

Service géologique national

SERVICE FORMATION - COOPERATION

RAPPORT DE STAGE

par
**Belmestour
Farah
Kouhen**

BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUES ET MINIERES

79 SGN 64800

S T A G E G R O U P E

METHODOLOGIE DE LA RECHERCHE MINIERE

AOÛT - SEPTEMBRE 1979

2^o SESSION

RAPPORT DE STAGE

GROUPE 3

*MM. Mohamed FARAH
Abderrahim BELMESTOUR
M. Abdou KOUHEN*

79 SGN 648 C0

- PLAN DU RAPPORT DE STAGE -

Préface

1 - *Introduction*

- 1.1 - Présentation du B.R.G.M.
- 1.2 - Objet du stage
- 1.3 - Déroulement du stage

2 - *Géologie*

- 2.1 - Situation géographique
- 2.2 - Géologie régionale
- 2.3 - Géologie locale
- 2.4 - Minéralisation

3 - *Prospection alluvionnaire géochimique*

- 3.1 - Batée
- 3.2 - Prélèvements en stream-sédiments
- 3.3 - Prospection géochimique tactique

4 - *Prospection géophysique*

- 4.1 - Introduction
- 4.2 - Magnétisme
- 4.3 - Méthode V.L.F.
- 4.4 - Polarisation spontanée

5 - *Conclusion*

Bibliographie

Annexe

- PREFACE -

Nous tenons à remercier les directeurs de l'Ecole Nationale de l'Industrie Minérale de Rabat qui, dans le cadre des accords de coopération franco-marocaine, nous ont permis d'effectuer ce stage.

Nous remercions le C.I.E.S. (Centre international des étudiants et stagiaires, 28 rue de la Grange aux Belles 75010 PARIS), pour son assistance financière et son accueil.

Nous remercions également le B.R.G.M. (Bureau de recherches géologiques et minières, Boîte Postale 6009 - 45018 ORLEANS CEDEX) qui a bien voulu nous faire part de ce stage groupé sur la méthodologie de la recherche minière.

1 - INTRODUCTION.

1.1 - Présentation du B.R.G.M.

Le B.R.G.M. est un établissement public à caractère commercial et industriel. Il a pour tâche de contribuer aux connaissances scientifiques, en particulier les sciences de la Terre, ainsi qu'à la recherche et la mise en exploitation de nouveaux gisements en France et dans le monde.

Le B.R.G.M. est composé de deux branches principales :

- le Service géologique national S.G.N.,
- la direction des recherches et du développement minier.

Le schéma d'organisation du B.R.G.M. (voir organigramme).

1.2 - Objet du stage.

Le stage a pour but l'initiation à la pratique de la prospection minière ainsi qu'à la connaissance des diverses méthodes utilisées dans la recherche minière.

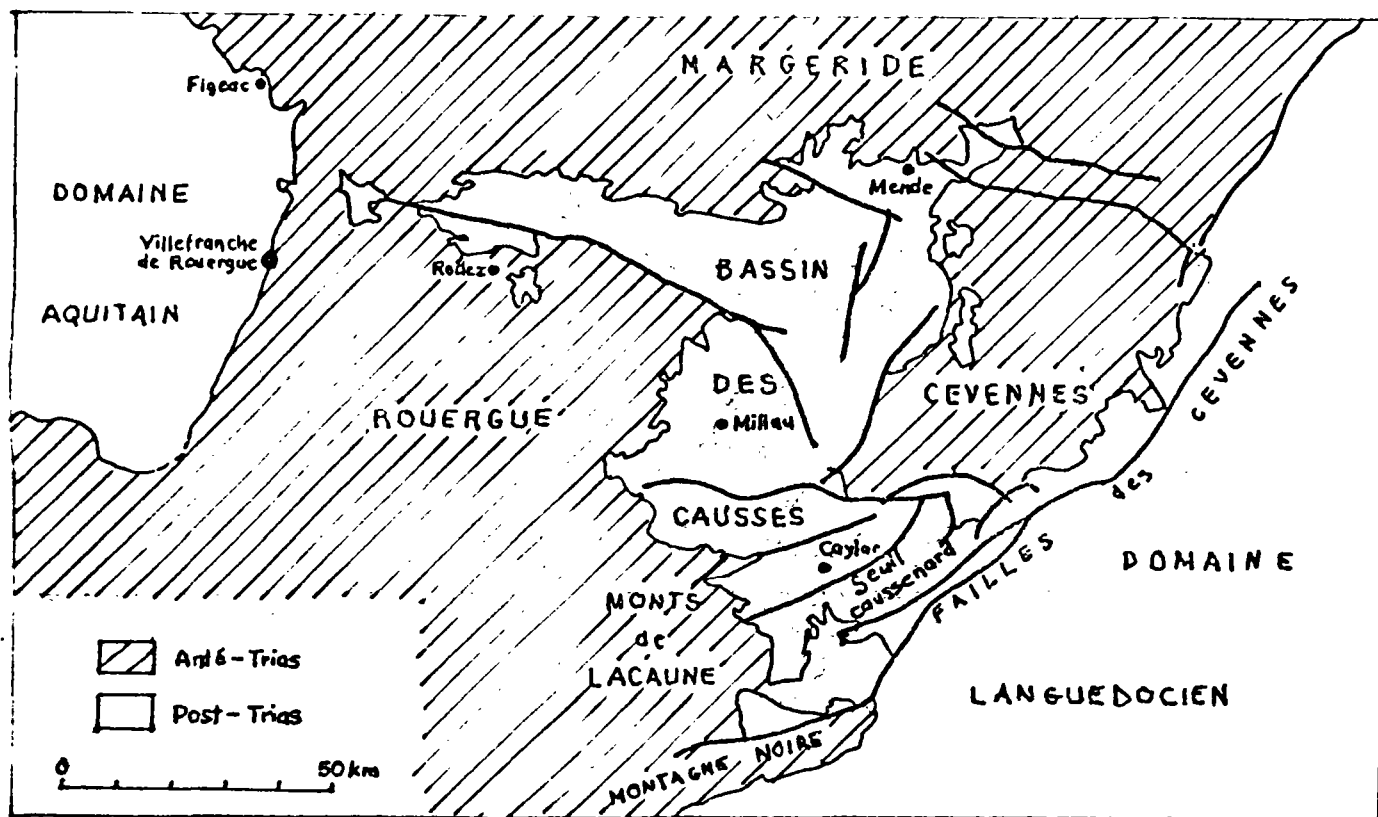
1.3 - Déroulement du stage.


Ce stage est d'une durée de huit semaines, dont les deux premières semaines ont été consacrées à l'accueil, aux exposés sur les techniques minières donnés par différents cadres techniques du B.R.G.M., ainsi qu'aux visites de certains départements, dont ceux de la Documentation et de B.S.S.

Les quatre semaines suivantes se sont déroulées dans le département de l'Aveyron, à Millau, et ont eu pour but :

- connaissance de la géologie régionale et locale,
- application des méthodes géochimiques et géophysiques,
- visites aux sondages et chantiers miniers,
- visites au laboratoire de Montmaur, division minière Sud-Ouest.

Croquis de situation générale



 Bassin des Causses

2 - GÉOLOGIE.2.1 - Situation géographique.

Les Grands Causses se situent au sud du Massif central, bordé à l'est par les Cévennes, au nord par la vallée du Lot, ils s'ouvrent au sud sur les plaines de l'Hérault et du Bas Languedoc, ils se prolongent à l'ouest par les plateaux du Lévézou et les Ségalas, puis par les Causses du Quercy qui forment la bordure orientale du Bassin d'Aquitaine.

2.2 - Géologie régionale.

2.2.1 - Stratigraphie.

Le bassin des Causses est constitué de formations allant du Stephanien moyen jusqu'au Jurassique supérieur, mais l'étude d'indices métalliques stratiformes porte sur une série sédimentaire allant de l'Hettangien supérieur au Domerien.

HETTANGIEN SUPERIEUR.

Il présente un faciès marin où domine les dolomicrites blanchâtres à jaunâtres, avec des fentes de dessiccations ou "mud-crack" soulignant un arrêt de sédimentation.

SINEMURIEN.

Formé d'alternances de dolomicrites et de calcarénites, peu puissant, par conséquent, il représente simplement une zone de passage entre l'Hettangien et le Lotharingien inférieur. Il est mieux développé dans le seuil Caussenard où il est puissant d'une trentaine de mètres (voir coupe : PAS des GAVATCHES).

LOTHARINGIEN INFÉRIEUR.

A la base, il est représenté par des calcaires argileux à calcite, le sommet est partout marqué par une surface oxydée à terriers, calée par des *Oxynoticeras* parfaitement remarquables à TARTARONE près de la Canourgue.

LOTHARINGIEN SUPERIEUR.

Là où il existe, il est formé par des calcarénites entroquitiques, sables formés de débris calcaires.

CARIXIEN.

Sur lequel est construite la ville de Millau, il présente une alternance de calcaire marneux gris-bleu et de marnes. Dans certaines régions, le Carixien repose directement sur le lotharingien inférieur, les deux faciès sont calcareux et le passage du premier au second est frappant du fait qu'ils sont séparés par une surface oxydée à terriers : hardground, témoin d'un arrêt de sédimentation (instantané) (voir coupe de TARTARONE).

DOMERIEN.

Le passage à cet étage est remarquable par la disparition progressive de bancs calcaires, le Domérien est essentiellement marneux.

TOARCIEN.

Il est aussi essentiellement marneux et avec le Domérien, ils forment le talus marneux qui est puissant d'environ 200 m au pied des grandes falaises du Bassin Caussenard.

AALENIEN.

Terme de passage, il est fourni de calcaires plus ou moins marneux, avec bancs de lignites et "schistes" cartons.

2.2.2 - Conclusion.

Le schéma général d'évolution du Bassin Caussenard, entre le sommet de l'hettangien et le lotharingien s'inscrit grosso-modo dans un cycle débutant par des faciès marins restreints où dominent les dolomicrites, et passant progressivement par le biais d'intercallations, à des dépôts de calcarénites souvent enrichis en oolithes au sommet des séquences.

La généralisation de ces derniers dépôts au lotharingien inférieur coïncide avec l'ouverture franche du détroit de Rodez et du Seuil Caussenard, le bassin permettant une large communication entre les domaines aquitain et languedocien. Dans le même temps, on assiste à une extension progressive du domaine marin vers le Nord. Dès le lotharingien supérieur, la sédimentation tend à se changer en marnes ; cette tendance apparaît au Carixien pour se généraliser au Domérien avec toutefois une persistance assez générale des faciès calcarénitiques sur les bordures.

L'évolution structurale du bassin fait apparaître une succession de phases de distensions et de compression. Le passage du lotharingien inférieur au lotharingien supérieur est en particulier marqué par un changement dans le système des contraintes entretenant jusqu'alors une subsidence plus ou moins continue. Les directions armoricaines (N 110 - N 20) auparavant dominantes s'effacent au profit d'un système commandé par le faisceau cévénois.

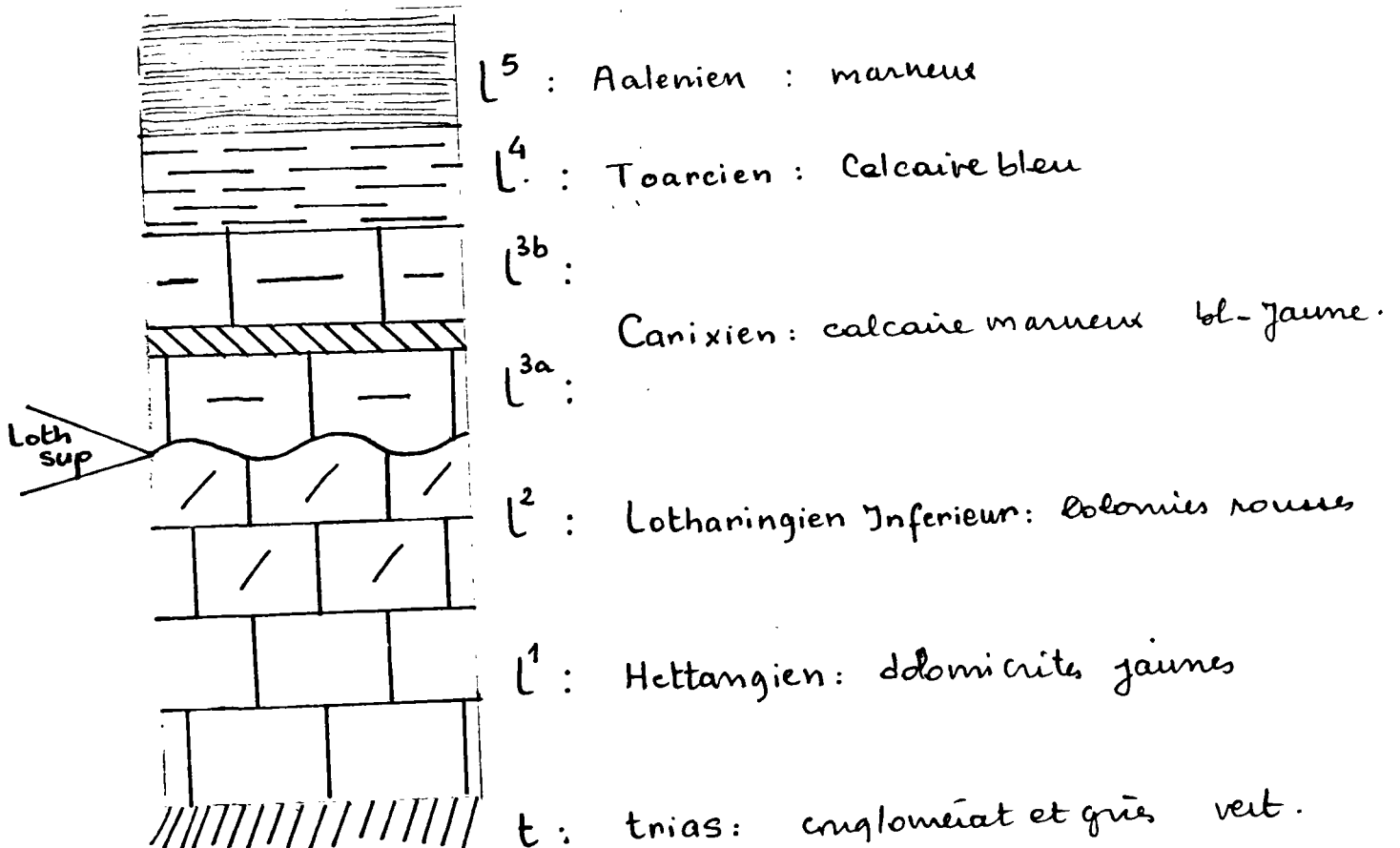
Ce jeu tectonique s'accompagne de l'émersion des marges du bassin, assorti de phénomènes de dolomitisation, de karstification limitée aux couches superficielles et d'érosion.

Le jeu des directions est extrêmement important, car il a servi à la reconstitution de la Paléogéographie du milieu de dépôt, et par conséquent à la localisation de zones de minéralisations intéressantes.

2.3 - Géologie locale.

La série stratigraphique comme elle se présente dans notre secteur débute par le trias allant jusqu'au toarcien (voir carte 1/25.000, ST BEAUZELY 5-6, MILLAU 1-2).

Log illustrant la série stratigraphique.



2.4 - Minéralisation.

Les filons de Soulobres apparaissent sous forme de crêtes siliceuses juste à l'Ouest de Millau (de Creissels à Azinières près du village de Soulobres). Ils s'inscrivent dans un réseau faillé de directions principales NW-SE et EW.

Le filon de Gales-Lavadous.

L'ensemble filonien de Soulobre est souligné par l'importance structurale du filon de Galès-Lavadous qui se repère par trois crêtes siliceuses sur une longueur cumulée de quelques centaines de mètres et qui apparaissent, entre le ravin des Lavadous au Sud et celui des Vals au Nord, dans les formations de l'Hettangien et du Lotharingien.

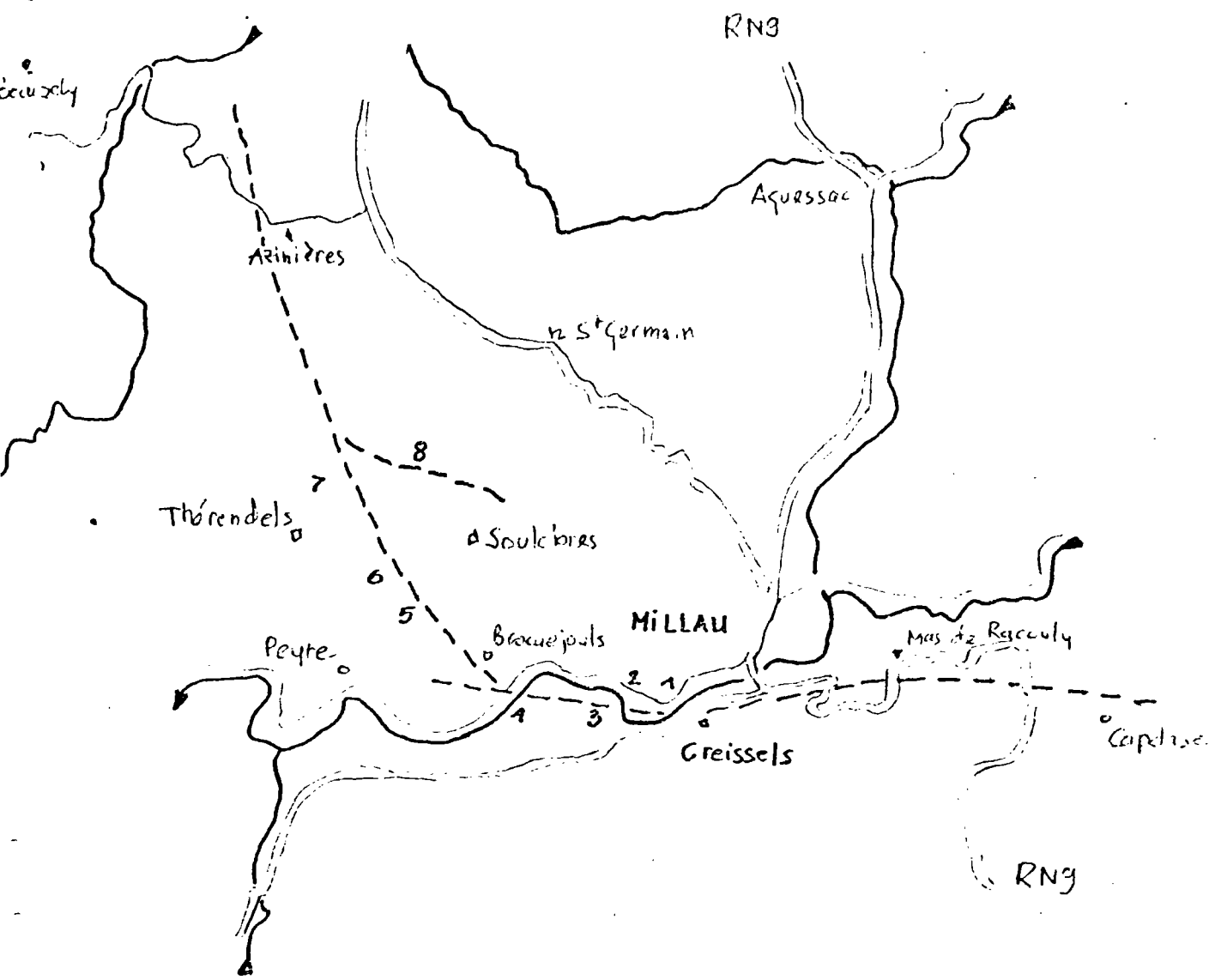
La partie visible du filon des Lavadous s'étend sur environ 250 m, sa puissance à l'affleurement est de 1 à 3 m, de direction NNW-SSE, et de pendage 75 à 85 grades SW.

La structure est encaissée dans les dolomies de l'hettangien pour le filon de Lavadous, par contre dans le Puech Galès, il est encaissé à l'Ouest dans des dolomies de l'hettangien et à l'Est dans les dolarénites du lotharingien.

La minéralisation est constituée essentiellement de galène à gangue barytée. La puissance minéralisée est de l'ordre de 50 cm.

Accessoirement, on observe de la blende et de la chalcopryrite, et surtout des oxydés de zinc et de la malachite. Un lever géologique en front de galerie à BROCUEJOULS a été fait, il nous a permis de voir la structure du filon et de son encaissant (voir fig. 1 et 2).

La reconnaissance et la prospection, tant en surface qu'en galerie, des oxydés de zinc a été facilitée par l'utilisation du réactif "Gertrude" qui donne la couleur rouge ; la reconnaissance du plomb a été faite par le réactif "Jérôme" en donnant la couleur jaune.



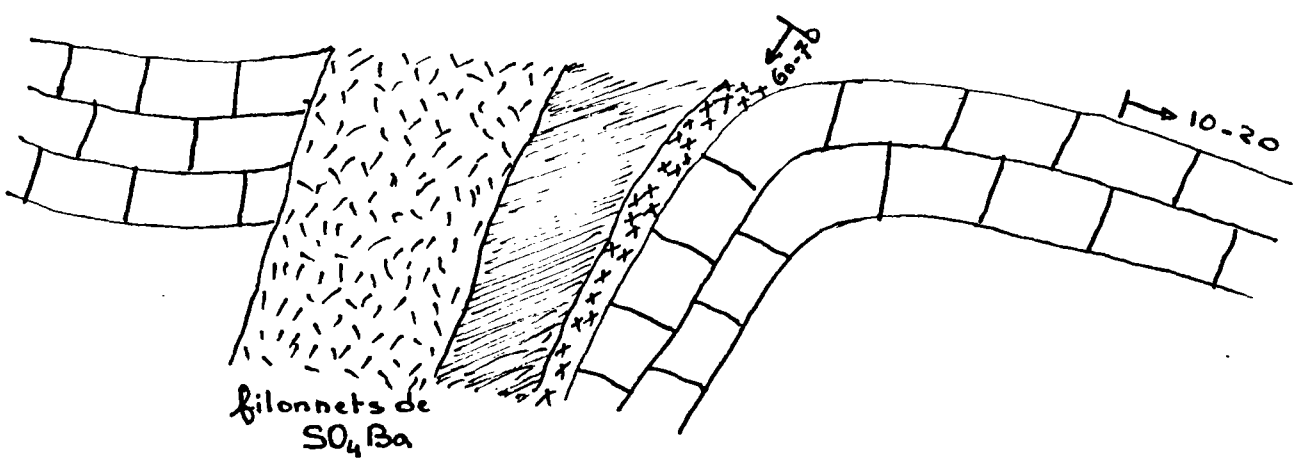
POSITION GEOGRAPHIQUE
 DES INDICES FILONIENS DE
 SOULOBRES
 1/100.000°

- 1. Passage à niveau de CALES
- 2. LINAZETTE
- 3. La foncée BERNARD
- 4. Le BABOUNING
- 5. Travaux des LAUADOUS
- 6. Le Fucch GALEÈS
- 7. Le MAZUC

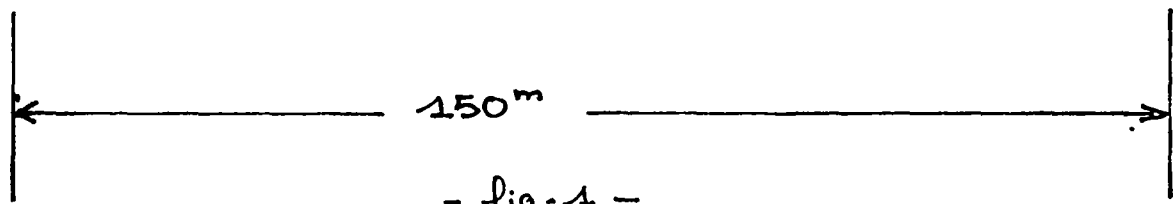
PRESENTATION EN COUPE SCHEMATIQUE
DU FILON DE SOULOBRES DANS
LE RAVIN DES LAVADOUS

S

N




filonnets de
 SO_4Ba





- fig. 1 -

Légende

 Hettangien

 Brèche de fracture : 30^{cm}

 Zone minéralisée en oxydés de zinc et de Pb.
+ présence de Ba et Malachite -

 Zone broyée, milonitisée

LEVER GEOLOGIQUE EN FRONT DE GALERIE

BROCUEJOULS
DANS LE SECTEUR DE SOULOUBRES

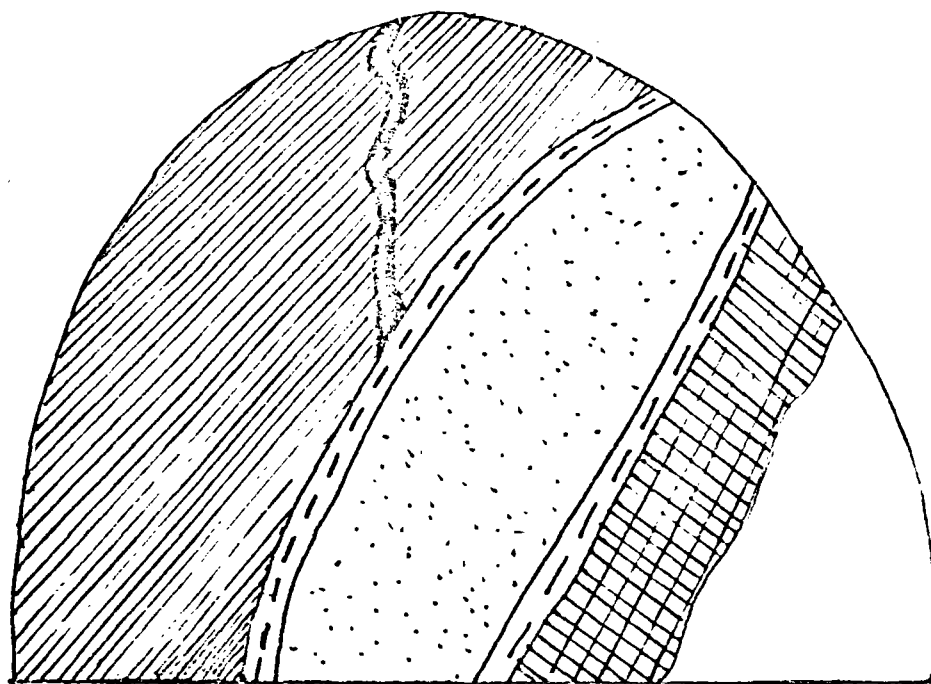







fig 2

Légende

-  niveau minéralisé en oxydes de zinc et plomb.
-  zone broyée
-  niveau argileux
-  silice noire
-  fracture

3 - PROSPECTION ALLUVIONNAIRE ET GEOCHIMIQUE.

3.1 - Batée.

Cette technique consiste à faire des prélèvements d'alluvions en lit vif. Les alluvions sont tamisées suivant une maille de 5 mm, la partie inférieure à cette maille est lavée à l'aide de batée.

On récupère les minéraux denses dans le fond de batée qui seront analysés au laboratoire.

3.2 - Prélèvements de stream-sédiments (St Beausély).

On a établi une prospection géochimique prévisionnelle : choix des points de prélèvements sur le réseau hydrographique de St Beausély. Par la suite, on a fait des prélèvements, dans les ruisseaux et leurs affluents tous les 400 m, d'échantillons (200 à 300 g de stream-sédiments : sable fin légèrement argileux). Après séchage à feu doux ou au soleil et démotage, les échantillons sont tamisés suivant une maille de 125 μ et en définitif analysés au laboratoire de géochimie.

Les résultats des analyses sont reportés sur la carte au 1/25.000 St Beausély 5-6, en traçant les courbes d'isothermes, on voit apparaître des zones anormales en Pb et en Zn.

Voir planches en annexes :

- planche I Plan d'échantillonnage.
- planche II Report des teneurs en Pb.
- planche III Report des teneurs en Zn.
- planche IV Histogramme Pb.
- planche V Histogramme Zn.

3.3 - Prospection géochimique tactique (Théronde).

Une fois que les zones anormales sont délimitées en prospection stratégique, on implante une tactique.

En géochimie ,tactique, les prélèvements se font obligatoirement au sol à l'aide de la tarrière ou de la pelle.

Le travail qu'on a effectué à Thérondels, consistait à choisir une ligne de base sur une carte cadastrale 1/5000. A partir de cette ligne de base, on a tracé 9 profils qui lui sont perpendiculaires (voir planche VI en annexe). Les prélèvements au sol ont été faits sur ces profils tous les 50 m. Après analyse des teneurs en Pb et en Zn, on a établi une carte des reports des teneurs (voir planches VII et VIII en annexe).

Cette carte fait apparaître des zones anomales en Pb et Zn, avec beaucoup plus de précision qu'en stratégique.

Cette étape étant franchie, on passe à la prospection géophysique pour matérialiser les anomalies.

4 - PROSPECTION GEOPHYSIQUE.

4.1 - Introduction.

Dans cette prospection, Monsieur LAMBOLEZ nous a exposé les diverses méthodes géophysiques utilisées dans la prospection minière :

- magnétisme,
- conductibilité électrique : méthode électrique,
méthode électromagnétique,
- gravimétrie,
- polarisation électrique,
- conductivité thermique,
- sismique,
- radioactivité.

Sur le terrain, la pratique a porté essentiellement sur l'utilisation du magnétisme, V.L.F., et la polarisation spontanée.

4.2 - Magnétisme.

La méthode consiste à mesurer la susceptibilité magnétique, émanant du champ magnétique terrestre.

L'appareil utilisé est un magnétomètre (à precessions de protons), contenant une tête à protons qui ont tendance à s'orienter suivant le champ magnétique, relié à un fréquencimètre et un amplificateur.

Sur les basaltes d'Azinières (voir carte 1/25000 St Beauzély 5-6), on a choisi une ligne de vase E-W (passant près de la D 515 au sud de la carrière de basaltes). Les mesures ont été prises tous les 100 mètres sur cette ligne en marquant l'heure pour chaque station.

Pour mesurer la dérive diurne, on choisit une base à laquelle on revient toutes les 30 minutes.

Ce travail étant fait, on trace la courbe des variations magnétiques diurnes en fonction du temps (voir planche IX en annexe). Cette courbe nous permet de ramener toutes les mesures des différentes stations du profil à l'heure de la station de base (voir planche X en annexe).

4.3 - Méthode V.L.F. (Very Low Fréquency).

C'est une méthode électromagnétique basée sur la réception des ondes radio de basses fréquences émises par les marines.

L'appareil utilisé (GEONIX M 16) constitué de deux antennes perpendiculaires.

Sur le terrain, à Thérondels, on a choisi la station émettrice américaine N.A.A. qui correspondait bien à la direction E-W du profil qui est perpendiculaire à la direction du filon masqué.

Le mode opératoire consiste à détecter la position où on reçoit le moindre signal, et on lit la valeur de la tangente de l'angle d'inclinaison du vecteur électromagnétique par rapport à l'horizontale : $t\alpha$.

La mesure de $t\alpha$ a été prise suivant un pas de mesure de 20 m sur le profil.

On trace les courbes de $t\alpha$ en fonction des distances.

En V.L.F., le corps conducteur qu'on recherche est positionné sur le point d'inflexion de la courbe. L'oeil ne peut pas voir ce point, c'est ainsi qu'on dérive cette courbe pour le lissage (voir planches XI et XIV en annexe).

4.4 - Polarisation spontanée P.S.

La méthode consiste à mesurer la différence de potentiel (ddp) créée par les roches du sous-sol qui, imbibées d'eau souterraines, fonctionnent comme une pile. On utilise pour cela :

- deux électrodes impolarisables, remplies de sulfate de cuivre dilué, dont une reste fixe, l'autre est mobile,
- un millivoltmètre (mv) à résistance très élevée, branché aux deux électrodes.

On prend des mesures tous les 10 mètres, sur un profil distant de 200 mètres. L'autre équipe en a fait de même sur un profil parallèle au nôtre.

On trace ensuite la courbe (ddp) en fonction des distances pour les deux profils (voir planche XII en annexe).

Remarque. On a tracé les lignes d'isovaleurs (ou iso P.S.) sur un fond cadastral 1/5000 (voir planche XIII en annexe), mais les profils sont mal adaptés du fait qu'ils doivent être perpendiculaires à ceux existants pour faire apparaître l'anomalie.

5 - CONCLUSION.

Ce stage nous a été très bénéfique, car il nous a permis de nous familiariser avec les méthodes destinées à la recherche minière, ces méthodes qui vont de la prospection au marteau et aux réactifs jusqu'aux sondages, en passant par la géochimie et la géophysique permettant au géologue minier de bien définir un corps minéralisé dans une région donnée.

Nous tenons à remercier infiniment tout le corps encadrant, en particulier Messieurs J.B. CHAUSSIER et VERNET, responsables, ainsi que Monsieur NAPIAS, responsable au département de Coopération, qui ont bien veillé au bon déroulement de ce stage.

- BIBLIOGRAPHIE -

- 1 - Rapport d'activités du B.R.G.M.
- 2 - Sédimentation liasique carbonatée du Bassin Causseard,
par A.G. MICHARD, B.R.G.M. Division Sud-Ouest.
- 3 - Les filons de Soulobres (Millau, Aveyron),
par A.G. MICHARD et B. PASSAQUI.
- 4 - Aide-mémoire de géologie sédimentaire,
"les contextes minéralisés liés à des milieux sédimentaires"
par Jean-Bernard CHAUSSIER.
- 5 - Géochimie : ses moyens et ses méthodes,
par Madame LAVILLE.

- ANNEXE -

EXPOSES.

Des exposés nous ont été donnés sur :

- la documentation, par Madame PREVOSTEAU,
- la banque des données du sous-sol, par Monsieur BRETON,
- la sédimentologie, par Monsieur J.B. CHAUSSIER,
- la gîtologie, par Monsieur CAIA,
- la géochimie, par Monsieur LETALENET,
- la géophysique, par Monsieur LAMBOLEZ,
- les travaux miniers, par Monsieur BATTUT,
- la télédétection, par Monsieur SCANVIC,
- l'étude de la faisabilité, par Monsieur URBAIN.

VISITES.

- Visite au Service de documentation,
- Visite au département B.S.S.,
- Visite aux chantiers miniers de Bertholène,
- Visite aux chantiers de sondages de Pessens,
 - Percussion, rotation (cutting),
 - rotation, carottage,
- Visite au Laboratoire de Montmaur, division minière Sud-Ouest,
 - préparation des échantillons alluvionnaires,
 - préparation des échantillons de géochimie,
- Visite au laboratoire M.G.A.
 - Minéralogie,
 - Géochimie,
 - Analyses,
- Visite au laboratoire de Minéralurgie,
 - Minéralurgie,
 - Traitement des ordures ménagères,
- Visite au département des Arts Graphiques,
 - élaboration des cartes géologiques,
- Visite au département de l'Informatique.

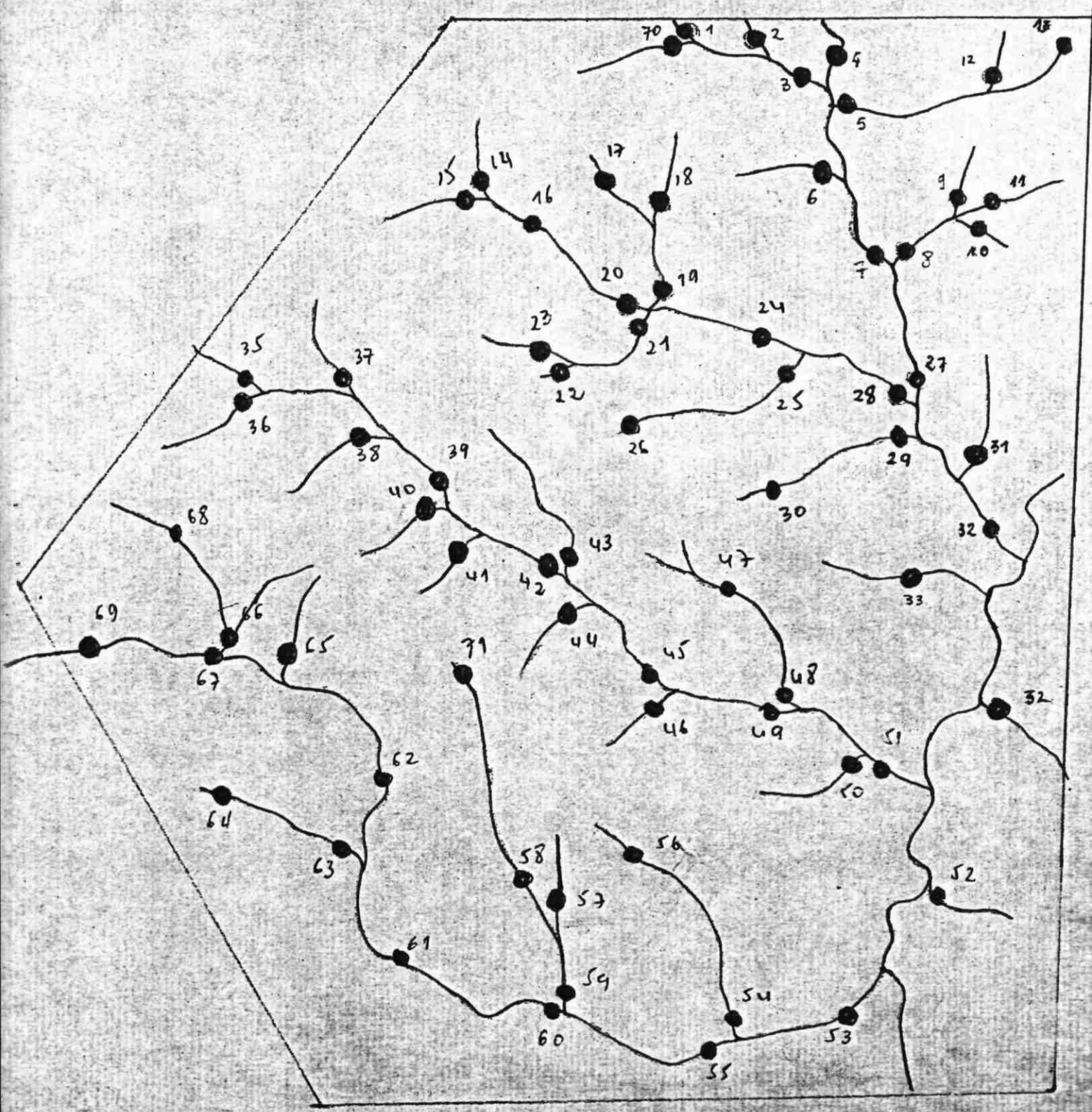
PLANCHES.

PL I	Prospection géochimique stratégique : plan d'échantillonnage (P.G.S.),
PL II	P.G.S. : report des teneurs en plomb, St Beauzély 1/25000
PL III	P.G.S. : report des teneurs en zinc, St Beauzély, 1/25000
PL IV	P.G.S. : histogramme des teneurs en plomb,
PL V	P.G.S. : histogramme des teneurs en zinc,
PL VI	Prospection géochimique tactique (P.G.T.) : plan d'échantillonnage, Thérondeles, 1/5000
PL VII	P.G.T. : report des teneurs en plomb, Thérondeles, 1/5000,
PL VIII	P.G.T. : report des teneurs en zinc, Thérondeles, 1/5000,
PL IX	Basaltes d'Azinières, variation magnétique diurne,
PL X	Basaltes d'Azinières, profil magnétique,
PL XI	Thérondeles, profil "V.L.F.",
PL XII	Thérondeles, profil P.S.
PL XIII	Thérondeles, carte d'isoP.S., 1/5000,
PL XIV	Thérondeles, carte "V.L.F.", 1/5000,

ST- BEAUZELY 5-6
MILLAU 1-2
1 / 25000



ST-BEAUZELY
PROSPECTION GEOCHIMIQUE
PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE
1:25 000^e



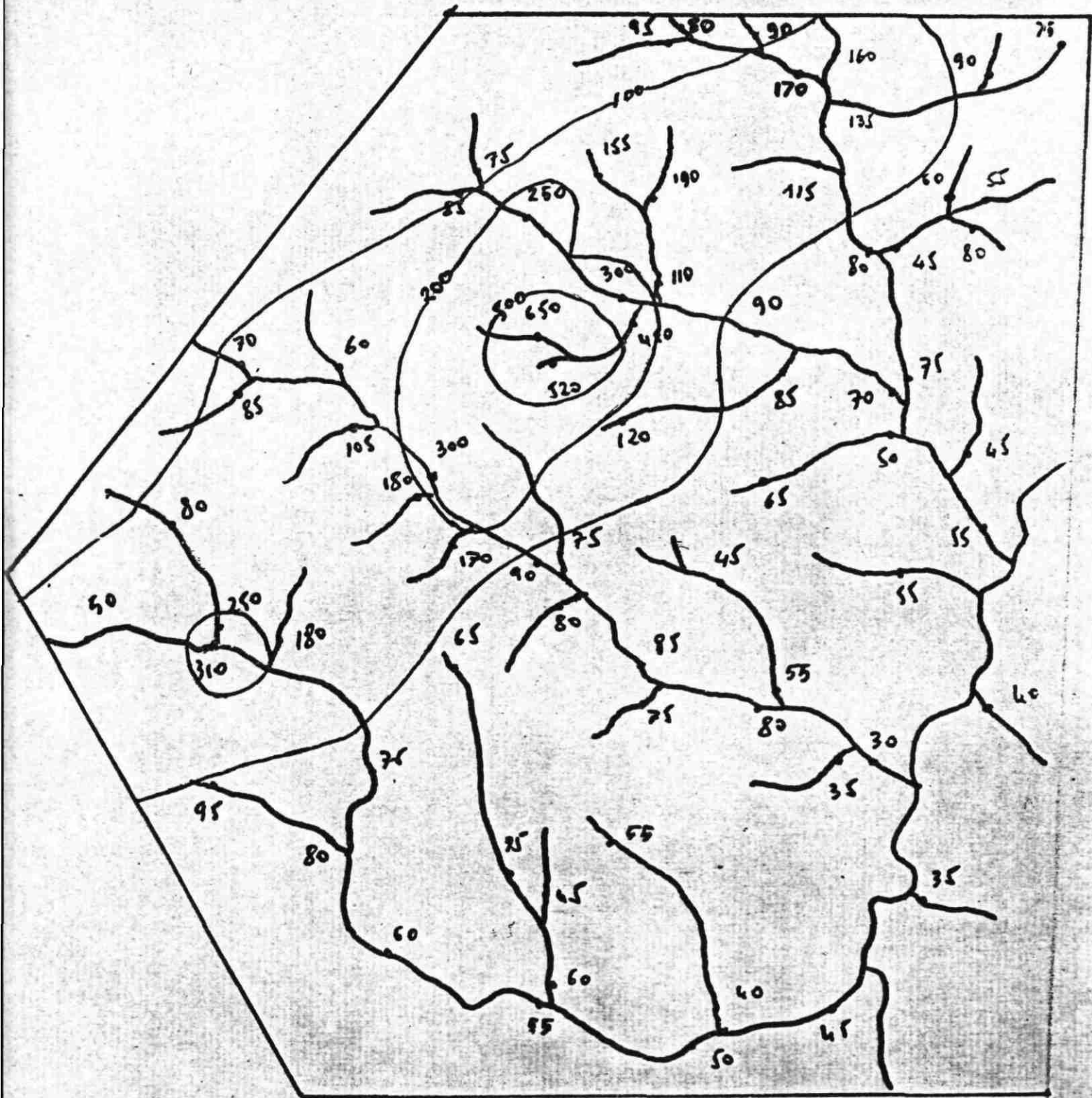
— Planche PL I. —

1:25 000^e

ST-BEAUZELY

PROSPECTION GEOCHIMIQUE STRATEGIQUE

REPORT DES TENEURS EN PLOMB



legende : coupures

— Planché PL II —

- < 100
- 100 < < 200
- 200 < < 500
- > 500 Brun - Brun clair - Orange

HISTOGRAMME DES TENEURS EN PLOMB PROSPECTION GEOCHIMIQUE STRATEGIQUE

fréquences

52

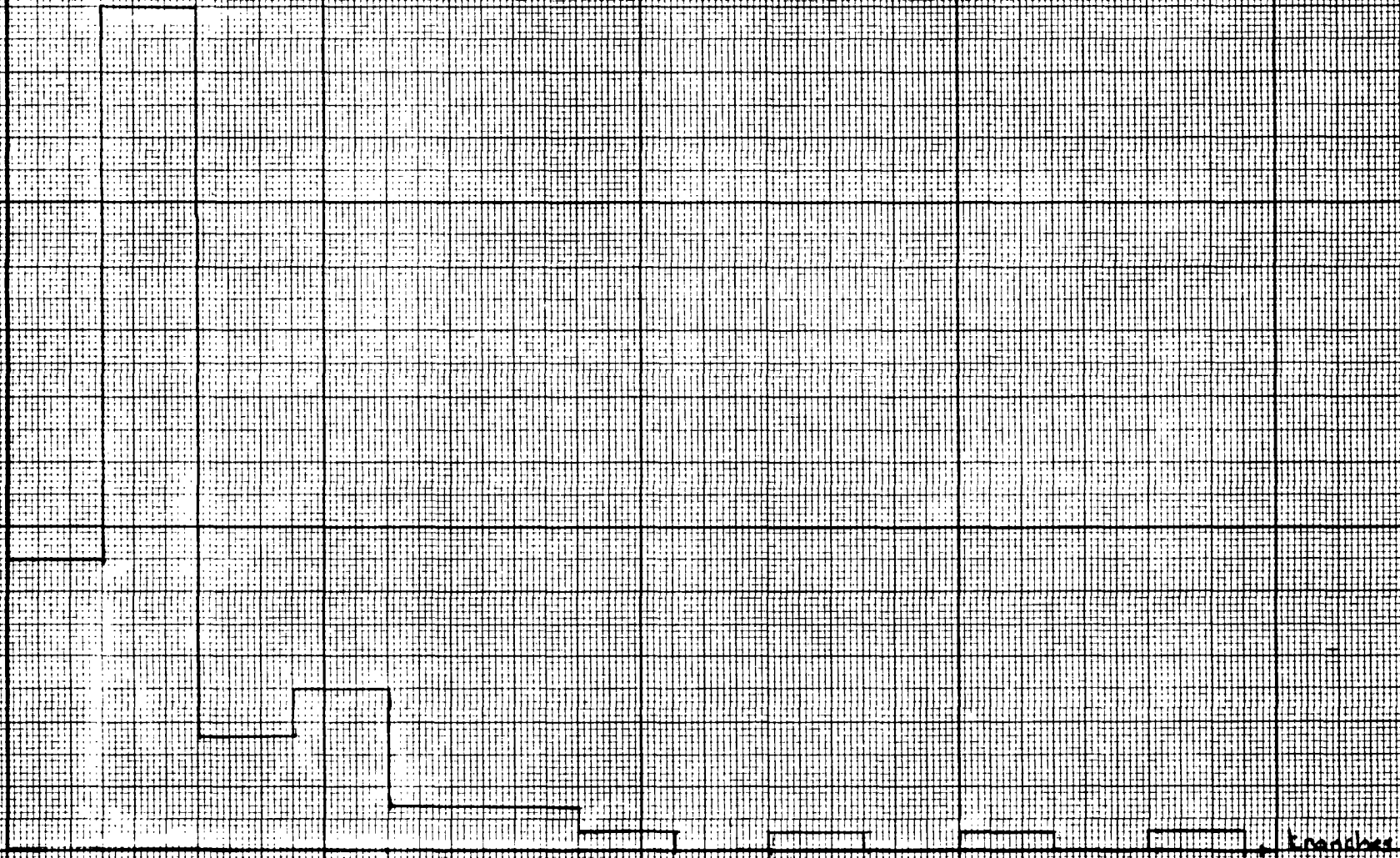
20

22

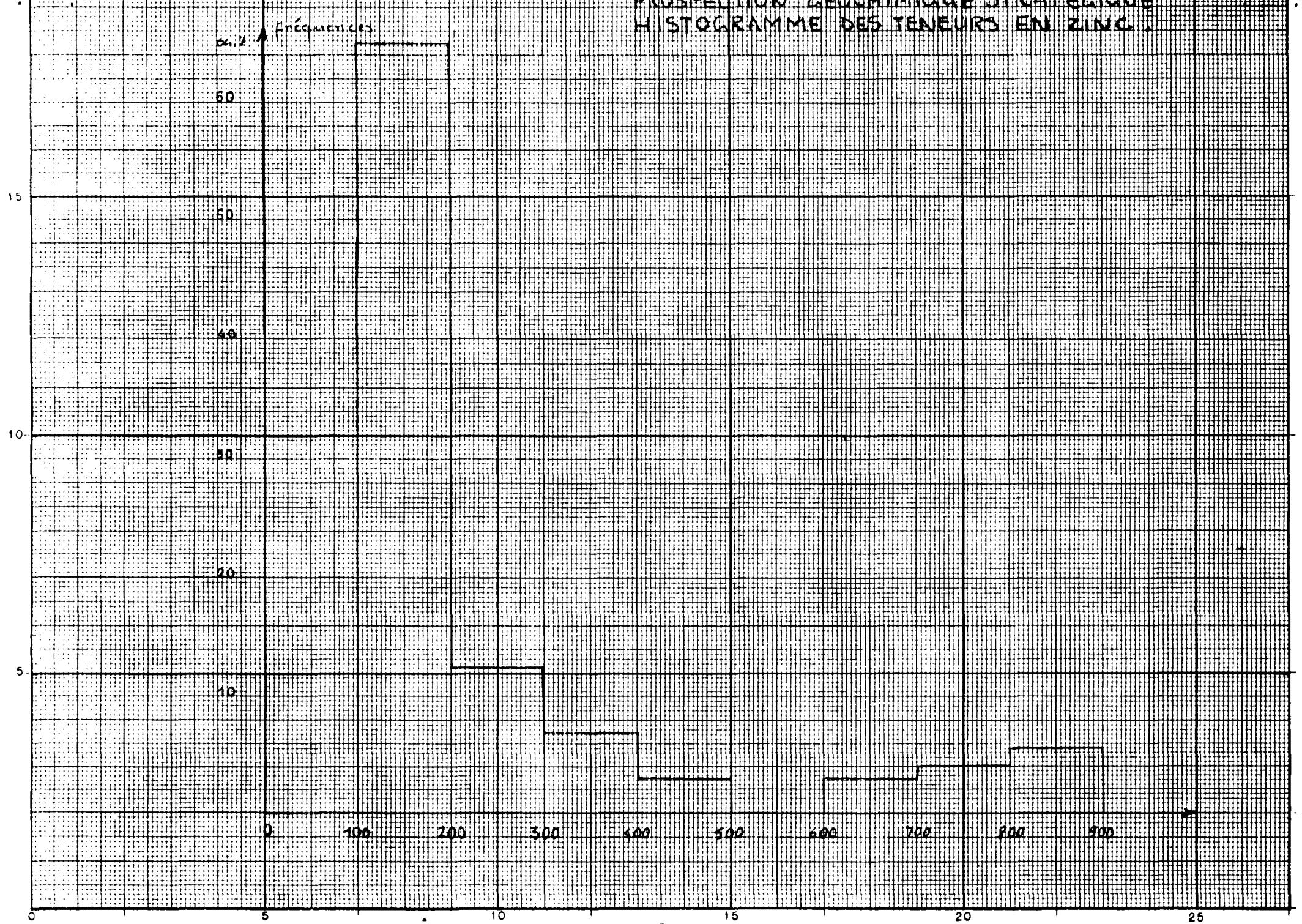
40

0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 550 600 650 teneurs

Plaque Pl. IV



PROSPECTION GÉOCHIMIQUE STRATÉGIQUE
HISTOGRAMME DES TENEURS EN ZINC

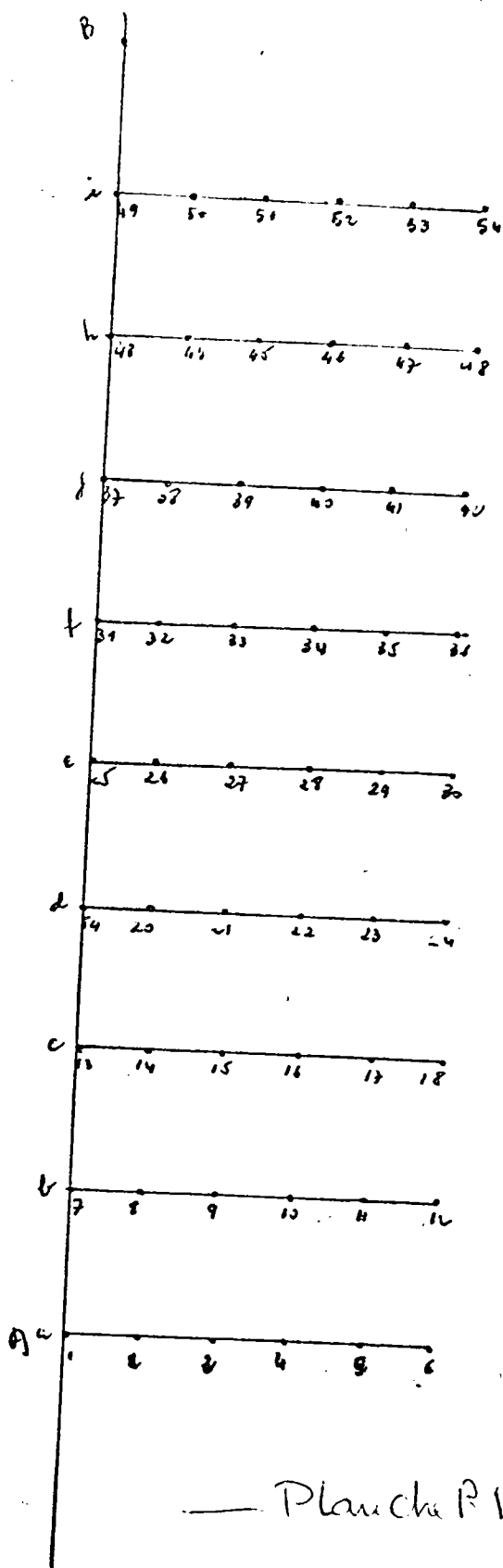


— Planchette —

THERONDELS

PROSPECTION GEOCHIMIQUE TACTIQUE PLAN D'ECHANTILLONNAGE

1:5000



maille de couverture

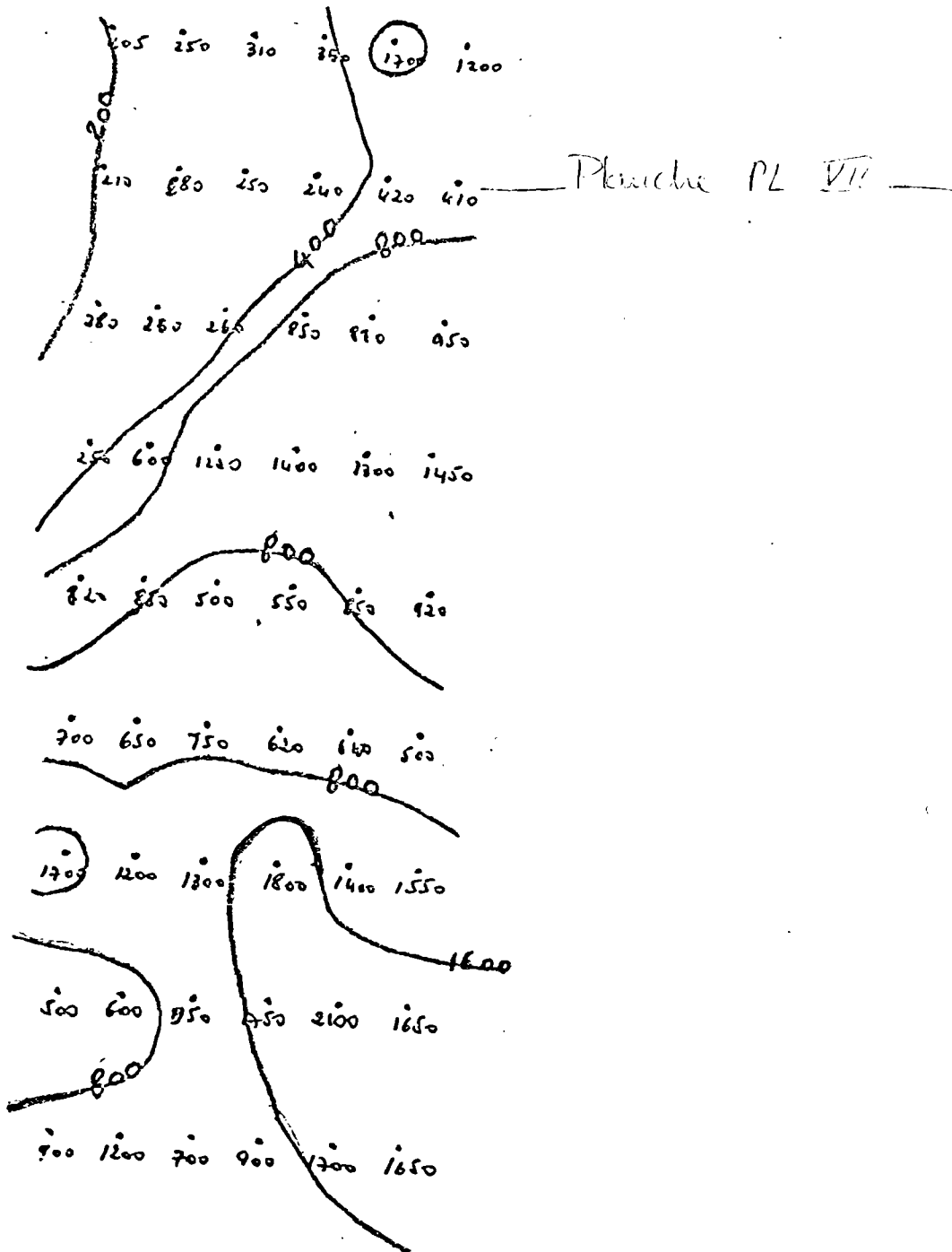
- Ligne de base AB:
les points sont distants de 100m
- Transects: de 1 → 54
les points sont distants de 50 m.

— Planchette RL VI —

THE RONDELS

PROSPECTION GEOCHIMIQUE TACTIQUE report des teneurs en Pb.

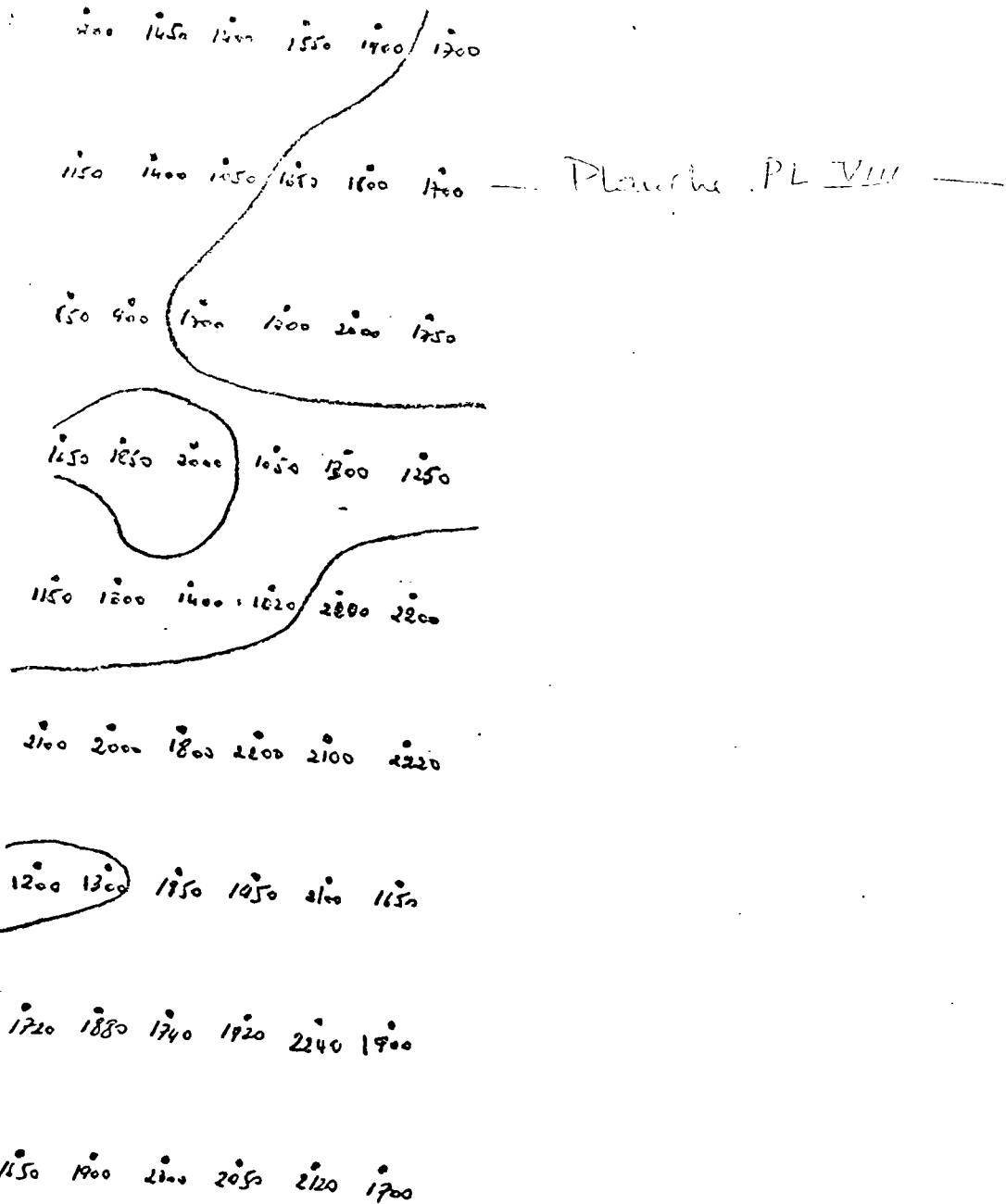
1 : 5 000^e



THERONDELS

PROSPECTION GEOCHIMIQUE TACTIQUE Rapport des teneurs en Zinc

1 : 5000^c

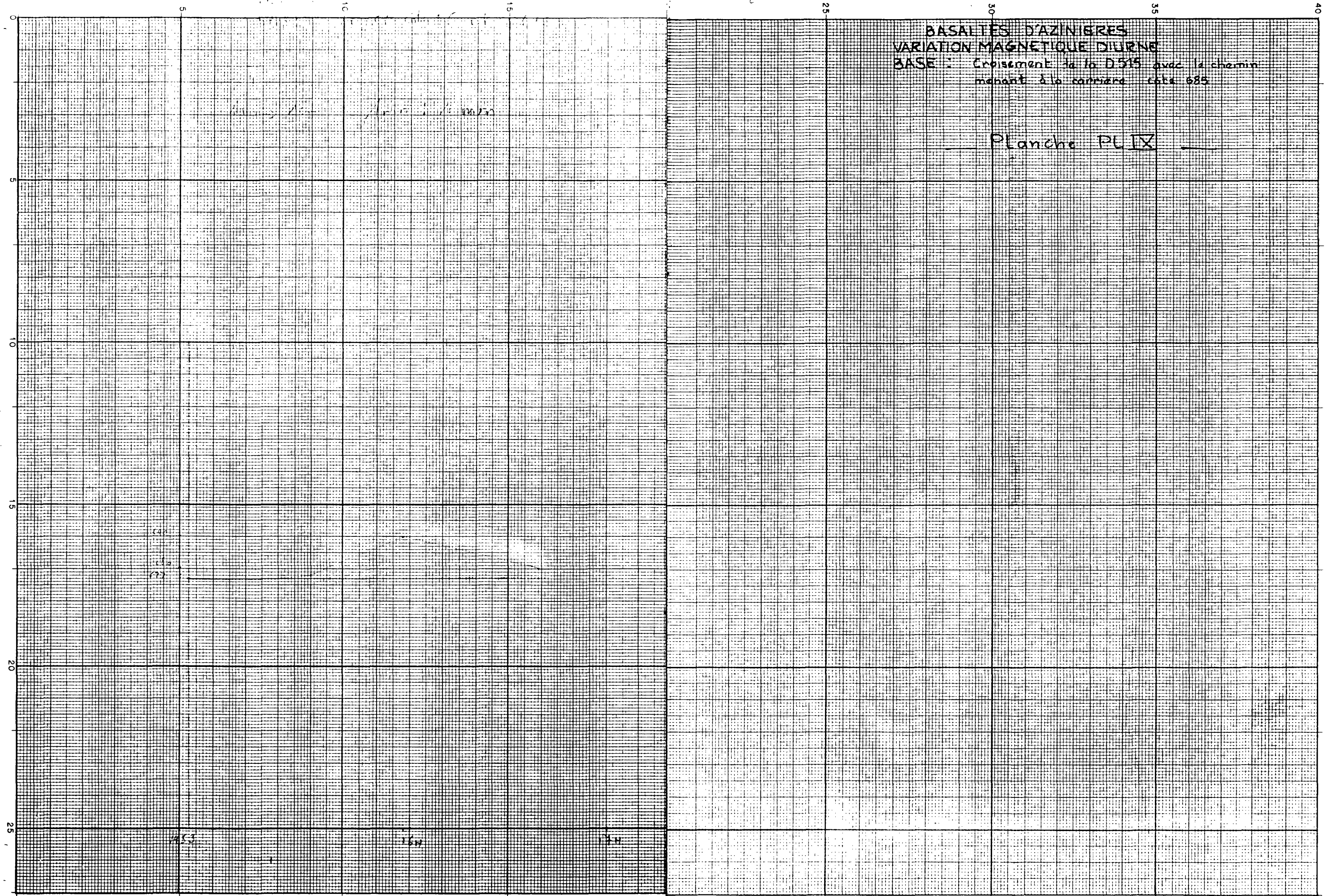


2515
685 577

BASALTES D'AZINIÈRES
VARIATION MAGNETIQUE DIURNE

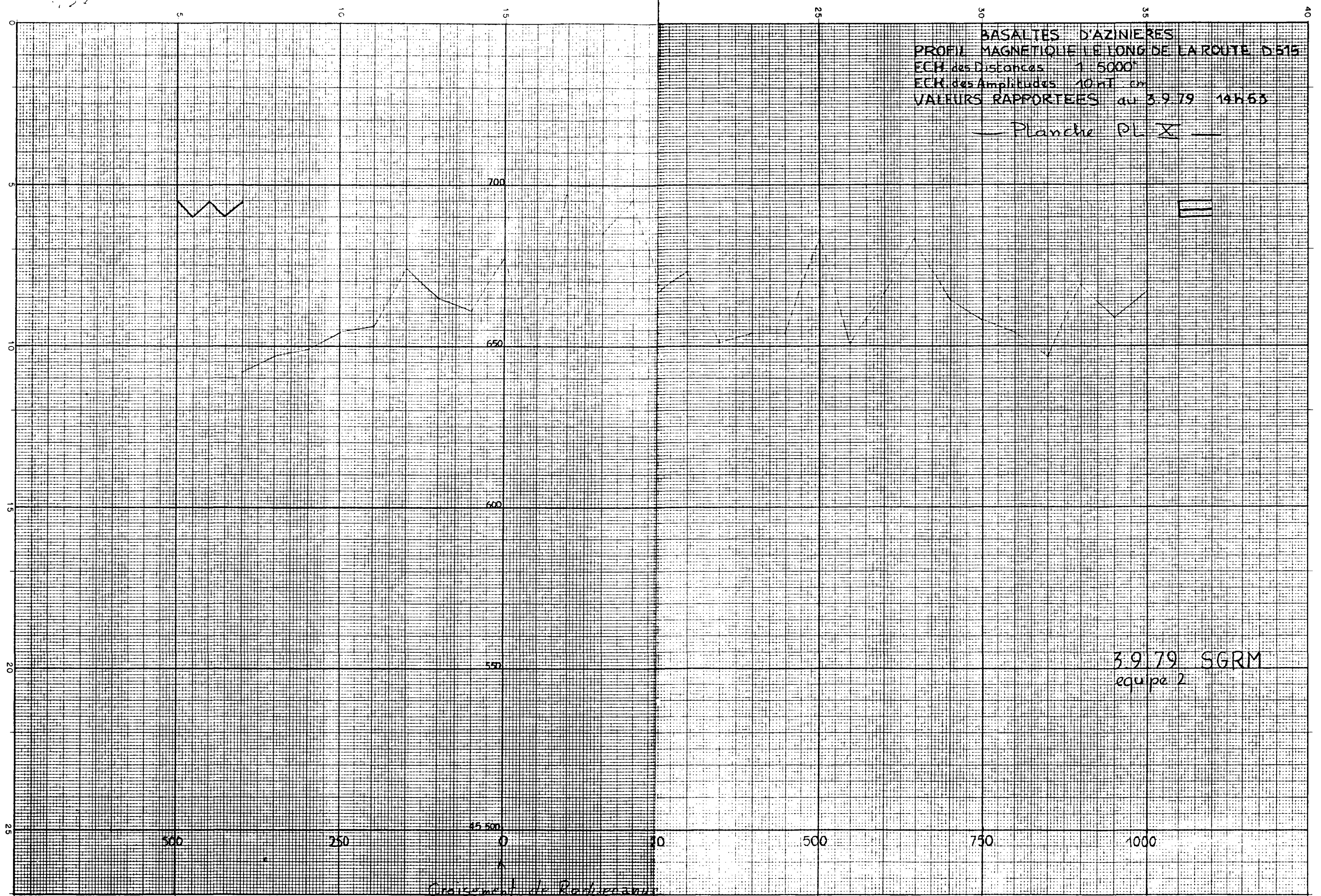
BASE : Croisement de la D515 avec le chemin
menant à la carrière côté 685

Planche PLIX



BASALTES D'AZINIÈRES
PROFIL MAGNETIQUE LE LONG DE LA ROUTE D 515
ECH des Distances 1:5000
ECH des Amplitudes 10 nT/cm
VALEURS RAPPORTEES au 3.9.79 14h55

— Planche PL X —



3.9.79 SGRM
equipe 2

Croisement de Roudouan

Legende

A_1/A_2
 t_{gx}
 dérivée de t_{gx} lissée sur 3 pts

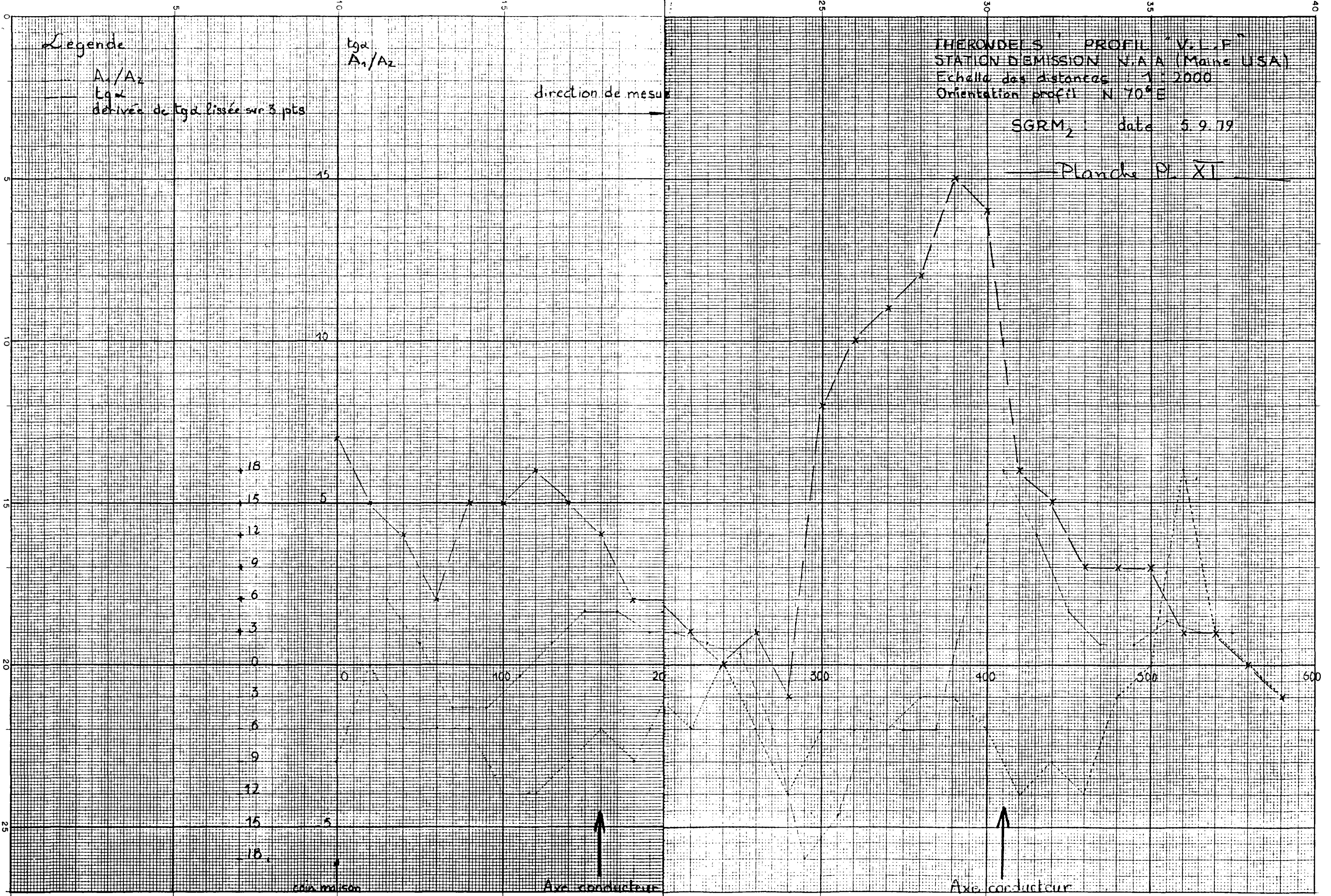
t_{gx}
 A_1/A_2

direction de mesure

THERONDELS PROFIL "V.L.F."
 STATION DEMISSION N.A.A (Maine USA)
 Echelle des distances 1:2000
 Orientation profil N 70° E

SGRM₂ date 5.9.79

Planche PL XI



Potentiel, mV

Therondels

Profil P.S

Légende

Potentiel, mV

x courbe de potentiels
P.S.

Planche P. XII

40

30

20

10

0

100

200

300

400

Distances

25

20

15

10

5

40

35

30

25

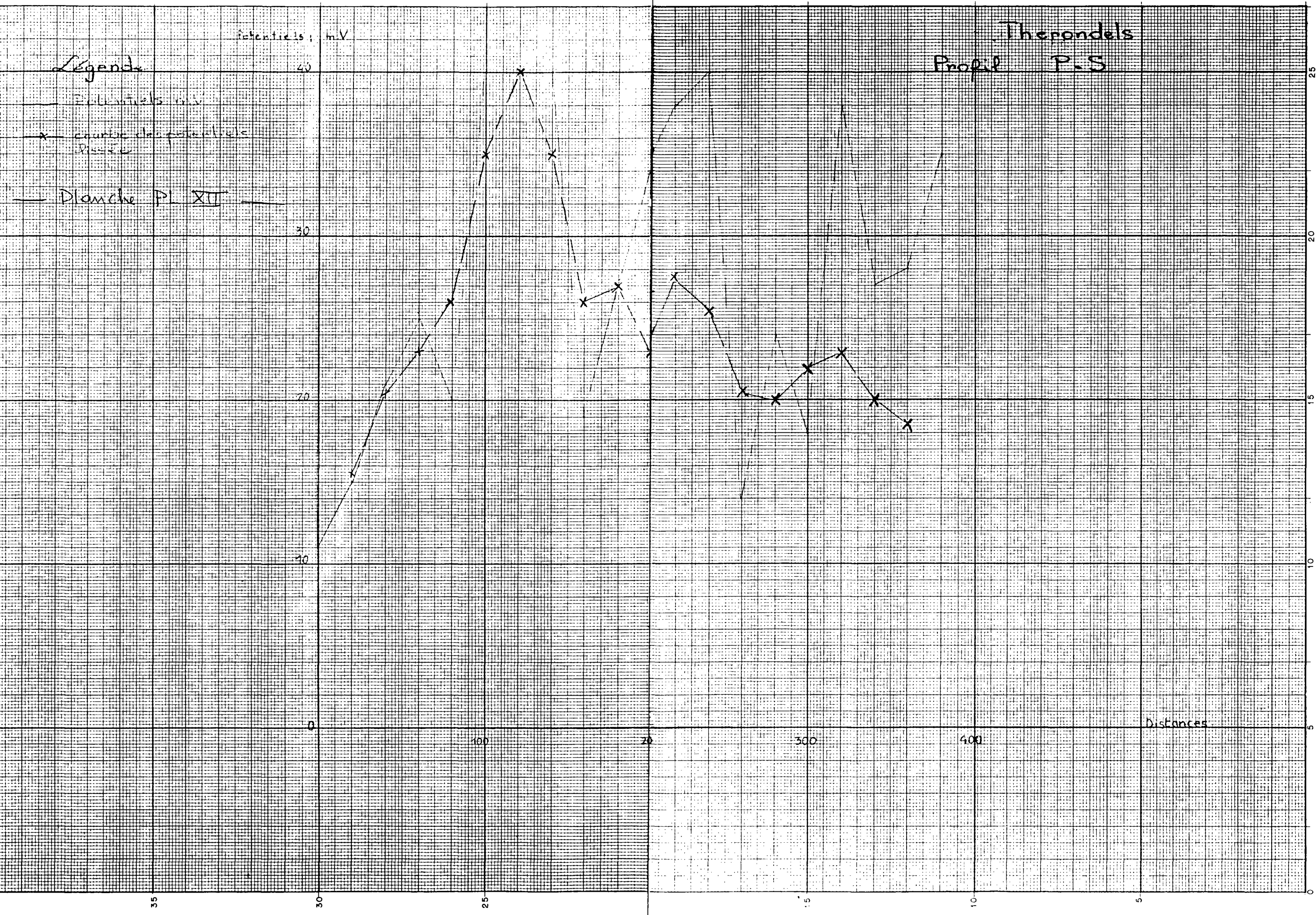
20

15

10

5

0



THE RONDELS
 CARTE : " VLF "
 VALEURS DE L'INCLINASON (γ_a) DERIVÉES
 et LISSEES

STATION N.A.A

Légende

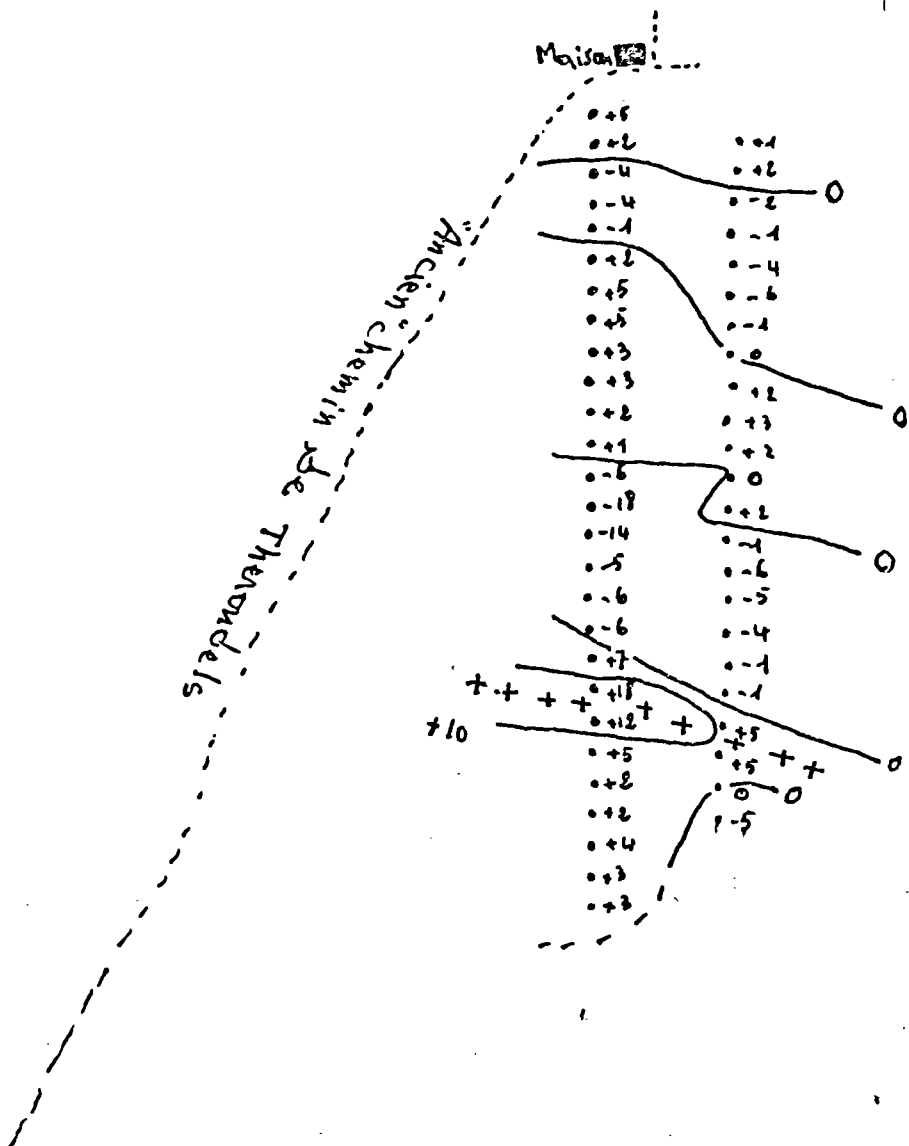
- Orientation du profil : N 70°

+++ Axe conducteur

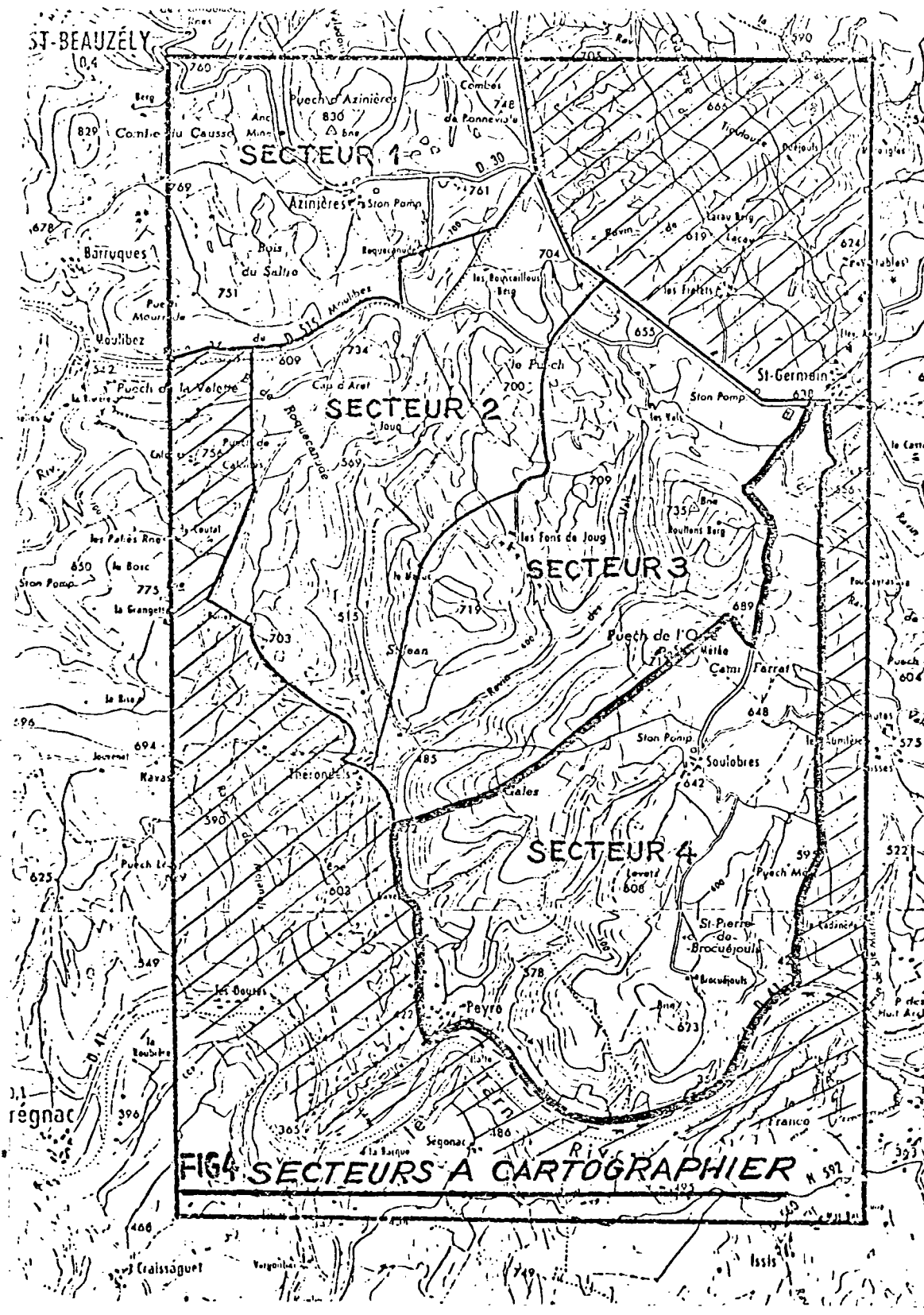
Date , le 4/9/79

S.G.R.M

Planche PLXIV



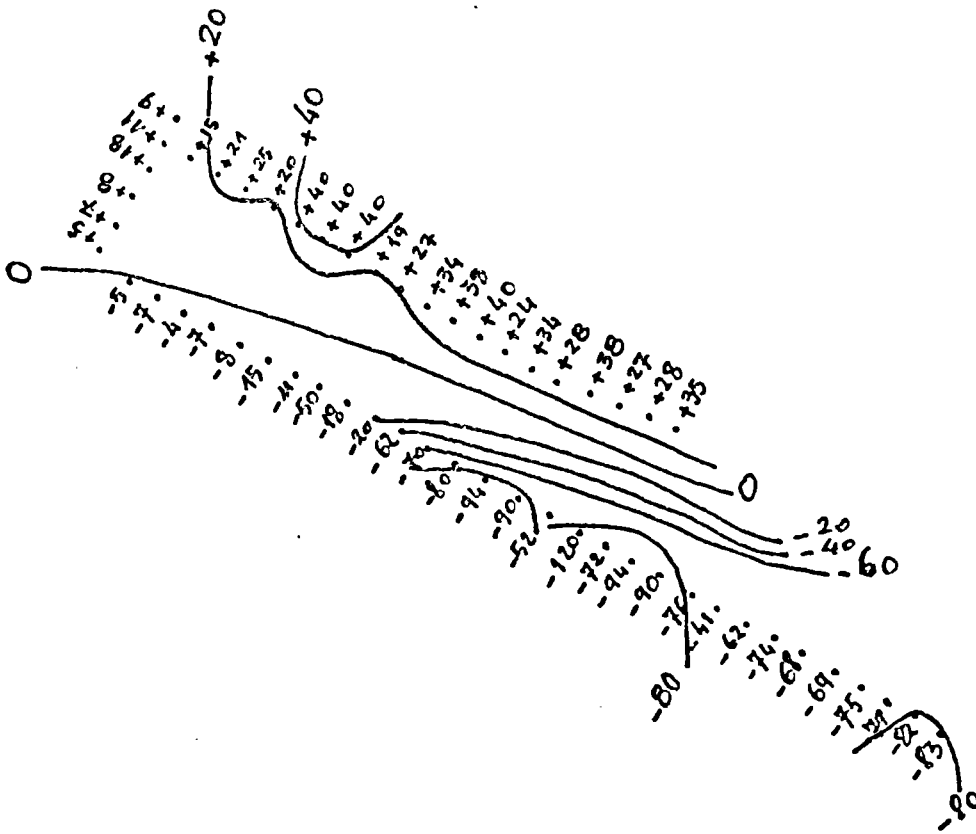
Saint-Jean.



CARTE D'ISO-P.S

SUR FOND CADASTRAL AU 1:5 000^c

SAINT-JEAN



— Planche PL XIII —

J.B.

GALES