

UNIVERSITE LOUIS PASTEUR
STRASBOURG

**Bassin versant du torrent de
Faucon de barcelonnette (04400)**

Le glissement de Champerousse :

observations morphologiques

et

projet de recherches

Equipe « risques naturels » de l'I.P.G.S.

Le glissement de Champerousse : observations morphologiques et projet de recherches

Le versant de rive gauche du torrent de Faucon (bassin de Barcelonnette, Alpes-de-Haute-Provence) connaît une instabilité dans la zone de Champerousse. Un glissement de terrain s'est réactivé, et plusieurs escarpements et fractures ouvertes sont bien visibles notamment sur les chemins d'accès. Dans la partie sous forêt, les traces d'instabilités sont moins facilement perceptibles (escarpements, arbres penchés dans toutes les directions - forêt ivre-, ...). La zone d'instabilité déclarée s'étend approximativement entre les altitudes 1935 mètres et 1800 mètres pour une pente moyenne proche de 25°, avec un minima de 20° et un maxima de 35°.

Cette zone instable est localisée dans le secteur concerné par les travaux de recherches de thèse d'Alexandre Remaître. Il nous apparaît important de porter à la connaissance du service de la R.T.M., nos observations et avis sur la potentialité d'une rupture généralisée du versant pouvant entraîner la ruine partielle ou totale des aménagements, et proposer un programme de recherches permettant de réaliser un diagnostic précis pour répondre objectivement sur la potentialité d'évolution du versant à court et à long terme.

Après avoir décrit les principaux désordres et donné une interprétation et avis à partir des seules observations et de notre expérience de ce type de phénomène dans le secteur, nous proposons un programme d'études. Plusieurs opérations pourront être prises en charge par notre équipe dans le cadre des programmes de recherches engagés (en particulier, programmes « Eclat et Alarm »), par contre pour d'autres opérations (forages profonds, par exemple) un financement spécifique devra être recherché.

1. Les principaux désordres

Les observations ont été réalisées les 24-28 mai, 15-20 juillet et du 25 au 27 septembre 2001. L'évolution des désordres n'étant pas facilement perceptible à l'œil nu, nous avons installé lors de notre dernière mission, un réseau de repères topographiques sur le chemin pédestre reliant la citerne D.F.C.I. au torrent de Faucon (partie haute). Les principales limites ont été définies approximativement au Topofil et à la boussole. Elles sont reportées sur l'extrait de la carte TOP25 "L'aiguille de Chambeyron" agrandie au 5000^{ème} (Figure 1 sur A3 dépliant en fin de ce rapport pour faciliter le repérage pendant la lecture).

La zone instable est en grande partie sous forêt mais concerne également une zone correspondant à un ancien couloir d'avalanches seulement recouvert par quelques arbres et une végétation pionnière qui facilitent les observations. L'autre particularité de cette zone est d'être traversée par trois chemins d'accès étagés depuis la couronne jusqu'en partie inférieure : c'est le long de ces chemins que les observations sont les plus aisées. Ainsi, la zone d'instabilité déclarée sera principalement décrite de l'amont vers l'aval, le long de ces voies d'accès en conservant les repérages inscrits sur le site par le service de la R.T.M. Les principales caractéristiques morphométriques des indices d'instabilité observés sont données dans le tableau n°1 ci-après et par les croquis en annexe.

1.1. Escarpements en aval du chemin pédestre vers Soleil-Bœuf : E1, E2 et E3

1.1.1. Escarpement E1 : altitude 1960m

A 20 mètres en contrebas du chemin pédestre menant à la crête de Soleil-Bœuf, et à une altitude de l'ordre de 1960m, on peut observer une zone légèrement déprimée. A cet endroit, un escarpement affecte en partie une dalle de calcaire qui apparaît distinctement en contrebas. Pour 2 à 3m de large et 1,5m à 2,5m de dénivellation, cet escarpement s'étend sur plusieurs dizaines de mètres selon un tracé en arc de cercle plus ou moins régulier. A l'aval, un chaos de blocs issus de la dalle calcaire s'étend sur près de 100 mètres et les arbres présentent un port très anarchique qui correspondrait à une zone instable.

Deux forages destructifs au vibro-percuteur équipés chacun d'un piézomètre, ont permis de mettre en évidence la nature des matériaux sur les trois premiers mètres :

- 0 – 1,30m : sol brun foncé avec quelques cailloux de calcaires ;
- 1,30 – 1,50m : plaquettes de marnes évoluées dans une matrice beige ;
- 1,50 – 2,50m : formation superficielle beige issue des marno-calcaires ;
- 2,50 – 3,00m : niveau plus glaiseux très compact avec moins de matériaux grossiers ;
- 3,00m : Arrêt du sondage, refus sur bloc ou dalle calcaire ?

Nom	Type	Orientation	Ecartement (cm)	Den** (cm)	Profondeur (cm)	Remarques
E1	Escarpement	N 65° à N 85°	150 à 250	150 à 200	Qques cm	
E2	Escarpement diffus	N 55-60°		20-30		
E3	Escarpement	N 80° à N 105°		80 à 100		
H1*a	Escarpement discontinu	N 35°	2 à 5	5 à 10	35	
H1b	Fracture discontinue	N 55°		Qques cm	Qques cm	
H1c	Réseau de fractures ouvertes discontinues	N 60° à N 85°	2 à 5	Qques cm	Qques cm	
H6*	Escarpement	N 130°	2 à 5	45	Qques cm	Accompagné de fissures ouvertes
	Escarpement	N 120°	5 à 10	50	Qques cm	Ecartement : 3,10m
F	Zone d'affaissement souple	N 40°				
B1*	Escarpement	N 45°		40		En mai 2001, fracture nette
B6*	Affaissement	N 130°		10		

* notation R.T.M.

** den : dénivellation

Tableau 1 : Caractéristiques des indices d'instabilité observés sur la zone instable de Champerousse

1.1.2. Escarpement E2 : altitude 1950m

En limite forêt-couloir d'avalanche, sur quelques mètres de longueur selon une direction N 55°-60°, un escarpement de 20-30cm d'énergie est observable. Il semble se prolonger vers l'Ouest, à une altitude de 1940m où une zone présente une forte présomption d'instabilité (changement de pente), sans que cela soit très net. Cette zone devra donc être surveillée.

1.1.3. Escarpement E3 : altitude 1935m

Un second escarpement est observable en limite de la zone sous forêt et du couloir d'avalanche. Cet escarpement suit grossièrement la courbe de niveau 1935m sur une quarantaine de mètres de longueur. Sa dénivellation varie de l'ordre de 0,80m en lisière de forêt à plus d'un mètre vers l'Est. Les terrains affectés sont constitués par une formation superficielle limono-sableuse emballant des cailloux et blocs hétérométriques allochtones.

Mr Michel Peyron (R.T.M. Barcelonnette) suit depuis Août 1998 l'évolution de cet escarpement en relevant l'écartement entre six couples de points répartis de part et d'autre de la fracture.

Depuis cette date, certains points se sont écartés sur plus d'un mètre, une accélération s'est produite entre Octobre 2000 et Avril 2001 (plus de 50 cm pour la plupart des points). Par contre il est impossible de dire si les points se sont affaissés, en raison d'une part de la nature de la mesure et d'autre part de l'incertitude concernant la stabilité des points à l'amont.

1.2. Les désordres observés sur les chemins

1.2.1. Chemin pédestre reliant la citerne D.F.C.I. au torrent de Faucon : H1-H6, 1910m d'altitude

Ce chemin reliant la citerne D.F.C.I. au torrent de Faucon traverse la zone en mouvement à une altitude de l'ordre de 1910m. De nombreux indices d'instabilité sont visibles : fractures ouvertes, affaissement diffus, coulée boueuse, ... Deux zones de fractures ouvertes larges de quelques millimètres à plusieurs centimètres (5 à 10cm environ) avec dénivellation variant de 5 à 50cm limitent la zone d'instabilité déclarée et affaissée sur le flanc ouest (H1a) et le flanc est (H6). La zone affaissée de l'ordre d'une quarantaine de centimètres est affectée par plusieurs fissures ouvertes : deux réseaux de fractures discontinues et peu profondes (H1b et H1c).

En dehors de cette zone affaissée bien repérable :

- à l'Ouest à une vingtaine de mètres (noté F), il nous semble qu'un léger affaissement sans rupture se produise. Un suivi plus précis est nécessaire pour l'affirmer (cf. propositions d'études) ;
- à l'Est, à une vingtaine de mètres de H6, le chemin est coupé par une coulée de boue de couleur ocre avec nombreux cailloux de toutes tailles. Sa niche d'arrachement située à environ une trentaine de mètres au dessus du chemin, a un tracé en arc de cercle sur une quinzaine de mètres de largeur.

1.2.2. Route forestière vers Soleil-Bœuf : B1-B6, 1850m à 1865m d'altitude

En juillet, lors de nos observations, la route qui mène à la crête de Soleil-Bœuf était également affaissée d'une cinquantaine de centimètres sur une longueur d'environ 125m entre deux zones de fractures :

- à l'Ouest, en B1, un escarpement coupe la route forestière à une trentaine de mètres du barrage n°44, avec un dénivelé net d'une quarantaine de centimètres ;
- à l'Est, en B6, un léger affaissement d'une dizaine de centimètres sans rupture nette est orienté N 130°.

La fréquente utilisation de cette route par des véhicules a sensiblement atténué les escarpements rendant difficiles des observations précises. En septembre, en raison de l'important trafic lié aux travaux de construction des barrages en aval, les observations ont été impossibles.

1.3. La base du versant et les berges du Faucon

En aval de la route forestière vers Soleil Bœuf, et jusqu'au chenal torrentiel du Faucon (altitudes comprises entre 1850 à 1800m environ), de nombreuses traces d'instabilités sont observables :

- des fractures, nombreuses et orientées perpendiculairement à la plus grande pente. Elles affectent majoritairement le versant juste en contrebas de la route forestière, là où les pentes sont les plus fortes, dans la continuité des fractures observées sur la route en B6 ;
- des fissures, orientées parallèlement aux courbes de niveaux. La majorité de la forêt est ivre, de plus de nombreux chablis ont été observés. Les paquets glissés sont venus s'accumuler le long de la berge du torrent de Faucon. La base du versant est entaillée en une berge vive, escarpée et instable soumise aux sapements du torrent de Faucon ;
- A noter, que le versant de rive droite est lui aussi affecté par une instabilité déclarée avec plusieurs glissements bien localisés.

1.5. Synthèse et interprétation

Les différentes observations et les suivis indiquent parfaitement que le versant est en partie soumis à une instabilité déclarée limitée par les escarpements et fractures ouvertes. Ainsi, en reliant les différents points d'observation, il est possible de délimiter cette zone instable. Comme l'indique la figure 2, sa largeur varie de 125m sur le chemin du bas entre B1 et B6 à 80m sur le chemin du haut entre H1 et H6. La zone s'étend depuis l'escarpement E3 (suivi par le service de la R.T.M.) à une altitude de 1935m qui correspond à la tête d'un glissement actif jusqu'à la base du versant. Sa longueur totale est de l'ordre de 225m à 275m pour une surface approximative de l'ordre de 2,5 à 3ha.

Son extension potentielle, vers l'amont ou latéralement, est très probable mais peu visible (aucun indice pertinent sauf l'escarpement E2). Les escarpements E1 et E2 ne semblent pas connectés à la zone active mais limitent une zone d'instabilité potentielle (cf. figure 2). Ceci nécessite la surveillance régulière d'une zone débordant très largement les secteurs d'instabilité par un réseau de détection et de mesures fiables.

Les terrains affectés sont, en surface et sur des épaisseurs inconnues, des formations morainiques remaniées ; des blocs et des cailloux de toutes tailles sont envoyés dans une matrice limono-argileuse de couleur beige à ocre.

Le mouvement s'est accéléré cet hiver et au printemps comme l'indiquent les mesures de Michel Peyron (entre 50 et 100 cm de déplacements sur l'escarpement principal).

Si les affaissements observés sur les chemins indiquent bien une composante verticale aux mouvements, nous n'avons aucune idée de la valeur de la composante latérale. Sur la coupe (Figure 1) ci-dessous, en supposant un glissement sur une surface curviligne, l'épaisseur des terrains affectés serait au minimum de l'ordre de 15-17m (ce qui devra être vérifié par des forages menés au moins jusqu'à une profondeur de 20m et équipés de tubes inclinométriques, cf. programme).

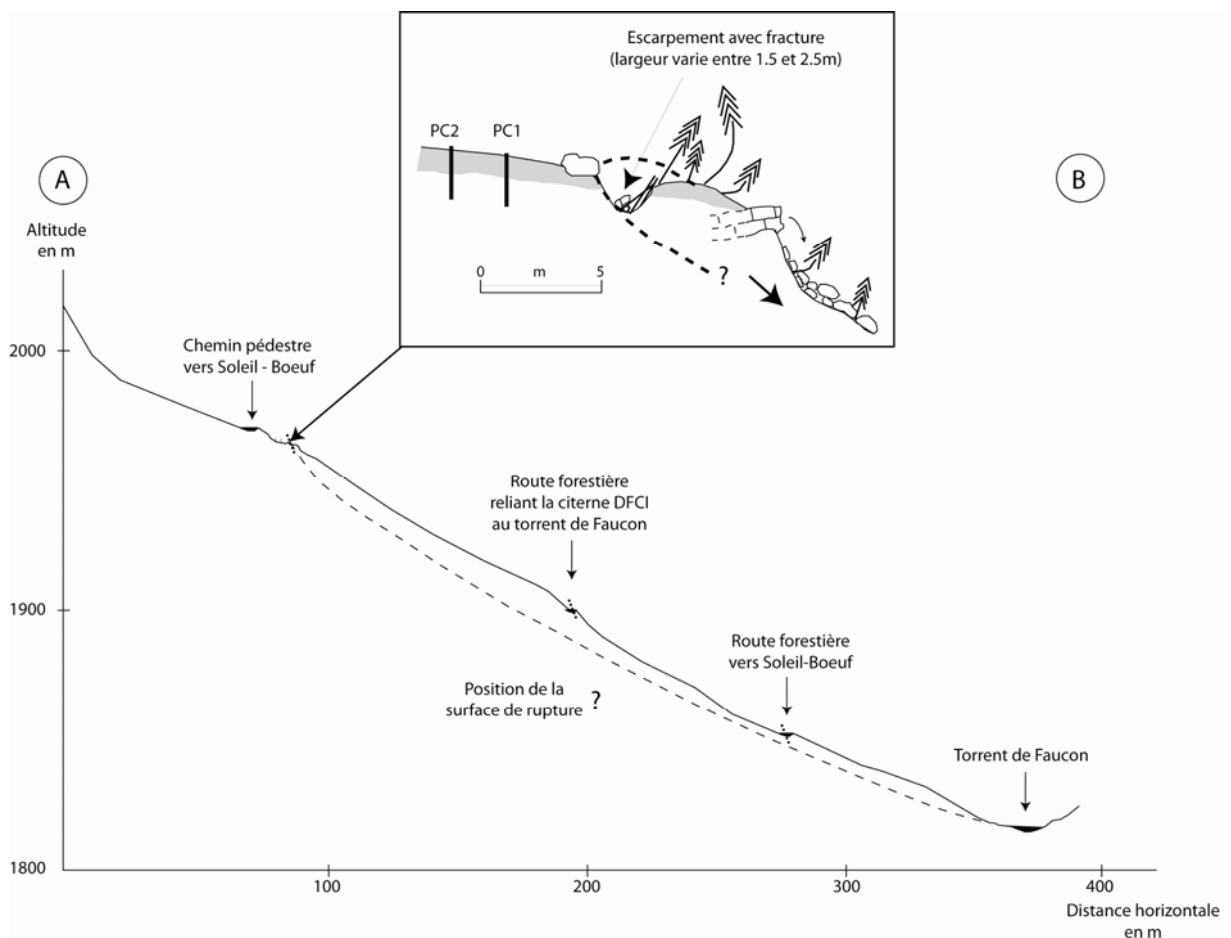


Figure 1 : coupe interprétative AB du glissement de Champerousse

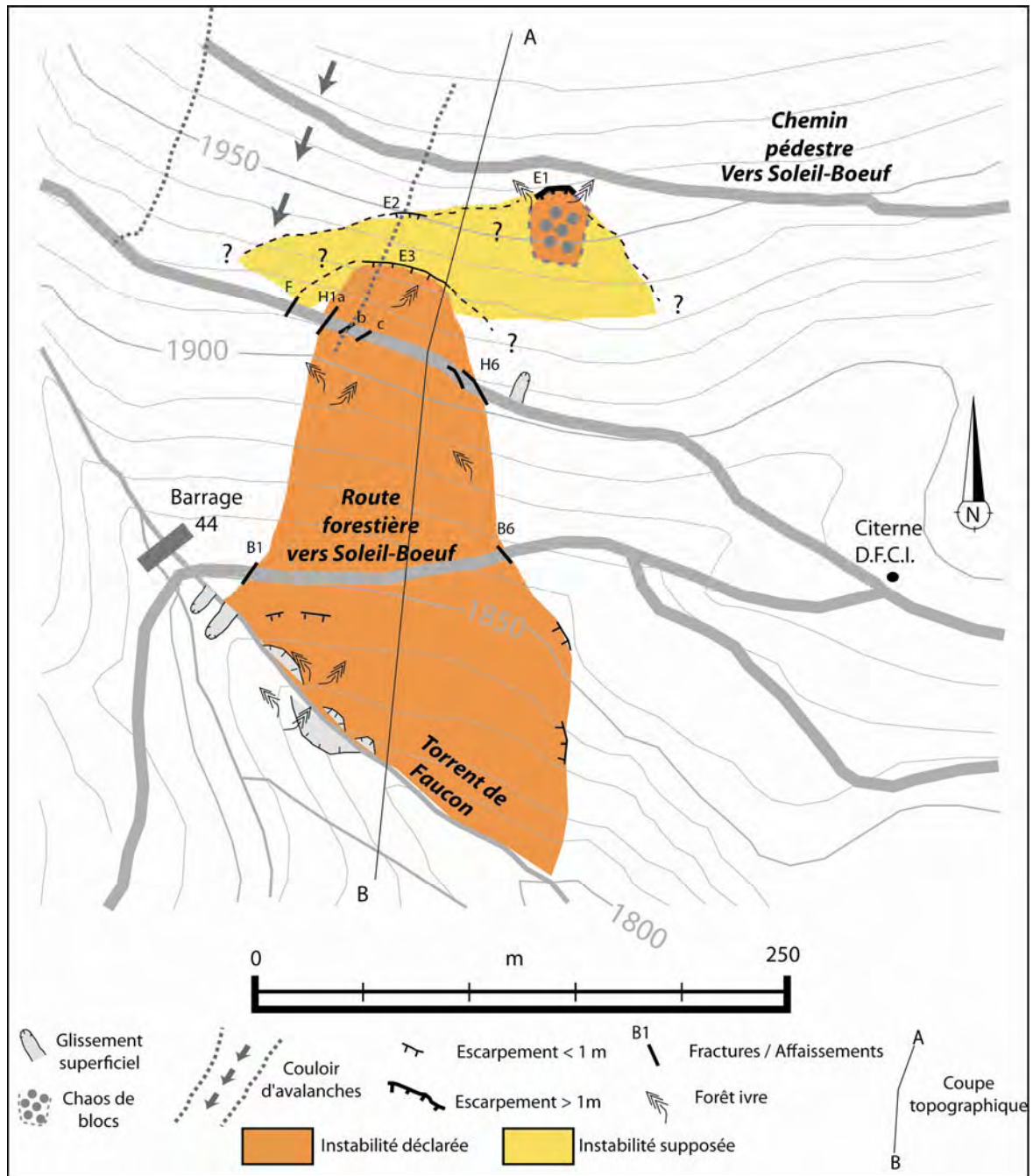


Figure 2 : extension des zones d'instabilité déclarée et supposée

2. Eléments exposés et risques prévisibles

A l'heure actuelle, la nature des risques (directs et indirects) engendrés par la réactivation et la poursuite des déplacements du glissement de Champerousse dépend principalement de la vitesse et du rythme des déplacements :

- en cas de déplacements « faibles et plus ou moins continus », les fractures et affaisements entraîneront des perturbations sur les chemins et la route forestière obligeant à des nivellements pour permettre le passage des véhicules. A terme, les déplacements cumulés provoqueraient une coupure prolongée des voies d'accès ou leur destruction ;
- en cas de mouvements « importants et brusques », la masse déplacée pourrait créer un embâcle dont la rupture soudaine en période de crue serait probablement à l'origine d'une importante lave torrentielle. L'écoulement menacerait indirectement le reste du bassin versant et plus particulièrement les habitations et aménagements proches du chenal torrentiel du Faucon (le Bérard, le Châteloret, Faucon-de-Barcelonnette).

S'il s'agit d'un glissement superficiel, on peut penser que les barrages (actuellement en construction et dont nous ne connaissons pas les géométries et spécificités techniques) en pied du versant pourront avoir une action bénéfique, par la création d'une butée de pied liée à l'accumulation des matériaux entre les barrages. Par contre, s'il s'agit d'un glissement plus profond, une évolution lente et continue, ou majeure et brusque entraînerait la déstabilisation des appuis et fondations des barrages et risquerait leur ruine avec des conséquences importantes en terme de volume de matériaux libérés brusquement, en particulier, si cela se produisait en période de crues (cf. précédemment).

Pour l'heure, il est impossible de trancher en l'absence de données chiffrées précises sur :

- le type, le fonctionnement et l'extension du phénomène ;
- le rythme et les valeurs de déplacements en relation avec les conditions hydro-climatiques ;
- la nature, les caractéristiques physiques et mécaniques et l'épaisseur des formations affectées, profondeur et forme de la surface de glissement (à l'intérieur d'une même couche ou à l'interface de deux couches ?), ... ;
- l'existence d'une nappe, sa position et ses battements.

Un réseau de surveillance doit donc être installé. Le choix sera guidé par les fortes contraintes du site (pente forte, zone boisée, ...). Les informations recueillies (en continu ou ponctuellement à un rythme à définir) pourront servir à alerter en cas d'évolution « anormale » et à prendre des mesures conservatoires.

Un diagnostic précis (calculs de stabilité) permettra de calculer le poids respectif des différents facteurs d'instabilité, le rythme des déplacements et de vérifier l'efficacité des mesures de confortement (drainage, ...). Pour ces raisons, nous proposons un programme d'études et de recherches qui pourrait en partie être assuré par nos soins avec la collaboration du service R.T.M. de Barcelonnette et par la recherche de financements spécifiques.

3. Opérations envisagées

Le glissement de Champerousse se trouvant directement dans la zone de recherche de la thèse d'Alexandre Remaître, notre équipe (équipe « Risques Naturels » de l'I.P.G.S.) se propose de prendre en charge certaines opérations en collaboration avec les services de la R.T.M. de Barcelonnette. La zone concernée débordera largement des limites actuelles de la zone d'instabilité déclarée pour tenir compte des probabilités d'extension amont et latérale (cf. précédemment).

Les opérations sont les suivantes :

- cartographie topo-morphologique du site de Champerousse ;
- suivi des déformations et des déplacements de surface ;
- structure interne et détection de la position de la (des) surface(s) de glissement ;
- mesures des paramètres hydro-climatiques ;

- caractérisation physique et mécanique des formations géologiques et superficielles ;
- synthèse et analyse.

Entre les mois d'avril à octobre, notre équipe est régulièrement dans le bassin de Barcelonnette, ainsi les suivis pourraient être réalisés avec une fréquence de 4 à 6 semaines. En dehors de cette période, il serait envisageable que le service de la R.T.M. de Barcelonnette s'occupe du suivi.

Relevés morphologiques et topométriques :

Une carte morphologique à grande échelle sera produite avec repérage précis des points caractéristiques à l'aide de mesures topométriques (tachéomètre et distancemètre et/ou GPS). En zone sous forêt, les points seront repérés au Topofil et à la boussole ;

Suivi des déplacements de surface :

Il sera assuré à partir de plusieurs dizaines de points topographiques solidement ancrés dans le sol et répartis dans et en dehors de la zone d'instabilité déclarée et supposée.

Les techniques classiques de mesures et de suivi par triangulation (détermination de la position d'un point à partir d'au moins deux stations par mesure des distances et des angles) ne pourront pas être utilisées pour les raisons suivantes :

- les nombreux arbres et le relief obligeraient à de nombreux stationnements et triangulations ou à des déboisements importants pour permettre les visées ;
- la difficulté de trouver sur le versant de rive droite des zones stables pour implanter des piliers fixes d'observation avec embase de centrage forcé ;
- la précision obtenue dans les meilleures conditions par cette technique ne sera pas inférieure à 2-3cm dans les trois directions. Compte tenu des déplacements attendus (d'ordre centimétrique pour des levés réguliers tous les quatre à six semaines), les vecteurs seraient fréquemment inclus dans l'ellipse d'incertitude.

Pour ces raisons, il faudra positionner ces points par GPS différentiel bi-fréquence. Notre équipe devrait en être équipée dans les prochains mois. Pour différents modes d'acquisition (statique ou Stop and Go), la précision attendue pourra être centimétrique à infra-centimétrique.

Ce canevas de points qui permettra d'obtenir les vecteurs déplacements avec leurs composantes verticales et horizontales sera complété par :

- le nivellement de lignes de repères implantées le long des trois voies d'accès. Une ligne comportant une quinzaine de repères a déjà été implantée le 26 septembre 2001 sur le chemin forestier médian ;
- la mise en place d'embases de nivelle à vis micrométrique pour la détection des mouvements superficiels ;
- le suivi de l'écartement et de l'affaissement des fissures et escarpements : ponctuellement, par mesures régulières de couples de repères placés de part et d'autre des fractures (comme le réalise actuellement Monsieur Michel Peyron le long de l'escarpement E2) ; en continu, pour acquérir les valeurs et les rythmes des déplacements le long des escarpements E1 et E3 par exemple à l'aide d'un extensomètre relié à une station d'acquisition automatisé (type *Wirecrackmeter* commercialisé par la société Sisgeo).

Structure interne et détection de la position de la (des) surface(s) de glissement :

Pour connaître la nature et l'épaisseur des matériaux affectés, la position de la (ou des) surface(s) de glissement, et les volumes mobilisés, il est indispensable de faire réaliser au moins **quatre** sondages profonds (profondeur minimale estimée à environ 20m) implantés sur le chemin du milieu et sur le chemin du bas. Deux seront implantés dans la zone d'instabilité déclarée et équipés de tubes inclinométriques. Les deux autres seront implantés en dehors et équipés de tubes piézométriques.

Ces sondages et équipement seront assurés par une entreprise spécialisée. Compte tenu des formations hétérogènes susceptibles d'être traversées, nous préférons, à des sondages carottés difficilement réalisables, des sondages destructifs avec enregistrement des paramètres et profil d'essais

préssiométriques. Plusieurs entreprises ont été contactées pour fournir un devis. Nous donnons en annexe celui de la Société Hydro-géotechnique Sud-Est qui nous semble apporter le meilleur rapport qualité-prix.

Avant de réaliser les sondages profonds de reconnaissance, il est préférable de procéder à des investigations géophysiques afin de pouvoir réaliser un couplage géophysique/géotechnique. L'idée est donc de procéder à des mesures sismiques et/ou électriques sur deux lignes transversales correspondant aux deux chemins (B1-B6 et H1-H6, voir croquis). Des essais sur des lignes « le long de la pente » peuvent également être envisagés, dans les limites bien sur du type d'exploration (principe de la tabularité). La longueur des lignes transverses seraient approximativement de 150 mètres (la largeur estimée du glissement étant de 80 m en haut (H1-H6) et 125 m en bas (B1-B6).

Mesure des paramètres hydro climatiques et hydriques :

Pour comprendre ce type de phénomène, il est nécessaire de connaître les entrées et les sorties d'eau, les rythmes et les variations de stock d'eau libre (nappe ?) en relation avec les conditions climatiques. Pour ce faire, nous envisageons de réaliser des mesures en continu (toutes les 6 minutes, normes OMM) à partir d'une station automatisée et de compléter le dispositif par des mesures ponctuelles sur des tubes (piézométriques, teneurs en eau, ...) repartis dans la zone d'étude :

- la station automatisée de bilan hydrique couplée à une station climatique enregistrera les précipitations liquides (pas d'enregistrement en période froide) ; la température dans et hors du sol avec une précision horaire fine ; les suctions dans le sol à différentes profondeurs (4 tensiomètres) et le battement d'une éventuelle nappe ;
- un ou deux capteurs limnigraphiques (type « Orphimèdes ») enregistreront les variations de la nappe. Ils pourront être déplacés pendant la durée de l'étude successivement sur les différents sites.

Caractérisation physique et mécanique des formations :

Des échantillons seront prélevés et analysés au laboratoire (granulométrie, limites d'Atterberg, poids spécifiques, conductivité hydraulique, essais de cisaillement rectiligne et triaxial, essais rhéologiques, etc.). Les caractéristiques intrinsèques des matériaux sont des paramètres d'entrée indispensables pour les différents modèles de calcul de stabilité du versant.

4. Budget prévisionnel

Les différents travaux menés par l'I.P.G.S. avec le soutien du service de la R.T.M. et les actions à entreprendre sur financement spécifique à rechercher peuvent être repartis comme cela est suggéré dans le tableau 2.

L'étude sera menée sur 24 mois à raison d'un suivi régulier ponctuel toutes les **quatre à six semaines** environ entre avril et fin octobre, soit environ **six relevés par an**. L'intervalle de temps sera adapté en fonction de l'évolution observée et mesurée.

Les coûts de déplacements et d'hébergement des différentes missions (plusieurs personnes pendant 4-5 jours environ) sont donnés forfaitairement. Durant ces missions, les différentes investigations et mesures seront réalisées. Pour ces raisons, en dehors de la fourniture de consommables spécifiques, nous ne chiffrons pas séparément ces coûts de mission.

Travaux et tâches	Calendrier	Prise en charge et coût estimatif en Euros		
		I.P.G.S.	R.T.M.	Sur financement spécifique à rechercher
Déplacements et d'hébergement : 12 missions sur 2 ans	à partir de septembre 2001	18 000		
Relevé morphologique	printemps 2002	X		
Sondages et équipements :				
Sondages courts (< 7m) et fourniture et pose de tubes piézométriques	complément en avril 2002	1 500		
4 sondages profonds (20m**) et installation de 2 tubes inclinométriques et 2 tubes piézométriques *** (cf. devis joint)	printemps 2002			10 000
Mouvements de surface :				
Fourniture et installation des repères.	à partir de septembre 2001	1 000		
Suivi des déplacements de surface (nivellement)	régulier*	X	X	
Détection des mouvements par embase de nivelle	régulier*	X		
Mesures et dépouillement GPS	régulier*	X		?****
Extensomètres automatisés : Installation Fourniture	printemps 2002	X		4 000
Mouvements en profondeur :				
Réalisation des mesures et dépouillement	3 par an	X		
Location et transport du matériel	3 par an			6 000
Paramètres hydro-climatiques :				
Installation d'une station de bilan hydrique et climatique	à partir de septembre 2001	6 200		
Installation de 2 sondes limnigraphiques type Orphimèdes	A partir du printemps 2002	1 500		1 500
Acquisition des données ponctuelles hydriques, hydrologiques et pluviométriques	régulier* à partir de septembre 2001	X		
Caractérisation physique et mécanique des matériaux :	A partir de l'hiver 2001	5 000		
Synthèse, calculs, rédaction d'un rapport annuel		X		
Total en €H.T.		33 200	?	21 500
Total en FF H.T.		217 777	?	141 030

* régulier : toutes les 4 à 6 semaines environ

** la profondeur des forages pourra être supérieure. Pour ces raisons, nous avons arrondi le devis estimatif de la Société Hydro-Géotechnique à 10 000 € au lieu des 8616 € H.T.

*** les forages et les tubes devront être mis en place par une entreprise spécialisée

**** à faire par cabinet de géomètre en début et une fois par an (soit 3 fois), au cas où nous ne disposerions pas de notre propre matériel.

Tableau 2 : Calendrier prévisionnel et coût estimatif

Les coûts estimatifs de l'équipe « Risques naturels de l'I.P.G.S sont pris en charge par les budgets des programmes Mote, Eclat et Alarm. **Il reste donc seulement à financer les 21 500 €**

Fait à Strasbourg, le 18 octobre 2001

A. Remaître

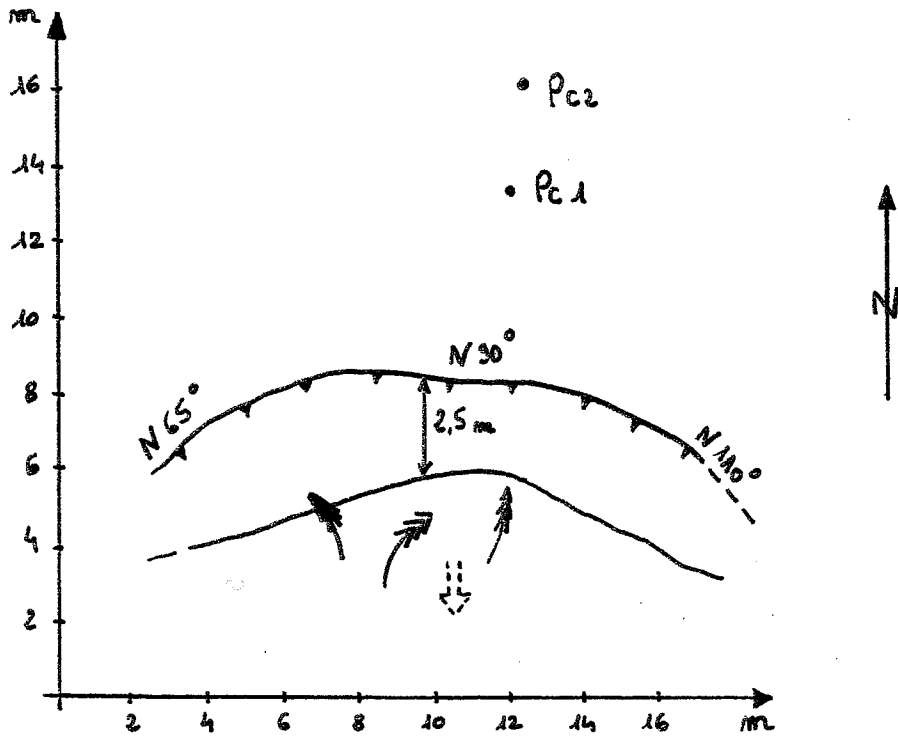
O. Maquaire

ANNEXES

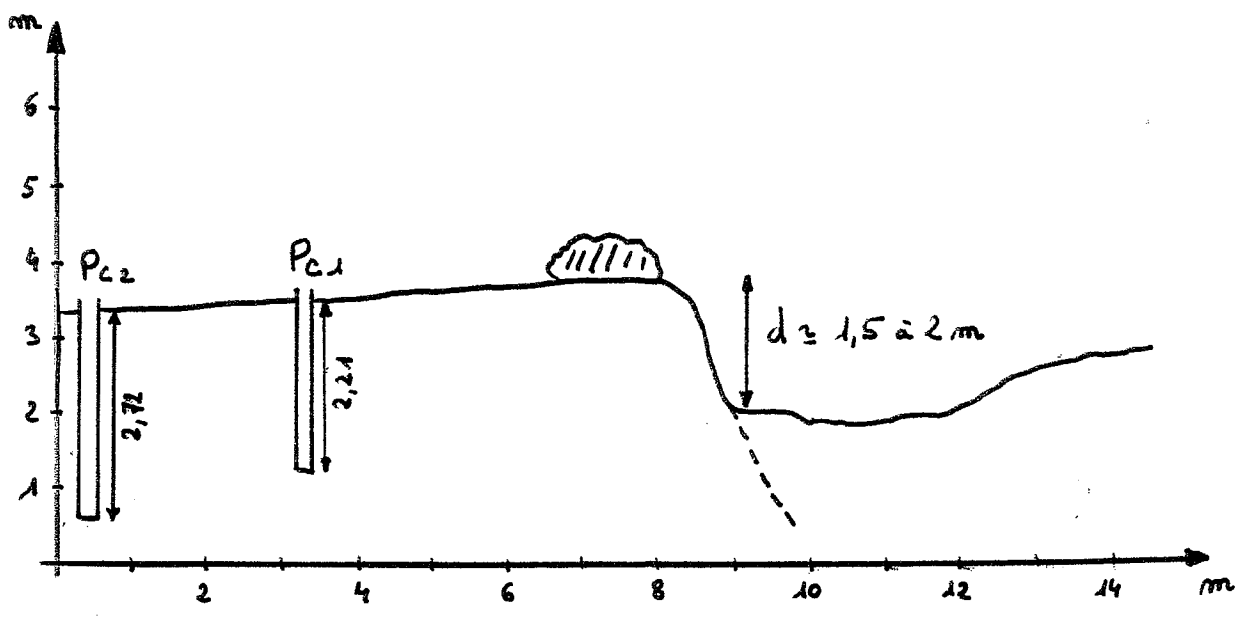
Croquis descriptifs des escarpements et fractures

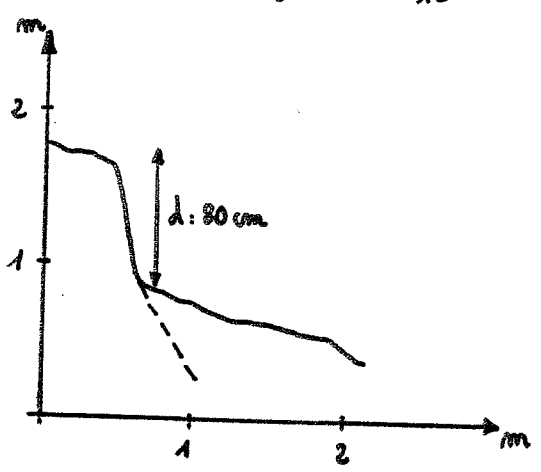
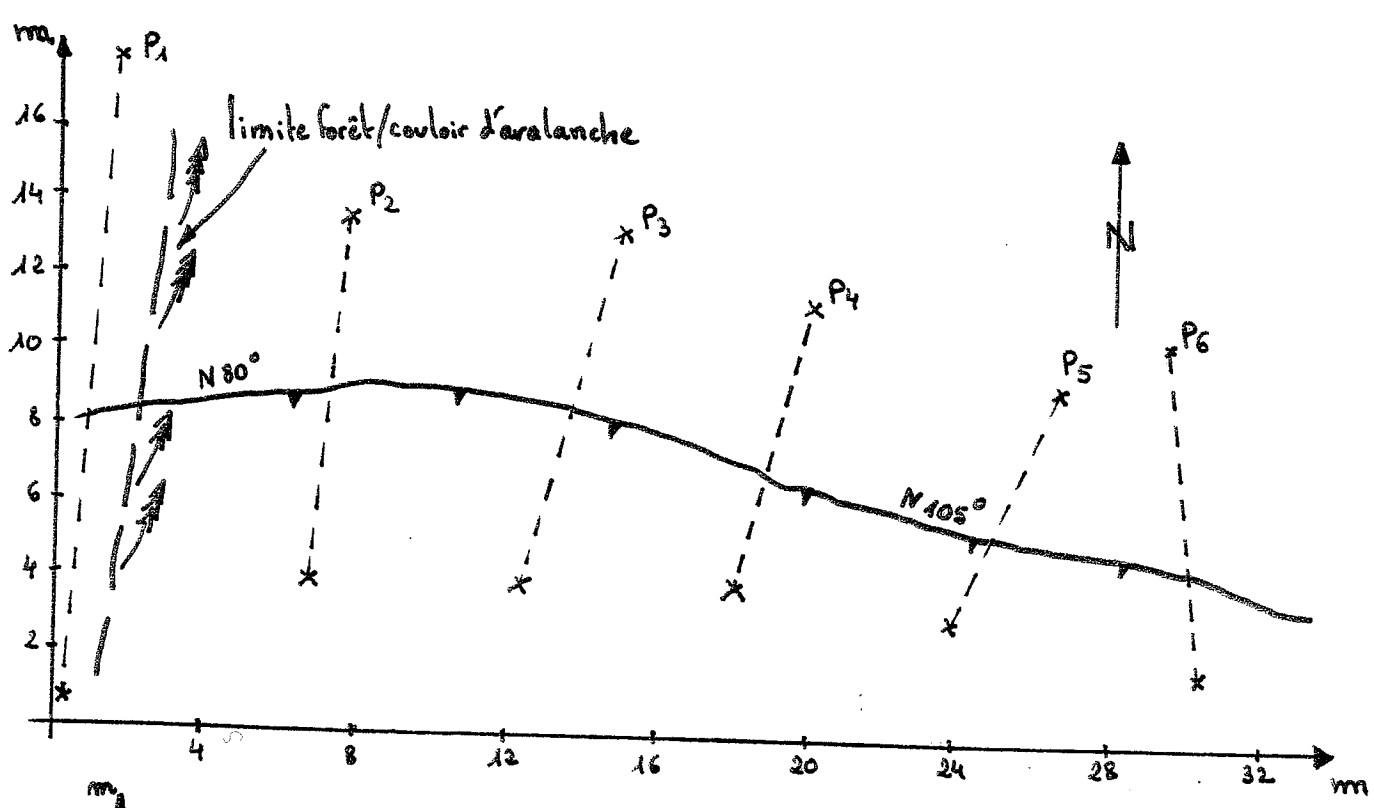
**Devis pour sondages profonds
(Société Hydro-Géotechnique Sud-Est)**

**Figure 1 : Observations des traces d'instabilité
(mai, juillet et septembre 2001)**

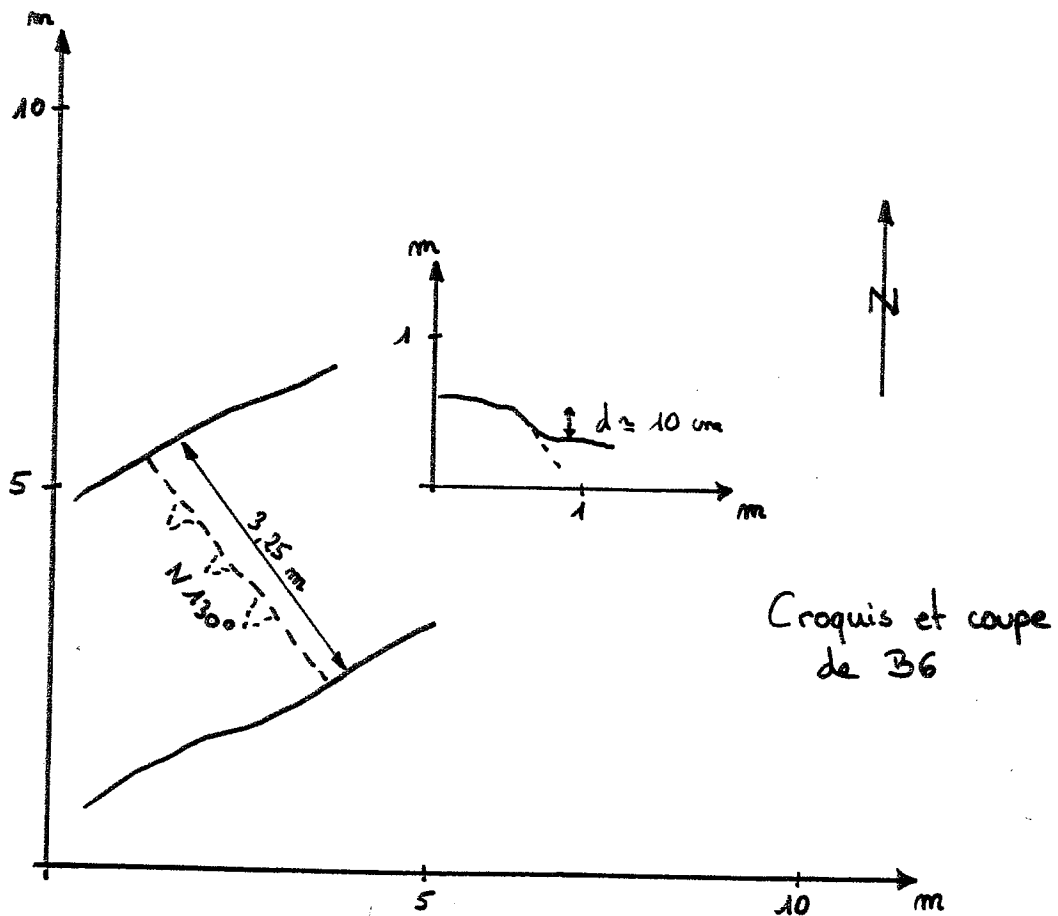
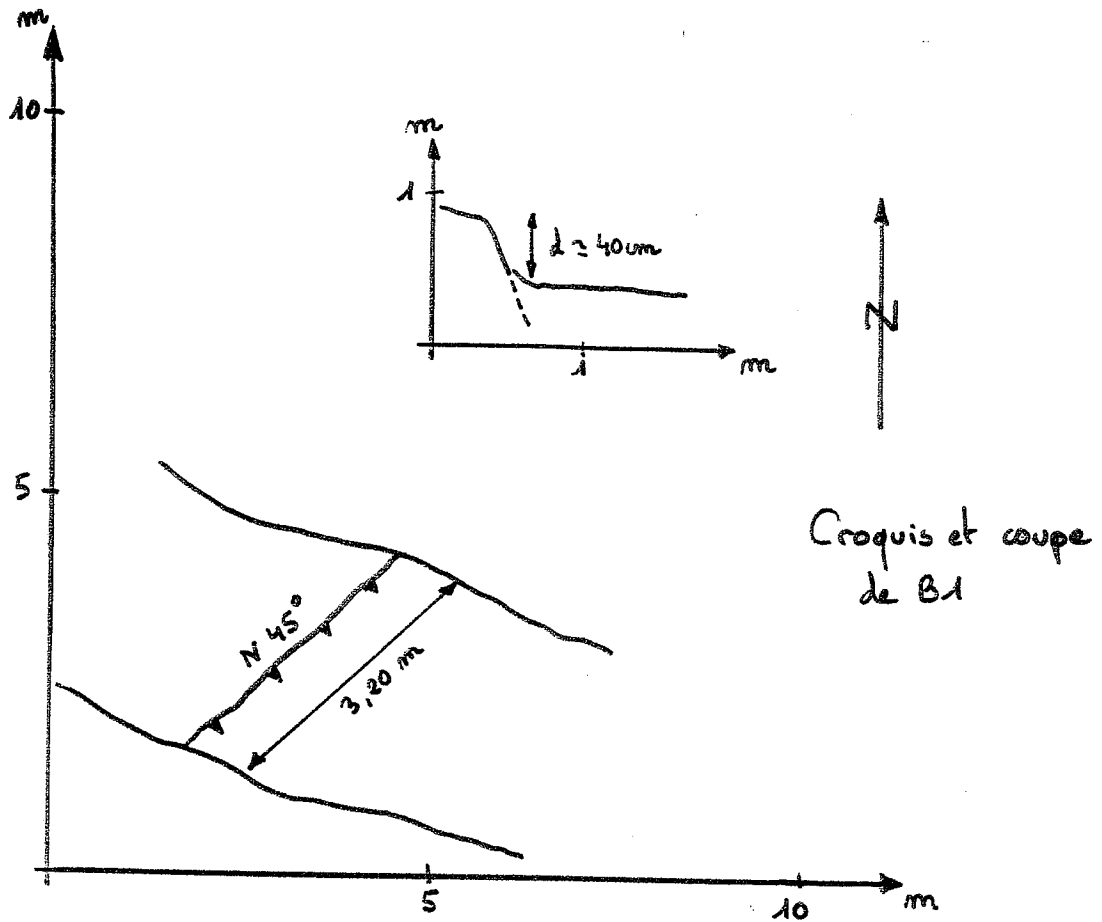


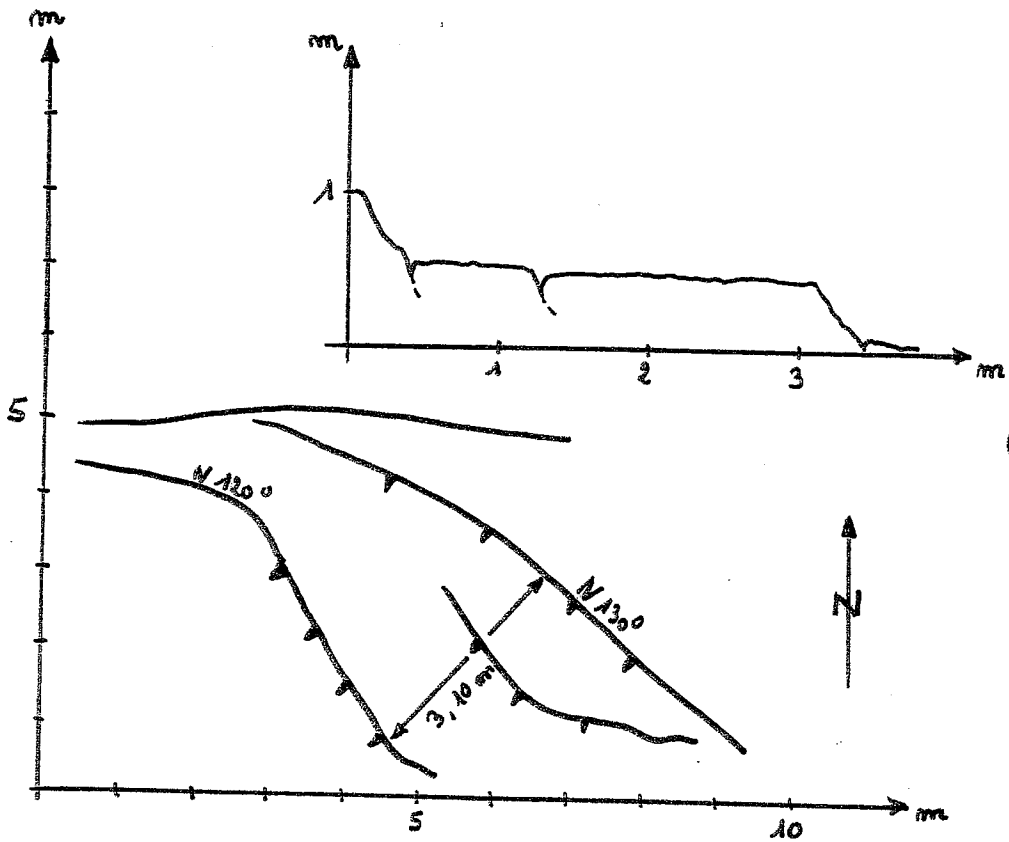
Croquis et coupe de l'escarpement E1



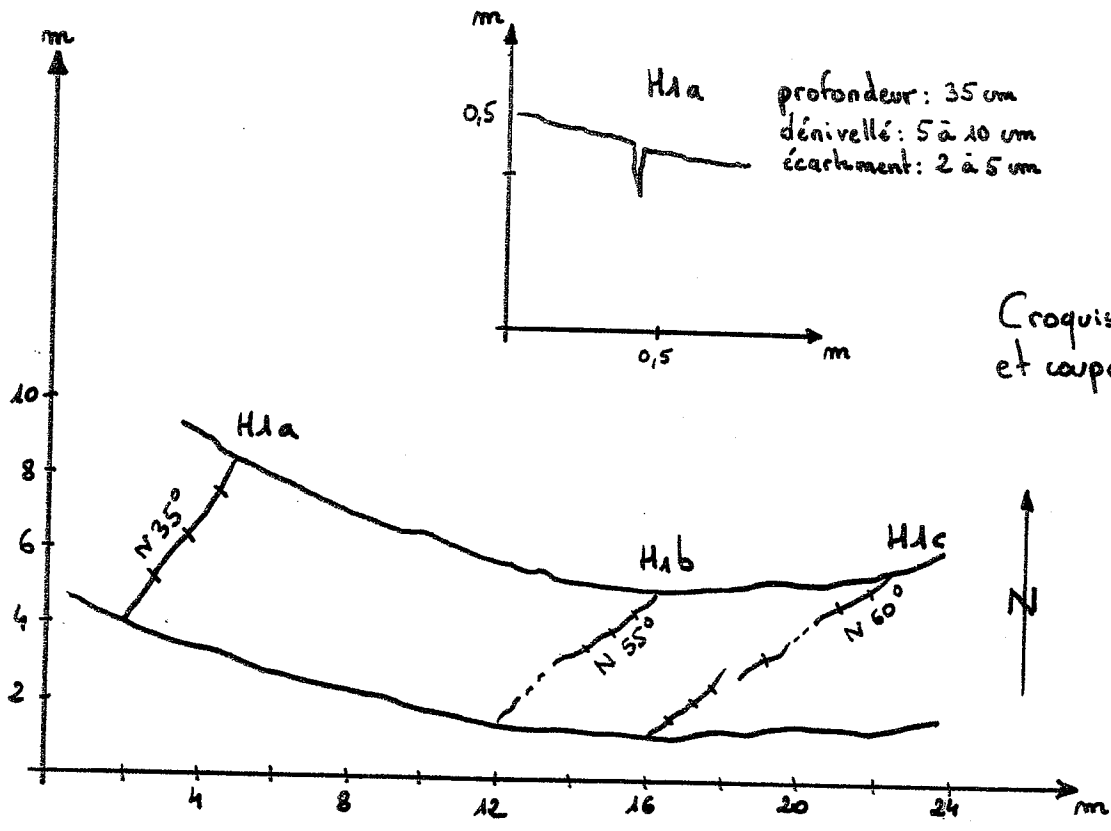


Croquis et coupe de l'escarpement E3
N.B.: les points P₁ - P₆ ont été mis en place par M. Payron (R.T.M.)





Croquis et coupe de H6



Croquis de H1 et coupe de H1a

Hydro-Geotechnique

N/REF : GDC/CJ/G/01/H/153b

Université Louis Pasteur
67000 STRASBOURG

Objet : FAUCON DE BARCELONNETE (04)
Glissement de terrain

Gardanne, le 16 octobre 2001

A l'attention de Messieurs REMAITRE et MAQUAIRE

Messieurs

Dans le cadre des études de glissements de terrain sur la commune de FAUCON DE BARCELONNETTE (Alpes de Haute Provence) vous nous avez demandé, ce dont nous vous remercions vivement, par fax en date du 27/08/2001 de chiffrer le programme des reconnaissances géotechniques développé au titre 3.

Nous développons ci-après :

1. les caractéristiques du projet confrontées aux caractéristiques géologiques, géotechniques et hydrogéologiques probables du site à prospector,
2. le détail de notre mission dans le cadre des missions normalisées,
3. le programme d'investigations, base de notre proposition,
4. le devis détail estimatif des différentes prestations,
5. nos conditions particulières, les conditions générales étant développées au verso de notre lettre d'en-tête.

CARACTERISTIQUES DU PROJET CONFRONTEES AUX CARACTERISTIQUES GEOLOGIQUES, GEOTECHNIQUES ET HYDROGEOLOGIQUES PROBABLES DU SITE

Pour bâtir notre proposition, les éléments suivants concernant le projet, nous ont été fournis :

- * 1 descriptif des travaux à réaliser.

Les documents complémentaires suivants nous seront nécessaires pour accomplir notre mission :

- * un plan de situation,
- * un plan topographique + copie AUTOCAD format DWG si disponible.

Il apparaît après examen et recueil des éléments d'informations actuellement disponibles, les données essentielles suivantes :

1. Sitologie

Sites de glissement de terrain d'accès réputé aisé pour un engin tout terrain sur la commune de Faucon de Barcelonnette.

2. Caractéristiques géologiques et géotechniques du site

La suite lithologique devrait être la suivante :

- ^ éboulis et/ou flysch
- ^ sur flysch et/ou marnes noirs.

3. Caractéristiques hydrogéologiques du site

possibilités de circulations chenalées au sein des éboulis ?

DETAIL DE NOTRE MISSION D'INGENIEURS CONSEILS

En référence à la définition et normalisation des missions du Géotechnicien rappelées au verso de notre lettre d'en-tête, nos prestations s'inscriraient dans le cadre d'une mission G0.

MISSION G0 : exécution de forages et essais et mesures géotechniques

Nos prestations consisteraient à :

- * exécuter les forages, essais et mesures selon le programme proposé en G12, celui-ci pouvant être adapté sur votre demande, en respectant les modes opératoires des essais et normes si elles existent,
- * dépouiller les forages et essais conformément aux modes opératoires AFNOR correspondants en précisant les référentiels utilisés,
- * fournir un compte-rendu factuel des différents résultats en précisant les moyens mis en œuvre, les difficultés rencontrées, les adaptations éventuelles par rapport au programme de base sur votre demande.

XXXXXXXXXXXX

PRESENTATION DU PROGRAMME D'INVESTIGATION IMPOSE

Compte-tenu des problèmes à résoudre, vous nous demandez la campagne suivante :

* **4 forages de reconnaissance géologique de type destructif ou semi-destructif**

à 20m de profondeur, en diamètre 64 mm
les outils étant adaptés aux types de terrains.

Ces forages seront tubés à l'avancement en fonction des nécessités.

Deux de ces forages seront équipés en piézomètre PVC \varnothing 50mm suivant la norme NFP 94-157-1 équipés en tête soit par une bouche à clé ou une tête de protection métallique.

* **L'enregistrement des paramètres de forage** à l'avancement avec un appareil de type EXPLOFOR.

Cet appareil permet de mesurer :

- * la vitesse instantanée d'avancement (VIA),
- * la pression sur l'outil (PO)
- * la pression d'injection du fluide de forage (PI),

Un quatrième capteur est également disponible et permet l'enregistrement de la vibration réfléctive. Il pourra être installé sur votre demande.

Les enregistrements sont ensuite traités par ordinateur et joints aux coupes de sondage.

* **20 essais pressiométriques suivant la norme NFP 94-110**

suivant une maille de principe de 2.00m

adaptée à la lithologie rencontrée,

permettant la mesure, par un essai de chargement in situ :

- * du module de compressibilité : E
- * de la pression de fluage : pf
- * de la pression de rupture : pl

* **2 de ces forages seront réalisés en \varnothing 90 mm et équipés en inclinomètres**

aluminium de \varnothing 58 mm extérieur, rivetés et étanchéifiés, puis scellés au moyen d'un mélange coulis de ciment / bentonite.

L'ensemble de ces prestations pourra être rémunéré sur les bases du bordereau détail estimatif ci-après, le cadre des conditions générales étant développé au verso de notre lettre d'en-tête, les points de sondages étant réputés accessibles à un engin tout-terrain.

DEVIS DETAIL ESTIMATIF

N°prix	LIBELLE	UNITE	Qté	P.U.	Montant HT	EUROS
1	Amenée, installation de chantier, repli					
1,1	Equipe de sondage mixte	FT	1	4 300,00 F	4 300,00 F	655,5307741
2	Mise en place					
2,1	Equipe de sondage type APA 48 CV	l'unité	4	540,00 F	2 160,00 F	329,2898772
3	Forages de reconnaissance géologique en diamètre 64 mm pour essais pressiométriques					
3,1	- de 0 à 10 m + tubage provisoire	ml	40	215,00 F	8 600,00 F	1311,061548
3,2	- de 10 à 20 m + tubage provisoire	ml	40	240,00 F	9 600,00 F	1463,510565
3,3	- de 20 à 30 m + tubage provisoire	ml	PM	265,00 F	PM	PM
3,4	- Enregistrement des paramètres de forage	ml	80	50,00 F	4 000,00 F	609,7960689
4	Essais pressiométriques					
4,1	- sonde standard de 44 mm mise en œuvre à l'abri d'un tube lanterné	unité	20	240,00 F	4 800,00 F	731,7552827
5	Equipement inclinométrique					
5,1	- réalésage du forage Ø 90 mm	ml	40	80,00 F	3 200,00 F	487,8368552
5,2	- le mètre linéaire d'inclinomètre	ml	40	360,00 F	14 400,00 F	2195,265848
5,3	- le mètre linéaire de PVC ø 50mm	ml	40	105,00 F	4 200,00 F	
5,4	- tête de protection métallique	unité	2	480,00 F	960,00 F	146,3510565
6	Compte-rendu factuel en trois exemplaires, dont un reproductible Mission G0 (projet AFNOR) définie au titre 2 Terme proportionnel 8 % du montant des investigations Total investigations : 56 220,00 F					
			8%	56 220,00 F	4 497,60 F	685,6546999
TOTAL H.T.					60 717,60 F	8616,052577
TVA 19,60%					11 900,65 F	1688,746305
TOTAL T.T.C.					72 618,25 F	10304,79888

CONDITIONS PARTICULIERES

Sont considérés à votre charge :

- * le libre accès au chantier,
 - * le nivellement des sondages si on ne dispose pas d'un plan coté suffisamment précis,
 - * l'assistance au repérage éventuel des réseaux existants, si ceux-ci apparaissent sur des plans en votre possession.
-

PROGRAMMATION SCHEMATIQUE

Dans l'état actuel de nos engagements,

- * La prise en charge du chantier s'effectuerait dans la semaine suivant celle de réception de votre commande par les déclarations d'intention de travaux auprès des concessionnaires et l'obtention éventuelle des autorisations de pénétrer.
- * La durée du chantier serait de 8 jours.
- * Le compte rendu d'investigation pourrait être envoyé dans la semaine suivant celle de fin des investigations et essais, en trois exemplaires, dont un reproductible.

Restant à votre disposition pour tous renseignements complémentaires,

Nous vous prions d'agréer, Monsieur, l'expression de nos sentiments distingués.

Ingénieur

Georges DE CARVALHO

