HAL
open science

# La sédimentation iséroise de la cluse de Grenoble. Étude “ in situ ” dans les terrassements du barrage-usine EDF de Saint-Égrève-Noyarey (38)

Valérie Bernath

▶ **To cite this version:**

Valérie Bernath. La sédimentation iséroise de la cluse de Grenoble. Étude “ in situ ” dans les terrassements du barrage-usine EDF de Saint-Égrève-Noyarey (38). Géomorphologie. 1988. dumas-00446083

**HAL Id: dumas-00446083**

**https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00446083**

Submitted on 12 Jan 2010

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L’archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d’enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# UNIVERSITE Joseph FOURIER
# GRENOBLE 1

## DIPLOME DE GEOLOGIE DE L'UNIVERSITE

## DE GRENOBLE

Sujet

---

# La sédimentation iséroise de la cluse de Grenoble

Etude "in situ" dans les terrassements du
barrage-usine E.D.F. de St Egrève-Noyarey

---

Par

**Valérie BERNATH**

Mémoire soutenu le 20 juin 1988, devant la Commission d'Examen :

| | | |
|---|---|---|
| J. PERRIAUX | Professeur U.J.F. Grenoble | Président |
| G. MONJUVENT | Directeur de recherche C.N.R.S. Grenoble | Examinateurs |
| J-P. GUIMARD | Chef d'aménagement E.D.F. IMA | |
| J-P. USELLE | Maître de conférence U.J.F. Grenoble | |

## - AVANT-PROPOS -

Les travaux nécessaires à la réalisation de ce mémoire ont été effectués: d'une part sur le site du futur barrage-usine EDF de St Egrève-Noyarey, d'autre part à l'institut de géologie DOLOMIEU (Grenoble).

Le sujet m'a été proposé par Mr G.MONJUVENT, chercheur à l'institut Dolomieu et au laboratoire associé de géologie alpine (UA69-CNRS).

En raison des bonnes relations qui existent entre l'institut Dolomieu et les services EDF, il m'a été permis de suivre entièrement le déroulement des travaux de terrassements du barrage-usine dans le lit même de l'Isère.

Enfin, les nombreux documents, mis aimablement à ma disposition par les services de l'EDF Réal (Région d'équipement Alpes-Lyon) de St Egrève et de Chambéry, ont grandement contribué à la réalisation de cette étude.

Je tiens à remercier tout particulièrement:

Mr J.PERRIAUX (Institut DOLOMIEU): pour avoir bien voulu accepter la présidence du jury

Mr G.MONJUVENT (Institut DOLOMIEU): pour m'avoir proposé ce sujet sur le Quaternaire, pour son aide durant l'année et pour la correction de ce mémoire

Mr JP.GUIMARD (EDF I.M.A. St Egrève): pour sa gentillesse, son ouverture vers le monde de la géologie et pour avoir bien voulu faire partie du jury

Mr JP.USELLE (Institut DOLOMIEU): pour ses conseils en sédimentologie, sa serviabilité et pour faire également partie du jury

Mr BURDAIRON (EDF Réal Chambéry): pour m'avoir facilité l'accès à la documentation de l'EDF et à l'archivage des nombreux sondages

Un grand merci également à:

Toute l'équipe de l'aménagement EDF I.M.A. St Egrève pour m'avoir supportée et consacré une grande partie de leur temps avec le sourire ! (sans oublier mes amis stagiaires)

Mr REVOL et l'équipe du laboratoire de sédimentologie de l'institut Dolomieu pour leur sympathie et leur bonne humeur !

Tous mes amis pour leur soutien au cours de ces dernières années !

Ma famille et Rémi pour leur amour
à qui je dédie ce mémoire...

·1

## - INTRODUCTION -

Les dépôts quaternaires de la vallée de l'Isère ont fait l'objet de nombreuses recherches. Les travaux de F.BOURDIER (1961), tout d'abord, ont apporté des données nouvelles concernant la sédimentation post-glaciaire de la région.

Ceux de JC.FOURNEAUX (1976) et C.HANNSS (1982) ensuite, ont permis de distinguer deux types de dépôts bien distincts liés à deux épisodes glaciaires successifs dans la vallée.

Des thèses comme celles de H.MARGALHAN-FERRAT (1975), G.MERCIECA (1977) et J.LETELLIER (1981) sont d'un aspect plus géotechnique, poussées par un besoin sans cesse plus grand de l'urbanisme dans la vallée.

Il est bon de remarquer que toutes ces études ont été basées sur des observations de terrain (coupes dégagées par l'érosion ou les travaux publics) et surtout des reconnaissances par sondages.

L'aménagement EDF "Isère Moyenne Aval", englobant la cluse de l'Isère (en aval de Grenoble), a été le point de départ d'une nouvelle étude. Les terrassements réalisés dans le lit même de l'Isère en vue de la construction du barrage-usine de St Egrève-Noyarey ont permis, pour la première fois, une approche directe de l'agencement des dépôts quaternaires et une vision plus repr·ésentative du mode de comblement de la vallée.

Toutefois les terrassements étant limités à une profondeur maximale de 25 mètres, des compléments basés sur les données des sondages EDF de la Cluse seront indispensables pour comp1èter et parfaire les données de terrain.

La présente étude tente d'apporter ces renseignements - d'un point de vue stratigraphique, sédimentologique mais aussi chronologique - et de montrer le rôle du géologue dans la réalisation de grands ouvrages comme ceux de l'EDF.

- SOMMAIRE -

## CHAPITRE I VALLEE DE L'ISERE DANS L'OMBILIC DE GRENOBLE


.1.VALLEE DE L'ISERE ..... p 4

.1.1.SITUATION GEOGRAPHIQUE ..... p 4
.1.2.SITUATION GEOLOGIQUE ..... p 4
.1.3.ORIGINE GLACIAIRE ..... p 4
.1.3.1.SURCREUSEMENT GLACIAIRE ..... p 4
.1.3.2.STRATIGRAPHIE DU IV DE LA VALLEE DE L'ISERE ..... p 6
.1.3.2.1.Lithostratigraphie ..... p 6
.1.Dépôts post-rissiens ..... p 6
.1.a.Les argiles compactes ..... p 6
.1.b.Les formations lacustres, deltaïques puis fluviatiles et palustres ..... p 8
.2.Erosion würmienne, dépôts des moraines du Würm ..... p 13
.3.Dépôts post-würmiens ..... p 13
.3.a.Les argiles de fond de vallée ..... p 15
.3.b.Les sables fins ou sablons ..... p 15
.3.c.Les alluvions grossières ..... p 15
.3.d.Les limons superficiels ..... p 18
.4.Formations récentes ..... p 18
.4.a.Eboulis, écroulements, coulées ..... p 18
.4.b.Cônes de déjection ..... p 20

.1.3.2.2.Historique de la vallée ..... p 20
.1.Post-Riss ..... p 23
.2.Post-Würm ..... p 23

.1.3.2.3.Conclusions ..... p 25

.2.CLUSE DE L'ISERE ..... p 29

.2.1.SITUATION GEOGRAPHIQUE ..... p 29
.2.2.SITUATION GEOLOGIQUE DE LA CLUSE ..... p 29
.2.3.STRATIGRAPHIE DU IV DE LA CLUSE DE L'ISERE ..... p 29
.2.3.1.LITHOSTRATIGRAPHIE ..... p 37
.2.3.1.1.Formations du remplissage alluvial post-würmien ..... p 37
.a.Les argiles compactes ..... p 37
.b.Les silts argileux ..... p 37
.c.Les sables fins ..... p 43
.d.Les alluvions sablo-graveleuses ..... p 43
.e.Les alluvions grossières ..... p 43
.f.Les limons superficiels ..... p 48
.2.3.1.2.Formations récentes ..... p 48

.2.3.2.ANALYSE DES DONNEES ..... p 48

.2.3.3.CONCLUSIONS ..... p 50


## CHAPITRE II BARRAGE-USINE DE ST EGREVE-NOYAREY


.1.INTRODUCTION ..... p 53

.2.LOCALISATION ET PRESENTATION DES OUVRAGES EDF ..... p 53

.2.1.HISTORIQUE.....p53
.2.2.LE BARRAGE-USINE DE ST EGREVE-NOYAREY.....p53
.2.2.1.LOCALISATION.....p53
.2.2.2.SITUATION PAR RAPPORT A LA GEOLOGIE DU SECTEUR.....p57

.3.LES TRAVAUX DE REALISATION DU BARRAGE-USINE DE ST EGREVE-NOYAREY..p57

.3.1.LA DERIVATION PROVISOIRE.....p57
.3.2.LA PAROI MOULEE.....p57
.3.3.LES PUITS DRAINANTS.....p59
.3.3.1.MODE D'EXECUTION DES PUITS.....p62
.3.3.2.DEVELOPPEMENT DES PUITS.....p62
.3.4.INSTALLATION DE POMPAGE.....p65
.3.4.1.MISE AU POINT DU DISPOSITIF.....p65
.3.4.2.MAINTENANCE.....p65
.3.5.LES TERRASSEMENTS.....p65
.3.5.1.DUREE DES TRAVAUX ET EXECUTION.....p65
.3.5.2.TERRASSEMENT REALISE.....p69

.4.PROBLEMES RENCONTRES DURANT LE STAGE.....p69

INFLUENCE DU POMPAGE SUR L'EXTERIEUR.....p69
.1.CONTROLE DE LA NAPPE.....p69
.2.BASSIN DE REALIMENTATION.....p69

.5.REPROFILAGE ET AMENAGEMENT DES BERGES.....p72

.5.1.REPROFILAGE DES DIGUES.....p74
.5.2.AMENAGEMENT DES BERGES.....p74

.6.RECONNAISSANCES PAR SONDAGES.....p75

.6.1.RECONNAISSANCES PREALABLES PAR SONDAGES.....p75
.6.2.BILAN DE L'UTILITE DES SONDAGES.....p76

CHAPITRE III SEDIMENTOLOGIE ET CHRONOLOGIE

.1.SEDIMENTOLOGIE.....p78

.1.1.GRANULOMETRIE.....p78
.1.1.1.MODE DE PRELEVEMENT.....p78
.1.1.1.1.Prélèvements "in situ".....p78
.1.1.1.2.Prélèvements au cours de l'excavation de la paroi moulée.....p78
.1.1.2.DONNEES DE LABORATOIRE.....p78
.1.1.2.1.Techniques d'analyses granulométriques.....p78
.1.1.2.2.Résultats.....p80
2.a.Coupe "BARRAGE".....p80
2.b.Coupe "USINE".....p82
.1.1.2.3.Interprétation des résultats.....p82
3.a.Coupe "BARRAGE".....p82
3.b.Coupe "USINE".....p83
.1.1.3.DONNEES GRANULOMETRIQUES EDF.....p85
.1.1.3.1.Coupe "BARRAGE".....p85
.1.1.3.2.Coupe "USINE".....p85
.1.1.4.CONCLUSIONS.....p86

.1.2.PETROGRAPHIE DES GALETS.....p 88
.1.2.1.MODE DE PRELEVEMENT.....p 88
.1.2.2.REPRESENTATION DES RESULTATS.....p 88
.1.2.3.INTERPRETATION DES DONNEES.....p 88
.1.2.3.1.Coupe verticale de l'usine.....p 88
.1.2.3.2.Conclusion.....p 88

.1.3.MORPHOMETRIE DES GALETS.....p 90
.1.3.1.MODE DE PRELEVEMENT ET METHODE.....p 90
.1.3.2.EXPRESSION DES RESULTATS.....p 90
.1.3.2.1."Usine".....p 90
.1.3.2.2."Barrage".....p 90

.1.4.MORPHOSCOPIE DES QUARTZ.....p 91
.1.4.1.PREPARATION DES ECHANTILLONS ET EXAMEN.....p 91
.1.4.2.INTERPRETATION DES RESULTATS.....p 92
.1.4.2.1.Coupe "USINE".....p 92
.1.4.2.2.Coupe "BARRAGE".....p 94

.1.5.ETUDE DES MINERAUX ARGILEUX AUX RX.....p 94
.1.5.1.PRELEVEMENT DE L'ECHANTILLON.....p 94
.1.5.2.PREPARATION DE L'ECHANTILLON.....p 94
.1.5.3.PASSAGE AU DIFFRACTOMETRE.....p 96

.1.6.CONCLUSION.....p 96

.2.CHRONOLOGIE.....p 99

.2.1.BOIS FOSSILES ET DATATIONS.....p 99
.2.1.1.OBSERVATION DES DONNEES.....p 99
.2.1.2.CONCLUSIONS.....p 100

.2.2.OSSEMENTS FOSSILES.....p 100
.2.2.1.INTRODUCTION.....p 100
.2.2.2.BOS primigenius.....p 100
.2.2.2.1.Description de l'animal.....p 100
.2.2.2.2.Provenance de l'humérus d'Aurochs.....p 102

.2.3.ANNEXE.....p 104

CONCLUSIONS GENERALES

ETUDES FUTURES A ENVISAGER.....p 105

BIBLIOGRAPHIE.....p 107

ANNEXES.....p 110

# CHAPITRE I

## VALLEE DE L'ISERE DANS L'OMBILIC DE GRENOBLE

### .1.VALLEE DE L'ISERE

SITUATION GEOGRAPHIQUE

SITUATION GEOLOGIQUE

ORIGINE GLACIAIRE

### .2.CLUSE DE L'ISERE

SITUATION GEOGRAPHIQUE

SITUATION GEOLOGIQUE

STRATIGRAPHIE DU QUATERNAIRE DE LA CLUSE

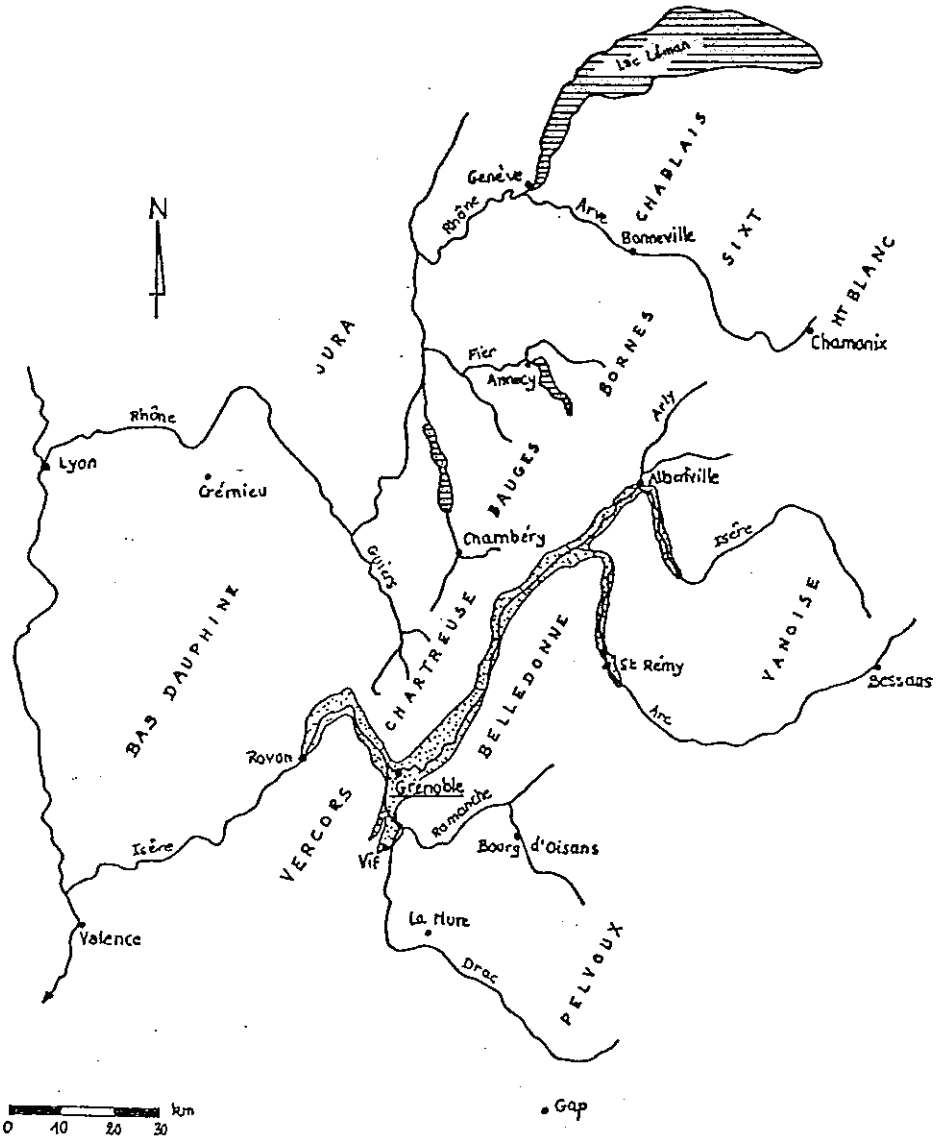



FIG.1: Situation géographique de la vallée de l'Isère

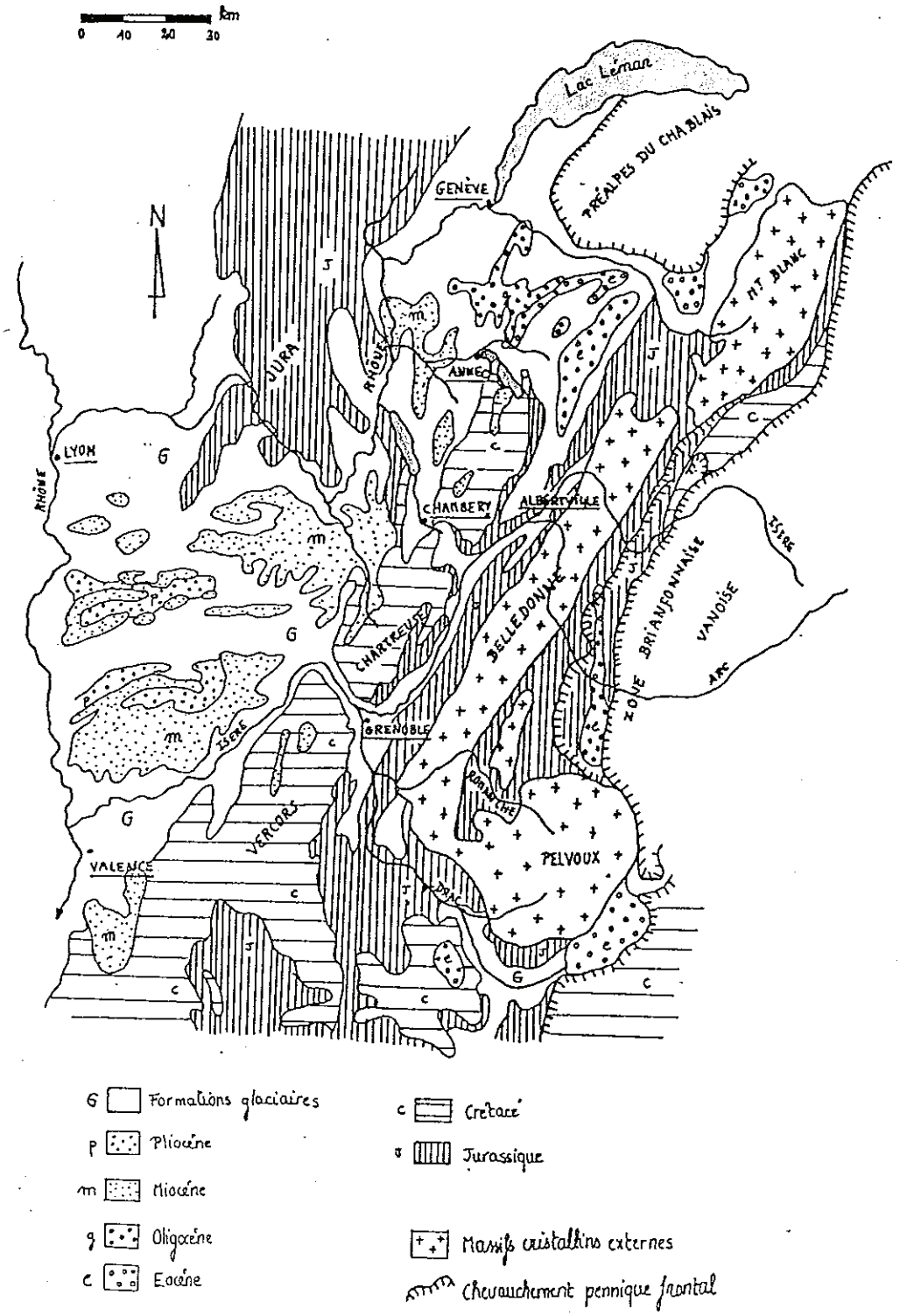



FIG.2: Situation géologique de la vallée de l'Isère

# .1. VALLEE DE L'ISERE

## .1.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE

Longue de 150 km environ entre Albertville en Savoie et Rovon au Sud-Ouest de Grenoble dans l'Isère, cette vallée a été surcreusée par les glaciers isérois alimentés en rive gauche par les glaciers locaux de Belledonne et le glacier Romanche-Drac. Le seuil molassique de Rovon délimite vers le Sud le surcreusement glaciaire localement rétréci par la cluse de Grenoble. (Monjuvent.Nicoud,1987)
(voir la FIG.1)

## .1.2. SITUATION GEOLOGIQUE

Toute cette vallée à valeur de méga-ombilic, globalement parallèle aux structures (sillon subalpin), est installée dans les marnes et marno-calcaires du Jurassique moyen jusqu'à Grenoble, et au contact molasse-massif subalpin au NW. Seule la cluse de Grenoble entre Chartreuse et Vercors est perpendiculaire et impose un brusque coude à la vallée.
(voir FIG.2)

## .1.3. ORIGINE GLACIAIRE

Comme nous l'avons dit précédemment, la vallée de l'Isère a été le théâtre de plusieurs phases de creusement liées aux passages des glaciers, et de plusieurs phases de remblaiement consécutives aux retraits des glaces. Elle présente donc un intérêt particulier en raison du grand nombre de "témoins" que les différents épisodes de l'histoire récente de cette vallée ont laissé de part et d'autre de la vallée.

### .1.3.1. SURCREUSEMENT GLACIAIRE

D'après JC.FOURNEAUX (1976), le maximum de surcreusement dans tout l'ombilic de Grenoble, au sens large, serait dû aux glaciers rissiens et, en tout cas, à la dernière avancée de ceux-ci. Ils auraient déblayé toutes traces des glaciations antérieures dans la zone étudiée en ne laissant aucun dépôt identifiable en amont du seuil de Rives, soit que ces dépôts aient été fossilisés par les dépôts postérieurs et ne soient plus visibles aujourd'hui, soit qu'il ne soit pas possible de les distinguer des dépôts postérieurs (moraines latérales de Belledonne ou des Bauges). Seules certaines moraines du bassin du Drac ont pu être datées avec certitude de Riss. (Monjuvent.1973)

L'importance du surcreusement a pu être mesuré à divers endroits de la vallée de l'Isère (voir FIG.3). Ainsi, le fond de l'auge rissienne a été mesuré à 80 m environ au droit de Tullins, alors qu'à l'amont l'importance du remplissage alluvial ne permet plus la détermination de la profondeur du substratum par des méthodes de prospection électrique. En revanche, par prospection sismique à Voreppe, le surcreusement mesuré serait d'au moins 400 m sans atteindre le substratum rocheux. En amont de Montmélian , le surcreusement est encore important puisqu'il dépasse 60 m à St Jean-de-La-Porte. En amont d'Albertville, il dépasse encore 50 m, cette valeur étant la dernière connue pour la vallée de l'Isère. (Fourneaux.1976)
(voir FIG.3)

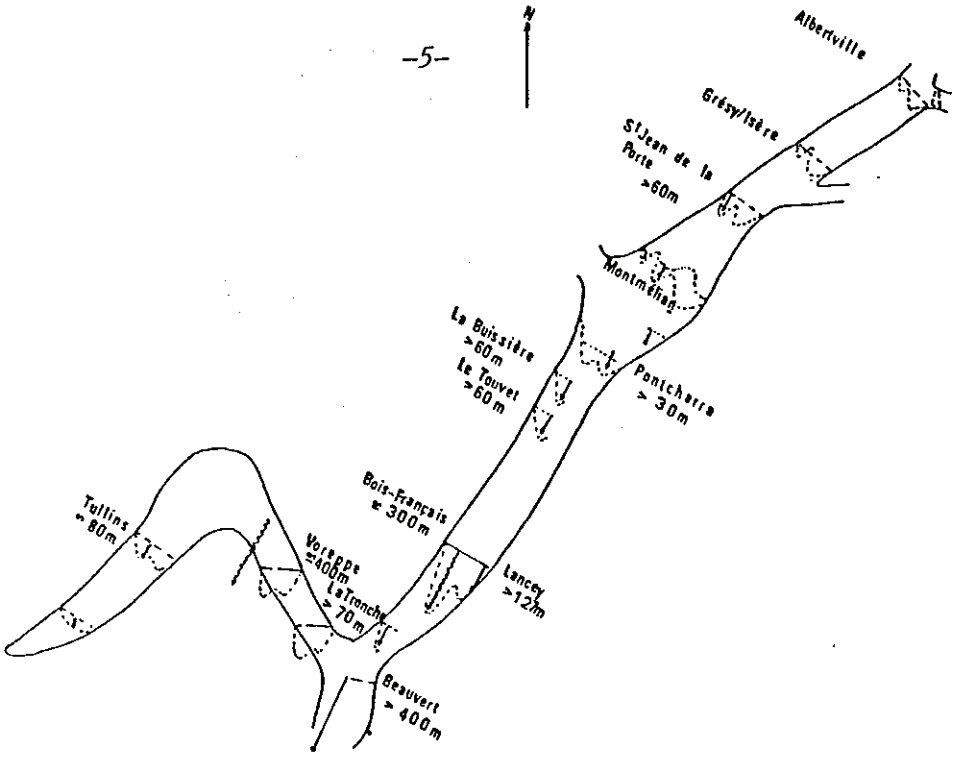



FIG.3: Le surcreusement de l'ombilic de Grenoble (FOURNEAUX,1976)
(Les flèches rectilignes représentent les sondages mécaniques et les flèches brisées les sondages géophysiques)

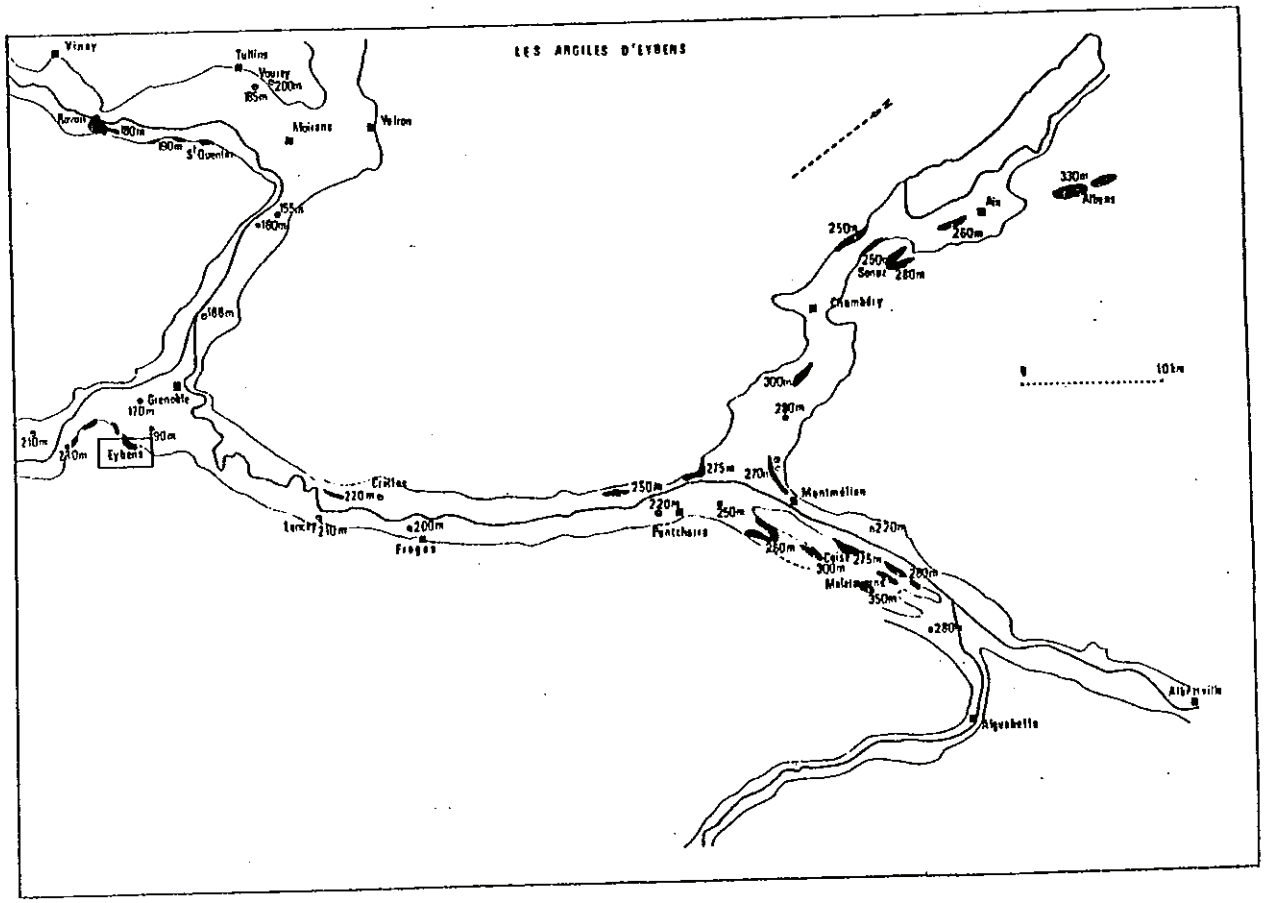



FIG.4: Localisation des affleurements d'argiles d'Eybens
(FOURNEAUX,1976.modifié)
(Les cercles avec un point représentent les sondages avec la cote à laquelle ils ont atteint les argiles; les zones hachurées représentent les affleurements avec la cote au sommet de l'affleurement)
Au Nord de Chambéry, et en aval de Moirans, les argiles d'Eybens sont douteuses.

## .1.3.2. STRATIGRAPHIE DU QUATERNAIRE DE LA VALLEE DE L'ISERE

Nous pouvons distinguer deux grands ensembles lithostratigraphiques d'âge différent:
- les banquettes latérales anté-Würm, possèdant une couverture morainique : décrites à partir d'affleurements bien visibles sur le terrain

- la plaine de l'Isère post-Würm: décrite à partir de sondages (mécaniques et géophysiques) et de terrassements (gravières, travaux EDF).

### .1.3.2.1.Lithostratigraphie

#### .1.DEPOTS POST-RISSIENS

Comme il a déjà été écrit précédemment, le maximum de surcreusement, dû aux glaciers rissiens, a pu atteindre une profondeur de 400 mètres. Deux sondages profonds ont rencontré des formations caillouteuses pouvant, vraissemblablement, être attribuées à des moraines rissiennes. Ainsi, le sondage de Lancey (1922,127 m,Grésivaudan rive gauche) a rencontré, sous une épaisseur de 68 m d'argiles "bleues", des cailloutis à matrice argileuse compacte. De même pour le sondage d'Eybens (1969,96 m) qui a traversé 86 m d'argiles pures (cotes 275 à 189 NGF), reposant sur une formation caillouteuse. (Monjuvent.1971)

Postérieurement à ces dernières moraines rissiennes, se sont alors déposés de bas en haut:
- des argiles compactes
- des sables deltaïques
- des cailloutis inférieurs
- des argiles à lignite
- des cailloutis supérieurs
- et de la moraine würmienne formant couverture

#### .1.a.Les argiles compactes

Des argiles compactes de couleur gris-bleu et finement litées, ont été rencontrées en divers points de la vallée de l'Isère. Leur extension est assez importante comme le montre la figure 4.

Le stratotype de ces argiles se trouve à **Eybens**, à 6 km au SE de Grenoble. Ces dernières sont bien connues dans la région, puisqu'elles étaient exploitées pour une importante tuilerie.

F.BOURDIER (1962) les a décrites comme étant des argiles ne contenant ni galets, ni lits de sable. Elles sont constituées d'une multitude de petits feuillets (de 1 à 50 mm) formant une série de bancs de 20 cm d'épaisseur environ; chaque banc ayant une partie inférieure de teinte gris foncé (17 % de $CaCO_3$) et une partie supérieure de plus en plus claire (31 % de $CaCO_3$). Pour Bourdier un banc représenterait la sédimentation d'une année, la partie claire se déposant en été, et la partie sombre le reste de l'année.

MONJUVENT et USELLE (1973) ont confirmé la double rythmicité se manifestant dans l'organisation des argiles: rythmicité "élémentaire" représentée par les lits fins, et "complexe" par les couches. Les microrythmes (ensemble de deux lits alternativement clair et sombre) ont une épaisseur moyenne statistique de 0.5 cm, leur nombre maximum pos-

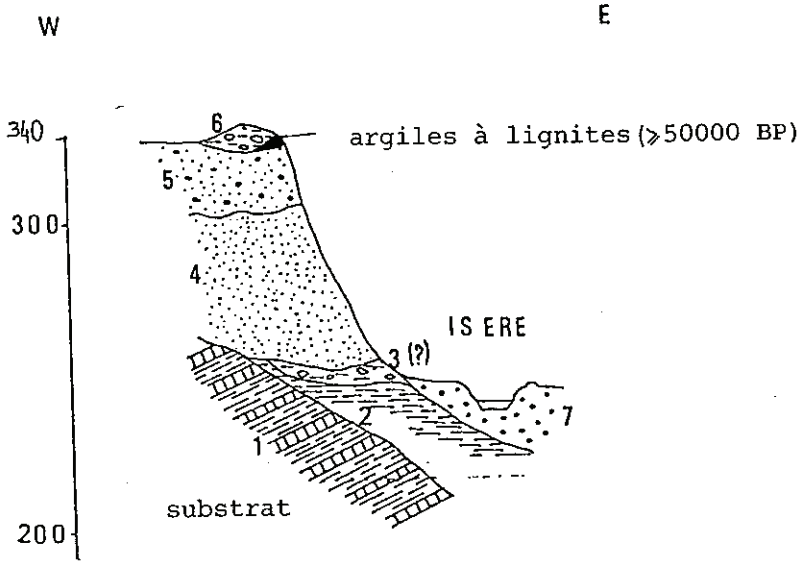



Fig. 5 — Coupe de la banquette de Barraux à la sablière de La Gâche. (d'après FOURNEAUX,1976.modifié)

1, Dogger ; 2, Argiles lacustres ~~(Eybens)~~ ; 3, Moraine du Würm II(?); 4, Sables deltaïques (Würm II/III) ; 5, Alluvions grossières ; 6, Moraine du Würm III ; 7, Alluvions modernes.

sible est 42500. Pour Monjuvent et Uselle , la granulométrie du sédiment est indépendante de sa teinte. Les lits sombres sont systématiquement les plus riches en carbonates (25 à 30 % contre 17 à 20 % pour les lits clairs), mais également les plus riches en matières organiques (0.90 % contre 0.61 % pour les lits clairs). Leur coloration est liée uniquement à leur contenu en matières organiques, et non à celui en carbonates, comme le pensait Bourdier (1962).
Les mêmes variations se retrouvent dans les macrorythmes, ou bancs, composés d'environ 40 microrythmes. La sédimentation annuelle est le microrythme, pour Monjuvent et Uselle, et non le banc.

Le litage de cette formation est horizontal, à l'exception des argiles proches du substratum; les mesures de granulométrie ainsi que les caractères minéralogiques montrent bien la grande homogénéité des argiles. Comme l'a écrit G.MONJUVENT (1971), les argiles d'Eybens se seraient déposées dans un vaste lac hors des apports fluviaux importants, de nature plus grossière.

La fraction argileuse, constituée en majeure partie de chlorite et d'illite ainsi que des traces de quartz et de feldspaths, traduirait un héritage, cette dernière étant semblable à la fraction argileuse des moraines du bassin versant. (APRAHAMIAN, 1970)
Le climat devait être froid au moment de l'existence du lac d'Eybens (période glaciaire).

Les argiles d'Eybens se sont donc mises en place dès le retrait de la dernière phase rissienne, directement sur le substratum, ou sur une mince pellicule d'éboulis, de moraines de fond ou d'alluvions anciennes. Le microrythme étant le dépôt annuel, la durée totale maximum du comblement du lac d'Eybens est évaluée largement à 50000 ans, celle-ci étant parfaitement compatible avec l'interglaciaire Riss-Würm au sens large ; (MONJUVENT, USELLE, 1973)

### .1.b.Les formations lacustres, deltaïques puis fluviatiles et palustres

En observant les banquettes du Grésivaudan, comme celle de La Gâche et de La Flachère, surmontant actuellement la plaine alluviale de l'Isère, nous pouvons acquérir une description assez fidèle des dépôts antérieurs aux moraines du Würm, visibles en surface.

+ Coupe de la banquette de Barraux à La Gâche
(16 km au SE de Chambéry)

Surmontant les argiles compactes lacustres, FOURNEAUX (1976) a montré l'existence d'une moraine inférieure (voir FIG.5); la présence des argiles d'Eybens n'étant pas prouvée à cet endroit, rien n'indique alors que ces moraines soient du Würm; il s'agirait plutôt d'un lambeau de moraine rissienne, conservé par une remontée locale du substrat.

Viennent ensuite des sables, dont le litage oblique et peu incliné indique qu'il s'agirait de sables lacustres deltaïques.
F.BOURDIER (1962) les a décrits comme étant des sables à stratification parfois inclinée, contenant des blocs anguleux hétérométriques, des galets striés, des petits morceaux d'argiles également anguleux, probablement transportés à l'état gelé. Il montre là l'existence d'un

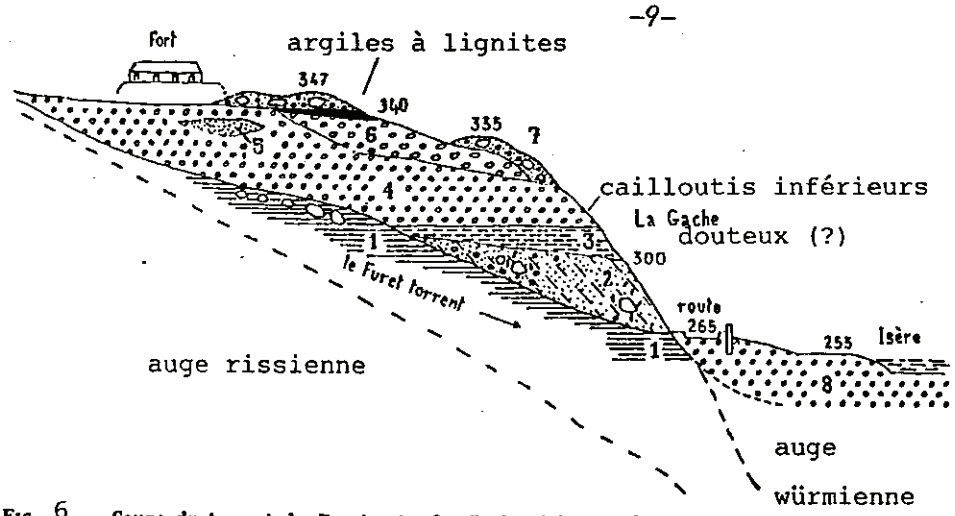



FIG. 6 — Coupe du torrent du Furet entre La Gache et le fort de Barraux. 1. — Argile glacio-lacustre rissienne. 2. — Sable glacio-lacustre en couches inclinées avec blocs erratiques et galets striés. 3. — Argile Riss-Würm à menus débris organiques et fragments de coquilles de mollusques. 4. — Alluvions à faciès fluviatile. 5. — Lentille argilo-sableuse à empreintes de feuilles (*Buxus sempervirens*, *Rhododendron ponticum*). 6. — Alluvions à très gros galets et à stratification irrégulière (moraine à faciès alluvial ?). 7. — Moraine de retrait wurmien.

3.douteux

4 et 6.identiques

5.position douteuse

(d'après BOURDIER,1962.modifié)

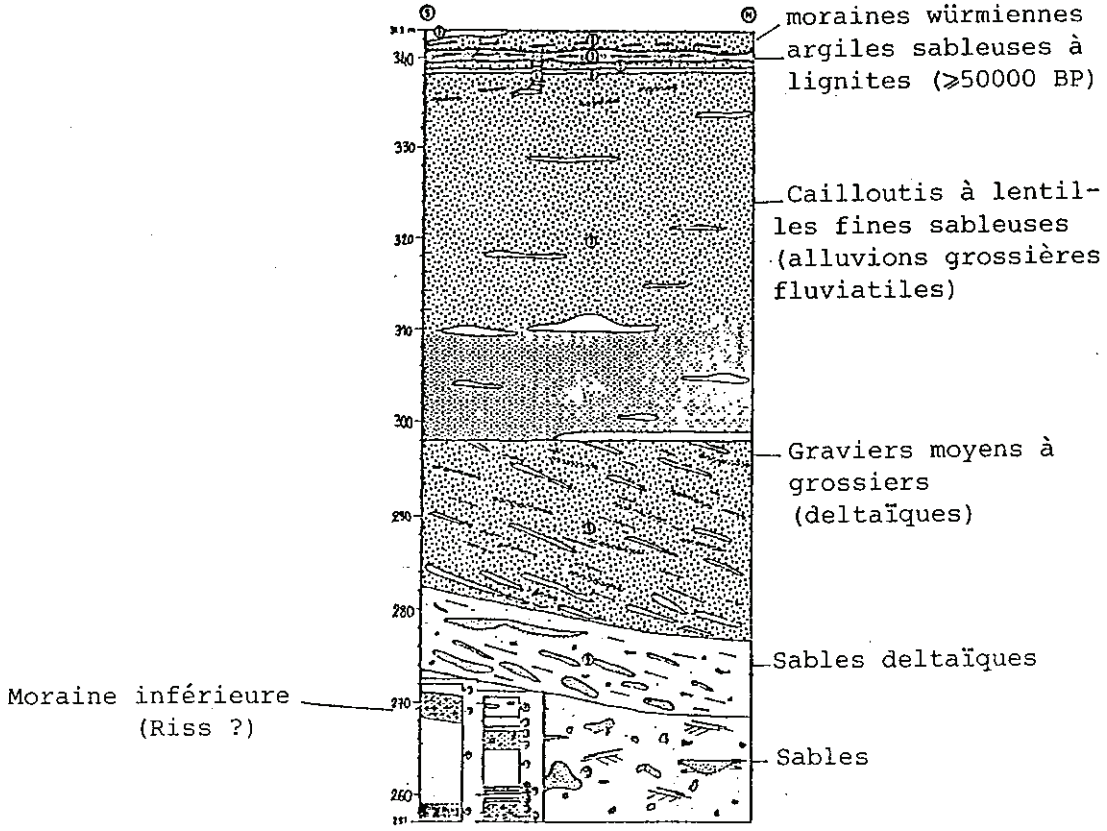



FIG.7: Coupe de La Gâche (Grésivaudan)
(d'après HANNSS,1982)

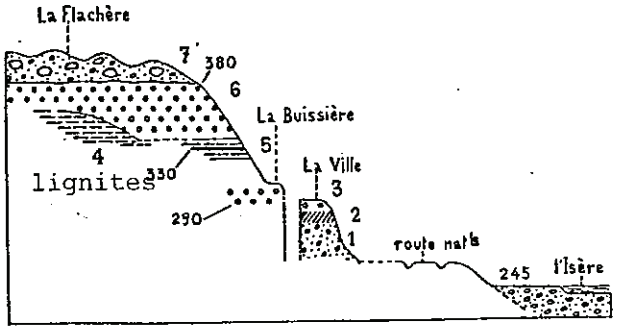



FIG. 8 — Les formations quaternaires entre La Buissière et la Flachère. 1. — Sables morainiques rissiens à galets hétérométriques. 2. — Zone de concentration des sels de fer. 3. — Alluvions à faciès fluviatile. 4 et 5. — Argile grise à lignites Riss-Würm. 6. — Alluvions à faciès fluviatile. 7. — Moraine de retrait wurmien.

(BOURDIER,1962)

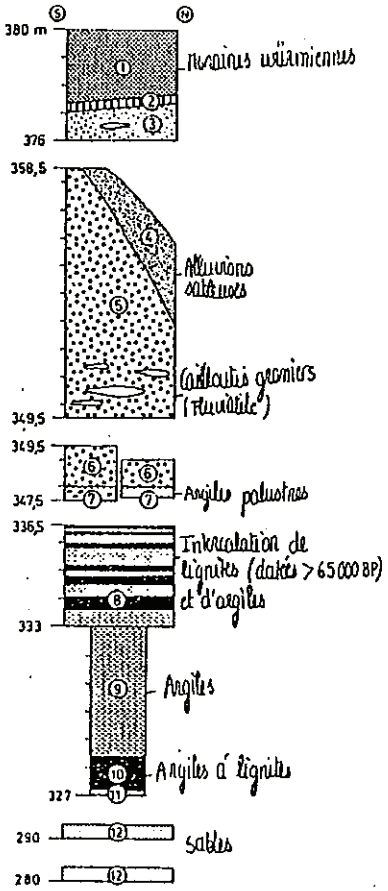



FIG.9: Coupe de La Flachère (Grésivaudan)
(HANNSS,1982)

delta dans un lac où flottait le glacier rissien ou tout au moins de petits icebergs issus de celui-ci. (voir FIG.6)

L'épaisseur de ces sables est importante; pour FOURNEAUX (1976), comme pour BOURDIER (1962), ils sont présents entre les cotes 260 et 300 m. La coupe récente effectuée par HANNSS (1982) confirme l'existence de ces sables deltaïques à des cotes voisines des précédentes (260 à 298 m). Pour Hannss, les dépôts deltaïques seraient néanmoins plus grossiers dans l'ensemble, et affectés d'un litage incliné d'environ 20°. (voir FIG.7)

BOURDIER (1962) indique un passage graduel des sables glaciaires aux alluvions fluviatiles.(FIG.6). Les alluvions comporteraient des intercalations d'argiles à débris organiques (3.La Gâche) et des sables à empreintes de plantes (5.Fort Barraux), mais leur position reste douteuse. On trouverait également dans les alluvions des galets de mêmes dimensions que ceux transportés par l'Isère aujourd'hui, d'où leur origine fluviatile. Pour FOURNEAUX (1976), il s'agirait de galets roulés et quelquefois altérés dont le litage serait toujours entrecroisé ou oblique (typique du fluviatile). Les alluvions pourraient être cimentées et former de véritables niveaux de conglomérats, le ciment étant alors toujours calcaire. Des "lentilles" de fer peuvent également se développer à partir des galets de roches ayant contenu une proportion importante de minéraux ferro-magnésiens; la granulométrie de ces zones étant identique à celle des alluvions au sein desquelles elles apparaissent.

A La Gâche, ni BOURDIER (1962), ni FOURNEAUX (1976) n'ont montré la présence d'argiles à lignites au-dessus de ces alluvions grossières; en revanche Hannss (1982) (voir FIG.7) indique un niveau d'argiles sableuses comportant des lignites ou des tourbes datées de plus de 50000 B.P, leur position à la cote 340 m les situeraient juste sous les moraines würmiennes. (La rectification a donc été reportée sur les FIG.5 et 6)

+ Coupe de la banquette de Barraux à La Flachère et à La Buissière (3 km en aval de La Gâche)

La présence des argiles compactes, dans le fond de l'auge rissienne, n'a pas été confirmée ici. En revanche, Bourdier (1962) a montré l'existence d'un lambeau de "sable morainique" attribué au Riss, à la cote 250 m environ, tout comme à La Gâche. (voir FIG.8)

Viendraient ensuite des sables à galets volumineux sans indice de stratification entrecroisée de type fluviatile, puis un passage aux alluvions fluviatiles. BOURDIER (1962) montre une intercalation, à la cote 330 m, de lignites interstratifiées dans des argiles palustres; ceci est confirmé par la coupe de Hannss (FIG.9) de la cote 327 à 336 (lignites datées supérieures à 65300 + 1700 - 1400 B.P)

FOURNEAUX (1976) décrit les argiles comme ayant une teneur élevée en kaolinite et une absence presque totale de chlorite et d'illite. La teneur en $CaCO_3$ est faible (3 %), mais le quartz est abondant. Elles renfermeraient des niveaux de lignites feuilletées, où les éléments végétaux écrasés traduiraient une forte compression due vraissemblablement au passage des glaciers würmiens.

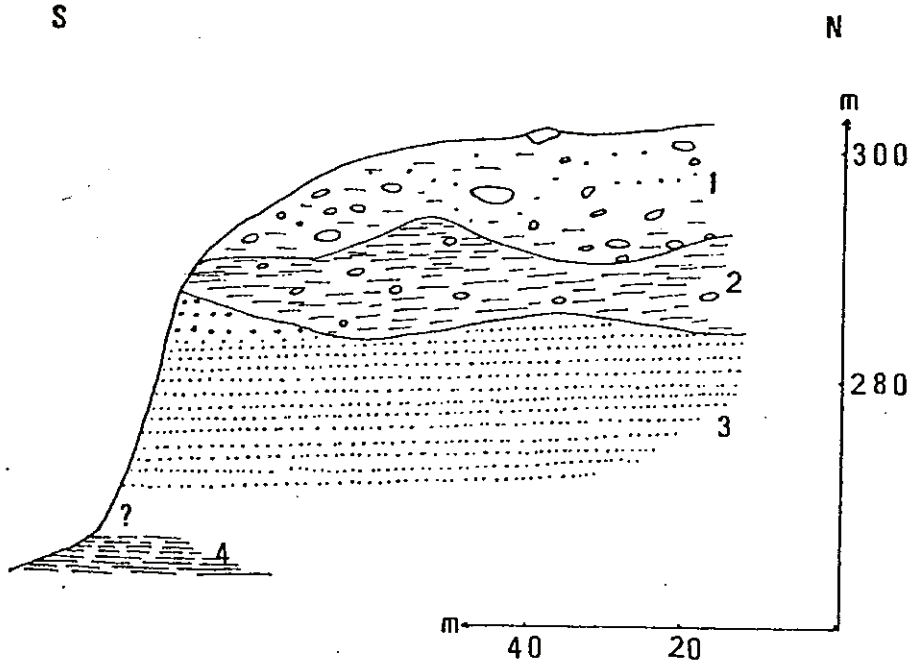



FIG.10 Coupe de la banquette de Francin à l'Est de la ferme de Bellegarde.

1, Moraine de retrait ; 2, Moraine de fond ; 3, Sables lacustres "interstadiaires"; 4, Argiles lacustres compactes (Eybens).

(d'après FOURNEAUX,1976)

Contrairement à La Gâche, les alluvions fluviatiles supérieures ont été conservées sous les moraines du Würm.

La position des argiles à lignites semble donc confirmée à des cotes voisines de 330 à 340 m dans la banquette de Barraux. Les datations obtenues sur les lignites, les désignent, sans aucun doute, comme une formation **interglaciaire Riss-Würm** au sens large.

### .2.EROSION WÜRMIENNE,DEPOTS DES MORAINES DU WÜRM

Des moraines supérieures, visibles en haut des banquettes du Grésivaudan, témoignent de l'avancée des glaciers würmiens sur les formations précédentes.

FOURNEAUX (1976) a montré l'existence de quatre types de moraines dans la vallée de l'Isère:

- moraines frontales :constituées d'éléments roulés et lités.La tranche superficielle, peu remaniée par les eaux de fonte, garde l'aspect de moraine (gros blocs et galets emballés, à l'origine, dans l'argile).
( Rives.Moirans)

- moraines latérales: déposées sur les versants par les glaciers, couvrant de grandes surfaces et remaniées par les glissements. Lorsque ces moraines sont encore en place, on parle de cordons morainiques.
**(La Bièvre, plateau de St Nizier...)**

- moraines de fond (FIG.10): argiles à blocs d'épaisseur faible, pouvant présenter une grande dureté due à la compaction créée par le passage des masses énormes de glaces.
**(Montmélian)**

- moraines de retrait (FIG.10): matériaux abandonnés par le glacier lors de sa fusion. Ce sont des éléments grossiers (galets et blocs) mêlés à des sables et à peu d'argile, sans trace de compaction. Présence de **blocs erratiques** (ANN.1) permettant de les identifier facilement.
**(partie amont du Grésivaudan)**

### .3.DEPOTS POST-WURMIENS

Il est possible de définir quatre ensembles lithologiques formant le remplissage alluvial récent de la vallée. (FOURNEAUX,1976). Les glaciers würmiens ont raviné les dépôts de l'interglaciaire Riss-Würm, laissant des dépôts post-würmiens situés plus bas dans le fond de la vallée de l'Isère. On rencontre donc de bas en haut:

- des argiles de fond de vallée
- des sables fins ou sablons
- des alluvions grossières
- des limons superficiels

(voir FIG.11,12 et 13)

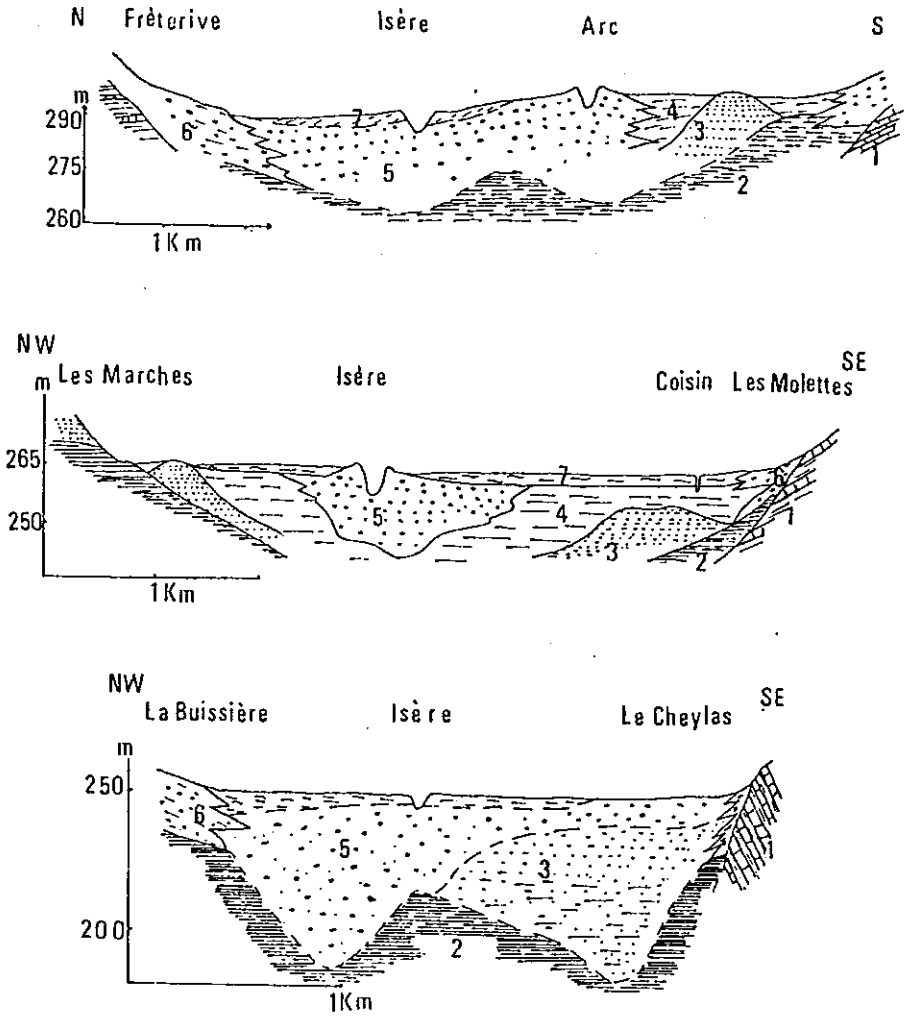



Fig. 11 — Coupes du remplissage alluvial de la vallée de l'Isère, dans l'ombilic de Grenoble.

1, Substratum secondaire ou tertiaire ; 2, Argiles lacustres ; 3, Sables et sablons ; 4, Alluvions fines ; 5, Alluvions grossières ; 6, Cône de déjection, éboulis ; 7, Limons superficiels.

(FOURNEAUX, 1976)

### .3.a.Les argiles de fond de vallée

Beaucoup de sondages ont atteint des argiles plus ou moins compactes, de couleur gris-bleu, finement litées, présentant toujours les mêmes caractères de la Combe de Savoie à l'aval de Grenoble. Elles sont analogues aux argiles affleurant à Eybens, mais plus récentes. Ces argiles se trouvent partout sous les alluvions grossières ou sous les sablons. Leurs caractéristiques minéralogiques et sédimentologiques sont comparables à celles des argiles compactes de l'interglaciaire Riss-Würm décrites précédemment.

### .3.b.Les sables fins ou sablons

Ce sont des sables fins, plus ou moins argileux, surmontant les argiles,et connus dans le Grésivaudan sous le nom de "sablons". Cette formation est très développée en amont de Grenoble, en rive droite de l'Isère où elle affleure à La Tronche, et en rive gauche à St Martin-d'Hères. L'épaisseur peut être considérable, comme à Meylan où l'on a mesuré par sondages 45 m de sablons.(Fourneaux,1976)

Les analyses minéralogiques montrent un sédiment composé de 20 % à 40 % de $CaCO_3$, et de quartz et de feldspath. La fraction argileuse restante comprend essentiellement de l'illite et de la chlorite (FOURNEAUX,1976). Il s'agit, d'après Fourneaux, d'un sédiment lacustre dont l'âge ne peut être précisé uniquement avec les données fournies par le remplissage alluvial. Il n'est pas exclu qu'il existe plusieurs "générations" de sables lacustres au sein du remplissage. (FOURNEAUX,1976)

### .3.c.Les alluvions grossières

Sont regroupés sous ce terme d'alluvions grossières, les dépôts présentant une hétérogénéité granulométrique importante, avec un litage entrecroisé. On y trouve des galets pouvant atteindre des dimensions de l'ordre du décimètre, aussi bien que des lentilles d'argiles.
Pour FOURNEAUX (1976), la fraction grossière représente en général 75 à 85 % de l'ensemble. Les sables, limons et argiles ne s'y rencontrent qu'en lentilles intercalées au sein d'éléments plus grossiers.

Dans le détail, ces alluvions présentent beaucoup de différences d'un point à l'autre de la plaine, tant du point de vue pétrographique que du point de vue granulométrique. Les apports des affluents, à pente plus forte que celle de l'Isère, se manifestent par une augmentation de la proportion des galets. Ceci se voit dans la plaine de Grenoble où l'opposition entre les alluvions grossières du Drac et celles plus fines de l'Isère a été soulignée depuis longtemps.

D'une manière générale, les alluvions se trouvent en lentilles très allongées. L'axe d'allongement de la lentille peut faire un angle très fort avec l'axe de la vallée. Les photographies aériennes montrent bien le tracé des anciens lits mineurs de l'Isère. L'épaisseur de ces alluvions grossières est très variable: de 0 (au N de la boucle de La Taillat) à 50 m (à St Jean de Porte). En général, elle reste comprise en-

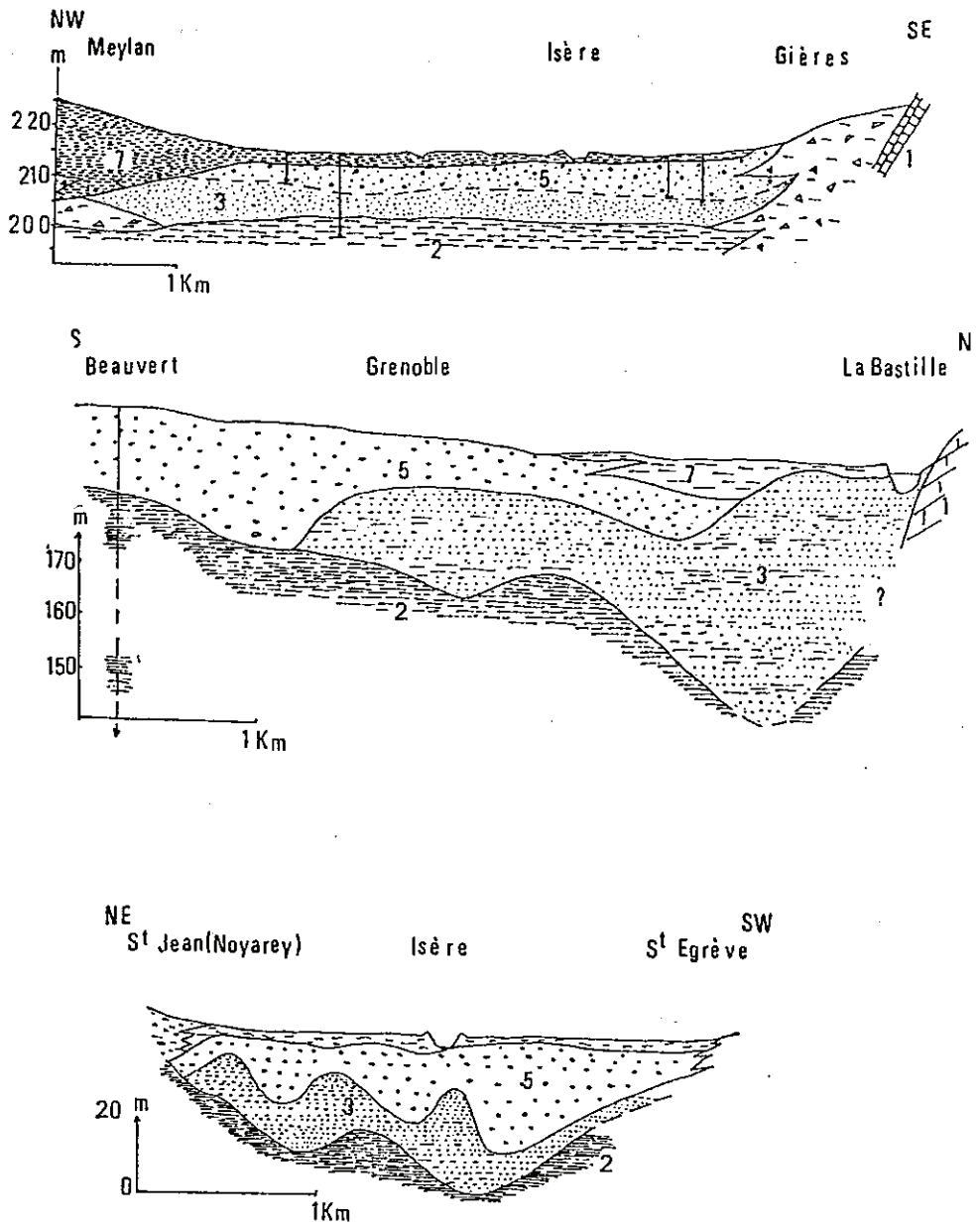



FIG.12: Coupes du remplissage alluvial de la vallée de l'Isère (FOURNEAUX,1976)

(Légende: voir FIG.11)

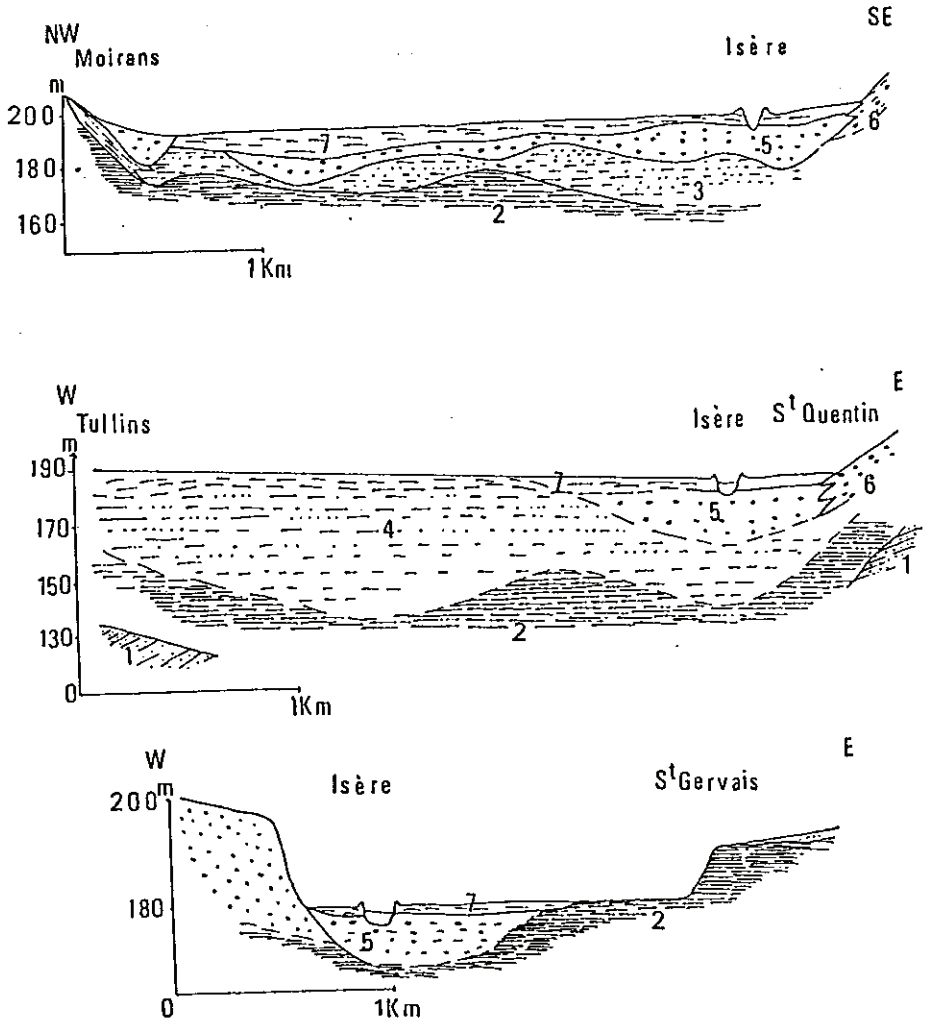



FIG.13: Coupe du remplissage alluvial de la vallée de l'Isère (FOURNEAUX,1976)

(Légende: voir FIG.11)

tre 10 et 20 m dans la plus grande partie de la vallée. Dans le Grésivaudan, à certains niveaux, des troncs d'arbres sont mêlés aux alluvions grossières traduisant une crue importante ou une débâcle liée à la rupture d'un barrage naturel. (FOURNEAUX,1968)

D'après HANNSS (1984), les dates disponibles pour les alluvions du Grésivaudan prouvent que depuis l'Alleröd, c'est-à-dire depuis 11 à 12000 ans, l'Isère a déposé 10 m à 15m de graviers. Il semble d'ailleurs que dans le Grésivaudan une phase érosive ait eu lieu entre l'Alleröd et le début du Dryas récent (ou fin de l'Alleröd), car un morceau de Pinus (daté 10925 ± 90 BP), découvert près de Cheylas lors d'un sondage, a été trouvé 3 à 7 m plus bas que des bois fossiles, de sondages voisins, tous plus vieux que 10925 BP.

### .3.d.Les limons superficiels

Dans de nombreux sondages, on rencontre sur les alluvions grossières des limons de couleur brune ou gris-bleu. Cette formation, où les limons dominent, comprend également des argiles et des sables. Son épaisseur est variable, et peut atteindre 5 m. Elle concourt à la fertilité de la plaine.

Les analyses aux rayons X montrent la présence d'illite et de chlorite qui peuvent représenter jusqu'à 90 % de la fraction argileuse, de la calcite, du quartz et un peu de feldspath. Cette composition est analogue à celle des sédiments transportés par l'Isère, mais diffère de celle des argiles anciennes (cf. les argiles à lignites). (APRAHAMIAN, 1972)

Ces limons superficiels représentent les dépôts les plus récents de la plaine de l'Isère. Ils se sont déposés à la suite de crues ayant entraîné des débordements hors du lit mineur tant de l'Isère que de l'Arc et du Drac. Pour une grande partie, ils datent de la période historique, et sont liés à l'érosion anthropique (ANN.2) dans l'ensemble du bassin de l'Isère. (FOURNEAUX,1976).

## .4.FORMATIONS RECENTES

Nous entendons par "formations récentes", des dépôts quaternaires contemporains de la dernière phase de comblement de la plaine ou même actuels. Ce sont les cônes de déjection, éboulis, produits d'altération superficielle, coulées, glissements de terrain...

### .4.a.Eboulis, écroulements, coulées

Des amas plus ou moins importants tapissent le pied des falaises et des pentes raides. Ces formations montrent souvent des traces de remaniements.

L'écroulement du Granier, en 1248, est certainement le plus spectaculaire de ces mouvements complexes où l'on retrouve à la fois des glissements, des coulées et des écroulements. (voir FIG.14)

Il s'agit d'un glissement affectant les marnes valanginiennes et

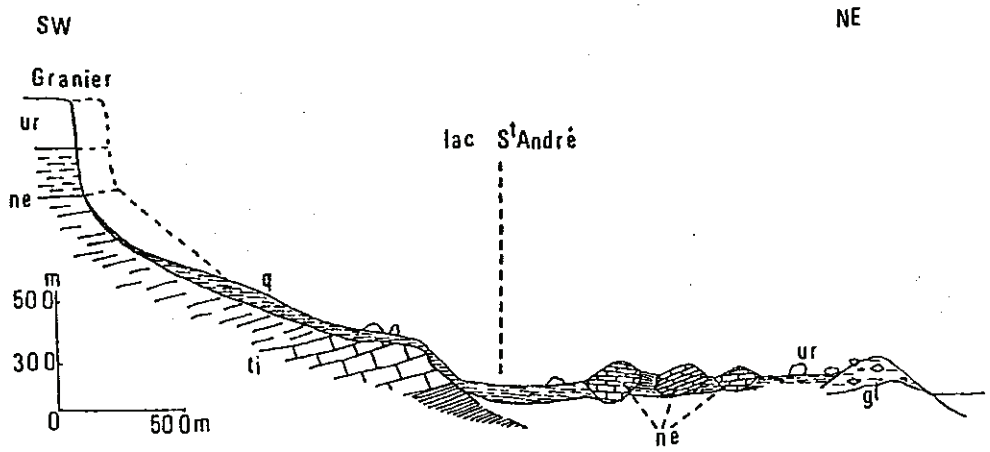
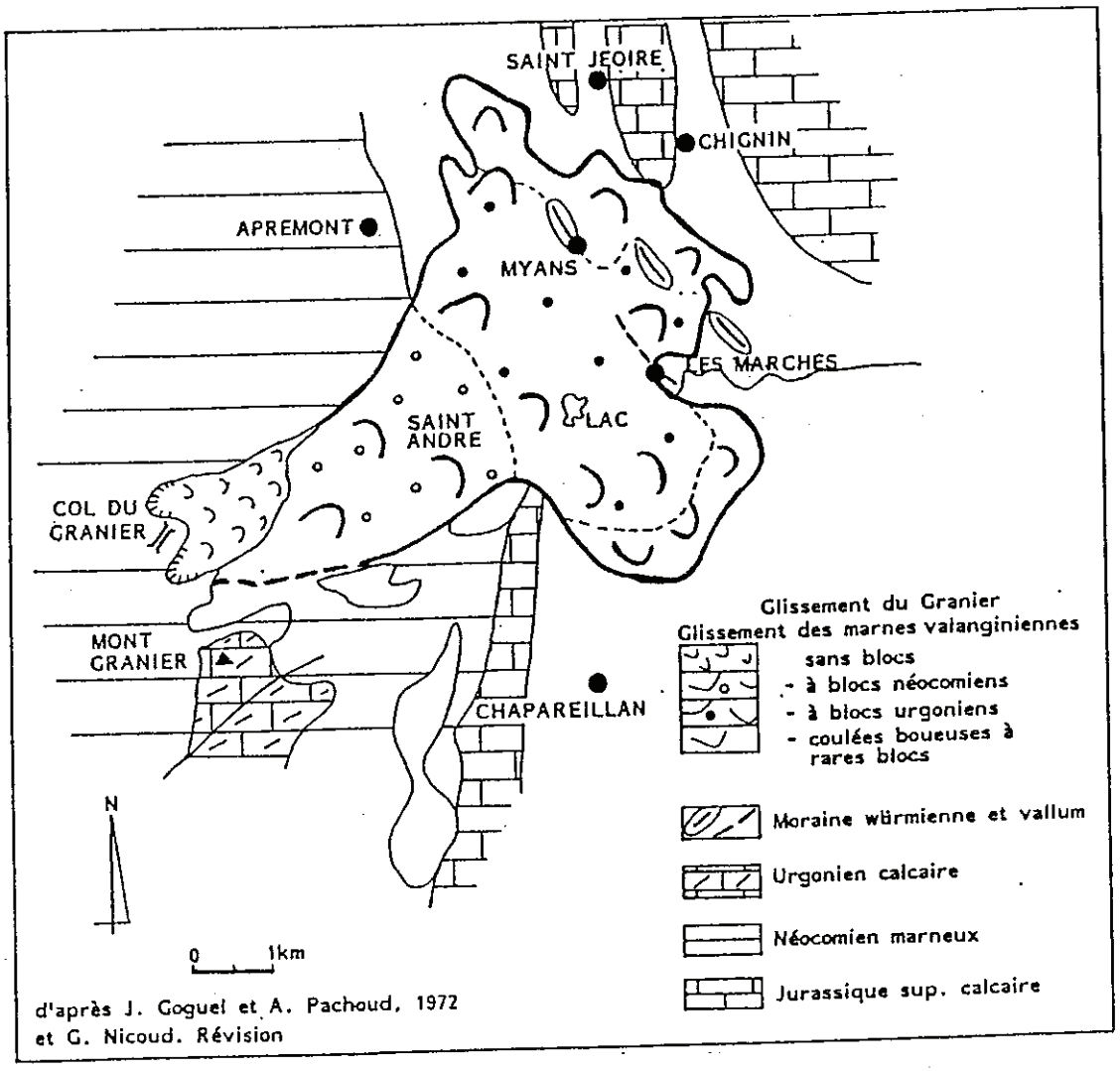



FIG.14 Coupe schématique de l'écroulement du Granier (Savoie).

Gl, Glaciaire ; Ur, Urgonien ; Ne, Néocomien ; Ti, Tithonique ; Q, Quaternaire (éboulis, moraines remaniées, etc.).

(FOURNEAUX,1976)




Géologie de l'écroulement du Granier (1248)

des panneaux entiers de calcaires marneux de l'Hauterivien, un écroulement qui affecte surtout les calcaires massifs de l'Urgonien, et des coulées qui ont entraîné les dépôts quaternaires. Une infiltration d'eau dans les fissures des calcaires de l'Urgonien, de l'Hauterivien et du Valanginien, serait la principale responsable de cette catastrophe pour FOURNEAUX (1976).

L'explication du mécanisme par GOGUEL et PACHOUD (1972) semble plus rigoureuse. Il s'agirait en fait d'un glissement de l'ensemble des terrains sur une surface de stratification, au sein des marnes valanginiennes, dont le pendage ne serait que de l'ordre de 12°. Les éléments déterminants nécessaires auraient été une imperméabilité suffisante du terrain, et une amorce de mouvement permettant un échauffement de l'eau interstitielle pour atteindre la température de vaporisation, ce coussin de vapeur favorisant le décollement.

Les observations récentes de NICOUD (1988) confirment l'hypothèse précédente, à savoir:

- la mise en mouvement des marnes valanginiennes suivant une surface de stratification pentée de 12° vers le NE sous l'effet du choc provoqué par la chute de la falaise calcaire et marno-calcaire.

- la vaporisation de l'eau contenue dans les marnes par élévation de température dissipant l'énergie du glissement et réduisant la résistance de frottement.

- l'écoulement des blocs emballés dans une gigantesque coulée boueuse et formation de petites retenues d'eau derrière les nombreux "molards": lac de St André, lac des Pères...

Beaucoup de formations peuvent donner lieu à des glissements de terrain, surtout lorsqu'il s'agit d'assises poreuses et peu perméables. Les moraines répondent souvent à ces critères. (Grésivaudan: Noël 1968, Noyarey: juillet 1970)

D'une manière générale, les dépôts meubles sur les versants ont tendance à évoluer par gravité, même si la perméabilité est suffisante pour qu'il y ait entrainement des particules fines.

#### .4.b.Cônes de déjection

De nombreux cônes de déjection jalonnent le pied des versants, mais il n'en existe plus aucun en formation, ils sont même souvent réentaillés par l'érosion.

(se reporter aux FIG.11,12 et 13)

### .1.3.2.2.Historique de la vallée

Après avoir décrit les diverses formations rencontrées dans la vallée de l'Isère, nous pouvons retracer l'histoire quaternaire de la région.

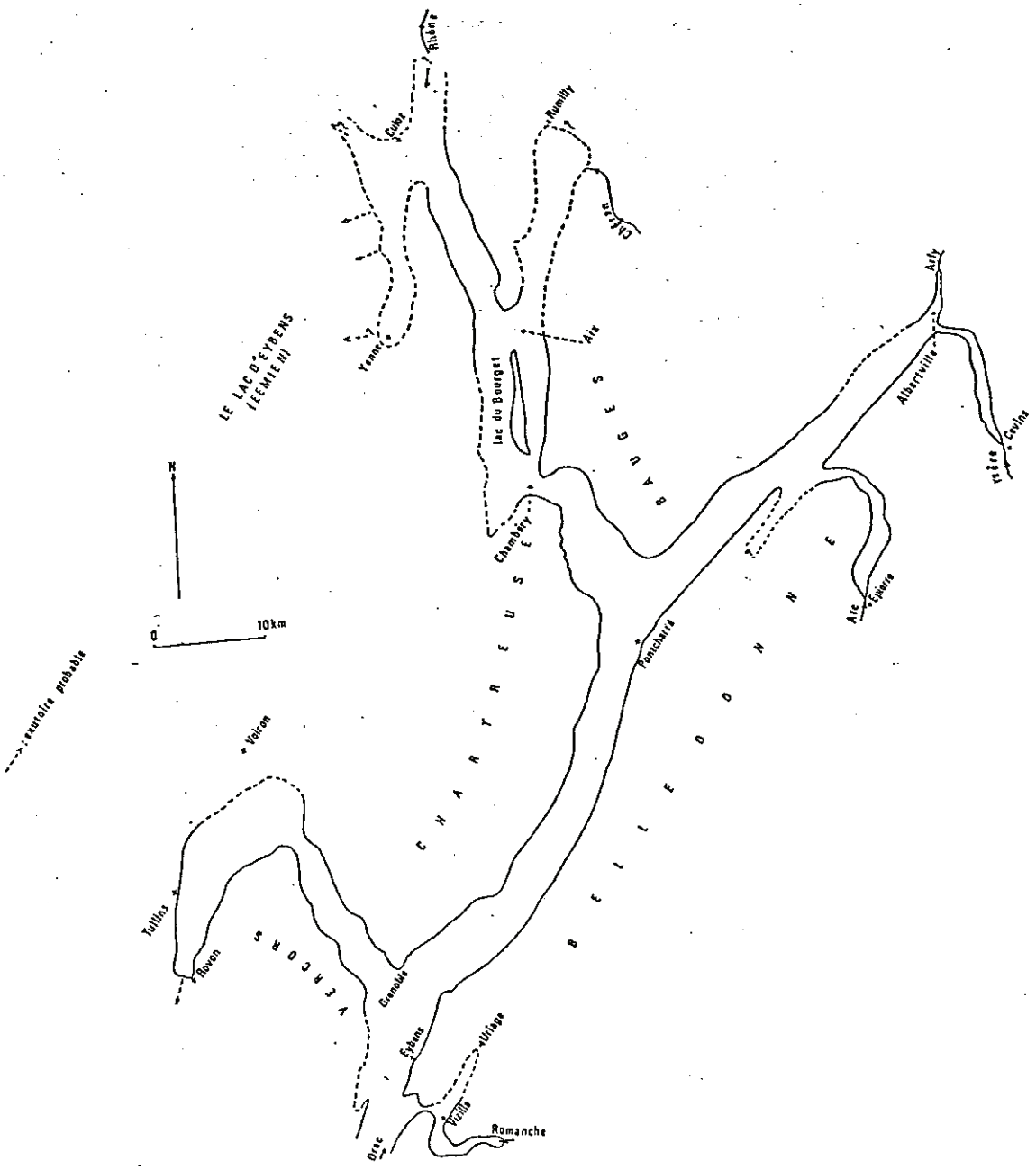
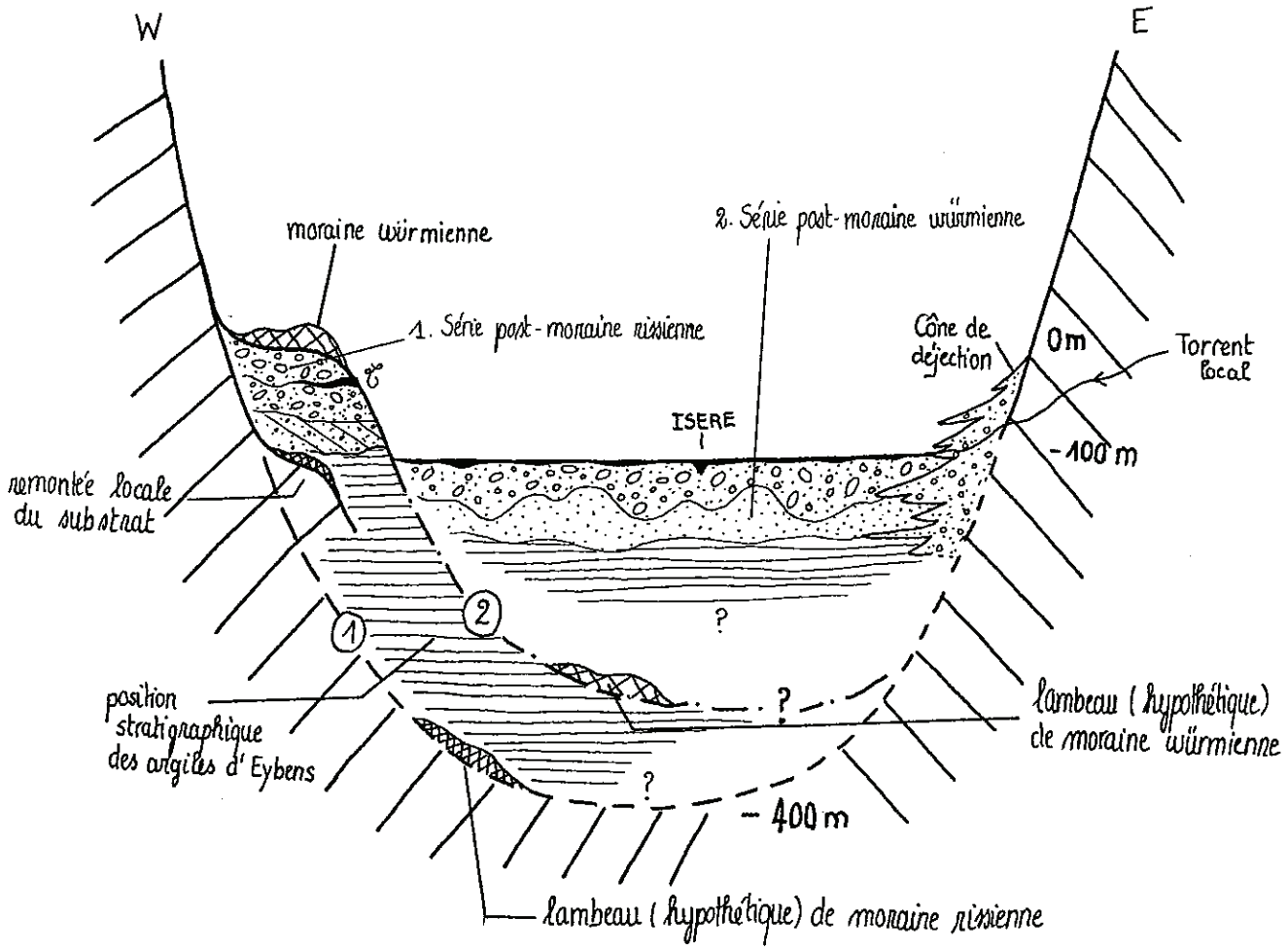



FIG.15: Le lac d'Eybens à l'Eémien (IG Riss-Würm s.l.)
(FOURNEAUX, 1976. modifié)

(Au Nord du lac du Bourget, les contours sont très hypothétiques. En aval de Rovon, le lac a pu s'étendre beaucoup plus loin.)

FIG.16: STRATIGRAPHIE SOMMAIRE DU IV DE LA VALLEE DE L'ISERE




(1) auge de surcreusement rissienne

(2) auge de surcreusement würmienne

.1.POST-RISS

La vallée de l'Isère, entaillée par les derniers glaciers rissiens sur une profondeur de ≃ 400 m, a vu le dépôt, postérieurement aux moraines rissiennes, d'argiles noires ou grises - dont le type se trouve aujourd'hui à Eybens - dans le fond d'un vaste lac, dit " lac d'Eybens", alimenté par la fusion des glaciers rissiens, puis, par les affluents tels que l'Isère, l'Arc, le Drac, la Romanche et les torrents locaux. (voir FIG.15 )

La grande extension de ces dernières laisse supposer une période relativement calme du point de vue climatique.(FOURNEAUX,1976). Leur épaisseur importante indiquerait que les argiles auraient décanté durant **l'interglaciaire Riss-Würm au sens large** (c'est-à-dire de - 140000 ans à - 70000 ans).

Le lac d'Eybens aurait été ensuite progressivement comblé par des sables et graviers lacustres, voir deltaïques, passant graduellement à des alluvions de type fluviatile (cailloutis inférieurs de La Gâche) et des argiles jaunâtres palustres à lignites (datées ⩾ 50000 BP à La Gâche et ⩾ 65000 BP à La Flachère (HANNSS,1982) ) durant **l'interglaciaire Riss-Würm au sens strict.** Viendraient finalement des alluvions de type fluvio-glaciaire (cailloutis supérieurs de La Flachère).

Ces dépôts ont été érodés en majeure partie sur les versants par le glacier würmien, à l'exception de la région en amont du Grésivaudan protégée par des remontées locales du substrat; le fond de l'auge de surcreusement würmienne étant encore inconnu.

Les moraines de fond, puis de retrait, du glacier würmien, sont encore visibles actuellement sur les banquettes W du Grésivaudan.

.2.POST-WÜRM

Une série de dépôts post-würmiens, en discontinuité stratigraphique et en ravinement sur les dépôts précédents post-rissiens,montre des analogies avec la précédente série. En effet, des argiles lacustres semblables à celles d'Eybens mais plus récentes, se sont déposées dans un lac postérieur au retrait des derniers glaciers du Würm dit **"lac du Grésivaudan"**, semblable, mais plus restreint, au lac post-rissien d'Eybens. Le climat était plutôt froid durant la période de décantation des argiles.

Viendraient, au-dessus, des sables lacustres (FOURNEAUX,1976, pense à plusieurs générations de ces sablons), puis des alluvions grossières fluviatiles constituant la plus grande partie des dépôts récents, et terminant le comblement du lac. Ce remblaiement (Tardiglaciaire à Holocène), par les alluvions fluviatiles, ne se serait pas fait de façon uniforme. On constaterait la présence d'anciens lits mineurs de l'Isère, tantôt plus haut que le lit actuel, tantôt plus bas. FOURNEAUX (1976) évoque des épisodes d'érosion durant la période de remblaiement.

Le comblement final de la vallée est marqué par des formations superficielles récentes, datant de la période historique, telles les limons, dépôts de crue hors du lit mineur de l'Isère, ou des formations de versants telles les cônes de déjection, les éboulis, les coulées... (voir FIG.16)

| DÉPÔT | COMPOSITION MINÉRALOGIQUE | TENEUR EN $CaCO_3$ | ORIGINE DU DÉPÔT | CLIMAT DE L ÉPOQUE | AGE DU DÉPÔT |
|---|---|---|---|---|---|
| LIMONS SUPERFICIELS | - Illite, Chlorite (90% de fraction argileuse)<br>- Calcite, quartz, un peu de Feldspath | / | DEPÔT DE CRUE | tempéré | PERIODE HISTORIQUE |
| ALLUVIONS GROSSIÈRES | - 75 à 85 % de Fraction grossière<br>- Sables, limons, argiles | / | FLUVIATILES | tempéré à froid | HOLOCENE A TARDIGLACIAIRE |
| SABLONS | - Illite, Chlorite<br>- Quartz, Feldspath | 20 à 40 % | LACUSTRES | froid | ?<br>(Plusieurs générations de sablons) |
| ARGILES DE FOND DE VALLÉE | - Illite, Chlorite<br>- Traces de Quartz, Feldspath | 15 à 35 % | LACUSTRES | froid | POST-WÜRM |
| MORAINES WÜRMIENNES | | | | | |
| EROSION GLACIAIRE WURMIENNE | | | | | |
| CAILLOUTIS SUP. | idem Cailloutis inf. | / | FLUVIATILES OU FLUVIOGLACIAIRES | froid | ? |
| ARGILES A LIGNITE | - Teneur élevée en Kaolinite (peu ou pas de Chlorite ni d'Illite)<br>- Quartz abondant | 3 % | PALUSTRES | tempéré | IG RISS-WÜRM s.s.<br>(>50 000 BP) |
| CAILLOUTIS INF. | Galets de nature pétrographique diverse ± cimentés par du calcaire | / | FLUVIATILES | froid | ? |
| SABLES-GRAVELEUX | - Illite, Chlorite<br>- Quartz, Feldspath | / | LACUSTRES (deltaïques) | froid | ? |
| ARGILES D'EYBENS | - Illite, Chlorite<br>- Traces de Quartz et de Feldspath | 15 à 31 % | Héritées des versants (LACUSTRES) | froid | IG RISS-WÜRM s.l.<br>(140000 a 70000 BP) |
| MORAINES RISSIENNES | | | | | |
| EROSION GLACIAIRE RISSIENNE | | | | | |

FIG 17: TABLEAU RÉCAPITULATIF DES DIVERS DÉPOTS DE LA VALLÉE DE L'ISÈRE

.1.3.2.3.Conclusions

Les traces de deux lacs différents se retrouvent dans la lithologie des formations quaternaires.

- **Le lac d'Eybens:** post-rissien, s'est maintenu pendant une longue période de l'ordre de 70000 ans, correspondant à **l'interglaciaire Riss-Würm au sens large.** Sa surface se trouvait vers 400 m d'altitude. (FOURNEAUX,1976)

- **Le lac du Grésivaudan:** emboîté dans le premier, post-würmien, avec une surface de 220 m d'altitude à l'époque. Vers - 15000 ans, il s'est abaissé jusqu'à 190 m par suite de l'incision de son exutoire, l'Isère aval, dans les terrasses alluviales qui faisaient barrage à Vinay, Cognin. Il se serait maintenu en aval, dans l'ombilic de Moirans jusque vers 4620 ans BP (datation au $C^{14}$ à 9 m de profondeur), mais il est possible qu'il ait disparu bien avant laissant la place à la sédimentation fluviatile. (MONJUVENT,1987,EDF). Nous le daterons **post-würmien à interglaciaire Holocène.**

(voir FIG.17)

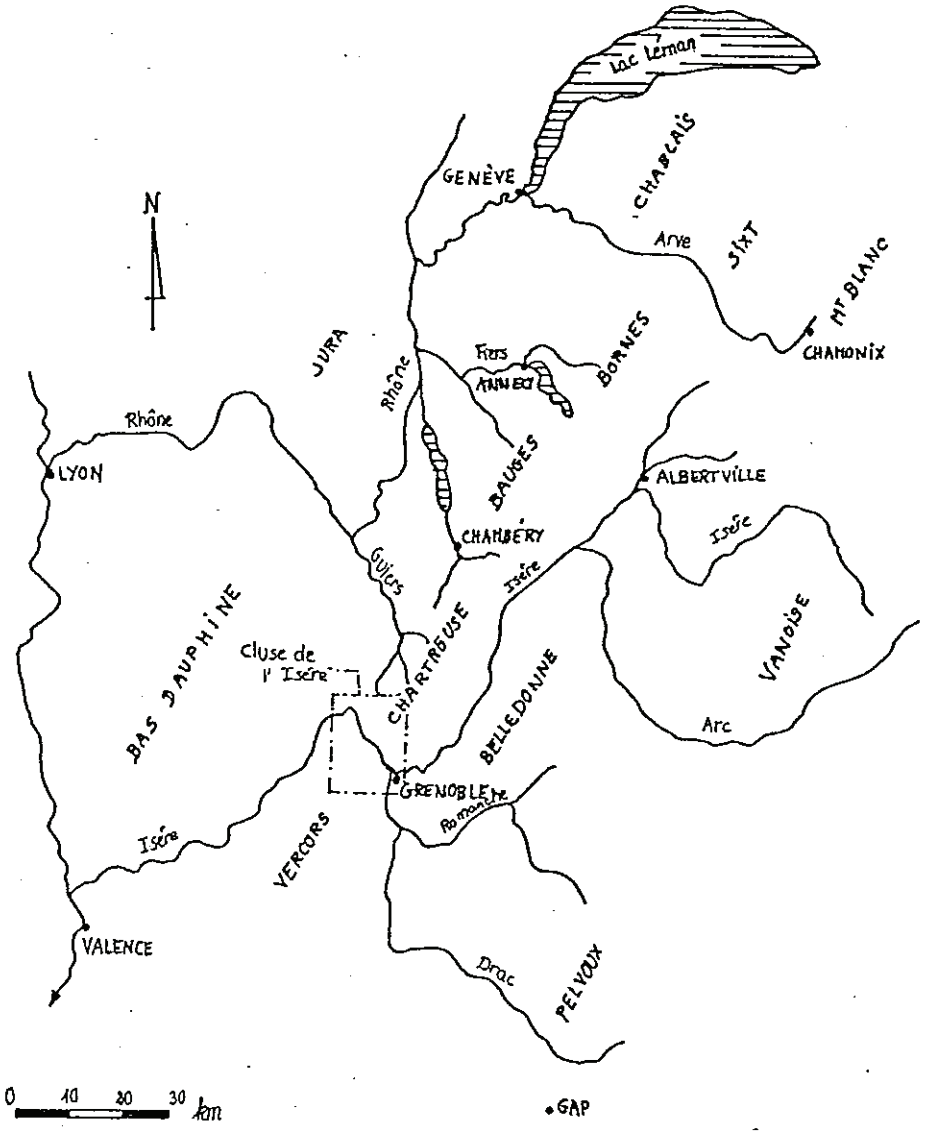



FIG.18: Situation géographique de la cluse de l'Isère

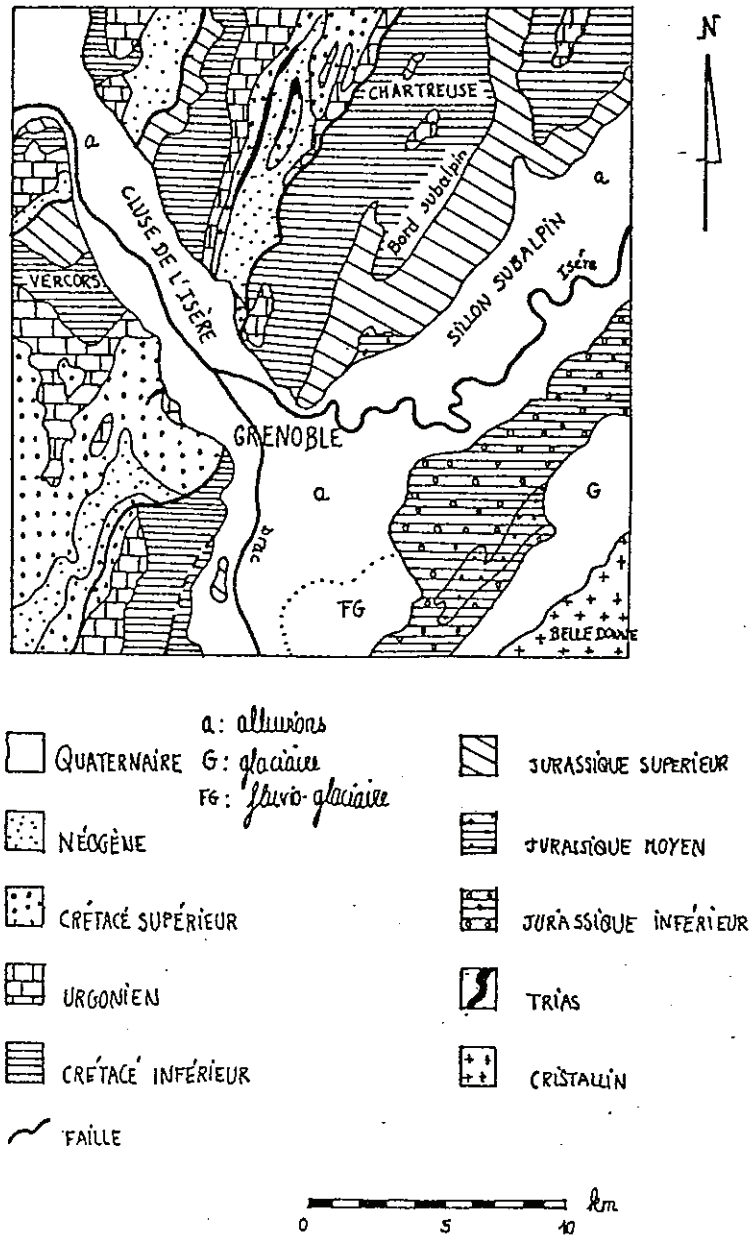


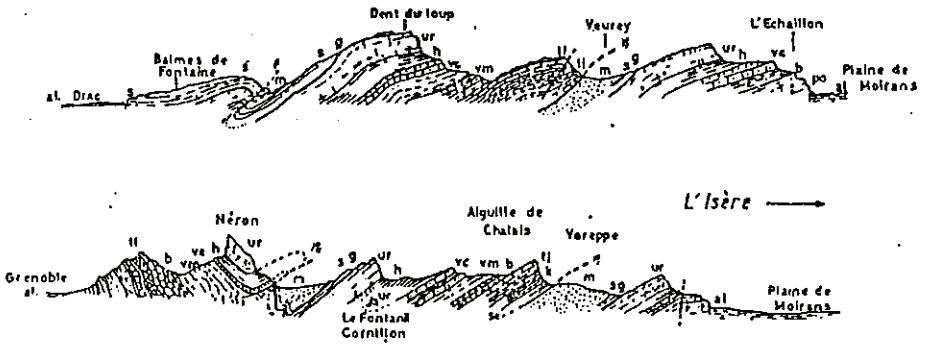

FIG.19: Situation géologique de la cluse de l'Isère

Interprétation géologique des versants de la cluse de l'Isère (D'après un dessin original de L. MORET) FIG.20

NW

1/100000

MASSIF DU VERCORS




MASSIF DE LA CHARTREUSE

Les coupes mettent en évidence la structure continue d'une rive à l'autre ainsi que l'origine de la morphologie à partir de l'alternance des calcaires durs surplombants et des marno-calcaires et marnes plus érodables.

LEGENDE:

po. Portlandien, tl. facies lithonique; b: Berriasien; vm: marnes valanginiennes; vc: calcaire du Fontanil; h. Hauterivien; ur: Urgonien; g: Aptien supérieur; s: Sénonien; m: Molasse; al: Alluvions

f: pli faille de Sassenage; f: pli faille de Voreppe; f: pli faille de la Chartreuse.

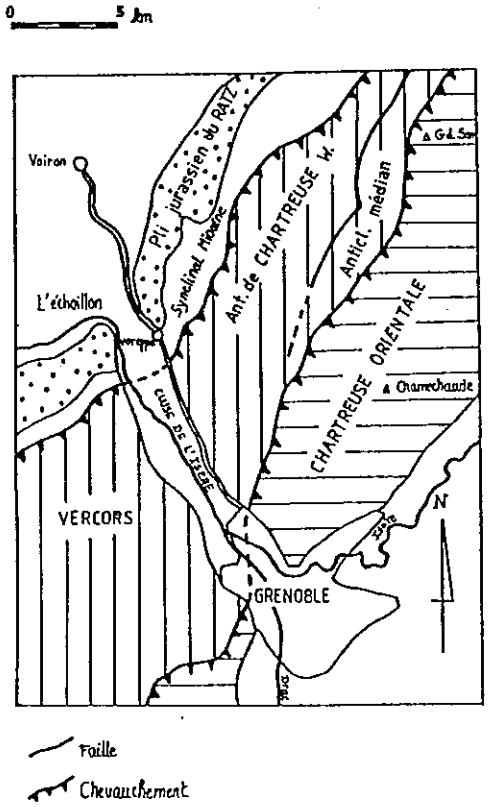



FIG.21: Schéma structural de la Chartreuse méridionale (Cluse de l'Isère)
(d'après "Le guide des Alpes du Dauphiné".MASSON)

## .2.CLUSE DE L'ISERE

### .2.1.SITUATION GEOGRAPHIQUE

Longue de 15 km environ et large de 2 à 4 km, la cluse de l'Isère, zone concernée par l'aménagement EDF de l'Isère Moyenne Aval, est la partie de l'Ombilic de Grenoble située à l'aval de la ville. Elle s'étend de Grenoble au Bec de l'Echaillon, entre Chartreuse et Vercors.

Dans la cluse, la vallée de l'Isère s'allonge du SE vers le NW en recoupant les séries plissées des chaînes subalpines que sont les massifs de La Chartreuse au N et du Vercors au S.

(voir FIG.18)

### .2.2.SITUATION GEOLOGIQUE DE LA CLUSE

De Grenoble à Voreppe, la vallée de l'Isère recoupe les séries plissées des chaînes subalpines que sont les massifs de la Chartreuse et du Vercors. Ces reliefs sont constitués d'une suite de plis allongés selon des axes N10°E à N20°E, plus ou moins déversés vers l'W.
(voir FIG.19)

Il n'existe pas de coïncidence parfaite d'une rive à l'autre de la cluse, du fait des deux principaux chevauchements qui affectent les chaînes subalpines, mais l'on retrouve les mêmes formations lithologiques.

(voir FIG.20)

La morphologie souligne la présence des barres calcaires qui donnent des falaises, et des assises marneuses qui sont marquées par des pentes plus douces recouvertes de forêts ou de prairies. Ces plis présentent souvent un plongement axial vers la cluse de l'Isère, ce qui va faciliter les apports d'eau vers la nappe.

Les chaînes subalpines viennent buter à Voreppe en rive droite, et au Bec de l'Echaillon en rive gauche, sur la terminaison méridionale du Jura représentée par le chaînon du Ratz. Il s'agit d'un anticlinal où se trouvent des formations calcaires du Jurassique Sup. et du Crétacé Inf.(Portlandien-Berriasien) à faciès jurassien,subrécifal, différent du faciès subalpin.
(voir FIG.21)

Au-delà de Voreppe, la vallée de l'Isère débouche dans le pié - mont molassique et s'incurve vers le SW où elle suit le front occidental du Vercors.

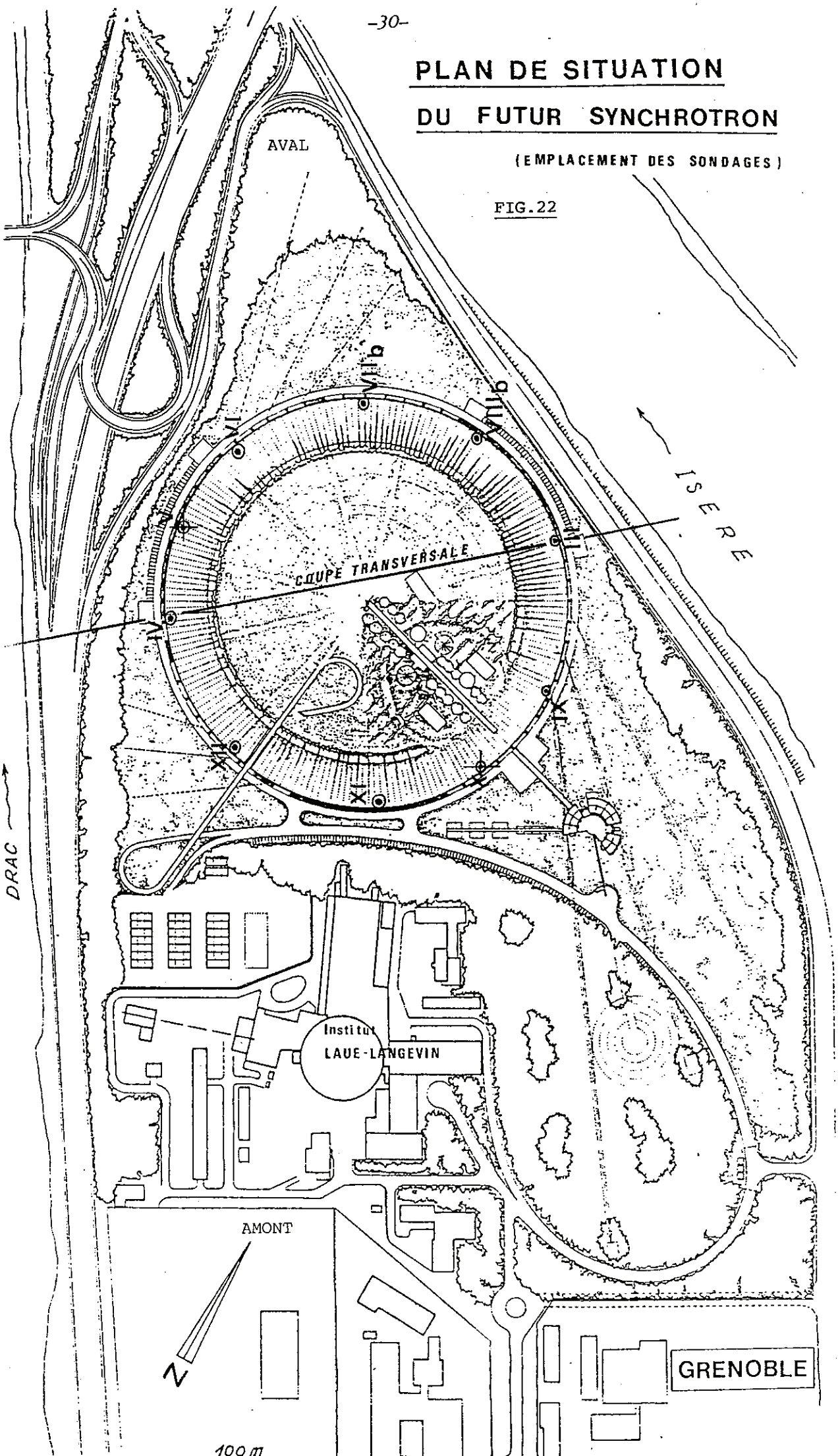
### .2.3.STRATIGRAPHIE DU QUATERNAIRE DE LA CLUSE DE L'ISERE

Nous avons mis en évidence, dans le premier paragraphe de ce chapitre I, le phénomène de surcreusement par les glaciers rissiens et würmiens. Or, dans la cluse de l'Isère, contrairement à ce que nous avons pu observer dans le Grésivaudan, le remplissage alluvial récent

# PLAN DE SITUATION DU FUTUR SYNCHROTRON

(EMPLACEMENT DES SONDAGES)

FIG.22

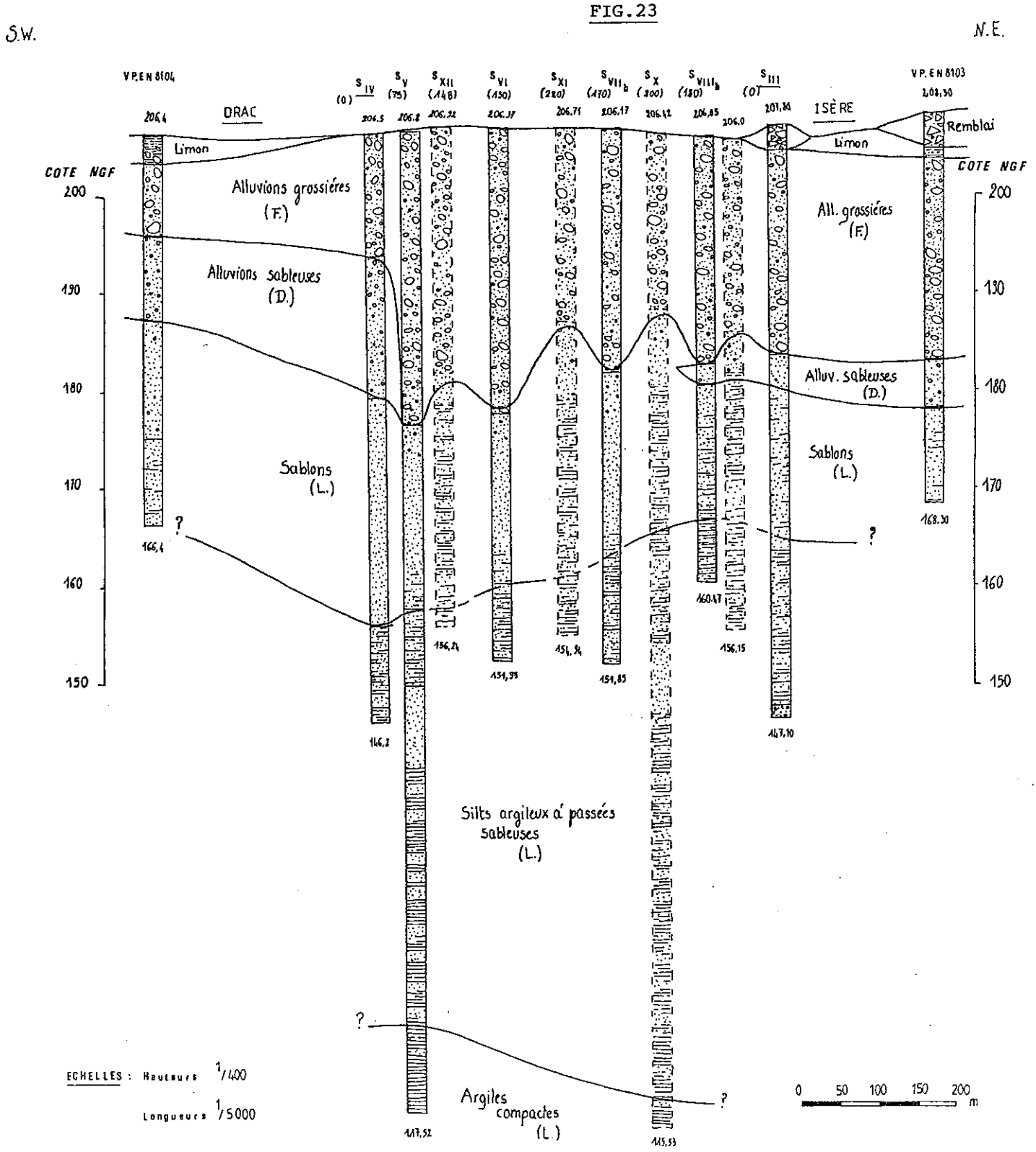


E.S.R.F.

# COUPE TRANSVERSALE A L'EMPLACEMENT DU FUTUR SYNCHROTRON

Site de la Presqu'île - GRENOBLE

FIG.23




Sondages à l'aval de la coupe

Sondages à l'amont de la coupe

( ) Distance du sondage par rapport à la coupe en mètres

V. BERNATH (d'après documents ESRF_BRGM 1987)

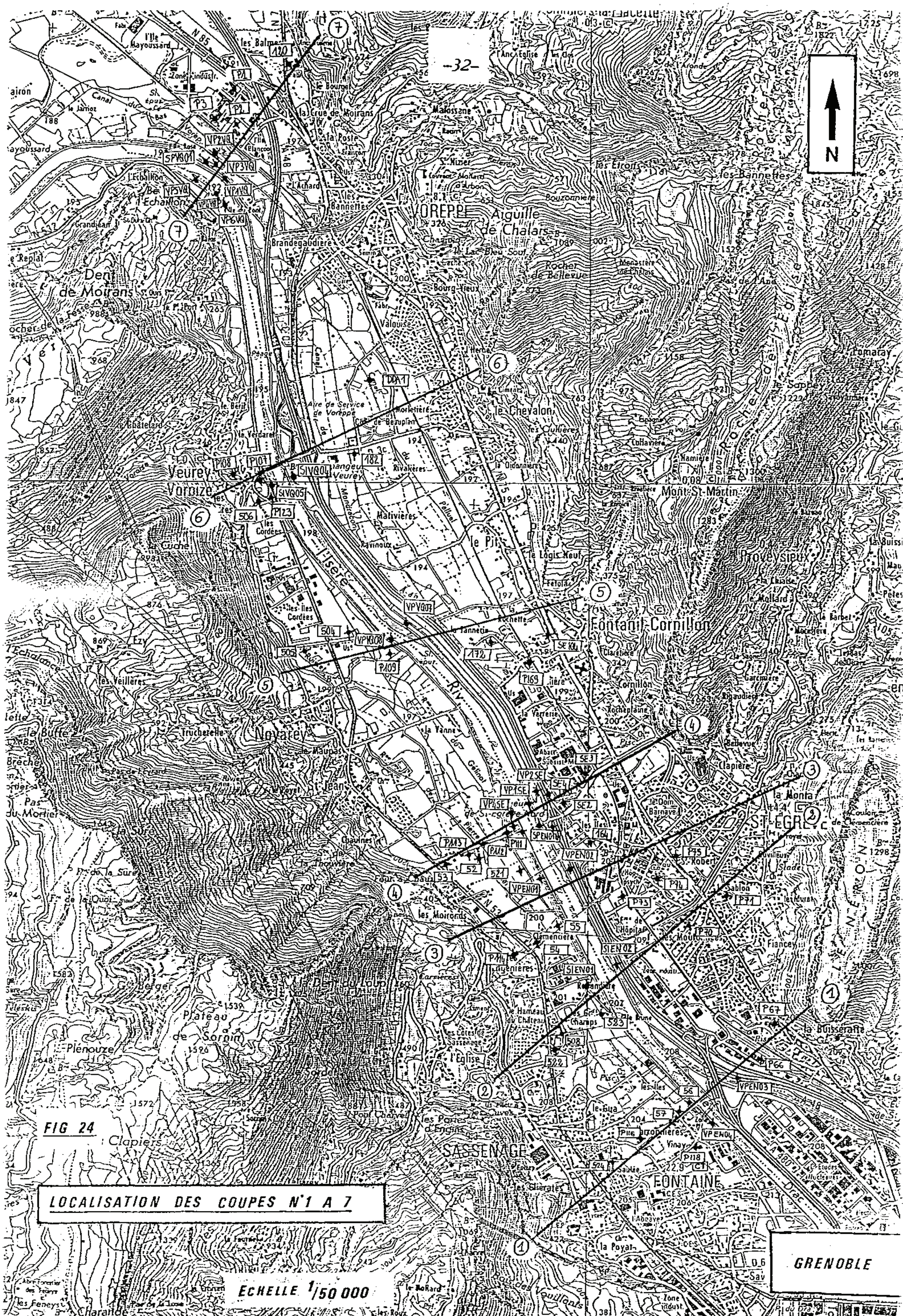



FIG 24

LOCALISATION DES COUPES N°1 A 7

ECHELLE 1/50 000

# LÉGENDE DES COUPES TRANSVERSALES
## FIG.24

REMBLAI (matériaux hétérogènes)

FORMATIONS RECENTES DE VERSANT (cônes de déjection)

LIMONS SUPERFICIELS (dépôts de crue)

ALLUVIONS GROSSIÈRES (type fluviatile)

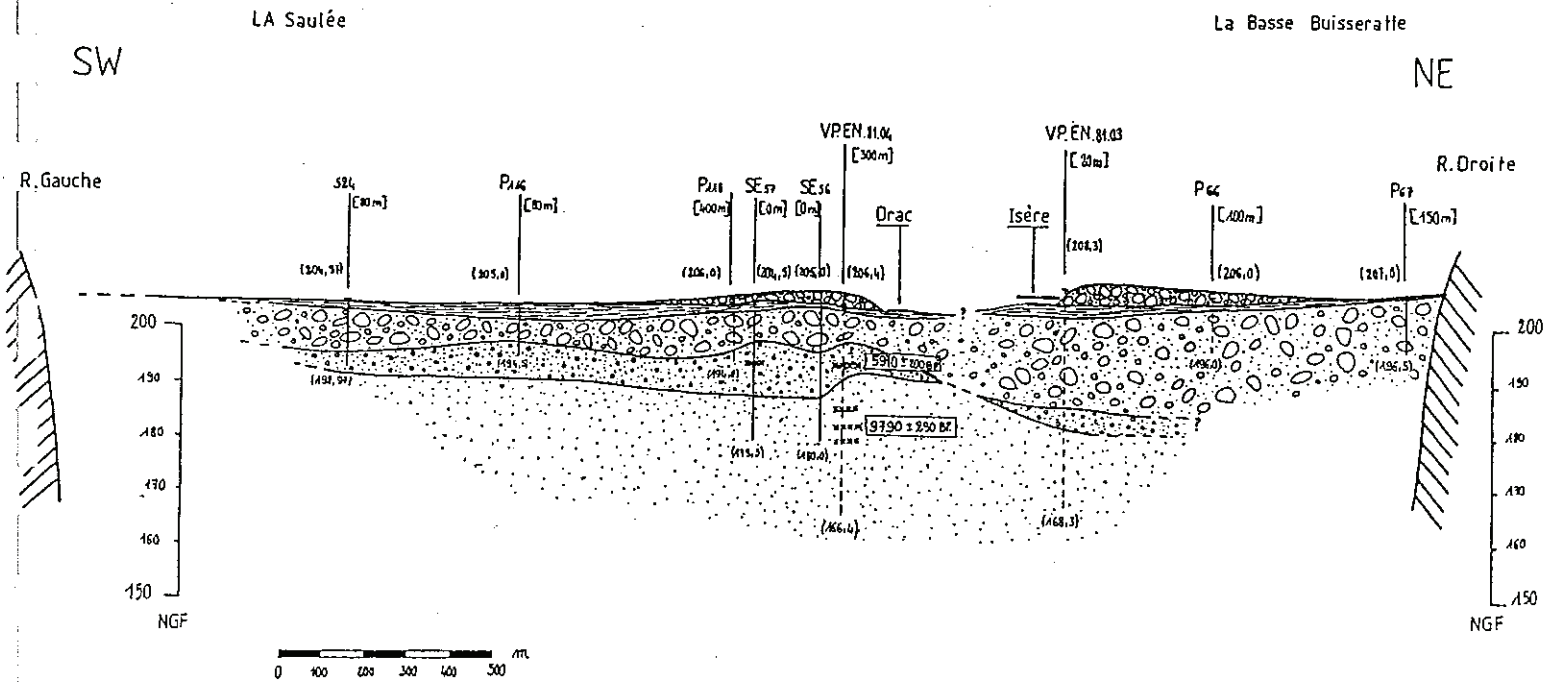
ALLUVIONS SABLO-GRAVELEUSES (type deltaïque)

SABLONS (type lacustre)

SILTS ARGILEUX (type lacustre)

ARGILES COMPACTES (type lacustre)

BOIS (racines, troncs, écorces)

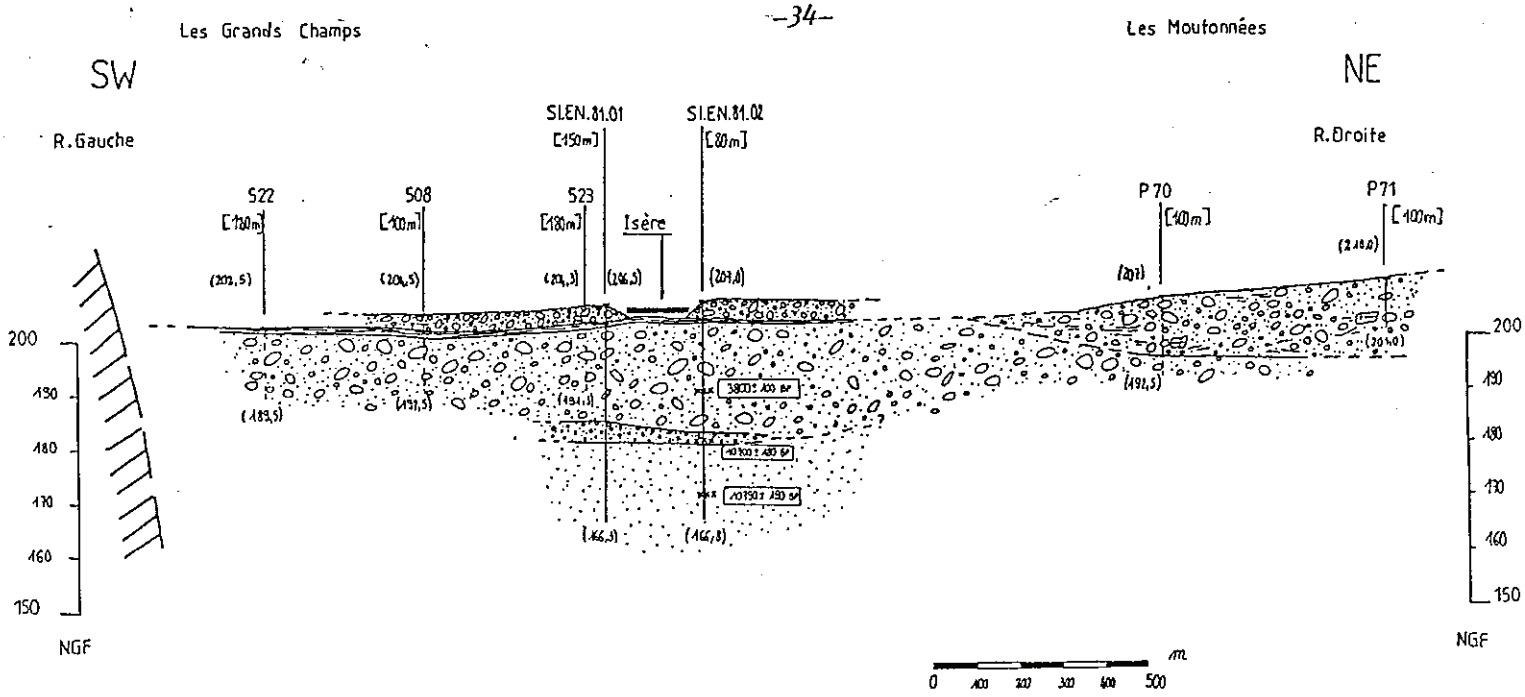



COUPE N° 1. FIG.24

Confluent Drac-Isère

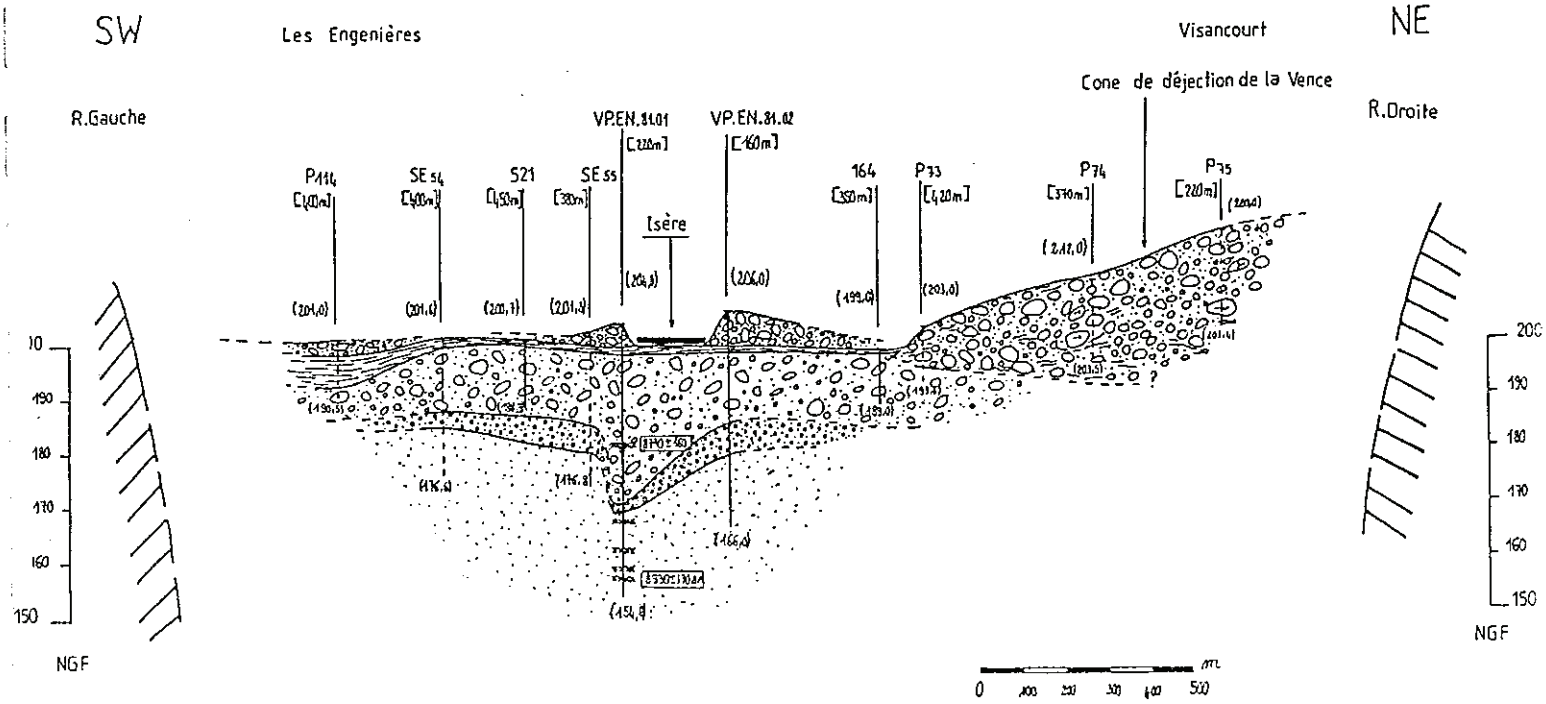
_____ sondage situé à l'aval de la coupe
- - - - - sondage situé à l'amont

[ ] distance du sondage à la coupe (en m.)
( ) cotes au sommet et au bas du sondage




COUPE N° 2 _ FIG. 24

Sassenage - St Egrève




COUPE N° 3 - FIG. 24

Sassenage - St Egrève

Le Méney

Les Bornais

W.SW

E.ne

BARRAGE USINE DE ST. ÉGRÈVE-NOYAREY ( terrassements )

Dérivation provisoire de l'Isère

R.Gauche

R.Droite

NGF

200

150

50m

20

m

1000

500

0

COUPE Nº 4 - FIG.24

Barrage de St. Egrève-Noyarey

Mont Roux

La Rochette

WSW

ENE

R. Gauche

R.Droite

505

504

Isère

172

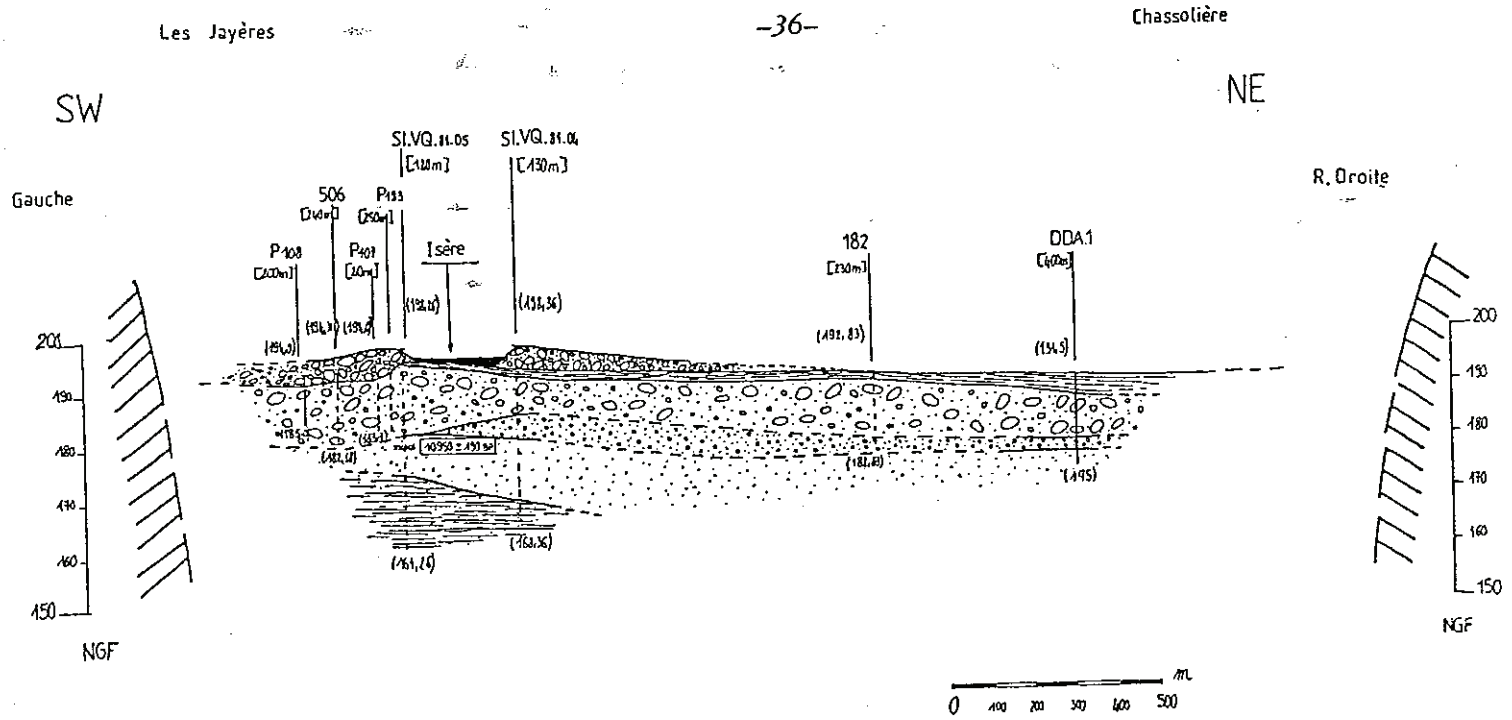
NGF

0

500

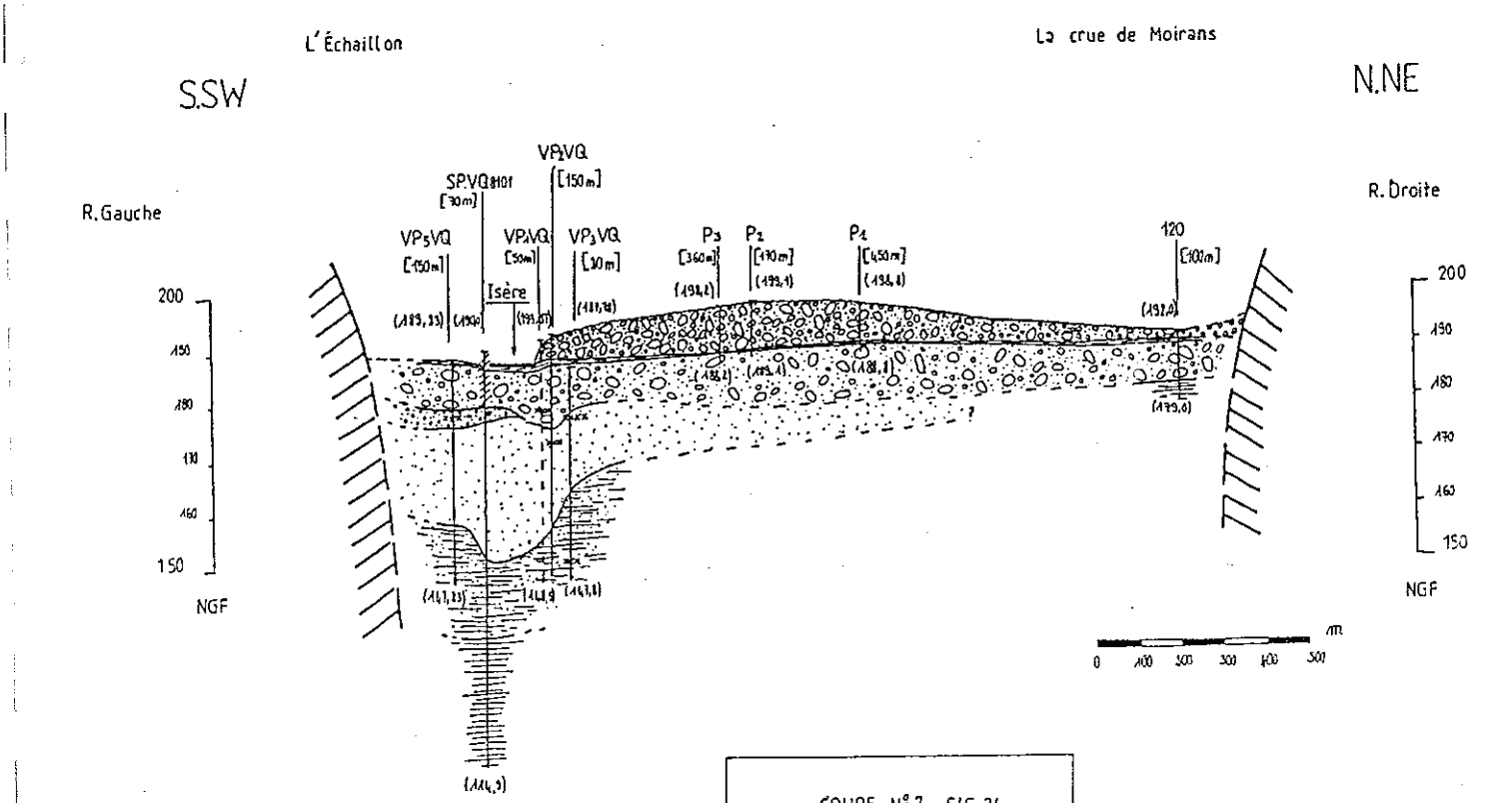
COUPE Nº 5 - FIG.24

Noyarey - Fontanil




COUPE N°6 - FIG.24

Veurey-Voroize_Le Chevalon




COUPE N°7 - FIG.24

Barrage de Voreppe-S'Quentin

post-würmien, est directement en contact avec le substratum rocheux Secondaire de part et d'autre de la cluse, ne laissant apparaître aucun témoin des dépôts antérieurs à la glaciation würmienne. Néanmoins, une campagne géophysique, réalisée à Voreppe, a mis en évidence par prospection sismique, le substratum rocheux à -400 m de profondeur, cette valeur étant comparable à celles obtenues dans le Grésivaudan. Aucun sondage dans la cluse n'ayant, jusqu'à présent traversé une épaisseur supérieure à 100 m, il n'est pas impossible que le fond de l'auge glaciaire soit "tapissé" par des formations grossières telles que les moraines rissiennes, puis plus fines telles que les dépôts lacustres puis fluviatiles de l'interglaciaire Riss-Würm, et enfin les moraines würmiennes à la base du remplissage post-würmien.

Nous détaillerons donc, par la suite, la tranche superficielle du remplissage alluvial, connue par sondages, et observée, en partie, directement dans le lit de l'Isère à la suite des travaux de terrassements réalisés pour le barrage-usine EDF de St Egrève-Noyarey.

### .2.3.1.LITHOSTRATIGRAPHIE

#### .2.3.1.1.Formations du remplissage alluvial post-würmien

D'après les descriptions données dans les relevés des sondages EDF, réalisés dans la cluse de l'Isère en vue de la construction de deux barrages au fil de l'eau, et ESRF (ANN.3) pour la construction du synchrotron de Grenoble, nous observons de bas en haut les formations suivantes:

- argiles plus ou moins compactes
- silts argileux
- sables fins
- alluvions sablo-graveleuses
- alluvions grossières
- limons superficiels

(cf. le sondage SPEN 8101b en annexe)

(voir FIG.22 et 23 (ESRF), FIG.24 coupes N°1 à 7 (EDF) )

##### .a.LES ARGILES COMPACTES

Des sondages EDF profonds (notamment à St Egrève et à Voreppe) ont atteint, à la cote moyenne de 120 NGF, des argiles compactes, finement litées, pratiquement imperméables, comparables du point de vue minéralogique et sédimentologique aux argiles d'Eybens. Ce sont donc des sédiments lacustres postérieurs aux dernières moraines würmiennes. Leur épaisseur est donc encore inconnue.

##### .b.LES SILTS ARGILEUX

Surmontant les argiles compactes, viennent ensuite des silts argileux lités traduisant également un remplissage en milieu lacustre. Les passées sableuses intercalées (voir FIG.22,23 (ESRF)) correspondent

## LOCALISATION DES COUPES REALISEES DANS L'ENCEINTE

FIG.24 bis

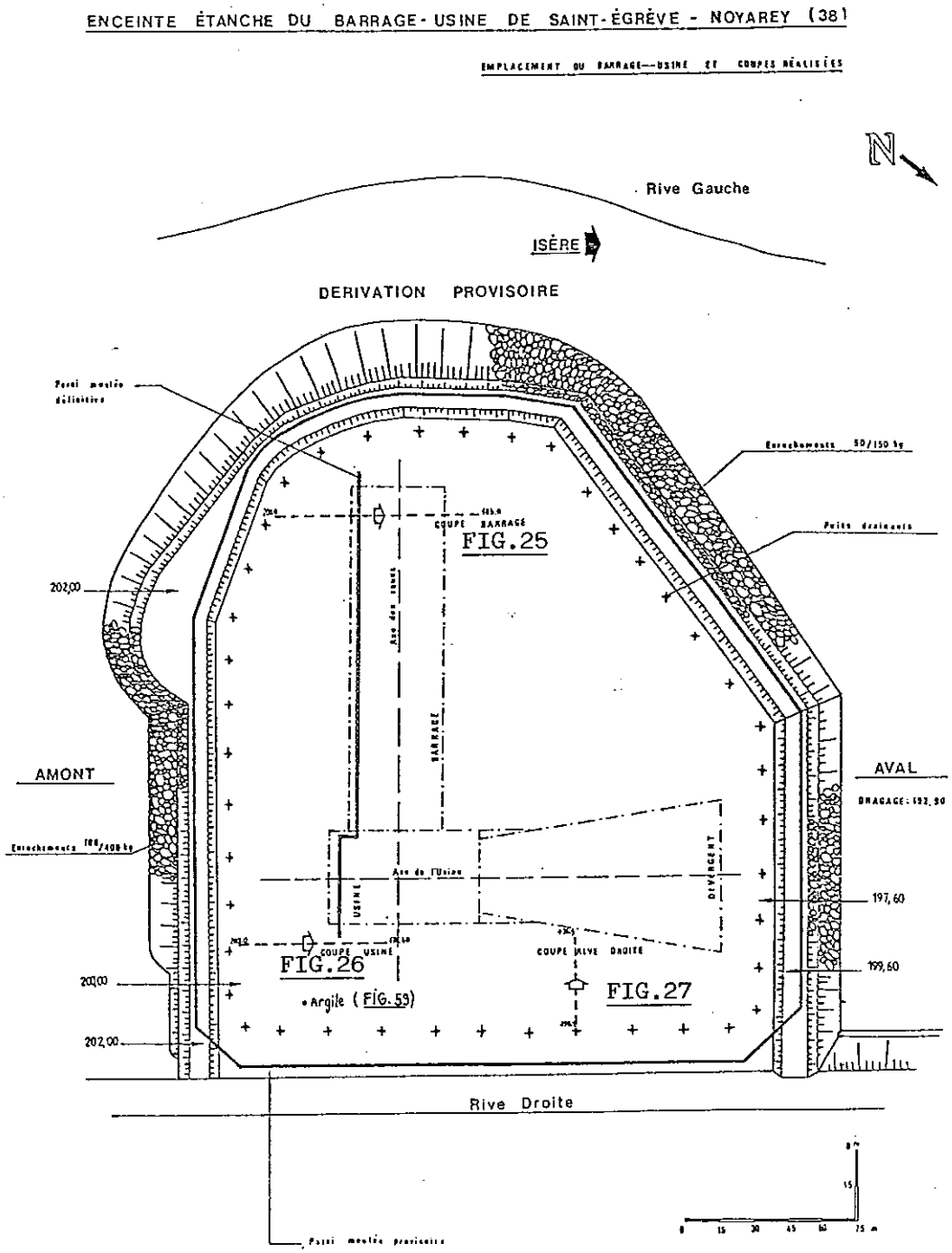


FIG.25: Coupe verticale de la sédimentation alluviale de l'Isère
(profil du barrage de l'amont vers l'aval)

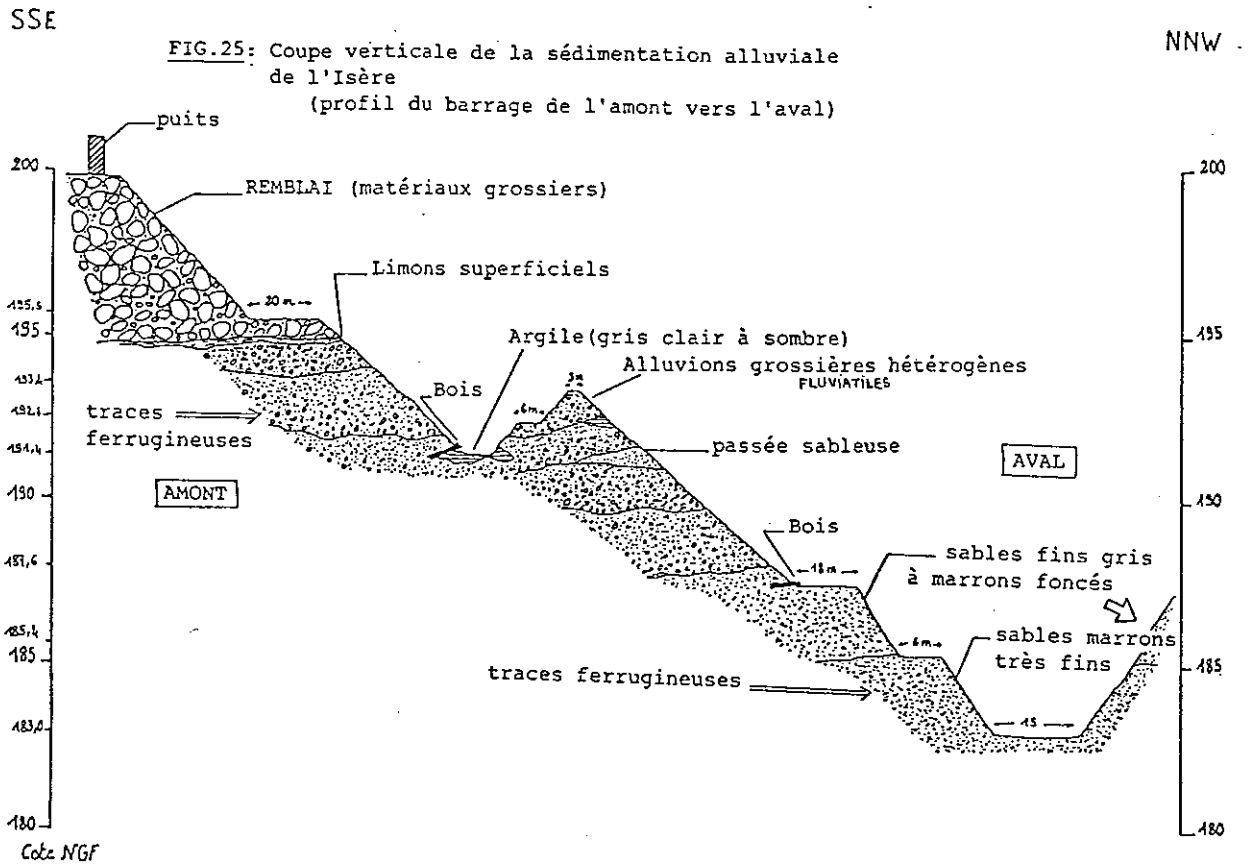
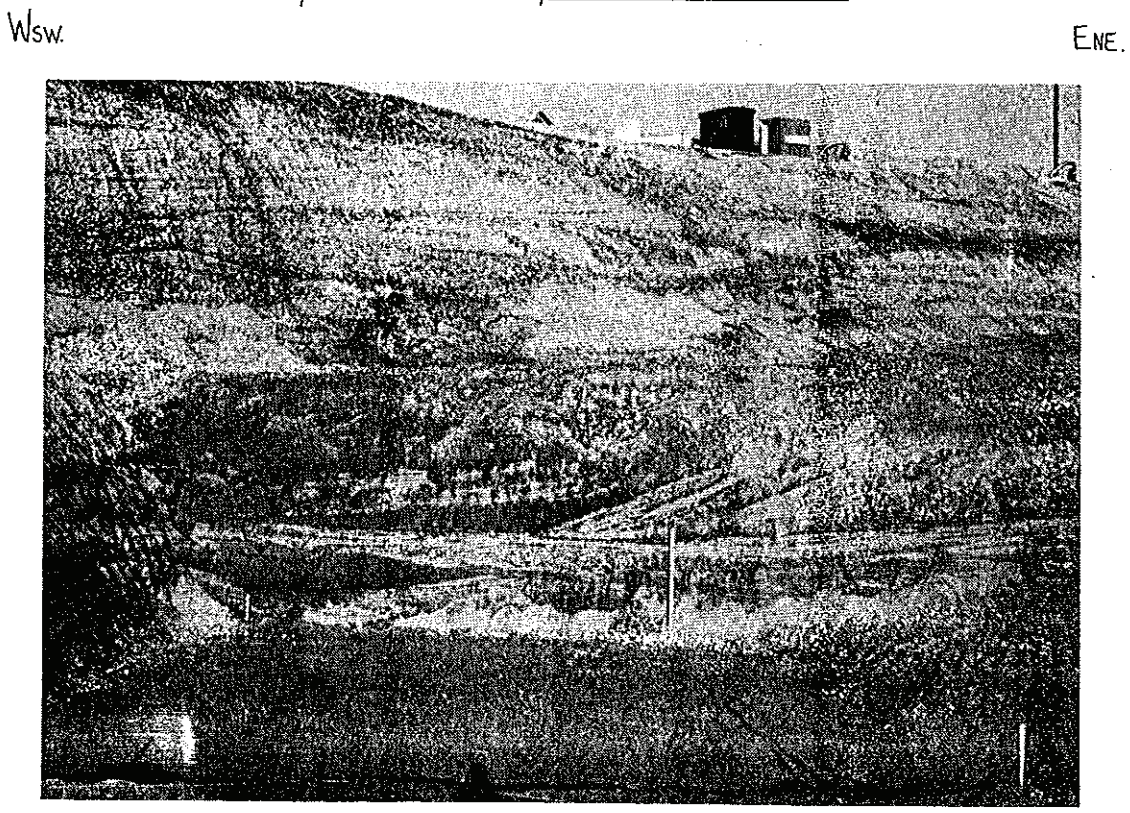



Photo prise au niveau du puits d'exhaure du BARRAGE (⇨ sur FIG.25)



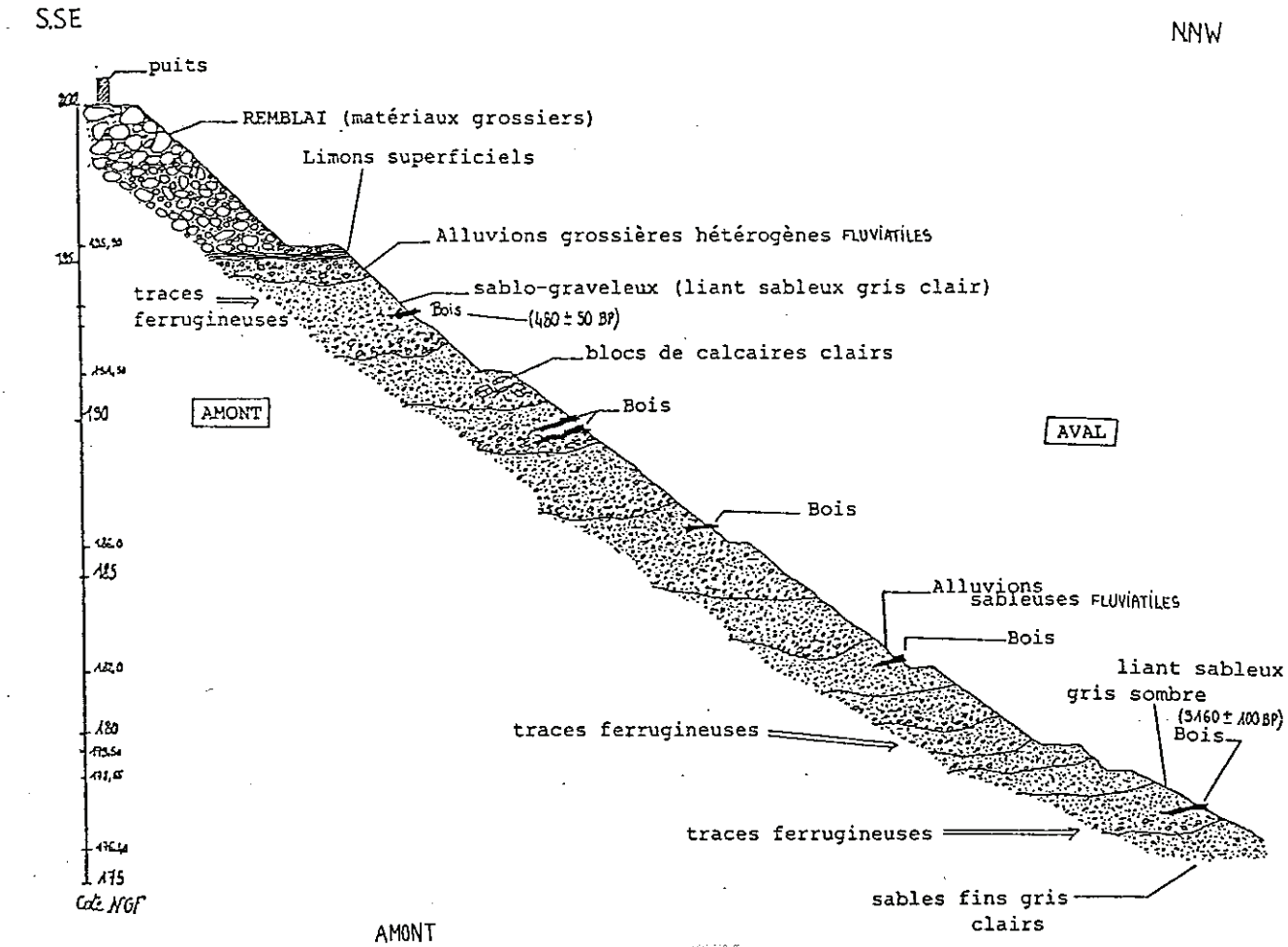



FIG.26: Coupe verticale de la sédimentation alluviale de l'Isère (profil de l'usine d'amont vers l'aval).Ouvrage EDF St Egrève.

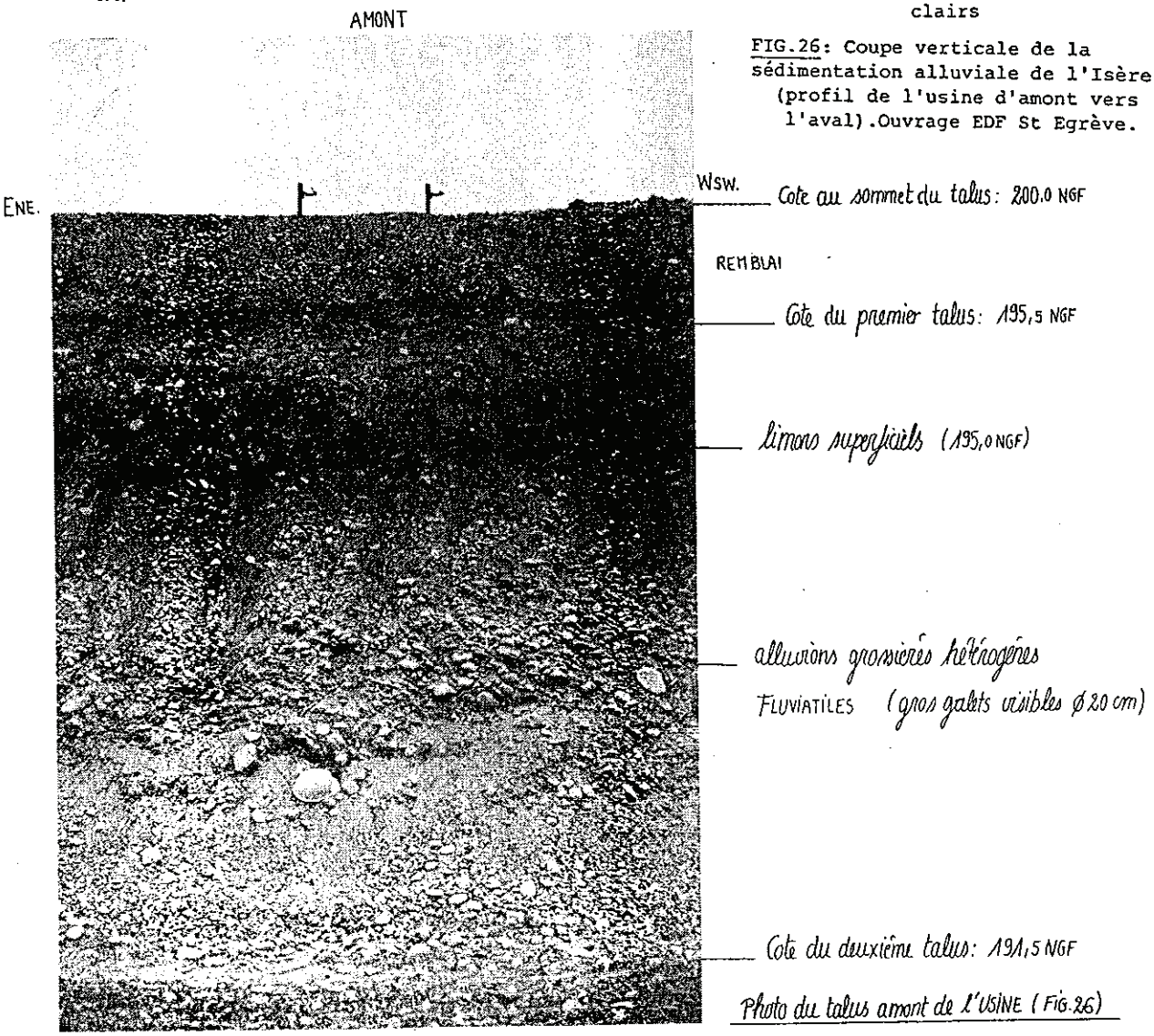



Photo du talus amont de l'USINE (FIG.26)

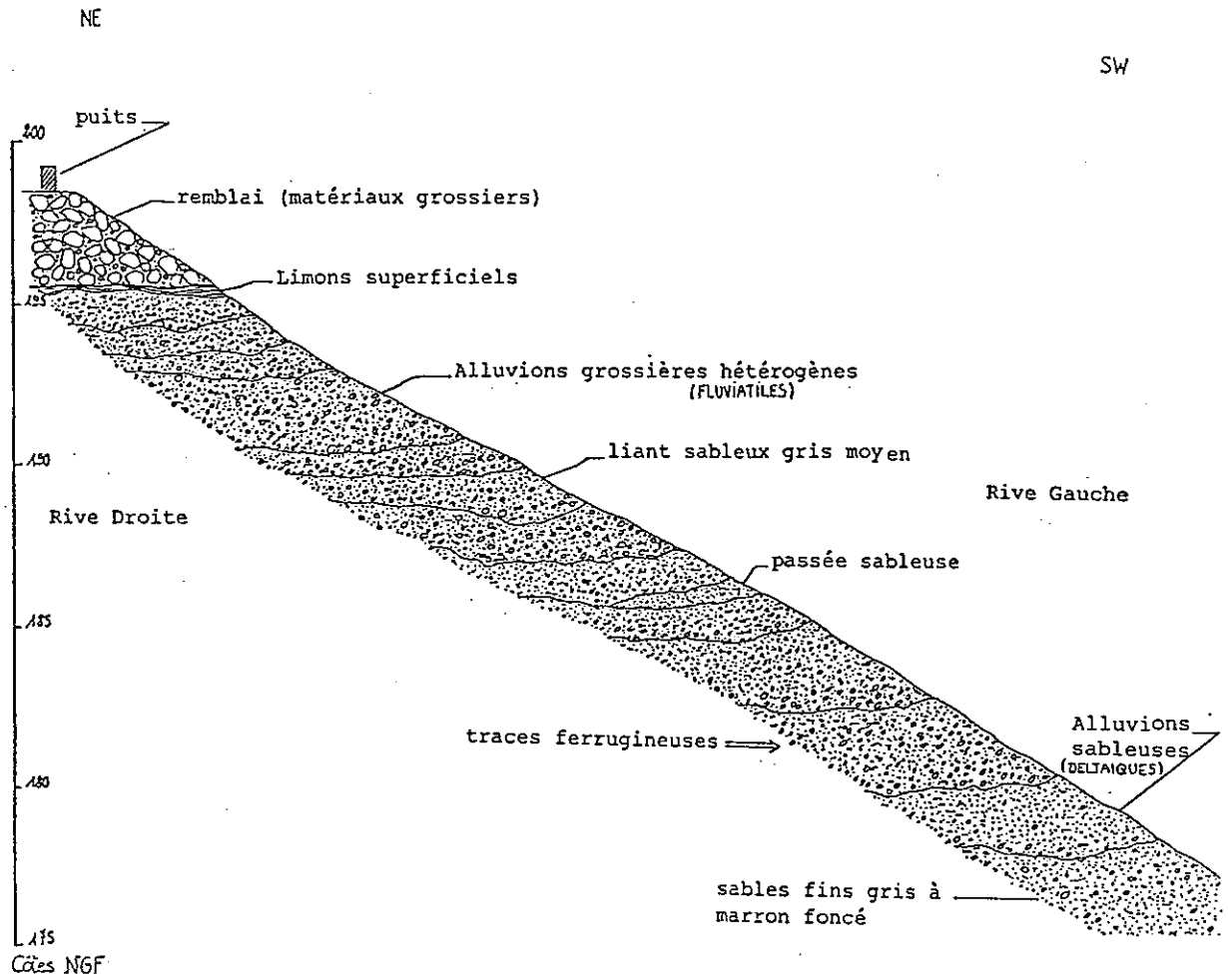
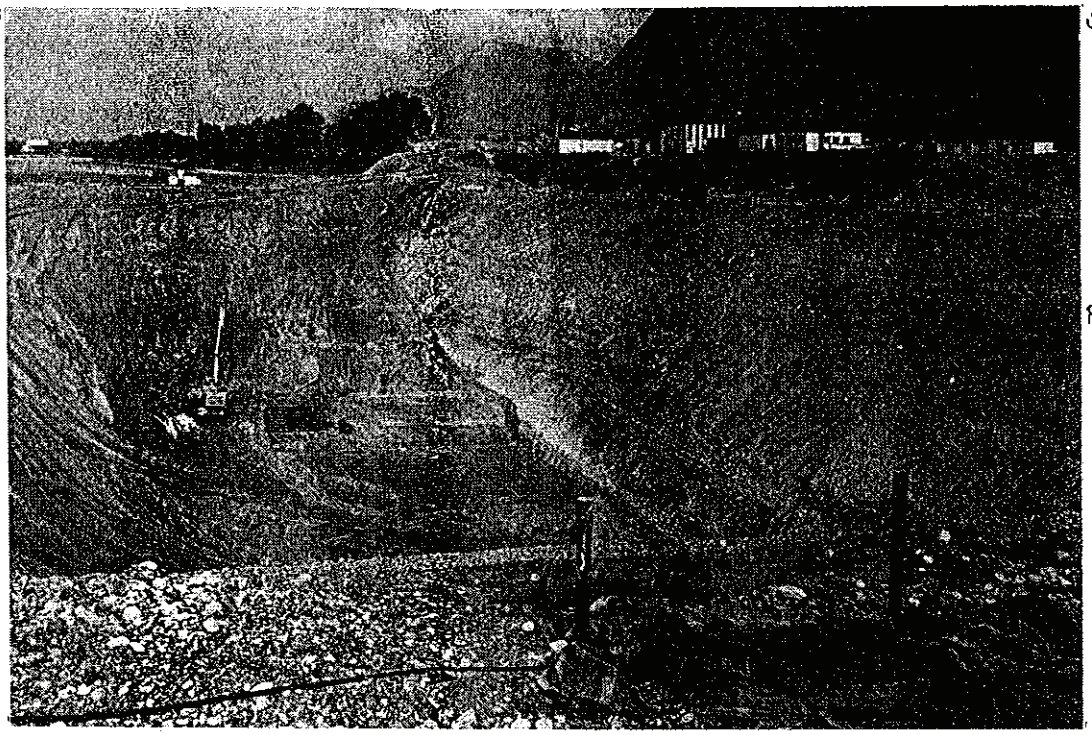
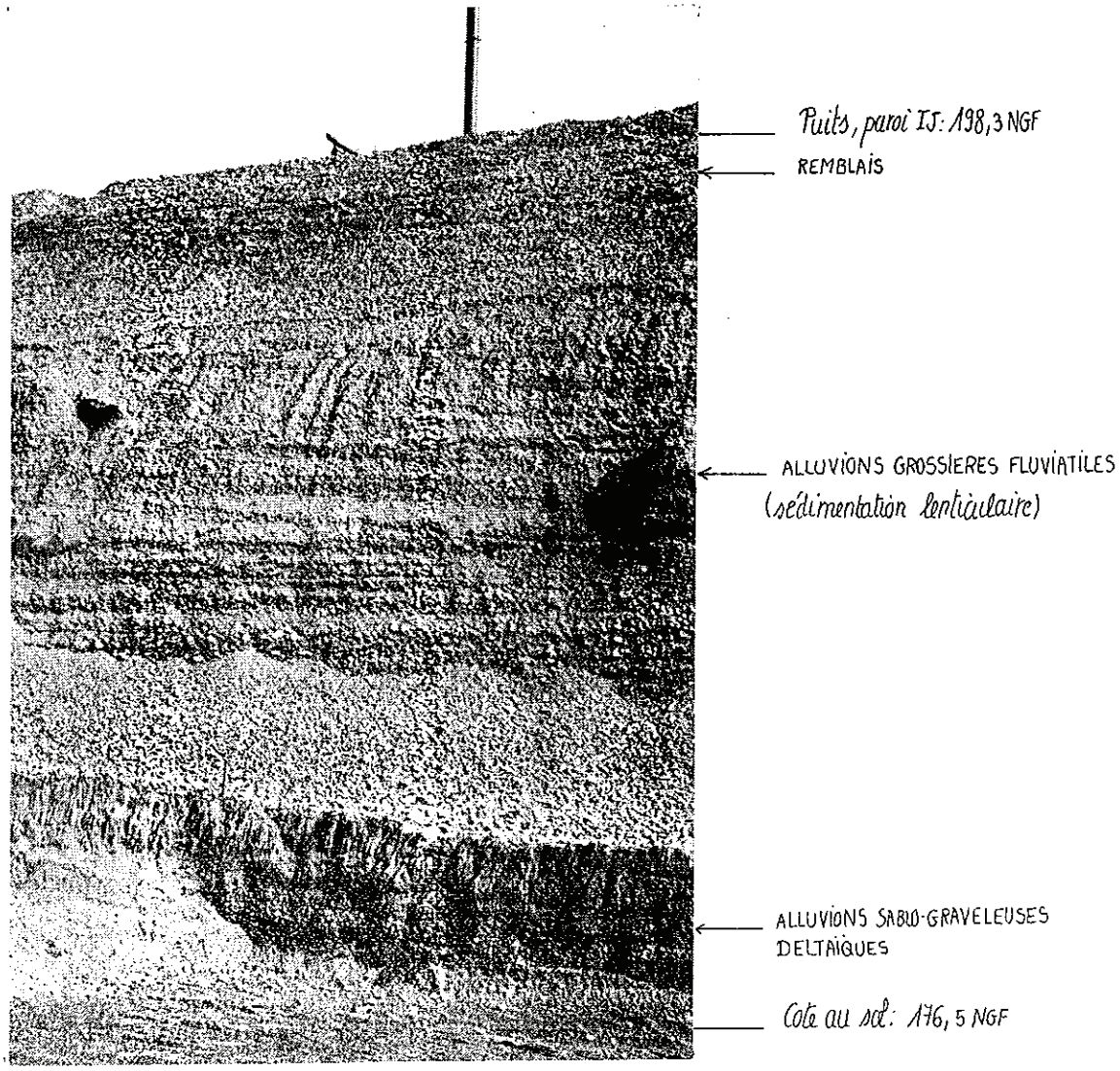



FIG.27: Coupe verticale de la sédimentation alluviale de l'Isère
(profil de l'usine de la Rive droite à la Rive gauche)

(22/10/87)




Enceinte du barrage-usine de St Egrève-Noyarey (Terrassement de l'USINE, rive droite)
(piézomètres AMONT A2 et B2, visibles au premier plan)




Détail du talus RD de l'USINE (voir FIG.27)

certainement à des crues importantes des courants d'eau qui se jetaient dans le lac post-würmien (ESRF,BRGM,1987). Leur épaisseur peut varier de 10 à 30 m en moyenne. La cote du toit des silts a été mesurée à 140 NGF à St Egrève et à 170 NGF à Voreppe.

.c.LES SABLES FINS

Ces sables fins à moyens, gris noirâtre uniforme, légèrement argileux, marquant la fin de la sédimentation de fond de lac. Ils sont en tous points comparables aux sablons du Grésivaudan. Leur épaisseur est comprise entre 20 et 30 m (la cote du toit des sables étant mesurée entre 170 et 185 NGF). Ils peuvent contenir des fragments de bois. (voir Chapitre III)

.d.LES ALLUVIONS SABLO-GRAVELEUSES

Marquant la fin de la sédimentation lacustre, ces alluvions constituées de graviers dans un liant de sable fin à moyen noirâtre, sont de type deltaïque (litages obliques visibles). Elles jouent d'ailleurs en grande partie le rôle de drain pour la nappe de l'Isère actuelle. Leur épaisseur est variable (5 à 10 m), ces alluvions deltaïques pouvant être inexistantes en rive droite, comme à Voreppe. (FIG.24, coupe 7)

.e.LES ALLUVIONS GROSSIERES

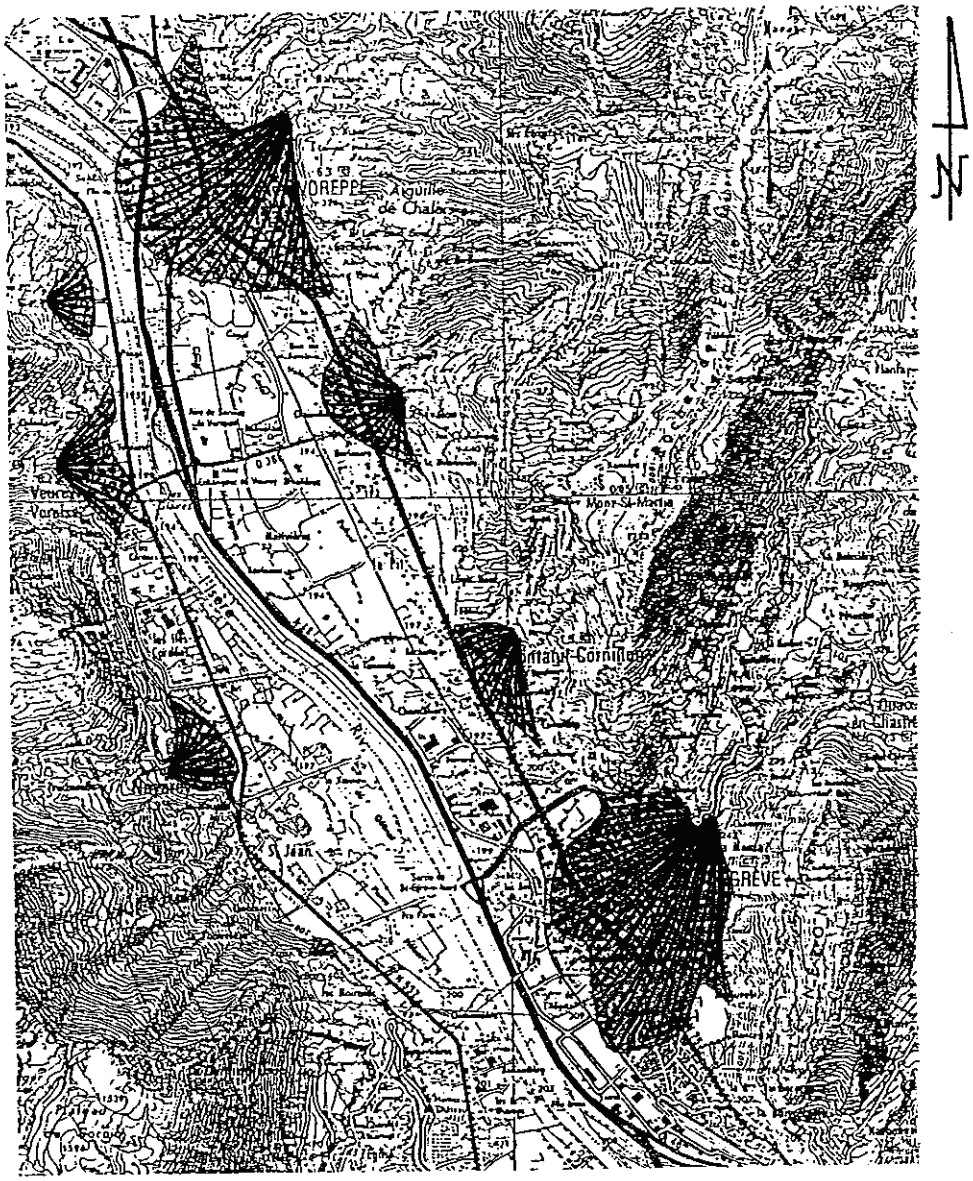
Surmontant les alluvions sablo-graveleuses deltaïques ou les sables lacustres, ces alluvions montrent une forte hétérogénéité. En effet, elles sont constituées de galets, graviers et sables; le pourcentage d'éléments inférieurs à 2 mm, mesuré par EDF (1985) étant de

- 30 % à St Egrève
- 25 à 40 % à Voreppe

Sur les coupes, relevées lors des terrassements du barrage-usine de St Egrève, et les photos jointes (1987), on observe des petites passées sableuses gris clair ainsi que des lentilles argileuses grises. (voir Chapitre III)

(FIG.25,26 et 27)

On remarque également une sédimentation en lentilles allongées, légèrement entrecroisées, quelques traces ferrugineuses marquant les limites de ces dernières, et des ravinements à la base. Les bois sont généralement présents à tous les niveaux dans cette formation relativement récente; ils auraient été entraînés lors de crues du Drac (apports très grossiers) et de l'Isère (apports plus fins). Il s'agit donc là d'une sédimentation fluviatile post-lacustre. L'épaisseur est variable (10 à 30 m en moyennne).




Plaine d'épandage de l'Isère

Cônes de déjections des affluents de l'Isère

FIG.28: Les cônes de déjection le long de la Cluse de l'Isère (document EDF, Chambéry "Dossier archéologie", 1987)

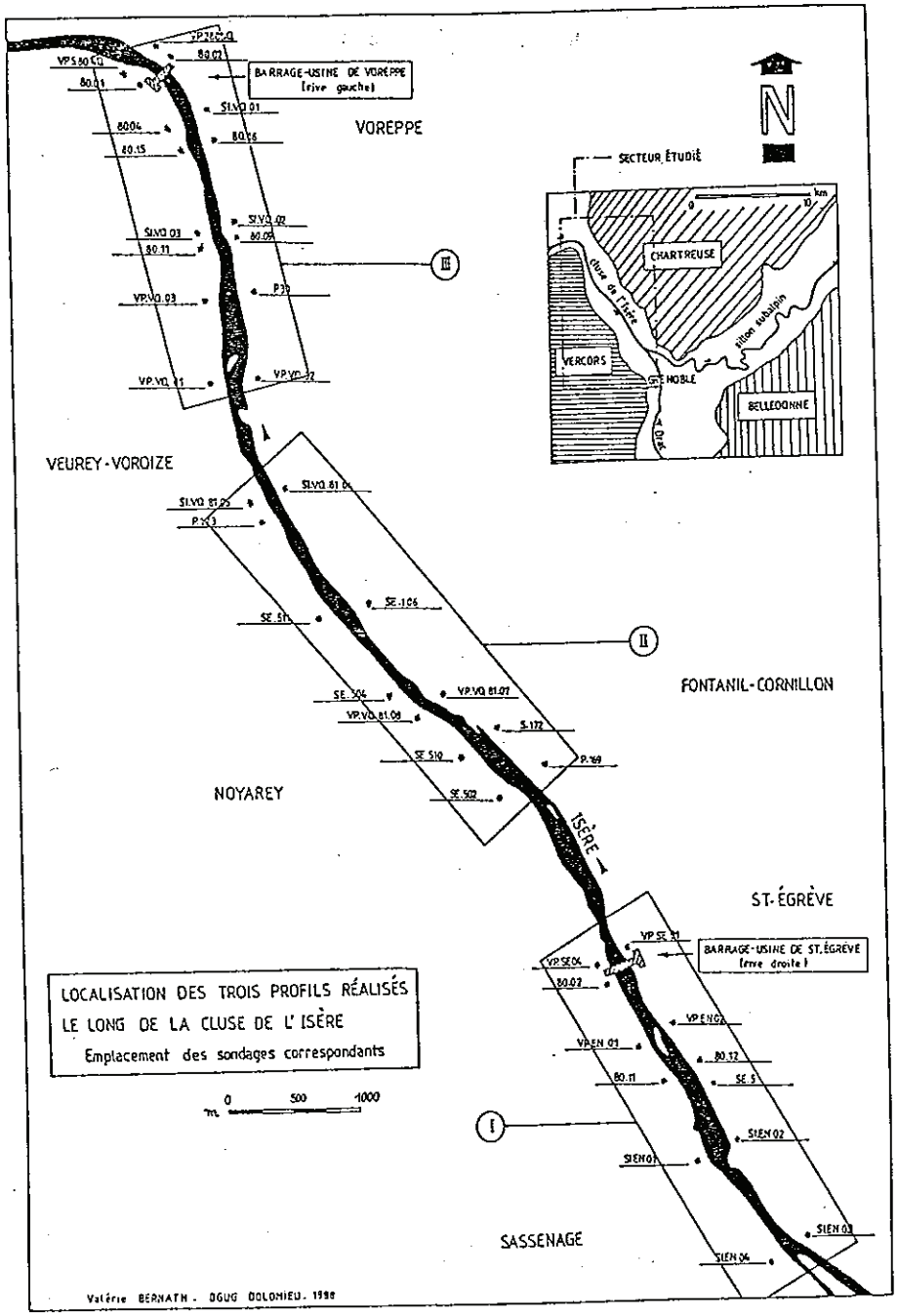
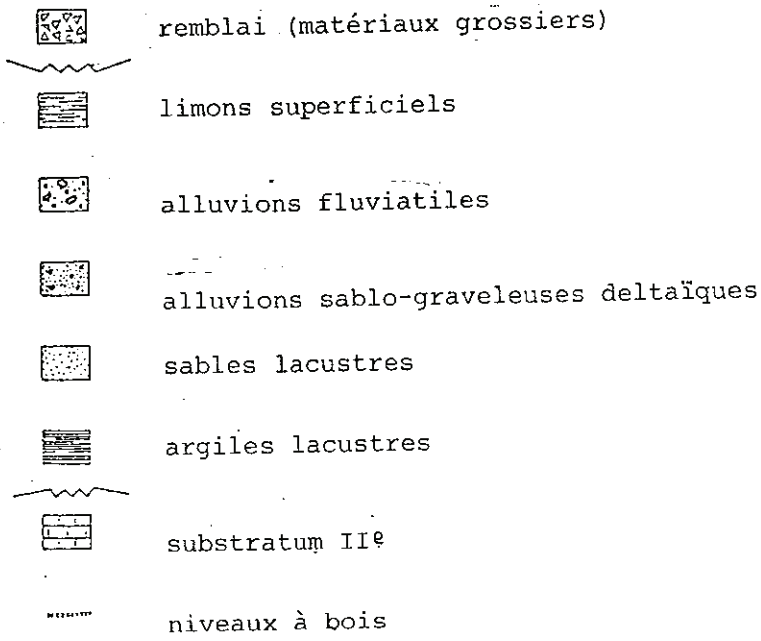



FIG.29




Légende des trois profils réalisés le long de la Cluse

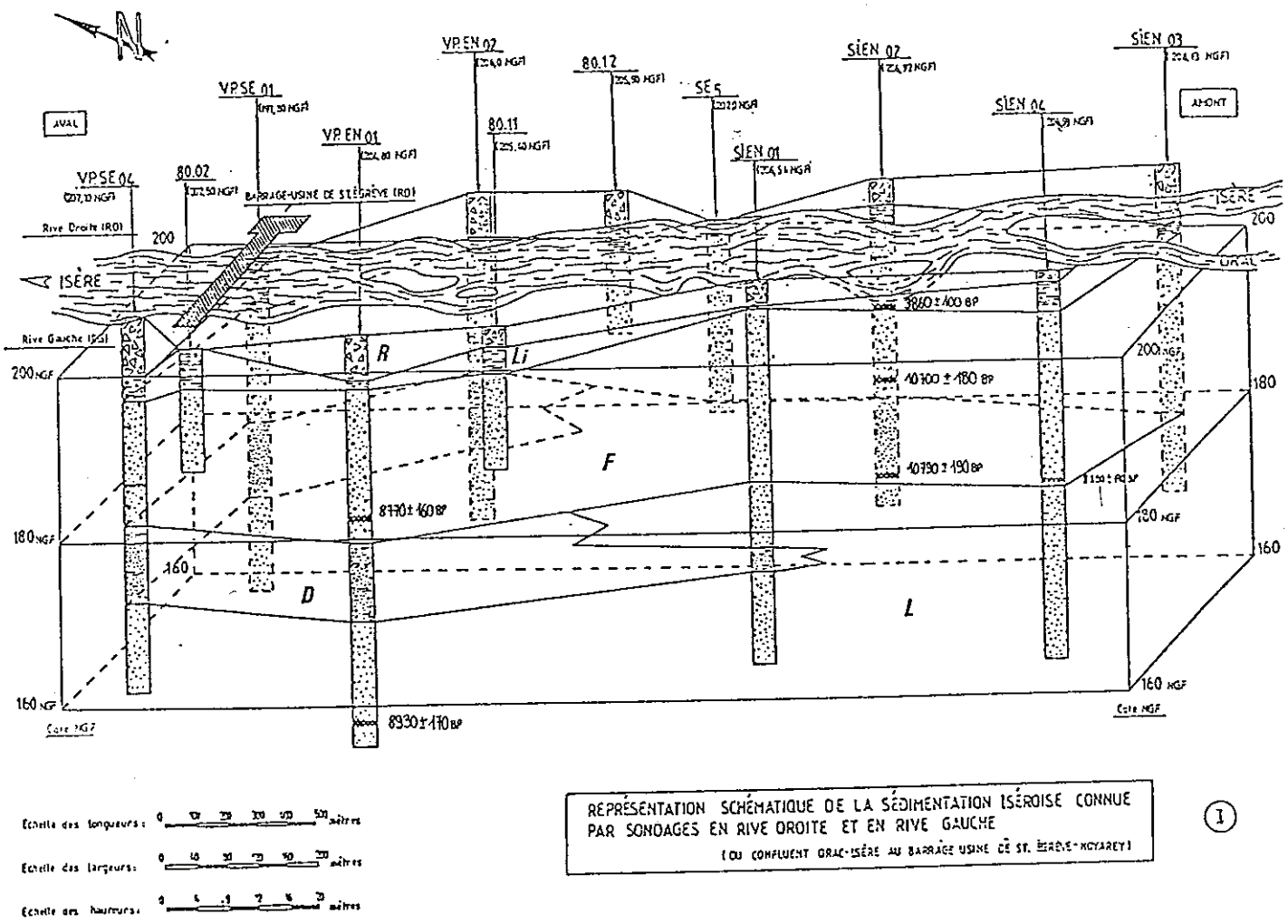



FIG.29 : profils I,II,III

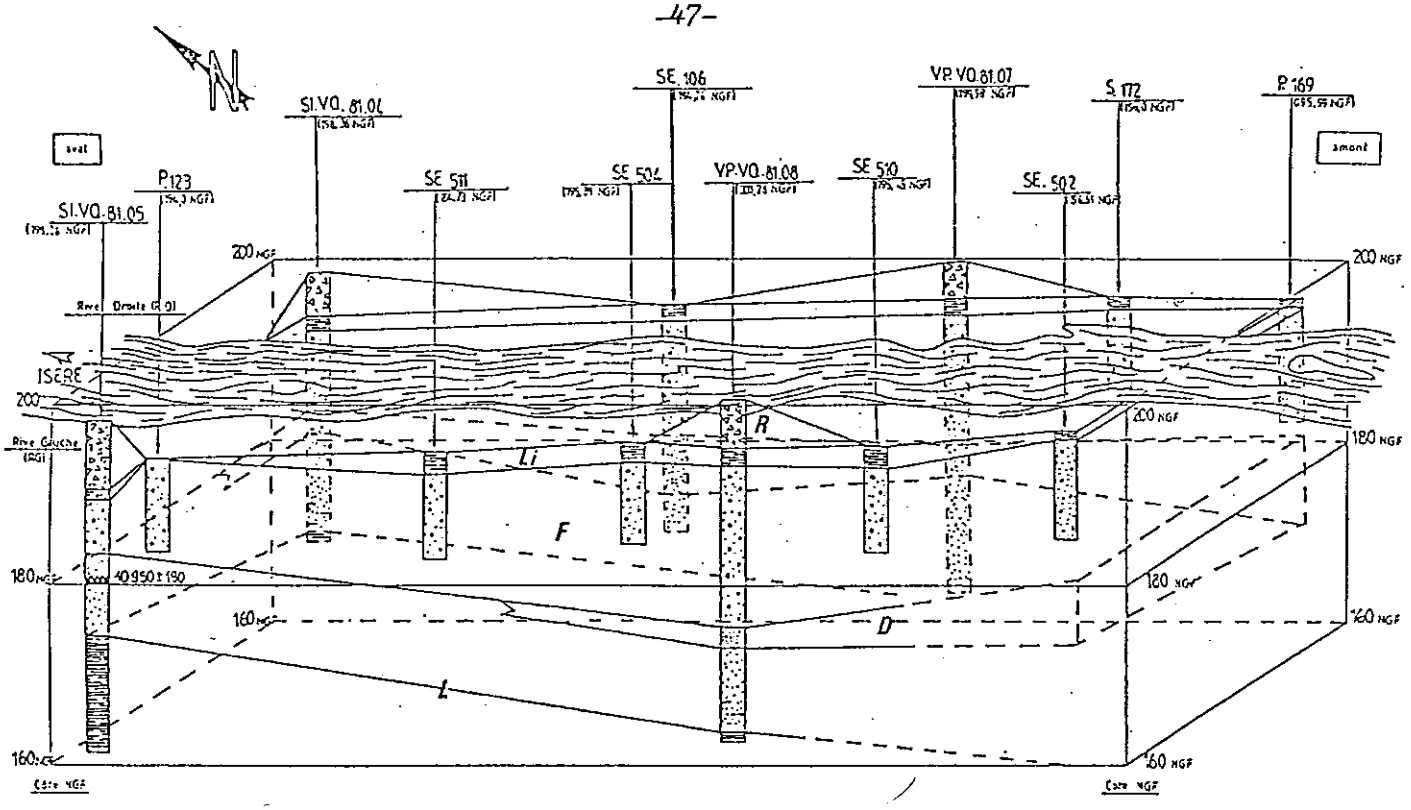
*R* remblai

*Li* Limons superficiels

*F* Dépôts fluviatiles

*D* Dépôts deltaïques

*L* Dépôts lacustres




Echelle des longueurs : 0 100 200 300 400 500 mètres

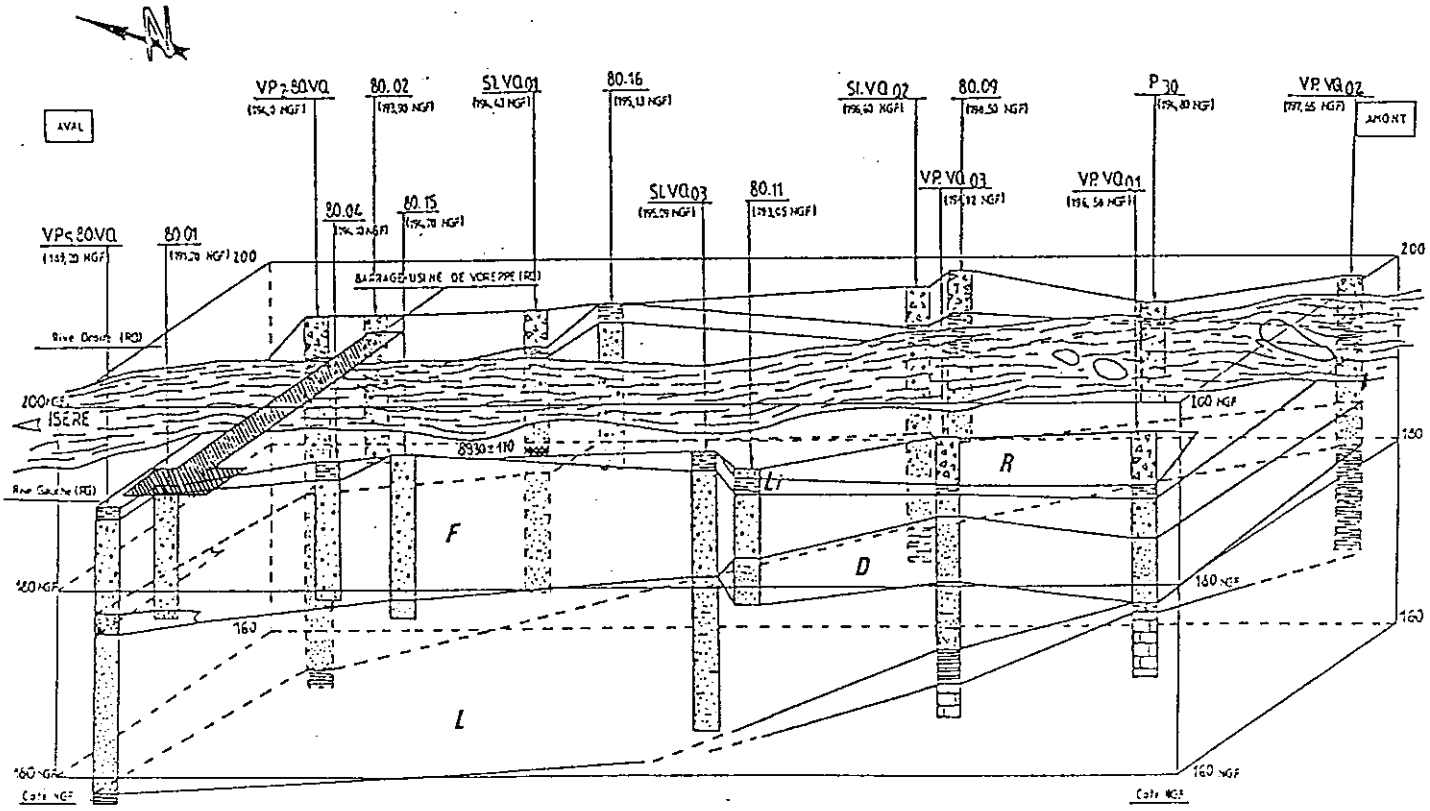
Echelle des largeurs : 0 40 80 120 160 200 mètres

Echelle des hauteurs : 0 4 8 12 16 20 mètres

REPRÉSENTATION SCHÉMATIQUE DE LA SÉDIMENTATION ISÉROISE CONNUE PAR SONDAGES EN RIVE DROITE ET EN RIVE GAUCHE

( DU FONTANIL-CORNILLON A VEUREY-VOROIZE )

(II)




Echelle des longueurs : 0 100 200 300 400 500 mètres

Echelle des largeurs : 0 40 80 120 160 200 mètres

Echelle des hauteurs : 0 4 8 12 16 20 mètres

REPRÉSENTATION SCHÉMATIQUE DE LA SÉDIMENTATION ISÉROISE CONNUE PAR SONDAGES EN RIVE DROITE ET EN RIVE GAUCHE

( DE VEUREY-VOROIZE AU SEC-DE L'ÉCHALLON )

(III)

.f.LES LIMONS SUPERFICIELS

Sur les alluvions grossières, on rencontre généralement des limons brun noirâtre, peu épais (0 à 5 m), identiques à ceux rencontrés dans le reste de la vallée. Ce sont des dépôts des crues des cours d'eau actuels.
(voir FIG.25,26 et 27)

.2.3.1.2. Formations récentes

LES CONES DE DEJECTIONS

Les différents affluents de l'Isère, qui descendent du Vercors ou de la Chartreuse, ont édifié des cônes de déjections à leur débouché dans la vallée. Ces cônes sont actuellement stabilisés et portent souvent les traces d'une érosion récente qui les réentaille.

En rive droite, ce sont les cônes de la Roize et du Chevalon à Voreppe - bien marqués dans la morphologie et qui ont été construits par un torrent qui n'a pratiquement plus d'activité à l'heure actuelle -, du Fontanil et de la Vence à St Egrève (le plus grand).

En rive gauche, les cônes sont plus petits et plus pentés: Furon à Sassenage, Noyarey, Veurey et Petit Port, en amont du Bec de l'Echaillon.

Tous ces cônes de déjections présentent des caractéristiques différentes (pentes ou dimensions), mais s'imbriquent au sein des formations du remplissage alluvial.
(voir FIG.28)

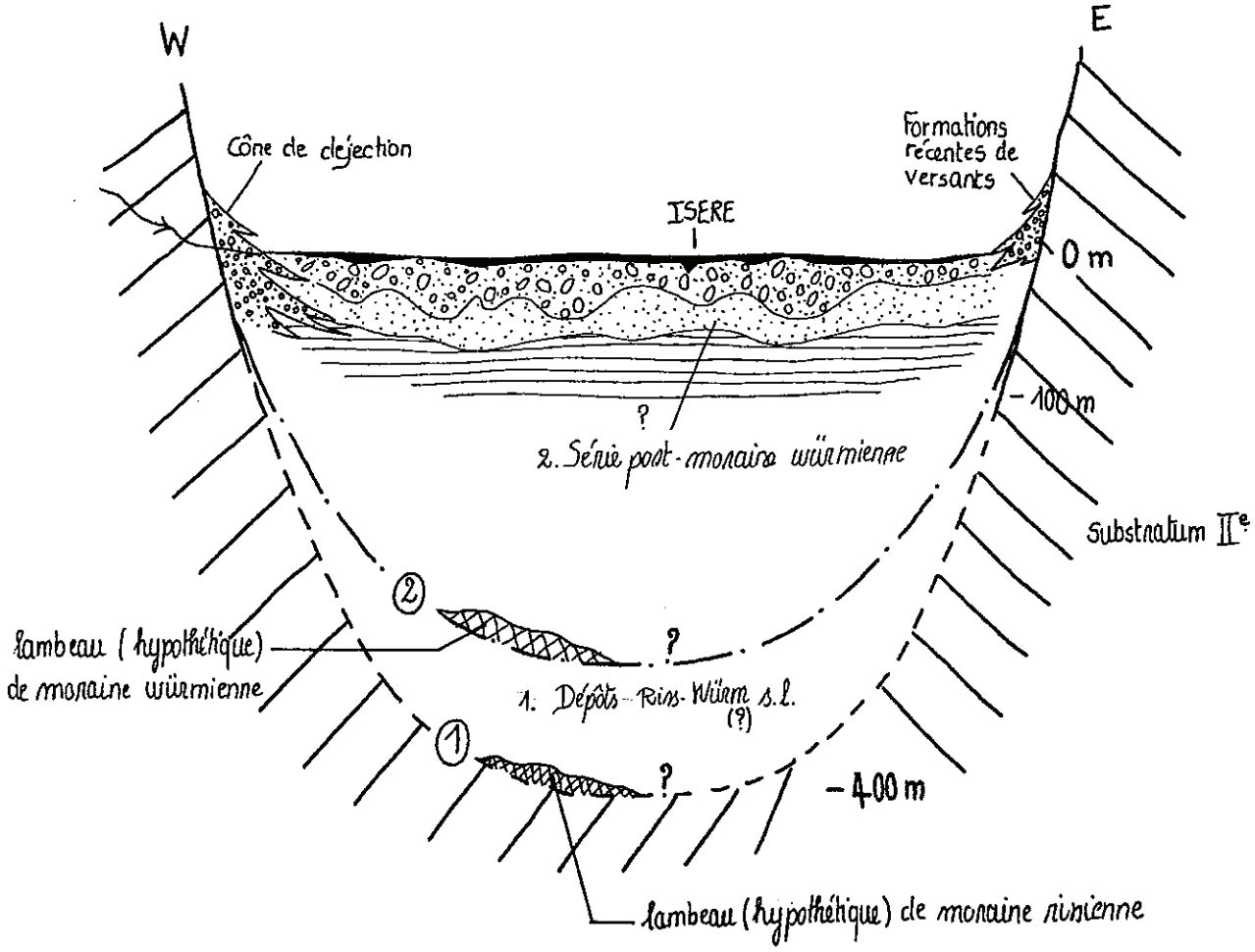
NB: Les dépôts laissés par les glaciers ne jouent pratiquement aucun rôle dans la cluse de l'Isère, où ils sont soit enfouis sous les différents termes du remplissage alluvial, soit plaqués sur les versants, à la différence de la plaine de Moirans où ces dépôts glaciaires forment des arcs morainiques et des chenaux. (FOURNEAUX,1976)

.2.3.2.ANALYSE DES DONNEES

Après avoir décrit, de bas en haut, les diverses formations constituant le remplissage alluvial post-würmien de la cluse, intéressons nous à l'agencement de cette sédimentation.

Les trois profils réalisés le long de la cluse, à partir des sondages EDF (FIG.29, profils I,II et III) nous donnent une assez bonne idée du mode de dépôt.

FIG.30: STRATIGRAPHIE SOMMAIRE DE LA CLUSE DE L'ISERE




① auge de surcreusement rissienne

② auge de surcreusement würmienne

Les formations précédentes sont présentes dans toute la cluse, seules leurs épaisseurs restent variables. Les silts et formations argileuses lacustres sont décelables une vingtaine de mètres sous le niveau actuel de l'Isère dans la région de Veurey, ceci étant certainement dû à une remontée locale du substrat ou une avancée du versant. (Formations II$^{e}$ calcaires visibles sur le profil III).
Ailleurs, ils n'ont pas été atteints par les sondages mécaniques, dont le plus profond mesure 50 m. (la cote du toit serait donc située en moyenne à une valeur inférieure à 160 NGF).

Les sablons ont une épaisseur importante à l'amont (plus de 30 m au niveau du confluent Drac-Isère, profil I) qui tend à diminuer progressivement vers l'aval (environ 20 m à Voreppe): la cote du toit se situant aux alentours de 180 NGF. Il en est de même pour les alluvions fluviatiles grossières puisque leur épaisseur maximale (25 m) se situe à l'amont.

Ceci indique que les apports des affluents, situés en amont de la Cluse, tels le Drac et la Romanche, ont été plus grossiers et plus importants que ceux de l'Isère, et donc responsables de cet épaississement; l'influence tendant à diminuer, pour les alluvions fluviatiles, à l'aval de la confluence avec l'Isère.

Les formations deltaïques, assurant la transition entre les formations lacustres et fluviatiles, sont très irrégulières. La plus importante (de 5 à 10 m) est située au niveau du barrage de St Egrève (profils I et II); son influence, en tant que drain naturel pour la nappe de l'Isère, risque de se faire sentir et d'entraîner des déstabilisations dans les fondations des ouvrages avoisinant les installations de pompage du barrage. La petite formation deltaïque visible au niveau du barrage de Voreppe (profil III), ne devrait pas jouer un grand rôle.

Les limons superficiels, présents ou non, recouvrant les alluvions grossières fluviatiles, sont peu importants par rapport aux autres formations. Les dépôts hétérogènes surmontant les limons sont des remblaiements nécessaires à la construction des digues actuelles de l'Isère en rive gauche et en rive droite.

### .2.3.3.CONCLUSIONS

Du fait de l'orientation particulière de la Cluse par rapport à l'ensemble de la vallée de l'Isère, de sa faible largeur, et de ses versants relativement abrupts, on peut imaginer que les glaciers würmiens aient été canalisés plus facilement dans l'ancienne auge glaciaire rissienne, érodant ainsi, jusqu'au substratum, la majeure partie des dépôts post-rissiens.

(voir FIG.30)

Le lac post-würmien, occupant l'auge de surcreusement würmienne, a été comblé par des dépôts lacustres argileux témoignant d'une période calme, puis par des apports sableux et enfin sablo-graveleux deltaïques, provenant de l'amont . Le "tapis alluvial fluviatile" terminal se déposant de l'amont vers l'aval, montre une granulométrie décroissant progressivement à l'aval de la confluence Drac-Isère, l'Isère déposant des alluvions plus fines, donc de moindre épaisseur. Les cônes de déjection, mêlés aux limons superficiels sur les bordures, sont les formations les plus récentes visibles dans la cluse de l'Isère.

# CHAPITRE II

## BARRAGE-USINE DE ST EGREVE-NOYAREY

### .1.INTRODUCTION

### .2.OUVRAGES EDF

HISTORIQUE

LE BARRAGE DE ST EGREVE-NOYAREY

### .3.REALISATION DU BARRAGE DE ST EGREVE-NOYAREY

LA DERIVATION PROVISOIRE

LA PAROI MOULEE

LES PUITS DRAINANTS

L'INSTALLATION DE POMPAGE

LES TERRASSEMENTS

### .4.PROBLEMES RENCONTRES DURANT LE STAGE

INFLUENCE DU POMPAGE SUR L'EXTERIEUR

### .5.REPROFILAGE ET AMENAGEMENT DES BERGES

### .6.RECONNAISSANCES PAR SONDAGES

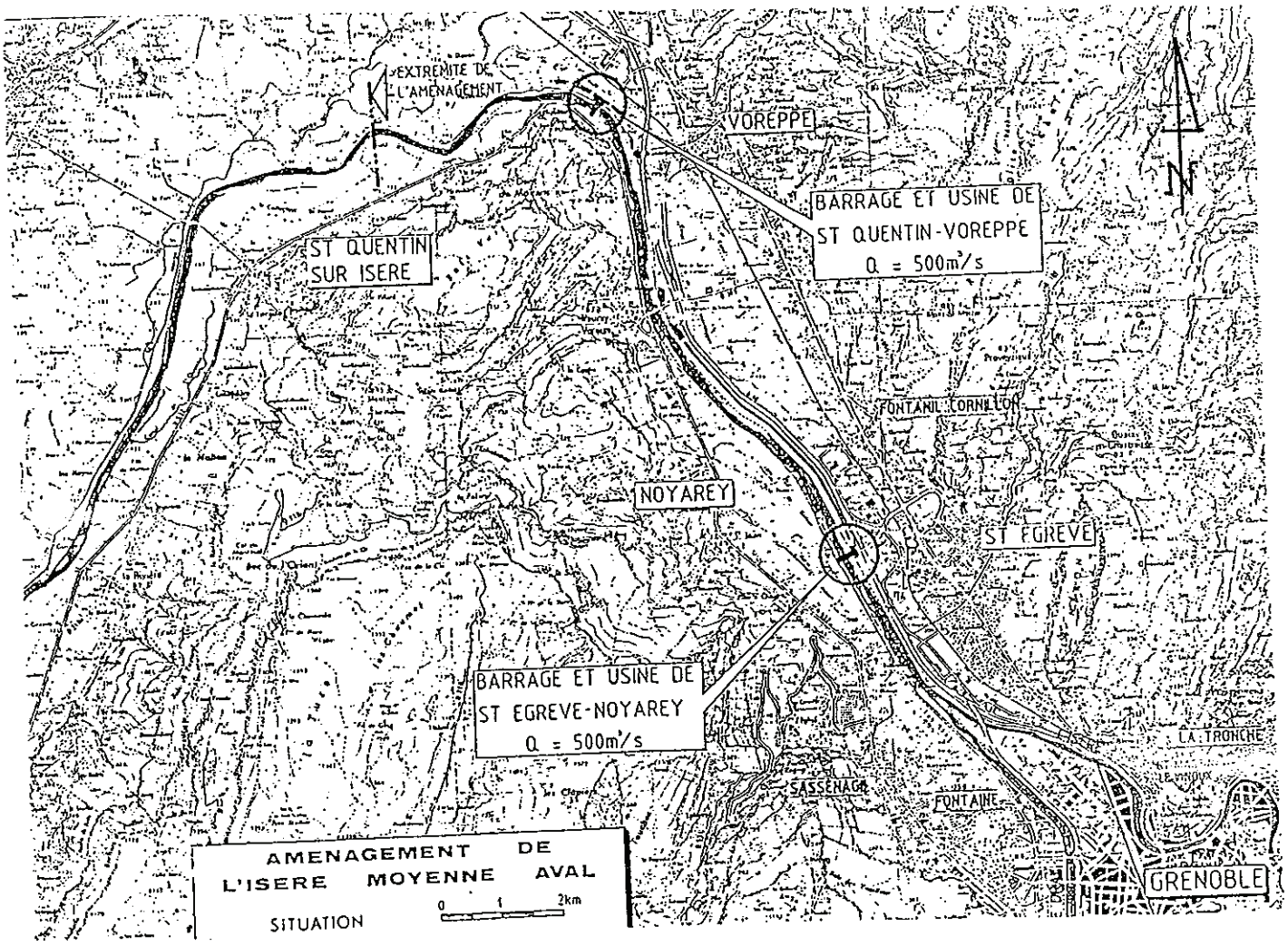



FIG.31: Situation des ouvrages EDF IMA
(document tiré de "PLANS GUIDES",EDF Chambéry, 1986)

## .1. INTRODUCTION

Afin d'améliorer nos connaissances sur la sédimentation de l'Isère, en faisant des observations, et des prélèvements directement dans le lit de la rivière, il m'a été permis de suivre un stage d'une durée de trois mois, entre septembre et novembre 1987, correspondant approximativement à la période des travaux de terrassements du barrage-usine de St Egrève-Noyarey.

## .2. LOCALISATION ET PRESENTATION DES OUVRAGES EDF

### .2.1. HISTORIQUE

En vue d'une amélioration de l'aménagement hydroélectrique de l'Isère, entre Grenoble et la chute de Beauvoir (usine établie sur le cours aval de la Basse Isère), EDF avait établi un projet dit "Isère Moyenne Aval" (I.M.A.), qui fut mis en exécution en 1965 par des travaux de terrassements et l'aménagement des digues en rive droite de l'Isère. Pour des raisons économiques, celui-ci fut stoppé en 1967.

En 1977, EDF reprit le projet en apportant quelques variantes: on construirait trois barrages-usines (à St Egrève-Noyarey, Voreppe-St Quentin, Poliénas La Rivière) sur le cours même de l'Isère, et non des chutes en série dont les usines seraient construites sur le canal latéral en rive droite. Il serait prévu un reprofilage, un renforçage et une surrélèvation des digues, pour permettre un écoulement d'une crue de projet (ANN.4) de 3000 $m^3/s$, du confluent Drac-Isère à l'extrémité de l'aménagement.

On dût néanmoins abandonner le projet de construction de la 3e chute (POLIENAS LA RIVIERE) à cause de son emprise trop importante sur l'agriculture régionale. Furent finalement déclarées d'utilité publique, par décret du 21 septembre 1984, les deux chutes de St Egrève-Noyarey et Voreppe-St Quentin.
(voir FIG.31)

### .2.2. LE BARRAGE-USINE DE ST EGREVE-NOYAREY

#### .2.2.1. LOCALISATION

L'EDF a donc commencé les premiers travaux au niveau du site de St Egrève en août 1986, et prévoit la mise en service du barrage-usine en 1990, date à laquelle coïncideront les tous premiers travaux sur le site de Voreppe.

Le barrage-usine de St Egrève-Noyarey est situé au droit de l'échangeur autoroutier de St Egrève Nord, à 2.8 km environ à l'aval du confluent Drac-Isère. Ses caractéristiques techniques sont décrites à la page 50.

## CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU BARRAGE-USINE DE ST EGREVE-NOYAREY

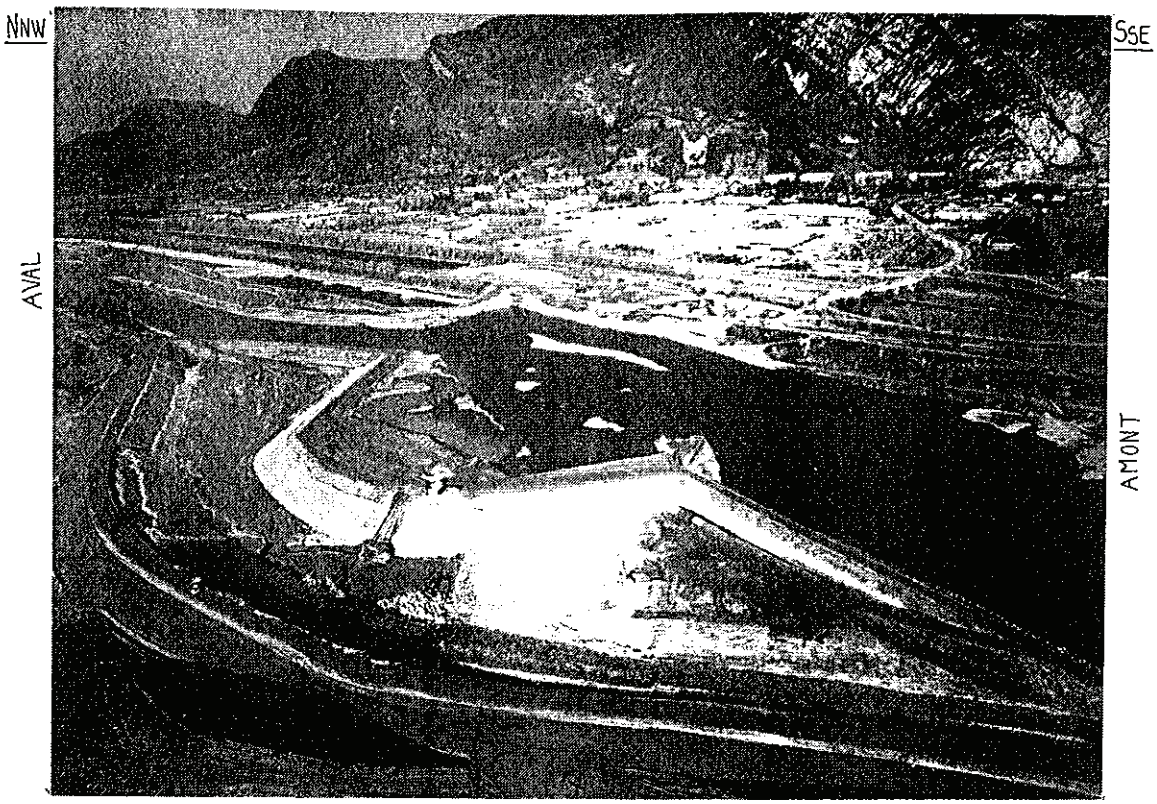
### PERFORMANCES ENERGETIQUES

| | | |
|---|---|---|
| Niveau d'eau amont: | maxi | 205.50 NGF |
| | mini | 204.00 NGF |
| Niveau d'eau aval: | Q= 500 m³/s | 196.14 NGF |
| | Q moyen annuel | 195.78 NGF |
| Hauteurs de chutes brutes: | Q= 500 m³/s | 9.36 m |
| | Q moyen annuel | 9.72 m |
| Débits: débit maximal | | 500 m³/s |
| Puissances: | Puissance installée totale | 46.5 MVA |
| | Puissance garantie (1800 h) | 38.4 MW |

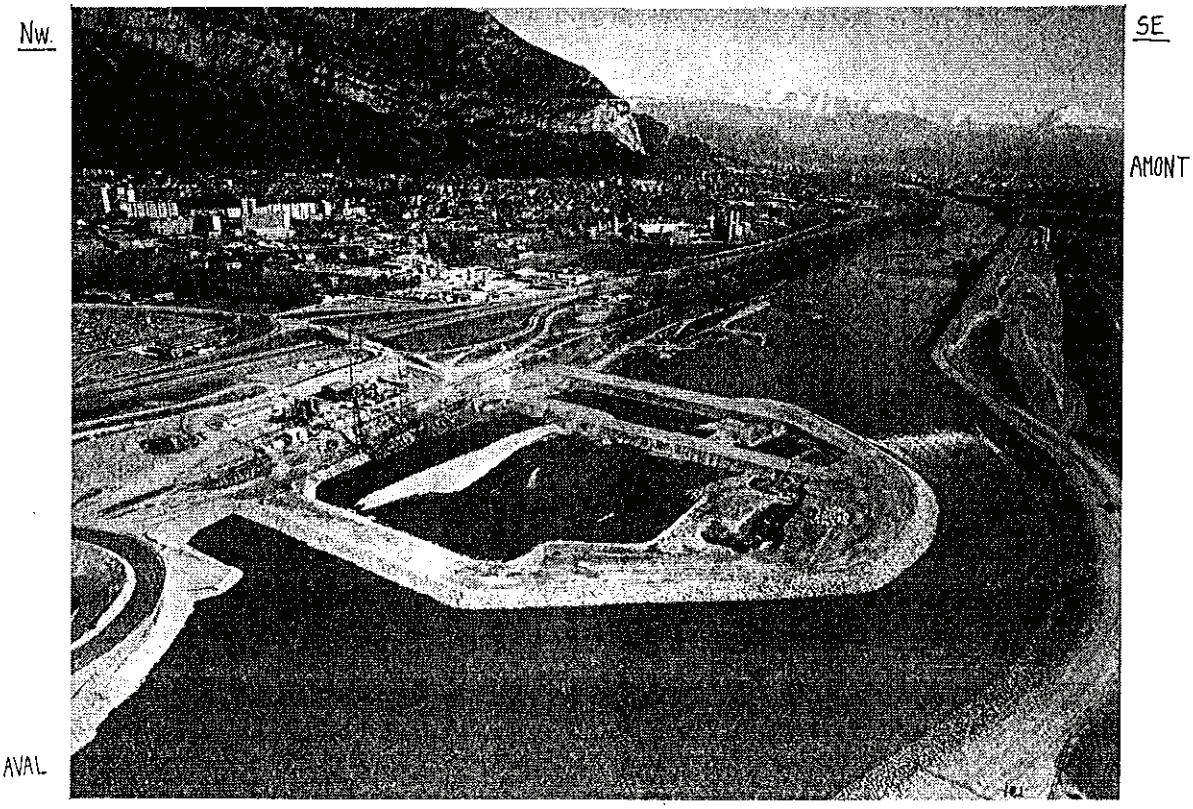
### OUVRAGES DU GENIE CIVIL

| | | |
|---|---|---|
| RETENUE: | Longueur | 6 km |
| | Niveau normal | 205.50 NGF |
| | Niveau minimal d'exploitation | 204.00 NGF |
| | Volume de retenue | 6 800 000 m³ |
| | Volume de la tranche utile | 1 580 000 m³ |
| BARRAGE: | Situation | Rive gauche |
| | Type | Barrage mobile |
| | Cote du seuil | 196.50 NGF |
| | Nombres de passes | 5 |
| | Largeur de la passe | 25 m |
| | Etanchéité de la fondation | Paroi moulée souple |
| | Protection amont | Enrochements 300/900 kg |
| | Protection aval | Enrochements 500/1500 kg |
| USINE: | Situation | Rive droite |
| | Type de groupes | Bulbe |
| | Nombre de groupes | 2 |
| | Cote de l'axe des roues | 186.20 NGF |
| | Débit d'équipement | 500 m³/s |
| | Etanchéité des fondations | Paroi moulée souple |
| | Protection amont | Enrochements 200/600 kg |
| | Protection aval | Enrochements 300/900 kg |

(Documents EDF REAL Chambéry."PLANS GUIDES".1986)




Construction de la dérivation provisoire de l'Isère (photo EDF - 01/87)




Enceinte du barrage-usine de St Egrève-Noyarey (photo EDF - 23/03/87)

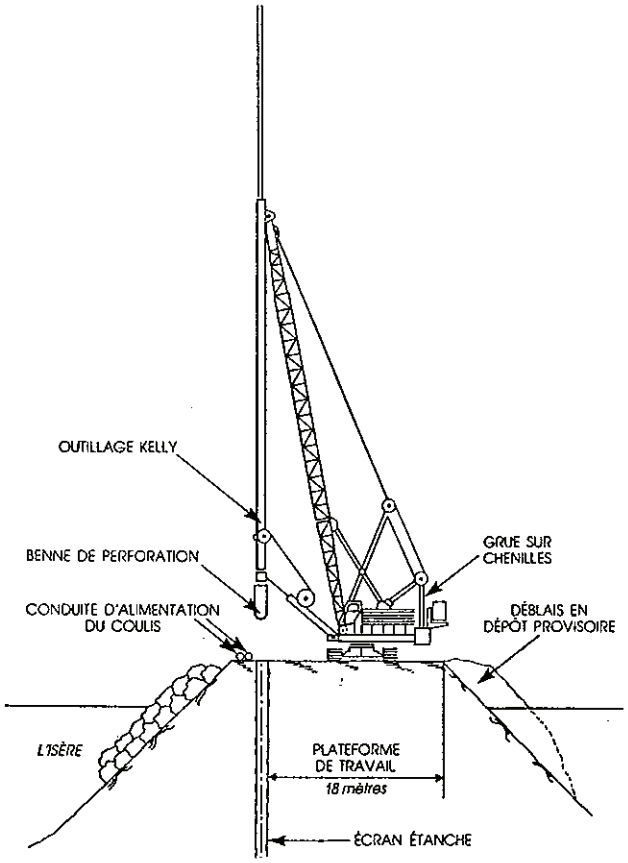



FIG.32: Principe d'exécution de la paroi

(document tiré du journal IMA EDF, juin 1987)

### .2.2.2. SITUATION PAR RAPPORT A LA GEOLOGIE DU SECTEUR

Le fond de fouille sous le barrage est prévu à la cote 184.30 NGF (environ 16 m sous le niveau de base du site), dans les alluvions grossières de type fluviatile. Celui sous l'usine est prévu à la cote 174.00 NGF (environ 26 m sous le niveau de base), dans les alluvions sablo-graveleuses de type deltaïque. (voir coupe 4,FIG.24)

La fondation de l'ouvrage ne pose donc, a priori, aucun problème particulier.

## .3. LES TRAVAUX DE REALISATION DU BARRAGE-USINE DE ST EGREVE-NOYAREY

### .3.1.LA DERIVATION PROVISOIRE

Pour effectuer les travaux de construction du barrage-usine, à l'abri des infiltrations de la nappe de l'Isère, il fallut prévoir une dérivation en rive gauche de l'Isère, et des dragages à l'aval de l'ouvrage pour réaliser l'enceinte étanche nécessaire.

L'étude de la dérivation provisoire fut confiée à SOGREAH, afin de déterminer les caractéristiques principales de celle-ci, telles la dimension du chenal, la granulométrie des enrochements de protection et le tracé des lignes d'eau. Sa réalisation s'effectua durant 7 mois, par l'entreprise Bec S.A., et s'acheva en mars 1987. (voir photo)

Le dragage du lit de l'Isère, sur environ 2.8 km, ainsi que la protection des digues, furent réalisés de septembre 1986 à avril 1987 par GTM-Entrepose.

Ces premiers gros travaux terminés, le lit de l'Isère fut coupé par deux digues (enrochements de granulométrie différente (voir CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU BARRAGE-USINE)), et l'enceinte du barrage-usine vit ainsi le jour. (voir photo)

### .3.2.LA PAROI MOULEE

L'enceinte construite, il s'avérait nécessaire d'étanchéifier celle-ci, par l'intermédiaire d'une "paroi moulée" très peu perméable, sur son pourtour. Ceci afin de faciliter les travaux ultérieurs, et surtout de permettre des travaux "à sec" dans l'enceinte même.

La réalisation de la paroi fut effectuée par l'entreprise SOLETANCHE, de mars à mai 1987. Furent utilisés pour cela deux engins, surnommés "kelly", comportant chacun une benne supportée par un mât monté sur une grue à chenilles.
(voir FIG.32)

L'envergure de la benne ouverte mesurant 3 m, il a été possible de réaliser par excavation des panneaux successifs le long de l'enceinte; leurs dimensions étant approximativement:

- 3 m de long
- 0.6 m de large
- 40 m de profondeur

(la durée de réalisation d'un panneau étant de 8 heures).

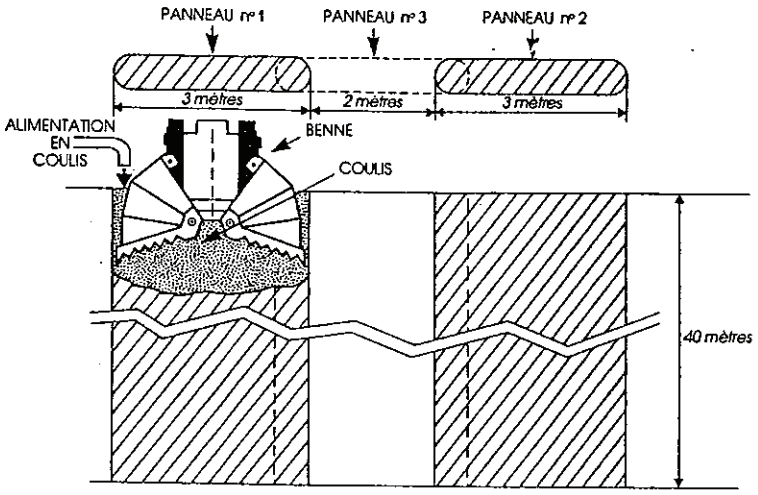



FIG.33: Dispositif d'exécution de la paroi d'étanchéité

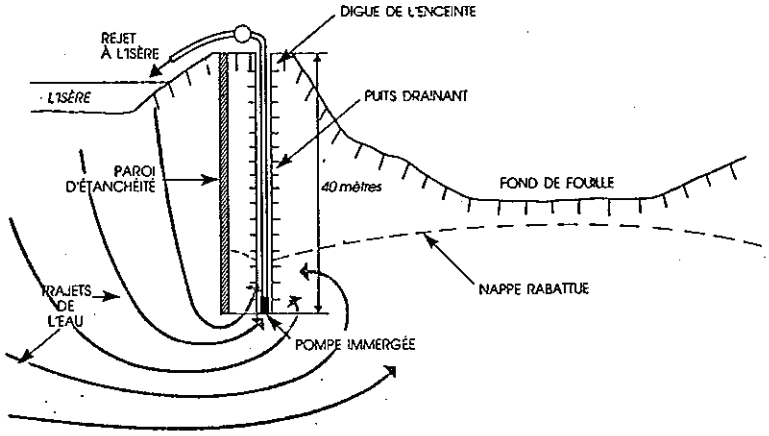



FIG.34: Principe de rabattement de la nappe

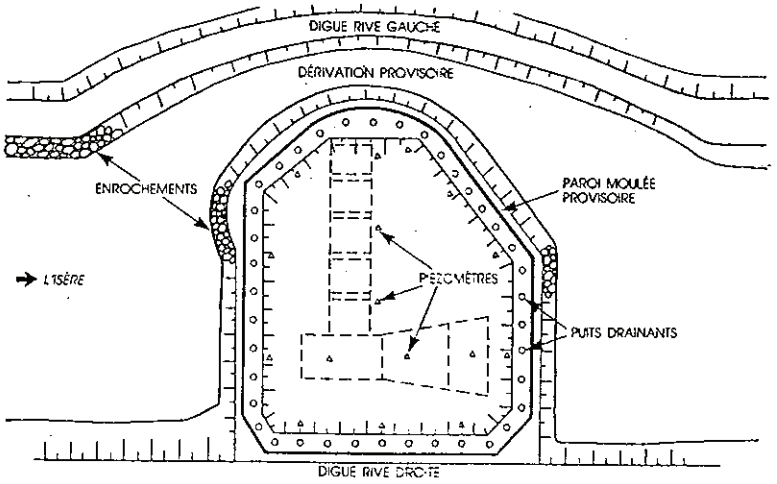



FIG.35: L'enceinte et la dérivation provisoire

(documents tirés du journal EDF "Isère Moyenne Aval",juin 1987)

Les deux "kellys" travaillant en parallèle, les panneaux ainsi creusés étaient distants de 2 m; pour assurer l'étanchéité et la verticalité du creusement, les joints furent obtenus par grattage des panneaux adjacents.
(voir FIG.33)

A mesure que les tranchées descendaient, une alimentation simultanée en coulis, par l'intermédiaire de canalisations, se faisait, ceci pour éviter les risques d'éboulement. En effet, ce dernier, en se déposant augmentait la cohésion des matériaux, et par pression, stabilisait la tranchée.

La paroi moulée, remplie jusqu'au niveau du sol par ce coulis autodurcissant composé principalement d'eau, d'argile artificielle ou "bentonite", et de ciment, commençait à durcir au bout de quelques heures, pour former une "barrière" aux résistances mécaniques peu élevées et aux déformations relativement faciles, tout en gardant ses propriétés d'étanchéité.

Fin mai 1987, la paroi, couvrant 960 m de périmètre sur 40m de profondeur et 0.6 m de large, put alors jouer le rôle d'écran étanche pour l'enceinte, et faciliter le rabattement de la nappe, par l'intermédiaire de puits drainants, en vue des travaux de terrassement.
(voir FIG.34)

Rq: à titre indicatif, voici les caractéristiques principales du coulis autodurcissant utilisé par l'entreprise SOLETANCHE:

"COULIS ACTISOL"

- Rc contractuelle: 2 daN/cm² à 28 jours
  3.5 daN/cm² à 90 jours
- Déformation sous étreinte latérale à 2 bars: de 5 à 7 %
- Perméabilité inférieure à 10 $M^{-7}$/sec
- Composition par m³ de coulis fabriqué:
  928 l de boue bentonitique (913 l d'eau +
  (29 à34 kg de bentonite
  (CV15
  82 kg de ciment CLK45
  8.2 kg de fumées de silice
  41 l d'activant en solution à 5 %

## .3.3.LES PUITS DRAINANTS

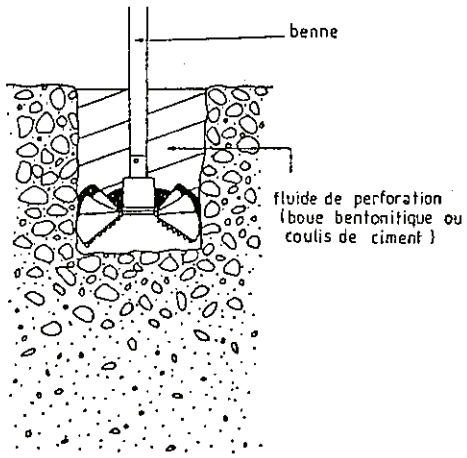
Afin de rabattre la nappe, à l'intérieur de l'enceinte étanche, on décida de réaliser des puits à une distance d'environ 10 m du bord externe de l'enceinte .
(voir FIG.35)

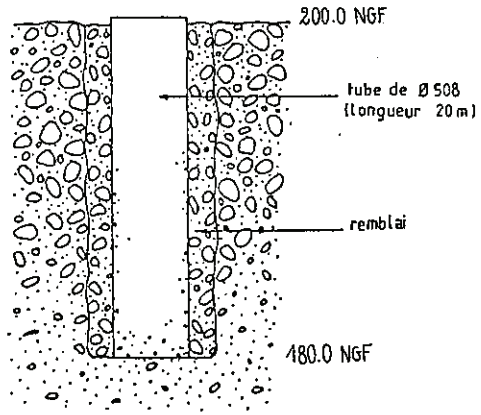
NB: Le niveau de la nappe devant être constamment surveillé par une série de piézomètres installés dans le fond de fouille.

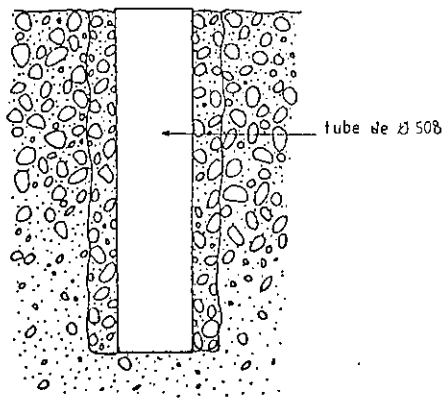
# EXÉCUTION DES PUITS DRAINANTS

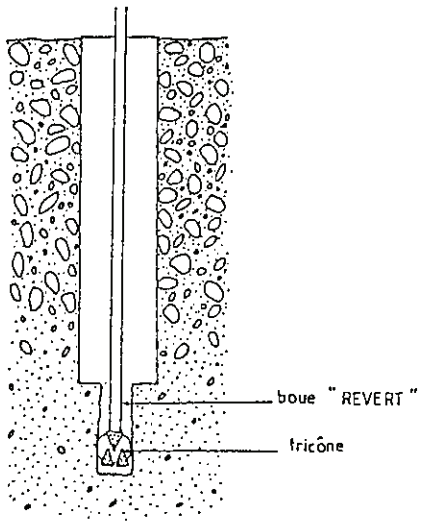
Fig.36

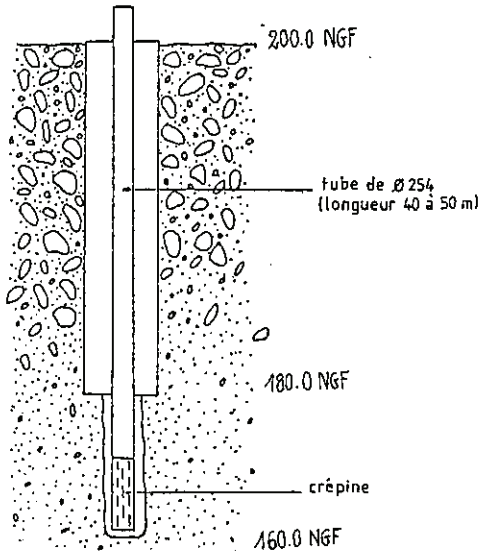
V. BERNATH (d'après C. RONDEAU, stagiaire EDF), 1987.

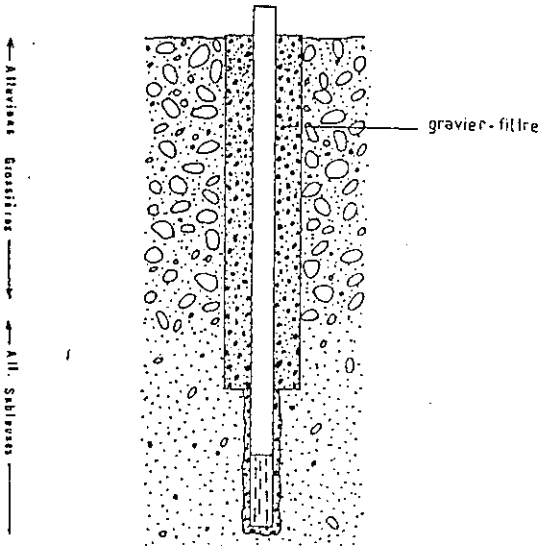


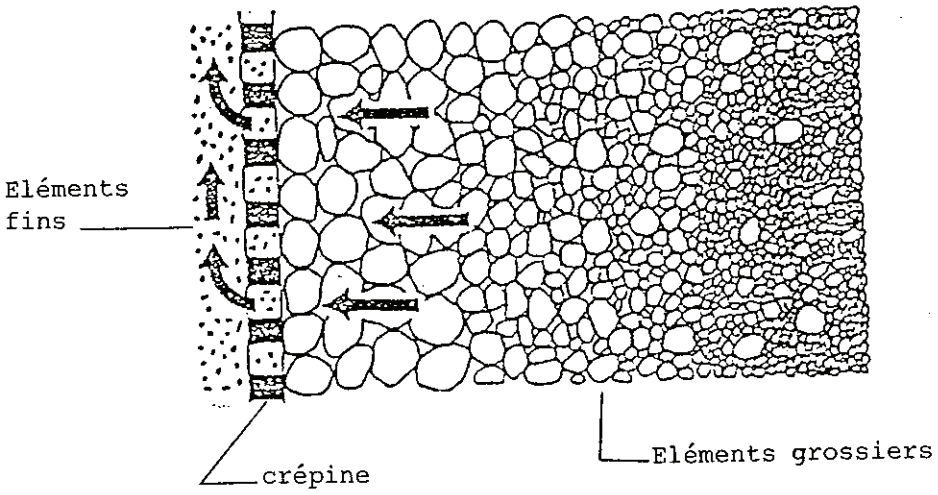
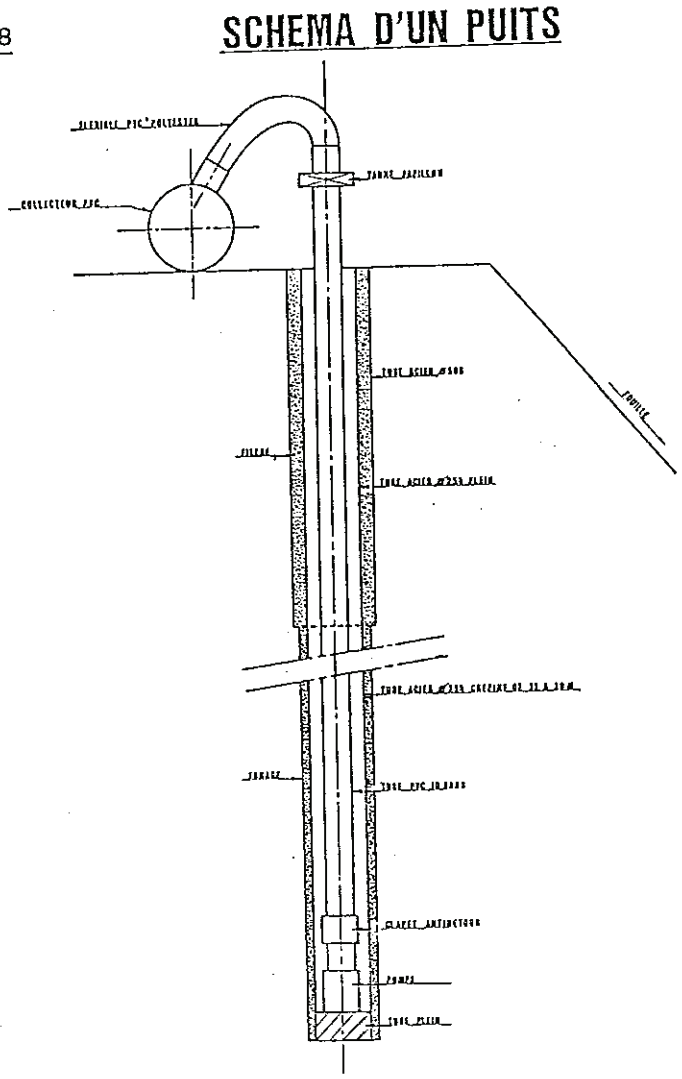



FIG.37: Arrangement des particules autour de la crépine

FIG.38




(document EDF IMA, BLANCHET JM., 1987)

### .3.3.1. MODE D'EXECUTION DES PUITS

Se reporter à la FIG.36.

Rq: Pour pouvoir forer le puits final de Ø 254 au tricône, SOLETANCHE a utilisé une boue biodégradable nommée "LE REVERT". Voici ses principales caractéristiques:

- Boue biodégradable à base de polymère naturel destinée à remplacer les boues à base d'argiles naturelles
- Faible quantité de produit à employer: 4 kg de REVERT pour préparer 1 $m^3$ de boue de viscosité 40 sec.Marsh à 20°C, alors que dans les mêmes conditions, il faudrait 50 kg de bentonite
- Propriétés hydrophiles: le REVERT retient l'eau dans laquelle il a été préparé et s'oppose à la dilution des argiles du terrain
- Décantation rapide des cuttings: le fluide de circulation est exempt de sables abrasifs (les échantillons sont bien représentatifs de la formation rencontrée)
- Possibilité de rupture de viscosité: sa composition permet un maintien naturel de la viscosité requise pendant 15 à 20 jours.

(brochure de l'entreprise JOHNSON. "LE REVERT". Document communiqué par SOLETANCHE)

### .3.3.2. DEVELOPPEMENT DES PUITS

Avant la mise en place du dispositif définitif de pompage dans l'enceinte, il fut nécessaire de "développer" chaque puits filtrant, ceci à cause de l'aquifère sablo-graveleux dans lequel ils étaient implantés. On cherchait par ce "développement":

- à améliorer la capacité spécifique du puits en augmentant la perméabilité dans la zone entourant la crépine

- à empêcher les venues de sables lors de son exploitation

Lors des premiers essais de pompage, les éléments fins du gravier filtre et de l'aquifère, entraînés par le courant d'eau, franchirent les ouvertures de la crépine et pénètrèrent dans le puits. Les éléments grossiers, stoppés au niveau de la crépine, s'organisèrent progressivement par classes de perméabilité croissante dans le sens du courant d'eau. (voir FIG.37)

Les puits étant munis de clapets anti-retour, on utilisera ensuite un émulseur pour les "secouer" de manière efficace. (voir FIG.38)

Ainsi, en injectant de l'air dans l'eau du puits pour en diminuer la densité, les ponts de sable, ayant pu se former précédemment, furent aisément détruits. (L'eau pompée par la suite devant être claire.)

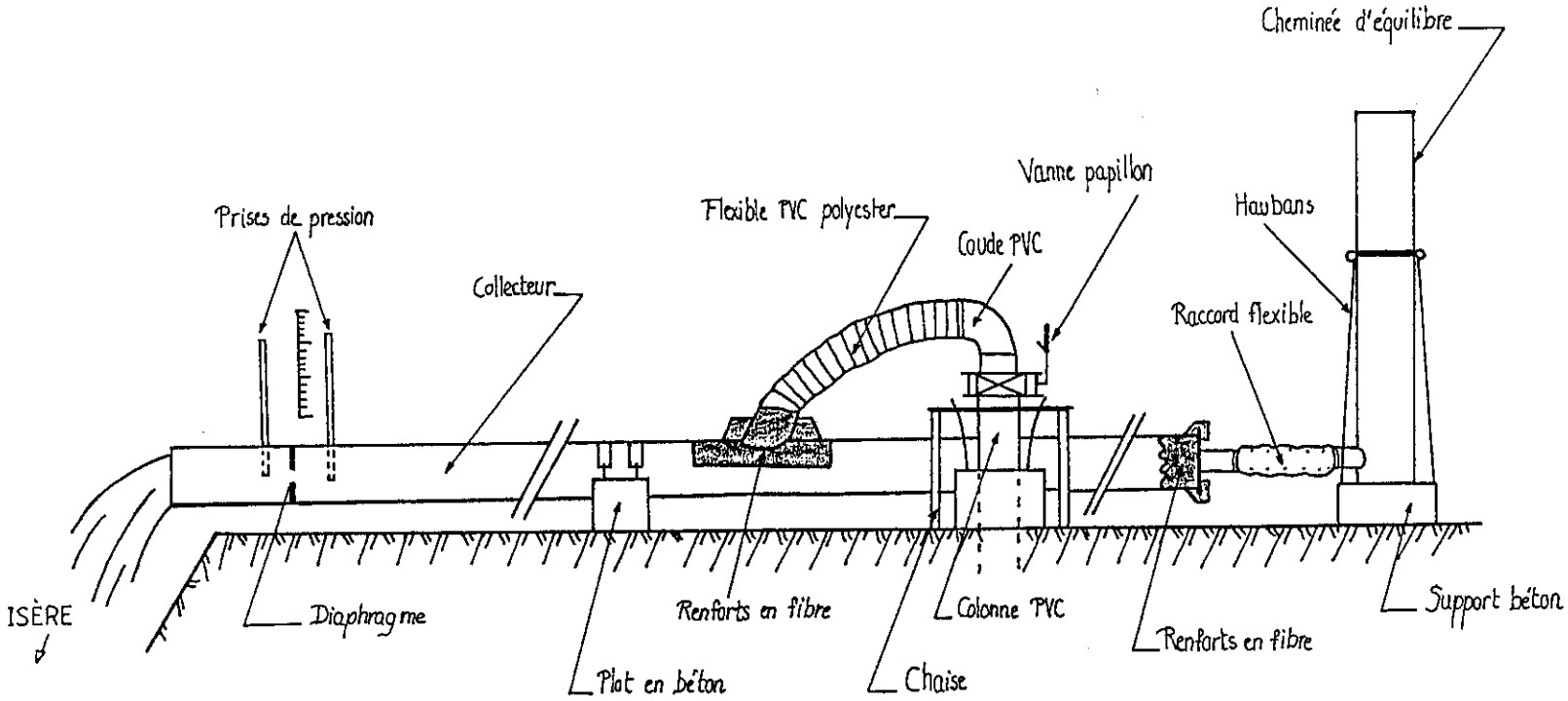
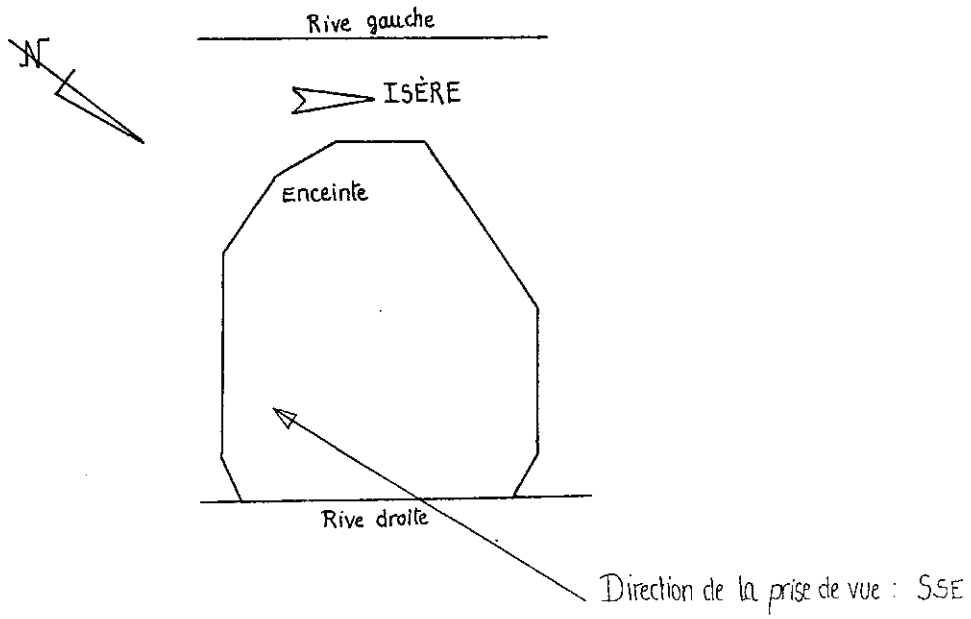



FIG.39 : SCHÉMA D'ENSEMBLE D'UN COLLECTEUR
(RONDEAU . 1987)

AMONT

Intérieur de l'enceinte: Paliers au niveau de l'USINE
(09/10/87)

TRAVAUX DE TERRASSEMENT



## .3.4.L'INSTALLATION DE POMPAGE

Les puits développés, on procèda à la mise en place des pompes immergées et de l'installation de refoulement.

La pompe fut descendue dans le puits à l'aide de deux filins en acier. Au cours de la descente on ajouta le tube PVC collé nécessaire au refoulement de l'eau. A la tête du puits, on plaça une vanne papillon reliée à un collecteur par un flexible PVC polyester.
(voir FIG.38)

Le collecteur refoule l'eau, de l'autre côté du batardeau, dans l'Isère; le débit pouvant être mesuré entre la dernière pompe et le refoulement.

### .3.4.1.MISE AU POINT DU DISPOSITIF

Lors de la mise en route du pompage, on a remarqué qu'une forte pression s'exerçait sur l'installation, provoquant un soulèvement de la pompe dans le puits d'environ un demi-mètre, et des ruptures du flexible au niveau du piquage du collecteur.

Des dispositions ont dû être prises pour assurer la fiabilité de l'installation. Ainsi, les piquages furent renforcés par plusieurs couches de fibre de verre enduites de résine polyester, et les collecteurs fixés au sol - au niveau des raccords - par des plots en béton. En bout de chaque collecteur, fut placée une cheminée d'équilibre, bétonnée à sa base et solidement haubanée (à cause des vents violents dans la cluse).
(voir FIG.39)

### .3.4.2.MAINTENANCE

Durant toute la durée des travaux (environ 2 ans), la nappe de l'Isère devra être maintenue deux mètres en dessous du fond de fouille. Pour prévenir d'une éventuelle remontée, un piézomètre, disposant d'un capteur manométrique et muni d'une alarme, est placé au plus profond de la fouille.

Les mesures de débit sont également acquises par un analyseur muni d'une table traçante.

## .3.5.LES TERRASSEMENTS

### .3.5.1.DUREE DES TRAVAUX ET EXECUTION

Les travaux de terrassement ont été réalisés par une filiale de l'entreprise CHANTIERS MODERNES (C.M.), entre la mi-septembre et la mi-novembre 1987.

Pour cela, furent utilisés quatre décapeuses automotrices ou "scrapers", deux bulldozers et une pelle hydraulique (voir en fin de paragraphe). La plus grosse partie du travail consista pour les scrapers à niveler l'ensemble de la fouille, puis à procèder à l'excavation au niveau de l'usine. (voir photo). Les réajustements des talus se firent au fur et à mesure de la descente par l'intermédiaire de la pelle hydraulique. La partie "USINE" terminée, les travaux enchainèrent sur celle du "BARRAGE".

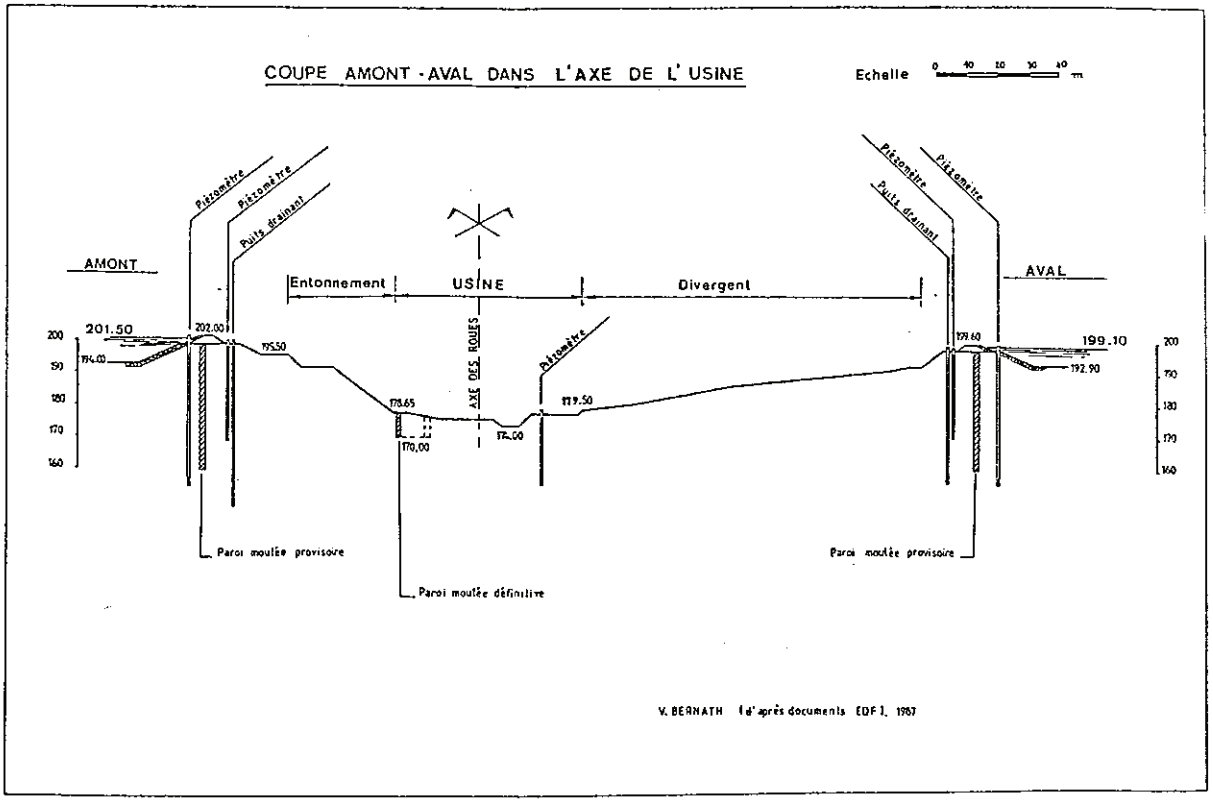



FIG.40

Terrassements du Barrage-Usine de St Egrève (EDF)

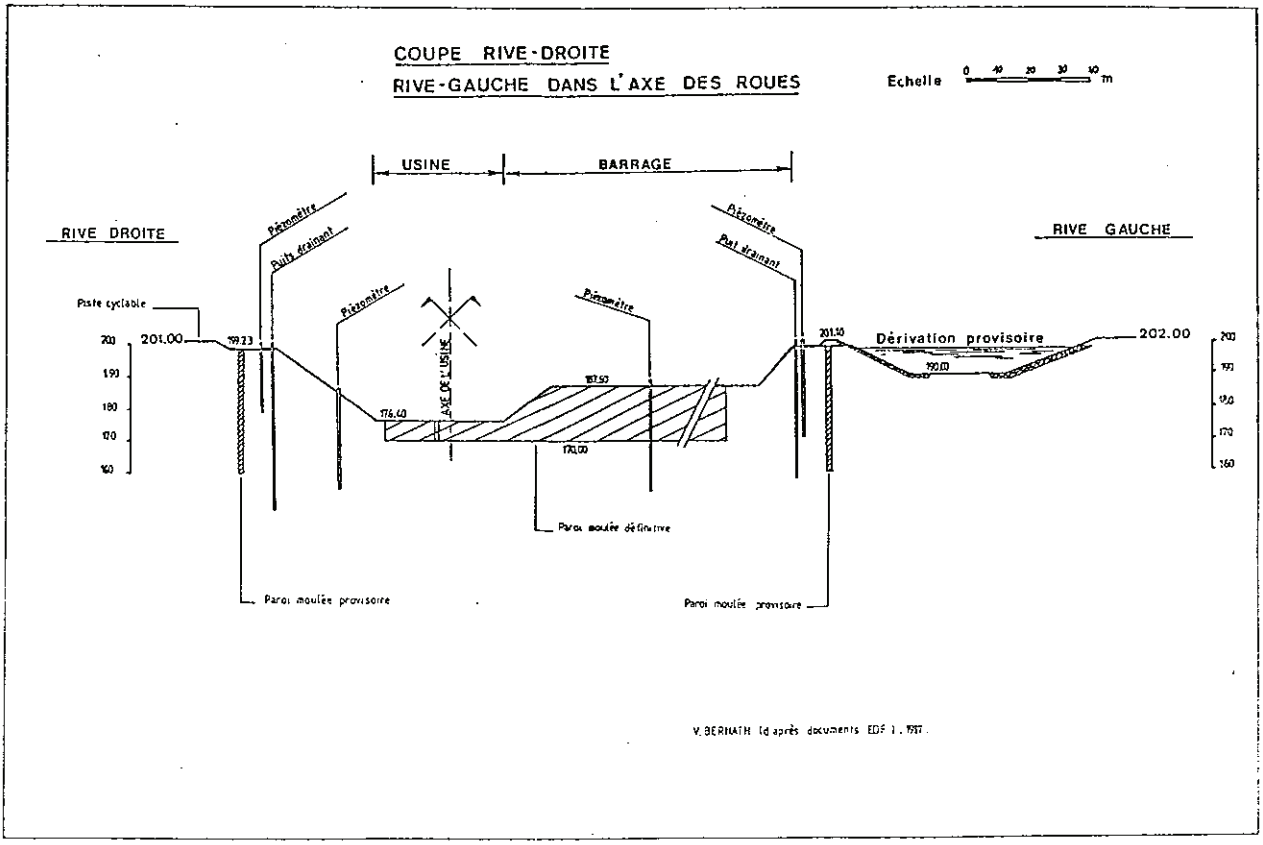



FIG.41

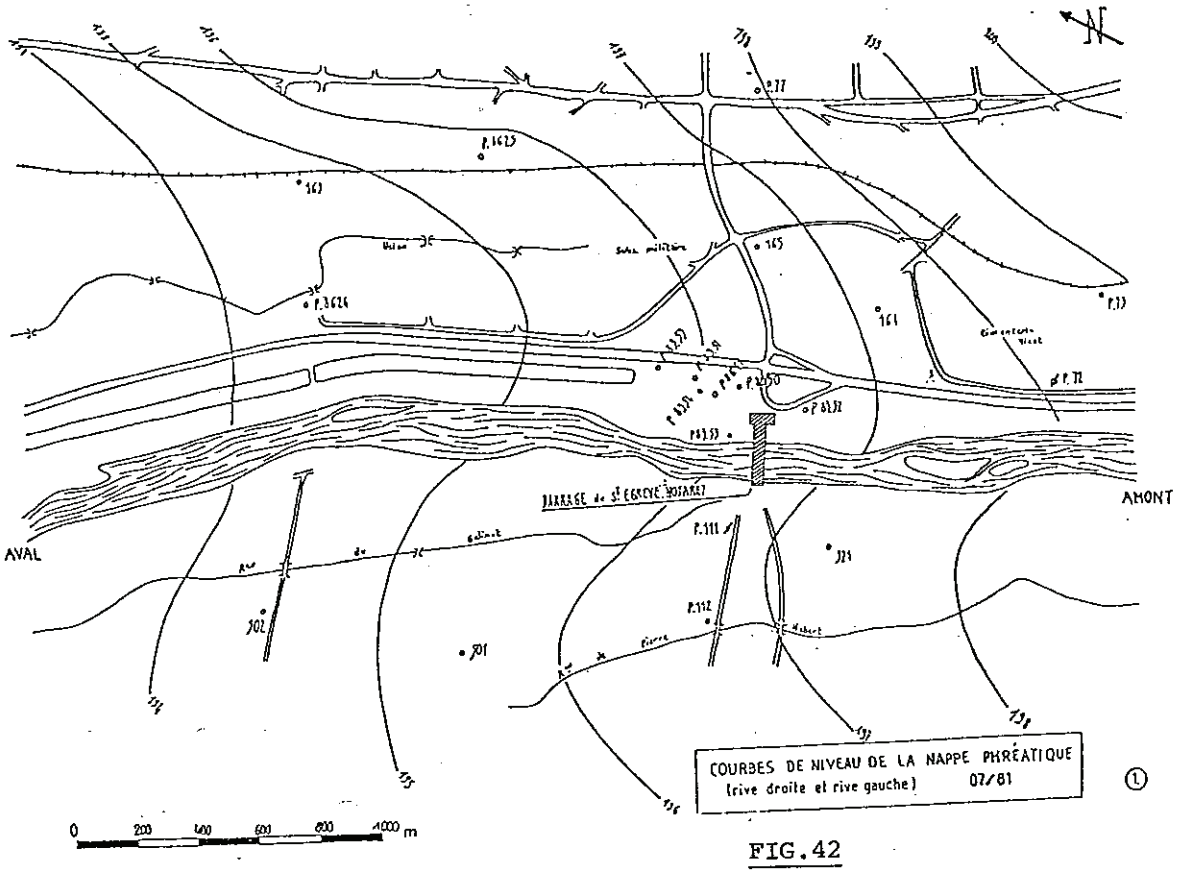



FIG.42

(d'après C. RONDEAU, 1987)

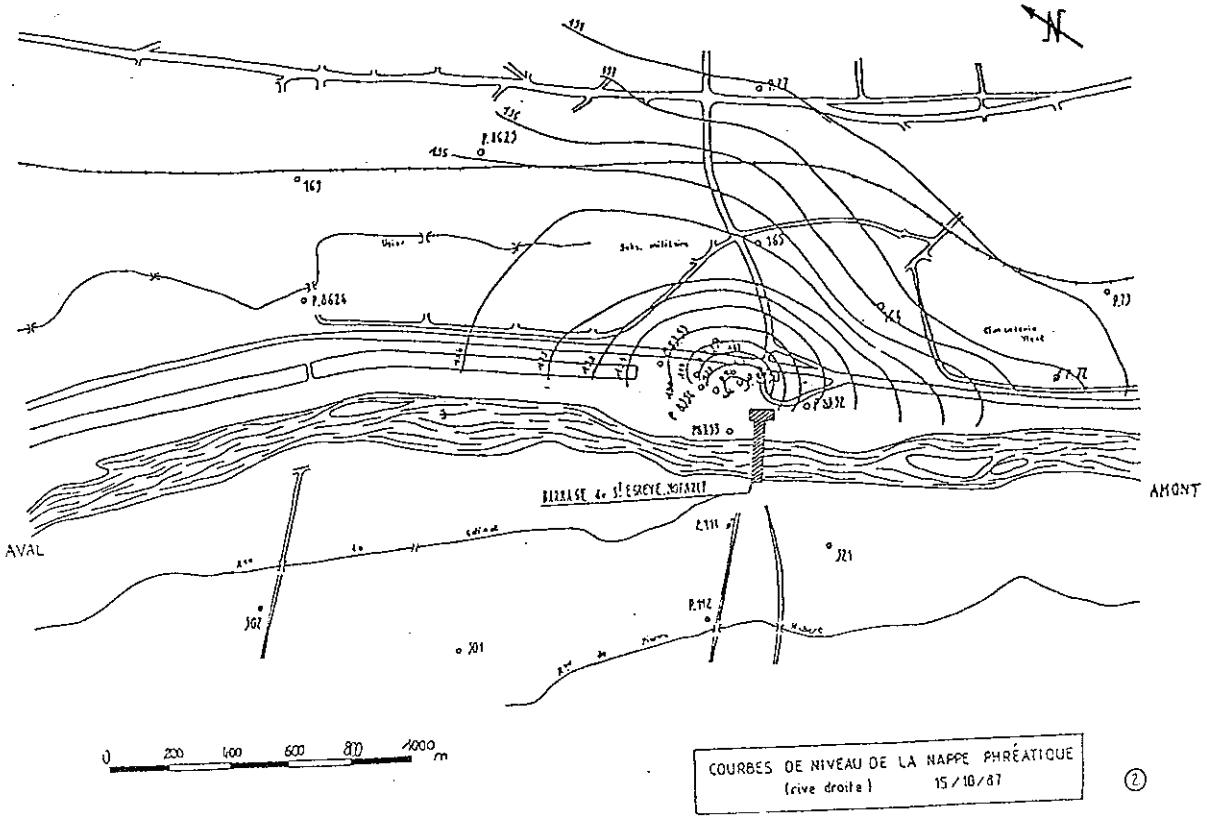



FIG.43

Refoulement collecteur II

Batardeau amont

FOUILLE

200

Bassin de tranquilisation

Bassin de récupération

Exutoire

Pompe

203,5

PONT AUTOROUTIER

Bassin

AUTOROUTE A48

Puits de réalimentation

ISÈRE

Bretelle d'accès

Ancienne digue de l'Isère

PLAN DU RÉSEAU DE RÉALIMENTATION DE LA NAPPE AU VOISINAGE DE L'ÉCHANGEUR "ST. ÉGRÈVE-NORD"

V. BERNATH (d'après C. RONDEAU, stagiaire EDF I.M.A. 1987)

FIG.44

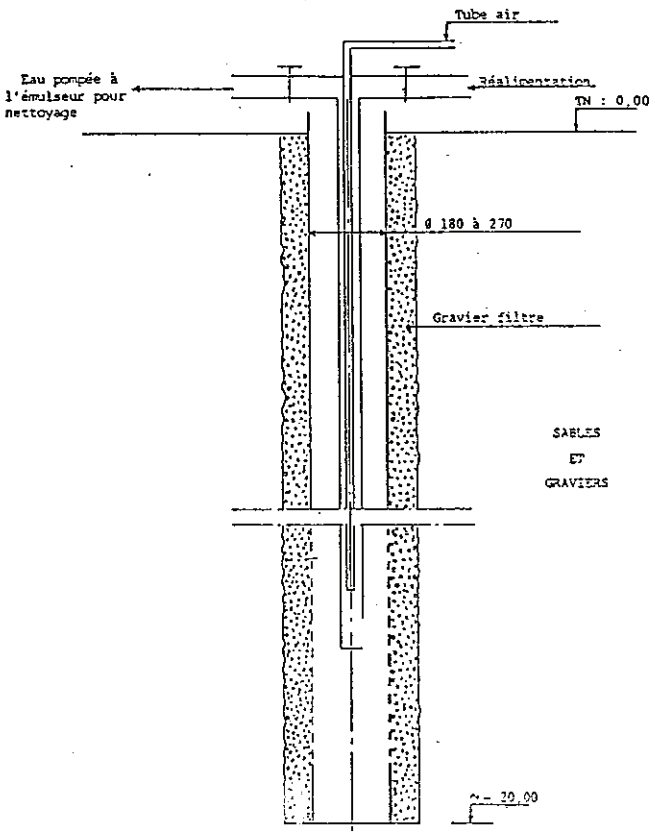



FIG.45

ST EGREVE

SCHEMA DE PRINCIPE D'UN PUITS DE REALIMENTATION

### .3.5.2.TERRASSEMENT REALISE

A titre indicatif, voici les cotes minimales des deux grands ensembles comparées à celle du fond du lit de l'Isère avant terrassement:

- cote minimale sous l'usine: 174.40 NGF (puits d'exhaure)
- cote minimale sous le barrage: 184.50 NGF
- cote du fond du lit de l'Isère avant travaux: 194 NGF environ

(voir FIG.40 et 41)

## .4. PROBLEMES RENCONTRES DURANT LE STAGE

### INFLUENCE DU POMPAGE SUR L'EXTERIEUR

Pour réaliser l'ouvrage le plus profond (USINE), il fallut abaisser la nappe à l'intérieur de l'enceinte à près de 30 m sous le niveau des digues. L'importance des débits pompés (jusqu'à 2600 l/s pour un rabattement de 22 m, le 15 octobre 1987) influença considérablement le niveau de la nappe phréatique à l'extérieur de l'enceinte, entraînant l'assèchement des puits de pompage voisins au chantier (centrales à béton, réfrigérations, pompes à chaleur...), l'étang de Crétinon, mais risquant aussi de déstabiliser les fondations du pont de l'échangeur autoroutier tout proche.

### .1.CONTROLE DE LA NAPPE

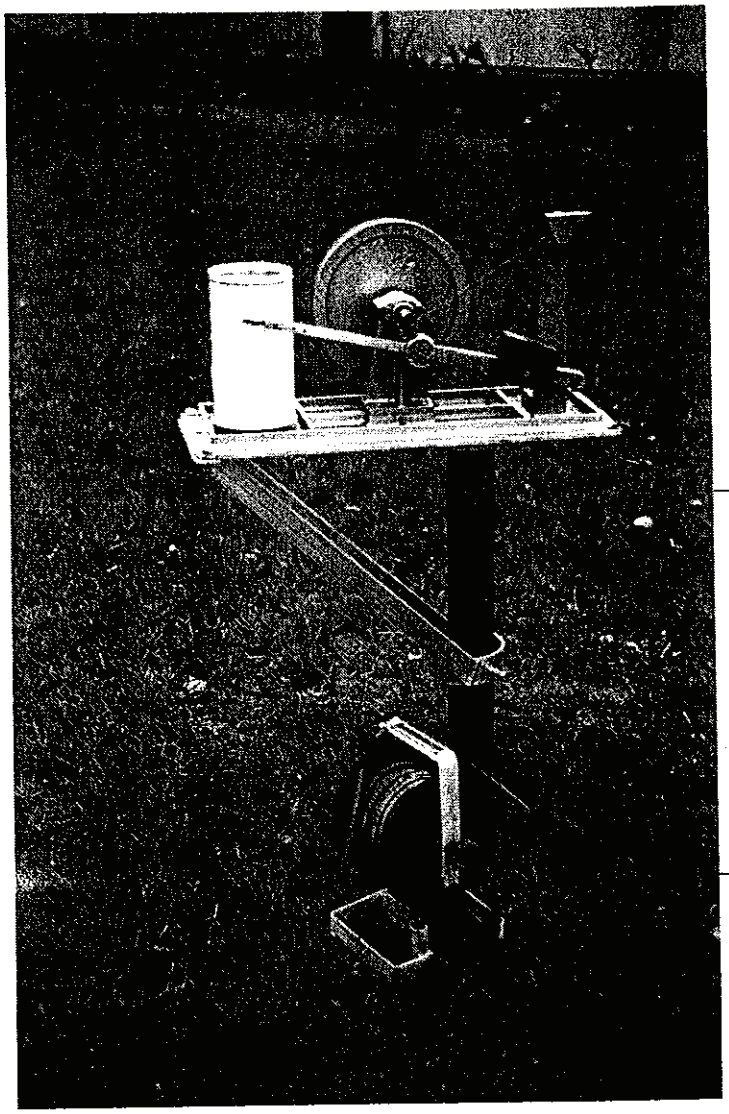
Les mesures journalières des piézomètres extérieurs, aussi bien en rive droite qu'en rive gauche, permirent de surveiller ce phénomène, et de détecter le palier de stabilisation.

On put tracer une carte de la nappe corrélativement au débit de l'Isère; la comparaison entre cette dernière (15/10/87) et celle de la nappe moyenne (07/81) montrant très nettement l'influence du pompage sur un rayon d'environ 1000 m autour de l'enceinte. (RONDEAU,1987)
(voir FIG.42 et 43)

EDF prit les mesures nécessaires pour que les particuliers et les industriels ne patissent pas de la situation: de nouveaux puits furent creusés, des raccordements sur l'eau de la ville effectués, et l'étang des pêcheurs surcreusé. Une auscultation du pont autoroutier, entre le 6 et le 15 octobre 1987, fut également entreprise. Il s'avéra nécessaire de palier un éventuel tassement sous fondation en "aménageant" un bassin de réalimentation de la nappe.

### .2.BASSIN DE REALIMENTATION

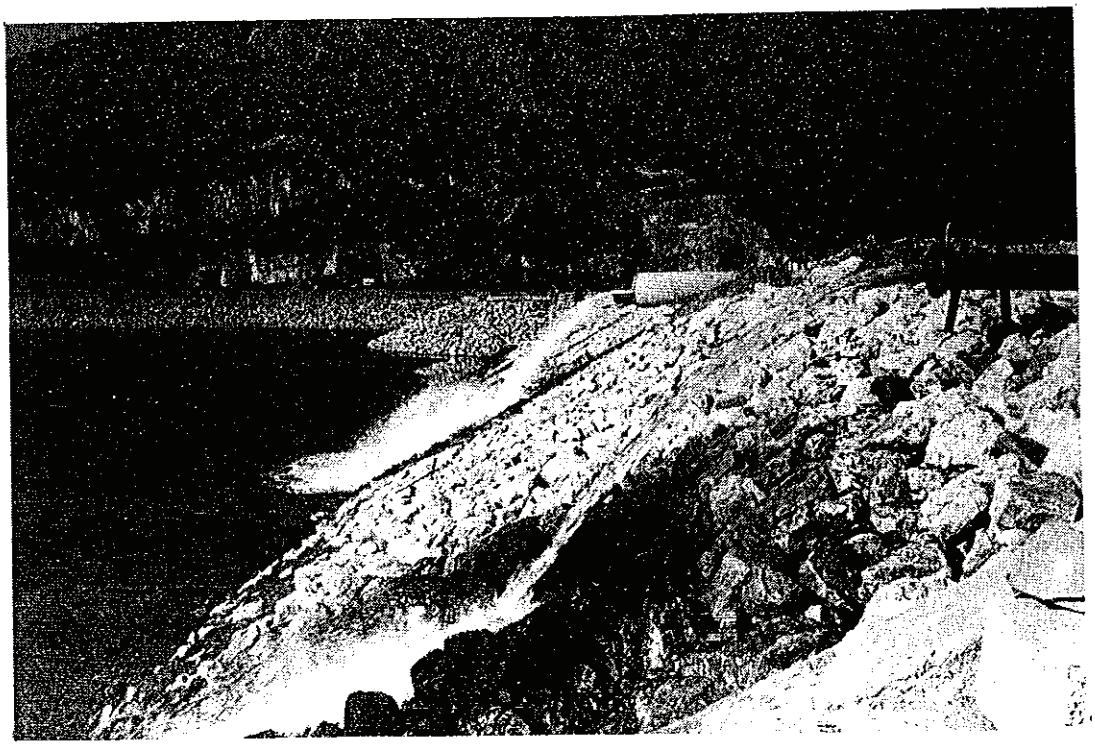
On procèda à une injection d'eau dans le terre-plein situé entre l'autoroute et la bretelle d'accès,l'eau étant refoulée par les collecteurs et récupérée par des puits.
(voir FIG.44 et 45)



Instruments de mesure du toit de la nappe de l'Isère

limnigraphe (mesure directe)

sonde piézométrique (mesure indirecte)



Dépôts ferrugineux sur les enrochements dûs au pompage de l'eau de la nappe (septembre 1987). Refoulement des collecteurs AMONT.

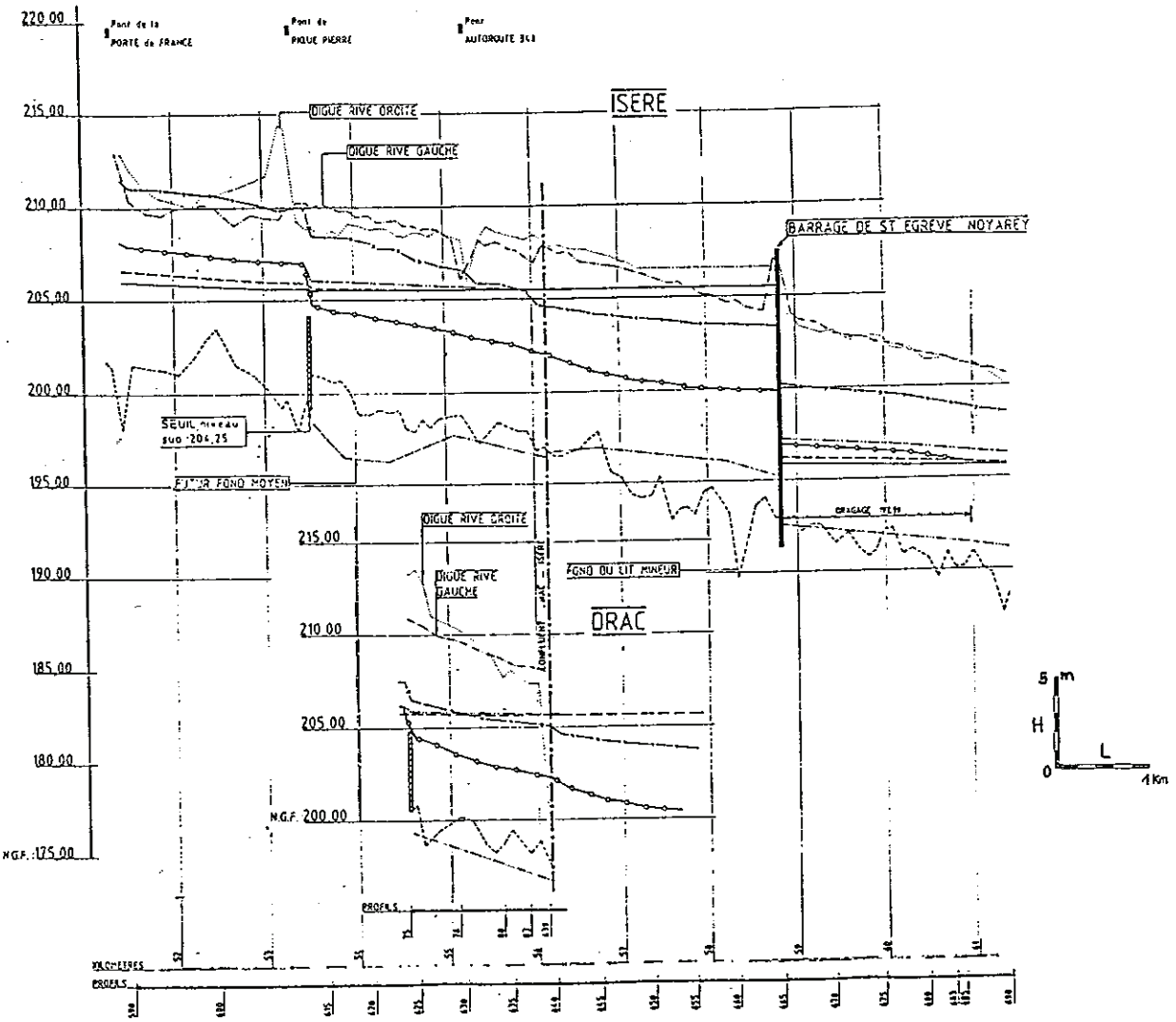



FIG.46 : CHUTE DE ST EGREVE-NOYAREY

LIGNES D'EAU

LEGENDE

| | | | |
|---|---|---|---|
| ——— | Q= 300 m³/s Drac= 115 Isère= 185 | —o—o— | Q= 1000 m³/s Drac= 400 Isère= 600 |
| — — — — | Q= 500 m³/s Drac= 200 Isère= 300 | —+—+— | Q= 3000 m³/s Drac= 1150 Isère= 1850 |
| —··—··— | Q= 1000 m³/s Drac= 400 Isère= 600 | ⌒⌒⌒ | DRAGAGE |
| ····· | DIGUE RIVE DROITE | - - - - - | FOND DU LIT MINEUR |
| —·—·— | DIGUE RIVE GAUCHE | —···—···— | FUTUR FOND MOYEN |

Rq: La nature de l'eau réinjectée risquant de provoquer des colmatages au niveau de la crépine des puits, des nettoyages fréquents par une émulsion à l'air comprimé seront nécessaires. Les colmatages peuvent être dûs à:

- la présence d'air contenu dans l'eau de pompage, donnant naissance à des microbulles dans le gravier filtre (voir FIG.38), d'où l'utilisation d'un bassin de tranquilisation

- l'encrassement de la crépine par des fines

plus un phénomène de corrosion, l'eau pompée étant chargée en oxydes ferriques.
(voir photo des enrochements)

ANNEXE: Analyse d'eau de la nappe de l'Isère à St Egrève
(prélèvement: 11/06/87 à 17 h par SOLETANCHE)

| | |
|---|---|
| - Degré hydrotimétrique | 22.5 |
| - Titre alcalimétrique complet (T.A.C.) | 14 |
| - Anhydride carbonique libre (en mg/l de CO2) | 8.2 |
| - pH avant marbre à 22°C | 7.28 |
| - pH de saturation à 20°C | 8.06 |
| - Dosage des cations: 5.17 meq/l | |
| calcium (Ca++) | 3.67 meq/l |
| magnésium (Mg++) | 0.82 meq/l |
| sodium (Na+) | 0.63 meq/l |
| potassium (K+) | 0.03 meq/l |
| fer (Fe+++) | 0.01 meq/l |
| - Dosage des anions: 5.12 meq/l | |
| bicarbonique (HCO3-) | 2.80 meq/l |
| chlorures (Cl-) | 0.28 meq/l |
| sulfures (SO4-) | 2.04 meq/l |

(document SOLETANCHE, Analyse réalisée le 22/06/87 par le laboratoire régional d'Analyses des eaux, LA TRONCHE (38), N°88925)

## .5 .REPROFILAGE ET AMENAGEMENT FUTURS DES BERGES

L'aménagement hydroélectrique au fil de l'eau, consiste à établir des différences de niveaux d'eau brutales, par édification de barrages en travers de la rivière, pour turbiner l'eau qui franchit les chutes créées.

Dans le projet EDF I.M.A., chaque barrage induira une retenue:

- celle de St Egrève-Noyarey s'étendra sur 6 km jusqu'au pont de La Porte de France (GRENOBLE)

- celle de Voreppe-St Quentin s'étendra sur 8.4 km et remontera jusqu'au barrage de St Egrève-Noyarey

(voir FIG.46)

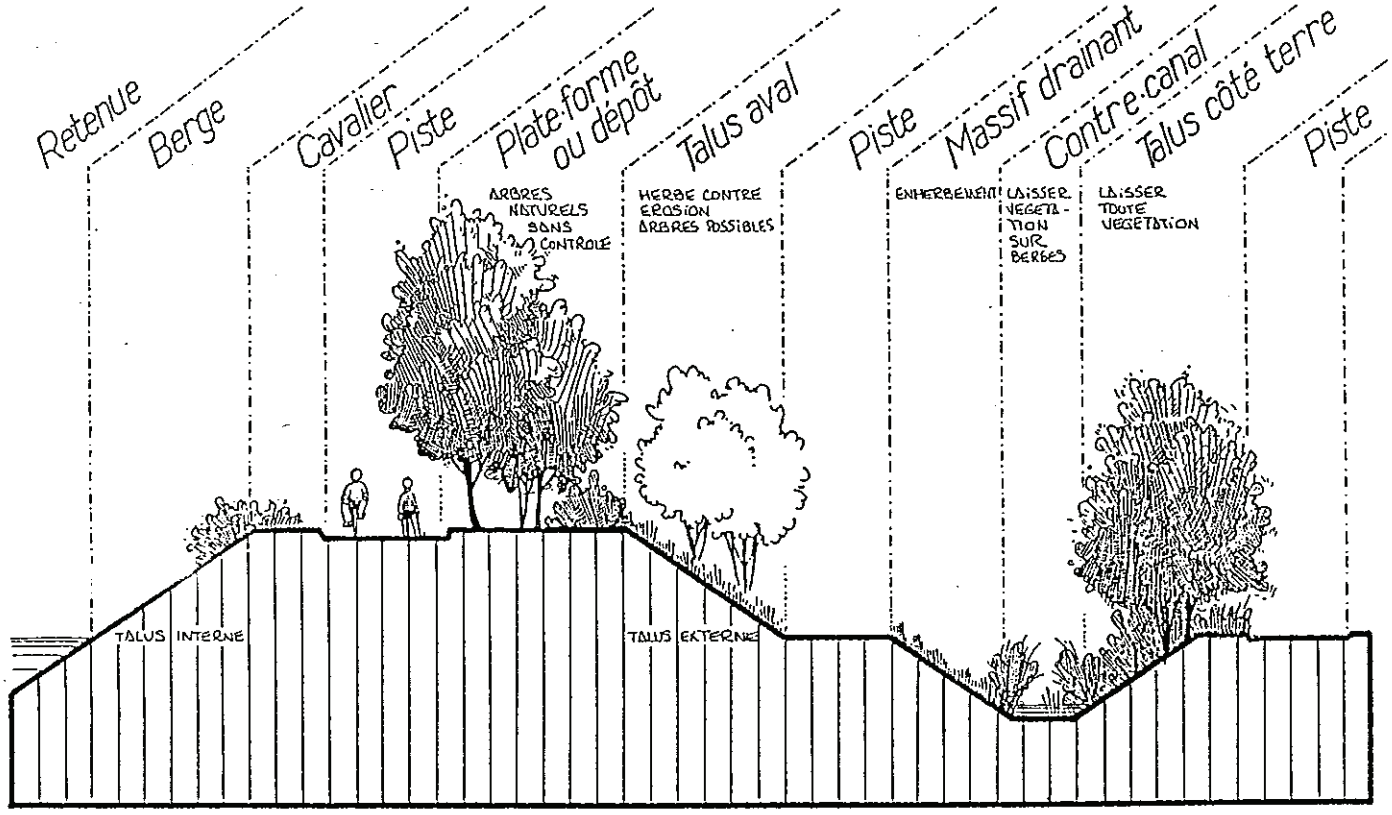



FIG.47 Coupe type (reprofilage des berges)
(Etude d'impact de défrichement,EDF, Sept. 1982; document CERREP)

## .5.1.REPROFILAGE DES DIGUES

Pour contenir ces retenues et les crues de l'Isère, les digues actuelles devront être renforcées et localement surélevées de façon à ménager une marge d'au moins un mètre, soit par rapport à la cote de retenue, soit par rapport à la cote correspondant au passage de la crue de 3000 $m^3/s$ (ANN.4).

Côté Isère, les digues seront protégées par des enrochements contre les risques de dégradation dûs aux vitesses d'écoulement en période de crue. Des contre-canaux seront creusés, ou recalibrés, ou déplacés, afin de maintenir la nappe phréatique à proximité de l'Isère à son niveau moyen actuel.(le calage de la ligne d'eau des contre-canaux se fera de manière à reproduire la ligne moyenne de l'Isère à l'état naturel.)

La réalisation de l'ensemble de ces aménagements nécessitera, avant tout, de procéder à un défrichement des digues. Ce dernier correspondra transversalement à l'emprise des équipements décrits ci-dessus, et portera sur l'ensemble de la longueur des retenues, excepté sur l'Isère en amont du confluent Drac-Isère.

## .5.2.AMENAGEMENT DES BERGES

EDF s'est engagé à mettre en oeuvre des dispositions susceptibles de compenser les impacts précédemment décrits de l'aménagement I.M.A.: ces mesures consistant ici en plantations et enherbements réalisés en fin de chantier.

OBJECTIFS DES PLANTATIONS:

ils viseront à reconstituer et à améliorer, localement, le milieu naturel tel qu'il se trouvait avant l'aménagement:

- reconstituer des milieux végétaux adaptés, susceptibles, à leur tour, d'accueillir des espèces animales chassées des berges de l'Isère du fait des travaux

- atténuer l'impact visuel de l'aménagement pour les riverains

- recréer un espace-digue qui bénéficie d'ambiances diverses pour ceux qui le fréquenteront (promeneurs, cyclistes, pêcheurs...)

(EDF, 1982)

(voir FIG.47)

## . 6 .RECONNAISSANCES PAR SONDAGES

Les nombreux forages dans l'ensemble de la cluse de l'Isère ont été réalisés de manières diverses et dans un but particulier suivant la demande des organismes. Nous nous limiterons aux sondages réalisés pour EDF en vue de l'aménagement "Isère Moyenne Aval", et élargirons par la suite notre étude par quelques remarques qui, espérons-le, seront constructives.

### .6.1.RECONNAISSANCES PREALABLES PAR SONDAGES

Depuis la création du projet "I.M.A." (1961) EDF a fait réaliser par plusieurs entreprises des sondages dans toute la cluse iséroise (163 sondages recensés en 1987). Leurs intérêts sont divers, nous détaillerons donc les principaux types de reconnaissances:

**Sondages en percussion** (SI):- sondages avec essai d'eau et identification des sols: donnant des renseignements sur la perméabilité des couches et la nature des aquifères
(entreprise BACHY)
- situation: en amont des deux futurs ouvrages EDF, distants de 1 à 2 km, en parallèle sur chaque rive de l'Isère
- profondeur: variant de 20 à 40 m

(ex: SIEN01-02, SIEN03-04 (Sassenage,ST Egrève); SIVQ01 à 05 (Veurey,Voreppe) )

**Sondages destructifs** (SD):- sondages avec essai d'eau donnant uniquement des renseignements sur la perméabilité des couches
- situation: au niveau des deux futurs ouvrages EDF uniquement, en parallèle sur chaque rive de l'Isère
- profondeur: variable

(ex: SDEN01-02 (Noyarey, St Egrève); SDVQ01-02 (Voreppe,St Quentin) )

**Sondages au tricône ou sondages profonds** (SP):
(entreprise FONDASOL)
- sondages partiellement carottés donnant des coupes des sols, intérêt stratigraphique
- situation: au niveau des futurs ouvrages EDF, dans l'axe de la vallée
- profondeur: de 75 à 90 m

(ex: SPEN01b (ST Egrève,Noyarey); SPVQ01 (Voreppe,St Quentin) )

**Sondages en vibro-percussion** (VP):
(entreprises MECASOL,BACHY)
- sondages carottés pour l'installation de piézomètres et identification des sols (échantillonnages pour essais théoriques de perméabilité)
- situation: tous les 3 km du confluent Drac-Isère au Bec de l'Echaillon, en parallèle de chaque côté de l'Isère

- profondeur: variant de 20 à 45 m

(ex: VPEN03-04 (confluent Drac-Isère); VPEN01-02 (St Egrève,Noyarey); VPVQ07-08 (Fontanil,Noyarey); VPVQ01-02 (Chevalon, Veurey); VP1 à 6 VQ (Echaillon, Voreppe) )

Forages peu profonds par trépan et soupapes (P ou SE):

(entreprises ESCO,COLLET,BACHY)

- forages réalisés pour l'installation de piézomètres ou de puits, donnant des renseignements sur la perméabilité des couches et la lithologie du sous-sol (quand la coupe correspondante existe)
- situation: en bordure des rives de l'Isère et dans l'agglomération iséroise (étude de la nappe)
- profondeur: 6 à 25 m (P)
  9 à 54 m (SE)

(ex: nombreux, mal recensés: P1 à P4, P20 à P55 ...
SE1 0 SE8, SE101 à 120...)

## .6.2.BILAN DE L'UTILITE DES SONDAGES

La reconnaissance par sondages serait pour le géologue l'instrument idéal si les coupes lithologiques correspondantes étaient suffisamment significatives et correctement archivées. Leur répartition homogène dans l'ensemble de la Cluse nous permettrait d'avoir une vision plus représentative des dépôts quaternaires.

Il apparaît important de sensibiliser les organismes aux échanges possibles entre professionnels et intéressés, et les possibilités offertes à ceux-ci en retour (étude géologique ou géotechnique d'un site).

La collecte des données EDF se révèlant un travail long et fastidieux pour une étude d'une année, il n'a pas été possible de consulter les données des travaux de 3e cycle (H.MARGALHAN-FERRAT (1975), G.MERCIECA (1977), et J.LETELLIER (1981) ).

Ceci amène à porter quelques remarques sur le mode d'archivage des informations.

Suivant les moyens de prospections et leurs finalités, il apparaît une variabilité dans la qualité et la précision des données. Ainsi peu d'essais physiques d'identification des sols ont été réalisés; si cela n'influe guère sur les descriptions des formations grossières il n'en n'est pas de même pour les matériaux fins (confusions courantes entre les limons, silts et argiles dans les descriptions).

La conservation des carottages peut également se révèler précieuse lors d'une vérification des descriptions lithologiques (compléments apportés par des niveaux à bois datés ultérieurement au C14).

Un archivage méthodique des données au cours du temps me paraît indispensable pour un organisme aussi conséquent que l'EDF, que ce soit par un recueil brut de l'information ou par une transcription directe sur les bordereaux des entreprises employées. De même la conservation de tous les carottages est souhaitable.

Le contrôle des fichiers informatiques GEØL (MERCIECA,1977) et SITUATION-LITHOLOGIE (LETELLIER,1981) reste à faire; l'inconvénient majeur de ce mode d'archivage étant les problèmes de codages de l'information lithologique. On peut craindre une mauvaise restitution des données dans le cas de formations particulières ou dans le cas de descriptions complexes; le gros avantage en revanche étant le gain de place pour le stockage et le gain de temps lors du traitement (si l'accès reste simple).

# CHAPITRE III

## SEDIMENTOLOGIE ET CHRONOLOGIE

### .1.SEDIMENTOLOGIE

GRANULOMETRIE

PETROGRAPHIE DES GALETS

MORPHOMETRIE DES GALETS

MORPHOSCOPIE DES QUARTZ

ETUDE DES MINERAUX ARGILEUX AUX RX

CONCLUSION

### .2.CHRONOLOGIE

BOIS FOSSILES ET DATATIONS

OSSEMENTS FOSSILES

# .1. SEDIMENTOLOGIE

## .1.1.GRANULOMETRIE

### .1.1.1.MODE DE PRELEVEMENTS

#### .1.1.1.1.PRELEVEMENTS "IN SITU"

Au cours des travaux de terrassements du barrage-usine de St Egrève, des échantillons ont été prélevés, selon les méthodes habituellement préconisées en sédimentologie, à des niveaux caractéristiques des coupes "USINE" et "BARRAGE" (voir FIG.25 et 26, chap.I.2.). Ces échantillons ont été analysés au laboratoire de sédimentologie de l'Institut DOLOMIEU (Grenoble) en vue d'une recherche ponctuelle de l'agent de dépôt, des cotes 192,4 NGF à 185,4 NGF (barrage) et 183 à 177 NGF (usine).

#### .1.1.1.2.PRELEVEMENTS AU COURS DE L'EXCAVATION DE LA PAROI MOULEE

La réalisation des panneaux formant l'écran étanche périmétral de l'enceinte du barrage-usine a permis aux agents EDF de prélever, environ tous les deux mètres au cours de la descente, des échantillons du terrain. Ceux-ci ont été anlysés au laboratoire EDF (St Egrève) pour une détermination de la répartition moyenne du sédiment, dans une optique de génie civil.

### .1.1.2.DONNEES DE LABORATOIRE

#### .1.1.2.1.TECHNIQUES D'ANALYSES GRANULOMETRIQUES

Les échantillons, prélevés "in situ", ont été séchés à l'étuve (70°C) puis tamisés (série AFNOR classique où $r = 10\sqrt{10}$) à l'aide d'une machine à secousses, le refus de chaque tamis étant ensuite pesé.

La représentation graphique des résultats est établie sur papier semi-logarithmique. On exprime ainsi la variation des pourcentages cumulés des lots en fonction de l'echelle des calibres des particules: ceci permet le calcul des divers paramètres et indices caractéristiques du sédiment.

- INDICES NUMERIQUES - (cumuls à partir des "fines")

- Fractiles: symboles Q1,Q2,Q3 déterminés à partir des courbes cumulatives

Q2 (médiane): valeur de l'abscisse d'ordonnée 50 %
Q1 (quartile): valeur de l'abscisse d'ordonnée 25 %
Q3 (quartile): valeur de l'abscisse d'ordonnée 75 %

- Déciles: valeur des abscisses correspondant aux ordonnées 10,20,30.. ..90 % (échelle des % cumulés)

- Indices de classement:

. $Qd\varphi$ de Krumbein: indice de classement (50 % d'ordonnée entre Q1 et Q3)

$$Qd\varphi = \frac{\overline{Q1.Q3}}{2}$$ (mesuré avec la bandelette des $\varphi$)

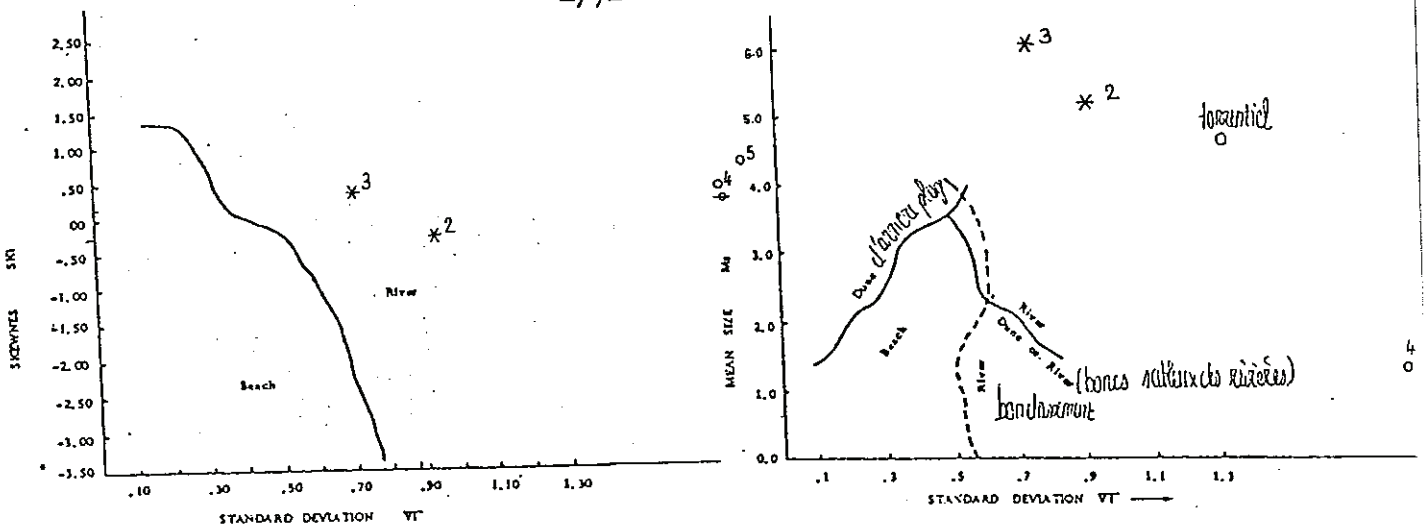



FIG.48: Diagramme de FRIEDMAN (1961)
(utilisation des indices de FOLK et WARD (1957) )

* mesures " BARRAGE "

o mesures " USINE "

(numéros des courbes granulométriques correspondantes)

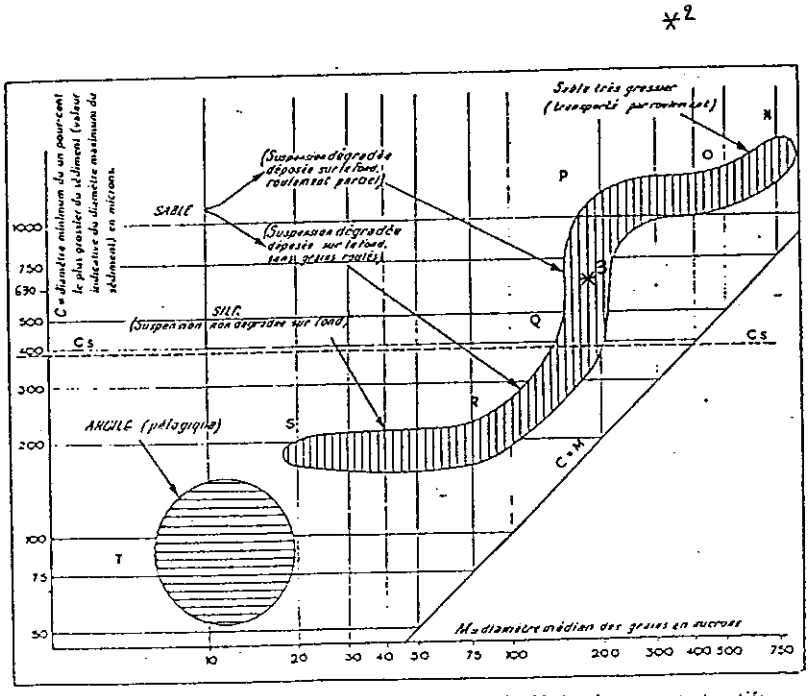



FIG. 1. — Exemple de diagramme CM complet de dépôts de courants tractifs.

FIG.49: Diagramme de PASSEGA
(diagramme CM)

.Hétérométrie de Cailleux (Hé): indice de classement (25 % d'ordonnée dans la partie la plus redressée de la courbe)
(utilisation de la bandelette des $\varphi$)

.Asymétrie (S): exprime la répartition des éléments par rapport à la médiane Q2

$$S = \frac{Q1 \times Q3}{(Q2)^2}$$

(mesuré en $\varphi = -\log 2\, \xi$ ) en mm

.Indices de FOLK et WARD (1957):

Mean: $Mz = \frac{\emptyset 16 + \emptyset 50 + \emptyset 84}{3}$

Sorting (indice de classement): $StdV = \frac{\emptyset 84 - \emptyset 16}{4} + \frac{\emptyset 95 - \emptyset 5}{6.6}$

Skewness (assymétrie): $Sk = \frac{\emptyset 84 + \emptyset 16 - 2\emptyset 50}{2(\emptyset 84 - \emptyset 16)} + \frac{\emptyset 95 + \emptyset 5 - 2\emptyset 50}{2(\emptyset 95 - \emptyset 5)}$

Kurtosis (angulosité): $Kg = \frac{\emptyset 95 - \emptyset 5}{2.44(\emptyset 75 - \emptyset 25)}$

(utilisation des indices de FOLK et WARD dans les diagrammes de FRIEDMAN (voir FIG.48) )

.PASSEGA: diagrammes CM où C:1er centile = dimension de la plus grosse particule

M: valeur de la médiane pour une même granulométrie (donnée par la dimension du grain 50)

(voir diagrammes FIG.49)

.1.1.2.2.RESULTATS

**2.a.Coupe "BARRAGE"**
(192.4 à 185.4 NGF)

voir FIG.25 (Chap.I.2.)
courbe granulométrique (FIG.50)

| Courbes | Qd$\varphi$ | Hé | S | Mz | St.dv | Sk | Kg | Passéga |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -1- (192.4 NGF) | 1.9 | 1.40 | -5.6 | 0.7 | 2 | 0.6 | 0.97 | / |
| -2- (187.6 NGF) | 0.3 | 0.30 | 0.97 | 5 | 0.9 | -0.25 | 2.8 | M=300 µm C=1400 µm |
| -3- (185.4 NGF) | 0.4 | 0.35 | 0.99 | 6 | 0.7 | 0.15 | 1.2 | M=150 µm C=630 µm |

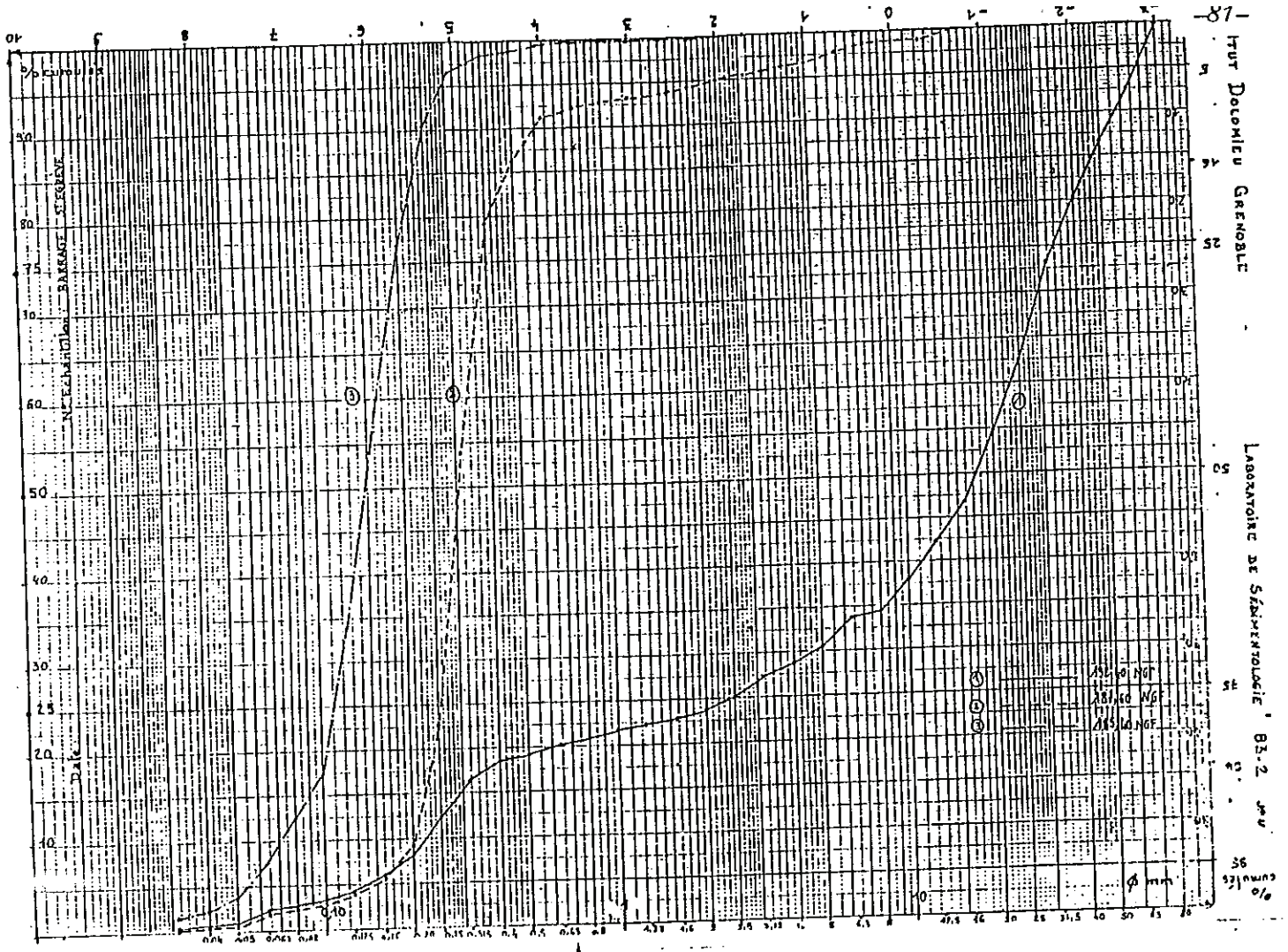
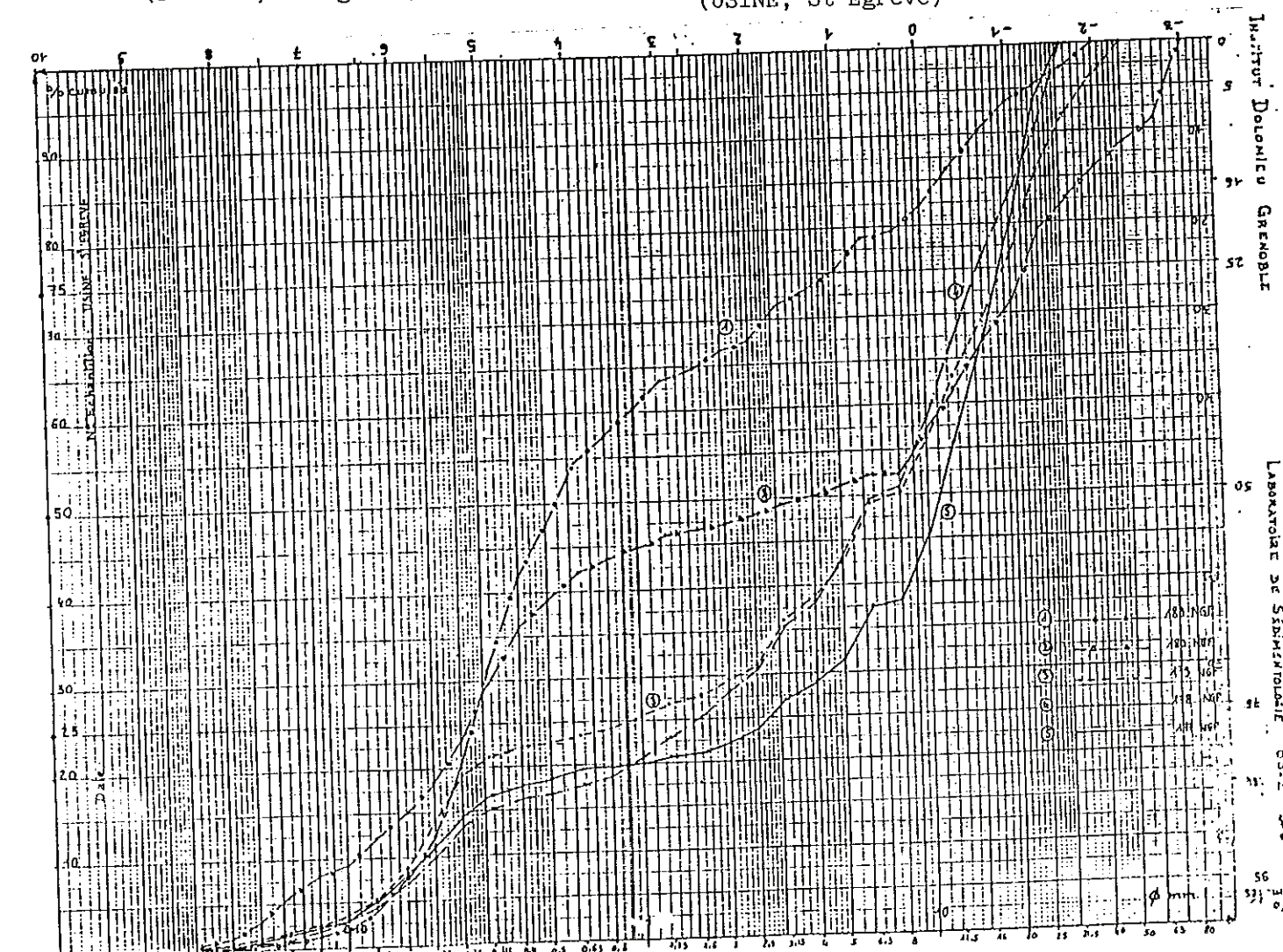



FIG.50: Courbe granulométrique
(BARRAGE, St Egrève)

FIG.51: Courbe granulométrique
(USINE, St Egrève)



2.b.Coupe "USINE"
(183.0 à 177.0 NGF)

voir FIG.26 (Chap.I.2.)
courbe granulométrique (FIG.51)

| Courbes | Qdφ | Hé | S | Mz | St.dv | Sk | Kg | Passéga |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -1- (183.0 NGF) | 2.1 | 0.8 | 0.3 | 3.2 | 6.7 | -0.5 | 0.76 | / |
| -2- (180.0 NGF) | 3.2 | 1 | -3.4 | 1.8 | 3.5 | 1.2 | 0.67 | / |
| -3- (179.0 NGF) | 2.2 | 1.1 | -20.2 | 1.7 | 3 | 0.5 | 0.78 | / |
| -4- (178.0 NGF) | 1.7 | 0.9 | -6.5 | 1.4 | 2.6 | 0.45 | 0.97 | / |
| -5- (177.0 NGF) | 1.4 | 0.7 | -171 | 1.3 | 2.7 | 0.7 | 1.14 | / |

.1.1.2.3.INTERPRETATION DES RESULTATS

3.a.Coupe "BARRAGE"
(192.4 à 185.4 NGF) voir tableau 2.a. des indices

Courbes:
-1- (192.4 NGF): -mauvais classement des éléments (maximum vers les grossiers): dépôt: crue fluvio-torrentielle
- diagramme de FRIEDMAN:
sédiments de rivières
(Sk.Kg)
(hétérogénéité du sédiment)

-2- (187.6 NGF): - bon classement des éléments; bon tri (pente redressée, sans palier, de la courbe granulométrique FIG.50 )
dépôt de décantation, type Estuaires
- diagramme de FRIEDMAN:
sédiments de rivières
(St.dv. Sk)

- PASSEGA: sable grossier (transport par roulement )

-3- (185.4 NGF): - bon classement des éléments, bon tri: dépôt tranquille: type Estuaires à Dunes
- diagramme de FRIEDMAN:sédiments de rivières
(St.dv.Sk, Sk.Kg)
- PASSEGA: sable: suspension dégradée déposée sur le fond (roulement partiel)

CONCLUSION:

200.0 NGF

192.4 )- Fluvio-torrentiel (dépôt de crue)

187.6 }
185.4 }- Fluviatile plus "calme" (dépôt d'étiage, de décantation ou de plaine alluviale)

180.0 NGF

3.b.Coupe "USINE"
(183.0 à 177.0 NGF) voir tableau 2.b. des indices

Courbes:

-1- (183.0 NGF): - mauvais classement des éléments, mauvais tri (paliers visibles sur la courbe granulométrique FIG.51)
dépôts Fluvio-torrentiels
- diagramme de FRIEDMAN: sédiments de rivières (Mz.Stdv, Stdv.Sk)

-2- (180.0 NGF) à -4- (178.0 NGF):
- mauvais classement des éléments, maximum du côté des grossiers: dépôts Fluvio-torrentiels
- diagramme de FRIEDMAN: sédiments de rivières (Mz.Stdv, Stdv.Sk) Sk.Kg

-5- (177.0 NGF): - mauvais classement des éléments: type fluvio-torrentiel
(Hé): dépôts de fleuves
- diagramme de FRIEDMAN:sédiments de rivières (Mz.Stdv, Stdv.SK, Sk.Kg)

CONCLUSION:

200.0 NGF

190.0

183.0 )-Fluvio-torrentiel

180.0 }
179.0 }- Fluvio-torrentiel (dépôts de crue)
178.0 }

177.0 )- Fluvio-torrentiel ou deltaïque (crachée sableuse)

170.0 NGF

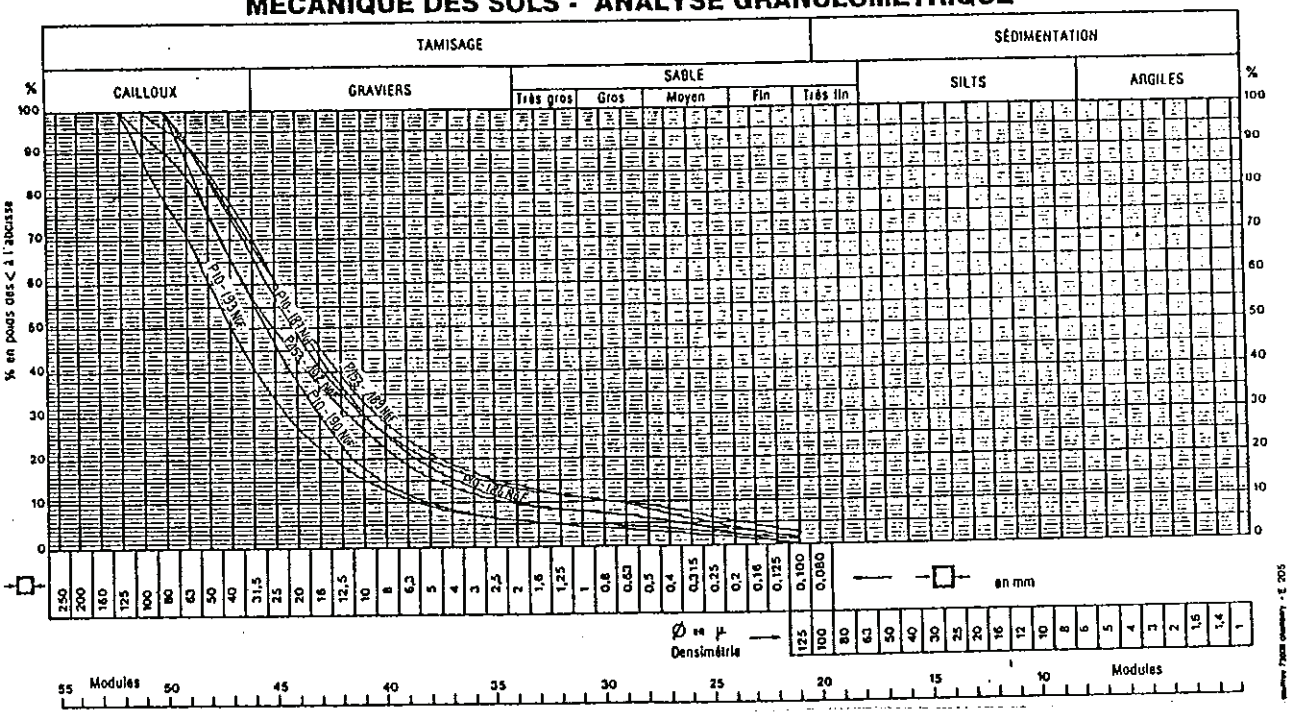
E.D.F. R.E. ALPES LYON Aménagement : EDF. Réal. Ixiu Moyenne aval N°

Chantier : Barrage-usine de St Egrève-Moyenne (38) Date prélèvement : avril-mai 1981

Paroi moulée

COUPE VERTICALE BARRAGE EDF Panneaux BC (P150) - NO (P90) de 193 à 184 NGF Le :

## MÉCANIQUE DES SOLS - ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE




DOCUMENTS EDF
Courbes granulométriques EDF St Egrève (BARRAGE et USINE)
(panneaux correspondant aux coupes "BARRAGE" et "USINE", FIG.50 et 51)

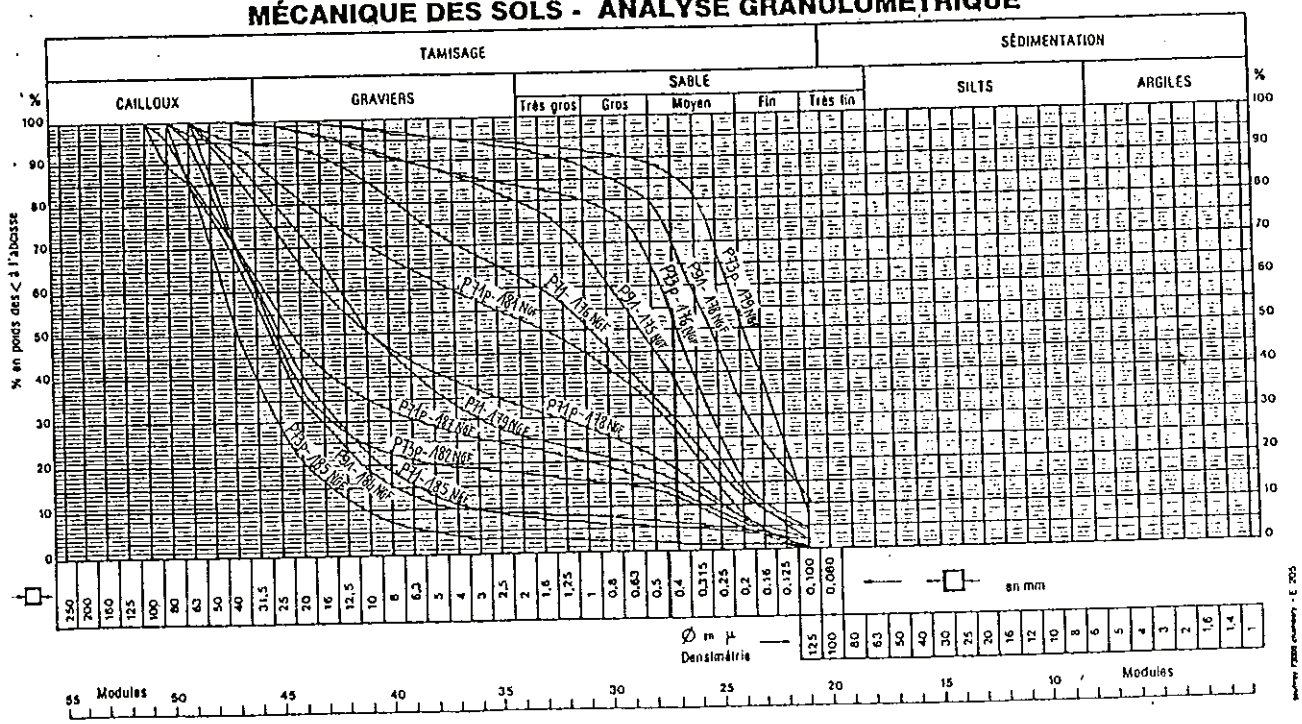
E.D.F. R.E. ALPES LYON Aménagement : EDF. Réal. Ixiu Moyenne aval N°

Chantier : Barrage-usine de St Egrève-Moyenne (38) Date prélèvement : avril-mai 1981

Paroi moulée

COUPE VERTICALE USINE EDF. Panneaux AB (P11 : P34) - LM (P11p : P11p) de 181 à 175 NGF Le :

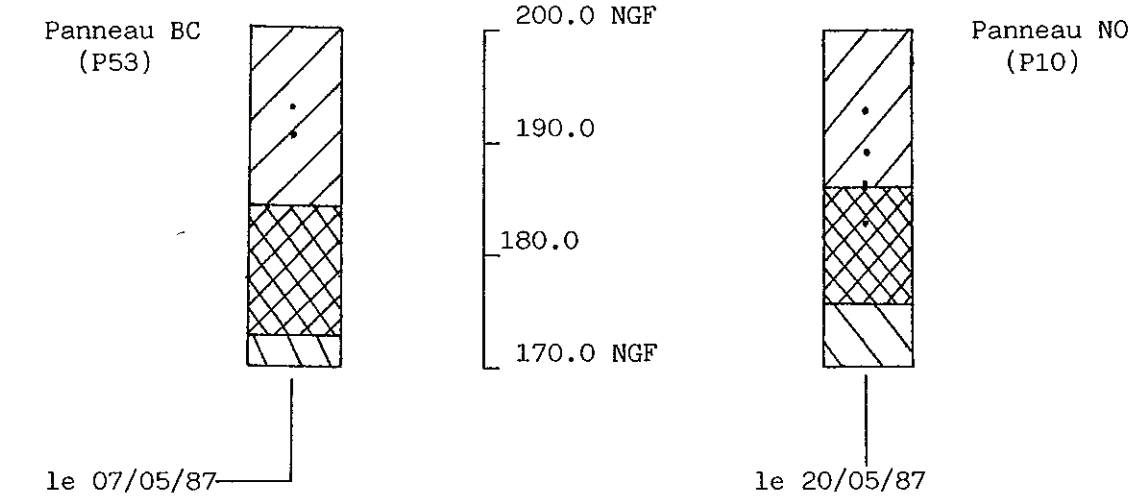
## MÉCANIQUE DES SOLS - ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE



## .1.1.3.DONNEES GRANULOMETRIQUES EDF

### .1.1.3.1.COUPE "BARRAGE" (193.0 à 184.0 NGF)

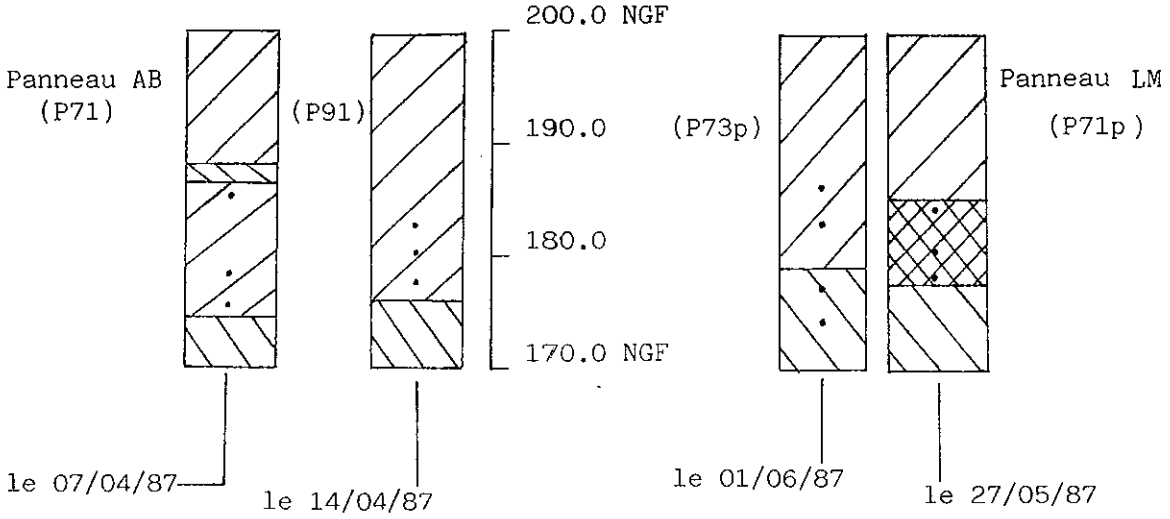
Les courbes granulométriques obtenues à partir des échantillons prélevés lors de l'excavation des panneaux formant la paroi-moulée, indiquent l'hétérogénéité du sédiment, son caractère grossier de type fluviatile. Ceci est confirmé par les coupes EDF représentant la sédimentation alluviale pour chaque panneau formé:




(Mr BLANCHET, EDF)

### .1.1.3.2.COUPE "USINE" (187.0 à 175.0 NGF)

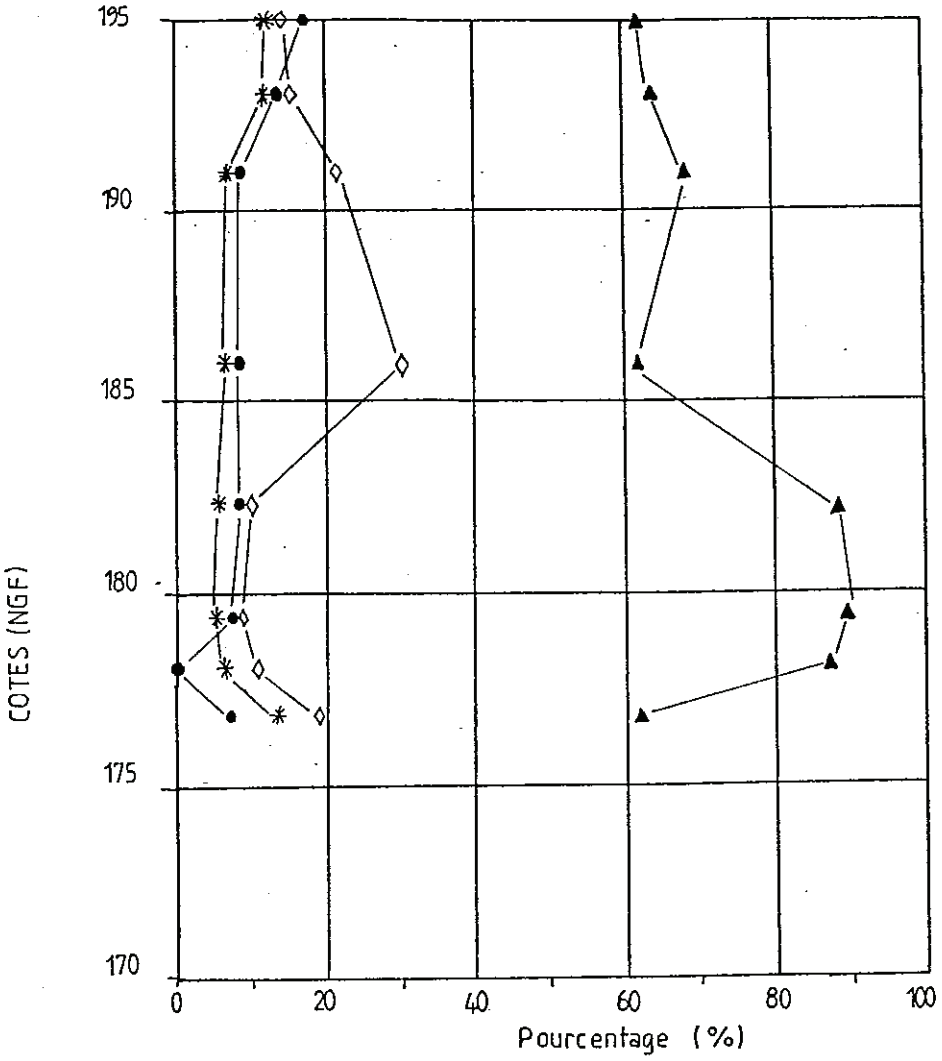
En observant les courbes granulométriques de l'EDF, on peut remarquer la grande variation dans la taille des particules (sables fins au galets). Les coupes correspondantes indiquent un milieu de type fluviatile à fluvio-torrentiel (mise en évidence de la nature hétérogène de ce type de sédimentation):



### .1.1.4.CONCLUSIONS

En comparant les analyses granulométriques réalisées à partir d'échantillons prélevés "in situ", et les analyses granulométriques EDF réalisées à partir d'échantillons provenant de l'excavation de la paroi moulée, nous pouvons admettre que les résultats sont beaucoup plus représentatifs du type de sédiment dans le cas d'échantillonnage "in situ".

Dans le cas de la remontée d'échantillons au cours de l'excavation, il y a homogènéisation et pertes de "fines" du sédiment, l'analyse de ces derniers est donc moins précise.




PÉTROGRAPHIE DES GALETS

Coupe verticale de l'usine (St EGREVE)

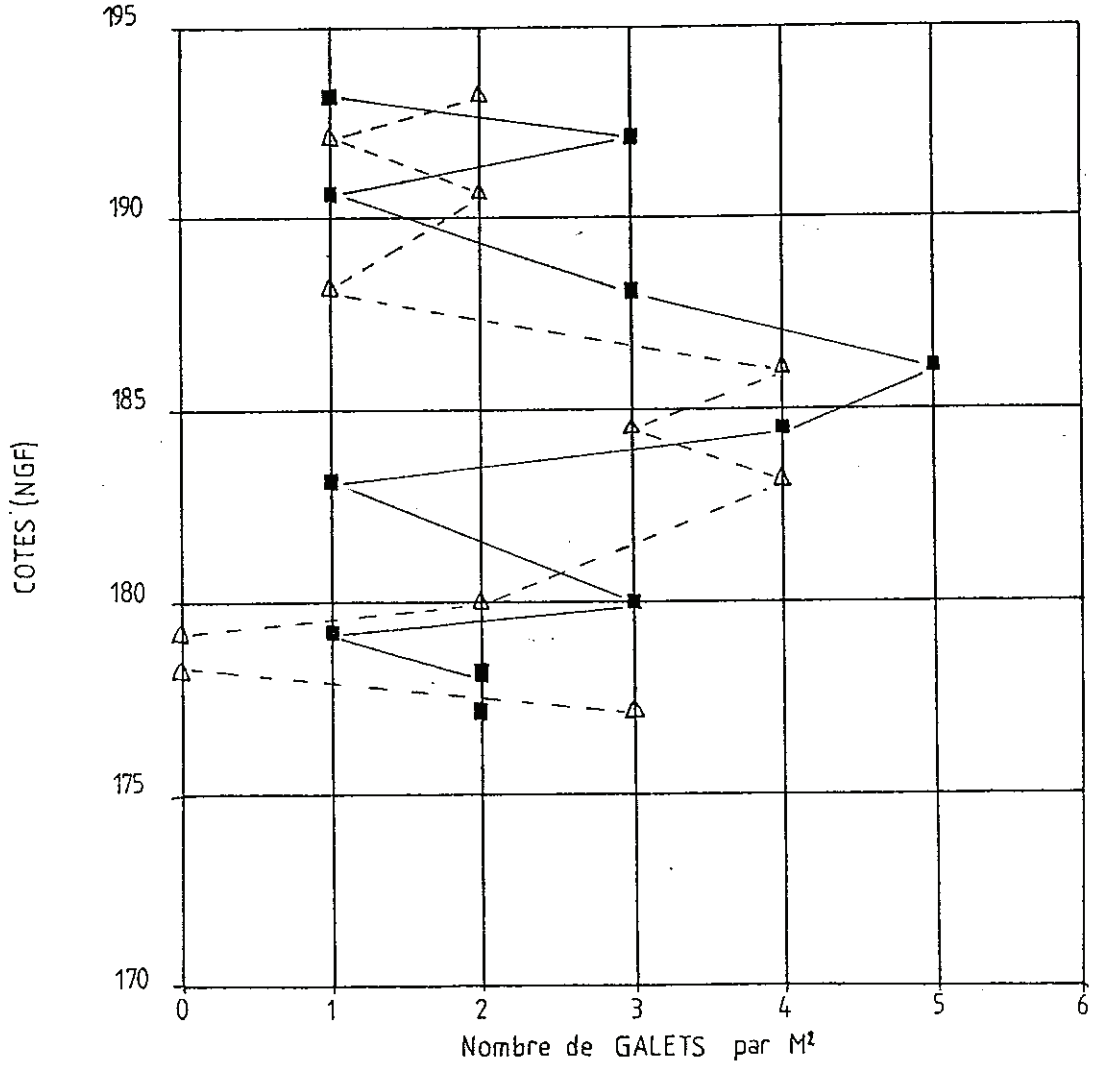
✱ Roches cristallines

• Quartzites

◊ Roches métamorphiques

▲ Roches calcaires

FIG.52




ÉVOLUTION DES "GALETS DU DRAC" EN FONCTION DE LA HAUTEUR

Coupe verticale de l'usine (St EGREVE)

△ Spilites

■ Microgranites

FIG. 53

## .1 .2.PETROGRAPHIE DES GALETS

### .1.2.1.MODE DE PRELEVEMENTS

Des lots de 100 galets, de longueur moyenne égale à 5 cm environ, ont été prélevés le long de la coupe "USINE" (FIG.26, Chap.I.2) entre les cotes 195.0 NGF et 177.0 NGF. Dans chaque lot, on a déterminé la nature des galets et établi un pourcentage global.

### .1.2.2.REPRESENTATION DES RESULTATS

Pour chaque lot, prélevé à une cote bien précise le long de la coupe "USINE", on a représenté, sur un diagramme linéaire XY, le pourcentage des diverses natures pétrographiques des galets. Une représentation "plus parlante" (diagramme circulaire) a été utilisée pour les cas spécifiques de la pétrographie du Drac et de l'Isère.

### .1.2.3.INTERPRETATION DES DONNEES

#### .1.2.3.1. COUPE VERTICALE DE L'USINE (St EGREVE)

(voir FIG.52)

En observant le graphique, on remarque une augmentation importante de la proportion des roches calcaires des cotes 182.0 à 178.5 NGF; on peut envisager qu'un cône de déjection (celui de La Vence très certainement) aurait été en pleine activité durant cette période.

L'influence prépondérante de l'Isère (voir FIG.54) semble être relativement superficielle, traduite par l'augmentation des quartzites des cotes 191.0 à 195.0 NGF (voir FIG.52)

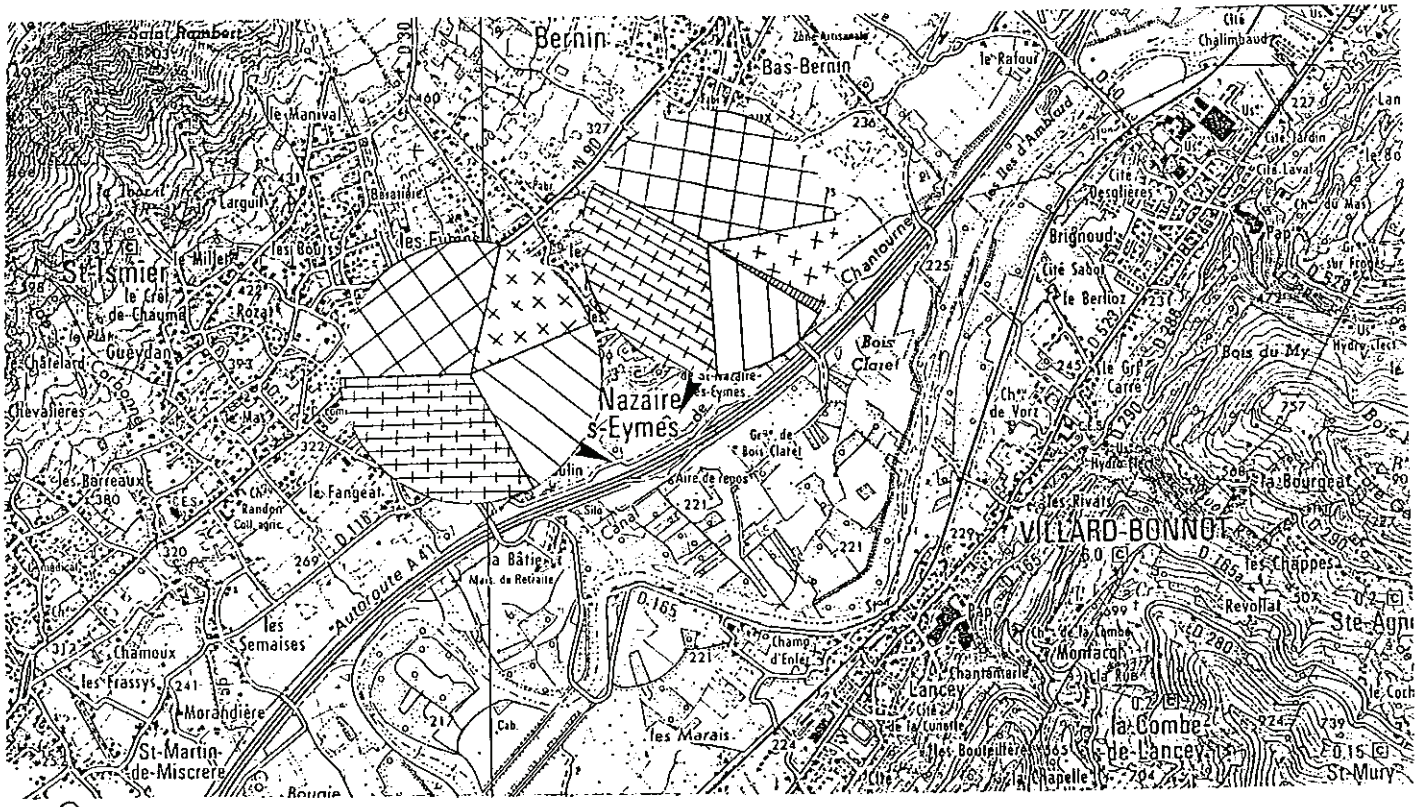
En ce qui concerne le Drac (voir FIG.55), son maximum d'influence semble être marqué à proximité de la cote 186.0 NGF par une forte augmentation en roches métamorphiques (voir FIG.52). Ceci semble d'ailleurs confirmé par la FIG.53, entre les cotes 184.0 et 186.0 NGF (nombre important de galets de spilites et microgranites).

#### .1.2.3.2.CONCLUSION

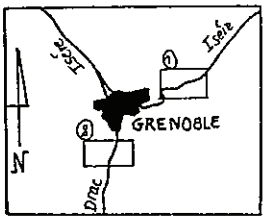
En observant la pétrographie des galets le long de la coupe "USINE" (coupe verticale, St Egrève,FIG.52), on peut noter l'influence, aux différentes cotes, des affluents de l'Isère et torrents locaux de la région.

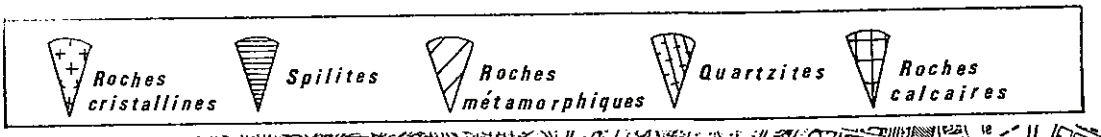
| | |
|---|---|
| 200.0 NGF | |
| 195.0 | INFLUENCE MARQUEE DE L'ISERE |
| 190.0 NGF | |
| 185.0 | INFLUENCE MARQUEE DU DRAC |
| 180.0 NGF | CONE DE DEJECTION DE LA VENCE |
| 175.0 | |

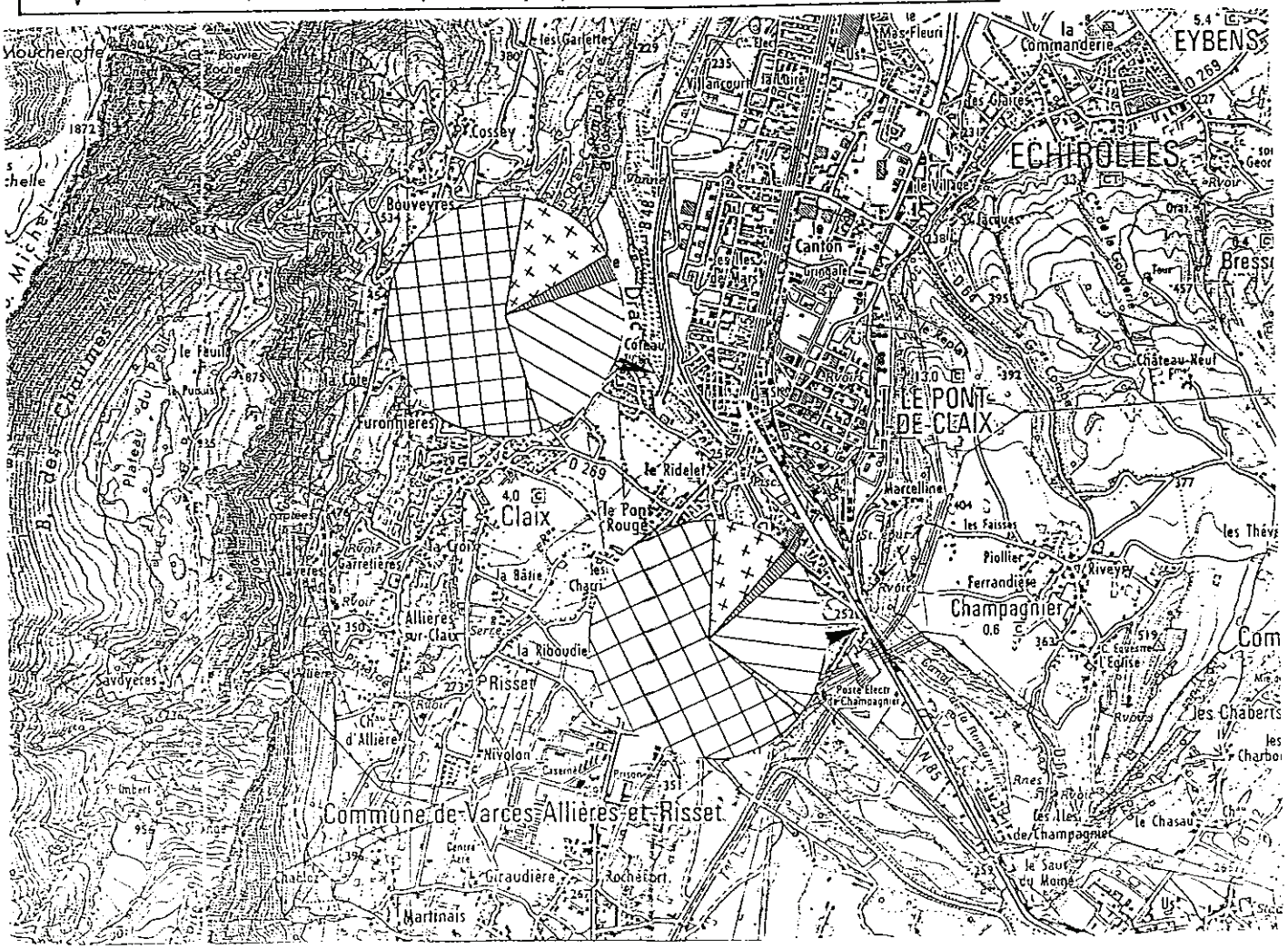
Coupe "USINE" verticale (St Egrève)




① FIG.54. Pétrographie des galets de l'Isère
(NE de Grenoble: St Nazaire-Les-Eymes)



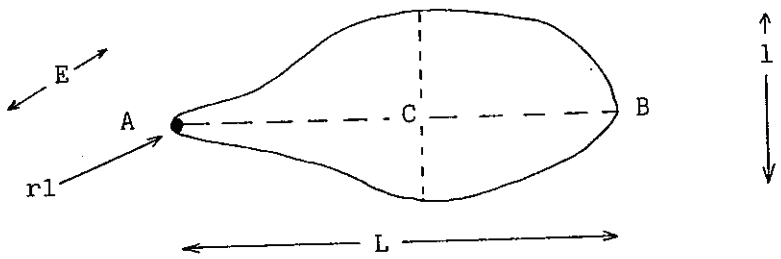




② FIG.55 : Pétrographie des galets du Drac
(S de Grenoble: Claix)

## .1.3.MORPHOMETRIE DES GALETS

### .1.3.1.MODE DE PRELEVEMENTS ET METHODE

Des lots de 100 galets de nature calcaire (car ce sont les calcaires les plus nombreux dans les comptages pétrographiques réalisés), centrés autour de 5 cm, sont prélevés à des niveaux caractéristiques de l'USINE et du BARRAGE de St Egrève. Pour chaque galet, examiné à plat, dans le sens de sa plus grande longueur L et de sa plus grande largeur l, on mesure L,l,E et la plus petite courbure, caractérisée par le rayon r1, au moyen d'une cible spéciale.




On peut en déduire les indices suivants:

- indice d'Emoussé: $I = \left(\frac{2r1}{L}\right)1000$
- indice d'Aplatissement: $A = \left(\frac{L+l}{2E}\right) 100$
- indice de dissymétrie: $D = \left(\frac{AC}{L}\right) 1000$

### .1.3.2.EXPRESSION DES RESULTATS

Pour un même lot: pour chaque indice, ordonner les résultats en les classant par valeurs croissantes, et déterminer la médiane. (Utiliser le graphique de TRICART pour les médianes des I et A, voir FIG.56)

#### .1.3.2.1."USINE" (coupe RD.RG, voir FIG.27 au Chap.I.2.)

Cote 177 NGF

I médiane= 161 (minimum= 35; maximum= 377)
A médiane= 223 (n85= 333)
D médiane= 69

- diagramme de TRICART: domaine du Fluviatile
- Tableau des valeurs moyennes de I,A,D: Fluviatile (limite climat froid- climat tempéré)

#### .1.3.2.2."BARRAGE" (coupe Amont-Aval, voir FIG.25 au Chap.I.2)

Cote 185.5 NGF

I médiane= 273 (minimum= 78; maximum= 428)

A médiane= 250 (n85= 375)
D médiane= 69

- diagramme de TRICART: domaine du **Marin** (dû certainement à une sur -évaluation du rayon r1)
- Tableau des valeurs moyennes de I,A,D: **Fluviatile (climat tempéré ou chaud)**

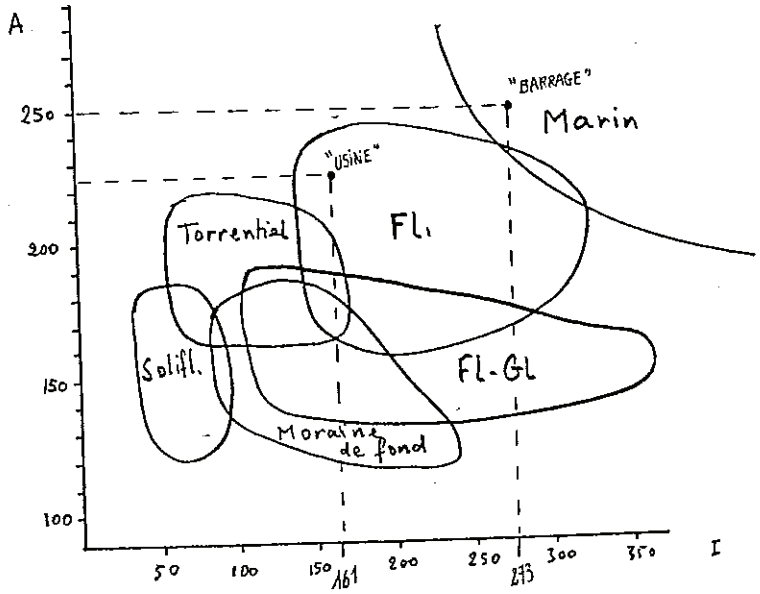



FIG.56: Diagramme de TRICART

CALCAIRES COMPACTS: (Tableau de référence)

| | (I) min. | (I) méd. | (I) max. | (A) min. | (A) méd. | (A) max. | (A) méd. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fluviatile en climat froid | 47 | 155 | 520 | 190 | 300 | 430 | 560 |
| Fluviatile en climat tempéré ou chaud | 77 | 295 | 536 | 160 | 200 | 270 | 570 |

ANNEXE: Tableau des valeurs moyennes de (I) et (A)
(pour des calcaires compacts)

## .1.4.MORPHOSCOPIE DES QUARTZ

### .1.4.1.PREPARATION DES ECHANTILLONS ET EXAMEN

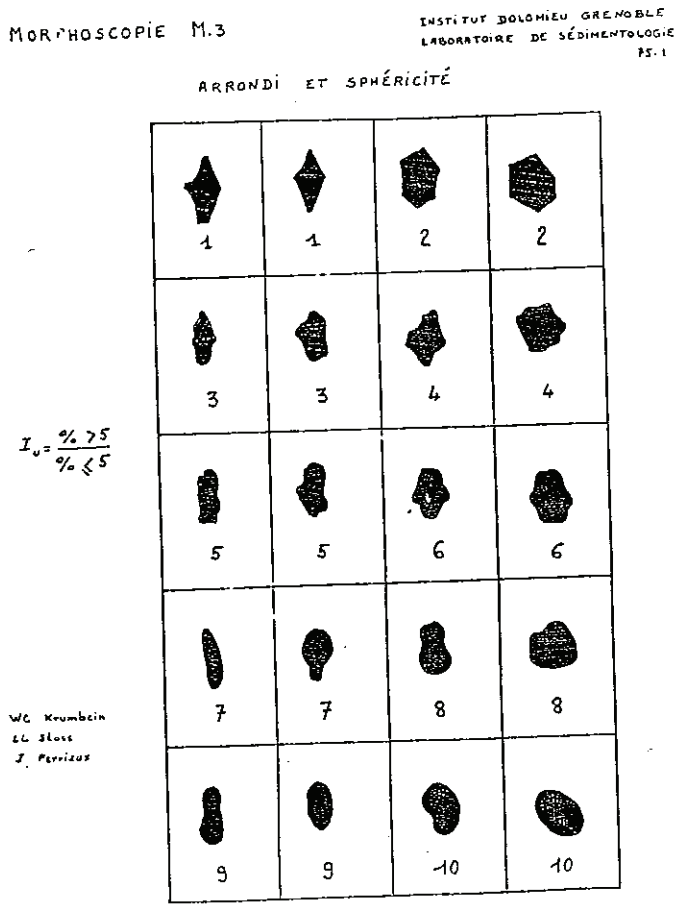
Après avoir effectué des tamisages, en vue de l'analyse granulométrique des sédiments, nous avons conservé les fractions comprises entre 315-250 µm, 160-125 µm et 100-80 µm des échantillons prélevés à diverses cotes.

Pour chaque échantillon, nous avons observé 100 grains de Quartz pour chaque fraction, à l'aide d'une loupe binoculaire, en nous référant à la charte visuelle de KRUMBEIN et SLOSS.

Des indices d'usure peuvent être alors calculés pour chaque lot:

$$Iu = \frac{\% > 5}{\% \leqslant 5}$$

(les valeurs d'usure sont données dans la charte par J.PERRIAUX)




ANNEXE: Charte visuelle de KRUMBEIN et SLOSS

## .1.4.2.INTERPRETATION DES RESULTATS

Nous avons reporté sur un graphique, suivant les hauteurs (cote NGF), les indices d'usure calculés pour chaque fraction d'un même échantillon prélevé sur la coupe "USINE" et la coupe "BARRAGE" de St Egrève.

### .1.4.2.1.Coupe "USINE" (de 183.0 à 177.0 NGF)

(voir FIG.57)

Nous pouvons remarquer que les indices d'usure sont plus élevés à la cote 183.0 NGF (sauf pour la fraction 160-125$\mu$) et très faibles à la cote 179.0 NGF (correspondant à l'influence proche de La Vence).

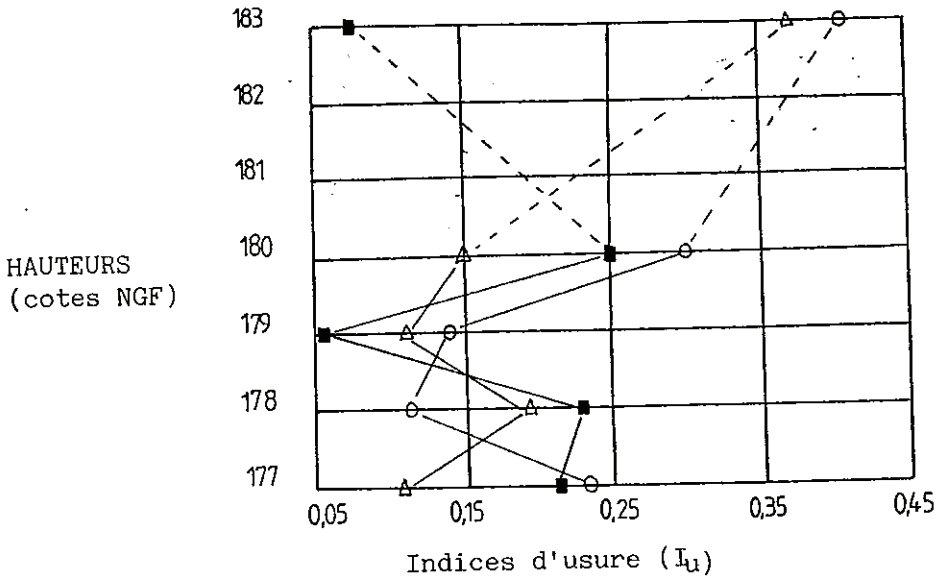



FIG.57: Usure des grains de Quartz (suivant la cote NGF)
(coupe "USINE", St Egrève)

Diamètres des particules de Quartz :
○ 315- 250 µm ■ 160- 125 µm △ 100- 80 µm

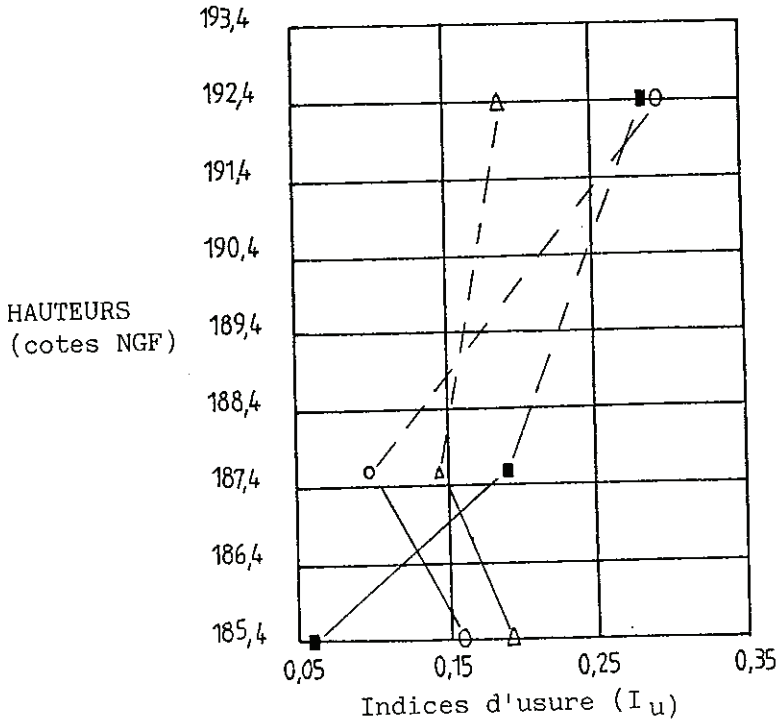



FIG.58: Usure des grains de Quartz (suivant la cote NGF)
(coupe "BARRAGE", St Egrève)

On peut penser que les grains ont été usés "normalement", suivant une valeur moyenne de 0.20, entre les cotes 177.0 et 178.0 NGF; l'usure ne s'est pratiquement plus fait sentir à la cote 179.0 NGF avant de redevenir maximale entre les cotes 180.0 et 183.0 NGF.

183.0 NGF
182.0 } -- Usure moyenne
181.0 }
180.0
179.0 ) -- Usure absente
178.0 } -- Usure faible
177.0 NGF )

.1.4.2.2.Coupe "BARRAGE" (de 193.4 à 185.4 NGF)
(voir FIG.58)

L'usure semble augmenter progressivement et régulièrement des cotes 185.0 à 192.0 NGF.

Le manque de données ne nous permet pas de tirer de plus amples renseignements.
(caractère Fluviatile)

## .1.5.ETUDE DES MINERAUX ARGILEUX PAR RX

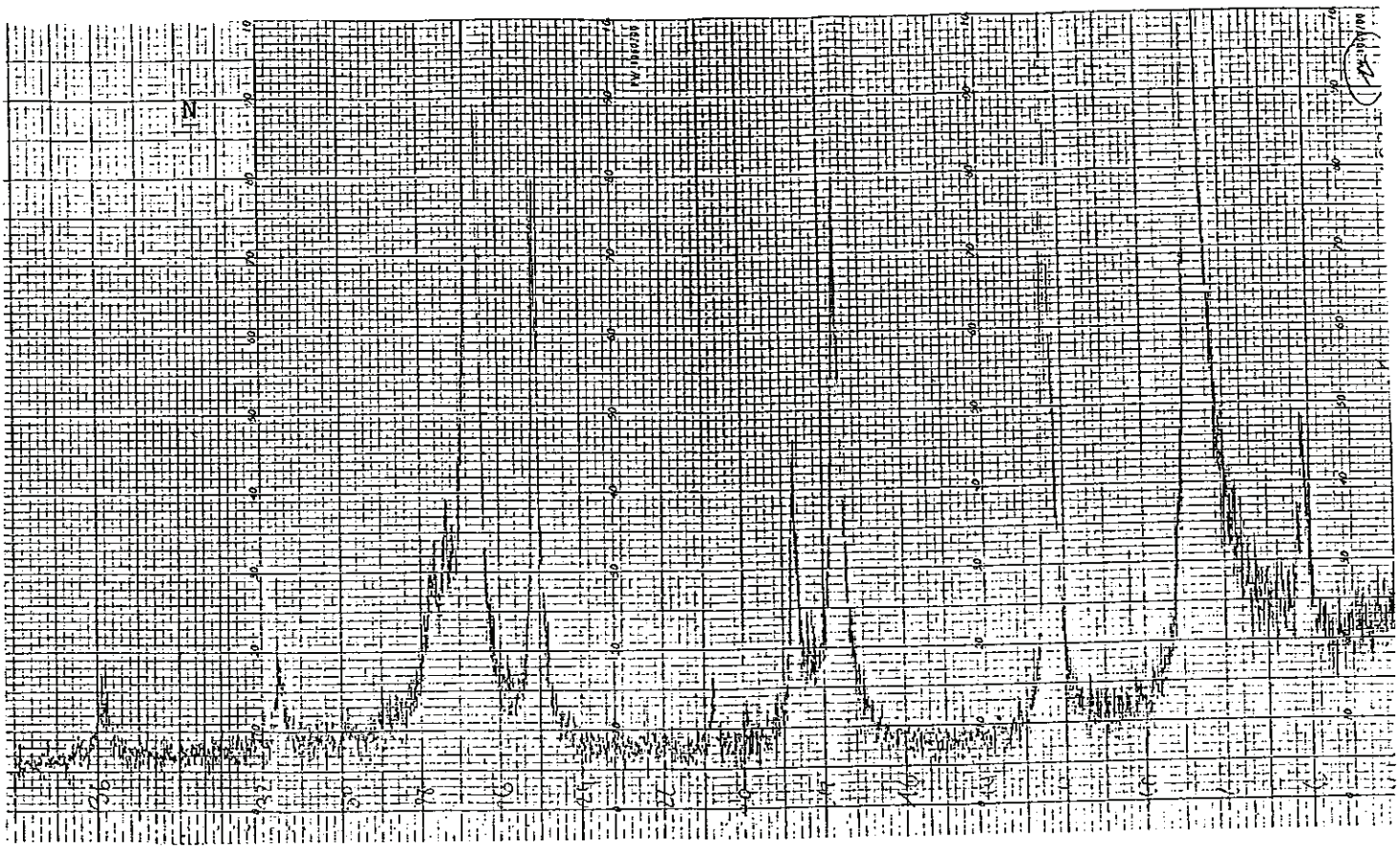
### .1.5.1.PRELEVEMENT DE L'ECHANTILLON

A l'intérieur de l'enceinte, en rive droite côté "USINE" (voir Fig de l'enceinte, Chap.I.2), au cours des travaux de terrassement, a été prélevée, dans un niveau caractéristique sableux une poche argileuse (cote 186.5 NGF), d'environ 500 g.

### .1.5.2.PREPARATION DE L'ECHANTILLON

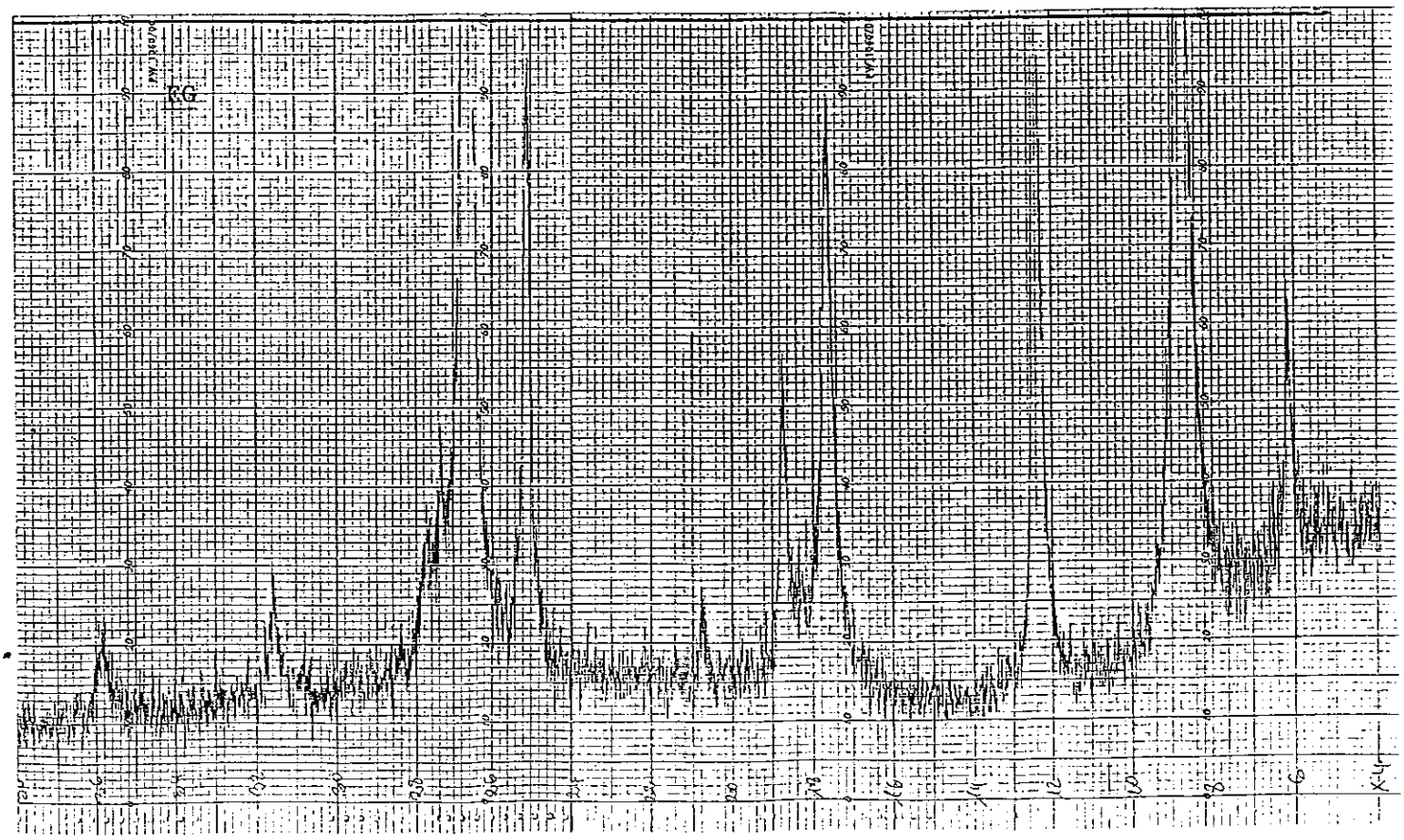
Une fraction de l'échantillon (environ 5 g) a été prélevée et traitée au laboratoire de sédimentologie de DOLOMIEU, en vue d'une analyse aux rayons X (laboratoire du CNRS).

La fraction, diluée dans l'eau distillée, a été décalcifiée (HCl à N/10), centrifugée et tamisée à plusieurs reprises, pour obtenir la fraction $<$ à 2 $\mu$m. Après une nouvelle centrifugation, la pâte obtenue a été étalée sur deux lames de verre spéciales (rainure de 0.2 mm de profondeur à l'emplacement du passage du faisceau de RX).




Passage NORMAL

FIG.59
(Passage au diffractomètre, laboratoire du CNRS, GRENOBLE)




Passage ETHYLENE-GLYCOL

### .1.5.3.PASSAGE AU DIFFRACTOMETRE
(voir FIG.59)

Les lames séchées sont passées aux RX:
- passage normal (N)
- passage après traitement aux vapeurs d'éthylène-glycol (EG) pour déceler les argiles gonflantes

DETERMINATION DES MINERAUX CONTENUS DANS LA POCHE ARGILEUSE:

Après avoir obtenu les diagrammes correspondants, il a été trouvé:

- illite (ou micas à 10 A°): dominants
- chlorite: abondante
- quartz et feldspaths: faible quantité
- aucune argile gonflante

(détermination effectuée par G.VIVIER,DOLOMIEU)

Ces résultats correspondent tout à fait avec ceux vus au Chap.I.1 (vallée de l'Isère). Ces argiles, au sein des alluvions fluviatiles, ont une nature héritée de celle des bassins versants.

## .1.6.CONCLUSION

A partir des résultats obtenus des études sédimentologiques nous pouvons envisager une coupe montrant la superposition des types de dépôts suivants:

(voir FIG.60, page suivante)

Rq: L'agencement de la sédimentation a été mis en évidence par les résultats de laboratoire et les relevés de terrain.

Ont été déterminés trois types de dépôts:

- Type FLUVIATILE: granulométrie (indices numériques)
  pétrographie (influences notables des affluents)
  morphométrie (utilisation du tableau de référence des calcaires compacts)
  morphoscopie (usure moyenne)

- Type FLUVIO-TORRENTIEL DELTAIQUE:
  granulométrie
  pétrographie (cône de déjection de La Vence)
  morphométrie (utilisation du tableau de référence des calcaires compacts)
  morphoscopie (pas d'usure)

- Type LACUSTRE: granulométrie EDF

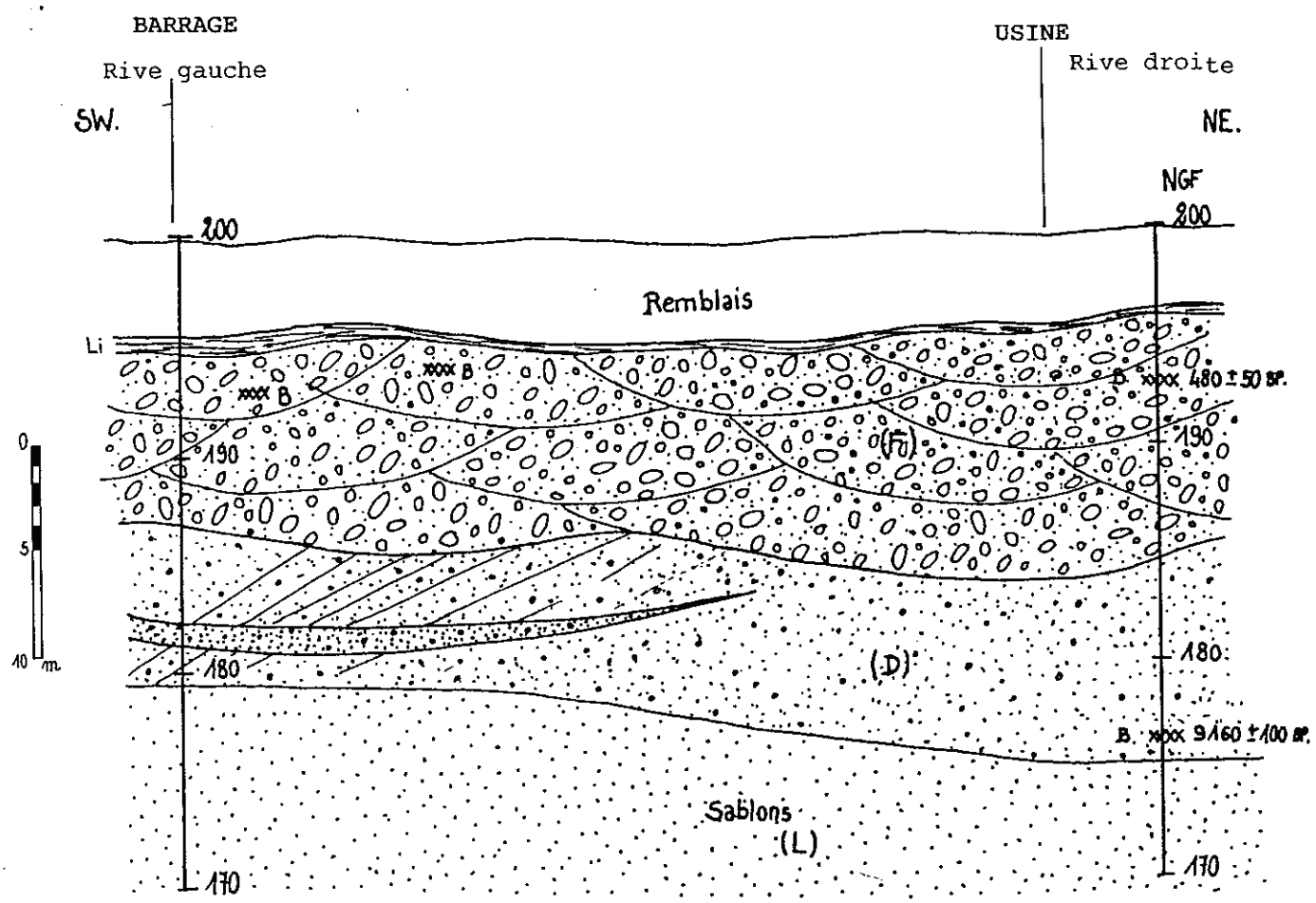



FIG.60: Coupe Rive gauche-Rive droite de l'enceinte du barrage-usine EDF de St Egrève-Noyarey

R Remblais

Li Limons superficiels

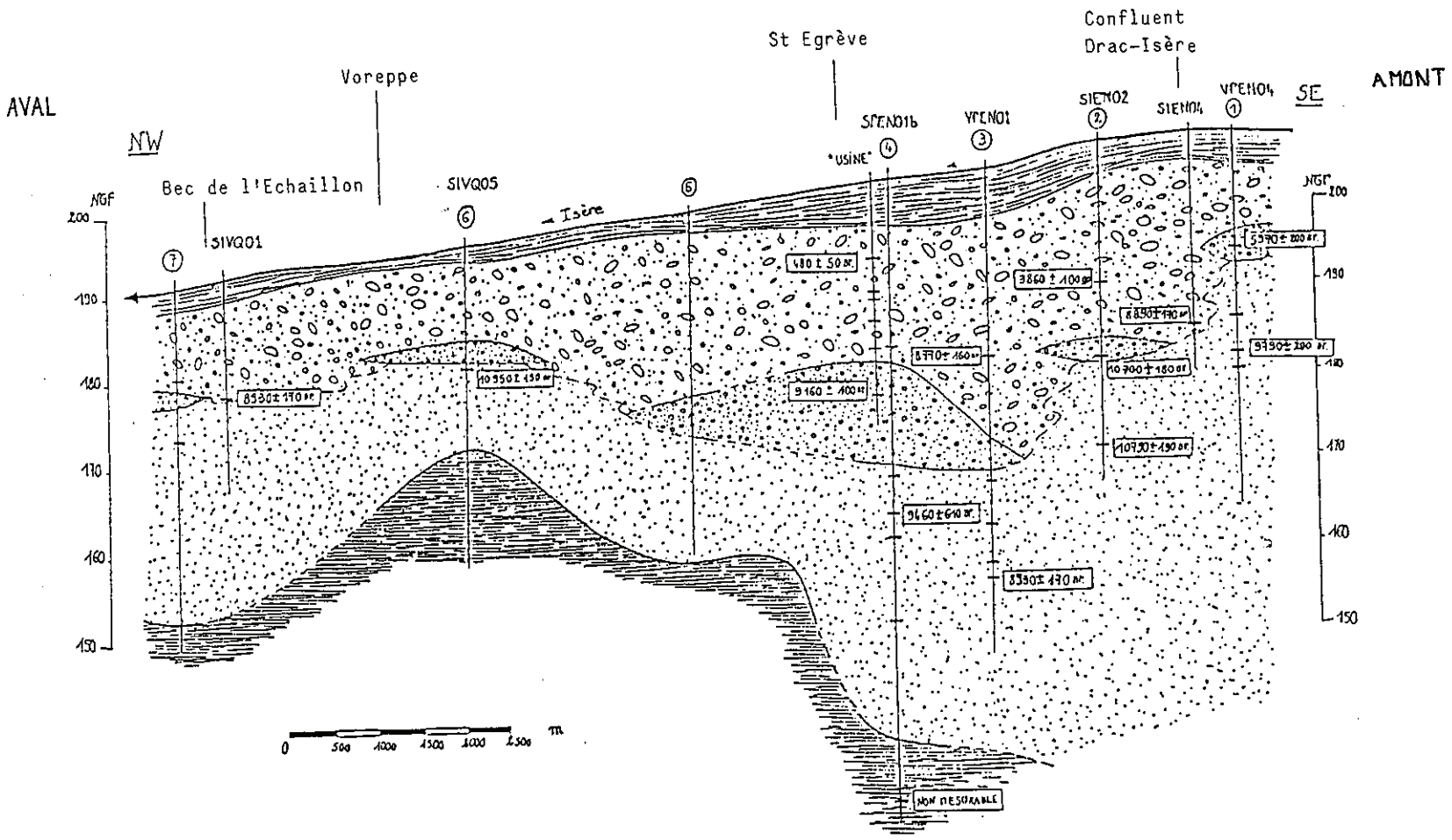
F Alluvions fluviatiles

D Alluvions deltaïques

L Sables lacustres

B Niveaux à Bois

- LEGENDE -




Limons superficiels

Alluvions grossières fluviatiles

Alluvions fluvio-torrentielles deltaïques

Sables lacustres

Silts lacustres

FIG.61: Coupe amont-aval synthétique de la cluse de l'Isère (niveaux à bois)

## .2. CHRONOLOGIE

### .2.1.BOIS FOSSILES ET DATATIONS

Des échantillons de bois fossiles, prélevés in situ durant le stage ou sur les carottages EDF archivés à Voreppe, ont permis par des datations au C14 d'obtenir des âges variant de 480 à 10950 BP sur une quarantaine de mètres de profondeur.

Un bois trouvé dans les silts argileux lacustres, à -72 m, n'a malheureusement pu être daté du fait de sa faible quantité (2 g). C'est dommage car la datation à cette profondeur aurait été particulièrement intéressante pour la chronologie de la sédimentation lacustre.

#### .2.1.1.OBSERVATION DES DONNEES (voir ANNEXES DATATIONS)

En replaçant sur un profil en long de la Cluse (voir FIG.61) les bois datés dans leur contexte lithologique, nous pouvons apporter plus aisément des remarques quant au mode de sédimentation des dépôts post-würmiens.

En nous référant à la coupe "USINE" (ST EGREVE) il est possible de déduire un taux moyen de sédimentation de l'ordre de **2 mm/an** pour les dépôts fluviatiles (2.18 mm/an précisément, si l'on considère que 20 m d'alluvions se sont déposés en 9160 ans), ce qui ferait environ le double de ce qu'avait émis C.HANNSS (1984) pour les alluvions du Grésivaudan (ceci pouvant être dû aux apports brutaux et grossiers du Drac).

Cette échelle chronologique semblerait confirmée par les bois des sondages amont tels que SIEN04 (daté 8890 ± 170 BP à 185 NGF, donnant un taux égal à 2.14 mm/an) et VPEN04 (daté 5970 ± 200 BP à 194 NGF, donnant un taux égal à 1.84 mm/an), vue l'influence toute proche du Drac.

Or les bois des sondages SIEN02 (daté 3860 ± 100 BP à 190 NGF) et VPEN01 (daté 8770 ± 160 BP à 182 NGF), d'âges plus récents que les précédents, mais néanmoins situés à des cotes inférieures, témoignent des phénomènes de chenalisation du cours d'eau et de phases érosives des dépôts antérieurs à la suite des divagations du lit mineur.

Vers l'aval au niveau du Bec de l'Echaillon le taux de sédimentation diminuerait et atteindrait à nouveau une moyenne de **1.3 mm/an** (SIVQ01:12 m de dépôt en 8930 ans), l'influence de l'Isère étant à cet endroit prépondérante.

Au niveau des sables lacustres on remarque très nettement que le bois du sondage VPEN01 (daté 8930 ± 170 BP) est situé 7 m plus bas que le bois du sondage SPEN01b (daté 9460 ± 610 BP), lui même situé 7 m plus bas que le bois du sondage SIEN02 (daté 10790 ± 190 BP). Ceci confirmerait l'hypothèse émise par JC. FOURNEAUX (1976) concernant les nombreuses "générations" de sablons, chacune d'elle entaillant la précédente au gré des chenalisations des affluents locaux du lac post-Würm.

Curieusement le bois le plus "âgé" (sondage SIVQ05) est situé à une cote assez élevée (182 NGF) par rapport aux autres bois enfouis dans la sédimentation lacustre. En appuyant notre hypothèse sur la "remontée" très visible du toit des silts argileux à cet endroit, nous pouvons penser que la profondeur du lac était restreinte donc que le bois ancien s'est sédimenté près des berges et a été dégagé par une crue plus récente d'un affluent local.

### .2.1.2.CONCLUSIONS

Par la datation des bois fossiles il m'a été possible de mettre en évidence des phénomènes d'érosion et de chenalisation, dans la mesure où un bois d'âge plus récent que des bois voisins a été découvert à une cote plus basse que ces derniers. Cette déduction paraît assez évidente dans les sables.

Par contre dans le cas particulier des formations deltaïques grossières à caractère fluvio-torrentiel les bois fossiles peuvent aussi avoir été arrachés lors de la débacle et dater alors le sédiment dans lequel on les trouve par suite d'un enfouissement rapide. Malheureusement ces indications demeurent incontrôlables.

Ce sont dans les sables, silts et argiles de fond de lac sans trace de chenalisation (dépôts par décantation) que les bois datés sont véritablement contemporains (à la durée -inconnue- du transport près) du sédiment qui les contient. En revanche ce sont les plus rares, donc ceux qu'il faut rechercher par priorité.

## .2 .2.OSSEMENTS FOSSILES

### .2.2.1.INTRODUCTION

Lors de l'excavation progressive de la fouille, il nous a été permis de récolter plusieurs ossements d'animaux à des cotes différentes dans l'enceinte. Après détermination auprès de Mr C.GUERIN (département des sciences de la Terre. Université C.BERNARD. LYON I), il s'est avéré que la majorité de ces ossements n'avait qu'une valeur historique (ces derniers provenant certainement d'animaux domestiques tels le boeuf ou le cheval), mis à part une pièce assez grande et minéralisée ayant une valeur fossile. Nous nous attarderons donc sur cette dernière qui est la partie inférieure d'un humérus de BOS primigenius (ou AUROCHS), animal connu des hommes du Paléolithique supérieur (représentation dans les grottes de Lascaux par exemple).

### .2. 2.2.BOS primigenius

#### 2.2.2.1.DESCRIPTION DE L'ANIMAL

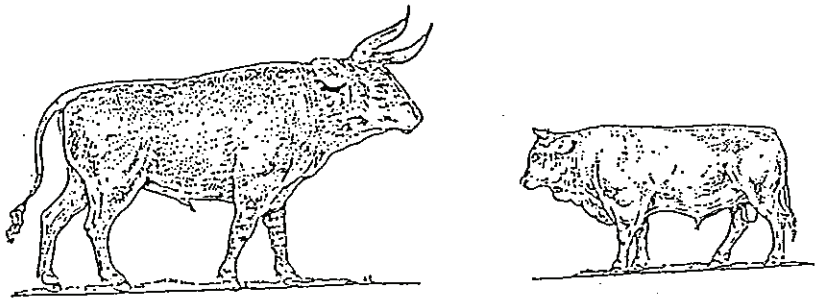
Bos primigenius est l'un des rares mammifères quaternaires actuellement disparus qui porte un nom commun: aurochs ou urus, signifiant

EPIPHYSE DISTALE
D'UN HUMÉRUS DE
BOS primigenius

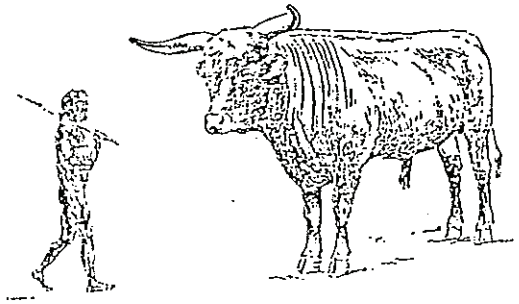
EPIPHYSE DISTALE
D'UN HUMÉRUS DE
BOS primigenius

BOS primigenius: Photos de l'humérus
Représentation de l'animal

FIG.62



L'aurochs de Saint-Egrève comparé à un boeuf domestique actuel



L'aurochs de Saint-Egrève comparé à un Magdalénien

"boeuf ancestral". Il se présentait comme un très grand boeuf sauvage atteignant 2 à 2.2 m au garrot; les grands mâles pesant plus de 1.5 tonnes. Son anatomie est bien connue grâce aux restes fossiles recueillis, aux figures dessinées par nos ancêtres sur les grottes et aux descriptions et portraits des derniers survivants de l'espèce tués lors de chasses royales en Europe orientale au XVII$^{e}$ siècle.

Son allure générale était celle d'un taureau de combat espagnol, mais presque deux fois plus grand.(voir FIG.62)

L'espèce qui dérive probablement d'une des lignées de Leptobos (un genre de boeuf-antilope aux formes élancées) du début de l'ère quaternaire -et même selon B.KURTEN (1968) de Bovidés pliocènes de l'Inde- apparaît en Europe occidentale au début du Quaternaire moyen, il y a environ 1 million d'années. A la fin de la dernière période glaciaire vers -10000 ans, elle devient plus fréquente et est connue aux temps historiques; la chasse et le développement du cheptel domestique entraineront peu à peu la disparition de l'aurochs, dont le dernier spécimen connu a été tué en 1628 en Lithuanie.

Ce dernier vivait dans des étendues herbeuses entrecoupées de bosquet d'arbres. Son développement à la fin du Würm IV permet de supposer que l'espèce supportait mal les conditions rigoureuses et peu humides, à l'inverse d'un autre grand Bovidé du Quaternaire d'Europe, le BISON priscus, apparu au même moment mais disparu vers -13000 à -10000 ans, avec lequel il ne doit pas être confondu.

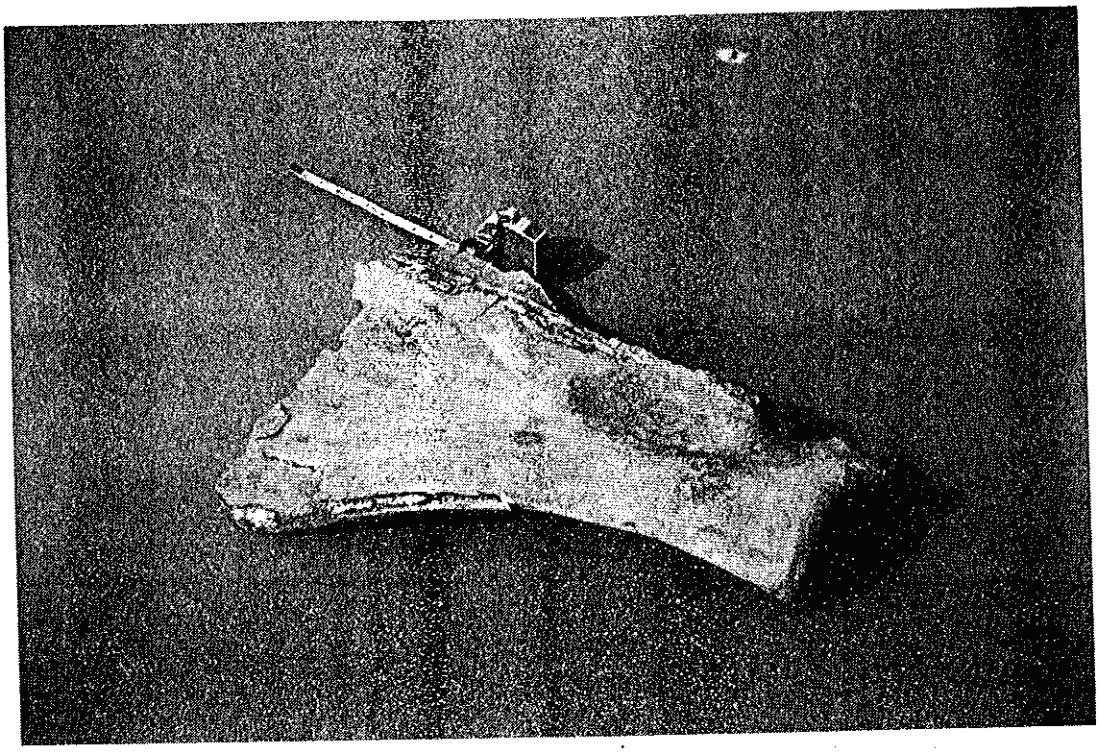
(documentation C.GUERIN. LYON I)

### .2.2.2.2.PROVENANCE DE L'HUMERUS D'AUROCHS

D'après G.MONJUVENT (institut Dolomieu.GRENOBLE) le fragment d'humérus ne peut provenir que d'un lieu amont peu éloigné vu la bonne conservation de l'os. Par l'intermédiaire d'un dépôt de craie lacustre remplissant le canal médullaire (voir photos), on peut penser que l'animal a péri dans un lac et s'est ensuite fossilisé dans la boue calcaire.

La craie étant un sédiment de climat tempéré, ceci semble incompatible avec le lac du Grésivaudan en amont de Grenoble, puisque les sédiments lacustres sont plus anciens et donc de milieu froid. Il en est de même pour le Drac (apports trop grossiers) et les berges (topographie élevée).

Il faut aussi éliminer le remaniement d'un dépôt interglaciaire antérieur (Riss-Würm) ce faciès y étant inconnu. La seule provenance possible reste alors le lac de Ste Hélène en amont du Grésivaudan près de Montmélian, latéral à l'Isère ou son ancêtre. Le remaniement du squelette aurait pu se faire lors d'une crue capable d'éroder une partie des sédiments lacustres et de les entraîner en aval, à une époque indéterminée, mais peut-être pas si lointaine...



Omoplate de bœuf ( présence de craie lacustre)

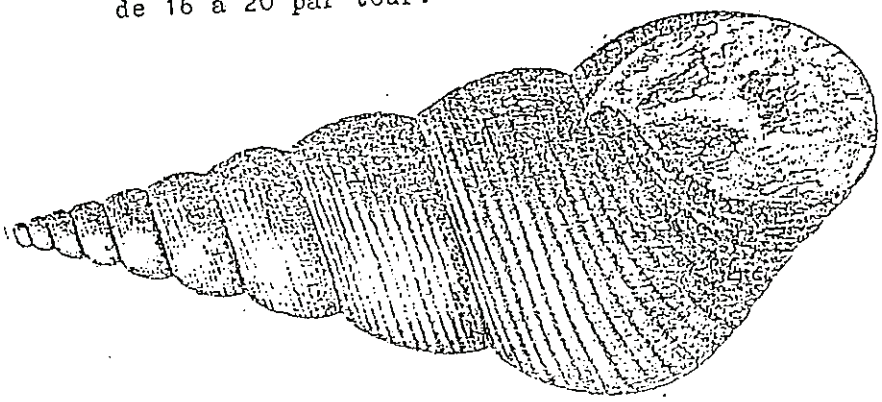
FIG.63 Moule interne de Bourguetia saemani Oppel (Phasianella striata)

Mollusque gastéropode marin de la famille des Pseudomenaliidae

Age Jurassique moyen (Bajocien à Callovien) à J. supérieur.

Provenance Chartreuse ou Vercors

La coquille initiale, de dimensions maxi h/d = 20/9 à 12 cm est ornée de sillons spiraux parallèles au nombre de 16 à 20 par tour.



## 2.3.ANNEXE

A titre indicatif voici la liste des ossements restants trouvés dans l'enceinte durant le stage EDF de septembre à novembre 1987. Les pièces étant déterminées par Mr C.GUERIN (Université C.BERNARD. LYON I):

- omoplate de boeuf (voir photo)
- moitié proximale d'un canon antérieur de boeuf
- tibia de cheval
- tibia très roulé de petit carnivore (blaireau ?)
- fragment de côte et fragment de vertêbre indéterminés

A également été trouvé un moule interne de gastéropode marin du Jurassique Moyen à Supérieur, provenant de la Chartreuse ou du Vercors et charrié par l'Isère.
(voir FIG.63)

## CONCLUSIONS GENERALES

## ETUDES FUTURES A ENVISAGER

L'étude d'une année scolaire nécessaire à la réalisation de ce mémoire a permis de faire le point sur une partie des documents, existants depuis ces vingts dernières années, consacrés à la sédimentation des dépôts quaternaires de la vallée de l'Isère.

Ont donc été mises en évidence:

- l'existence d'un lac post-rissien, dit "lac d'Eybens" -remplissant l'auge de surcreusement des glaciers rissiens- progressivement comblé par des argiles sombres (dont le type se trouve à Eybens) ayant décanté durant **l'interglaciaire Riss-Würm au sens large**, puis par des sables lacustres à deltaïques passant graduellement à des alluvions fluviatiles. L'existence d'argiles jaunâtres palustres à lignites, précèdant les dépôts de type fluvio-glaciaire, étant attribuée à **l'interglaciaire Riss-Würm au sens strict.**

- l'existence d'un lac post-würmien, dit "lac du Grésivaudan" -remplissant l'auge de surcreusement des glaciers würmiens- emboîté dans le précèdent, comblé par des dépôts semblables (argiles et sables lacustres, alluvions deltaïques puis fluviatiles) en discontinuité stratigraphique et en remaniement sur ces derniers. La phase de remblaiement serait datée **würmienne**, la partie supérieure étant **Tardiglaciaire à Holocène**. Les formations superficielles terminant le comblement de la vallée n'ont qu'une valeur historique.

Concernant la cluse de l'Isère, la sédimentation des dépôts post-Riss reste inconnue du fait de sa configuration particulière facilitant l'érosion par les glaciers würmiens.

La tranche superficielle des dépôts post-Würm est connue essentiellement sur une centaine de mètres de profondeur par des données de sondages.

Les terrassements EDF réalisés dans le lit même de la rivière au niveau de St Egrève Nord ont permis une étude plus fine, du point de vue sédimentologique mais aussi chronologique, des derniers 25 m de comblement de la plaine.

Ont été mis en évidence, en rive droite:

- les apports marqués du cône de déjection de la Vence (cote 180 NGF) durant une période brève (pas d'usure des grains de Quartz).

- le comblement fluviatile de la vallée postérieurement à ceux-ci marqué par les influences successives du Drac (cote 185 NGF) et de l'Isère (cotes 190 à 195 NGF).

Ont été confirmés:

- l'hétérogènéité des dépôts fluviatiles due aux périodes d'étiage ou de crue des cours d'eau

- les phénomènes de chenalisation au sein des alluvions fluviatiles (datés par des bois fossiles vers 4000 BP et 8800 BP), mais également dans le deltaïque et même le lacustre de fond localement (décelés par forages par des éléments plus grossiers)

Ce type d'étude pouvant s'appliquer au génie civil devrait inciter les organismes à y recourir, et leur permettre ainsi de renforcer les liens avec l'université, qui en contrepartie du service rendu, souhaiterait obtenir pour ses chercheurs la communication des connaissances nouvelles acquises à l'occasion de travaux mettant en jeu les alluvions de la plaine grenobloise.

Ceci pourraît être envisageable dans un futur proche au moment des terrassements EDF du barrage-usine de Voreppe-St Quentin.

## - BIBLIOGRAPHIE -

APRAHAMIAN J., FOURNEAUX JC., LACROIX B., USELLE JP. (1970).- Observations nouvelles sur les argiles interglaciaires de la vallée de l'Isère. C.R.Ac.Sc. Paris, t.271, série D, p. 1071-1074.

BORNAND F., BOURDIER F., MANDIER P., MONJUVENT G. (1976).- Glaciers quaternaires dans les Alpes et le bassin du Rhône. Préhistoire française, Ed. du CNRS, t.1.II.1., p.35-37.

BELLAIR P., MONJUVENT G., SARROT-REYNAULD J. (1970).- Les argiles d'Eybens et le lac du Grésivaudan (Isère).C.R.Ac.Sc. Paris, t.270, série D, p.7-10.

BERTHOIS L. (1975).- 1.Etude sédimentologique des roches meubles. Ed. DOIN, 278 p.

BOURDIER F. (1962).- Le bassin du Rhône au Quaternaire. Ed. du CNRS Paris, t.1 et 2.

BOURDIER F., MONJUVENT G., OLIVE P. (1976).- Les dépôts lacustres dans les Alpes. Préhistoire française, Ed. du CNRS, t.1.II.4., p.183-187.

DELPECH F., HEINTZ E. (1976).- Les Artiodactyles: Bovidés. Préhistoire française, Ed. du CNRS, t.1.III., p.389-393.

DUPLESSY JC., VERGNAUD-GRAZZINI C., DELIBRIAS G., LALOU C., LETOLLE R. (1976).- Paléoclimatologie des temps quaternaires à l'aide des méthodes nucléaires. Préhistoire française, Ed. du CNRS, t.1.II.10, p.352-359.

FOURNEAUX JC. (1968).- Hydrogéologie du Grésivaudan. Thèse III° cycle. Grenoble, 98 p.

FOURNEAUX JC. (1976).- Les formations quaternaires de la vallée de l'Isère dans l'ombilic de Grenoble. Géologie Alpine, t.52, p.31-72.

FOURNEAUX JC., MONJUVENT G., SARROT-REYNAULD J. (1969).- Sur l'extension des argiles d'Eybens (Isère) et leurs rapports avec les formations quaternaires voisines. C.R.Ac.Sc. Paris, t.268, série D, p.2641-2644.

GOGUEL J., PACHOUD A. (1972).- Géologie et dynamique de l'écroulement du Mont Granier, dans le Massif de la Chartreuse, en novembre 1248. Bull. du BRGM, 2° série, section III n°1, 1972, p.29-38.

HANNSS C. (1982).- Spätpleistozäne bis postglaziale talverschüttungs und vergletscherungsphasen im bereich des sillon alpin der französischen nordalpen. Verlag der Osterreichischen akademie der wissenschaften.

HANNSS C. (1984).- La constitution des plaines alluviales et leurs rebords dans la vallée de l'Isère entre l'embouchure de l'Arc et le bassin de Moirans, ainsi que de la plaine alluviale de la Leysse dans le Val du Bourget. Rev. Géog. Alp., t.LXXII 2-3, p.439-455.

LETELLIER J. (1981).- Synthèse cartographique de la région grenobloise. Documentation graphique et traitement des données. Thèse III° cycle. Grenoble, 242 p.

MARGALHAN-FERRAT H. (1975).- Contribution à l'étude géologique, hydrogéologique, géotechnique de la cluse de l'Isère. Thèse III° cycle, Grenoble, 100 p.

MERCIECA G. (1977).- Constitution d'un fichier géologique et géotechnique sur ordinateur: application à l'étude du remblaiement alluvial de la vallée de l'Isère. Thèse III° cycle, Grenoble, 154 p.

MONJUVENT G. (1973).- La transfluence Durance-Isère, Essai de synthèse du Quaternaire du bassin du Drac. Rev. Géog. Alp., t.49, p.57-118.

MONJUVENT G., USELLE JP. (1970).- Sur les caractères granulométriques d'un ensemble de formations quaternaires de la vallée du Drac. Géol. Alpine, t.46, p.127-133.

MONJUVENT G., USELLE JP. (1973).- Interprétation des "Argiles" d'Eybens, d'après la sédimentologie du sondage I.N.Q.U.A. 1969. Bull. de l'AFEQ, t.2, p.103-127.

NICOUD G. (1988).- L'écroulement du Mt Granier (1248), massif de la Chartreuse. Bull. de l'AFEQ, livret-guide CNRS, 12-15 mai 1988.

NICOUD G., MONJUVENT G., MAILLET-GUY G. (1987).- Contrôle du comblement quaternaire des vallées alpines du Nord par la dynamique lacustre. Géol. Alpine, mém. h.s., n°13, p.457-466.

RONDEAU C. (1987).- Epuisement des fouilles, Barrage-usine de St Egrève-Noyarey. Rapport stage EDF I.M.A., St Egrève, 80 P.

ETUDES ET GUIDES:

DEBELMAS J. (1983 ).- Guide géologique des Alpes du Dauphiné. MASSON, 198 p.

EDF Réal CHAMBERY (aménagement I.M.A.):
Avant-projet sommaire (1981)
Etude d'impact (1982)
Etudes et mesures compensatoires complémentaires (sept. 1982)
Avant-projet détaillé (1985)
Projet d'exécution (1986)

EDF Réal CHAMBERY I.M.A. (1986).- Epuisement des fouilles du Barrage-usine de St Egrève. AVRIL T., PELLEVOISIN L.

EDF Réal CHAMBERY I.M.A. (1986).- Aménagement de l'Isère aval. Barrage-usine de St Egrève-Noyarey. PLANS-GUIDES, 27 p.

EDF Réal CHAMBERY, Ministère de la Culture (1984).- Aménagement de l'I.M.A. Etude archéologique préalable. OBERKAMPF, SAVAY-GUERRAZ, 55 p.

FOUCAULT A., RAOULT JF. (19 ).- Dictionnaire de géologie. MASSON, 2° édition, 347 P.

GEOPROJETS (1986).- ESRF. Site de la Presqu'île de Grenoble (38). Rapport d'étude géotechnique préliminaire.

MALATRAIT AM., MESSIN M., MOUROUX P. (1987).- ESRF. Reconnaissance géotechnique du site destiné à recevoir le synchrotron à Grenoble (38). BRGM, note du 25 septembre 1987.

# ANNEXES

VOCABULAIRE

COUPE LITHOLOGIQUE DU SONDAGE SPEN8101b

SONDAGES (Coordonnées LAMBERT)

DATATIONS SUR BOIS

## - ANNEXES VOCABULAIRE -

- (ANN.1) **Blocs erratiques :**
  Rochers isolés à la surface du sol, et dont la présence s'explique par un transport par des glaciers aujourd'hui disparus. Ces blocs faisaient partie de moraines dont les éléments les plus petits ont été enlevés par l'érosion fluviatile.
  (Dictionnaire de géologie, MASSON)

- (ANN.2) **Erosion anthropique:**
  Erosion qui est due directement ou indirectement à l'homme.
  (Dictionnaire de géologie, MASSON)

- (ANN.3) **E.S.R.F.:**
  European- Synchrotron- Radiation- Facility

- (ANN.4) **Crue de projet:**
  Crue maximale calculée pour être supportée par les ouvrages EDF

**ANNEXE**

SONDAGE SP.EN.81 01 bis

FONDASOL

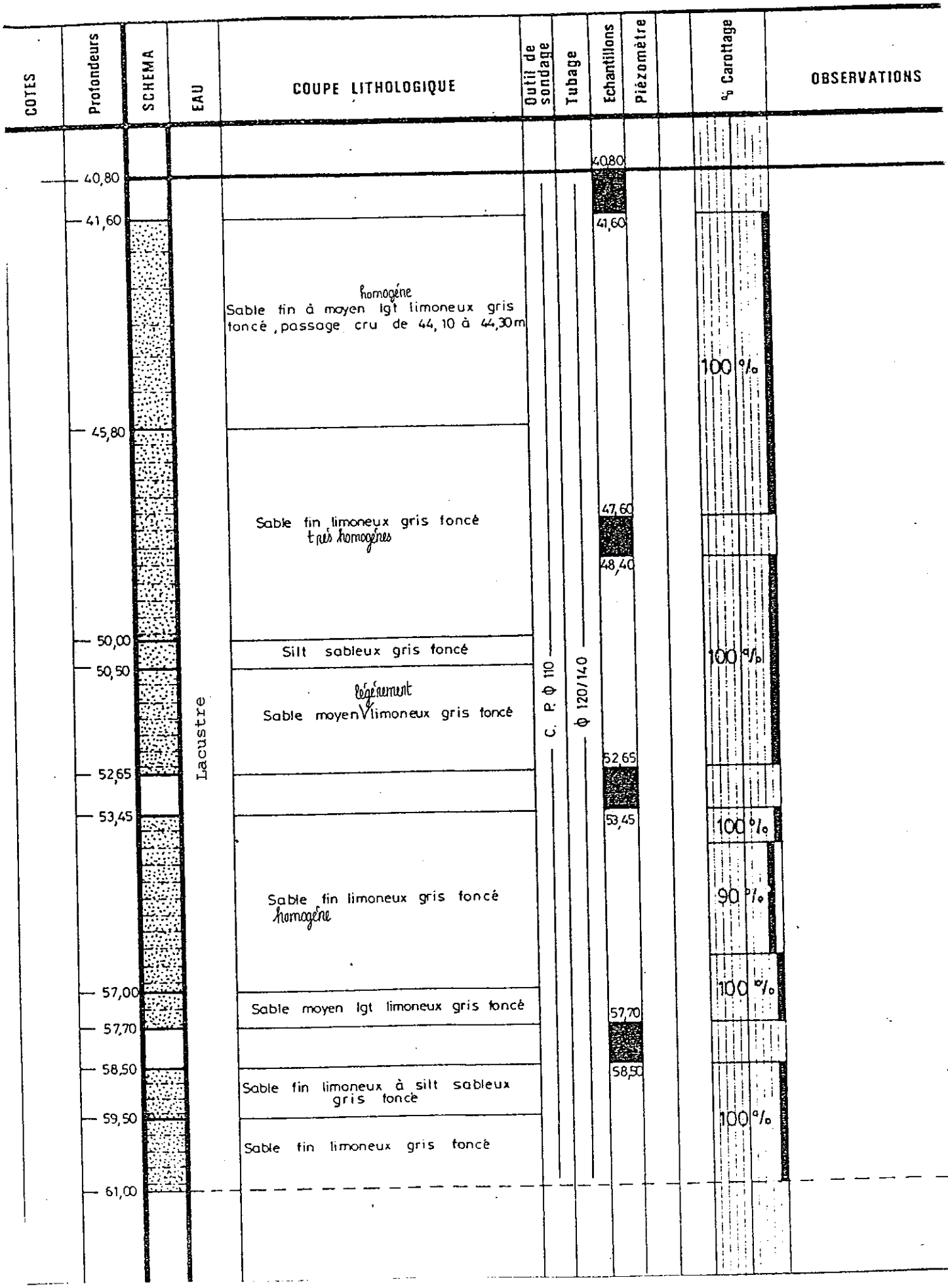
Exécuté du 15.09.81 au 20.10.81

| COTES | Profondeurs | SCHEMA | EAU | COUPE LITHOLOGIQUE | Outil de sondage | Tubage | Echantillons | Piézomètre | | % Carottage | OBSERVATIONS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10,00 | | | X : 860 854,02<br>Y : 331 556,11<br>Z : 198,80 | | | | | | | |
| 198,80 | 0,00 | | | | | | | | | | Nota: les graviers s'ent-dent 2-50 sauf mentior explicite de leur D |
| | | | ① 2,70 | | | | | | | | |
| | | | | SONDAGE DESTRUCTIF AU TRICONE | TRICONE | Ø 155 / 178 | | | | | |
| | 11,20<br>11,80 | | | Tronc d'arbre | | | | | | | Sur sondage 01 refus à 11,20 m sur tronc d'arbr (11,20 à 11,80) |
| | 13,20 | | | Sable grossier lgt limoneux gris (50 %) graviers et galets D = 60 (20 %) | 13,20 | | | | | | |
| | 14,70 | | Fluviatile | Gros galets D = 70 | | | | | | | |
| | 15,00 | | | Sable grossier graveleux lgt limoneux gris brun (60 %) graviers et galets D = 60 (10 %) | | | | | | | |
| | 16,10 | | | Sable grossier lgt limoneux gris brun (90 %) et graviers D = 25 | | | | | | | |
| | 17,00<br>17,10 | | | Gros galets D = 100 | | | | | | | |
| | | | | Sable grossier ~~lgt limoneux~~ gris brun (60 %) et graviers | | SOUPAPE Ø 140 | | | | | |
| | 18,30 | | Deltaïque | Sable moyen ~~lgt limoneux~~ gris brun 90 % et graviers D = 25 | | | | | | | |
| | 20,10 | | | ① NIVEAU DE RENCONTRE DE L'EAU | | | | | | | |

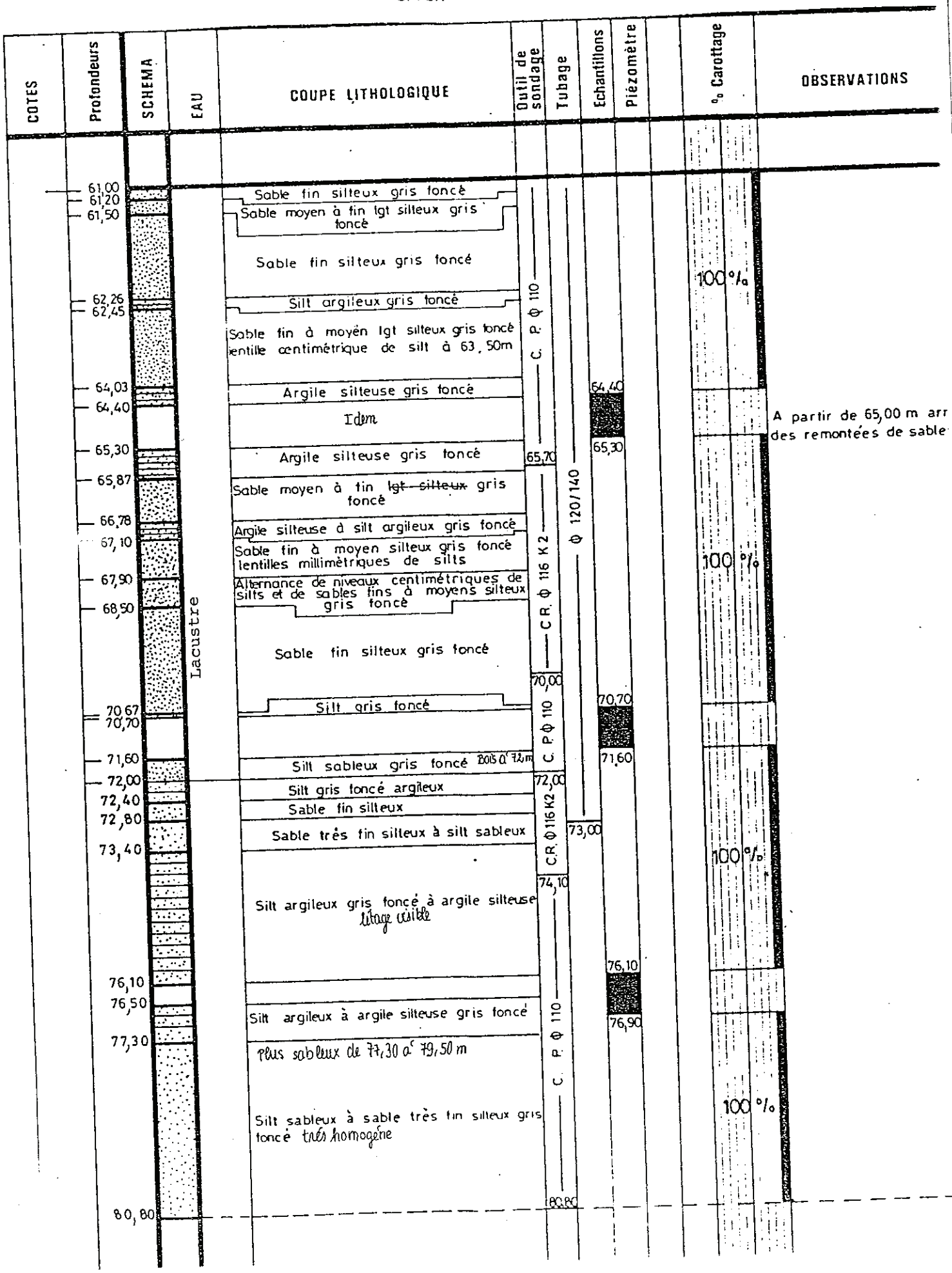
SP.EN.8101 bis ( suite 1 )

| COTES | Profondeurs | SCHEMA | EAU | COUPE LITHOLOGIQUE | Outil de sondage | Tubage | Echantillons | Piézomètre | | % Carottage | OBSERVATIONS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 20,10 | | | Sable grossier lgt limoneux gris brun (50°/o) et graviers | SOUPAPE Φ 140 | | | | | | |
| | 21,00 | | | Sable moyen à grossier lgt limoneux gris brun (80 °/o) et graviers D = 30 (morceaux de Bois) | | | | | | | |
| | 22,10 | | | Sable fin limoneux gris noir | | | 22,20 | | | | A partir de 22 m début des remontées de sables |
| | 22,20 | | Deltaïque | | 22,20 | | | | | | |
| | 23,00 | | | Sable moyen à grossier ~~très lgt limoneux~~, ~~rares~~ graviers (5 °/o) D = 15 | | Φ 155 / 178 | 23,00 | | | | |
| | 24,80 | | | Idem mais sans graviers | C. P. Φ 140 | | | | | 100 °/o | |
| | 26,70 | | | Sable fin assez limoneux gris foncé | | | | | | | |
| | 27,10 | | | Sable fin à moyen lgt limoneux gris foncé | | | | | | | PT A 27,75 M |
| | 28,20 | | | | | 28,40 | 28,20 | | | | No 20 N = 46 N1 24 N' = 30,5 N2 22 |
| | 29,20 | | | Sable moyen presque propre Traces ligneuses dans passages limoneux | 29,70 C.R. Ø 146 30,20 C. P. Φ 140 | | 29,20 | | | | A partir de 28,00 m travail sous charge de bentonite |
| | 31,70 | | Lacustre | Sable grossier presque propre | 31,70 | | | | | | PT A 31,70 M |
| | 32,15 | | | Sable grossier presque propre gris et petits graviers 10 °/o D = 10 | | | | | | | No 20 N = 83 N1 33 N' = 49 N2 50 |
| | 32,25 | | | Sable grossier presque propre gris | | | | | | | |
| | 33,10 | | | Sable fin limoneux gris foncé | | | | | | | |
| | 33,20 | | | Sable moyen lgt limoneux gris | | | | | | | |
| | 33,63 | | | Sable moyen limoneux gris | | | | | | | |
| | 33,90 | | | Sable moyen lgt limoneux gris | 34,20 C. P. Φ 110 | | | | | | |
| | 34,20 | | | Sable moyen limoneux gris + morceaux de bois 50°/o de récupération | C.R. mazier | | | 9106 ans ± 696 ans | | | |
| | 35,20 | | | Sable moyen lgt limoneux | 35,20 | Φ 120 / 140 | | | | | PT A 35,20 M |
| | 35,55 | | | Aucune remontée | | | | | | | No 7 N1 10 N2 6 Essai non représentatif |
| | 36,00 | | | Sable fin à moyen assez limoneux gris foncé | C R Φ 116 K2 | | | | | | |
| | 37,90 | | | Sable fin à moyen lgt limoneux gris foncé | | | | | | | |
| | 39,00 | | | | | | | | | | |
| | 40,80 | | | | | | | | | | |

SP.EN.8101 bis (suite 2)



SP. EN. 81 01 bis (suite 3)



SP.EN.81 01 bis (suite 4)

| COTES | Profondeurs | SCHEMA | EAU | COUPE LITHOLOGIQUE | Outil de sondage | Tubage | Echantillons | Piézomètre | | % Carottage | OBSERVATIONS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 80,80 | | Lacustre | Argile silteuse à silt argileux-passage sableux de 81,40 à 81,50 | C.R. Φ 116 K2 | | | | | | Du 19 au 20-10-81 sur 13H30 cimentation du forage de 47 sacs de ciments |
| | 82,40 | | | Silt sableux, gris foncé | 82,60 C. P. Φ 110 | | 84.40 | | | 100 % | |
| | 84,40 | | | | | | | | | | |
| | 85,20 | | | Sable argileux gris foncé très fin | | | 85,20 | | | | |
| | 86,30 | | | Argile silteuse gris foncé | | | | | | 100 % | |
| | 88,40 | | | Silt argileux gris foncé homogène | 88,80 C.R. Φ 116 K2 | | | | | | |
| | 90,00 | | | | | | | | | | |

## _ ANNEXE SONDAGES _

Sondages EDF IMA utilisés pour les différentes coupes le long de la cluse de l'Isère

PUITS

P1: (10 m) X= 864 569 ; Y= 339 462 ; Z= 198.8 NGF

P2: (10 m) X= 864 607 ; Y= 339 071 ; Z= 199.1 NGF

P3: (10 m) X= 864 403 ; Y= 339 132 ; Z= 198.2 NGF

P30: (10 m) X= 857 660 ; Y= 336 270 ; Z= 194.8 NGF

P50: (25 m) X= 860 696 ; Y= 331 500 ; Z= 201.5 NGF

P66: (10 m) X= 863 420 ; Y= 329 070 ; Z= 206.0 NGF

P67: (10.5 m) X= 863 580 ; Y= 329 452 ; Z= 207.0 NGF

P70: (14.5 m) X= 863 460 ; Y= 330 500 ; Z= 207.0 NGF

P71: (8.9 m) X= 863 000 ; Y= 330 890 ; Z= 210.0 NGF

P73: (10 m) X= 861 860 ; Y= 330 742 ; Z= 203.0 NGF

P74: (14.5 m) X= 862 120 ; Y= 331 027 ; Z= 212.0 NGF

P75: (16.6 m) X= 862 370 ; Y= 331 195 ; Z= 220.8 NGF

P107: (10.3 m) X= 857 580 ; Y= 335 151 ; Z= 194.0 NGF

P108: (9 m) X= 857 344 ; Y= 335 262 ; Z= 194.0 NGF

P109: (10.5 m) X= 859 018 ; Y= 333 367 ; Z= 198.0 NGF

P111: (10.5 m) X= 860 590 ; Y= 331 480 ; Z= 199.0 NGF

P112: (10.5 m) X= 860 290 ; Y= 331 335 ; Z= 199.0 NGF

P113: (10.5 m) X= 860 075 ; Y= 331 115 ; Z= 198.0 NGF

P114: (10.5 m) X= 860 652 ; Y= 330 122 ; Z= 201.0 NGF

P116: (10.5 m) X= 862 103 ; Y= 328 120 ; Z= 205.0 NGF

P118: (12 m) X= 862 840 ; Y= 327 995 ; Z= 206.0 NGF

P123: (10.3 m) X= 857 678 ; Y= 335 085 ; Z= 194.0 NGF

P169: (20.1 m) X= 860 740 ; Y= 333 290 ; Z= 195.99 NGF

P172: (10.1 m) X= 860 130 ; Y= 333 520 ; Z= 196.0 NGF

SONDAGES SE

SE2: (35.5 m) X= 861 120 ; Y= 331 770 ; Z= 199.0 NGF

SE3: (29.9 m) X= 861 480 ; Y= 332 080 ; Z= 200.0 NGF

SE4: (36.5 m) X= 860 920 ; Y= 331 750 ; Z= 200.5 NGF

SE5: (25 m) X= 861 500 ; Y= 330 480 ; Z= 202.0 NGF

SE51: (53.2 m) X= 860 445 ; Y= 331 435 ; Z= 199.0 NGF

SE52: (40 m) X= 860 100 ; Y= 331 160 ; Z= 199.6 NGF

SE53: (30 m) X= 859 780 ; Y= 331 100 ; Z= 199.48 NGF

SE54: (25 m) X= 860 900 ; Y= 330 280 ; Z= 201.6 NGF

SE55: (25 m) X= 861 100 ; Y= 330 420 ; Z= 201.8 NGF

SE56: (25 m) X= 862 620 ; Y= 328 520 ; Z= 205.0 NGF

SE57: (25 m) X= 862 520 ; Y= 328 380 ; Z= 204.5 NGF

SE104: (25 m) X= 860 982 ; Y= 333 500 ; Z= 197.66 NGF

SE106: (25 m) X= 859 070 ; Y= 334 260 ; Z= 194.76 NGF

SE120: (12 m) X= 857 650 ; Y= 339 700 ; Z= 192.0 NGF

SE164: (10 m) X= 861 430 ; Y= 331 400 ; Z= 199.0 NGF

SE172: (10 m) X= 860 130 ; Y= 333 520 ; Z= 196.0 NGF

SE182: (10 m) X= 858 640 ; Y= 335 540 ; Z= 192.83 NGF

SE504: (12 m) X= 858 860 ; Y= 333 550 ; Z= 195.89 NGF

SE505: (12 m) X= 858 000 ; Y= 333 360 ; Z= 196.0 NGF

SE506: (12 m) X= 857 570 ; Y= 334 950 ; Z= 194.10 NGF

SE508: (12 m) X= 861 360 ; Y= 322 360 ; Z= 204.5 NGF

SE510: (12 m) X= 858 980 ; Y= 332 850 ; Z= 195.45 NGF

SE511: (12 m) X= 858 040 ; Y= 334 120 ; Z= 194.73 NGF

SE521: (12 m) X= 860 540 ; Y= 331 040 ; Z= 200.7 NGF

SE522: (12 m) X= 861 090 ; Y= 328 980 ; Z= 202.18 NGF

SE523: (12 m) X= 861 700 ; Y= 329 560 ; Z= 203.31 NGF

SE524: (12 m) X= 861 920 ; Y= 327 870 ; Z= 203.97 NGF

PUITS DIRECTION DEPARTEMENTALE

DDA1: (16.5 m) X= 858 750 ; Y= 336 300 ; Z= 191.5 NGF

SONDAGES EDF

SIEN01: (40.2 m) X= 861 574 ; Y= 329 908 ; Z= 206.56 NGF

SIEN02: (40.2 m) X= 861 813 ; Y= 329 999 ; Z= 206.92 NGF

SIEN03: (40.2 m) X= 862 247 ; Y= 329 403 ; Z= 208.16 NGF

SIEN04: (40.3 m) X= 862 197 ; Y= 329 103 ; Z= 206.99 NGF

SIVQ01: (30 m) X= 857 131 ; Y= 338 248 ; Z= 194.43 NGF

SIVQ02: (29.5 m) X= 854 475 ; Y= 337 134 ; Z= 196.60 NGF

SIVQ03: (30 m) X= 857 266 ; Y= 337 069 ; Z= 195.09 NGF

SIVQ04: (30 m) X= 858 058 ; Y= 334 902 ; Z= 198.36 NGF

SIVQ05: (37 m) X= 857 870 ; Y= 334 796 ; Z= 198.26 NGF

SPEN8101b: (90 m) X= 860 854 ; Y= 331 556 ; Z= 198.80 NGF

SPVQ8101: (75.2 m) X= 856 846 ; Y= 338 483 ; Z= 190.01 NGF

VPEN8101: (50 m) X= 861 008 ; Y= 330 892 ; Z= 204.0 NGF

VPEN8102: (40 m) X= 861 239 ; Y= 331 023 ; Z= 206.0 NGF

VPEN8103: (40 m) X= 863 086 ; Y= 328 910 ; Z= 208.29 NGF

VPEN8104: (40 m) X= 862 995 ; Y= 328 338 ; Z= 206.40 NGF

VP180SE: (40 m) X= 860 770 ; Y= 331 750 ; Z= 197.94 NGF

VP280SE: (40 m) X= 860 830 ; Y= 331 880 ; Z= 197.28 NGF

VP480SE: (45 m) X= 860 620 ; Y= 331 570 ; Z= 207.06 NGF

VP1VQ: (45 m) X= 855 732 ; Y= 338 775 ; Z= 193.57 NGF

VP2VQ: (45 m) X= 854 370 ; Y= 338 650 ; Z= 193.97 NGF

VP3VQ: (40 m) X= 854 410 ; Y= 338 600 ; Z= 187.78 NGF

VP5VQ: (42 m) X= 854 280 ; Y= 338 280 ; Z= 189.23 NGF

VPVQ01: (25.8 m) X= 857 451 ; Y= 335 904 ; Z= 196.58 NGF

VPVQ02: (30 m) X= 857 670 ; Y= 335 928 ; Z= 197.65 NGF

VPVQ03: (30 m) X= 857 373 ; Y= 336 522 ; Z= 196.12 NGF

VPVQ07: (36.4 m) X= 859 196 ; Y= 333 668 ; Z= 199.98 NGF

VPVQ08: (37.6 m) X= 859 036 ; Y= 333 512 ; Z= 200.28 NGF

## - ANNEXES DATATIONS SUR BOIS -

### LISTE DES SONDAGES CONTENANT DES BOIS DATES

- SIEN8002: réf.GM-1-
  prélevé: 21/04/81 (à -36 m)
  daté: 20/10/81 (10 790 ± 190 ans) par CNRS.GIF/s YVETTE

- SIEN8002: réf.GM-2-
  prélevé: 21/04/81 (à -25 m)
  daté: 20/10/81 (10 700 ± 180 ans) par CNRS.GIF/s YVETTE

- SIEN8002: réf.GM-3-
  prélevé: 21/04/81 (à -16 m)
  daté: (3 860 ± 100 ans) par CNRS.GIF/s YVETTE

- SIEN8004: réf.GM-1-
  prélevé: 21/04/81 (à -26.25 m)
  daté: 20/10/81 (8 890 ± 170 ans) par CNRS.GIF/s YVETTE

- SIVQ8001: réf.GM-1-
  prélevé: 21/04/81 (à -15.3 m)
  daté: 20/10/81 (8 930 ± 170 ans) par CNRS.GIF/s YVETTE

- SIVQ8005: réf.GM-1-
  prélevé: 21/04/81 (à -18 m)
  daté: 20/10/81 (10 950 ± 190 ans) par CNRS.GIF/s YVETTE

- VPEN8001: réf: GM-4-
  prélevé: 21/04/81 (à -46.7 m)
  daté: 20/10/81 (8 930 ± 170 ans) par CNRS.GIF/s YVETTE

- VPEN8001: réf.GM-17a-
  prélevé: 21/04/81 (à -22.2 m)
  daté: 20/10/81 (8 770 ± 160 ans) par CNRS.GIF/s YVETTE

### ECHANTILLONS PRELEVES DANS L'ENCEINTE DE L'USINE (St EGREVE)

- F16 (coupe USINE): réf:GIF.7715
  prélevé: 01/10/87 (à la cote 193.5 NGF)
  daté: 20/05/88 (480 ± 50 ans)
  CNRS-CEA. GIF/s YVETTE

- F31(coupe USINE): réf:GIF.7682
  prélevé: 12/11/87 (à la cote 177 NGF)
  daté: 20/05/88 (9 160 ± 100 ans)
  CNRS-CEA. GIF/s YVETTE

### ECHANTILLONS PRELEVES DANS LA CAROTTEQUE EDF (Voreppe)

- SPEN8101: réf.Ly-4483
  prélevé: 05/02/88 (à -34.2 -35.2 m)
  daté: mai 88 (9 460 ± 610 ans) par Université C.BERNARD LYON I

- VPEN8104: réf. Ly-4482
  prélevé: 05/02/88 (à -24.8 -24.9 m)
  daté: mai 88 (9 790 ± 290 ans) par Université C.BERNARD LYON I

- VPEN8104: réf. Ly-4481
  prélevé: 05/02/88 (à -12.2 -13.1 m)
  daté: mai 88 (5 970 ± 200 ans) par Université C.BERNARD LYON I
  Rq: Tourbe

- SPEN8101: réf. /
  prélevé: 05/02/88 (à - 72 m)
  daté: / PAS DE MESURE POSSIBLE EN RAISON DE LA FAIBLE QUANTITE D'ECHANTILLON