Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande

Band: 92 (1966)

Heft: 24

Artikel: Application d'une méthode d'interprétation directe des sondages électriques à un problème hydrologique

Autor: Gilliand, P.A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-68392

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

92e année Lausanne, 3 décembre 1966 N° 24

BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE

Paraissant tous les 15 jours

ORGANE OFFICIEL
de la Société suisse des ingénieurs et des architectes
de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes (SVIA)
de la Section genevoise de la SIA
de l'Association des anciens élèves de l'EPUL (Ecole polytechnique de l'Université de Lausanne)
et des Groupes romands des anciens élèves de l'EPF (Ecole polytechnique fédérale de Zurich)

COMITÉ DE PATRONAGE
Président: E. Martin, arch. à Genève
Vice-président: E. d'Okolski, arch. à Lausanne
Secrétaire: S. Rieben, ing. à Genève
Membres:
Fribourg: H. Gicot, ing.; M. Waeber, arch.
Genève: G. Bovet, ing.; Cl. Grosgurin, arch.; J.-C. Ott, ing.
Neuchâtel: J. Béguin, arch.; M. Chevalier, ing.
Valais: G. de Kalbermatten, ing.; D. Burgener, arch.
Vaud: A. Chevalley, ing.; A. Gardel, ing.; M. Renaud, ing.; J.-P. Vouga, arch.

CONSEIL D'ADMINISTRATION
de la Société anonyme du « Bulletin technique »
Président: D. Bonnard, ing.
Membres: Ed. Bourquin, ing.; G. Bovet, ing.; M. Bridel; J. Favre, arch.; A. Robert, ing.; J.-P. Stucky, ing.
Adresse: Avenue de la Gare 10, 1000 Lausanne

RÉDACTION
D. Bonnard, E. Schnitzler, S. Rieben, ingénieurs; M. Bevilacqua, architecte
Rédaction et Editions de la S.A. du « Bulletin technique »
Tirés à part, renseignements
Avenue de Cour 27, 1000 Lausanne

ABONNEMENTS

1 an	Suisse	Fr. 40.—	Etranger	Fr. 44.—
Sociétaires	»	» 33.—		
Prix du numéro . . .	»	» 2.—	»	» 2.50

Chèques postaux: « Bulletin technique de la Suisse romande », N° 10 - 5775, Lausanne

Adresser toutes communications concernant abonnement, vente au numéro, changement d'adresse, expédition, etc., à: Imprimerie La Concorde, Terreaux 29, 1000 Lausanne

ANNONCES
Tarif des annonces:

1/1 page	Fr. 423.—
1/2 »	» 220.—
1/4 »	» 112.—
1/8 »	» 57.—

Adresse: Annonces Suisses S.A.
Place Bel-Air 2. Tél. (021) 22 33 26, 1000 Lausanne et succursales

SOMMAIRE

Application d'une méthode d'interprétation directe des sondages électriques à un problème hydrologique, par P. A. Gilliand, Géotest S.A., Lausanne. — Divers. — Bibliographie. — Union internationale des architectes. — Fédération des architectes suisses. — Société suisse des ingénieurs et des architectes. — Société vaudoise des ingénieurs et des architectes. — Carnet des concours. — Documentation générale. — Informations diverses.

APPLICATION D'UNE MÉTHODE D'INTERPRÉTATION DIRECTE DES SONDAGES ÉLECTRIQUES À UN PROBLÈME HYDROLOGIQUE

par P. A. GILLIAND, Géotest S.A., Lausanne

1. Introduction

Au cours des dernières années, les mesures géoélectriques et particulièrement les mesures de résistivités en courant continu ont apporté une contribution de plus en plus importante à la résolution des problèmes de l'hydrologie. Utilisées judicieusement par des spécialistes, les méthodes géoélectriques permettent, grâce à leur flexibilité et à leur coût relativement faible, la recherche de formations aquifères et l'étude de l'extension de nappes. Le problème que l'on rencontre le plus fréquemment en hydrologie fait intervenir au moins quatre formations généralement bien caractérisées par leur résistivité spécifique. En surface, un terrain plus ou moins conducteur recouvre des graviers secs résistants, lesquels deviennent moyennement conducteurs lorsqu'ils recèlent en profondeur une nappe aquifère. La nappe est contenue par un plancher imperméable, le plus souvent conducteur. La surface libre de la nappe aquifère constitue une limite de conductibilité qui influence la forme des courbes de sondage électrique.

2. Allure des courbes de sondage électrique

L'allure des courbes de sondage électrique est influencée au premier chef par la résistivité du terrain de surface. La courbe *A* de la figure 1 représente un sondage électrique où le terrain de surface fait défaut. La courbe est du type descendant et l'on reconnaît facilement la présence d'un terrain de résistivité intermédiaire au renflement situé dans la partie médiane de la courbe. Dans le cas de la courbe *B*, la présence d'un terrain superficiel quatre fois plus conducteur que les graviers sous-jacents rend l'identification d'un terrain de résistivité intermédiaire moins évidente. Toutefois, il n'existe pas d'équivoque car la courbe ne s'identifie absolument pas avec une courbe théorique à trois terrains. Les courbes *C* et *D* ressemblent de plus en plus à des courbes à trois terrains au fur et à mesure que la résistivité du terrain de couverture diminue.

La position du niveau d'eau et par conséquent le rapport de l'épaisseur des graviers secs à l'épaisseur des graviers aquifères influence également l'allure des cour-

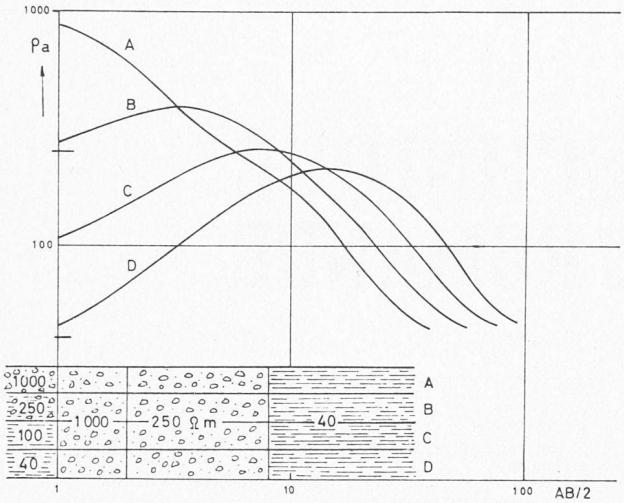

Fig. 1. — Influence de la résistivité du terrain de surface sur les courbes de sondage électrique.

bes de sondage électrique. On voit donc que la qualité de l'interprétation des résultats d'une campagne géoélectrique dépendra dans une large mesure des conditions hydrologiques particulières à chaque étude.

Le but de ce bref exposé est de commenter une méthode d'interprétation applicable aux courbes de sondage électrique ayant la forme de courbes à trois terrains.

3. Interprétation des courbes de sondage électrique à quatre terrains ayant la forme de courbes à trois terrains

Généralités

L'interprétation de telles courbes est très délicate. Une première difficulté provient du principe bien connu d'équivalence en vertu duquel une courbe donnée est susceptible de recevoir plusieurs interprétations. Ce fait est illustré par la figure 2. Dans ce cas, et en l'absence de renseignements complémentaires, les méthodes géoélectriques seront inaptes à donner une solution satisfaisante au problème posé. Une deuxième difficulté est due au fait que les résistivités des graviers secs varient considérablement d'un point à l'autre et que ces variations ont une influence prépondérante sur l'allure des courbes de résistivités. Toutefois, lorsqu'une nappe aquifère a été décelée, la connaissance de la position de sa surface libre augmente considérablement les chances de succès de l'interprétation de ce genre de courbes. Il sera donc de la première importance de reconnaître la présence d'une nappe, ne serait-ce qu'en quelques points isolés. Cette reconnaissance se fera, au mieux, par forages dans lesquels on effectuera des carottages électriques de façon à déterminer les valeurs de résistivité des diverses formations. Lorsque l'on ne dispose pas de forage et que la nappe n'est pas située à trop grande profondeur, on pourra recourir à l'emploi du pénétromètre et implanter des piézomètres de petits diamètres. L'exécution de quelques profils de sismique réfraction fournira également des informations sur l'emplacement du niveau d'eau.

Données nécessaires à l'interprétation

Le problème de l'interprétation des courbes de sondage électrique à quatre terrains dans lesquelles la profondeur du niveau d'eau est connue se réduit à la détermination de la profondeur h_3 du plancher imperméable. Les autres paramètres sont connus de la façon suivante :

Résistivités :

- ρ_1 lue sur la courbe, à gauche ;
- ρ_2 connue par diagraphie ou mesurée dans des zones dépourvues de couverture ;
- ρ_3 connue par diagraphie ou déduite à partir du facteur de formation et de la résistivité de l'eau de la nappe ;
- ρ_4 lue sur la courbe, à droite.

Profondeurs :

- h_1 lue sur la courbe ;
- h_2 profondeur du niveau d'eau.

Méthodes indirectes d'interprétation

Ce sont les méthodes les plus fréquemment utilisées. La courbe expérimentale est comparée à une famille de courbes théoriques préalablement calculées. Cette façon de procéder permet d'obtenir d'excellents résultats. Toutefois, le nombre de combinaisons de résistivités et de profondeurs différentes pour le problème à quatre terrains étant considérable, on ne dispose pas toujours des courbes nécessaires à l'interprétation. D'autre part, la façon de mener les opérations sur le terrain dépend de l'évolution de l'étude ; aussi l'interprétation immédiate effectuée sur place permet de guider la campagne de recherche au fur et à mesure de son déroulement. La méthode directe d'interprétation exposée dans les lignes suivantes se prête bien à l'interprétation sur le terrain, celle-ci pouvant être parachevée au bureau par les méthodes habituelles ou par la même méthode en améliorant la précision par l'emploi d'un ordinateur.

Méthode directe d'interprétation

L'interprétation directe des sondages électriques consiste à déduire la stratification électrique de la courbe des résistivités obtenue sur le terrain. Pour cela, il est nécessaire de faire subir à celle-ci certaines transformations.

L'expression du potentiel dû à une source de courant située à la surface du sol est donnée par la relation intégrale établie par Stefanesco (1930).

$$V(r) = \frac{I\rho_1}{2\pi}\,(1/r + 2\int_o^\infty K(\lambda)\,J_o\,(\lambda r)\,d\lambda) \qquad (1)$$

dans laquelle V est le potentiel, r la distance entre la source de courant et le point de mesure, I l'intensité du courant, ρ_1 la résistivité de la première couche, J_o la fonction de Bessel d'ordre zéro et $K(\lambda)$ une fonction dépendant des différentes profondeurs et des coefficients de réflexion des surfaces de séparation des couches.

L'expression de la résistivité apparente peut être obtenue par différenciation de la façon suivante :

$$\rho_{\text{app.}} = -\frac{2\pi}{I}\,r^2\,\frac{dV}{dr} \qquad (2)$$

En combinant (1) et (2), on obtient pour la résistivité apparente la relation suivante :

$$\rho_{\text{app.}} = \rho_1 \left(1 - 2r^2 \int_0^\infty K(\lambda)\, J_0'(\lambda r)\, d\lambda\right) \qquad (3)$$

mais comme : $J_0'(\lambda r) = - J_1(\lambda r)$

$$\rho_{\text{app.}} = \rho_1 \left(1 + 2r^2 \int_0^\infty K(\lambda)\, J_1(\lambda r)\, d\lambda\right) \qquad (4)$$

Une possibilité d'interprétation directe consiste à déduire la stratification géoélectrique de la fonction K, contenue dans l'expression de la résistivité apparente.

Comme cela a été démontré par Koefoed (1965), la fonction K ne dépend que des paramètres caractérisant la stratification géoélectrique et est complètement indépendante de la configuration des électrodes. La conséquence pratique est qu'il suffit, pour une courbe donnée, d'effectuer une seule fois le passage de la courbe de résistivités à la fonction K. L'avantage de cette transformation réside, comme on le verra plus loin, dans le fait que la fonction K peut être exprimée analytiquement d'une façon simple.

Passage de la courbe de sondage électrique à la fonction K

Ce problème a été largement commenté dans l'article de Koefoed (1965). Entre autres méthodes, cet auteur envisage une approximation graphique de la courbe de résistivités apparentes par une somme de fonctions. Pour chacune de ces fonctions, la contribution à la fonction K est calculée. Il suffit d'établir deux jeux d'abaques, l'un représentant des fonctions judicieusement choisies et permettant l'approximation de la courbe de sondage électrique, et l'autre les contributions à la fonction K correspondantes. Cette méthode est rapide et se prête bien à l'interprétation sur le terrain. Lorsque l'on dispose d'un ordinateur, la fonction K peut être obtenue par intégration, en remarquant que la relation (4) peut être mise sous la forme suivante :

$$K(\lambda) = \int_0^\infty \frac{\rho_{\text{app.}} - \rho_1}{2\, \rho_1 r}\, J_1(\lambda r)\, dr \qquad (5)$$

Cette intégration est laborieuse, car elle doit être réalisée pour chaque point de la fonction K. Toutefois, comme on le verra plus loin, la résolution des problèmes faisant l'objet de cette note ne nécessite le calcul que d'un nombre limité de points.

Propriétés de la fonction K

La fonction K peut s'écrire de la façon suivante :

$$K(\lambda) = P_n(u)/Q_n(u) = P_n(u)/H_n(u) - P_n(u) \qquad (6)$$

où $u = e^{-2\lambda}$.

Pour le cas à deux terrains : $P_2(u) = k_1 u^{h_1}$

et $H_2(u) = 1$

d'où $Q_2(u) = 1 - k_1 u^{h_1}$

Pour obtenir l'expression de la fonction K pour un nombre quelconque de terrains, on peut utiliser les formules de récurrence établies par Flathe (1955).

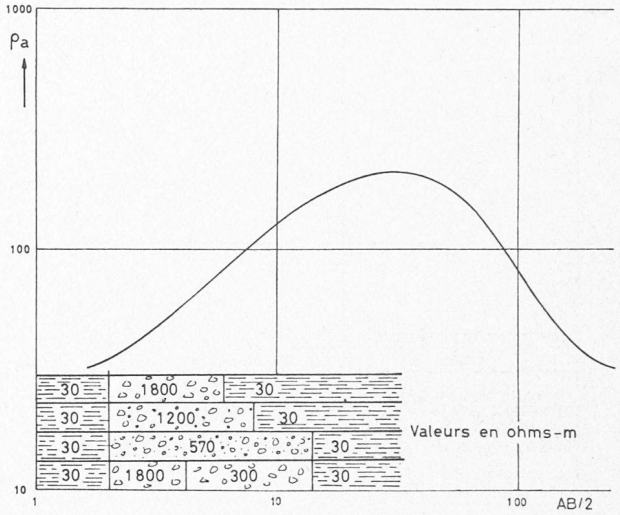

Fig. 2. — Illustration du principe d'équivalence.

$$P_n(u) = P_{n-1}(u) + H_{n-1}(u^{-1})\, k_{n-1}\, u^{h_{n-1}} \qquad (7)$$

$$H_n(u) = H_{n-1}(u) + P_{n-1}(u^{-1})\, k_{n-1}\, u^{h_{n-1}} \qquad (8)$$

$$Q_n(u) = Q_{n-1}(u) - Q_{n-1}(u^{-1})\, k_{n-1}\, u^{h_{n-1}} \qquad (9)$$

dans lesquelles : $k_{n-1} = \rho_n - \rho_{n-1} \,/\, \rho_n + \rho_{n-1}$

h_{n-1} = profondeur de l'interface ρ_{n-1}, ρ_n.

Les fonctions K jouissent de certaines propriétés.

1) Lorsque $\lambda = 0$, la valeur de K ne dépend que de ρ_1 et de ρ_n (ρ_n = valeur de la résistivité de la $n^{\text{ième}}$ couche) et on a alors :

$$K = \rho_n - \rho_1 \,/\, 2\, \rho_1.$$

2) La fonction K passe par zéro lorsque la résistivité de la première couche est intermédiaire entre celle de la seconde et de la dernière.
3) La valeur de la tangente pour $\lambda = 0$ permet de connaître chaque paramètre lorsque tous les autres sont connus.

Ces quelques propriétés suffisent à résoudre le problème dont il est question ici.

4. Application à un cas pratique

La figure 3 montre un sondage électrique mesuré sur des graviers du Plateau suisse. Sa forme s'identifie parfaitement à une courbe de sondage à trois terrains. Son interprétation comme tel, en donnant aux graviers secs la valeur de 1000 ohms-m mesurée dans les gravières avoisinantes, conduit à une profondeur plus grande que celle du niveau d'eau obtenue par interpolation entre deux forages situés de part et d'autre du sondage électrique. Deux solutions, au moins, sont dès lors possibles. Soit augmenter la valeur de la résistivité des graviers secs, ce qui entraîne une diminution de leur épaisseur, ou faire confiance à la valeur de la résistivité choisie pour les graviers secs et remplacer l'excédent d'épaisseur par des graviers aquifères. Le choix de la deuxième solution conduit à interpréter un problème comportant quatre terrains.

En une première étape, la fonction K est approximée par une somme de fonctions de la manière envisagée

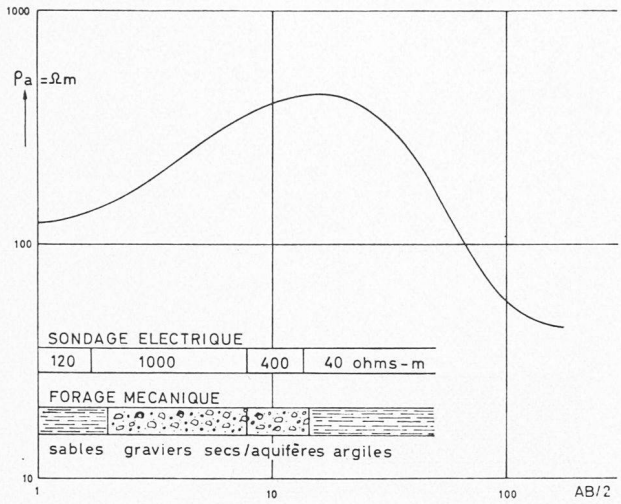

Fig. 3. — Sondage électrique « hydrologique ».

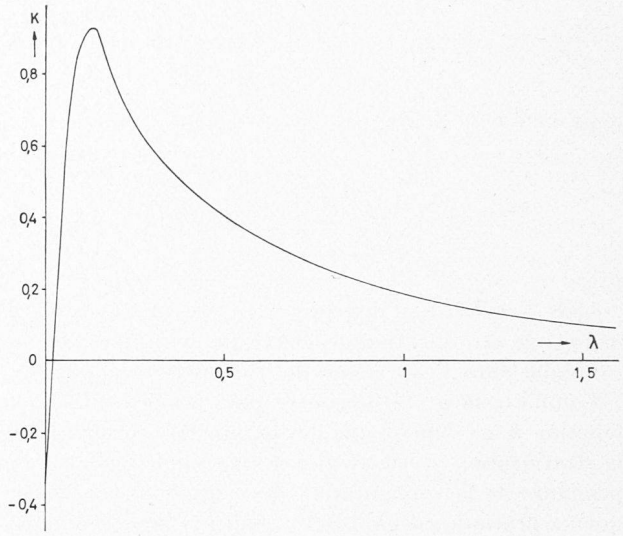

Fig. 4. — Fonction $K(\lambda)$ correspondant au sondage électrique de la figure 3.

plus haut. En examinant la courbe de sondage électrique, on sait d'avance que la fonction K passera par zéro pour une certaine valeur de λ. La figure 4 montre la fonction K déduite de la courbe de sondage électrique de la figure 3. Cette représentation de la fonction K donne une idée de sa forme mais ne permet pas de lire avec suffisamment de précision la valeur de la tangente pour $\lambda = 0$, ni la valeur de λ pour $K = 0$. Pour pallier cet inconvénient, on effectue une nouvelle approximation plus précise dans la zone où $\lambda < 0{,}05$. On obtient ainsi la figure 5, de laquelle on déduit facilement pour $\lambda = 0$ une pente de 18,5 et pour $K = 0$ une valeur de λ égale à 0,018.

D'autre part, l'expression de la fonction K pour le cas à quatre terrains, établie à l'aide des formules de récurrence (7), (8) et (9), s'écrit :

$$K_4(\lambda) = k_1 e^{-2\lambda h_1} + k_2 e^{-2\lambda h_2} + k_3 e^{-2\lambda h_3} + k_1 k_2 k_3\, e^{-2\lambda(h_3 - h_2 + h_1)} / 1 - k_1 e^{-2\lambda h_1} - k_2 e^{-2\lambda h_2} - k_3 e^{-2\lambda h_3} - k_1 k_2 k_3\, e^{-2\lambda(h_3 - h_2 + h_1)} + k_1 k_2 e^{-2\lambda(h_2 - h_1)} + k_1 k_3 e^{-2\lambda(h_3 - h_1)} + k_2 k_3 e^{-2\lambda(h_3 - h_2)}$$

En égalant le numérateur de cette expression à zéro et en remplaçant les divers paramètres par leur valeur :

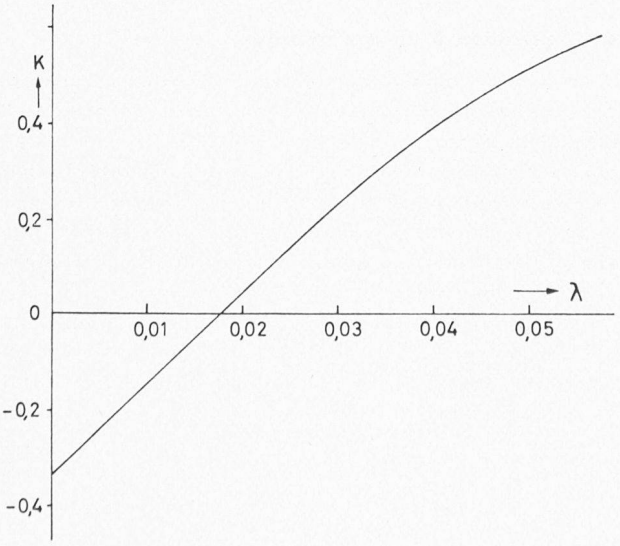

Fig. 5. — Partie gauche de la figure 4 dilatée horizontalement.

$\lambda = 0{,}018$, $k_1 = 0{,}786$, $k_2 = -0{,}428$ ($\rho_3 = 400$ ohms-m obtenue par diagraphie), $k_3 = -0{,}818$, $h_1 = 1{,}7$, $h_2 = 7{,}4$, on trouve pour h_3 une valeur de 13,60 m.

En remplaçant ces mêmes valeurs dans l'expression de $\left(\frac{dK_4}{d\lambda}\right)_0$ et en l'égalant à 18,5, on trouve pour h_3 une valeur de 13,8 m. Pour faire ce calcul, les différentes valeurs de h ont été divisées par h_1 car la fonction K a été établie pour le cas général où $h_1 = 1$.

En remplaçant les différentes valeurs de h et de k dans l'expression de K_4 pour diverses valeurs de λ, on obtient une courbe dont la concordance avec la courbe de la figure 4 est satisfaisante.

Le forage mécanique exécuté à cet endroit a rencontré l'imperméable vers 14 m.

La détermination de h_3 fondée sur la valeur de λ pour $K = 0$ est très pratique, étant donné que le numérateur de l'expression de K_4 est relativement simple. Toutefois, les fonctions K ne s'annulent pas toujours ; c'est notamment le cas lorsque $\rho_n > \rho_1$. La détermination de h_3 se fait alors en utilisant la valeur de la pente de la tangente pour $\lambda = 0$. Dans ce cas particulier, il suffira de calculer quelques points permettant de connaître la valeur de la pente à la courbe pour $\lambda = 0$ et de contrôler que la stratification trouvée correspond bien à la fonction K expérimentale.

Signalons, pour conclure, que lorsque la fonction K est connue avec une certaine précision, sur l'ensemble de la courbe, il est possible de déduire la stratification électrique sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir des informations extérieures. Ce problème a été résolu par Pekeris (1940). Dans son travail original, cet auteur démontre la validité du procédé utilisé.

5. Bibliographie

Van Dam, J. C., 1965 : A simple Method for the Calculation of Standardgraphs to be Used in Geo-electrical Prospecting. *Geoph. Prosp.*, XIII, p. 37-65.

Deppermann, K., 1954 : Die Abhängigkeit des scheinbaren Widerstandes vom Sondenabstand bei der Vierpunkt-Methode. *Geoph. Prosp.*, II, p. 262-273.

Deppermann, K. und Homilius, J., 1965 : Interpretation geoelektrischer Sondierungskurven bei tiefliegender Grundwasseroberfläche. *Geol. Jb.*, 83, S. 563-574.

Flathe, H., 1955 : A practical Method of Calculating Geoelectrical Model Graphs for Horizontally Stratified Media. *Geoph. Prosp.*, III, p. 268-294.

Homilius, J., 1961 : Über die Auswertung geoelektrischer Sondierungskurven im Falle eines vielfach geschichteten Untergrundes. *Z. Geophysik*, 27, S. 282-300.

Koefoed, O., 1965 : A semi-direct Method of Interpreting Resistivity Observations. *Geoph. Prosp.*, XIII, p.259-282.

Koefoed, O., 1965 : Direct Method of Interpreting Resistivity Observations. *Geoph. Prosp.*, XIII, p. 568-591.

Pekeris, C. L., 1940 : Direct Method of Interpreting in Resistivity Prospecting. *Geophysics*, V, p. 31-42.

Poldini, E., 1947 : La prospection électrique du sous-sol. F. Rouge & Cie S.A., Lausanne.

Slichter, L. B., 1933 : The Interpretation of the Resistivity Prospecting Method for Horizontal Structures. *Physics*, IV, p. 307-322.

Stefanesco, S. et Schlumberger, C. et M., 1930 : Sur la distribution électrique potentielle autour d'une prise de terre ponctuelle dans un terrain à couches horizontales, homogènes et isotropes. *Journ. de Phys. et du Radium*, VII, p. 132-140.

Watson, G. N., 1962 : A treatise on the Theory of Bessel Functions. Cambridge University Press.

Weber, M., 1964 : Ein direktes Verfahren zur Interpretation von geoelektrischen Messungen nach Schlumberger, Pure and Appl. *Geoph.*, LIX, p. 123-127.

Wyllie, M. R J., 1957 : The fundamentals of electric log interpretation. New York Academic Press, Inc.

DIVERS

Résultats d'essais obtenus avec la nouvelle proue SV de Maierform

par *Denis Csupor*, Dr ing., membre, et *Antonio Borreguero*, ing., hôte. [1]

Depuis un an environ, la Section de recherches de Maierform S. A., Genève, s'efforce de mettre au point une nouvelle forme de proue appelée « Proue SV Maierform ». Le nom « proue SV » a été choisi étant donné que l'étrave est en forme de « S » et le fond de l'avant en forme de « V ». On trouvera à la figure 1 le croquis schématique de cette nouvelle forme de proue, pour laquelle une demande de brevet a été déposée.

L'une des caractéristiques de cette proue SV consiste dans le fait que le point le plus avancé de la partie immergée de l'étrave est situé non pas à proximité du fond, mais dans la moitié supérieure du tiran d'eau. Grâce à cette caractéristique, on obtient un effet de bulbe très prononcé qui se traduit par une réduction considérable de la résistance à la formation des vagues.

Avec cette forme d'étrave, il n'est pas nécessaire que le bulbe soit très grand ; par ailleurs, il ressort des essais de comparaison que les avantages de cette forme d'étrave ne sont pas annihilés lorsque le bulbe monte jusqu'à la surface de l'eau. Au contraire, c'est précisément dans ce cas que l'on obtient une réduction additionnelle de la résistance. Ceci est particulièrement important si l'on pense que, lorsque la mer est agitée, le bulbe du navire qui tangue monte souvent à la surface de l'eau. L'entrée des lignes d'eau près du bulbe de la plupart des bulbes d'étrave conventionnels (qui sont situés plus bas et dont le volume est beaucoup plus grand) est très obtuse, si bien que, par grosse mer, ces navires perdent les avantages qu'ils ont face aux navires conçus traditionnellement.

L'un des autres désavantages des bulbes conventionnels placés près du fond résulte du fait que le fond de la proue doit toujours avoir une forme aplatie ; le fond risque alors d'être détruit par les mouvements du navire qui s'élève et qui retombe sur la surface de l'eau, mouvements qui se produisent le plus souvent en cas de mauvais temps. La proue SV Maierform, par contre, a un fond d'étrave en forme de coin très prononcée (voir fig. 1), sur lequel, pendant les mouvements de tangage du navire et lorsque celui-ci retombe sur la surface de l'eau, des pressions aussi fortes ne peuvent pas se produire comme c'est le cas quand le fond est plat.

Cette nouvelle forme de l'avant a déjà été mise au point pour toute une série de navires. Actuellement, les bateaux en construction qui doivent posséder cette « proue SV » sont un cargo et un cargo mixte (transport de marchandises et de passagers) qui ont été commandés à deux chantiers navals écossais pour le compte d'un armateur allemand et d'un armateur pakistanais. Un navire de ligne allemand, déjà en service, sera doté d'une « proue SV » l'hiver prochain. Une telle proue peut être préfabriquée et montée en quelques jours, quand le navire est en cale sèche pour la visite annuelle.

Le premier navire sur le modèle duquel on a essayé les effets de la « proue SV » fut un cargo pour transport de marchandises en vrac de 25 000 tdw dont les lignes ont été conçues et mises au point avec précision il y a quelques années. Après une modification de l'extrémité de la partie avant selon la conception « Proue SV Maierform », des résultats surprenants ont été obtenus en comparaison avec les lignes primitives du navire qui étaient par ailleurs excellentes. La figure 2 montre un diagramme qui représente les vitesses obtenues pour le modèle de base et le modèle pourvu de la « proue SV » en fonction des diverses puissances. A puissances égales, les vitesses, grâce à la « proue SV », se sont élevées de 0,9-1,1 nœuds, suivant les divers degrés de puissance. Le diagramme inférieur indique les gains de puissance obtenus à des vitesses égales grâce à la « proue SV ». Dans les vitesses comprises entre 15 et 17,5 nœuds, les puissances requises se sont réduites de 17 à 27 %, selon

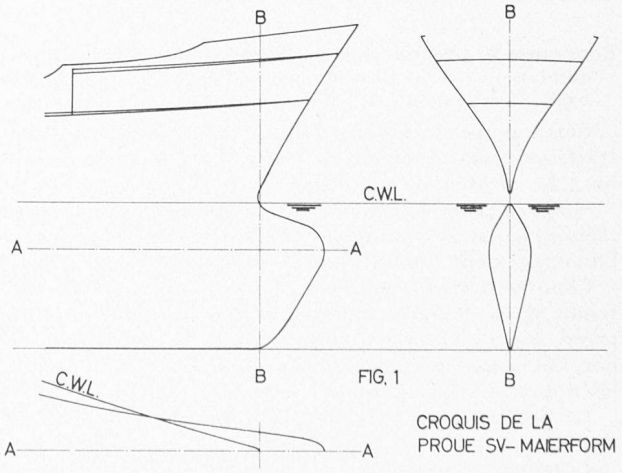

Fig. 1.

[1] Résumé d'une conférence prononcée lors de l'assemblée générale de l'*Institut suisse des architectes navals*, à Zurich, le 24 septembre 1966. (Réd.).