

**PREFECTURE DE LA SAVOIE**

**DIRECTION DE LA PROTECTION CIVILE**

**Château des Ducs de Savoie — 73000 CHAMBERY**

**Téléphone (79) 34.37.14**

**CHUTES DE BLOCS ROCHEUX A LA PRA (SAVOIE)**  
**COMMUNE DU FRENEY**  
**CONDITIONS GEOLOGIQUES ET PREVENTIONS**

par

**A. PACHOUD**



**BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES**

**SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL**

**B. P. 6009 — 45018 ORLEANS CEDEX — Téléphone (38) 63.00.12**

**Service géologique régional JURA-ALPES**

**B. P. 6083 — 69604 VILLEURBANNE CEDEX — Téléphone (78) 52.26.67**

## R E S U M E

---

A la demande de la Préfecture de la Savoie, le service géologique régional du B.R.G.M. a étudié les méthodes de préventions possibles contre les chutes de blocs qui se produisent à La Pra, dans la vallée de la Maurienne en rive gauche de l'Arc.

Modalités administratives : lettre du département de la Savoie en date du 28 Novembre 1974.

Conclusions : Aucune action n'est possible dans la falaise d'où partent les blocs étant donné ses dimensions, le pendage des bancs et leur fissuration. A sa base l'éboulis vif qui tapisse la pente présente également des signes d'instabilité. Les dispositifs de protections ne peuvent être installés qu'au pied de la montagne, au dessus de la voie ferrée.

Ingénieur chargé de l'étude

Technicien

Dessinateur

Secrétaire

A. PACHOUD

R. AMAT-CHANTOUX

J.F. RIEUX

G. BARROUE

	<u>Pages</u>
1 - <u>INTRODUCTION</u>	2
2 - <u>RAPPEL DU CADRE GENERAL DE CETTE ZONE ACCIDENTEE</u>	2
3 - <u>ROLE DE LA FORET</u>	6
4 - <u>ETUDE DU CONE D'ÉBOULIS</u>	6
5 - <u>TRAVAUX DE PROTECTION DEJA ENTREPRIS PAR LA S.N.C.F.</u>	7
6 - <u>PROTECTION COMPLEMENTAIRE</u>	8
61 - EXAMEN DES DIFFERENTES METHODES	8
611 - <u>Purge, dynamitage, consolidation de la falaise</u>	8
612 - <u>Construction de banquettes</u>	8
613 - <u>Défense de surface</u>	8
62 - DISPOSITIFS DE PROTECTION CONSEILLES	10
621 - <u>Défense rapprochée</u>	10
622 - <u>Défense éloignée</u>	12
7 - <u>ELEMENTS DE PRIX DE REVIENT</u>	13
71 - ELEVATION DU MUR	13
72 - ECHELLE DE PERROQUET, TYPE S.N.C.F.	13
73 - TRAVAUX D'ELARGISSEMENT DU FOSSE	13
74 - COUT DES FILETS	13
8 - <u>CONCLUSIONS</u>	13

-----

TABLE DES FIGURES

1 - Vue d'ensemble de la falaise et du cône d'éboulis de La Pra	3
2 a - Plan de situation	4
2 b - Coupe géologique de la falaise et du cône d'éboulis de La Pra	5
6 - Défense rapprochée des voies de communication à La Pra	9

## 1 - INTRODUCTION

Des chutes de blocs rocheux se produisent fréquemment le long du flanc sud de la vallée de la Maurienne, sur la commune du Frenay, en amont de la station S.N.C.F. de La Pra.

La vallée, ici très étroite, est empruntée par le lit de l'Arc, et, en rive gauche contre le versant d'où proviennent les éboulements, par la route nationale N° 6 qui dessert Modane et l'Italie et par la voie ferrée Paris-Rome.

Les blocs atteignent parfois la voie ferrée et la route. En 1952, ils sont parvenus jusqu'à l'usine Péchiney qui se trouve à proximité.

En 1972, après de nouvelles chutes, le B.R.G.M. était intervenu à la demande de la Préfecture de la Savoie (rapports JAL 72/30 et 73/17). La route nationale devant être déplacée sur l'autre rive, à défaut de pouvoir adopter la même solution pour le chemin de fer, la prolongation de la galerie déjà existante soit sous sa forme actuelle, soit par une "casquette", avait été étudiée mais non retenue, car d'une réalisation technique difficile et d'un coût très élevé (dépassant 10.000.000 NF).

La S.N.C.F. a alors pris à son compte la réalisation de travaux de protection rapprochés de la ligne, à charge pour le propriétaire de la falaise, c'est à dire la commune du Frenay, d'effectuer des travaux de défense éloignés.

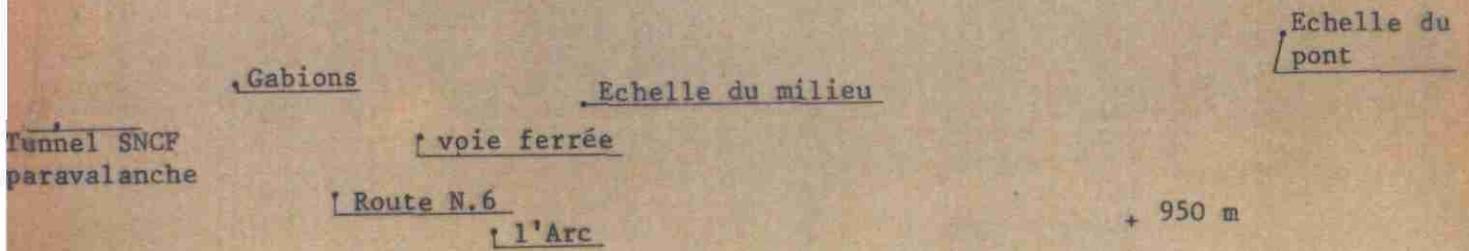
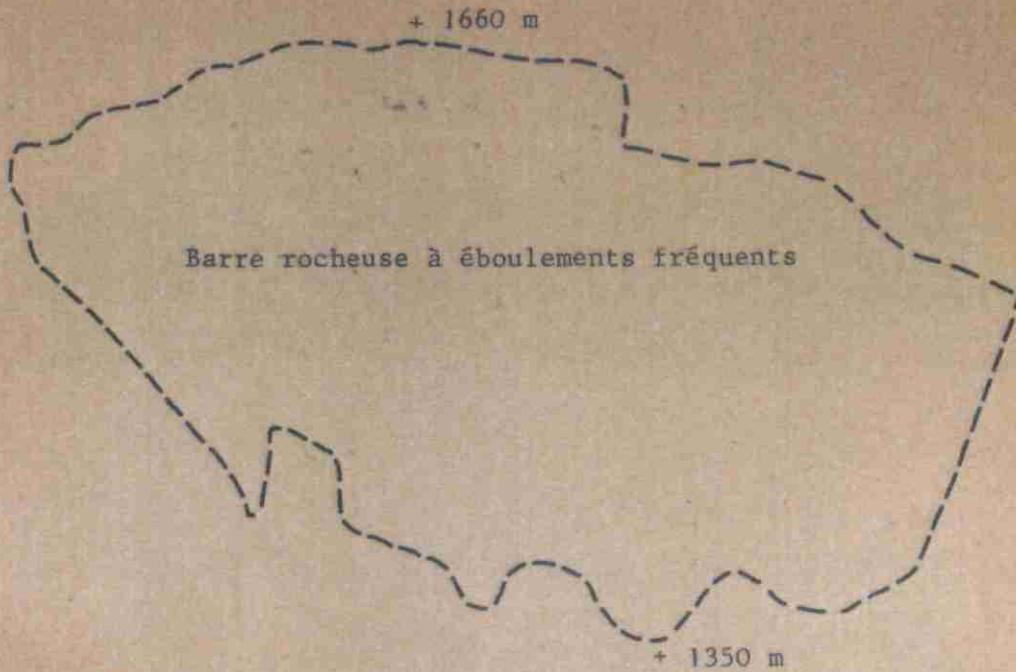
La commune n'ayant pas un budget permettant de faire face à ce genre de dépense, l'Administration préfectorale a obtenu des crédits du Ministère de l'Intérieur pour faire étudier la possibilité d'implanter d'autres ouvrages de protection.

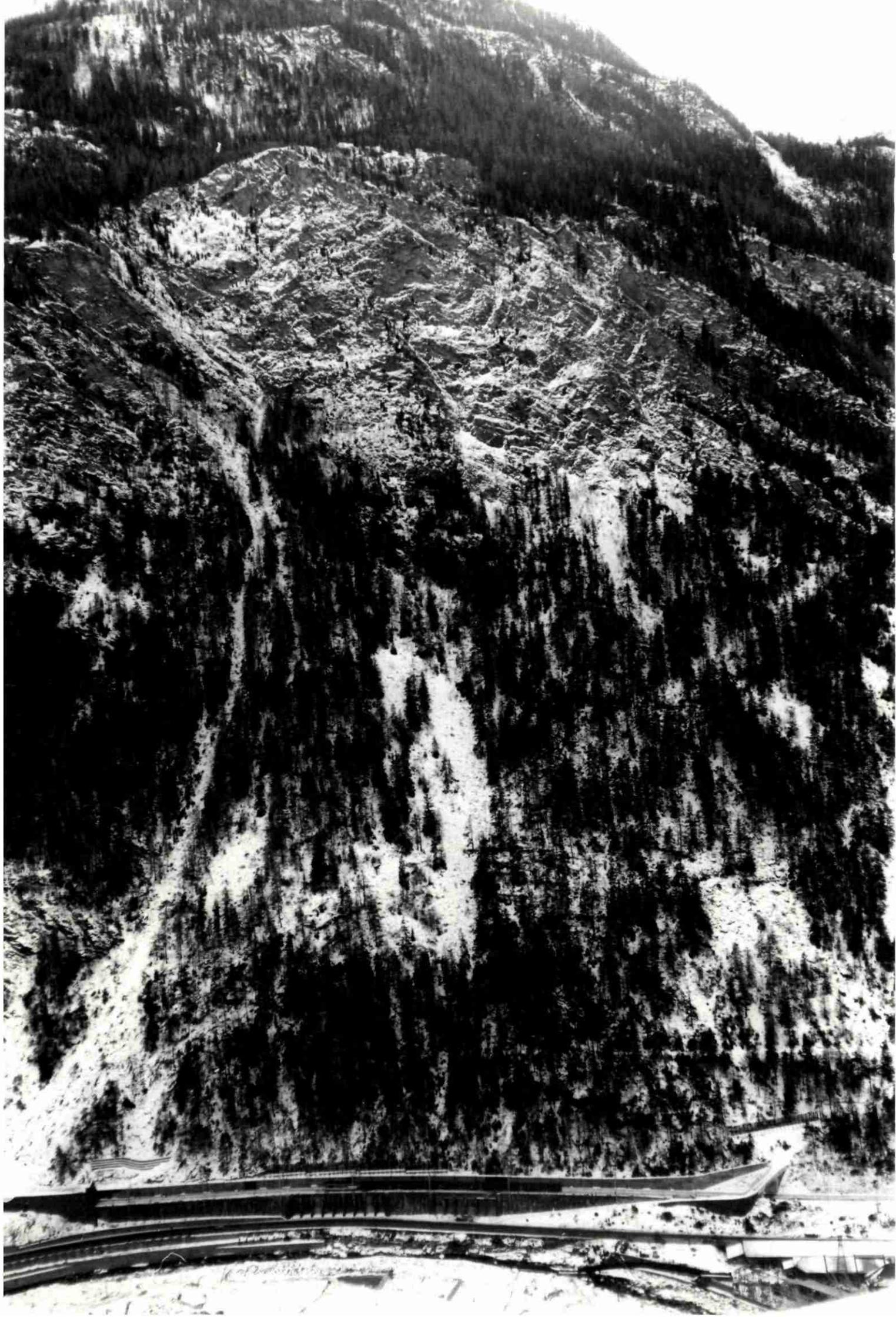
L'objet de ce travail est donc de déterminer si les conditions géologiques et topographiques des terrains entre la vallée et la falaise d'où partent les blocs, permettent d'édifier un système de défense et dans l'affirmative, de le définir et le situer.

## 2 - RAPPEL DU CADRE GENERAL DE CETTE ZONE ACCIDENTEE (voir fig. 1 et 2a, 2b).

En rive gauche de l'Arc les blocs partent d'une falaise de grès du houiller dont le pendage est de 25° environ dirigé vers le NW, c'est à dire à peu de chose près, dans le sens de la pente topographique.

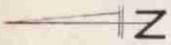
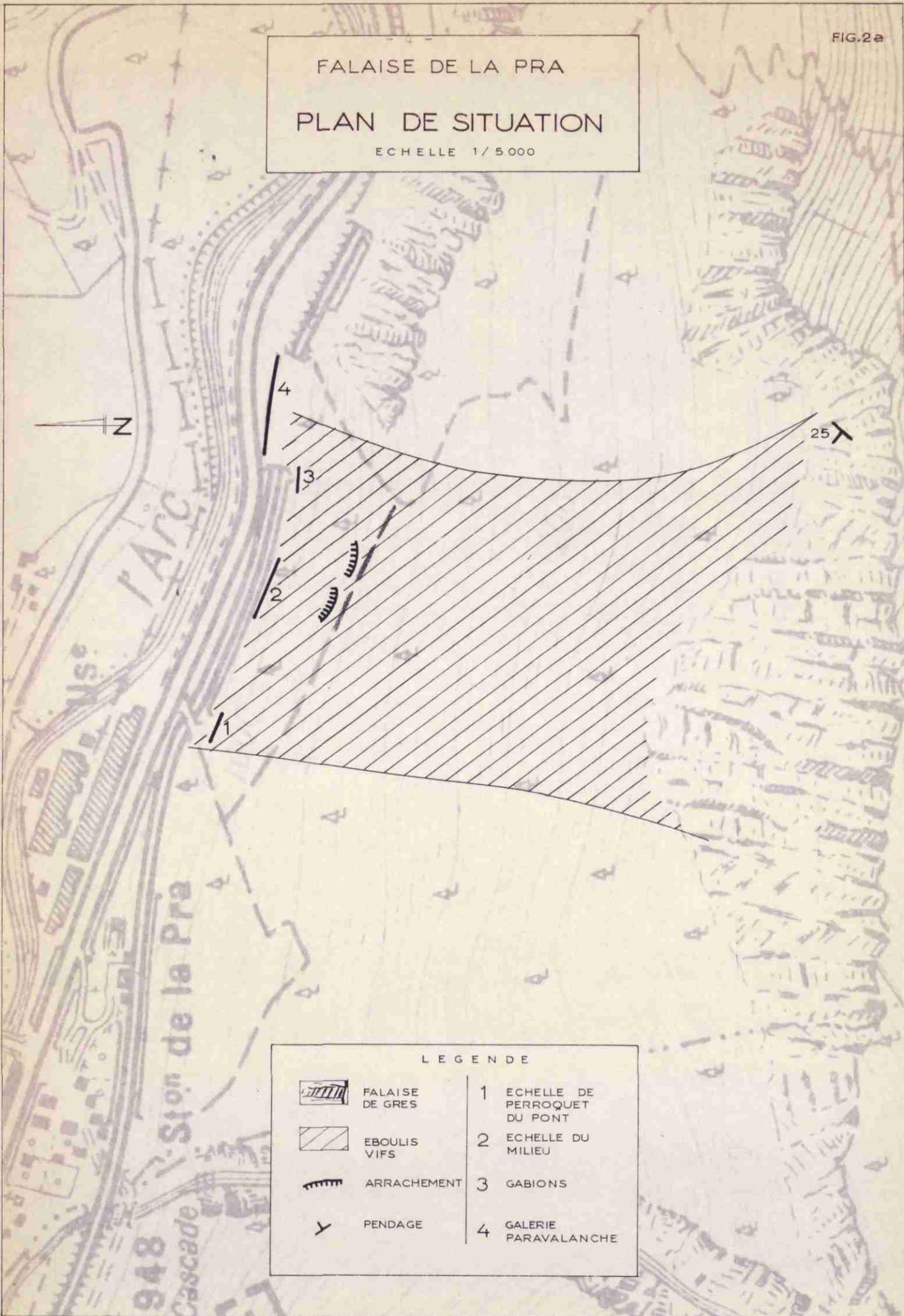
Les bancs sont très facturés. Découpés par les joints de stratification et les fissures, ils glissent sous l'action de la pesanteur sur la surface du banc inférieur et viennent s'écraser au pied de la falaise. Celle-ci est donc soumise à un effritement "en grand" presque continu sur une hauteur de 300 m et une largeur de 550 m environ.







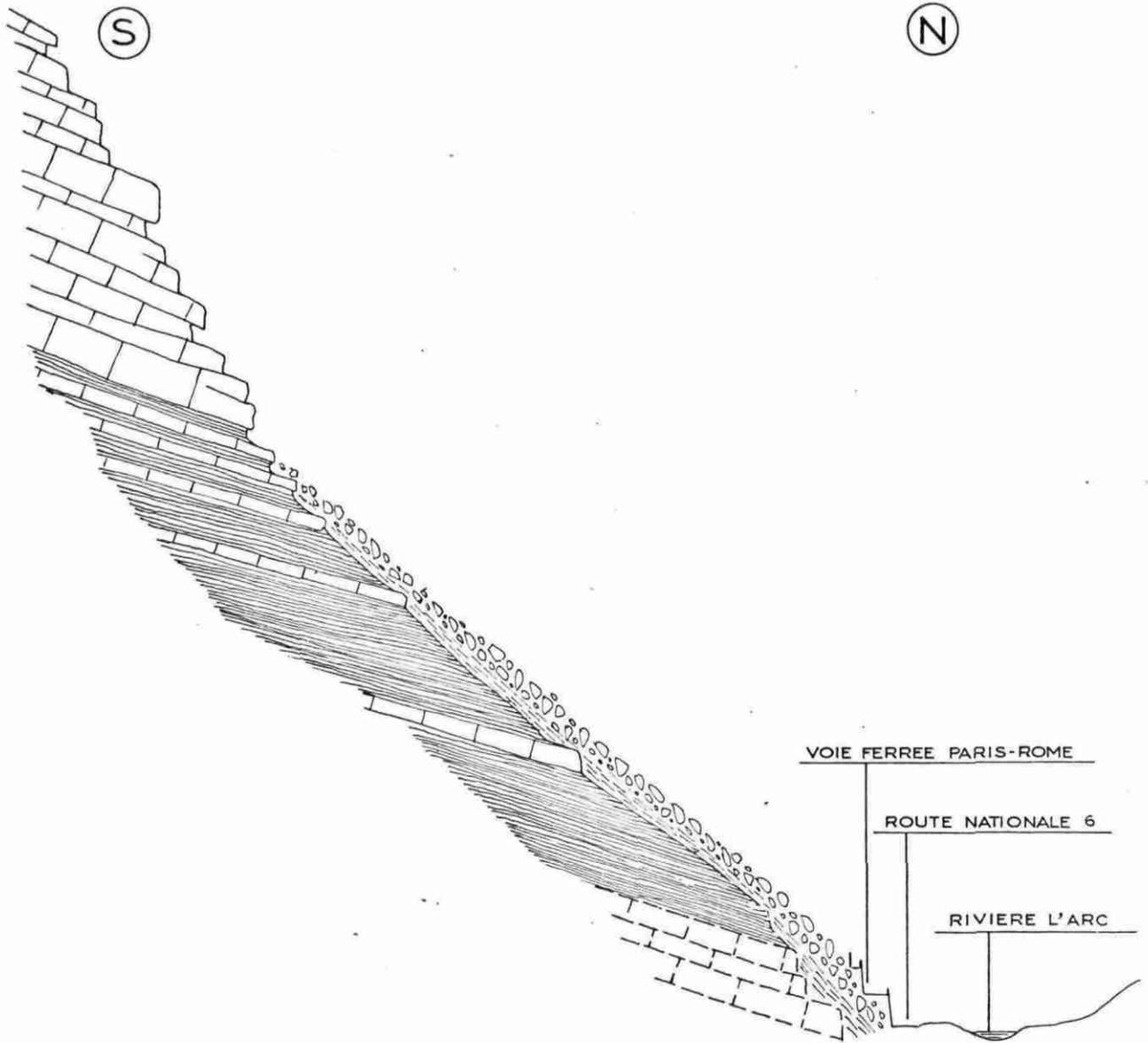
FALAISE DE LA PRA  
 PLAN DE SITUATION  
 ECHELLE 1/5000



LEGENDE

	FALAISE DE GRES	1	ECHELLE DE PERROQUET DU PONT
	EBOULIS VIFS	2	ECHELLE DU MILIEU
	ARRACHEMENT	3	GABIONS
	PENDAGE	4	GALERIE PARAVALANCHE

# COUPE GEOLOGIQUE DE LA FALAISE ET DU CONE D'ÉBOULIS DE LA PRA



## LEGENDE

-  EBOULIS BLOCS ET TERRAIN ARGILEUX D'ALTERATION
-  BANCS DE GRES HOILLER
-  MASSIF PROBABLE DE GRES HOILLERS
-  SCHISTES ARGILEUX DU HOILLER

ECHELLE 1/5000

Toute purge ou mesure de consolidation sont impossibles.

Les chutes de blocs de toutes tailles sont donc fréquentes, la plupart éclatent au bas des rochers; les fragments, qui peuvent être encore très volumineux, dévalent le cône d'éboulis. La plupart s'arrêtent à mi-pente, mais parfois un ou plusieurs gros blocs arrivent jusqu'à la vallée et les voies de communication, en grands bonds successifs comme en témoignent les arbres cassés ou les points d'impact sur les troncs.

De plus, d'après notre étude du cône d'éboulis, nous avons la preuve que certains blocs arrêtés peuvent se remettre en mouvement et continuer à descendre la pente. Ces éboulis sont eux-mêmes dangereux.

Il faut souligner cette caractéristique de la falaise de La Pra : l'arrivée des blocs jusqu'à la vallée n'est pas très fréquente, mais très dangereuse. Par contre, à l'amont du cône d'éboulis, la chute des rochers à partir de la falaise se produit souvent : les blocs de taille moyenne ou petite s'arrêtent pour la plupart sur le cône.

La S.N.C.F. avait déjà construit il y a plusieurs dizaines d'années une galerie sur la voie ferrée pour la protéger d'un couloir d'avalanches.

La zone de la vallée la plus exposée à recevoir des blocs s'étend depuis cette galerie jusqu'au petit pont avant la station de La Pra soit sur une longueur de 300 m environ.

### 3 - ROLE DE LA FORET

Dans ce genre de chutes de blocs, lorsqu'il ne s'agit pas d'un écroulement en masse et instantané d'un large pan de falaise, la forêt qui s'étend au pied a un rôle protecteur certain, car étant donné que la majorité des débris ont un volume inférieur au mètre cube, ils sont freinés par les arbres et finissent par s'arrêter contre un tronc. Il suffit de parcourir le cône d'éboulis pour s'en convaincre. Plus la forêt sera dense, plus son action sera efficace.

Or, ici la forêt semble se clairsemer donnant ainsi une plus grande facilité aux blocs pour atteindre la vallée.

Par contre, lorsque les gros blocs dévalent la pente en rebondissant le rôle protecteur de la forêt est bien moindre.

### 4 - ETUDE DU CONE D'ÉBOULIS (voir fig. 2b)

Il s'agit d'un ébouli "vif", c'est à dire actuellement alimenté par la falaise. Depuis la base de celle-ci jusqu'à la voie ferrée, sa pente topographique moyenne est de 44°; à sa base, la partie occidentale est moins raide que la partie orientale. Il est établi

sur des terrains d'âge houiller gréseux et schisteux, ces derniers étant dominants.

Sa surface est composée d'une forte épaisseur de blocs de grès de toutes tailles provenant de l'effritement continu de la falaise et reposant sur des terrains argileux dus à l'altération des schistes sous-jacents.

Nous avons relevé la trace de plusieurs petits glissements ce qui est normal étant donné la nature et le pendage du substratum d'une part, la pente topographique d'autre part. Ces accidents coïncident avec de petites sources. Il est probable que des glissements de plus grande ampleur pourraient se produire si la masse des éboulis gréseux ne pesait pas sur les terrains argileux.

Une observation minutieuse des blocs nous a montré que certains d'un volume important, basculaient lentement vers l'aval. Ce mouvement est probablement dû à la reptation des terrains sous-jacents.

Toutes ces constatations indiquent que ce cône d'éboulis est une zone délicate où il serait dangereux de modifier les conditions de l'équilibre précaire qui s'est établi.

Comme nous l'avons dit plus haut, il est recouvert d'une forêt de résineux dont le rôle de "barrière" est certain, du moins pour les petits blocs.

De grandes clairières allongées dans la pente existent parmi les arbres. Ces zones sans végétation correspondent à une épaisseur de blocs particulièrement importante où la végétation a du mal à s'établir.

On voit également parmi les arbres des bandes dénudées partant de la falaise et descendant, soit jusqu'au bas de la pente, soit jusqu'à un clapier. Ces couloirs correspondent soit à des zones d'avalanches (particulièrement à l'Est) soit à des zones de chutes de blocs ayant écrasé la forêt (principalement à l'Ouest), ou aux deux phénomènes à la fois.

Mais ces couloirs ne sont pas les uniques chemins des blocs dévalant la pente. En 1972, les rochers qui ont atteint l'Arc, n'ont taillé aucune percée dans la forêt. Leurs bonds n'ont fait qu'écrêter certains arbres.

##### 5 - TRAVAUX DE PROTECTION DEJA ENTREPRIS PAR LA S.N.C.F.

La voie de chemin de fer passe au pied d'un mur épais la séparant du pied de la montagne. Entre ce dernier et le parapet existe un petit fossé de quelques mètres de large, encombré par les blocs descendus jusqu'ici.

Pour éviter les accidents, la S.N.C.F. a établi au-dessus du mur un réseau de fils d'alerte dont la rupture interrompt le trafic sur la voie.

A la suite de la chute des blocs de 1972, la S.N.C.F. a construit une protection rapprochée. En Février 1975, celle-ci consiste en :

- une échelle de "perroquet" faite de rails et de traverse en amont du pont (nous appellerons cet ouvrage dans la suite du texte : l'échelle du pont).
- une échelle de "perroquet" dans la partie centrale du pied du cône (nous l'appellerons : l'échelle du milieu).
- un barrage en gabions dans un couloir aboutissant à l'entrée de la galerie paravalanche

Ce système de défense n'est donc pas continu, mais couvre certains secteurs particulièrement critiques.

#### 6 - PROTECTION COMPLEMENTAIRE

##### 61 - EXAMEN DES DIFFERENTES METHODES

611 - Purge, dynamitage, consolidation de la falaise sont exclus a priori étant donné la nature du problème.

##### 612 - Construction de banquettes

De tels replats bordés de remblais sont efficaces, mais ici ils ne peuvent être établis que sur le cône d'éboulis. Or, nous avons vu que celui-ci n'est pas sûr. La création de talus et de tranchées ne ferait qu'accroître son instabilité. Cette méthode ne peut être retenue, sauf, à la rigueur, le long du sentier sur une trentaine de mètres derrière l'échelle du pont. Cette solution est très localisée et ne doit être envisagée qu'en cas de chutes très fréquentes en ce point.

D'autre part, tous travaux importants sur le cône d'éboulis conduiraient inévitablement à faire disparaître des arbres pour établir les surfaces, les pistes d'accès etc... Or, nous avons vu que le rôle protecteur de la forêt n'est pas négligeable.

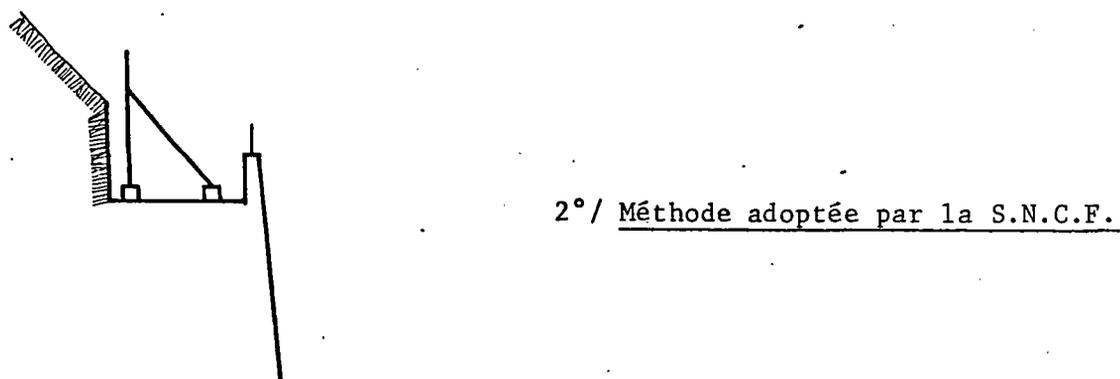
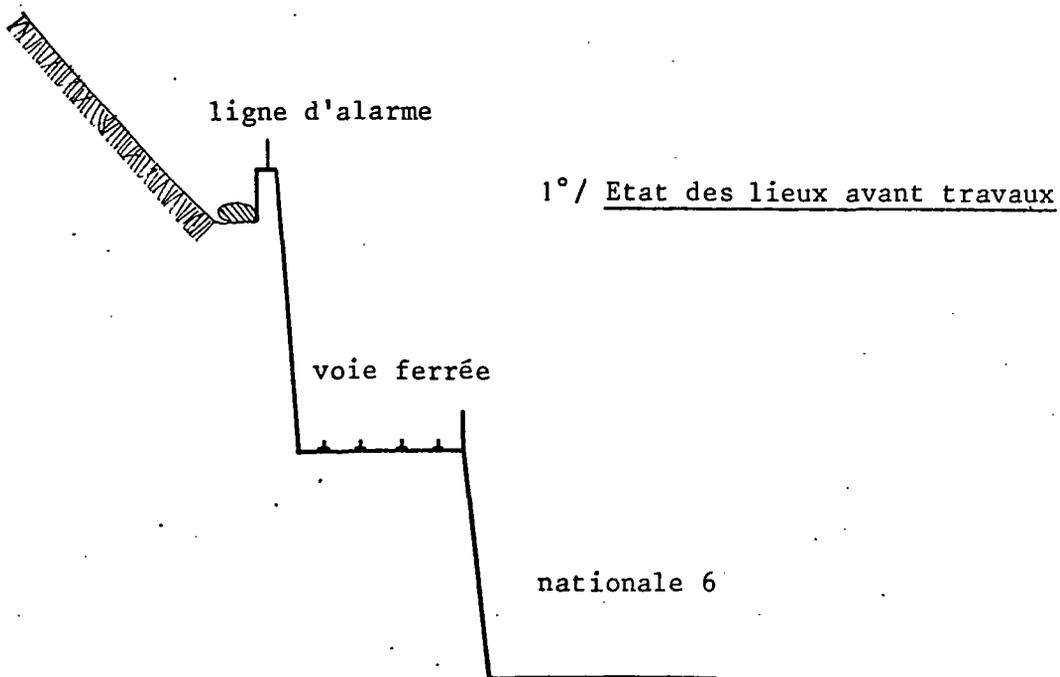
##### 613 - Défense de surface

Celle-ci consiste en :

- filets
- rateliers ou échelles de "perroquet"

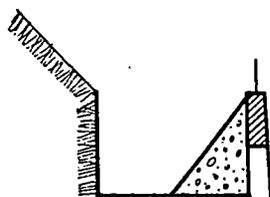
Défenses rapprochées des voies de communication à La PRA

---

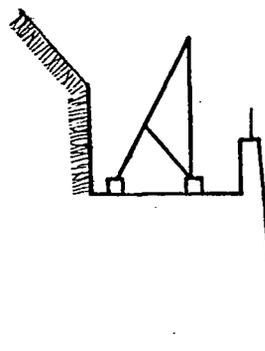


3°/ Méthodes préconisées

mur et remblai



échelle inclinée



Dans le cas de La Pra, les filets constituent une protection insuffisante employés seuls, mais ils peuvent être utilisés en appoint et nous reviendrons sur leur rôle par la suite.

Les rateliers métalliques, faits de poutrelles juxtaposées étant donné la hauteur (au moins 6 m) et la longueur qu'ils devraient avoir, ne semblent pas adaptés au problème vu leur prix de revient.

Les échelles de "perroquet" du type de construction déjà employée sur le site, paraissent être une méthode préventive satisfaisante.

#### 62 - DISPOSITIFS DE PROTECTION CONSEILLES (voir fig. 6)

Il reste entendu que la prévention la meilleure serait la construction d'une galerie ou d'une casquette ou bien le détournement de la voie ferrée sur l'autre rive.

Pour rester dans un cadre budgétaire acceptable, nous rejetons les solutions très onéreuses comme des remblais en terre armée par exemple.

Les méthodes plus économiques que nous préconisons ci-après ne peuvent garantir une sécurité à 100 %, il restera 1 ou 2 % de risques exceptionnels.

Nous envisagerons, ci-dessous, tout d'abord la défense rapprochée, puis la défense éloignée.

#### 621 - Protection rapprochée

Il est nécessaire de compléter les défenses déjà établies par la S.N.C.F. Les systèmes envisagés ne peuvent être édifiés que dans le fossé séparant le versant de la montagne du mur actuel de protection de la voie.

On peut concevoir les méthodes suivantes :

##### 1°/ - Surélévation du mur :

Le mur existant épais d'un mètre devrait être exhaussé d'au moins 2 m 50. Cette construction serait accompagnée :

- d'un élargissement du fossé pour atteindre la largeur de 10 m environ
- de l'édification d'un remblai de matériaux meubles contre le mur pour amortir les chocs des blocs.

2°/ - Construction d'échelles inclinées :

On pourrait se contenter de compléter le système d'échelles déjà établi par la S.N.C.F.

L'échelle du pont doit remplir correctement son office. Par contre, l'échelle du milieu est très proche du talus; nous craignons que certains blocs puissent la franchir en rebondissant.

Nous préférons incliner l'échelle vers l'aval de façon à augmenter son aire de réception.

Ces échelles devront avoir une hauteur identique à celle des échelles existantes et les matériaux de construction seront les mêmes. Ainsi conçus, ces ouvrages ressemblent à des rateliers paravalanches.

Nous avons déjà dit que le ratelier métallique classique, étant donné la hauteur requise, 7-8 m, serait d'un prix de revient excessif.

L'échelle de perroquet inclinée doit rester éloignée du mur de protection de la voie pour que le bloc rocheux, même s'il casse des traverses, puisse tomber derrière le mur.

La longueur d'ouvrage restant à construire, doit être de l'ordre de 200 mètres.

Le fossé doit être élargi jusqu'à une dizaine de mètres.

Il ne peut être question de refaire l'échelle du milieu, mais, à notre avis, le mur de protection devrait être exhausé sur la longueur parallèle à cette échelle.

3°/ - Méthode mixte : surélévation du mur et échelle inclinée :

Selon les disponibilités financières, une troisième solution consisterait à surélever le mur et à construire une échelle inclinée derrière. L'investissement est plus important, mais la sécurité plus grande.

622 - Défense éloignée

Nous avons vu qu'il est fortement déconseillé de modifier le profil topographique actuel du cône d'ébouliș. Toute protection doit rester aérienne. Actuellement, cette défense éloignée est assurée par la forêt, dont le rôle est loin d'être négligeable dans le cas de petits blocs.

Une première conclusion est donc l'utilité de la préservation de cette forêt, et si possible son développement.

Or, elle semble en recession. Si elle venait à disparaître, une plus forte proportion de blocs parviendrait jusqu'à la vallée.

Il faut donc envisager un système qui aide la forêt actuelle à retenir les blocs et éventuellement puisse la suppléer.

A notre avis, étant donné les conditions géologiques et topographiques du cône d'ébouliș de La Pra, il n'y a qu'une méthode : ce sont les filets genre paravalanches. Ils ont déjà fait leurs preuves dans les Alpes pour la rétention des blocs rocheux, bien que ce ne soit pas leur destination première.

Les filets à fibres synthétiques sont à proscrire, car l'arrête des blocs peut cisailer la maille.

Il faut des filets en acier de type BRUGG.

Leur hauteur utile n'est pas élevée : 2,50 m (en réalité 3 m mais ils sont en position inclinée), elle est cependant suffisante pour le service attendu : l'arrêt des petits blocs.

Ces filets pourraient être disposés à proximité du sentier qui parcourt la totalité du cône d'ébouliș près de sa base.

Nous soulignons bien que ce dispositif de filets n'est envisagé que comme une méthode de prévention complémentaire.

En résumé, la protection des voies de communication à La Pra peut se concevoir ainsi :

- défense rapprochée impérative : renforcement des moyens déjà mis en place par la S.N.C.F., par élargissement du fossé, puis, soit élévation du mur de protection, soit construction de nouvelles échelles inclinées, ou la combinaison des deux méthodes.
- défense éloignée moins urgente mais conseillée : réseau de filets.

7 - ELEMENTS DE PRIX DE REVIENT

Pour permettre une estimation approximative des investissements et une comparaison entre les méthodes, nous donnons à titre indicatif des prix obtenus auprès d'entreprises spécialisées. Il faut considérer ces chiffres comme des ordres de grandeur et non pas comme des devis.

71 - ELEVATION DU MUR

Prix du mètre linéaire d'un mètre de large x 2,5 m de haut : 1.700 F

Coût approximatif pour 300 m ..... 510.000 F

72 - ECHELLE DE PERROQUET, TYPE S.N.C.F.

Prix du mètre linéaire de 1.600 à 2.000 F

Coût approximatif pour 200 m à 2.000 F  
le mètre ..... 400.000 F

Auquel devrait s'ajouter le prix  
de 100 m de mur ..... 170.000 F

570.000 F

73 - TRAVAUX D'ELARGISSEMENT DU FOSSE

Prévu quelque soit la méthode (71 ou 72) ..... 100.000 F

74 - COUT DES FILETS

Le mètre linéaire : de 1.600 à 2.000 F

Coût approximatif pour 300 m à 2.000 F  
le mètre ..... 600.000 F

8 - CONCLUSIONS

L'étude géologique indique que rien ne peut empêcher la falaise de s'éroder et les blocs de tomber.

Les conditions du cône d'éboulis sont telles qu'aucun ouvrage garantissant une sécurité totale ne peut être établi sur celui-ci.

Les méthodes préventives envisagées s'ajoutant à celles déjà mises en place par la S.N.C.F., doivent diminuer très fortement le risque.