

RD90 - Épines Blanches



RD79A - Pointe du Char d'Osset



RD902 - Bessans / Bonneval



RD91b - Grande Platte



> Principaux sites de grande ampleur affectant les routes départementales de Savoie

Projet INTERREG - Présentation du 9 juin 2005

« Risques hydro-géologiques en montagne - Parades et surveillance »



### INTRODUCTION

- **Organisation de la DRD :**

En interne, le Service Risques Naturels : 4 géologues / géotechniciens

En externe, plusieurs prestataires spécialisés fonctionnant sur marchés à bons de commande, avec astreintes et interventions en urgence :

- nivologie
- études chutes de blocs
- études géologiques et géotechniques autres que chutes de blocs
- travaux de protection contre les chutes de blocs
- coordination sécurité

- **Quelques exemples de risques naturels traités :**

Éboulements : RD91b - Grande Platte - commune de Champagny en Vanoise  
RD79A - Pointe du Char d'Osset - commune de St Julien

Glissements de terrain : RD90 - Épinès Blanches - accès à Méribel les Allues  
RD915 - Ballandaz - accès à Pralognan

## > Le Département et les risques naturels

---

### EXEMPLES

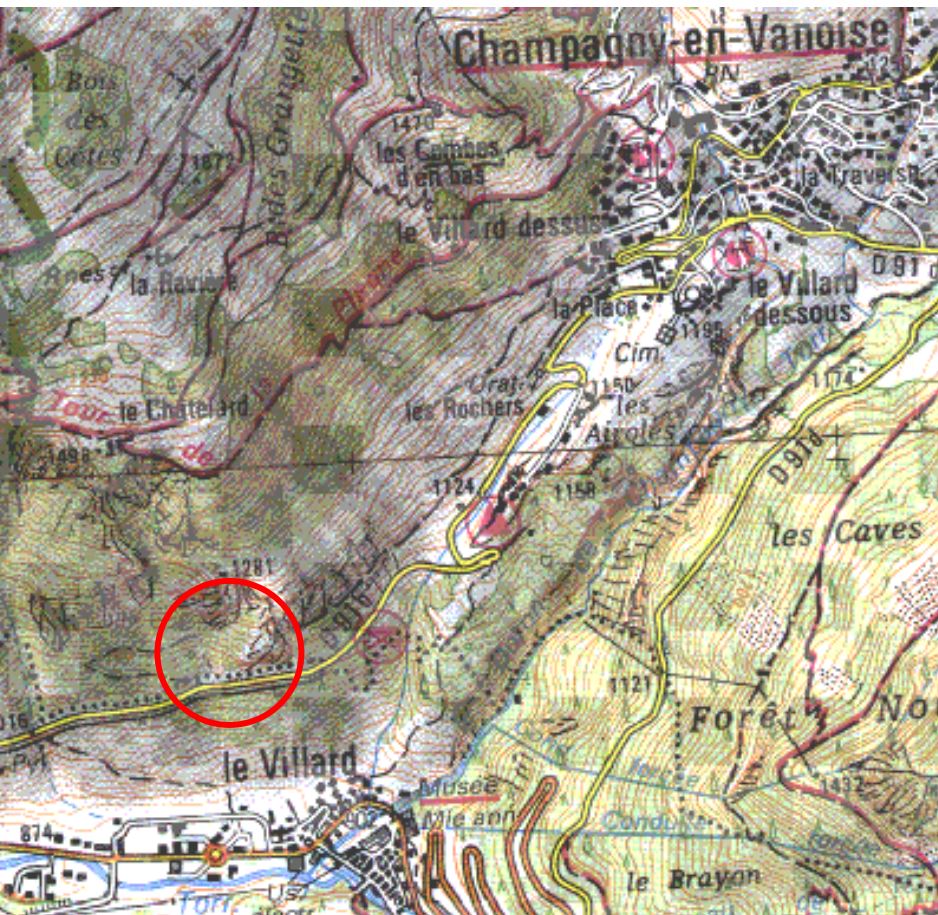
RD91b - Éboulement de Grande Platte, accès à Champagny en Vanoise

RD79a - Éboulement de la Pointe du Char d'Osset, accès à St Julien Montdenis

RD90 - Glissement des Épines Blanches - accès à Méribel les Allues



## > RD91b - Éboulement de Grande Platte



### HISTORIQUE

- 1994** : chutes de blocs (20 t maxi) en mai et novembre, atteignant la RD91B  
 ANTEA -> protection de type écrans + surveillance pour la RD, et merlon pour le village du Villard
- 1995** : réalisation du merlon au Villard du Planay (mars)  
 pose de capteurs de suivi des mouvements (avril)  
 écran pare-blocs de 1500 kJ + grillage avertisseur relié à des feux sur la RD91b et relié à OSIRIS (été).
- 1999** : chutes de blocs isolés, dont un de 8 m<sup>3</sup> arrêté par le merlon du Planay (décembre)  
 mise en place en urgence d'un ASM plaqué sur la zone la plus active (janvier)  
 écran pare-blocs 3000 kJ (avril)
- 2001** : deux éboulements majeurs de 2000 m<sup>3</sup> en mars et 3000 m<sup>3</sup> en avril  
 décision du PCG de réaliser une galerie pare-blocs de 300 ml
- 2003/2004** : réalisation de la galerie pare-blocs



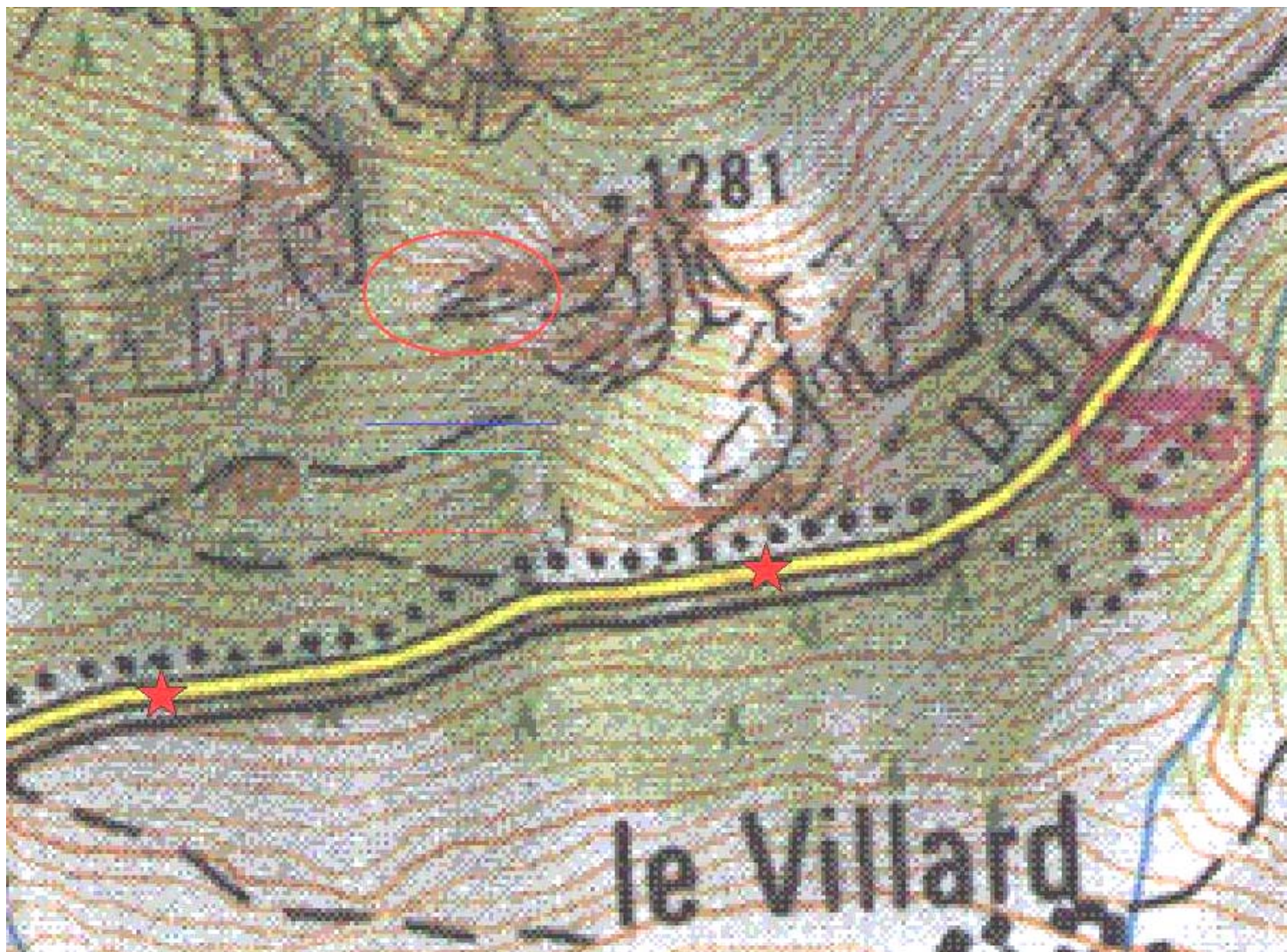
## IMPLANTATION DES PROTECTIONS

Zone des désordres

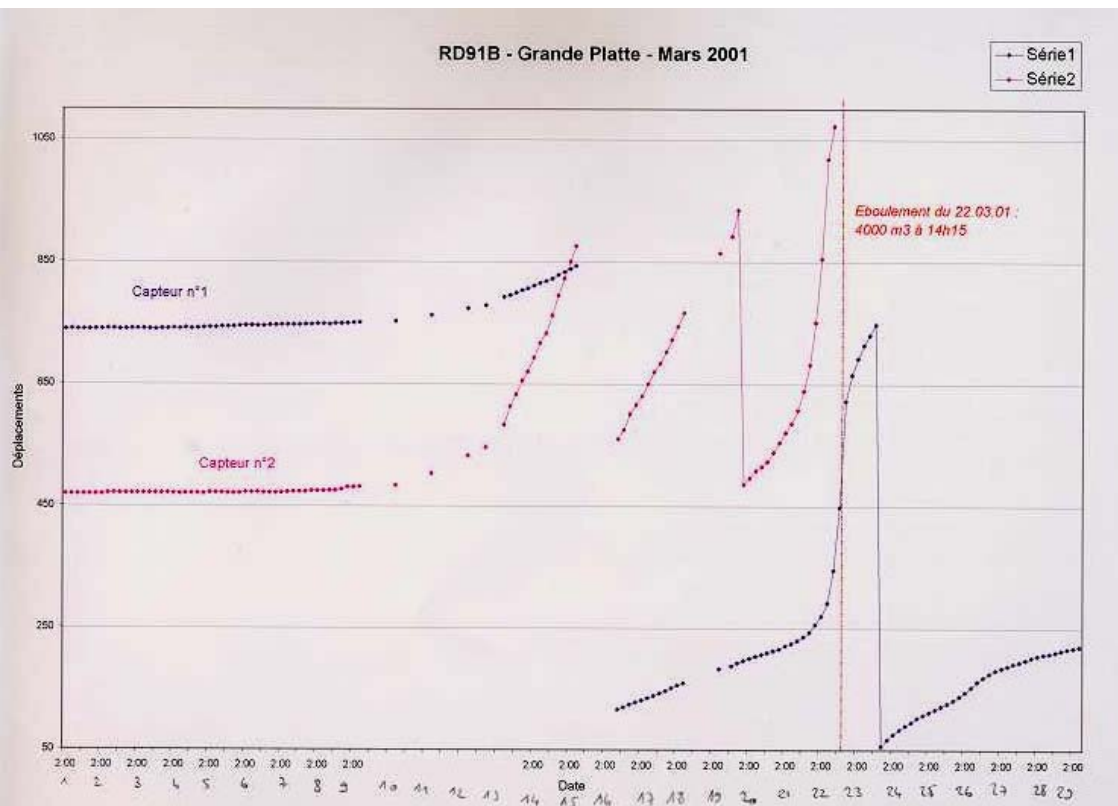
Ecran 3000kJ

Ecran 1500kJ

Grillage avertisseur  
relié à des feux tricolores



## > RD91b - Éboulement de Grande Platte



## ÉBOULEMENTS DE MARS ET AVRIL 2001

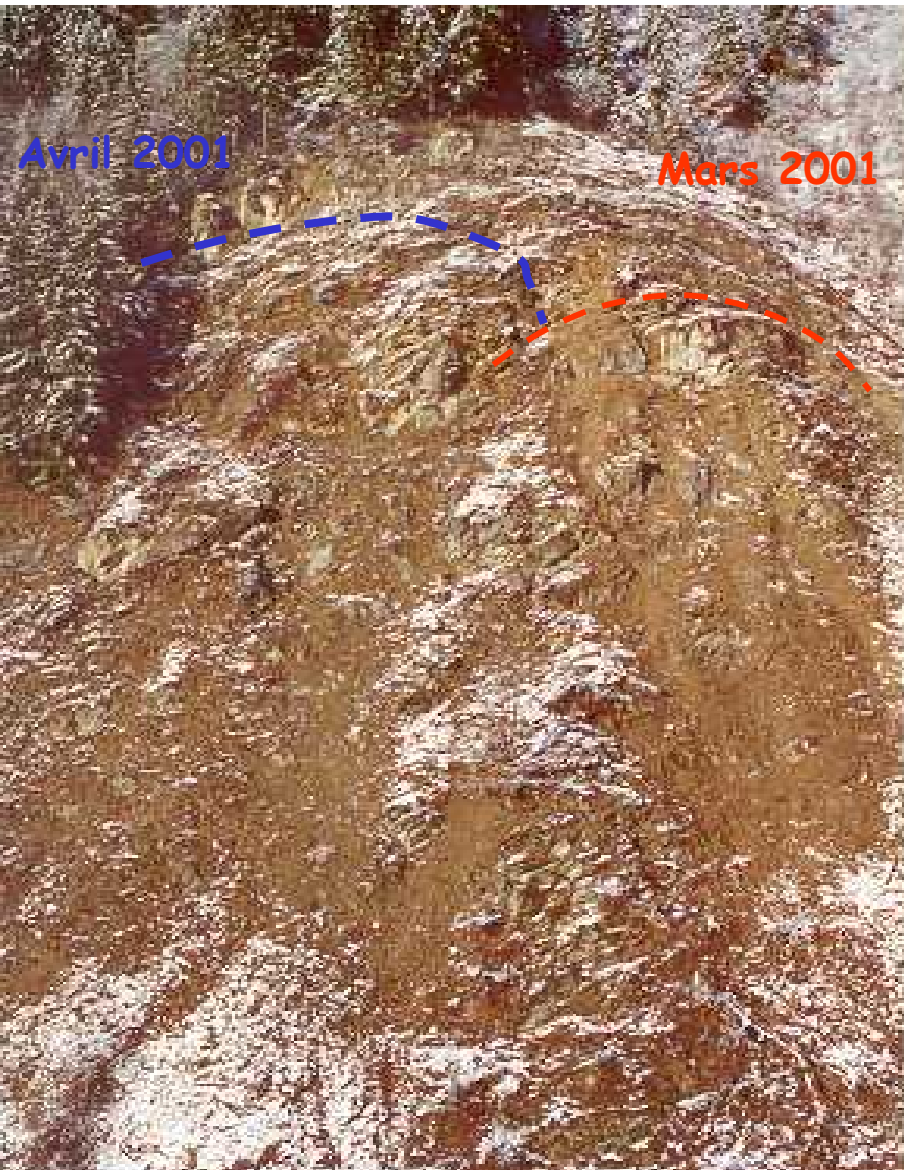
-> fin décembre / début janvier : forte réactivation des mouvements (22cm/24h du 13 au 14 janvier 2001)

-> le 22.03.01 à 14h15, suite aux fortes pluies de mars, éboulement en masse de 2000 m<sup>3</sup>. Deux tiers de la masse s'arrêtent dans la pente, les deux écrans pare-blocs sont couchés, le grillage avertisseur détruit. Quelques blocs, dont les plus gros font 8 m<sup>3</sup>, atteignent la RD91b, d'autres le versant sous-jacent. Un bloc de 3 m<sup>3</sup> s'arrête dans le merlon du Planay.

-> avril, 2<sup>ème</sup> éboulement en masse (3000 m<sup>3</sup>) qui finit de coucher totalement les deux écrans de filets et détériorent la RD91b. Plusieurs blocs atteignent le pied de versant, certaines trajectoires passent à l'ouest du merlon et s'arrêtent dans des jardins.



## > RD91b - Éboulement de Grande Platte



## ÉBOULEMENTS DE MARS ET AVRIL 2001





## > RD91b - Éboulement de Grande Platte



FRONT DE L'ÉBOULEMENT

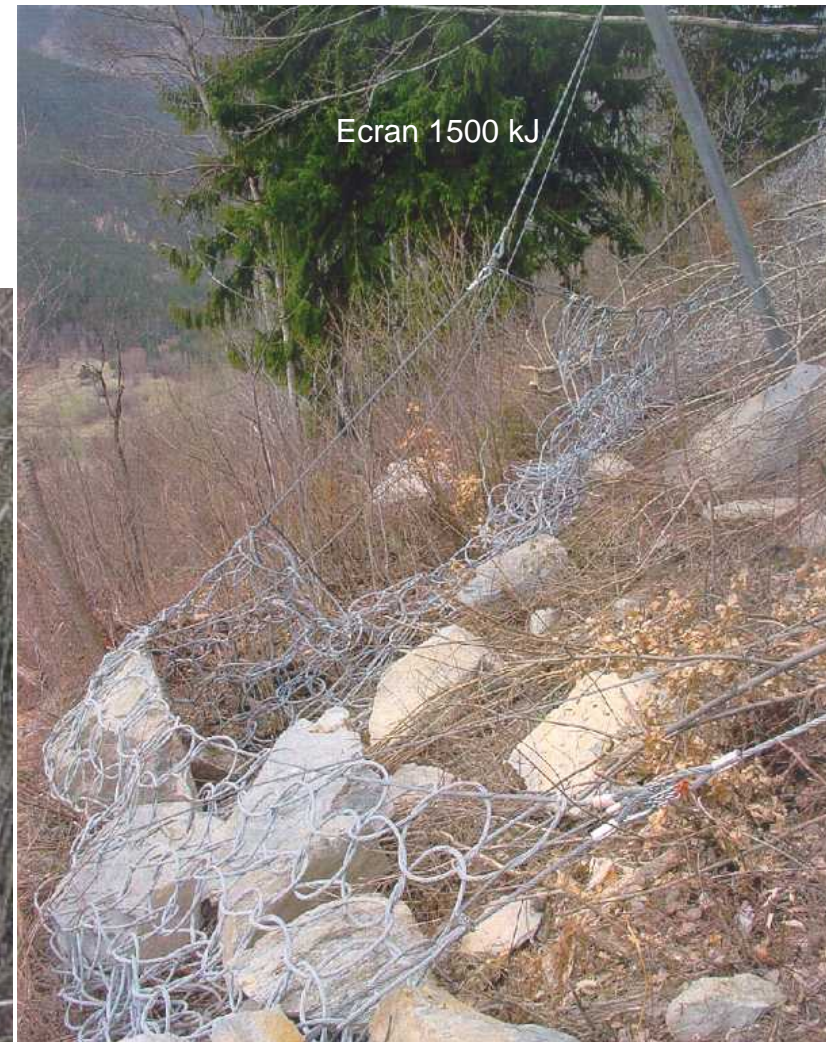
..... ET EXPOSITION DU BÂTI





## > RD91b - Éboulement de Grande Platte

### ÉCRANS 1500 ET 3000 KJ COUCHÉS



### RISQUES RÉSIDUELS

**Nature :** *chutes de blocs isolés* : provenant de la cicatrice de l'éboulement, du front de la masse encore active, ou de l'éboulis formé (affouillement d'un bloc par ruissellement par exemple)  
*éboulement en masse* : au minimum de 4000 m<sup>3</sup>, c'est-à-dire au moins autant que les éboulements de mars et avril 2001.

**Exposition :** l'éboulis formé dans le versant constitue un bon piège à blocs. Néanmoins, en l'absence actuelle de protection, des blocs de plusieurs m<sup>3</sup> sont susceptibles d'atteindre la RD91B, voire le merlon.

### SOLUTIONS ENVISAGÉES

Étant donné la fréquence des aléas, leur importance et la dégradation du site, une solution type **galerie pare-blocs** s'impose.  
Contrainte : ne pas augmenter le risque de propagation des blocs jusqu'au Villard du Planay  
Linéaire exposé : 300 ml  
Coût : 7,6 M€ (50 MF)

Dans l'attente des études correspondantes, il est possible de réouvrir la route à la circulation en rétablissant un niveau de sécurité équivalent à celui qui existait avant l'éboulement en rétablissant les protections existantes : les 2 lignes d'écrans pare-blocs, les capteurs et le grillage avertisseur.  
Coût de l'opération : environ 0,3 M€ (2 MF).



### PLANNING

#### **Rétablissement de la circulation**

Mai 2001 : Purge de la cicatrice du glissement

Juin / juillet 2001 : Réalisation d'une banquette haute, relevage des écrans 3000 et 1500 kJ

Août / mi septembre 2001: Rétablissement du système avertisseur, réparation de la chaussée, sondages et topo complémentaires

▼ Début septembre 2001 : Réouverture de la RD91b à la circulation

#### **Galerie pare-blocs de 300 m!**

Avril / Mai 2001 : Étude préliminaire ANTEA

Juin 2001 : Décision de réaliser la galerie

Août 2001 : Sondages et topo complémentaires

Automne 2001 / automne 2002 : Études de projet et choix des entreprises

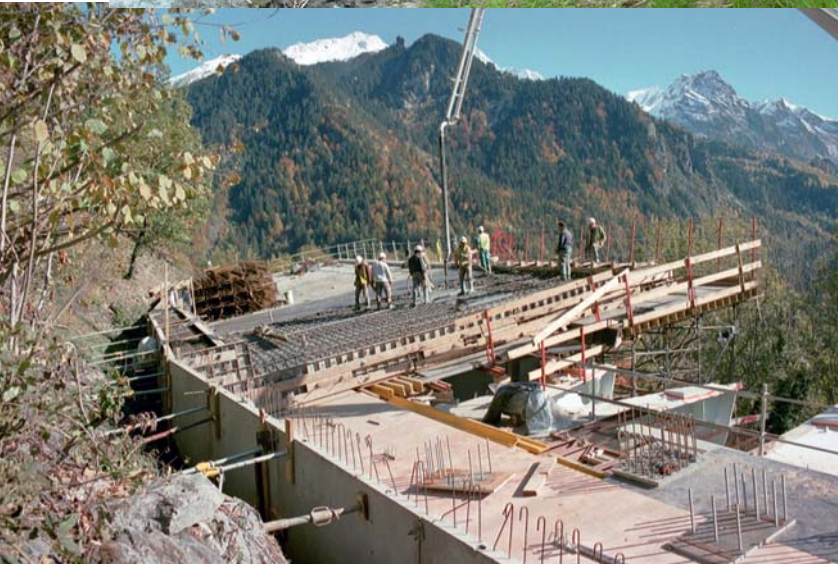
▼ Printemps 2003 / automne 2004 : Travaux avec déviation par la RD91d

## > RD91b - Éboulement de Grande Platte

### MONTANT DE L'OPÉRATION

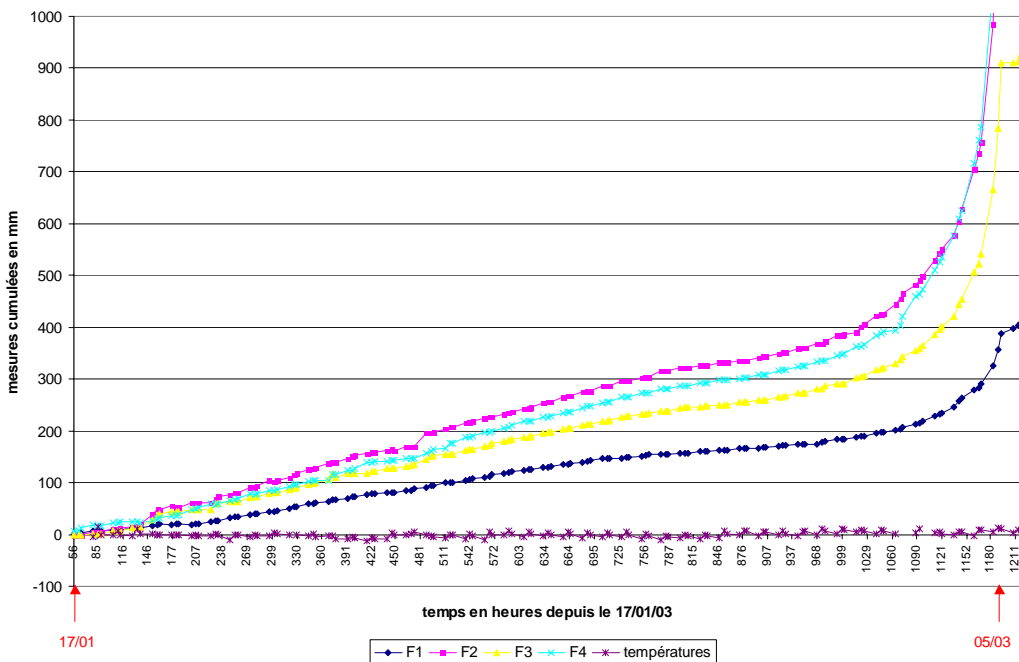
9 200 000 € TTC pour la galerie

220 000 € TTC pour la remise en état du pont des Chailles  
sur l'itinéraire de déviation





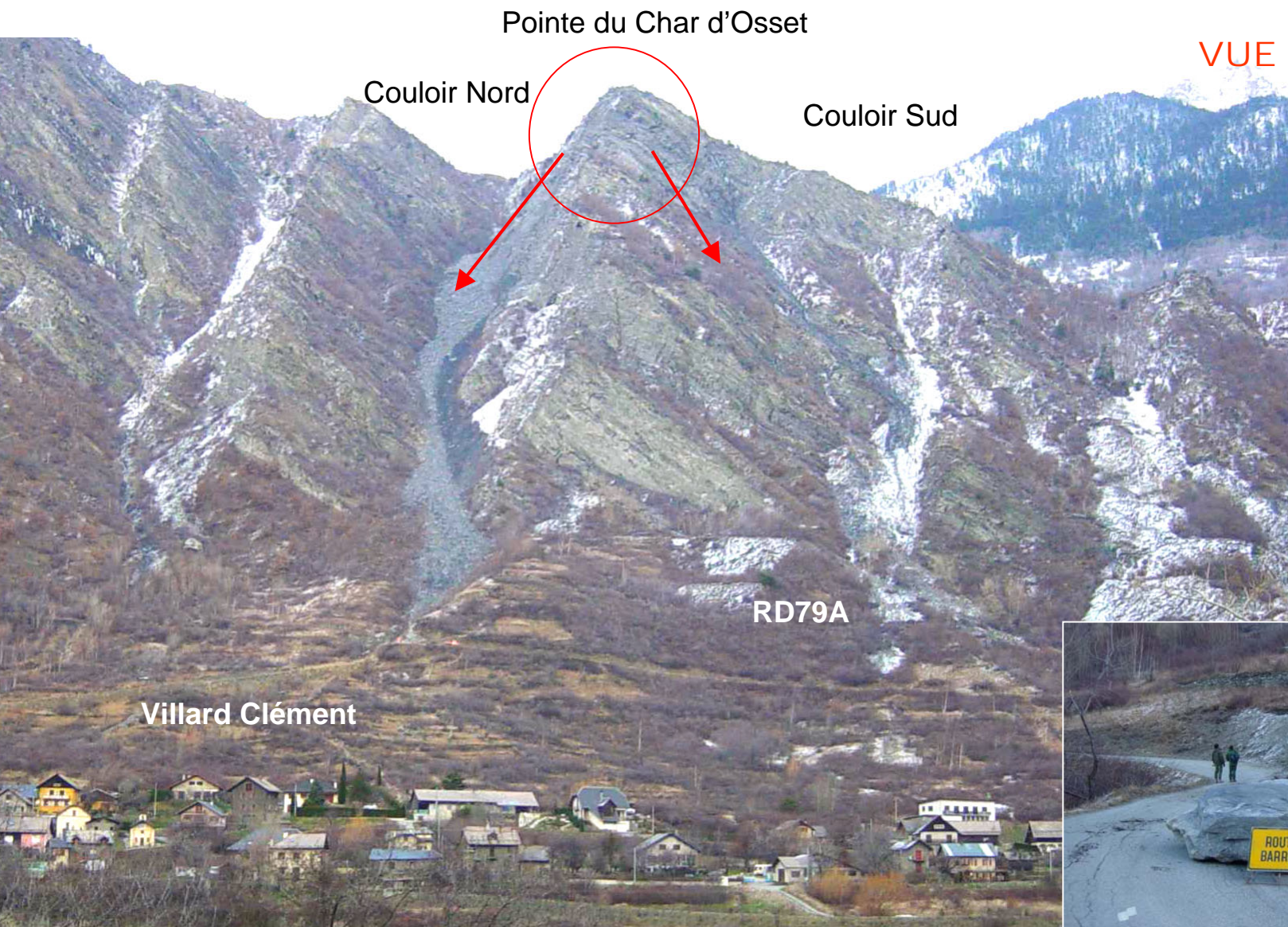
RD 79A - St Julien Montdenis - mesures extensométriques



## HISTORIQUE

- **7 janvier 2003** : début de l'épisode  
pose d'extensomètres sur les fissures de tête de versant (mouvements de grande masse)
- **fin février 2003** : accélération des mouvements
- **5 mars 2003** : éboulement de 30 000 m<sup>3</sup>
- **mi-avril 2003** : pose des capteurs sismiques et des radars Döppler (chute de blocs)  
réalisation d'une piste de secours par Grenis / Champessuit

# > RD79a Éboulement de la Pointe du Char d'Osset



## VUE GÉNÉRALE





## > RD79a Éboulement de la Pointe du Char d'Osset



## DESCRIPTION DU SYSTÈME DE SURVEILLANCE ET D'ALERTE

### ▣ **Détection de mouvements de grande masse**

Des extensomètres sont placés sur les fissures en tête de versant. Ils permettent de suivre l'évolution des mouvements de grande masse et d'être à même de fermer la route en cas de risque d'éboulement. Ils sont automatisés depuis fin février 2003 et reliés à OSIRIS.

Le bureau d'études IMS-RN est en charge du suivi de ces mouvements.

### ▣ **Détection de chutes de blocs**

Le système se compose d'un radar Döpler et de deux capteurs sismiques pour chacun des couloirs Sud et Nord, détecteurs qui déclenchent la mise au rouge de feux coupant automatiquement la RD79A.

L'installation est opérationnelle depuis mi-avril 2003 et reliée à OSIRIS.

Le système est suivi par son concepteur, ALPUG, en lien avec le bureau d'études IMS-RN

### ▣ **Protection contre les chutes de blocs**

Des écrans haute capacité ont été réalisés en juin 2003 entre les deux couloirs et aux extrémités afin de protéger les véhicules éventuellement en attente aux feux.

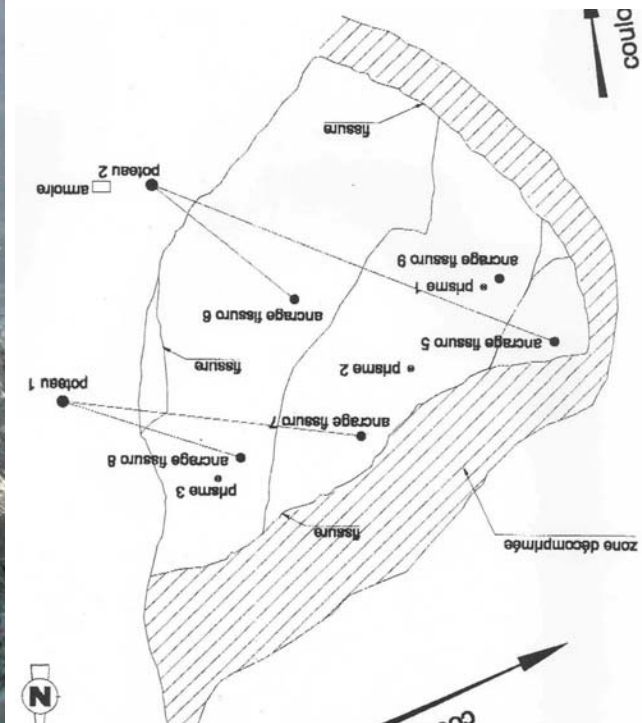
### ▣ **Piste de secours**

En cas d'éboulement majeur et de fermeture de la RD79A sur du long terme, une piste de secours a été réalisée, reliant Grenis à Champessuit (détour de 30 minutes environ).



# > RD79a Éboulement de la Pointe du Char d'Osset

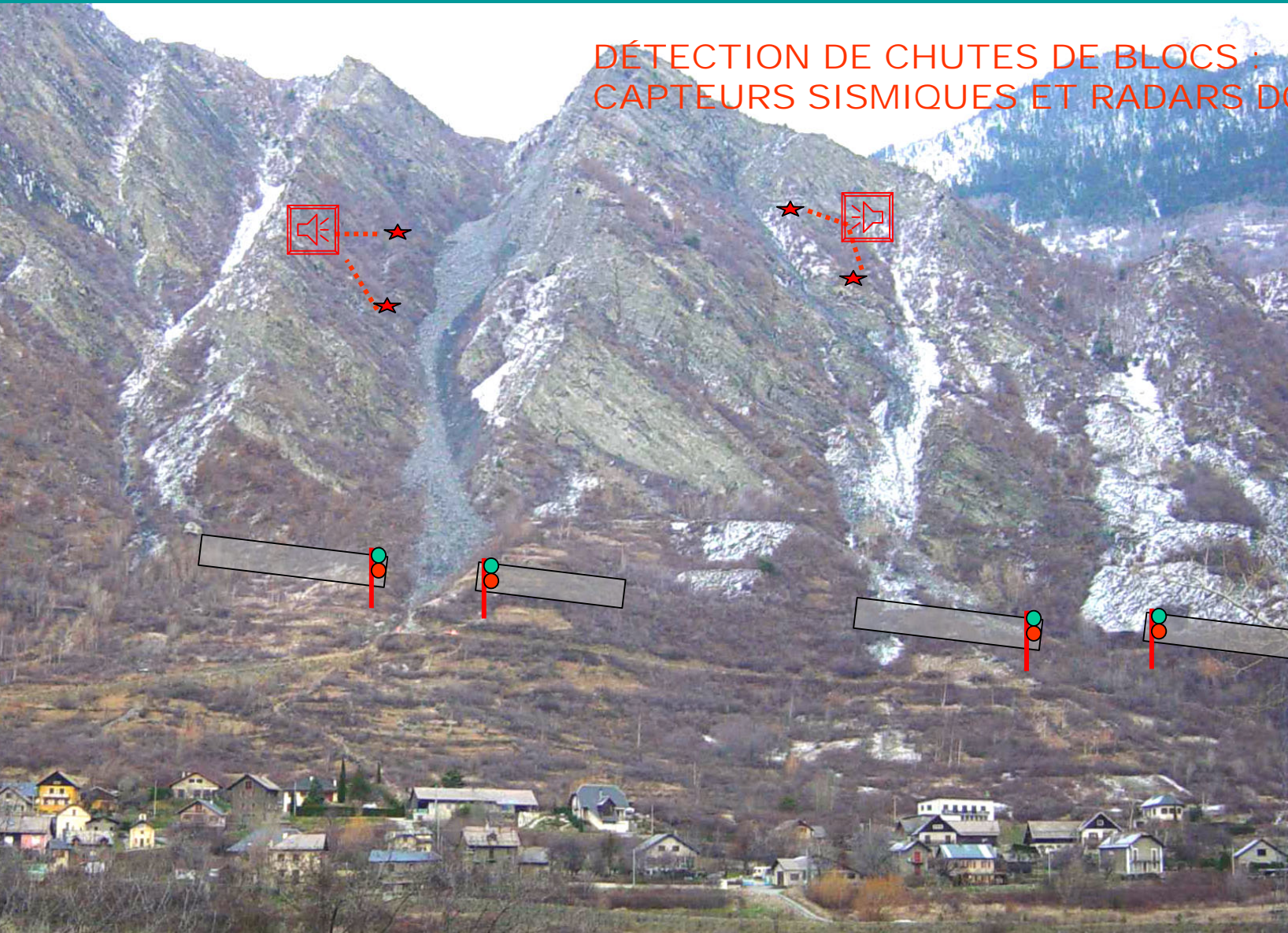
## DÉTECTION DE MOUVEMENTS EN MASSE : EXTENSOMÈTRES





> RD79a  
Éboulement de la Pointe du Char d'Osset

DÉTECTION DE CHUTES DE BLOCS :  
CAPTEURS SISMICIQUES ET RADARS DOPPLER

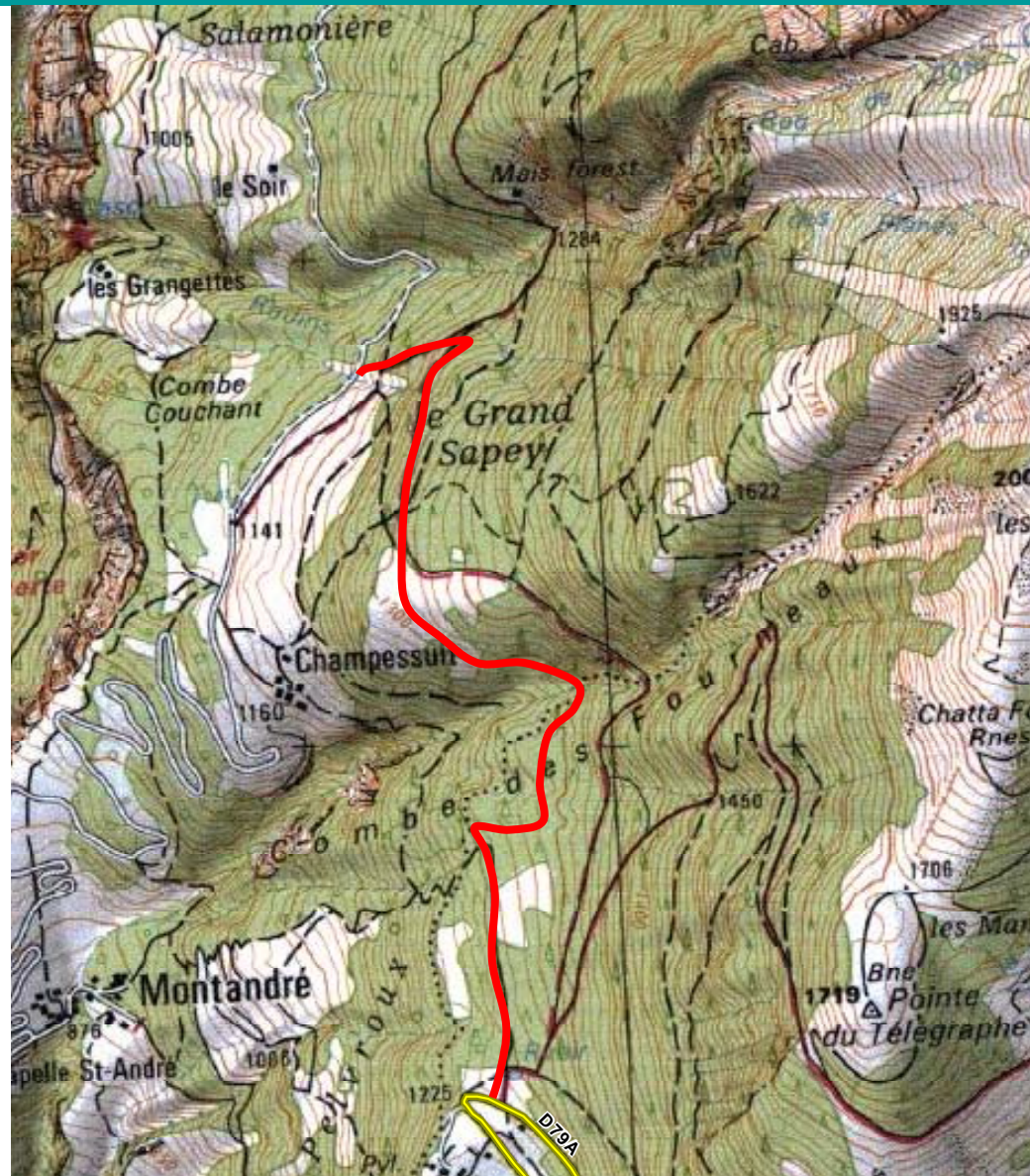




## > RD79a Éboulement de la Pointe du Char d'Osset

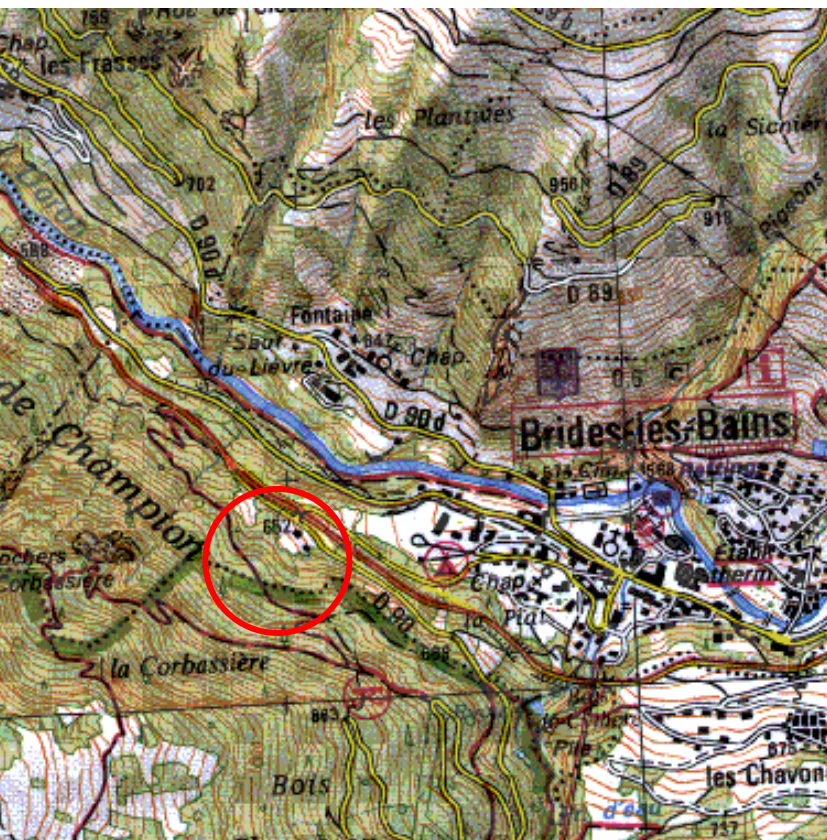
### PISTE DE SECOURS GRENIS- CHAMPESSUIT

- ▣ **Largeur** : 3 mètres
- ▣ **Longueur de 2 kilomètres environ**, dont la moitié en reprise d'une piste forestière existante
- ▣ **Pente en long inférieure à 15%**
- ▣ **Inconvénients** : détour de 30 minutes, tracé exposé à une avalanche





### HISTORIQUE



- **avril 1988** : éboulement de 1000 m<sup>3</sup>, pose de grillage sur le site
- **février 1995** : éboulement et glissement en masse de 6000 à 8000 m<sup>3</sup>, 3 routes coupées, 3 à 4 mètres sur 80ml de dépôt sur la RD90.
- **1997** : pose de témoins
- **1998** : un bloc de plusieurs m<sup>3</sup> s'arrête au sommet du mur d'enrochement
- **début 2000** : réalisation de sondages profonds avec pose d'inclinomètres pour le suivi des mouvements en profondeur
- **octobre 2000** : plusieurs m<sup>3</sup> atteignent la RD90. Pose d'un écran pare-blocs en pied de versant et lancement des études lourdes pour un reprofilage du versant type carrière. Coût des travaux estimé à 10 MF pour 53000 m<sup>3</sup> à évacuer en 2 phases.
- **janvier 2001** : éboulement s'arrêtant à l'écran pare-blocs. Fermeture de la route pour purger les blocs et rétablir la protection.
- **mars 2001** : quelques blocs sur la RD90 provenant de l'extrémité Est du site. Pose d'un grillage double nappe sur l'éperon. Puis éboulement de plusieurs m<sup>3</sup> ayant atteint la RD90 et la RD915. Préparation d'un chantier à réaliser en une seule phase.
- **mai 2001** : démarrage de la piste d'accès
- **juin 2001** : accident - arrêt des travaux de la piste d'accès
- **2002** : fin de la piste d'accès
- **2003/2004** : travaux dans le corps du glissement



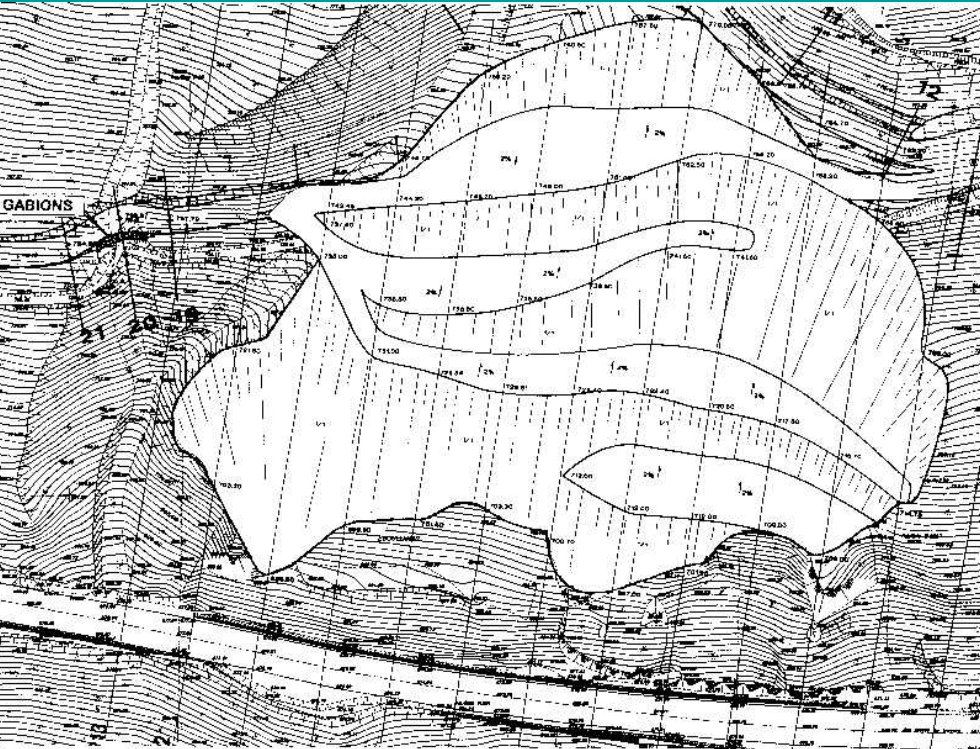
## > RD90 - Glissement des Épines Blanches



Éboulement du 25 février 1995



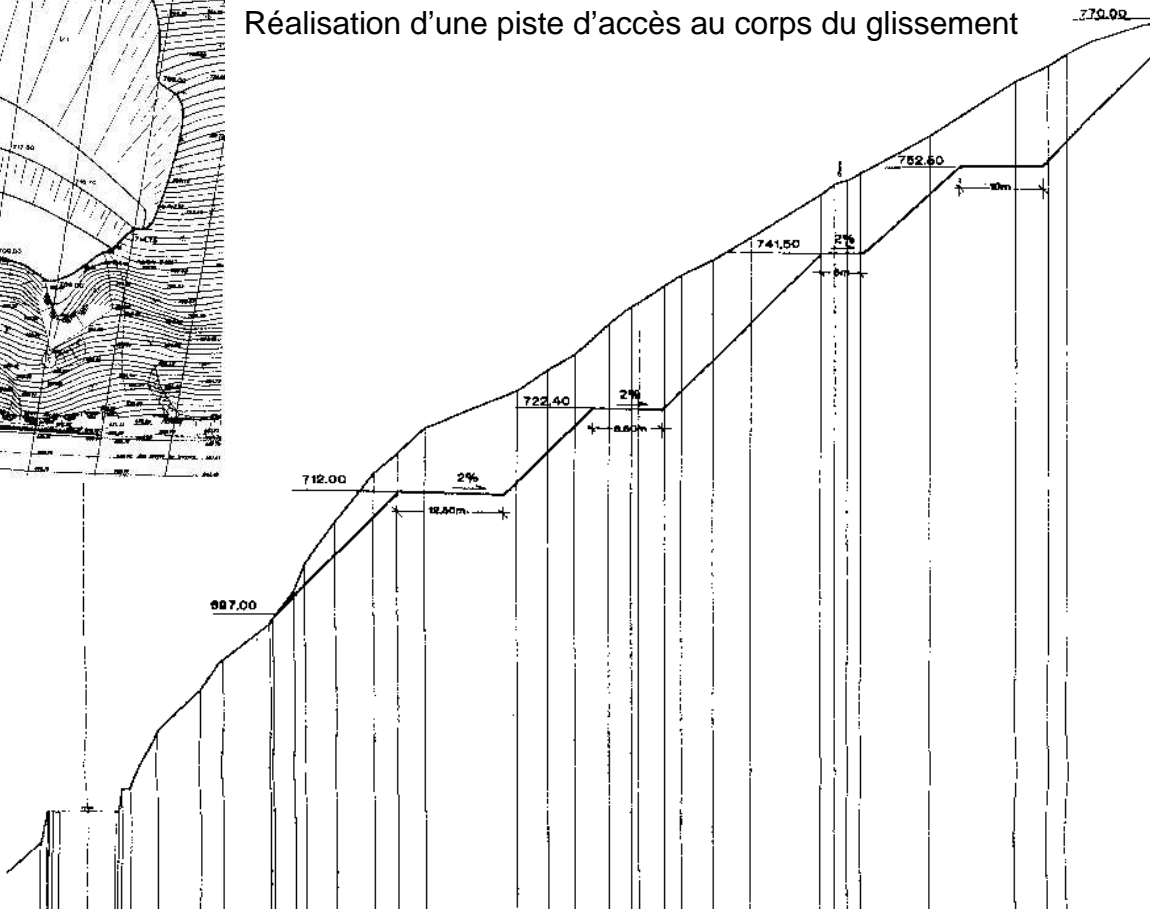
# > RD90 - Glissement des Épines Blanches



## LE PROJET

Terrassement en 4 phases de 80 000 m<sup>3</sup> pour enlever de la masse moteur (120 000 m<sup>3</sup> instables)

Réalisation d'une piste d'accès au corps du glissement



## PLANNING ENVISAGÉ

Piste d'accès : mai-juin 2001, route ouverte

Terrassements dans le corps du glissement :

juillet-décembre 2001

(route globalement fermée, déviation par la RD98 La Tania)



### MESURES COMPLÉMENTAIRES RÉALISÉES EN 2001

↓ Constitution d'un groupe d'experts en partenariat avec la Protection Civile (M. Barfety) : SAGE / CFEG / ANTEA

↓ Pétardage des blocs dans le talweg - Blocs FAMY sur la piste

Les blocs les plus volumineux risquant de dépasser la capacité de l'écran pare-blocs, au droit du talweg, ont été pétardés.

Un merlon de protection constitué de blocs FAMY a été placé sur la piste sur environ 25m de façon à bloquer les pierres (auto-purge naturelle du talus de déblai).

↓ Écrans dynamiques pare-blocs haute capacité

5 écrans pare-blocs haute capacité (2000 kJ) réalisés : été / automne 2001

(4 d'entre eux étaient prévus dans le cadre de la sécurisation du futur chantier de terrassement

-> gain de temps à la reprise du chantier)

↓ Purges du front à l'explosif

Le front de la zone la plus active a été purgé superficiellement (tirs à l'explosif, purges manuelles) de façon à limiter les risques de départ en masse ou de chutes de blocs pour l'hiver 2001/2002.

## > RD90 - Glissement des Épines Blanches



**Purges au front de la zone  
en mouvement**  
Automne 2001

**Vue du dessus sur la RD90,  
la RD915 et le camping**



**Écrans  
pare-blocs  
haute capacité**



## SYSTÈME DE SURVEILLANCE ET PROCÉDURE D'ALERTE

### ↓ Équipements composant le système de surveillance

14 repères topographiques équipés de cibles : *mesure des déplacements en surface*

4 inclinomètres : *mesure des déplacements en profondeur dans le massif*

5 piézomètres : *mesure automatique du niveau d'eau dans le massif*

3 extensomètres : *mesure automatique de l'écartement de fissures repérées au front du glissement*

1 pluviomètre : *mesure automatique de la pluviométrie*

### ↓ Procédure d'alerte

La procédure d'alerte a été établie en fonction de la connaissance actuelle des mouvements. Elle comporte trois stades d'alerte :

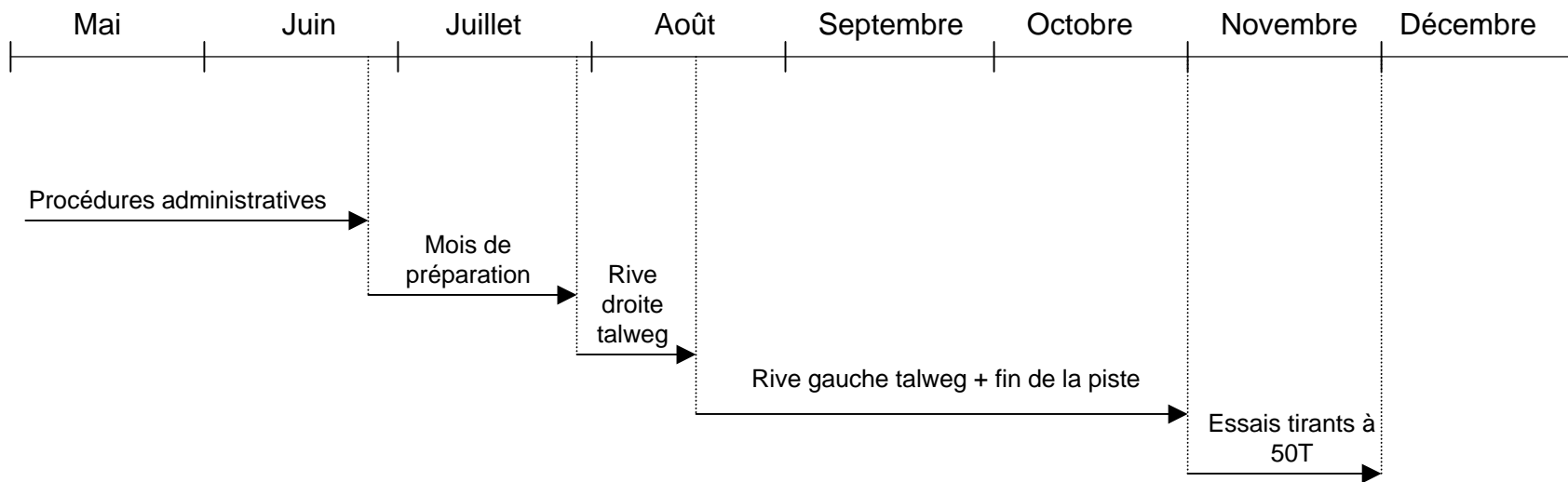
1<sup>er</sup> stade - la *surveillance rapprochée* : resserrement de la fréquence des mesures après observation d'une accélération des mouvements

2<sup>ème</sup> stade - la *mise en sécurité* : resserrement de la fréquence des mesures et passage obligatoire d'un géologue après observation du franchissement d'un seuil d'accélération

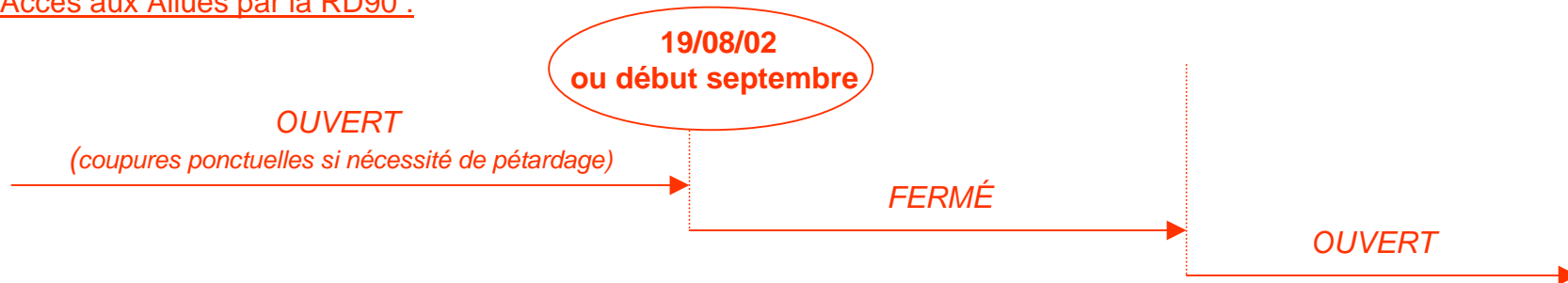
3<sup>ème</sup> stade : sur avis du géologue et après constat d'une évolution alarmante (seuil d'accélération franchi sur plusieurs équipements) décision de *fermeture* des RD.

## > RD90 - Glissement des Épines Blanches

### FIN DE LA PISTE D'ACCÈS EN 2002



#### Accès aux Allues par la RD90 :



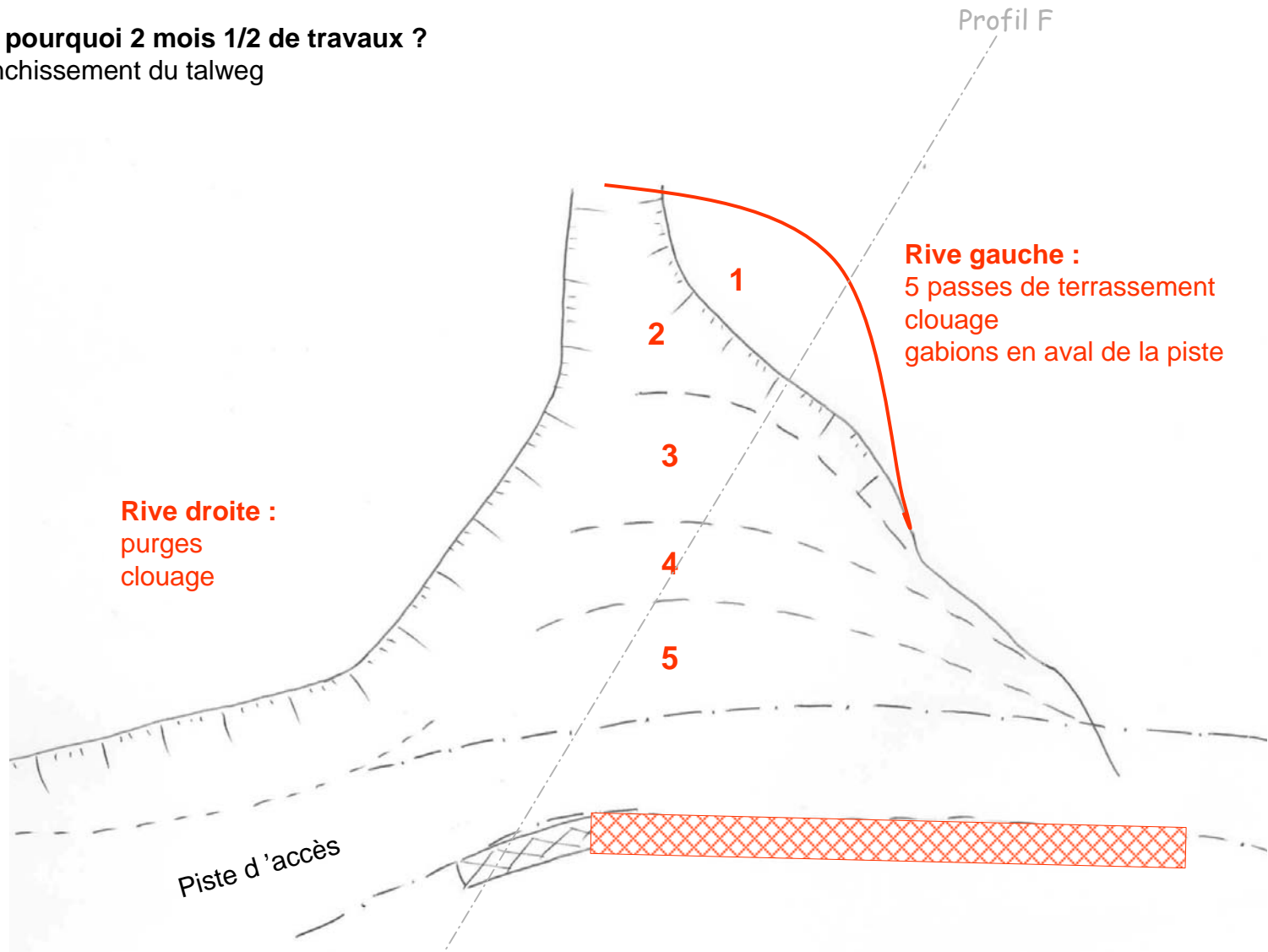


## > RD90 - Glissement des Épines Blanches

### Piste d'accès: pourquoi 2 mois 1/2 de travaux ?

Difficulté de franchissement du talweg

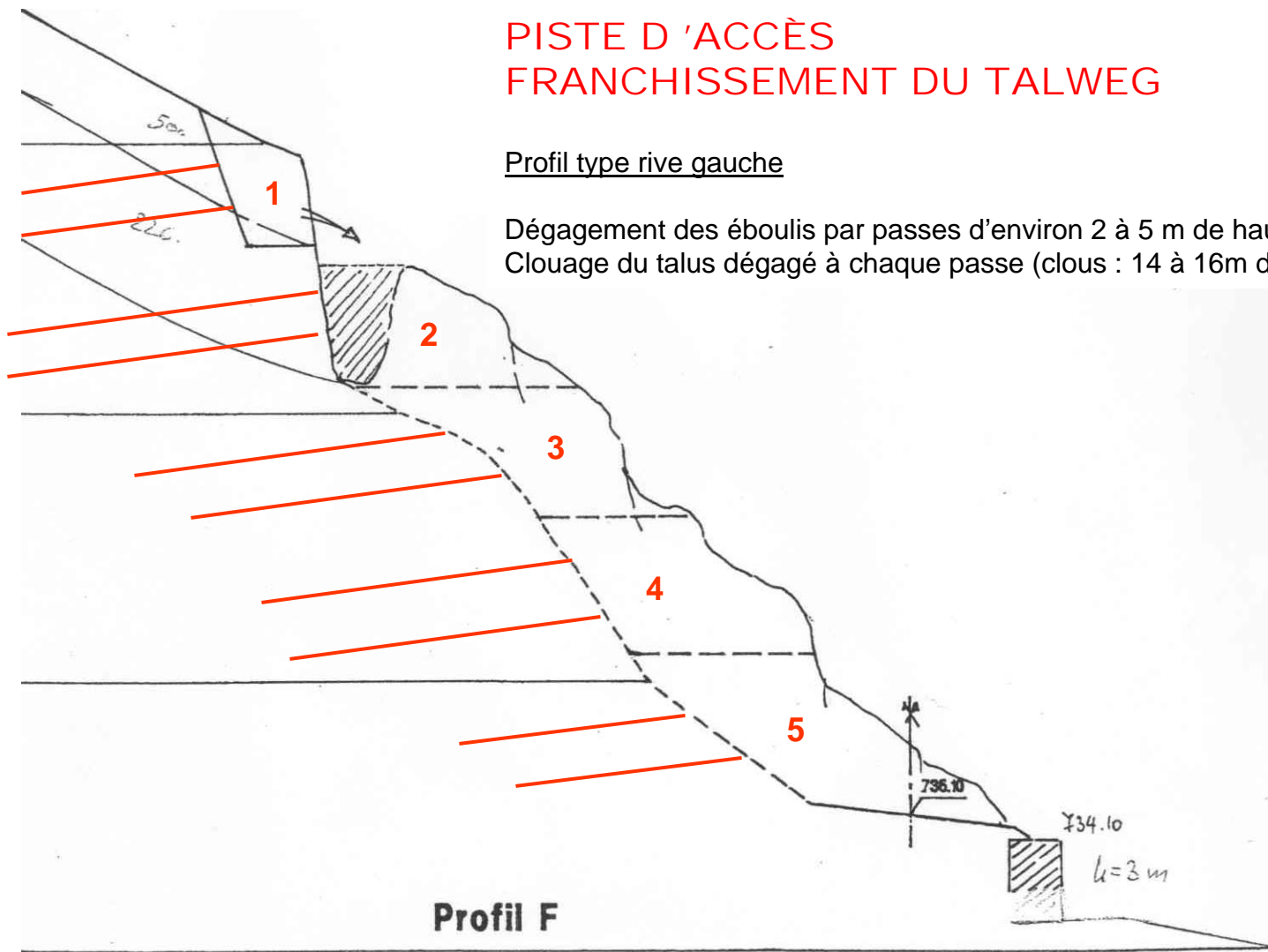
Vue en plan



## PISTE D'ACCÈS FRANCHISSEMENT DU TALWEG

### Profil type rive gauche

Dégagement des éboulis par passes d'environ 2 à 5 m de hauteur  
Clouage du talus dégagé à chaque passe (clous : 14 à 16m de longueur)





## TRAITEMENT DU CORPS DU GLISSEMENT

### ↓ Complément géotechnique

Des reconnaissances complémentaires ont été réalisées (sondages destructifs, sondages carottés, sondages sismiques) de façon à affiner la connaissance des surfaces et des mécanismes de rupture, et également pour compléter le dispositif de surveillance.

### ↓ Comparaison de plusieurs solutions à court terme

Des solutions de confortement en place par tirants visant à limiter fortement (< 10 000 m<sup>3</sup>), voire remplacer les terrassements ont été étudiées.

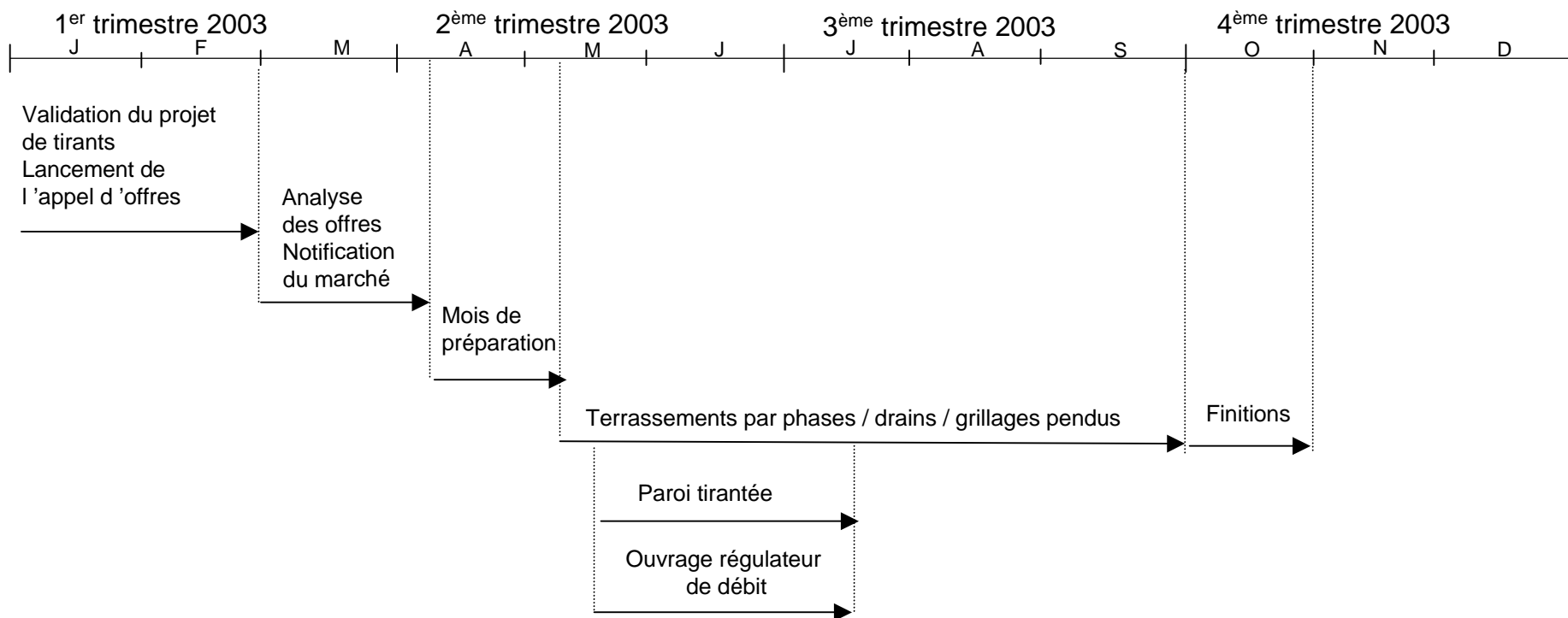
L'impossibilité de conclure au mécanisme de rupture prédominant (le devant entraîne l'arrière, ou l'arrière pousse le devant ?) a montré que la solution de terrassement restait préférable.

### ↓ Optimisation de la solution terrassement

Cette solution a été remise à plat et optimisée :

- réduction du volume de terrassement (environ 20 000 m<sup>3</sup> en moins), notamment en partie haute, de façon à obtenir un meilleur coefficient de sécurité sur la surface de glissement la plus importante.
- confortement de cette partie haute par paroi tirantée (50 t).

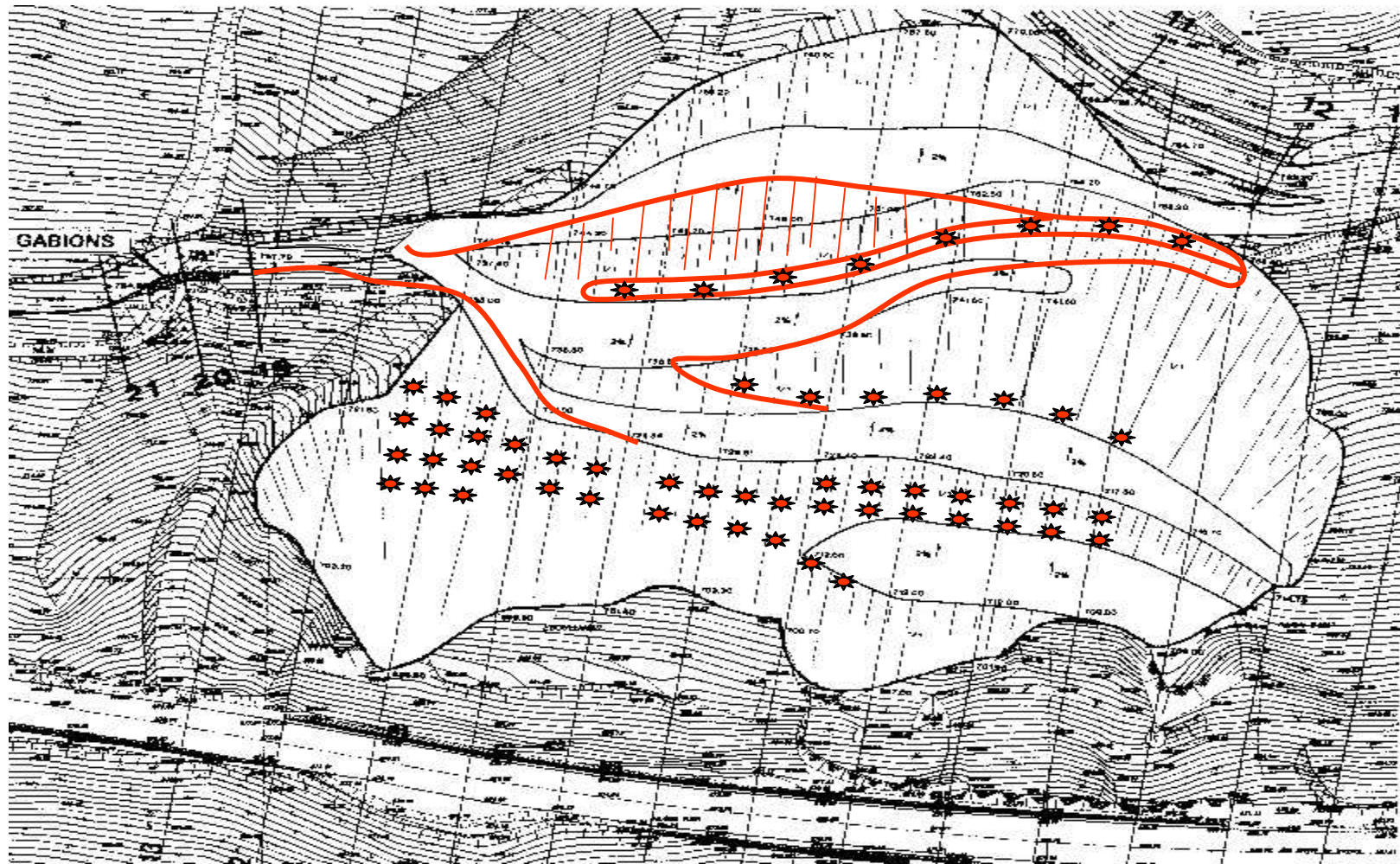
## PLANNING PROCÉDURES ADMINISTRATIVES ET TRAVAUX





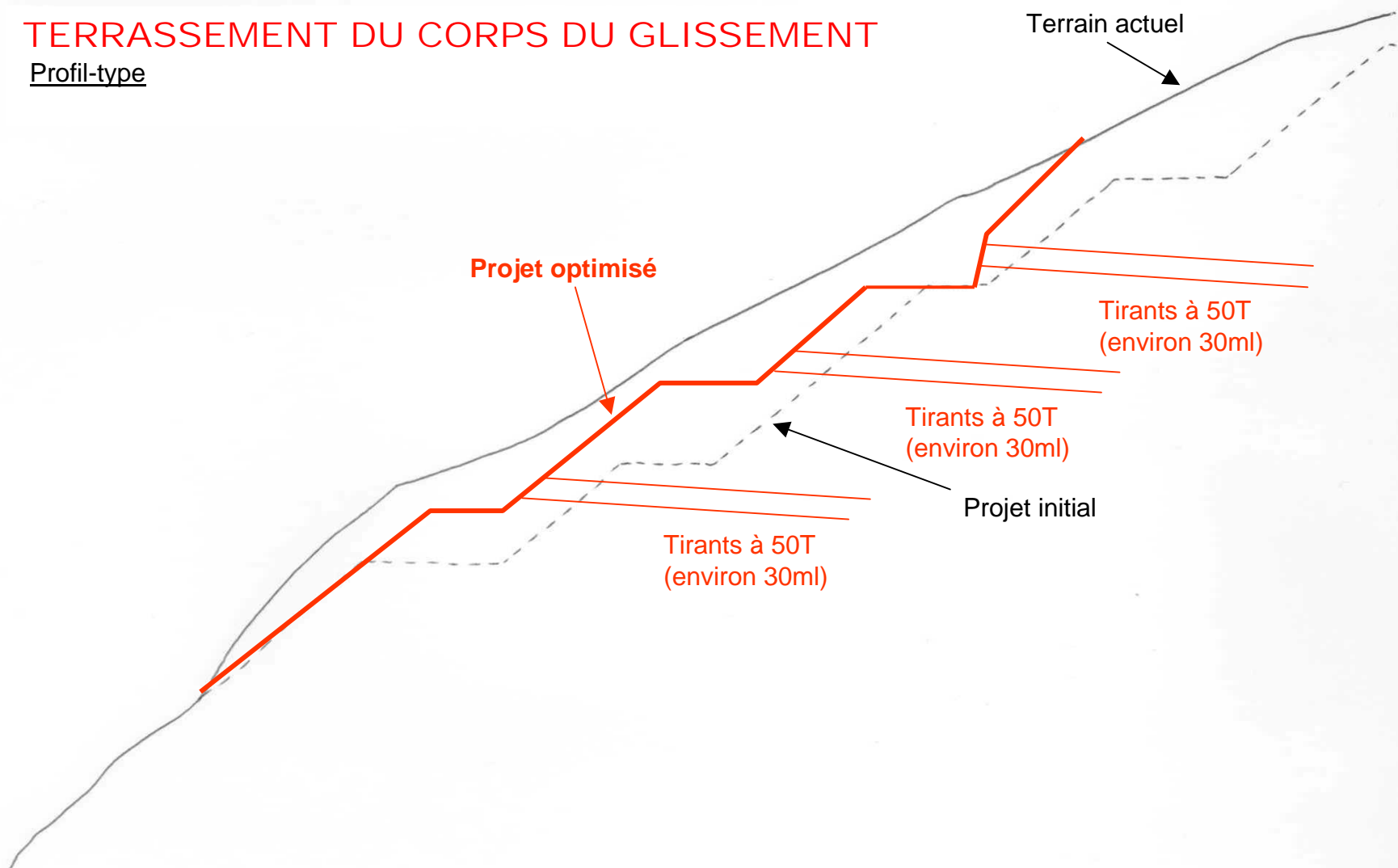
## TERRASSEMENT DU CORPS DU GLISSEMENT

Réduction des terrassements en partie haute  
et tirants actifs 50 t



## TERRASSEMENT DU CORPS DU GLISSEMENT

Profil-type







**RD915 - LE PLANAY**  
**Confortement du glissement de Ballandaz**  
**par micro-berlinoise**

Op. : 22.00.079

- Montant de l'opération : 18 580 000 F.TTC
- Planning : sept /déc 2000 (première partie)  
mar / sept 2001 (suite)
- Conception : variante entreprise
- Réalisation : GTS / SOLETANCHE

