



COMMUNE DE MEYTHET (HAUTE-SAVOIE)

EXAMEN DES DESORDRES AFFECTANT LA RUE DU FIER
ET DEFINITION DES MOYENS DE CONFORTMENT

R.33060-RHA.4S.91

LYON, juillet 1991

par P. KASSER
et A.M. MALATRAIT

BRGM - RHÔNE-ALPES

29, boulevard du 11-Novembre - B.P. 6083 - 69604 Villeurbanne cedex, France
Tél.: (33) 78.89.72.02 - Télécopieur : (33) 78.94.12.64 - Télex : 380 966 F

COMMUNE DE MEYTHET (74) - EXAMEN DES DESORDRES AFFECTANT LA RUE DU FIER
ET DEFINITION DES MOYENS DE CONFORTEMENT

R.33060

RHA-4S.91

Maître de l'ouvrage : Commune de Meythet.

Cadre de l'intervention

Suite à des phénomènes d'instabilité affectant la berge du Fier, la rue du Fier a été fermée à la circulation. Afin d'engager des travaux de confortement, la Commune de Meythet souhaite disposer des résultats d'une étude géotechnique qui analyse les phénomènes et définit les principes de stabilisation.

Moyens mis en oeuvre

- . Etablissement du bilan de l'état de stabilité actuel du site.
- . Analyse des mécanismes.
- . Examen des diverses solutions confortatives.
- . Estimation quantitative et financière des travaux.

Résultats obtenus

Les désordres observés sont liés à l'éboulement des alluvions qui recouvrent la molasse, principalement en tête du talus, là où la pente est forte et où des venues d'eau ont été observées.

La stabilisation du talus peut être réalisée au moyen d'un soutènement cellulaire ou d'un ouvrage béton, fondé sur pieux. Un système de drainage sera associé à l'ouvrage de soutènement.

La comparaison de ces diverses solutions montre que le principe soutènement cellulaire et drainage répond de façon satisfaisante aux objectifs de stabilisation de la rue du Fier, pour un coût estimé à 290 kF.

En complément du confortement du talus en partie haute, un traitement d'ensemble du versant est nécessaire.

INGENIEUR RESPONSABLE DE L'ETUDE P. KASSER
COLLABORATION A.M. MALATRAIT
DESSIN J.F. RIEUX
SECRETARIAT S. BELLON

Outre le résumé, ce rapport contient : 8 pages de texte, 8 figures dont 1 plan hors texte, et 3 annexes.

T A B L E D E S M A T I E R E S

1 - <u>CADRE ET OBJECTIF</u>	1
2 - <u>CONTEXTE GEOLOGIQUE GENERAL</u>	1
3 - <u>GEOLOGIE ET HYDROGEOLOGIE DE DETAIL</u>	1
3.1 - <u>Lithologie - Stratigraphie</u>	2
3.2 - <u>Contact alluvions-molasse</u>	2
3.3 - <u>Hydrogéologie</u>	3
4 - <u>PHENOMENES D'INSTABILITE</u>	3
4.1 - <u>Diagnostic</u>	3
4.2 - <u>Evolution</u>	4
5 - <u>CONFORTEMENT DU TALUS</u>	4
5.1 - <u>Solution mur cellulaire</u>	5
5.2 - <u>Solution mur de soutènement BA</u>	5
5.3 - <u>Solution dalle portée</u>	6
5.4 - <u>Synthèse</u>	6
6 - <u>CONCLUSION</u>	8

Liste des figures

- Fig. 1 - Carte de situation
Fig. 2 - Géologie et hydrogéologie de détail. Plan descriptif (hors texte)
Fig. 3,4,5 - Coupes géologiques interprétatives
Fig. 6,7,8 - Coupes de principe - Solution soutènement cellulaire

Liste des annexes

- Annexe I - Stabilité du mur cellulaire
Annexe II - Solutions de confortement béton armé
Annexe III - Avant-métré des travaux et estimation financière

1 - CADRE ET OBJECTIF

La rue du Fier, sur la commune de Meythet, est située en bordure d'une falaise qui domine le cours du Fier (voir carte de situation fig. 1).

Des phénomènes d'instabilité affectent la partie supérieure de la falaise. Leur évolution récente a conduit les services techniques à interrompre la circulation.

Afin de rétablir la sécurité du site et de pouvoir réouvrir la voie, la Commune souhaite engager des travaux de stabilisation.

Pour répondre à cet objectif, l'Agence régionale Rhône-Alpes du BRGM a réalisé une étude géotechnique visant à :

- établir le bilan de l'état de stabilité actuel du site ;
- analyser les mécanismes qui sont à l'origine des désordres observés ;
- définir les moyens de confortement ;
- préciser les conditions d'exécution des travaux ;
- estimer le coût des aménagements.

2 - CONTEXTE GEOLOGIQUE GENERAL

La vallée du Fier entaille la molasse gréseuse (Aquitaniens) assez compacte et inclinée de 20 à 25° vers l'ouest. Un épandage d'alluvions sablo-graveleuses, localement limoneuses et argileuses, remaniant des moraines glaciaires, recouvre la molasse sur une grande étendue. Il est probable que le cours antérieur du Fier, à un niveau plus haut, ait été comblé par ces alluvions.

3 - GEOLOGIE ET HYDROGEOLOGIE DE DETAIL

Les observations géologiques et hydrogéologiques de détail, sont transcrites sur un plan descriptif (fig. 2 hors texte) et interprétées sur 3 coupes transversales (fig. 3, 4 et 5).

3.1 - Lithologie - Stratigraphie

Les alluvions montrent plusieurs faciès de haut en bas :

- a1 - Graves sableuses avec quelques blocs, constituant la couche supérieure épaisse de 3 m au droit de l'éboulement.
- a2 - Limons à niveaux argileux plastiques et lits de graviers.
- a3 - Graves sableuses.
- a4 - Poudingue en amas irréguliers.

Ces divers faciès s'imbriquent et varient rapidement latéralement et verticalement. Ainsi le poudingue à ciment tufeux, constituant un massif cohérent à l'ouest de l'éboulement, n'apparaît nulle part ailleurs. De même les niveaux limoneux et argileux affleurant dans la falaise sous la source principale (coupe n° 1, fig. 3), ne semblent pas s'étendre à la même cote vers le nord et latéralement dans le coteau. Des niveaux argileux auraient été rencontrés dans deux puits anciens, destinés à la recherche d'eau (plan descriptif fig. n° 2) vers 7,5 m de profondeur.

La molasse est constituée de bancs gréseux compacts, à ciment carbonaté. Des niveaux lités plus friables, avec des joints argileux, favorisent l'érosion et la création de surplombs, comme c'est le cas en bordure de rivière (fig. 3).

3.2 - Contact alluvions-molasse

Dans le coteau, le contact se situe en contrebas de la falaise de poudingue à la cote plan 75 (fig. 3). Il a également été observé plus à l'est, dans la falaise au-dessus du glissement, en bordure du sentier (cote 75).

Les sondages de reconnaissance effectués sur la chaussée en 1987, situent l'interface alluvions-molasse à une profondeur de 7 m, soit à une cote 87.

Ces diverses données semblent indiquer une brusque remontée du toit de la molasse vers le nord, comme indiqué sur les coupes.

Une telle configuration est cependant étonnante. Elle va en effet à l'encontre du contexte géologique régional, qui montre une pente générale du plateau molassique vers le nord. De plus, un contact alluvions-molasse d'une telle raideur aurait probablement généré des phénomènes d'instabilité autres que ceux observés.

La situation exacte du toit de la molasse est donc difficile à préciser : cette cote peut présenter localement des hétérogénéités sensibles.

3.3 - Hydrogéologie

D'une façon générale, les alluvions constituent un aquifère étendu drainé par le Fier et son affluent rive droite, le Nant-Cotfa.

Au niveau de l'éboulement, les nombreuses sources (plan descriptif, fig. 2) constituent des exutoires de circulations nord-sud concentrées à cet endroit pour des raisons litho-structurales mal définies.

Au sommet, la source principale (n° 1) et les petites sources voisines semblent drainer la couche supérieure a1, la couche limoneuse a2 constituant un mur relativement imperméable. Les sources en contrebas drainent les couches sablo-graveleuses a3 (sources n° 2, 3 et 4). La présence de tuf et de poudingue à ciment tufeux montre que ces émergences fonctionnent depuis longtemps à divers niveaux dans le coteau. Au toit de la molasse (au-dessus du surplomb), de nombreuses petites émergences marquent le mur de l'aquifère alluvial.

4 - PHENOMENES D'INSTABILITE

4.1 - Diagnostic

Les éboulements qui affectent le site témoignent d'une réactivation de l'érosion régressive qui s'est développée depuis longtemps. Celle-ci se manifeste par une déstabilisation épisodique de masses d'alluvions peu volumineuses, quelques dizaines à quelques centaines de m³. Les matériaux éboulés et gorgés d'eau évoluent en coulées qui s'étalent sur la pente jusqu'au Fier, emportant la végétation.

Le mécanisme de ces éboulements s'explique de la façon suivante : le Fier, en entaillant le plateau, a créé des berges hautes et raides. L'érosion régressive conduit progressivement à la création en tête de talus de pentes très raides. La combinaison de l'action gravitaire, de la dégradation des caractéristiques mécaniques des matériaux graveleux (perte de cohésion par effet de peau et sous l'action de l'eau) et de l'entraînement localisé des fines, suffit à déclencher des éboulements.

4.2 - Evolution

Au sommet de l'arrachement principal, des petites niches d'érosion peuvent se développer dans la couche d'alluvions al, comme c'est le cas au droit de la source n° 1 (coupe n° 2, fig. 4). La régression peut alors atteindre la bordure de la chaussée.

Aucun indice ne révèle actuellement une possibilité de glissement à plus grande échelle, qui emporterait tout ou partie de la chaussée.

Dans la pente, les masses mobilisées lors des derniers éboulements apparaissent relativement stabilisées (zones A et B). Seule la zone située à l'est (zone C) présente encore des indices d'instabilité superficielle. Il est probable que les masses d'alluvions au-dessus (pente abrupte) soient en cours de déstabilisation ; l'arrachement se développerait dans le prolongement de l'arrachement principal qui domine la zone A.

L'éperon situé à l'ouest de l'éboulement apparaît relativement stable, grâce notamment à la présence d'un massif de poudingue.

La falaise surplombante de molasse en contrebas, livrée essentiellement à une altération superficielle, ne présente pas actuellement d'indice de rupture. Cependant, le creusement à terme sous les surplombs provoquera leur écroulement, qui peut déstabiliser alors le massif de poudingue au-dessus.

La pente voisine, située à l'est, présente localement des indices d'instabilité superficielle diffuse, mal circonscrite, notamment dans la zone parsemée de gros blocs gréseux. Bien que cette pente boisée apparaisse sensible, aucune manifestation d'érosion ne s'est encore déclarée.

5 - CONFORTEMENT DU TALUS

Le confortement du talus doit répondre à l'objectif principal qui est la stabilisation de la rue du Fier. L'analyse des mécanismes d'instabilité (§ 4.1) montre que la stabilisation passe par la maîtrise des écoulements souterrains et le confortement des zones raides affectées d'éboulements.

Trois solutions de stabilisation sont examinées. La première utilise une technique de soutènement cellulaire ; les deux autres, proposées par le cabinet d'ingénierie J.L. PLANTIER, s'appuient sur des ouvrages béton armé.

5.1 - Solution mur cellulaire (voir coupes de principe fig. 6, 7 et 8)

Cette solution associe un mur cellulaire, destiné à soutenir les zones raides qui s'éboulent en tête de talus, et un système de drainage visant à intercepter les circulations d'eau qui sont à l'origine de la décohésion des matériaux.

Le mur de soutènement cellulaire (type LOFFEL) est haut de 4 m. Sa pente varie de 60° au profil 1 jusqu'à 75° aux profils 2 et 3 (le principe de mur modulaire permet de réaliser aisément ces variations de pente et d'adapter la courbure de l'ouvrage au terrain). Il sera monté sur une semelle de béton de propreté (largeur 1 m). Sa stabilité est assurée au renversement ($F_R = 1,67$) et au glissement ($F_G = 2,12$) [cf annexe I].

La tranchée drainante sera réalisée à partir de la plate-forme terrassée pour l'exécution du mur (-4,00 m/chaussée). Elle sera large de 0,80 m et profonde de 3,50 m. Pour la réaliser, on utilisera un géotextile anticontaminant type Bidim U 34, un drain PVC ϕ 100 posé sur un lit de sable et des matériaux drainants concassés 20/40. Les eaux drainées devront être évacuées à l'écart de la zone sensible et de préférence canalisées jusque dans le Fier (canalisation PVC ϕ 100, longueur 60 m environ).

La mise en oeuvre de cette solution nécessite la réalisation d'une plate-forme à -4,00 m/chaussée. Pour s'assurer de la bonne tenue du front de terrassement, on respectera une pente de 34° (2 V pour 3 H). L'emprise des terrassements conduit alors à empiéter sur les parcelles cadastrales 1020, 1099 et 1076, sur une longueur de 40 m environ.

Si l'on veut limiter l'emprise des terrassements aux terrains communaux, le front de terrassement de la plate-forme sera plus raide (70° maximum). Sa tenue devra être assurée par un confortement par clouage et projection de béton. On peut également envisager des terrassements sans confortement provisoire, réalisés par passes de largeur réduite ; cette solution pose cependant des problèmes de continuité dans la réalisation du mur et de la tranchée.

Lors des terrassements, les éventuels passages argileux ou limoneux rencontrés seront systématiquement purgés. On prendra notamment garde à la bonne qualité des matériaux au niveau de l'assise du mur. A l'arrière du mur, les matériaux remblayés devront également être contrôlés et seront soigneusement compactés.

5.2 - Solution mur de soutènement BA

Le principe de cette solution (proposée par le cabinet PLANTIER) est de réaliser un soutènement par un voile BA de 3 mètres de hauteur, fondé sur la molasse par l'intermédiaire d'une semelle et de pieux (voir annexe II).

Il est possible d'associer à cette solution un système de drainage similaire à celui de la solution précédente (dans ce cas, la réalisation d'une tranchée à faible distance des pieux conduit à négliger le frottement latéral sur la hauteur de la tranchée). La longueur théorique des pieux est de 5 m, de façon à respecter un encastrement de 1,20 m dans la molasse. Toutefois, comme il l'a été indiqué (§ 3.2), la cote du toit de la molasse peut varier localement. Il sera donc nécessaire, en cours de foration, d'apporter un soin particulier au repérage du toit de la molasse et d'adapter en conséquence la longueur des pieux.

L'exécution des pieux et du mur se fera à partir d'une plate-forme décaissée à -3,20 m/chaussée. On retrouve donc les mêmes problèmes que ceux décrits précédemment avec les deux possibilités : empiètement sur les parcelles privées ou soutènement du front provisoire.

5.3 - Solution dalle portée

C'est la "solution 2" proposée par le cabinet J.L. PLANTIER.

Elle consiste à réaliser une dalle béton armé à faible profondeur sous la chaussée. Cette dalle est fondée sur la molasse au moyen de pieux de 7,00 m de longueur théorique. Comme pour la solution précédente, cette longueur est susceptible de varier localement.

La tranchée drainante ne serait, dans ce cas, pas efficace. En effet, la profondeur atteinte (-4,50 m/chaussée) ne suffirait pas à intercepter toutes les circulations qui s'établissent principalement entre -4,00 et -7,00 m

A noter que cet aménagement ne présente pas de contrainte d'exécution particulière ; les décaissements sont notamment limités (profondeur 1 m).

Par contre, le soutènement des zones sensibles affectées d'éboulement n'est pas assuré. La déstabilisation des terrains en tête de talus risquant même d'affecter à long terme l'ouvrage.

5.4 - Synthèse

La grille d'analyse suivante permet de comparer ces différents aménagements selon :

- la réponse qu'ils apportent aux trois principales fonctions recherchées : stabilisation de la chaussée, soutènement de la tête de talus et drainage des circulations ;

- les contraintes d'exécution induites ;
- le coût des aménagements (voir annexe III : avant-métré des travaux et estimation financière).

	Mur cellulaire	Soutènement BA	Dalle portée
Stabilisation chaussée	oui	oui	oui
Soutènement du talus	h = 4,00 m	h = 3,00 m	non
Drainage des circulations souterraines	efficace jusqu'à -7,50 m/chaussée	efficace jusqu'à -6,50 m/chaussée	non
Contraintes d'exécution	emprise des terrassements	emprise des terrassements	(longueur des pieux)
Coût (en kF)	290 (430)*	400 (540)*	300
* prix prenant en compte le confortement par clouage du front de terrassement			

Il faut noter par ailleurs que le principe du mur cellulaire offre l'avantage d'une mise en oeuvre facile, permettant d'adapter l'ouvrage à la topographie du site. Cette adaptabilité, et la possibilité de végétaliser le mur, en font une solution respectueuse de l'environnement.

Les solutions béton fondées sur pieux, sont pénalisées par l'inconnue qui existe sur la cote exacte du toit de la molasse (cf § 3.2). Les variations locales possibles peuvent conduire à des surcoûts sensibles.

6- CONCLUSION

Les phénomènes d'instabilité observés sur le versant rive droite du Fier sont liés à des éboulements des alluvions qui recouvrent la molasse. La forte pente de la partie sommitale, et des venues d'eau qui induisent une perte de cohésion des matériaux, sont à l'origine de ces mouvements.

Afin de rétablir une situation sécuritaire, divers aménagements sont envisageables :

- réalisation d'un soutènement cellulaire associé à un drainage ;
- mise en place d'un ouvrage de soutènement BA, fondé à la molasse et associé à un drainage ;
- reprise de la chaussée au moyen d'une dalle portée, fondée à la molasse.

La comparaison de ces diverses solutions montre que le principe soutènement cellulaire et drainage répond de façon satisfaisante aux objectifs de stabilisation de la rue du Fier, pour un coût estimé à 290 kF.

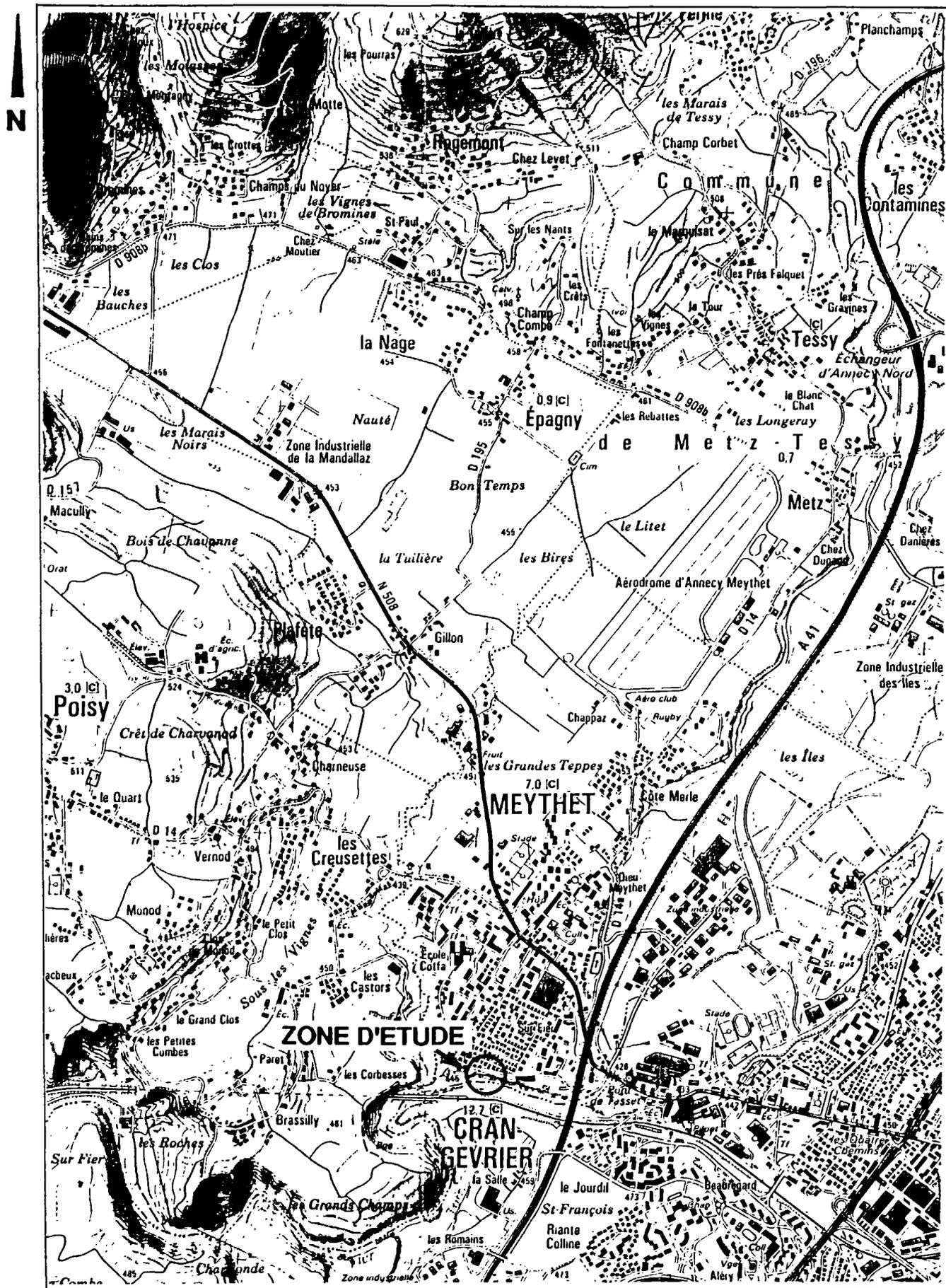
En complément de l'aménagement de la partie supérieure du coteau, un traitement du versant contribuera efficacement à la stabilité d'ensemble du site. Le traitement comprendra :

- la purge des matériaux éboulés instables ;
- l'abattage des arbres déstabilisés par des mouvements anciens ;
- le captage et la canalisation des sources jusqu'à la rivière ;
- la mise en place d'enrochements pour limiter l'érosion due au Fier au niveau des surplombs.

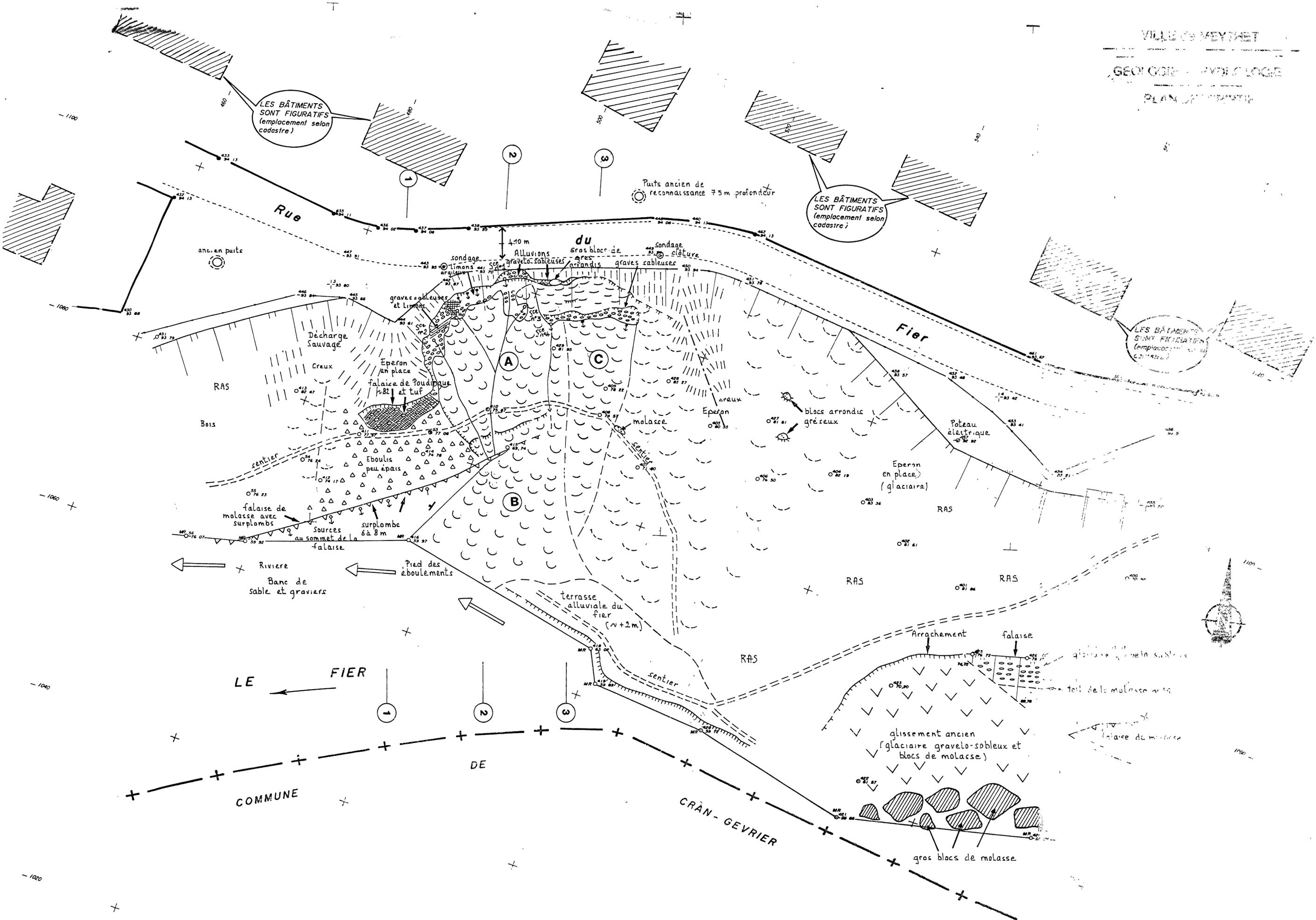
F I G U R E S

CARTE DE SITUATION

Echelle 1/ 25 000

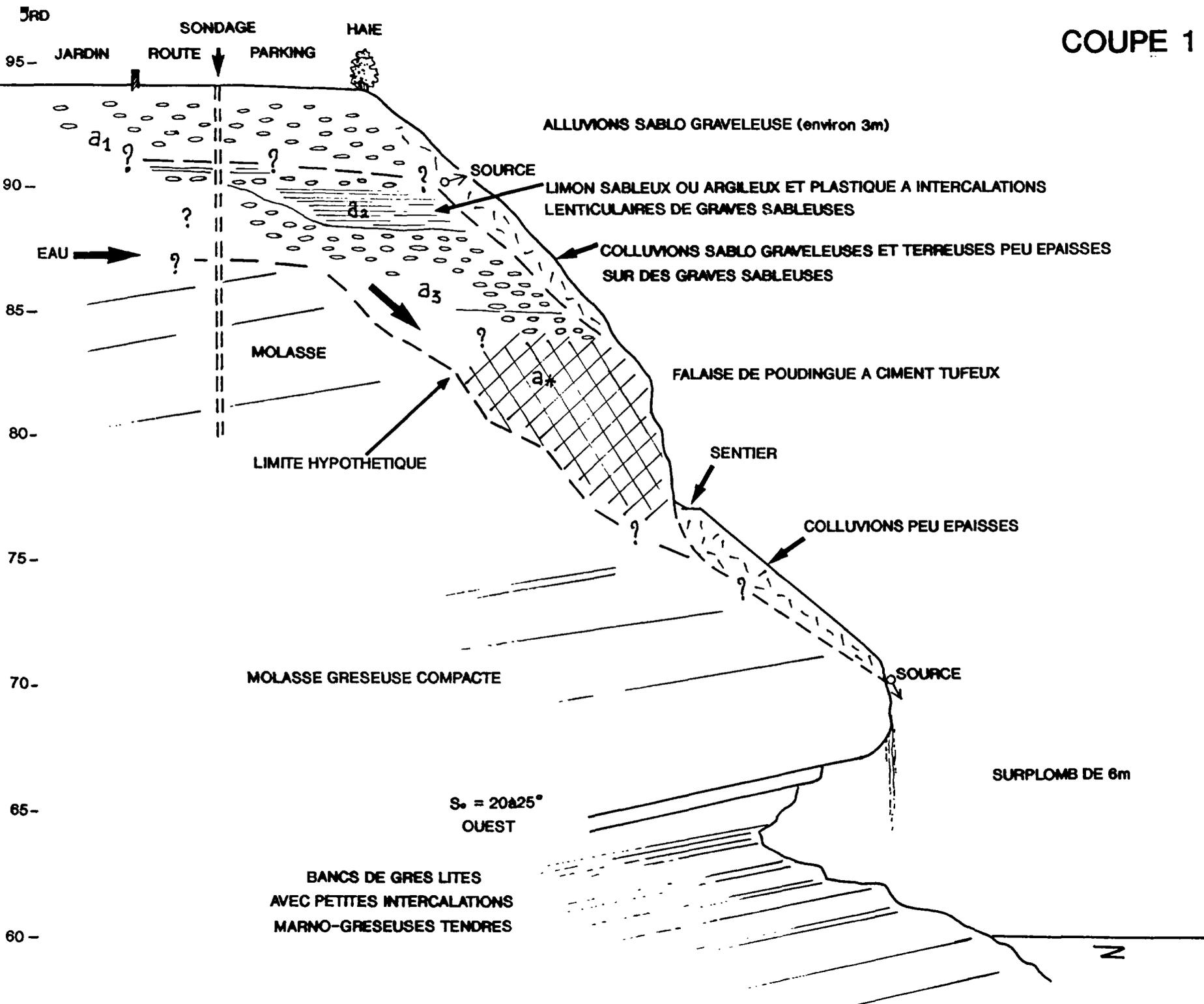


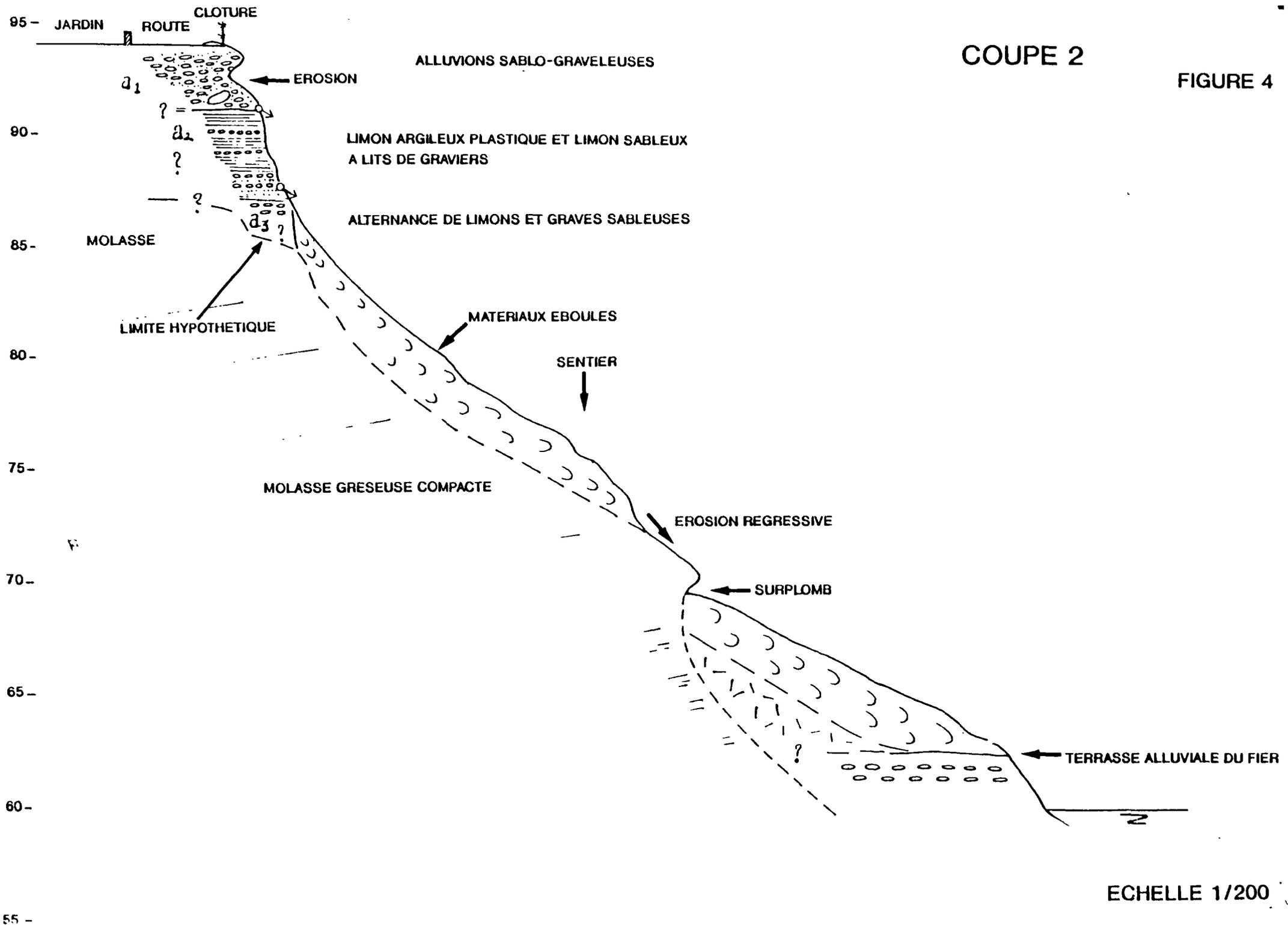
VILLE DE MEYTHET
 GÉOLOGIE - HYDROLOGIE
 PLAN DÉTAILLÉ



COUPE 1

FIGURE 3





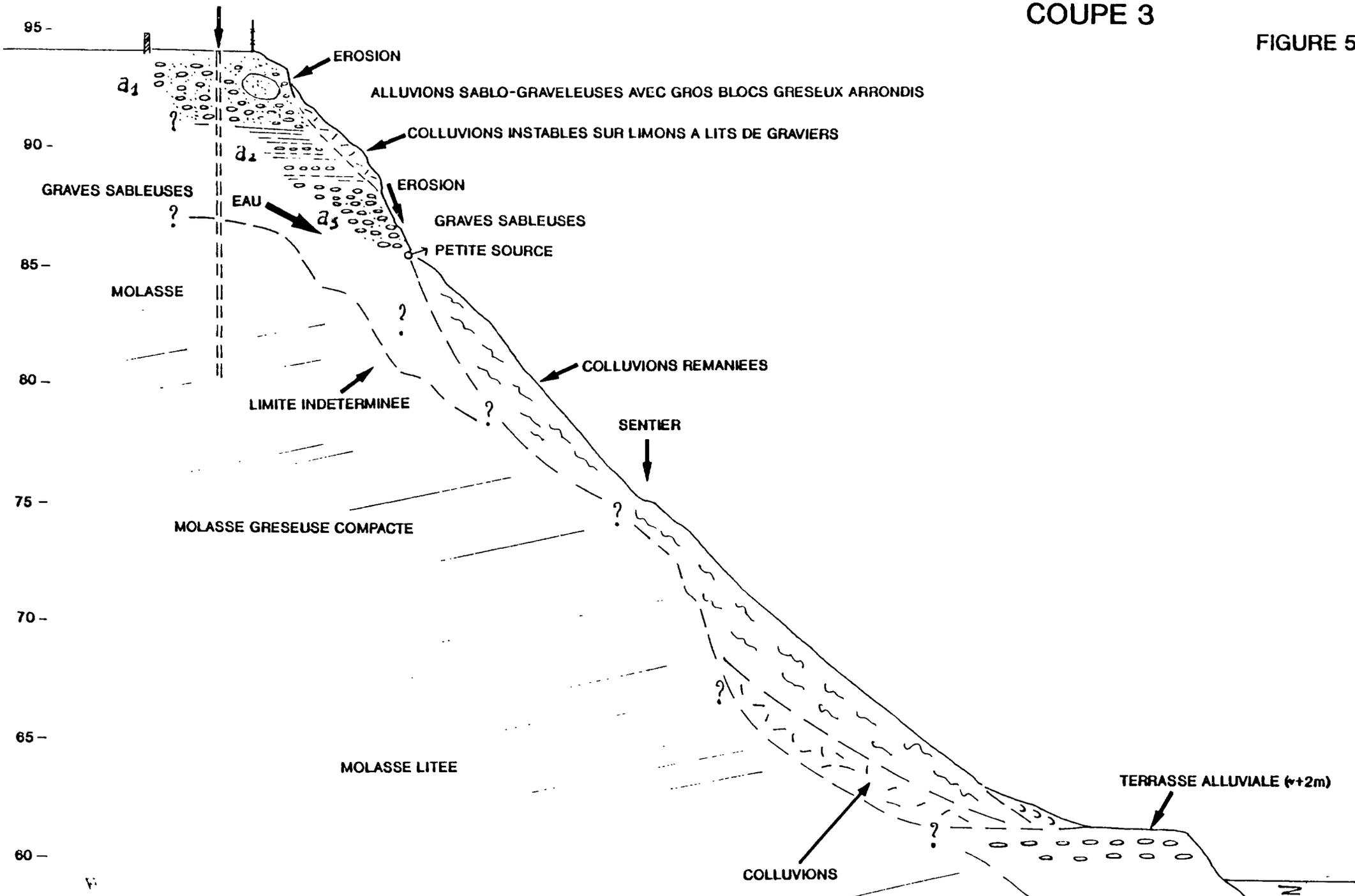
NORD

SONDAGE DESTRUCTIF (1987)

SUD

COUPE 3

FIGURE 5

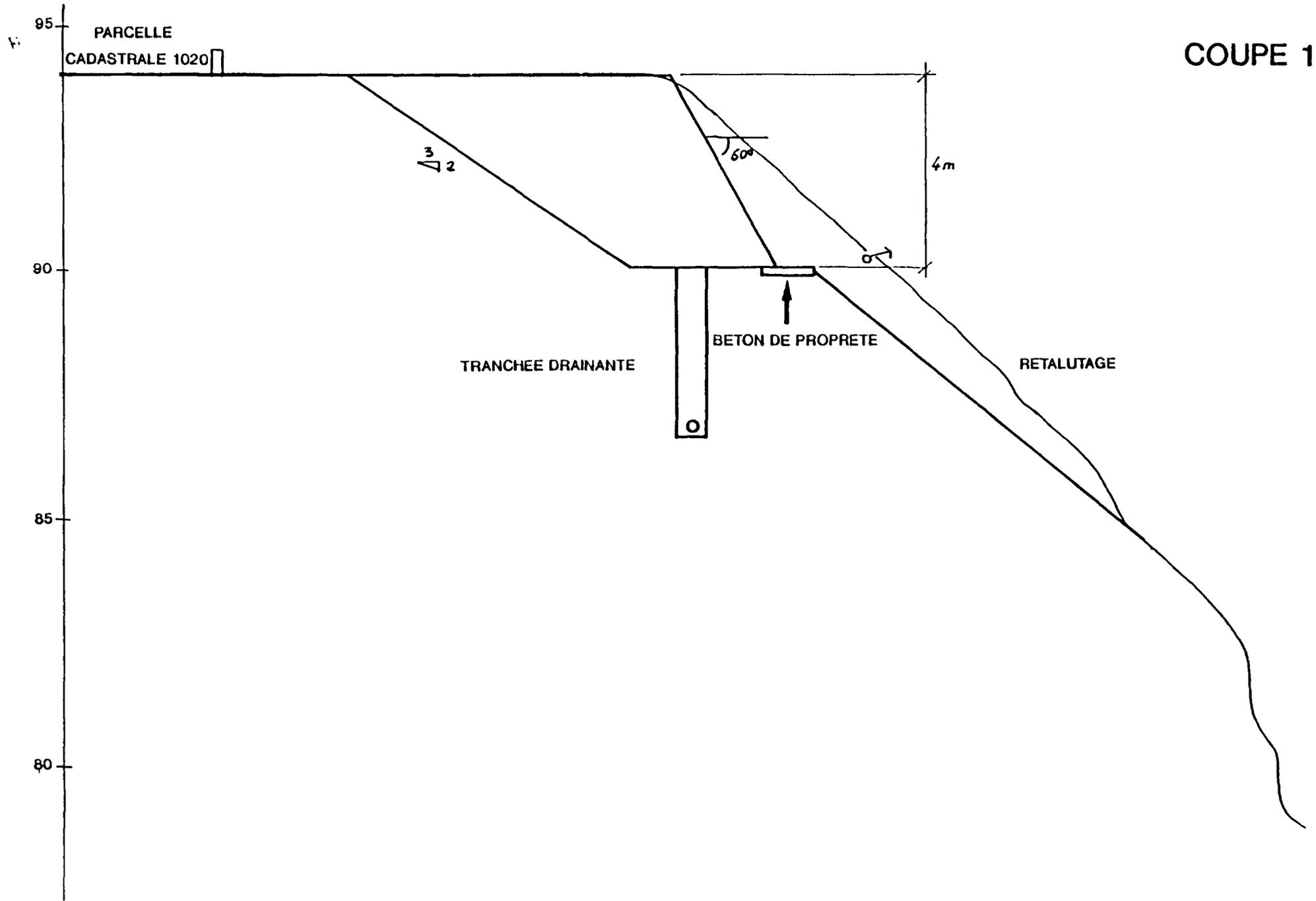


ECHELLE 1/200

SOLUTION MUR CELLULAIRE

FIGURE 6

COUPE 1

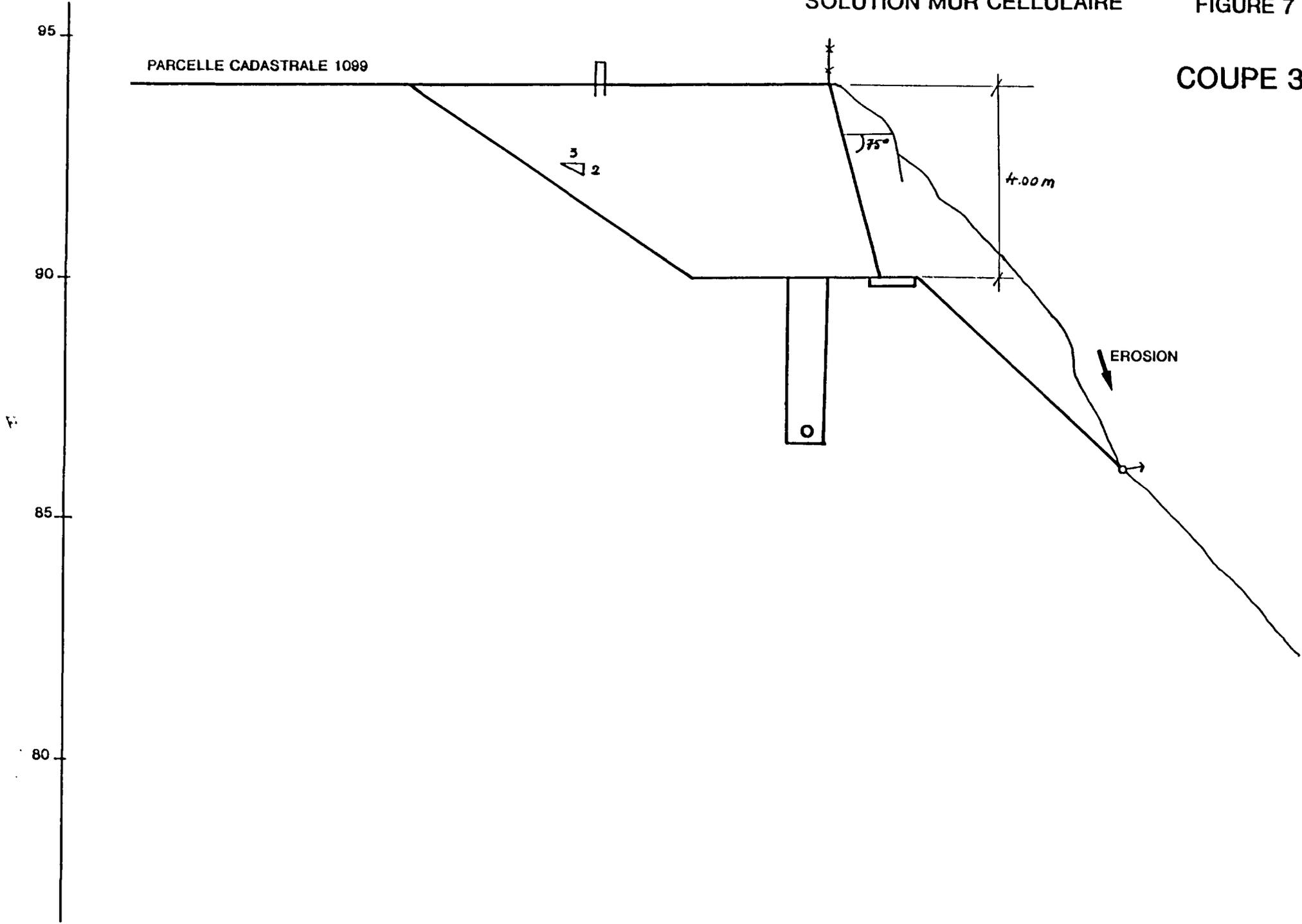


ECHELLE 1/100

SOLUTION MUR CELLULAIRE

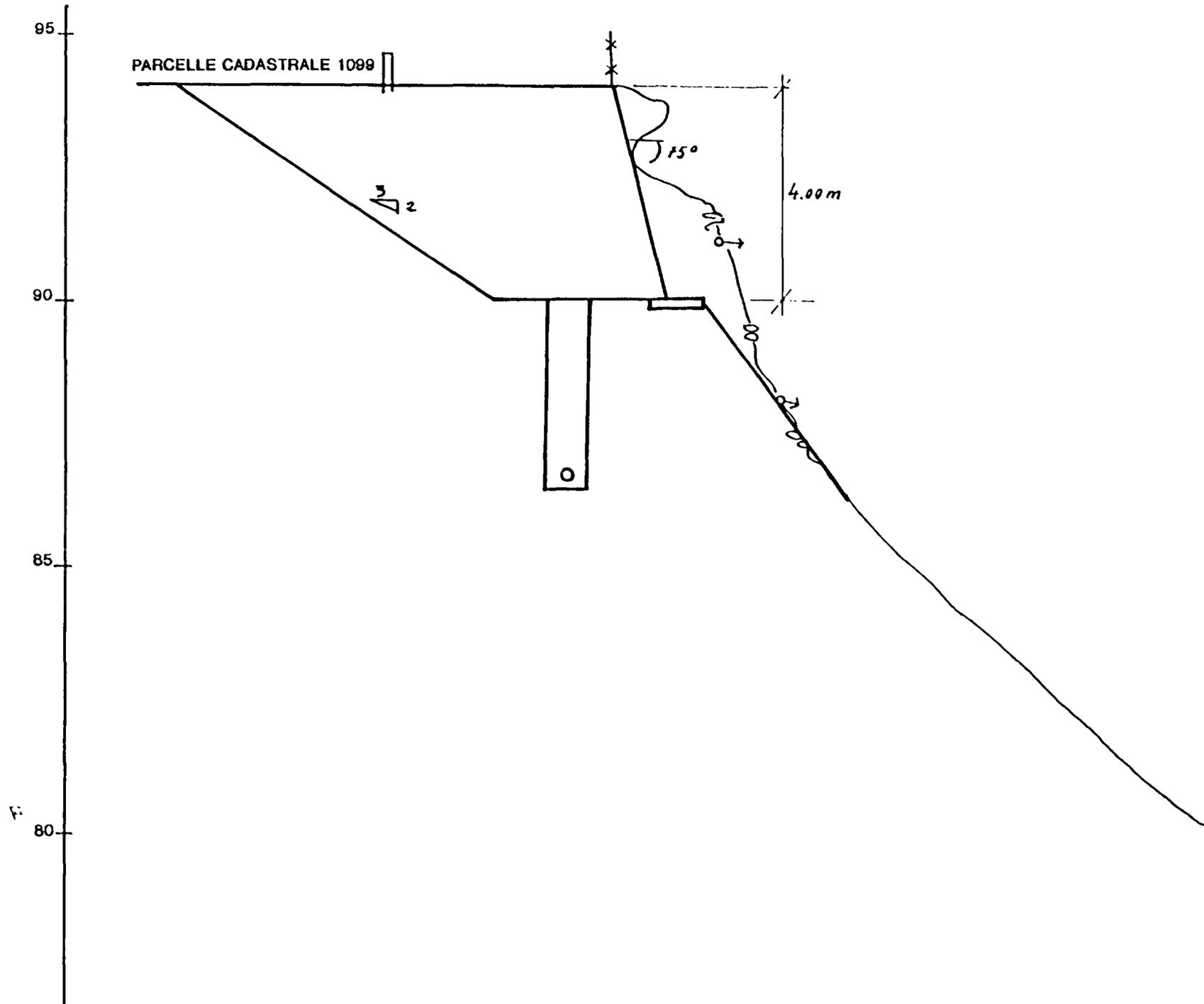
FIGURE 7

COUPE 3



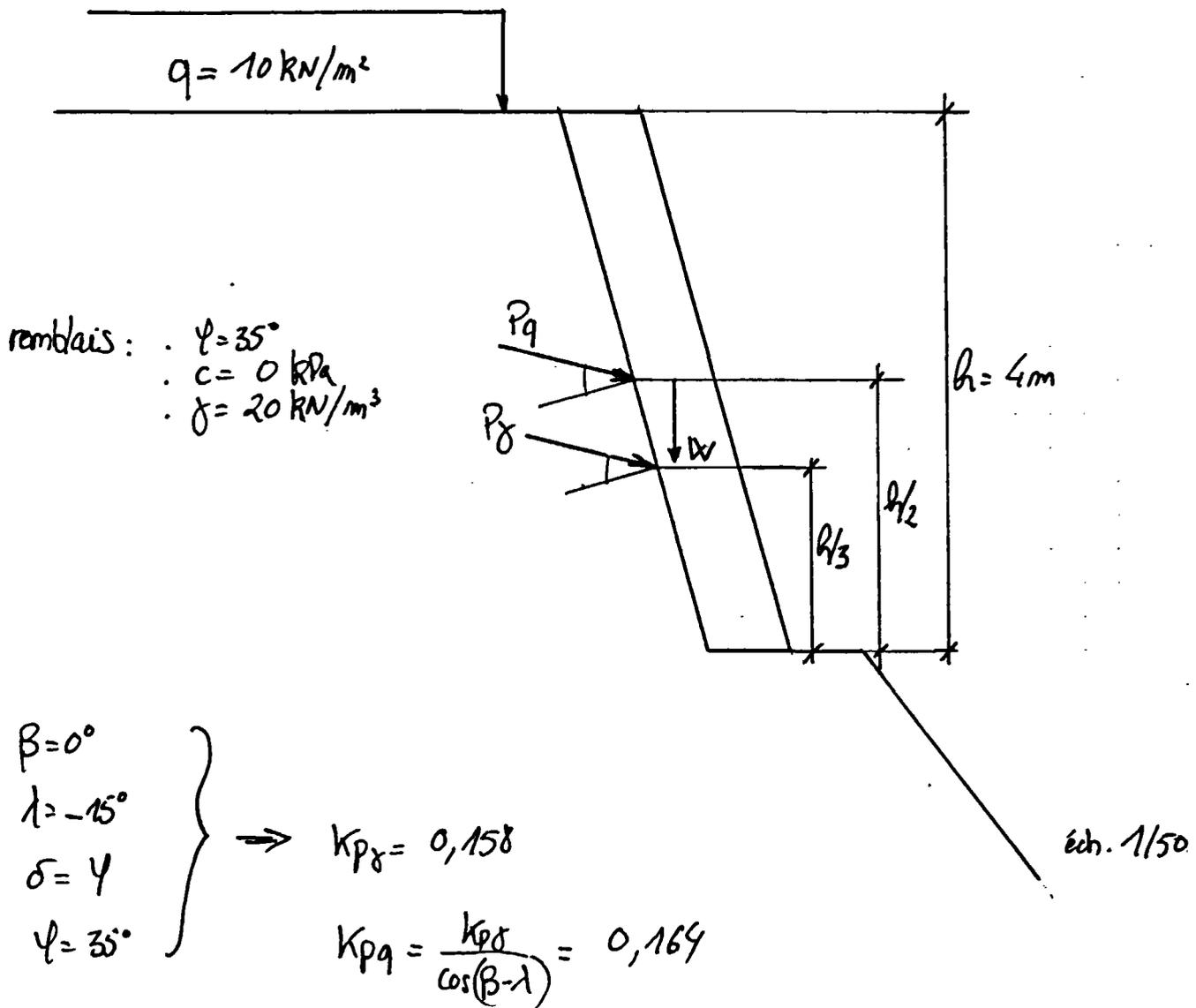
ECHELLE 1/100

COUPE 2



A n n e x e I

STABILITE DU MUR CELLULAIRE



$$\left. \begin{array}{l} \beta = 0^\circ \\ \lambda = -15^\circ \\ \delta = \psi \\ \psi = 35^\circ \end{array} \right\} \Rightarrow k_{p\gamma} = 0,158$$

$$k_{pq} = \frac{k_{p\delta}}{\cos(\beta - \lambda)} = 0,169$$

$$P_\gamma = \frac{1}{2} k_{p\delta} \cdot \gamma \cdot \frac{h^2}{2} = 12,64\text{ kN}$$

$$P_q = k_{pq} \cdot h \cdot q = 6,56\text{ kN}$$

$$W = 48\text{ kN}$$

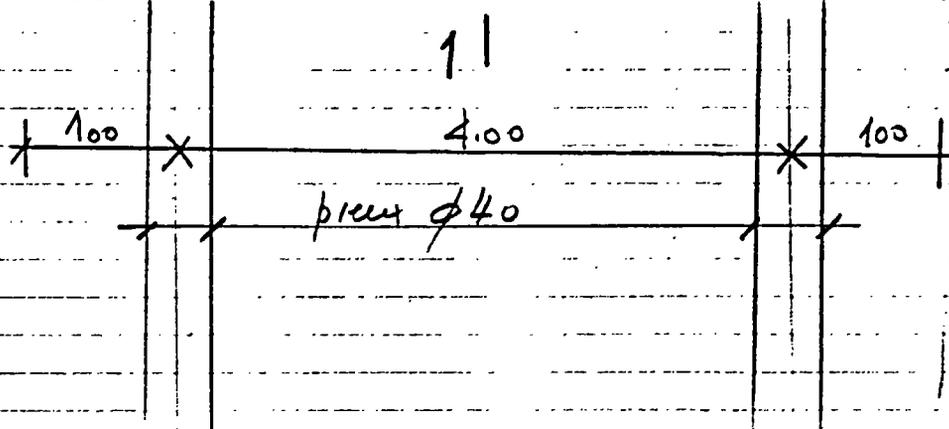
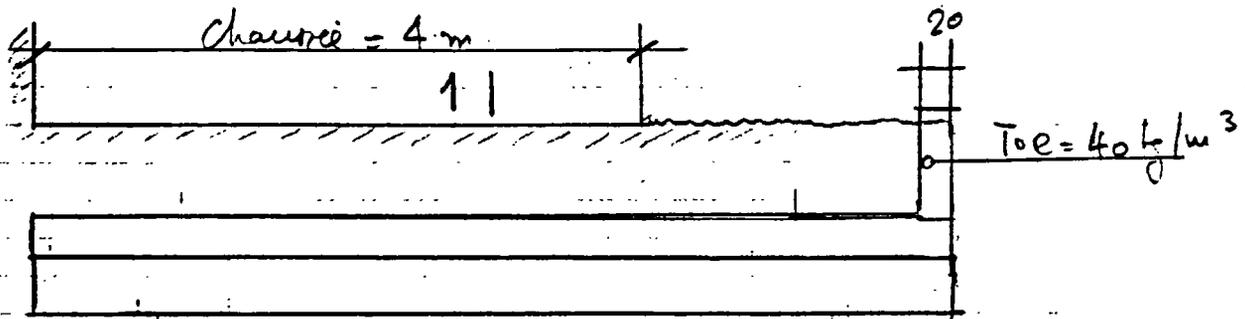
Sécurité au renversement $F_R = 1,67$

Sécurité au glissement $F_G = 2,12$

A n n e x e I I

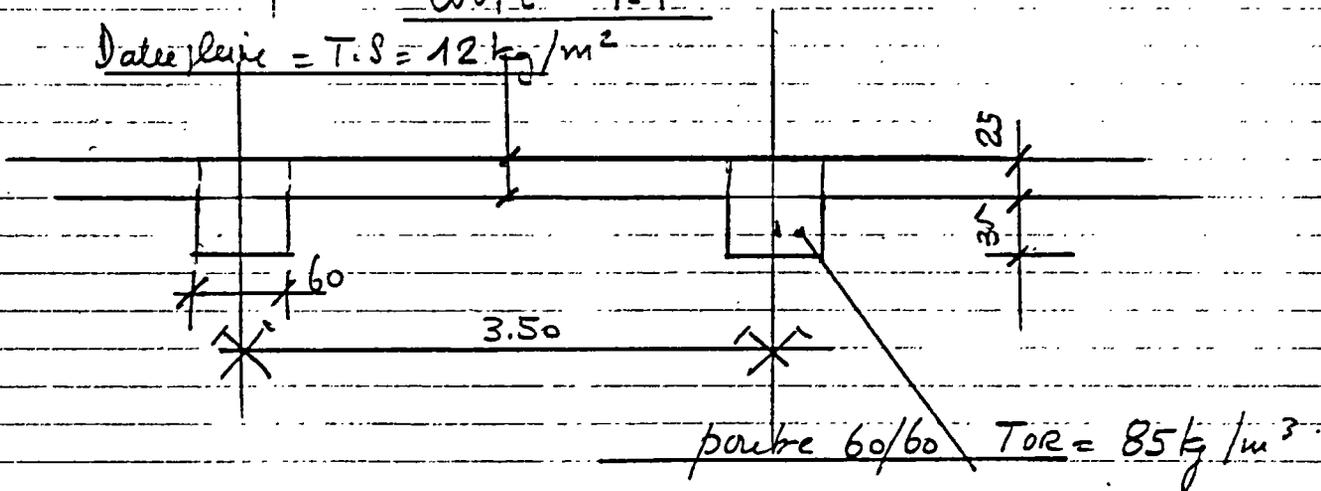
SOLUTIONS DE CONFORTEMENT BETON ARME

Solution 2



COUPE 1-1

Datee pleine = T.S = 12 kg/m^2



poutre $\phi 40$ $L = 7,00 \text{ m environ}$

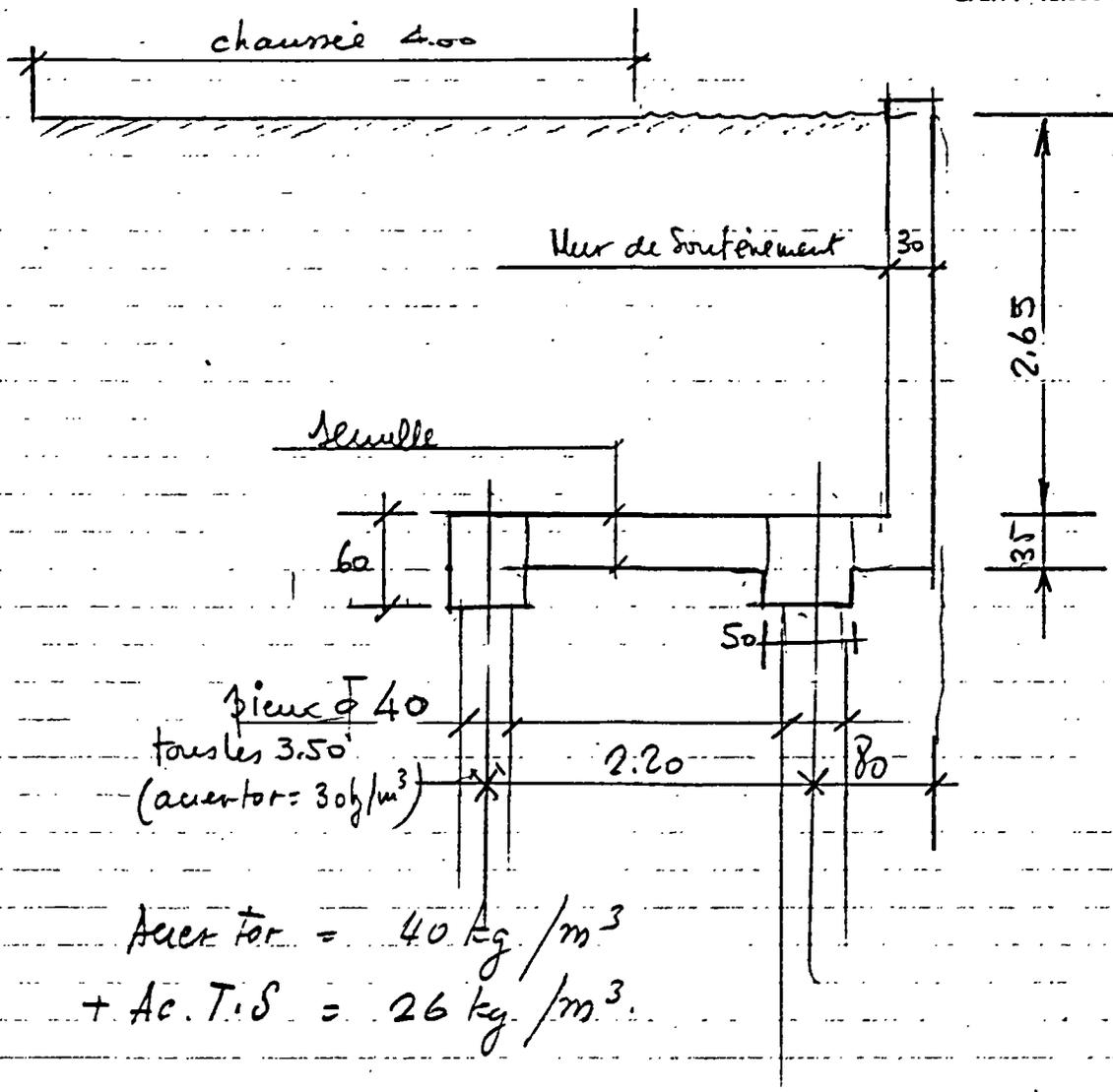
INGÉNIEUR - CONSEIL
 BÉTON ARMÉ
 GENIE CIVIL et BATIMENT
J.-L. PLANTIER
 INGÉNIEUR A. & M.
 21, Avenue François-Favré - ANNECY
 Téléph. 23-19-30
 C. C. P. 13.390-81 PARIS

RUE du FIER

Avant-projet de renforcement de la route

Solution 1

INGENIEUR - CONSEIL
BETON ARME
CENIE CIVIL et BATIMENT
J.-L. PLANTIER
INGENIEUR A. & M.
21, Avenue François-Favre - ANNECY
Téléph: 23-19-30
C.C.P. 18.390-81 PARIS



$$\begin{aligned} \text{Acier tor} &= 40 \text{ kg/m}^3 \\ + \text{Ac. T.S} &= 26 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Les Pieux sont ancrés de 1,20 dans la motane.
d'où Longueur des pieux = 5 m environ.

A n n e x e I I I

AVANT-METRE DES TRAVAUX ET ESTIMATION FINANCIERE

AVANT-METRE DES TRAVAUX ET ESTIMATION FINANCIERE1 - Solution mur cellulaire

- Terrassements en déblai et mise en dépôt provisoire :			
	1.000 m ³ x 30 F/m ³		30.000 F
- tranchée drainante :			
fouilles en tranchée ...	95 m ³ x 40 F/m ³		3.800 F
géotextile	270 m ² x 40 F/m ²		10.800 F
sable de pose	5 m ³ x 150 F/m ³		750 F
drains PVC ϕ 100	35 ml x 20 F/ml		700 F
canalisation PVC ϕ 100 ..	60 ml x 20 F/ml		1.200 F
matériau concassé 20/40 .	90 m ³ x 170 F/m ³		15.300 F
- Mur cellulaire :			
béton de propreté	35 m ² x 100 F/m ²		3.500 F
mise en oeuvre mur	150 m ² x 1.000 F/m ²		150.000 F
- Remblaiement à l'arrière de l'ouvrage :			
	900 m ³ x 35 F/m ³		31.500 F
- Remise en état parcelles privées :			
	1 forfait x 10.000 F/u		10.000 F
- Divers - imprévus			25.000 F
			<hr/>
		<u>Total H.T. solution 1</u>	<u>282.550 F</u>

2 - Solution soutènement BA

- Terrassement en déblai et mise en dépôt provisoire :			
	750 m ³ x 30 F/m ³		22.500 F
- Pieux	90 ml x 1.000 F/ml		90.000 F
- Béton de propreté	100 m ² x 100 F/m ²		10.000 F
- Coffrage	120 m ² x 215 F/m ²		25.800 F
- Ferrailage	5.000 kg x 13 F/kg		65.000 F
- Béton B30	70 m ³ x 900 F/m ³		63.000 F
- Cure du béton	210 m ² x 10 F/m ²		2.100 F
- Revêtement bitumineux des parois enterrées :			
	315 m ² x 40 F/m ²		12.600 F
- Tranchée drainante	voir solution 1		32.550 F
- Remblaiement à l'arrière de l'ouvrage :			
	680 m ³ x 35 F/m ³		23.800 F
- Remise en état parcelles privées			
	1 forfait x 10.000 F/u		10.000 F
- Divers - imprévus			35.000 F
			<hr/>
		<u>Total H.T. solution 2</u>	<u>392.350 F</u>

3 - Solution dalle portée

- Terrassement en déblai et mise en dépôt provisoire :		
	210 m ³ x 30 F/m ³	6.300 F
- Pieux	126 ml x 1.000 F/ml	126.000 F
- Béton de propreté	210 m ² x 100 F/m ²	21.000 F
- Coffrage	90 m ² x 215 F/m ²	19.350 F
- Ferrailage	2.500 kg x 13 F/kg	32.500 F
- Béton B30	70 m ³ x 900 F/m ³	63.000 F
- Remblaiement	140 m ³ x 35 F/m ²	4.900 F
- Divers - imprévus		25.000 F

Total H.T. solution 3 298.050 F

4 - Solution mur cellulaire et clouage du front de terrassement

- Terrassements	700 m ³ x 30 F/m ³	21.000 F
- Ancrage passif ϕ 32 HA	195 ml x 467 F/ml	91.065 F
- Tête d'ancrage	45 u x 170 F/u	7.650 F
- Treillis soudé	150 m ² x 100 F/m ²	15.000 F
- Béton projeté	150 m ² x 320 F/m ²	48.000 F
- Tranchée drainante	inchangé	32.550 F
- Mur cellulaire	inchangé	153.500 F
- Remblaiement	600 m ³ x 35 F/m ²	21.000 F
- Divers - imprévus		40.000 F

Total H.T. solution 4 429.765 F

5 - Solution soutènement BA et clouage du front de terrassement

- Terrassements	550 m ³ x 30 F/m ³	16.500 F
- Ancrage passif ϕ 32 HA	195 ml x 467 F/ml	91.065 F
- Tête d'ancrage	45 u x 170 F/u	7.650 F
- Treillis soudé	120 m ² x 100 F/m ²	12.000 F
- Béton projeté	120 m ² x 320 F/m ²	38.400 F
- Tranchée drainante	inchangé	32.550 F
- Pieux	inchangé	90.000 F
- Mur BA	inchangé	178.500 F
- Remblaiement	480 m ³ x 35 F/m ²	16.800 F
- Divers - imprévus		50.000 F

Total H.T. solution 5 533.465 F