

STABILITÉ DU TALUS
À POINTE-LEBEL SUR LA
RIVE DROITE DE L'ESTUAIRE DE LA
RIVIÈRE MANICOUAGAN ENTRE LA
POINTE-DES-BOOMS ET LA
BAIE HENRI-GRENIER

CANQ
TR
GE
SM
159



Ministère des Transports
Direction des sols et matériaux
Service des sols et chaussées

482719

STABILITÉ DU TALUS
À POINTE-LEBEL SUR LA
RIVE DROITE DE L'ESTUAIRE DE LA
RIVIÈRE MANICOUAGAN ENTRE LA
POINTE-DES-BOOMS ET LA
BAIE HENRI-GRENIER

Ministère des Transports
Centre de documentation
930, Chemin Ste-Foy
6e étage
Québec (Québec)
G1S 4X9

STRO

c.c. à: M. Michel Labrie, ing.
M. Alain Vallières, ing.
Mme Anne O'Sullivan
M. Lionel Dufour, ing.

N/Dossier: 0138-91-010(17)88

CANQ
TR
GE
SM
159

INTRODUCTION

Ce rapport fait suite à la vaste étude des problèmes d'érosion entreprise en 1988 sur toute la Côte Nord à l'est de Tadoussac. Il traite plus spécifiquement de la portion de berge de la rive droite de l'estuaire de la rivière Manicouagan comprise entre la Pointe des Booms et la baie Henri-Grenier (section 5 du rapport préliminaire du 13 décembre 1989). On y retrouve une description détaillée du problème, un résumé des travaux de terrain réalisés, une présentation de la stratigraphie et des caractéristiques des sols, les résultats des analyses de stabilité et finalement nos recommandations pour stabiliser le talus dans ce secteur. Les documents en annexe comprennent une localisation du site, des croquis des méthodes de stabilisation proposées ainsi que tous les rapports de forage. Les élévations fournies se réfèrent à un repère géodésique.

Description du site

Le site à l'étude présente probablement le risque le plus élevé d'un glissement de terrain majeur pouvant affecter des infrastructures routières et des propriétés privées dans toute la péninsule Manicouagan. Le tronçon de berge étudié qui est compris entre la Pointe des Booms et la Baie Henri-Grenier mesure 4.3 kilomètres de longueur. Sur ce tronçon, on relève la cicatrice de trois glissements de terrain de type coulée argileuse (fig. 1). Ces glissements ont affecté 1480 mètres de berge au total et la régression maximale mesurée est de 500 mètres. La hauteur moyenne du talus est de l'ordre de 22 mètres dans la majorité du secteur.

Les deux premières coulées argileuses se sont produites au début du tronçon étudié (fig. 1). A cet endroit, l'épaisseur de sable au-dessus du dépôt argileux est beaucoup plus importante. A l'examen des photos aériennes, la première coulée semble n'avoir affecté que la partie supérieure du dépôt argileux. Une visite du site devra être faite pour vérifier cette hypothèse. Le second glissement a affecté tout le dépôt argileux au-dessus du niveau de la mer. C'est un glissement beaucoup plus récent car la langue de débris n'est pas encore complètement érodée. La troisième coulée argileuse est de dimension beaucoup plus restreinte et sa surface de rupture se situait vraisemblablement au niveau de la mer. Elle est cependant localisée dans un secteur où l'érosion littorale semble plus forte. On remarque en effet que le talus est partiellement à totalement dénudé sur une longueur totale d'environ 2200 mètres. Les photos aériennes nous montrent également qu'un chenal plus profond se rapproche de la rive à cet endroit. Au contraire, le fond marin est plus près de la surface à proximité aval des deux plus grosses coulées argileuses. Cela est peut-être dû aux débris de ces anciens glissements. On remarque aussi que l'érosion littorale semble plus faible sur une distance de 700 mètres en aval de ces glissements.

Travaux de terrain et de laboratoire

Nous avons choisi un secteur où le talus est très abrupt, dénudé de végétation et où peu ou pas de débris provenant de la falaise sont entassés au pied pour réaliser une étude de stabilité. De telles conditions se retrouvent vis-à-vis le numéro civique 339.

L'étude a nécessité cinq sondages répartis dans une section perpendiculaire au talus. Quatre sondages ont été faits dans une première campagne à l'automne 89. Ils ont consisté à mesurer l'indice de pénétration standard dans la couche de granulaire, à faire trois profils de résistance au cisaillement à l'aide du scissomètre Nilcon et un profil d'échantillonnage à l'aide d'un échantillonneur à piston stationnaire dans le dépôt argileux. Des piézomètres ont été installés dans trois sondages en haut et en bas du talus afin de mesurer les conditions hydrauliques du massif. Les sondages en haut de talus ont été discontinués à 37 et 41 mètres tandis que celui en pied de talus a été arrêté à 12 mètres de profondeur. Une deuxième campagne de sondages a été nécessaire à l'été 1990 car les échantillons prélevés lors de la campagne précédente ne nous avaient pas permis de faire tous les essais requis en laboratoire. Un profil d'échantillonnage continu a été fait à ce moment dans le dépôt argileux jusqu'à 25 mètres de profondeur. Un essai au pénétromètre statique a également été fait à cette occasion.

Au laboratoire, des granulométries ont été faites sur un nombre représentatif des échantillons de granulaire. Sur les tubes d'argile, on a procédé à des essais d'identification tels que la détermination de la teneur en eau, des limites de consistance, de la mesure de la sensibilité et de la granulométrie. Au total, dix essais oedométriques ont été réalisés ainsi que quatre séries d'essais triaxiaux consolidés non drainés afin de déterminer les paramètres effectifs de l'argile à grande déformation.

Description des sols

On retrouve en surface un sable graveleux devenant un sable avec traces de gravier et de silt jusqu'à 4,4 m de profondeur. On retrace ensuite un sable silteux avec traces de silt et d'argile jusqu'à 6,4 m de profondeur. Ce dépôt granulaire est généralement peu compact. Les sondages se sont ensuite poursuivis dans un épais dépôt argileux sans avoir atteint le refus. C'est un dépôt de silt et d'argile très peu plastique et extrêmement sensible au remaniement au-dessus du niveau de la mer. Sous ce niveau, l'argile devient moyennement plastique et à sensibilité élevée. Ses caractéristiques sont résumées aux lignes suivantes:

- Résistance au cisaillement: 70 à 160 kPa
- Teneur en eau: 32 à 49%
- Limite de liquidité: 16 à 25% (20 à 46%)
- Indice de plasticité: 2 à 7% (15 à 20%)
- Indice de liquidité: 3.5 à 9.8 (0.3 à 2.1)
- Sensibilité: 980 à 1000 (13 à 39)
- Masse volumique: 1794 à 1987 kg/m³
- Indice des vides: 0.82 à 1.31
- Indice de compressibilité: 0.43 à 1.05
- Préconsolidation: 330 à 470 kPa
- Cohésion effective résiduelle: 9.2 à 12 kPa
- Angle de friction à grande déformation: 33 à 37°

Les valeurs entre parenthèses indiquent les caractéristiques du dépôt sous le niveau de la mer.

Les piézomètres indiquent un niveau de nappe à 3,8 m de profondeur avec un gradient vers le bas de 0,32 au sondage pratiqué à 40 mètres du sommet de talus. Au sondage pratiqué à 9 mètres du bord de talus, le niveau de la nappe s'établit à 4,2 m de profondeur et on observe un très fort gradient vers le bas de 0.62. Au pied du talus, on observe un gradient vers le haut de 0.26.

Stabilité du talus

Les études de stabilité du talus faites à partir de la pente moyenne de deux sections d'arpentage dans la zone étudiée donnent un facteur de sécurité de l'ordre de l'unité pour un talus de 38°. La stabilité du talus est donc marginale partout où il n'y a pas de matériaux accumulés en pied de talus. Nous avons également vérifié la stabilité du talus vis-à-vis le numéro civique 335 où beaucoup de matériaux ont été déversés par le haut. Ces déversements ont réduit la portion inférieure du talus à une pente de 1.0:2.6. Le facteur de sécurité contre une rupture circulaire est de l'ordre de 1.5 à cet endroit.

Stabilisation proposée

Comme la stabilité du talus est précaire partout où la pente du talus est de 1:1.3, nous avons étudié deux solutions pour stabiliser ce talus. La première consiste à construire un contrepoids de sable à la base du talus avec une protection contre l'érosion. Pour rehausser le facteur de sécurité à 1.3, il faut construire un contrepoids de 3,5 mètres de largeur au sommet à l'élévation 8.0 et de 8.5 m de largeur à sa base (fig. 2). La protection contre l'érosion devra s'élever jusqu'à la cote 4.25 m (fig. 3). L'enrochement et les remblais seront ainsi faits avec une pente de 1:2. Avec une telle géomé-

trie, le facteur de sécurité contre une rupture passant par le pied de talus augmente à 1.3 (fig. 2).

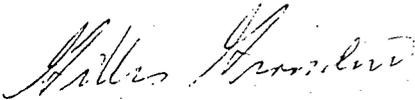
Nous avons également planifié une autre solution nécessitant un déchargement du sommet de talus et la construction d'un contrepoids moindre en pied de talus. Ainsi, une excavation de 3.5 m de largeur au sommet avec une pente de 1:1.5 et de 6.0 m de hauteur nécessiterait un contrepoids de 4.5 m de largeur à l'élévation 5.6 m avec un remblayage du talus avec du sable au-dessus de cette élévation selon une pente de 1:1.5 pour rehausser le facteur de sécurité à 1.3 également (fig. 4). Cette solution exigerait moins d'emprunt granulaire de l'extérieur car le déblai du sommet de talus pourrait être réutilisé. Elle aurait cependant comme désavantage de déboiser complètement le talus et serait plus difficile de réalisation. C'est pourquoi nous préconisons la première solution. Cette solution nécessite un volume assez important de matériaux où il n'y a pas de débris en pied de talus. Elle nécessite un effet par mètre linéaire 16 m^3 d'enrochement et de carapace de protection et 23 m^3 de sable. Une estimation plus précise des quantités nécessaires nécessitera des relevés d'arpentage de ce talus. Comme mentionné précédemment, les endroits où se sont accumulés des matériaux en pied de talus nécessiteront moins de remblai. Également, le talus accuse localement une pente moins abrupte. Les études de stabilité nous démontrent que le contrepoids nécessaire se réduit à 6,0 m de largeur à sa base avec un sommet de 3.5 mètres à l'élévation 8,0 m pour une pente de 1:1.4, 5,0 mètres de largeur à sa base avec un sommet de 3,5 mètres de largeur à l'élévation 5.6 mètres pour une pente de 1:1.6 et aucun contrepoids pour une pente de 1:1.8 (fig. 5 et 6).

CONCLUSION

Les études de stabilité nous démontrent que le talus est dans une stabilité précaire aux endroits où sa pente atteint 38° sans accumulation de matériaux à sa base. Nous proposons donc des méthodes de stabilisation de façon à augmenter le facteur de sécurité des cercles les plus critiques à une valeur de 1:3.

Sur l'ensemble du secteur à l'étude, nous estimons que des travaux de stabilisation majeurs seront requis sur une distance de 2160 mètres (fig. 1, zones 4 et 6). Une longueur de 1100 mètres (fig. 1, zones 1 et 3) nécessitera une protection contre l'érosion et peut-être une stabilisation, mais probablement de moindre importance. La zone 2 ne nécessite pas de protection à notre avis tandis que la zone 5 nécessiterait une protection contre l'érosion car ce secteur est soumis à l'érosion et des résidences ou chalets sont à proximité.

Des travaux d'arpentage sont requis sur l'ensemble du secteur sauf les zones 2 et 5 afin de finaliser et d'optimiser le dimensionnement du contre-poids stabilisateur.


Gilles Grondin, ing. M.Sc.
Section mécanique des sols
Division géotechnique
200, Dorchester sud, 4^e
Québec (Québec)
G1K 5Z1

GG/jd

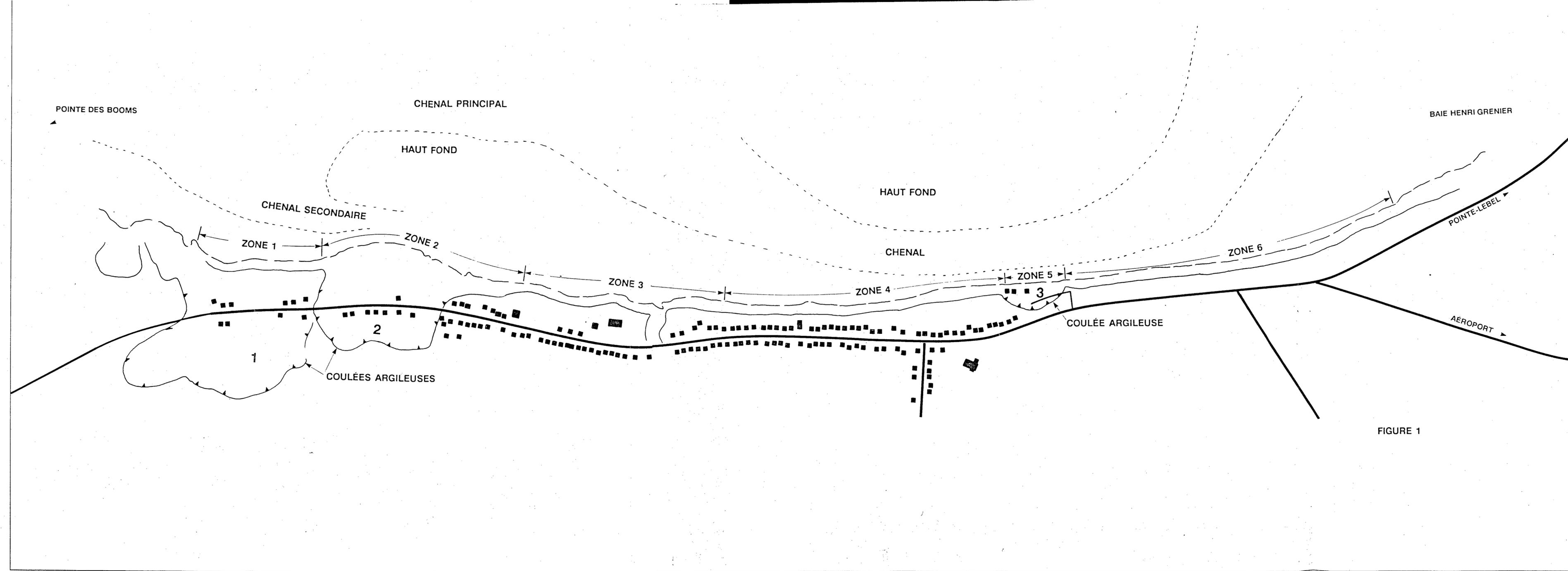


FIGURE 1

POINTE LABEL
STABILISATION POUR UN TALUS AVEC PENTE 1:1,3

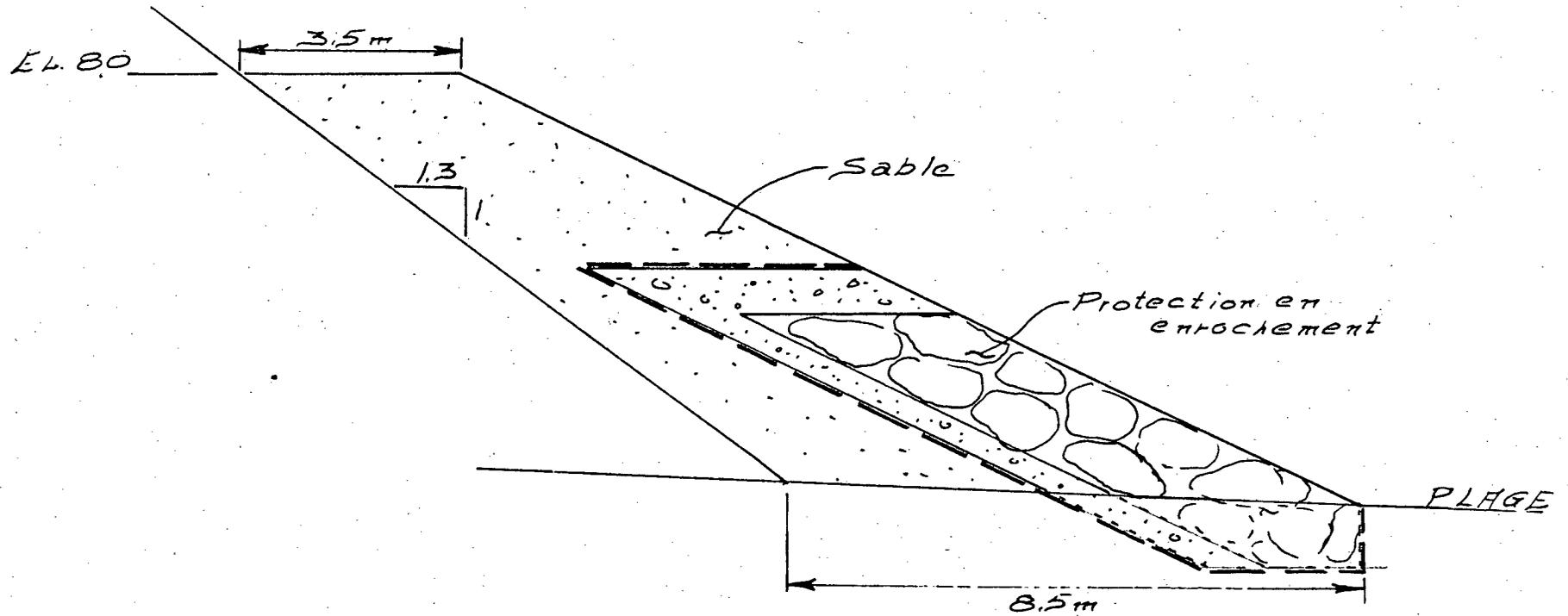
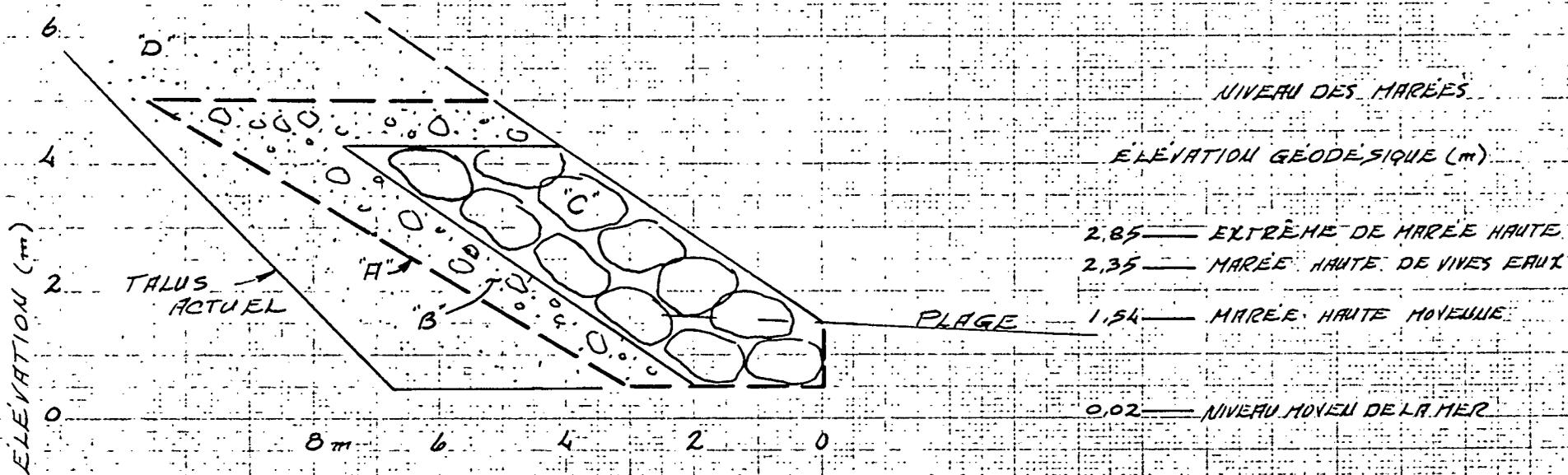


Fig. 2

PROTECTION EN ENROCHEMENT SECTION - TYPE



- "A" MEMBRANE GEOTEXTILE
- "B" GRAVIER OU PIERRE CONCASSÉE 0-300 mm
- "C" ENROCHEMENT SÉLECTIONNÉ
- "D" SABLE

Fig. 3

POINTE LEBEL
STABILISATION AVEC EXCAVATION AU SOMMET
ET CONTREPOIDS EN PIED DE TALUS

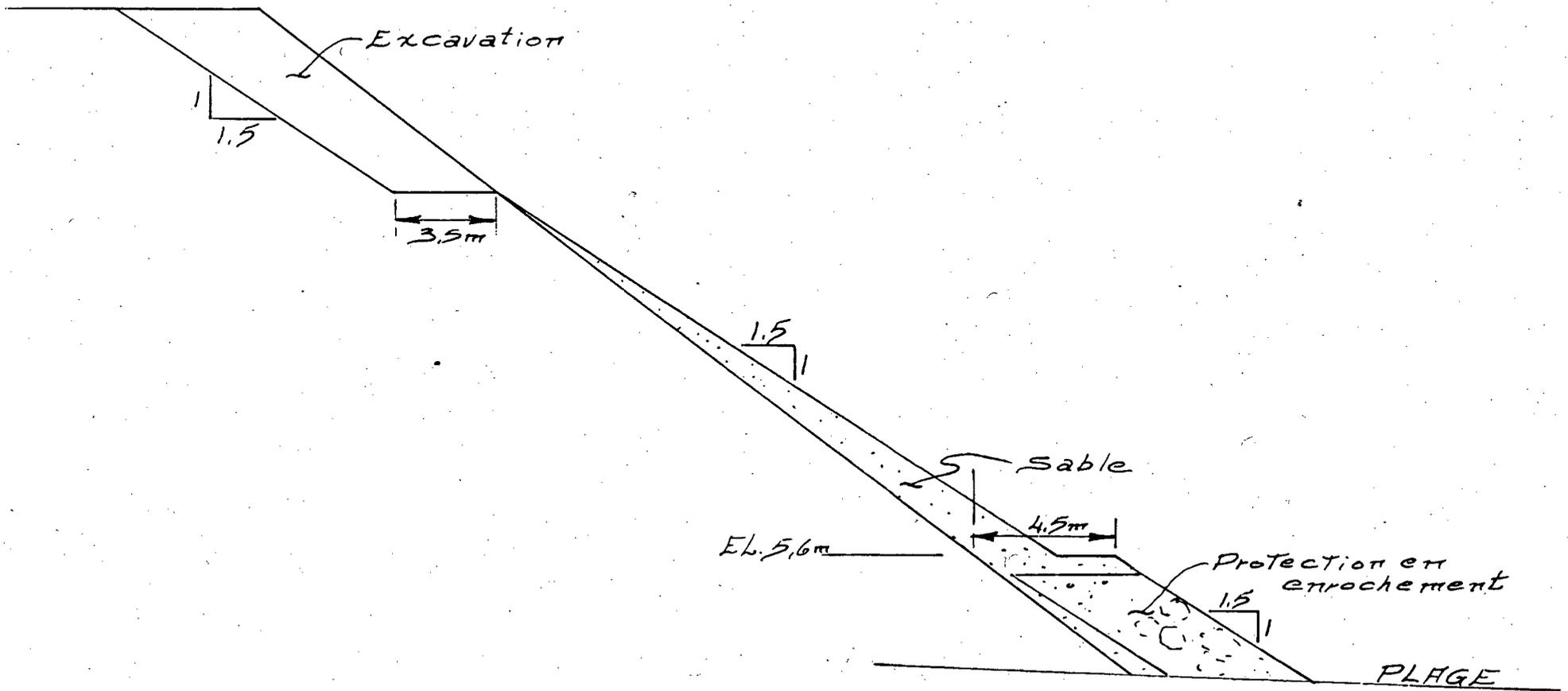


Fig. 4

POINTE LABEL
STABILISATION POUR UN TALUS AVEC PENTE 1:1,4

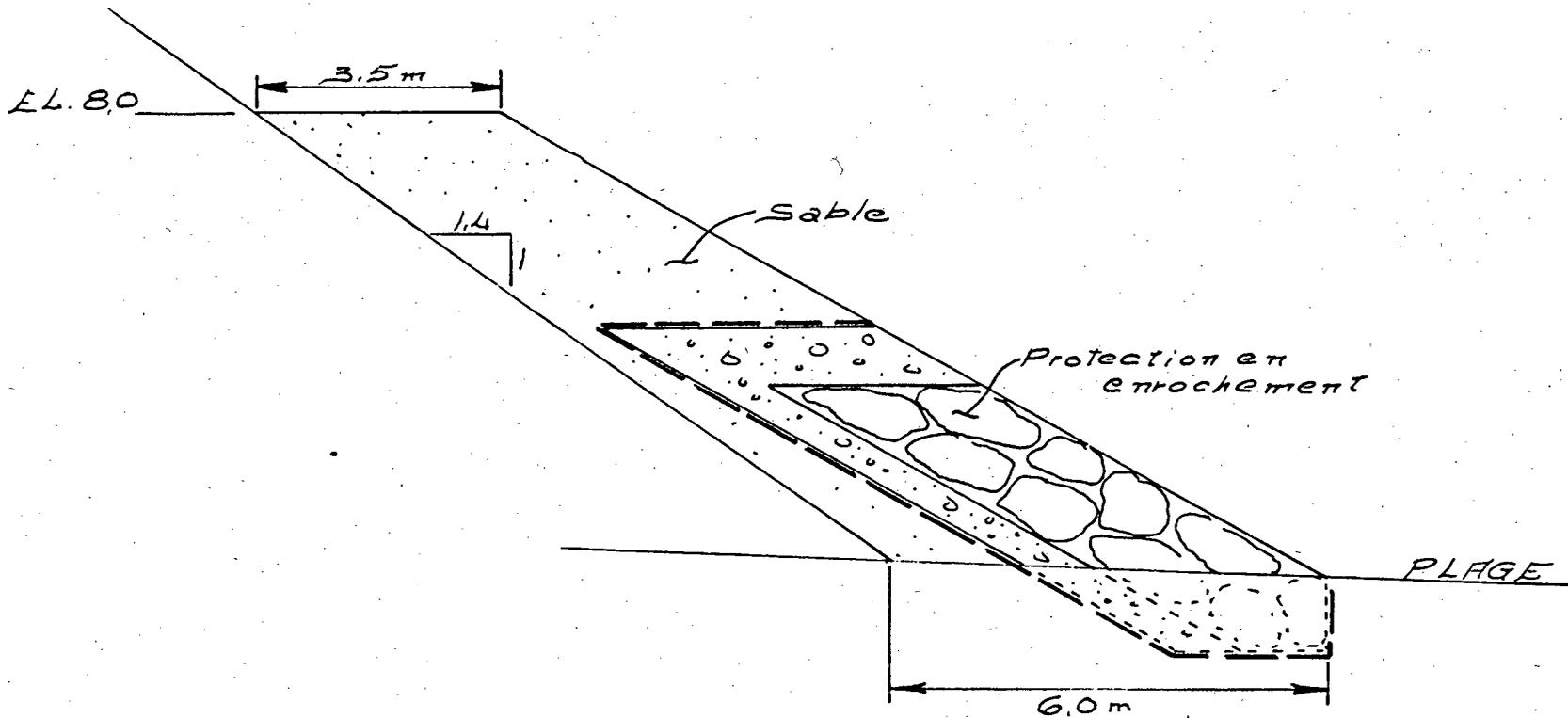


Fig. 5

POINTE LEBEL
STABILISATION POUR UN TALUS AVEC PENTE 1:1,6

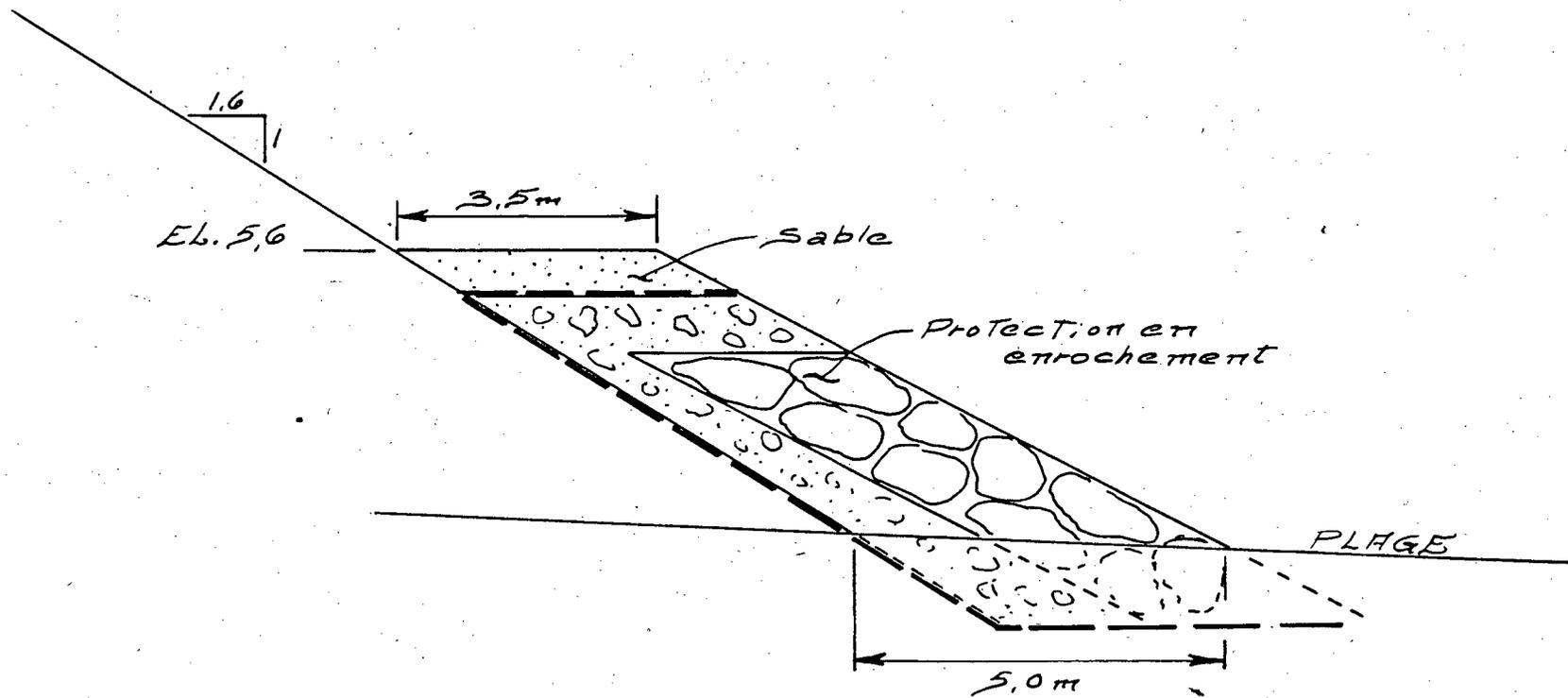


Fig. 6

MINISTÈRE DES TRANSPORTS



QTR A 085 964