

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT INDUSTRIEL ET SCIENTIFIQUE

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
B.P. 6009 – 45018 Orléans Cédex – Tél.: (38) 66.06.60

CONFIDENTIEL

**ÉTUDE GÉOLOGIQUE SYNTHÉTIQUE
ET
RECHERCHES DE ZONES EXPLOITABLES DE GRANITE
DANS LE MASSIF DU SIDOBRE (TARN)**

par

J.-M. COLLIN – J.-P. PARIS – J. ROCHE

avec la collaboration de B. STANUDIN



Service géologique régional MIDI – PYRÉNÉES
avenue Pierre-Georges-Latécoère, 31400 Toulouse
Tél.: (61) 52.12.14

73 SGN 271 MPY

Juillet 1973

NOTE DE SYNTHESE

=====


Les conclusions du rapport devraient permettre aux autorités compétentes de réaliser un essai de zonage du Sidobre en vue de proposer aux granitiers de nouveaux secteurs, a priori exploitables sur la base des données actuellement en notre possession.

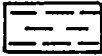
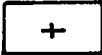
Rappelons brièvement les informations synthétisées sur la planche n° 2 :

1) - Qualité du matériau :

Les différents faciès de la granodiorite du Sidobre, bleu, gris bleu et gris sont cartographiés. On sait que la qualité commerciale du matériau va en décroissant du bleu au gris.

2) - Exploitabilité des sites :

Dans les zones les moins favorables, le granite est recouvert par des argiles rouges à graviers  ou par un manteau d'altération épais (figuré en blanc). Partout ailleurs, trois possibilités apparaissent, dans l'ordre d'exploitabilité croissante suivant :

- 1° - Le granite est altéré - 
- 2° - Cas intermédiaire - Pas de surcharge
- 3° - Le granite est subaffleurant - 

La morphologie en butte est favorable à l'exploitation en carrière.

La confirmation de l'exploitabilité pourrait être faite sur un petit secteur test, en mettant en oeuvre les méthodes géophysiques définies au cours de l'étude. Cette expérience aurait le double avantage de confirmer l'exploitabilité dans ce petit secteur, et de concrétiser l'outil susceptible d'être utilisé par les granitiers avant d'entamer une exploitation.

R E S U M E
=====

Dans le but de fournir des éléments aux autorités chargées de l'aménagement du Sidobre, en particulier de la rationalisation des exploitations de granite, le B. R. G. M. a réalisé les études suivantes :

a) Synthèse de la documentation géologique intéressant le massif granitique du Sidobre. Réalisée dans un esprit pratique, cette synthèse n'a concerné que des données directement utilisables telle que la zonéographie des différents types de granite.

b) Etude photogéologique. Cette technique a permis notamment de dresser rapidement un schéma structural et de localiser les accidents. L'altération du granite étant plus importante sur le tracé de ces accidents, le massif granitique peut être décomposé en "blocs". Parmi ceux-ci, certains pourront être retenus comme centre d'exploitation en fonction d'autres critères tels qu'une disposition topographique favorable (butte) ou l'absence d'intérêt touristique.

Toutes les données précédentes ont été synthétisées sur un plan, à l'échelle du 1/25 000.

En vue d'apprécier l'épaisseur du recouvrement, ou, du moins, l'importance de la zone d'altération du granite qui est exploité, qu'il se présente sous forme de boule ou en masse, il nous a été demandé de procéder à des essais de prospection géophysique. Les méthodes électriques, notamment celle du trainé de résistivités, apparaissent les plus adaptées. Il est en effet possible de délimiter rapidement dans un terrain d'étude un certain nombre de zones isorésistantes. De telles zones dont les caractéristiques géoélectriques sont homogènes correspondent à des conditions géologiques de gisement définies (recouvrement, boules, granite massif). Après une étude géologique détaillée du contexte en vue d'interpréter ces résultats, il devient possible de sélectionner les zones qui mériteront, seules, des investigations plus poussées telles que des fouilles ou sondages.

TABLE DES MATIERES

=====

	pages
Résumé	
Table des matières	
Table des planches et annexes	
Introduction - But de l'étude	1
I - Cadre géographique	2
II - Géologie du massif granitique du Sidobre	3
II.1 : Pétrographie	3
II.2 : Structure et fracturation	4
II.3 : Altération du granite	5
II.4 : Mise en place du massif	5
III - Etude photogéologique	6
IV - Etudes géophysiques	7
IV.1 : Principes généraux	7
IV.1.1 : Caractéristiques des terrains	9
IV.1.2 : Cas particulier du Sidobre	10
IV.2 : Essai par la méthode des sondages électriques	11
IV.3 : Essai de prospection par trainés et sondages électriques	12
IV.3.1 : Zone de Guior	14
IV.3.2 : Zone de Cazals	15
IV.3.3 : Zone du Rocher du Verdier	16
IV.4 : Synthèse	17
V - Conclusions	18

N.B. - Par suite d'une erreur de frappe, la page n°12 n'existe pas

TABLE DES PLANCHES ET ANNEXES

=====

Planche 1 : Plan de situation au 1/320 000

Planche 2 : Etude photogéologique du massif granitique du Sidobre au
1/25 000

Planches 3 : Zone de la Sigarié

3.1 : Plan de situation au 1/2 000

3.2 à 3.8 : Diagramme des sondages électriques

3.9 : Coupe géologique des sondages à la tarière

Planches 4 : Zone de Guior

4.1 : Croquis de situation et interprétation au 1/2 000

4.2 à 4.5. : Profil des trainés électriques

4.6 à 4.7 : Diagramme des sondages électriques

Planches 5 : Zone de Cazals

5.1 : Croquis de situation et interprétation au 1/2 000

5.2 à 5.3 : Profil des trainés électriques

5.4. : Diagramme des sondages électriques

Planches 6 : Zone du Rocher du Verdier

6.1 : Croquis de situation et interprétation au 1/2 000

6.2 : Profil du trainé électrique

6.3 à 6.5 : Diagramme des sondages électriques

---oOo---

Annexe 1 : Principe de la méthode des résistivités

Annexe 2 : Figure 1 : schéma du dispositif de sondage électrique

Figure 2 : sondage électrique reporté sur un abaque théorique

Annexe 3 : Principe de la méthode sismique réfraction

Annexe 4 : Figure 3 : schéma de principe de la sismique réfraction

Figure 4 : tracé d'une dromochronique

Annexe 5 : Figure 5 : graphique de la situation des roches courantes au regard des deux paramètres géophysiques les plus utilisés

Figure 6 : schéma de principe d'un gisement de granite

---oOo---

Bibliographie sommaire

INTRODUCTION - BUT DE L'ETUDE

L'exploitation directe du sous-sol par l'extraction du granite et toutes les industries plus ou moins artisanales qui gravitent autour de cette exploitation, constitue la principale richesse du Sidobre. Cette région présente en outre un indéniable attrait touristique.

Dans le but de fournir des éléments concrets aux autorités responsables chargées de coordonner ces deux pôles d'activité économique et en particulier de permettre une restructuration éventuelle de l'exploitation du granite, Monsieur l'Ingénieur en chef des Mines, chargé de l'Arrondissement minéralogique de Toulouse, a demandé au B.R.G.M. de réaliser les études suivantes :

- Etude documentaire permettant une mise à jour synthétique de toutes les connaissances acquises à ce jour sur ce massif granitique. En effet, c'est la nature pétrographique du granite, ses variétés, son altération qui conditionnent respectivement la valeur marchande du produit, ses centres d'exploitation ainsi que le mode d'extraction.

- Recherche méthodologique de gisements : l'exploitation telle qu'elle se pratique actuellement, semble menée sans reconnaissance suffisante des zones exploitables. La plupart des exploitations implantées sans reconnaissance préalable, doivent à plus ou moins longue échéance, être abandonnées en raison soit de la mauvaise qualité de la roche, soit des conditions d'extraction prohibitives. Il s'ensuit un éparpillement des exploitations abandonnées qui nuisent à l'attrait touristique de cette région.

Dans le but de reconnaître successivement :

- les zones topographiquement favorables,
- les zones fracturées induisant une altération plus ou moins importante,
- l'importance des recouvrements (argiles à graviers,

tourbières, ...), nous avons procédé à une étude photogéologique.

La confrontation de cette étude avec la zonéographie pétrographique du massif, obtenue par l'étude documentaire, doit permettre de localiser les zones les plus favorables à l'extraction des différentes qualités de granite.

Pour éviter les inconvénients des exploitations ouvertes seulement à partir des affleurements, il est indispensable de savoir reconnaître à l'avance les caractéristiques des gisements éventuels, en particulier :

- l'épaisseur des recouvrements,
- l'importance de l'altération,
- l'extension des zones saines.

Les méthodes modernes de géophysique devraient permettre de répondre à ces questions et de distinguer notamment le granite altéré et le granite sain. Un étalonnage de ces méthodes devrait être fait, afin de pouvoir en généraliser et en codifier l'utilisation. Après cette étude il serait possible d'aborder de façon pratique, directement utilisable par les exploitants, le problème des réserves.

1 - CADRE GEOGRAPHIQUE

Le massif granitique du Sidobre (cf planche 1) est situé dans la partie sud-ouest du Massif Central français, dans le département du Tarn. Ce massif de forme elliptique, mesure 16 km de long suivant son grand axe orienté Nord-Est Sud-Ouest et 7 km de large. Le Sidobre culmine aux alentours de 700 m, il est traversé au Nord par la vallée de l'Agoût, affluent de la rive gauche du Tarn. Le Sidobre est célèbre pour ses boules de granite aux formes curieuses, fréquemment accumulées dans les thalwegs en pittoresques chaos rocheux. Le granite, activement exploité en carrières, constitue par ailleurs la principale richesse de cette région.

II - GEOLOGIE DU MASSIF GRANITIQUE DU SIDOBRE

Le Massif granitique du Sidobre est une intrusion dans les terrains primaires plissés du versant nord de la Montagne Noire. Il est recouvert en discordance, surtout dans sa partie méridionale, par des sables et des argiles rouges à graviers de l'Eocène inférieur.

II.1 Pétrographie

La nature granitique du massif fut reconnue pour la première fois par Dufrenoy et Elie de Baumont en 1841. Depuis, de très nombreux travaux ont intéressé le Sidobre ; citons en particulier ceux de M. Roques (1941), B. Gèze (1949), J. Thiebaut et H. Escande (1949 à 1953) et les études récentes de J. Didier (1964) et P. Isnard et alt. (1964 à 1971)

J. Didier a reconnu dans ce massif deux faciès principaux :

- un granite central sombre,
- un granite périphérique plus clair.

L'existence de ces deux unités pétrographiques est un phénomène bien connu des carriers qui distinguent un granite bleu et un granite clair de valeur marchande inférieure.

Le granite bleu se rencontre dans la partie centrale du massif ; c'est une roche de couleur assez sombre, à grain moyen plutôt fin, parfois légèrement porphyroïde ; sa structure est du type grenu à plagioclases automorphes.

Le granite clair est une roche presque blanche, à grain un peu plus grossier que celui du granite bleu, parfois légèrement porphyroïde. Comme pour le granite bleu, la structure est du type grenu à plagioclases automorphes.

Le tableau suivant donné par J. Didier fournit la composition

minéralogique moyenne de ces deux types de roches.

	GRANITE BLEU	GRANITE CLAIR
Quartz	39 %	36 %
Microcline	12 %	23 %
Plagioclases	39 %	34 %
Biotite	10 %	6 %
Muscovite	traces	0,5 %

Le granite bleu est donc plus basique.

Cette composition minéralogique est par ailleurs celle d'une ~~granodiorite~~ et non d'un vrai granite, terme qui est employé ici au sens large; P. Isnard a établi entre ces deux types pétrographiques, granite central bleu et granite périphérique plus clair, une série de sous-faciès qui passent progressivement des uns aux autres.

II.2 Structure et fracturation

Les différents faciès du granite se disposent en auréoles concentriques du centre à la périphérie du massif. Cette disposition caractérise une structure concentrique dont le noyau plus basique a été décapé par l'érosion. Le granite bleu n'affleure pas au-dessus de l'altitude 600 m, si ce n'est à la faveur de compartiments remontés par des failles. Les affleurements les plus étendus se situent dans la partie la plus large du massif, aux environs des Sept-Faux, Cambeces, Lafontasse, La Sigarié.

On peut relever sur toute l'étendue du massif un important système de diaclases qui ont souvent guidé le réseau hydrographique. Ces diaclases isolent des blocs d'étendue plus ou moins vaste. On a partout deux systèmes de fractures subverticales presque à angle droit et un système

subhorizontal. Ces trois systèmes coïncident avec les "fils" utilisés par les carriers pour la coupe du granite. Ceci traduit le fait que ces diaclases ont affecté le granite jusqu'à l'échelle microscopique (P. Isnard et P. Leymarie, 1964).

II.3 L'altération du granite

Le granite donne, en altération, une arène argilo-sableuse ; lessivée, cette arène est plus franchement sableuse. Le massif montre des zones d'altération plus ou moins profondes en liaison avec la fracturation. L'altération s'est faite préférentiellement selon les diaclases et le découpage en cubes, selon les trois systèmes de diaclases, est à l'origine du phénomène d'altération en boules.

Les géographes pensent que l'altération profonde et l'arénisation du massif s'est faite au Tertiaire sous climat tropical.

Le dégagement des blocs est imputé à un lessivage brutal dans des conditions périglaciaires au cours du Quaternaire.

II.4 Mise en place du massif

Pour J. Didier (1964), la mise en place de ce massif intrusif est postérieure à la phase principale de l'orogénèse hercynienne. P. Isnard, observant la concordance entre les directions des schistosités des terrains encaissants et celles des limites du massif, en déduit que la mise en place est liée à la phase majeure des plissements hercyniens et son mode de gisement syntectonique.

Les études structurales récentes (J.F. Mauries 1970, P. Beziat*) effectuées sur les terrains paléozoïques encaissants montrent la superposition de plusieurs phases tectoniques. A une tectonique souple comportant quatre phases successives fait suite une tectonique cassante tardive. La mise en place du granite du Sidobre est, pour ces auteurs, contemporaine de

* travaux en cours

la deuxième phase de tectonique souple de direction générale N. 40° E, caractérisée dans les terrains paléozoïques encaissants par une schistosité de "strain-slip", et des plis déjetés vers le Sud-Est.

Les études d'âge absolu effectuées par Y. Vialette par la méthode du strontium donnent, pour le granite, un âge de 290 ± 6 millions d'années.

III - ETUDE PHOTOGEOLOGIQUE

L'examen de couples stéréoscopiques de photographies aériennes permet des observations à une plus grande échelle que celles qu'il est possible de faire directement sur le terrain.

Les formes et le modelé du relief, fréquemment orienté par les conditions géologiques (nature et structure des terrains), se dégagent de cet examen.

Dans le cas du massif du Sidobre, la nature granitique du massif, de morphologie caractéristique et nettement différente de celle de son encaissant schisteux, a permis de définir ses limites (cf planche 2). Il a été également possible, grâce à l'étude du modelé, de distinguer sur le massif granitique proprement dit, les zones recouvertes par les dépôts d'argiles à graviers tertiaires. En outre, le granite a subi depuis sa mise en place à l'Hercynien, des contraintes tectoniques successives qui se sont traduites sur cette roche incompetent par un réseau de fractures. Ces fractures, zones d'altération préférentielle souvent très profonde, individualisent des blocs que l'érosion a plus facilement dégagés.

L'étude par photographies aériennes permet de repérer les fractures principales entre lesquelles se dégagent des compartiments granitiques où la fracturation est moins importante. Toutefois, à l'échelle de l'affleurement ou des exploitations, ces réseaux de fractures demeurent, notamment

dans le système de diaclases qui a favorisé la formation des boules ainsi que dans le plan de coupe utilisé par les carriers.

Le report sur la planche 2 du réseau d'accidents observés, permet ainsi de sélectionner des compartiments en fonction d'autres critères :

- topographiques (zones en butte permettant une exploitation plus rationnelle, par opposition à des zones au relief mou où l'altération est plus profonde) ;

- géologiques (nature pétrographique du granite, en particulier distinction entre le granite "bleu" et le granite clair).

A la suite de cette étude à l'échelle du massif, nous avons entrepris des études détaillées qui s'avéreront toujours nécessaires. En effet, pour un compartiment granitique donné, il faudra :

- définir plus précisément l'importance de la frange altérée, son extension ;

- reconnaître avec précision le tracé des fractures,

éléments qui sont d'importants critères d'exploitabilité.

Ces études détaillées ont mis en oeuvre les techniques de prospection géophysique . Elles ont été réalisées sur plusieurs zones présentant des caractères différents.

IV - ETUDES GEOPHYSIQUES

IV.1 Principes généraux

Contrairement aux tranchées, puits et galeries, qui permettent

l'examen in situ, ou aux sondages, qui donnent quelques occasions de mesures ou d'observations directes, les méthodes géophysiques sont essentiellement indirectes.

En effet, elles fournissent des mesures physiques, faites en général à la surface du sol, mesures qui sont ensuite traduites en hypothèses géologiques. A la lumière de faits géologiques nouveaux apportés par exemple par des sondages, les mesures, qui restent toujours valables, peuvent être réinterprétées.

Toute formation géologique individualisée est caractérisée par un certain nombre de paramètres physiques en principe constants dans une région donnée. Le but visé par la prospection géophysique est de déterminer la nature, l'état et la structure du sous-sol en mesurant la valeur absolue ainsi que les variations éventuelles ou les anomalies que présentent ces divers paramètres dans un volume de terrain plus ou moins considérable.

Les paramètres physiques ainsi utilisables sont assez nombreux et peuvent être mis en évidence par des voies différentes : le nombre des méthodes de prospection géophysique et de leurs variantes est donc élevé. Les plus courantes sont habituellement classées en quatre groupes :

- les méthodes électriques, basées sur l'étude de la circulation d'un courant dans le sol : courants naturels pour la méthode des courants telluriques (localisation des grandes structures géologiques profondes) et pour la méthode de la polarisation spontanée (détection des gîtes de sulfures, carottage électrique) ; courant artificiel injecté dans le sous-sol pour la méthode des résistivités dont les nombreuses variantes se prêtent aux études détaillées, et pour les méthodes électromagnétiques ;

- les méthodes sismiques, basées sur l'étude de la propagation dans le sous-sol d'ondes élastiques créées artificiellement et recueillies après réfraction ou réflexion. La sismique réfraction permet des investigations à toutes profondeurs, depuis les plus faibles. La sismique réflexion conduit, aux moyennes et grandes profondeurs, à des résultats très

précis, mais son emploi reste difficile dans les reconnaissances qui nous intéressent ici ;

- les méthodes magnétiques, basées sur l'étude des anomalies magnétiques, provoquées par l'aimantation inégale des roches ou des minerais (reconnaisances géologiques ou minières d'étendue régionale, surtout par prospection aéroportée) ;

- les méthodes gravimétriques, basées sur l'étude des anomalies de la pesanteur liées à la distribution inégale de roches de densités différentes (localisation de structures assez importantes).

Dans toutes ces méthodes on explore donc, à partir de la surface, un champ existant naturellement ou engendré artificiellement dans le sous-sol. Il en résulte d'une part que toute mesure isolée, étant influencée par la composition globale du sous-sol à l'intérieur d'un volume plus ou moins étendu, ne fournit qu'une valeur moyenne, relative à ce volume, du paramètre étudié (effet de compensation). Il est donc nécessaire de procéder à des séries de mesures, intéressant des volumes variables, pour obtenir, par différentiation, la valeur propre à leurs constituants. D'autre part, les résultats obtenus seront d'autant plus nets et probants que la grandeur considérée s'exprimera par des valeurs numériques plus inégales dans les diverses formations présentes (effet de contraste). Par ailleurs, il est évident que, compte tenu de la précision des appareils de mesure et de leur sensibilité plus ou moins grande, certaines de ces méthodes ne sont applicables qu'à l'échelle régionale. Pour les reconnaissances de prospection du granite où la profondeur et la surface à explorer sont relativement faibles, seules la méthode des résistivités et la sismique réfraction pouvaient être retenues. (CF annexes 1 à 4)

IV.1.1 Caractéristiques des terrains

Dans ces deux groupes de méthodes, les paramètres physiques mesurés (résistivité électrique et vitesse de propagation des ondes sismiques) ne permettent en général pas, même s'ils sont utilisés conjointement (annexe 5), d'identifier à coup sûr des roches inconnues situées en profondeur. Il est possible cependant de préciser, dans un certain volume, telle ou telle propriété des roches dont on connaît déjà la nature et l'ordre de superposition avec plus ou moins de précision.

Les variations, par rapport à la normale, des paramètres mesurés sur le terrain, permettront, pour une roche donnée, dont on soupçonne la présence en profondeur, d'indiquer son état, et la précision obtenue sera d'autant plus grande qu'un certain nombre de mesures d'étalonnage sur la même roche, par exemple sur un affleurement sain au voisinage, ou dans un ouvrage de reconnaissance, aura pu être effectué.

Ainsi dans un massif granitique, on observera une forte diminution des résistivités et des vitesses sismiques si les qualités mécaniques de la roche sont amoindries, soit dans le sens vertical (manteau d'altération superficielle), soit dans le sens horizontal (passage de zones broyées tectoniquement).

Dans chaque chantier, on doit donc procéder le plus tôt possible à une estimation paramétrique qui conduit à un classement relatif des terrains dont l'existence a été signalée à la suite de l'étude géologique ou des premiers travaux de reconnaissance.

IV.1.2 Cas particulier du Sidobre

Le problème essentiel se ramène à la détermination qualitative et quantitative des divers éléments du gisement : sables, argiles, granite en boules et granite massif (annexe 5)

La résistivité des sables et argiles (annexe 5) est théoriquement comprise entre 10 et 2 000 ohm. mètre. Celle des granites est vraisem-

blement de 500 à 5 000 ohm.mètre pour les granites altérés et de 1 000 à plus de 10 000 ohm.mètre pour le granite sain et massif. Il est donc évident que, si la méthode des résistivités ne peut, à elle seule, résoudre l'ensemble du problème posé, elle peut constituer une sérieuse approche de solution.

Les vitesses des ébranlements sismiques sont plus contrastées. La vitesse varie de 400 à 3 000 m/s pour les sables et argiles (annexe 5), elle est supérieure à 4 000 m/s pour les granites.

Ces données nous inciteraient à préconiser la conjugaison des deux méthodes. Toutefois, l'application de la méthode de la sismique réfraction se heurte dans les cas étudiés à la présence au-dessus du granite sain de boules, sous forme de chaos, enrobées ou non d'argile ou de granite altéré (annexe 5). La multiplicité, l'orientation quelconque de ces miroirs de réfraction nous ont paru défavorables à une interprétation satisfaisante. Seule donc la méthode des résistivités a été utilisée.

Cette étude se propose de préciser les conditions d'emploi de la méthode choisie, de définir les paramètres physiques des éléments constitutifs du gîte. Les données dont nous disposons pour l'instant étant en effet indicatives, ont du être étalonnées et adaptées aux conditions géologiques locales du Sidobre. Cette étude a donc comporté plusieurs phases exploratoires.

IV.2 Essai par la méthode des sondages électriques

Cette première phase utilisant uniquement la méthode des sondages électriques a été réalisée dans la région de la Sigarié (cf planche 2 et 3.1) dans une zone où la présence de carrières à proximité immédiate devait permettre un étalonnage des sondages électriques.

Neuf sondages électriques (cf planches 3.2 à 3.8) ont été effectués et quatre d'entre eux ont été repris avec un dispositif d'émission de

courant AB perpendiculaire. Cette technique du sondage électrique "en croix" permet en effet d'apprécier les irrégularités structurales.

De plus, dans le but de faciliter l'interprétation, treize sondages peu profonds à la tarière (cf planche 3.9) ont été réalisés. Ces sondages ont toutefois rapidement été arrêtés sur l'arène granitique constituée par du granite altéré ayant conservé encore sa structure ("croute" des exploitants).

Aucun des sondages électriques, dont les lignes d'émission AB de certains ont été tirées sur plus de 50 m, ne met en évidence de façon cohérente, continue et homogène la présence du granite sain en profondeur :

- la résistivité vraie déduite des résistivités apparentes reste inférieure à la valeur de 1 000 ohm.m que le granite est au moins susceptible d'atteindre ;
- la présence de brisures sur les diagrammes des sondages électriques constitue des perturbations ininterprétables.

La méthode du sondage électrique employée seule nous paraissant directement inutilisable, il nous a semblé préférable préalablement à l'implantation des sondages électriques de rechercher des secteurs relativement homogènes où cette technique pourrait être utilisée dans une deuxième phase d'étude plus fine.

IV.3 Essai de prospection par trainé et sondages électriques

La méthode du trainé électrique a été utilisée de façon à mettre en évidence des secteurs de caractéristiques géoélectriques sensiblement identiques. Trois zones, compte-tenu des conditions topographiques et des possibilités ou facilités d'accès, ont été étudiées : zones de Guior, de Cazals et du Rocher du Verdier (cf planche 2).

Sur chacune de ces zones, les profils de trainé ont été implantés de façon à recouper en particulier les accidents mis en évidence par l'étude photogéologique préalable.

IV.3.1 Zone de Guior

L'étude de cette zone a été entreprise en raison de sa disposition topographique favorable à une exploitation (site en butte).

L'ensemble est couvert par quatre profils de trainé totalisant 1 600 m (cf planches 2 et 4.1). Le dispositif de mesure MN a été pris égal à 10 m et dans une première phase de reconnaissance (profil 1, cf planche 4.2) les dispositifs d'émission AB ont été de 50, 90 et 210 m. Par la suite (cf planche 4.3 à 4.5), la concordance des valeurs de résistivité apparente mesurées avec les dispositifs AB de 90 et 210 m étant du même ordre de grandeur (volume de terrain intéressé sensiblement identique) seuls ceux de 50 et 90 m ont été conservés pour réaliser les autres profils.

A l'aide des valeurs des résistivités apparentes mesurées sur les quatre profils avec un dispositif d'émission AB de 90 mètres, une carte des résistivités a été établie (cf planche 4.1). Cette carte met en évidence un secteur où les résistivités sont élevées, supérieures à 5 000 ohm.m, ce qui indiquerait la présence du granite sain sous un faible recouvrement.

Les secteurs où le granite est altéré ne montrent par contre que des valeurs inférieures à 2 000 ohm.m correspondant probablement à une altération sableuse ; le tracé de l'accident reconnu par l'étude photogéologique se retrouve nettement au niveau du profil 3.

Trois sondages électriques ont donc été réalisés dans chacun de ces secteurs.

Le sondage électrique n° 1 (cf planches 4.2 et 4.6) intéresse un secteur de faible résistivité : son diagramme met effectivement en évidence à partir de 3,60 m de profondeur un horizon altéré de faible résis-

tivité (300 ohm.m).

Le sondage électrique n° 2 (cf planche 4.6.) intéresse un secteur de résistivité plus élevée (2 000 ohm.m). Son diagramme, qui met en évidence une augmentation progressive de la résistivité en profondeur (10 000 ohm.m), correspond à un recouvrement plus important au-dessus du granite sain.

Toutefois, en raison de la nécessité pour augmenter la profondeur d'investigation de disposer de lignes d'émission de courant AB de plus en plus grandes, on est amené à intéresser en fin du dispositif (AB 160 m) des irrégularités ; la chute des valeurs de la résistivité observable à partir de 80 m de distance traduit vraisemblablement la présence, latéralement, d'un accident ou d'une zone altérée.

Le sondage électrique n° 3 (cf planche 4.7) est implanté dans un secteur où la résistivité est élevée (5 000 ohm.m). Des perturbations dues à des effets latéraux (boules, fissures, etc) sont observables sur ce diagramme. Comme précédemment, la présence d'un accident apparaît nettement à 200 m de distance au Nord-Est.

IV.3.2 Zone de Cazals

Contrairement à la précédente, cette zone de topographie assez douce ne montre aucun indice structural, seules quelques boules bien individualisées apparaissent en affleurement.

Deux profils de trainé électrique ont été réalisés avec des dispositifs d'émission AB de 50, 90 et 210 mètres (cf planches 2 et 5.1).

Ces deux profils mettent nettement en évidence un recouvrement important soit de nature sableuse et résistant, soit de nature argileuse et conducteur (cf planches 5.2. et 5.3.).

La carte des résistivités (cf planche 5.1), établie pour un dispositif d'émission AB = 90 mètres, ne met en évidence que des secteurs très localisés où la résistivité atteint 1 000 ohm.m.

Le sondage électrique n° 1 (cf planche 5.4.) montre en effet un horizon altéré (et conducteur) sur 20 mètres d'épaisseur ; par ailleurs, pour une ligne d'émission AB atteignant 600 mètres, le substratum n'aurait qu'une résistivité de 900 ohm.m : cette dernière valeur reste inférieure à celle du granite sain.

Cette zone paraît donc très profondément altérée.

IV.3.3 Zone du Rocher du Verdier

Cette zone (cf planche 2), a été choisie en raison de la proximité immédiate vers l'Ouest et le Nord, de carrières où l'on exploite actuellement le granite, soit massif, soit sous forme de boules.

Un profil de trainé électrique de 520 mètres de long avec deux dispositifs d'émission AB de 50 et 90 m a été réalisé ainsi que cinq sondages électriques (cf planche 6.1).

Cette étude géoélectrique (cf planches 6.2. à 6.5) qui débute sur du granite massif (carrière 1 : SE 4 et 5) met en évidence vers le Nord Est plusieurs types d'altération :

- du point de trainé 29 au point 12 (SE 1 et 2), les résistivités apparentes mesurées avec un dispositif d'émission AB = 50 m sont plus faibles qu'avec celles mesurées avec AB = 90 m. Ce contraste traduit la présence d'une altération argileuse importante ;

- du point 12 au point 1, les résistivités apparentes mesurées avec ces deux dispositifs d'émission sont voisines. Le recouvrement au-dessus d'un granite altéré (boules) paraît faible ;

- au delà, après le passage d'une faille, les valeurs des résistivités apparentes pour AB = 50 m sont les plus élevées. Il s'agirait d'une altération nettement sableuse et de faible épaisseur.

Ce profil montrerait ainsi que le granite massif exploité dans la carrière 1 serait rapidement limité vers l'Est. Il est permis par contre d'envisager une extension vers l'Est de la carrière 2.

IV. 4 Synthèse

L'ensemble des études géoélectriques confirme que la méthode du sondage électrique employée seule n'est pas adaptée à une telle étude. En effet, la nécessité de disposer d'une ligne d'émission de courant de plus en plus grande qui recoupe des zones plus ou moins altérées, de résistivité hétérogène, introduit des perturbations qui, a priori, rendent les diagrammes ininterprétables.

La méthode des profils de résistivité, malgré la nécessité de disposer également de lignes d'émission plus ou moins grandes, permet néanmoins de sélectionner plus nettement des zones à l'intérieur desquelles les résistivités sont relativement plus homogènes. Les dispositifs d'émission et de mesure du trainé électrique doivent pouvoir mettre en évidence le contraste de résistivité apparente entre les horizons superficiels et profonds. Dans la zone de Guior, les dispositifs les plus appropriés ont été déterminés : lignes d'émission de 50 et 90 m avec un pas de 10 m. Leur emploi dans les autres zones étudiées a paru satisfaisant. Il conviendrait cependant de ne pas en systématiser l'emploi pour des études ultérieures sans s'assurer au préalable que ces dispositifs sont bien adaptés au contexte géologique.

La couverture d'un secteur par un quadrillage de profils de résistivités, définit ainsi des plages d'isorésistivité qui peuvent correspondre à des terrains de nature identique. Dans de telles plages, il est alors possible d'effectuer des sondages électriques afin de déterminer la nature et l'épaisseur des différents horizons (arène argileuse, sableuse,

granite altéré ou sain). Il est nécessaire toutefois d'éviter que le dispositif d'émission ne déborde les limites de ces plages isorésistantes.

L'interprétation d'une étude géoélectrique ne peut donner cependant des résultats absolus. En effet, des valeurs identiques de résistivité ne correspondent pas obligatoirement à des terrains de même nature. Il est nécessaire de replacer ces zones isorésistantes dans leur contexte géologique de façon aussi détaillée que possible. Cette nécessité est d'ailleurs commune à toutes les méthodes de prospection géophysique quel qu'en soit le but.

V - CONCLUSIONS

L'étude à grande échelle du massif granitique du Sidobre a permis de définir la répartition des principaux faciès du granite et de repérer les accidents importants.

Dans le cadre d'un aménagement rationnel du Sidobre, conciliant les différentes activités, le choix de zones réservées à l'industrie extractive devrait tenir compte de ces éléments structuraux ainsi que d'autres conditions, topographiques et lithologiques en particulier.

Compte tenu par contre de la complexité et de la diversité des phénomènes d'altération, il ne nous paraît pas possible, à l'échelle du massif, de distinguer des zones présentant des caractéristiques communes bien définies. Il conviendra de procéder, dans chacun des secteurs retenus pour l'exploitation, à des études localisées dont le programme a été précisé. L'utilisation des méthodes électriques (trainé de résistivité et sondages électriques éventuellement), mise au point au cours de notre étude, permet en effet de délimiter rapidement dans chacun de ces secteurs, des zones favorables. L'utilisation de ces méthodes devra cependant être adaptée de façon spécifique à chaque cas particulier, notamment à son contexte géologique, et le recours à des fouilles ou sondages d'étalonnage s'avèrera toujours indispensable.

Cette étude a donc permis :

- de mettre en évidence les caractéristiques essentielles du massif granitique du Sidobre qui devront être prises en compte pour traiter rationnellement le problème de la restructuration des exploitations.

- de mettre au point les méthodes d'études complémentaires plus détaillées à réaliser pour créer de nouvelles exploitations ou étendre les anciennes.

Dans ces conditions pour définir, dans le Sidobre, des zones à réserver pour l'exploitation du granite, et des zones dont il conviendrait de conserver le site naturel, on devra donc procéder de la façon suivante :

- choix de ces zones en ne retenant dans un premier temps comme critère de qualité du matériau que les données de l'analyse structurale.
- vérification par la méthode rapide, mise au point au cours de notre étude, des conditions particulières à chaque secteur retenu pour l'exploitation.

J.P. Paris
Docteur en géologie
Ingénieur géologue au Service
géologique régional Midi-Pyrénées

J. Roche
Ingénieur E.N.S.G.
Licencié ès sciences
Adjoint au Directeur du Service
géologique régional Midi-Pyrénées

J.M. Collin
Ingénieur géologue au Service géologique
régional Midi-Pyrénées

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

Publications :

AGNUS C. (1953)

- Le Sidobre
Géographia, Paris n° 26, P. 18-22, 4 fig. photo

BAECKEROOT G. (1952)

- Le rôle des actions cryo-nivales quaternaires dans la formation des paysages du Sidobre de Castres.
Bull. Ass. Géogr. Fr., P. 121-125

BAECKEROOT G.(1957)

- Le système niche-coulée et son rôle dans la formation du modelé. (Monts de Lacaune et Sidobre de Castres).
Bull. Ass. Géogr. Fr., n° 265-266, P. 41-47,
2 fig., 2 pl. h. t.

BERGERON (1889)

- Etude géologique du massif ancien situé au sud du plateau central.
Ann. Soc. Géol. Fr., t. XXII, art. n° 1, P.1-362, 9 pl.

CHARLET J. M. (1969)

- La thermoluminescence des roches quartzofeldspathiques, application à l'étude de quelques massifs granitiques. Son intérêt en géochronologie.
Bull. B.R.G.M. - sect. 2., n° 3, p. 49-60,
6 fig., 4 tabl.

DERRUAU M. (1952)

- Les caractères différentiels des roches du socle dans l'Ouest et le Sud-Ouest du Massif Central français.
Publ. Fac. Lett. Univ. Clermont, fasc. 6, 51 p.,
4 fig.

DIDIER J. (1962)

- Températures de formation de certains granites du Massif Central français d'après l'étude de leurs enclaves d'origine étrangère.
C.R. Ac. Sc., Fr., t. 255, n° 17, p 2149 - 2151

DIDIER J. (1964)

- Etude pétrographique des enclaves de quelques granites du Massif Central français.
Thèse Doct. Clermont-Ferrand, 1963, In - 4,
254 p., 9 pl. h. t.

DIDIER J. (1964)

- Vue d'ensemble sur les enclaves des granites du Massif Central français.
C.R. 88 è. Congr. Soc. Savantes, Clermont-Ferrand 1963, sect. sci., t. 2 p. 23-28.

DIDIER J., ROQUES M. (1959)

- Sur les enclaves des granites du Massif Central français.
C.R. Ac. Sc., Fr., t. 248, n° 12, p. 1839 -
1841.

DIDIER J., ROQUES M. (1960)

- Nature des enclaves dans les différents types de granite du Massif Central français.

21st. Intern. Géol. Congr. Report, part. XIV,
p.194 -206, 4 fig., 1 carte.

GEZE B. (1949)

- Etude géologique de la Montagne Noire et des
Cévennes méridionales
Mém. Soc. Géol. Fr. t. XXIX, fasc. 1-3. n° 62,
215 p., 7 pl.

ISNARD P., LEYMARIE P. (1964)

- Observations sur le fil du granite dans les
carrières du Sidobre (Tarn).
Sc. de la Terre, t. IX, 404, p 421 à 437, 9 fig.

ISNARD P., DE LA ROCHE H. (1966)

- Evaluation statistique du bilan chimique de
l'altération naissante dans le granite du
Sidobre.
C.R. Ac. Sc., Fr, t. 262, n° 25, p. 2573-2576,
2 fig.

ISNARD P. (1971)

- Carte géologique du Massif du Sidobre au
1/20 000.
Centre Rech. Pétrog. Géochim. C.N.R.S., Fr.,
p. 1-10.

LENDARO M. I. (1959)

- Recherche spectrographique de quelques oligo-
éléments métalliques dans la série granitique
du Sidobre.
Clermont-Ferrand, Dipl. Et. Sup., 36 p, 1 pl.
h.t., 7 dpl. h.t.

MAURIES J-P. (1970)

- Microtectonique du paléozoïque à l'Ouest de Vabre (Tarn) Thèse 3 ème cycle. Toulouse. 125 p., 64 fig., 21 pl., 5 tabl., 14 pl. h.t., 3 cartes.

MAZERAN R. (1971)

- Un exemple de variation de la thermoluminescence naturelle des quartz granitiques dans un massif circonscrit Le Sidobre. Ses conséquences. Colloq. Méthodes Tendances Stratigr., Orsay. p. 1-4, 2 fig.

ROQUES M. (1941)

- Les schistes cristallins de la partie Sud-Ouest du Massif Central français - Thèse-Paris.

THIEBAUT J. et ESCANDE H. (1949)

- Un nouveau contact visible du Sidobre et des terrains métamorphiques. (Tarn)
Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, t. 84, n° 3-4, p 159-160, Pl. 7.

THIEBAUT J. et ESCANDE H. (1950)

- Sur la bordure du Sidobre dans la région de Ferrières.
Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, t. 85., fasc. 1.2 ; p. 125-128, 1 pl.

THIEBAUT J. et ESCANDE H. (1951)

- Description du contact du granite du Sidobre dans la région du confluent du Gijou et de l'Agout (Tarn) C.R. Soc. Géol. France, n° 15, p. 280-282.

THIEBAUT J. et ESCANDE H. (1953)

- Observations sur le massif granitique du Sidobre (Tarn)

Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, T. 88, n° 1-2, p. 8-30, 1 pl.

VIALETTE Y. (1962)

- Contribution à l'étude géochronologique par la méthode du strontium des principaux massifs de granites et de migmatites du Massif Central français.

Ann. Fac. Sci. Univ. Clermont, n° 6, 1 fasc., 88 p., 9 fig. 5 pl.

VIALETTE Y. (1965)

- Granitisation hercynienne dans le Massif Central français.

Sci. Terre, Fr., t. 10, n° 3-4, p. 369-382, 6 fig.,

Massif granitique du Sidobre

PLAN DE SITUATION

1/320 000

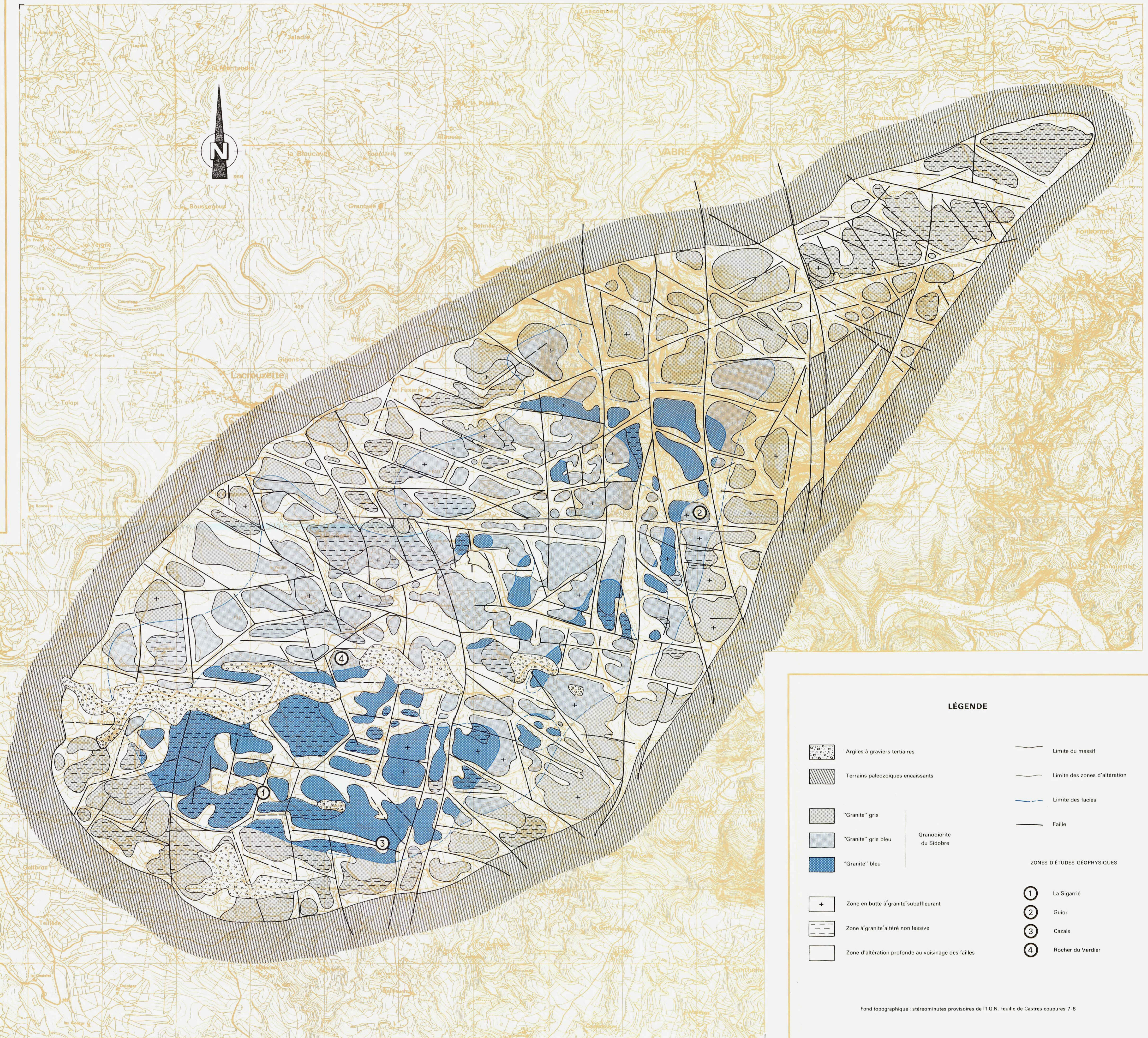


BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES
 SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
 SERVICE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL MIDI-PYRÉNÉES
 Avenue P.G. LATECOÈRE 31400 TOULOUSE

MASSIF GRANITIQUE DU SIDOBRE

ÉTUDE PHOTOGÉOLOGIQUE DU MASSIF GRANITIQUE DU SIDOBRE – Tarn –

Echelle 1/25 000



LÉGENDE

- | | | | | | |
|--|---|---|-----------------------------------|--|-------------------------------|
| | Argiles à graviers tertiaires | | Terrains paléozoïques encaissants | | Limite du massif |
| | "Granite" gris | | "Granite" gris bleu | | Limite des zones d'altération |
| | "Granite" bleu | | | | Limite des faciès |
| | | | | | Faïlle |
| | Zone en butte à granite subaffleurant | ZONES D'ÉTUDES GÉOPHYSIQUES
① La Sigarré
② Guior
③ Cazals
④ Rocher du Verdier | | | |
| | Zone à granite altéré non lessivé | | | | |
| | Zone d'altération profonde au voisinage des failles | | | | |
| | | | | | |

S I D O B R E

Planches 3 :

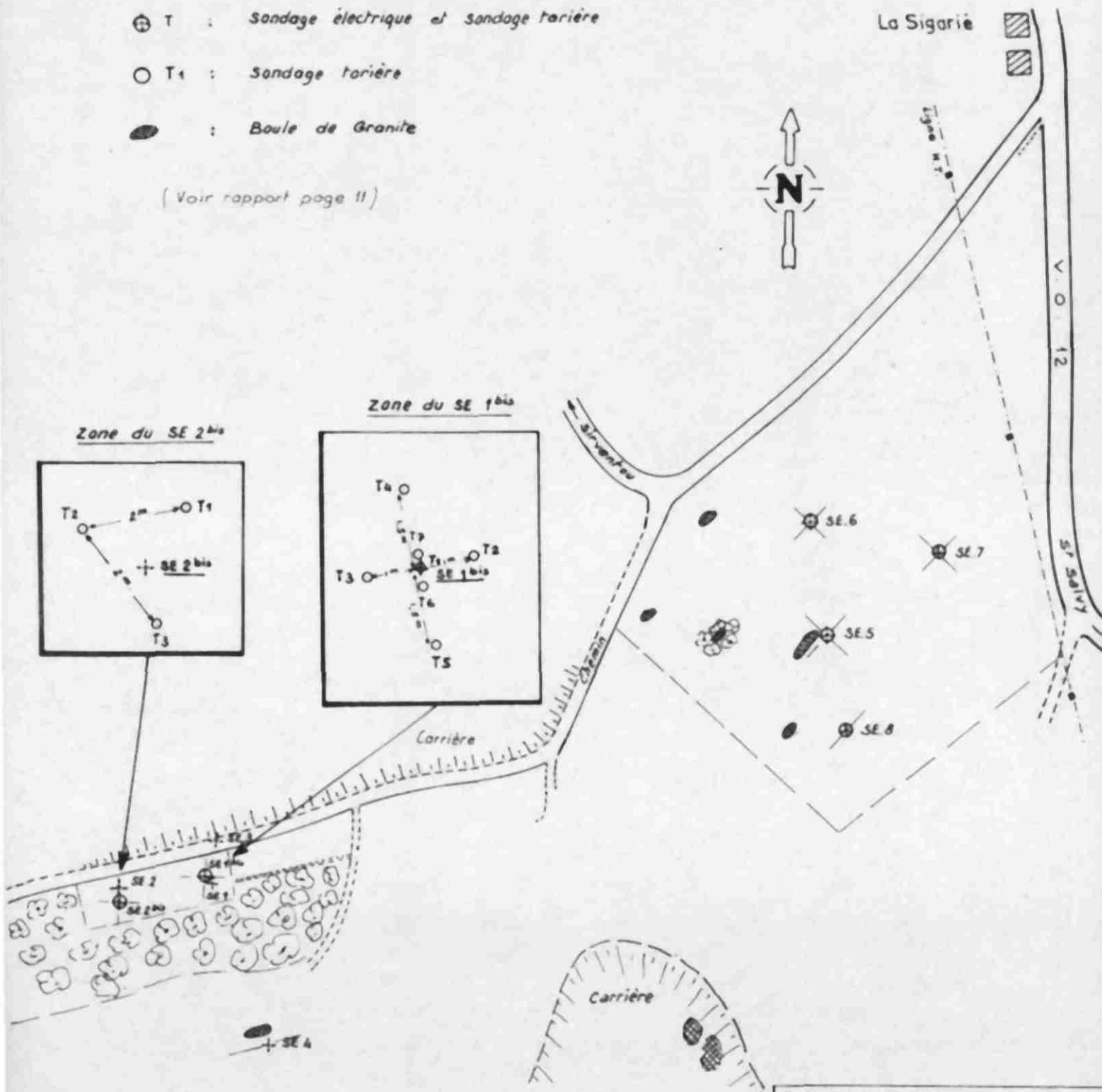
Zone de la Sigarié

SIDOBRE Zone de la Sigarié

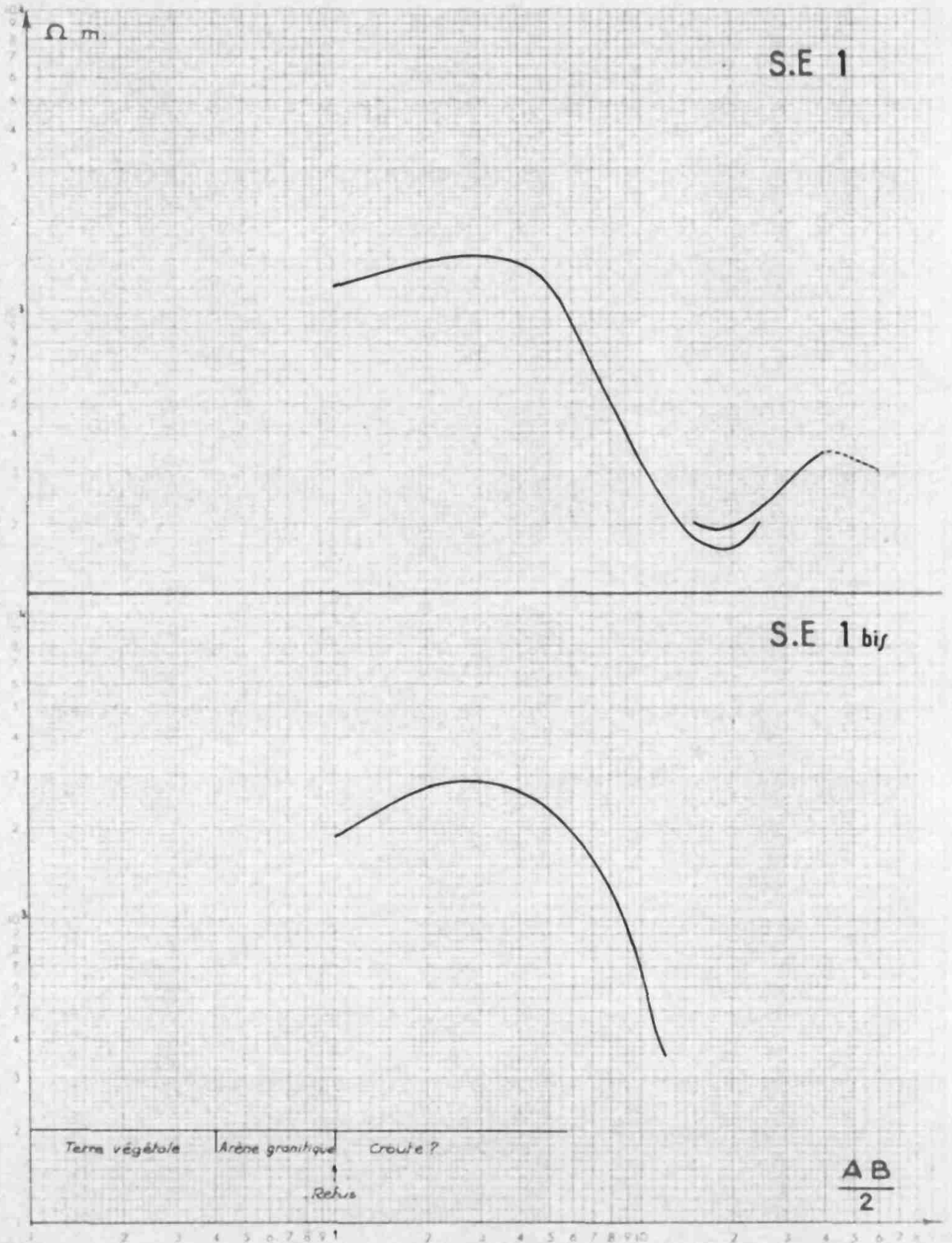
CROQUIS DE SITUATION AU 1 / 2 000

- ⊕ SE 2 : Sondage électrique
- ⊗ SE 6 : Sondage électrique fait en croix
- ⊕ T : Sondage électrique et sondage tarière
- T₁ : Sondage tarière
- : Boule de Granite

(Voir rapport page 11)

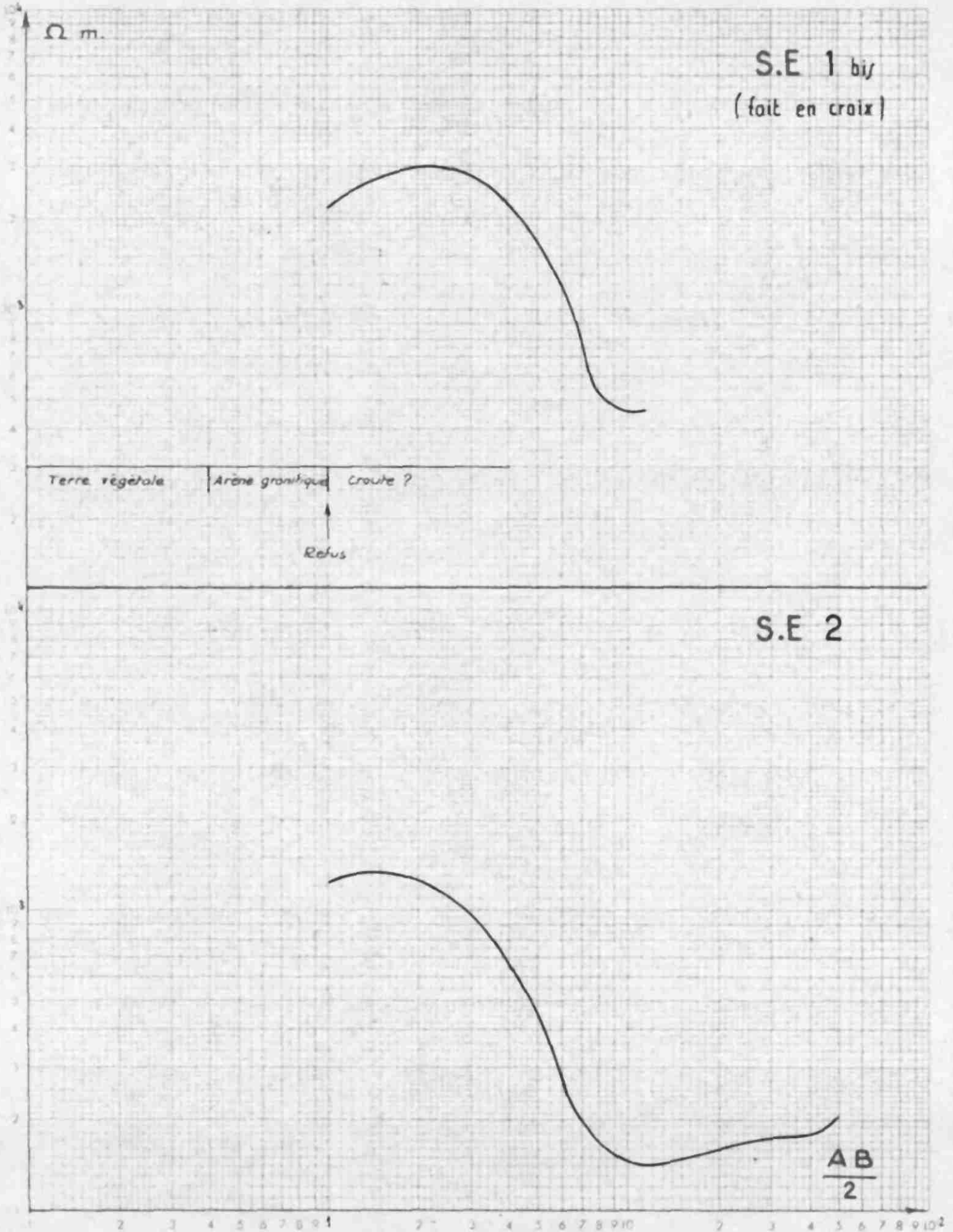


SIDOBRE Zone de la Sigarié — PROSPECTION GEOPHYSIQUE

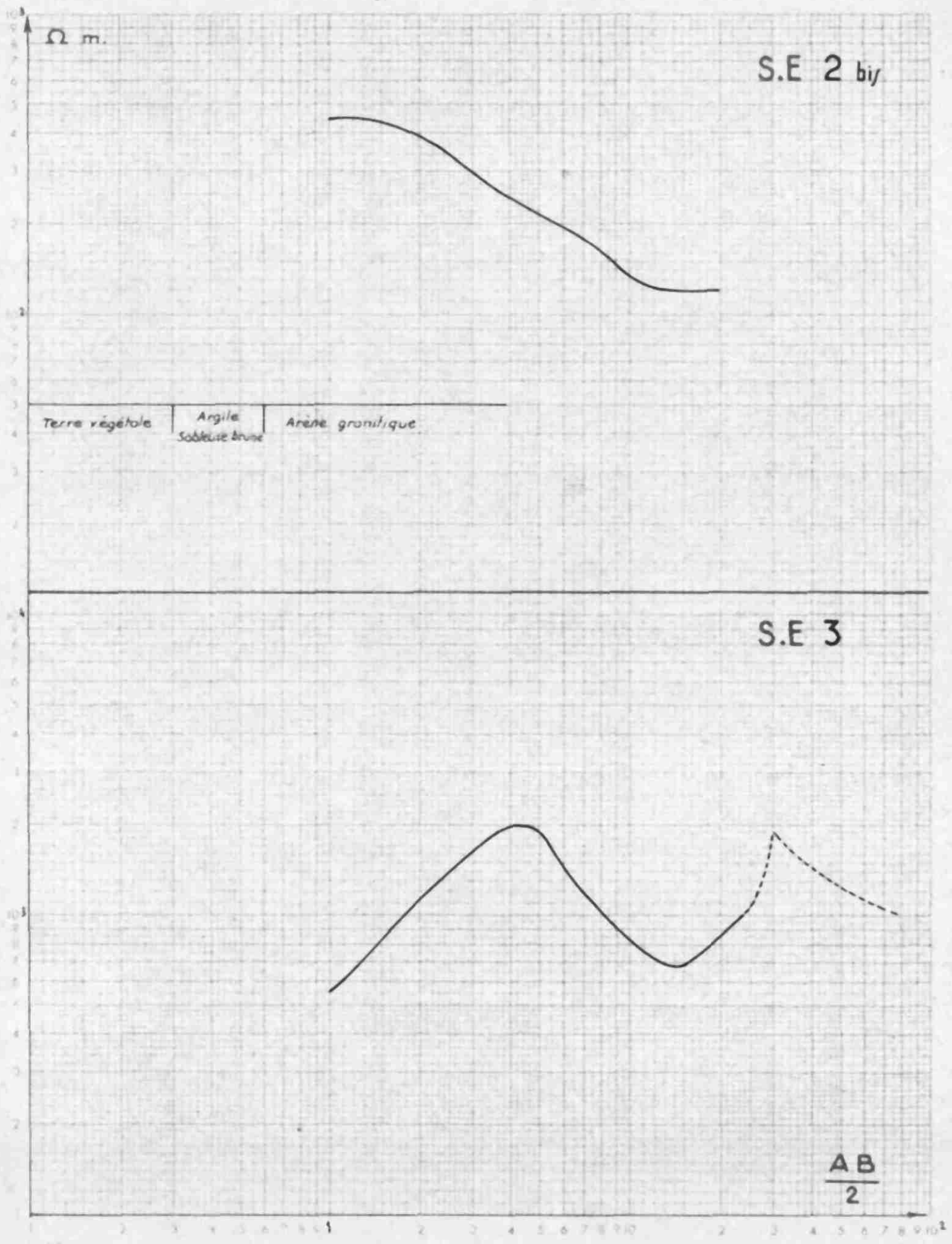


SIDOBRE Zone de la Sigarié

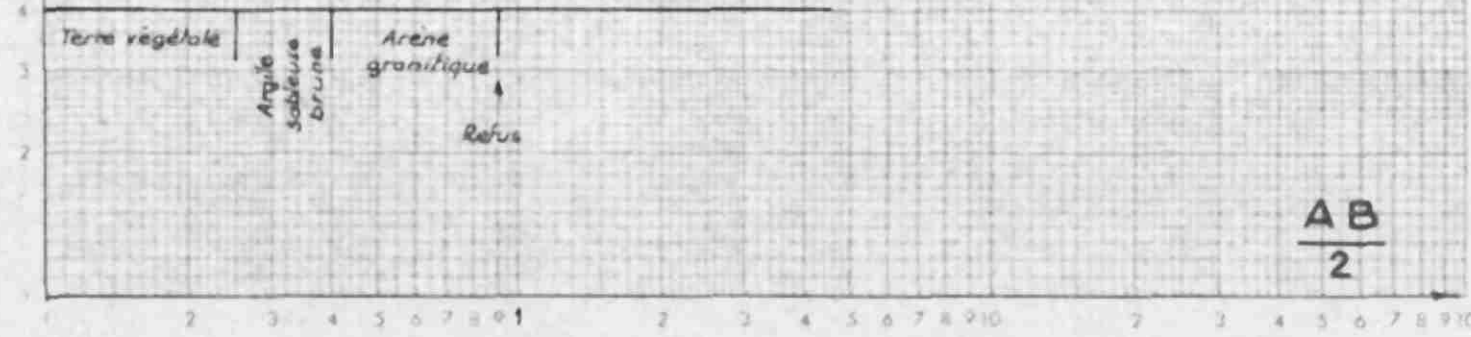
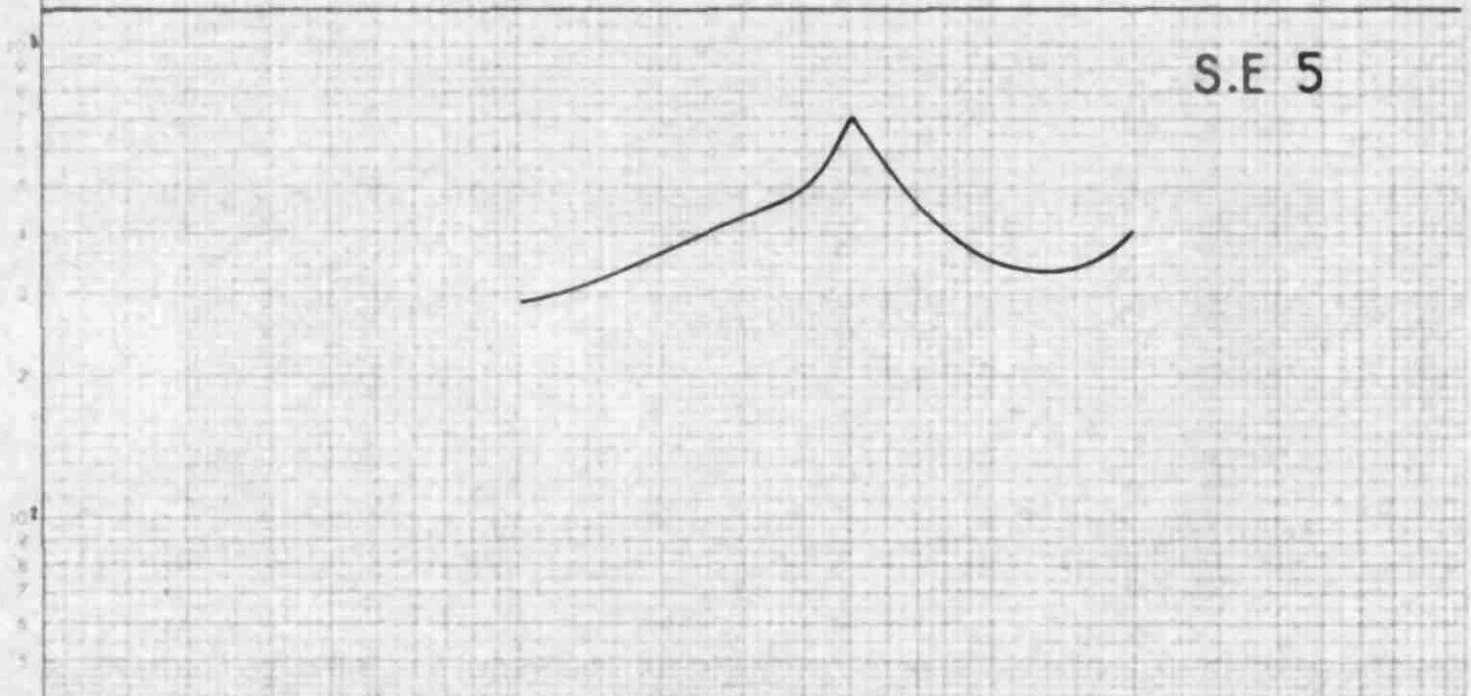
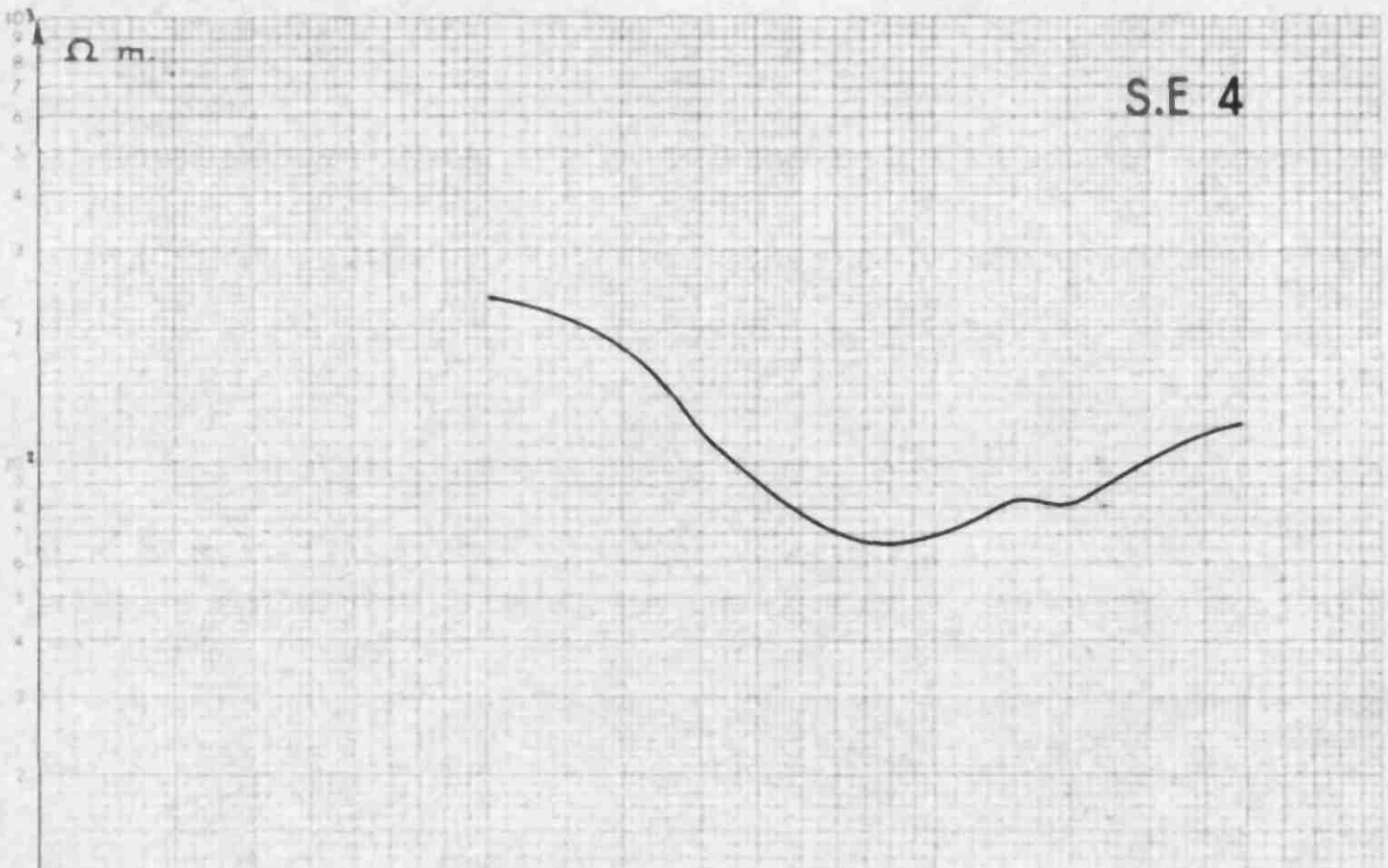
PROSPECTION GEOPHYSIQUE



SIDOBRE Zone de la Sigarié — PROSPECTION GEOPHYSIQUE

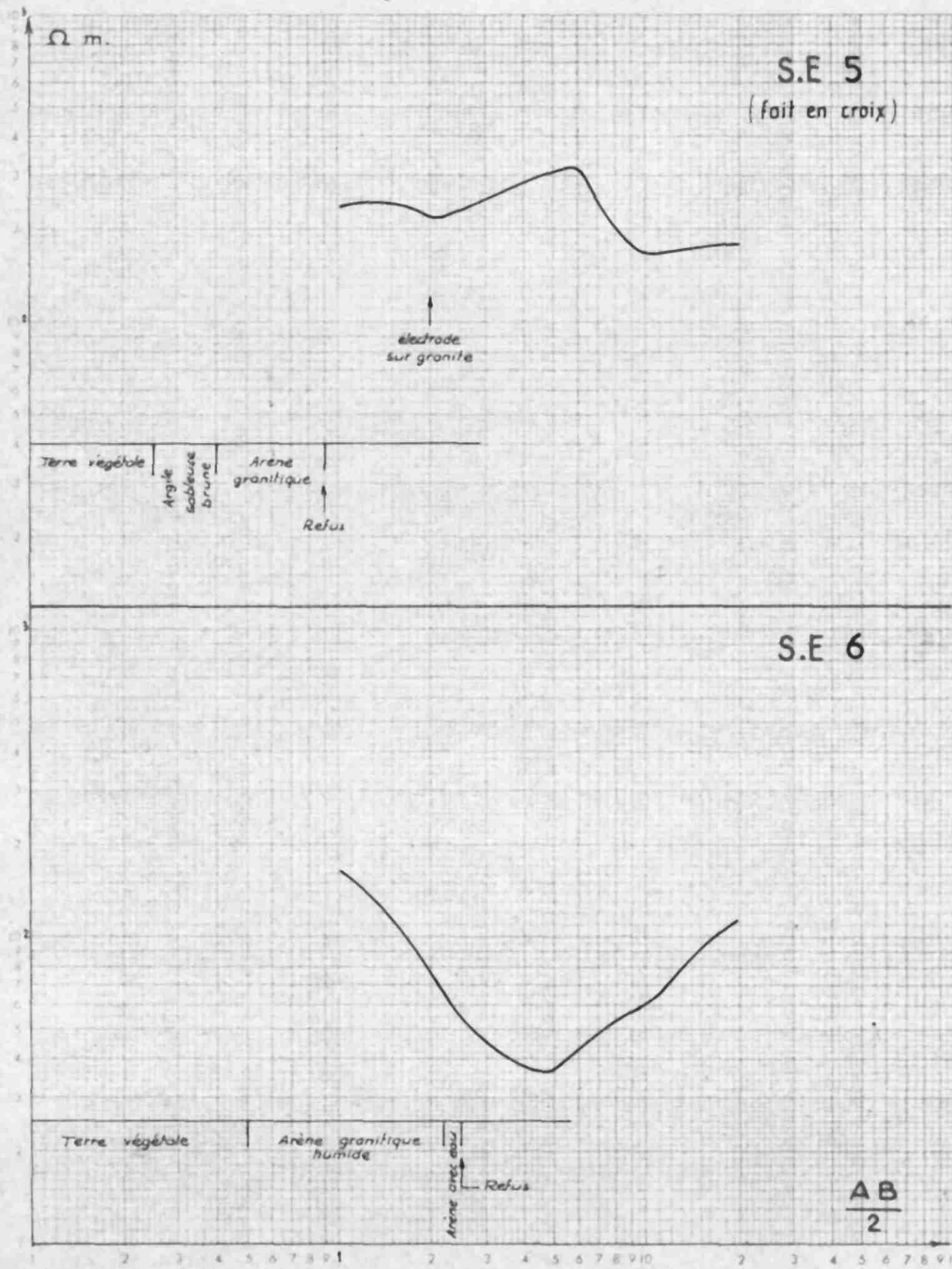


SIDOBRE Zone de la Sigarié — PROSPECTION GEOPHYSIQUE



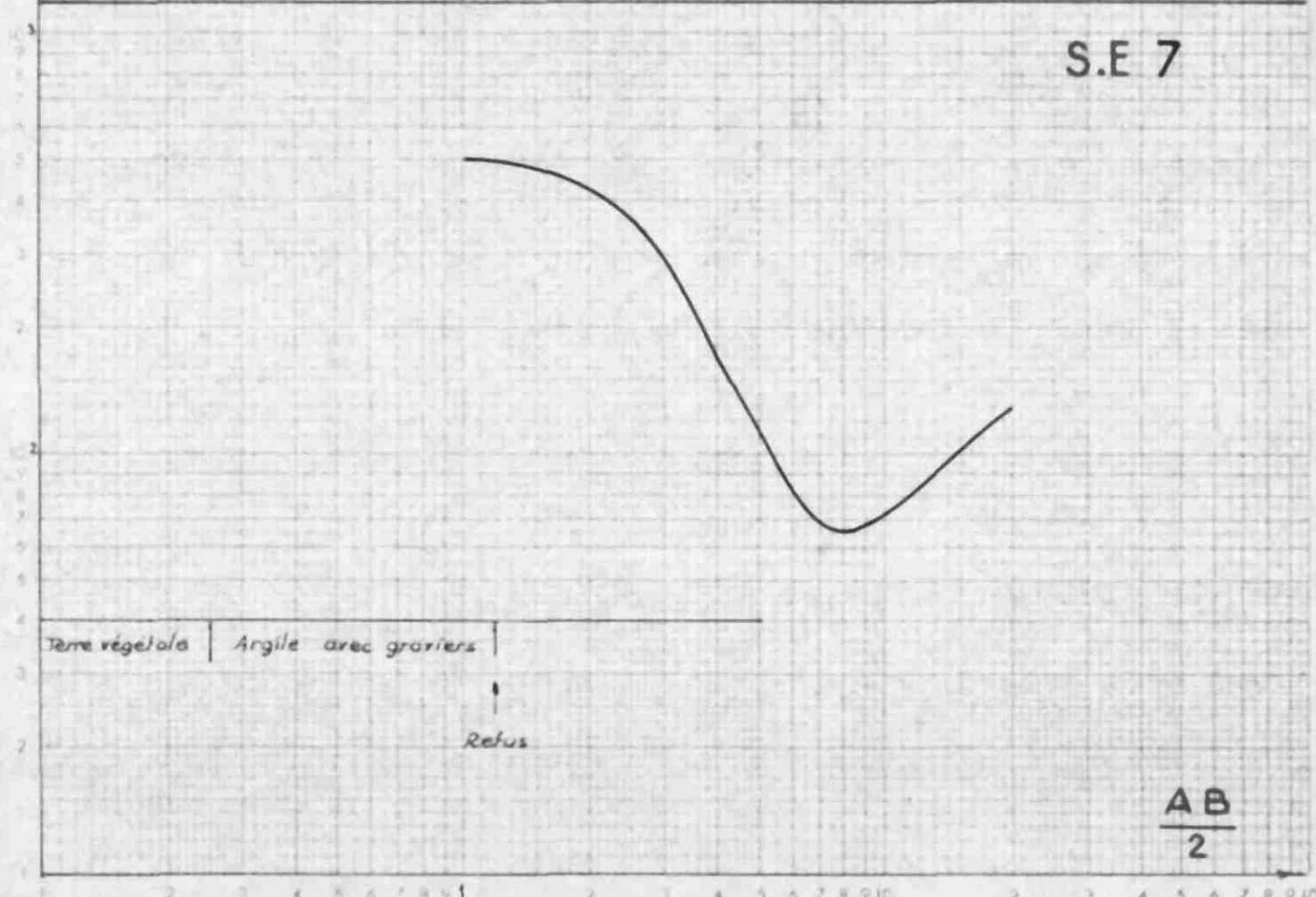
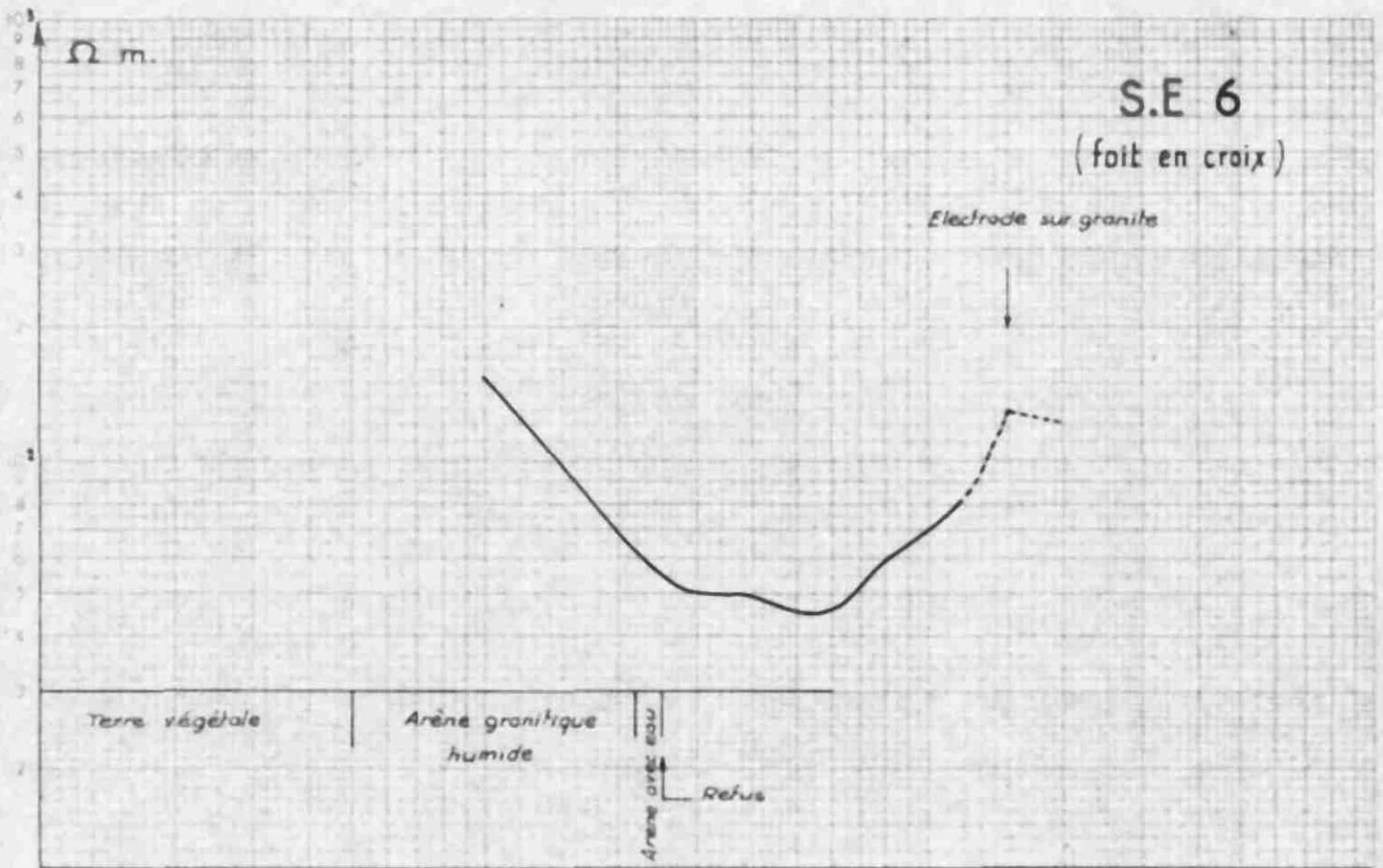
N 289

SIDOBRE Zone de la Sigarié — PROSPECTION GEOPHYSIQUE

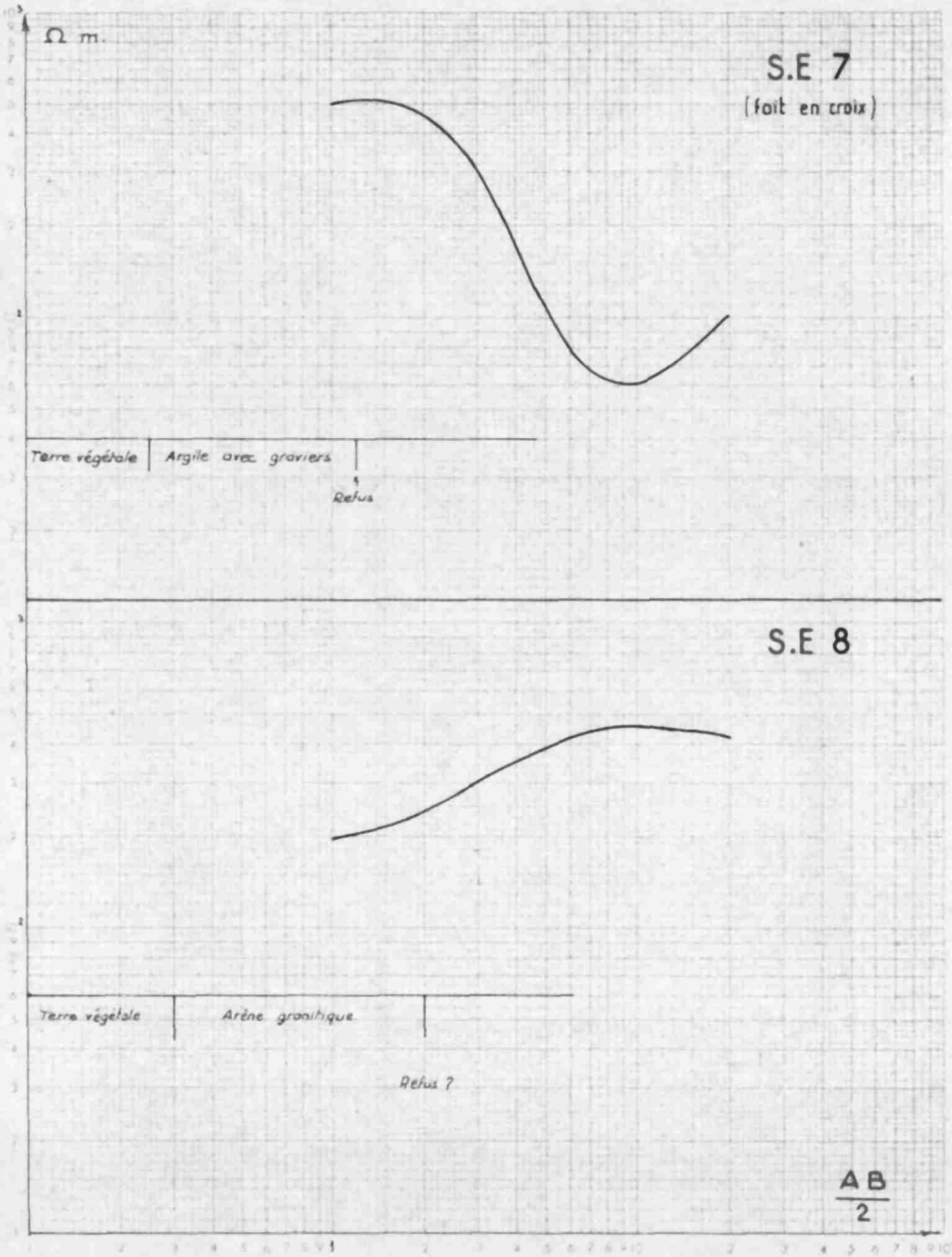


cc 300

SIDOBRE Zone de la Sigarié — PROSPECTION GEOPHYSIQUE



SIDOBRE Zone de la Sigarié — PROSPECTION GEOPHYSIQUE



SIDOBRE Zone de la Sigarié

COUPES GEOLOGIQUES DES SONDAGES A LA TARIERE

Zone du SE 1 bis

<u>T1</u> : 0 à 0,40 m - Terre végétale 0,40 à 1,00 m - Arène (refus à 1,00 m.)	<u>T2</u> : 0 à 0,40 m - Terre végétale 0,40 à 2,90 m..... - Arène
<u>T3</u> : 0 à 0,30 m - Terre végétale 0,30 à 1,15 m - Argile brune légèrement sableuse 1,15 à 2,20 m..... - Arène	<u>T4</u> : 0 à 0,30 m - Terre végétale 0,30 à 2,20 m..... - Arène (passage + dur vers 0,45 m)
<u>T6</u> : 0 à 0,35 m - Terre végétale 0,35 à 0,75 m - Arène (refus) craute passée	<u>T7</u> : 0 à 0,50 m - Terre végétale 0,50 à 0,85 m - Arène (refus)

Zone du SE 2 bis

<u>T1</u> : 0 à 0,30 - Terre végétale 0,30 à 0,60 - Argile sableuse brune 0,60 à 2,20 - Arène granitique	<u>T2</u> : 0 à 0,30 m - Terre végétale 0,30 à 2,20 m - Arène granitique
<u>T3</u> : 0 à 0,30 m - Terre végétale 0,30 à 0,60 m - Argile sableuse brune 0,60 à 1,75 m - Arène granitique	

Zone du SE 5

0 à 0,25 m - Terre végétale
0,25 à 0,40 m - Argile sableuse brune
0,40 à 0,90 m - Arène granitique
0,90 m - Refus sur un horizon dur.

Zone du SE 6

0 à 0,50 m - Terre végétale
0,50 à 2,20 m - Arène granitique humide
2,20 à 2,50 m - Arène granitique avec eau
2,50 m - refus

Zone du SE 7

0 à 0,25 m - Terre végétale
0,25 à 1,20 m - Argile avec graviers
1,20 m - Refus.

Zone du SE 8

0 à 0,30 m - Terre végétale
0,30 à 2,00 m - Arène granitique
2,00 m - Refus (8?)

S I D O B R E

Planches 4 :

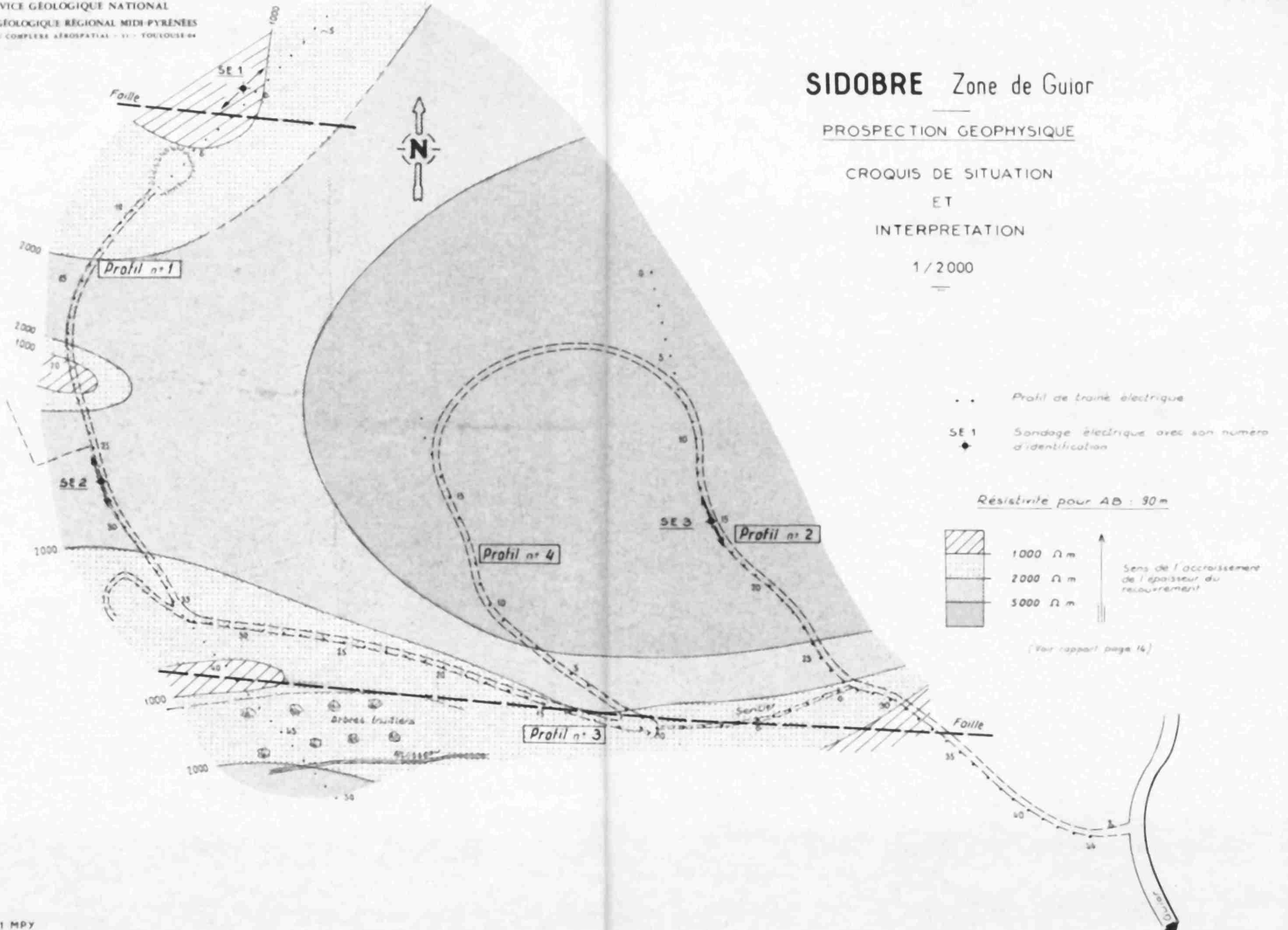
Zone de Guior

SIDOBRE Zone de Guior

PROSPECTION GEOPHYSIQUE

CROQUIS DE SITUATION ET INTERPRETATION

1/2000



SIDOBRE

Zone de Guior

PROFIL I

Ω m.

TRAINE ELECTRIQUE

AB = 50 m
MN = 10 m
Pos de 10 metres

AB = 90 m
MN = 10 m
Pos de 10 metres

AB = 210 m
MN = 10 m
Pos de 10 metres

Altération résistante (sabléuse)

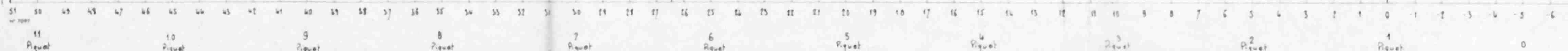
Faïlle

Faïlle

SE 2

SE 1

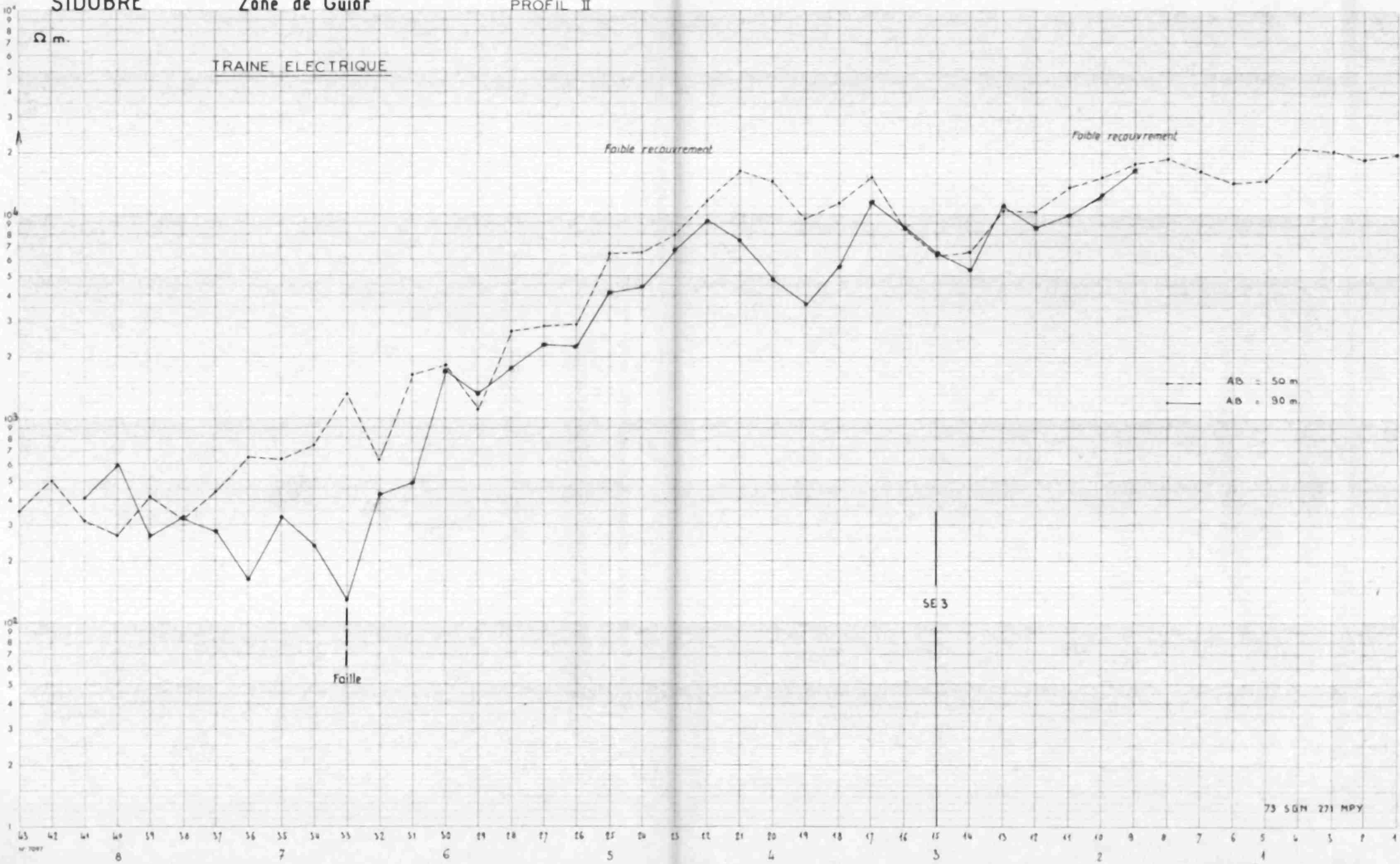
73 SGN 271 MPY



SIDOBRE

Zone de Guior

PROFIL II



--- AB = 50 m
 — AB = 90 m

SE 3

Faille

TRAINÉ ELECTRIQUE

Faible recouvrement

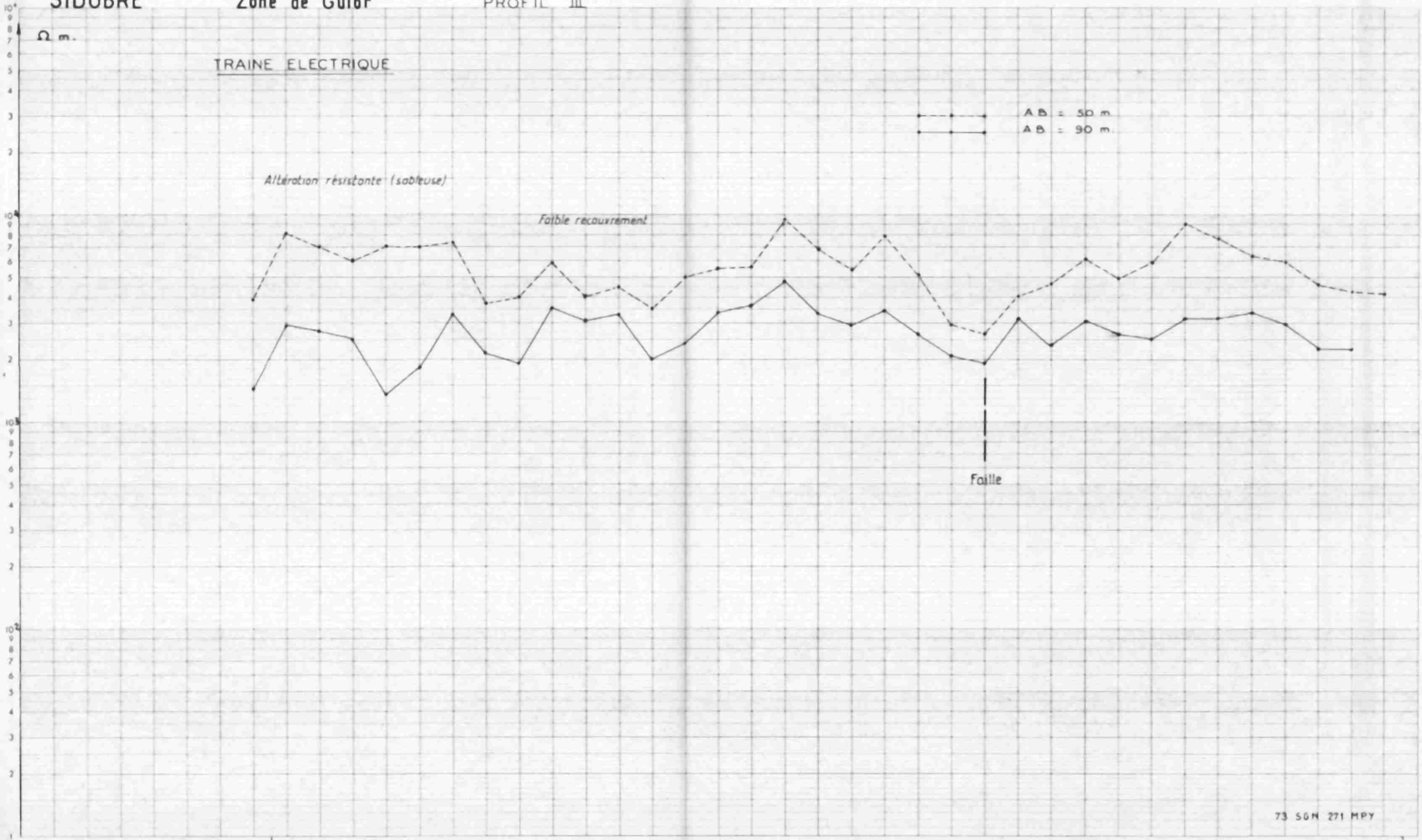
Faible recouvrement

73 SGM 271 MPY

SIDOBRE

Zone de Guior

PROFIL III



TRAINE ELECTRIQUE

Alteration résistante (sableuse)

Faible recouvrement

Faille

AB = 50 m

AB = 90 m

73 SGN 271 MPY

34 | 33 | 32 | 31 | 30 | 29 | 28 | 27 | 26 | 25 | 24 | 23 | 22 | 21 | 20 | 19 | 18 | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0

Piquet 0

Profil I

F

E

D

C

B

A

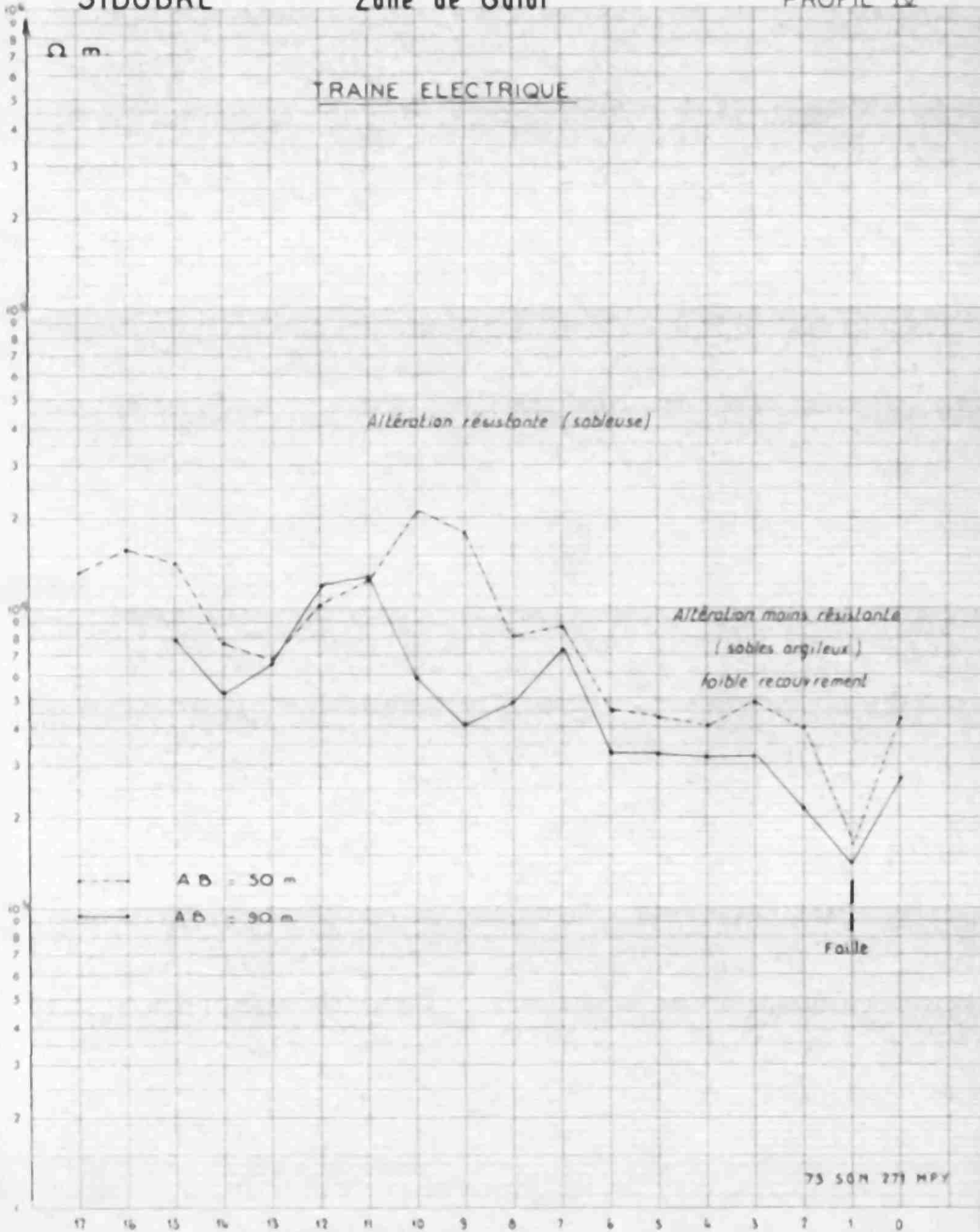
Piquet 27

Profil II

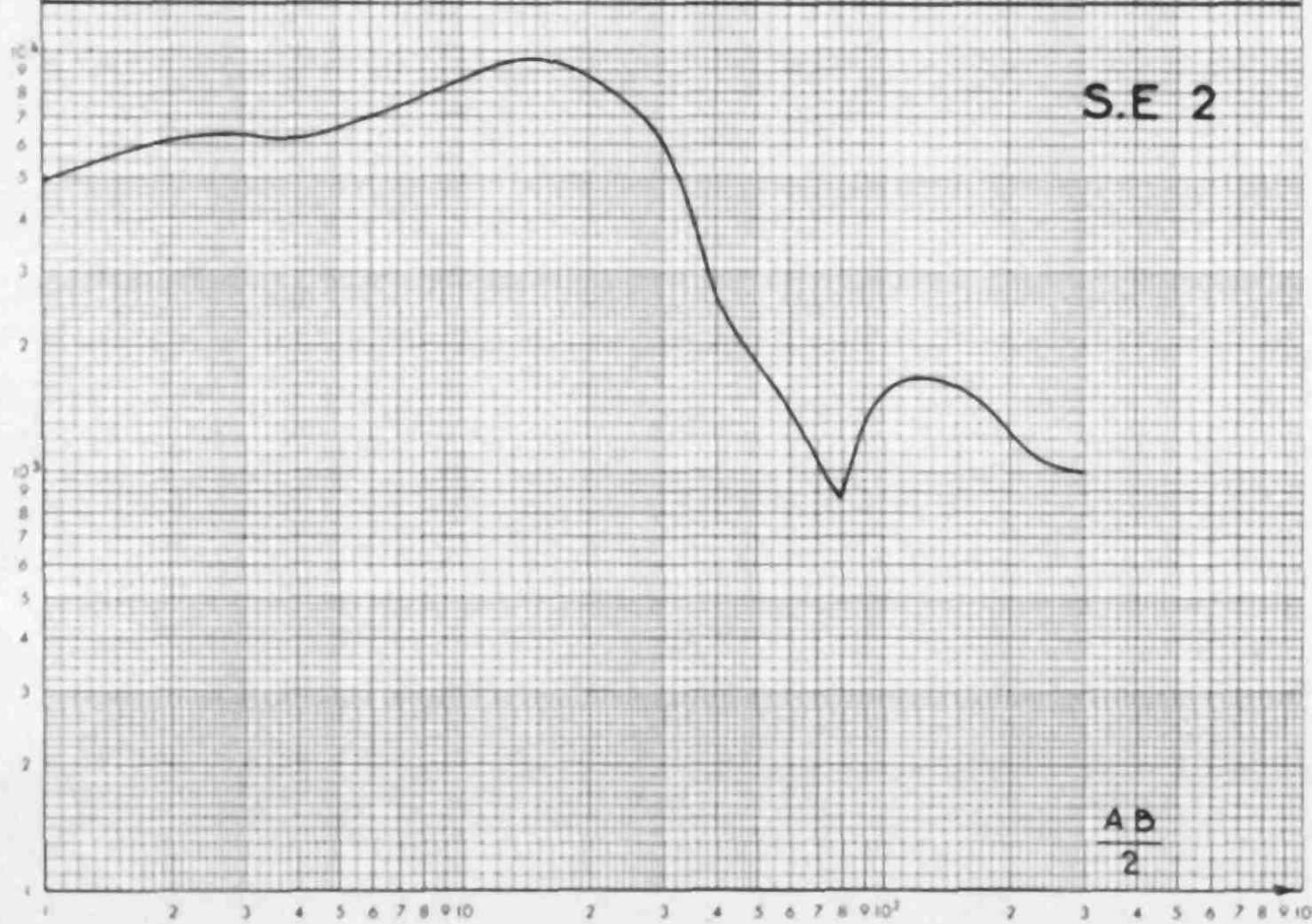
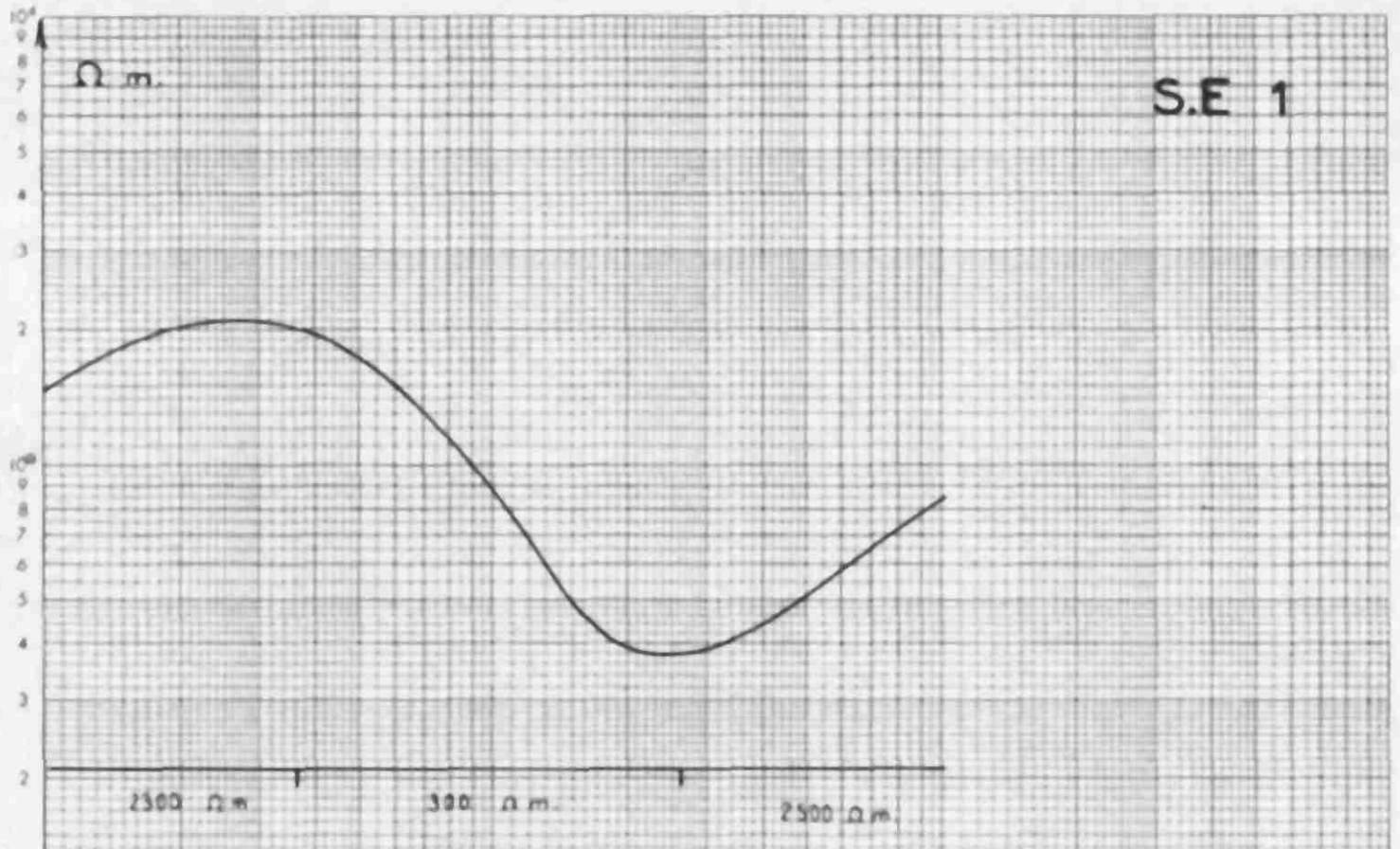
SIDOBRE

Zone de Guior

PROFIL IV

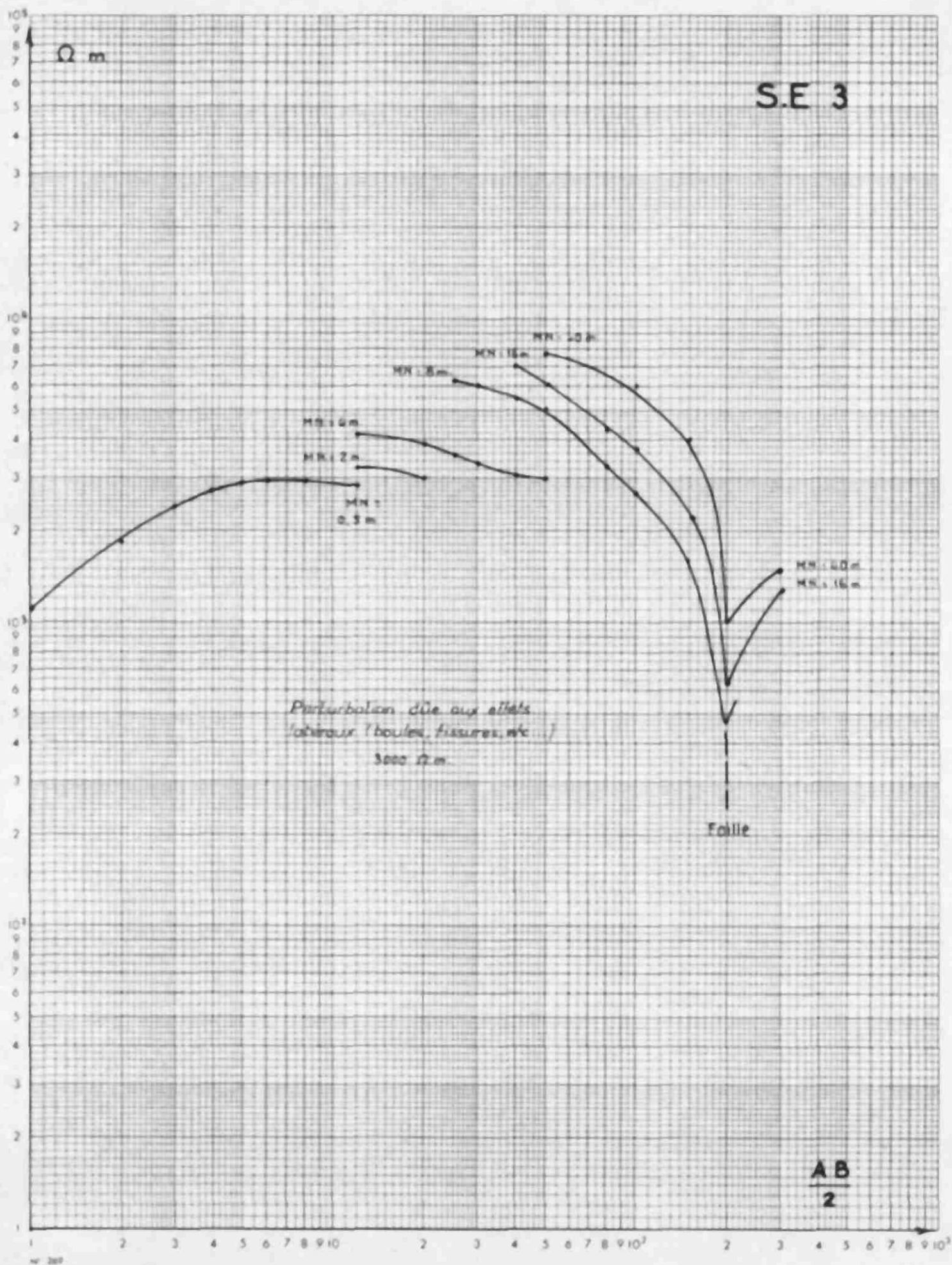


SIDOBRE Zone de Guior — PROSPECTION GEOPHYSIQUE



N° 289

SIDOBRE Zone de Guior — PROSPECTION GEOPHYSIQUE



nr 200

S I D O B R E

Planches 5 :

Zone de Cazals

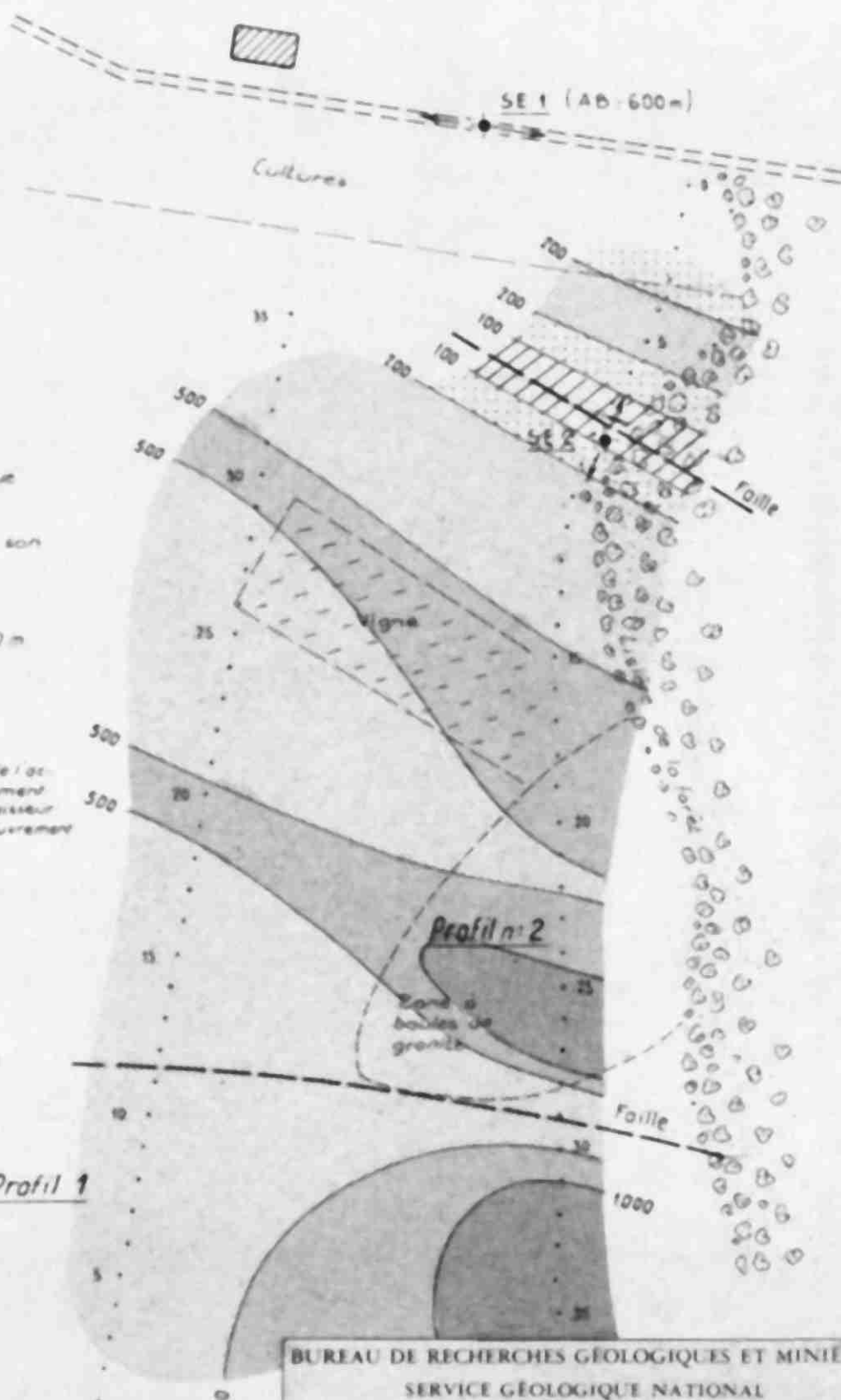
PROSPECTION GEOPHYSIQUE

CROQUIS DE SITUATION

ET

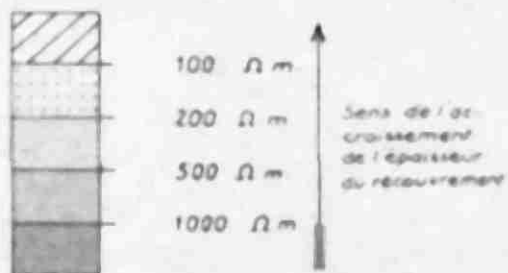
INTERPRETATION

1/2000

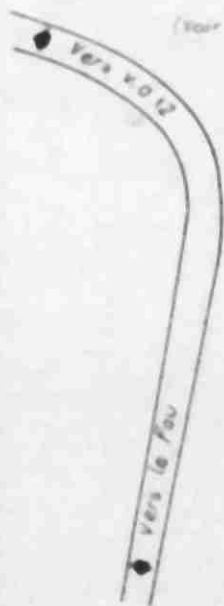


- .. Profil de trainé électrique
- SE 1 Sondage électrique avec son numéro d'identification

Résistivité pour AB : 90 m



(voir rapport page 15)

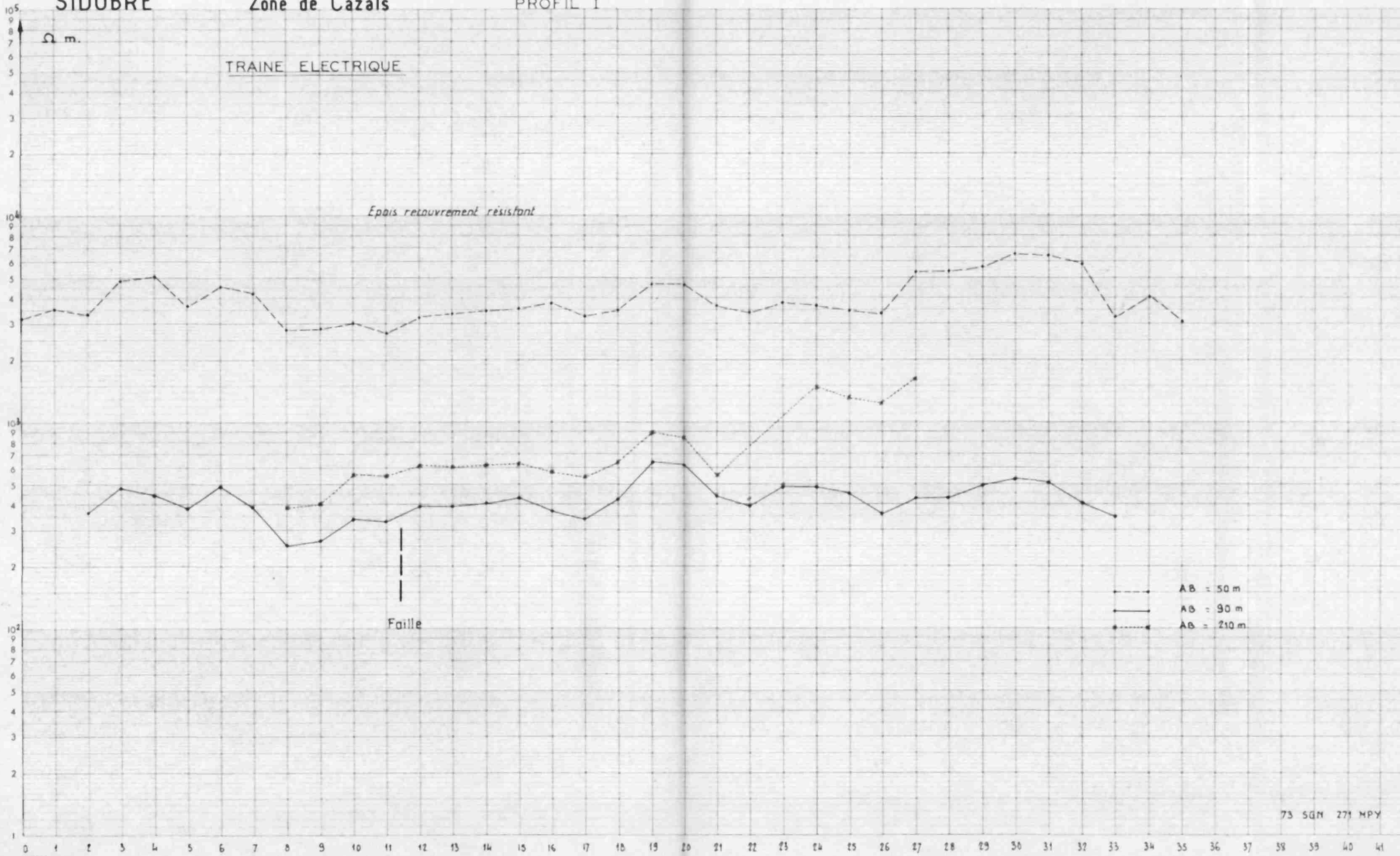


BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
SERVICE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL MIDI-PYRÉNÉES
AVENUE DU COMPLEXE AÉROSPATIAL - 31 - TOULOUSE 44

SIDOBRE

Zone de Cazals

PROFIL 1



73 SGN 271 MPY

SIDOBRE

Zone de Cazals

PROFIL II

TRAINE ELECTRIQUE

Affleurement et bouldes de granite

Recouvrement résistant

AB = 50 m

AB = 90 m

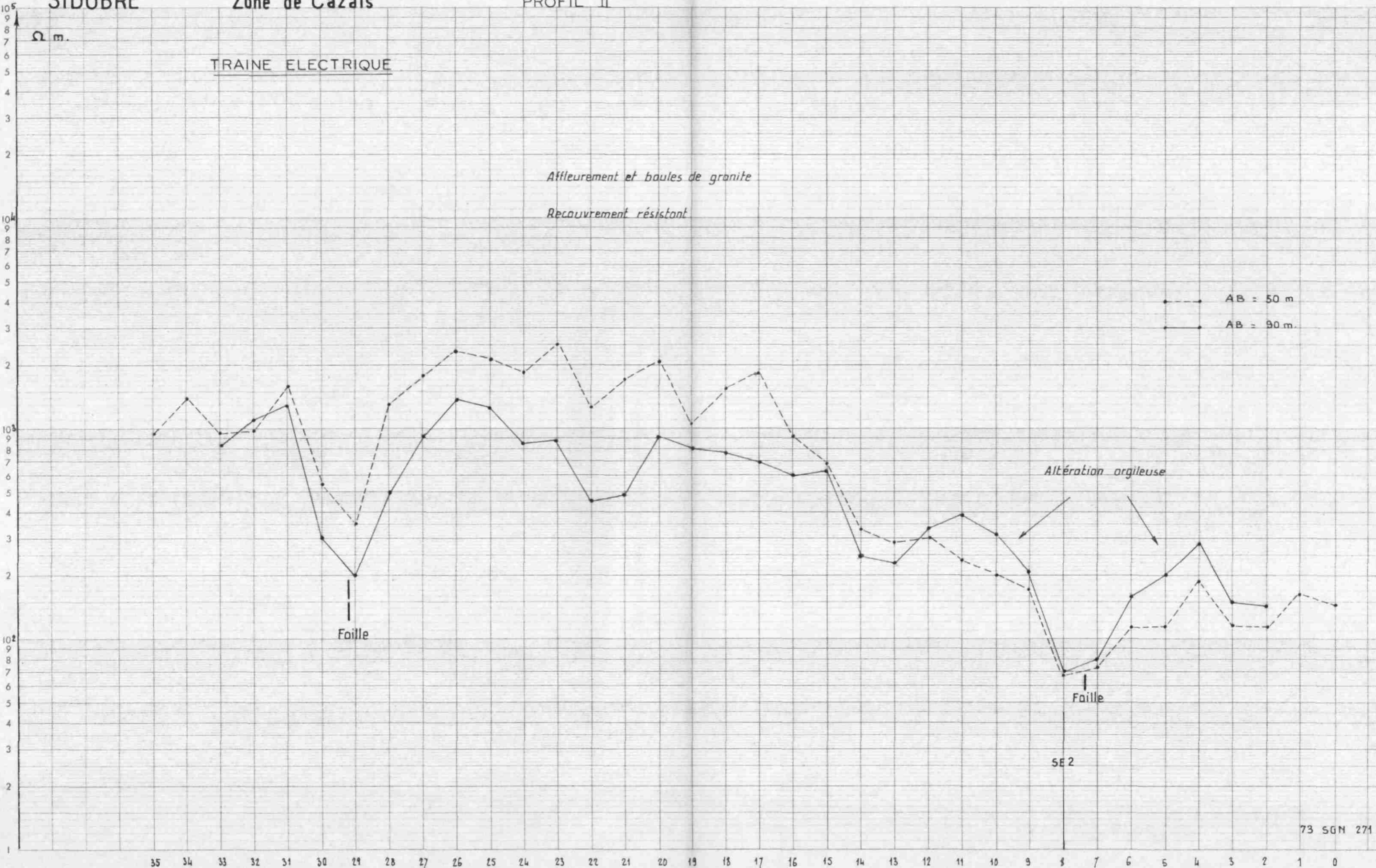
Altération argileuse

Faïlle

Faïlle

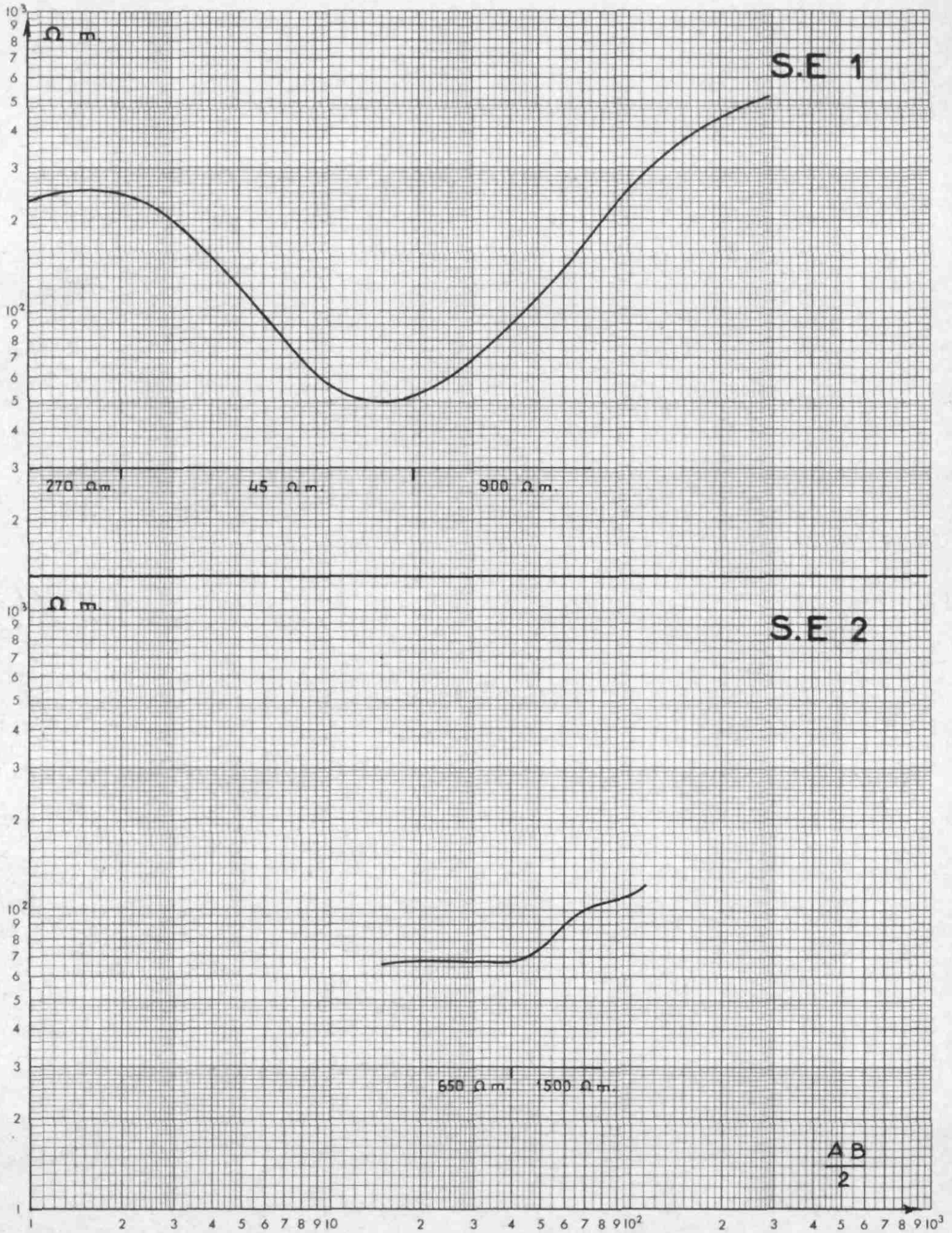
SE 2

73 SGN 271 MP



SIDOBRE Zone de Cazals

PROSPECTION GEOPHYSIQUE



N° 269

S I D O B R E

Planches 6 :

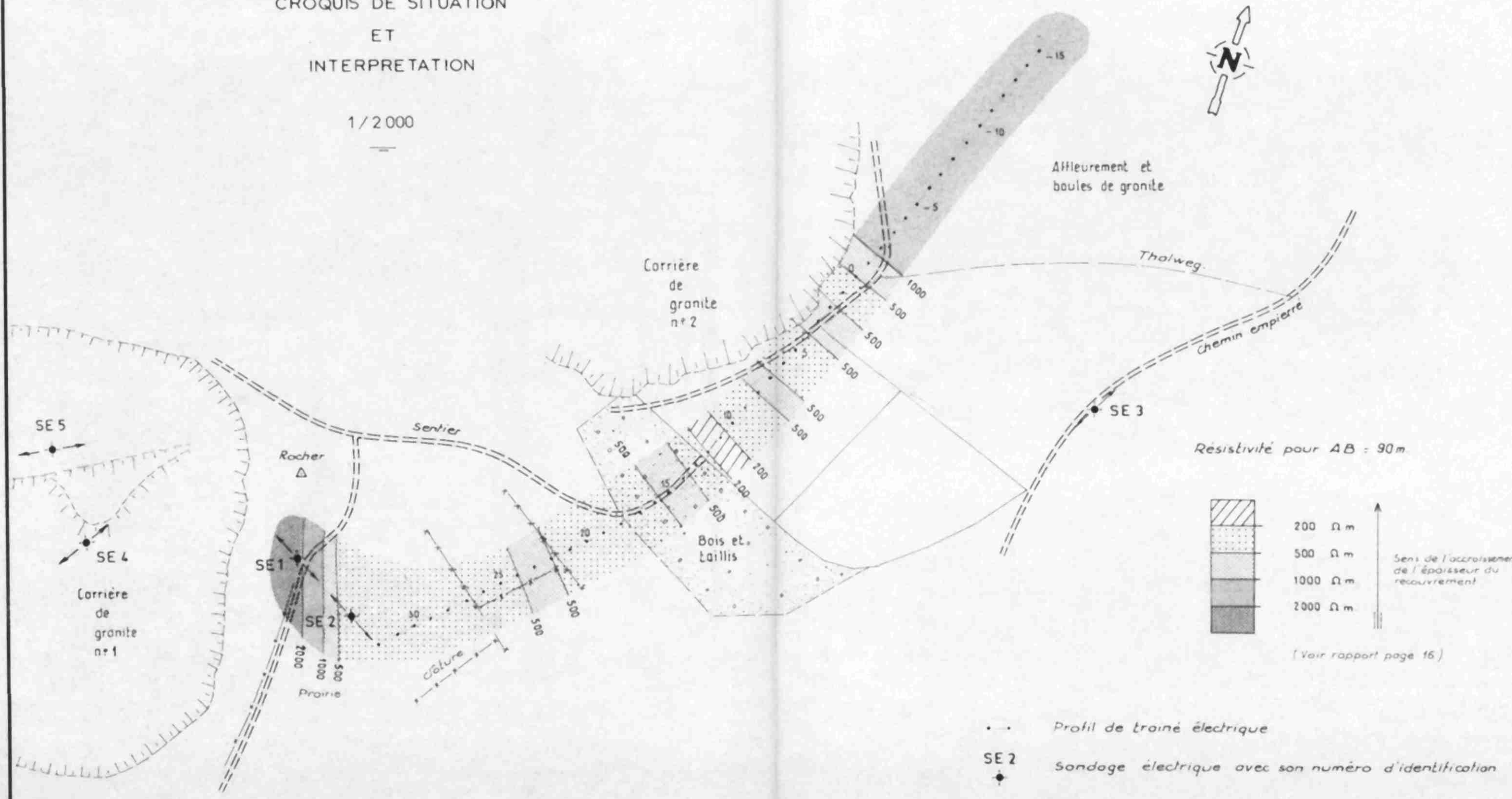
Zone du Rocher du Verdier

SIDOBRE Zone du Rocher du Verdier

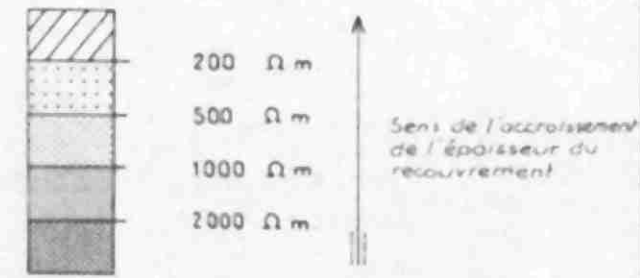
PROSPECTION GEOPHYSIQUE

CROQUIS DE SITUATION
 ET
 INTERPRETATION

1 / 2 000



Resistivité pour AB : 90 m



(Voir rapport page 16)

- Profil de trainé électrique
- SE 2 Sondage électrique avec son numéro d'identification

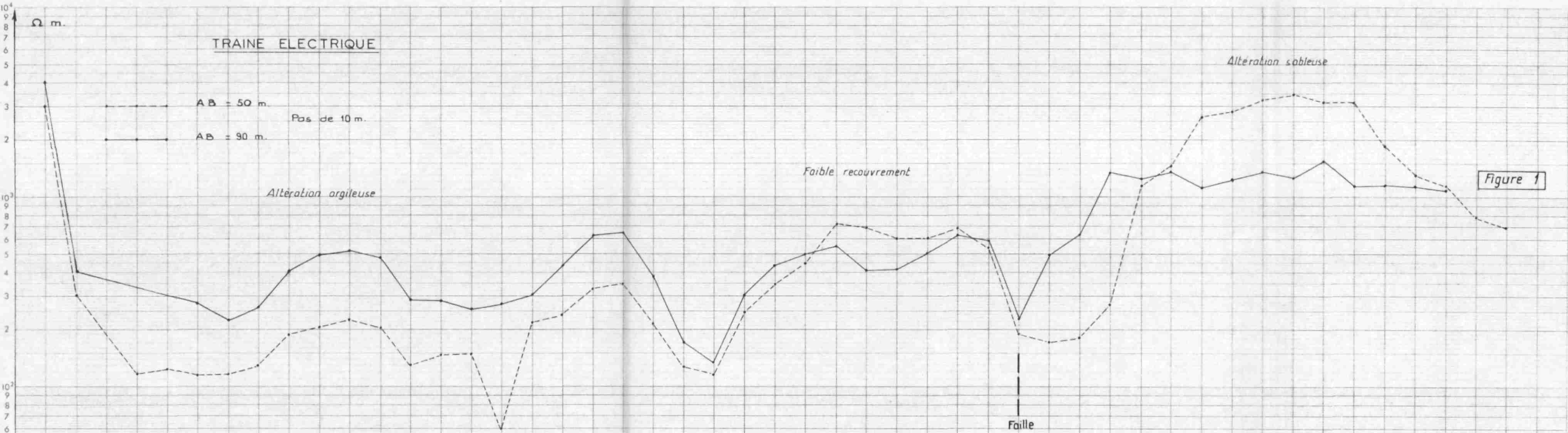


Figure 1

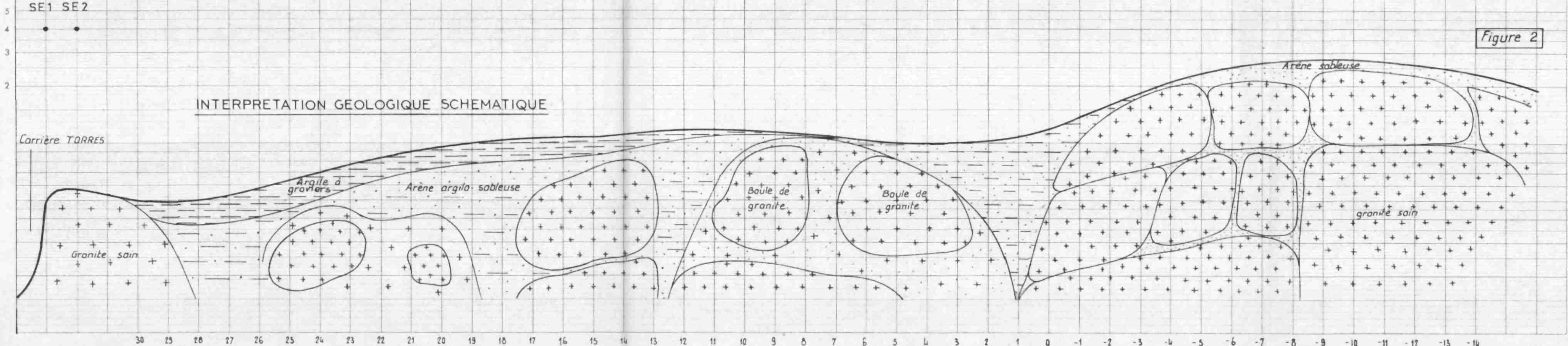
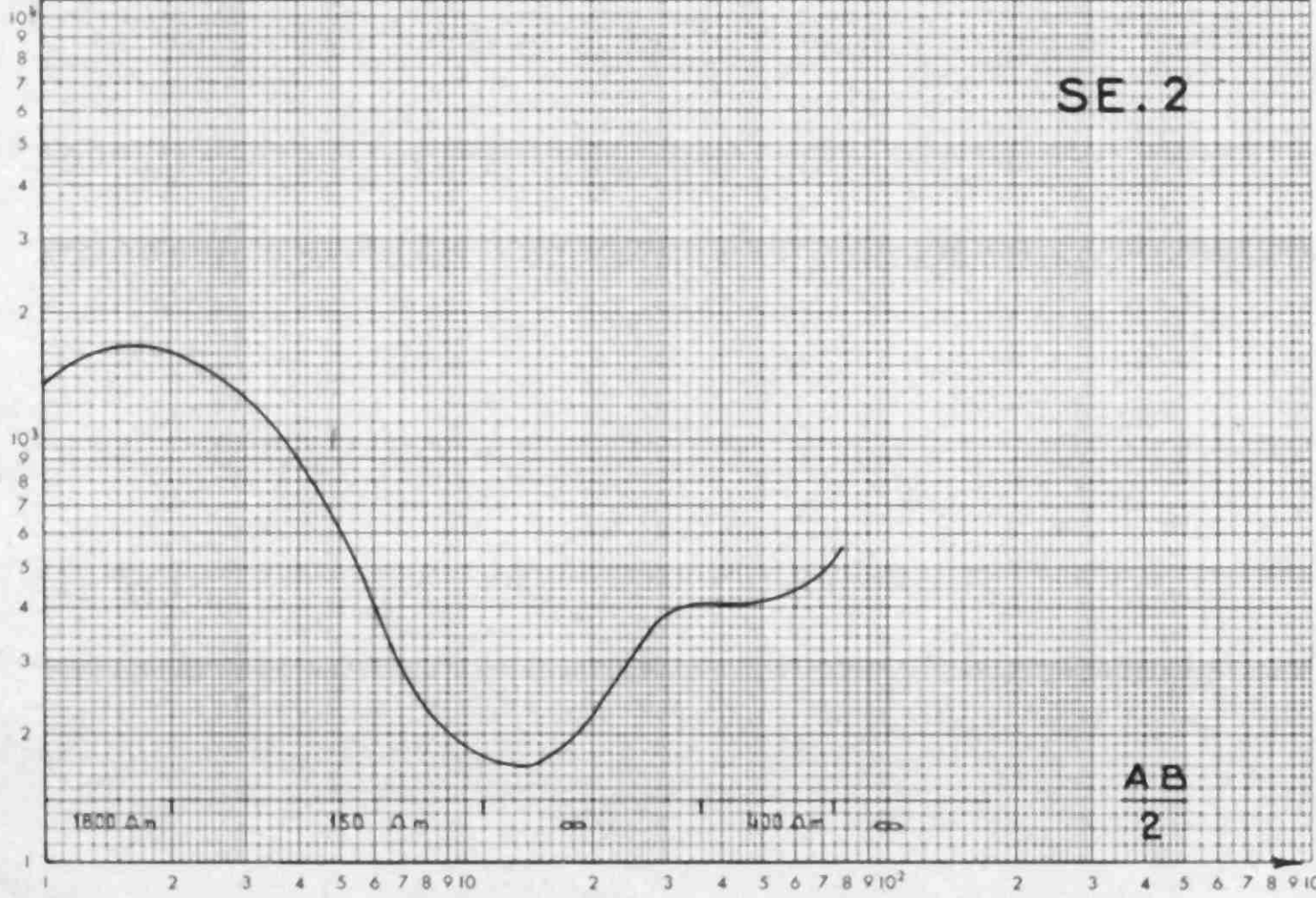
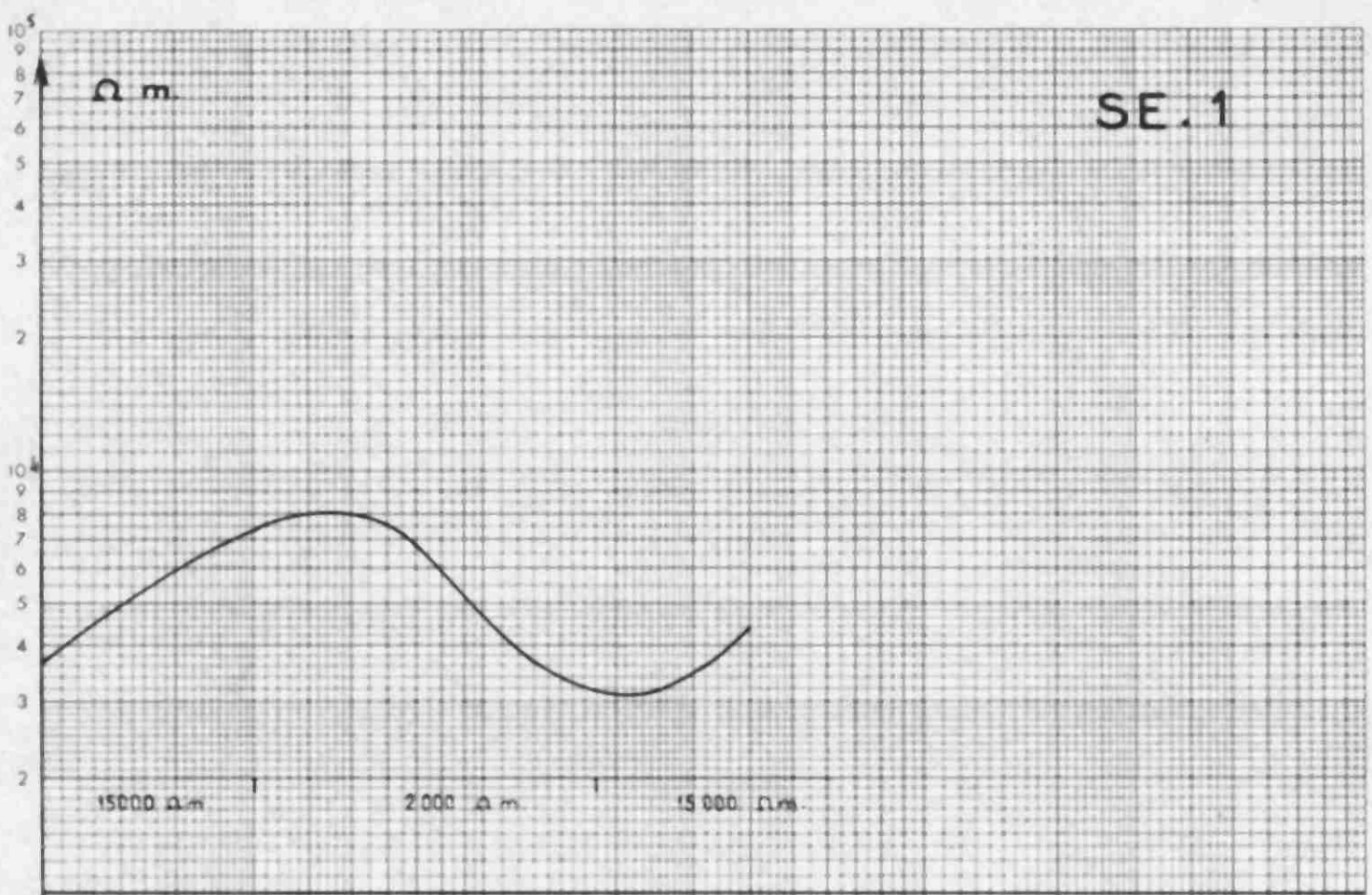


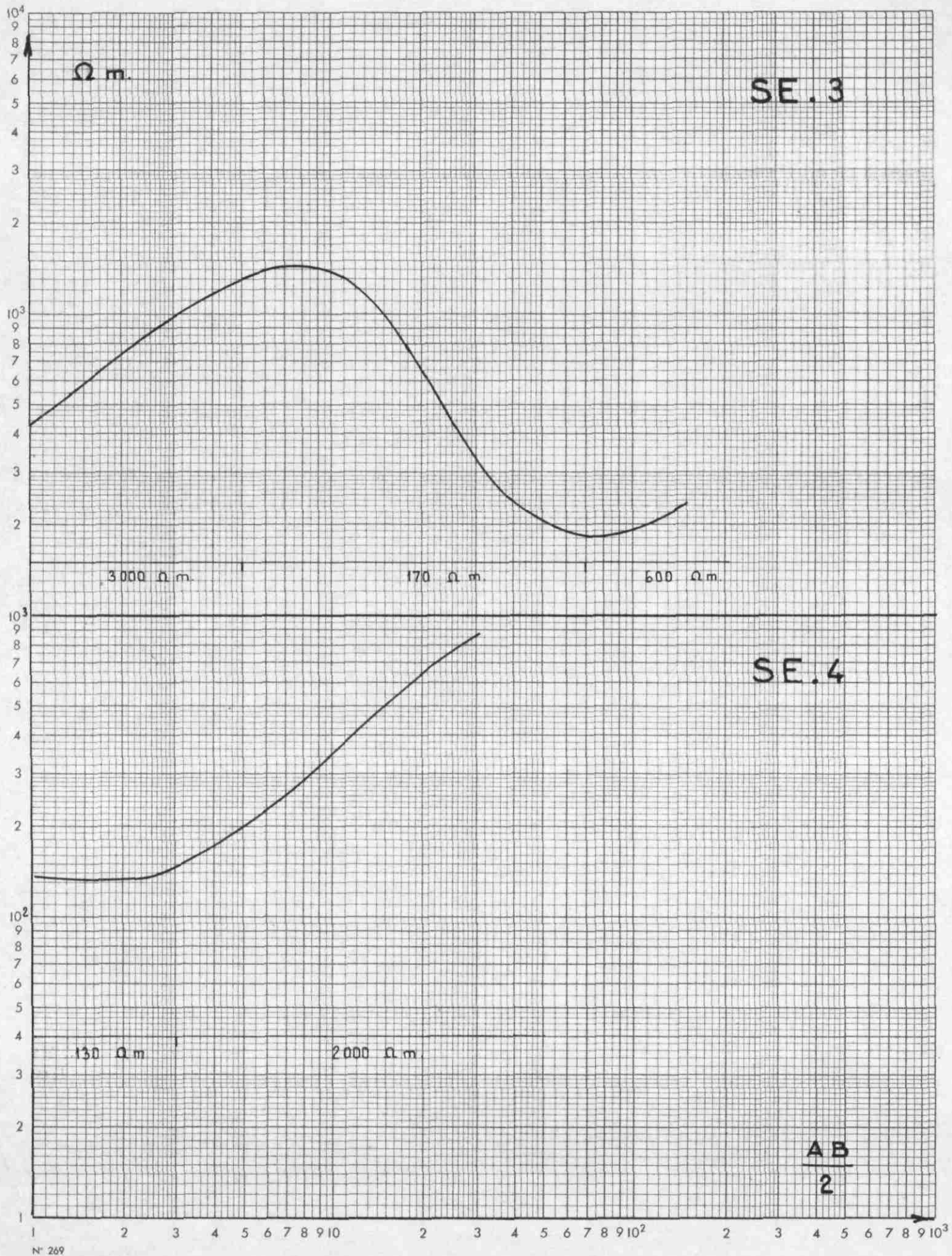
Figure 2

SIDOBRE Zone du Rocher du Verdier — PROSPECTION GEOPHYSIQUE



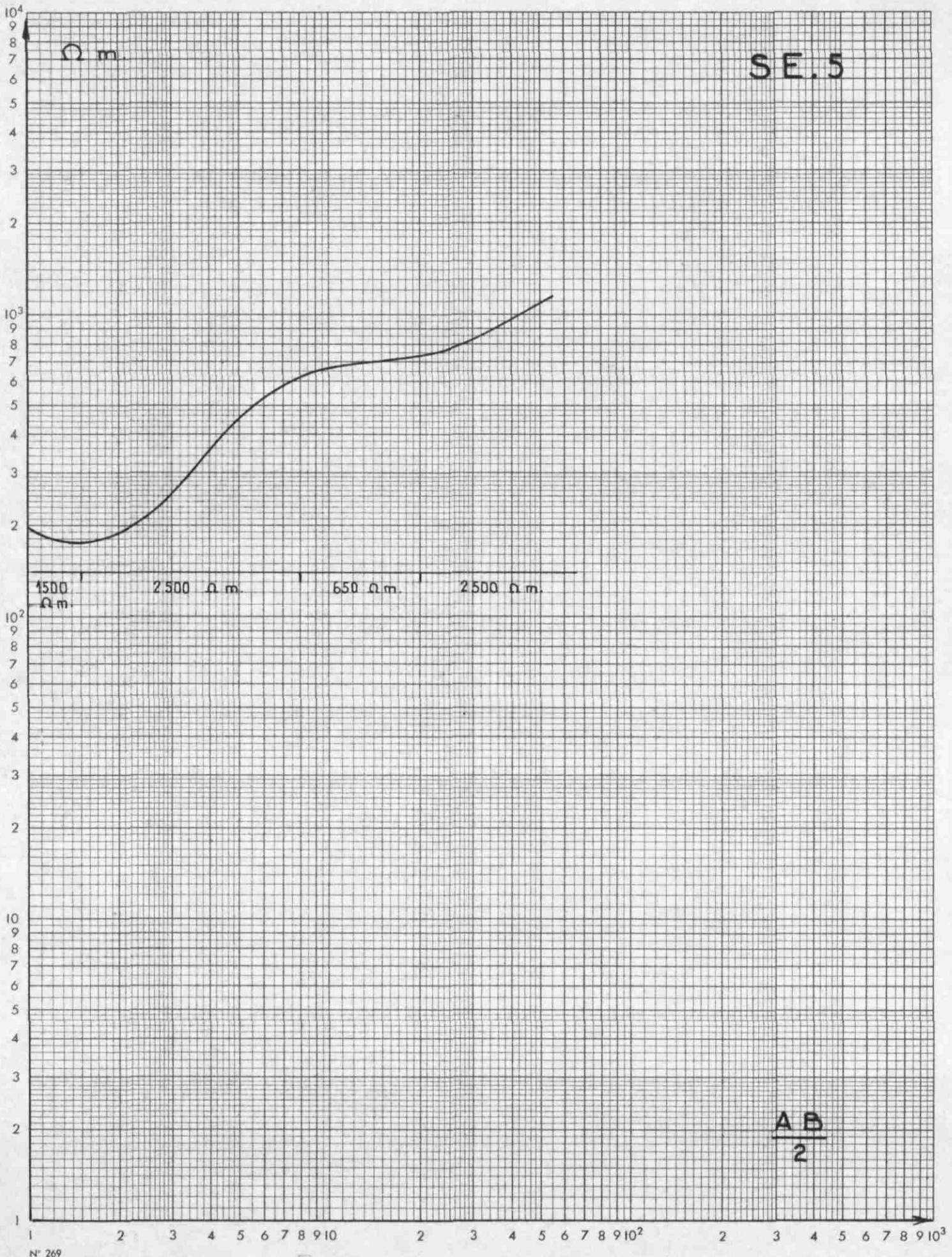
N° 289

SIDOBRE Zone du Rocher du Verdier — PROSPECTION GEOPHYSIQUE



N° 269

SIDOBRE Zone du Rocher du Verdier — PROSPECTION GEOPHYSIQUE



Principe de la méthode des résistivités

Le dispositif est constitué de deux lignes (annexe 2). Par la ligne d'émission AB, qui comprend un générateur de courant continu (batterie de piles) et un milliampèremètre, on injecte dans le sol un courant d'intensité i connue (quelques dixièmes d'ampère) grâce à deux électrodes d'émission A et B (piquets en acier inoxydable). La ligne de réception MN comporte un potentiomètre mesurant la différence de potentiel ΔV , provoquée par la résistance des terrains sous-jacents au flux de courant, entre les deux électrodes M et N ; la distance MN est petite par rapport à la distance AB et les électrodes A et B sont disposées symétriquement de part et d'autre de M et N. (annexe 2. Fig. 1)

Sondage électrique

Si la distance AB est petite par rapport à l'épaisseur h de la couche superficielle de résistivité ρ_1 , seule cette couche est intéressée par les lignes de courant et la résistivité mesurée ou résistivité apparente ρ_a a une valeur proche de ρ_1 . Si on augmente la distance AB, des zones de plus en plus profondes sont atteintes ; lorsque AB sera très grand par rapport à h , ρ_a tendra vers ρ_2 (si la puissance du terrain h_2 est théoriquement infinie).

Le sondage électrique consiste donc dans une série de mesures, le dispositif étant centré sur un même point et la longueur de la ligne d'émission AB étant augmentée par paliers successifs en fonction de la profondeur d'investigation à atteindre.

La représentation d'un sondage électrique s'obtient en portant sur un diagramme bilogarithmique les résistivités apparentes mesurées en ordonnées et les demi-longueurs AB en abscisses (annexe 2). Pour un secteur donné, l'analyse des diagrammes obtenus, leur confrontation, et leur comparaison à des abaques théoriques calculées, présentées sous forme de

catalogue permettent, dans les cas simples, de préciser les épaisseurs et la résistivité des différents terrains auscultés. On peut aussi estimer leur nature ou certaines de leurs propriétés (perméabilité, compacité, etc), si l'on dispose de sondages d'étalonnage.

Traîné ou profil de résistivités

On utilise le même dispositif AMNB en gardant toutes les distances constantes et en le déplaçant le long d'un profil parallèlement à lui-même. La profondeur d'investigation, fonction de la longueur de la ligne d'émission AB, est donc sensiblement constante, ce qui permet de mesurer la variation de la résistivité apparente d'une tranche de terrain d'épaisseur constante sur l'alignement choisi.

Au moyen du traîné, qui est très souvent couplé avec l'exécution de sondages électriques, on peut déterminer le contact entre deux formations géologiques masquées par un recouvrement, ou définir assez exactement les zones de transition entre terrains de nature ou de propriétés différentes grâce à la variation rapide de la résistivité apparente. Il est possible évidemment d'exécuter des traînés à différentes profondeurs d'investigation sur un même itinéraire.

L'exécution de plusieurs traînés, plus ou moins parallèles entre eux, conduit à l'établissement d'une carte des résistivités qui, dans les cas favorables, peut être tout à fait comparable à un écorché géologique.

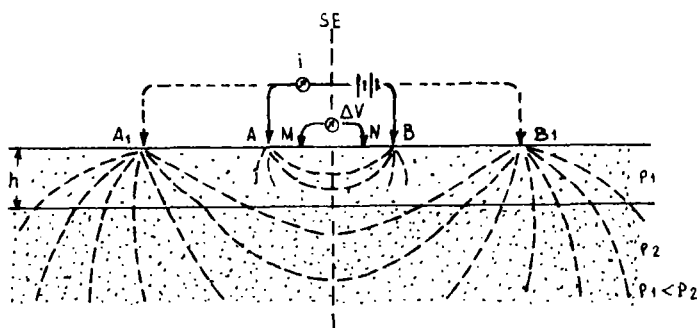


Fig 1 - Schéma du dispositif de sondage électrique

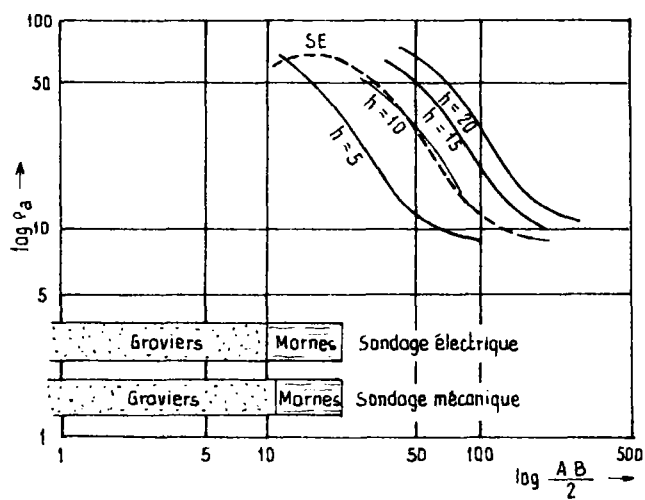


Fig 2 - Sondage électrique reporté sur un abaque théorique

Principe de la méthode sismique réfraction

Les ondes sismiques sont provoquées par une petite charge d'explosif enterrée à la tarière à 1 ou 2 m de profondeur (méthode classique) ou par la chute d'une masse, marteau par exemple, sur une plaque métallique posée sur le sol (petite sismique).

L'impulsion mécanique due au passage de l'onde est perçue par un ou plusieurs géophones qui la transforment en impulsion électrique qui est amplifiée.

Les ondes sismiques provoquées artificiellement en E, au temps origine, se propagent à des vitesses différentes : V_1 dans le terrain 1, d'épaisseur h_1 , V_2 dans le terrain 2 (annexe 4). A moins de disposer d'appareils récepteurs qui sélectionnent les arrivées successives, on ne considère que les ondes longitudinales qui, plus rapides que les ondes transversales, sont inscrites les premières.

L'onde directe atteint l'un des récepteurs G, situé à la surface du sol à une distance d de E, dans le temps $t_1 = \frac{d}{V_1}$.

A condition que $V_2 > V_1$, on a $\frac{V_1}{V_2} = \sin I < 1$, et il existe une onde qui atteint la surface de séparation des deux terrains sous l'angle de réflexion totale I , se réfracte et se propage à la partie supérieure du terrain 2, parallèlement à la surface de séparation. Cette onde réfractée, plus rapide que l'onde directe, peut, si d est suffisamment grand, atteindre l'un des récepteurs G avant l'onde directe, dans le temps $t_2 = \frac{d}{V_2} + \frac{2h_1}{V_1} \cos I$.

t_1 et t_2 étant des fonctions linéaires de d , on peut les représenter graphiquement (courbe dromochronique), si l'on dispose d'une série de récepteurs alignés sur E (G_1 à G_6 par exemple), par des segments D, de pente $\frac{1}{V_1}$, et R, de pente $\frac{1}{V_2}$ (annexe 4).

$$\text{En M (d, t), on a } t_1 = t_2, \text{ d'où } h_1 = \frac{d}{2} \sqrt{\frac{v_2 - v_1}{v_2 + v_1}}$$

Des résultats comparables sont obtenus dans le cas où le sous-sol est constitué de n couches de terrain sous réserve que

$$v_1 < v_2 < \dots < v_n .$$

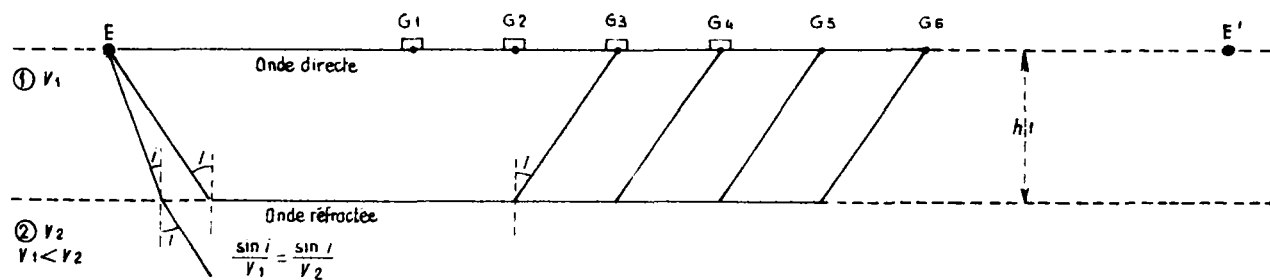


Fig 3 - Schéma de principe de la sismique réfraction

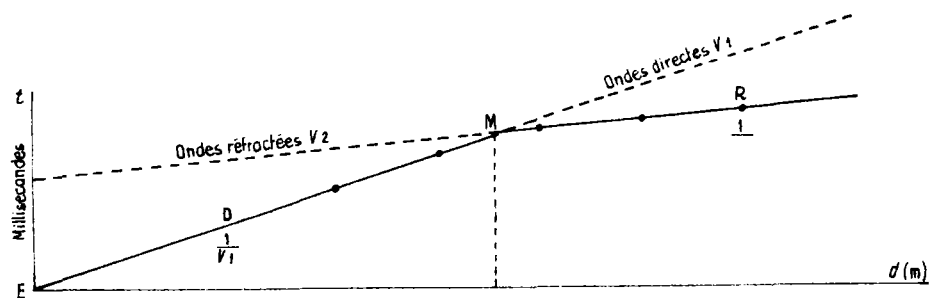


Fig 4 - Tracé d'une dromochronique

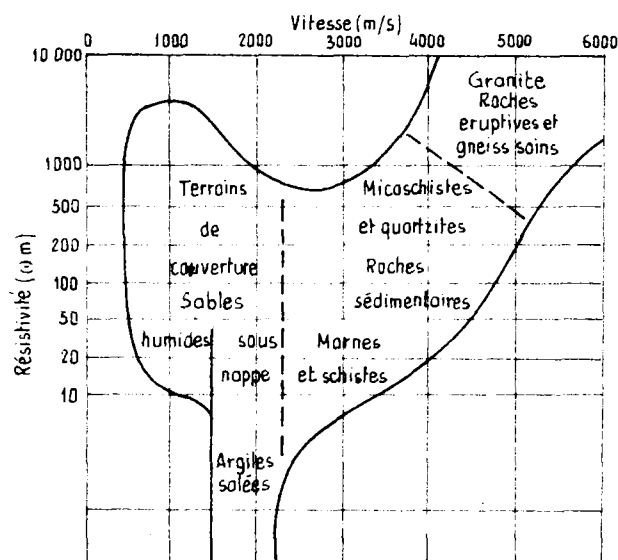


Fig. 5 - Graphique de la situation des roches courantes au regard des deux paramètres géophysiques les plus utilisés.

Le domaine occupé par chacune d'entre elles est défini en abscisses par une gamme de vitesses sismiques (ondes longitudinales) et en ordonnées par une gamme de résistivités. Aucune limite franche ne peut être tracée entre les diverses catégories pétrographiques.

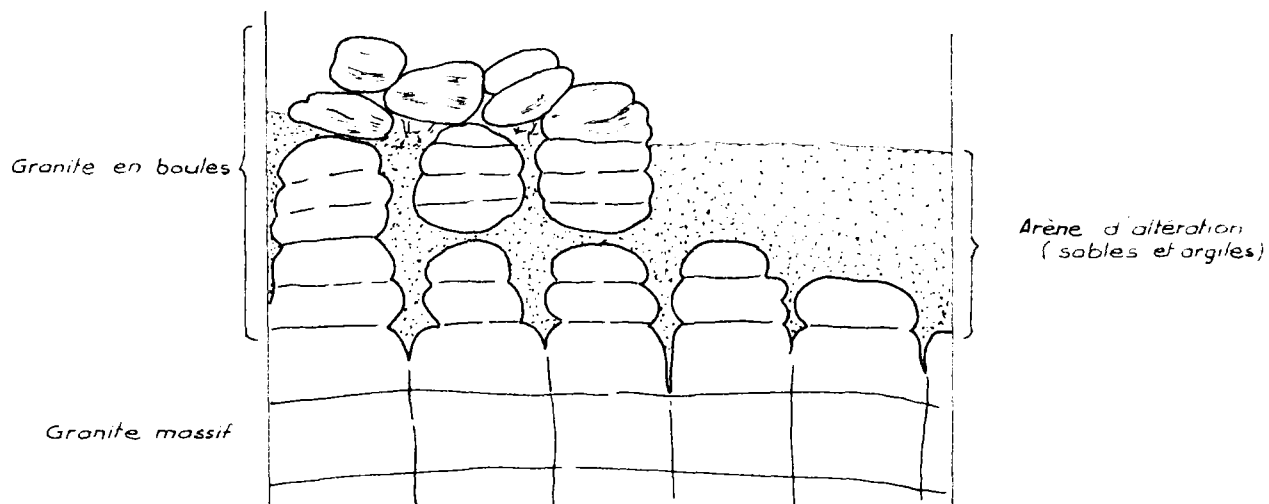


Fig. 6 - Schéma de principe d'un gisement de granite