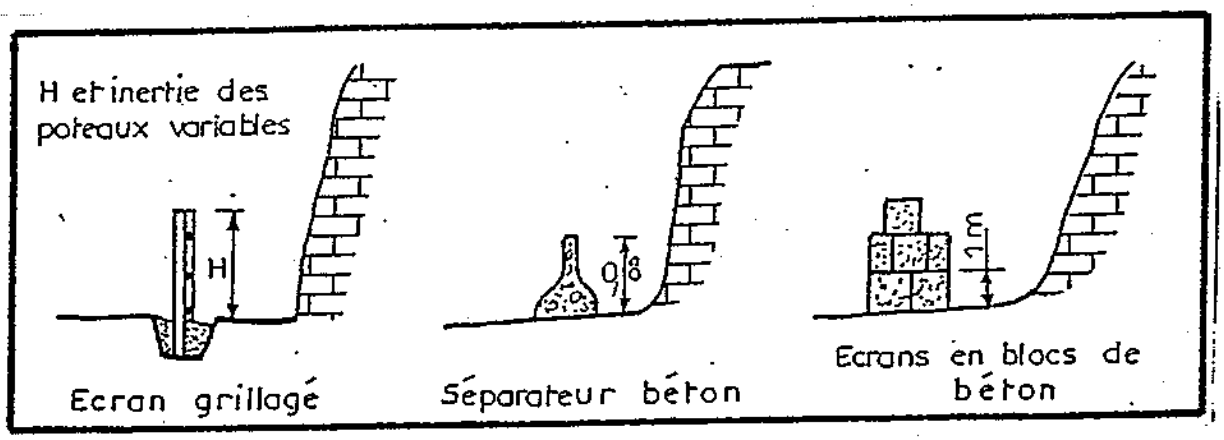
De ce point de vue, on s'attachera à constituer des ouvrages déformables qui soient aptes à dissiper l'énergie cinétique du bloc au moment de l'impact, par déplacement ou déformation plastique plutôt que des ouvrages très rigides généralement plus fragiles.

Parmi ces parades, citons :

B1 - OBSTACLES A LA BASE DES PENTES

Ecran grillagé :
barrière verticale constituée de montants supportant un grillage dont l'efficacité est variable et souvent insuffisante vis-à-vis de blocs quelque peu volumineux (30 à 50dm3) en impact direct.

Blocs béton/séparateurs béton :
préfabrication possible, rapidité de l'installation, peu esthétique.



Ecrans

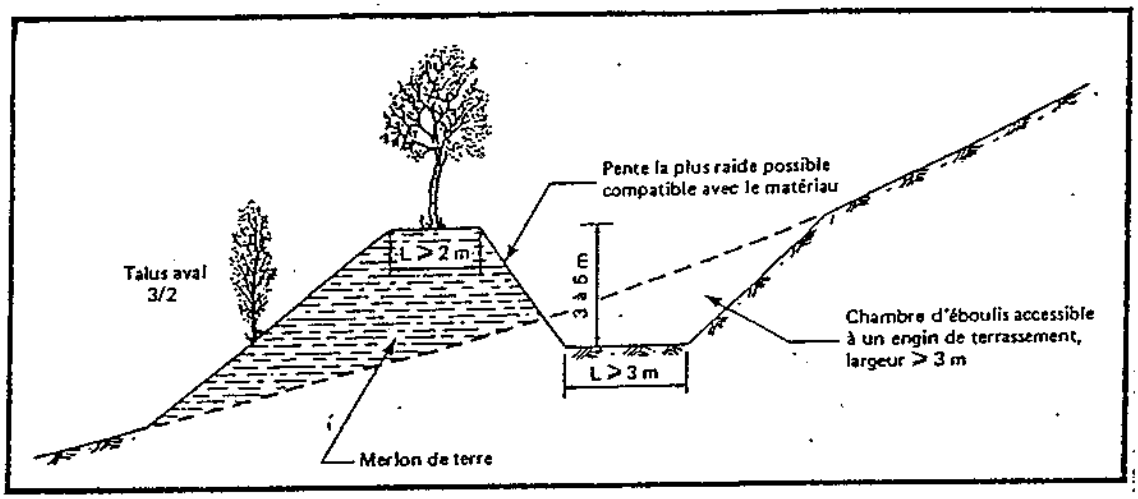
Ces types d'écran peuvent être utilisés pour les petites falaises ou à la base de talus raides pour intercepter de grosses pierres et petits blocs.

09/93

Merlon de terre :
Il s'agit d'une levée de terre constituant un relief qui soit capable d'arrêter un bloc en mouvement, roulant sur le cône d'éboulis en amont par exemple.

Ce dispositif comme d'ailleurs les trois précédents implique la création d'une chambre d'éboulis ou piège à cailloux.

Technique en général efficace si bien dimensionnée.



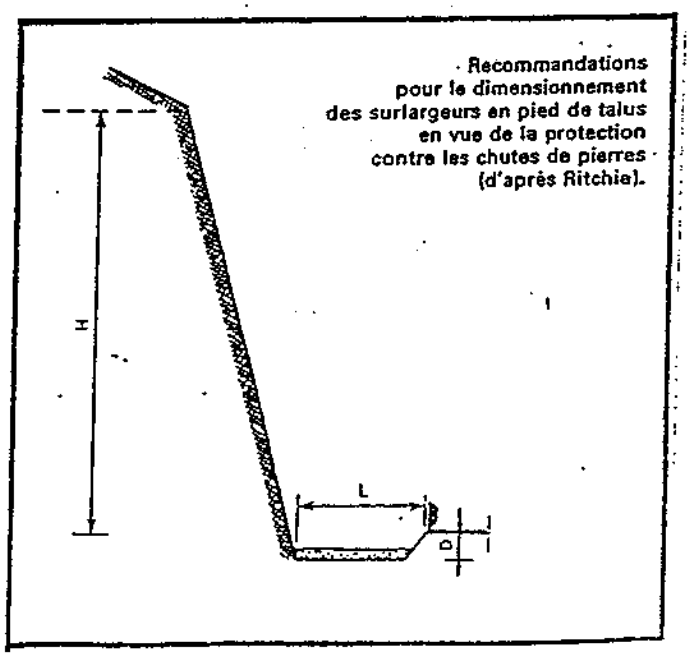
Profil en travers type d'un merlon de terre et d'une chambre d'éboulis

Chantiers types en SEINE-MARITIME

- piège à cailloux - rue Pasteur LE HAVRE,
- écran passif grillagé (et bois) BONSECOURS.

Recommandations pour le dimensionnement des surlargeurs en pied de talus en vue de la protection contre les chutes de pierres (d'après RITCHIE).

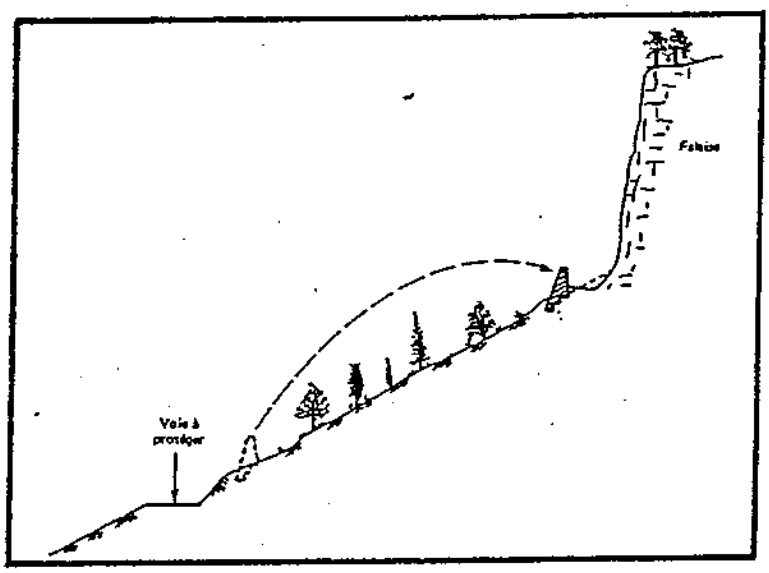
Pente	Hauteur du talus H (mètres)	Largeur du piège L (mètres)	Profondeur D (mètres)
Vertical (80° à 90°)	5 - 10 10 - 20 > 20	3 5 6,5	1 1,5 1,5
4/1 à 3/1 (75°)	5 - 10 10 - 20 20 - 35 > 35	3 5 6,5 8	1 1,5 2 2
2/1 (65°)	5 - 10 10 - 20 20 - 35 > 35	3 5 6,5 8	1,5 2 2 + barrière 3 + barrière
4/3 (55°)	0 - 10 10 - 20 > 20	3 5 5	1 1,5 2 + barrière
1/1 (45°)	0 - 10 10 à 20 > 20	3 3 5	1 1,5 + barr. 2 + barrière



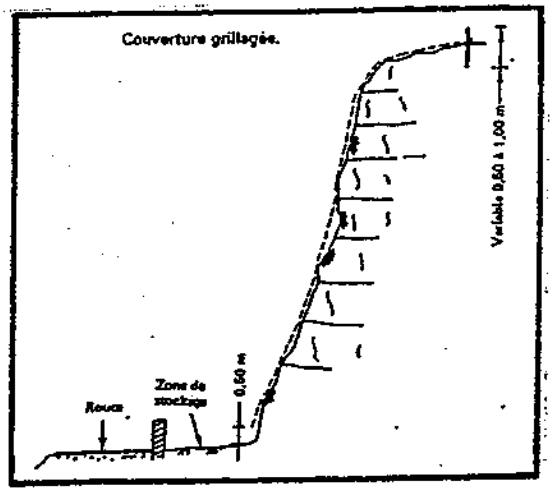
B2 - OBSTACLES INSTALLES SUR PENTES

Murs barrages, chambre d'éboulis

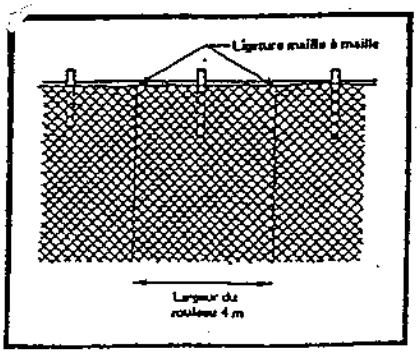
Ces dispositifs sont apparentés aux précédents, mais pour une meilleure efficacité ces ouvrages doivent être disposés aussi près que possible de la zone d'origine des blocs.



Couverture grillagée pour le contrôle des chutes de pierres sur le talus



Procédé largement utilisé avec de nombreuses variantes sur le choix des types de grillage.
Le rôle du grillage est double :
- stabilisation
Il constitue un placage souple permettant de maintenir certains éléments instables en place.
- protection
En cas de décrochement d'un bloc, il l'empêche de prendre une trajectoire aérienne et le maintient au cours de sa chute contre la paroi (parade passive)



09/93

Dans la région un exemple d'utilisation du grillage inox peut être observé à BONSECOURS. On note l'intégration parfaite de ce matériau au site et cette solution apparaît bien adaptée aux falaises classées d'ORIVAL-OISSEL.

Au delà d'une certaine hauteur de falaise (18/20m), il est nécessaire de disposer des câbles de maintien du grillage (bas BONSECOURS). Localement, on peut fixer des masses jugées dangereuses à l'aide de filets (réalisés avec des câbles) fixés à la paroi stable par des ancrages passifs.

DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES

Ces dispositions sont adoptées soit pour protéger les constructions par leur seule présence, soit pour leur assurer une défense supplémentaire, en dépit des dispositifs de ralentissement, de détournement et de blocage déjà mis en place à l'amont.

Dans ce dernier cas, leur mise en oeuvre tient compte du fait qu'au-delà des limites que le P.E.R. fixe aux zones à coup sûr menacées (zones rouges), un évènement exceptionnel (bloc de taille anormale, trajectoire aberrante) n'est jamais strictement exclu.

Dans ces conditions, à part un choix, le plus judicieux possible, de l'emplacement de la construction (forme protectrice de la topographie à l'amont, rideau forestier dense...), la prévention consiste en un renforcement des fondations et murs porteurs côté amont (surépaisseur et ferraillage), cette façade aveugle étant éventuellement pourvue d'un matelas amortisseur (remblai de terre ou de matériaux divers, tels troncs d'arbres, pneus, etc...).

Il arrive également qu'en présence d'une construction existante, aux murs normaux, on reporte cette protection à faible distance , en établissant, en regard du bâtiment, un mur renforcé parallèle, pourvu pour son autre face d'un remblai, et qui joue alors un rôle comparable à celui d'un écran massif.

A la limite, on peut enfin envisager le cas de très grands rebondissements, les blocs atteignant les toitures avec une trajectoire quasi verticale. Des expériences menées pour étudier la protection de galeries routières en béton armé ont révélé la grande efficacité, vis-à-vis d'impacts dont l'énergie atteignait 50 tm, de nappes superposées de troncs d'arbres, portées par des poutres horizontales métalliques ou de béton. Mais il ne peut s'agir là que d'un dispositif tout à fait exceptionnel, si l'on reste dans le domaine des constructions courantes.

09 /93

C1 - RENFORCEMENT DES FACADES EXPOSEES A DES CHUTES DE PIERRES OU DE BLOCS

1 - OBJECTIF

Donner à la partie d'un ouvrage susceptible d'être soumise à un impact, une résistance suffisante pour qu'il n'y ait pas de désordre majeur.

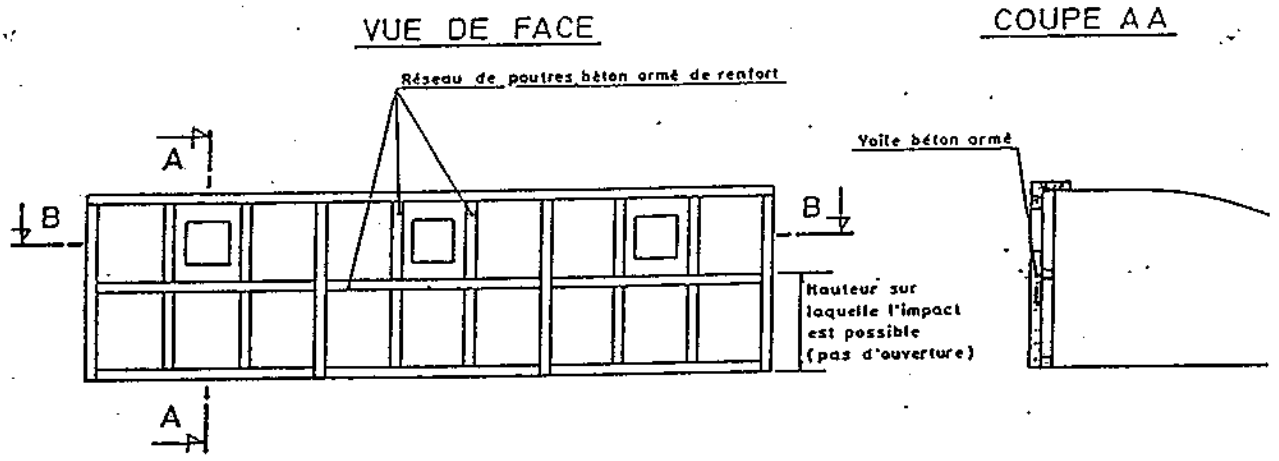
S'applique si, là où l'ouvrage est situé, les blocs sont suffisamment ralentis pour qu'il ne soit pas nécessaire de créer une protection à l'amont, ou dans la mesure où celle-ci existe, s'il y a un risque de franchissement exceptionnel, sans que la reprise de vitesse soit importante.

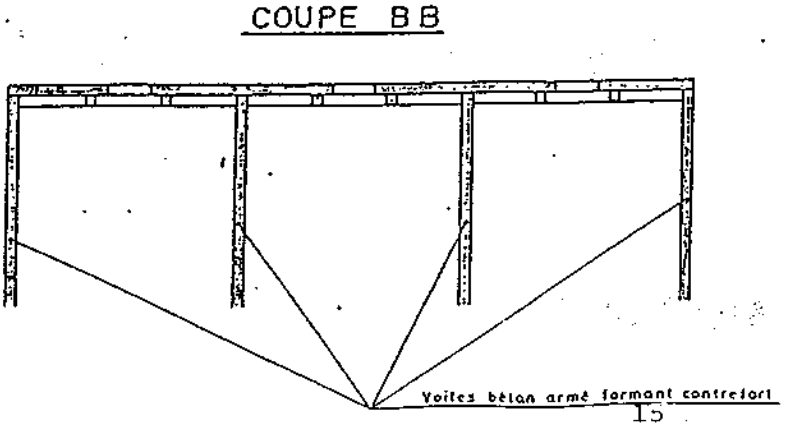
S'applique surtout aux ouvrages futurs. Coûteux ou très coûteux pour les ouvrages existants.

2 - DESCRIPTION SOMMAIRE

Suppression dans la partie de façade exposée des éléments particulièrement vulnérables (portes, fenêtres).

Disposition à prendre au niveau de la conception des ouvrages et du choix des matériaux, de manière à ce que les impacts ne provoquent pas de désordre majeur dans la construction.





3 - METHODES OU TECHNIQUES POUVANT ETRE ASSOCIEES

Toutes celles qui peuvent éviter l'impact (mesures de protection éloignées ou rapprochées) ou réduire la violence de celui-ci.

4 - ETABLISSEMENT DU PROJET

Les principales étapes de l'étude seront les suivantes :

- fréquence de chute des blocs en fonction de leur taille (analyse structurale du massif rocheux, analyse statistique des blocs déjà tombés), étude qui débouchera sur le choix de la taille du "bloc exceptionnel" qui sera pris en compte,

- détermination de l'énergie atteinte par le bloc exceptionnel au moment de l'impact,

- dimensionnement de l'ouvrage.

Chaque étape présente des difficultés et peut nécessiter l'intervention de spécialistes différents. Le choix de la taille du bloc exceptionnel est toujours délicat. Le calcul de l'énergie est nécessairement très approché à cause des rebonds successifs, le dimensionnement d'ouvrages en béton sous l'effet de chocs ne s'appuie pas sur des théories rigoureuses et n'est pas du domaine courant.

Compte tenu de ces difficultés, la méthode ne peut être retenue que pour des blocs de petite taille ou de faible énergie.

5 - REALISATION

Entreprise de bâtiment.

6 - ENTRETIEN - SURVEILLANCE

Evacuation périodique des dépôts à l'amont, ceux-ci pouvant constituer un tremplin provoquant des impacts au-dessus de la zone protégée.

09/93

D1 - MIRE A VERNIER (SURVEILLANCE DE ZONE INSTABLE)

Le réseau du laboratoire régional de ROUEN du CETE Normandie Centre a mis au point un certain nombre de matériels pour la surveillance de zones instables. Nous citons ici quelques exemples mis en place en Normandie depuis quelques années et qui donnent entièrement satisfaction.

Capteurs de déplacement système TEDEP de 50 mm de course avec une précision de + 0,5 %

- le capteur est mis en place au niveau de la fissure à surveiller. A proximité de ce capteur sont mis en place des repères de convergence permettant d'assurer une mesures manuelle des déplacements suivant trois directions X, Y, Z à l'aide de la canne de convergence LPC (en cas de défectuosité ou de détérioration du capteur par chute de blocs).

- Un câble de télémesure relie le capteur à un terminal de mesure qui peut être automatique ou manuel.

Mesures

On suit dans le temps l'évolution de la fissure.

En fonction des saisons, ces fissures s'ouvrent et se referment. On peut observer à plus ou moins long terme des accélérations du phénomène.

L.P.C
Fiche Technique

MIRE A VERNIER

feuille 3

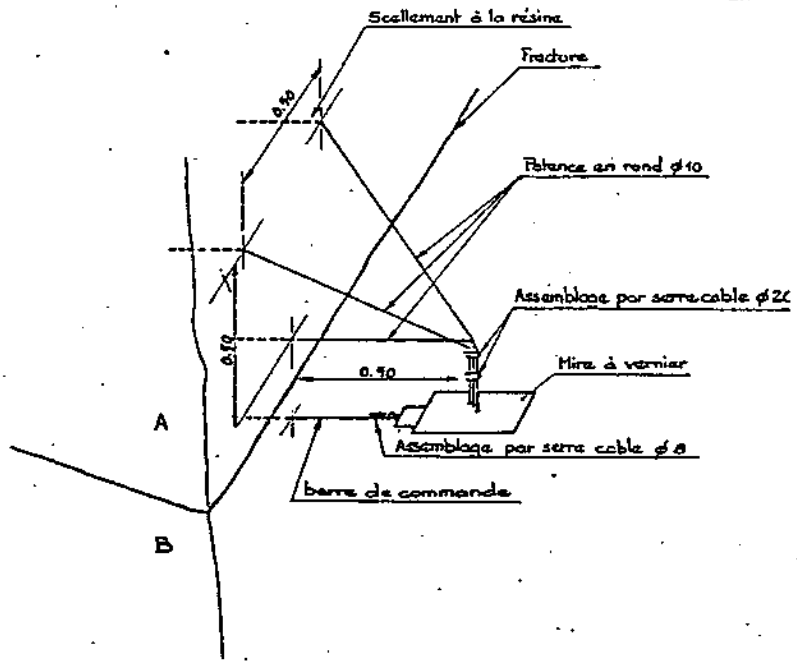
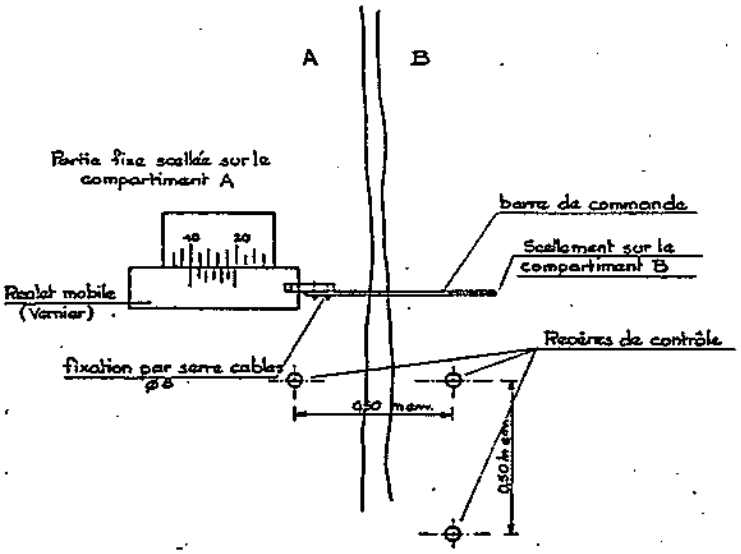
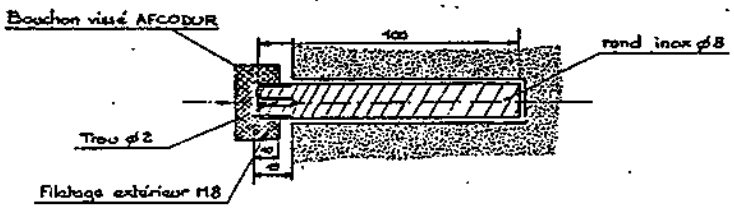


Fig -2c - Montage sur potence d'une mire à vernier (Mesure d'un mouvement dans une direction normale à la paroi)



Détail d'un repère de contrôle



Source :

CETE NORMANDIE-CENTRE - Division "LABORATOIRE" - Chemin de la Poudrière - 76120 GRAND-QUEVILLY

CETE de LYON - "MECANIQUE DES ROCHES"

MIRE A VERNIER

1 - PRINCIPE

La mire à vernier est un extensomètre mécanique à lecture directe dont la lecture peut être effectuée à distance à l'aide d'une paire de jumelles ou d'une lunette grossissante sur trépied ou sur appui. Cet appareil est lisible jusqu'à une distance de 200m.

L'appareil permet de mesurer les variations de distance des deux points entre lesquels il est placé. Il comporte une règle graduée solidaire de l'un des points à surveiller (par exemple l'une des lèvres d'une fissure) et un vernier au 1/10 relié à l'autre point à surveiller (par exemple l'autre lèvre de la fissure) par l'intermédiaire d'une barre de commande. La lecture est analogue à celle d'un pied à coulisse. Les mires à vernier peuvent être associées pour mesurer les mouvements dans plusieurs directions chaque appareil mesurant la composante du mouvement dans une direction.

2 - DESCRIPTION

L'appareil comporte une échelle graduée en centimètre, graduée de 7 à 24cm devant laquelle coulisse un vernier au 1/10. La partie fixe de la mire à vernier est fixée sur l'une des lèvres de la fissure à surveiller, par scellement à la résine ou au ciment soit directement (orientation de la mire parallèlement à la paroi) soit par l'intermédiaire d'une potence (orientation de la mire normalement à la paroi).

Lorsque la mise en place de la mire à vernier se fait par l'intermédiaire d'une potence celle-ci est constituée par un assemblage de ronds à béton Ø 10 montés et scellés en place et assemblés au moyen de serre-câbles (1).

La barre de commande peut être scellée directement dans le rocher ou fixée à une tige scellée au moyen de serre-câbles. La liaison entre le barre de commande et le vernier est assurée dans tous les cas par des serre-câbles.

(1) Lorsque la longueur de la potence dépasse 0,50m, il est nécessaire d'utiliser des barres de section plus importante (Ø 12 ou Ø 14) et d'augmenter la rigidité de la structure par des raidisseurs (rond Ø 10) assemblés également au moyen de serre-câbles.

3 - MISE EN PLACE

La mise en place des mires à vernier comporte les opérations suivantes :

- exécution des trous de scellement de la mire à vernier et des repères de contrôle conformément aux indications du plan d'implantation ou aux emplacements indiqués (dans le cas d'un marquage préalable des emplacements). Les scellements doivent être effectués dans un rocher sain. Il peut être nécessaire dans certains cas de déplacer légèrement l'implantation de l'appareil sans modifier son orientation, pour éviter une zone par trop altérée ou fissurée qui conduirait à une mauvaise stabilité dans le temps. Une profondeur de scellement de 10 à 15m est suffisante en rocher sain. La profondeur de scellement doit être augmentée en cas de rocher de qualité douteuse.

- mise en place de la mire à vernier (ou éventuellement de la potence) et des repères de contrôle. Scellement au ciment ou à la résine (cartouche DSI CELTITE, d'une mise en oeuvre plus rapide). On devra veiller au remplissage complet des scellements. On devra veiller également à un alignement correct de la mire et de la barre de commande.

- montage et réglage de la barre de commande. Le réglage doit être effectué sensiblement au milieu de la plage de mesure.

- mesure des distances l_1, l_2, l_3 entre les repères de contrôle (les distances sont mesurées entre les centres des repères).

4 - EXECUTION DES MESURES

Les mesures sont effectuées par lecture directe sur la mire à vernier La lecture est identique à celle d'un pied à coulisse. La mesure est effectuée à distance à l'aide d'une paire de jumelles (jusqu'à une distance de 50m) ou avec une lunette grossissante sur trépied ou sur appui (jusqu'à une distance de 200m).

Lors de la mise en place de la mire à vernier on relèvera des distances l_1, l_2, l_3 entre les trois repères de contrôle. Ces valeurs mesurées avec la précision du millimètre à l'aide d'un réglet ou d'un mètre souple. Ces valeurs sont notées sur la fiche d'identification du point de mesure. Une nouvelle série de mesures peut être effectuée sur le repère de contrôle en cas de détérioration accidentelle ou de modification du réglage de la mire à vernier pour assurer la continuité des mesures.

Source :

CETE NORMANDIE-CENTRE - Laboratoire Régional de ROUEN - Section Géologie

CETE LYON - Laboratoire Régional de LYON - Groupe Mécanique des Roches

FICHES INFORMATIVES

II

GLISSEMENTS DE TERRAIN

. Remodelage

. Drainage

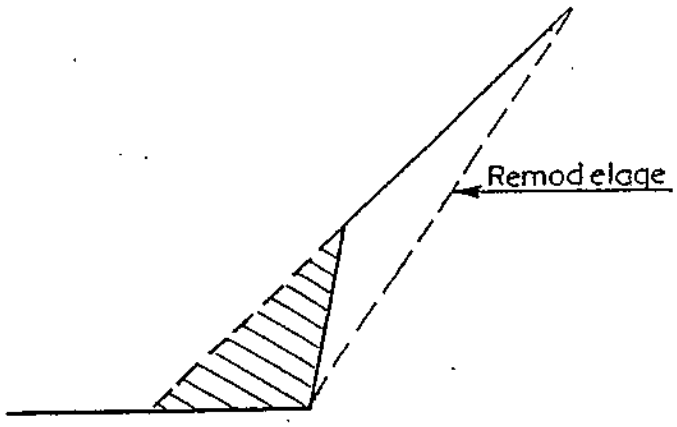
. Renforcement

09/93

Comme il a été indiqué dans l'étude technique, les glissements se produisent sur les communes d'ORIVAL et d'OISSEL, suite à l'intervention humaine, les talus d'éboulis sont taillés en général à la verticale et deviennent instables. Une apparente cohésion (les éboulis sont fréquemment unis par un ciment secondaire) trompe en général les personnes peu averties des problèmes de stabilité de pente.

Les mesures peuvent être de trois types en général associés.

- <u>remodelage de la topographie</u> pour diminuer la masse amont de la partie en mouvement,



- <u>drainage</u>
  On note que les talus évoluent nettement plus rapidement dans les secteurs où il y a risque de venues d'eau (axes des thalwegs par exemple),

- <u>mesures de renforcement</u> comportant la réalisation d'ouvrages qui tendent à retenir la masse en mouvement potentiel en s'appuyant sur la masse stable. Ces dispositifs ne sont efficaces que pour éviter le déclenchement des glissements de terrain.

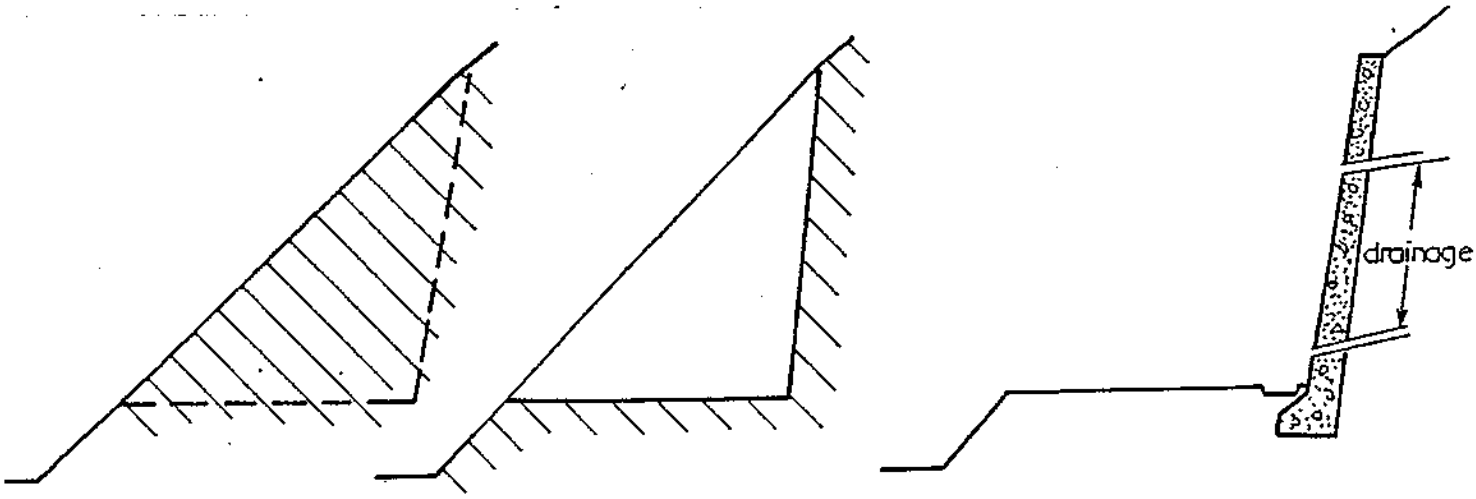
  Pour toutes les habitations dont l'implantation oblige à tailler le cône d'éboulis, il est nécessaire de prévoir immédiatement après la phase déblai la construction d'un mur de soutènement. Il existe plusieurs dispositifs tels ceux indiqués ci-après mais qui ne s'appliquent qu'à des cas simples de quelques mètres de hauteur.

09/93

Murs de soutènement autostables

Principe : écran retenant les terres et destiné à prévenir l'éboulement ou le glissement de talus.

Description : le dispositif est constitué soit par un massif poids, soit par un voile de béton armé solidaire d'une semelle de fondation.



Il existe d'autres techniques possibles suivant la place dont on dispose, la hauteur du talus. Citons :

- les gabions en treillis métalliques remplis de pierres,
- les éléments préfabriqués.

On notera qu'un mur de soutènement en gabion répond aussi à un certain nombre de caractérisitques et qu'il est nécessaire de réaliser un calcul de stabilité avant son implantation.

On considère la structure comme un mur poids, en faisant abstraction de la contribution de la partie métallique qui fait fonction de facteur ultérieur de sécurité par sa résistance à la traction.

On adopte la théorie de Coulomb basée sur l'étude de l'équilibre global du système formé du mur et du prisme de terrain homogène situé derrière le mur.

FICHES INFORMATIVES

III

CAVITES SOUTERRAINES

09/93

BOULONNAGE

1 - OBJECTIF

Améliorer la résistance des parois d'une cavité en armant la masse rocheuse qui l'entoure. La méthode est généralement utilisée pour éviter l'effondrement du ciel de la cavité, ou simplement la chute de certains blocs bien individualisés.

Les efforts doivent être reportés dans une zone où le terrain n'est pratiquement plus perturbé par la présence de la cavité.

2 - DESCRIPTION SOMMAIRE

La méthode consiste à mettre en place, dans le terrain, des barres généralement métalliques, parfois en fibres de verre. Ces barres sont ancrées dans le terrain soit par un dispositif ponctuel (ancrages à expansion), soit sur toute leur longueur au mortier ou à la résine.

Un écrou permet de serrer une plaque d'appui contre le rocher à soutenir.

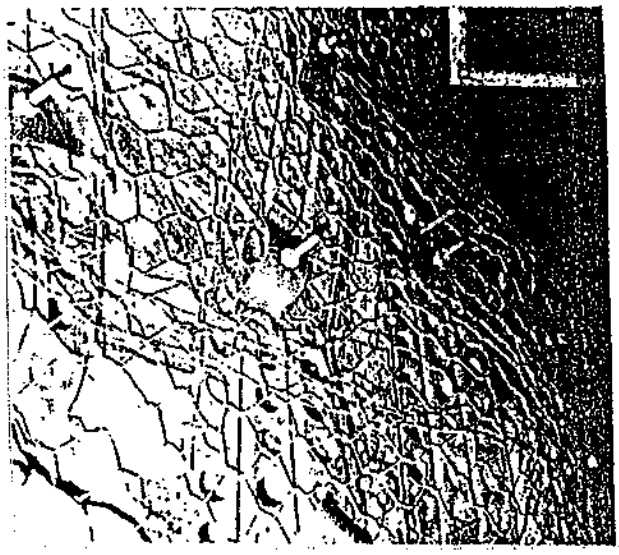
Les ancrages peuvent être réalisés dans toutes les directions.

La longueur des barres est généralement limitée à 5 m.

S'agisant de dispositifs permanents, des précautions particulières doivent être prises pour les protéger contre la corrosion.

3 - METHODES OU TECHNIQUES POUVANT ETRE ASSOCIEES

Des plaques ou treillis soudés sont souvent fixés aux boulons pour maintenir les blocs de petite taille. Par ailleurs, le boulonnage est souvent associé à la technique du béton projeté.



Boulons, plaques et grillage

09/93

4 - ETABLISSEMENT DU PROJET

Eléments qui doivent être étudiés :

- l'accessibilité du site,

- la nature des terrains et leur évolution dans le temps (application de la méthode),

- l'importance des masses à soutenir (efforts auxquels seront soumis les ancrages, type d'ancrage à réaliser),

- l'influence éventuelle de l'eau,

- la position du massif stable dans lequel le scellement pourra être éventuel,

- la résistance des ouvrages au sein du massif stable (longueur du scellement). Ce dernier point est souvent difficile à déterminer et il est conseillé de procéder à des essais préalables de traction.

5 - REALISATION

Entreprise spécialisée dans les travaux souterrains.

6 - POINTS DEVANT FAIRE L'OBJET D'UNE ATTENTION PARTICULIERE

- la régularité des forages et la qualité du scellement (prévoir des essais de contrôle),

- la protection contre la corrosion.

7 - ENTRETIEN - SURVEILLANCE

Vérification périodique du serrage des plaques d'appui.

Mise en place de nouveaux boulons si nécessaire, le dispositif présentant l'avantage de pouvoir être complété au fur et à mesure des besoins.

FICHES INFORMATIVES

IV

EROSION - RAVINEMENT

09/93

REVEGETALISATION DE VERSANTS

1 - OBJECTIF

Limiter le ruissellement et le décapage d'un versant de façon à permettre l'installation de la végétation.

S'applique à des versants en principe stables, dénudés et soumis à une érosion en nappe ou en rigole ou à un ravinement superficiel.

2 - DESCRIPTION SOMMAIRE

Suivant l'accessibilité du site et l'étendue de la zone à traiter, on peut envisager divers procédés :

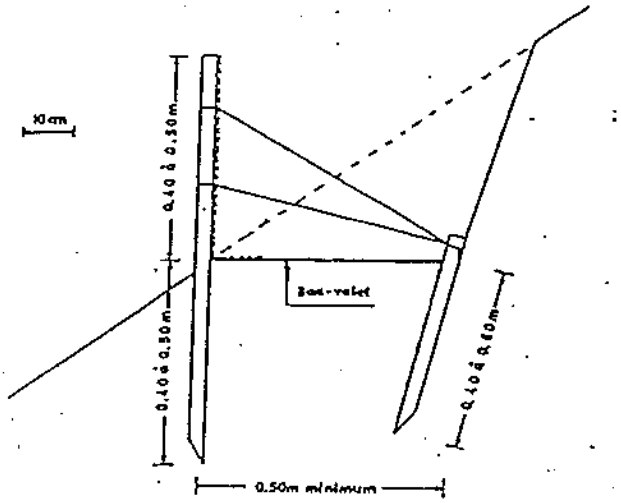
A - Revégétalisation sur petites banquettes

Construction de banquettes soutenues par des grillages ou des fascines suivant des courbes de niveau et plantées d'espèces herbacées et/ou arbustives colonisatrices adaptées aux sols et au climat locaux. L'espacement des banquettes est variable suivant la pente sans que la distance en altitude dépasse 2,5 à 3 m.

Les opérations comportent :

- terrassement d'une plateforme de 0,50 m environ,
- mise en place des piquets et ancrages,
- pose du parement (grillage),
- remblaiement,
- ensemencement.

Détail d'une banquette



Banquette grillagée - Coupe - échelle : 1/10

09/93

B - Revégétalisation par procédés mécaniques

. Semis avec emploi de produits de fixation du terrain : on applique en une seule pose un mélange d'eau, de graines, d'engrais et de produit de fixation. Celui-ci fixe les graines et empêche l'érosion pendant la période de germination.

. Semis avec "mulch" : on projette successivement des graines et de la paille hachée (mulch) puis du bitume pour fixer le mulch.

. Semis avec armature : pour les cas difficiles (substrat très caillouteux ou même rocheux), il existe des paillassons préfabriqués à plaquer sur le versant et constitués de graines, engrais, tourbe avec armature souple.

3 - TECHNIQUES ASSOCIEES

Plantation d'arbustes, une fois réalisé le premier couvert végétal.

Stabilisation des ravines si nécessaire.

4 - ETABLISSEMENT DU PROJET

Le projet devra bien sûr s'appuyer sur un examen minutieux du site, de manière à délimiter les zones où le traitement sera le plus efficace. Mais la principale difficulté réside dans le fait que les sols concernés ont généralement une très mauvaise valeur agronomique et que les plantes qui seraient les mieux adaptées à de telles conditions ne sont généralement pas commercialisées.

On devra donc étudier avec le plus grand soin le "complexe écologique" (climat, pluviométrie, caractéristiques du sol, du point de vue agronomique) et en tirer le meilleur parti compte tenu du matériel végétal dont on dispose.

5 - REALISATION

Pas de qualification spécifique requise pour réaliser les banquettes ou fixer les paillassons. Entreprise spécialisée pour procédés mécaniques.

Matériaux :

Pour les banquettes, grillage galvanisé ou toiles synthétiques, piquets en acier ou en bois (chataignier, acacia), fil de fer galvanisé pour haubans.

En terrain dur, il peut être nécessaire d'utiliser le marteau

piqueur pour les terrassements et la mise en place des piquets.

6 - ENTRETIEN - SURVEILLANCE

La surveillance doit être régulière pour suivre l'évolution de la végétation.

L'entretien consiste en un regarnissage de la végétation et la répartition des banquettes ou des paillassons endommagés.

09/93

FICHES INFORMATIVES

V

INONDATIONS

09/93

FICHES INFORMATIVES

V

INONDATIONS

- STRUCTURE DES CONSTRUCTIONS

  Portes fenêtres et ouvertures annexes

  Revêtements de sol

  Chauffage

  Electricité

  Assainissement

  Stockages

  Clôtures

  Terrains de jeux

09/93

STRUCTURE DES CONSTRUCTIONS

Objectifs :

Rigidité de la structure pour résister aux efforts et tassements différentiels.

Coupure des remontées capillaires.

Choix de matériaux moins sensibles à l'eau.

Dispositions préventives :

1 - Les maçonneries doivent être ceinturées par un "chaînage" continu en béton armé, horizontalement au niveau de chaque plancher et du toit, et verticalement. Le chaînage évite l'ouverture de grandes fissures en cas de légers mouvements d'appui. La qualité du chaînage repose sur la continuité des aciers (ancrages et recouvrements suffisants).

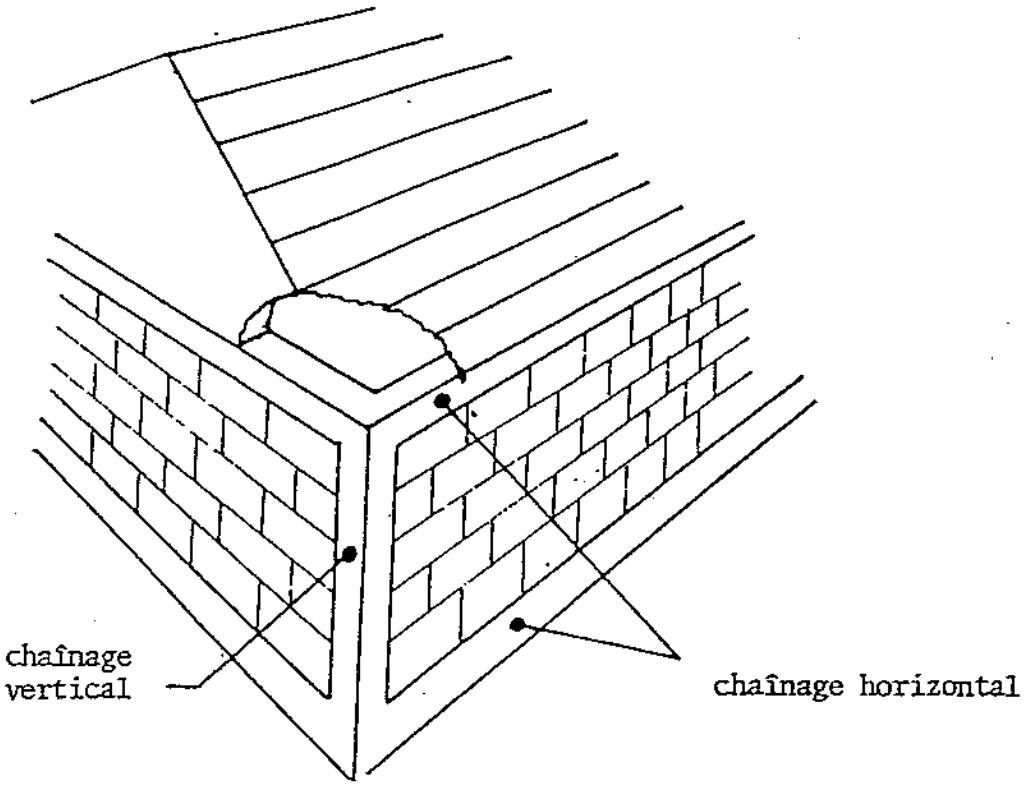
Cette rigidité peut être augmentée par la réalisation de longrines sur semelles filantes.

Cette solution classique, n'est adaptée qu'à de faibles mouvements différentiels. En cas de risque de mouvements importants, il faudrait prévoir une ossature complète.

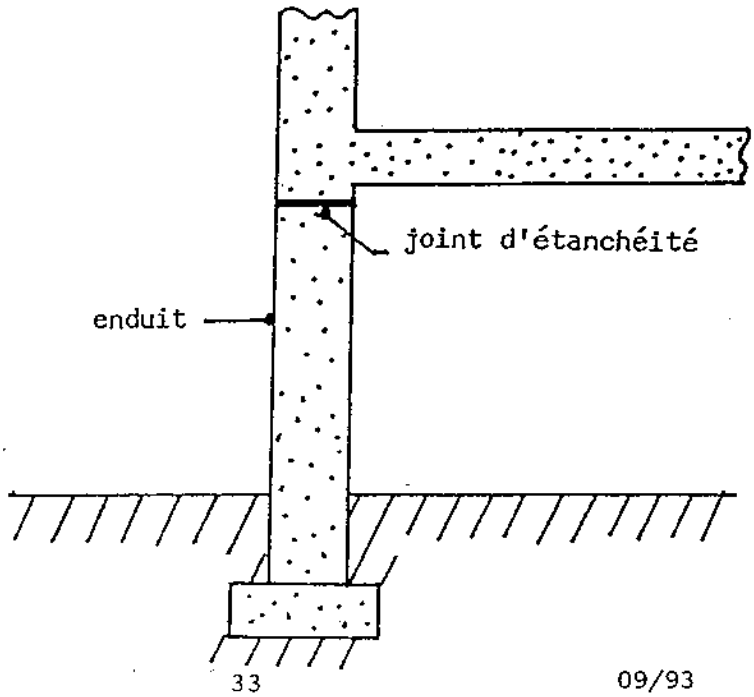
2 - La coupure des remontées capillaires se fait par réalisation d'une arase étanche dans l'ensemble des murs, ou dans les fondations selon la hauteur prévisible de l'eau.

3 - Il faut éviter les matériaux très sensibles à l'eau dans les parties inondables : on peut songer aux chalets de montagne, qui reposent sur un soubassement en pierres qui les met hors neige.

09/93

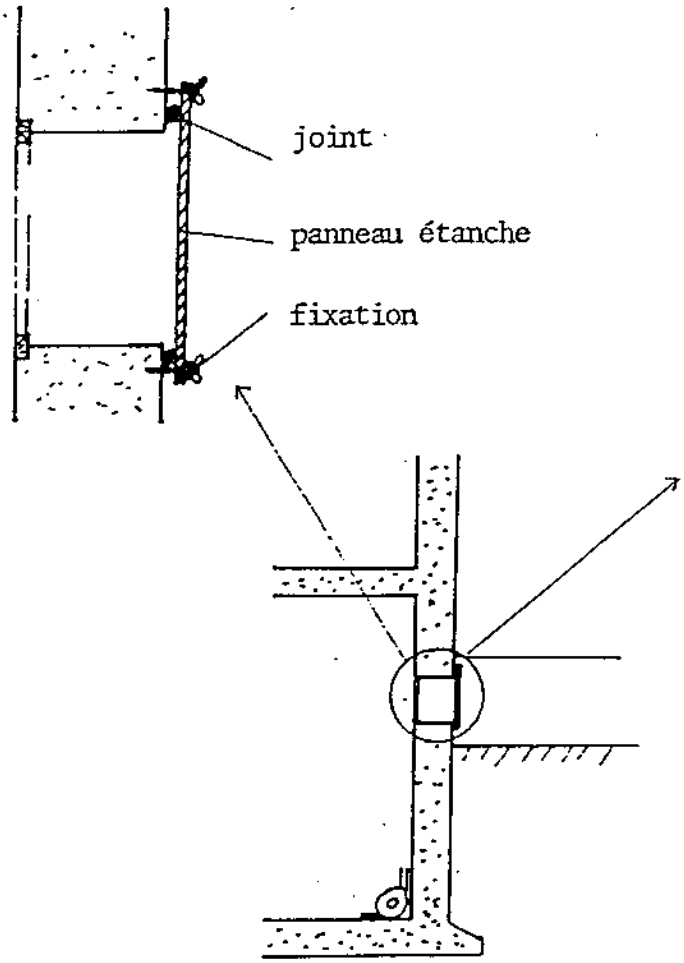


La fondation en maçonnerie protège l'étage de l'humidité.

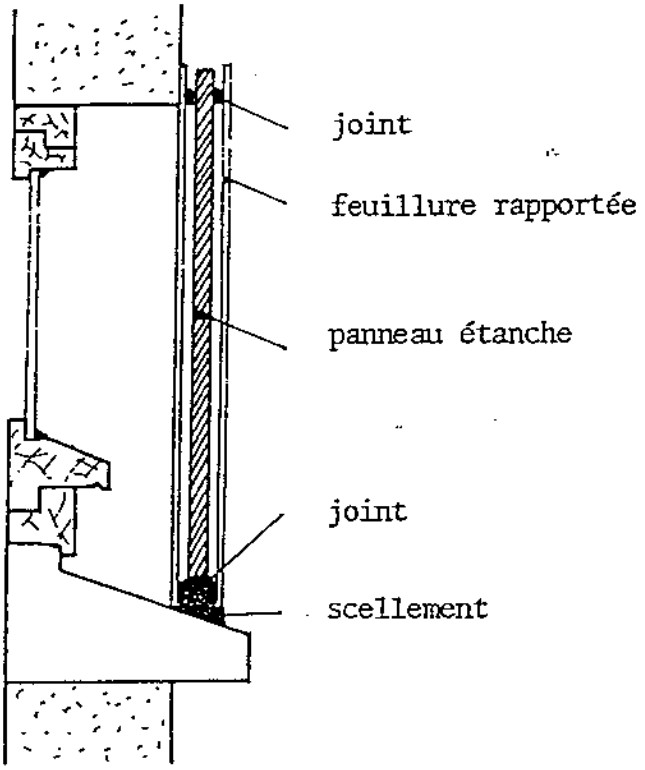


PROTECTION DES OUVERTURES PAR :

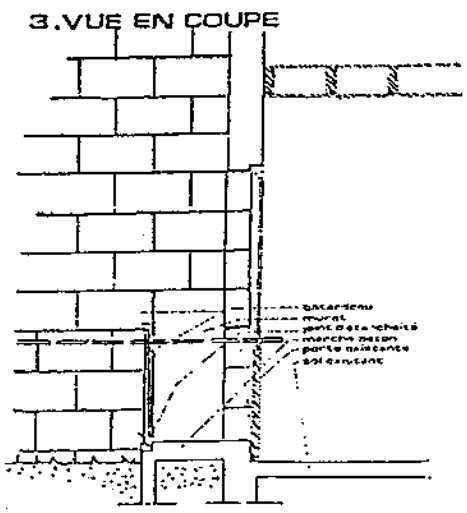
PANNEAU EN APPLIQUE

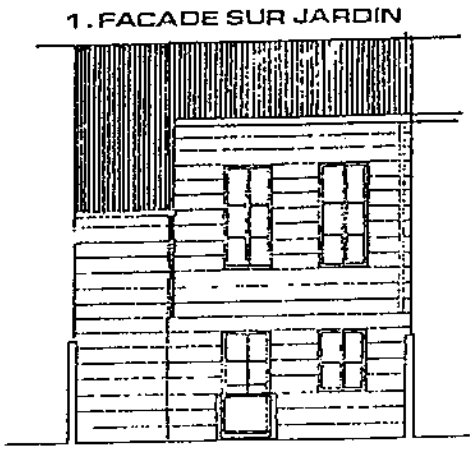


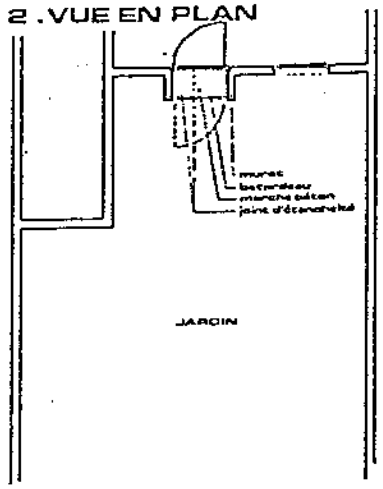
PANNEAU EN FEUILLURE RAPPORTEE



PORTE ETANCHE





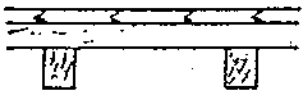


Document Communauté Urbaine de Bordeaux

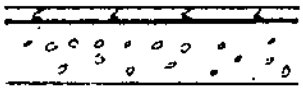
REVETEMENT DE SOL

Cas des parties inondables ou soumises à forte humidité
(remontée capillaire ou niveau d'eau très proche)

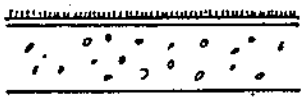
A EVITER



parquet et plancher bois

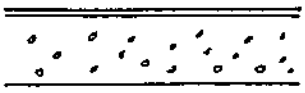


parquet sur plancher en béton

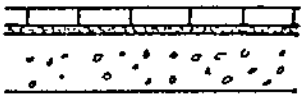


revêtement en fibres naturelles,
animales ou végétales

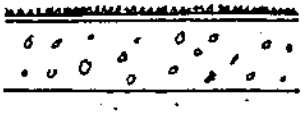
A PREFERER



revêtement plastique collé



carrelage scellé



revêtement en fibres
synthétiques

attention à la qualité des colles.

CHAUFFAGE

1 - Les chaudières individuelles sont souvent placées en sous-sol

Cette habitude est à revoir en cas d'inondations. Même si les crues n'ont lieu qu'en été, les systèmes de régulation, les brûleurs et les pompes supporteront mal d'être submergés.

Si la hauteur d'eau est faible, il peut suffire de rehausser la chaudière sur un socle, ou de choisir une chaudière murale.

Si la hauteur d'eau est trop importante, il faudra installer la chaudière au niveau suivant, et ne pas faire passer les canalisations chaudes dans la partie inondable.

2 - **Les mêmes précautions s'appliquent en chauffage collectif d'un immeuble.**

3 - **En cas de chauffage urbain, ou de chaufferie commune à plusieurs immeubles, les conduites chaudes enterrées doivent être protégées des venues d'eau :**

. soit par un calorifugeage hydrophobe,

. soit en étant placées dans un caniveau étanche.

La solution du caniveau étanche est peu fiable car à la première intervention on oubliera probablement de sceller le couvercle de façon étanche.

0 9/93

ELECTRICITE

1 - **Dans les bâtiments :**

Les coffrets d'alimentation doivent être placés hors d'eau.

Le tableau de distribution doit être conçu de façon à pouvoir couper facilement l'électricité dans tout le niveau inondable, sans le couper dans les niveaux supérieurs.

Si l'on a une pompe d'épuisement immergée, elle doit être raccordée directement au tableau hors d'eau, sans raccord ou épissure dans la zone inondable (même si elle n'est qu'accidentellement inondable, par exemple en cas de panne de courant).

NOTA : Les interrupteurs et appareils d'éclairage pour l'extérieur et les lieux humides, bien que souvent qualifiés d'étanches, ne sont pas étanches en cas de submersion, notamment au niveau de l'entrée des fils.

C'est toute la différence entre une lampe hublot d'extérieur, et une lampe immergée d'éclairage de bassin.

2 - **Eclairage des allées et câbles enterrés :**

Un câble étanche n'est efficace que si on n'a pas fait une épissure en-dessous de la cote d'inondation.

Une borne d'éclairage étanche à la pluie et aux projections n'est pas forcément prévue pour être submergée.

3 - De façon générale, les tableaux de commandes à appareillages électriques doivent être hors d'eau, ou pouvoir être mis facilement hors circuit.

Ceci vaut aussi pour les systèmes d'alarme, de surveillance, télécommande, signalisation et autres courants faibles.

Le réseau public géré par E.D.F. n'est pas visé par cette fiche.

Le coffret où est installé le "compteur E.D.F." est traditionnellement placé en un endroit où l'Agent E.D.F. peut facilement effectuer sa tournée de lecture des consommations (par exemple dans un mur de clôture).

En zone inondable, il serait souhaitable que tout cet appareillage soit situé hors d'eau, par exemple au premier étage d'une maison individuelle, et donc non à portée immédiate de l'Agent E.D.F.

09/93

ASSAINISSEMENT

Objectifs :
Rendre étanche les réseaux d'eau usée pour éviter les risques de pollution et limiter les coûts de traitement.
Eviter les submersions par mise en charge des réseaux.
Limiter les frais de pompage.
Accélérer le ressuyage des zones inondées.

Mesures de prévention :
Les réseaux seront en principe séparatifs.

On évitera les maillages et on prévoira des vannages.

Les réseaux doivent être étanches ; il faudra veiller particulièrement aux raccordements des regards, ceux-ci seront munis de tampons étanches.

Réseaux d'eaux usées
L'assainissement individuel est généralement interdit en zone fréquemment inondable, sauf pour les habitations isolées.
Le fonctionnement doit être garanti contre la pollution.
Cela nécessite que les stations de traitement soient à une cote suffisante pour ne pas être noyées, que l'alimentation électrique et les appareillages soient hors d'eau, et que les accès ne risquent pas d'être noyés plus de trois jours. On vérifiera le risque de flottaison des bassins, supposés vides pour une crue dépassant la crue centennale de 1 m ; au besoin on prévoira l'inondation des bassins.

Dans d'autres cas les réseaux doivent être équipés de clapets antiretour, doublés de pompes vérifiées régulièrement.

Réseaux d'eau pluviales
En cas de rejet par pompage, on cherchera à isoler le quartier inondable pour éviter la submersion par les réseaux.

A défaut, on surdimensionnera le collecteur traversant cette zone pour améliorer le temps de ressuyage.

Les bassins d'orages sont à proscrire en zone inondable, par contre ceux situés en amont pourront être surdimensionnés, les pertuis de fuite étant fermés pendant la crue pour permettre l'assainissement prioritaire des zones inondées.

Sur les réseaux existants, les principes précédents restent valables, mais d'application difficile si les réseaux ne sont pas étanches.

Lors de grandes crues on a recours à des expédients pour éviter l'inondation des points bas par les réseaux : on mure les bouches d'égouts, on monte un muret autour des regards.

09 /93

STOCKAGES

Objectifs
Mettre les stocks fragiles hors d'eau.
Eviter que les stocks ou réservoirs ne soient emportés par le courant.
Vérifier que les cuves vides ne risquent pas de flotter.
Eviter les pollutions.

Stockage hors d'eau
Stockage sur racks, étagères, en trémies, en citerne surélevée.
Souvent il suffit de surélever un peu, et de pomper l'eau d'infiltration, quand il n'y a pas de débordement direct.
Si la hauteur d'eau est faible et la crue courte, un muret peut suffir à limiter les infiltrations.
Mise en réservoirs étanches des produits fragiles ou dangereux.

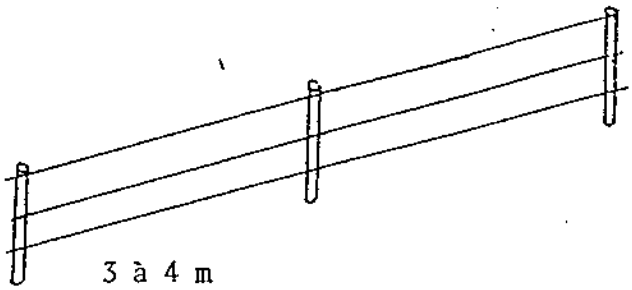
Protection contre le courant
Les fûts, stocks de bois, etc peuvent flotter, mais ils doivent être amarrés, ou entourés de grilles limitant les déplacements.
Par exemple, les cages souvent utilisées par les revendeurs de butane pour mettre les bouteilles sous clef, font parfaitement l'affaire si elles sont bien scellées.

Risques de flottaison
Les citernes vides à l'air libre doivent être surélevées au-dessus des plus hautes eaux, ou ancrées fermement sur un massif servant de lest.
Les citernes enterrées doivent l'être suffisamment profondément pour ne pas flotter :
le poids de terre (déjaugé) doit équilibrer la poussée d'Archimède : la hauteur de terre nécessaire est de l'ordre du diamètre de la cuve.
Attention aux bouteilles de butane et de propane à l'extérieur des maisons. Il faut les surélever ou les fixer solidement au mur.

Eviter la pollution
Pour les citernes des particuliers, et des petits garages, on peut se contenter de placer des évents au-dessus des plus hautes eaux, et de mettre des bouchons étanches sur les orifices de remplissage.
Par contre, pour les produits plus dangereux, ou des stockages importants; il faut pouvoir vidanger en cas d'incident : il faut donc avoir un orifice de remplissage hors d'eau, et pouvoir y accéder avec un véhicule.

CLOTURES

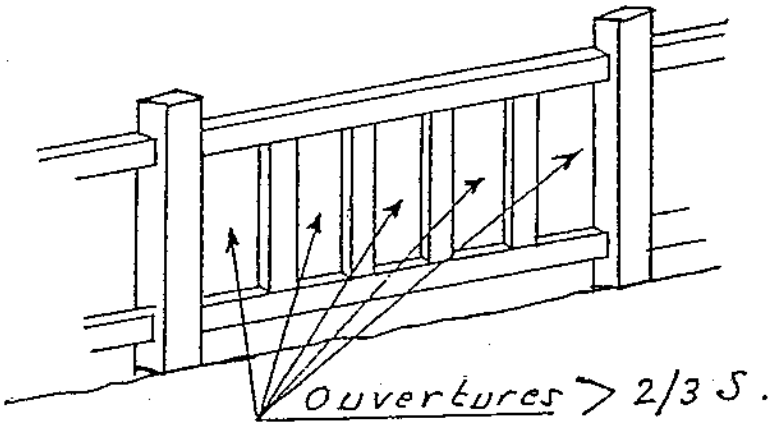
CLOTURES DE PRAIRIE



Pratiquement pas d'obstacle au courant

CLOTURES PREFABRIQUEES en BETON

La résistance à l'écoulement reste acceptable si le courant est faible.



TERRAINS DE JEUX, PROMENADES ET AMENAGEMENT EXTERIEURS

L'installation de certains équipements de loisirs en zone inondable permet leur mise en valeur sans risque important, du fait de l'utilisation discontinue, et en l'absence d'équipements de grande ampleur.

Attention : crues torrentielles.

. **Les équipements seront disposés selon leur vulnérabilité :**

- terrains d'entraînement engazonnés (football, rugby),

- petits terrains imperméabilisés (basket, handball).

En ce qui concerne les tennis, on évitera de placer de grandes longueurs de grillage perpendiculairement au courant, et on proscrira la terre battue.

- parcs de jeux et promenades.

. **Les plateformes seront décalées dans la mesure du possible pour éviter les mises en vitesse.**

. **On excluera les aménagements de grande ampleur (tribunes, piscines...). ou, et, l'utilisation de matériaux particulièrement fragiles (terre battue, cendrée...)**

. **Les équipements fixes seront fondés en tenant compte du courant (bancs, tables, poteaux, jeux d'enfants...).**

. **Les sanitaires seront situés sur remblai, hors de la zone d'écoulement actif.**

Il est clair qu'en zone inondable, les installations sportives doivent être considérées comme des terrains de jeux et d'entraînement, et non comme des terrains de compétition de haut niveau.

09/93

FICHES INFORMATIVES

VI

RESEAUX PUBLICS

Inondations

- réseau électrique MT BT
- autres réseaux publics

Mouvements de terrain

- réseaux eau gaz

Recommandations applicables au réseau électrique MT-BT

Objectif

Eviter les risques de coupure dans l'alimentation de la desserte électrique en zone inondable.

Eviter l'endommagement du matériel très sensible à l'eau.

Domaine d'application

- Mesures collectives.

- Applicables à tout réseau moyenne et basse tension pour tout type d'inondation.

Description

Les mesures visent à mettre hors d'eau les réseaux d'alimentation pour assurer la continuité de leur fonctionnement et la sécurité des personnes pendant la période de crue.

Ces prescriptions visent, prioritairement, la moyenne tension pour l'existant et le futur et la basse tension pour le futur.

Des compromis doivent être trouvés entre les contraintes économiques et esthétiques d'une part, la sécurité d'approvisionnement d'autre part.

Les postes moyenne tension doivent :

- être situés à une hauteur égale ou supérieure au plan d'eau centennal majoré de 1 mètre,

- être accessibles par des moyens terrestres lorsque la durée de la crue est supérieure à trois jours,

- être, si possible, implantés hors du champ d'inondation où la vitesse est supérieure à 1 m/s pour une crue centennale.

Les postes MT/BT devront être montés sur poteaux si possible.

En cas de poste en cabine, le sol du poste sera à une hauteur égale ou supérieure au plan d'eau centennal majoré de 1 m.

Pour éviter la rupture des câbles par les objets flottants, il est recommandé de retenir les normes suivantes pour une crue centennale :

- câbles MT revanche de 2,50 m au point le plus bas de la li-

gne,

- câbles BT revanche de 1,50 m au point le plus bas de la ligne.

Pour les réseaux enterrés futurs situés au dessous du niveau décennal, il est recommandé de :

- retenir des câbles protégés contre les effets de l'immersion ou des fourreaux étanches,

- garantir l'étanchéité des branchements (injection),

- assurer le branchement et le comptage au niveau décennal majoré de 0,50 m.

Sujétions de réalisation

- **Mise en oeuvre** : sous contrôle de l'E.D.F. par entreprise agréée.

- **Eléments ou exemple de coût** : il est fonction du linéaire de câble.

Pour le réseau existant, des adaptations doivent être faites lors de modifications, entraînant des travaux.

Autres mesures ou techniques répondant au même objectif

Assurer le transport, la transformation, les branchements, le comptage à une cote supérieure au niveau centennal, seule solution présentant toute garantie. Installation à proximité des équipements collectifs névralgiques (hôpitaux, centres administratifs...) de groupes de secours devant permettre, en cas de rupture de réseaux, le maintien de leurs activités et le fonctionnement de certains appareillages (surpresseurs, circulation d'eau chaude...).
Installation d'accumulateur hors d'eau pour le maintien de la circulation.

Références bibliographiques

Norme UTE, CEI.

Recommandations applicables aux autres réseaux publics

Objectif

Eviter la mise hors service des réseaux publics de distribution lors de période de crue (PTT, gaz).

Domaine d'application

Type de phénomènes : tout type d'inondation.

Catégorie de mesures : mesures collectives de mise hors d'eau ou d'étanchéité des matériels de distribution.

Description

Mise hors d'eau au-dessus de la cote de crue centennale de tout matériel sensible à l'eau (armoire PTT, compteur de distribution gaz,...).

Pose de câble dans gaine insensible à l'eau ou de conduite d'arrivée invulnérable en cas d'immersion.

Sujétions de réalisation

Mise en oeuvre : par entreprise spécialisée agréée par les gestionnaires des réseaux.

Eléments ou exemples de coût : non négligeable surtout sur l'existant.

Autres mesures ou techniques répondants au même objectif

Installation de radiotélécommunication sur les centres administratifs (mairies en particulier) dans le secteur inondable pour assurer les liaisons avec le monde extérieur.

Surveillance des réseaux eau-gaz

1 - Classification

Mesure individuelle et d'ensemble - rapprochée.
Méthode courante.
Mesure d'accompagnement.

2 - Domaine d'application

S'applique aux réseaux porteurs de fluides (eau-gaz) situés dans des zones susceptibles de présenter des mouvements. Ceux-ci, même parfois de faible importance, peuvent être à l'origine de fuites avec comme conséquences un déclenchement d'une instabilité (glissement de terrain par saturation, accélération de déclenchement de fontis, dissolution de matériau soluble) et/ou une aggravation du risque (accumulations de gaz avec risque d'explosion).

3 - Description

3.1 Principe

Vérification périodique de l'intégrité des conduites et réparation des incidents constatés.

3.2 Méthodes de surveillance

Les possibilités sont multiples :

Observations (visuelle d'humidité inhabituelle,
(odeur de gaz,
(déformations de surface.

Recherche de fuites des réseaux sous pression par écoute des bruits.

Recherche d'émission de gaz.

Examen visuel par caméra de télévision de conduite d'eau usée ou d'eau pluviale.

Essais d'étanchéité par mise en charge de tronçons de réseau isolés par des obturateurs.

4 - Documents auxquels il peut être fait référence dans le cahier des charges

Circulaire interministérielle du 16 mars 1984 : Protocole des épreuves préalables à la réception des réseaux de canalisation à écoulement libre.