L'exploration géophysique des sondages et son rôle dans l'industrie du petrole

Autor(en): **Poldini, Edouard**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin der Vereinigung Schweizerischer Petroleumgeologen und Petroleumingenieure**

Band (Jahr): **11 (1944)**

Heft 35-36

PDF erstellt am: **29.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-182102

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

L'EXPLORATION GEOPHYSIQUE DES SONDAGES ET SON ROLE DANS L'INDUSTRIE DU PETROLE.

Résumé de la conférence faite, à l'assemble annuelle des Ingénieurs suisses du Pétrole, par Monsieur Edouard POLDINI, Chargé de Cours à l'Université de Genève.

(Neuchâtel, 6 mai 1944)

Durant tout le demi-siècle qui vient de s'écouler l'industrie pétrolière a connu un développement prodigieux. Elle a vu sa production mondiale atteindre successivement

12 millions de tonnes en 1901
37 millions de tonnes en 1913
270 millions de tonnes en 1938.

Ce rythme d'accroissement extraordinaire a nécessité un impérieux et constant effort de ce que les Américains nomment l'E X P L O R A T I O N, qui s'est trouvée chargée de satisfaire la demande sans cesse accrue en huile minérale.

Aujourd'hui encore, l'exploration n'arrive guère à mettre, en regard des besoins de la consommation, des réserves pour plus d'une quinzaine ou d'une vingtaine d'années. Aussi se trouve-t-elle dans l'obligation d'intensifier toujours davantage ses efforts.

Pour ne parler que des Etats-Unis, on y évalue les dépenses de l'exploration (études géologiques, géophysiques et wildcats) à environ 300 millions de dollars par an. Ces 300 millions de dollars représentent, en gros, près de 20% de la valeur totale de l'huile brute extraite.

Les spécialistes apprendront peut-être avec intérêt que, sur cette somme, 20 millions de dollars sont consacrés aux études géologiques et près de 25 millions aux études géophysiques de surface. La technique de ces études, tant géologiques que géophysiques, se perfectionne sans cesse; le pourcentage des réussites de

sondages placés sur leurs indications va s'améliorant. C'est ce que nous apprend du moins un petit tableau publié par l'American Association of Petroleum Geologists, qui rend compte d'une statistique portant sur 2.224 wildcats réalisés dans l'ouest des U.S.A., en 1937, et représentant 8.387.615 pieds forés. Voici les résultats obtenus par forages réalisés sur emplacements déterminés par diverses raisons:

Raisons	Réussites			
Géologiques	116	productifs	sur 977	11,9 %
Géophysiques	82	"	" 323	25,4 %
Géologiques + Géophysiques	15	"	" 81	18,5 %
Inconnues	51	"	" 843	8,0 %

Moyenne générale pour raisons soit géologiques soit géophysiques: 15,3 %

Cette statistique montre un réjouissant progrès des connaissances concernant les conditions de gisement du pétrole; par conséquent de l'art de découvrir ce dernier. Car le pourcentage des réussites avait déjà été successivement porté, aux Etats-Unis, de

4,9 % de 1859 à 1928
à 7,3 % en 1935
et à 10,7 % en 1936.

Si les progrès de l'exploration en tant que science de recherche du pétrole sont manifestes, ceux réalisés dans l'art du sondeur ne sont pas moins considérables. La majeure partie des dépenses de l'exploitation et de l'exploration se reporte, il va sans dire, sur l'exécution des sondages eux-mêmes. Il importait donc de comprimer ces frais autant que possible.

Aujourd'hui la méthode de forage utilisée dans la majeure partie des recherches et de L'exploitation est celle du système rotary. Ce dernier seul permet

les profondeurs, les vitesses, le bon marché. (En 1937 la moyenne du coût par mètre foré a été de 20 $. Pour les "wild cats" elle était de 30 $.)

Le record de vitesse du rotary en 1938 a été réalisé au sondage du Rio Bravo (Californie) où une profondeur de 3.426 mètres a été atteinte en 87 jours. Mais forer ainsi rapidement, économiquement à travers les terrains meublés de sables et de marnes pétrolifères, implique le gros danger de manquer des niveaux d'huile et, en général, de ne reconnaître qu'insuffisamment les terrains rencontrés. C'était là le très grand inconvénient reproché au rotary il y a 10 ans encore.

Pour parer à ce grave et capital défaut, on s'est ingénié à forger des méthodes nouvelles afin d'obtenir, malgré tout, le maximum d'enseignements des sondages. Ces méthodes permettent, aujourd'hui, d'étudier la nature des couches rencontrées, leur pendage, les fluides qu'elles contiennent etc... A cet effet, on descend dans le sondage, à l'aide de câbles, divers instruments qui permettent de mesurer in situ les caractères physiques des roches rencontrées: ce que constitue l'exploration géophysique des sondages.

C'est au savant français, Conrad Schlumberger, que revient l'immense mérite, d'avoir reconnu l'importance de ces opérations et d'en avoir fait un ensemble de techniques qui sont aujourd'hui tout à fait intimément imbriquées avec l'opération mécanique des sondeurs, tant dans l'exploration que dans l'exploitation même.

Parmi les paramètres physiques mesurés in situ, à l'intérieur des sondages, il en est d'abord trois fondamentaux: la résistivité électrique, la perméabilité, la température.

1. LA RESISTIVITE ELECTRIQUE : La plupart des minéraux constituant des roches sont électriquement très résistants. Aussi la résistivité électrique spécifique d'un sédiment est-elle essentiellement fonction des fluides conducteurs contenus dans celui-ci. Dans les terrains pétrofilères, le phénomène de la conductibilité élec-

trique se trouve ainsi réglé par la présence d'eaux plus ou moins abondantes et plus ou moins conductrices, suivant les sels qu'elles contiennent en dissolution. Quant au pétrole , il est électriquement résistant.

La résistivité électrique spécidique des roches est un caractère extrêmement sensible: La moindre variation de faciès correspond à une variation notable de la résistivité. Si donc on mesure, tout le long d'un sondage, la valeur de cette résistivité on obtient un graphique caractérisant, au point de vue conductibilité électrique, les différentes couches rencontrées. L'application la plus évidente est celle de la corrélation géologique entre sondages d'un champ, qui s'est montrée fréquemment brillante (voir figure 1).

Ces dernières années, le paramètre résistivité a été détaillé et analysé avec toujours plus de finesse. Il tend actuellement à servir souvent de base, non plus pour les seules corrélations, maisoencore dans la solution de divers problèmes de production. Des expériences sont activement réalisées à ce sujet et un abondant matériel est examiné dans les laboratoires américains et russes afin de définir les relations exactes entre les caractères des sédiments et leur conductibilité électrique.

2. LA PERMEABILITE ET LA POROSITE sont des valeurs importantes pour les sédiments pétrofilères. On peut évaluer leurs ordres de grandeur et ce, grâce aux phénomènes d'électrofiltration.

Lorsqu'un trou de sonde est rempli d'une boue homogène, qui n'est pas en équilibre hydrostatique avec les fluides contenus dans les formations environnantes, il se produit, lorsque les roches sont poreuses, des filtrations accompagnées de phénomènes d'électrofiltration, qui créent des courants et des tensions électriques de quelques dizaines de millivolts à l'intérieur du sondage. Ces phénomènes, facilement décelables par des mesures de potentiel par rapport à un point zéro fixe de la surface, se manifestent naturellement au

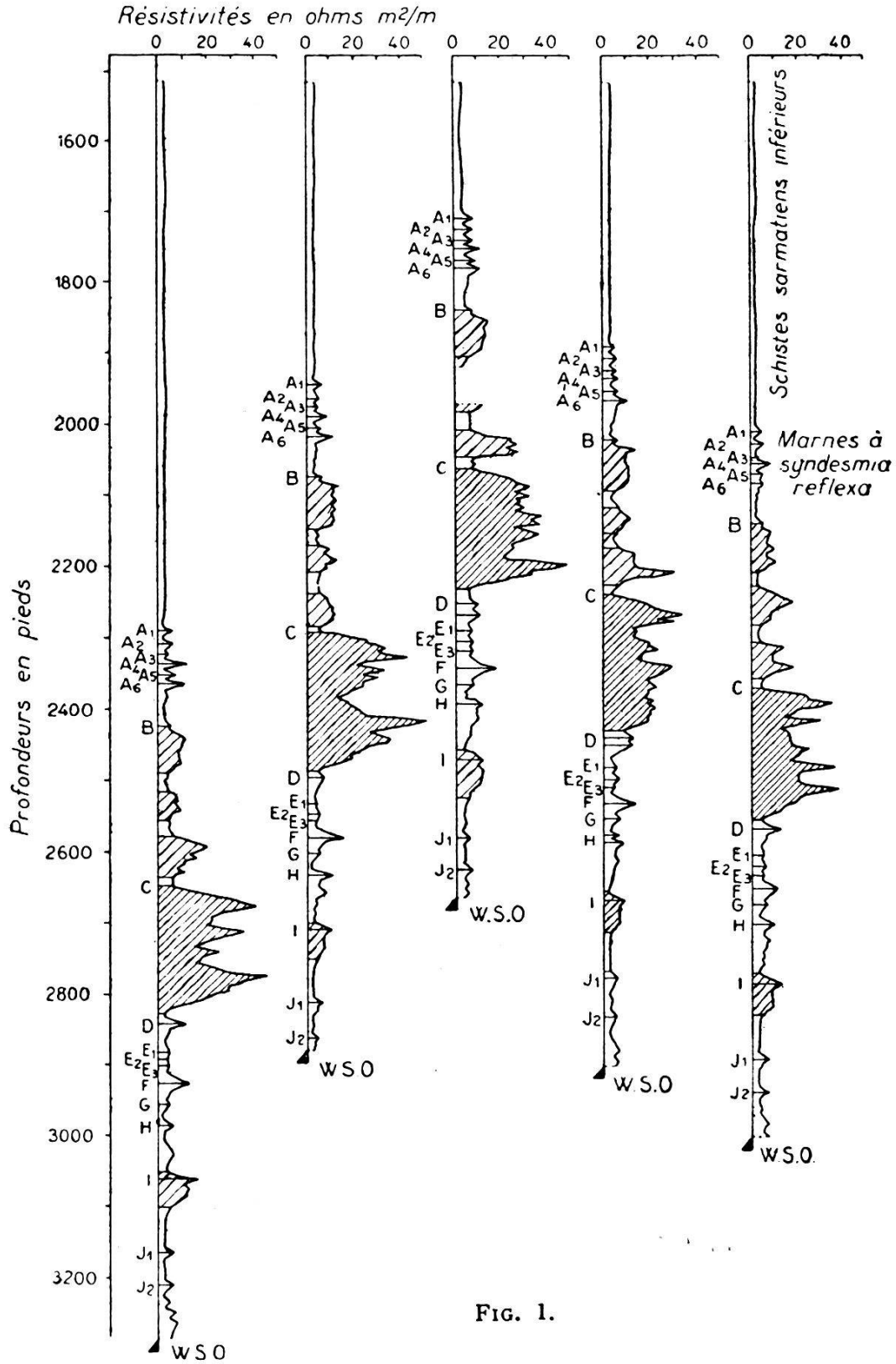

FIG. 1.

Corrélations par résistivités (Anticlinal de Grozny).

maximum au droit des couches poreuses. Il est évident qu'ils sont fonction de la différence de pression existant entre les boues et les liquides contenus dans les roches poreuses, ils dépendent aussi de la concentration des eaux en sels dissous, ils sont encore troublés par des phénomènes électrochimiques spéciaux, etc. Toutes ces questions impliquent des difficultés dans la pratique. Elles ne sont pas insolubles. Et il reste, finalement, que les phénomènes d'électrofiltration accompagnent presque toujours les couches poreuses.

Examinons maintenant la valeur des deux mesures: résistivité et intensité des phénomènes d'electrofiltration: Comment se comporteront-elles dans un sable pétrolifère qui est une couche à la fois poreuse et imbibée de pétrole ? Il est évident qu'une telle couche aura toutes chances de manifester sa présence par une résistivité élevée, accompagnée de phénomènes d'électrofiltration. Voici donc deux caractéristiques qui, réunies, vont nous permettre de porter un diagnostic pétrole et divers autres qui sont schématiquement résumés sur la figure 2.

3. LES MESURES DE TEMPERATURE sont aussi très utilisées dans l'étude géophysique des sondages.

L'étude d'un sondage, lorsqu'il y a équilibre thermique entre la boue qui le remplit et les roches encaissantes, permet évidemment la détermination du degré géothermique. La spéculation géophysique peut, à partir de ce dernier, tirer diverses conséquences. Mais un sondage demande à être laissé en repos durant plusieurs semaines, voir plusieurs mois, avant que s'établisse cet équilibre. Et, tant qu'il appartient aux sondeurs ou à l'exploitation, ce sondage se trouve généralement en pleine évolution thermique. Cette évolution est intéressante à étudier au point de vue pratique. Elle permet de fixer plusieurs points:

a) Les variations de chaleurs spécifiques des roches encaissant le sondage.

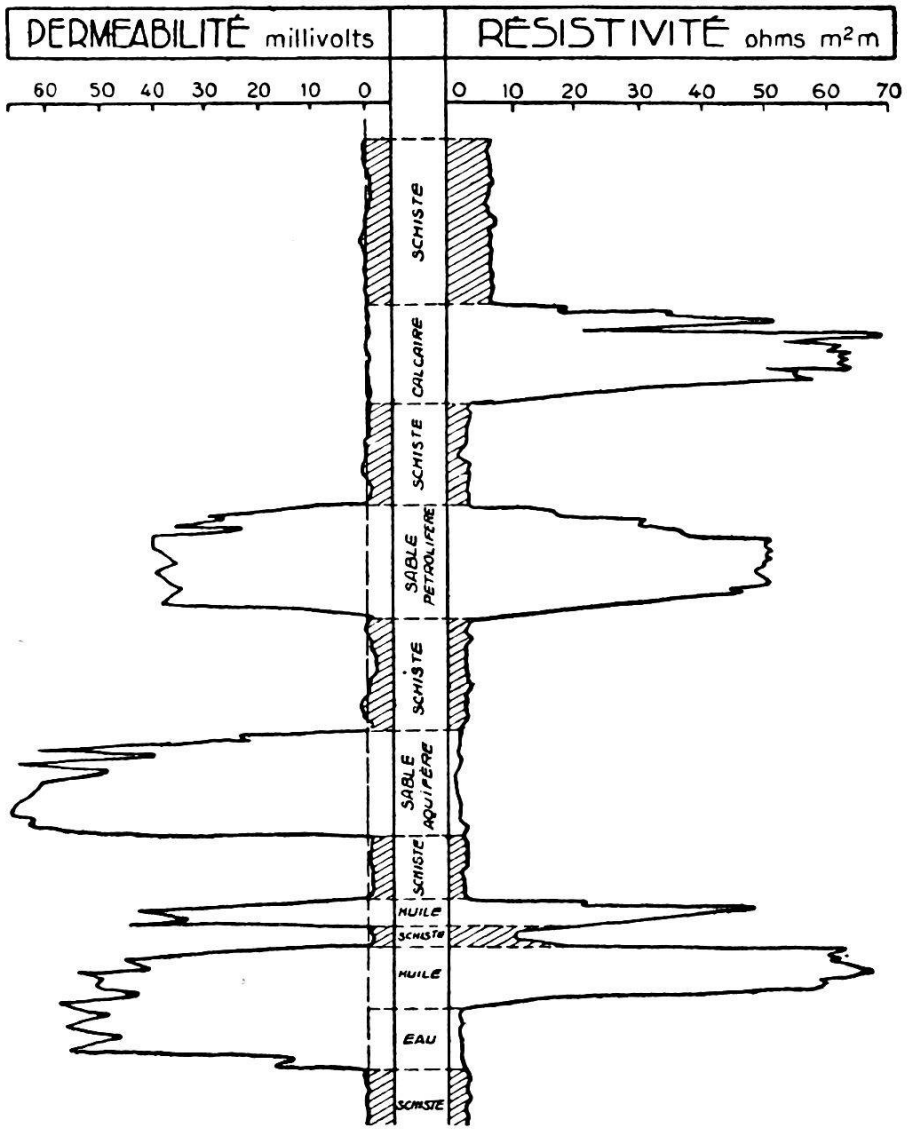

FIG. 2. Principes d'interprétation d'un diagramme de carottage électrique.

Faisons circuler énergiquement des boues, de façon à refroidir uniformément, les roches autour des parois du sondage. Laissons ensuite reposer, Les roches bonnes conductrices de la chaleur vont, évidemment, être les premières à s'échauffer à nouveau. Nous pouvons donc les situer ainsi, d'ailleurs, que les roches mauvaises conductrices.

b) Les points de sortie des gaz.

Comprimons un gaz: il se réchauffe. Détendons un gaz: il se refroidit. L'arrivée des gaz qui se détendent dans le sondage produit des points froids. Ce diagnostic est souvent important (voir figure 4).

c) Les points de sortie des eaux. Ces points de sortie d'eaux marquent généralement en chaud dans le diagramme thermique (voir figure 4) .

d) Etudes de cimentation. Les opérations de cimentation réalisées dans les sondages dégagent de la chaleur: le ciment chauffant lorsqu'il se prend. Les opérations de cimentation peuvent donc être suivies par thermométrie. Les points où s'est amassé le ciment, fournissent des calories et marquent en chaud durant tout le temps de "prise"du ciment.

A côté des mesures précédentes d'autres se sont développées encore. Citons:

4. LA PENDAGEMETRIE, mesurant la direction et le pendage des couches à l'intérieur d'un sondage.

5. LE TELECLINOMETRE, qui s'occupe de la détermination de l'inclinaison et de la direction du trou de sondage. Cette dernière, on le sait maintenant, est souvent très éloignée de la verticale.

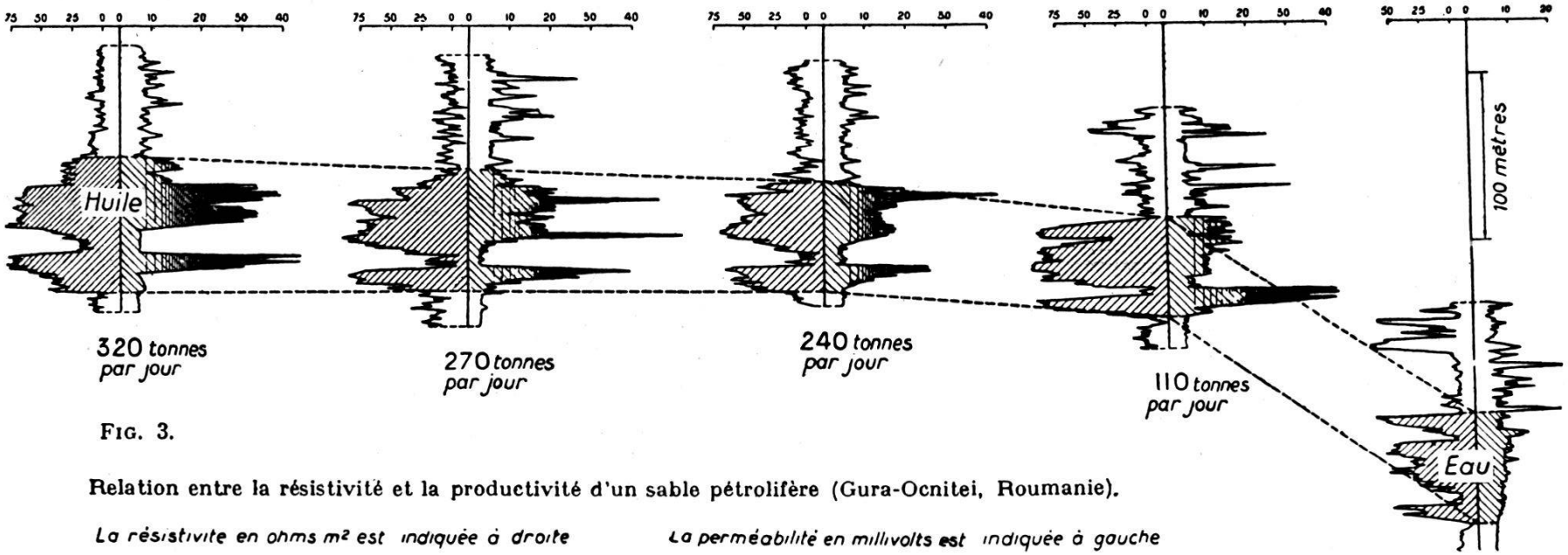

FIG. 3.

Relation entre la résistivité et la productivité d'un sable pétrolifère (Gura-Ocnitei, Roumanie).

La résistivité en ohms m² est indiquée à droite *La perméabilité en millivolts est indiquée à gauche*

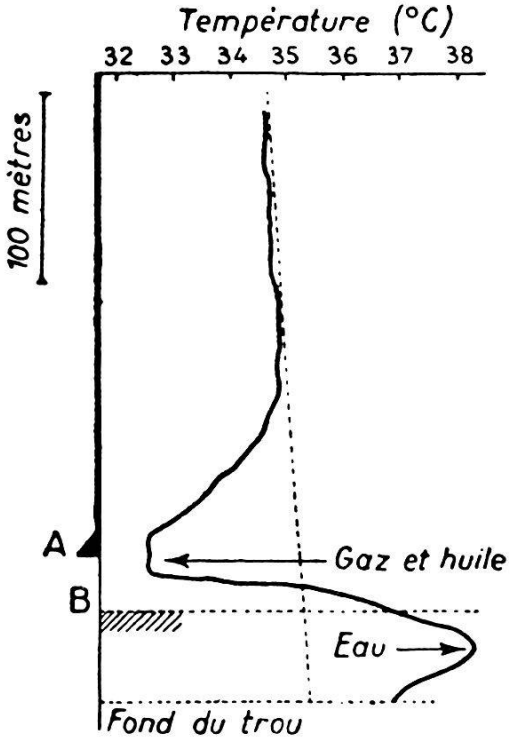

FIG. 4. — Détermination de venue d'eau par thermométrie.

En résumé, durant tout le temps que se fore le sondage, l'étude géophysique acquiert des notions diverses sur la nature des couches rencontrées, leur position exacte, leur porosité etc. Elle reconnaît et ausculte les parois du sondage, repère les couches d'huile et fournit des diagnostics divers sur leur exploitabilité, leur productivité. Grâce à elle, le rotary, auquel on reprochait de forer trop aveuglement, peut continuer à percer rapi dement le sol. L'étude géophysique est là qui, rapidement aussi, suit l'outil du sondeur.

Le sondage terminé, les mêmes câbles qui ont servi à descendre et réaliser les mesures géophysiques permettront de descendre des

6. PERFORATEURS qui, tirant des balles à travers le tubage, vont percer ce dernier et mettre en production les horizons d'huile repérés. Ainsi se termine un ensemble d'opérations fréquemment réalisé dans la technique moderne.

Au total, l'exploration géophysique des sondages est actuellement définitivement liée à l'exploitation du pétrole dont elle constitue une partie intégrante et inséparable.

Les figures ci-jointes ont été aimablement communiquées par la Société de Prospection Electrique - procédés Schlumberger .