

UNIVERSITÉ DE BRETAGNE
OCCIDENTALE



HYDROGÉOLOGIE

NO40 - FAI-E

182238
193178

Contrat IFREMER-UBO
95 2 4314 17 DEL
du 20 décembre 1995

"Etude du Bassin de Douarnenez.
Périmètre expérimental de Kerveldréach.
Etude de l'organisation des aquifères
par prospection électrique."

RAPPORT FINAL 1996

Décembre 1996

NO40
FAI-E

IFREMER-DERO/EL



0EL02590

J.P. FAILLAT
L. SOMLETTE
T. SICARD

FICHE DE PRESENTATION

à la commission de certification du service fait

Contrat n° : 95-2-431417

Date de remise du rapport : mars 1997

Lieu de consultation du rapport : Rapport joint et chez le chef de projet

Nom du Chef de projet : Michel MERCERON (DEL/EC)

Mise en évidence de l'intérêt scientifique :

Le facteur limitant la prolifération des algues vertes est l'ion nitrate, dont le flux à la mer dépend fortement de sa circulation sur le bassin versant. Cette circulation peut être superficielle ou profonde. Dans ce dernier cas (domaine de l'hydrogéologie), le nitrate est éventuellement soumis à une réduction sous forme gazeuse, allégeant d'autant le flux polluant véhiculé ensuite par le cours d'eau. Que le flux souterrain de nitrate soit dénitrifié ou non, il est fondamental de connaître la vitesse de son cheminement. Sur le bassin versant du Kerharo (baie de Douarnenez), un site atelier d'hydrogéologie a été choisi pour ce type d'étude (Kerveldreac'h). Un préliminaire consiste à connaître la structure de l'aquifère et les orientations de fracturation conditionnant les sens préférentiels d'écoulement. C'est l'objet de cette étude.

Mise en évidence des résultats obtenus :

Pour connaître la géométrie de l'aquifère, la propagation de l'électricité est un moyen approprié car sensible aux différentes anisotropies de la roche. Elles peuvent correspondre à la stratification, la schistosité et la fracturation. D'où l'utilité d'une confrontation des mesures à la géologie du site.

Sur le site atelier de Kerveldreac'h, trois méthodes ont été conjointement utilisées : traînés et sondages électriques et sondages carrés. Les résultats sont concordants et mettent en évidence trois directions. L'anisotropie N 110° correspondrait à une schistosité de fracture présente dans l'ensemble des terrains ou à une différenciation lithologique faisant alterner grès et argiles (rubannement tectonique probable). Les anisotropies N 135° et N 170° environ semblent correspondre à des fracturations aquifères localisées.

Visa du Chef de Projet

DEVIS

Année 1995

RAPPEL CONCERNANT L'ETUDE OBJET du DEVIS :

Dans le Contrat de Plan Etat-Région de Bretagne 1994-1998 a été mis en place un programme d'étude sur un bassin versant pilote en baie de Douarnenez, dont certaines plages voient tous les ans des proliférations d'algues vertes. Le rôle du laboratoire d'hydrogéologie y est de comprendre la façon dont se font les transferts souterrains de nitrates et de suivre leur évolution pendant l'application de mesures correctives d'ordre agricole et domestique.

Le transfert des polluants dans les milieux souterrains se produit avec plus ou moins de rapidité. L'observation des effets d'une pollution ou d'une mesure de correction prendra plus ou moins de temps pour se manifester dans les cours d'eau d'une façon significative (plusieurs années, éventuellement). De ce fait, pour saisir les prémices de toute évolution, et aussi pour mieux connaître le contexte hydrogéologique dans lequel l'ensemble des études se feront, il a été réalisé un périmètre expérimental de contrôle et de mesure (laboratoire hors-mur) équipé de forages en réseau dense, disposés à l'endroit et suivant le dispositif le plus approprié (compte-tenu des contraintes socio-agricoles...).

Le choix de l'emplacement du périmètre a été précédé d'une étude hydrogéologique étendue à l'ensemble du bassin versant sélectionné. Cette façon de procéder du général au particulier permettra d'évaluer la représentativité des mesures et des conclusions obtenues sur ce site.

REALISATION et PERSPECTIVES :

La première campagne de forage (août 1995) a permis la réalisation de 4 forages de 35 à 55 m et de 6 piézomètres de 13 à 22m, distants entre eux de 5 à 60m dans un même site - les deux sites étant éloignés l'un de l'autre de 400 m - qui viennent s'ajouter à 2 puits et 2 forage préexistants dans le périmètre ou à proximité, ainsi que 11 drains (0,5 à 1m de profondeur) dont les 2 plus pérennes sont suivis (assèchement de la totalité à la fin de la plupart des étés). Les faibles distances entre ouvrages devraient permettre une bonne visualisation en 3D des phénomènes et la réalisation d'essais significatifs (milieu discontinu, hétérogène et anisotrope). Le lieu d'implantation a été choisi en fonction de critères hydrogéologiques, géophysiques, environnementaux et surtout socio-économiques. Un suivi détaillé des forages et piézomètres a été réalisé en cours d'exécution. Chacun d'eux est testé hydrauliquement et diagraphiquement et fait l'objet de mesures en continu des niveaux et des paramètres chimiques et physico-chimiques.

Des expériences de traçage artificiel seront réalisées avec la collaboration de l'Universités de Poitiers pour évaluer les vitesses de transit des contaminants.

PERSONNEL PARTICIPANT de l'ISAMOR :

Monsieur J.P. FAILLAT, Professeur (20%)

Monsieur L. SOMLETTE, Doctorant (100%), sur financement Contrat de Plan Etat-Région de Bretagne.



Plouzané, le 18/2/97

Monsieur Michel MERCERON
DEL
IFREMER

Cher Collègue,

Voici, anti-dated(!),
les rapports oubliés, ainsi qu'un
document qui peut t'intéresser.

Très cordialement,

J. Faillat

AVANT-PROPOS

Ce rapport expose un aspect des études hydrogéologiques réalisées dans le périmètre expérimental de Kerveldréach, dans le cadre du Programme "Bassin versants et transmission des pollutions au littoral". D'origine essentiellement agricole, les nitrates sont responsables de la prolifération d'algues vertes sur le littoral breton, ce qui a pour effet de provoquer des marées vertes. Depuis fin 1994, le bassin versant côtier du Kerharo est le siège d'une étude pluridisciplinaire visant à établir les modalités de transfert de cet ion, et à proposer des mesures afin de remédier à ses teneurs excessives. Un périmètre expérimental a été créé sur l'exploitation agricole de Kerveldréach, commune de Ploeven, dans le but d'évaluer, en particulier, le rôle des eaux souterraines et de suivre leur évolution. La connaissance de l'organisation (géométrie) des formations aquifères (altérites, schistes gréseux fissurés du briovérien) est nécessaire à la compréhension des phénomènes intervenant dans la distribution des nitrates dans les eaux souterraines. L'approche méthodologique et les résultats présentés ici concernent une étude géophysique par prospection électrique destinée à évaluer le degré d'hétérogénéité et d'anisotropie hydraulique du milieu fissuré.

Cette étude a permis la réalisation d'un Travail d'Étude et de Recherche d'un étudiant de Maîtrise des Sciences de la terre de l'UBO en 1995-1996, M. T. SICARD.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS

| | |
|--|---------|
| <u>1- INTRODUCTION</u> ----- | page 3 |
| <u>2- ETAT DES CONNAISSANCES SUR LES METHODES EMPLOYEES</u> ---- | page 4 |
| <u>2-1 Introduction</u> ----- | page 4 |
| <u>2-2 Traîné électrique</u> ----- | page 4 |
| <u>2-3 Sondage électrique</u> ----- | page 5 |
| <u>2-4 Sondage carré</u> ----- | page 6 |
| <u>3- CONTEXTE GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE</u> ----- | page 10 |
| <u>4- RESULTATS</u> ----- | page 13 |
| <u>4-1 Traînés électriques</u> ----- | page 13 |
| <u>4-2 Carrés</u> ----- | page 18 |
| <u>4-3 Sondages électriques verticaux</u> ----- | page 21 |
| <u>5- INTERPRETATION</u> ----- | page 24 |
| <u>5-1 Relations traînés/carrés : site 2</u> ----- | page 24 |
| <u>5-2 Relations traînés/carrés : site 1</u> ----- | page 28 |
| <u>5-3 Sondages électriques verticaux et leur relations avec les traînés</u> ----- | page 28 |
| <u>6- CONCLUSION</u> ----- | page 31 |
| <u>7- BIBLIOGRAPHIE</u> ----- | page 32 |

ANNEXES

1- INTRODUCTION

Le but de ce travail d'étude et de recherche est d'utiliser un outil géophysique, en l'occurrence des méthodes électriques, pour apprécier la géométrie d'un aquifère fissuré. La propagation de l'électricité est sensible aux différentes anisotropies de la roche. Ces anisotropies peuvent correspondre à la stratification, la schistosité ou la fracturation. Il faut donc ensuite interpréter les résultats en essayant d'être en cohérence avec la géologie connue du site.

Le terrain étudié correspond à un périmètre expérimental qui s'inscrit dans l'ensemble d'une étude sur le bassin versant du Kerharo en baie de Douarnenez (*figure 1*). On veut connaître dans ce bassin le mode de transfert des eaux souterraines principales causes des fortes teneurs en nitrates des cours d'eau et qui engendrent de ce fait des proliférations d'algues vertes sur les plages voisines.

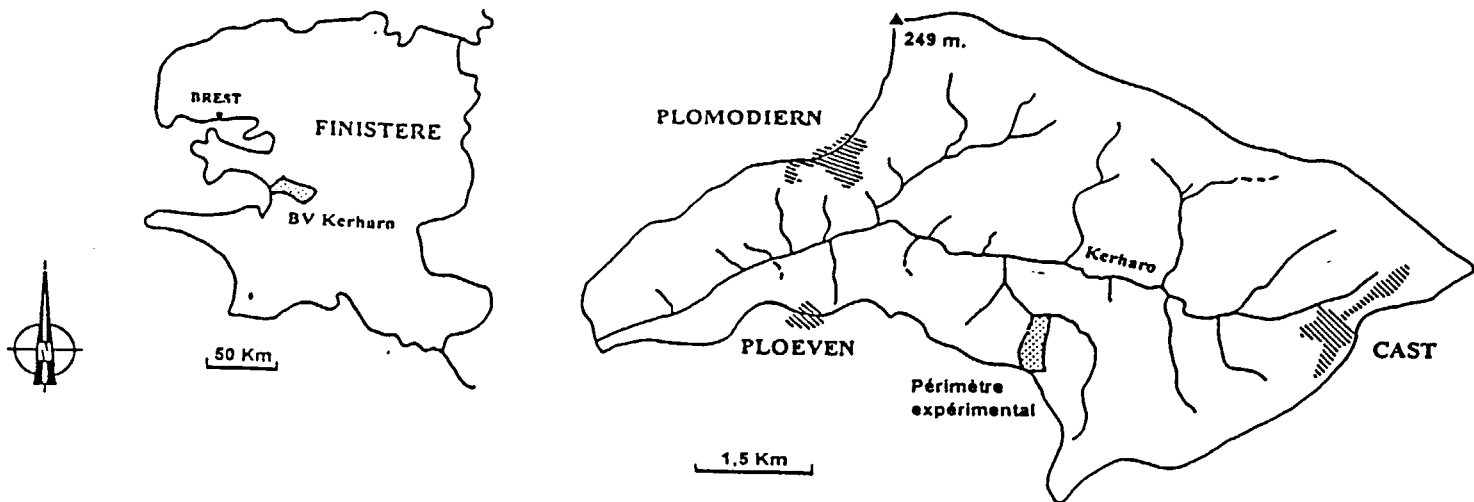


figure 1 : Situation du périmètre expérimental de Kerveldreac'h

(d'après J.P. FAILLAT et L. SOMLETTE, 1995)

Dans un premier temps seront examinées les différentes méthodes électriques utilisées pour les mesures. Cette partie sera suivie par la présentation du cadre géographique et géologique de l'étude. La troisième partie présentera les résultats des applications pour les trois techniques utilisées et sera suivie par une quatrième partie consacrée à l'interprétation de ces résultats.

2- ETAT DES CONNAISSANCES SUR LES METHODES EMPLOYEES

2-1 Introduction

Les méthodes électriques reposent sur l'étude de la circulation d'un courant dans le sol et le sous-sol et font intervenir par conséquent les contrastes de résistivité électrique des roches.

Pour notre recherche, deux techniques très classiques ont été utilisées, ce sont les *profils* (traîné) et les *sondages électriques* de type Schlumberger appuyés par une méthode moins courante que sont les *sondages carrés*. Les profils et les sondages électriques sont des méthodes qui ont été abondamment traitées et utilisées et dont on connaît bien les performances pour la recherche en eau. Ces méthodes apparaissent dans des traités assez anciens (ASTIER 1971) et aussi dans des traités (TELFORD, 1976; MEYER DE STADELHOFEN, 1991) et des publications plus récentes (BERNARDI et MOUTON 1980, LOUIS 1992) car elles sont encore très utilisées. Le sondage carré est une technique, quant à elle, moins généralisée et qui est toujours en voie d'amélioration.

Dans cette partie, nous exposerons donc rapidement les deux premières techniques puis nous verrons plus en détail l'état des connaissances pour les sondages carré, au regard de quelques études antérieures.

2-2 Traîné électrique

Généralités

Cette technique permet de mesurer la résistivité apparente du sol sous-jacent pour une profondeur d'investigation relativement constante. La méthode permet de mettre en évidence rapidement les anomalies conductrices qui peuvent présenter un certain intérêt hydrogéologique.

Les valeurs très élevées de la résistivité apparente indiquent souvent la présence de la roche compacte à faible profondeur. Tandis que les valeurs basses traduisent une profondeur plus élevée. Or on sait que l'épaisseur des altérites est souvent associée à une zone plus fissurée.

La méthode est rapide mais peu précise, permettant essentiellement d'éliminer les zones très résistantes stériles et de reconnaître les zones de forte altération argileuse.

Ce qui précède est surtout valable en milieu granitique. En milieu schisteux, l'interprétation est moins évidente et sera détaillée dans cette étude.

Mise en œuvre

Les mesures sont effectuées par un dispositif Schlumberger de longueur invariable qui est déplacé le long de profils à étudier. Le courant est injecté dans le sol par 2 électrodes (A et B). La différence de potentiel créée par le passage de ce courant dans les terrains sous-jacent est mesurée par deux autres électrodes (M et N) pour permettre ensuite de calculer la résistivité apparente " ρ_a " du volume de terrain sondé. Pour cette prospection ont été choisies une longueur de 50 m pour AB et de 10 m pour MN, soit une profondeur d'investigation d'environ 10 m.

$$\rho_a = (\Delta V / I) * K \quad \text{où } K \text{ dépend de la géométrie du dispositif.}$$
$$K = 2\pi / ((1/AM) - (1/BM) - (1/AN) + (1/BN))$$

ici $\rho_a = (\Delta V / I) * 188,5$

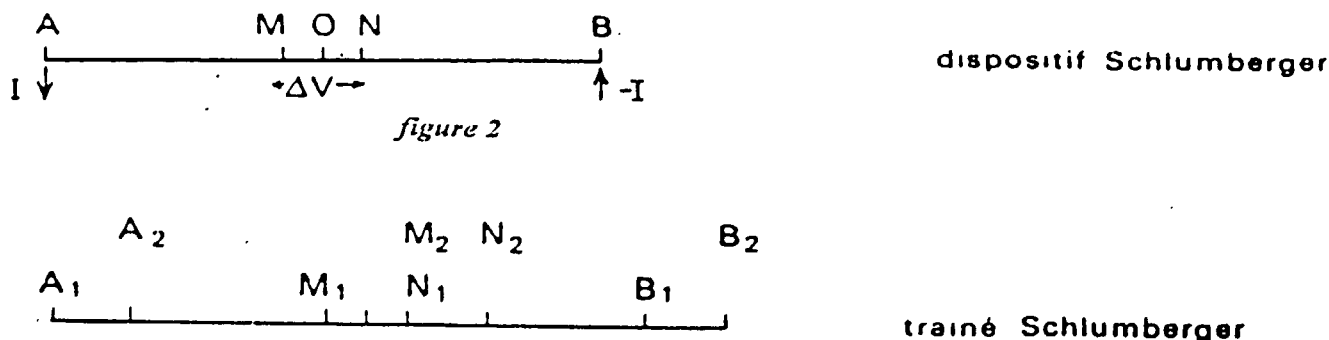


figure 3 : Type de dispositifs utilisés pour les profils électriques.

Interprétation

A l'aide de plusieurs profils on obtient facilement une carte de résistivités apparentes en traçant les courbes d'isorésistivité. Il est alors possible de repérer les axes d'anomalies.

Pour l'interprétation plusieurs caractères des anomalies peuvent être pris en considération :

- la largeur (distance entre les points d'inflexion de l'anomalie)
- la résistivité minimum
- le contraste de résistivité (rapport de la résistivité apparente de l'encaissant à la résistivité apparente du maximum).

Ces critères doivent donc permettre d'identifier les zones de fractures pour ainsi définir les directions principales de fracturation.

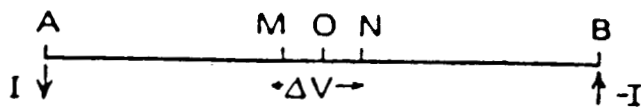
2-3 Sondage électrique

Généralités

Le but du sondage électrique est d'apprécier la résistivité spécifique (résistivité vraie) et l'épaisseur des différents milieux présents sous la surface. A l'inverse du traîné, sensible aux variations latérales de la qualité électrique du sous-sol, le sondage électrique apporte des informations quantitatives à la verticale du point de mesure.

Mise en œuvre

On obtient un sondage électrique de type Schlumberger en effectuant une succession de mesures avec un dispositif d'émission AB de longueur croissante. A et B sont écartés progressivement de part et d'autre des électrodes de potentiel M et N et du point central O (*figure 4*). Cette façon de procéder fait passer la majeure partie du courant dans un volume du sous-sol de plus en plus grand et accroît progressivement la profondeur d'investigation qui dépend de la longueur AB. Les longueurs maximales de la ligne AB sont de 200 m pour les 7 sondages électriques, ce qui permet une profondeur d'investigation de 25 à 50 m.



dispositif Schlumberger

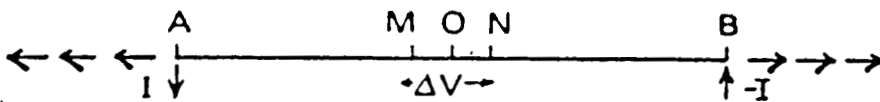


figure 4 : Dispositifs utilisés pour réaliser les sondages électriques verticaux

Interprétation

Pour le traitement des résultats on utilise un papier bilogarithmique en plaçant les pa en ordonnée et la longueur de ligne AB/2 en abscisse. Le graphique obtenu est la courbe ou log du sondage. A partir de cette courbe et par l'intermédiaire d'abaques et de logiciels informatiques (PISE version 4.0, SEV version 3.0), on cherche ensuite à trouver les résistivités vraies et les épaisseurs des différents terrains.

2-4 Sondage carré

Généralités

Le dispositif carré a été décrit pour la première fois en 1967 par Habberjam et Watkins. L'utilisation des carrés, telle qu'elle a été faite, repose sur des études de 1976 à 1980 (BRION 1976, LE MASNE 1979) avec différents dispositifs pluridirectionnels. Au cours de celles-ci, LE MASNE avait montré que le sondage carré était le mieux adapté des méthodes pluridirectionnelles pour déterminer des directions de fracturation en milieu fissuré, car il offrait une meilleure sensibilité aux anisotropies. Cette grande sensibilité, toujours d'après LE MASNE, doit d'ailleurs être prise en compte pour la localisation du sondage car des hétérogénéités locales de topographie et des variations latérales de lithologie peuvent engendrer une anisotropie pour le dispositif carré.

Depuis cette étude, plusieurs campagnes de prospection ont mis en oeuvre cette technique et l'ont affinée. BRION et LACHAUD soulignent le double intérêt de cette méthode pour la prospection en milieu cristallin fracturé :

- Elle permet de choisir une direction pour l'implantation d'un sondage ou d'un profil électrique.
- Elle permet ensuite, de sélectionner au moyen de deux paramètres (résistivité moyenne et coefficient d'anisotropie) des sites dignes d'intérêt.

Plus récemment J.C. BOUSTEYACK a montré le lien qui existe entre l'anisotropie de résistivité électrique et les contraintes locales de sub-surface. Les mesures de grandes tailles d'anisotropie permettraient en effet, de déterminer les directions préférentielles des fractures ouvertes pour des réservoirs fracturés peu profonds.

Mise en œuvre

Les 2 électrodes A et B d'injection et les 2 électrodes M et N de réception occupent les sommets d'un carré de côté a . Nous pouvons définir 2 positions des électrodes α et β correspondant à des lignes d'injection suivant 2 côtés adjacents du carré (LE MASNE 1979).

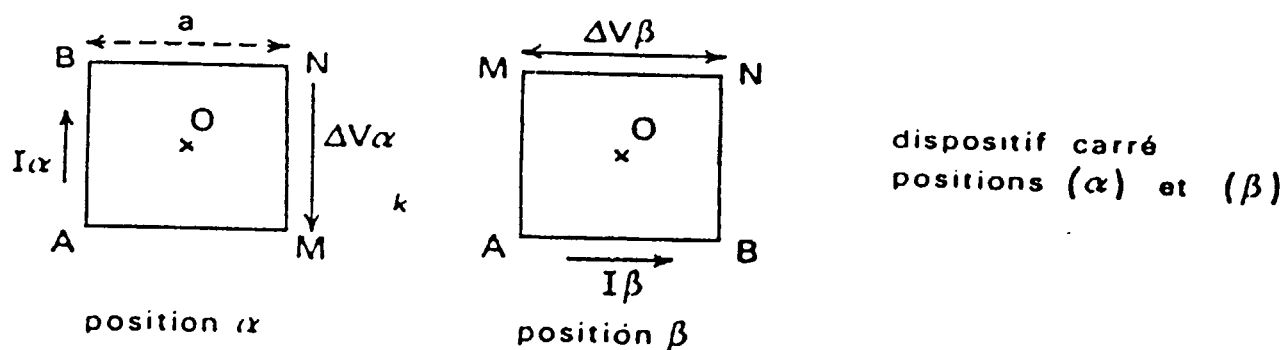


figure 5 : Les configurations du dispositif carré

Pour chaque position α et β nous mesurons une résistivité apparente ρ_a tel que :

$$\rho_a(\alpha) = K \cdot \Delta V(\alpha) / I(\alpha)$$

$$\rho_a(\beta) = K \cdot \Delta V(\beta) / I(\beta)$$

$$\text{avec } K = 2\pi a / (2 - \sqrt{2})$$

On définit alors un coefficient d'anisotropie apparente :

$$\lambda_a = (\sqrt{\rho_a(\alpha)}) / (\sqrt{\rho_a(\beta)})$$

Réaliser un sondage carré consiste à effectuer en une même station plusieurs sondages d'après le mode défini précédemment dans des directions différentes (2 à 3) (figure 6). On obtient 4 à 6 mesures de résistivité apparente, pour une même longueur de côté, que l'on reporte sur un diagramme. Dans ce dernier, les valeurs de $\rho_a(\alpha)$ et $\rho_a(\beta)$ pour les différentes directions sont portées sur un axe de même orientation que celle du côté AB pour laquelle la mesure a été effectuée (figure 7).

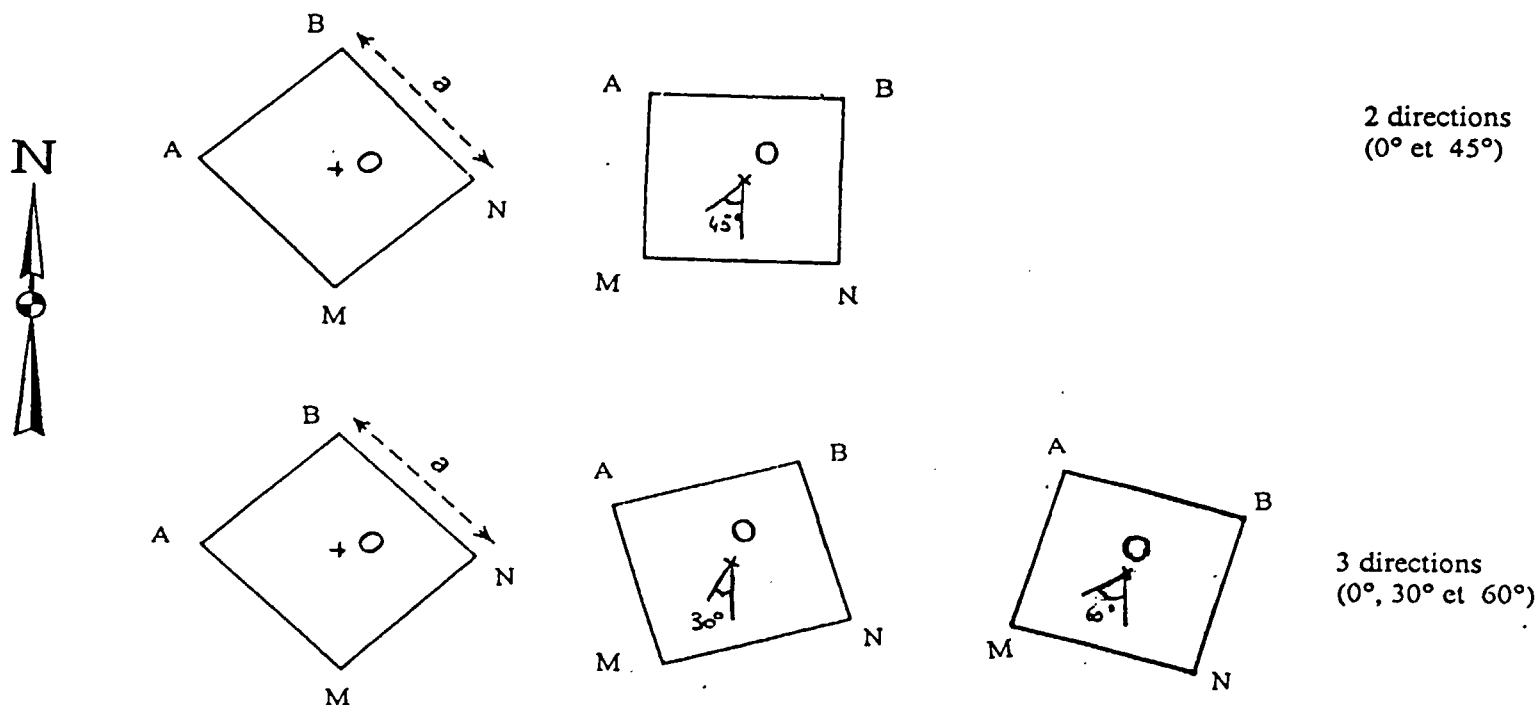


figure 6 : Procédures de mesure

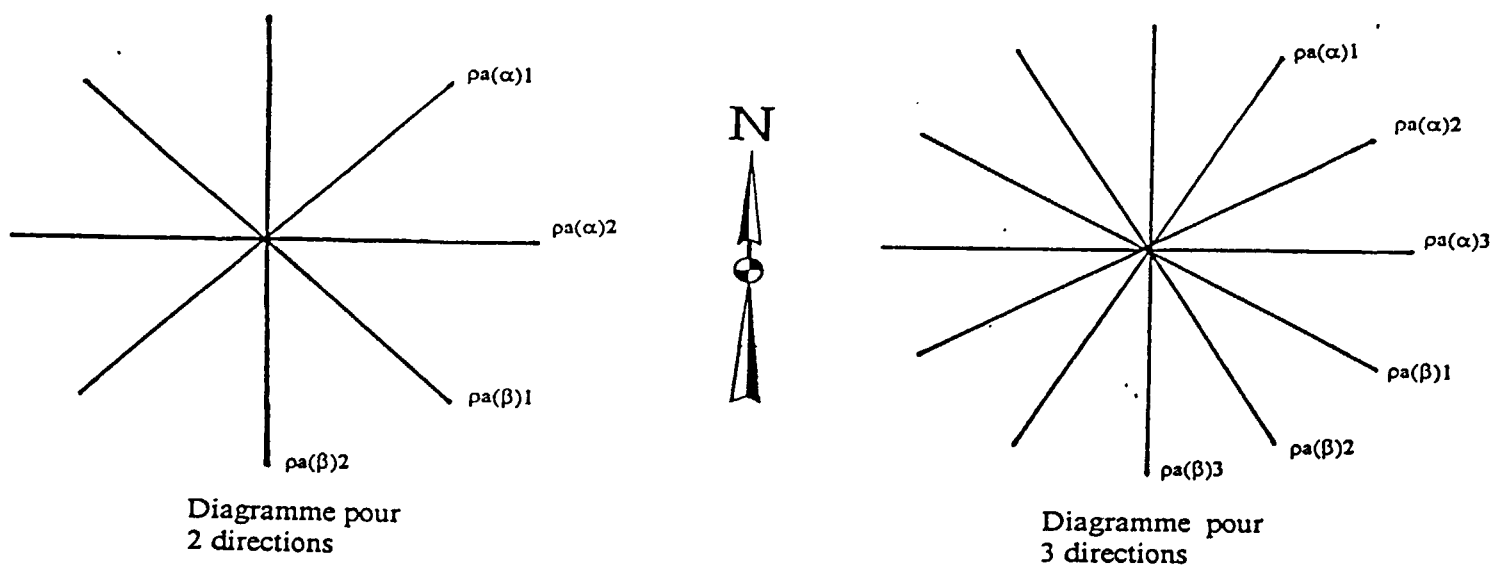


figure 7 : Diagrammes pour le report des mesures

Dans une première série de mesures nous avons pris des carrés de côtés de 15, 30, 70 m pour 2 directions et dans la deuxième série les longueurs de côté étaient de 15 et 30 m pour 3 directions de mesure. La profondeur d'investigation de ce dispositif est de l'ordre de la taille du côté du carré (BRION et LACHAUD 1980).

Interprétation

Après le report des mesures sur l'un des diagrammes de la figure 6 on trouve la direction de fissuration qui est perpendiculaire au grand axe d'allongement des figures de résistivités. Il est à noter que l'obtention de la direction de fissuration est plus précise lorsque le nombre de sondages dans des orientations différentes est important. Sur les diagrammes de résistivités les figures ne prennent une forme resserrée ("concave") que pour des valeurs du coefficient d'allongement suffisamment élevées. Les fortes valeurs de l'anisotropie peuvent être attribuées à une augmentation de l'intensité de la fissuration suivant une direction. Il est apparu lors de travaux précédents que l'utilisation couplée des techniques du profilage Schlumberger et des sondages carrés pouvait permettre de repérer plus efficacement les zones de fractures présentant un intérêt hydrogéologique. Ces zones se marquent en effet par une anomalie conductrice associée à de fortes valeurs de l'anisotropie (DARBOUX-AFOUDA et LOUIS, 1989)

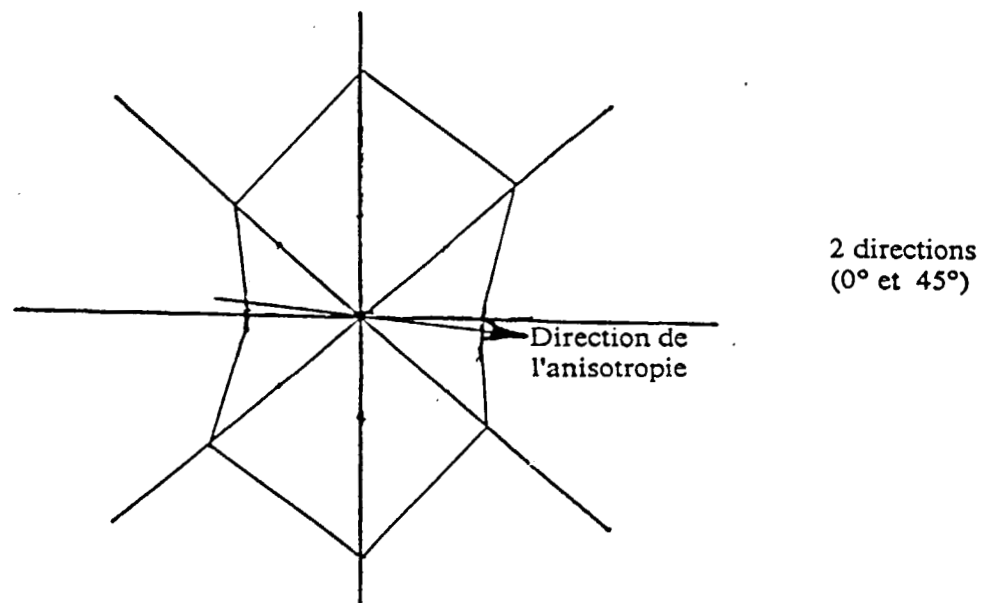


figure 8 : Obtention de la direction de l'anisotropie électrique sur le diagramme à 2 directions

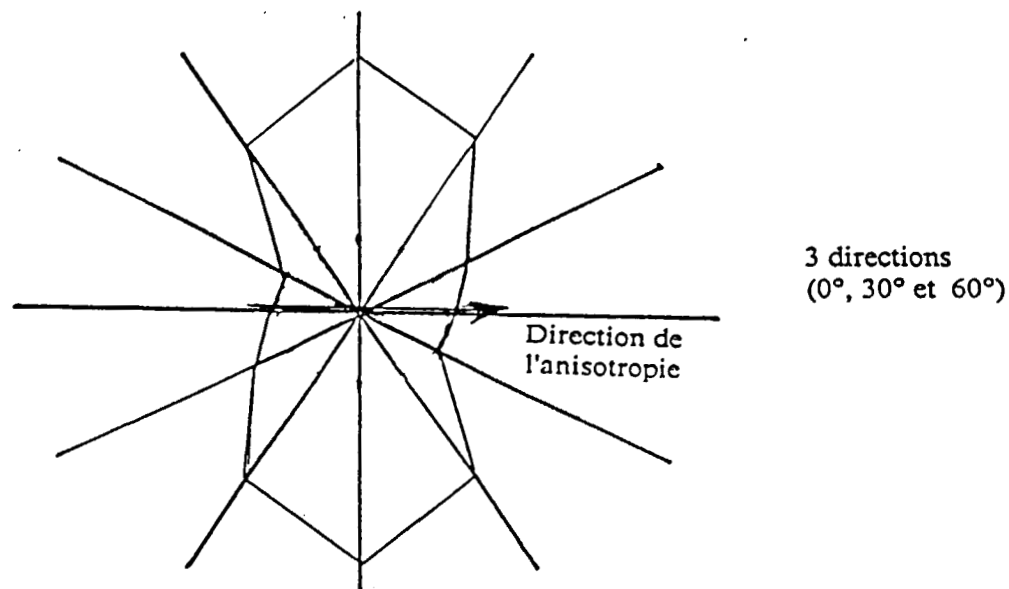


figure 9 : Obtention de la direction de l'anisotropie électrique sur le diagramme à 3 directions

3- CONTEXTE GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE

Le périmètre expérimental (*figure 12*) est situé au bord de la route CAST-
PLOEVEN au niveau de la ferme de Kerveldreac'h et touche à son extrémité un ruisseau
affluent du Kerharo. Dans le bassin versant de ce dernier la pluviométrie est de 1000 à 1200
mm par an. Le terrain se trouve à une altitude comprise entre 40 et 85 m.

La lithologie est assez uniforme. Les renseignements sur la nature des terrains
proviennent pour la plupart des cuttings de forages réalisés sur le périmètre et des quelques
affleurements avoisinants. Les roches en présence sont essentiellement des schistes d'âges
Briovérien, de teinte gris verdâtre à bleuâtre, à caractère de "lutite" à granulométrie fine. On
rencontre aussi des schistes plus tendres, très argileux et plus clairs qui ont été nommé
"schistes rubanés" (*J.R. DARBOUX 1973*). Des bancs de quartzites viennent également
s'intercaler dans les niveaux de schistes.

Dans l'ensemble du bassin versant, l'étude sur photographies aériennes de la
distribution directionnelle de la fracturation montre que les principales directions sont N 10-
20°, N 140-150° et N 160-170° et sur affleurement, N 80-90° (direction de la schistosité),
N 120-130° et 170-180°. Les différences observées peuvent être dues aux types
d'affleurements disponibles et aux difficultés d'observation sur photos aériennes (*F. MEGRET
1995*).

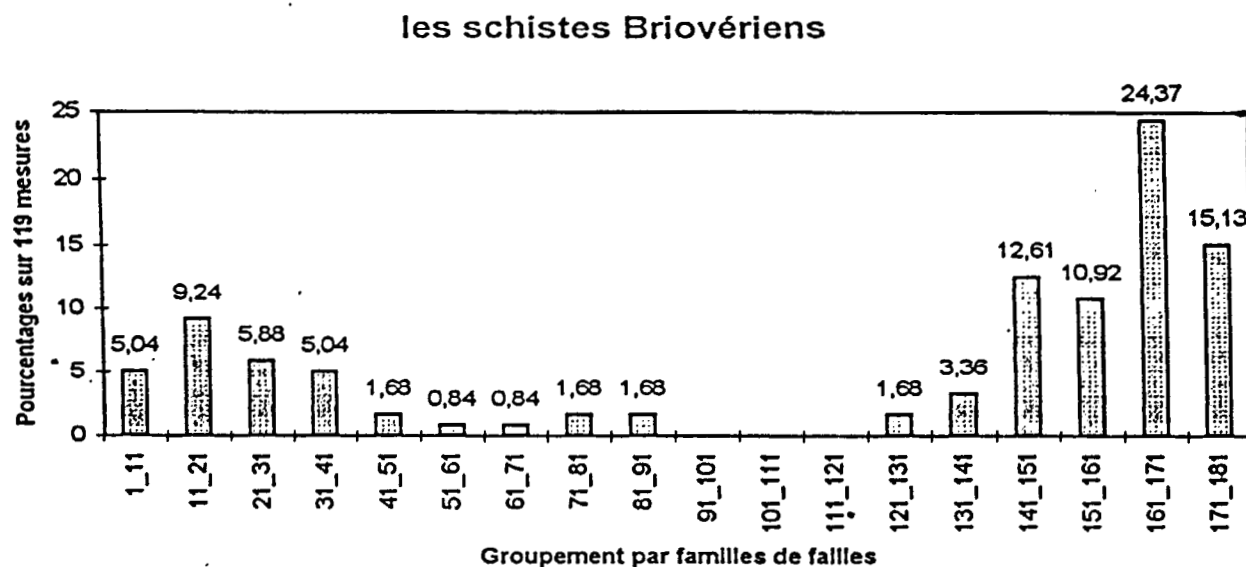


figure 10 : Etude de la répartition directionnelle de la fracturation sur photos aériennes.

(d'après *F. MEGRET, 1995*)

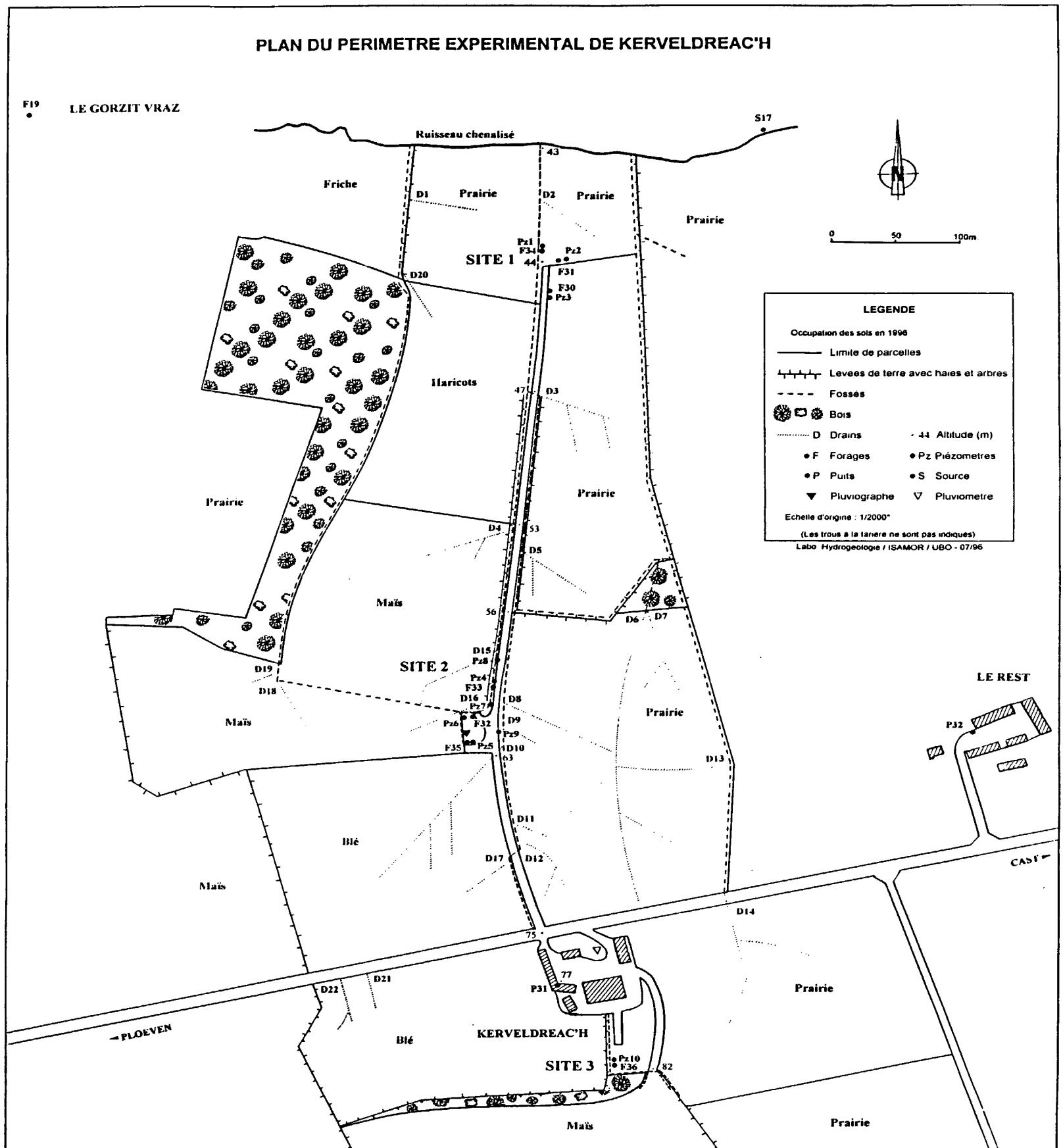


figure 12 : Plan du périmètre expérimental de Kerveldreac'h

(d'après J.P. FAILLAT et L. SOMLETTE, 1995)

4- RESULTATS

4-1 Traînés électriques

Le but des traînés était d'obtenir une carte d'isorésistivité du site 1 et du site 2. Pour cela 9 traînés parallèles ont été réalisés (4 pour le site 1 et 5 pour le site 2) ainsi que 3 autres perpendiculaires aux précédents. Ceci représente au total une longueur de 3600 m de traîné électrique réalisée en 5 fois sur une période de 10 mois.

L'orientation a été choisie en fonction de la direction d'anisotropie supposée, suite à l'étude de fracturation, c'est à dire perpendiculaire à une fracturation présumée Nord/Sud.

L'idéal aurait été de faire ces traînés pendant une même période de l'année car le degré d'humidité du sol peut entraîner des différences sur les mesures de la résistivité apparente en surface. Ceci modifie donc un peu la gamme de variation des résistivités entre traînés mais cela permet tout de même de voir se dessiner quelques grandes caractéristiques électriques du milieu. Il est à préciser que quelques mesures aberrantes, résultant probablement d'électrodes mal enfoncées, ont été supprimées sur certains profils.

Voyons maintenant les résultats pour chacun des sites.

Les valeurs et les courbes des profils sont visibles en annexe 1.

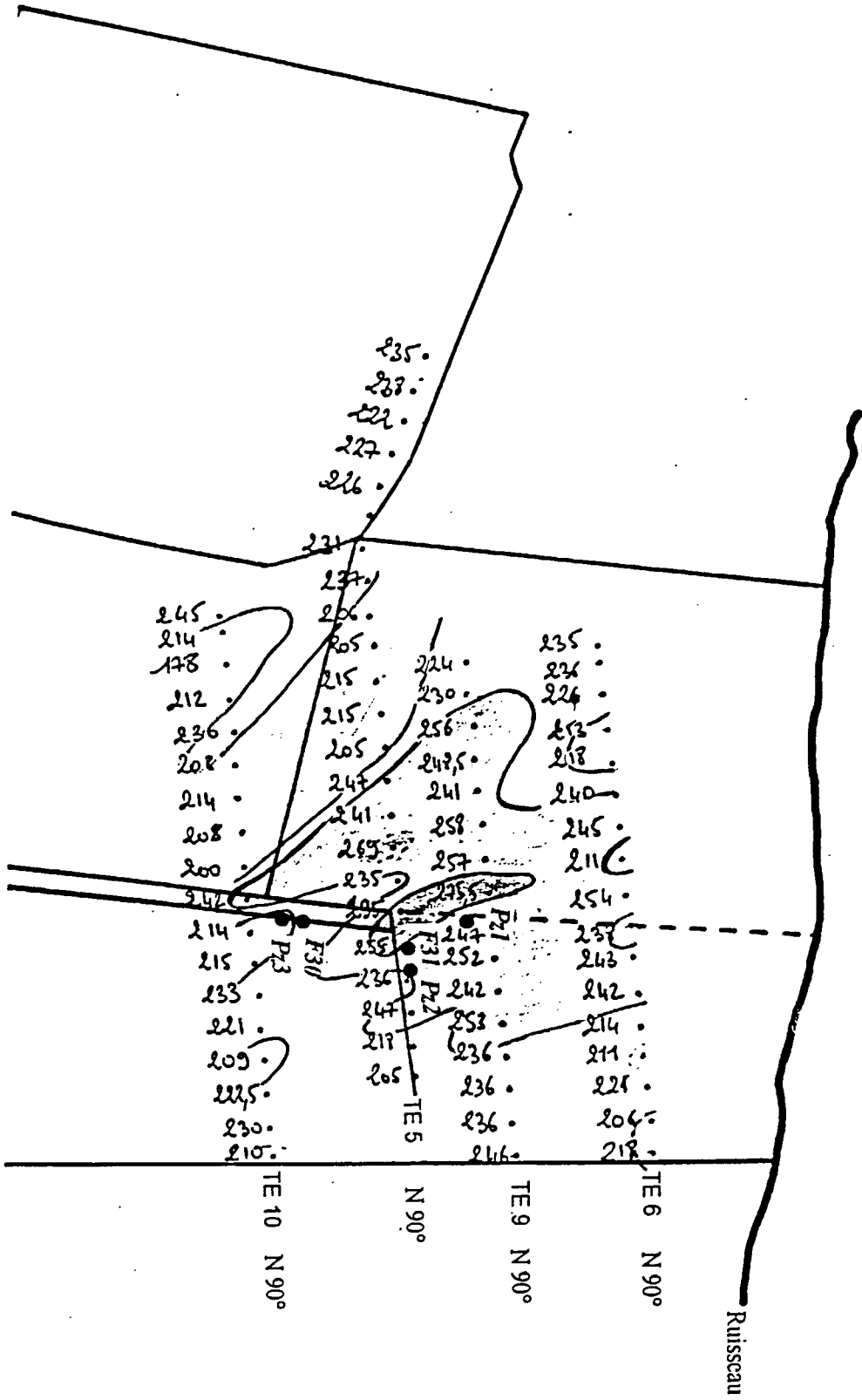
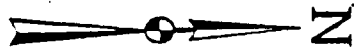
SITE 1

4 profils :

| Noms | Orientation | Longueur (m) | Date |
|-------|-------------|--------------|----------|
| TE 5 | N 90° | 220 | 08/12/95 |
| TE 6 | N 90° | 160 | 26/01/96 |
| TE 9 | N 90° | 150 | 26/01/96 |
| TE 10 | N 90° | 165 | 26/01/96 |

* N = Nord géographique

Les 4 profils parallèles sont espacés d'environ 50 m. Les valeurs des résistivités apparentes sont assez élevées par rapport à celles du site 2 : 178 à 275,5 Ω .m. Les 4 classes de valeurs retenues permettent de montrer des structures qui s'alignent aux environs de Nord 140°. (*figure 13*)



CARTE D'ISORESISTIVITE SITE 1
(Site expérimental de Kerveldreac'h)

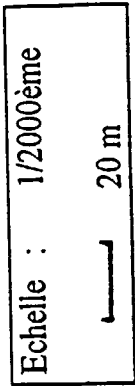
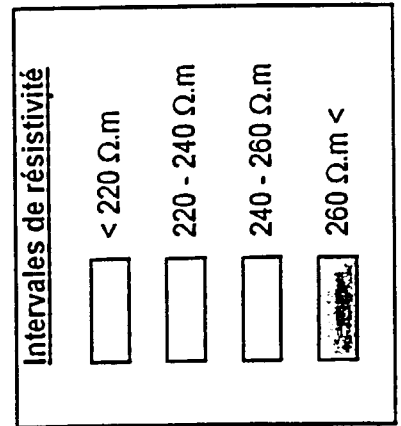


figure 13

SITE 2

5 profils parallèles :

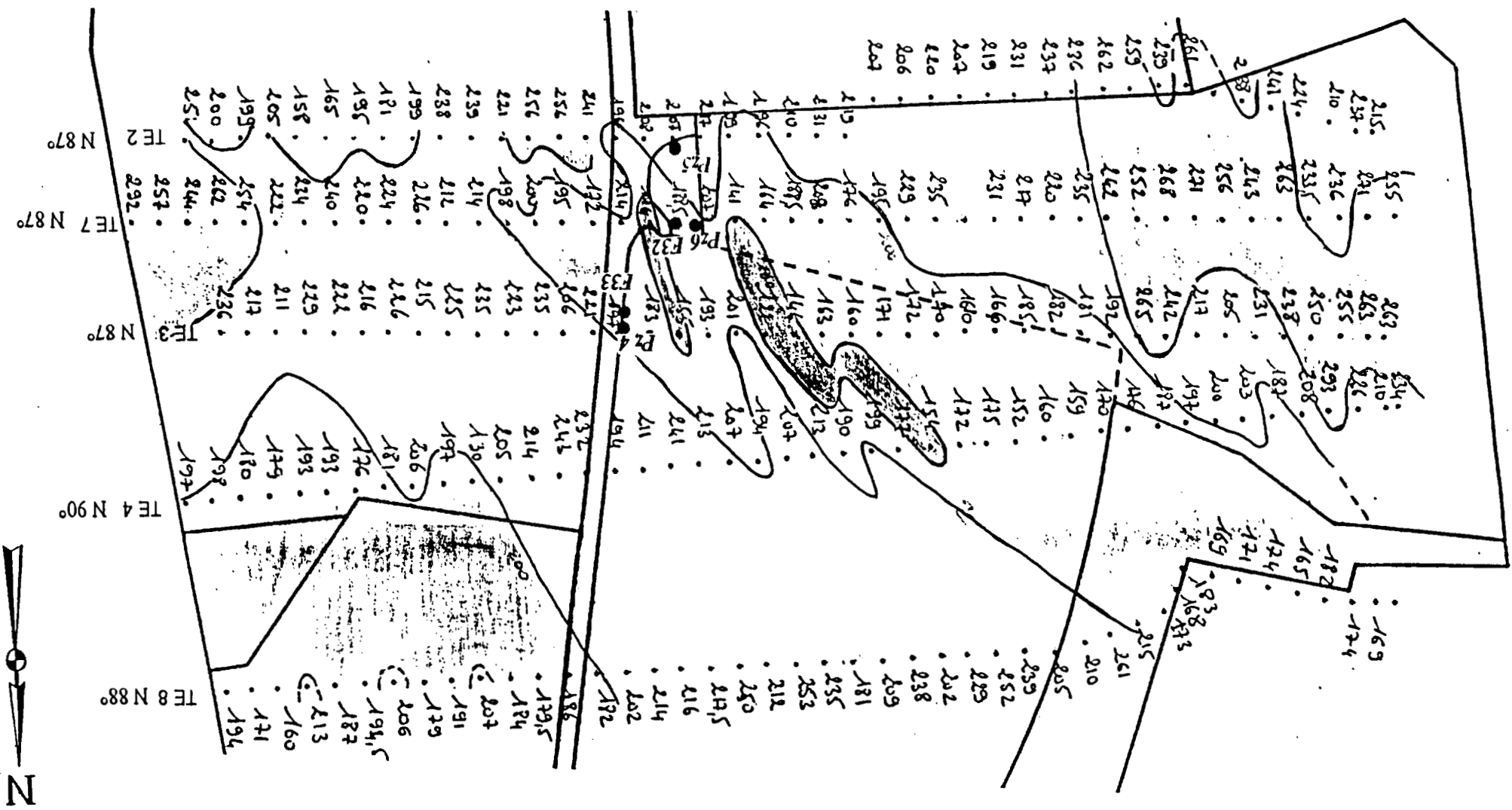
| Noms | Orientation | Longueur (m) | Date |
|------|-------------|--------------|----------|
| TE 2 | N 87° | 420 | 17/11/95 |
| TE 3 | N 87° | 410 | 17/11/95 |
| TE 4 | N 90° | 430 | 08/12/95 |
| TE 7 | N 87° | 440 | 25/01/96 |
| TE 8 | N 88° | 420 | 25/01/96 |

Il apparaît tout d'abord une large bande de résistivités assez faibles orientée N 110°. L'allure des courbes d'isorésistivité fait apparaître 2 autres directions : N 135° au centre et à l'Est de la carte et N 170° dans la partie Sud-Ouest (*figure 14*).

Sachant qu'une anisotropie électrique est mieux caractérisée grâce à des profils qui lui sont perpendiculaires, 2 profils supplémentaires ont été réalisés. Ces 2 profils TE 11 et TE 12 sont parallèles au tout premier profil TE 1 de direction Nord/Sud et de ce fait se rapprochent plus de la perpendiculaire à l'anisotropie principale (N 110°). Notons que TE 1 a été fait en juillet 1995 et TE 11 et 12 en mars 1996, donc dans des conditions d'humidité différentes.

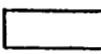
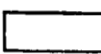
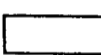
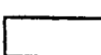
| Noms | Orientation | Longueur (m) | Date |
|-------|-------------|--------------|----------|
| TE 1 | N 0° | 465 | 04/07/95 |
| TE 11 | N 0° | 200 | 15/03/96 |
| TE 12 | N 0° | 120 | 15/03/96 |

Ces 3 profils, distants d'une cinquantaine de mètres, ne couvrent pas une zone très importante, il est donc difficile de voir apparaître des directions majeurs d'anisotropies. Les isocourbes tracés peuvent laisser penser tout de même à des anisotropies qui s'orientent au N 110° approximativement (*figure 15*). Ceci confirme donc les résultats trouvés pour des profils TE 2 à TE 8.



CARTE D'ISORESISTIVITE
(Site expérimental de Kerveldreac'h)

SITE 2

| Intervales de résistivité | |
|---|---------------|
|  | < 160 Ω.m |
|  | 160 - 200 Ω.m |
|  | 200 - 240 Ω.m |
|  | 240 Ω.m > |


| | |
|---|-----------|
| Echelle : | 1/2000ème |
|  | 20 m |

figure 14

4-2 Carrés

Les 13 carrés ont été réalisés à différentes périodes de l'année. Le carré 1 a servi à optimiser le matériel utilisé et se familiariser avec la technique. Bien que les longueurs de côté du carré (14,14 ; 28,28 et 42,42 m) sont différentes de celles retenues ensuite (15 ; 30 et 70 m), les résultats intéressants ont tout de même été gardés pour l'interprétation. Dans la présentation des résultats le carré 1 sera associé aux autres carrés pour les deux premières longueurs de ligne (14,14 et 28,28 m) car celles-ci sont peu différentes de celle des autres carrés (15 et 30 m).

Pour les sept premiers carrés, les mesures ont été faites pour 3 longueurs de ligne et dans 2 directions différentes (*cf figure 6*). Dans un souci de précision pour les autres carrés nous avons opté pour le choix de 2 longueurs de ligne et 3 directions de mesure.

Les carrés ayant été réalisés après l'établissement des cartes d'isorésistivité, ils ont été placés au coeur des zones de maxima et minima de résistivité, c'est à dire dans les zones où l'anisotropie électrique était la plus marquée.

La deuxième série de carrés (carré 8 à 13) constitue en fait un profil de carrés qui recoupe la zone centrale des minima de résistivité de la carte dans le but de caractériser les 2 directions, évoquées page 14, qui apparaissent à cet endroit.

Après report des mesures sur l'un des diagrammes de la figure 7 (page 6) nous obtenons des directions d'anisotropies. Celles-ci ont été représentées sur des cartes différentes suivant la longueur des côtés des carrés, soit suivant la profondeur d'investigation (15, 30 ou 70 m).

Les cartes, les valeurs et les représentations graphiques sur les diagrammes sont visibles en annexe 2.

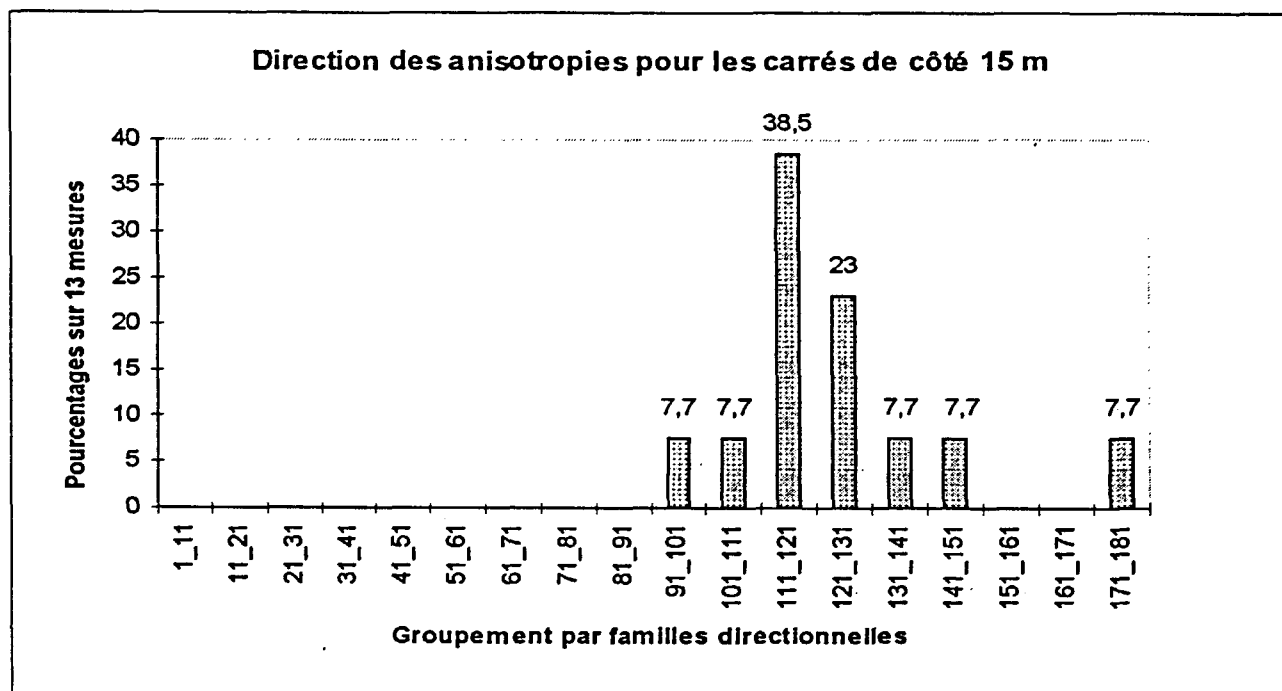
SITE 1

| côté du carré | Direction des anisotropies (NG) | | | date |
|---------------|---------------------------------|----------|----------|------------|
| | a = 15 m | a = 30 m | a = 70 m | |
| CARRE 6 | 109° | 90° | 109° | 14/03/1996 |
| CARRE 7 | 116° | 104° | 113° | 14/03/1996 |

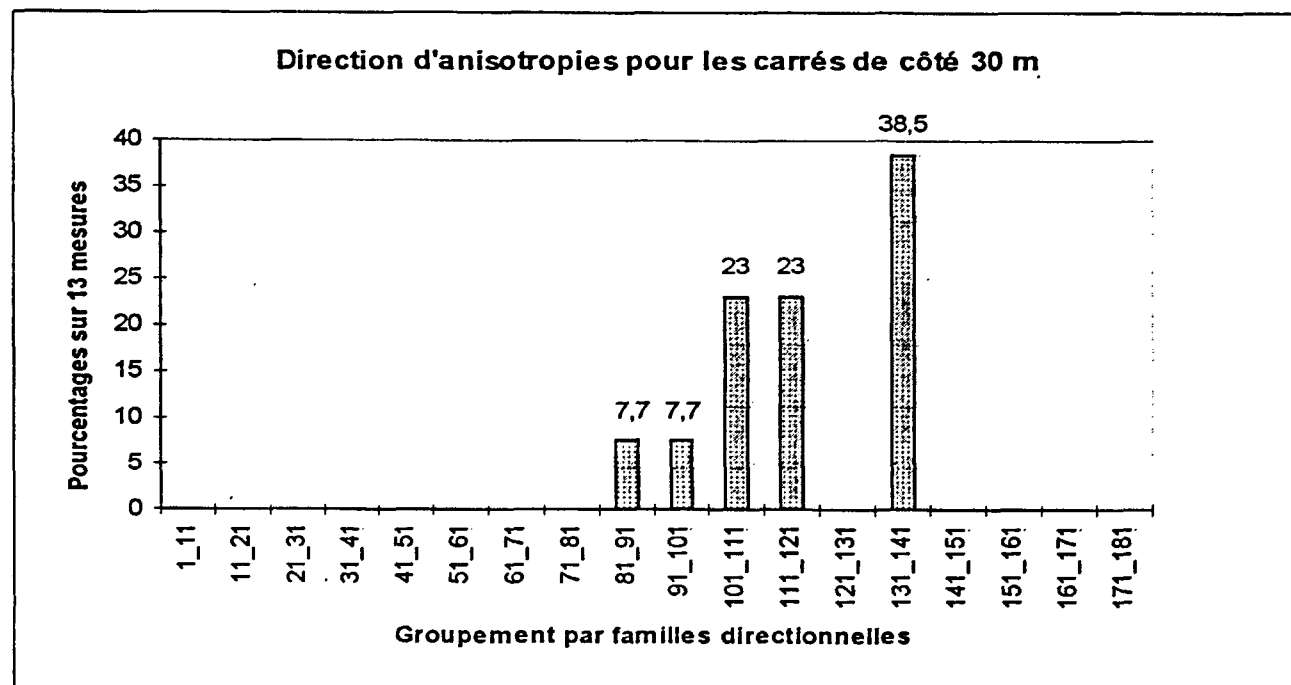
SITE 2

| côté du carré | Direction des anisotropies (NG) | | | | date |
|---------------|---------------------------------|----------|----------|----------|------------|
| | a = 15 m | a = 30 m | a = 42 m | a = 70 m | |
| CARRE 1 | 130° | 119° | 107° | | 27/01/1996 |
| CARRE 2 | 128° | 135° | | 115° | 14/03/1996 |
| CARRE 3 | 112° | 95° | | 100° | 14/03/1996 |
| CARRE 4 | 111° | 106° | | 121° | 14/03/1996 |
| CARRE 5 | 99° | 117° | | 128° | 14/03/1996 |
| CARRE 8 | 122° | 105° | | | 04/04/1996 |
| CARRE 9 | 0° | 135° | | | 04/04/1996 |
| CARRE10 | 142° | 135° | | | 04/04/1996 |
| CARRE11 | 120° | 135° | | | 04/04/1996 |
| CARRE12 | 120° | 111° | | | 04/04/1996 |
| CARRE13 | 135° | 135° | | | 04/04/1996 |

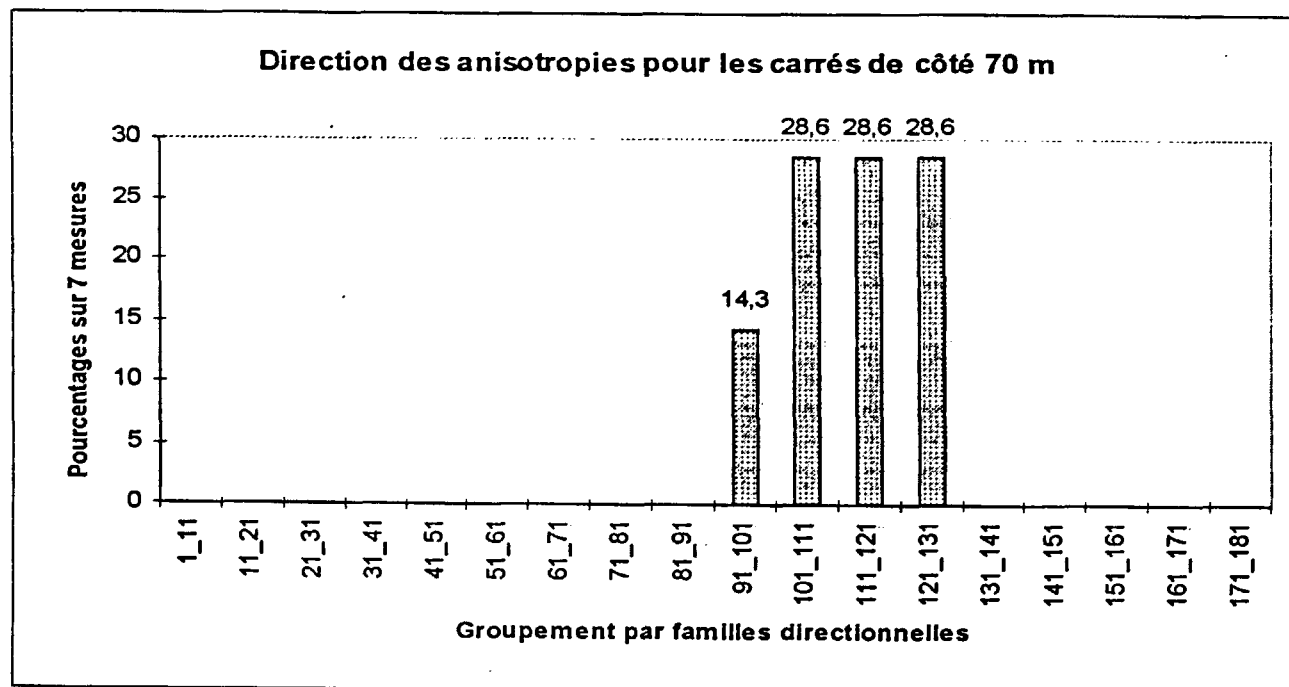
Répartition des directions des anisotropies mises en valeur par la méthode des carrés :



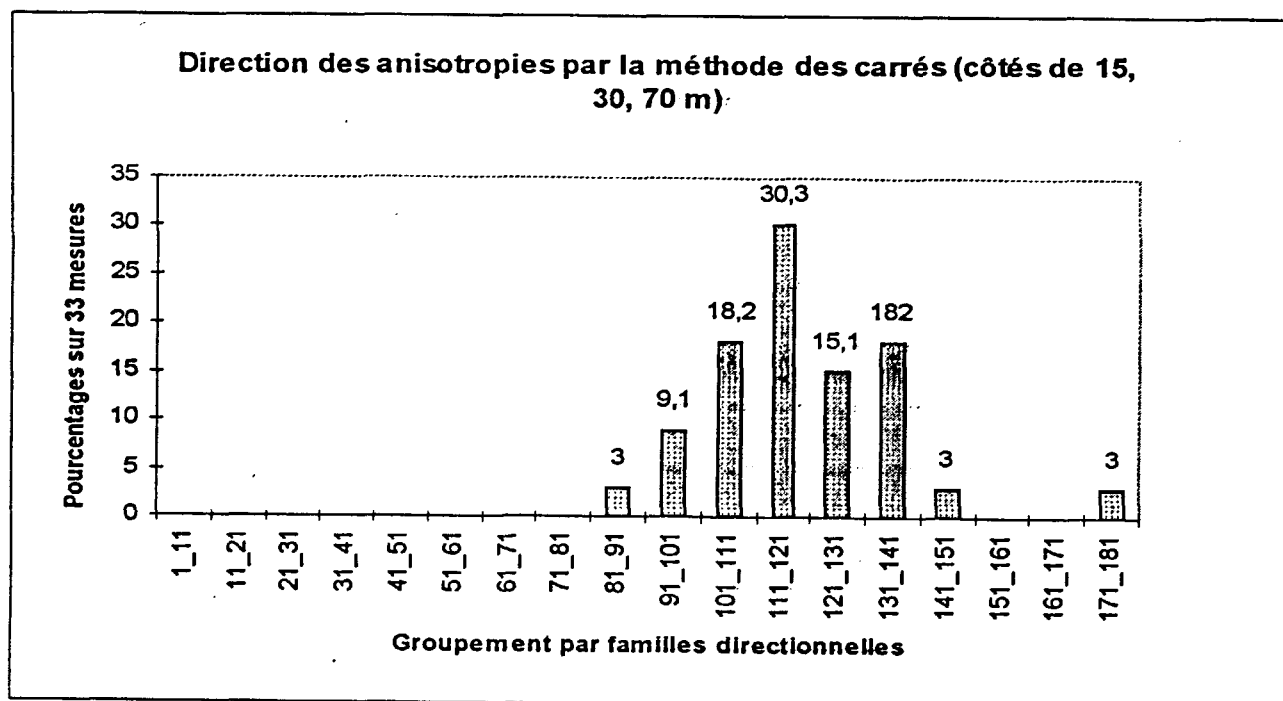
Directions dominantes : N 111-121°



Directions dominantes : N 131-141°



Directions dominantes : N 101-111°
 N 111-121°
 N 121-131°



Directions dominantes : N 101-111°
 N 111-121°
 et N 131-141°

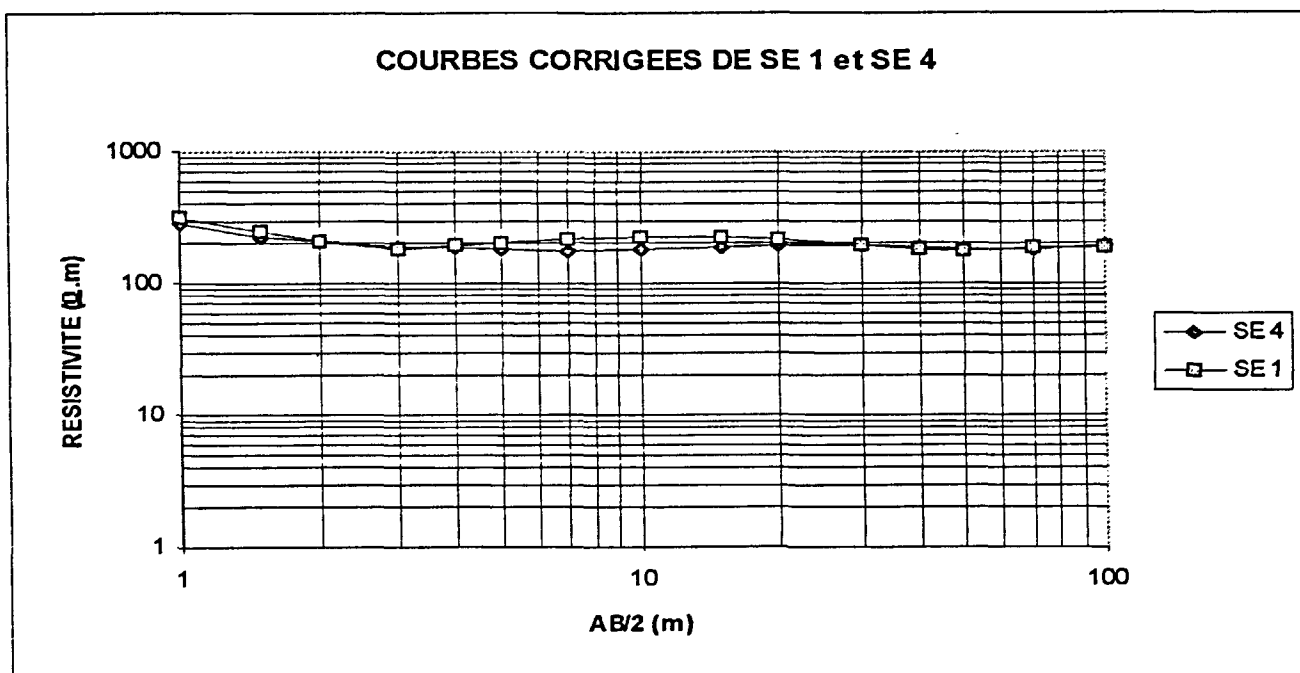
4-3 Sondages électriques verticaux

Les sondages ont eu pour premier intérêt de déterminer les longueurs de AB nécessaires à l'optimisation des traînés électriques. Le but était donc de rechercher à quelle profondeur moyenne se trouvait la roche saine. Sept sondages ont été réalisés à différents endroits sur le site. La localisation est visible sur la figure 16.

Le deuxième intérêt des sondages, est la possibilité d'évaluer les différents horizons du sous-sol pour aider ainsi à l'interprétation des cartes d'isorésistivité et des traînés.

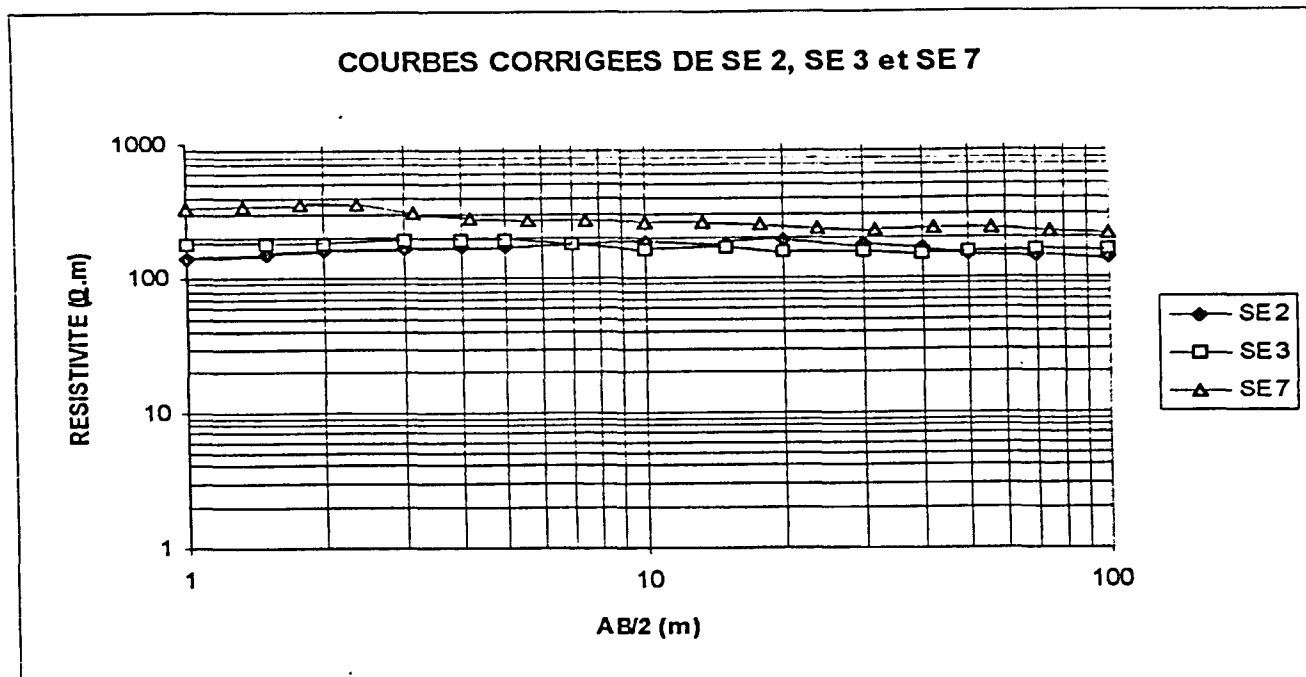
Pour chaque sondage, après les traitements qui s'imposent (cf page 6), on obtient une courbe corrigée à partir de laquelle on détermine les résistivités vraies et les épaisseurs de chaque couche. Les valeurs sont visibles en annexe 3. Les résultats trouvés pour les 7 sondages sont les suivants : (Tableau 1, 2 et 3)

Les courbes ont été regroupées en fonction de leur allure.



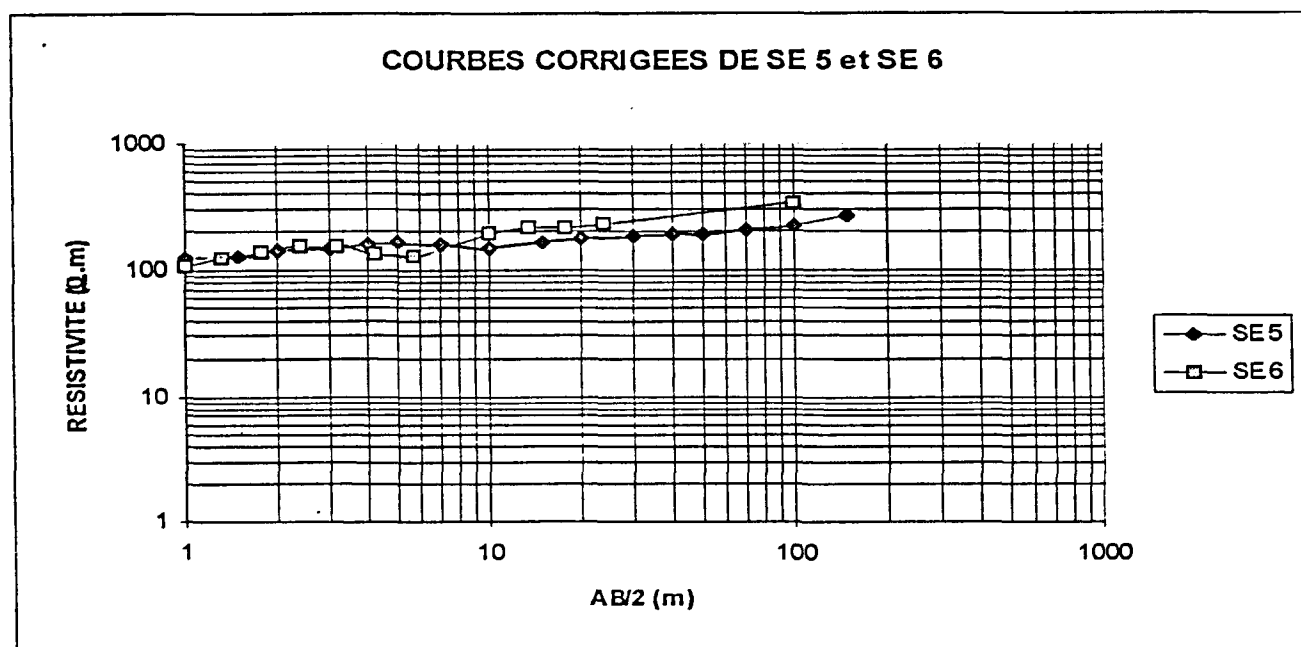
| | Couche | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| SE 1 | Résistivité (Ω.m) | 324 | 113 | 300 | 179 | |
| | Épaisseur (m) | 0,9 | 1 | 5 | inf | |
| SE 4 | Résistivité (Ω.m) | 303 | 147 | 213 | 136 | 203 |
| | Épaisseur (m) | 0,7 | 2 | 10 | 9 | inf |

Tableau 1



| | Couche | 1 | 2 | 3 | 4 |
|------|-------------------|-----|-----|-----|-----|
| SE 2 | Résistivité (Ω.m) | 138 | 195 | 140 | |
| | Épaisseur (m) | 0,9 | 15 | inf | |
| SE 3 | Résistivité (Ω.m) | 178 | 196 | 141 | 168 |
| | Épaisseur (m) | 1 | 5 | 15 | inf |
| SE 7 | Résistivité (Ω.m) | 315 | 446 | 245 | 218 |
| | Épaisseur (m) | 0,6 | 0,9 | 20 | inf |

Tableau 2



| | Couche | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| SE 5 | Résistivité (Ω.m) | 123 | 184 | 134 | 212 | 330 |
| | Épaisseur (m) | 1 | 3 | 7 | 40 | inf |
| SE 6 | Résistivité (Ω.m) | 80 | 277 | 66 | 293 | 203 |
| | Épaisseur (m) | 0,5 | 0,8 | 2 | inf | |

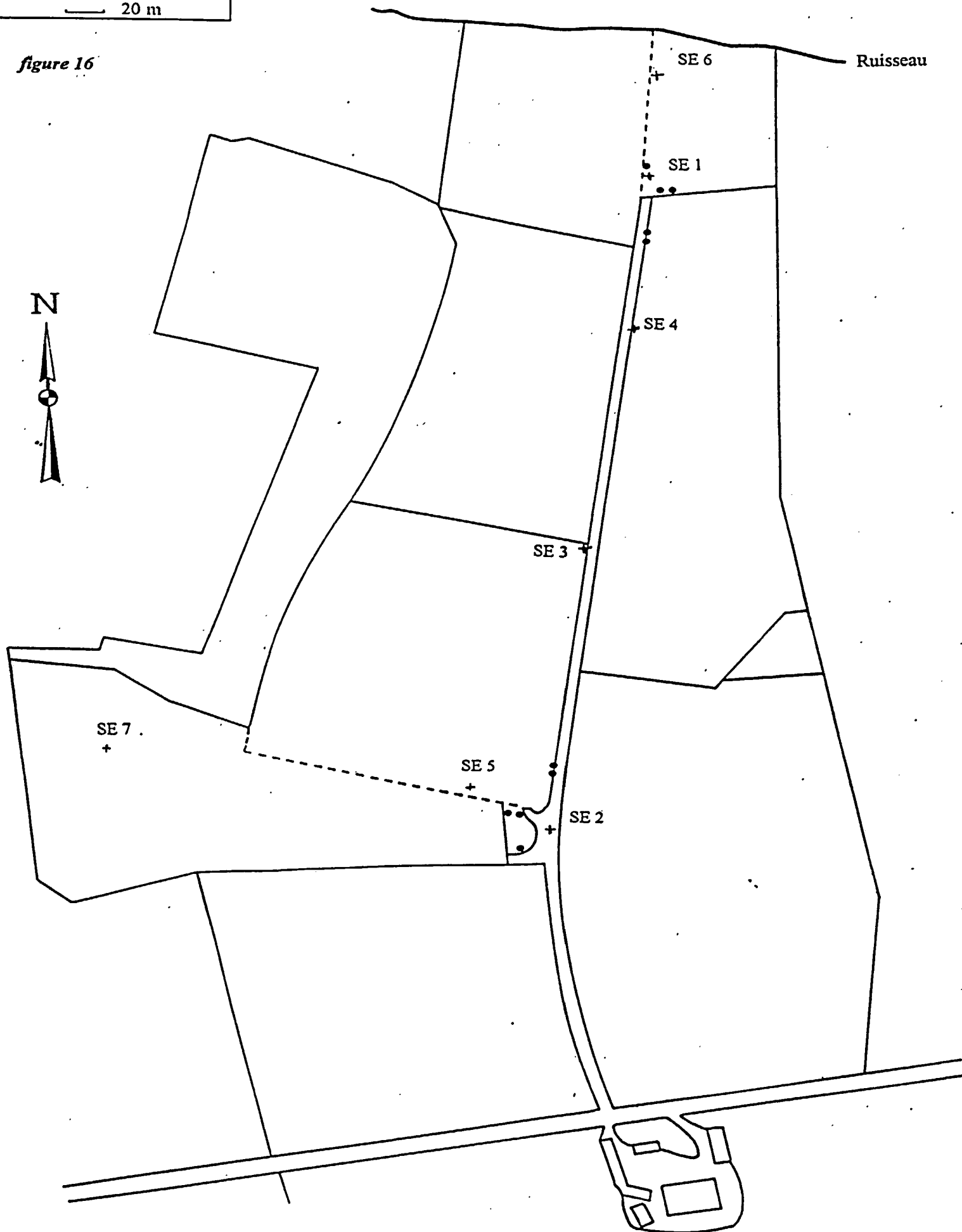
Tableau 3

LOCALISATION DES SONDAGES

(Site expérimental de Kerveldreac'h)

Echelle d'origine : 1/2000ème
— 20 m

figure 16



5- INTERPRETATION

Dans cette interprétation, nous allons nous appuyer essentiellement sur les résultats des profils électriques horizontaux et sur les résultats des carrés. Les sondages électriques verticaux viendront en complément à la fin. Etant donné que le nombre d'informations est plus important sur le site 2, nous allons commencer l'interprétation par ce site.

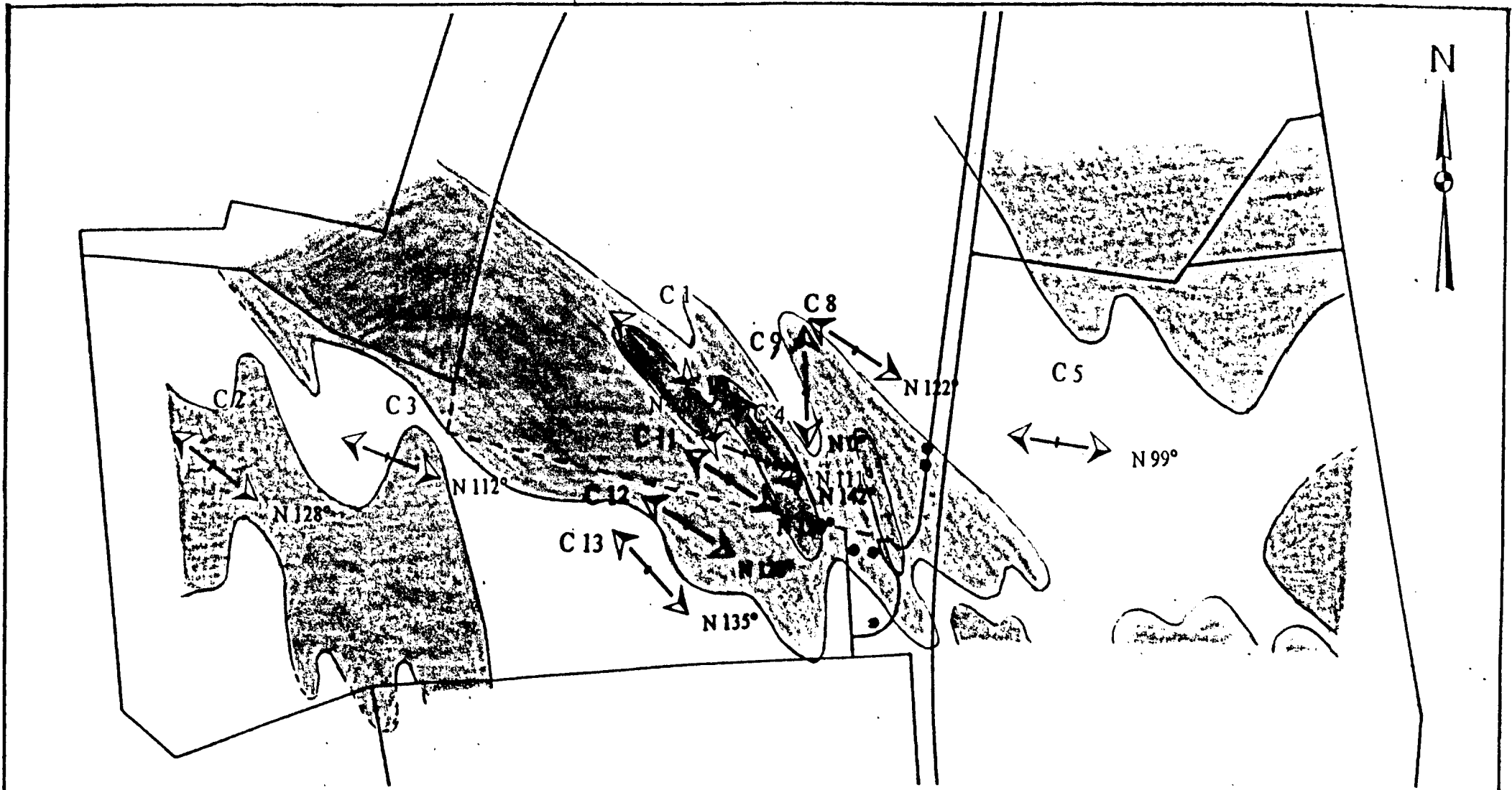
5-1 Relations traînés-carrés : site 2

Pour étudier les relations entre la carte d'isorésistivité et les sondages carrés nous allons nous servir de la figure 17 où sont représentés les résultats des sondages carrés, de côté 15 m, sur la carte d'isorésistivité. Le choix de retenir uniquement les carrés de côtés 15 m s'explique par le fait que la profondeur d'investigation de ces carrés ($\cong 15$ m) est proche de celle des traînés électriques ($\cong 10$ m). De plus les directions d'anisotropie obtenues avec les carrés de côtés plus importants sont similaires à ceux des carrés de 15 m.





Les coefficients d'anisotropies obtenus λ_a (annexe 2) variant de 1,48 à 2,86 , indiquent qu'il y a peu de variation de l'intensité de la fissuration entre les différentes stations de sondage. Il a été en effet observé dans des études précédentes (LOUIS, 1992), une variation de l'intensité de la fissuration réelle pour des rapports de un à dix entre les plus basses et les plus hautes valeurs du coefficient.

On remarque qu'une grande partie des directions d'anisotropie mise en évidence par les carrés s'oriente dans la même direction que l'anisotropie majeure de la carte d'isorésistivité (N 110°) avec plus ou moins 10 degrés. Cette direction n'apparaît pas forcément que dans la zone de basse résistivité apparente. C'est ce que montre C3, C5 et C8, ce qui implique donc que l'anisotropie associée a un caractère assez régional. En comparant avec la géologie locale on peut penser qu'il s'agit de la **schistosité de fracture** de direction moyenne 110° qui est présente dans tous les schistes. Cette anisotropie peut aussi être en relation avec la différenciation lithologique de la roche, qui fait alterner des zones plus argileuses avec des zones plus gréseuses, d'orientation N 110°. L'anomalie conductrice principale de la carte d'isorésistivité serait donc une zone où la schistosité de fracture est plus intense ou une zone où la roche est plus argileuse, ce qui expliquerait l'influence plus marquée de cette zone sur les profils électriques.

Une autre classe de direction d'anisotropies N 135-145, moins nette que la précédente, apparaît sur la carte d'isorésistivité et ressort plutôt bien avec les sondages carrés (C1 et C10). Cette direction pourrait correspondre à de la **fracturation** car c'est une direction de fracturation déjà observée dans le PORZAY (DARBOUX, 1973). Sur photo aérienne il a été repéré quelques alignements dans cette direction, proche du périmètre d'étude (figure 18, F. MEGRET 1995).



Intervales de résistivité

| | |
|---|---------------|
|  | < 160 Ω.m |
|  | 160 - 200 Ω.m |
|  | 200 - 240 Ω.m |
|  | 240 Ω.m < |

Carré de côté 15 m
SITE 2
 (2 directions de mesure) &
 (3 directions de mesure -sur calque-)
 Direction de l'anisotropie \longleftrightarrow

RELATIONS TRAINES/CARRES
 (Site expérimental de Kerveldreac'h)


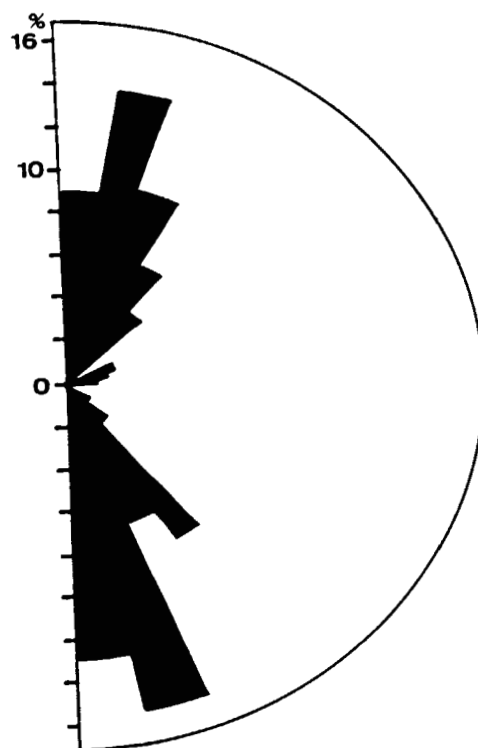
Echelle : 1/2000ème
 20 m

figure 17



Etude sur 119 mesures

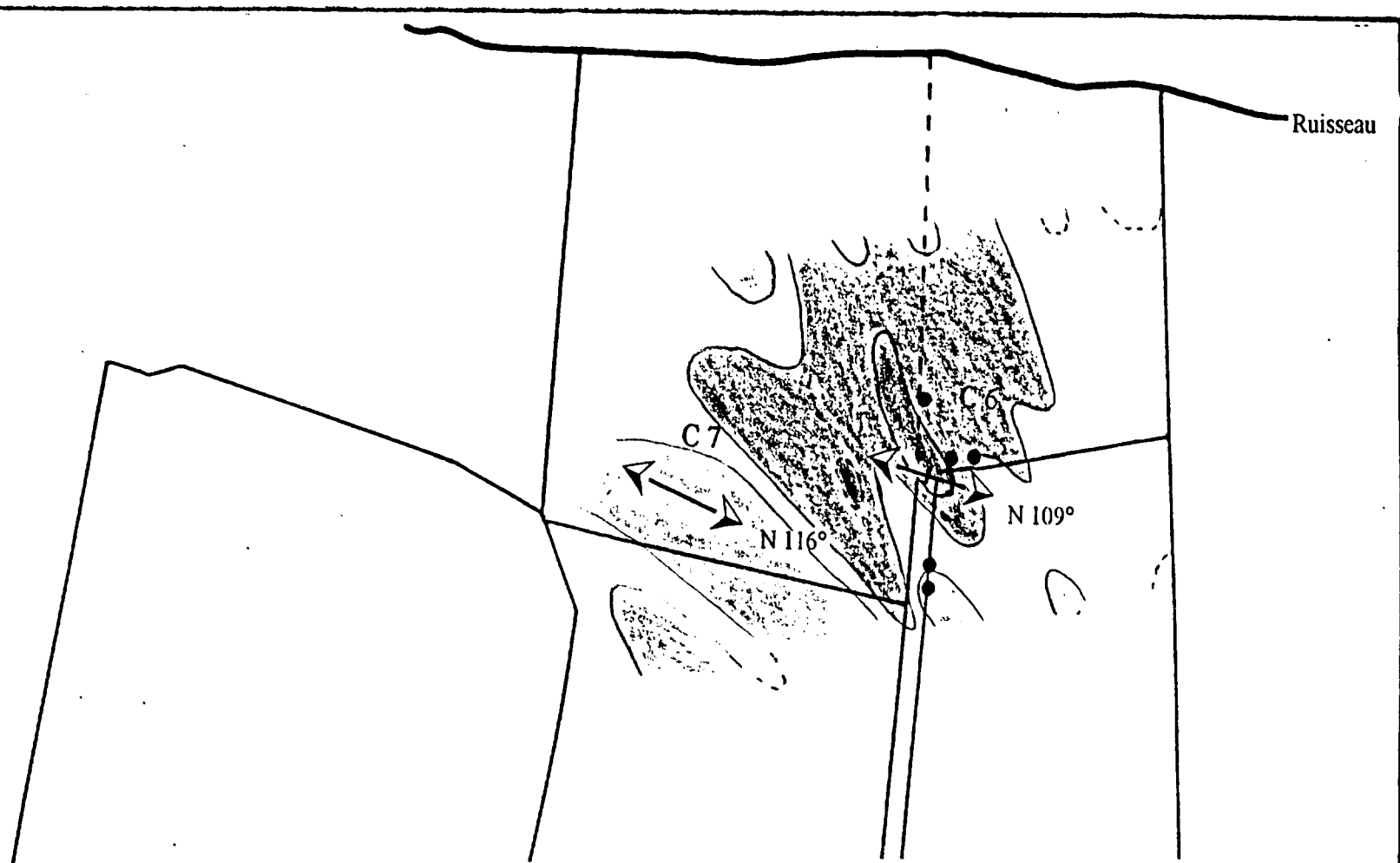
Groupement par tranche de 10° de 1 à 11, ceci jusqu'à 181

figure 18 : Répartition de la fracturation dans les schistes Briovériens du bassin versant du Kerharo

(d'après F. MEGRET, 1995)

Une troisième direction d'anisotropie se dessine dans la zone des fortes résistivités apparentes ($>240 \Omega.m$) de la carte d'isorésistivité et s'oriente au N 170° environ. Sur tous les sondages carrés réalisés (toutes profondeurs d'investigations confondues), seul l'un d'entre eux nous donne une direction proche de N 175°, c'est C9 (N 0°). De plus C9 ne se trouve pas dans la zone des fortes résistivités. Cette direction d'anisotropie n'est pas pour autant aberrante car il existe aussi de la fracturation s'orientant N171-181 et N 1-11° (*figure 18*; F. MEGRET 1995).

Le résultat du carré 9 nous montre que le volume de terrain sondé par le dispositif carré de côté 15 m est assez réduit et que seule l'anisotropie la plus marquée de ce volume apparaît. C9 ne révèle en effet qu'une direction N 0° alors qu'au même endroit il y a vraisemblablement de la fracturation \sim N 135° d'après le tracé de la carte d'isorésistivité et les résultats des carrés voisins. La fracturation N 135° est d'ailleurs bien présente, car pour un côté de 30 m et donc pour un volume de terrain sondé plus important, en C9, il apparaît une anisotropie N 135° (*figure 27 en annexe 2*).



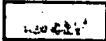

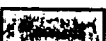
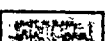
Ruisseau

C7

N 116°

N 109°

Intervales de résistivité

-  < 220 Ω.m
-  220 - 240 Ω.m
-  240 - 260 Ω.m
-  260 Ω.m <

Carré de côté 15 m
SITE 1
Direction de l'anisotropie <—>

RELATIONS TRAINES/CARRÉS
(Site expérimental de Kerveldreac'h)


Echelle : 1/2000ème
 20 m

figure 19

5-2 Relations traînés-carrés : site 1

Les contours des courbes d'isorésistivité donne des orientations autour de N 135°. Cette direction pourrait correspondre à la fracturation de même orientation révélée sur le site 2 ou bien à des différences lithologiques de la roche. En effet, aussi bien les zones de basse résistivité et les zones de haute résistivité sont orientées de la même manière. La partie de haute résistivité du centre de la carte serait expliquée par une zone où la roche est plus gréseuse. La fracturation peut pour autant être présente à cet endroit et justifierait les bons débits obtenus pour F31 (25 m³.h⁻¹), de part le peu d'altération argileuse dans la partie plus gréseuse de la roche. Les deux carrés réalisés sur le site 1 ne révèlent, quant à eux, qu'une direction moyenne N 110° qui pourrait correspondre à la schistosité de fracture évoquée précédemment. Pour un meilleur accord entre les résultats des carrés et la carte d'isorésistivité, il aurait été préférable de faire d'autres sondages carrés pour éventuellement apercevoir une direction de fracturation N 135°. (figure 19).

5-3 Sondages électriques verticaux et leurs relations avec les traînés

Nous allons voir dans cette partie, tout d'abord, l'interprétation des sondages électriques, puis dans un deuxième temps nous regarderons les relations qui peuvent exister avec les résultats des traînés.

Interprétation des sondages électriques

SITE 1

Pour la cohérence de l'interprétation des résultats des sondages électriques verticaux, ces derniers ont été confrontés aux connaissances provenant des forages. Voici les renseignements pour le site 1 fournis par F31:

| F 31 | | |
|-------------------|---------------|------------------------|
| Nature du terrain | Epaisseur (m) | Profondeur du toit (m) |
| Sol | 0,7 | 0 |
| Argile | 2 | -0,7 |
| Schiste altéré | 6,5 | -2,7 |
| Schiste sain | inf | -9 |

Avec les sondages électriques on distingue tout d'abord un horizon, épais de 0.5 à 1 m, avec des résistivités très variables, pouvant être assimilé au sol. L'on trouve ensuite des niveaux d'altération comportant une partie non saturée et une partie saturée, d'épaisseur variant de 3 à 7 m. A la base, enfin, l'on a un horizon de résistivités variables (179 à 293 Ω .m) qui peut correspondre aux schistes sains plus ou moins gréseux.

| SE1 | | | | |
|-------------------|-------------------|---------------|---|------------------------|
| Nombre de couches | Résistivité (Ω.m) | Epaisseur (m) | Nature du terrain | Profondeur du toit (m) |
| 1 | 324 | 0,9 | Sol | 0 |
| 2 | 113 | 1 | Argile | -0,9 |
| 3 | 300 | 5 | Schiste altéré/Altération plus quartzeuse | -2 |
| 4 | 179 | infini | Schiste sain | -7 |

| SE6 | | | | |
|-------------------|-------------------|---------------|------------------------|------------------------|
| Nombre de couches | Résistivité (Ω.m) | Epaisseur (m) | Nature du terrain | Profondeur du toit (m) |
| 1 | 80 | 0,5 | Sol gorgé d'eau | 0 |
| 2 | 277 | 1 | Argile sableuse | -0,5 |
| 3 | 66 | 2 | Argile plus schisteuse | -1 |
| 4 | 293 | inf. | Schiste sain | -3 |

SITE 2

Renseignements fournis pour le site 2 par le forage F32 :

| F 32 | | |
|--------------------------|---------------|------------------------|
| Nature du terrain | Epaisseur (m) | Profondeur du toit (m) |
| Sol | 0,5 | 0 |
| Argile et schiste altéré | 6,5 | -0,5 |
| Schiste sain | inf | -7,0 |

Avec les sondages électriques on observe les mêmes types d'horizons que ceux du site 1 mais avec une différence dans l'épaisseur de la couche d'altération. Celle-ci est en effet plus importante car elle varie de 10 à 20 m.

| SE2 | | | | |
|-------------------|-------------------|---------------|--------------------------|------------------------|
| Nombre de couches | Résistivité (Ω.m) | Epaisseur (m) | Nature du terrain | Profondeur du toit (m) |
| 1 | 138 | 0,9 | Sol | 0 |
| 2 | 195 | 15 | Argile et schiste altéré | -0,9 |
| 3 | 140 | inf | Schiste sain | -16 |

| SE5 | | | | |
|-------------------|-------------------|---------------|-------------------------------------|------------------------|
| Nombre de couches | Résistivité (Ω.m) | Epaisseur (m) | Nature du terrain | Profondeur du toit (m) |
| 1 | 123 | 1 | Sol | 0 |
| 2 | 184 | 3 | Argile et schiste altéré non saturé | -1 |
| 3 | 134 | 7 | Argile et schiste altéré saturé | -4 |
| 4 | 212 | 40 | Schiste sain | -11 |
| 5 | 330 | inf | Schiste sain plus quartzeux | -51 |

| SE7 | | | | |
|-------------------|----------------------------|---------------|-------------------------------------|------------------------|
| Nombre de couches | Résistivité ($\Omega.m$) | Epaisseur (m) | Nature du terrain | Profondeur du toit (m) |
| 1 | 315 | 0,6 | Sol | 0 |
| 2 | 446 | 1 | Argile et schiste altéré non saturé | -0,6 |
| 3 | 245 | 20 | Argile et schiste altéré saturé | -1 |
| 4 | 218 | | Schiste sain | -22 |

SONDAGES INTERMEDIAIRES

| SE3 | | | | |
|-------------------|----------------------------|---------------|-------------------------------------|------------------------|
| Nombre de couches | Résistivité ($\Omega.m$) | Epaisseur (m) | Nature du terrain | Profondeur du toit (m) |
| 1 | 178 | 1 | Sol | 0 |
| 2 | 196 | 5 | Argile et schiste altéré non saturé | -1 |
| 3 | 141 | 15 | Argile et schiste altéré saturé | -6 |
| 4 | 168 | inf | Schiste sain | -21 |

| SE4 | | | | |
|-------------------|----------------------------|---------------|---------------------------|------------------------|
| Nombre de couches | Résistivité ($\Omega.m$) | Epaisseur (m) | Nature du terrain | Profondeur du toit (m) |
| 1 | 303 | 0,7 | Sol | 0 |
| 2 | 147 | 2 | Argile | -0,7 |
| 3 | 213 | 10 | Schiste altéré non saturé | -3 |
| 4 | 136 | 9 | Schiste altéré saturé | -13 |
| 5 | 203 | inf | Schiste sain | -22 |

Cette constitution du sous-sol, interprétée grâce aux sondages électriques, est en assez bonne concordance avec les informations obtenues lors des forages et avec les relevés piézométriques (pour connaître la position de la partie saturée).

Relations avec les traînés

On peut remarquer que la zone d'altération est très importante (10-20 m) pour les sondages SE 2 et SE 5 situés dans les zones de basses résistivités (SITE 2). Ceci pourrait confirmer la présence d'une zone où la schistosité de fracture est plus intense et donc un endroit où l'altération est plus épaisse. Le sondage SE 7, placé dans une zone de fortes résistivités (SITE 2), possède aussi un horizon d'altération très épais. Or cette zone, où apparaissent des alignements N 170, a été interprétée précédemment comme une zone qui peut être une zone de fracturation qui serait alors à l'origine de la forte couche d'altération.

6- CONCLUSION

Les résultats des trois méthodes électriques semblent assez concordants et nous permettent donc de mettre en évidence trois directions d'anisotropie électrique : N170°, N 135°, N 110°. La confrontation de ces résultats avec les connaissances géologiques du site peut nous permettre de caractériser les trois anisotropies, et ainsi définir la géométrie supposée du milieu.

Deux des anisotropies semblent être de la fracturation assez localisée, l'une de direction N 170° environ et l'autre de direction N 135°, pouvant correspondre à des fractures aquifères. La troisième anisotropie, N 110°, correspondrait à la schistosité de fracture présente dans l'ensemble des terrains et qui, par endroits, serait plus intensément représentée ou bien à une différenciation lithologique faisant alterner passés gréseux et passés argileux. L'orientation de la lithologie est sans doute due à une remobilisation de la roche qui a donné en certains endroits un rubanement tectonique.

La méthode des carrés s'est révélée être un moyen d'investigation très intéressant et performant pour cette étude. Elle est, en effet, assez rapide et permet de caractériser assez précisément les principales directions de fissuration. L'emploi de cette technique seule, sans l'apport d'une autre méthode électrique, n'est pourtant pas envisageable ici ou alors en réalisant un plus grand nombre de sondages carrés. En effet sur les 13 carrés, la direction N 0° apparaît qu'une seule fois pour 1 seule longueur de ligne. Or cette direction qui aurait pu sembler aberrante, s'il y avait eu que des sondages carrés, trouve un sens en comparant avec la carte d'isorésistivité et la géologie locale. L'utilisation combinée des profils électriques horizontaux est donc indispensable et permet de définir des zones plus intéressantes pour une investigation plus précise avec les carrés. Des sondages carrés supplémentaires seraient nécessaires pour préciser la répartition des directions d'anisotropie.

Il est à noter que les résultats dans les schistes, obtenus par les 3 méthodes, sont assez difficiles à interpréter en comparaison avec des résultats dans des granites qui illustrent la majorité des traités et des ouvrages sur le sujet. Les contrastes de résistivité sont en effet peu marqués dans les schistes et ne font donc pas apparaître nettement la structure du sous-sol.

Pour compléter cette étude, en plus des sondages carrés évoqués plus haut, des sondages électriques ou des sondages mécaniques seraient donc à réaliser pour déterminer plus précisément l'origine des bandes de basse et haute résistivité.

BIBLIOGRAPHIE

- ASTIER, J.L. (1971) - Géophysique appliquée à l'hydrogéologie. Masson, 277 p.
- BERNARDI, A. et MOUTON, J. (1980) - Les recherches d'eau dans le socle africain. Apport de la géophysique. *Bull. BRGM*, 2, III; n°4, p 293-309
- BOUSTEYAK, J.C. (1995) - Recherche par l'anisotropie de résistivité électrique dans les réseaux de diaclases : lien avec la contrainte dans le bassin de Lodeve (Hérault, France), *Diplôme d'Etude Approfondie*, Université des Sciences de Montpellier, 47 p.
- BRION, M. et LACHAUD, J.C. (1980) - Méthodes de prospections électriques en milieu cristallin fracturé. Apport du dispositif carré. 10ème réunion du conseil du C.I.E.H. à Bamako, 13 p.
- BRION, M. et LACHAUD, J.C. (1982) - Exemples d'application de la prospection électrique à la recherche d'eau. Intérêt des méthodes d'investigation pluridirectionnelle. Yaoundé, 11 p.
- DARBOUX, J.R. (1973) - Le Briovérien de la baie de Douarnenez (Massif Armoricaïn). Etude pétrologique et structurale. *Thèse de 3ème cycle*, Université de Brest, 207 p., 2 cartes hors texte
- DARBOUX, R.- AFOUNDA et LOUIS, P. (1989) - Contribution des mesures de l'anisotropie électrique à la recherche des aquifères de fracture en milieu cristallin au Bénin. *Géophysical Prospecting* 37, p. 91-105

FAILLAT, J.P. et SOMLETTE, L. (1995) - Rapport final. Réalisation et équipement d'un périmètre expérimental hydrogéologique. Bassin versant du Kerharo. *Rapport Technique*, 20 p., 6 annexes et 1 pages hors-texte

I.G.N. (1993) - Carte de Châteaulin-Douarnenez au 1/25000 ème

LE MASNE, D. (1979) - Application des méthodes électriques et électromagnétiques à l'étude géophysique des milieux fissurés. *Thèse de 3ème cycle*, Université des Sciences de Montpellier, 171 p.

LOUIS, P. (1992) - Utilisation des méthodes électriques pour la recherche d'eau dans les aquifères discontinus. *Mem. Soc. Geol. France*, n.s., n° 161, p17-23

MEGRET, F. (1995) - Etude sur la fracturation du Bassin versant du Kerharo en Baie de Douarnenez. *Mémoire de maîtrise*, Département des Sciences de la Terre, U.B.O., 37 p., 14 annexes

MEYER DE STADELHOFEN, C. (1991) - Application de la géophysique aux recherches d'eau. TecDoc Lavoisier, 181 p.

TELFORD, W.M., GELDART, L.P., SHERIFF, R.E., KEYS, D.A. (1976) - Prospection géophysique. E.R.G. Ed., tome 1, 355 p.

ANNEXES

ANNEXE 1 : valeurs et courbes des profils électriques horizontaux ----- page I

ANNEXE 2 : valeurs et diagrammes des sondages carrés ----- page XXVII

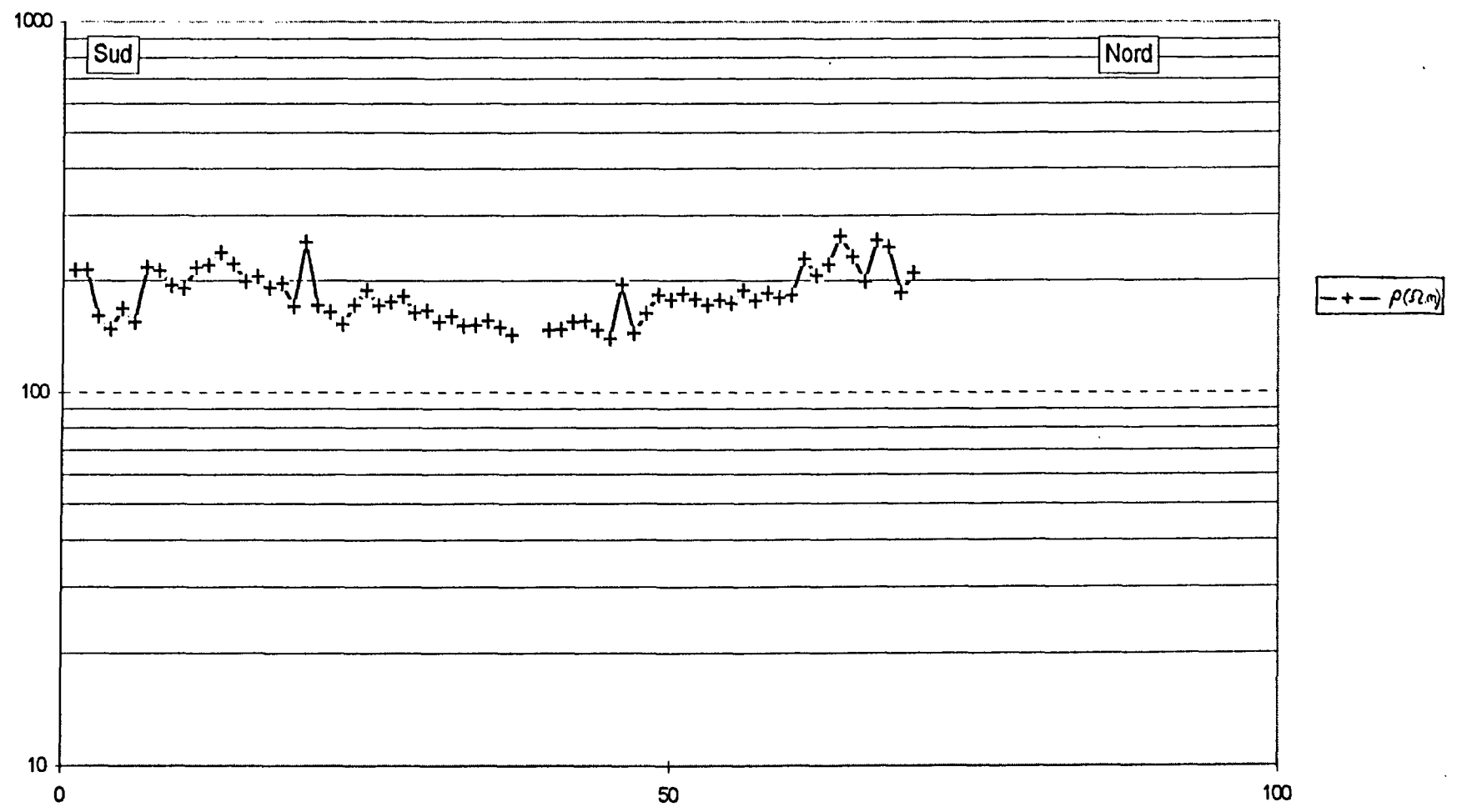
ANNEXE 3 : valeurs des sondages électriques verticaux ----- page LXII

ANNEXE 1

valeurs et courbes
des profils électriques horizontaux

| STATIONS | + ΔV (mV) | - ΔV (mV) | ΔV (mV) | +i (mA) | -i (mA) | i (mA) | ρ_a ($\Omega.m$) | Observations |
|----------|----------------------|-------------------|-----------------|---------|---------|--------|----------------------------|---------------------|
| 365 | 63 | 63 | 63 | 80 | 81 | 80,5 | 148 | |
| 375 | 100 | 100 | 100 | 127 | 128 | 127,5 | 148 | |
| 385 | 69 | 68 | 68,5 | 83 | 84 | 83,5 | 155 | |
| 395 | 113 | 111 | 112 | 135 | 135 | 135 | 156 | |
| 405 | 134 | 134 | 134 | 172 | 170 | 171 | 148 | |
| 415 | 186 | 180 | 183 | 245 | 248 | 246,5 | 140 | |
| 425 | 112 | 112 | 112 | 106 | 110 | 108 | 195 | |
| 435 | 90 | 92 | 91 | 119 | 118 | 118,5 | 145 | |
| 445 | 53 | 51 | 52 | 60 | 60 | 60 | 163 | |
| 455 | 129 | 126 | 127,5 | 131 | 132 | 131,5 | 183 | |
| 465 | 111 | 114 | 112,5 | 119 | 120 | 119,5 | 177 | |
| 475 | 136 | 134 | 135 | 138 | 138 | 138 | 184 | |
| 485 | 110 | 110 | 110 | 116 | 117 | 116,5 | 178 | |
| 495 | 72 | 72 | 72 | 79 | 79 | 79 | 172 | A 500 m., passage |
| 505 | 70 | 70 | 70 | 74 | 75 | 74,5 | 177 | de l'origine de SE4 |
| 515 | 81 | 83 | 82 | 89 | 89 | 89 | 174 | |
| 525 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 189 | |
| 535 | 98 | 98 | 98 | 104 | 105 | 104,5 | 177 | |
| 545 | 123 | 120 | 121,5 | 123 | 124 | 123,5 | 185 | |
| 555 | 112 | 112 | 112 | 117 | 117 | 117 | 180 | |
| 565 | 120 | 115 | 117,5 | 120 | 122 | 121 | 183 | |
| 575 | 116 | 116 | 116 | 95 | 96 | 95,5 | 229 | |
| 585 | 129 | 130 | 129,5 | 118 | 118 | 118 | 207 | |
| 595 | 185 | 185 | 185 | 158 | 157 | 157,5 | 221 | A 602 m., passage |
| 605 | 96 | 96 | 96 | 68 | 69 | 68,5 | 264 | de l'origine de SE1 |
| 615 | 115 | 114 | 114,5 | 93 | 93 | 93 | 232 | |
| 625 | 65 | 66 | 65,5 | 62 | 62 | 62 | 199 | |
| 635 | 138 | 135 | 136,5 | 100 | 100 | 100 | 257 | |
| 645 | 179 | 174 | 176,5 | 135 | 134 | 134,5 | 247 | |
| 655 | 98 | 98 | 98 | 99 | 100 | 99,5 | 186 | |
| 665 | 90 | 88 | 89 | 80 | 80 | 80 | 210 | |

TRAINE ELECTRIQUE N°1



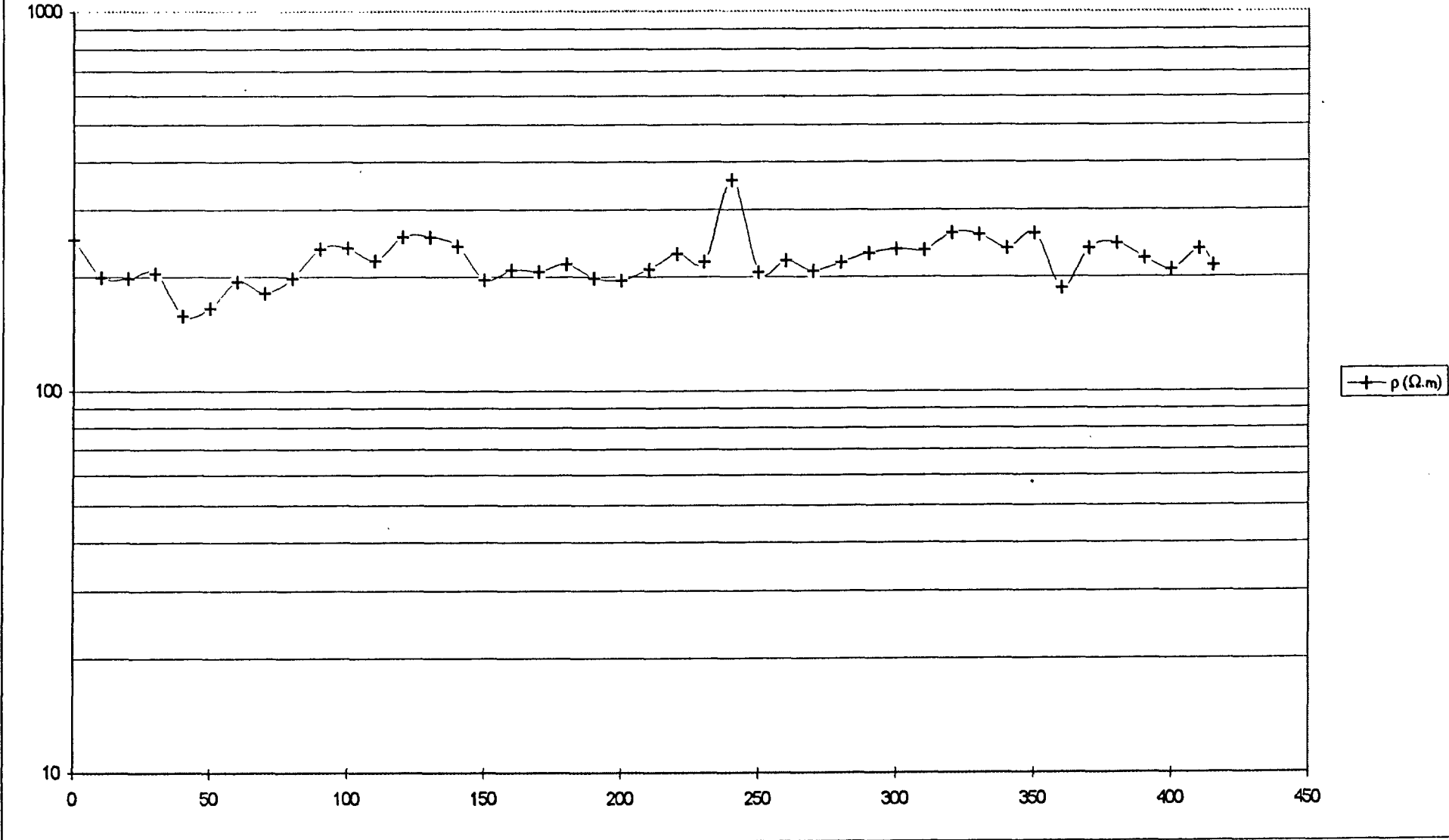
At

TE 2

Point de départ A 25 m au Nord du changement de direction du fossé, contre le fossé
 Orientation Environ E-W (N92)

| STATIONS | +ΔV (mV) | -ΔV (mV) | ΔV (mV) | +i (mA) | -i (mA) | i (mA) | ρ (Ω/m) | Observations |
|----------|----------|----------|---------|---------|---------|--------|---------|---|
| 0 | 48 | 48 | 48 | 36 | 36 | 36 | 251 | B contre fossé |
| 10 | 35 | 35 | 35 | 33 | 33 | 33 | 200 | |
| 20 | 34 | 35 | 34,5 | 32,5 | 33 | 32,75 | 199 | |
| 30 | 25 | 25 | 25 | 23 | 23 | 23 | 205 | |
| 40 | 26 | 26 | 26 | 31 | 31 | 31 | 158 | |
| 50 | 28,5 | 28,5 | 28,5 | 32,5 | 32,5 | 32,5 | 165 | |
| 60 | 32,5 | 32 | 32,25 | 31 | 31,5 | 31,25 | 195 | |
| 70 | 31 | 32 | 31,5 | 33 | 32,5 | 32,75 | 181 | |
| 80 | 34 | 34 | 34 | 32 | 32,5 | 32,25 | 199 | |
| 90 | 40 | 40 | 40 | 31,5 | 32 | 31,75 | 237 | |
| 100 | 35 | 36 | 35,5 | 28 | 28 | 28 | 239 | |
| 110 | 38 | 37 | 37,5 | 32 | 32 | 32 | 221 | |
| 120 | 51 | 50 | 50,5 | 37 | 37,5 | 37,25 | 256 | |
| 130 | 46 | 45,5 | 45,75 | 33,5 | 34 | 33,75 | 256 | A sur cloture près de D10 |
| 140 | 54 | 53,5 | 53,75 | 42 | 42 | 42 | 241 | A près de Pz5 |
| 150 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 36 | 36 | 36 | 196 | |
| 160 | 54,5 | 54,5 | 54,5 | 49 | 49,5 | 49,25 | 209 | Terre au milieu du chemin |
| 170 | 74 | 74 | 74 | 67,5 | 67,5 | 67,5 | 207 | Terre à 1 m de Pz5 |
| 180 | 51 | 52 | 51,5 | 45 | 44,5 | 44,75 | 217 | |
| 190 | 49 | 48,5 | 48,75 | 46,5 | 46 | 46,25 | 199 | Zone boueuse |
| 200 | 39 | 40 | 39,5 | 38 | 38 | 38 | 196 | |
| 210 | 76,5 | 76,5 | 76,5 | 69 | 68,5 | 68,75 | 210 | |
| 220 | 80 | 79 | 79,5 | 65 | 65 | 65 | 231 | |
| 230 | 84 | 83,5 | 83,75 | 72 | 72 | 72 | 219 | |
| 240 | 52 | 51 | 51,5 | 47 | 7 | 27 | 360 | |
| 250 | 39 | 38,5 | 38,75 | 35 | 36 | 35,5 | 206 | |
| 260 | 37 | 38 | 37,5 | 32 | 32 | 32 | 221 | Passage côté champ de maïs, à 2 m de la limite |
| 270 | 35,5 | 35 | 35,25 | 32 | 32 | 32 | 208 | |
| 280 | 36 | 36 | 36 | 31 | 31 | 31 | 219 | |
| 290 | 30,5 | 29 | 29,75 | 24,5 | 24 | 24,25 | 231 | |
| 300 | 30 | 31 | 30,5 | 24 | 24,5 | 24,25 | 237 | |
| 310 | 100 | 99 | 99,5 | 79,5 | 79,5 | 79,5 | 236 | |
| 320 | 128 | 125 | 126,5 | 91 | 91 | 91 | 262 | |
| 330 | 62,5 | 62 | 62,25 | 45 | 45,5 | 45,25 | 259 | A au droit de la haie perpendiculaire à la route |
| 340 | 62,5 | 64 | 63,25 | 50 | 50 | 50 | 238 | |
| 350 | 50 | 49,5 | 49,75 | 36 | 36 | 36 | 260 | |
| 360 | 27 | 27,5 | 27,25 | 27,5 | 27,5 | 27,5 | 187 | |
| 370 | 57,7 | 56 | 56,85 | 45 | 45 | 45 | 238 | |
| 380 | 32,5 | 34 | 33,25 | 25 | 26 | 25,5 | 246 | |
| 390 | 38 | 38 | 38 | 32 | 32 | 32 | 224 | |
| 400 | 35 | 34 | 34,5 | 31 | 31 | 31 | 210 | |
| 410 | 34 | 34 | 34 | 27 | 27 | 27 | 237 | |
| 415 | 43,5 | 42,5 | 43 | 37,5 | 38 | 37,75 | 215 | A à 2 m de la haie |

TRAINE ELECTRIQUE N°2



TE 3

Date

18/11/1995

Point de départ

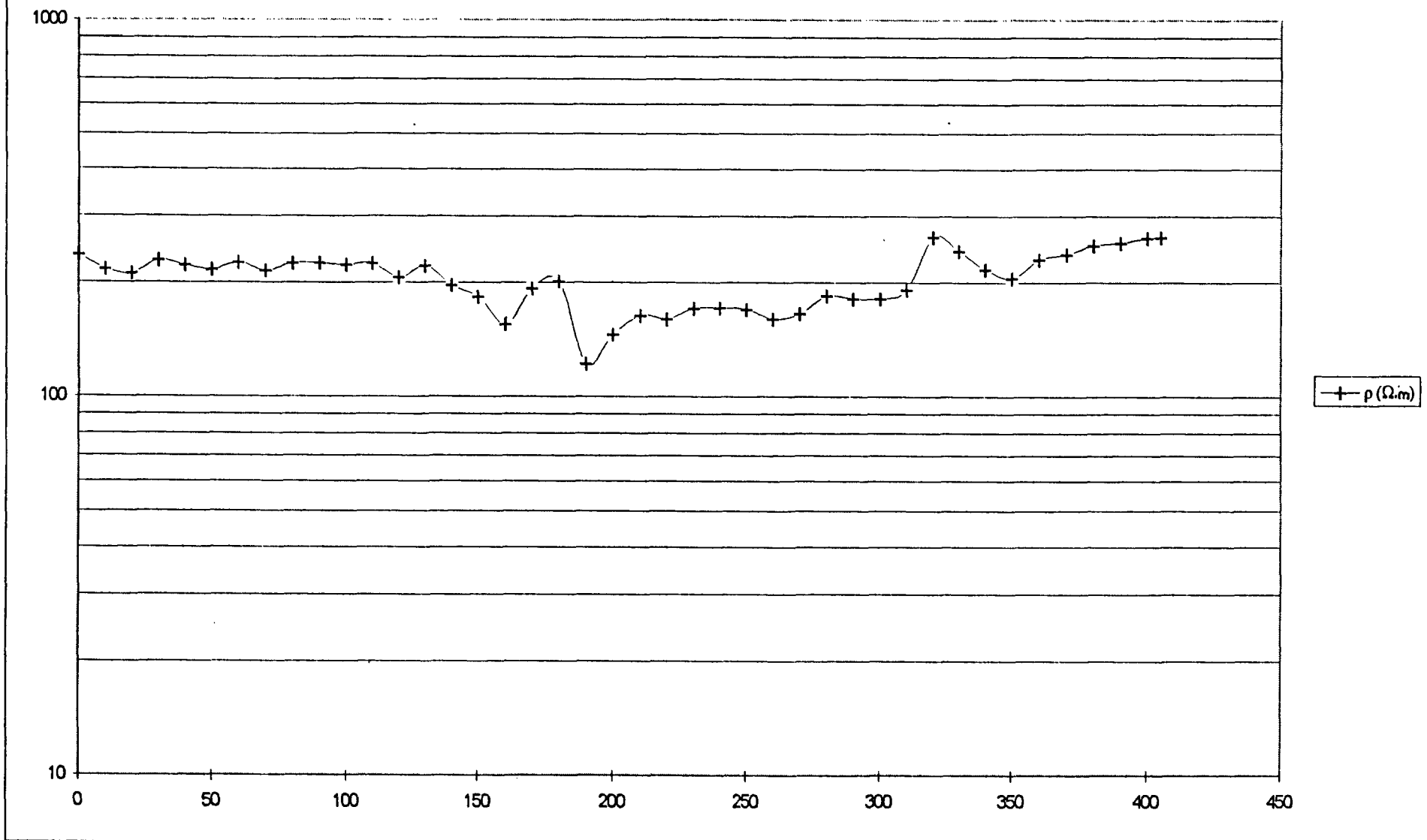
B contre fossé, entre Le Rest et Kerveldréac'h, à 60 m au Nord de T.E.2

Orientation

Environ E-W (N94)

| STATIONS | +ΔV (mV) | -ΔV (mV) | ΔV (mV) | +i (mA) | -i (mA) | i (mA) | ρ (Ω/m) | Observations |
|----------|----------|----------|---------|---------|---------|--------|---------|------------------------------------|
| 0 | 30 | 30 | 30 | 24 | 24 | 24 | 236 | |
| 10 | 30,5 | 31 | 30,75 | 26,5 | 27 | 26,75 | 217 | |
| 20 | 28 | 28 | 28 | 25 | 25 | 25 | 211 | |
| 30 | 27 | 27 | 27 | 22 | 22,5 | 22,25 | 229 | |
| 40 | 28 | 28,5 | 28,25 | 24 | 24 | 24 | 222 | |
| 50 | 35 | 35 | 35 | 30,5 | 30,5 | 30,5 | 216 | |
| 60 | 32 | 31 | 31,5 | 26 | 26,5 | 26,25 | 226 | |
| 70 | 27,5 | 26 | 26,75 | 23,5 | 23,5 | 23,5 | 215 | |
| 80 | 32 | 30 | 31 | 26 | 26 | 26 | 225 | |
| 90 | 38 | 38,5 | 38,25 | 32 | 32 | 32 | 225 | |
| 100 | 39 | 39 | 39 | 33 | 33 | 33 | 223 | |
| 110 | 39,5 | 39 | 39,25 | 32 | 31 | 31,5 | 225 | AM=24m, K=180,5 |
| 120 | 38 | 39 | 38,5 | 35 | 35,5 | 35,25 | 206 | Passage de la haie sur levée par A |
| 130 | 42,5 | 42 | 42,25 | 36 | 36 | 36 | 221 | |
| 140 | 42 | 42 | 42 | 40 | 40,5 | 40,25 | 197 | Terre au sommet de la haie |
| 150 | 36 | 37,5 | 36,75 | 38 | 37,5 | 37,75 | 184 | |
| 160 | 16 | 16 | 16 | 20 | 19 | 19,5 | 155 | |
| 170 | 64 | 63,5 | 63,75 | 62,5 | 62 | 62,25 | 193 | |
| 180 | 90 | 90 | 90 | 84 | 84,5 | 84,25 | 201 | |
| 190 | 49 | 49 | 49 | 76 | 75,5 | 75,75 | 122 | |
| 200 | 54 | 52 | 53 | 69 | 68 | 68,5 | 146 | |
| 210 | 32,5 | 32,5 | 32,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 163 | A sur fossé |
| 220 | 43,5 | 42 | 42,75 | 50,5 | 50 | 50,25 | 160 | |
| 230 | 34 | 33,5 | 33,75 | 37,5 | 37 | 37,25 | 171 | |
| 240 | 45 | 46 | 45,5 | 49,5 | 50,5 | 50 | 172 | Terre près du fossé |
| 250 | 32 | 32 | 32 | 35 | 36 | 35,5 | 170 | |
| 260 | 44 | 44 | 44 | 52 | 51,5 | 51,75 | 160 | |
| 270 | 31,5 | 30 | 30,75 | 35,5 | 34,5 | 35 | 166 | |
| 280 | 25 | 25,5 | 25,25 | 25,5 | 26 | 25,75 | 185 | |
| 290 | 26,5 | 27 | 26,75 | 27,5 | 28 | 27,75 | 182 | |
| 300 | 25,5 | 24,5 | 25 | 26 | 26 | 26 | 181 | |
| 310 | 31,5 | 30 | 30,75 | 30,5 | 30 | 30,25 | 192 | |
| 320 | 39 | 39 | 39 | 28 | 27,5 | 27,75 | 265 | |
| 330 | 54,5 | 54 | 54,25 | 42,5 | 42 | 42,25 | 242 | |
| 340 | 24,5 | 25 | 24,75 | 22 | 21 | 21,5 | 217 | |
| 350 | 31 | 29,5 | 30,25 | 27,5 | 28 | 27,75 | 205 | |
| 360 | 32 | 31 | 31,5 | 26 | 25,5 | 25,75 | 231 | |
| 370 | 30,5 | 30 | 30,25 | 24 | 24 | 24 | 238 | |
| 380 | 42,5 | 40,5 | 41,5 | 31,5 | 31 | 31,25 | 250 | |
| 390 | 32 | 31,5 | 31,75 | 24 | 23 | 23,5 | 255 | |
| 400 | 35 | 34 | 34,5 | 25 | 24,5 | 24,75 | 263 | |
| 405 | 31,5 | 30 | 30,75 | 22 | 22 | 22 | 263 | A à 2 m de la haie |

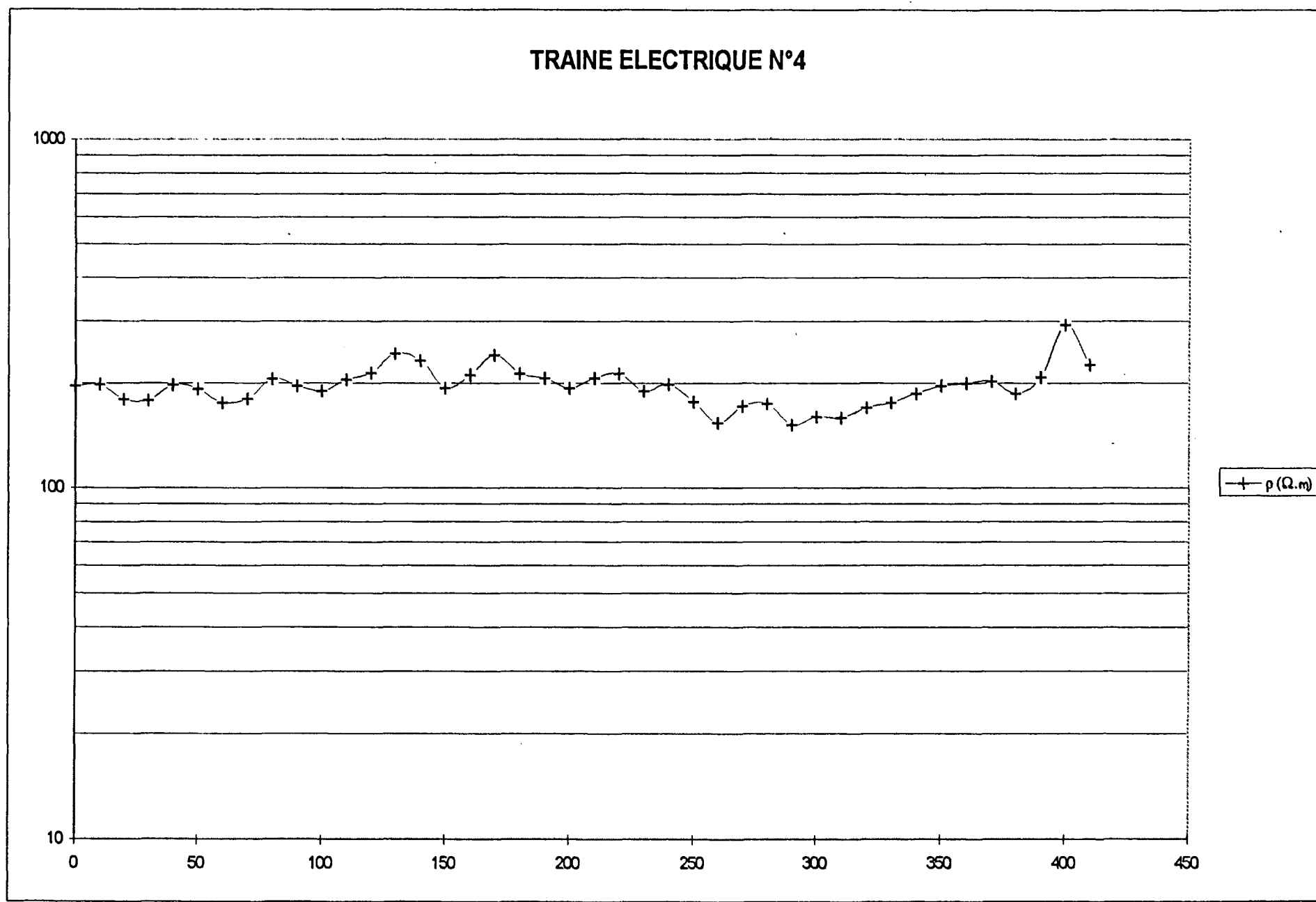
TRAIINE ELECTRIQUE N°3



TE 4

Date 08/12/1995
 Point de départ masse sur fossé entre Le Rest et Kerveldreac'h à 50 m de TE 3
 Orientation N 90°

| STATIONS | +ΔV (mV) | -ΔV (mV) | ΔV (mV) | +i (mA) | -i (mA) | i (mA) | ρ (Ω/m) | Observations |
|----------|----------|----------|---------|---------|---------|--------|---------|--------------------|
| 0 | 26,5 | 26,5 | 26,5 | 25,25 | 25,5 | 25,38 | 197 | |
| 10 | 68 | 68 | 68 | 67 | 66 | 66,5 | 199 | |
| 20 | 31,5 | 31 | 31,25 | 32 | 33,5 | 33,75 | 180 | |
| 30 | 36 | 36 | 36 | 37 | 39 | 38 | 179 | |
| 40 | 32 | 33,5 | 32,75 | 31 | 32,5 | 31,25 | 198 | |
| 50 | 35 | 35 | 35 | 34 | 34,5 | 34,25 | 193 | |
| 60 | 48 | 47 | 47,5 | 51 | 51 | 51 | 176 | |
| 70 | 25 | 23 | 24 | 25 | 25 | 25 | 181 | |
| 80 | 31,5 | 32 | 32,75 | 28 | 30 | 29 | 206 | |
| 90 | 23 | 22 | 22,5 | 22 | 21 | 21,5 | 197 | |
| 100 | 25 | 25 | 25 | 24,5 | 25 | 24,75 | 190 | |
| 110 | 26 | 25,5 | 25,75 | 23,75 | 23,5 | 23,68 | 205 | |
| 120 | 35 | 33 | 34 | 30,5 | 29,5 | 30 | 214 | A passe le chemin |
| 130 | 22 | 21,75 | 21,88 | 17,25 | 16,75 | 17 | 243 | |
| 140 | 19 | 19 | 18,5 | 15 | 15 | 15 | 232 | Terre contre fossé |
| 150 | 18 | 18 | 18 | 17 | 18 | 17,5 | 194 | |
| 160 | 24 | 22,75 | 23,38 | 20,75 | 21 | 20,88 | 211 | |
| 170 | 64 | 64 | 64 | 50 | 50 | 50 | 241 | |
| 180 | 36 | 34,5 | 35,25 | 31 | 31,5 | 31,25 | 213 | |
| 190 | 25,5 | 24 | 24,75 | 23 | 22 | 22,5 | 207 | |
| 200 | 26 | 26 | 26 | 26 | 24,5 | 25,25 | 194 | |
| 210 | 28 | 29 | 28,5 | 26 | 26 | 26 | 207 | |
| 220 | 35 | 34 | 34,5 | 31 | 30 | 30,5 | 213 | |
| 230 | 22 | 22,75 | 22,38 | 22 | 22,5 | 22,25 | 190 | |
| 240 | 33 | 34 | 33,5 | 32 | 31,5 | 31,75 | 199 | |
| 250 | 30 | 29 | 29,5 | 32 | 31 | 31,5 | 177 | |
| 260 | 18 | 18 | 18 | 22,25 | 21,75 | 22 | 154 | |
| 270 | 24 | 22,5 | 23,25 | 25 | 26 | 25,5 | 172 | |
| 280 | 26 | 26 | 26 | 28 | 28 | 28 | 175 | |
| 290 | 36 | 36 | 36 | 45 | 44 | 44,5 | 152 | |
| 300 | 31 | 32 | 31,5 | 38 | 36 | 37 | 160 | |
| 310 | 32 | 33 | 32,5 | 38 | 39 | 38,5 | 159 | |
| 320 | 44 | 44 | 44 | 48 | 49,5 | 48,75 | 170 | |
| 330 | 40 | 39,5 | 39,75 | 43 | 42 | 42,5 | 176 | |
| 340 | 30 | 30 | 30 | 30,5 | 30 | 30,25 | 187 | |
| 350 | 40,5 | 40 | 40,25 | 38 | 39 | 38,5 | 197 | |
| 360 | 32 | 30,5 | 31,25 | 29 | 30 | 29,5 | 200 | |
| 370 | 32 | 31 | 31,5 | 30 | 28,5 | 29,25 | 203 | |
| 380 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26,5 | 26,25 | 187 | |
| 390 | 28 | 26 | 27 | 24 | 25 | 24,5 | 208 | |
| 400 | 46 | 44 | 45 | 28 | 30 | 29 | 293 | |
| 410 | 34 | 36 | 35 | 30 | 28,5 | 29,25 | 226 | |
| 420 | 31 | 28,5 | 29,75 | 27,5 | 26 | 26,75 | 210 | |

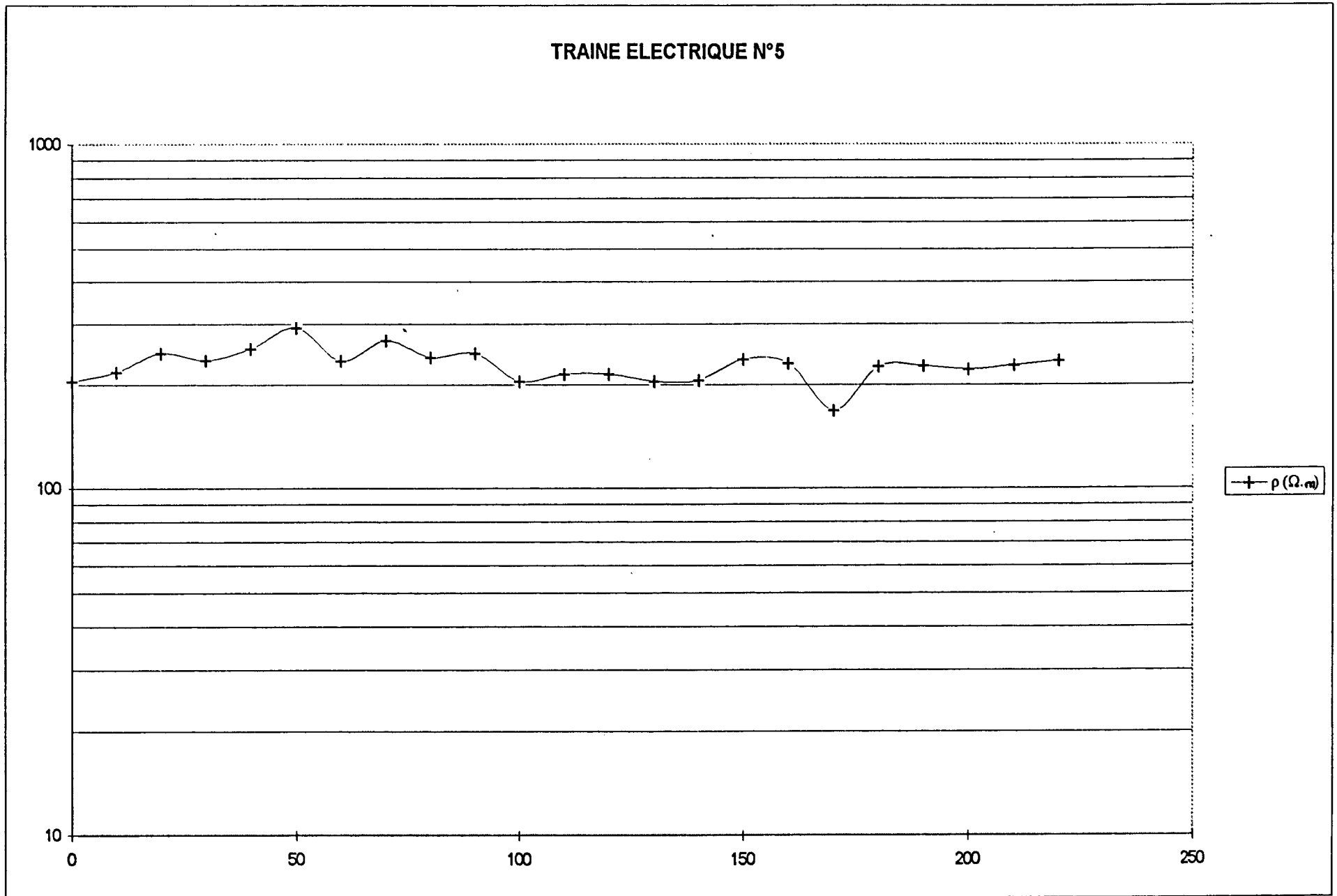


TE 5

Date 08/12/1995
 Point de départ B sur le fossé, entre Le Rest et Kerveldreac'h, au coin du champ
 à 50 m de PZ 2
 Orientation environs N 90°

| STATIONS | + ΔV (mV) | - ΔV (mV) | ΔV (mV) | +i (mA) | -i (mA) | i (mA) | ρ (Ω/m) | Observations |
|----------|----------------------|----------------------|-----------------|---------|---------|--------|-----------------------|---------------------|
| 0 | 55 | 54 | 54,5 | 50 | 50 | 50 | 205 | |
| 10 | 39 | 39,5 | 39,25 | 34 | 34 | 34 | 218 | A entre PZ 2 et F31 |
| 20 | 44 | 43 | 43,5 | 33,5 | 33 | 33,25 | 247 | |
| 30 | 56 | 54 | 55 | 44 | 44 | 44 | 236 | |
| 40 | 91 | 90 | 90,5 | 67 | 67 | 67 | 255 | Terre à 2m de F31 |
| 50 | 124 | 120 | 122 | 79 | 78 | 78,5 | 293 | Fossé |
| 60 | 76 | 75 | 75,5 | 67 | 68 | 67,5 | 235 | |
| 70 | 97 | 96 | 96,5 | 67 | 68 | 67,5 | 269 | |
| 80 | 80 | 80 | 80 | 63 | 62 | 62,5 | 241 | |
| 90 | 95 | 94 | 94,5 | 72 | 72,5 | 72,25 | 247 | |
| 100 | 70 | 70 | 70 | 65 | 64 | 64,5 | 205 | |
| 110 | 56 | 58 | 57 | 50 | 50 | 50 | 215 | |
| 120 | 81 | 82 | 81,5 | 72 | 71 | 71,5 | 215 | |
| 130 | 86 | 87 | 86,5 | 80 | 79 | 79,5 | 205 | A sur limite pré |
| 140 | 52 | 53 | 52,5 | 48 | 48 | 48 | 206 | |
| 150 | 79 | 78 | 78,5 | 63 | 62 | 62,5 | 237 | Fossé |
| 160 | 68 | 67 | 67,5 | 54 | 56 | 55 | 231 | |
| 170 | 39 | 38 | 38,5 | 43 | 43,5 | 43,25 | 168 | |
| 180 | 49 | 48 | 48,5 | 41 | 40 | 40,5 | 226 | |
| 190 | 64 | 64 | 64 | 53 | 53,5 | 53,25 | 227 | |
| 200 | 64 | 63 | 63,5 | 54 | 54 | 54 | 222 | |
| 210 | 70 | 69 | 69,5 | 57 | 58 | 57,5 | 228 | |
| 220 | 34 | 34 | 34 | 28 | 26,5 | 27,25 | 235 | |

TRAINÉ ELECTRIQUE N°5

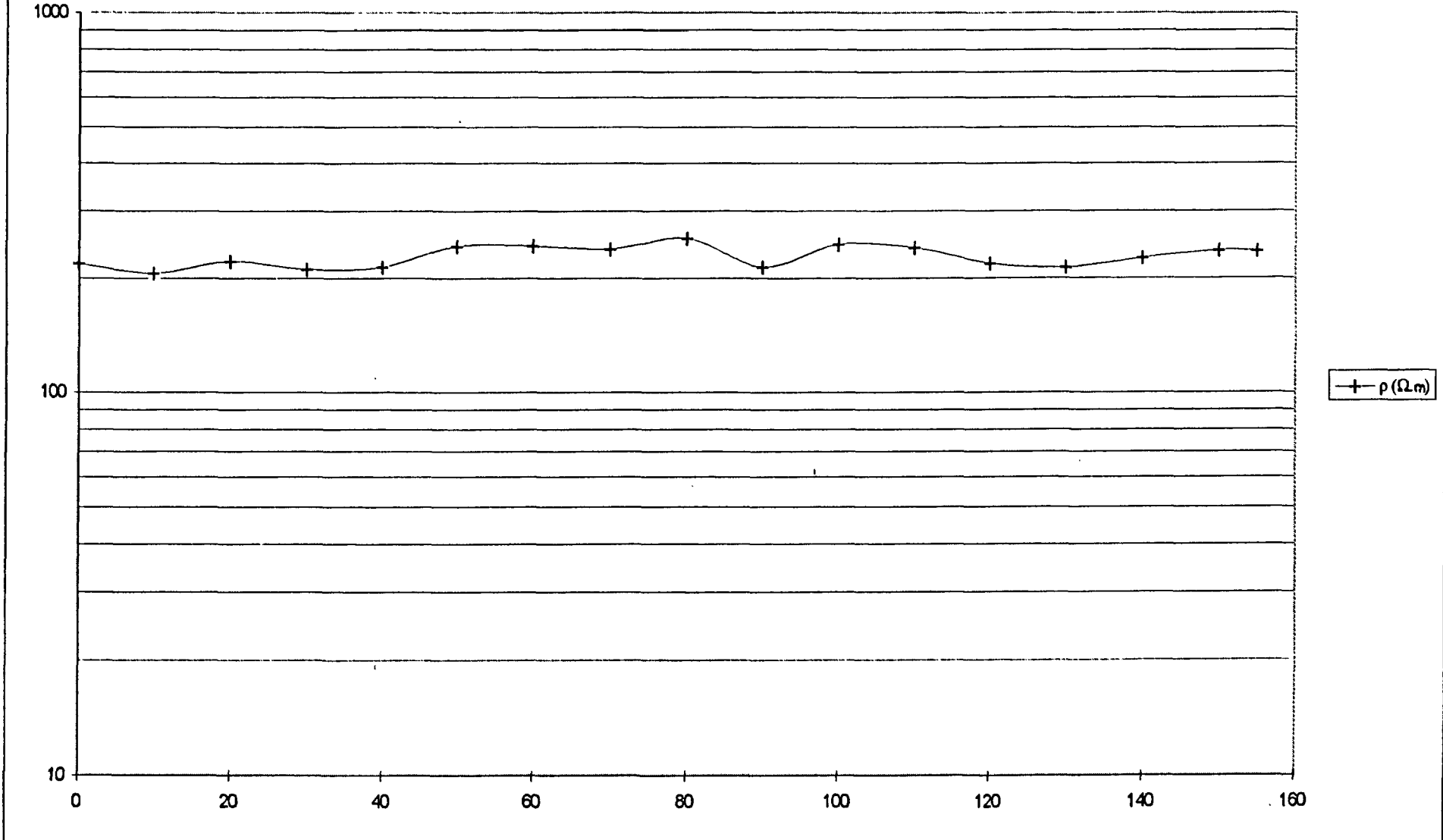


TE 6

Date 26/01/1996
 Point de départ masse sur le fossé entre Le Rest et Kerveldreac'h à 30 m du Kerharo
 Orientation N 90°

| STATIONS | + ΔV (mV) | - ΔV (mV) | ΔV (mV) | +i (mA) | -i (mA) | i (mA) | ρ (Ω/m) | Observations |
|----------|----------------------|----------------------|-----------------|---------|---------|--------|-----------------------|--------------------|
| 0 | 43 | 42,5 | 42,75 | 37 | 37 | 37 | 218 | |
| 10 | 24 | 24 | 24 | 22 | 22 | 22 | 206 | |
| 20 | 28 | 29,5 | 28,75 | 24 | 25 | 25,5 | 221 | |
| 30 | 18 | 17 | 17,5 | 15,5 | 15,75 | 15,62 | 211 | |
| 40 | 31 | 31,5 | 31,25 | 27 | 28 | 27,5 | 214 | |
| 50 | 52 | 52 | 52 | 41 | 41 | 40,5 | 242 | |
| 60 | 52 | 52 | 52 | 32 | 30 | 31 | 243 | |
| 70 | 36 | 36 | 36 | 29 | 28 | 28,5 | 238 | |
| 80 | 60 | 62 | 61 | 45 | 45,5 | 45,25 | 254 | Terre contre fossé |
| 90 | 56 | 56,5 | 56,25 | 50 | 49 | 49,5 | 214 | |
| 100 | 71 | 70,5 | 71,75 | 54 | 55 | 54,5 | 245 | |
| 110 | 95 | 96 | 95,5 | 76 | 74 | 75 | 240 | |
| 120 | 61,5 | 60 | 60,75 | 53 | 52 | 52,5 | 218 | |
| 130 | 77 | 78 | 77,5 | 69 | 68 | 68,5 | 213 | |
| 140 | 140 | 130 | 135 | 110 | 115 | 112,5 | 226 | |
| 150 | 105 | 105 | 105 | 84 | 84 | 84 | 236 | A sur haie |
| 155 | 94 | 94 | 94 | 75 | 76 | 75,5 | 235 | |

TRAINÉ ELECTRIQUE N°6

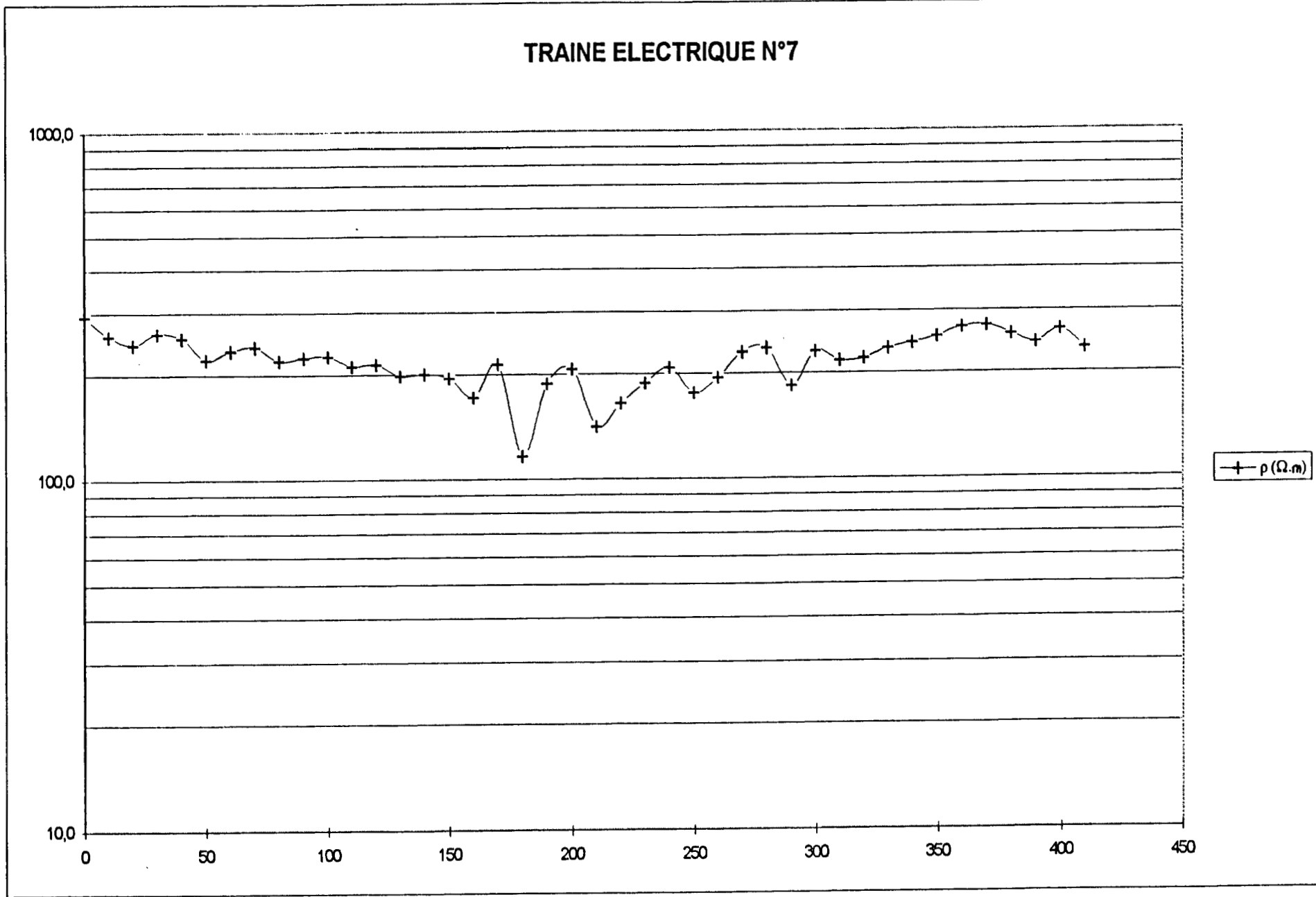


TE 7

Date 25/01/1996
 Point de départ masse sur fossé entre Le Rest et Kerveldreac'h à 25 m de TE 2
 Orientation N 87° environs

| STATIONS | +ΔV (mV) | -ΔV (mV) | ΔV (mV) | +i (mA) | -i (mA) | i (mA) | ρ (Ω/m) | Observations |
|----------|----------|----------|---------|---------|---------|--------|---------|--------------------|
| 0 | 46 | 47 | 46,5 | 30 | 30 | 30 | 292,2 | |
| 10 | 35 | 36 | 35,5 | 26 | 26 | 26 | 257,4 | |
| 20 | 36 | 39 | 27,5 | 29 | 29 | 29 | 243,7 | |
| 30 | 34 | 34 | 34 | 24 | 25 | 24,5 | 261,6 | |
| 40 | 30 | 28 | 29 | 21 | 22 | 21,5 | 254,3 | |
| 50 | 21,5 | 22 | 21,75 | 18 | 19 | 18,5 | 221,6 | |
| 60 | 30 | 31,5 | 30,75 | 24 | 25,5 | 24,75 | 234,1 | |
| 70 | 26,5 | 27 | 26,75 | 21 | 21 | 21 | 240,0 | |
| 80 | 27,5 | 28 | 27,75 | 24 | 23,5 | 23,75 | 220,2 | |
| 90 | 24 | 26 | 25 | 21 | 21 | 21 | 224,4 | |
| 100 | 24 | 24 | 24 | 20 | 20 | 20 | 226,2 | |
| 110 | 22,5 | 22,5 | 22,5 | 20 | 20 | 20 | 212,0 | |
| 120 | 28 | 27 | 27,5 | 24 | 24,52 | 24,25 | 213,7 | |
| 130 | 29,75 | 30 | 29,87 | 28,25 | 28,5 | 28,37 | 198,4 | |
| 140 | 26 | 24 | 25 | 23 | 24 | 23,5 | 200,5 | |
| 150 | 29 | 29 | 29 | 28 | 28 | 28 | 195,2 | A milieu du chemin |
| 160 | 32 | 30 | 31 | 31 | 34 | 34 | 171,8 | |
| 170 | 50 | 51 | 50,5 | 44 | 45 | 44,5 | 214,0 | |
| 180 | 25 | 25 | 25 | 40 | 41 | 40,5 | 116,3 | |
| 190 | 48 | 49 | 48,5 | 48 | 49 | 48,5 | 188,5 | |
| 200 | 41,5 | 42 | 41,75 | 38 | 38 | 38 | 207,1 | Terrz sur PZ 6 |
| 210 | 100 | 105 | 102,5 | 137 | 137 | 137 | 141,0 | |
| 220 | 86 | 85 | 85,5 | 98 | 98 | 98 | 164,4 | |
| 230 | 105 | 105 | 105 | 105 | 105 | 105 | 188,5 | |
| 240 | 79 | 80 | 79,5 | 72 | 72 | 72 | 208,1 | |
| 250 | 59 | 57 | 58 | 62 | 62 | 62 | 176,3 | |
| 260 | 110 | 107 | 108,5 | 105 | 105 | 105 | 194,7 | |
| 270 | 75 | 74 | 74,5 | 61 | 61,5 | 61,25 | 229,3 | |
| 280 | 52 | 51 | 51,5 | 52,5 | 53 | 52,75 | 235,1 | |
| 290 | 52 | 51 | 51,5 | 52,5 | 53 | 52,75 | 184,0 | |
| 300 | 61 | 62 | 61,5 | 50,5 | 50 | 50,25 | 230,7 | |
| 310 | 68 | 70 | 69 | 60 | 60 | 60 | 216,8 | |
| 320 | 56 | 56 | 56 | 48 | 48 | 48 | 220,0 | |
| 330 | 56 | 56 | 56 | 45 | 45 | 45 | 234,6 | |
| 340 | 48 | 47 | 47,5 | 37 | 37 | 37 | 242,0 | |
| 350 | 47 | 46 | 46,5 | 34,5 | 35 | 34,75 | 252,2 | |
| 360 | 50 | 51 | 50,5 | 35 | 36 | 35,5 | 268,1 | |
| 370 | 56 | 56 | 56 | 39 | 39 | 39 | 270,7 | |
| 380 | 55 | 55 | 55 | 41 | 40 | 40,5 | 256,0 | |
| 390 | 52 | 51 | 51,5 | 40 | 40 | 40 | 242,7 | |
| 400 | 51 | 51 | 51 | 37 | 36 | 36,5 | 263,4 | |
| 410 | 40,5 | 40 | 40,75 | 33 | 32 | 32,5 | 233,5 | |
| 420 | 47,5 | 47 | 47,25 | 37,5 | 38 | 37,75 | 236,0 | |

TRAIINE ELECTRIQUE N°7

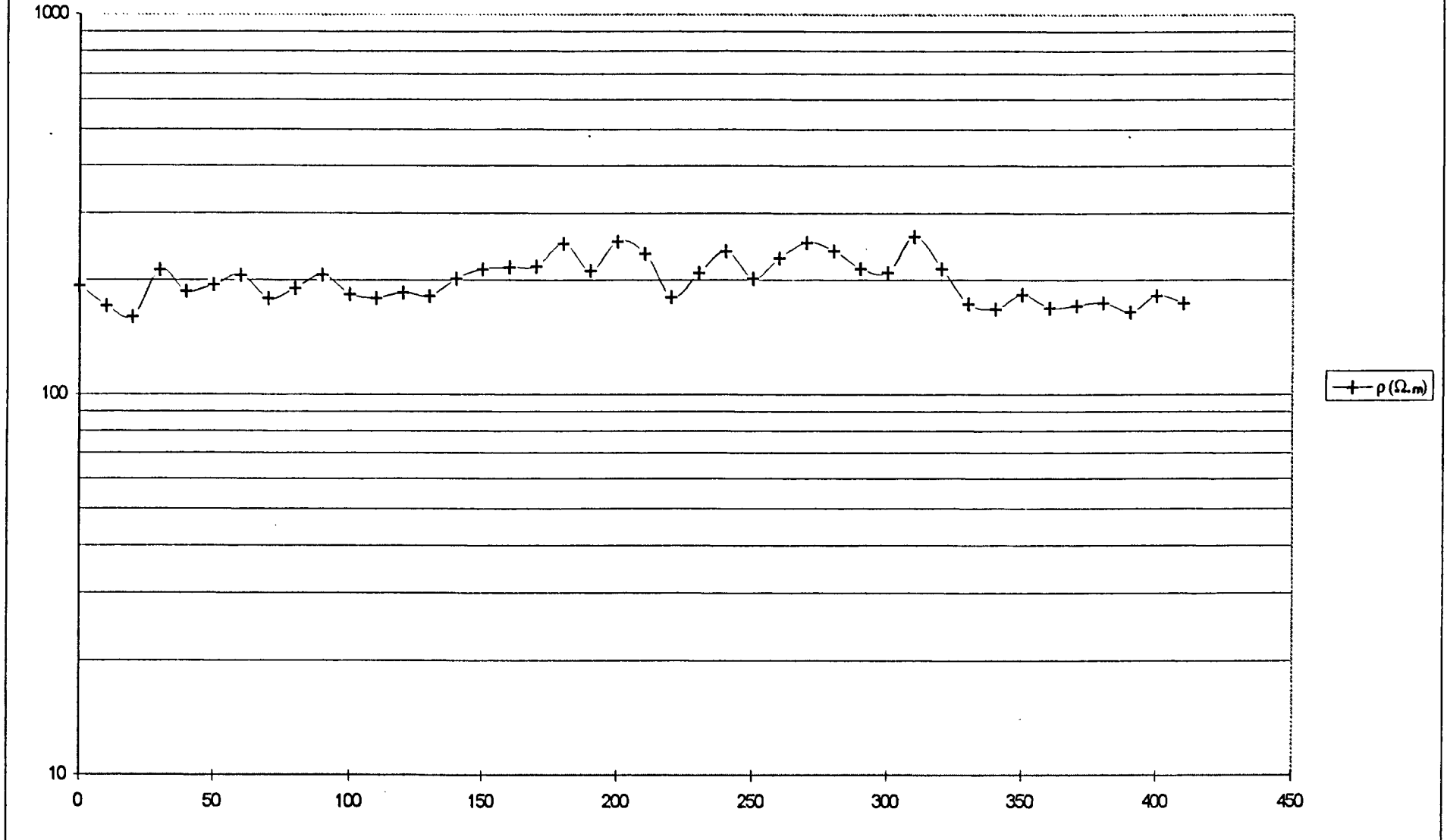


TE 8

Date 25/01/1996
 Point de départ masse sur fossé entre Le Rest et Kerveldreac'h à 60 m de TE 4
 Orientation N 88° environ

| STATIONS | +ΔV (mV) | -ΔV (mV) | ΔV (mV) | +i (mA) | -i (mA) | i (mA) | ρ (Ω/m) | Observations |
|----------|----------|----------|---------|---------|---------|--------|---------|----------------|
| 0 | 38 | 38 | 38 | 37 | 37 | 37 | 194 | |
| 10 | 36 | 36,5 | 36,25 | 40 | 40 | 40 | 171 | |
| 20 | 43 | 41 | 42 | 50 | 49 | 49,5 | 160 | |
| 30 | 52 | 52 | 52 | 46 | 46 | 46 | 213 | |
| 40 | 57 | 58 | 57,5 | 58 | 58 | 58 | 187 | |
| 50 | 58 | 56 | 57 | 55,5 | 55 | 55,25 | 195 | |
| 60 | 64 | 64 | 64 | 59 | 58 | 58,5 | 206 | |
| 70 | 42 | 41,5 | 41,75 | 44 | 44 | 44 | 179 | |
| 80 | 43 | 42 | 42,5 | 42 | 42 | 42 | 191 | |
| 90 | 62 | 60 | 61 | 56 | 55 | 55,5 | 207 | |
| 100 | 56 | 56 | 56 | 57,5 | 57,5 | 57,5 | 184 | A sur chemin |
| 110 | 40 | 40 | 40 | 42 | 42 | 42 | 180 | |
| 120 | 35 | 32 | 33,5 | 34 | 34 | 34 | 186 | |
| 130 | 29 | 28 | 28,5 | 30 | 29 | 29,5 | 182 | |
| 140 | 46 | 46 | 46 | 43 | 43 | 43 | 202 | |
| 150 | 34 | 34 | 34 | 30 | 30 | 30 | 214 | |
| 160 | 30 | 29,5 | 29,75 | 26 | 26 | 26 | 216 | |
| 170 | 30 | 30 | 30 | 26 | 26 | 26 | 217,5 | |
| 180 | 30 | 29 | 29,5 | 22 | 22,5 | 22,25 | 250 | |
| 190 | 24,5 | 23 | 23,75 | 21,25 | 21 | 21,12 | 212 | |
| 200 | 23,75 | 23,5 | 23,62 | 17,75 | 17,5 | 17,62 | 253 | |
| 210 | 25 | 24,5 | 24,75 | 20 | 19,75 | 19,87 | 235 | |
| 220 | 18 | 17,5 | 17,75 | 18,5 | 18,5 | 18,5 | 181 | |
| 230 | 20,5 | 20 | 20,25 | 18 | 18,5 | 18,25 | 209 | |
| 240 | 18,5 | 19 | 18,75 | 15 | 14,75 | 17,87 | 238 | |
| 250 | 19 | 18,5 | 18,75 | 17,5 | 17,5 | 17,5 | 202 | |
| 260 | 22 | 21,75 | 21,87 | 18 | 18 | 18 | 229 | |
| 270 | 26 | 25,5 | 25,75 | 19,25 | 19,25 | 19,25 | 252 | |
| 280 | 35 | 34 | 34,5 | 27 | 27,5 | 27,25 | 239 | A dans le bois |
| 290 | 28 | 27 | 27,5 | 25 | 25 | 25 | 215 | |
| 300 | 25 | 24 | 24,5 | 22 | 22 | 22 | 210 | |
| 310 | 25 | 25,5 | 25,25 | 18,5 | 18 | 18,25 | 261 | |
| 320 | 36 | 36 | 36 | 31 | 32 | 31,5 | 215 | |
| 330 | 23 | 23 | 23 | 25 | 25 | 25 | 173 | |
| 340 | 20 | 20 | 20 | 23 | 22 | 22,5 | 168 | |
| 350 | 28 | 27 | 27,5 | 28,5 | 28 | 28,25 | 183 | |
| 360 | 26 | 25 | 25,5 | 29 | 28 | 28,5 | 169 | |
| 370 | 20 | 20 | 20 | 22 | 22 | 22 | 171 | |
| 380 | 42 | 40 | 41 | 45 | 45 | 45 | 174 | |
| 390 | 30 | 32 | 31 | 35 | 35 | 35,5 | 165 | |
| 400 | 41 | 41 | 41 | 42 | 43 | 42,5 | 182 | |
| 410 | 30 | 29 | 29,5 | 32 | 32 | 32 | 174 | |
| 420 | 16 | 18 | 17 | 19 | 19 | 19 | 169 | |
| Fin | | | | | | | | |

TRAIINE ELECTRIQUE N°8

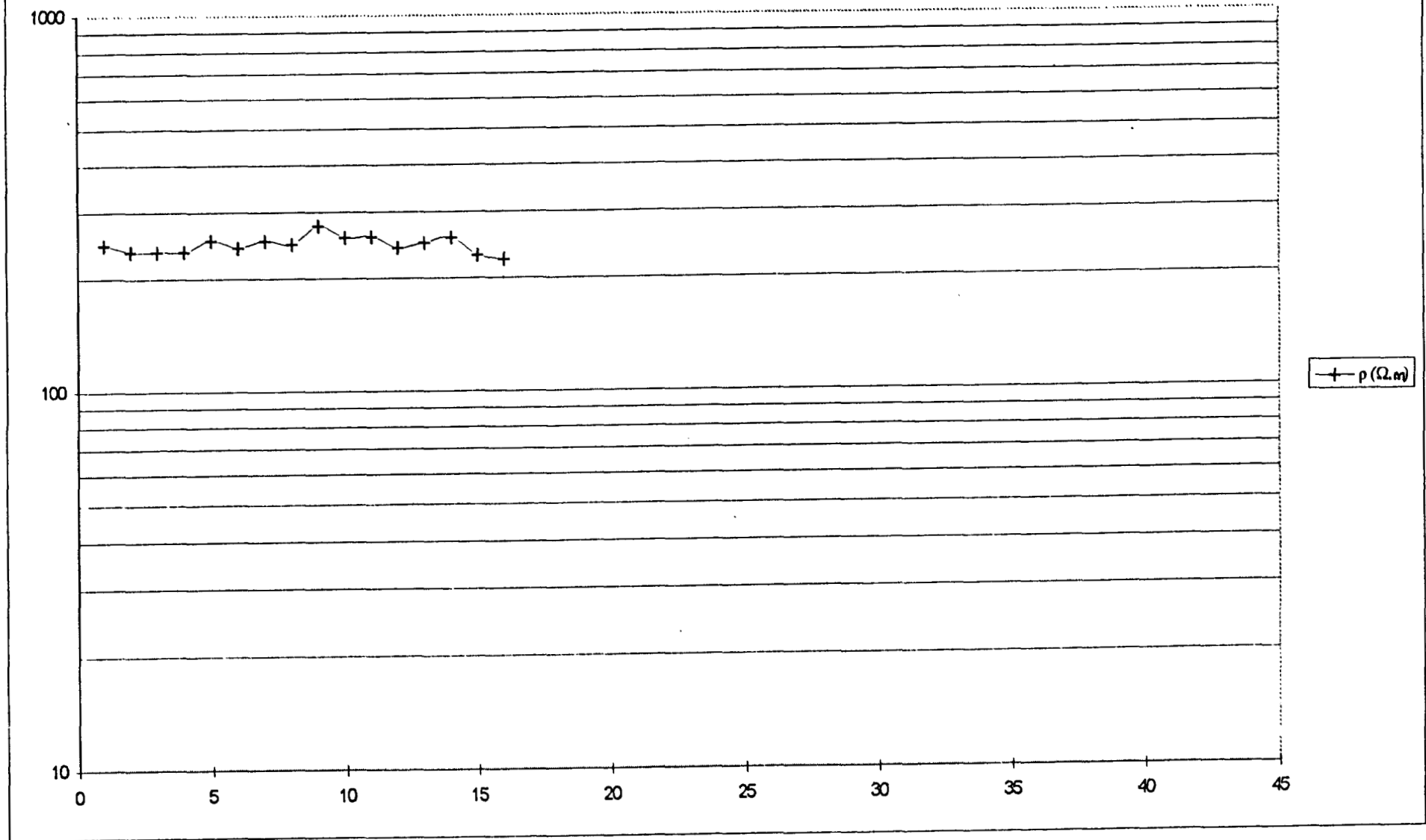


TE 9

Date 26/01/1996
 Point de départ à 25 de TE 5 vers le nord, masse sur fossé
 Orientation N 90°

| STATIONS | + ΔV (mV) | - ΔV (mV) | ΔV (mV) | +i (mA) | -i (mA) | i (mA) | ρ (Ω/m) | Observations |
|----------|----------------------|----------------------|-----------------|---------|---------|--------|-----------------------|----------------|
| 0 | 69 | 68 | 68,5 | 52 | 53 | 52,5 | 246 | |
| 10 | 51,5 | 51 | 51,25 | 41 | 41 | 41 | 236 | |
| 20 | 135 | 130 | 132,5 | 105 | 107 | 106 | 236 | B dans fossé |
| 30 | 51,5 | 53 | 52,25 | 41,5 | 42 | 41,75 | 236 | |
| 40 | 58 | 57,5 | 57,75 | 43 | 43 | 43 | 253 | |
| 50 | 38 | 39 | 38,5 | 30 | 30 | 30 | 242 | |
| 60 | 70 | 69 | 69,5 | 52 | 52 | 52 | 252 | |
| 70 | 120 | 110 | 115 | 82,5 | 85 | 83,75 | 247 | M contre fossé |
| 80 | 56 | 58 | 57 | 39 | 39 | 39 | 276 | |
| 90 | 75 | 75 | 75 | 55 | 55 | 55 | 257 | |
| 100 | 37 | 37 | 37 | 27 | 27 | 27 | 258 | |
| 110 | 68 | 68 | 68 | 53 | 53,5 | 53,25 | 241 | |
| 120 | 73 | 74 | 73,5 | 55,5 | 56 | 55,75 | 249 | |
| 130 | 120 | 115 | 117,5 | 85 | 85 | 85 | 256 | |
| 140 | 115 | 105 | 110 | 90 | 90 | 90 | 230 | |
| 150 | 47 | 47 | 47 | 39 | 40 | 39,5 | 224 | A sur haie |
| Fin | | | | | | | | |

TRAINÉ ELECTRIQUE N°9

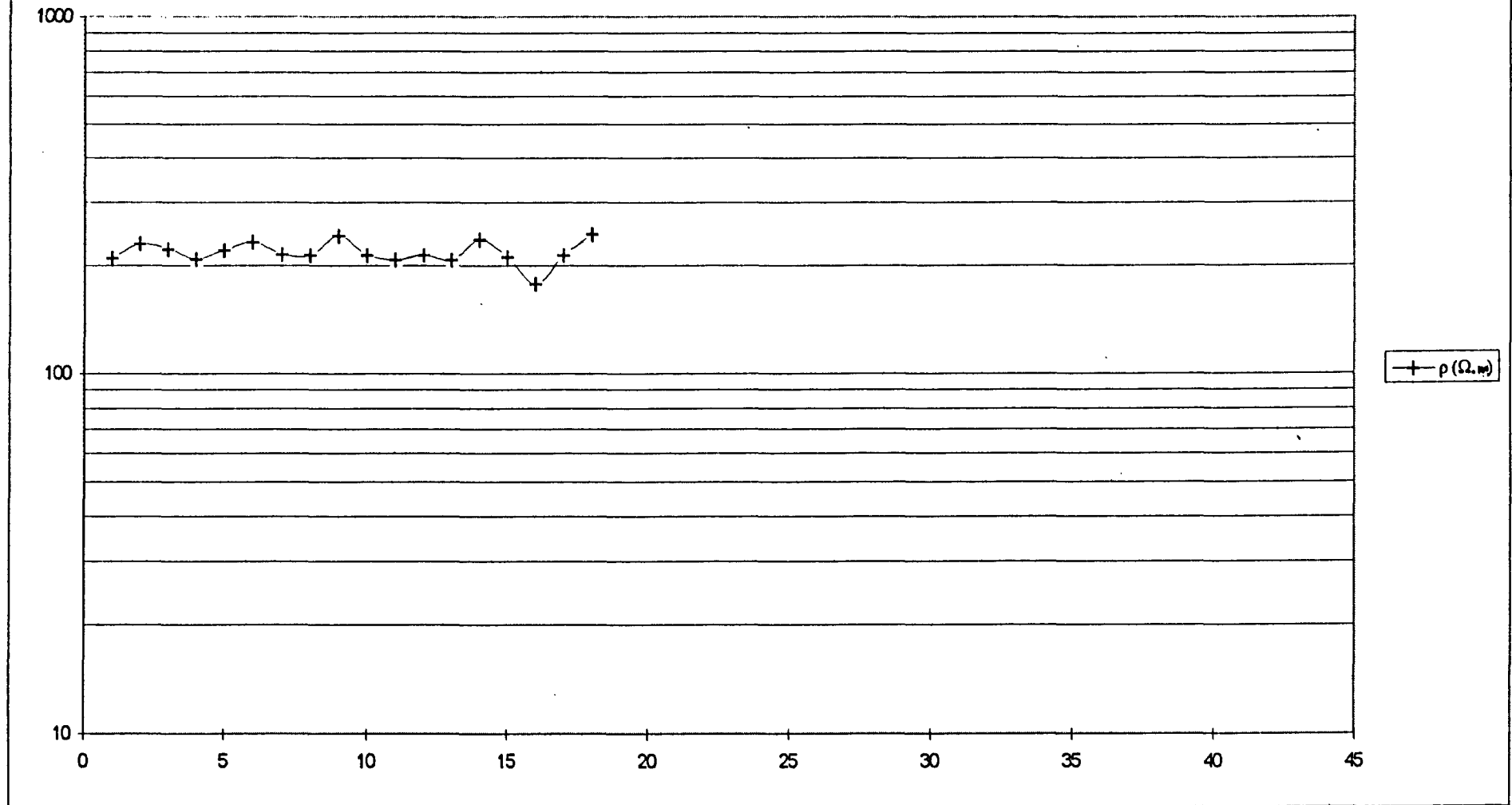


TE 10

Date 26/01/1996
 Point de départ 40 m au sud de TE 5, masse sur le fossé
 Orientation N 90°

| STATIONS | +ΔV (mV) | -ΔV (mV) | ΔV (mV) | +i (mA) | -i (mA) | i (mA) | ρ (Ω/m) | Observations |
|----------|----------|----------|---------|---------|---------|--------|---------|--------------|
| 0 | 24 | 25 | 24,5 | 22 | 22 | 22 | 210 | |
| 10 | 36 | 36 | 36 | 30 | 29 | 29,5 | 230 | |
| 20 | 43 | 42 | 42,5 | 36 | 36 | 36 | 223 | B sur haie |
| 30 | 30 | 30 | 30 | 27 | 27 | 27 | 209 | |
| 40 | 38 | 37 | 37,5 | 32 | 32 | 32 | 221 | |
| 50 | 50 | 49 | 49,5 | 40 | 40 | 40 | 233 | |
| 60 | 23,75 | 23 | 23,36 | 20,5 | 20,5 | 20,5 | 215 | |
| 70 | 38 | 38 | 38 | 34 | 33 | 33,5 | 214 | |
| 80 | 25 | 27 | 26 | 20,5 | 20 | 20,25 | 242 | |
| 90 | 35 | 34 | 34,5 | 34 | 33 | 33,5 | 214 | |
| 100 | 44 | 42 | 43 | 39 | 39 | 39 | 208 | |
| 110 | 31 | 31,5 | 31,25 | 27,5 | 27,5 | 27,5 | 214 | |
| 120 | 53 | 52 | 52,5 | 48 | 47 | 47,5 | 208 | |
| 130 | 48 | 46 | 47 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 236 | |
| 140 | 35 | 36 | 35,5 | 31 | 32 | 31,5 | 212 | |
| 150 | 25 | 26 | 25,5 | 27 | 27 | 27 | 178 | |
| 160 | 34 | 33 | 33,5 | 29 | 30 | 29,5 | 214 | |
| 165 | 20,5 | 20,5 | 20,5 | 15,5 | 16 | 15,75 | 245 | A sur haie |
| Fin | | | | | | | | |

TRAINÉ ELECTRIQUE N°10

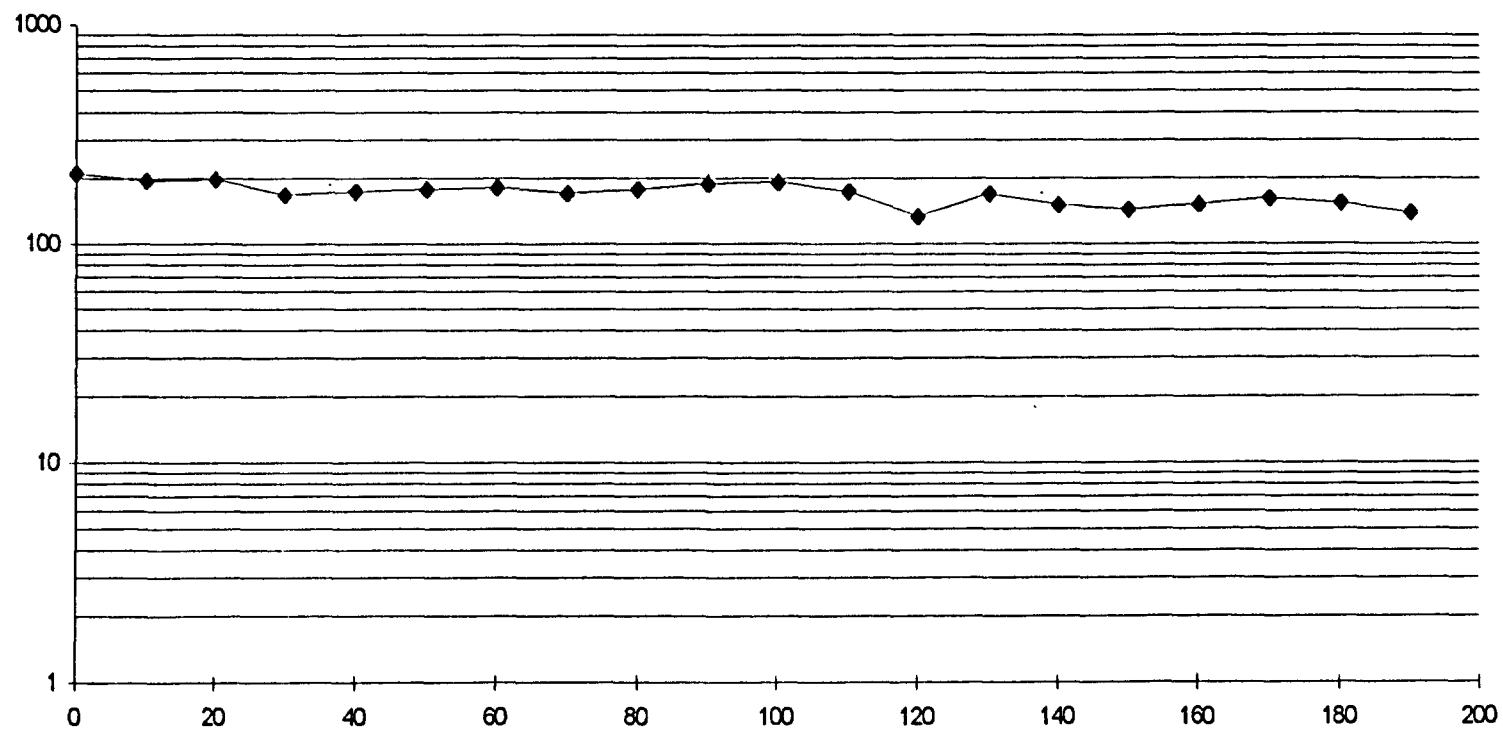


TE 11

Date 15/03/1996
 Point de départ à 43 m du chemin vers l'est au niveau de PZ 5
 Orientation N 0°

| STATIONS | +ΔV (mV) | -ΔV (mV) | ΔV (mV) | +i (mA) | -i (mA) | i (mA) | ρ (Ω/m) | Observations |
|----------|----------|----------|---------|---------|---------|--------|---------|-------------------|
| 0 | 26,5 | 27 | 26,75 | 23,75 | 24 | 23,88 | 211 | |
| 10 | 19,5 | 18,5 | 19 | 18 | 18,5 | 18,25 | 196 | |
| 20 | 27,75 | 28 | 27,88 | 26,25 | 26,5 | 26,38 | 199 | |
| 30 | 31 | 30 | 30,50 | 33,5 | 34 | 33,75 | 169 | A hauteur de PZ 4 |
| 40 | 27,5 | 28 | 27,75 | 30 | 30 | 30 | 174 | |
| 50 | 24,5 | 25,5 | 25,00 | 26,5 | 26,5 | 26,5 | 178 | |
| 60 | 48 | 48 | 48,00 | 49 | 50 | 49,5 | 183 | |
| 70 | 27,75 | 25,5 | 26,63 | 29 | 29,5 | 29,25 | 171,5 | |
| 80 | 34 | 34 | 34,00 | 36 | 35,75 | 35,88 | 179 | |
| 90 | 26 | 27 | 26,50 | 26 | 26,5 | 26,25 | 190 | |
| 100 | 27 | 28 | 27,50 | 27 | 26,75 | 26,88 | 193 | A sur haie |
| 110 | 34 | 32 | 33,00 | 36 | 35,5 | 35,75 | 174 | |
| 120 | 21,25 | 21 | 21,13 | 29,5 | 29,75 | 29,63 | 134 | M sur haie |
| 130 | 41 | 40 | 40,50 | 45 | 45 | 45 | 170 | |
| 140 | 49 | 48 | 48,50 | 60 | 60 | 60 | 152 | |
| 150 | 28,5 | 28 | 28,25 | 37 | 37 | 37 | 144 | |
| 160 | 50 | 49 | 49,50 | 61,5 | 60 | 60,75 | 154 | M sur TE 8 |
| 170 | 32 | 32,5 | 32,25 | 37,5 | 37 | 37,25 | 163 | |
| 180 | 35 | 34 | 34,50 | 42,5 | 42 | 42,25 | 154 | |
| 190 | 40 | 41 | 40,50 | 55 | 55 | 55 | 139 | |

TRAIINE ELECTRIQUE N°11



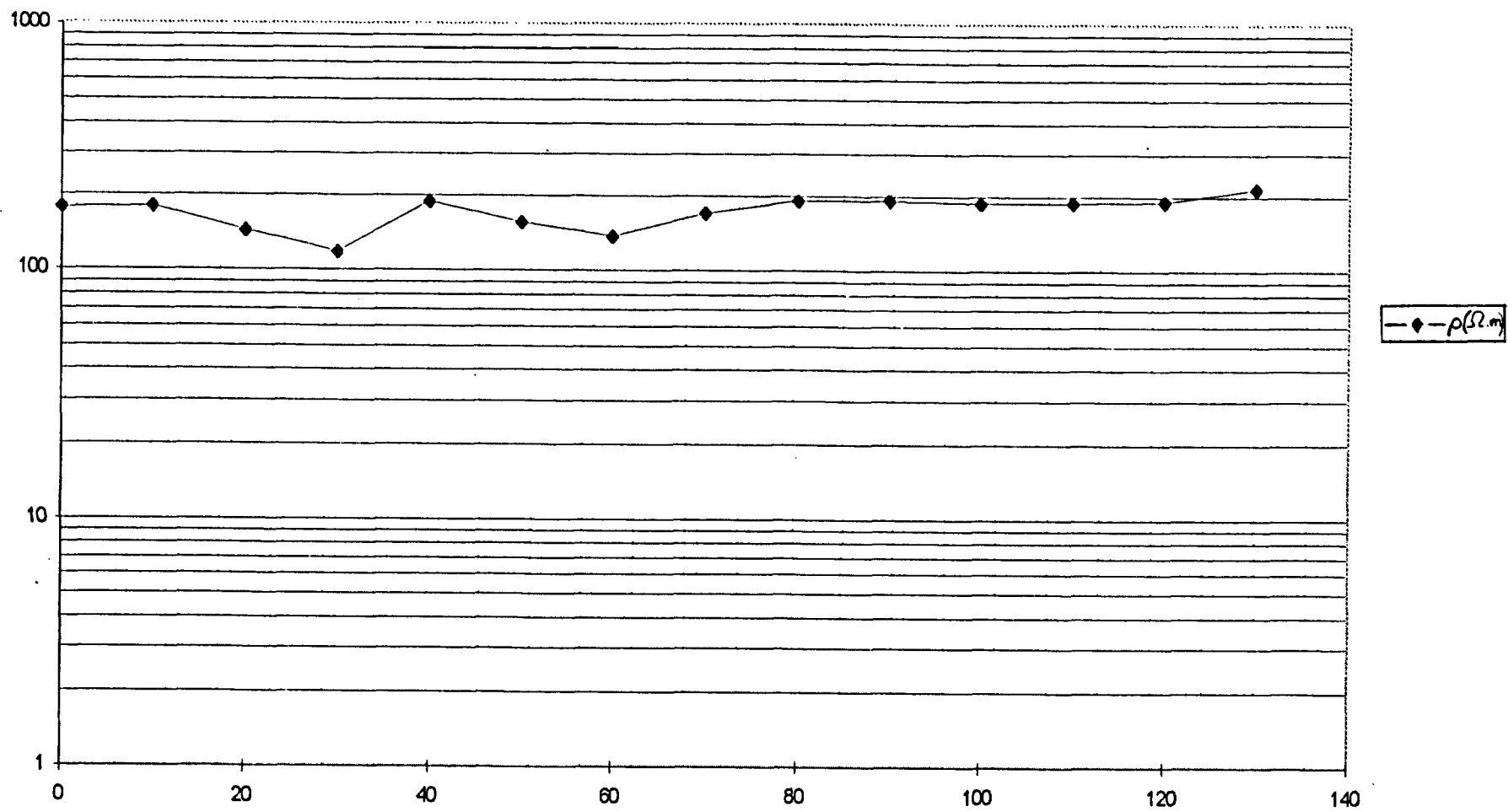
—♦— $\rho(\Omega \cdot m)$

TE 12

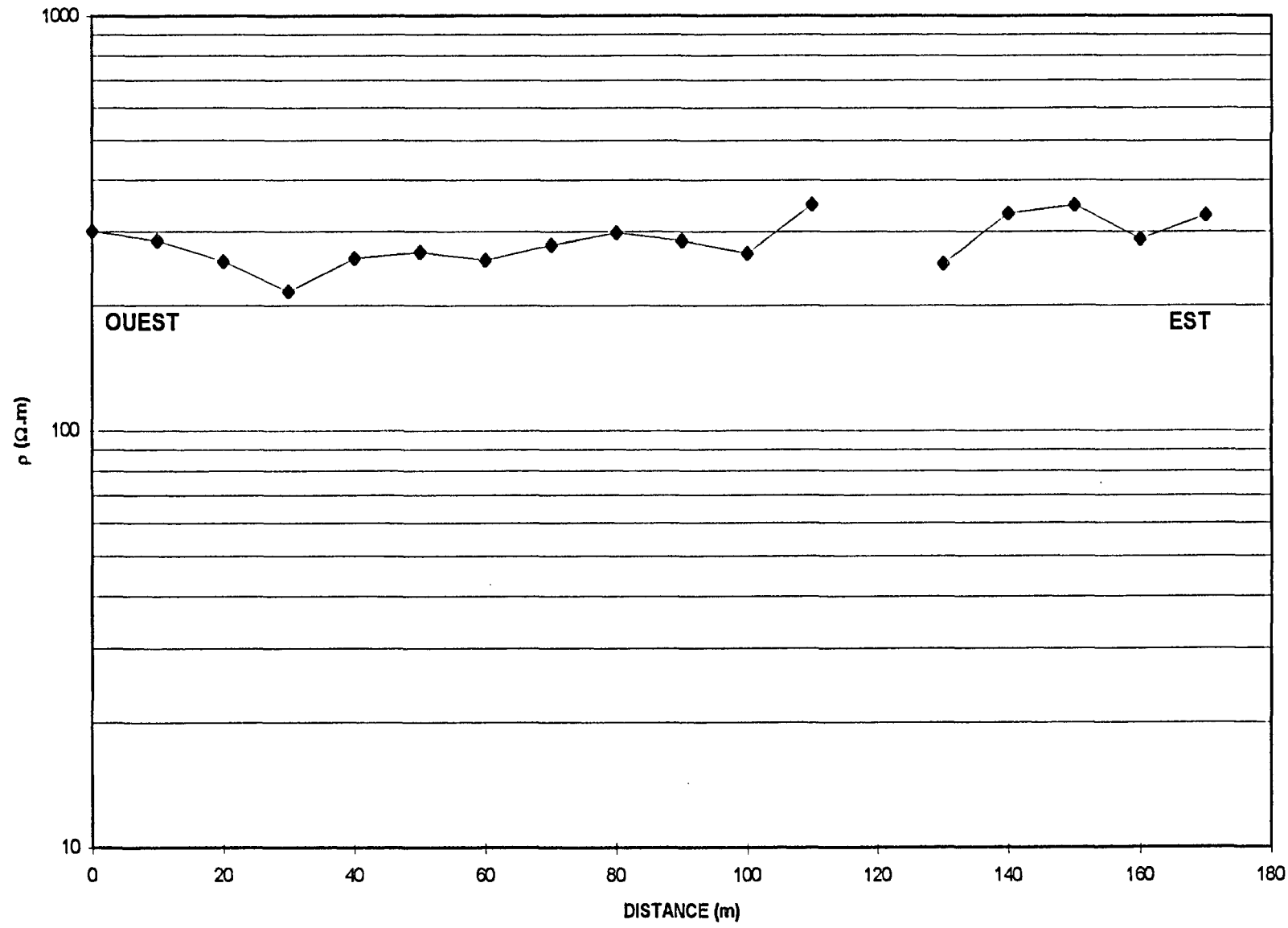
Date 15/03/1996
 Point de départ à 23 m du chemin vers l'ouest au niveau de PZ 5
 Orientation N 0°

| STATIONS | +ΔV (mV) | -ΔV (mV) | ΔV (mV) | +i (mA) | -i (mA) | i (mA) | ρ (Ω/m) | Observations |
|----------|----------|----------|---------|---------|---------|--------|---------|-----------------------|
| 0 | 32 | 32 | 32,00 | 34 | 34 | 34 | 177 | |
| 10 | 43 | 42 | 42,50 | 45 | 44,5 | 44,75 | 179 | Terre en face de PZ 6 |
| 20 | 31 | 30 | 30,50 | 40 | 40 | 40 | 144 | Terre près du fossé |
| 30 | 24 | 23 | 23,50 | 38 | 37 | 37,5 | 118 | Terre sur TE 3 |
| 40 | 30 | 30 | 30,00 | 30 | 30 | 30 | 189 | |
| 50 | 32 | 31 | 31,50 | 38 | 38 | 38 | 156 | |
| 60 | 18 | 20 | 19,00 | 26 | 26 | 26 | 138 | |
| 70 | 20,5 | 20 | 20,25 | 22,5 | 22,25 | 22,375 | 171 | |
| 80 | 70 | 71 | 70,50 | 69 | 69 | 69 | 193 | |
| 90 | 74 | 73 | 73,50 | 72,5 | 72 | 72,25 | 192 | |
| 100 | 74 | 70 | 72,00 | 72 | 72 | 72 | 189 | |
| 110 | 80 | 74 | 77,00 | 77 | 76,5 | 76,75 | 189 | N sur TE 8 |
| 120 | 64 | 66 | 65,00 | 64 | 64 | 64 | 191 | |
| 130 | 72 | 70 | 71,00 | 62 | 62 | 62 | 216 | |
| Fin | | | | | | | | |

TRAIINE ELECTRIQUE N°12

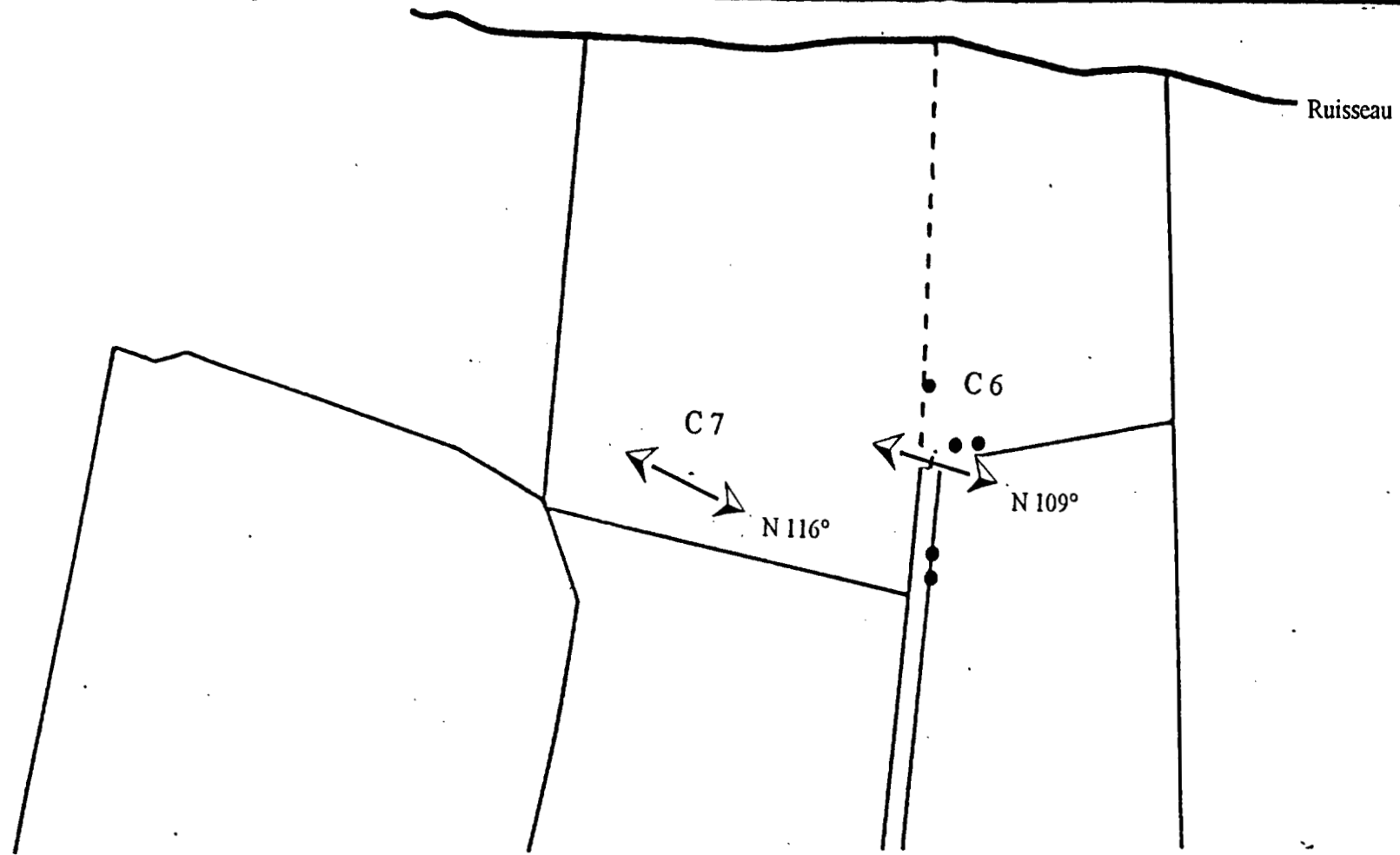
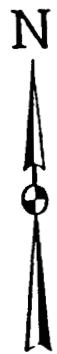


TRAIINE ELECTRIQUE N°13



ANNEXE 2

Cartes, valeurs et diagrammes
des sondages carrés



Ruisseau

C6

C7

N 116°

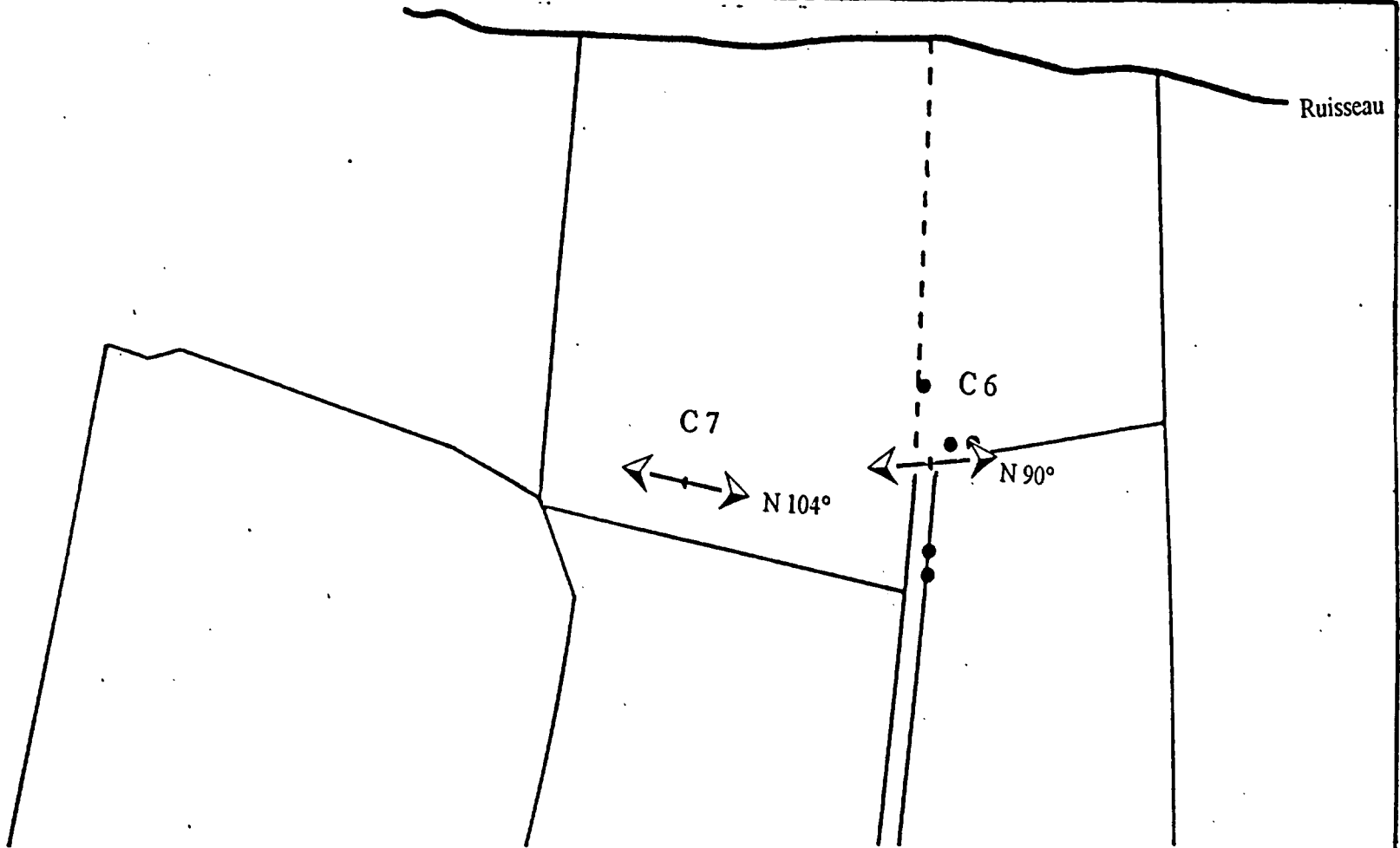
N 109°

Carré de côté 15 m
SITE 1
Direction de l'anisotropie \longleftrightarrow


Echelle : 1/2000ème
 $\rule{1cm}{0.4pt}$ 20 m

(Site expérimental de Kerveldreac'h)

figure 20

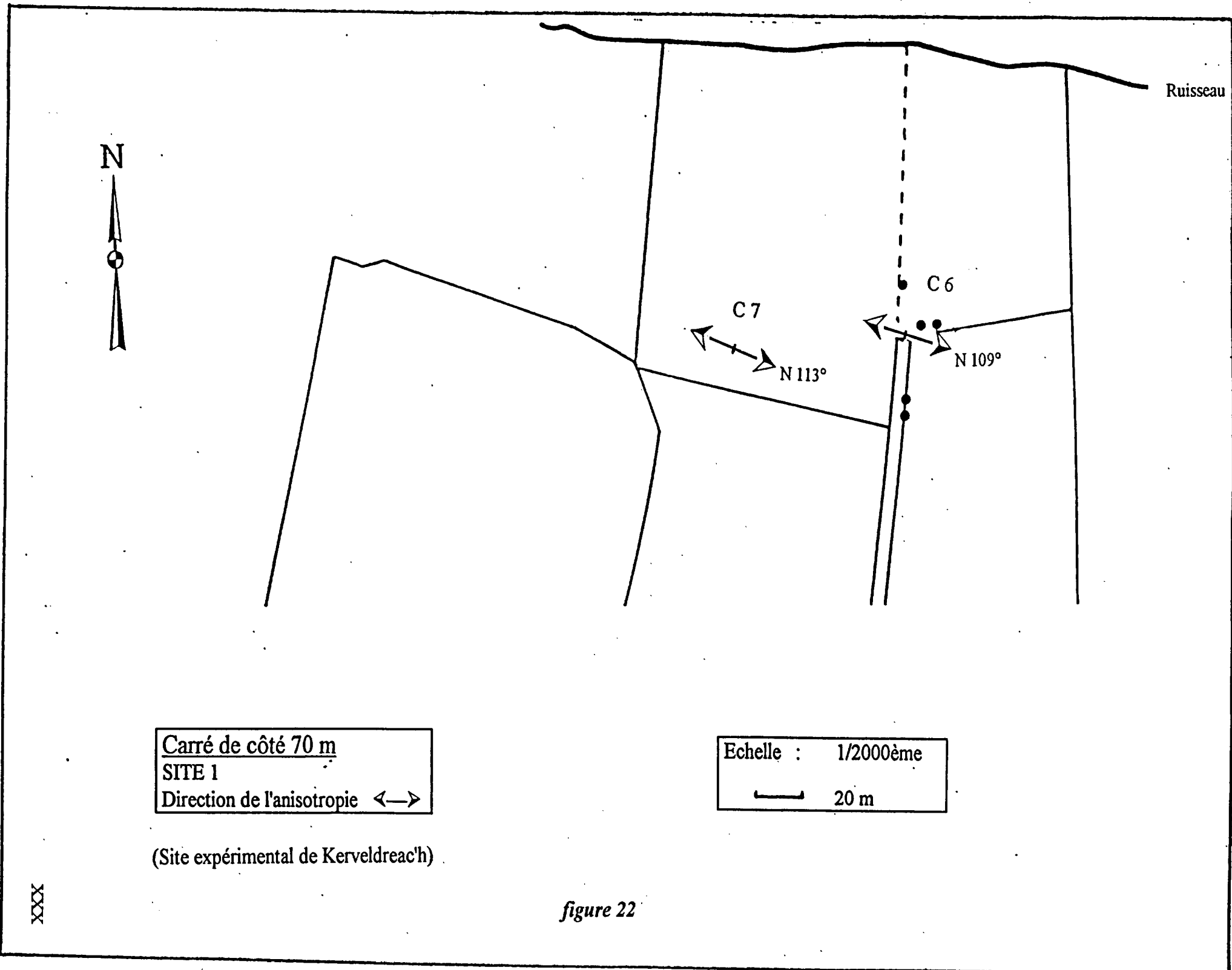


Carré de côté 30 m
SITE 1
Direction de l'anisotropie \longleftrightarrow

Echelle : 1/2000ème
 20 m

(Site expérimental de Kerveldreac'h)

figure 21



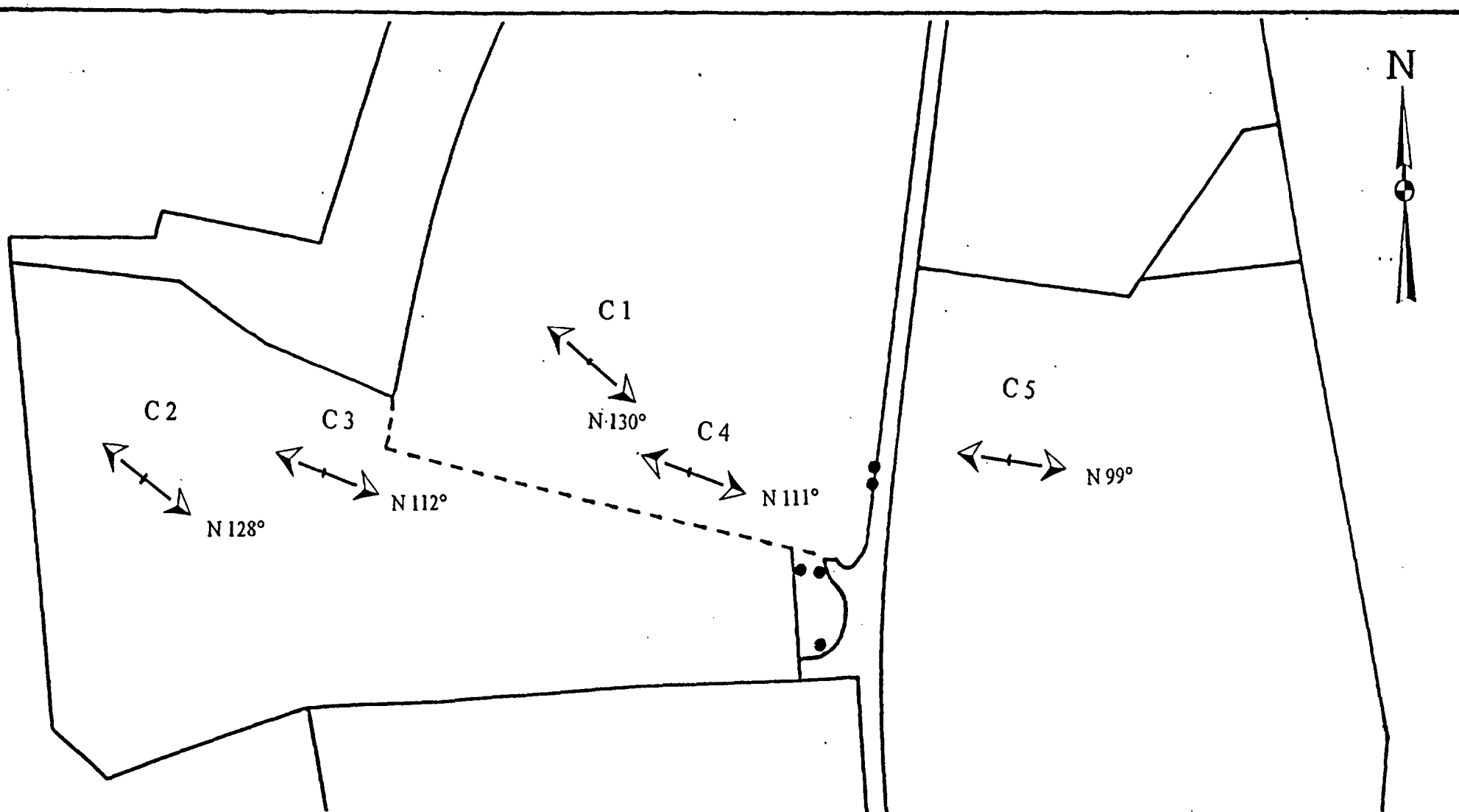
Carré de côté 70 m
 SITE 1
 Direction de l'anisotropie \longleftrightarrow

Echelle : 1/2000ème
 ——— 20 m

(Site expérimental de Kerveldreac'h)

figure 22

XXX



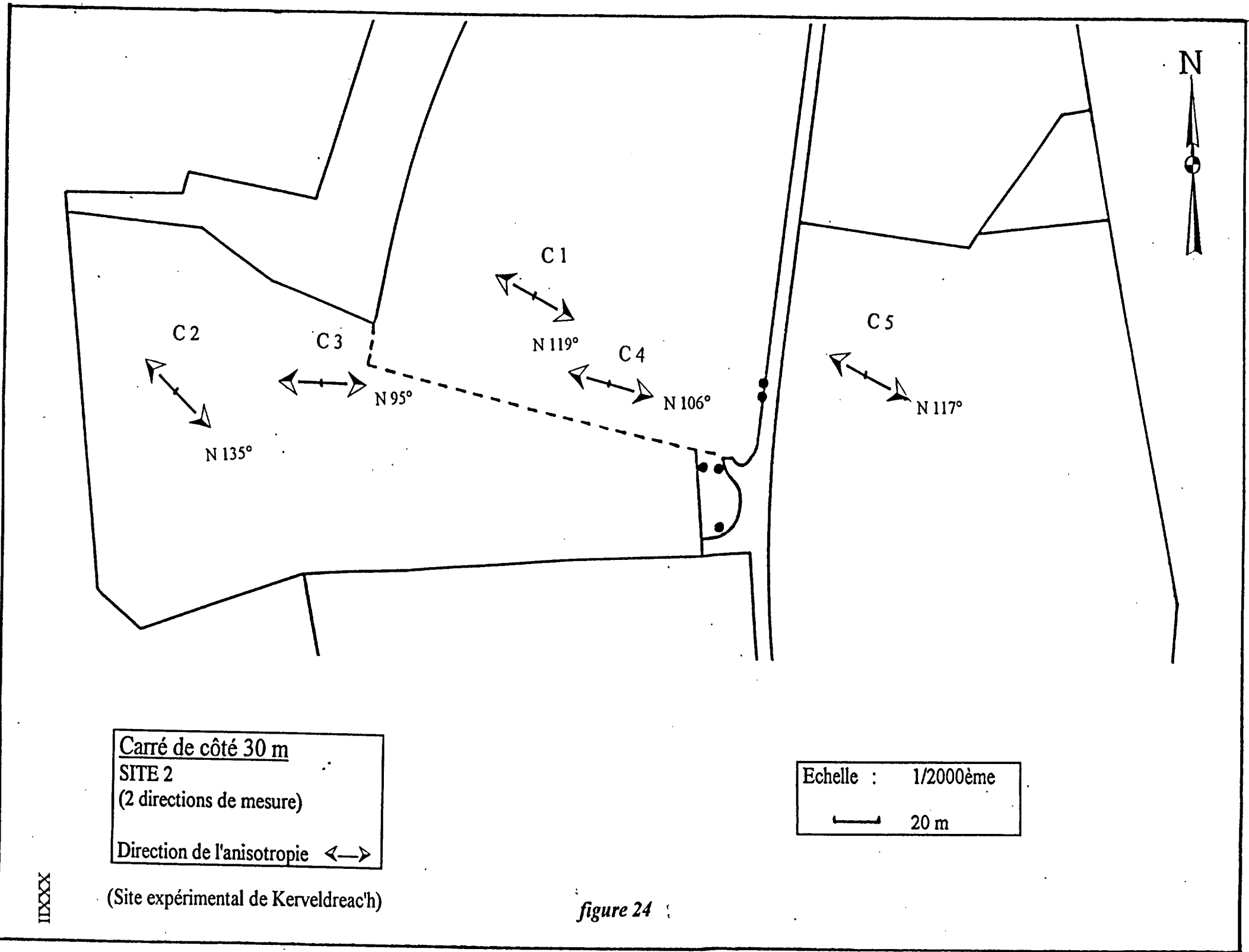
Carré de côté 15 m
 SITE 2
 (2 directions de mesure)
 Direction de l'anisotropie \longleftrightarrow

Echelle : 1/2000ème
 ——— 20 m

XXXX

(Site expérimental de Kerveldreac'h)

figure 23



Carré de côté 30 m
 SITE 2
 (2 directions de mesure)
 Direction de l'anisotropie \longleftrightarrow

Echelle : 1/2000ème
 20 m

XXXX

(Site expérimental de Kerveldreac'h)

figure 24 :

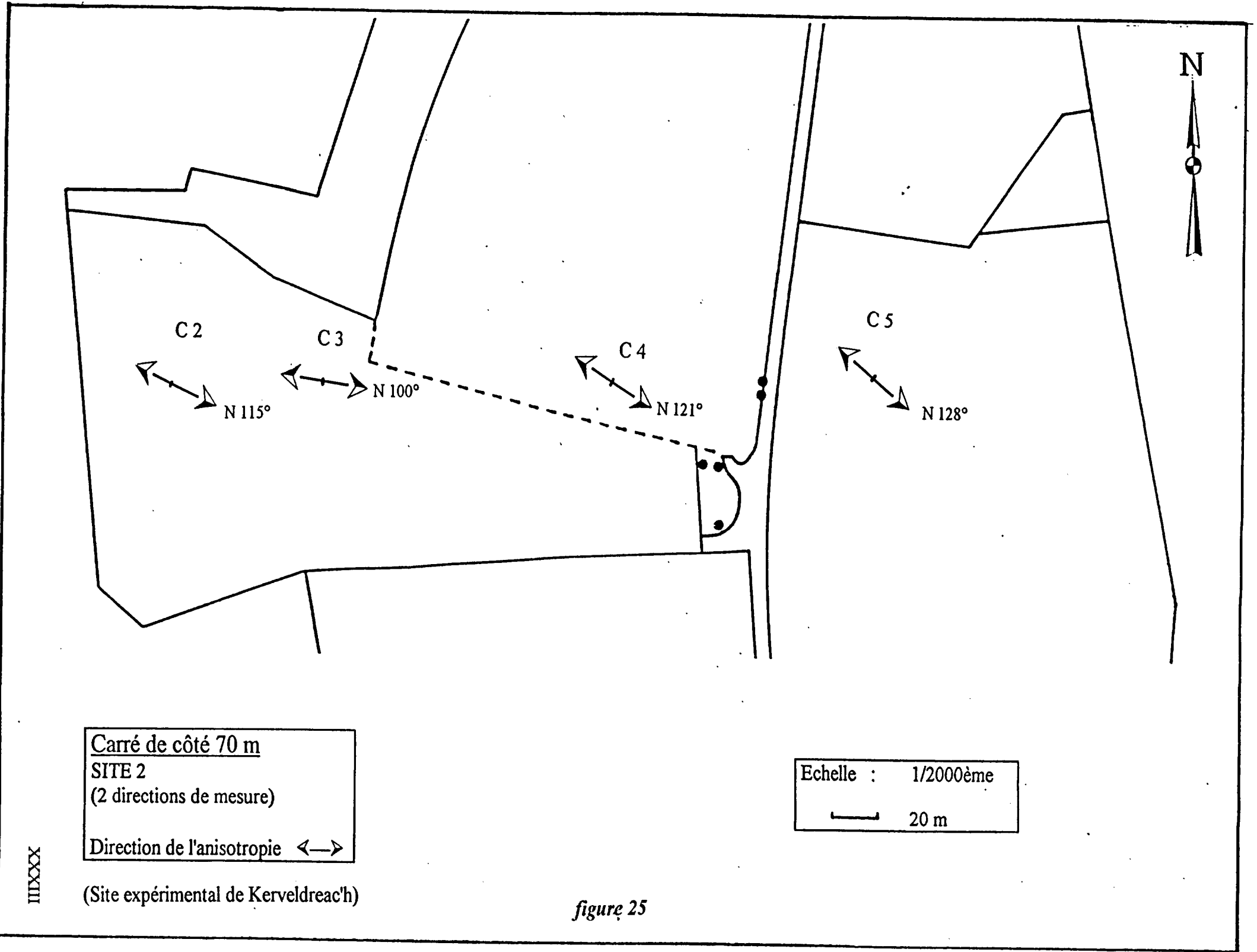
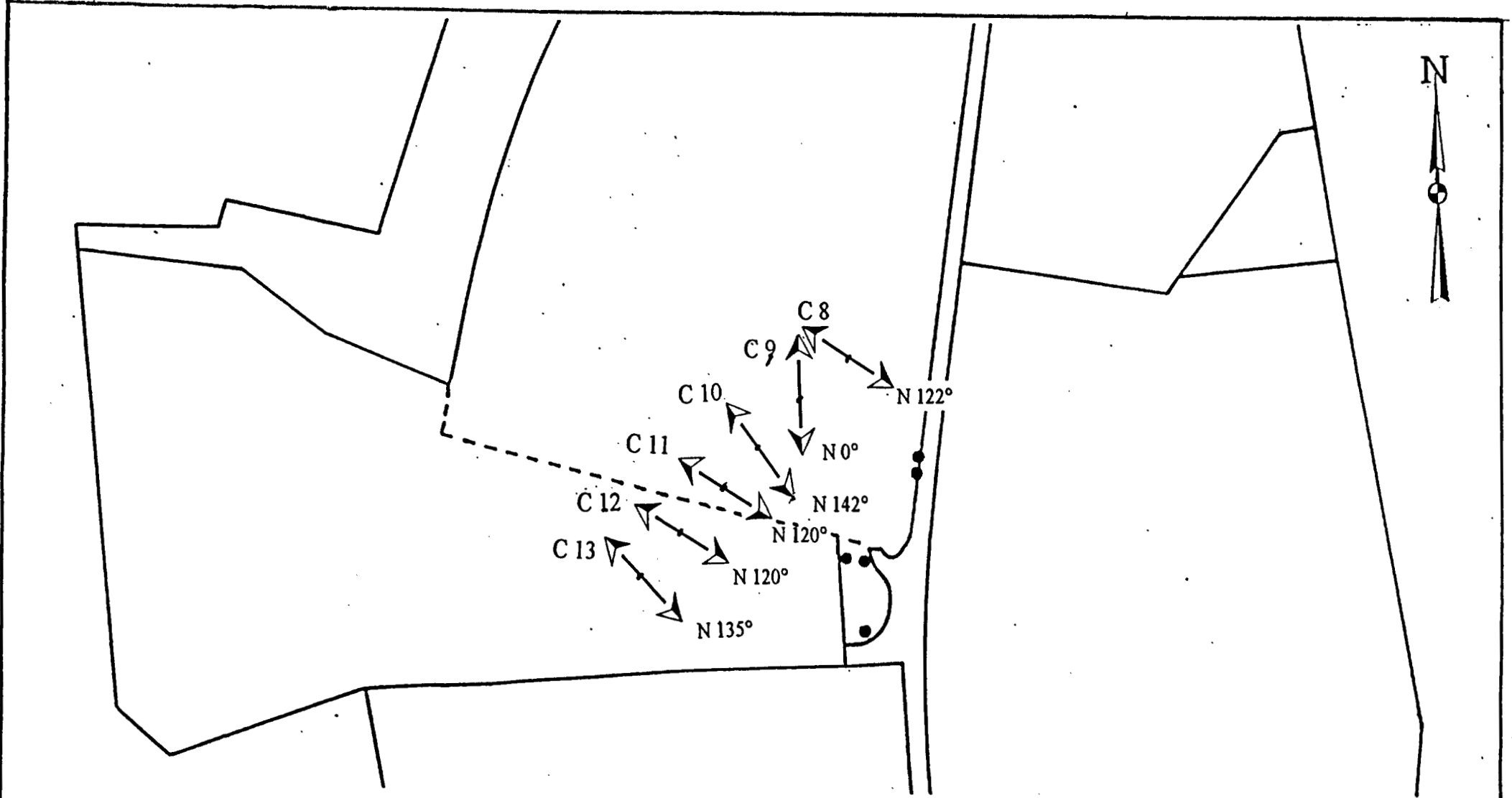


figure 25

IIXXX

(Site expérimental de Kerveldreac'h)



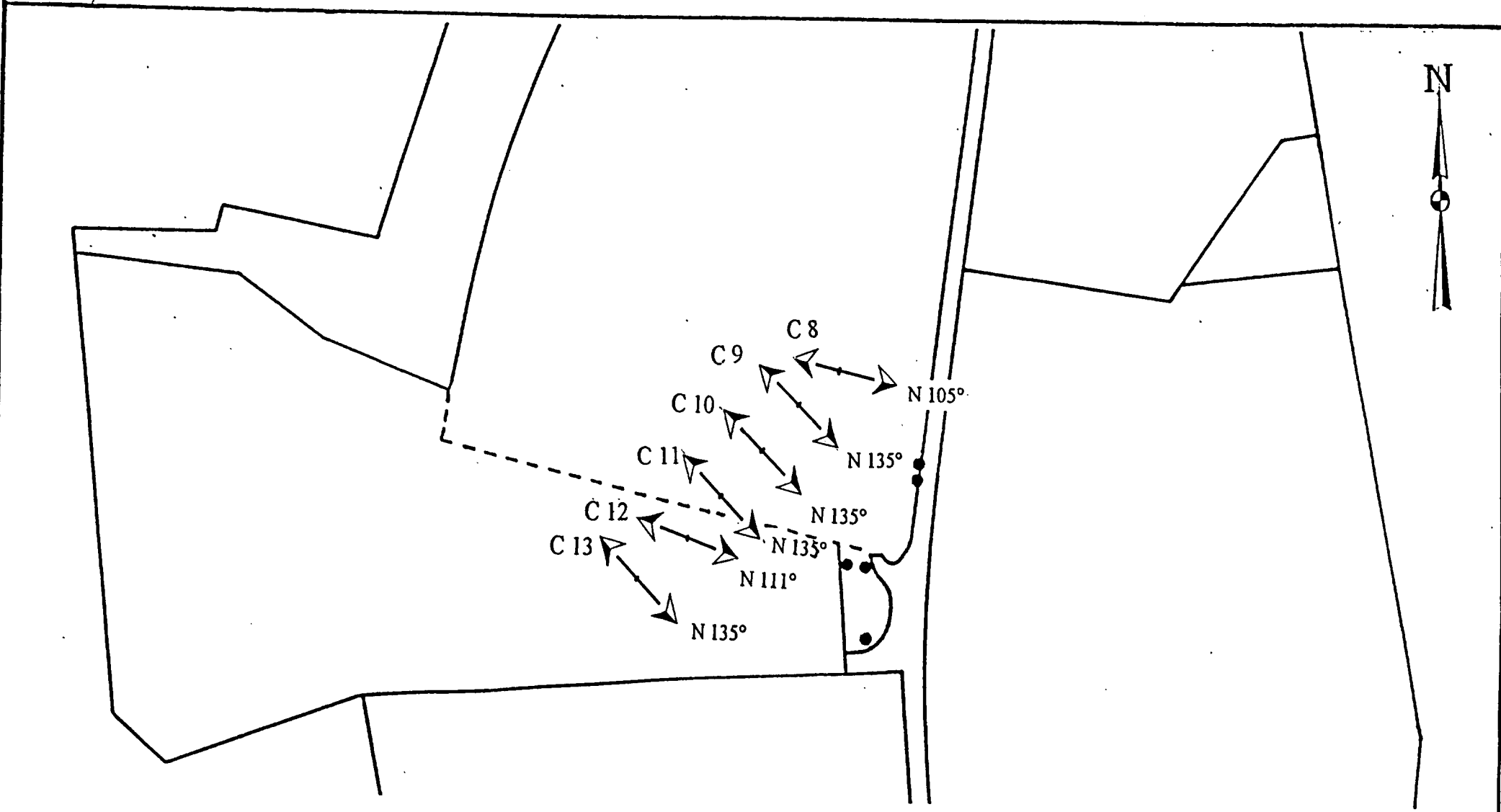
Carré de côté 15 m
 SITE 2
 (3 directions de mesure)
 Direction de l'anisotropie \longleftrightarrow

Echelle : 1/2000ème
 ——— 20 m

(Site expérimental de Kerveldreac'h)

figure 26

XXXX



Carré de côté 30 m
 SITE 2
 (3 directions de mesure)
 Direction de l'anisotropie ←→

Echelle : 1/2000ème
 ——— 20 m

XXXX
 (Site expérimental de Kerveldreac'h)

figure 27

SONDAGE CARRE

COMMUNE PLOEVEN
LIEU DIT KERVELDREAC'H
DATE 27/01/1996

Matériel utilisé GEOSTUDI GRM 1000

CARRE N° 1

Orientation AN orienté 357 nord géographique

| côté du carré = 42,42 m | | | | | | |
|-------------------------|--------------|--------------|-----|-----|-----------------------|-----------------|
| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho\alpha (\alpha)$ | $\lambda\alpha$ |
| α | 12,5 | 14,5 | 26 | 27 | 232 | 1,48 |
| β | 22,5 | 21 | 94 | 93 | 106 | |

| côté du carré = 28,28 m | | | | | | |
|-------------------------|--------------|--------------|-----|-----|-----------------------|-----------------|
| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho\alpha (\alpha)$ | $\lambda\alpha$ |
| α | 25 | 20 | 37 | 38 | 206 | 1,29 |
| β | 24 | 28 | 63 | 64 | 124 | |

| côté du carré = 14,14 m | | | | | | |
|-------------------------|--------------|--------------|-----|------|-----------------------|-----------------|
| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho\alpha (\alpha)$ | $\lambda\alpha$ |
| α | 59 | 58 | 43 | 44,5 | 203 | 1,28 |
| β | 73 | 73 | 91 | 89 | 123 | |

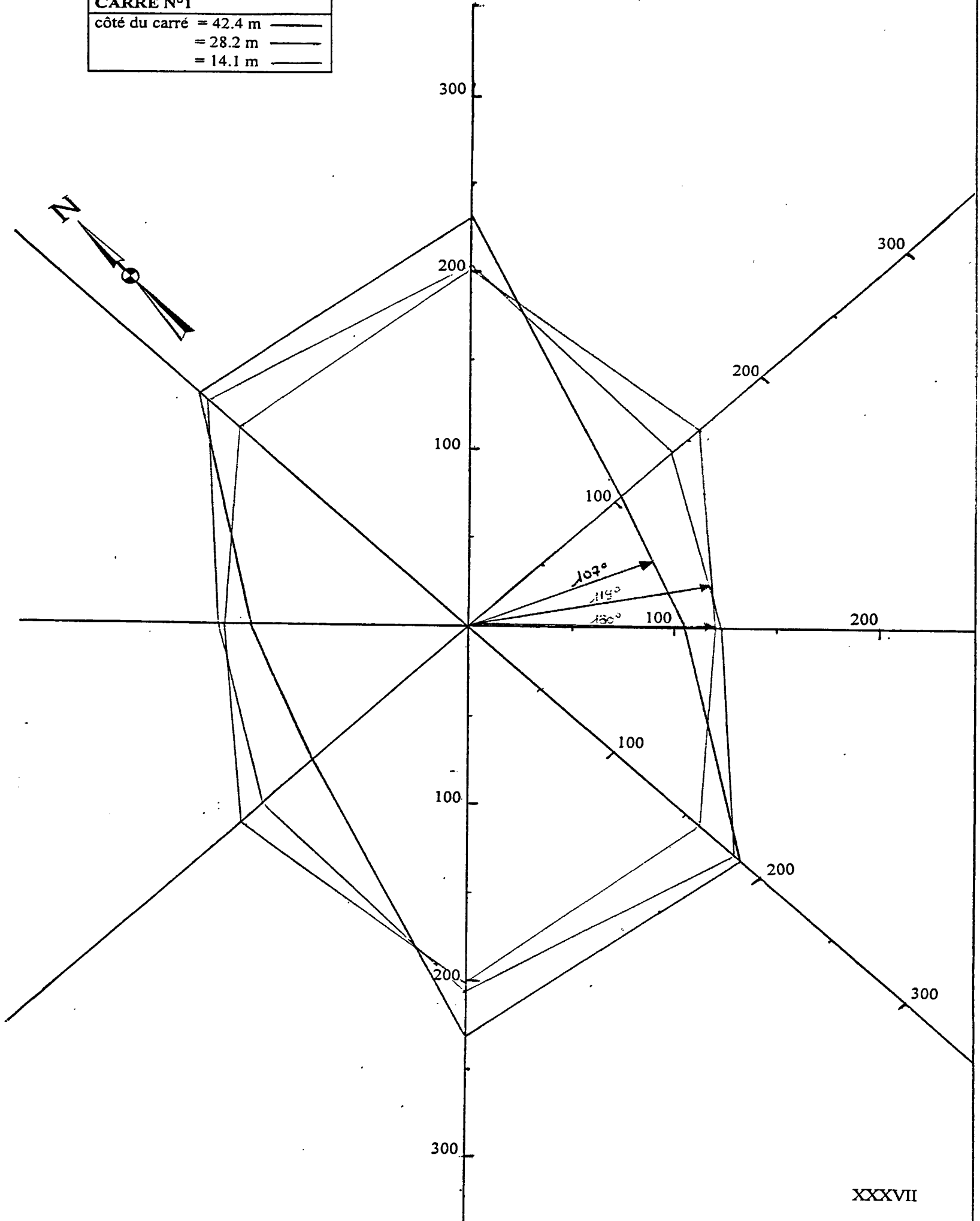
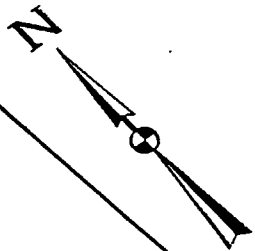
Orientation AN orienté 40° nord géographique

| côté du carré = 42,42 m | | | | | | |
|-------------------------|--------------|--------------|-----|------|-----------------------|-----------------|
| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho\alpha (\alpha)$ | $\lambda\alpha$ |
| α | 7 | 7 | 29 | 30 | 108 | 0,76 |
| β | 30 | 28 | 70 | 70,5 | 188 | |

| côté du carré = 28,28 m | | | | | | |
|-------------------------|--------------|--------------|-----|------|-----------------------|-----------------|
| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho\alpha (\alpha)$ | $\lambda\alpha$ |
| α | 14 | 15 | 31 | 32 | 140 | 0,87 |
| β | 27 | 26 | 43 | 43,5 | 186 | |

| côté du carré = 14,14 m | | | | | | |
|-------------------------|--------------|--------------|-----|-----|-----------------------|-----------------|
| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho\alpha (\alpha)$ | $\lambda\alpha$ |
| α | 28,5 | 30 | 28 | 28 | 158 | 1 |
| β | 42 | 42 | 40 | 40 | 159 | |

CARRE N°1
 côté du carré = 42.4 m ———
 = 28.2 m ———
 = 14.1 m ———



SONDAGE CARRE

COMMUNE PLOEVEN
LIEU DIT KERVELDREAC'H
DATE 14/03/1996

Matériel utilisé GEOSTUDI GRM 1000

CARRE N° 2

Orientation AB orienté nord/sud géographique

| côté du carré = 70 m | | | | | | |
|----------------------|--------------|--------------|------|-------|-------------------|-------------|
| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
| α | 13,5 | 13,75 | 28,5 | 28,25 | 360,5 | 2,86 |
| β | 2 | 2 | 34 | 34 | 44 | |

| côté du carré = 30 m | | | | | | |
|----------------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
| α | 32,25 | 31 | 28 | 28 | 363 | 2,48 |
| β | 6 | 5 | 30 | 30 | 59 | |

| côté du carré = 15 m | | | | | | |
|----------------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
| α | 80 | 78 | 35 | 34 | 368 | 1,65 |
| β | 24 | 22 | 28 | 27 | 134,5 | |

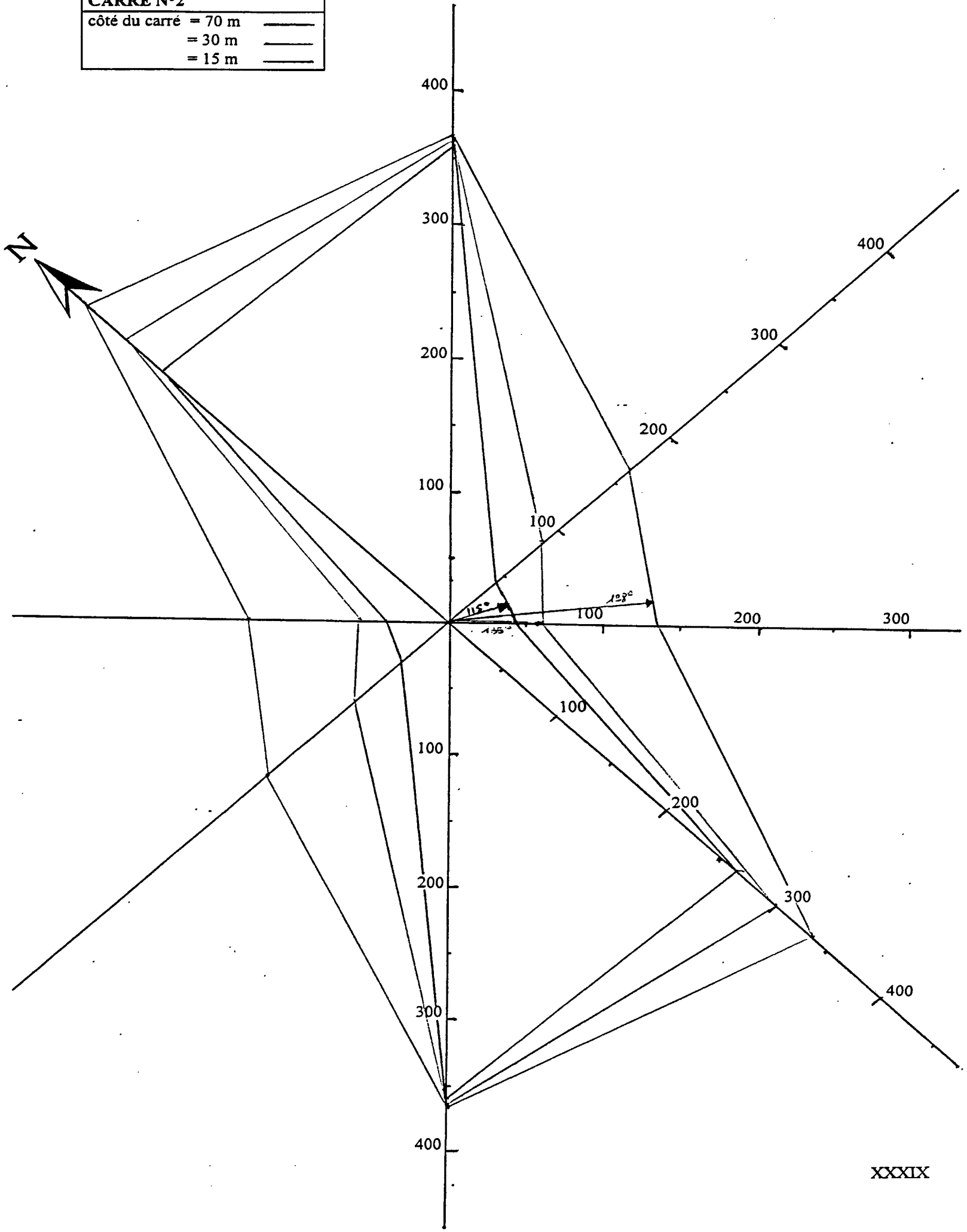
Orientation AB orienté 45° nord géographique

| côté du carré = 70 m | | | | | | |
|----------------------|--------------|--------------|-----|------|-------------------|-------------|
| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
| α | 5 | 3 | 70 | 70 | 43 | 0,4 |
| β | 12 | 12,5 | 35 | 34,5 | 265 | |

| côté du carré = 30 m | | | | | | |
|----------------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
| α | 7 | 8 | 28 | 27 | 88 | 0,54 |
| β | 28 | 30 | 32 | 30 | 301 | |

| côté du carré = 15 m | | | | | | |
|----------------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
| α | 28 | 26 | 27 | 26 | 164 | 0,69 |
| β | 59 | 56 | 28 | 27 | 336 | |

CARRE N°2
 côté du carré = 70 m ———
 = 30 m ———
 = 15 m ———



SONDAGE CARRE

COMMUNE PLOEVEN
 LIEU DIT KERVELDREAC'H
 DATE 14/03/1996

Matériel utilisé GEOSTUDI GRM 1000

CARRE N° 3

Orientation AB orienté nord/sud géographique

côté du carré = 70 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
|------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| α | 12 | 12 | 38 | 37 | 240 | 1,9 |
| β | 3 | 2 | 29 | 28 | 66 | |

côté du carré = 30 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
|------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| α | 30 | 27,5 | 40 | 40 | 231 | 1,53 |
| β | 8,5 | 10 | 31 | 30 | 97,5 | |

côté du carré = 15 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
|------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| α | 46 | 49 | 34 | 32 | 231,5 | 1,27 |
| β | 25 | 23 | 28 | 26 | 143 | |

Orientation AB orienté 45° nord géographique

côté du carré = 70 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
|------------|--------------|--------------|-----|------|-------------------|-------------|
| α | 4 | 5 | 64 | 62,5 | 53 | 0,46 |
| β | 13 | 13 | 40 | 38 | 250 | |

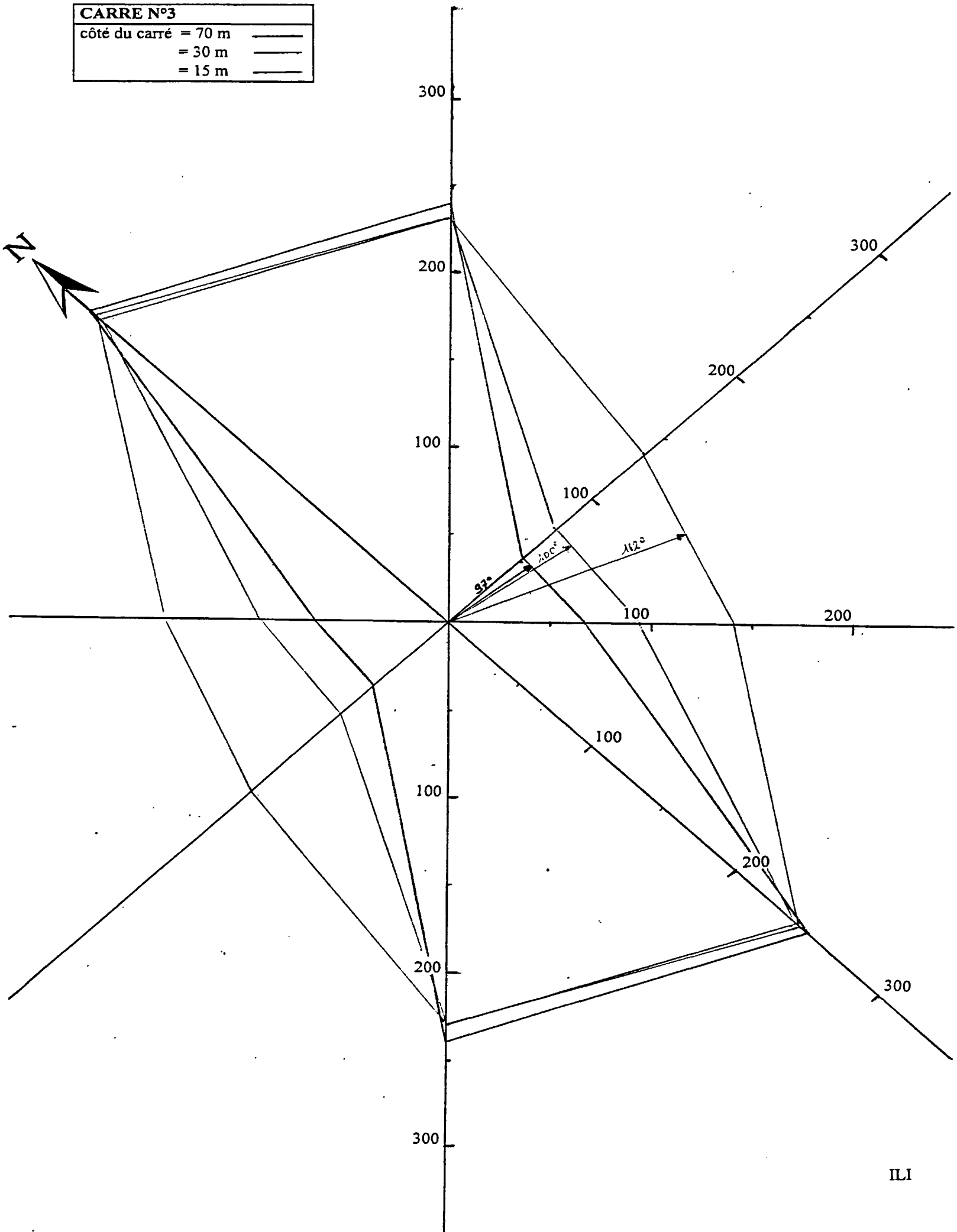
côté du carré = 30 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
|------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| α | 11 | 8 | 41 | 40 | 75 | 0,55 |
| β | 22 | 20 | 28 | 27 | 246 | |

côté du carré = 15 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
|------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| α | 32 | 33 | 39 | 38 | 136 | 0,74 |
| β | 46 | 45 | 30 | 29 | 248 | |

CARRE N°3
 côté du carré = 70 m ———
 = 30 m ———
 = 15 m ———



SONDAGE CARRE

COMMUNE PLOEVEN
LIEU DIT KERVELDREAC'H
DATE 14/03/1996

Matériel utilisé GEOSTUDI GRM 1000

CARRE N° 4

Orientation AB orienté nord/sud géographique

côté du carré = 70 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
|------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| α | 11 | 13 | 29 | 28 | 316 | 2,14 |
| β | 3 | 3 | 33 | 32 | 69 | |

côté du carré = 30 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
|------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| α | 22 | 23 | 34 | 33 | 216 | 1,37 |
| β | 16 | 14 | 43 | 42 | 113,5 | |

côté du carré = 15 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
|------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| α | 49 | 50 | 46 | 44 | 177 | 1,15 |
| β | 37 | 36 | 45 | 43 | 133 | |

Orientation AB orienté 45° nord géographique

côté du carré = 70 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
|------------|--------------|--------------|-----|------|-------------------|-------------|
| α | 4 | 4 | 40 | 38,5 | 76,5 | 0,54 |
| β | 16 | 17 | 48 | 48 | 258 | |

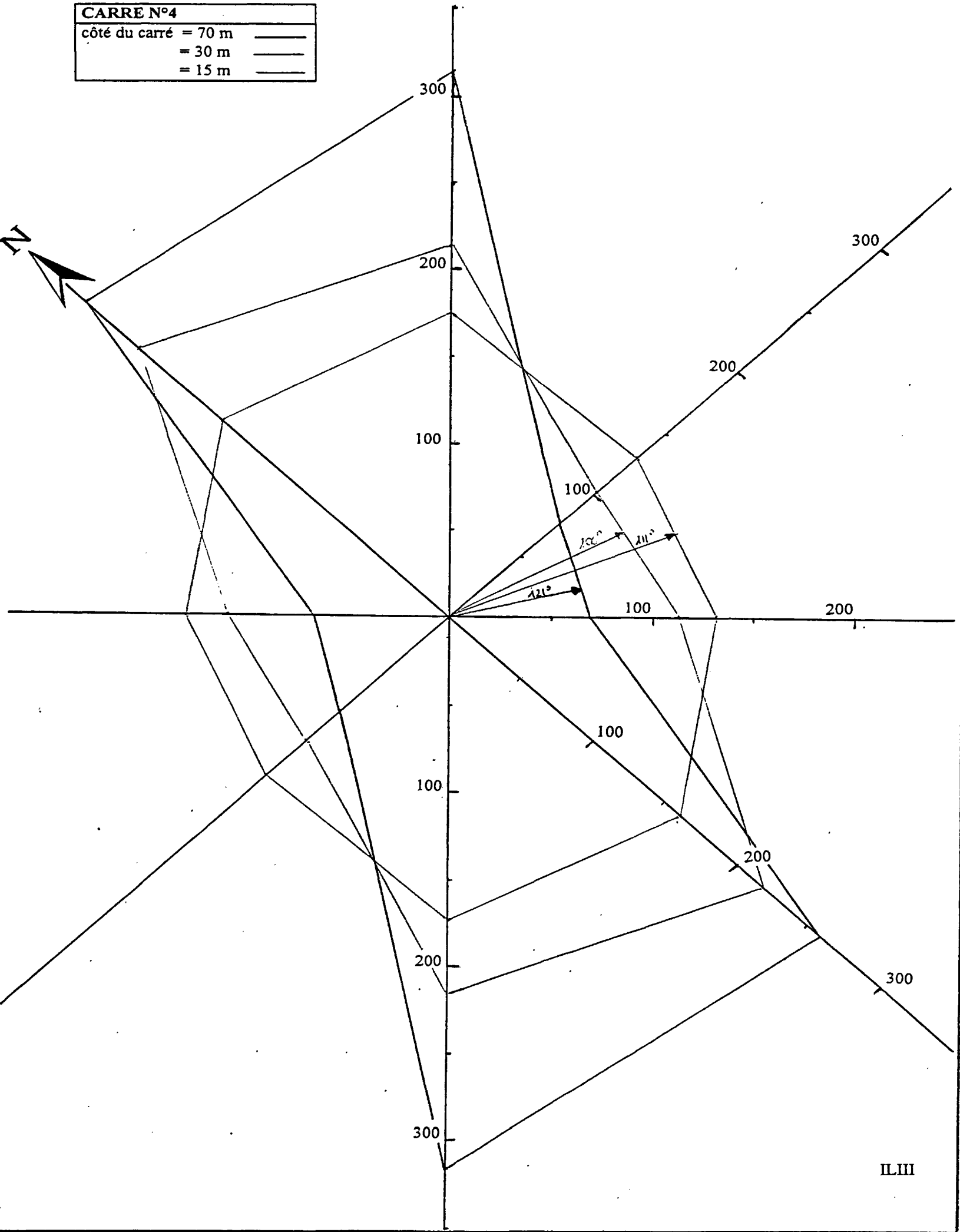
côté du carré = 30 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
|------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| α | 16 | 14 | 48 | 47 | 102 | 0,67 |
| β | 50 | 56 | 78 | 76 | 221 | |

côté du carré = 15 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
|------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| α | 54 | 52 | 65 | 66 | 130 | 0,89 |
| β | 46 | 50 | 48 | 48 | 161 | |

CARRE N°4
 côté du carré = 70 m ———
 = 30 m ———
 = 15 m ———



ILIII

SONDAGE CARRE

COMMUNE PLOEVEN
LIEU DIT KERVELDREAC'H
DATE 14/03/1996

Matériel utilisé GEOSTUDI GRM 1000

CARRE N° 5

Orientation AB orienté nord/sud géographique

| côté du carré = 70 m | | | | | | |
|----------------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
| α | 27 | 26 | 79 | 77 | 255 | 1,96 |
| β | 4 | 6 | 57 | 57 | 66 | |

| côté du carré = 30 m | | | | | | |
|----------------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
| α | 23 | 21 | 36 | 35 | 199 | 1,3 |
| β | 12 | 15 | 38 | 37 | 116 | |

| côté du carré = 15 m | | | | | | |
|----------------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
| α | 36 | 38 | 28 | 27 | 216 | 1,13 |
| β | 32 | 31 | 31 | 29 | 169 | |

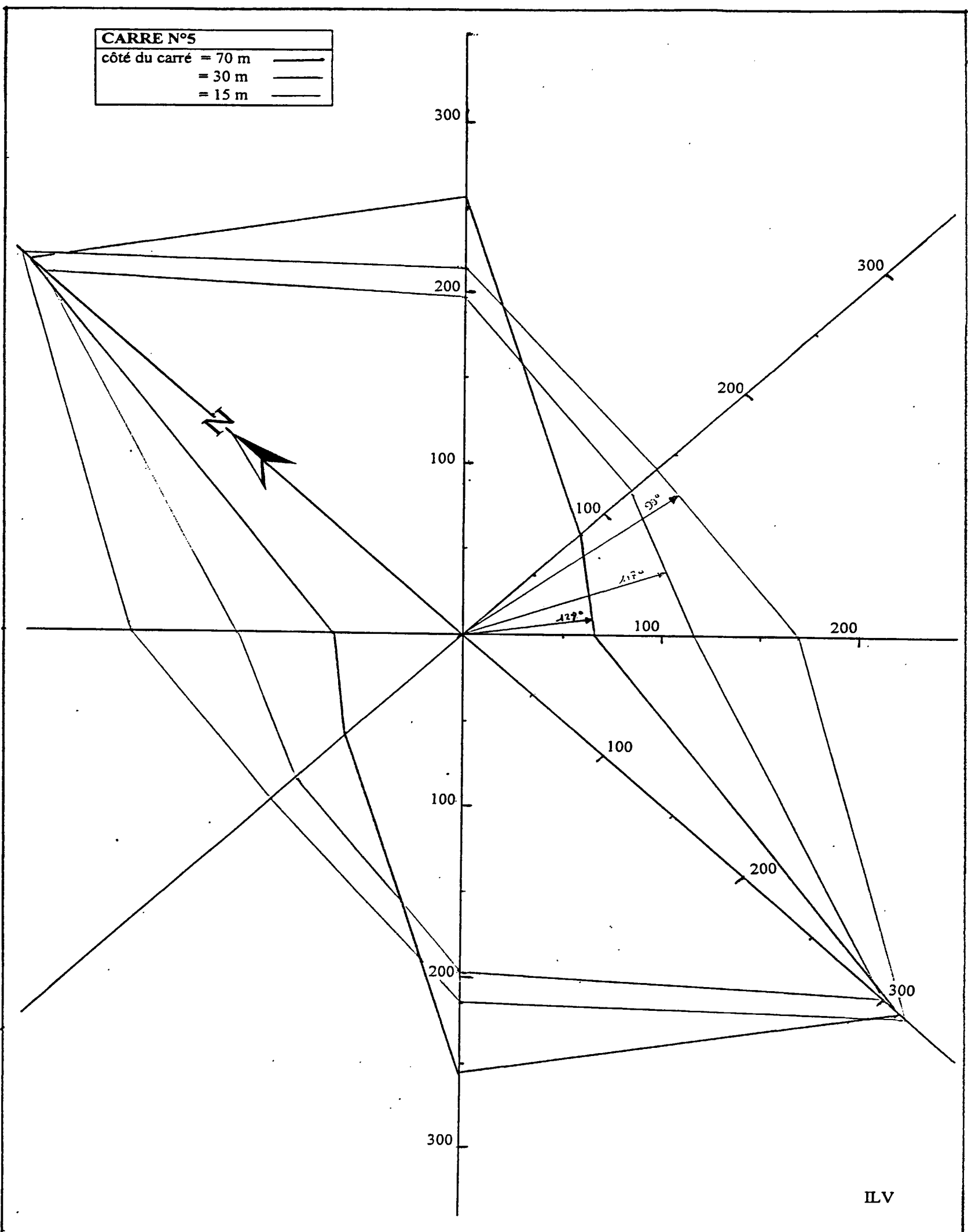
Orientation AB orienté 45° nord géographique

| côté du carré = 70 m | | | | | | |
|----------------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
| α | 6 | 8 | 64 | 63 | 83 | 0,51 |
| β | 22 | 24 | 56 | 55 | 311 | |

| côté du carré = 30 m | | | | | | |
|----------------------|--------------|--------------|------|-----|-------------------|-------------|
| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
| α | 10 | 13 | 32 | 30 | 119 | 0,62 |
| β | 36 | 33 | 37,5 | 36 | 302 | |

| côté du carré = 15 m | | | | | | |
|----------------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
| α | 32 | 30 | 36 | 37 | 137 | 0,65 |
| β | 55 | 54 | 28 | 27 | 319 | |

CARRE N°5
 côté du carré = 70 m ———
 = 30 m ———
 = 15 m ———



ILV

SONDAGE CARRE

COMMUNE PLOEVEN
 LIEU DIT KERVELDREAC'H
 DATE 14/03/1996

Matériel utilisé GEOSTUDI GRM 1000

CARRE N° 6

Orientation AB orienté nord/sud géographique

côté du carré = 70 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
|------------|--------------|--------------|------|-----|-------------------|-------------|
| α | 20 | 19 | 41,5 | 41 | 355 | 1,79 |
| β | 8 | 11 | 65 | 64 | 110,5 | |

côté du carré = 30 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
|------------|--------------|--------------|-----|------|-------------------|-------------|
| α | 48 | 52 | 48 | 48 | 335 | 1,34 |
| β | 30 | 25 | 48 | 47,5 | 185 | |

côté du carré = 15 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
|------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| α | 56 | 52 | 28 | 28 | 310 | 1,09 |
| β | 60 | 56 | 36 | 36 | 259 | |

Orientation AB orienté 45° nord géographique

côté du carré = 70 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
|------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| α | 6 | 8 | 48 | 48 | 109 | 0,51 |
| β | 44 | 50 | 85 | 84 | 418 | |

côté du carré = 30 m

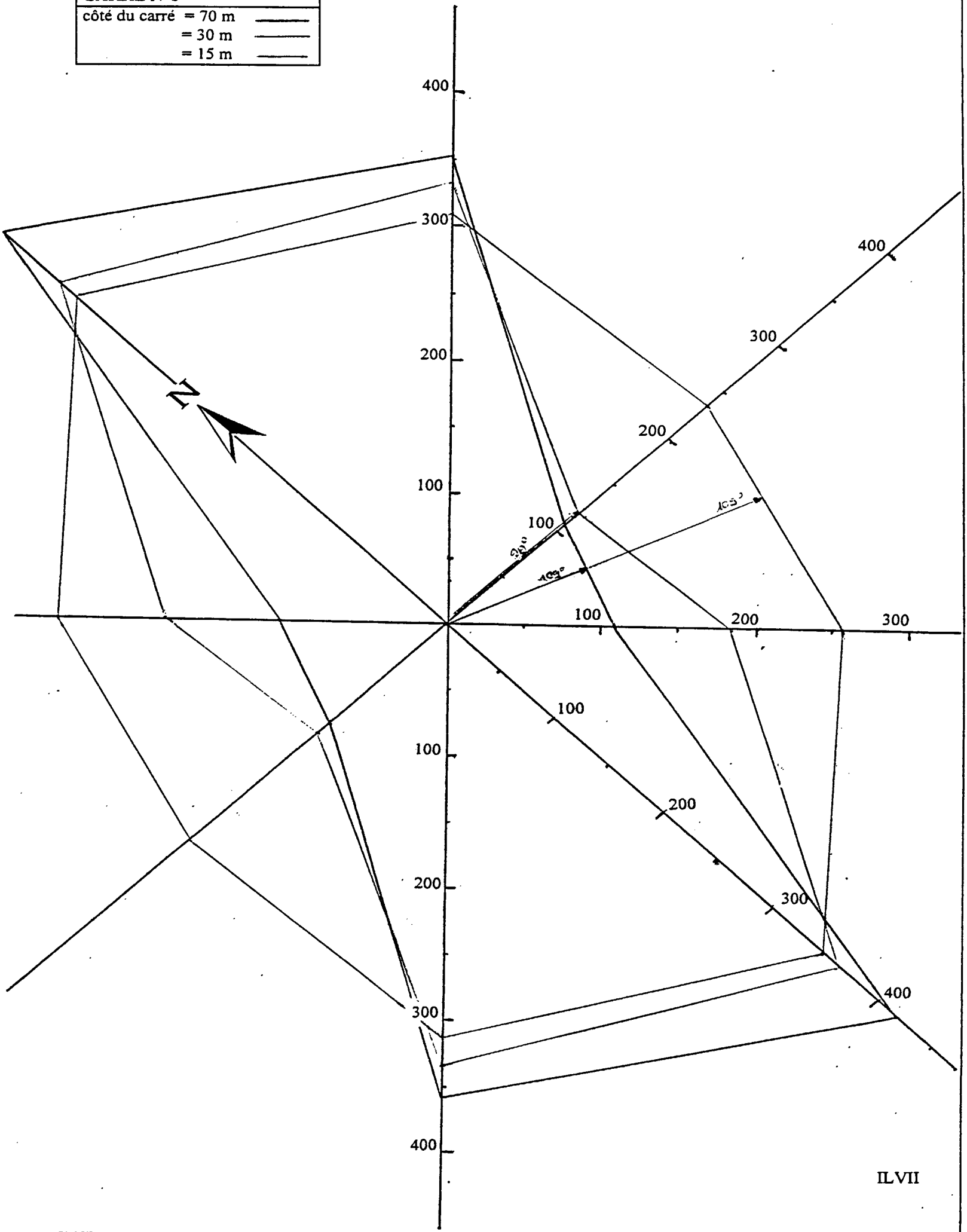
| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
|------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| α | 17 | 12 | 39 | 39 | 120 | 0,57 |
| β | 46 | 40 | 38 | 38 | 364 | |

côté du carré = 15 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
|------------|--------------|--------------|------|------|-------------------|-------------|
| α | 67 | 68 | 46 | 46 | 236 | 0,82 |
| β | 83 | 80 | 37,5 | 37,5 | 350 | |

CARRE N°6

- côté du carré = 70 m
- = 30 m
- = 15 m



ILVII

SONDAGE CARRE

COMMUNE PLOEVEN
 LIEU DIT KERVELDREAC'H
 DATE 14/03/1996

Matériel utilisé GEOSTUDI GRM 1000

CARRE N° 7

Orientation AB orienté nord/sud géographique

côté du carré = 70 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
|------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| α | 18 | 18 | 39 | 39 | 346,5 | 1,8 |
| β | 6 | 8 | 49 | 50 | 106 | |

côté du carré = 30 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
|------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| α | 47 | 42 | 54 | 54 | 265 | 1,44 |
| β | 19 | 23 | 53 | 53 | 127 | |

côté du carré = 15 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
|------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| α | 110 | 110 | 65 | 65 | 272 | 1,37 |
| β | 44 | 43 | 49 | 48 | 144 | |

Orientation AB orienté 45° nord géographique

côté du carré = 70 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
|------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| α | 10,5 | 10,5 | 76 | 76 | 104 | 0,57 |
| β | 18 | 14 | 38 | 38 | 316 | |

côté du carré = 30 m

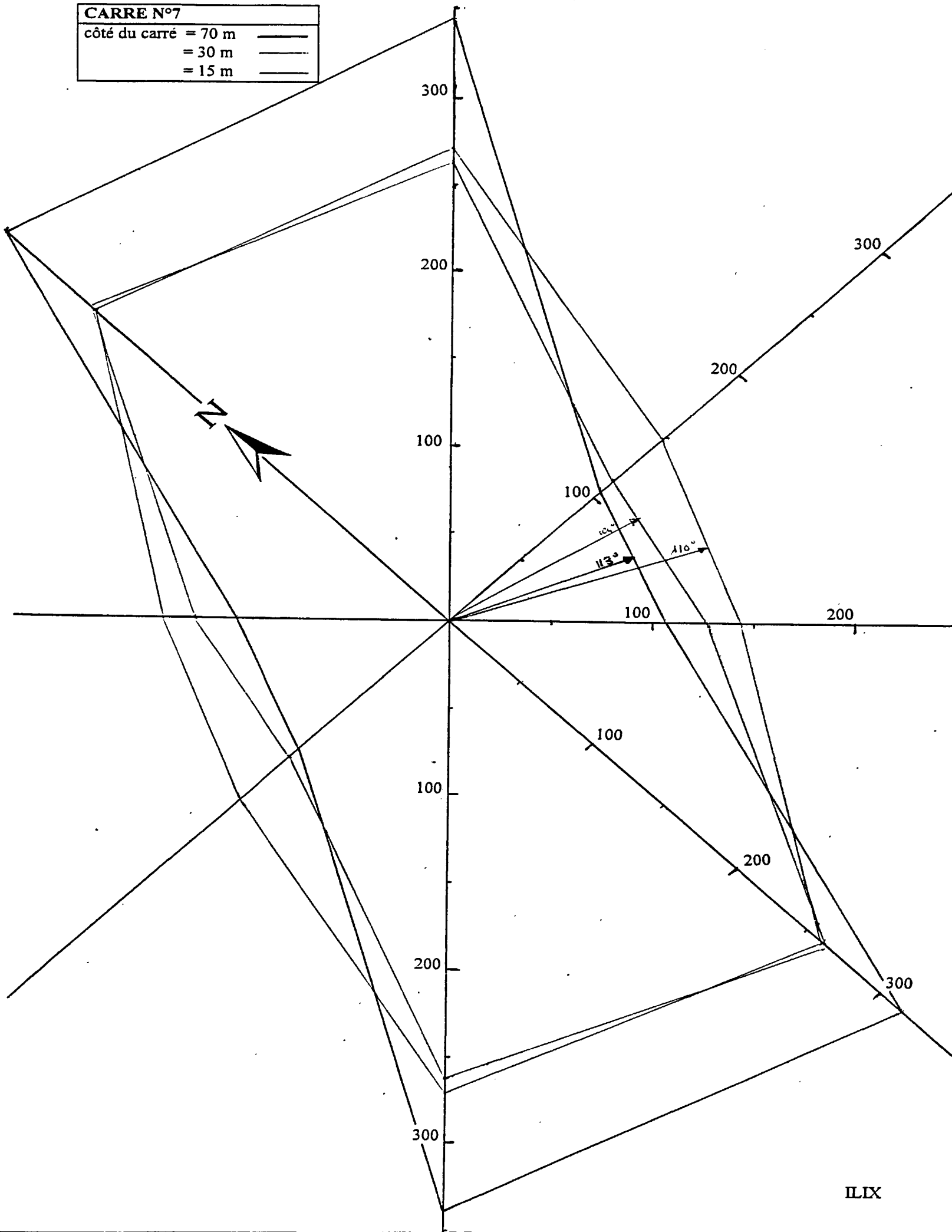
| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
|------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| α | 32 | 28 | 85 | 85 | 113,5 | 0,65 |
| β | 55 | 60 | 70 | 69 | 266 | |

côté du carré = 15 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
|------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| α | 43 | 46 | 48 | 48 | 149 | 0,75 |
| β | 66 | 72 | 42 | 42 | 264 | |

CARRE N°7

- côté du carré = 70 m
- = 30 m
- = 15 m



SONDAGE CARRE

COMMUNE PLOEVEN
 LIEU DIT KERVELDREAC'H
 DATE 04/04/1996

Matériel utilisé GEOSTUDI GRM 1000

CARRE N° 8

Orientation AB orienté nord/sud géographique

| côté du carré = 30 m | | | | | | |
|----------------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
| α | 29 | 29 | 26 | 25 | 366 | 2,13 |
| β | 9 | 10 | 38 | 38 | 80 | |

| côté du carré = 15 m | | | | | | |
|----------------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
| α | 45 | 42 | 20 | 20 | 350 | 1,89 |
| β | 11 | 12 | 19 | 19 | 97 | |

Orientation AB orienté 30° nord géographique

| côté du carré = 30 m | | | | | | |
|----------------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
| α | 24 | 20 | 43 | 42 | 166,5 | 0,99 |
| β | 24 | 22 | 44 | 44 | 168 | |

| côté du carré = 15 m | | | | | | |
|----------------------|--------------|--------------|------|-----|-------------------|-------------|
| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
| α | 29 | 32 | 27,5 | 28 | 177 | 0,99 |
| β | 30 | 32 | 28 | 28 | 178 | |

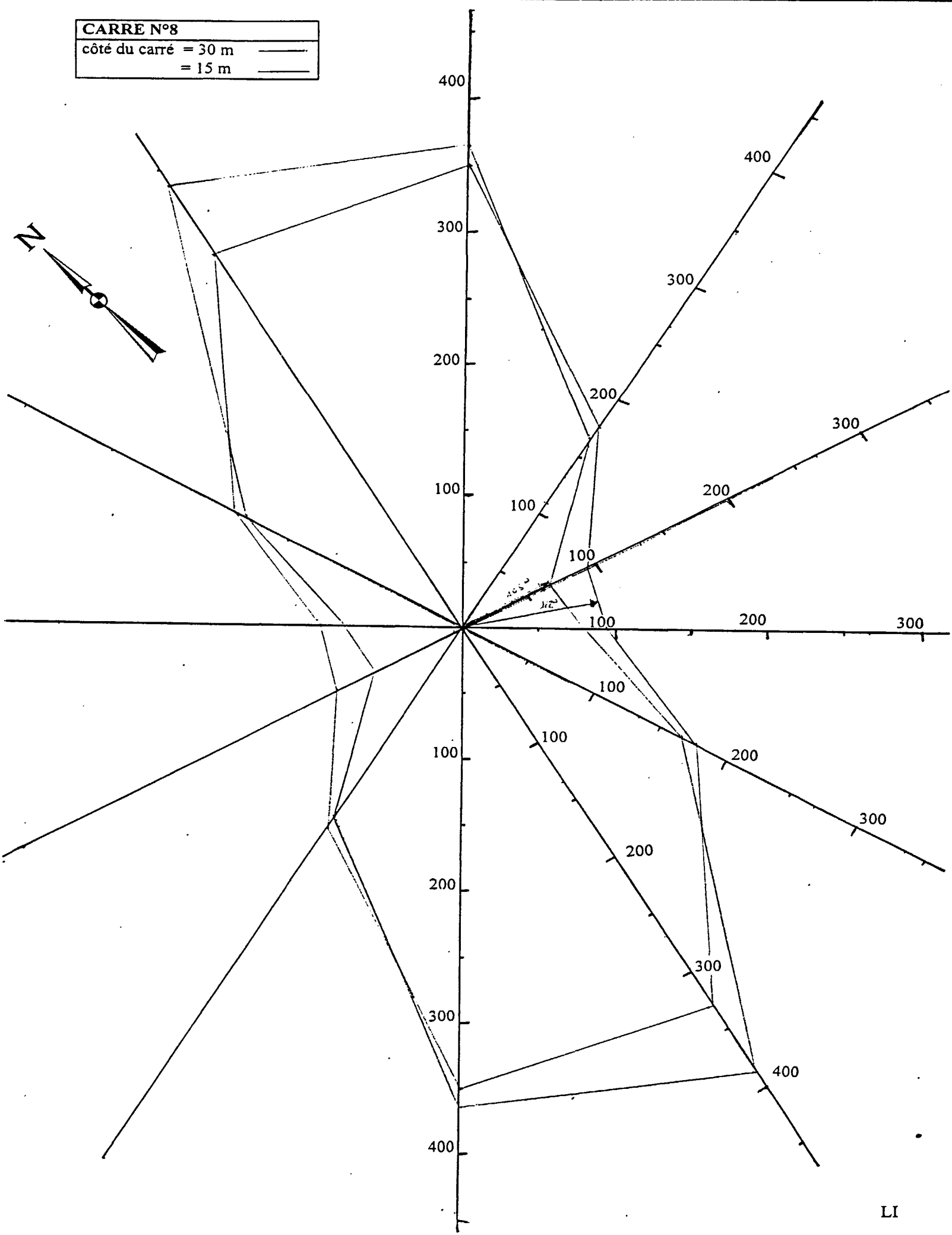
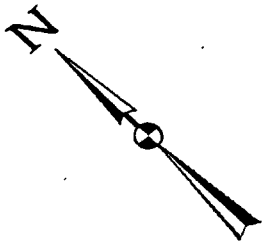
Orientation AB orienté 60° nord géographique

| côté du carré = 30 m | | | | | | |
|----------------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
| α | 5 | 6 | 26 | 26 | 68 | 0,41 |
| β | 37 | 36,5 | 31 | 30 | 388 | |

| côté du carré = 15 m | | | | | | |
|----------------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
| α | 14 | 15 | 24 | 24 | 97 | 0,54 |
| β | 60 | 55 | 28 | 28 | 330 | |

CARRE N°8

côté du carré = 30 m ———
= 15 m ———



SONDAGE CARRE

COMMUNE PLOEVEN
 LIEU DIT KERVELDREAC'H
 DATE 04/04/1996

Matériel utilisé GEOSTUDI GRM 1000

CARRE N° 9

Orientation AB orienté nord/sud géographique

| côté du carré = 30 m | | | | | | |
|----------------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
| α | 29 | 27 | 26 | 25 | 353 | 2,44 |
| β | 5 | 3,5 | 24 | 22 | 59 | |

| côté du carré = 15 m | | | | | | |
|----------------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
| α | 65 | 67 | 34 | 32 | 322 | 1,95 |
| β | 23 | 21,5 | 43 | 42 | 84 | |

Orientation AB orienté 30° nord géographique

| côté du carré = 30 m | | | | | | |
|----------------------|--------------|--------------|------|------|-------------------|-------------|
| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
| α | 12 | 12,5 | 20,5 | 19 | 199,5 | 1,38 |
| β | 9 | 8,5 | 26,5 | 27,5 | 104 | |

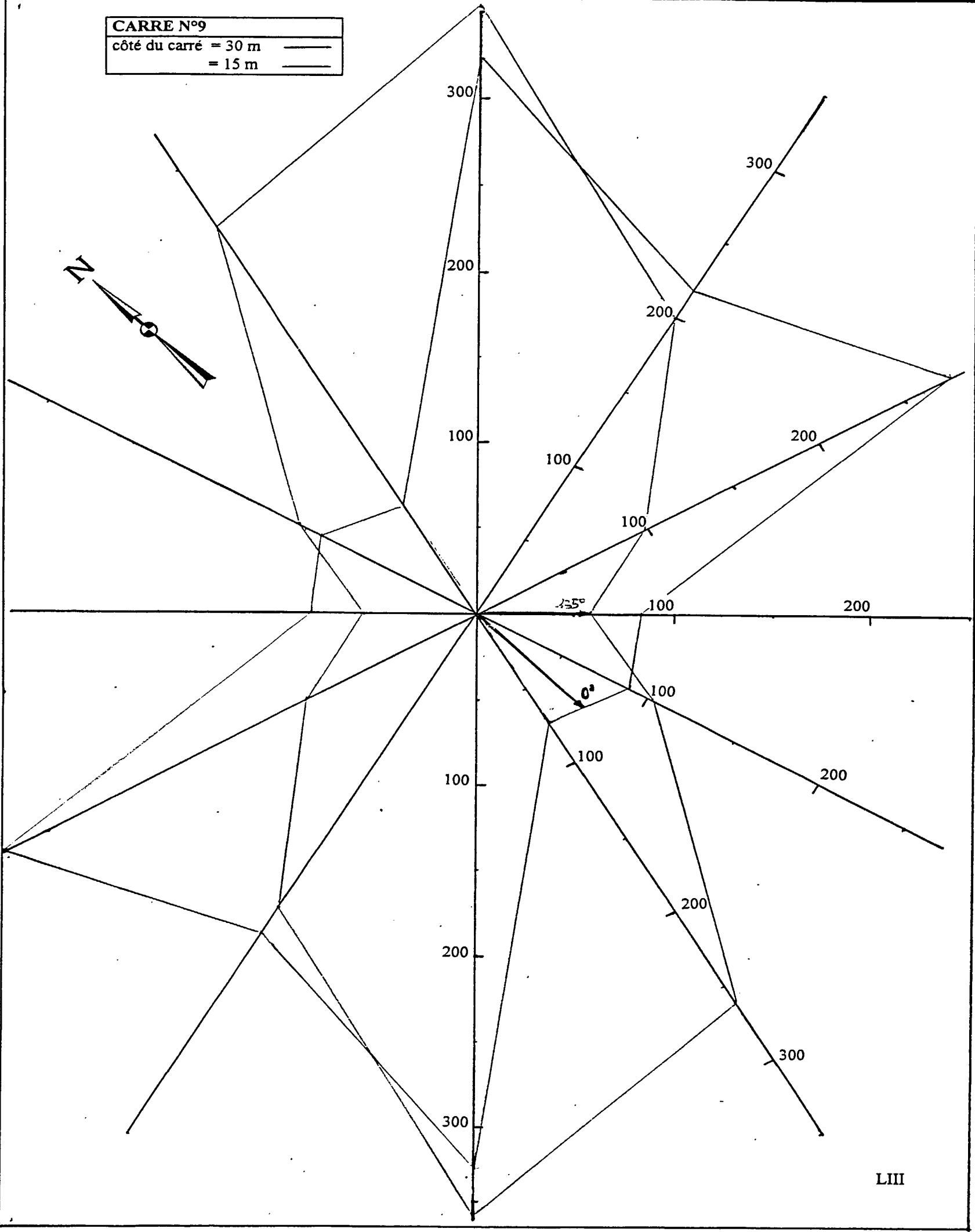
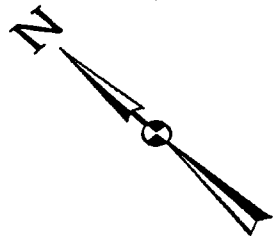
| côté du carré = 15 m | | | | | | |
|----------------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
| α | 36 | 33 | 26 | 25 | 218 | 1,55 |
| β | 16 | 17 | 30 | 29 | 90 | |

Orientation AB orienté 60° nord géographique

| côté du carré = 30 m | | | | | | |
|----------------------|--------------|--------------|-------|-----|-------------------|-------------|
| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
| α | 7,5 | 8 | 25,25 | 25 | 99 | 0,61 |
| β | 21 | 19,5 | 25 | 25 | 261 | |

| côté du carré = 15 m | | | | | | |
|----------------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
| α | 56 | 54 | 32 | 32 | 276,5 | 1,93 |
| β | 12 | 11,5 | 26 | 25 | 74 | |

CARRE N°9
côté du carré = 30 m
= 15 m



SONDAGE CARRE

COMMUNE PLOEVEN
 LIEU DIT KERVELDREAC'H
 DATE 04/04/1996

Matériel utilisé GEOSTUDI GRM 1000

CARRE N° 10

Orientation AB orienté nord/sud géographique

côté du carré = 30 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
|------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| α | 32 | 32 | 37 | 38 | 274,5 | 1,85 |
| β | 13 | 11 | 49 | 47 | 80 | |

côté du carré = 15 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
|------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| α | 56 | 55 | 50 | 48 | 182 | 1,16 |
| β | 40 | 44 | 50 | 50 | 135 | |

Orientation AB orienté 30° nord géographique

côté du carré = 30 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
|------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| α | 16 | 15 | 35 | 35 | 142,5 | 1,05 |
| β | 17 | 15 | 40 | 40 | 129 | |

côté du carré = 15 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
|------------|--------------|--------------|------|------|-------------------|-------------|
| α | 33,5 | 33,5 | 32 | 32 | 168 | 1,07 |
| β | 28 | 31 | 32,5 | 32,5 | 146 | |

Orientation AB orienté 60° nord géographique

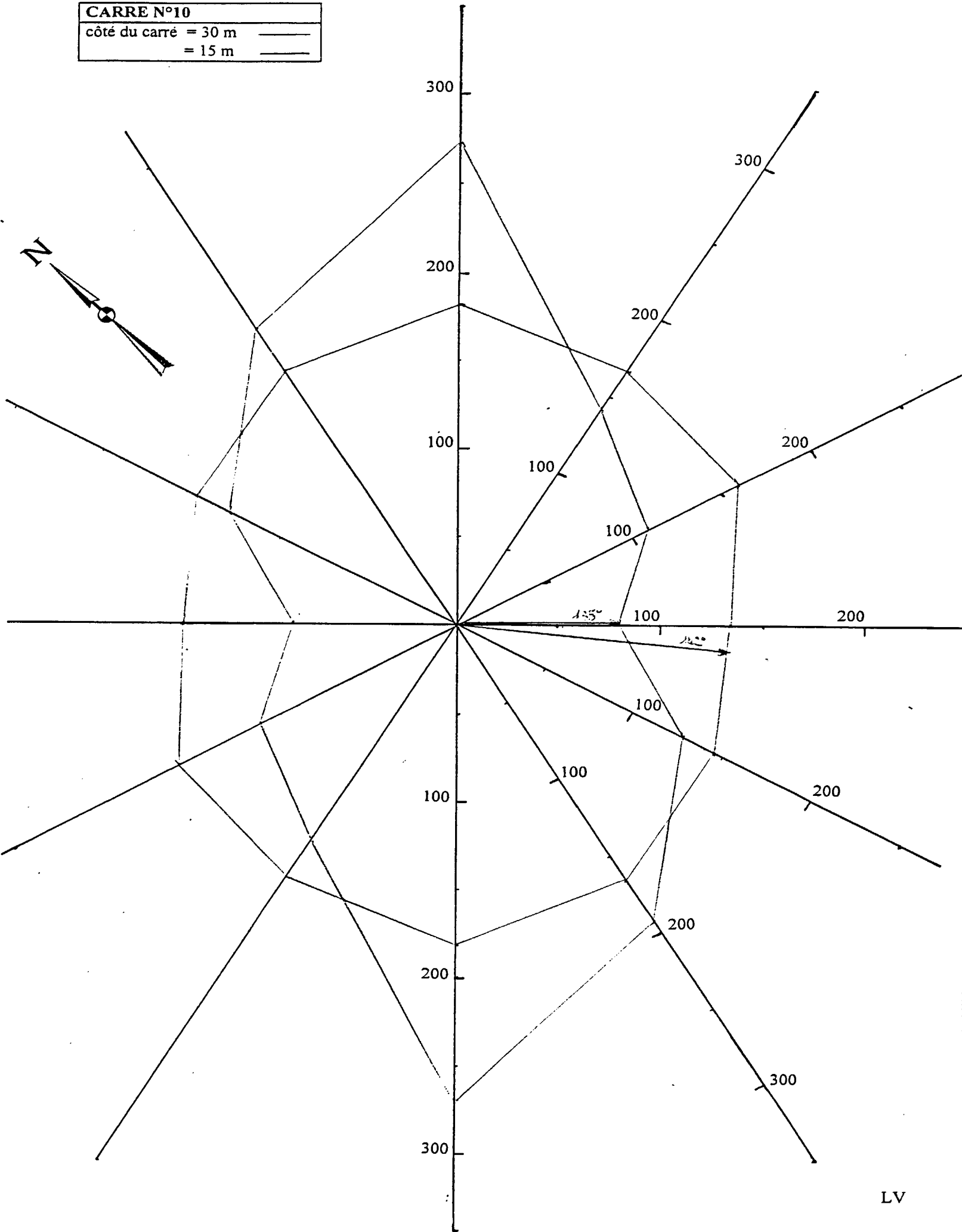
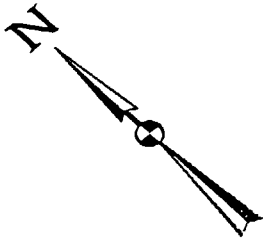
côté du carré = 30 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
|------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| α | 9 | 10 | 28 | 28 | 109 | 0,74 |
| β | 16 | 18 | 28 | 28 | 195 | |

côté du carré = 15 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
|------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| α | 27,5 | 26 | 27 | 27 | 159 | 0,97 |
| β | 48 | 48 | 47 | 46 | 166 | |

CARRE N°10
côté du carré = 30 m
= 15 m



LV

SONDAGE CARRE

COMMUNE PLOEVEN
 LIEU DIT KERVELDREAC'H
 DATE 04/04/1996

Matériel utilisé GEOSTUDI GRM 1000

CARRE N° 11

Orientation AB orienté nord/sud géographique

côté du carré = 30 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
|------------|--------------|--------------|------|-----|-------------------|-------------|
| α | 28 | 28 | 32,5 | 32 | 279 | 1,73 |
| β | 10 | 8 | 31,5 | 31 | 93 | |

côté du carré = 15 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
|------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| α | 53 | 52,5 | 38 | 38 | 223 | 1,27 |
| β | 24 | 22 | 27 | 27 | 137 | |

Orientation AB orienté 30° nord géographique

côté du carré = 30 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
|------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| α | 29 | 28 | 48 | 48 | 191 | 1,18 |
| β | 17 | 15,5 | 39 | 38 | 136 | |

côté du carré = 15 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
|------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| α | 64 | 65 | 58 | 58 | 179 | 1,08 |
| β | 30 | 27 | 30 | 30 | 153 | |

Orientation AB orienté 60° nord géographique

côté du carré = 30 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
|------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| α | 20 | 22 | 54 | 54 | 125 | 0,73 |
| β | 39 | 38 | 53 | 53 | 234 | |

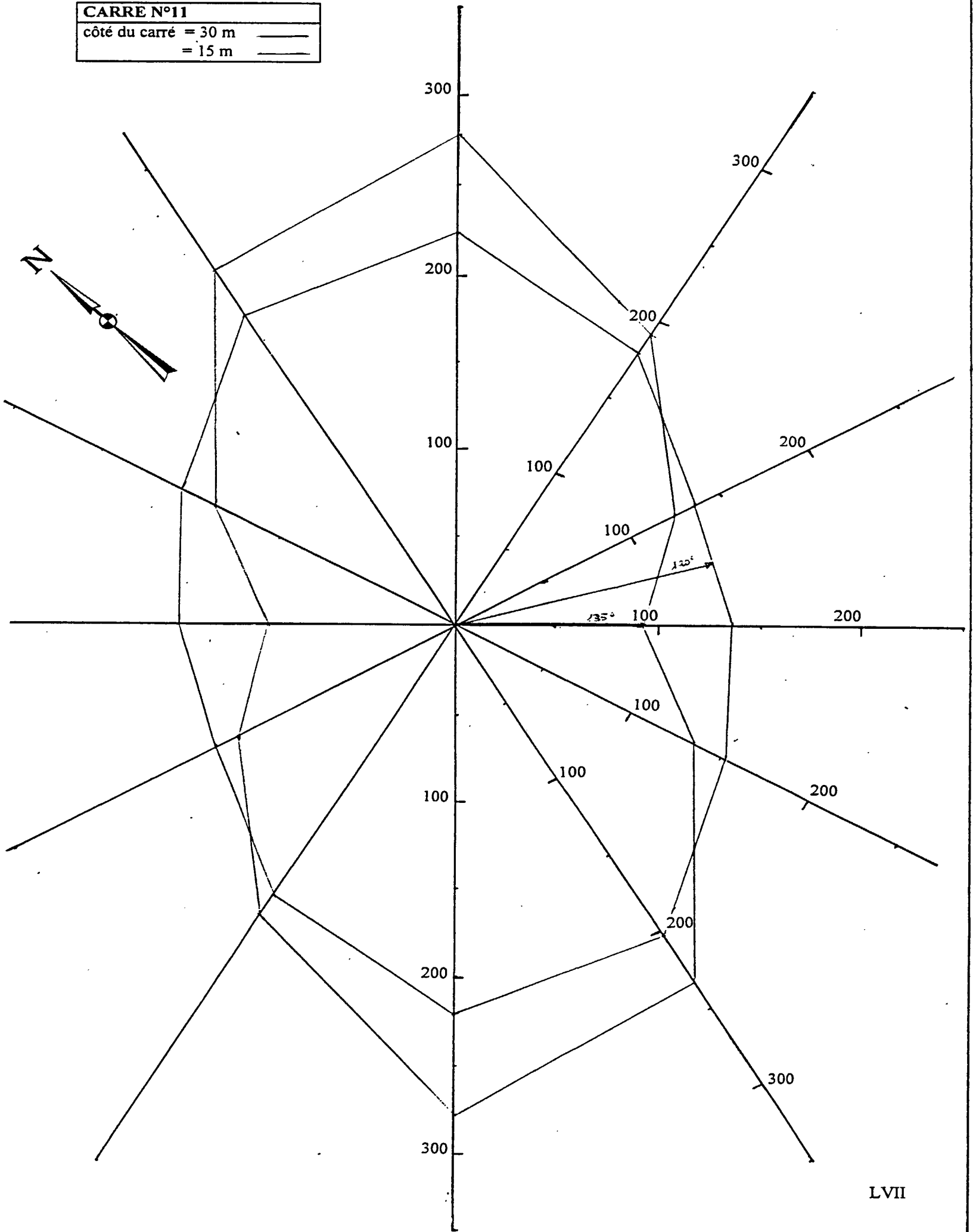
côté du carré = 15 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
|------------|--------------|--------------|-----|------|-------------------|-------------|
| α | 63 | 60 | 72 | 72 | 137 | 0,82 |
| β | 48 | 46 | 37 | 37,5 | 203 | |

CARRE N°11

côté du carré = 30 m

= 15 m



SONDAGE CARRE

COMMUNE PLOEVEN
LIEU DIT KERVELDREAC'H
DATE 04/04/1996
Matériel utilisé GEOSTUDI GRM 1000

CARRE N° 12

Orientation AB orienté nord/sud géographique

côté du carré = 30 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
|------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| α | 30 | 31 | 36 | 36 | 273 | 1,48 |
| β | 18 | 19 | 48 | 48 | 124 | |

côté du carré = 15 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
|------------|--------------|--------------|------|------|-------------------|-------------|
| α | 52 | 49 | 34 | 34 | 239 | 1,22 |
| β | 36 | 34 | 35,5 | 35,5 | 159 | |

Orientation AB orienté 30° nord géographique

côté du carré = 30 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
|------------|--------------|--------------|------|-----|-------------------|-------------|
| α | 19,5 | 20,5 | 34 | 34 | 189 | 1,1 |
| β | 20 | 17 | 38,5 | 38 | 156 | |

côté du carré = 15 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
|------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| α | 48 | 46 | 35 | 35 | 216 | 1,1 |
| β | 37 | 38 | 34 | 34 | 177 | |

Orientation AB orienté 60° nord géographique

côté du carré = 30 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
|------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| α | 11 | 11,5 | 32 | 32 | 113 | 0,64 |
| β | 28 | 26 | 32 | 32 | 271,5 | |

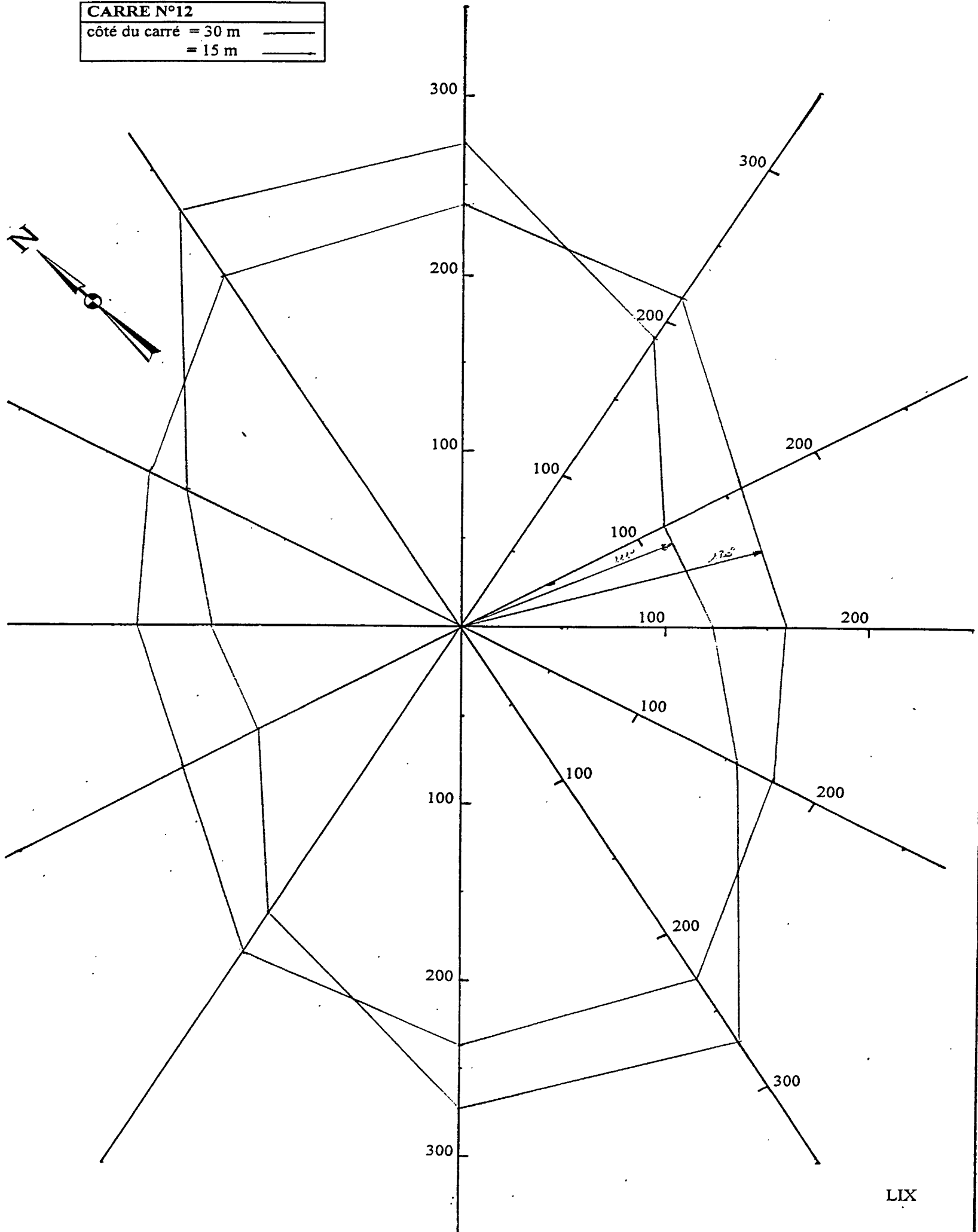
côté du carré = 15 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho a (\alpha)$ | λa |
|------------|--------------|--------------|-----|-----|-------------------|-------------|
| α | 33 | 34 | 34 | 34 | 158,5 | 0,83 |
| β | 56 | 57 | 40 | 39 | 230 | |

CARRE N°12

côté du carré = 30 m

= 15 m



SONDAGE CARRE

COMMUNE PLOEVEN
LIEU DIT KERVELDREAC'H
DATE 04/04/1996

Matériel utilisé GEOSTUDI GRM 1000

CARRE N° 13

Orientation AB orienté nord/sud géographique

côté du carré = 30 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho\alpha (\alpha)$ | $\lambda\alpha$ |
|------------|--------------|--------------|------|-----|-----------------------|-----------------|
| α | 30 | 32 | 29 | 30 | 338 | 1,88 |
| β | 12 | 10 | 37,5 | 37 | 95 | |

côté du carré = 15 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho\alpha (\alpha)$ | $\lambda\alpha$ |
|------------|--------------|--------------|------|-----|-----------------------|-----------------|
| α | 58 | 56 | 30,5 | 30 | 303 | 1,38 |
| β | 30 | 33 | 32 | 32 | 158 | |

Orientation AB orienté 30° nord géographique

côté du carré = 30 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho\alpha (\alpha)$ | $\lambda\alpha$ |
|------------|--------------|--------------|-----|------|-----------------------|-----------------|
| α | 16 | 17,5 | 29 | 28,5 | 187 | 1,06 |
| β | 19 | 19 | 37 | 36,5 | 166 | |

côté du carré = 15 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho\alpha (\alpha)$ | $\lambda\alpha$ |
|------------|--------------|--------------|-----|------|-----------------------|-----------------|
| α | 52 | 53 | 37 | 36,5 | 230 | 1,66 |
| β | 48 | 46 | 38 | 37 | 202 | |

Orientation AB orienté 60° nord géographique

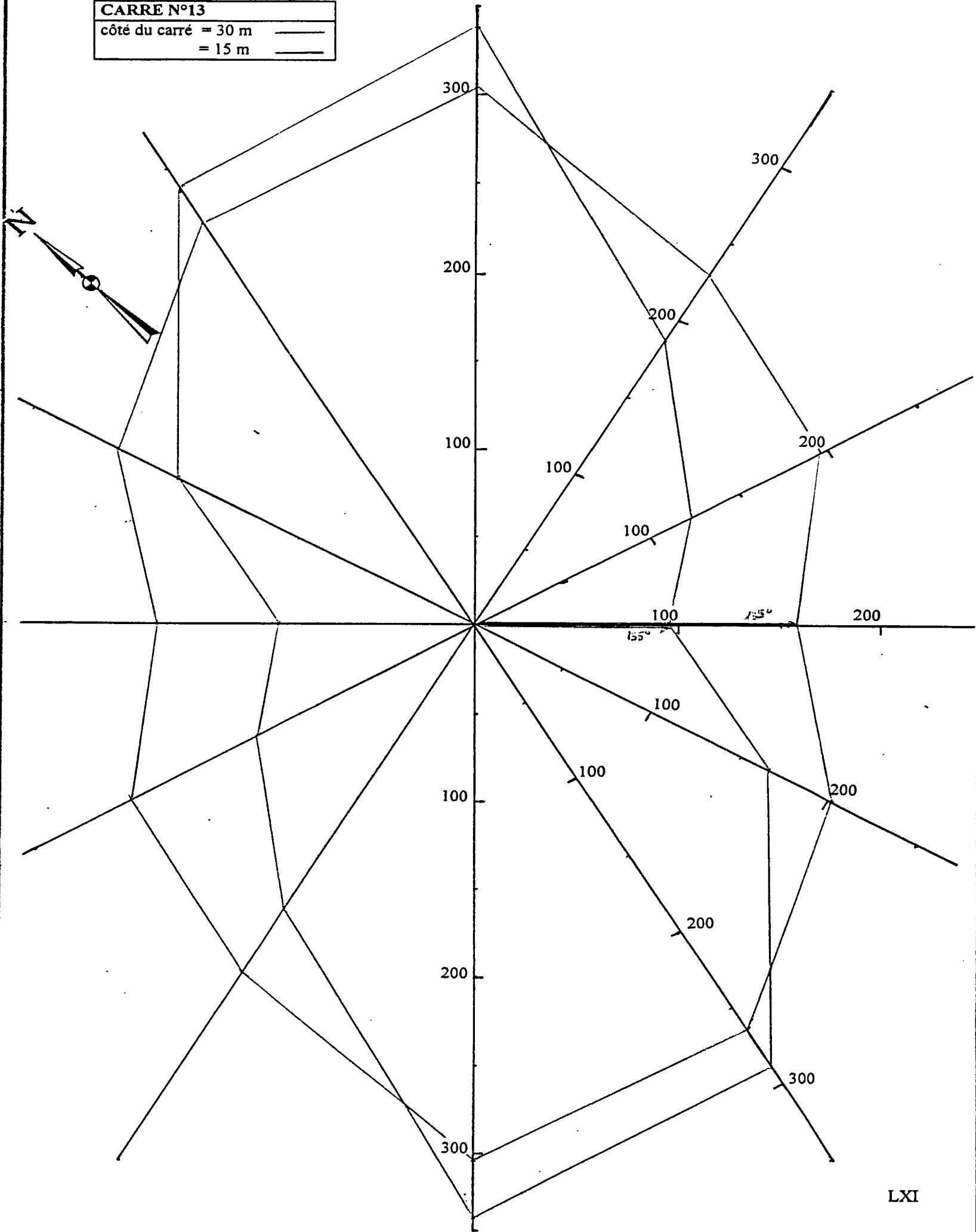
côté du carré = 30 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho\alpha (\alpha)$ | $\lambda\alpha$ |
|------------|--------------|--------------|-----|------|-----------------------|-----------------|
| α | 11 | 12 | 30 | 30 | 123 | 0,65 |
| β | 42 | 40 | 46 | 45,5 | 288 | |

côté du carré = 15 m

| Dispositif | $\Delta V +$ | $\Delta V -$ | I + | I - | $\rho\alpha (\alpha)$ | $\lambda\alpha$ |
|------------|--------------|--------------|-----|------|-----------------------|-----------------|
| α | 45 | 44 | 37 | 36 | 196 | 0,86 |
| β | 62 | 62 | 38 | 37,5 | 264 | |

CARRE N°13
côté du carré = 30 m ———
= 15 m ———



ANNEXE 3

valeurs
des sondages électriques verticaux

COMMUNE : PLOEVEN

LIEU DIT : KERVELDREAC'H

MATERIEL : GEOSTUDI GRM 1000

REFERENCE : S.E. 1

Date : 03/07/1995

| AB/2 (m.) | MN (m.) | K | +ΔV (mV) | -ΔV (mV) | ΔV (mV) | +i (mA) | -i (mA) | i (mA) | ρ a (Ω.m) |
|--------------|------------|-------|-------------|-------------|------------|------------|------------|--------|--------------|
| 1 | 0,5 | 5,89 | 2650 | 2690 | 2670 | 50 | 50 | 50 | 315 |
| 1,5 | 0,5 | 13,75 | 810 | 810 | 810 | 44 | 45 | 44,5 | 250 |
| 2 | 0,5 | 24,75 | 340 | 340 | 340 | 40 | 40 | 40 | 210 |
| 3 | 0,5 | 56,15 | 185 | 189 | 187 | 57 | 58 | 57,5 | 183 |
| 3 | 1,5 | 17,67 | 640 | 635 | 637,5 | 57 | 58 | 57,5 | 196 |
| 4 | 1,5 | 32,32 | 480 | 480 | 480 | 75 | 75 | 75 | 207 |
| 5 | 1,5 | 51,18 | 285 | 284 | 284,5 | 67 | 67 | 67 | 217 |
| 7 | 1,5 | 101,4 | 162 | 160 | 161 | 71 | 71 | 71 | 230 |
| 10 | 1,5 | 208,3 | 76 | 75 | 75,5 | 66 | 67 | 66,5 | 236 |
| 10 | 5 | 58,9 | 310 | 300 | 305 | 67 | 67 | 67 | 268 |
| 15 | 5 | 137,5 | 140 | 140 | 140 | 70 | 71 | 70,5 | 273 |
| 20 | 5 | 247,5 | 82 | 82 | 82 | 78 | 78 | 78 | 262 |
| 30 | 5 | 561,5 | 34 | 34 | 34 | 80 | 81 | 80,5 | 237 |
| 30 | 15 | 176,7 | 105 | 100 | 102,5 | 82 | 83 | 82,5 | 219 |
| 40 | 5 | 1001 | 29 | 27 | 28 | 125 | 126 | 125,5 | 223 |
| 40 | 15 | 323,2 | 99 | 100 | 99,5 | 150 | 150 | 150 | 214 |
| 50 | 15 | 511,8 | 64 | 63 | 63,5 | 162 | 161 | 161,5 | 201 |
| 70 | 15 | 1014 | 18,5 | 19 | 18,75 | 89 | 90 | 89,5 | 215 |
| 100 | 15 | 2083 | 12 | 12 | 12 | 115 | 118 | 116,5 | 215 |

REFERENCE : S.E. 2

Date : 05/07/1995

| AB/2 (m.) | MN (m.) | K | +ΔV (mV) | -ΔV (mV) | ΔV (mV) | +i (mA) | -i (mA) | i (mA) | ρ a (Ω.m) |
|--------------|------------|-------|-------------|-------------|------------|------------|------------|--------|--------------|
| 1 | 0,5 | 5,89 | 1460 | 1460 | 1460 | 61 | 60 | 60,5 | 142 |
| 1,5 | 0,5 | 13,75 | 600 | 600 | 600 | 54 | 54 | 54 | 153 |
| 2 | 0,5 | 24,75 | 360 | 360 | 360 | 54 | 54 | 54 | 165 |
| 3 | 0,5 | 56,15 | 139 | 138 | 138,5 | 45,5 | 46 | 46 | 169 |
| 3 | 1,5 | 17,67 | 455 | 450 | 452,5 | 46 | 46 | 46 | 174 |
| 4 | 1,5 | 32,32 | 340 | 335 | 337,5 | 61 | 62 | 61,5 | 177 |
| 5 | 1,5 | 51,18 | 188 | 187 | 187,5 | 52 | 53 | 52,5 | 183 |
| 7 | 1,5 | 101,4 | 83 | 82 | 82,5 | 44 | 45 | 44,5 | 188 |
| 10 | 1,5 | 208,3 | 68 | 67 | 67,5 | 72 | 72 | 72 | 195 |
| 10 | 5 | 58,9 | 460 | 460 | 460 | 142 | 143 | 142,5 | 190 |
| 15 | 5 | 137,5 | 99 | 98 | 98,5 | 74 | 74 | 74 | 183 |
| 20 | 5 | 247,5 | 134 | 133 | 133,5 | 170 | 171 | 170,5 | 194 |
| 30 | 5 | 561,5 | 43 | 42 | 42,5 | 129 | 130 | 129,5 | 184 |
| 30 | 15 | 176,7 | 142 | 138 | 140 | 127 | 127 | 127 | 195 |
| 40 | 15 | 323,2 | 81 | 79 | 80 | 143 | 143 | 143 | 181 |
| 50 | 15 | 511,8 | 52 | 50 | 51 | 161 | 161 | 161 | 162 |
| 70 | 15 | 1014 | 14,6 | 13,6 | 14,1 | 92 | 93 | 92,5 | 155 |
| 100 | 15 | 2083 | 8 | 8 | 8 | 110 | 111 | 110,5 | 151 |

REFERENCE : S.E. 3

Date : 05/07/1995

| AB/2 (m.) | MN (m.) | K | +ΔV (mV) | -ΔV (mV) | ΔV (mV) | +i (mA) | -i (mA) | i (mA) | ρ a (Ω.m) |
|--------------|------------|-------|-------------|-------------|------------|------------|------------|--------|--------------|
| 1 | 0,5 | 5,89 | 865 | 860 | 862,5 | 28 | 28,5 | 28,5 | 178 |
| 1,5 | 0,5 | 13,75 | 190,2 | 190,3 | 190,3 | 14,5 | 14,8 | 14,7 | 179 |
| 2 | 0,5 | 24,75 | 141 | 141 | 141 | 19,4 | 19,6 | 19,5 | 178 |
| 3 | 0,5 | 56,15 | 79 | 77 | 78 | 22,6 | 22,6 | 22,6 | 194 |
| 3 | 1,5 | 17,67 | 244 | 245 | 244,5 | 22,5 | 23 | 22,7 | 190 |
| 4 | 1,5 | 32,32 | 96 | 95,5 | 96 | 16,2 | 16,3 | 16,3 | 190 |
| 5 | 1,5 | 51,18 | 130 | 130 | 130 | 35 | 35 | 35 | 190 |
| 7 | 1,5 | 101,4 | 17,6 | 17,6 | 17,6 | 10 | 10 | 10 | 178 |
| 10 | 1,5 | 208,3 | 42 | 41 | 41,5 | 54 | 54 | 54 | 160 |
| 10 | 5 | 58,9 | 155 | 155 | 155 | 54 | 54 | 54 | 169 |
| 15 | 5 | 137,5 | 90 | 89 | 89,5 | 70 | 71 | 70,5 | 175 |
| 20 | 5 | 247,5 | 86 | 87 | 86,5 | 130 | 130 | 130 | 165 |
| 30 | 5 | 561,5 | 56 | 57 | 57,5 | 192 | 195 | 193,5 | 164 |
| 30 | 15 | 176,7 | 181 | 183 | 182 | 195 | 196 | 195,5 | 164 |
| 40 | 15 | 323,2 | 96 | 94 | 95 | 190 | 192 | 191 | 159 |
| 50 | 15 | 511,8 | 65 | 65 | 65 | 202 | 204 | 203 | 164 |
| 70 | 15 | 1014 | 210 | 210 | 210 | 36 | 34 | 35 | 169 |
| 100 | 15 | 2083 | 20 | 21 | 20,5 | 255 | 255 | 255 | 167 |

REFERENCE : S.E. 4

Date : 05/07/1995

| AB/2 (m.) | MN (m.) | K | +ΔV (mV) | -ΔV (mV) | ΔV (mV) | +i (mA) | -i (mA) | i (mA) | ρ a (Ω.m) |
|--------------|------------|-------|-------------|-------------|------------|------------|------------|--------|--------------|
| 1 | 0,5 | 5,89 | 1000 | 1025 | 1012,5 | 21 | 21,5 | 21,3 | 280 |
| 1,5 | 0,5 | 13,75 | 410 | 400 | 405 | 24,5 | 24,5 | 24,5 | 227 |
| 2 | 0,5 | 24,75 | 215 | 215 | 215 | 26 | 26 | 26 | 205 |
| 3 | 0,5 | 56,15 | 105 | 105 | 105 | 31 | 32 | 31,5 | 187 |
| 3 | 1,5 | 17,67 | 340 | 340 | 340 | 31 | 32 | 31,5 | 191 |
| 4 | 1,5 | 32,32 | 154 | 155 | 154,5 | 26,25 | 26,5 | 26,4 | 189 |
| 5 | 1,5 | 51,18 | 81 | 81 | 81 | 22,5 | 22,75 | 22,6 | 183 |
| 7 | 1,5 | 101,4 | 39 | 38 | 38,5 | 21,5 | 21,75 | 21,6 | 181 |
| 10 | 1,5 | 208,3 | 28 | 28 | 28 | 31 | 32 | 31,5 | 185 |
| 10 | 5 | 58,9 | 92 | 95 | 93,5 | 31 | 32 | 31,5 | 175 |
| 15 | 5 | 137,5 | 71 | 72 | 71,5 | 53 | 54 | 53,5 | 184 |
| 20 | 5 | 247,5 | 96 | 97 | 96,5 | 125 | 130 | 127,5 | 187 |
| 30 | 5 | 561,5 | 51 | 50 | 50,5 | 155 | 151 | 153 | 185 |
| 40 | 5 | 1001 | 16,25 | 16,5 | 16,4 | 90 | 89 | 89,5 | 183 |
| 40 | 15 | 323,2 | 49 | 48 | 48,5 | 91 | 90 | 90,5 | 173 |
| 50 | 15 | 511,8 | 30 | 30 | 30 | 92 | 91 | 91,5 | 168 |
| 70 | 15 | 1014 | 19 | 20 | 19,5 | 121 | 119 | 120 | 165 |
| 100 | 15 | 2083 | 13,5 | 13,5 | 13,5 | 160 | 160 | 160 | 176 |

REFERENCE : S.E. 5

Date : 13/11/1995

| AB/2 (m.) | MN (m.) | K | +ΔV (mV) | -ΔV (mV) | ΔV (mV) | +i (mA) | -i (mA) | i (mA) | ρ a (Ω.m) |
|-----------|---------|-------|----------|----------|---------|---------|---------|--------|-----------|
| 1 | 0,5 | 5,89 | 1175 | 1175 | 1175 | 56 | 54,5 | 55,25 | 125 |
| 1,5 | 0,5 | 13,75 | 520 | 525 | 522,5 | 54 | 55 | 54,5 | 132 |
| 2 | 0,5 | 24,75 | 360 | 360 | 360 | 62 | 63 | 62,5 | 143 |
| 3 | 0,5 | 56,15 | 120 | 125 | 122,5 | 45 | 45 | 45 | 153 |
| 3 | 1,5 | 17,67 | 340 | 330 | 335 | 45 | 45 | 45 | 132 |
| 4 | 1,5 | 32,32 | 202 | 200 | 201 | 47 | 47 | 47 | 138 |
| 5 | 1,5 | 51,18 | 135 | 132 | 133,5 | 47 | 47 | 47 | 145 |
| 7 | 1,5 | 101,4 | 75 | 72 | 73,5 | 53 | 53 | 53 | 141 |
| 10 | 1,5 | 208,3 | 30 | 29 | 29,5 | 47 | 46 | 46,5 | 132 |
| 10 | 5 | 58,9 | 140 | 135 | 137,5 | 61 | 61 | 61 | 133 |
| 15 | 5 | 137,5 | 61 | 60 | 60,5 | 57 | 57 | 57 | 146 |
| 20 | 5 | 247,5 | 48 | 49 | 48,5 | 77 | 76 | 76,5 | 157 |
| 30 | 5 | 561,5 | 19 | 18 | 18,5 | 65 | 65 | 65 | 160 |
| 30 | 15 | 176,1 | 56 | 56 | 56 | 65 | 66 | 65,5 | 151 |
| 40 | 15 | 323,2 | 57 | 57 | 57 | 116 | 117 | 116,5 | 158 |
| 50 | 15 | 511,8 | 16 | 16 | 16 | 52 | 52 | 52 | 157 |
| 70 | 15 | 1014 | 8 | 8 | 8 | 47 | 46 | 46,5 | 174 |
| 100 | 15 | 2083 | 3 | 3 | 3 | 34 | 34 | 34 | 184 |

REFERENCE : S.E.6

Date : 14/03/1996

| AB/2 (m.) | MN (m.) | K | +ΔV (mV) | -ΔV (mV) | ΔV (mV) | +i (mA) | -i (mA) | i (mA) | ρ a (Ω.m) |
|-----------|---------|-------|----------|----------|---------|---------|---------|--------|-----------|
| 1 | 0,5 | 5,89 | 2625 | 2625 | 2625 | 145 | 145 | 145 | 107 |
| 1,5 | 0,5 | 13,75 | 890 | 900 | 895 | 95 | 94,5 | 94,75 | 130 |
| 2 | 0,5 | 24,75 | 485 | 480 | 482,5 | 80 | 82 | 81 | 147 |
| 3 | 0,5 | 56,15 | 300 | 305 | 302,5 | 110 | 106 | 108 | 157 |
| 3 | 1,5 | 17,67 | 1000 | 1000 | 1000 | 110 | 107 | 108,5 | 163 |
| 4 | 1,5 | 32,32 | 360 | 350 | 355 | 90 | 80 | 85 | 135 |
| 5 | 1,5 | 51,18 | 60 | 57 | 58,5 | 33 | 32 | 32,5 | 92 |
| 7 | 1,5 | 101,4 | 37 | 37 | 37 | 40 | 39 | 39,5 | 95 |
| 10 | 1,5 | 208,3 | 20 | 20,5 | 20,25 | 31 | 30 | 30,5 | 138 |
| 10 | 5 | 58,9 | 74 | 74 | 74 | 31 | 31 | 31 | 141 |
| 15 | 5 | 137,5 | 46 | 46 | 46 | 38 | 37 | 37,5 | 169 |
| 20 | 5 | 247,5 | 25 | 26 | 25,5 | 35 | 34 | 34,5 | 183 |
| 30 | 5 | 561,5 | 15,3 | 15 | 15,15 | 41 | 40 | 40,5 | 210 |
| 30 | 15 | 176,1 | 71 | 72 | 71,5 | 41 | 40 | 40,5 | 311 |
| 40 | 15 | 323,2 | 25 | 24 | 24,5 | 25 | 24 | 24,5 | 323 |
| 50 | 15 | 511,8 | 21 | 22 | 21,5 | 32 | 31 | 31,5 | 349 |
| 70 | 15 | 1014 | 10 | 10 | 10 | 30 | 29 | 29,5 | 344 |
| 100 | 15 | 2083 | 12,5 | 12 | 12,25 | 60 | 58 | 59 | 432 |

REFERENCE : S.E.7

Date : 14/03/1996

| AB/2 (m.) | MN (m.) | K | +ΔV (mV) | -ΔV (mV) | ΔV (mV) | +i (mA) | -i (mA) | i (mA) | ρ a (Ω.m) |
|--------------|------------|-------|-------------|-------------|------------|------------|------------|--------|--------------|
| 1 | 0,5 | 5,89 | 1725 | 1750 | 1737,5 | 30 | 31 | 30,5 | 336 |
| 1,5 | 0,5 | 13,75 | 530 | 540 | 535 | 21,25 | 21,5 | 21,375 | 344 |
| 2 | 0,5 | 24,75 | 320 | 310 | 315 | 22 | 20 | 21 | 371 |
| 3 | 0,5 | 56,15 | 145 | 145 | 145 | 23 | 22 | 22,5 | 362 |
| 3 | 1,5 | 17,67 | 360 | 380 | 370 | 22 | 22 | 22 | 297 |
| 4 | 1,5 | 32,32 | 225 | 230 | 227,5 | 26 | 26 | 26 | 283 |
| 5 | 1,5 | 51,18 | 162 | 162 | 162 | 30 | 29 | 29,5 | 281 |
| 7 | 1,5 | 101,4 | 60 | 60 | 60 | 22,5 | 21,75 | 22,125 | 275 |
| 10 | 1,5 | 208,3 | 36 | 37 | 36,5 | 29 | 28 | 28,5 | 267 |
| 10 | 5 | 58,9 | 125 | 125 | 125 | 28,75 | 29 | 28,875 | 255 |
| 15 | 5 | 137,5 | 43 | 44 | 43,5 | 22,5 | 22,75 | 22,625 | 264 |
| 20 | 5 | 247,5 | 28 | 28 | 28 | 28 | 27 | 27,5 | 252 |
| 30 | 5 | 561,5 | 10,5 | 10 | 10,25 | 26 | 24 | 25 | 230 |
| 30 | 15 | 176,1 | 34 | 36 | 35 | 26 | 27 | 26,5 | 233 |
| 40 | 15 | 323,2 | 18 | 18 | 18 | 26 | 24 | 25 | 233 |
| 50 | 15 | 511,8 | 12,5 | 12,75 | 12,625 | 27,5 | 27 | 27,25 | 237 |
| 70 | 15 | 1014 | 7,5 | 7,5 | 7,5 | 34 | 32 | 33 | 230 |
| 100 | 15 | 2083 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 44 | 42 | 43 | 218 |