

**BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES**

**SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL**

B.P. 6009 - 45060 Orléans Cédex - Tél.: (38) 63.80.01

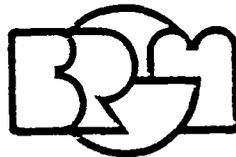
DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT DE MOSELLE

Plan d'Exposition aux Risques Naturels Prévisibles  
COMMUNE de SAINTE-RUFFINE

Elaboration d'une carte d'aléas  
des mouvements de terrains

NOTE de PRESENTATION

Patrick LEBON



**Service géologique régional LORRAINE**

Rue du Parc de Brabois - 54500 Vandœuvre-lès-Nancy

Tél. : (83) 51.43.51

RESUME

Dans le cadre de la préparation du Plan d'Exposition aux Risques Naturels de la commune de SAINTE-RUFFINE, le BRGM - Service Géologique Régional Lorraine a été chargé par la Direction Départementale de l'Équipement de Moselle d'établir les documents techniques préparatoires concernant les risques liés aux mouvements de terrains :

- carte de localisation des phénomènes réalisés à partir des photographies aériennes, levés de terrain et enquêtes ;
- carte d'aléas réalisée en s'appuyant sur des études générales sur les glissements dans la Vallée de la Moselle.

Les documents au 1/2.000 ont été exécutés suivant les prescriptions du rapport de la Délégation aux Risques Majeurs de janvier 1985 sur "La mise en oeuvre des Plans d'Exposition aux Risques Naturels Prévisibles".

---

## SOMMAIRE

	<u>Pages</u>
INTRODUCTION.....	1
1 - LOCALISATION DU PHENOMENE.....	2
1.1. Typologie des mouvements.....	3
1.2. Inventaire des mouvements relevés.....	4
2 - ESTIMATION DE L'ALEA.....	6
2.1. Approche théorique de la stabilité des versants....	6
2.2. Méthodologie d'estimation de l'aléa.....	7
3 - MESURES DE PREVENTIONS.....	11

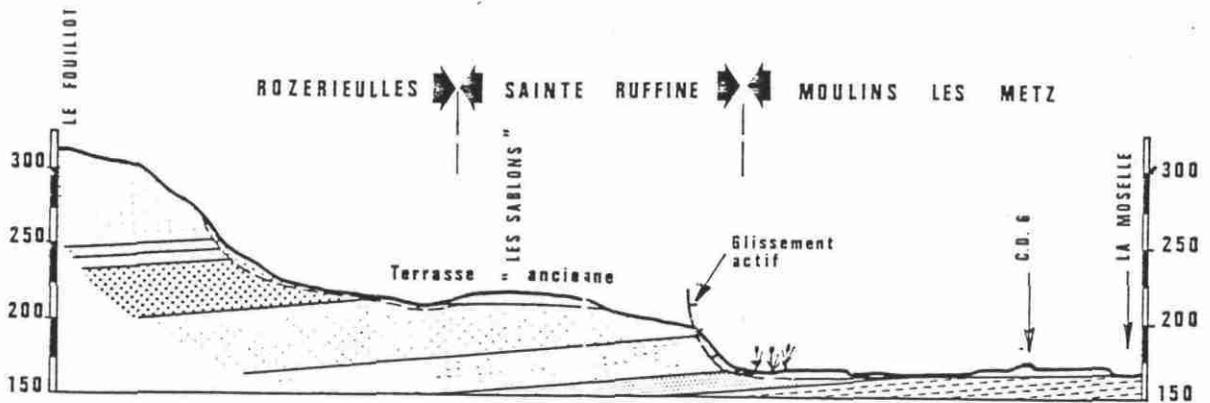
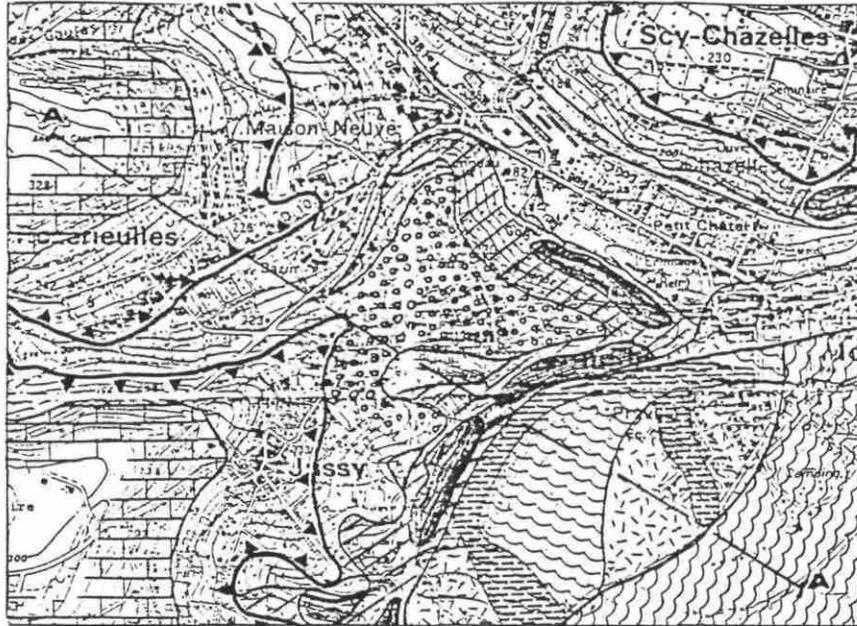
## INTRODUCTION

Dans le cadre de l'élaboration technique du Plan d'Exposition aux Risques Naturels de la commune de SAINTE-RUFFINE, le Service Aménagement et Urbanisme de la Direction Départementale de l'Équipement de Moselle a confié au BRGM - Service Géologique Régional Lorraine la réalisation des documents techniques nécessaires à son établissement :

- carte de localisation probable du phénomène,
- carte d'aléas.

La présente note explicite la méthodologie employée pour ce travail, en rappelant que le Plan d'Exposition aux Risques Naturels ne fait que la synthèse des phénomènes et mécanismes connus à ce jour.

---



PROFIL A-A

-  Limite du calcaire BAJOCIEN
-  Limite des éboulis calcaires
-  Indices de terrasses anciennes



Zones présentant des facteurs de stabilité défavorables ou des indices de mouvements anciens réactivables et zones d'extension possible des glissements.



Zones présentant des facteurs de stabilité très défavorables ou des indices de mouvements actifs ou récents ou des chutes de blocs.

# Plan de situation

Extrait de la carte ZERMOS d'ARS-SUR-MOSELLE

Echelle : 1 25 000

## 1 - LOCALISATION DU PHENOMENE

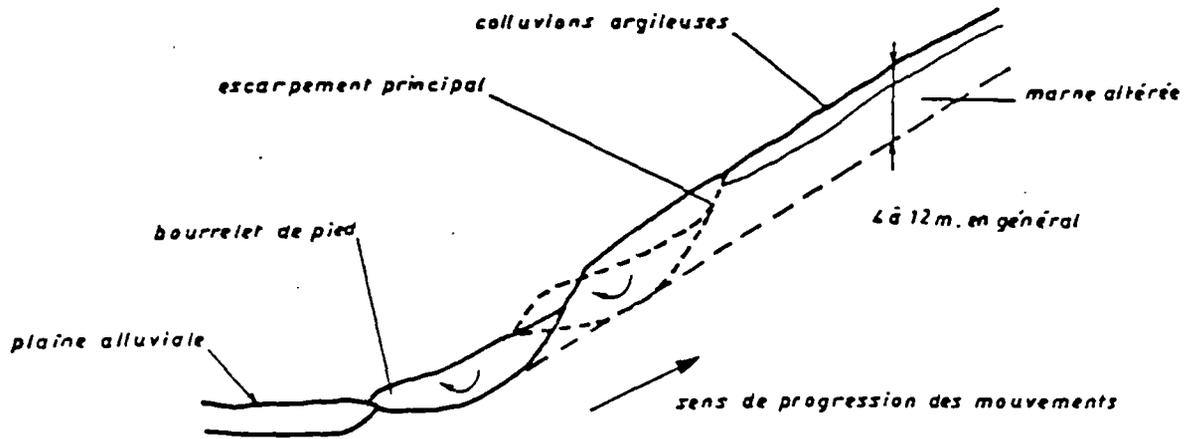
On a utilisé pour cela la démarche suivante :

- recherche sur le terrain de toutes les manifestations liées aux mouvements du sol ;
- analyse des photographies aériennes disponibles ;
- recherche d'archives (études ponctuelles réalisées, travaux effectués, mémoire collective).

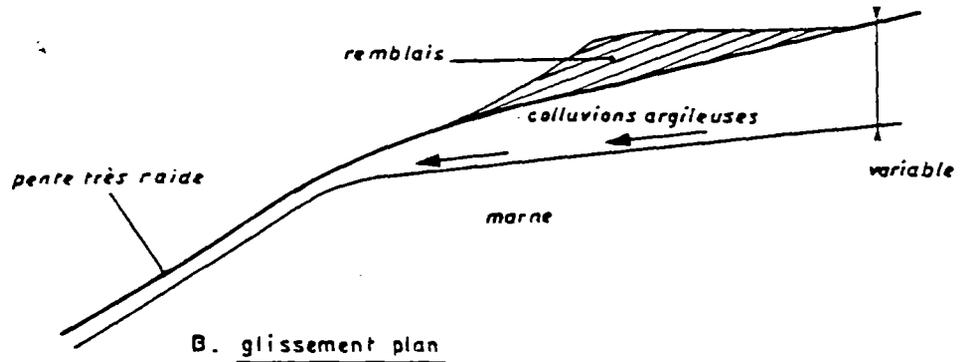
Plusieurs études ont été réalisées sur la commune de Sainte-Ruffine :

- dossier 123/73 du Laboratoire Régional de l'Équipement sur la déviation de la RN 3 ;
- rapport 82 SGN 043 LOR du BRGM sur les glissements affectant le versant Sud-Est ;
- plusieurs études particulières dans le secteur de la Rue des Haies Brûlées ;
- rapport SGR/LOR n° 84/100 du BRGM sur l'assainissement de la ZAC de Beaubois.

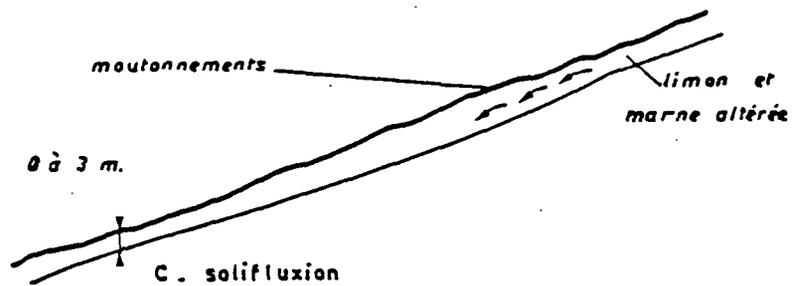
SCHEMAS DE PRINCIPE DES MOUVEMENTS DE TERRAIN



A. glissements profonds regressifs



B. glissement plan



## 1.1. TYPOLOGIE DES MOUVEMENTS

Ils sont dans la région mosellane de trois ordres :

### \* Les glissements profonds régressifs

Ils affectent des masses de sol importantes, en général au moins 4 m d'épaisseur, pour une extension d'ordre décamétrique à hectométrique. Ce sont les mouvements les plus fréquents dans le sillon mosellan.

Le plus souvent ces glissements sont très anciens et dus, d'une part, aux pentes résiduelles très raides après érosion fluviale, d'autre part à l'alimentation en eau, soit par les éboulis grossiers susjacents (cas général sur les versants du Mont St Quentin), soit par d'anciennes terrasses alluviales perchées (cas, ici, de Sainte-Ruffine).

Cependant, dans certains cas, les mouvements ont été dus à l'intervention humaine sur des pentes en équilibre précaire, mais qui n'étaient pas originellement en mouvement.

La forme la plus courante est la rupture circulaire. Celle-ci affecte en premier lieu les pieds de versant puis il se produit une régression vers la partie supérieure du versant avec imbrication des loupes de glissement les unes dans les autres.

Mais il peut se produire aussi des glissements plans de la couverture argilo-limoneuse sur le toit du substratum marneux, en bordure de la rupture de pente, le plus souvent après surcharge par des remblais.

Excepté dans le cas de glissements de très grande ampleur (Cornny), ceux-ci n'affectent jamais les zones couvertes par les éboulis de blocailles calcaires situés au pied de la falaise bajocienne.

\* Les glissements pelliculaires

Ils correspondent à un phénomène de solifluxion affectant les horizons superficiels - de 0 à 3 m de profondeur au maximum -.

Ce fluage est dû à la saturation du sol par les eaux d'infiltration en période hivernale et peut être fortement accentué par des cycles de gel intense ou à la suite d'une période de forte sécheresse, ayant provoqué une fissuration de retrait importante en surface.

La détermination des mouvements affectant les pentes actuelles sera donc basée sur les travaux suivants :

- reconnaissance de formes (régularité des pentes, relevé des moutonnements et bourrelets, des secteurs humides et mal drainés, des plans d'arrachements) ;
- recherche d'indices de mouvements (déformations de la voirie, fissures dans constructions, coulées de boues) ;
- observation de la couverture végétale.

1.2. INVENTAIRE DES MOUVEMENTS RELEVÉS

Le versant Sud-Est de la butte de Sainte-Ruffine, correspondant à une zone d'érosion intense de la Moselle, est le versant le plus affecté par les mouvements de terrain.

Sur la quasi-totalité, on relève des glissements le plus souvent de type circulaire. Ces glissements dont l'extension est d'ordre décamétrique en génèrent de nouveaux par régression vers l'amont ou latéralement d'où la très grande surface couverte par l'ensemble.

Du fait de la très forte pente (près de 40 %), il semble que la profondeur des horizons en mouvement soit faible (quelques mètres) ; par contre les mouvements se transforment petit à petit en coulées boueuses, ce d'autant plus qu'il se produit des arrivées d'eau importantes (sources, rejets d'eaux usées, anciens drainages agricoles).

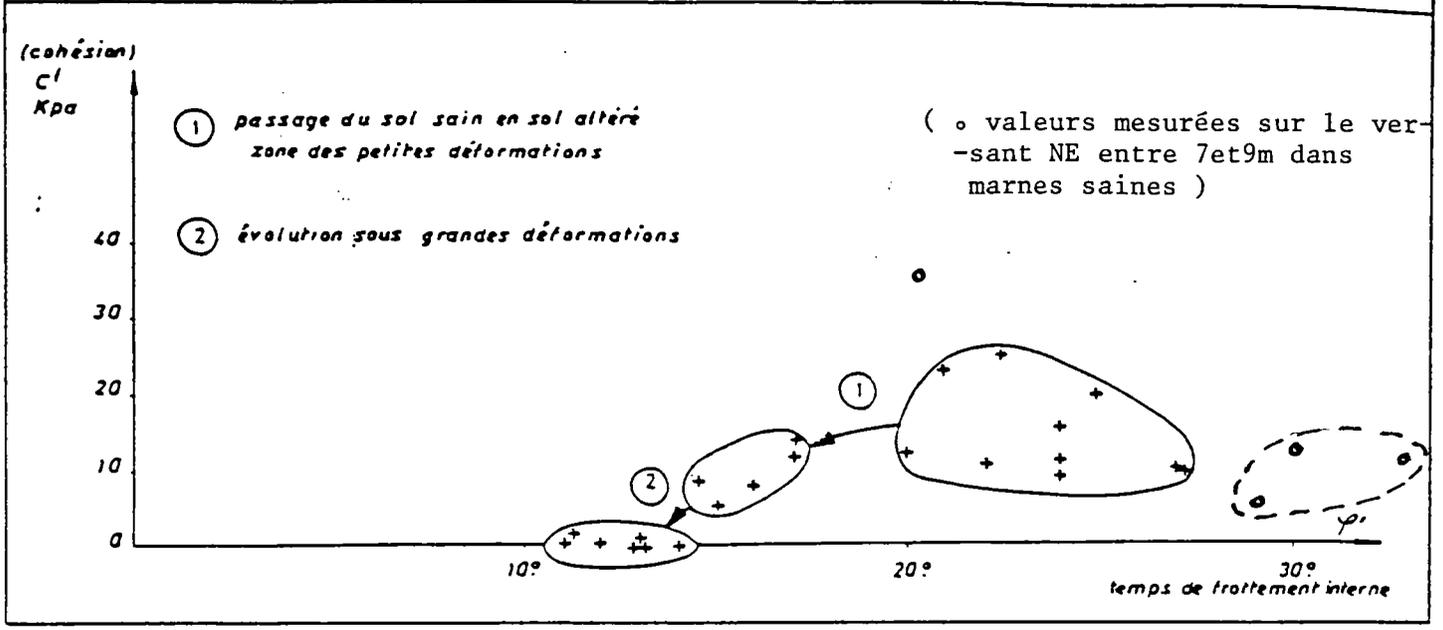
Actuellement, une habitation a été complètement détruite et trois autres ont subi des dommages de gravités diverses dans ce secteur.

Sur le versant Nord-Est correspondant au vallon de Montvaux, les pentes naturelles sont dans l'ensemble beaucoup plus atténuées. On relève surtout des traces de mouvements anciens (niches d'arrachements) mais il existe aussi quelques zones de glissement actif se marquant par des mouvements diffus (bourrelets et fissures de traction, murs fissurés et basculés).

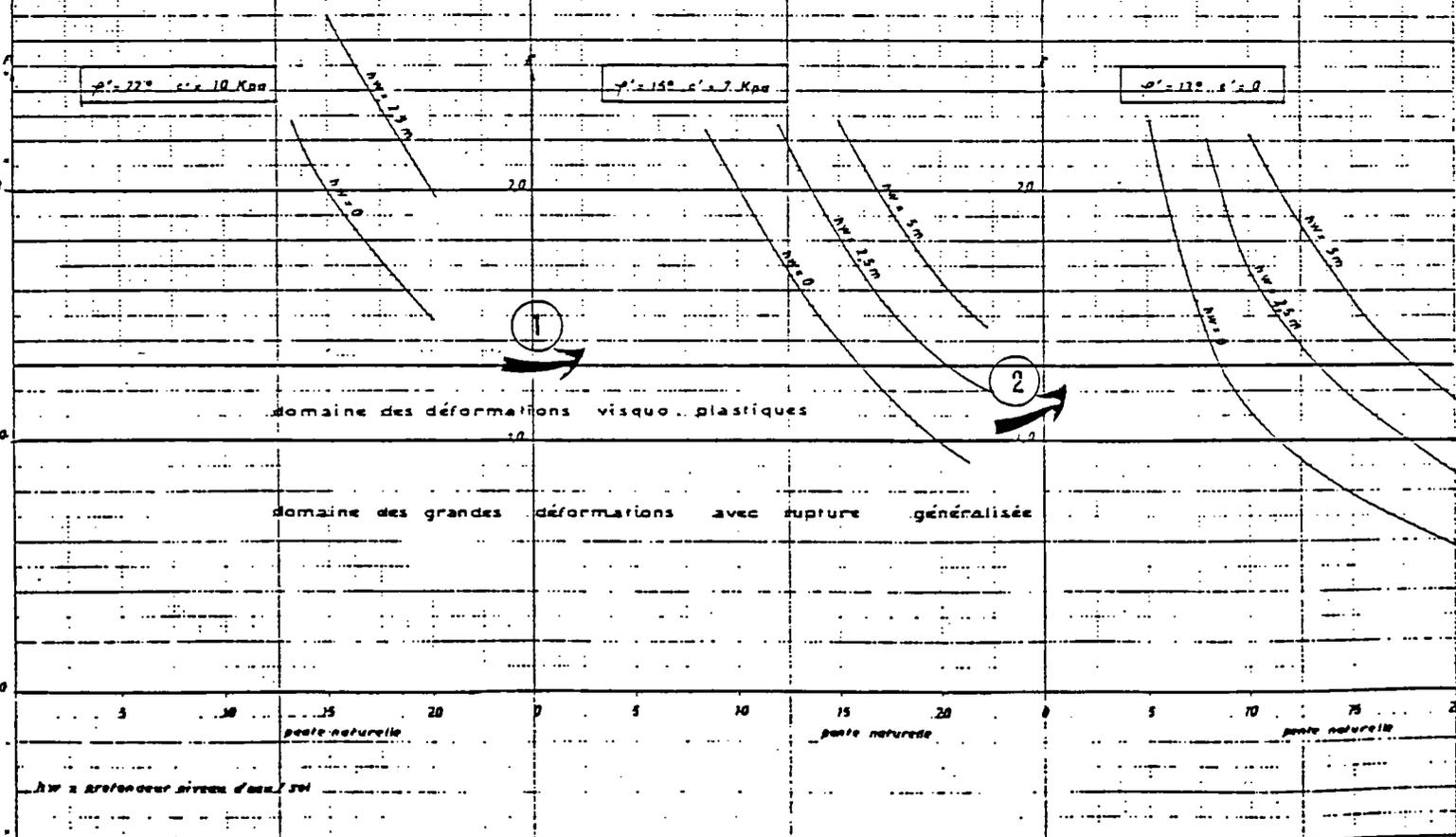
Si on excepte le rôle, cependant important, que peuvent jouer les rejets d'eaux usées dans la pente, on note peu de glissements dus directement à l'activité humaine :

- glissement d'une trentaine de mètres dans le bas de la Rue des Haies Brûlées dû à un terrassement sans précaution dans une zone sans doute déjà instable ;
- petits mouvements de faible importance lors de travaux de construction.

**EVOLUTION DES CARACTERISTIQUES MECANIQUES DES ARGILITES DU TOARCEN EN FONCTION DE L'ALTERATION ET DES DEFORMATIONS SUBIES**



**EVOLUTION DU COEFFICIENT DE SECURITE VIS-A-VIS DE LA STABILITE DE LA PENTE NATURELLE EN FONCTION DES CARACTERISTIQUES MECANQUES DU SOL ET DES CONDITIONS HYDRAULIQUES**



## 2 - ESTIMATION DE L'ALEA

### 2.1. APPROCHE THEORIQUE DE LA STABILITE DES VERSANTS

On pourra se référer aux études générales réalisées antérieurement :

- cartographie ZERMOS au 1/25.000 de la région d'Ars-sur-Moselle (1975/1976) ;
- rapport BRGM 80 SGN 526 LOR : "Quelques critères de stabilité des versants naturels du sillon mosellan" (juillet 1980).

Quels que soient le type de rupture envisagé et la théorie mécaniste utilisée, le coefficient de sécurité de la pente vis-à-vis de cette rupture peut se mettre sous la forme :

$$F = \frac{c' + f(\beta) (W-u) \operatorname{tg} \varphi'}{.W \sin \beta}$$

où  $c'$  et  $\varphi'$  sont la cohésion et l'angle de frottement interne à long terme du matériau,  $W$  est la masse de sol en mouvement,  $\beta$  l'angle de la pente et  $u$  la pression interstitielle dans le sol.

De cette formule, on peut voir que ce coefficient de sécurité est fonction :

- des paramètres de résistance au cisaillement du sol ; or, justement, les argilites du Toarcien constituant les pentes du sillon mosellan n'ont pas une résistance mécanique constante. Celle-ci décroît fortement lorsque le sol subit une altération ou des déformations, ainsi que le montre le graphique ci-contre. Par ailleurs, on remarque que pour un même état de déformation, ces paramètres fluctuent dans un certain domaine de valeurs sans qu'on connaisse précisément leur loi de variation (il existe trop peu de mesures encore actuellement) ;

- de la pente du terrain naturel ; plus celle-ci est forte, plus le coefficient de sécurité diminue, ce qui va dans le même sens que l'observation de la répartition des glissements existant en fonction de la pente du terrain ;
- de la masse du sol concernée par le mouvement ; plus la profondeur du plan de rupture potentiel est grande, plus le coefficient de sécurité diminue là encore ;
- de la pression interstitielle. Sur la rive gauche de la Moselle, les écoulements superficiels se font parallèlement à la pente et la pression interstitielle est liée directement à la saturation des sols par infiltrations. On a donc une corrélation directe entre glissements et pluviométrie.

Ainsi, l'occurrence des mouvements de terrains augmente-t-elle fortement lorsque des années pluviométriques anormalement fortes succèdent à une période de sécheresse (cas des années 1976 à 1983).

Dans le cas de Sainte-Ruffine, le phénomène est amplifié :

- d'une part par la proximité du réservoir (terrasse alluviale) et la présence d'anciens drains accélérant les écoulements ;
- d'autre part par les rejets continus par l'homme.

## 2.2. METHODOLOGIE D'ESTIMATION DE L'ALEA

Dans cette phase préliminaire d'étude du Plan d'Exposition aux Risques Naturels ne sont pas pris en compte les phénomènes liés directement à l'activité anthropique, par modification des conditions naturelles initiales.

La hiérarchisation des différents aléas se fera donc sur les deux critères suivants :

\* Intensité du phénomène qui correspond ici au volume de sol concerné par celui-ci et à la surface qui en est tributaire (le plus souvent, il y a d'ailleurs une relation directe entre ces deux grandeurs).

Aucun des phénomènes évoqués ci-après ne peut avoir une activité paroxysmique telle qu'il menace la sécurité des personnes (les vitesses de déplacement sont au maximum de l'ordre de 10 cm/h ; celles mesurées en mars 1983 ont été au maximum de 5 cm/j).

Par contre, des travaux de prévention ou de confortement d'ampleur bien différente suivant leur intensité :

- les glissements profonds (5 à 10 m) de grande extension nécessitent un traitement global qui dépasse largement le cadre parcellaire et, qui plus est, techniquement et économiquement fort lourd ;
- les glissements pelliculaires (quelques mètres) et les zones de solifluxions peuvent faire l'objet d'interventions ponctuelles à la parcelle et font appel à des techniques plus simples à mettre en oeuvre.

\* Probabilité d'apparition du phénomène.

Celle-ci est le produit des probabilités des variables aléatoires que sont la pluviométrie et les caractéristiques du matériau, pour que celles-ci atteignent des valeurs conduisant à la rupture d'une pente naturelle donnée.

Comme nous l'avons vu au paragraphe précédent, on ne peut espérer atteindre ces lois de probabilité et celle-ci sera donc estimée à partir des données disponibles soit :

- la répartition statistique des phénomènes constatés,
- la nature des formations géologiques à l'affleurement qui conditionne les caractéristiques mécaniques du sol.

L'échelle retenue pour la mesure de l'aléa est de ce fait qualitative :

	INDICE	NATURE du PHENOMENE et PROBABILITE
	d'ECHELLE:	d'APPARITION
aléas décroissants ↓	A	zone de glissements actifs de moyenne profondeur (5 à 10 m) et/ou zone à forte probabilité de glissements de grande extension (d'ordre hectométrique)
	B	zone de glissements de même type mais de probabilité moins élevée et pour des glissements d'ordre décamétrique à forte probabilité
	C	glissements de même type qu'en B mais de probabilité moins élevée (faible à moyenne) et/ou glissements pelliculaires à forte probabilité
	D	glissements d'extension décamétrique à probabilité moyenne à faible et/ou glissements pelliculaires d'occurrence moyenne
	E	zone de probabilité de mouvements faible, voire nulle pour les glissements de grande extension

Il n'est pas apparu souhaitable, ni possible, de faire la distinction entre les phénomènes pouvant apparaître dans ces différentes zones, car ceux-ci sont le plus souvent juxtaposés ou parfois successifs sur une même aire.

Afin d'avoir un document le plus homogène possible, il a été appliqué, lorsque c'était possible, la grille d'identification de l'aléa suivant :

NATURE des PHENOMENES INVENTORIES sur le SITE	PENTE NATURELLE		
	10 à 15 %	15 à 20 %	< à 20 %
glissements d'extension hectométrique (profondeur supérieure à 5 m) actifs actuellement	A	A	A
glissements anciens semblant stabilisés	C	B	A
glissements pelliculaires ou solifluxion	D	C	B
pas de mouvement visible	E	D	B

Cette grille a été pondérée en minorant dans certains cas l'aléa (lorsqu'on se trouvait à un indice inférieur à A) dans les zones où n'affleurent pas les formations du Toarcien moyen et inférieur, et en tenant compte de l'extension possible de mouvements à une zone voisine d'indice différent.

### 3 - MESURES DE PREVENTION

Une première phase de travaux a été réalisée en 1983 sur le versant Sud-Est en vue de protéger à terme les habitations existantes.

Ils ont consisté en la réalisation de drainages par drains sub-horizontaux et tranchées.

S'ils ont permis de ralentir les mouvements, on est encore très loin de l'objectif fixé qui demanderait des travaux considérables ; or, cette première tranche dépasse largement les dix pour cent de la valeur vénale des biens fixés par le décret.

Dans les zones de moindre risque, on pourra mettre en oeuvre les mesures décrites dans le document général réalisé par le BRGM pour l'ensemble de la Vallée de la Moselle au Sud-Ouest de Metz.

Cependant, il est bon de rappeler ici les mesures collectives dont on peut préconiser la réalisation à moyen terme :

- suppression dans la mesure du possible des rejets d'effluents dans la pente (à l'exemple de la ZAC de Beaubois) ;
- incitation à l'utilisation de la ressource qui représente le système aquifère de la terrasse alluviale peu à peu abandonnée ;
- recherche de mode de remise en valeur des versants afin qu'ils soient entretenus (plantations, drainages superficiels).

**BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES**

**SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL**

B.P. 6009 - 45060 Orléans Cédex - Tél.: (38) 63.80.01

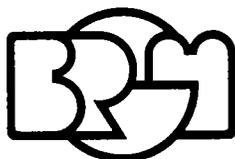
DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT DE MOSELLE

Plan d'Exposition aux Risques Naturels Prévisibles  
Commune de SAINTE-RUFFINE

Elaboration d'une carte d'aléas  
des mouvements de terrains

Additif à la note de présentation concernant  
le projet de déviation routière de Moulins-les-Metz

Patrick LEBON



**Service géologique régional LORRAINE**

Rue du Parc de Brabois - 54500 Vandœuvre-lès-Nancy

Tél. : (83) 51.43.51

Dans le cadre de la procédure des Plans d'Exposition aux Risques Naturels, les infrastructures routières ne peuvent faire l'objet d'une réglementation, n'étant pas des biens assurables.

Cependant, il convient de faire toutes recommandations utiles à la préservation des équipements et à assurer la sécurité des biens environnants qui pourraient être touchés par des mouvements de terrain induit par cette infrastructure.

Ainsi en est-il du projet de déviation de la Route Nationale 3 sur le ban de la commune de Sainte-Ruffine.

## CARACTERISTIQUES DU PROJET

Au moment de l'élaboration des documents techniques du Plan d'Exposition aux Risques de Sainte-Ruffine, le projet de déviation comportant 2 variantes dont on trouvera le tracé et le profil en long ci-après.

Le Laboratoire Régional de l'Equipement de Nancy a réalisé une étude géotechnique dans le cadre de l'Avant Projet sommaire (dossier 123/73) et rédigé une note sur les variantes présentées par la Direction Départementale de l'Equipement datée du 5 décembre 1978.

Le projet ne traverse une zone d'aléa important que sur 300 mètres à l'extrémité Est de l'éperon de Sainte-Ruffine, ce qui en limite singulièrement l'impact sur la propagation de mouvements de terrain.

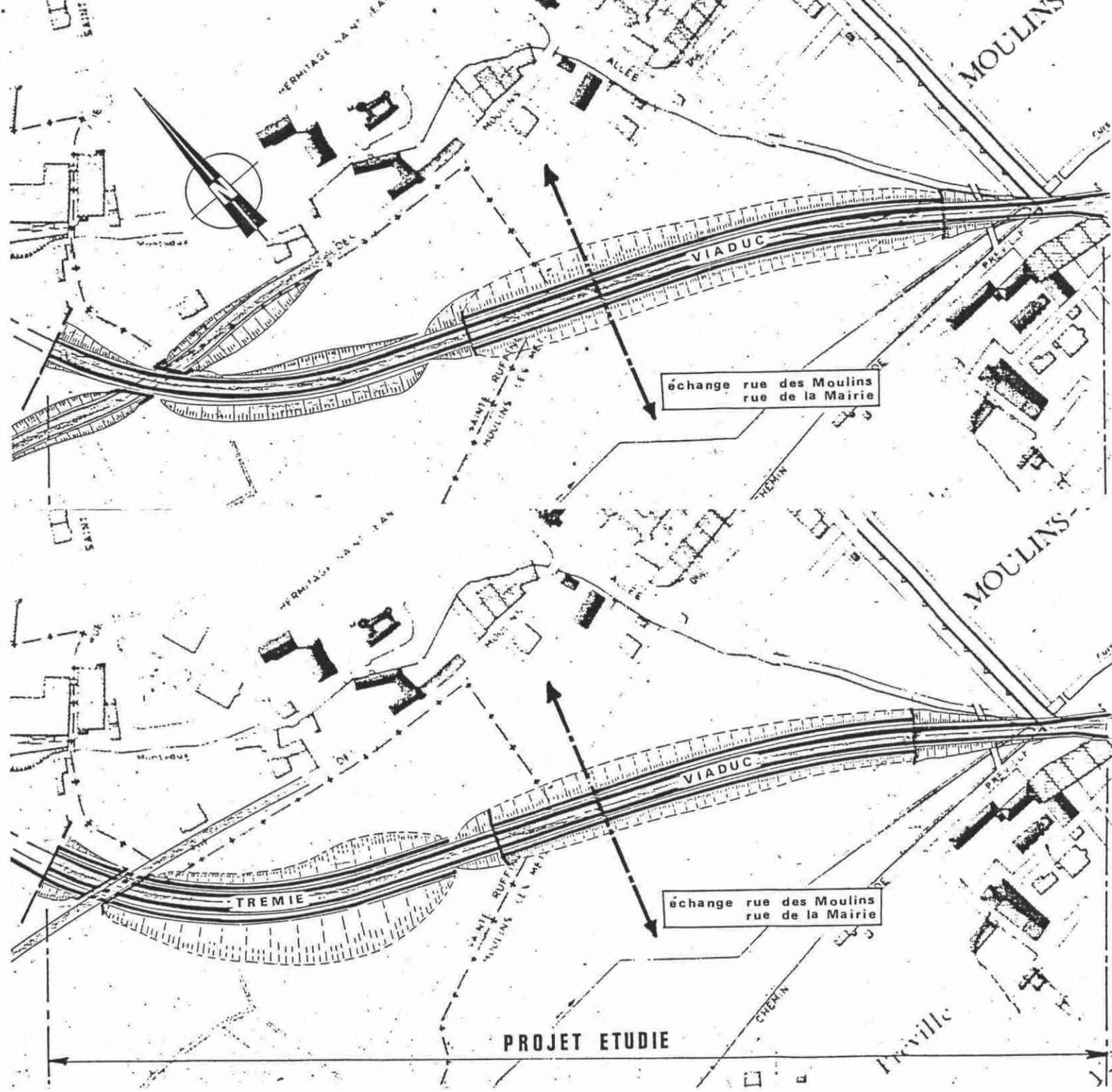
## RECOMMANDATIONS CONCERNANT LES MOUVEMENTS DE TERRAIN

### - tracé A - profil haut

Ce profil limite au maximum les mouvements de terre, ce qui est favorable.

Dans la zone en déblai, le point le plus profond correspond à la pointe de l'éperon, aussi les risques de mouvements de terrain ne semblent pas devoir s'étendre au secteur bâti.

Pour assurer la stabilité propre du talus on pourra prévoir un masque drainant à dimensionner lors de l'étude d'Avant Projet Détaillé.



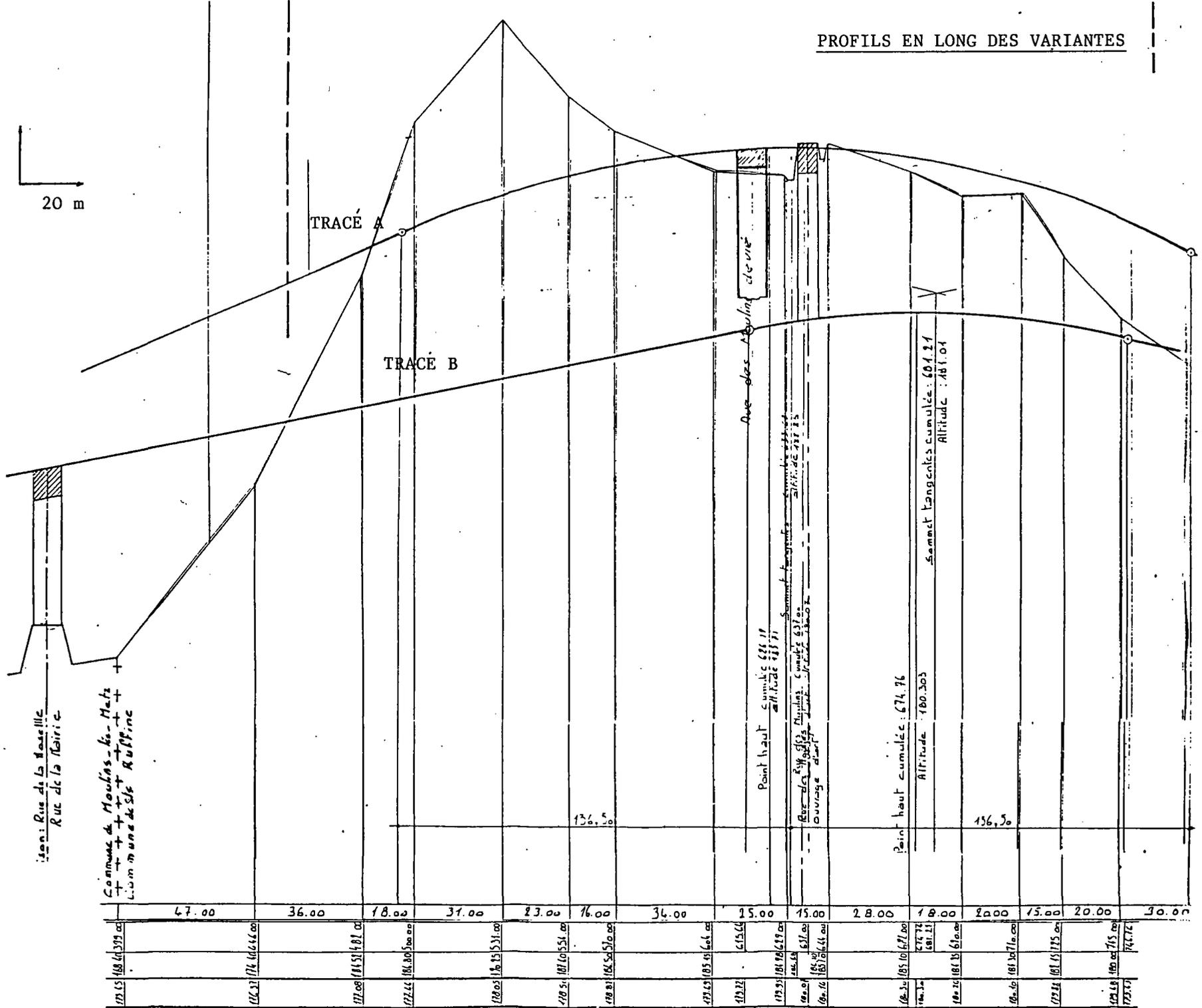
TRACE A

TRACE B

PROFILS EN LONG DES VARIANTES

2 m

20 m



La partie en remblai passe en pied de versant dans un secteur présentant encore de légers mouvements, ce qui implique d'assurer le bon écoulement des eaux de ruissellement.

Il faudra sans doute par ailleurs drainer sous le remblai par un système de tranchées en peigne.

Le point le plus délicat de cette variante est la déviation de la rue des Moulins, prévue en passage inférieur, ce qui implique un terrassement de plusieurs mètres dans une zone en équilibre instable.

La profondeur du déblai pourrait être notablement diminuée si on prévoit un passage souterrain à gabarit réduit, mais même dans ce cas il sera nécessaire de prévoir un confortement par soutènement et masque drainant.

- tracé B - profil bas

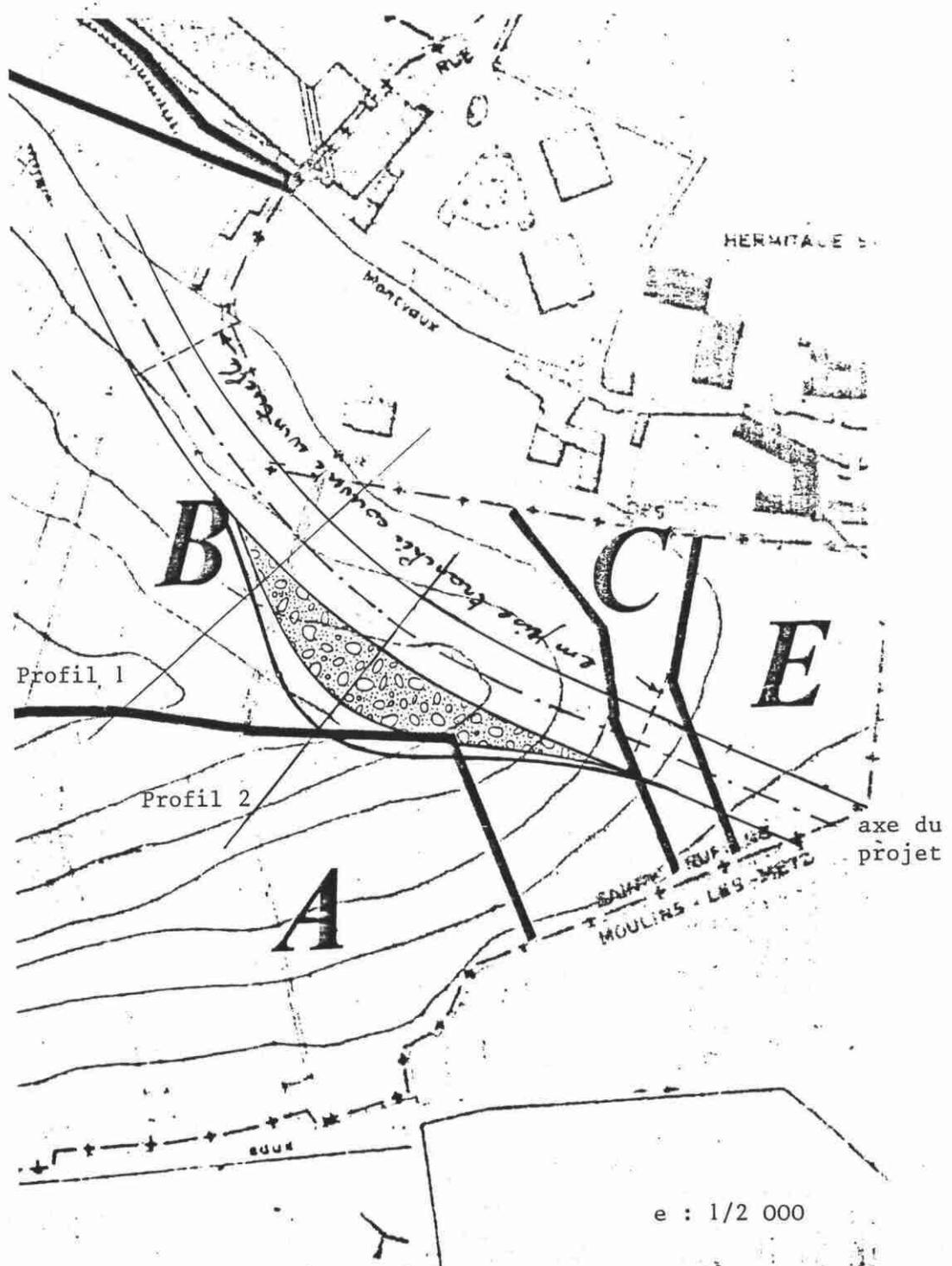
Dans cette variante, il ne se pose plus de problèmes pour la rue des Moulins qui n'est pas modifiée.

Par contre le profil en long du profil est descendu de 5 à 6 mètres par rapport au précédent, ce qui accroît les risques dans des proportions importantes.

Aussi a-t-il été prévu de réaliser une trémie délimitée par deux rideaux de palplanches ancrées.

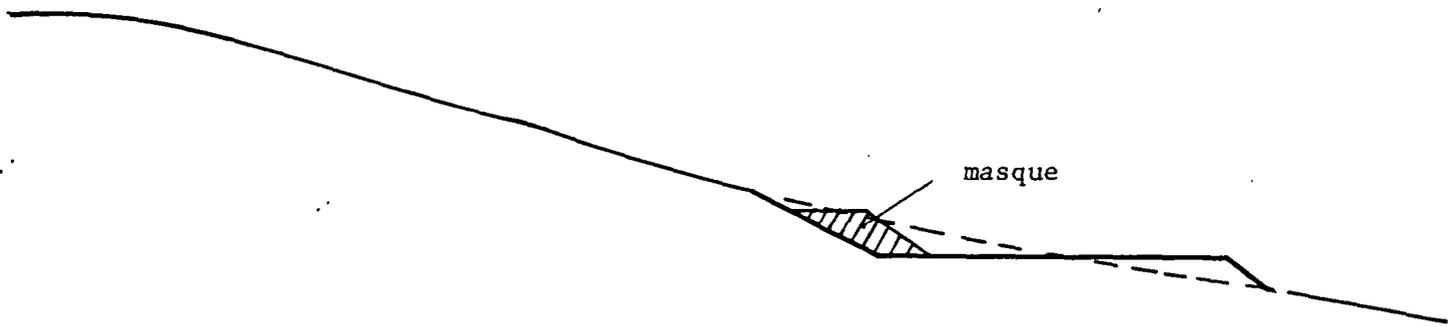
Compte-tenu des efforts importants à reprendre par le soutènement (et qui peuvent être 2 à 3 fois supérieurs aux efforts habituels) et des problèmes de pérennité des ancrages définitifs, cet ouvrage pourrait être remplacé par une tranchée couverte réalisée suivant le phasage suivant :

SITUATION DU PROJET PAR RAPPORT A LA CARTE DES ALEAS

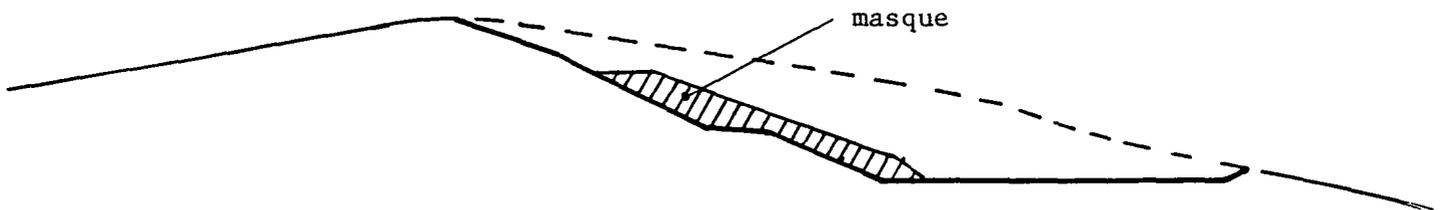


Variante A

Profil en travers n° 1

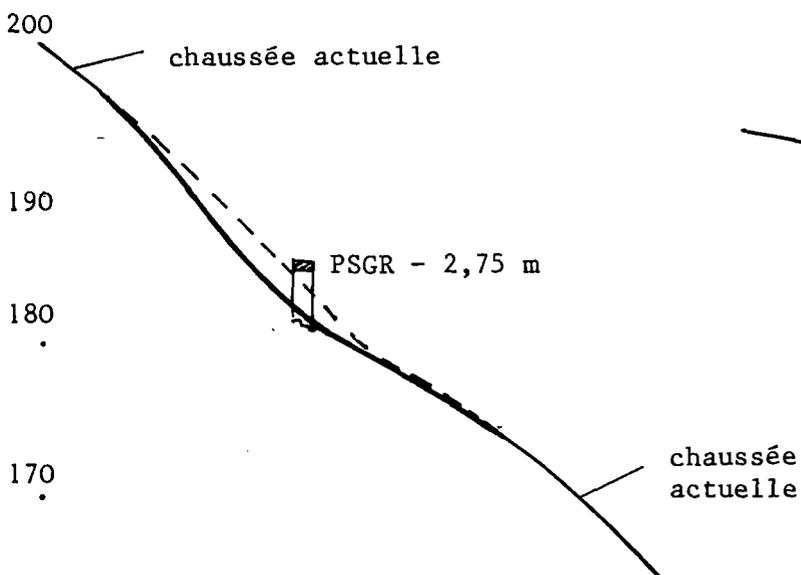


Profil en travers n° 2

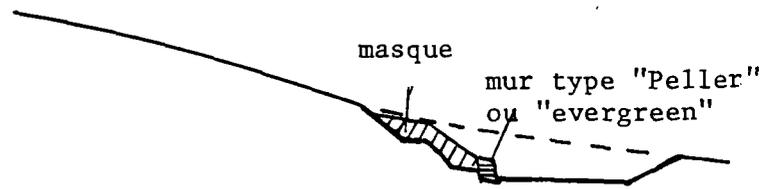


Rétablissement de la rue des Moulins

Profil en long ( $\frac{L}{H} = 1/10$ )



Profil en travers



e : 1/500

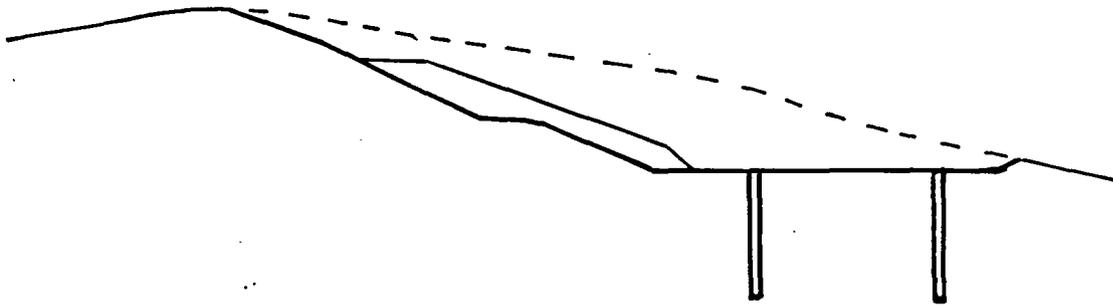
- réalisation des piedroits en parois moulées dans le sol ;
- coulage de la dalle supérieure assurant le butonnage en tête des parois ;
- terrassement de la tranchée et coulage à l'avancement d'un radier béton assurant le butonnage en pied et servant de chaussée.

Ce procédé permet de conserver à tout moment la butée du sol et d'éviter ainsi tout déplacement qui pourrait être l'amorce d'un mouvement de grande ampleur.

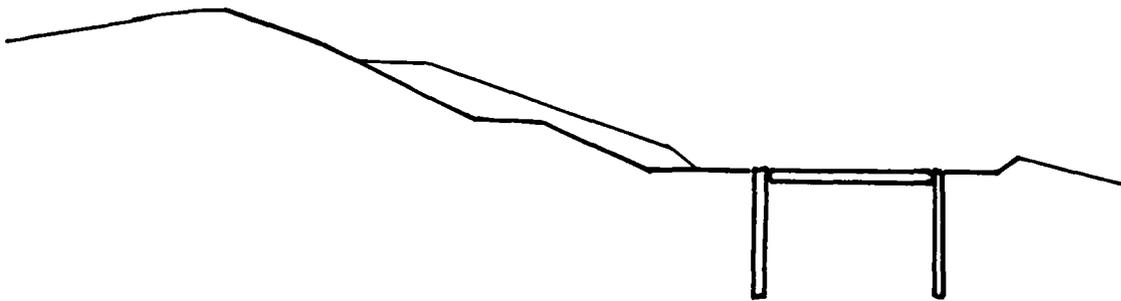
Il permet par ailleurs, une reconstitution du site, d'où une meilleure insertion du projet.

Quelle que soit la solution choisie, il sera nécessaire de réaliser dans une première phase les terrassements suivant le précédent profil et avec les mêmes travaux de confortement.

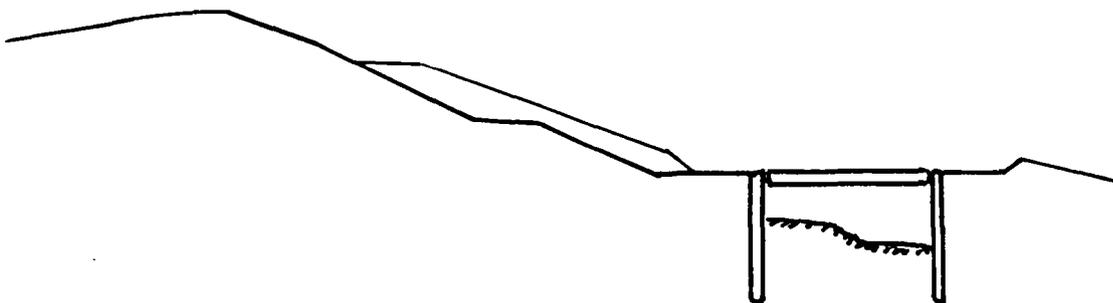
VARIANTE B



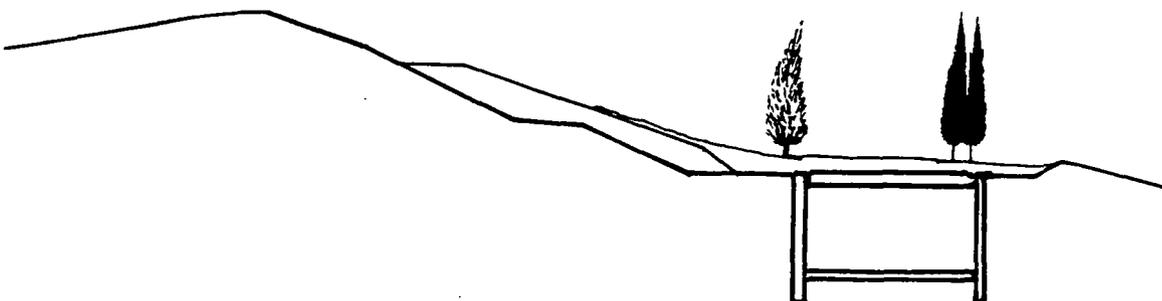
. 1ère phase : préterrassement - parois moulées



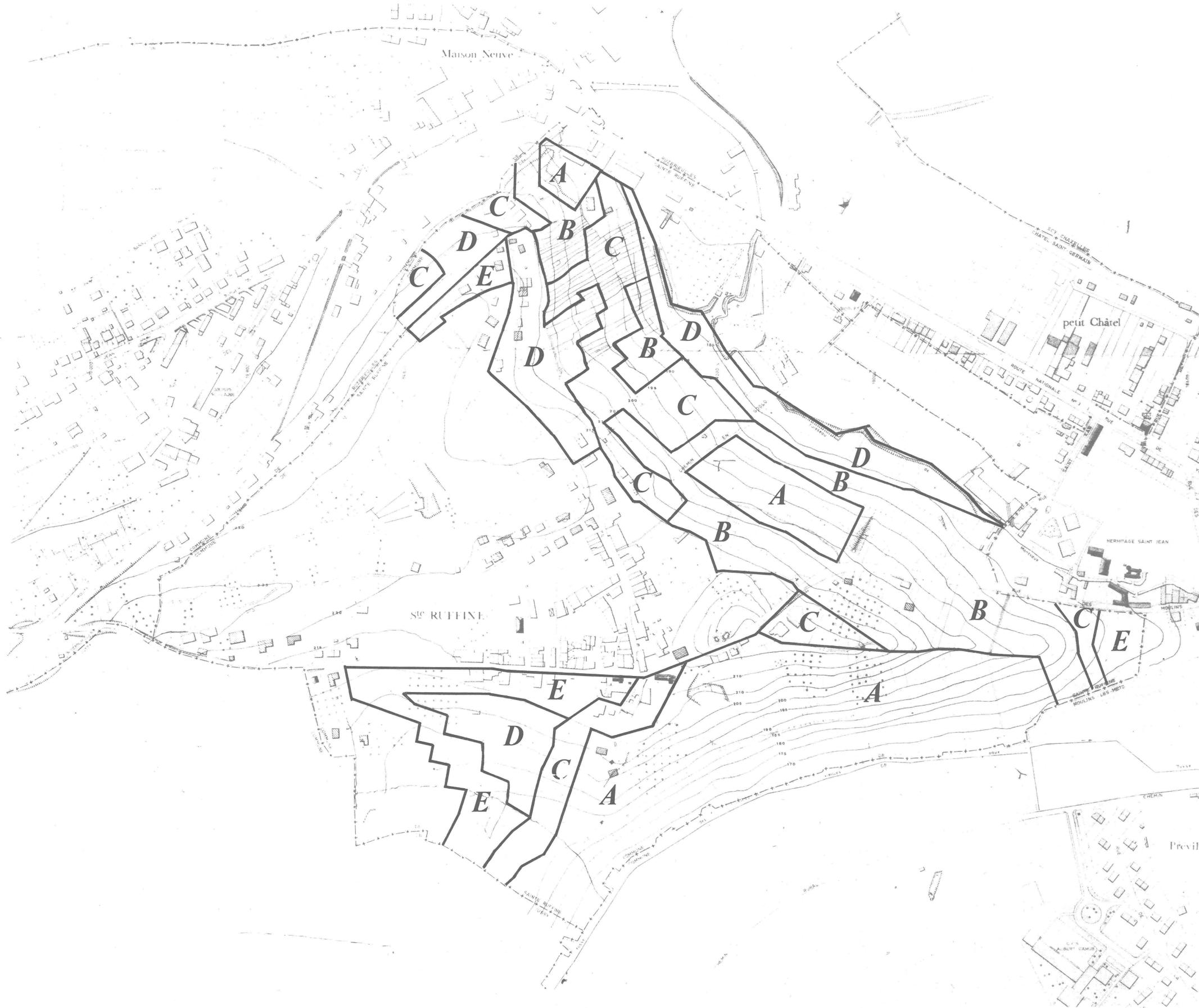
. 2ème phase : réalisation de la dalle de couverture



. 3ème phase : terrassement



. 4ème phase : réalisation du radier et aménagement paysager



SAINTE-RUFFINE  
MOUVEMENTS DE TERRAIN  
CARTE DES ALEAS

ECHELLE : 1/2000

LEGENDE

- A** Zone de glissements actifs de moyenne profondeur (5 à 10m) et/ou zone à forte probabilité de glissements de grande extension (d'ordre hectométrique)
- B** Zone de glissements de même type mais de probabilité moins élevée et/ou pour des glissements d'ordre décennétrique à forte probabilité
- C** Glissements de même type qu'en A mais de probabilité moins élevée (faible à moyenne) et/ou glissements particuliers à forte probabilité
- D** Glissements d'extension décennétrique à probabilité moyenne à faible et/ou glissements particuliers d'accrécence moyenne
- E** Zone de probabilité de mouvements faible voire nulle pour les glissements de grande extension



**SAINTE-RUFFINE**  
**CARTE DE LOCALISATION**  
**DES MOUVEMENTS DE TERRAIN**

**LEGENDE**

- limite des abouiss de pente
- limite des divisions
- toit des argiles du Tertiaire moyen
- mur des schistes cartons
- sources
- niches d'arrachement
- fissures
- glissement actif
- glissement ancien
- glissement pelliculaire au reptation
- coulées de boue
- zone confortée par drainage et masque
- mur de soutènement important
- zone de circulation d'eau
- taille
  
- 1 zone de pente naturelle supérieure à 20 %
- 2 zone de pente naturelle comprise entre 15 et 20 %
- 3 zone de pente naturelle comprise entre 10 et 15 %
- 4 zone de pente naturelle inférieure à 10 %