

Prospection électrique

des alluvions de la basse vallée

de la Néhoué

P. HELCMANOCKI

D. BOSQUET

Juillet 1971

INTRODUCTION

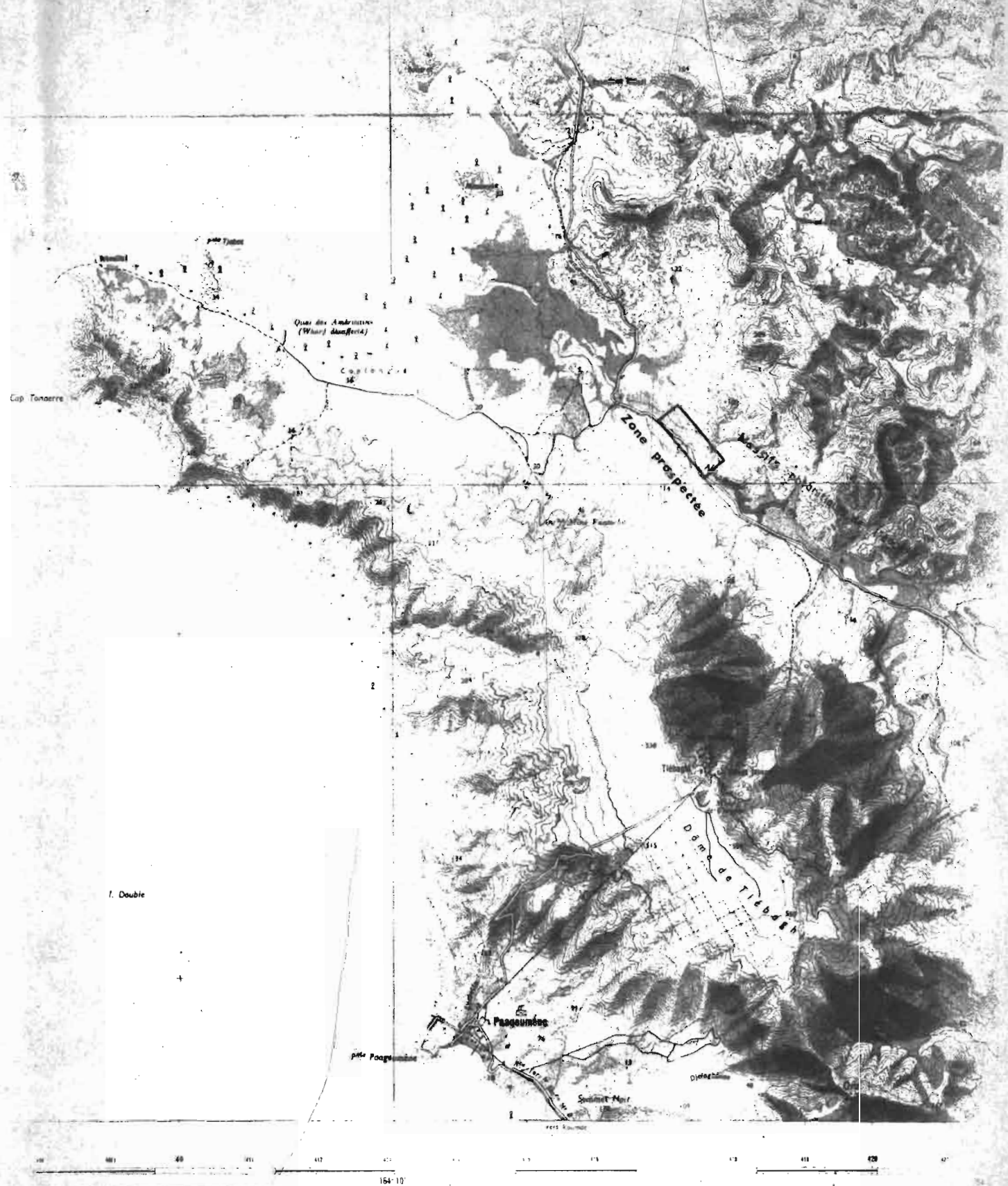
Dans le cadre d'une Convention d'Etude Hydrologique des bassins de la Golone et de la Néhoué, la Société le Nickel demanda à l'O.R.S.T.O.M. de réaliser une campagne de prospection électrique des alluvions de la basse vallée de la Néhoué.

Les questions posées étaient les suivantes :

- déterminer l'épaisseur des alluvions de la vallée
- reconnaître les zones favorables pour l'exploitation de la nappe par pompage.

Avant la campagne de prospection géophysique, la Société le Nickel avait fait exécuter un certain nombre de forages, dont un seul, le forage P-3, situé au voisinage du sondage électrique n° 44 a donné des débits intéressants de l'ordre de 80 à 100 m³/ heure. Ces forages nous ont permis de caler nos sondages électriques, mais en même temps il convenait de savoir pourquoi le forage P-3 donnait un débit important alors que le P-4 distant seulement de 250 m du premier était complètement stérile.

DE NÉHOUE



PLAN DE SITUATION DE LA ZONE PROSPECTEE

PAR LA GEOPHYSIQUE

Préliminaires de la campagne de prospection géophysique

Cette campagne de mesures électriques d'une durée de 3 semaines sur le terrain, a commencé au début du mois de février 1971 pour se terminer peu avant la fin du même mois. L'équipe était constituée d'un géophysicien : Monsieur Pierre HELCMANOCKI ; d'un opérateur chargé des mesures sur le terrain : Monsieur Denis BOSQUET ; et de deux manœuvres.

Au cours de cette campagne de prospection géophysique, Monsieur D. BOSQUET fut initié à la méthode de prospection électrique, tant sur le plan des mesures sur le terrain, que dans le domaine de l'interprétation des résultats.

Les mesures sur le terrain ont été effectuées à l'aide d'un potentiomètre type Cagniard, parfaitement adapté pour ce travail de recherche de nappe alluviale.

Le lever d'une carte au 1/2 000^e et le travail de nivellement furent confiés au cabinet de géomètre Néotopo, équipe dynamique qui a déjà donné satisfaction lors de la prospection géophysique de la vallée de la Dumbéa. D'importants moyens de mise en œuvre fournis par le Nickel (buldozers, tronçonneuses ...) ont permis une implantation rapide et des voies d'accès faciles à travers la forêt.

Aperçu géologique de la région (graphique n° 1)

La basse vallée de la Néhoué s'étend suivant une direction Sud-Est - Nord-Ouest, bordée d'un côté au Nord-Est par les petits massifs phanénitiques de l'Eocène, et de l'autre côté au Sud-Ouest par le grand massif de péridotites de la Tiébaghi.

La Néhoué est alimentée par des ruisseaux qui descendent le long de ces deux massifs, une partie importante provenant de la Tiébaghi dont les latérites constituent une roche réservoir par excellence.

Des échantillons de roches prélevés dans les forages ont montré que le substratum de la zone prospectée était formé de phanites.

Plan de position des S.E. (graphique n° 2)

La zone étudiée par prospection électrique forme une bande étroite entre la Route Territoriale n° 1 et le lit de la rivière Néhoulé, d'une largeur comprise entre 150 m et 200 m.

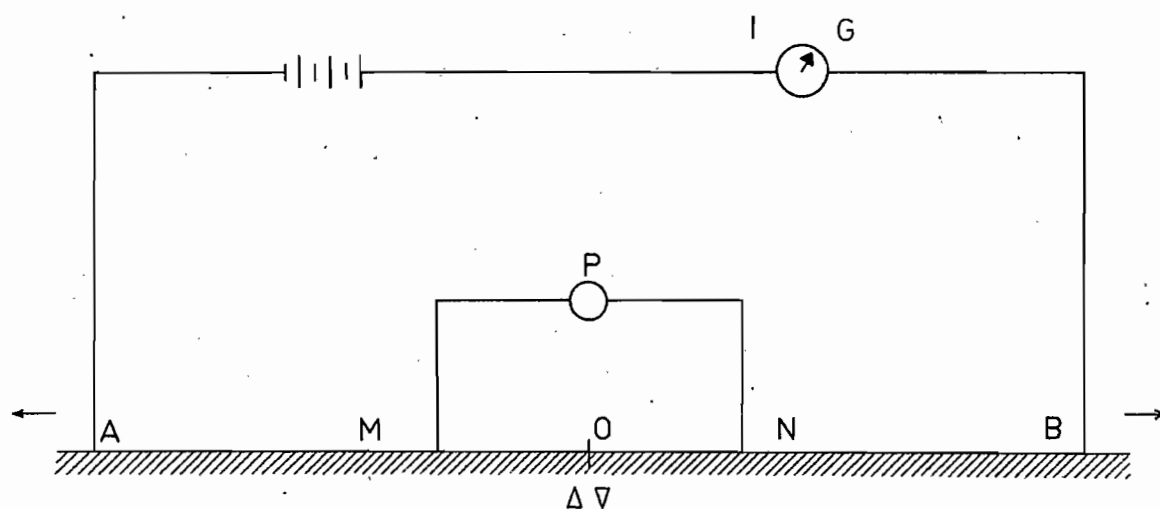
Dans le projet initial, la reconnaissance de la Néhoulé devait être faite avec une maille de 100 m, mais les importantes variations du substratum nous ont conduit à choisir une maille de 50 m, beaucoup plus adaptée à ce genre de travail.

En chaque point du plan de position nous avons indiqué le numéro du sondage électrique et sa cote topographique rattachée en nivellement indirect au niveau moyen des mers.

Afin d'assurer le maximum d'homogénéité lors de la traversée des alluvions par le courant électrique, nous avons disposé les lignes parallèlement au lit de la rivière. La faible épaisseur de ces alluvions nous a permis de choisir des longueurs de ligne relativement courtes comprises entre 120 m et 240 m, leur orientation étant Sud-Est - Nord-Ouest.

Aperçu sur la méthode de prospection électrique (graphique n° 3)

Dans la méthode de prospection électrique par courant continu, on envoie dans le sol par la ligne d'émission un courant d'intensité I , entre deux électrodes A et B. On mesure la différence de potentiel AV entre deux électrodes M et N qui constituent la ligne de réception. Dans le dispositif Schlumberger utilisé dans cette étude, les électrodes A et B, M et N sont disposées symétriquement par rapport au centre O du dispositif.



dispositif quadripôle de mesure des résistivités .

Méthode SCHLUMBERGER

Les mesures de l'intensité I et de la différence de potentiel AV sont effectuées respectivement avec un ampèremètre et un potentiomètre. Ce potentiomètre comporte deux circuits : le circuit de compensation des courants telluriques naturels, et le circuit de mesure proprement dit du courant artificiel émis à l'aide des piles.

Si l'emplacement du point de mesure O est fixe, nous pouvons augmenter la profondeur d'investigation, à la verticale de ce point, en écartant progressivement les électrodes A et B, symétriquement par rapport à O ; nous réalisons ainsi un sondage électrique. La résistivité ρ du terrain, affecté par le champ électrique créé, est donnée par la loi d'Ohm.

$$\rho = K \frac{AV}{I}$$

où K est un coefficient numérique fonction de la disposition des électrodes A, M, N, B.

Interprétation des S.E.

L'interprétation des courbes de sondages électriques nous montre que nous avons essentiellement des courbes 3 terrains, avec de temps en temps des courbes deux terrains.

Les courbes 3 terrains ont été interprétées à l'aide des abaques Cagniard, par la méthode du lieu de croix. L'expérience nous a en effet montré que les profondeurs obtenues par cette méthode étaient beaucoup plus proches de celles obtenues par les forages.

En raison du caractère uniforme de ces sondages électriques dans toute cette zone et du volume que représenterait la publication de tous les sondages électriques, nous ne représenterons ici que les différents types de courbes rencontrés lors de la prospection de la vallée de la Néhoué.

../..

Pour illustrer les courbes 3 terrains, nous pouvons prendre par exemple les sondages électriques SE-1, SE-2, SE-10, qui nous montrent :

- un terrain résistant superficiel correspondant aux limons récents. Sa résistivité varie de 12Ω m à 60Ω m.

- un terrain conducteur correspondant aux alluvions anciennes noyées dans la nappe, dont la résistivité varie de 6Ω m à 30Ω m.

- un terrain résistant représentant le substratum qui constitue la partie terminale de la courbe que l'on retrouve d'une manière constante avec une résistivité voisine de 50Ω m à 75Ω m.

Dans le cas des courbes deux terrains moins fréquentes, nous pouvons prendre par exemple les SE-4, SE-50 ... où nous voyons :

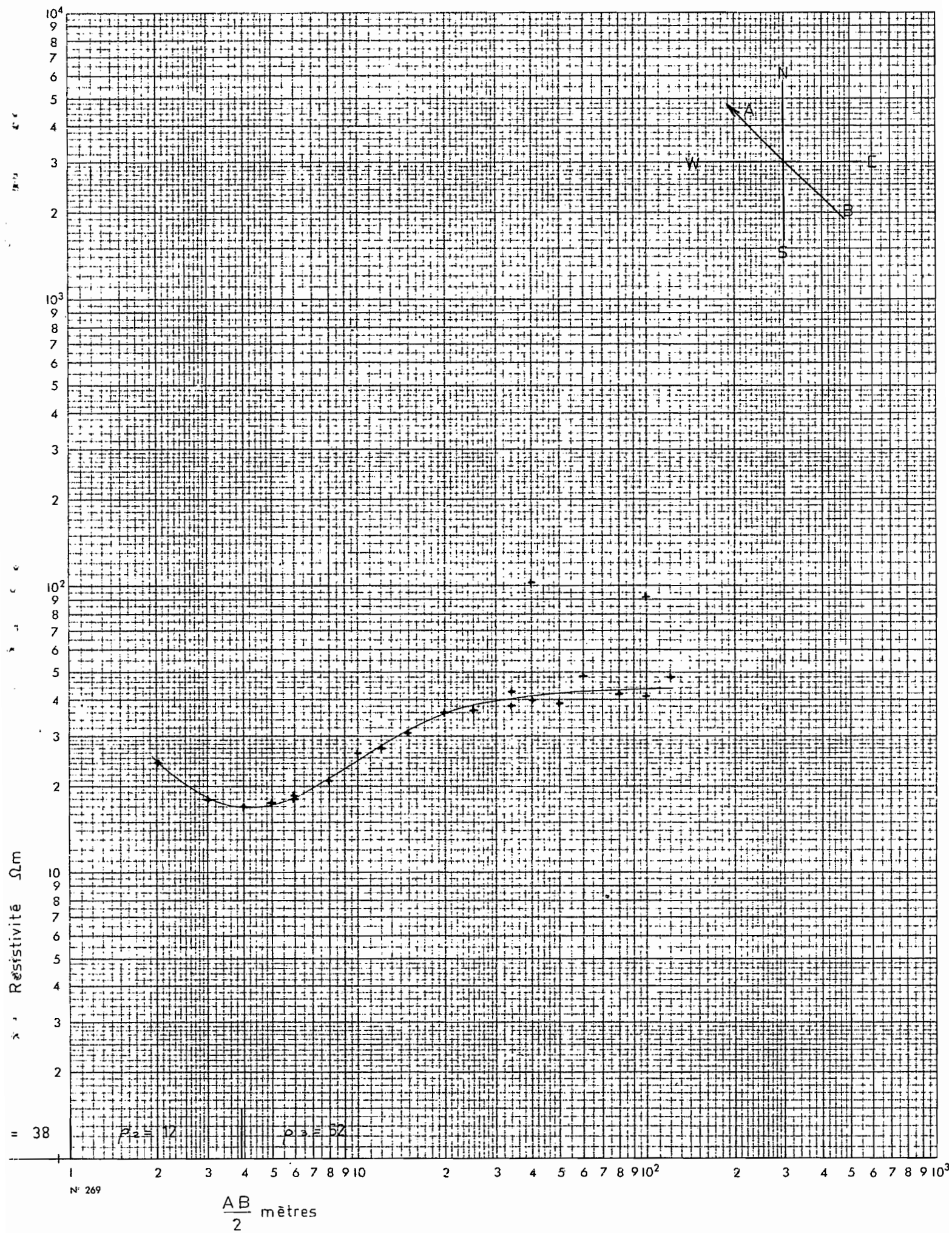
- un premier terrain conducteur correspondant à des alluvions très peu épaisses, dont la résistivité est comprise entre 10Ω m et 30Ω m. On trouve ces terrains dans les zones marécageuses où le substratum est presque affleurant.

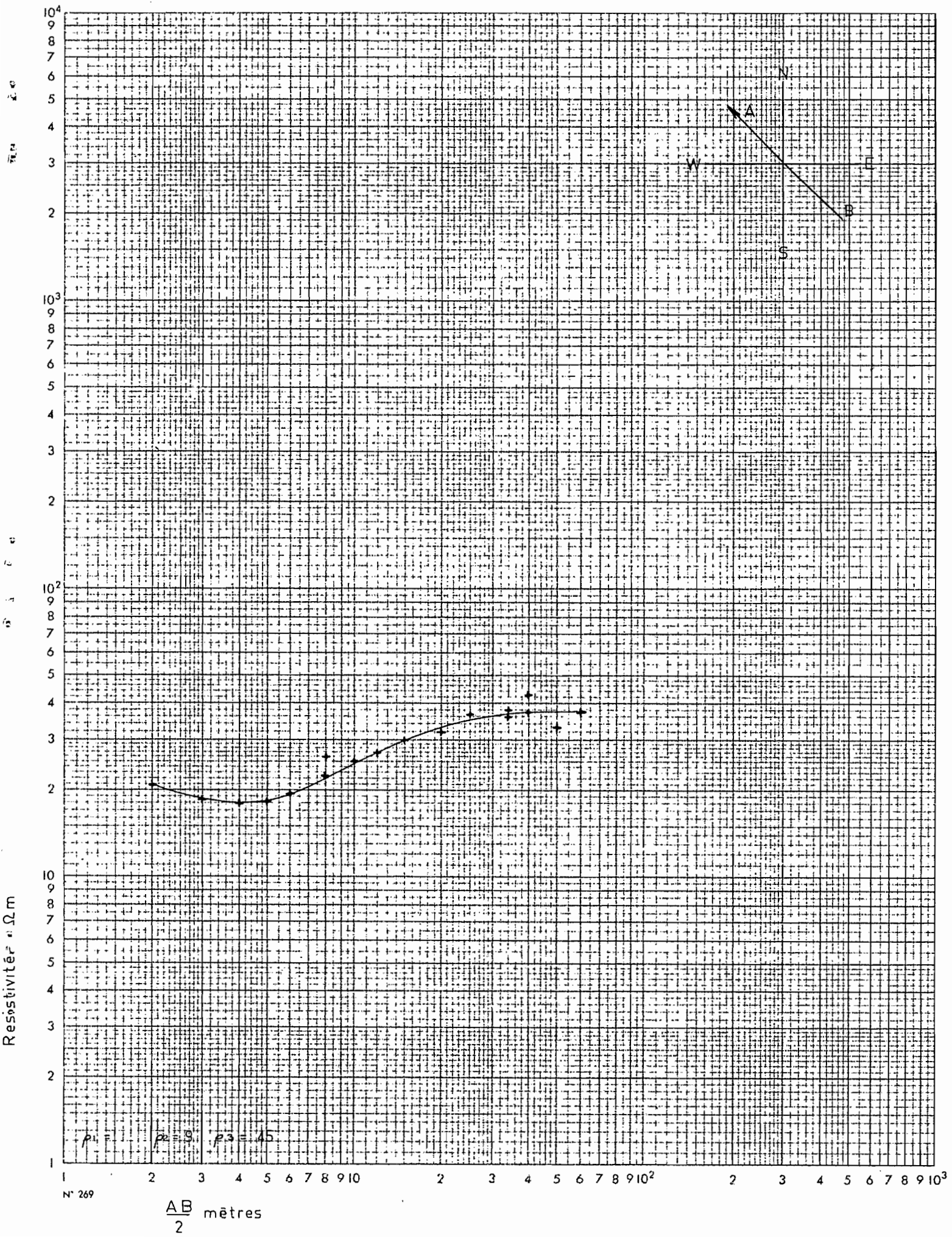
- un deuxième terrain résistant dont la résistivité est comprise entre 50Ω m et 75Ω m, qui correspond au substratum.

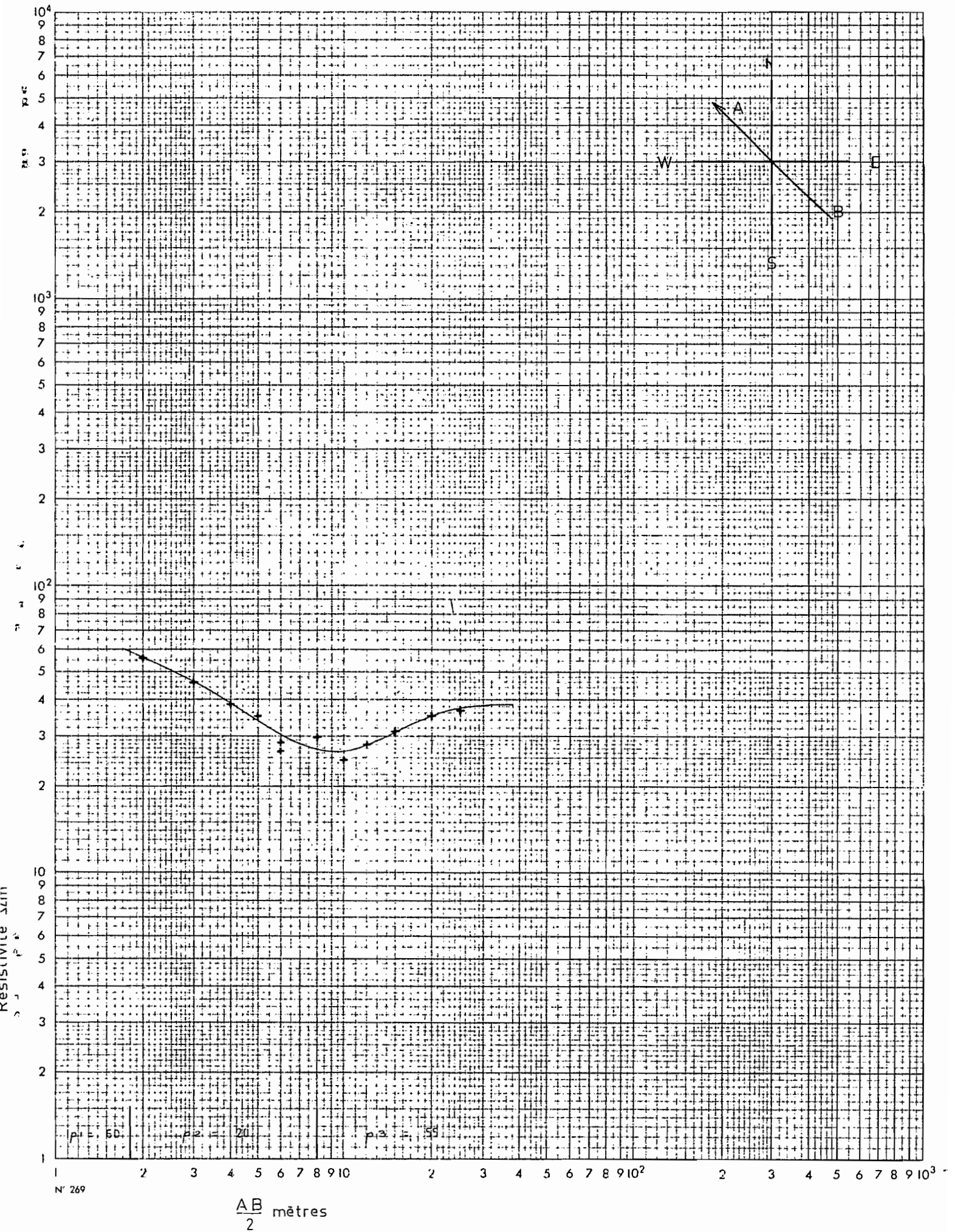
Il paraît important toutefois de signaler que pour certaines intercalations de conducteur au milieu de résistant, il serait prudent d'introduire les restrictions du principe d'équivalence. Lorsque dans une succession de couches de résistivité ρ_1, ρ_2, ρ_3 , et d'épaisseur h_1, h_2, h_3 , un terrain est plus conducteur que ses voisins, les diagrammes de sondages électriques restent pratiquement les mêmes tant que la conductance $C_2 = \frac{h_2}{\rho_2}$ de ce

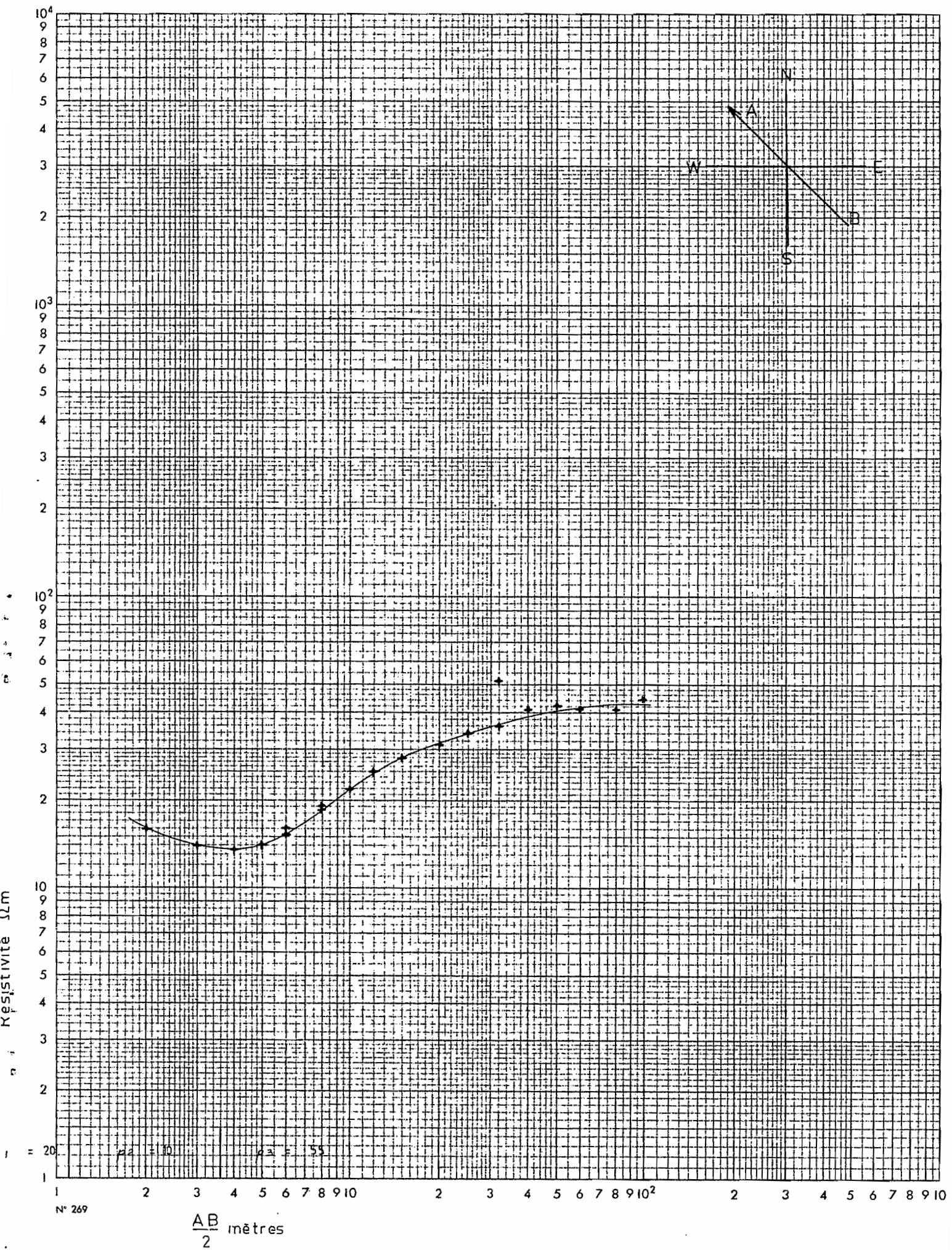
terrain reste constante, et ceci tant que sa résistance transversale reste faible par rapport à celle des deux couches encaissantes. Ce principe de l'équivalence joue un rôle fondamental dans l'interprétation des diagrammes à trois terrains (ou plus). L'indétermination de l'interprétation quantitative ne peut être levée que par la connaissance de ρ_2 , de préférence au moyen d'un sondage

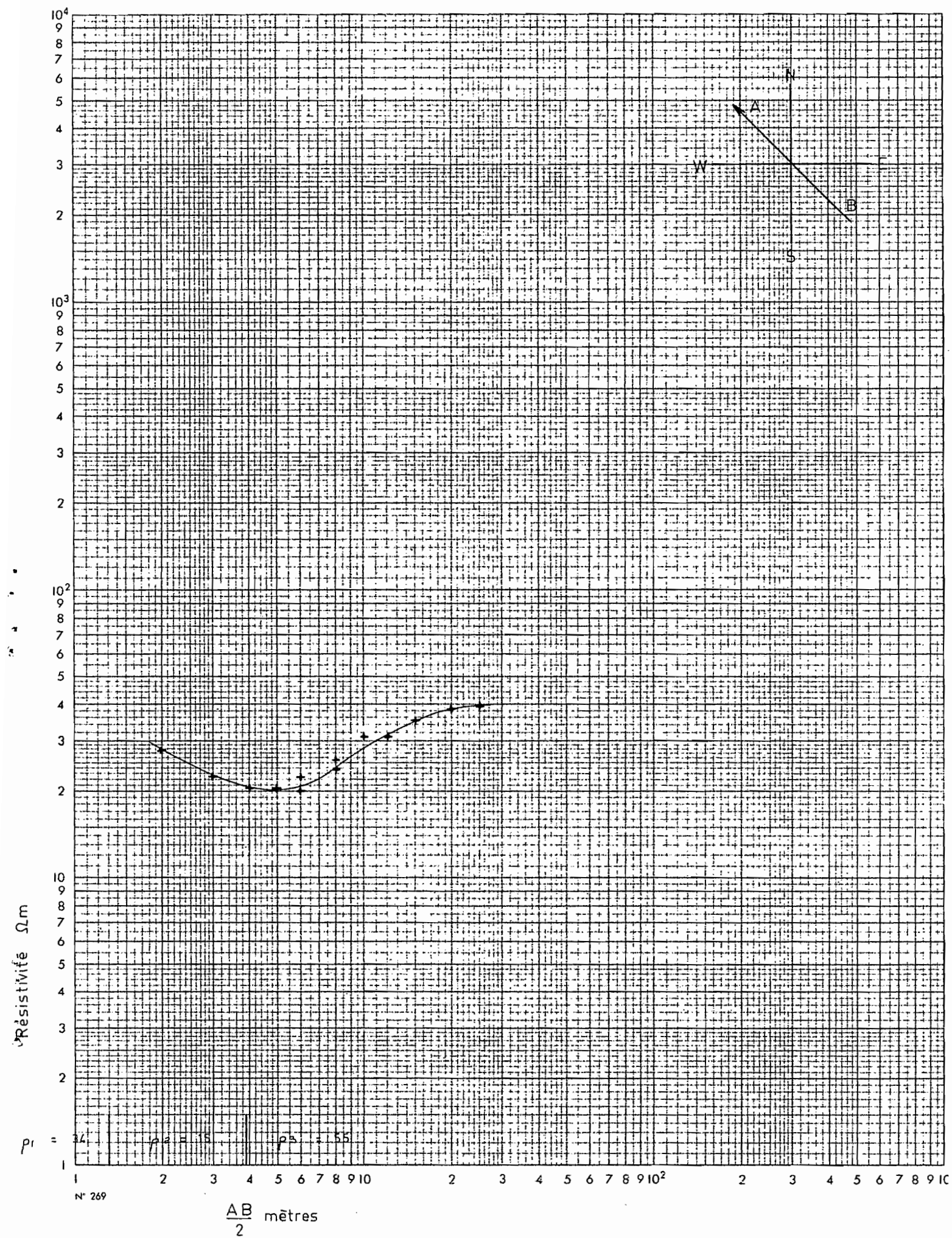
../..

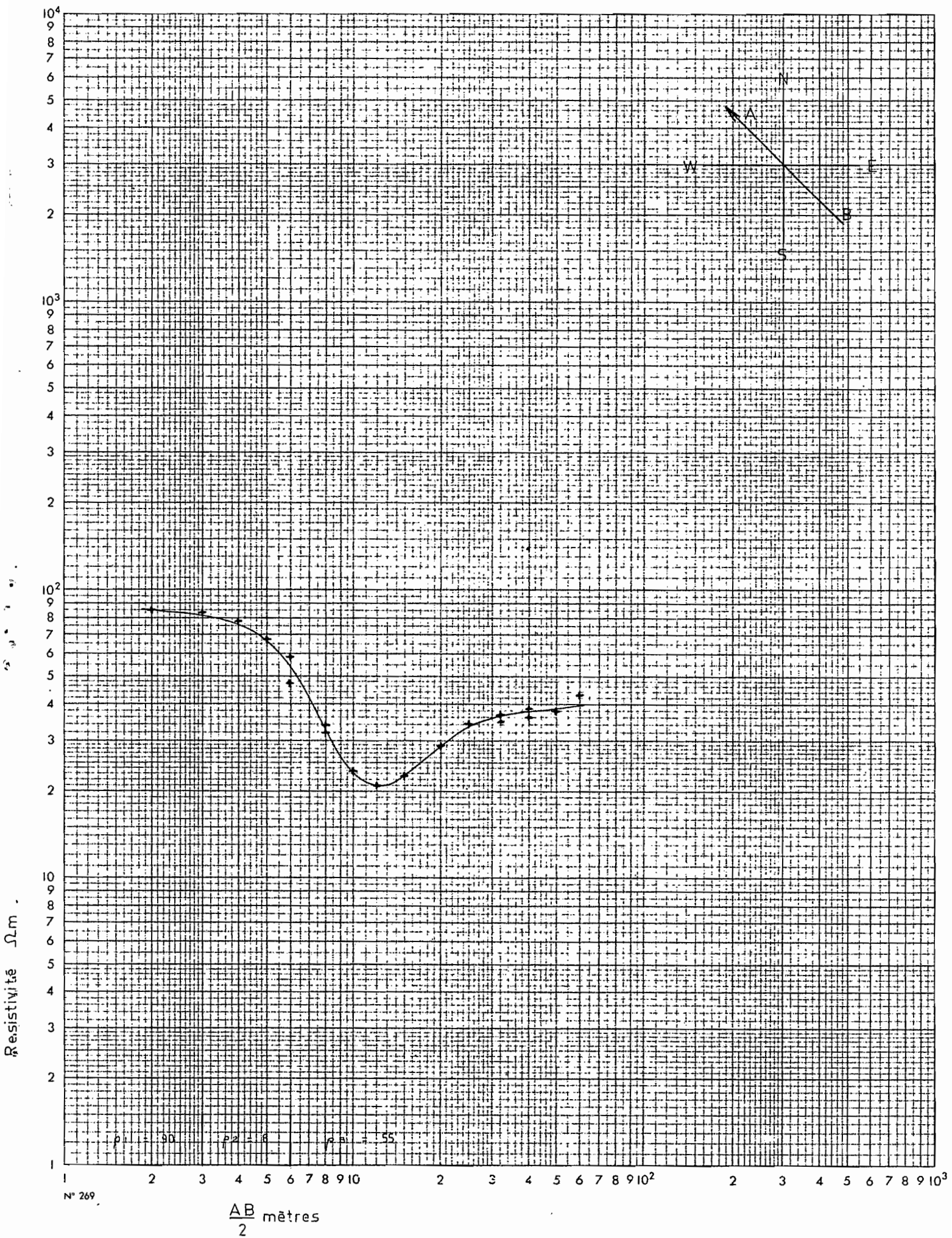


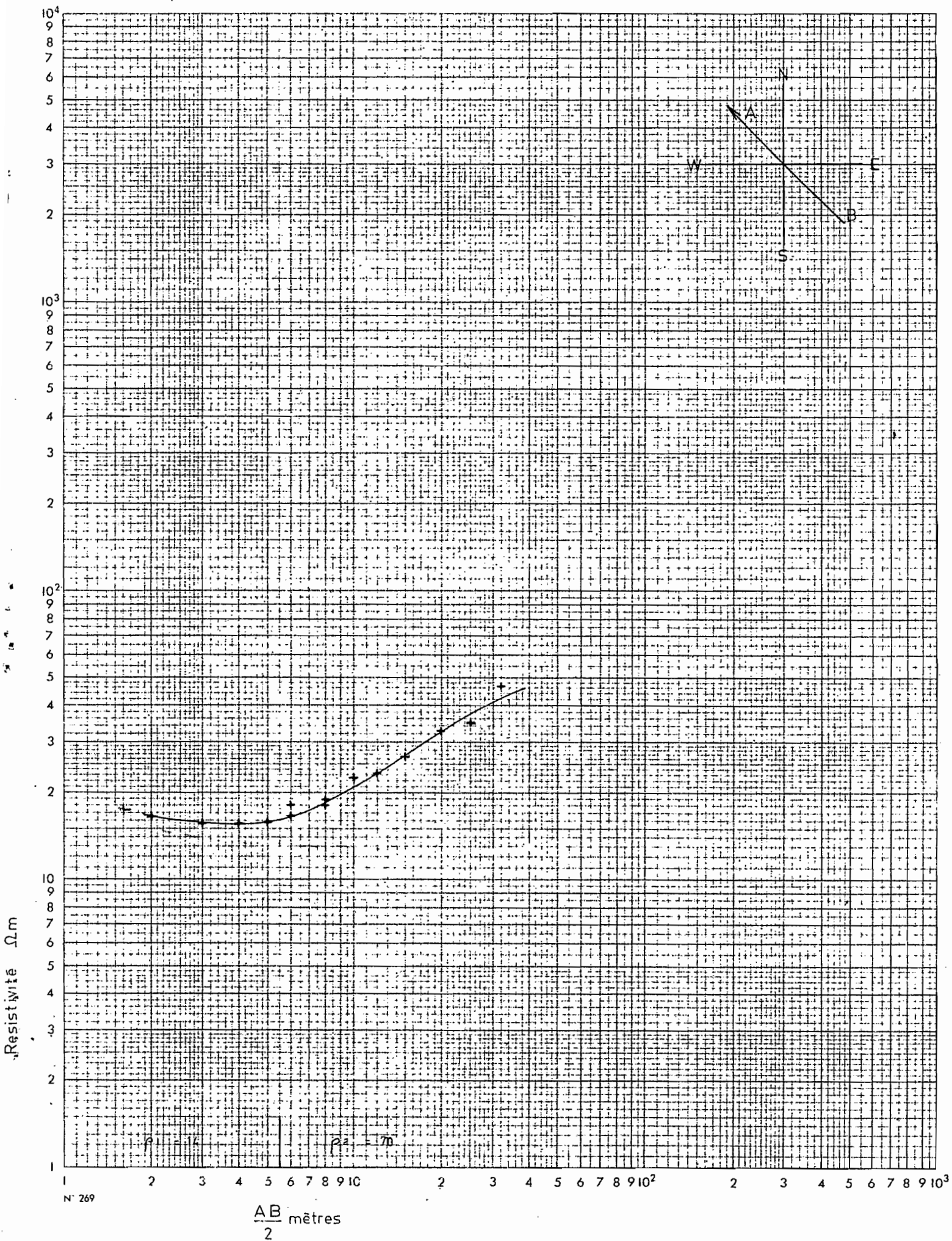


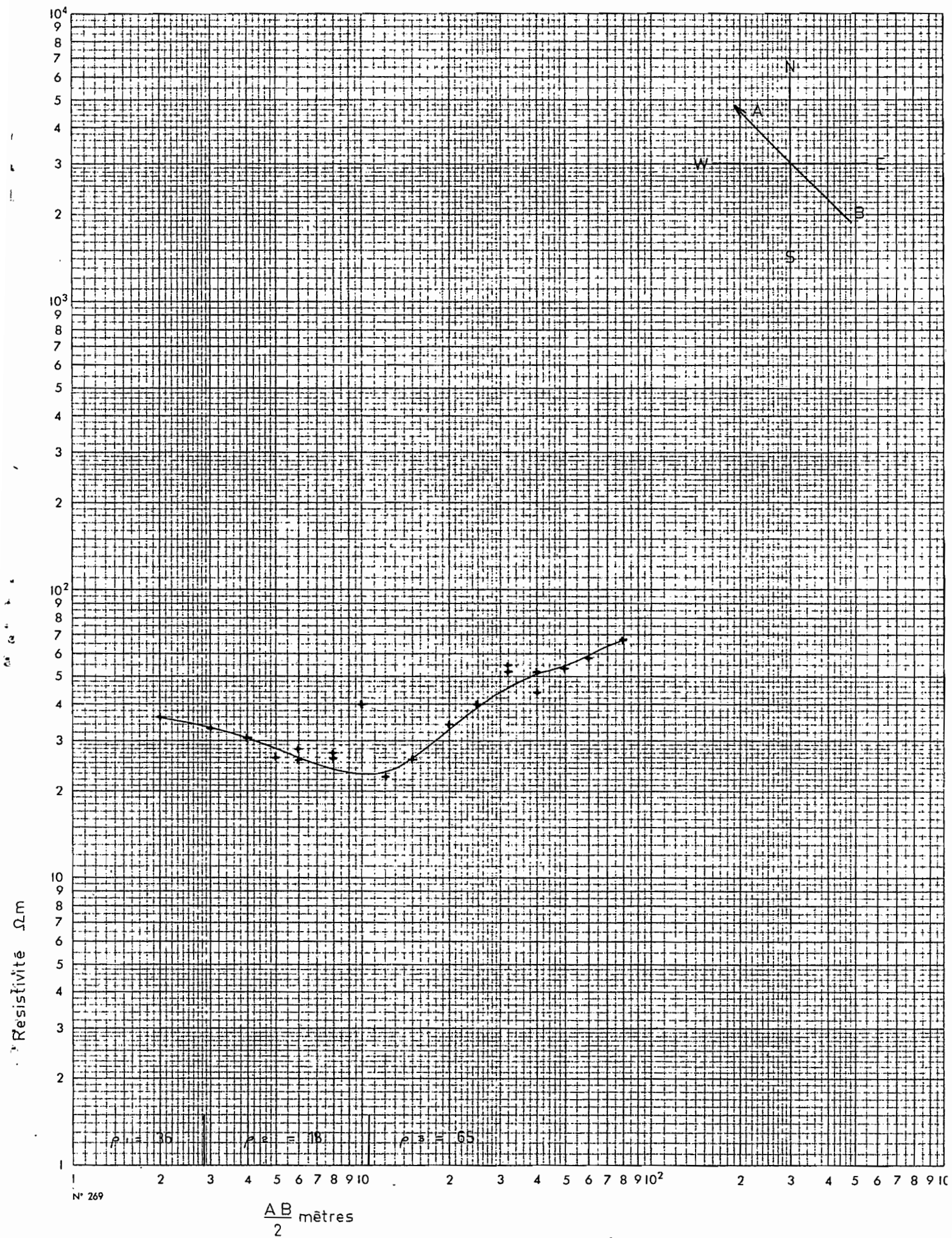


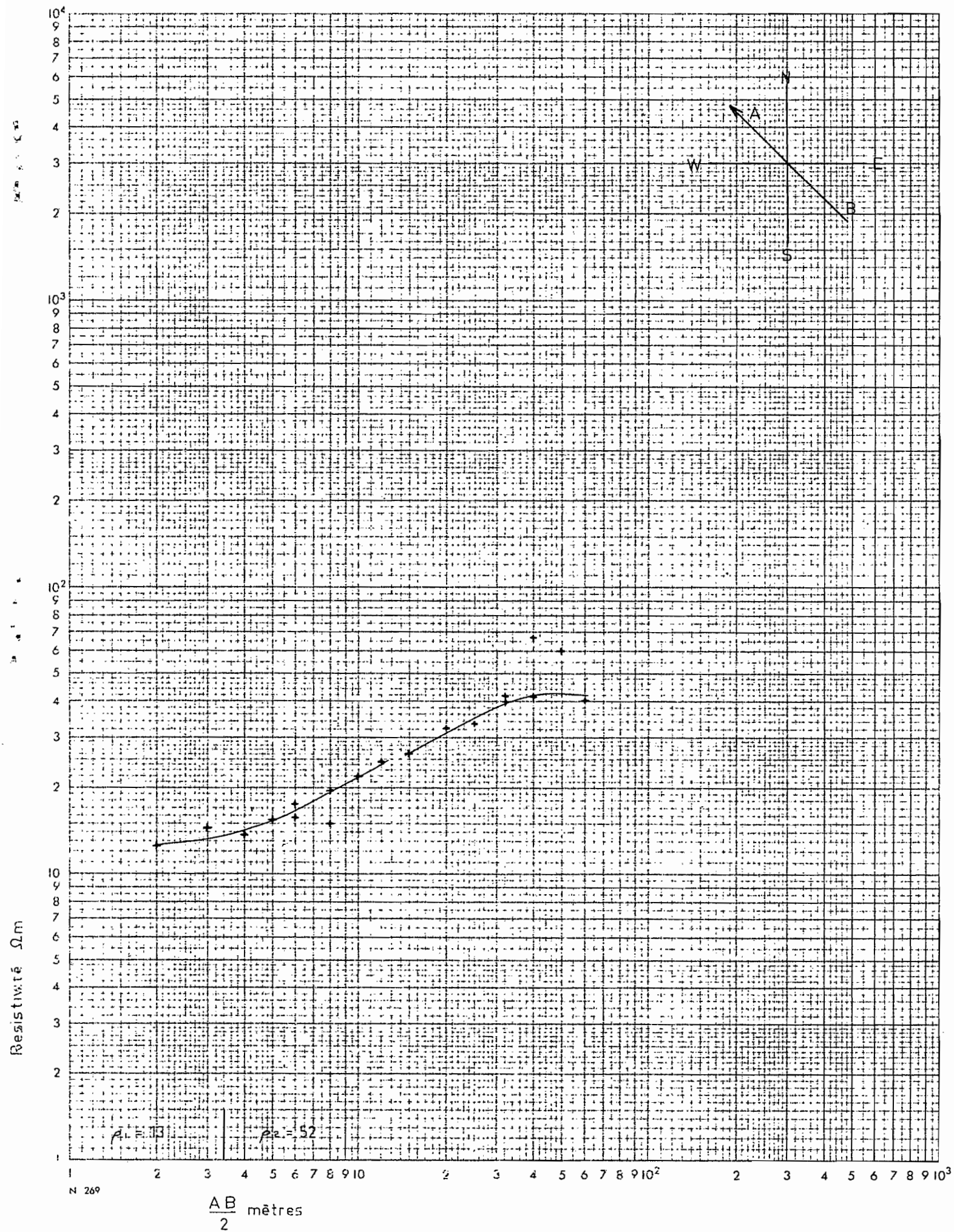


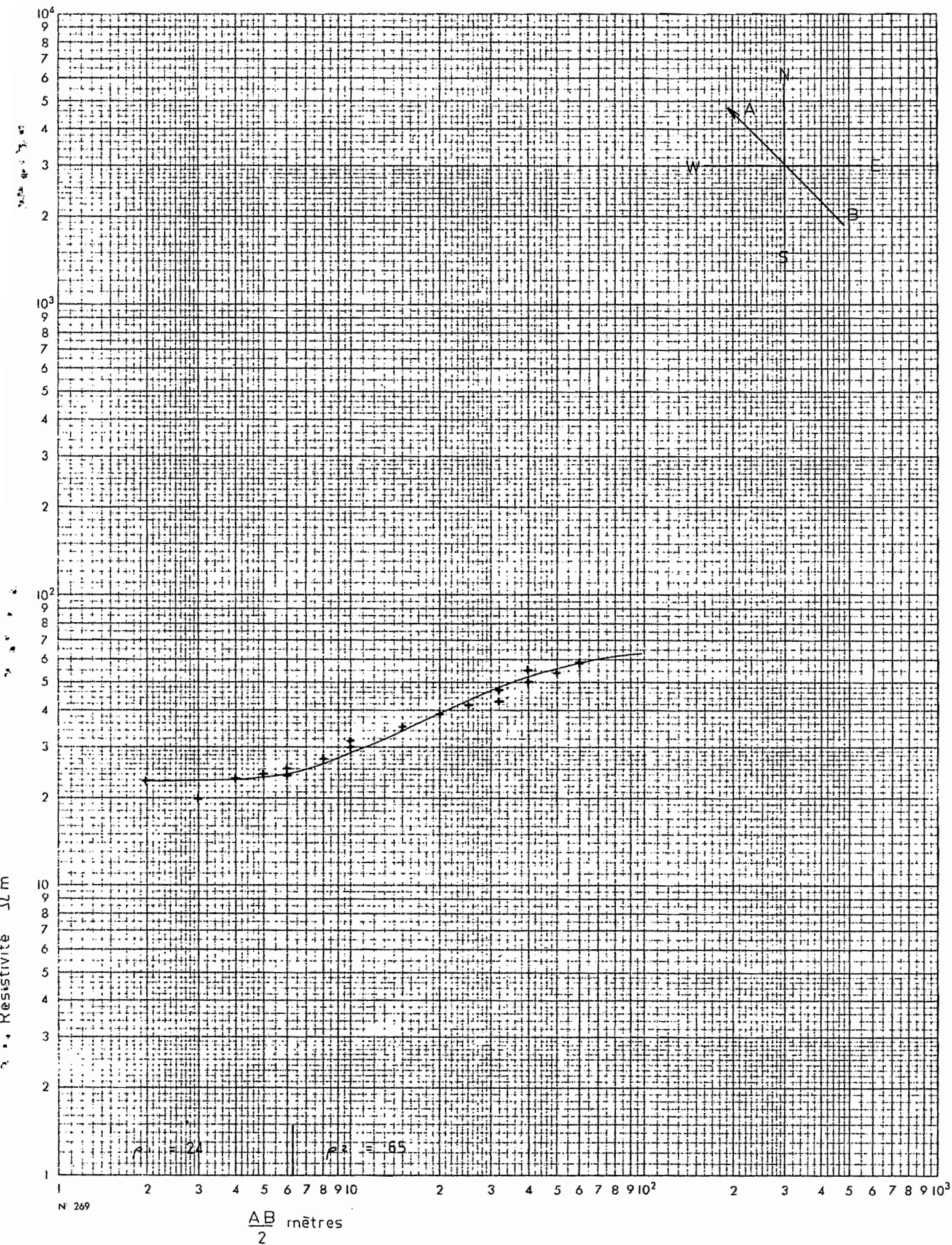






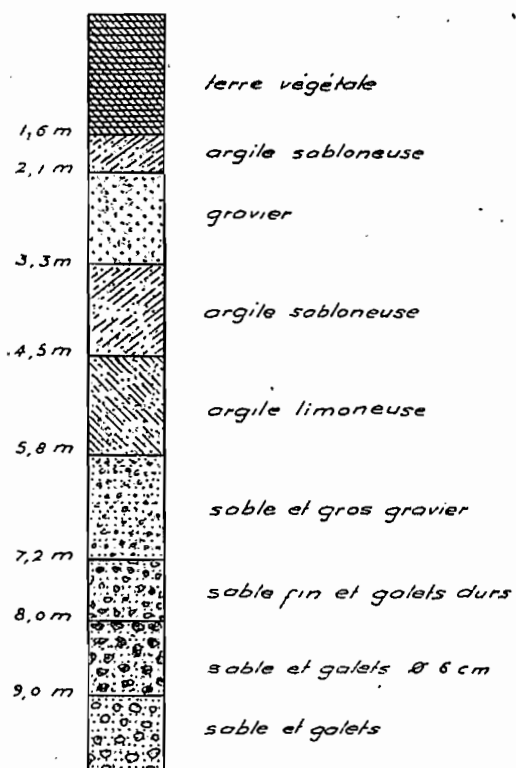




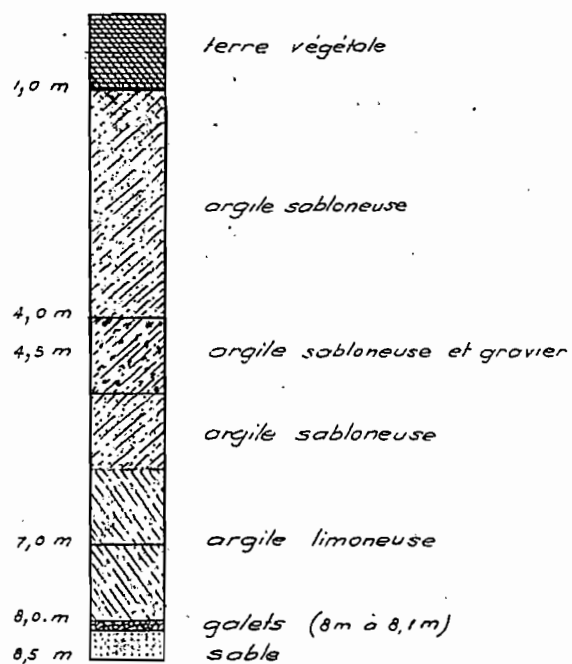


LOGS des forages

(d'après M. FROMAGER)



Puit N°3



P 1

électrique exécuté près d'un forage connu, appelé sondage électrique étalon. Dans notre cas nous avons tenu compte de toutes les informations recueillies au forage d'exploitation P-3 qui se trouve au voisinage du SE-44. Le forage P-1 situé trop loin de la zone étudiée ne présente ici aucun intérêt.

Sur chaque diagramme de sondage électrique nous avons porté les résistivités et les épaisseurs de chaque couche de terrain, ainsi que l'orientation de la ligne. Ces renseignements obtenus seront rassemblés sur une carte des résistivités et sur une carte des isobathes du substratum.

Carte des résistivités (graphiques n° 5 et n° 7)

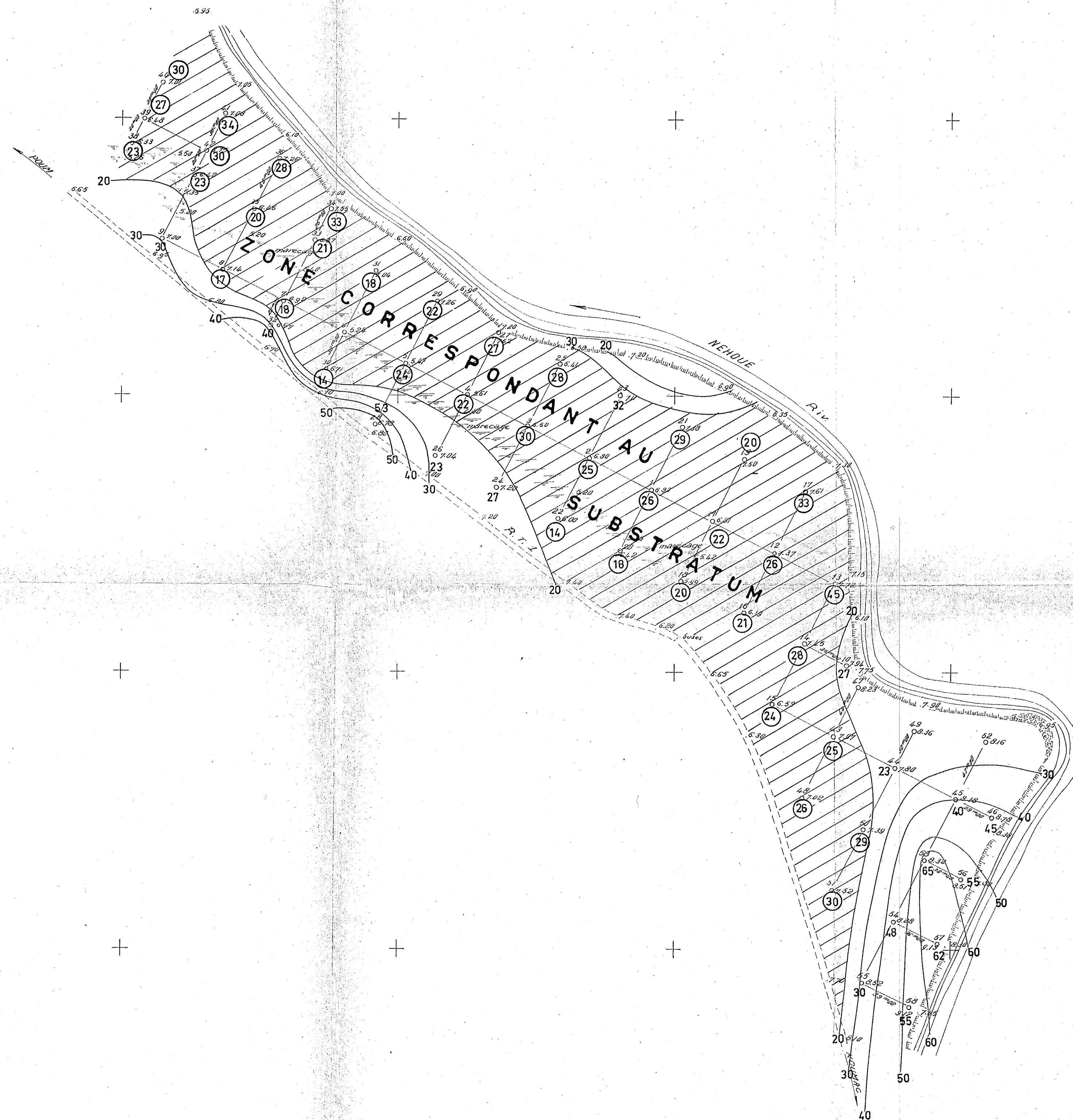
Les zones alluviales favorables à l'exploitation par forages sont des zones dont les alluvions présentent une forte perméabilité, ce qui revient en langage géophysique à rechercher les alluvions présentant une forte résistivité. Les argiles à faible perméabilité et à faible résistivité ($\approx 10 \Omega \text{m}$) constituent des couches très peu intéressantes pour des pompages, en comparaison des sables aquifères à grande perméabilité qui ont également une résistivité bien supérieures ($\approx 50 \Omega \text{ m}$ à $100 \Omega \text{ m}$).

Pour tracer une carte des résistivités, on reporte la valeur de la résistivité apparente pour une longueur de ligne donnée, en chaque point où a été effectué un sondage électrique. On obtient schématiquement par les valeurs de la résistivité, une représentation de la perméabilité des alluvions pour une profondeur donnée.

Nous avons choisi sur les diagrammes de sondages électriques la longueur de ligne sensible, c'est-à-dire que l'on se place sur la branche de la courbe qui intéresse les alluvions noyées dans la nappe. Dans notre cas ici, nous avons essentiellement des courbes en fond de bateau ; la partie qui nous intéresse correspond à la branche descendante ; la branche terminale remontante représentant le substratum. Nous avons retenu deux valeurs pour dresser les cartes de résistivités : $\frac{AB}{2} = 5 \text{m}$ et $\frac{AB}{2} = 10 \text{ m}$. Les très fortes variations

..//!!

Carte des résistivités pour $\frac{AB}{2} = 10m$

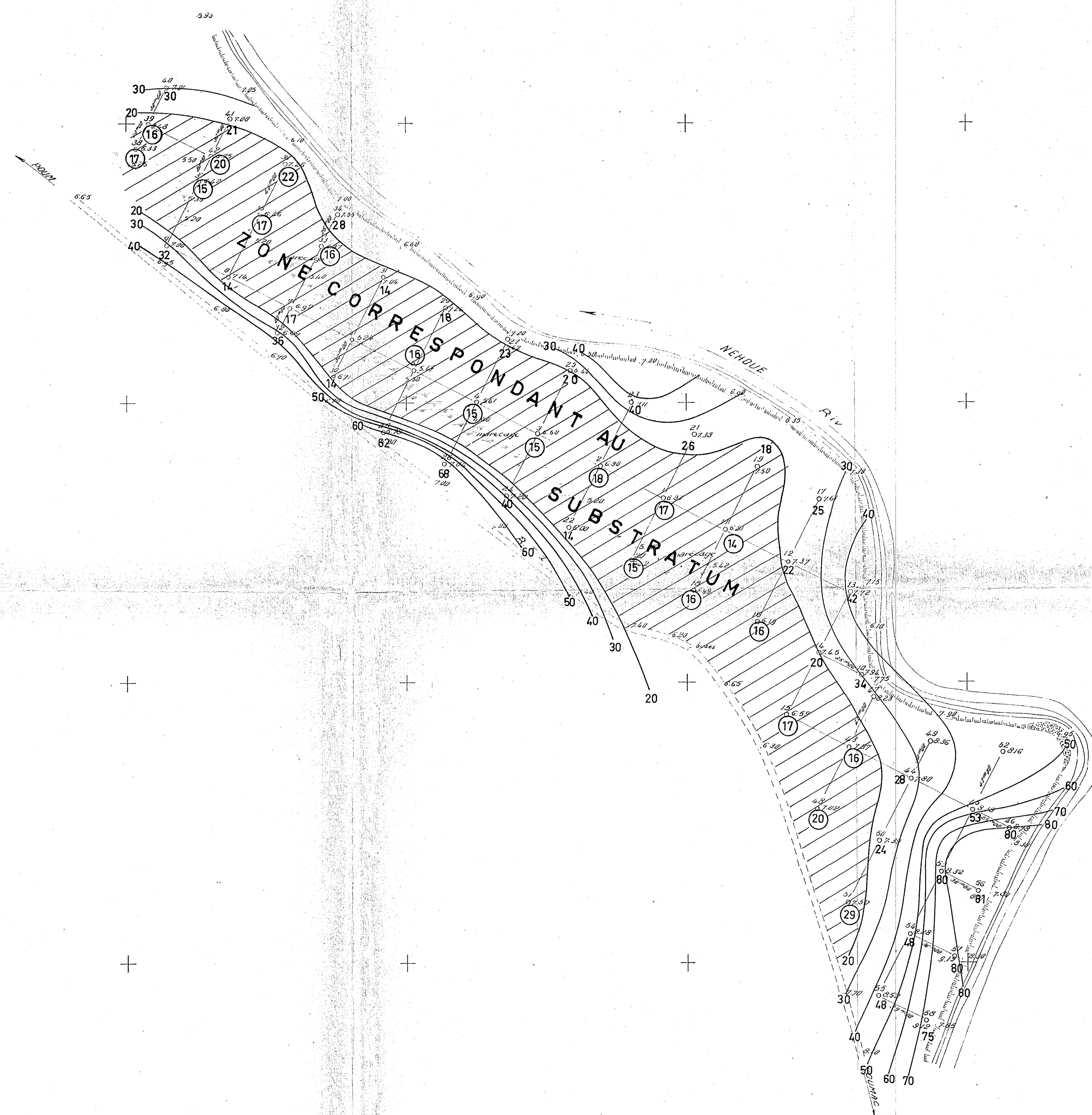


Projection UTM : $e = 0.999682$

origine des altitudes : point 11 ou B NT rattaché en nivellement indirect au niveau moyen des mers.

indécision des points de sondages côtés : $\pm 2cm$

indécision de l'implantation des points de sondages : $\pm 10cm$

Carte des résistivités pour $\frac{AB}{2} = 5m$ Projection UTM : $e = 0.999682$

origine des altitudes : point 11 ou B NT rattaché en nivellement indirect au niveau moyen des mers.

indécision des points de sondages côtés : $\pm 2cm$ indécision de l'implantation des points de sondages : $\pm 10cm$

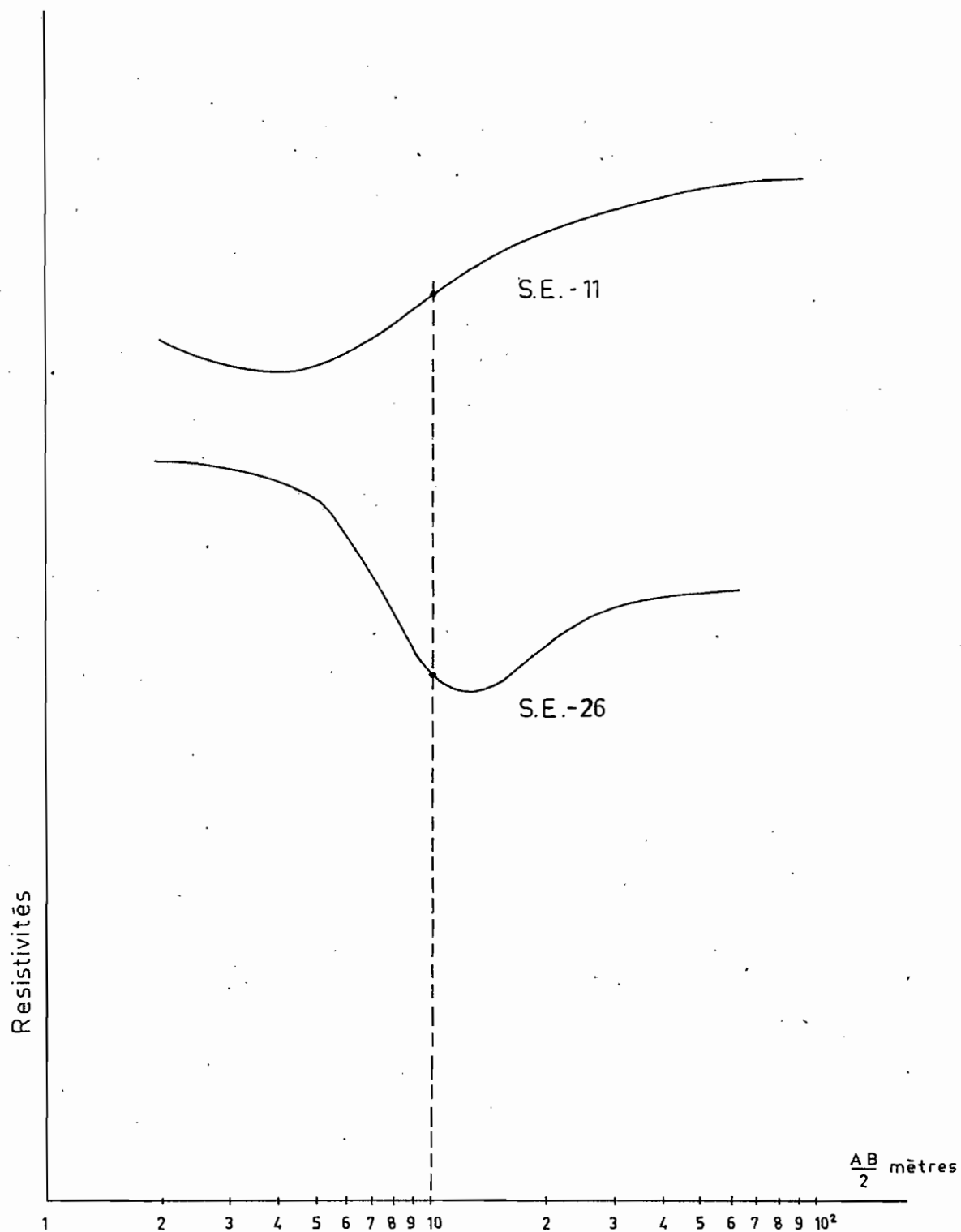
de l'épaisseur des alluvions nous ont amenés à faire une séparation artificielle pour une longueur de ligne donnée, entre les résistivités intéressant les alluvions et situées sur la branche descendante, et les valeurs des résistivités qui se trouvent pour cette même longueur de ligne sur la partie remontante d'une autre courbe : tous ces points qui correspondent à un substratum peu profond ont été englobés dans la "zone intéressant le substratum"; Nous avons représenté cette particularité par un graphique en prenant pour exemple les SE-11 et SE-26 (graphique n° 4).

Si maintenant nous examinons les cartes des résistivités pour $\frac{AB}{2} = 5$ m et $\frac{AB}{2} = 10$ m, nous pouvons remarquer trois zones essentielles, avec une superposition presque parfaite sur les deux cartes :

- la zone la plus étendue où le substratum est très peu profond a été marquée en hachurée et dénommée "zone intéressant le substratum". Les valeurs de la résistivité que nous y rencontrons entourées d'un cercle, représentent les valeurs qui se trouvent déjà sur la partie remontante du diagramme de sondage électrique. Cette zone est évidemment stérile comme l'a montré le forage P-4 qui est resté absolument sec . Les faibles résistivités apparentes rencontrées correspondent à des argiles.

- au voisinage des SE-44 et SE-53 on trouve une zone très intéressante, avec des résistivités apparentes allant de 20 Ω m à 65 Ω m. Ces résistivités correspondent à des sables argileux et des sables, mais le forage P-3 réalisé au voisinage du SE-44 a montré des graviers et des galets enrobés d'argile. Un pompage progressif a permis d'éliminer ces argiles interstitielles et d'obtenir des débits intéressants de 80 à 100 m³/heure.

- en bordure de la première zone, autour des SE-9 et SE-28, on trouve une bande étroite à résistivités plus élevées qu'il serait intéressant de prospecter plus largement.



Carte des isobathes du substratum



Projection UTM e 0.998692

origine des altitudes point 11 ou B NT rattaché en nivellement
indirect au niveau moyen des mers.

indécision des points de sondages côtes ± 2 cm

indécision de l'implantation des points de sondages ± 10 cm

Carte des isobathes du substratum (graphique n° 8)

L'interprétation des diagrammes de sondages électriques en nous calant sur le forage P-3, nous a permis d'établir la profondeur du substratum et de dresser une carte des isobathes. Les valeurs indiquées sur la carte correspondent à la cote topographique du substratum par rapport au niveau moyen des mers. On retrouve les zones précédentes :

- la zone correspondant au substratum forme un seuil topographique qui sépare une sorte de cuvette allongée du lit actuel de la Néhoué. Le recouvrement alluvionnaire y est très épais puisqu'il est seulement de 3 à 4 m à certains endroits, et l'on comprend encore mieux pourquoi le forage P-4 est resté sec.

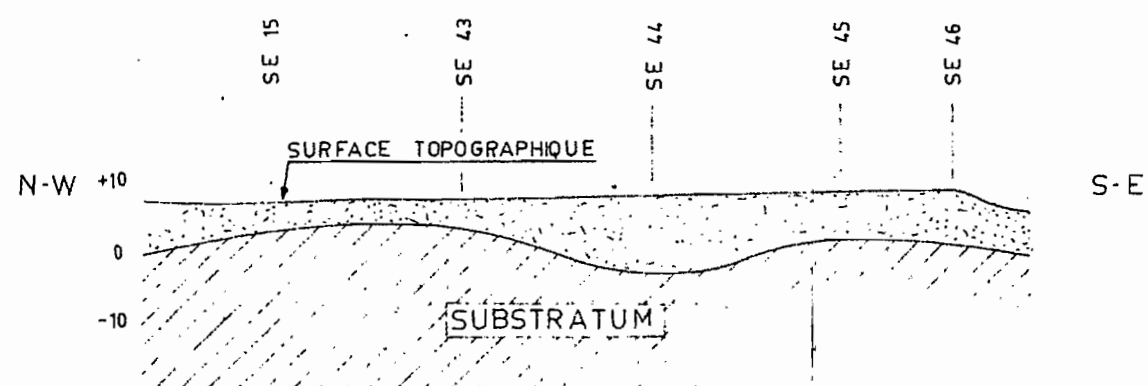
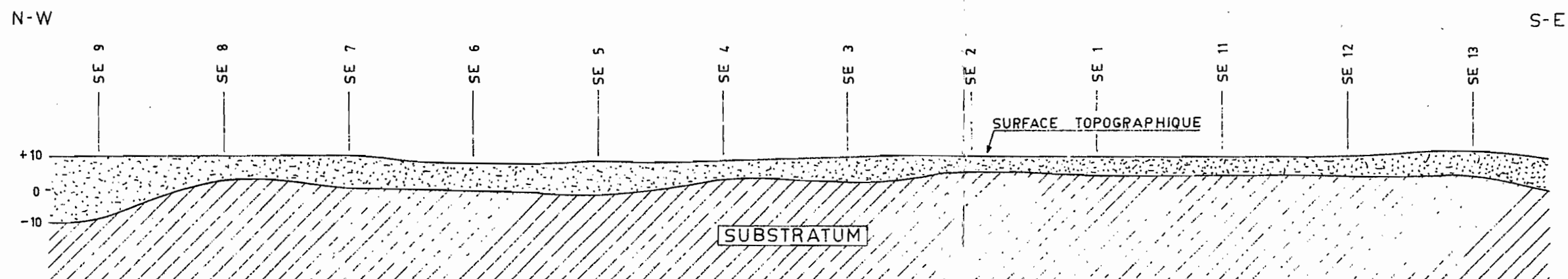
- la cuvette allongée qui borde le seuil avec un remplissage de 11 à 14 m d'épaisseur.

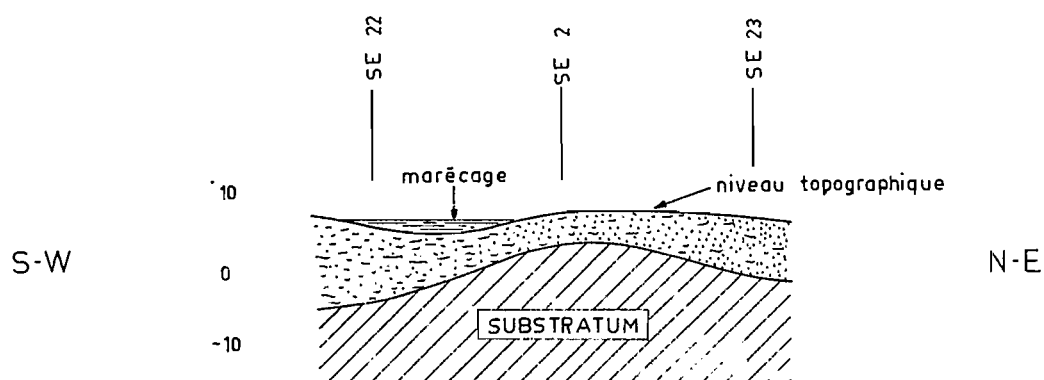
- une zone amont au voisinage du forage P-3 où le substratum est nettement plus profond par rapport au seuil, puisque le recouvrement alluvionnaire plus grossier atteint 14 m d'épaisseur.

La grande épaisseur des alluvions et leur perméabilité élevée font de cette dernière zone un site favorable pour l'exploitation de la nappe.

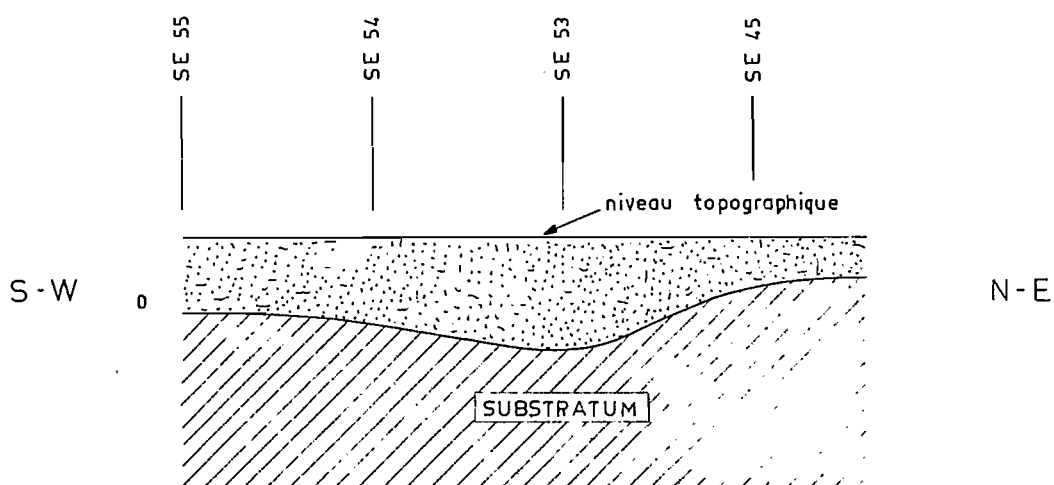
Profils dans la zone étudiée (graphiques n° 9 et N° 10).

Afin de donner une meilleure représentation des variations de la profondeur du substratum, nous avons tracé un certain nombre de profils parallèles (A, B) et perpendiculaires (C, D) au seuil formé par ce substratum.

Profil A**Profil B**



Profil C



Profil D

C O N C L U S I O N S

La prospection électrique a pu répondre parfaitement aux deux problèmes posés :

- l'épaisseur des alluvions de la vallée nous est donnée en chaque point de mesures par la différence entre la cote topographique de la surface du sol et la cote du toit du substratum phanérotique. Nous voyons qu'il existe de grandes zones où le recouvrement n'atteint que 3 à 4 m d'épaisseur, à côté de certaines plus privilégiées où nous obtenons jusqu'à 14 m. L'épaisseur moyenne rencontrée est donc faible.

- les zones favorables correspondent à des zones à forte perméabilité, donc à résistivité élevée. Nous voyons que ces zones sont très réduites et se ramènent pratiquement à la zone définie autour des sondages électriques SE-44 et SE-53, et à la bande allongée qui suit le seuil.

Si maintenant nous nous intéressons à l'exploitation, il est nécessaire de tenir compte à la fois d'une épaisseur suffisante et d'une perméabilité importante. Dans ce cas, les zones d'exploitation se présentent comme des chenaux plus ou moins ramifiés, correspondant probablement à d'anciens lits de la Néhoué, séparés les uns des autres par des seuils stériles. La nappe ainsi canalisée, pourrait expliquer les forts débits relevés.

Pour ces raisons, les zones favorables à l'exploitation se ramènent à celles qui ont été citées précédemment :

- la zone des sondages électriques SE-44 et SE-53 qui se trouve au voisinage du forage P-3.

- la bande allongée qui longe le seuil au niveau des sondages SE-9, SE-28, SE-22 et qu'il conviendrait de préciser par une prospection de l'autre côté de la Route Territoriale N° 1.

../..

Cette première étude des alluvions de la basse vallée de la Néhoué nous montre que des possibilités d'utilisation de la nappe par pompage existent, mais qu'en raison du caractère particulier des zones d'exploitation sous la forme de chenaux ramifiés une extension de la région étudiée semble nécessaire pour faire le calcul des réserves de la nappe.