

Premiers résultats d'une prospection électrique dans la « Vallée flamande »,

par W. DE BREUCK et G. DE MOOR.

ABSTRACT. — *In the area North of Ghent the Quaternary sediments attain a considerable thickness (more than 20 m). This region is the so-called Flemish Valley. Up to now the extension of this deep, filled valley was not known exactly. By means of the existing information it was deduced that the Flemish Valley stretched out far more to the South than was initially supposed. Anyway, it was impossible to determine its exact limits and nothing was known about the thickness of the Quaternary sediments nor of the topography of the valley at its deepest Pleistocene scour.*

In the Southern part of the Flemish Valley, the lithological conditions were favorable for using geoelectric methods to determine the thickness of the quaternary cover. These sandy sediments cover a thick layer of clay of the Flanders (Ypresian).

The instruments used were rather rudimentary so that the Wenner-system was chosen. The results of the geoelectric measurements were tested by 18 mechanical drillings. In most cases the differences amounted to less than 5 %.

In four months 138 geoelectric soundings were executed on the map of Deinze. Only 9 % of the obtained curves could not be interpreted, while almost 65 % gave good results.

Three maps were drawn : a map with the isopachs of the Quaternary sediments, a map with the isohypses of the top of the Tertiary formations and a map with the isoresistivities for $a = 20$ m.

The first two maps are of geomorphological as well as of hydrological interest. The Quaternary sediments form a waterbearing layer in an area where the first artesian layer is at a depth of at least 100 m.

SAMENVATTING. — *Ten noorden van Gent strekt zich een zone uit waar de dikte van de kwartaire sedimenten meer dan 20 m bereikt. De uitbreiding van deze diepe, opgevulde pleistocene depressie, die men de « Vlaamse Vallei » noemt, was totnogtoe onnauwkeurig gekend. Met de bestaande gegevens kon worden vastgesteld dat deze zich verder naar het zuiden uitstreckte dan aanvankelijk gedacht. Het was echter onmogelijk aan de hand van deze gegevens een nauwkeurige begrenzing aan te geven. Daarenboven had men niet het minste idee van de topografie van de vallei bij de diepste pleistocene uitschuring.*

In het zuidelijk gedeelte van de Vlaamse Vallei zijn de lithologische omstandigheden echter gunstig om de dikte van het kwartaire te bepalen langs geo-electrische weg. Op deze dikke Ieperse kleilaag rusten kwartaire zanden, hetgeen een scherp contact geeft.

Wegens de beperkte middelen hebben we aan de Wenner-opstelling de voorkeur gegeven. De resultaten van een aantal geo-electrische metingen werden getoetst aan mechanische boringen (18) waarbij bleek dat de verschillen, op enkele uitzonderingen na, minder dan 5 % bedragen.

In vier maanden werden 138 geo-electrische metingen uitgevoerd op het kaartblad Deinze. Hiervan zijn minder dan 9 % niet te interpreteren terwijl bijna 65 % goede uitslagen hebben opgeleverd. Drie kaarten werden opgesteld : een kaart met de dikte van de kwartaire sedimenten, een kaart die de hoogte van de top van de tertiaire formaties aangeeft en een kaart waarop de iso-resistieven voor $a = 20$ m aangeduid zijn.

Deze kaarten hebben zowel een geomorfologisch als een hydrologisch belang. De kwartaire sedimenten vormen namelijk een watervoerende laag in een gebied waar de eerste artesische laag op een diepte van ten minste 100 m voorkomt.

INTRODUCTION.

Plusieurs auteurs ont attiré l'attention sur le fait qu'au Nord de Gand s'étend une zone où les sédiments quaternaires atteignent une épaisseur considérable. Le sommet des formations tertiaires s'y trouve presque partout sous la cote de -5 , tandis que certains chenaux se sont creusés jusqu'à la cote -20 . R. TAVERNIER a nommé cette large et profonde dépression colmatée la « Vallée flamande » (fig. 1). A l'Ouest elle est bordée par la cuesta du Meetjesland et au Nord-Est par la cuesta du Pays de Waes. Vers l'Est elle se rattache aux thalwegs colmatés de la Moyenne-Belgique. Elle ne dépasserait pas la ligne Gand-Alost et R. TAVERNIER se demande si elle s'étend au Sud et à l'Ouest de Gand.

Il existe très peu de données relatives à l'extension et à la profondeur de la Vallée flamande. Les archives du Service géologique ne mentionnent que quelques forages et les observations indiquées sur les cartes ne donnent pas plus d'informations sûres. Quelques planchettes signalent un plus grand nombre de forages; ceux-ci cependant sont toujours concentrés dans les zones où d'importants travaux ont été effectués.

Pour entreprendre l'étude approfondie de cette région, il faut d'abord établir la carte des isopaques des dépôts quaternaires. Celle-ci ne peut se faire qu'à l'aide d'une recherche systématique par forages. Suivant les conditions du terrain, des forages, exécutés à la main, peuvent être poussés jusqu'à 4 m et même quelquefois jusqu'à 12 m de profondeur. Toutefois de grandes zones, souvent les plus intéressantes, restent inconnues à cause de l'épaisseur des sédiments quaternaires. Celle-ci atteint 25 m et même plus.

Le recours à des forages mécaniques coûteux et lents ne se justifie pas, vu l'absence d'indications pour l'implantation.

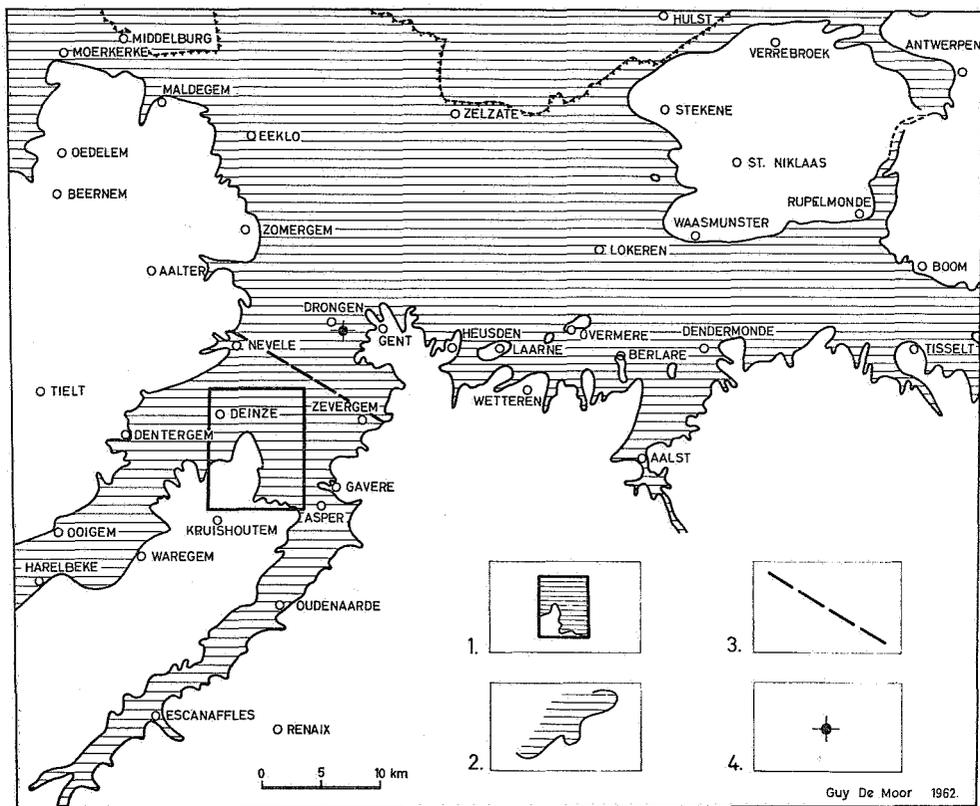


FIG. 1. — **La Vallée flamande.**
The Flemish Valley.
De Vlaamse Vallei.

1. Zone étudiée.
 Investigated area.
 Onderzocht gebied.
2. Limite (base du Pléistocène au-dessous de -5 m).
 Limit (base of the Pleistocene below -5 m).
 Grens (basis van het Pleistoceen beneden -5 m).
3. Limite septentrionale de l'affleurement de l'argile yprésienne.
 Northern limit of the outcrop of the clay of the Flanders in the valley.
 Noordelijke grens van het ontsluitingsgebied van de Ieperiaanse klei in de vallei.
4. Forage à sec (fig. 2).
 Dry drilling (fig. 2).
 Droge boring (fig. 2).

Cependant les conditions géologiques sont telles que dans certaines parties la méthode des sondages électriques par courant continu peut être appliquée.

En quatre mois un réseau de 138 sondages a été établi sur la feuille de Deinze, choisie comme feuille-type. Celle-ci couvre une superficie de 8.000 ha s'étendant sur les communes de Astene, Deinze, De Pinte, Deurle, Eke, Gavere, Huise, Kruishoutem, Nazareth, Ouwegem et Petegem. Toutefois dans la partie méridionale de la planchette on n'a pas procédé à des sondages électriques. Le relief y est très accidenté et les conditions lithologiques différentes ne permettent plus de distinguer le contact entre le Quaternaire et le sable yprésien sous-jacent.

A l'aide des résultats des sondages électriques un certain nombre de forages mécaniques ont pu être exécutés aux points critiques. Ceux-ci ont en même temps permis de vérifier l'exactitude de la méthode géophysique employée.

GÉOLOGIE.

La Vallée flamande, creusée pendant le Pléistocène, a été colmatée par des dépôts auxquels R. TAVERNIER attribue des âges pléistocène supérieur et holocène. Les premiers sont principalement constitués de sédiments sableux nivéo-éoliens avec des dépôts fluviatiles et estuariens, tandis que les derniers se composent d'argile alluviale et de tourbe (fig. 2).

Au Sud-Est de Gand le substrat tertiaire est formé par l'argile yprésienne (*Yc*). Au Nord d'une ligne qui rejoint Nevele à Zevegem débute le sable argileux yprésien (*Yd* de la carte géologique). Plus vers le Nord la vallée recoupe tous les étages de l'Éocène : le Panisélien, le Lédien et le Bartonien. Dans la partie septentrionale, près de la frontière néerlandaise, l'érosion quaternaire atteint le Rupélien.

La partie de la Vallée flamande au Sud de Gand présente des conditions favorables à une prospection géoélectrique, les sables quaternaires formant un bon contact avec l'argile yprésienne.

MÉTHODE.

Les sondages électriques d'après le dispositif de WENNER s'appliquent dans les cas où des formations stratifiées diverses sont séparées par des plans parallèles et de préférence horizontaux.

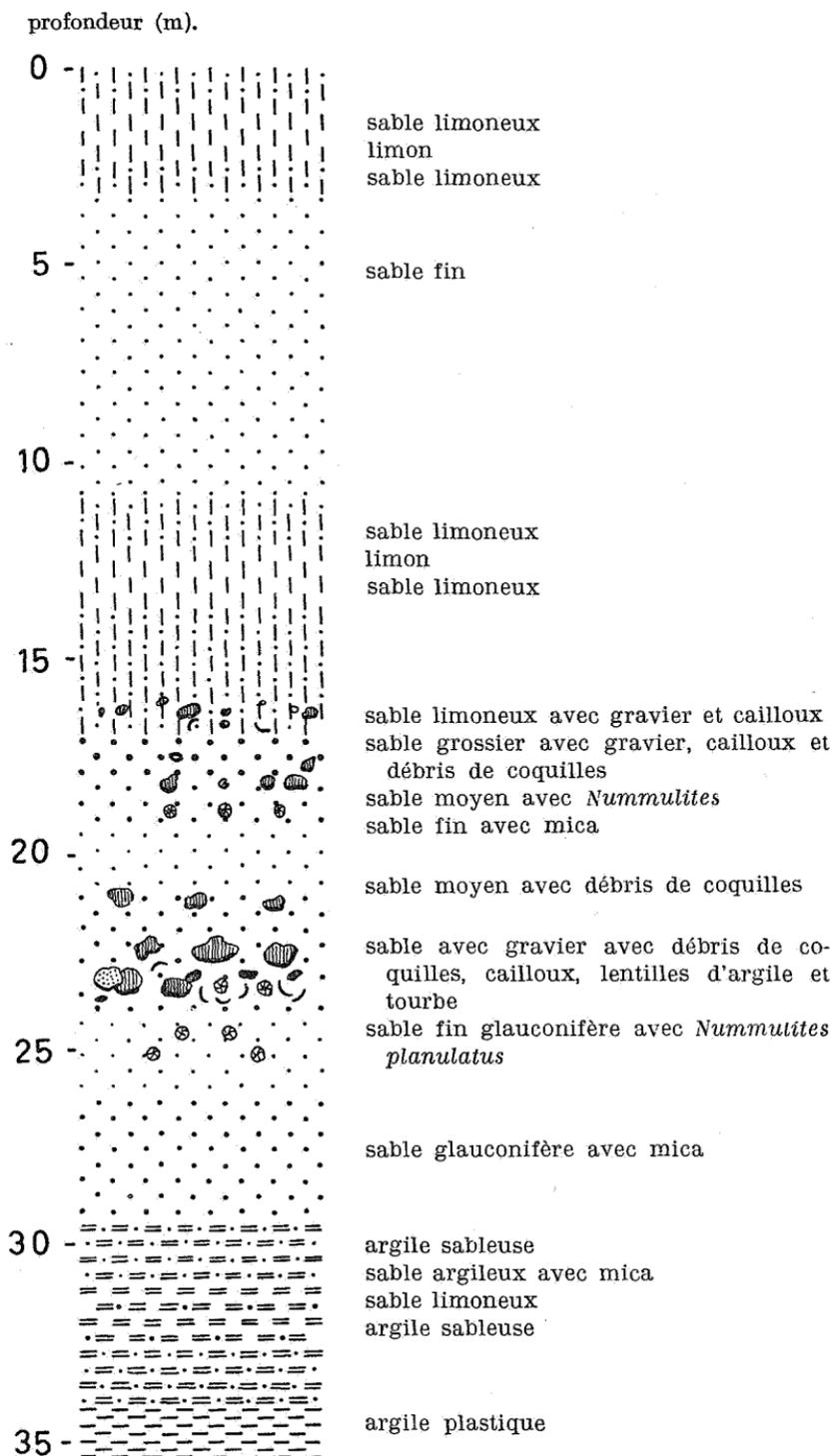


FIG. 2.

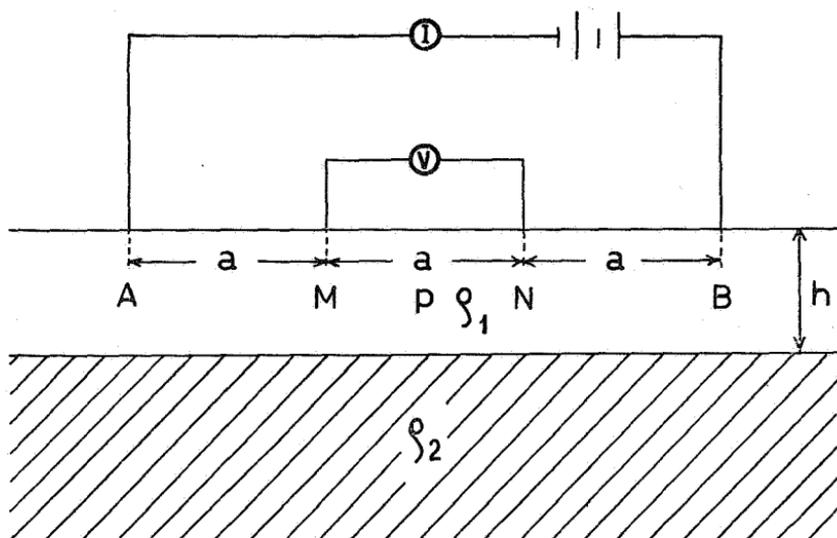


FIG. 3.

Dispositif Wenner pour le sondage électrique.
Wenner arrangement for electric sounding.
Wenner-opstelling voor elektrische peiling.

EXPLICATION DE LA FIGURE 2.

Forage n° 90 du canal circulaire de Gand à Drongen (Tronchiennes).

Coupe stratigraphique montrant le quaternaire sableux (0—24 m) reposant sur les sables fins yprésiens (24—32,5 m) surmontant l'argile yprésienne.

Les sables fins yprésiens ne sont pas présents dans la région de Deinze.

Drilling n° 90 of peripheric canal of Ghent at Drongen.

The stratigraphic profile shows the quaternary sands resting on the fine grain sands of the Ypresian overlaying the clay of the Flanders.

These Ypresian sands are not present in the region of Deinze.

Boring nr. 90 van de ringvaart rond Gent te Drongen.

Het stratigrafisch profiel toont de kwartaire zanden, op de fijne zanden van het Ieperiaan, die rusten op de Ieperiaan-klei.

De zanden van het Ieperiaan komen niet voor in de streek van Deinze.

Quatre électrodes (A, M, N, B) sont alignées à égale distance a l'une de l'autre. Par les deux électrodes extérieures on introduit le courant dans le sol. La différence de potentiel V entre M et N, les deux électrodes intérieures, est mesurée. En connaissant l'intensité de courant I , on obtient la résistivité apparente ρ_a du terrain pour une distance a par l'équation suivante :

$$\rho_a = 2 \pi_a \frac{V}{I}$$

Considérons le cas de deux terrains dont l'épaisseur du premier à résistivité ρ_1 est petite par rapport à celle du deuxième à résistivité ρ_2 . Si nous définissons ρ_a pour une distance AB petite par rapport à h , le courant ne circulera que dans la couche supérieure et ρ_a sera sensiblement égal à ρ_1 . Par contre plus AB devient grand par rapport à h , plus ρ_a s'approche de la valeur ρ_2 , valeur qu'elle atteint quand AB tend à l'infini.

On effectue une série de mesures pour des distances croissantes de a , le centre P restant fixe. On obtient une courbe de sondage électrique à l'endroit P en reportant ρ_a en fonction de a .

Dans le cas d'un terrain à deux couches et pour le dispositif WENNER on peut, d'après les calculs de HUMMEL, écrire le rapport suivant :

$$\frac{\rho_a}{\rho_1} = 1 + 4 \sum_{n=1}^{\infty} k^n \left\{ \frac{1}{\sqrt{1 + (2n\lambda)^2}} - \frac{1}{\sqrt{4 + (2n\lambda)^2}} \right\}$$

où

$$\lambda = \frac{h}{a} ; k = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2 + \rho_1}$$

Partant de cette formule des abaques ont été calculés pour le cas de deux couches. La comparaison d'une courbe mesurée avec les abaques permet des estimations de l'épaisseur ne s'écartant pas de plus de 5 % de la vérité (1).

MATÉRIEL.

Comme il s'agit d'un premier essai d'application de la méthode géoélectrique aux sédiments dans nos régions, on a opéré avec un appareillage assez rudimentaire. Au cours de cette prospec-

(1) Dans un cas une erreur de 7 % est constatée. Ceci est dû à la présence d'une épaisse couche d'argile remaniée à la base du Quaternaire.

tion le matériel a subi maintes transformations. Il se compose en principe d'un potentiomètre, d'un galvanomètre, de quatre électrodes impolarisables et de piles sèches, qui fournissent un courant continu de 300 à 600 V (fig. 4 et 5).

Le potentiomètre permet de faire des lectures de 1.000 mV jusqu'à 0,1 mV. Toutefois les lectures à l'échelle 10 deviennent très difficiles. Dans le circuit est intercalé un dispositif à l'aide duquel on élimine le courant perturbateur provoqué par la polarisation spontanée.

Le galvanomètre est d'un type universel. Il sert à mesurer des ampérages de 50 à 250 mA.

Les électrodes impolarisables se composent d'un pot en terre cuite (poreuse) et d'un bouchon en liège traversé par une tige en cuivre en contact avec une solution saturée de sulfate de cuivre. On emploie quatre électrodes impolarisables parce qu'on travaille avec des courants assez faibles.

Les batteries : jusqu'à présent on a utilisé des piles sèches Pertrix de 100 V. On en met 3 à 6 en série. On peut effectuer vingt à vingt-cinq sondages avec 3 batteries. Cependant, on envisage de les remplacer par un système d'accumulateurs.

Les fils sont du type multibrin de diamètre 1,5 mm, couvert de plastic. On utilise des couleurs voyantes afin de les voir sur le terrain. Deux fils, sur lesquels les distances a sont indiquées par des rubans colorés, sont déroulés à chaque station.

LES MESURES.

Pour les sondages sur la feuille de Deinze on fait des lectures (dans les deux sens) pour les valeurs de a suivantes : 5, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 27, 30, 33, 36, 40, 44, 48, 52 et 56 m. Les valeurs sont notées sur une feuille de mesure. Sur cette feuille on note également les renseignements relatifs aux facteurs susceptibles de causer des anomalies dans l'interprétation : présence de fils de haute tension, orages, etc. Les valeurs de la résistivité apparente sont reportées pour les distances a correspondantes sur papier bilogarithmique.

RÉSULTATS.

La plupart des sondages ont été exécutés dans des fossés, ce qui assurait toujours un bon contact entre l'électrode et le milieu. Les conditions de terrain sont telles que les courbes mesurées se posent sur seulement deux courbes de l'abaque, celles de $k = -0,7$ et $k = -0,8$.

Cependant, les courbes qui peuvent se poser sur plusieurs courbes calculées ont été relevées. Parfois des courbes ne se prêtent pas du tout à interprétation. Les courbes de résistivité ont été classées d'après leur précision et leur allure :

Très bonne (tb) : tous les points se trouvent sur une courbe (mesurée), qui a la même allure qu'une courbe calculée.

Bonne (b) : presque tous les points forment une courbe mesurée et la courbe calculée se recouvre pour une grande partie. Cependant, la courbe mesurée peut parfois être comparée avec deux courbes calculées différentes. De petits paliers peuvent se présenter.

Moins bonne (mb) : plus de 50 % des valeurs mesurées tombent sur une courbe calculée. Plusieurs paliers se présentent.

Mauvaise (m) : moins de 50 % des valeurs mesurées tombent sur une courbe calculée. Les autres points s'écartent beaucoup d'une courbe possible. L'interprétation devient douteuse.

Très mauvaise (tm) : interprétation impossible.

D'après cette échelle les 138 ⁽¹⁾ sondages se classent comme suit :

TABLEAU 1.

| | | |
|----------------------|-----|---------|
| Très bonne | 31 | 22,5 % |
| Bonne | 59 | 42,8 % |
| Moins bonne | 21 | 15,2 % |
| Mauvaise | 15 | 10,8 % |
| Très mauvaise | 12 | 8,7 % |
| | 138 | 100,0 % |

Quels sont maintenant les facteurs qui ont joué pendant les mesures classées m et tm ?

⁽¹⁾ Trois sondages ont été exécutés en double.

TABLEAU 2.

| | Cas | % |
|--|-----|-------|
| Influence d'une source de courant électrique (fil de haute tension, cloison électrique,... à moins de 100 m) | 7 | 26,0 |
| Neige ou gel, orage | 5 | 18,5 |
| Mauvais contacts | 5 | 18,5 |
| Cause non connue | 10 | 37,0 |
| | 27 | 100,0 |

On constate que les zones habitées conviennent le moins pour l'exécution de sondages. Cependant dans une région à population dense on est parfois obligé de se rapprocher des habitations.

Dans quatre cas, une influence néfaste est due à la neige et au gel, qui provoquent l'isolement des électrodes de la nappe aquifère. Les orages aussi peuvent perturber des mesures.

Les mauvais contacts sont généralement dus à la sécheresse de la couche superficielle. Aussi a-t-on essayé autant que possible de travailler en contact avec la nappe phréatique, c'est-à-dire dans des fossés remplis d'eau.

Dans dix cas la cause n'est pas bien établie. Pour certains cas on peut invoquer l'hétérogénéité de la couche quaternaire, qui renferme souvent des lentilles plus argileuses et des parties tourbeuses. Parfois les profils n'ont pas été orientés perpendiculairement à la pente, qui peut être assez importante (5 à 8 %).

Les différences de l'ordre de 1 m peuvent souvent être attribuées à la présence de poches et de dénivellations d'origine périglaciaire.

Dix-huit forages mécaniques à injection d'eau ont été exécutés le plus près possible du centre du sondage géoélectrique. Quatre d'entre eux n'ont pas atteint la base du Quaternaire. Le tableau 3 résume les résultats obtenus.

La différence d'épaisseur que l'on remarque entre le forage 218/W8 et le sondage 218/58 est due à la présence d'argile yprésienne, remaniée dans le Quaternaire (actions périglaciaires). Entre 218/Z5 et 218/75 la même différence doit être attribuée à la pente assez forte entre les deux points.

TABLEAU 3.

| N° du forage mécanique | N° du sondage électrique | Distance du centre du sondage électrique au forage | Quotation (de la courbe) | Sondage électrique | | Sondage mécanique Épaisseur mécanique |
|------------------------------|--------------------------------|---|--------------------------------|----------------------|------------------------------|--|
| | | | | Épaisseur mesurée | Épaisseur corrigée (+) | |
| 218/W2 | 218/3 | 30 | mb | 19,5 | 19,5 | 19,9 |
| W4 | 67 | 15 | b | 18,0 | 18,7 | 18 |
| W6 | 104 | 0 | b | 16,0 | 17,0 | 17,3 |
| W3 | 90 | 0 | mb | 24,0 | 25,5 | 25,0 |
| W11 | 117 | 30 | tb | 17,0 | 17,5 | 17,3 |
| W12 | 120 | 50 | tb | 26,0 | 26,5 | 26,3 |
| X57 | 83 | 0 | b | 1,5 | 1,8 | 1,8 |
| X58 | 85 | 0 | b | 5,5 | 6,2 | 5,8 |
| W5 | 100 | 150 | m | 20,0 | 20,0 | 19,5 |
| W7 | 12 | 0 | mb | 26,5 | 27,0 | 18,5 (*) |
| X51 | <i>8bis</i> | 0 | b | 6,5 | 6,5 | 6,0 (*) |
| Z9 | <i>50bis</i> | 150 | tb | 21,0 | 21,5 | 18,0 (*) |
| Z8 | 81 | 200 | tb | 21,0 | 21,5 | 20,0 (*) |
| W9 | 9 | 50 | b | 16,0 | 16,5 | 17,5 |
| Z5 | 75 | 250 | b | 8,0 | 8,0 | 11,0 |
| W8 | 58 | 25 | mb | 9,0 | 9,5 | 12,5 |
| W1 | 54 | 200 | b | 20,5 | 21,2 | 20,7 |
| W13 | 127 | 100 | tb | 17,5 | 18,5 | 16,5 |

(+) En tenant compte de la profondeur à laquelle se trouvent les électrodes.

(*) Sondages mécaniques n'ayant pas encore atteint la base du Quaternaire.

Quant à la reproductibilité des résultats en voici un exemple : la courbe du 218/50 exécutée par temps neigeux donne un résultat très médiocre (quotation : mauvaise). Un deuxième sondage électrique (218/50bis) au même endroit montre la même allure, mais donne une très bonne courbe. Le résultat dans les deux cas est de 21 m.

Dans le cas de courbes mauvaises, il vaut mieux se fier aux valeurs qui correspondent aux grandes distances a .

Pour ρ_b , résistivité de l'argile yprésienne, on obtient une valeur moyenne de 8,6 Ωm en tenant compte des données de 113 sondages quotés tb , b et mb . Pour ρ_0 , résistivité des sables quaternaires, 104 sondages ont donné une valeur moyenne de 53,3 Ωm .

Pour les neuf sondages, 126 à 134, on est parti de ce chiffre pour interpréter les courbes à trois couches, une couche superficielle d'argile alluviale en étant la cause.

Trois cartes ont été dressées : une carte de l'épaisseur des dépôts quaternaires, une carte des isohypses du sommet des formations tertiaires et une carte de résistivité pour ρ_{20} .

La carte de l'épaisseur des dépôts quaternaires (fig. 6) a démontré l'existence de chenaux là où on ne les soupçonnait même pas. Elle présente un intérêt tant au point de vue géomorphologique que du point de vue pratique. Ce dernier point n'est certainement pas à négliger quand on sait que là où l'argile yprésienne affleure sous une mince couche de sédiments quaternaires, il n'y a pratiquement pas d'eau phréatique. La première nappe artésienne (landénienne) se trouve à plus de 100 m de profondeur. Il est donc important de pouvoir situer les zones à grosse épaisseur de dépôts quaternaires sableux.

La carte des isohypses du sommet des formations tertiaires (fig. 7) est déduite de la première carte et illustre encore mieux que celle-ci le système hydrographique au temps du creusement maximum pléistocène.

La carte des résistivités ρ_{20} (fig. 8) ne donne qu'un tracé approximatif de la carte obtenue par sondages. On a cru qu'on avancerait plus vite en ne faisant qu'une ou deux mesures pour une ou deux a par station. On aurait perdu beaucoup en précision pour le peu qu'on aurait gagné en temps. En effet, la mise en place du matériel prend une demi-heure. Les déplacements et la recherche des endroits favorables absorbent encore une grande partie du temps (1 h). Ainsi on arrive à faire quatre à cinq sondages complets par jour, les endroits favorables ayant été reconnus au préalable et les calculs et l'interprétation s'effectuant par après.

(+) Épaisseur corrigée = épaisseur mesurée + profondeur de l'emplacement des électrodes par rapport à la surface.

(*) Mesures effectuées :

- C = à la surface d'un champ;
- F = dans un fossé rempli d'eau;
- Fs = dans un fossé à sec;
- B = sous bois;
- P = à la surface d'une prairie;
- A = sur une couverture peu épaisse d'argile alluviale;
- HT = près d'une ligne de haute tension;
- Hab = dans les environs d'habitations.

(+) Corrected thickness = measured thickness + depth of the electrodes with respect to the surface.

(*) Measurements executed :

- C = on a field;
- F = in a ditch with water;
- Fs = in a dry ditch;
- B = in a wood;
- P = in a meadow;
- A = on a thin cover of alluvial clay;
- HT = with a high-tension line in the vicinity;
- Hab = in the vicinity of houses.

(+) Verbeterde dikte = gemeten dikte + diepte van de elektroden t.o.v. maaiveld.

(*) Metingen uitgevoerd :

- C = op een akker;
- F = in een met water gevulde gracht;
- Fs = in een droge gracht;
- B = in een bos;
- P = in een weide;
- A = op een dunne bedekking van alluviale klei;
- HT = in de nabijheid van een hoogspanningslijn;
- Hab = in de omgeving van bewoning.

TABLEAU 4.

| No | P ₀ | P _b | P ₂₀ | Quo- tation | Épais- seur mesurée | Épais- seur corrigée (+) | Cote | Remarques (*) |
|-------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|---------------------------|-----------------------------------|-------|-----------------|
| 1 | 52 | 9,4 | 48,6 | m | 27,0 | 27,5 | -16,5 | C |
| <i>1bis</i> | 60 | 6,6 | 55,5 | b | 21,0 | 21,5 | -10,5 | F |
| 2 | — | — | — | tm | — | — | — | B |
| 3 | 72 | 13,0 | 69,0 | mb | 19,5 | 19,5 | - 8,5 | B |
| 4 | 57 | 10,3 | 51,0 | mb | 23,0 | 23,0 | -12,5 | B |
| 5 | 60 | 10,8 | 57,5 | b | 19,0 | 19,5 | - 8,5 | F |
| 6 | 66 | 10,8 | 50,8 | mb | 18,0 | 18,5 | - 8,0 | F |
| 7 | 51 | 5,6 | — | m | 4,4 | 5,4 | + 8,6 | F |
| <i>8bis</i> | 68 | 7,5 | 12,1 | b | 6,5 | 6,5 | + 5,5 | C |
| 9 | 62 | 11,2 | 40,9 | b | 16,0 | 16,5 | - 4,5 | F |
| 10 | 52 | 5,7 | 25,5 | b | 13,5 | 13,5 | - 1,5 | F |
| 11 | 72 | 14,0 | 52,2 | b | 17,5 | 18,0 | - 8,0 | F |
| 12 | 52 | 9,4 | 44,6 | mb | 26,5 | 27,0 | -17,0 | F |
| 13 | 60 | 10,8 | 47,3 | b | 20,0 | 20,5 | -10,5 | F |
| 14 | 51 | 9,0 | 24,5 | b | 11,5 | 12,0 | + 1,0 | F |
| 15 | 53 | 9,5 | 38,3 | b | 18,0 | 18,7 | - 7,7 | F |
| 16 | 60 | 10,8 | 45,0 | b | 20,0 | 20,3 | - 9,3 | F |
| 17 | 54 | 9,7 | 37,0 | b | 17,0 | 17,5 | - 7,0 | F |
| 18 | — | — | — | tm | — | — | — | F |
| 19 | 38 | 6,8 | 24,5 | m | 19,0 | 19,5 | - 9,0 | F |
| 20 | 60 | 10,8 | 48,0 | b | 21,0 | 21,5 | -10,5 | F |
| 21 | 58 | 10,4 | 36,4 | mb | 19,5 | 20,0 | - 9,0 | F |
| 22 | 60 | 10,8 | 47,1 | mb | 22,0 | 22,7 | -10,7 | F, HT à < 50 m |
| 23 | 66 | 12,0 | 49,0 | mb | 22,5 | 23,0 | -12,0 | F |
| 24 | 61 | 6,7 | 44,5 | b | 19,0 | 19,5 | - 9,5 | F |
| 25 | 60 | 11,0 | 47,0 | b | 21,0 | 21,5 | -11,0 | F |
| 26 | 50 | 9,0 | 36,4 | b | 17,0 | 17,5 | - 7,5 | F |
| 27 | 76 | 13,7 | 55,0 | b | 18,0 | 18,5 | - 7,5 | F, HT à < 100 m |
| 28 | 56 | 14,0 | 43,9 | m | 20,0 | 20,5 | - 9,5 | F, HT à < 100 m |
| 29 | 54 | 9,7 | 47,7 | m | 24,0 | 24,5 | -14,0 | F, HT à < 100 m |
| 30 | 45 | 8,1 | 39,0 | b | 28,0 | 28,5 | -18,0 | F, HT à < 50 m |
| 31 | 44 | 8,6 | 33,8 | b | 23,0 | 23,5 | -13,5 | C |
| 32 | 66 | 7,3 | 54,0 | b | 23,5 | 24,0 | -13,0 | F |
| 33 | 52 | 9,4 | 40,0 | tb | 19,0 | 19,5 | - 9,0 | F |
| 34 | 63 | 6,9 | 35,6 | mb | 15,0 | 15,5 | - 3,5 | F, HT à < 50 m |

| N ^o | p ₀ | p _b | p ₂₀ | Quo- tation | Épais- seur mesurée | Épais- seur corrigée (+) | Cote | Remarques (*) |
|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|---------------------------|-----------------------------------|-------|-----------------|
| 35 | 58 | 10,4 | 32,7 | m | 15,5 | 16,0 | - 5,0 | F |
| 36 | 69 | 7,8 | 15,2 | b | 7,0 | 7,5 | + 4,5 | F |
| 37 | 49 | 8,8 | 31,0 | mb | 18,0 | 18,5 | - 7,0 | F |
| 38 | — | — | — | tm | — | — | — | F |
| 39 | 62 | 11,2 | 54,0 | m | 26,0 | 26,3 | -16,3 | F |
| 40 | 52 | 9,6 | 41,0 | b | 21,0 | 21,0 | -11,0 | C |
| 41 | 40 | 7,2 | 35,5 | b | 25,0 | 25,3 | -15,3 | F, HT à < 100 m |
| 42 | 65 | 11,7 | 16,5 | m | 6,5 | 7,0 | + 4,0 | F, Hab à < 50 m |
| 43 | 52 | 9,4 | 37,5 | b | 19,0 | 19,7 | - 9,2 | F |
| 44 | 50 | 5,5 | 39,5 | tb | 24,0 | 24,5 | -14,5 | F, HT à < 100 m |
| 45 | 62 | 11,2 | 50,0 | mb | 23,0 | 23,3 | -12,8 | C, HT à < 50 m |
| 45bis | 62 | 11,2 | 49,6 | mb | 23,0 | 23,3 | -12,8 | C, HT à < 50 m |
| 46 | 49 | 8,9 | 43,5 | tb | 27,0 | 27,3 | -17,8 | F |
| 47 | 45 | 8,1 | 38,5 | tb | 26,0 | 26,3 | -16,8 | F |
| 48 | — | — | — | tm | — | — | — | F, HT à < 100 m |
| 49 | 44 | 7,9 | 36,0 | b | 23,0 | 23,3 | -13,3 | F, HT à < 100 m |
| 50 | 49 | 8,8 | 42,0 | m | 21,0 | 21,5 | - 9,5 | F, neige |
| 50bis | 49 | 8,8 | 37,5 | tb | 21,0 | 21,5 | - 9,5 | F |
| 51 | 50 | 12,5 | 33,5 | mb | 16,0 | 16,5 | - 4,5 | F, neige |
| 52 | 74 | 13,3 | 33,5 | mb | 12,0 | 12,2 | - 0,7 | F |
| 53 | 36 | 6,5 | 32,0 | m | 25,5 | 25,8 | -16,3 | F, HT à < 100 m |
| 54 | 45 | 8,1 | 32,5 | b | 20,5 | 21,2 | -11,7 | F |
| 55 | 37 | 6,7 | 24,0 | tb | 20,0 | 20,0 | -10,0 | F |
| 56 | 42 | 9,2 | 23,2 | tm | 19,0 | 20,5 | - 7,5 | F |
| 57 | 60 | 10,8 | 23,5 | m | 10,5 | 10,8 | - 0,2 | F |
| 58 | 45 | 8,1 | 18,0 | mb | 9,0 | 9,5 | + 2,5 | F |
| 59 | 46 | 8,3 | 38,0 | b | 23,0 | 23,5 | -12,5 | F |
| 60 | 48 | 8,6 | 42,0 | tb | 24,0 | 24,0 | -13,0 | F |
| 61 | — | — | — | tm | — | — | — | F, HT à < 100 m |
| 62 | 63 | 11,3 | 48,8 | b | 21,0 | 22,5 | -11,5 | F, HT à < 50 m |
| 63 | 67 | 7,4 | 47,0 | b | 19,0 | 19,5 | - 9,5 | F |
| 64 | 45 | 8,1 | 35,6 | b | 22,5 | 23,5 | -14,0 | F |
| 65 | 43 | 7,1 | 37,7 | b | 25,0 | 25,6 | -16,6 | F |
| 66 | — | — | — | tm | — | — | — | F |
| 67 | 56 | 10,0 | 42,0 | b | 18,0 | 18,7 | - 8,7 | F |
| 68bis | 46 | 8,3 | 34,6 | mb | 19,0 | 19,3 | - 9,8 | F |

| N ^o | ρ_0 | ρ_b | ρ_{20} | Quo- tation | Épais- seur mesurée | Épais- seur corrigée (+) | Cote | Remarques (*) |
|----------------|----------|----------|-------------|----------------|---------------------------|-----------------------------------|-------|---------------------|
| 69 | 43 | 7,7 | 36,5 | b | 24,0 | 24,0 | -15,0 | B/C |
| 70 | 65 | 11,7 | 45,3 | mb | 17,0 | 17,5 | -7,0 | F |
| 71 | 47 | 8,5 | 38,3 | b | 23,0 | 23,5 | -13,0 | F |
| 72 | 48 | 8,6 | 38,4 | tb | 20,0 | 20,5 | -11,0 | F, HT à < 100 m |
| 73 | 53 | 5,8 | 45,2 | b | 24,0 | 25,0 | -15,0 | F, HT à < 100 m |
| 74 | 55 | 10,0 | 15,1 | b | 7,5 | 8,0 | + 3,0 | F |
| 75 | 64 | 11,5 | 20,1 | b | 8,0 | 8,0 | + 4,0 | C |
| 76 | 43 | 7,7 | 32,0 | tb | 19,0 | 19,0 | -7,5 | C |
| 77 | 60 | 10,8 | 42,6 | mb | 17,5 | 18,5 | -8,0 | F |
| 78 | 38 | 6,8 | 18,1 | b | 11,0 | 11,5 | + 1,0 | F |
| 79 | 46 | 8,3 | 39,5 | tb | 26,0 | 26,0 | -18,0 | C |
| 80 | 50 | 9,0 | 45,9 | m | 27,0 | 27,0 | -17,0 | C |
| 81 | 44 | 7,9 | 35,4 | tb | 21,0 | 21,5 | -9,0 | F |
| 82 | 162 | 8,1 | 11,3 | mb | 4,5 | 4,8 | + 8,2 | F, HT à < 50 m |
| 83 | 42 | 7,5 | 6,8 | b | 1,5 | 1,8 | +11,7 | F |
| 84 | 62 | 6,8 | 8,5 | b | 4,5 | 5,0 | + 9,5 | F |
| 85 | 63 | 6,9 | 9,6 | b | 5,5 | 6,2 | + 8,3 | F |
| 86 | 41 | 7,4 | 34,3 | tb | 24,0 | 24,0 | -14,0 | P |
| 87 | — | — | — | tm | — | — | — | F, gel |
| 88 | — | — | — | tm | — | — | — | F, gel, HT à < 50 m |
| 89 | — | — | — | tm | — | — | — | F, gel, HT à < 50 m |
| 90 | 53 | 9,5 | 42,1 | mb | 24,0 | 25,5 | -15,5 | F, gel |
| 91 | 58 | 10,4 | 39,2 | b | 18,0 | 18,5 | -8,0 | F |
| 92 | 50 | 9,0 | 34,7 | b | 17,5 | 18,0 | -8,0 | F |
| 93 | 64 | 7,4 | 22,4 | tb | 10,5 | 12,0 | 0,0 | F |
| 94 | 72 | 7,9 | 25,1 | tb | 10,0 | 10,5 | + 2,0 | F |
| 95 | 42 | 7,6 | 32,0 | b | 19,5 | 20,0 | -8,0 | F |
| 96 | 55 | 10,0 | 45,3 | b | 23,5 | 24,0 | -13,0 | F |
| 97 | 53 | 9,5 | 45,6 | tb | 25,0 | 25,0 | -15,0 | C |
| 98 | 64 | 7,0 | 50,6 | tb | 22,0 | 22,0 | -12,0 | C |
| 99 | 46 | 5,1 | 40,5 | b | 25,0 | 25,0 | -15,5 | C |
| 100 | 49 | 8,8 | 37,7 | m | 20,0 | 20,0 | -10,0 | C |
| 101 | — | — | — | tm | — | — | — | C |
| 102 | 53 | 9,5 | 43,5 | b | 22,0 | 22,7 | -13,7 | F |
| 103 | 54 | 9,7 | 45,6 | b | 26,0 | 27,0 | -18,5 | F |
| 104 | 47 | 8,5 | 31,1 | b | 16,0 | 17,0 | -15,5 | F |

| N ^o | p ₀ | p _b | p ₂₀ | Quo- tation | Épais- seur mesurée | Épais- seur corrigée (+) | Cote | Remarques (*) |
|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|---------------------------|-----------------------------------|-------|---------------|
| 105 | 56 | 10,0 | 43,7 | tb | 21,0 | 21,7 | -11,7 | F |
| 106 | 45 | 8,1 | 39,4 | b | 26,0 | 27,0 | -17,0 | F |
| 107 | 46 | 8,3 | — | tb | 21,0 | 22,0 | -12,0 | F |
| 108 | 56 | 6,2 | 44,7 | tb | 23,0 | 23,0 | -12,0 | C |
| 109 | 64 | 7,1 | 48,5 | mb | 22,0 | 22,0 | -11,0 | C |
| 110 | 52 | 5,7 | 39,6 | b | 20,0 | 20,0 | - 9,5 | C |
| 111 | 38 | 6,8 | 29,2 | b | 20,0 | 20,5 | -12,5 | F |
| 112 | 39 | 7,0 | 31,2 | b | 20,0 | 20,0 | -12,5 | F |
| 113 | 45 | 5,0 | 36,7 | tb | 23,0 | 23,5 | -16,5 | F |
| 114 | 41 | 7,4 | 32,3 | b | 21,0 | 21,0 | -13,0 | C |
| 115 | 54 | 5,9 | 38,4 | b | 20,0 | 20,0 | - 8,0 | C |
| 116 | 39 | 7,0 | 31,6 | mb | 23,0 | 24,0 | -17,0 | F |
| 117 | 56 | 10,1 | 39,0 | tb | 17,0 | 17,5 | -10,5 | F |
| 118 | 50 | 9,0 | 35,6 | tb | 17,5 | 17,7 | - 7,7 | C |
| 119 | 56 | 6,2 | 46,5 | tb | 25,0 | 26,0 | -15,5 | F |
| 120 | 49 | 5,4 | 40,8 | tb | 26,0 | 26,5 | -16,5 | F |
| 121 | 45 | 5,0 | 36,4 | b | 22,0 | 22,7 | -12,7 | F |
| 122 | 52 | 5,7 | 43,5 | tb | 25,0 | 25,5 | -15,5 | F |
| 123 | 47 | 5,2 | 39,2 | tb | 26,0 | 26,5 | -17,0 | F |
| 124 | 56 | 6,2 | 41,3 | tb | 20,0 | 20,4 | -10,4 | F |
| 125 | 42 | 7,6 | 43,1 | m | 26,0 | 26,7 | -16,7 | F |
| 126 | 52 | 9,4 | 30,8 | b | 20,0 | 21,0 | -13,5 | F, A |
| 127 | 50 | 9,0 | 27,4 | tb | 17,5 | 18,5 | -10,5 | F, A |
| 128 | 50 | 11,1 | 26,9 | m | 19,0 | 19,7 | -12,2 | F, A |
| 129 | 50 | 9,0 | 33,0 | b | 20,0 | 21,5 | -13,5 | F, A |
| 130 | — | — | — | tm | — | — | — | F, orage |
| 131 | 62 | 6,8 | 38,2 | b | 21,0 | 21,5 | -13,5 | F, A |
| 132 | 50 | 9,0 | 32,7 | b | 22,0 | 22,2 | -15,2 | Fs, A |
| 133 | 50 | 9,0 | 34,2 | tb | 18,0 | 19,0 | -11,0 | F, A |
| 134 | 40 | 7,2 | 24,1 | tb | 18,5 | 19,0 | -10,0 | F, A |
| 135 | 47 | 8,5 | 34,4 | tb | 18,5 | 19,0 | -11,5 | F |



FIG. 4.

Les câbles électriques sont déroulés pendant que s'effectue le raccordement des électrodes et de l'appareillage de mesure.

The electric wires are unrolled while the electrodes are joined to the measuring apparatus.

De verbindingskabels worden afgerold terwijl elektroden en meetapparatuur aangesloten worden.

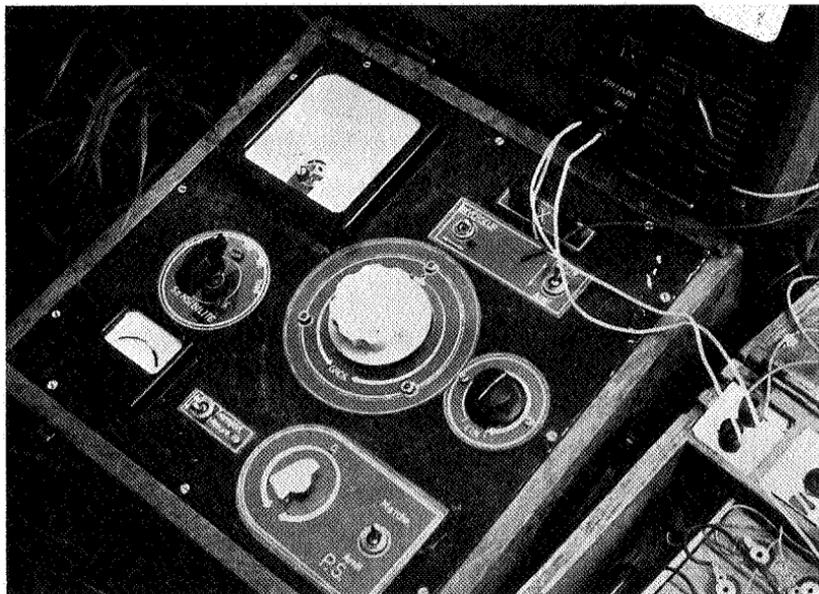


FIG. 5.

LÉGENDE DE LA FIGURE 5.

L'appareillage de mesure comprend une source de courant (en bas à droite) constituée de 3 à 6 piles (100 V) en série, un inverseur de courant, un galvanomètre mesurant l'ampérage du courant d'alimentation (à droite en haut) et un potentiomètre. Le potentiomètre est pourvu d'un dispositif (P.S. centre en bas) à l'aide duquel on élimine la polarisation spontanée. Un galvanomètre très sensible (centre gauche) sert à régler le courant de compensation. La lecture de la différence de potentiel entre les électrodes de mesure se fait sur l'échelle à gauche en haut. Un bouton (centre gauche) permet de choisir les sensibilités suivantes : 1000, 300, 100, 30, 10 mV.

The apparatus consists of power supply (bottom right), formed by 3 to 6 batteries of 100 V, a galvanometer, for measuring the input current (top right) and a potentiometer. In the potentiometer a device is included to neutralize the spontaneous polarization (P.S. centre bottom). A high sensitive galvanometer (centre left) is used to regulate the compensation current. The potential difference is read on the scale at the left top. The following sensitivities can be chosen : 1000, 300, 100, 30, 10 mV.

De meetapparatuur omvat een voedingsbron (onderaan rechts) bestaande uit 3 tot 6 in serie geschakelde batterijen (100 V), een wisselaar voor de stroominrichting, een galvanometer voor het meten van de stroomsterkte van de ingaande stroom (rechts boven) en een potentiometer. In de potentiometer is een dispositief aangebracht om de spontane polarisatie uit te schakelen (P.S. midden onder). Aan de hand van een zeer gevoelige galvanometer (midden links) wordt de compensatiestroom geregeld. Het potentiaalverschil tussen de meetelectroden wordt afgelezen op een schaal die zich links boven bevindt. Een knop laat toe volgende gevoeligheden te kiezen (midden links) : 1000, 300, 100, 30, 10 mV.

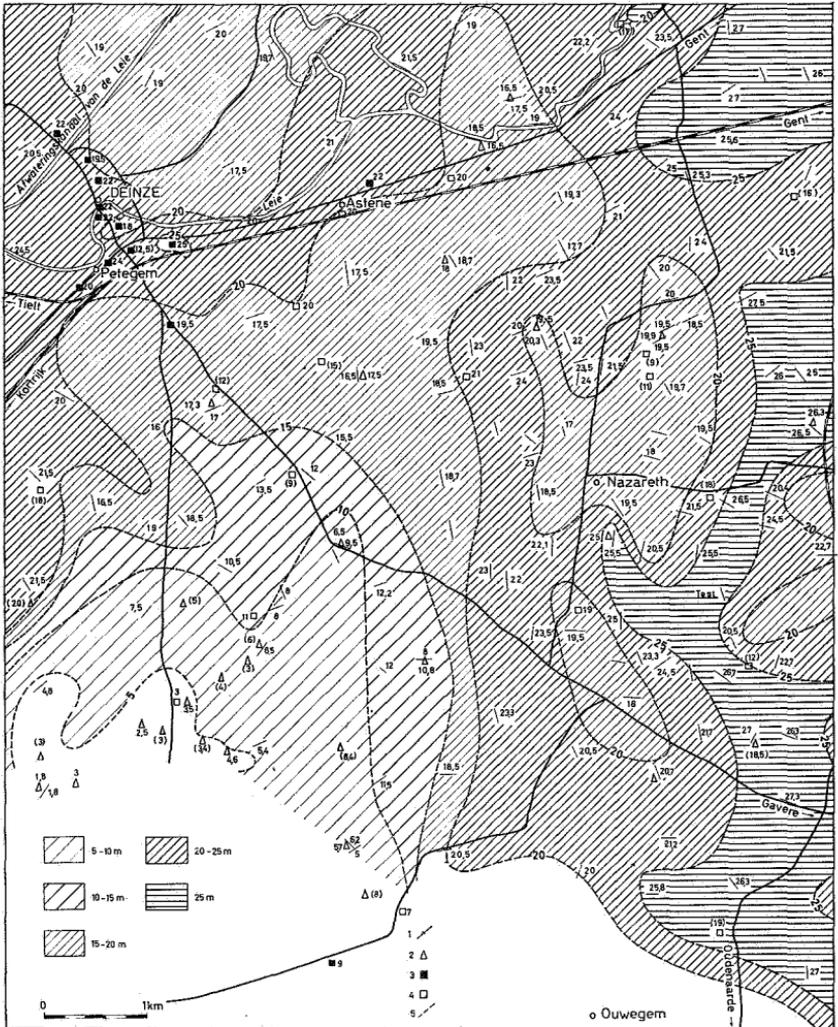


FIG. 6.

**Isopaques des sédiments quaternaires.
Isopachs of the quaternary deposits.
Isopachen van de kwartaire sedimenten.**

- | | |
|---|---|
| 1. Sondage électrique. Electric sounding. Electrische peiling. | gical Survey. Inlichting van de Geologische Dienst. |
| 2. Forage mécanique de contrôle. Mechanical control drilling. Mechanische controleboring. | 4. Renseignement d'autre source. Information from other source. Inlichting uit andere bron. |
| 3. Renseignement du Service géologique. Information from the Geolo- | 5. Isopaque. Isopach. Isopach. |

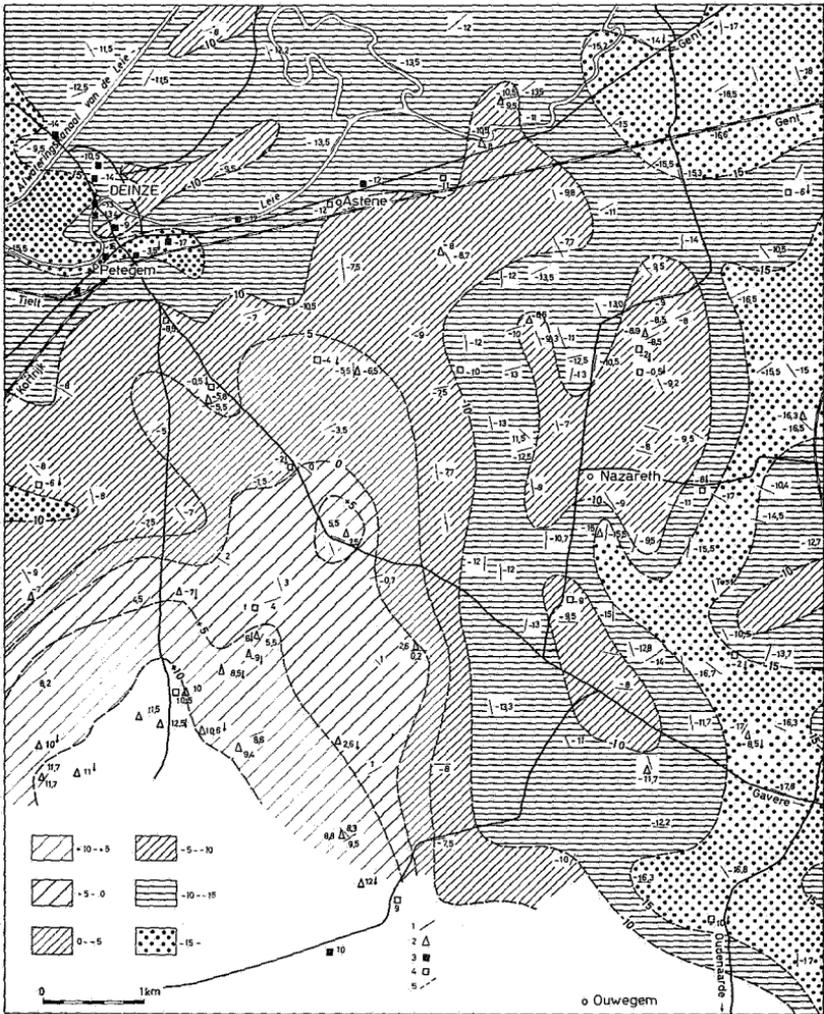


FIG. 7.

Isohypses de la base des sédiments quaternaires.
Isohypses of the base of the quaternary sediments.
Isohypsen van de basis van de kwartaire sedimenten.

- | | |
|---|---|
| 1. Sondage électrique. Electric sounding. Electrische peiling. | gical Survey. Inlichting van de Geologische Dienst. |
| 2. Forage mécanique de contrôle. Mechanical control drilling. Mechanische controleboring. | 4. Renseignement d'autre source. Information from other source. Inlichting uit andere bron. |
| 3. Renseignement du Service géologique. Information from the Geolo- | 5. Isohypse. Isohyps. Isohypse. |

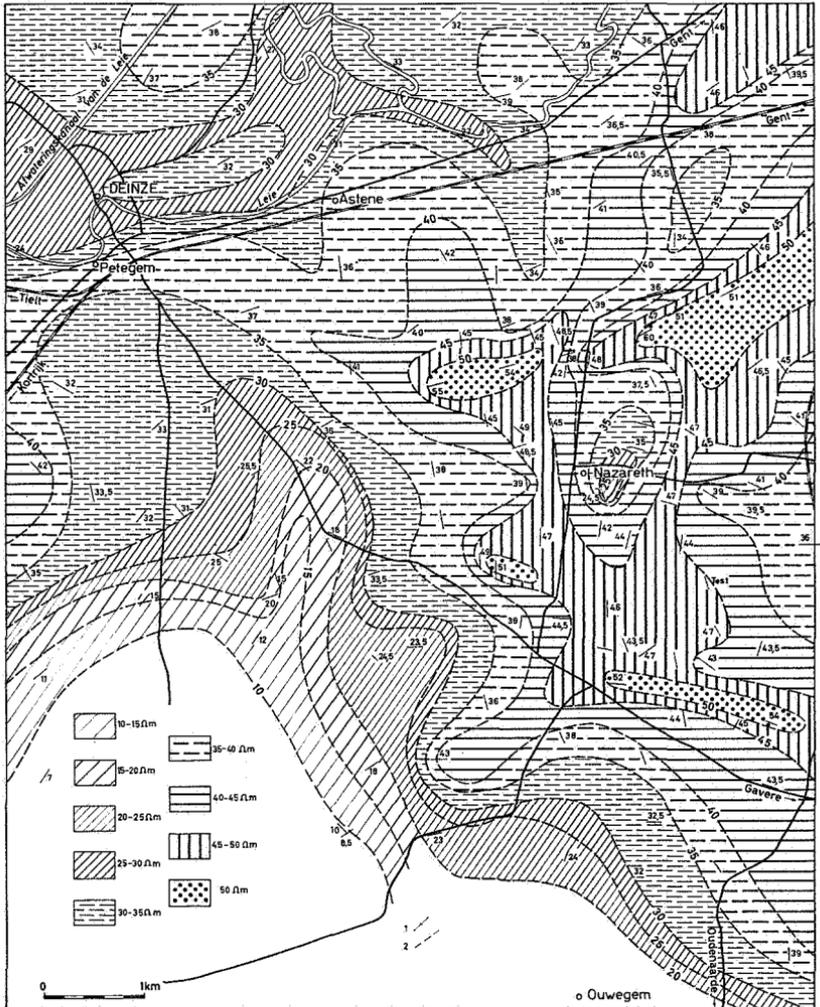


FIG. 8.

Isorésistives pour une distance d'électrodes de 20 m.
Isorésistives for an electric spacing of 20 m.
Isorésistieven voor een elektrodenafstand van 20 m.

1. Sondage électrique.
 Electric sounding.
 Electriscbe peiling.

2. Isorésistive.
 Isorésistive.
 Isoresistieve.

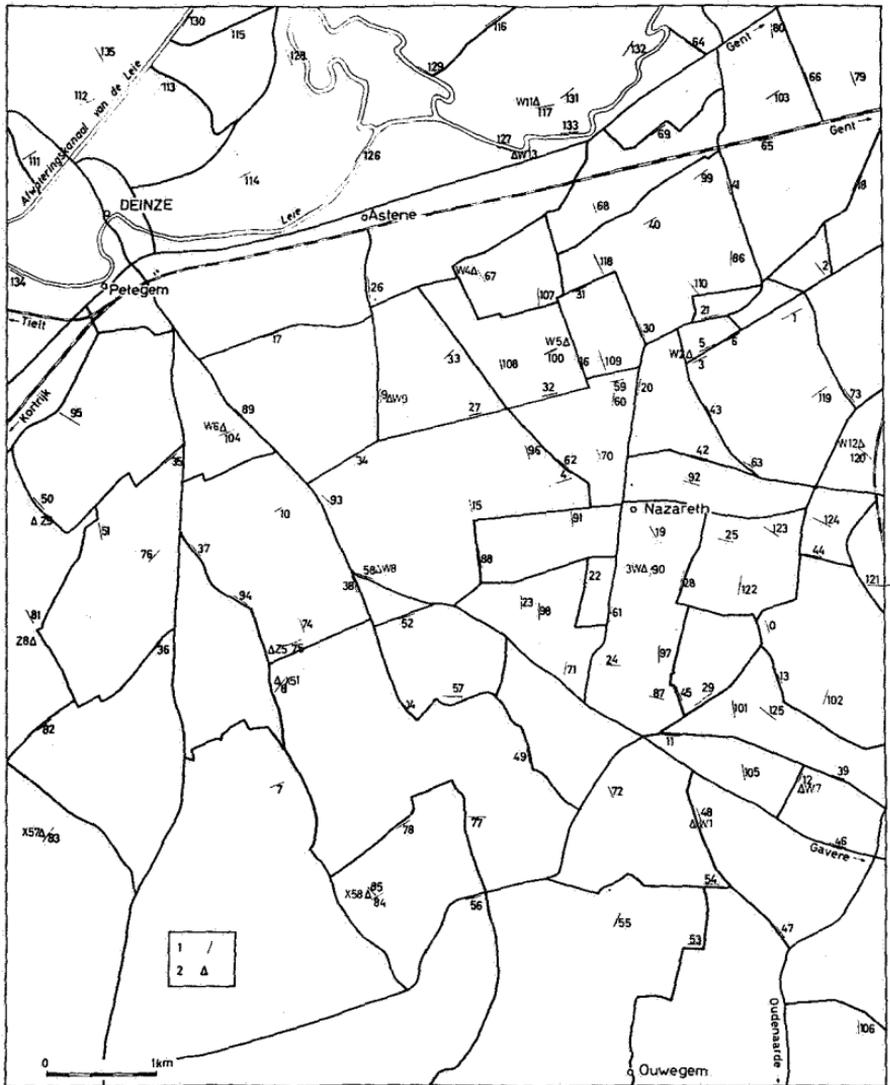


FIG. 9.

Localisation des sondages électriques (1) et des forages mécaniques de contrôle (2).

Localization of the electric soundings (1) and the mechanical control drillings (2).

Lokalisatie van de elektrische peilingen (1) en de mechanische controleboringen (2).

CONCLUSIONS.

En quelques mois une région, quasi inconnue en ce qui concerne les trente premiers mètres de sédiments, a été étudiée systématiquement. Les résultats sont très prometteurs pour des études analogues, entre autres en Flandre occidentale dans la région d'Ypres et dans le Nord de la Flandre où l'argile tertiaire se trouve à la base d'un Quaternaire sableux, ainsi qu'au Pays de Waes où l'argile rupélienne est recouverte par du Quaternaire sableux.

L'importance pratique découle de la localisation des zones où les sédiments quaternaires sableux, riches en eau, atteignent une certaine épaisseur.

Nous tenons à remercier M. I. DE MAGNÉE, professeur à l'Université Libre de Bruxelles et MM. les Prof^{rs} R. TAVERNIER et R. MARÉCHAL, membres du Comité pour l'Étude des Sols à Gand. M. J. COLLE, répétiteur au Laboratoire d'électricité, nous apporta sa précieuse collaboration. Le travail de terrain aurait été impossible sans le dévouement de l'équipe formée par MM. M. RASSOUW, W. VERHEYE, F. DE GRIJZE et H. VAN NIEUWENHUYSE.

BIBLIOGRAPHIE.

- HEILAND, C. A., 1946, Geophysical exploration, New York.
 JAKOSKY, J. J., 1950, Exploration Geophysics, Los Angeles.
 KRAJEW, A. P., 1957, Grundlagen der Geo-elektrik, Berlin.
 LASFARGUES, P., 1957, Prospection électrique par courants continus, Paris.
 POLDINI, 1947, La prospection électrique du sous-sol, Lausanne.
 ROTHE, E. et J.-P., 1952, Prospection géophysique, t. II, Paris.

*
 **

- BRIQUET, A., 1906, Contribution à l'étude des origines du réseau hydrographique du Nord de la Belgique. (*Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XX, pp. 72-83.)
 DE MOOR, G., 1961, Isopachenkaart van het jong-Kwartair. Survey van het Gentse, het Meetjesland, het Land van Waas en de Vlaamse Ardennen, Gent.
 GULINCK, M. et HACQUAERT, A., 1954, L'Éocène, in *Prodrome d'une description géologique de la Belgique*, Liège, pp. 451-493.
 HALET, F., 1922, Le Quaternaire du Nord de la Flandre belge. (*Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XXXII, pp. 152-162.)

- MARÉCHAL, R. en VERMEIRE, R., 1961, Kaart van de Geologie. Survey van het Gentse, het Meetjesland, het Land van Waas en de Vlaamse Ardennen, Gent.
- RUTOT, A., 1897, Les origines du Quaternaire de la Belgique, Bruxelles, 140 p.
- TAVERNIER, R., 1956, L'évolution du Bas-Escaut au Pléistocène supérieur. (*Bull. Soc. belge de Géol.*, t. LV, pp. 106-125.)
- 1948, Les formations quaternaires de la Belgique en rapport avec l'évolution morphologique du pays. (*Ibid.*, t. LVII, pp. 609-641.)
- 1954, Le Quaternaire, in *Prodrome d'une description géologique de la Belgique*, Liège, pp. 555-589.

LABORATORIUM VOOR FYSISCHE AARDRIJKSKUNDE,
RIJKSUNIVERSITEIT GENT.
Septembre 1962.
