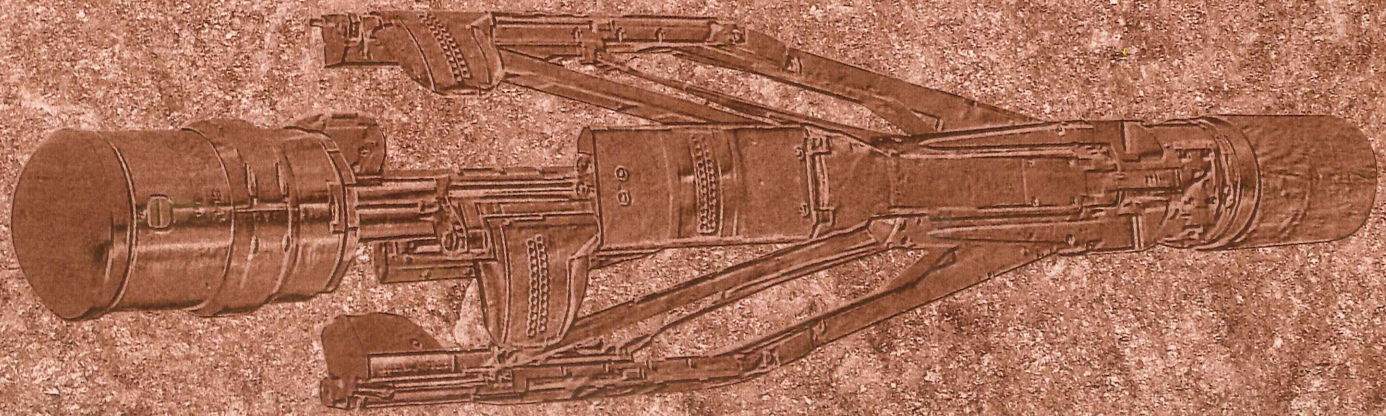
Conrad et Marcel Schlumberger

5 Septembre 1927 - 5 Septembre 1997

70ème anniversaire du premier carottage électrique

Les Diagraphies, une merveille de l'École de Physique Française, célèbrent leurs inventeurs : Conrad et Marcel Schlumberger



SAID

Société pour l'Avancement et l'interprétation des Diagraphies

Du concept de Résistance et de Résistivité à la prospection électrique de surface.

Naissance de la Géophysique.

Conrad Schlumberger effectuant une mesure sur le terrain, aboutissant à la première carte géophysique tracée au monde (Val-Richer Calvados août - septembre 1912).

Conrad Schlumberger est né à Guebwiller en 1878. Ingénieur diplômé de Polytechnique, il passe tout naturellement par l'-École des Mines de Paris, où quelques années plus tard il sera nommé professeur de physique. En ce siècle naissant, un jeune professeur, ingénieur minier de surcroît, ne pouvait qu'être attiré par l'électricité et ses applications. Plusieurs tentatives d'utilisation du courant électrique dans la prospection minière avaient été faites avant lui. La première rapportée date de 1830. Mais les ingénieurs de cette époque (l'Anglais R. W. Fox en particulier) recherchaient une mesure de potentiel liée au magnétisme et à la densité des sulfures métalliques.

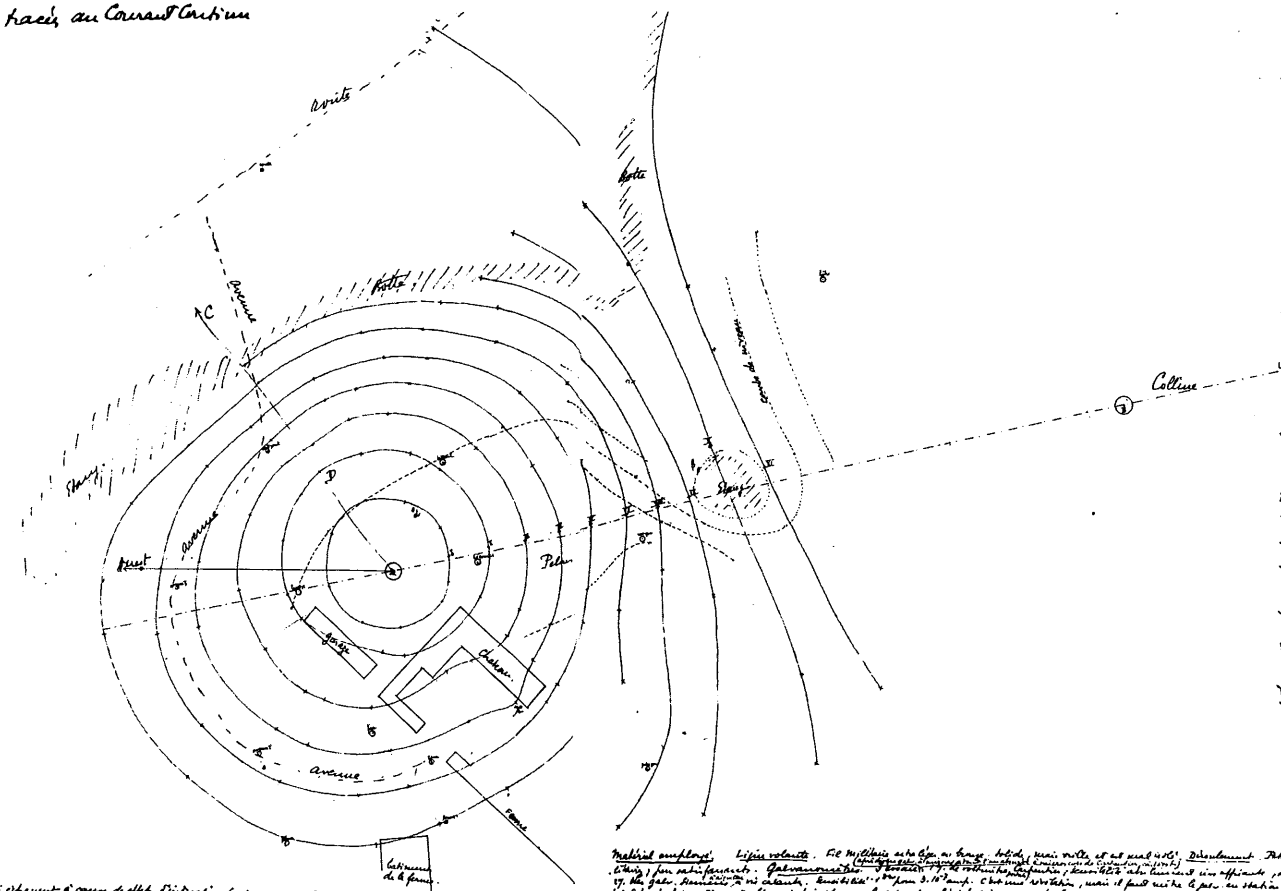
Le trait de génie de Conrad Schlumberger revint à discerner que les roches poreuses présentaient du fait du fluide qu'elles contenaient une résistivité variable de type électrolitique, alors que les minerais, les sulfures métalliques, présentaient une conductivité de type électronique. Au cours de l'année 1911, Conrad monta dans les caves de l'École des Mines de Paris (Boulevard Saint-Michel) une "manip" consistant à remplir des caisses de bois de mélanges de sable et d'argile imprégnés d'eau plus ou moins salée. En y plantant deux électrodes (A et B) il y fait circuler un courant dont il vérifiait l'effet au travers d'une seconde paire d'électrodes de mesure (M et N). Ayant utilisé un courant alternatif de fréquence audible, un téléphone lui indiquait par la baisse du son que les électrodes M et N étaient au même potentiel. Ce téléphone sera plus tard remplacé par un potentiomètre. Ainsi, il put tracer de proche en proche les courbes équipotentielles. Il agrandit l'échelle de ses expériences pour s'assurer de la circulation "en grand" des courants dans le sol.

L'année suivante, durant l'été 1912, il conduisait ses expériences en grandeur nature dans la propriété familiale du Val Richer en pays d'Auge (Normandie). C'est en septembre 1912 que Conrad Schlumberger, réunissant tous les points de mesures termine le tracé de la première carte en équipotentielles. La géophysique venait de naître et le 27 septembre 1912 il déposait son premier brevet

Premières Expériences. Carte des courbes équipotentielles, tracés au Courant Continu

Val-Pricher (Calvados). Août-Septembre 1912

Echelle $\frac{1}{1.000}$ Schlumberger.


Avenue
Route
Colline
Avenue
Avenue
Avenue

Mesure au potentiomètre dans un puits à Pechelbronn en 1929.

intitulé "Procédé pour la détermination du sous-sol au moyen de l'électricité". Ce procédé lui permit de découvrir entre 1913 et 1915 plusieurs gisements de minerais métalliques en France et en Europe, en particulier du fer à Soumont (Calvados), du cuivre à Bor (Yougoslavie).

De la prospection électrique de surface au contrôle dans un puits.

Naissance de la diagraphie électrique.

En 1919 au retour de la Grande Guerre, Conrad et son frère Marcel, né en 1884 lui aussi à Guebwiller, ingénieur de l'École Centrale passé par les chemins de fer et la fabrication des premiers chars français, fondent avec l'appui financier et moral de leur père Paul Schlumberger une petite société pour l'application des mesures physiques à la recherche des richesses minérales. Le premier succès pétrolier vient en 1923 par la mise en évidence de l'anticlinal d'Aricesti en Roumanie.

L'observation et la réflexion avaient conduit Conrad à la notion de résistivité apparente. Cette notion allait être la charpente maîtresse de la géophysique et des diagraphies.

Naissance du carottage électrique.

Les formations de surface étant repérées suivant leur résistivité et leur distribution stratigraphique, vint à Conrad l'idée de mesurer la résistivité dans le sous-sol en utilisant un puits déjà foré pour tenter d'avoir une meilleure idée de la distribution des strates. Une première opération fut conduite en mars 1921 par Marcel Schlumberger, Léonardon, Baron et Gallois dans un forage houiller près de Molières-sur-Cèze dans le Gard. Cette étude restera sans suite. Notons qu'une étude du pendage des couches en utilisant le phénomène d'anisotropie électrique fut en même temps conduite et réussie.

Armés de la notion de résistivité apparente

et du potentiomètre, les deux frères Schlumberger, avec leur équipe qui grandissait régulièrement, furent sollicités dans toute l'Europe, l'Afrique du nord et les États-Unis. Sur ce fait, la société Pechelbronn voulut savoir si des mesures de résistivités pouvaient l'aider à localiser l'un de ses principaux marqueurs (le toit des Marnes à Hydrobia). C'est ainsi que le 5 septembre 1927, Henri-Georges Doll, gendre de Conrad Schlumberger, ingénieur de Polytechnique et de l'École des Mines de Paris qui avait rejoint l'entreprise de son beau-père, accompagné de René Jost et de Charles Scheibli, firent la première mesure électrique à Pechelbronn dans le puits de Dieffenbach 2905 tour de forage n°7.

Nous avons l'insigne honneur d'avoir parmi nous, soixante-dix ans plus tard, Monsieur René Jost. C'est avec la plus grande émotion que nous lui laisserons nous raconter dans les pages qui suivent comment s'est déroulée cette première véritable mesure électrique dans un puits.

De retour à Paris, Doll reporta les mesures sur une bande de papier graphique, traçant du coup la première diagraphie de l'histoire du pétrole.

Ce diagramme montre une zone à résistivité assez uniforme correspondant aux marnes à Hydrobia, et au dessus une série de pics et de creux correspondant aux bancs de marnes dures, de conglomérats et de grès. Au sabot du tubage la résistivité retombe normalement à zéro. Les mesures répétées dans plusieurs puits en dépit de très grandes difficultés logistiques montrèrent toujours face aux bancs durs des pics caractéristiques. Leur similitude géométrique permit d'établir des corrélations entre sondages. Ces bonnes corrélations autorisaient ainsi de se passer du carottage mécanique ; le carottage électrique était né.

Les trois ingénieurs qui réalisèrent le premier carottage électrique.

De haut en bas et de gauche à droite :

HENRI-GEORGES DOLL, ingénieur Polytechnique et École des Mînes de Paris, Gendre de Conrad Schlumberger.

CHARLES SCHEIBLI, de nationalité suisse.

RogerJOST, de la belle province alsacienne.

Souvenirs d'une première mondiale.

Texte de Roger Jost.

Il s'appelait Hittler ! Si vous voulez avoir une troisième narration de cette histoire car ce qui suit va être une deuxième, adressez-vous à M. Monod à Saint-Gaudens. Ce bon alsacien, choqué de porter un nom pareil, même en l'écrivant avec deux "T" l'a fait changer en 1939.

Voici en gros ce que ce chef-sondeur devenu un ami et qui vit dévider des fils électriques dans la boue du sondage qu'il venait de terminer, vous dirait :

"Prévenu deux jours plus tôt par l'ingénieur de forage que des expériences électriques seraient faites dans mon sondage, j'attendais les parisiens annoncés avec curiosité. Quand je les ai vu arriver avec leur matériel dans une vieille petite camionnette Citroën, puis par la suite descendre une espèce de poisson jaune en carton au bout de fils électriques, même pas de l'épaisseur d'un crayon, j'étais curieux, mais surtout anxieux. Arriveraient-ils à descendre dans la boue de forage avec ces choses si légères et surtout ne me laisseraient-ils pas dans le trou un tas de fils qui me ferait faire des acrobaties pour ressortir tout cela par la suite ?"

Mais j'en arrive à ma narration des faits comme je les ai vécus :

Les trois parisiens, qui arrivèrent le lundi matin 5 septembre 1927 au sondage n° 2905/tour de forage n° 7 de la Société Anonyme d'Exploitations Minières "Pechelbronn", étaient Henri-Georges Doll, gendre de Conrad Schlumberger et lyonnais d'origine, Charles Scheibli, ingénieur Pros de nationalité suisse, et un alsacien, le petit Jost, comme on m'a très longtemps appelé. Ma connaissance du dialecte alsacien facilita les choses car on baragouinait encore peu ou pas le français dans ce coin quelques années après la fin de la première guerre mondiale. Et c'est une des raisons je pense qui me firent choisir comme un des trois opérateurs pour effectuer cette mission qui fut le premier carottage électrique au monde. Pendant quelques lignes je vais dépasser l'évocation de mes souvenirs pour un court historique ; cela rendra l'exposé plus complet.

Conrad Schlumberger, déjeunant un jour avec un de ses camarades de l'École Polytechnique, Directeur d'une compagnie de forages, lui fit part, sans doute avec beaucoup d'enthousiasme, de ses recherches géophysiques par courant électrique à la surface du sol et de certains succès notoires déjà obtenus par cette méthode. Son ami finit par lui dire à peu de choses près : "Tout cela est fort intéressant et je t'en félicite ; mais le jour où tu feras tes mesures dans mes sondages, cela

m'intéressera beaucoup plus".

Ce fut un peu une allumette, car la possibilité de mesurer des résistivités dans un forage était déjà connue des frères Schlumberger. Dès 1921, dans le bassin houiller du Gard, ils avaient fait des mesures "en place" au fond d'un forage, sur l'idée de Marcel, pour aider à l'interprétation des mesures de surface. Les deux frères tellement subjugués par ces derniers travaux n'ont pas songé à ce moment là à promener le dispositif le long de la paroi du trou. Rentré à son bureau au 30 de la rue Fabert, Conrad se mit à écrire des notes et dit à Paul Charrin, qui se trouvait à Paris entre deux campagnes de prospection, de construire le matériel nécessaire. Ce dernier étant reparti sur le terrain, la mise au point du matériel fut reprise par Marcel et Henri-Georges Doll. Conrad, alors administrateur de "Pechelbronn", eut tôt fait d'obtenir de cette compagnie l'assentiment d'utiliser un de ses sondages pour y faire l'essai de mesures juxtaposées de résistivité.

De Nilvange en Moselle, où je faisais des mesures sur le bassin ferrifère de Lorraine, je fus appelé à être à Pechelbronn aux premiers jours de Septembre 1927. J'y ai retrouvé Doll et Scheibli. Par beau temps sur une légère pente de prairies près de l'orée d'un bois, notre camionnette s'arrêta devant une des bonnes vieilles tours en bois que beaucoup ont connues. Le clocher du village de Dieffenbach (40 kilomètres au nord de Strasbourg) était à moins d'un kilomètre.

Après prise de contact avec les foreurs, je leur explique que nous allons faire des mesures dans le sondage, comme celles que nous faisions déjà en prospection de surface, et en particulier dans la région depuis deux ans. Ils nous aident à décharger la camionnette et nous commençons l'installation. Pas de problème pour l'arrimage au sol du petit treuil à mains, en bois, genre de treuil de puisatier de 0,70 m de haut. Sa bobine est pleine de trois câbles juxtaposés, de ceux que nous utilisons normalement pour les travaux de surface : une âme en cuivre recouverte de deux couches de caoutchouc et le tout enfermé sous une gaine textile goudronnée. Son châssis en X et ses patins rendent toutefois l'ensemble respectueux par rapport à nos bobines habituelles de 500 mètres de câble que l'on portait aisément sur une épaule. Ses manivelles brillantes, ses pignons, sa chaîne de motocyclette, ses tendeurs de chaîne, son frein sur une des joues, son taquet de retenue, tout semble avoir été prévu. Tout cela est verni, peint, et laisse l'impression

Encore une mesure à Pechelbronn en 1929.

Une mesure au potentiomètre (1928).

d'un matériel bien étudié, bien fini, qui a toujours fait bon œil à nos clients. C'est même joli à voir au milieu de cette herbe verte et devant cette tour noire qui va tout à l'heure l'absorber en partie. Nous faisons ensuite l'installation de la molette, genre de balance romaine montée sur une dérouleuse de surface, à l'aplomb du trou de sonde. Le tout est solidement fixé au plancher de la tour par de gros crampons. Nous passons ensuite les trois câbles juxtaposés entre les petites molettes arrières de la balance. Celle-ci porte sur ses deux bras une série de créneaux dans lesquels on déplacera un cube de plomb en fonction de la traction des câbles pour qu'elle reste horizontale. Et nous voici au montage du "poisson jaune" ; il s'agit de la sonde bien entendu. Cette sonde est formée d'une suite de quatre tubes de bakélite de cinq centimètres de diamètre et d'un mètre de long, fixés les uns aux bouts des autres par des colliers intérieurs en laiton, sur lesquels viennent se visser au travers du carton bakélisé des vis de cinq millimètres. Je le dis comme je le pense maintenant — nous étions déjà gonflés à l'époque pour descendre avec une sonde pareille dans un trou — ! La sonde se terminait vers le bas par un tube en laiton rempli de plombs de chasse qui servait de lest, et pesait un dizaine de kilos.

Sur son corps la sonde porte trois enroulements de fils de plombs qui sont les électrodes, une d'envoi de courant, les deux autres de mesure. La quatrième est une prise de terre à la surface du sol. Dans le ventre de cette sonde il y a déjà une petite boîte, une résistance-relais. Son but : mettre en circuit ou non, une certaine résistance suivant le sens d'envoi du courant. Gardant le même voltage nous pouvons voir si nous avons des fuites par simple variation de l'intensité. À Paris, à l'époque, Doll avait déjà pensé à cela. Cette résistance-relais, dérivée de celles utilisées en prospection de surface, a été modifiée étant donné qu'elle allait descendre dans la boue du sondage ; elle est enfermée dans une membrane qu'il faut remplir d'huile. Je vois encore cette opération qui était peut-être la plus délicate. Nous avions l'air de vétérinaires avec cette poire à injection en caoutchouc rouge !

Enfin l'ensemble est prêt. Toutes les épissures et raccords sont faits, bien isolés au para et chatterton. Lentement nous descendons le poisson à la main dans le trou, nous couchons les câbles sur la grande molette de la balance et les fils sont tendus par le treuil que manœuvrent les ouvriers du sondage. Le compteur de la molette,

car il y en a déjà un aussi, est mis à la bonne profondeur, correspondant au milieu des électrodes de mesure. Cette molette a de plus, il faut le dire, un charme musical. Elle est munie d'un genre de taquet oscillant qui, d'une butée, dégringole à chaque tour par gravité pour venir heurter un timbre de sonnette de vélo fixé sur le bâti de la balance romaine.— le diamètre de la molette était exactement de un mètre. Tous les mètres cela fait "Ding" — !

Le potentiomètre sorti de sa cantine est fixé sur son trépied en bois non loin du treuil. Une pile de 36 volts servira pour l'envoi de courant. Toutes les vérifications sont faites, et après avoir retiré les connexions de la joue du treuil, on commence la descente dans le sondage. Car, oui, il n'y a pas de collecteur sur la joue mais de simples prises de type mural. Le frein du treuil marche bien et nous descendons sagement jusqu'à 279 mètres... Aux mesures maintenant !

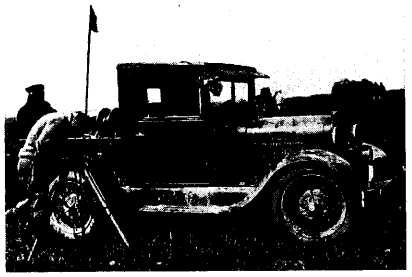
Le treuil est rebranché, je suis au potentiomètre : mesure de la nouvelle intensité et du dV. Doll, en face de moi, inscrit les valeurs que je lui donne sur un carnet ; deux coups de règle à calcul et le triomphe de ce premier point de mesure résonne : "ça colle ! la vérification est bonne !"

On débranche le treuil, on remonte d'un mètre et on veut rebrancher. Poisse ! une des prises de courant de la joue de la bobine se trouve derrière un des montants du treuil. On bouge de quelques centimètres et on enfonce nos fiches. Cela fait, on recommence le même cycle de mesures que ci-dessus. On s'arrêtera ainsi tous les mètres, en remontant, et cela sur 140 mètres. On s'aperçoit rapidement que l'intensité reste constante d'un point à l'autre, ce qui n'était pas évident pour nous avant l'opération.

Cela marche de plus en plus vite. Pendant un certain temps les variations de résistivité ont été minimes, la sonde se trouvant dans une zone de marnes ; puis la résistivité se met à danser car on change de terrain. Doll plaçe hâtivement les points sur du papier millimétré et dessine le diagramme.

Sortis de la période de tâtonnements nous sommes mis en confiance et les trois visages s'éclairent de satisfaction. Les fils s'enroulent sur le treuil comme ils peuvent ; nous les guidons quand même un peu. Scheibli, lui, est partout : il surveille molettes, fils, treuil, va et vient auprès de nous, crie des "halte" tous les mètres pour doubler la sonnette. Évidemment nous nous relayons tous les trois de temps à autre. Il nous arrive même de souffler un peu puisque tout

H.G. Doll procédant à la calibration d'un téléclinomètre à Bakou, en 1932.



Prospection de surface en Russie, 1930.

marche bien. Et c'est pendant un de ces "ralentissements" que l'un des sondeurs me demande si nous avions senti de l'"huile" — c'est le terme usité dans la recherche pétrolière et non celui de pétrole —. Je ne sais plus ce que fut ma réponse ; mais immédiatement ce jovial sondeur nous baptisa de "Œlschmecker" soit "renifleurs d'huile".

Ce surnom combien de Pros l'ont porté ? Que ce soit Peyssel ou Morazzani, Schneersohn ou Poussin, Sauvage ou Baron, et j'en passe facilement une centaine. Tous dès qu'ils arrivaient à Pechelbronn étaient qualifiés par toute la population non de "Schloum" comme on l'a dit quelquefois, mais de renifleurs de pétrole.

Et récemment, à la recherche de l'emplacement de l'ancien sondage 2905 7, pour me faire reconnaître du maire de Dieffenbach, ancien sondeur, je lui ai dit que j'avais été longtemps le chef des "Œlschmecker"; il m'a alors reconnu de suite et son large sourire en disait long.

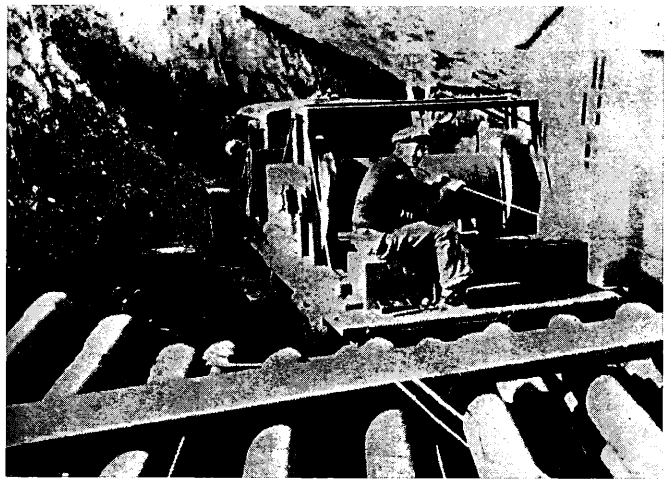
La suite des mesures marche bien et nous continuons ainsi jusqu'au tubage du sondage. Et puis nous remontons le tout en surface et nous démontons. La sonde suspendue dans la tour est débarrassée de son lest. Plouf ! La boue de forage qui remplit encore les tubes de bakélite du dessus fuse de tous les côtés et je crois que c'est Doll qui fut le plus douché de la tête aux pieds. Après toilette, Doll repartit à Paris présenter les résultats à Conrad et Marcel Schlumberger. Scheibli et moi nous restâmes à Pechelbronn et fîmes à quelques jours d'intervalle d'autres carottages. À part quelques peccadilles tout a bien marché d'un bout à l'autre de ces essais. Une de ces peccadilles fut pourtant de taille ! Au troisième jour, je crois me souvenir que ce fut un pépin. Nous avons laissé partir nos fils dans le trou et en les remontant avec le treuil, nous avons sorti une de ces pelotes ! Un jeune chat avec un écheveau de laine n'eut pas fait mieux.

Je me revois avec Scheibli sur la route de Lobsann en train de défaire notre écheveau. Quel boulot ! Mais le même jour nous mettions des bagues de chatterton tous les 10 à 15 mètres autour de nos trois fils pour qu'ils se conduisent plus sagement à l'avenir et nous avons tressé les derniers dix mètres comme une natte de jeune fille d'autrefois. Cela donnait de l'adhérence à nos trois fils et facilitait de beaucoup la mise en place au début d'une opération.

À faire cela Scheibli ramassa ce jour-là des ampoules aux mains. Vous pouvez lui en parler, il s'en souvient encore très bien. Cette dernière histoire n'est pas du premier carottage mais je

tenais à vous la raconter aussi.
Certains anciens trouveront dans le texte ci-dessus des divergences avec ce qui a été écrit sur le premier carottage électrique fait au monde. Je tiens à spécifier que la reconstitution pour le musée de Crévecœur en 1972 du matériel des temps historiques m'a aussi obligé à mieux me souvenir de 1927. Je pense vous avoir brosser en des termes moins techniques et peut-être plus près du fait, ce que fut ce démarrage d'une révolution dans l'exploitation pétrolière. Pourtant tous trois le 5 septembre 1927, nous ne pensions pas faire autre chose que de mesurer sur une verticale des résistivités comme nous en avions déjà tant mesurées à la surface du sol pour rechercher anticlinaux, failles, gîtes métalliques, dômes de sel et autres.
Pour terminer je voudrais dire qu'aucun des Pros à ma connaissance n'a réussi à renifler du pétrole quand il est encore dans son gîte, même ceux dotés d'un appendice nasal accentué. Je pense pouvoir affirmer par contre que les deux frères Schlumberger avaient de l'odorat lorsqu'en 1927 ils se sont lancés sur la voie des mesures électriques dans les sondages.
Maintenant vous continuez à ne pas le sentir ce pétrole mais vous le voyez et savez montrer aux clients où il se trouve. Bravo ! Continuez de faire ce que je n'ai jamais pu faire d'autre qu'être un de vos plus anciens, et j'en suis heureux.

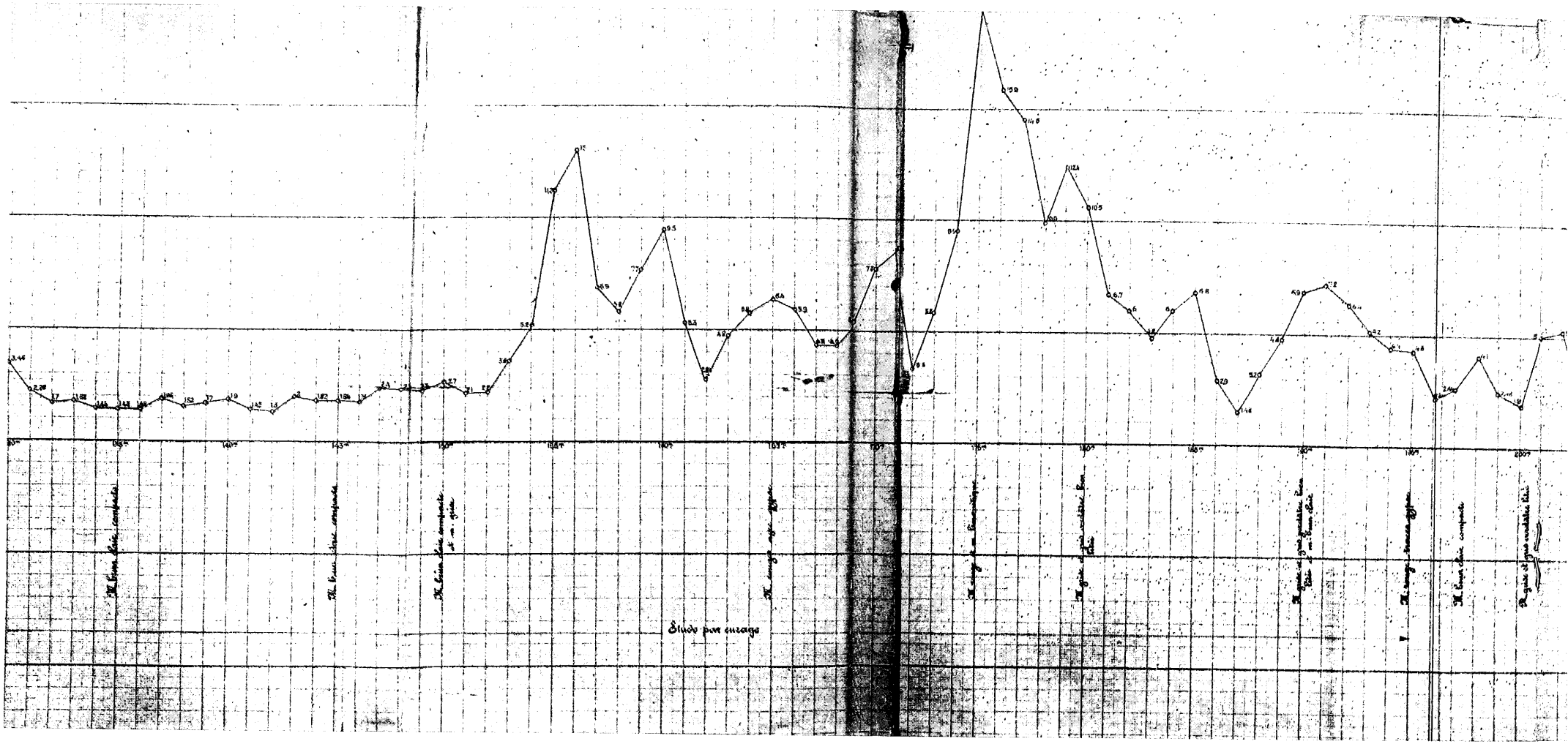
En relisant l'historique ci-dessus je confirme :
1° : ni Conrad ni Marcel Schlumberger ne furent présents sur ce sondage lors du premier carottage fait au monde ce 5 septembre 1927.
2° : aucune photo n'a été prise ce jour là, ni par l'un de nous trois, ni par une tierce personne.
3° : toute l'opération fut faite en cinq heures et non en 15 comme il est rapporté dans le livre "La Boîte Magique".



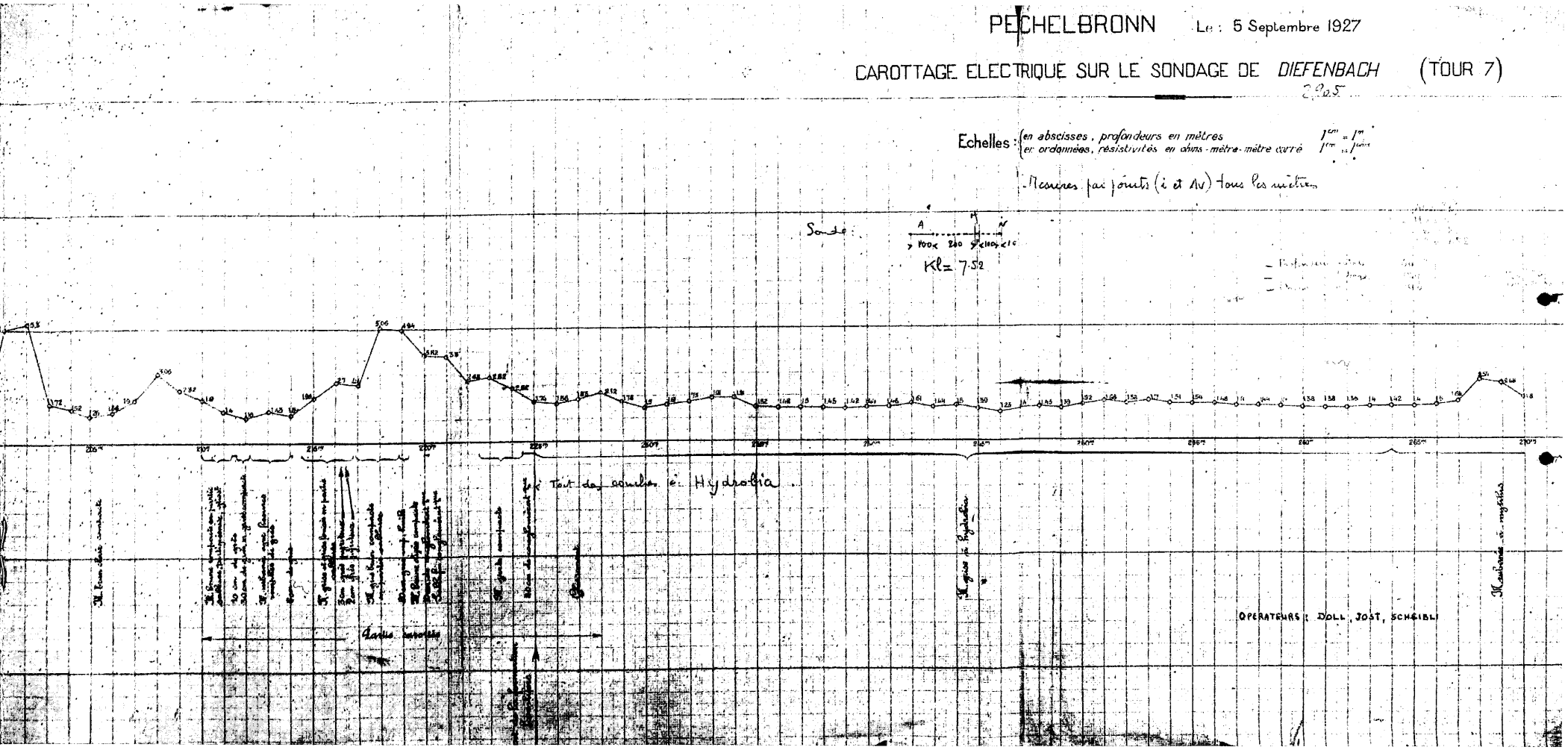
Un des premiers carottages électriques aux Etats-Unis (Californie 1929).

Reproduction du premier log

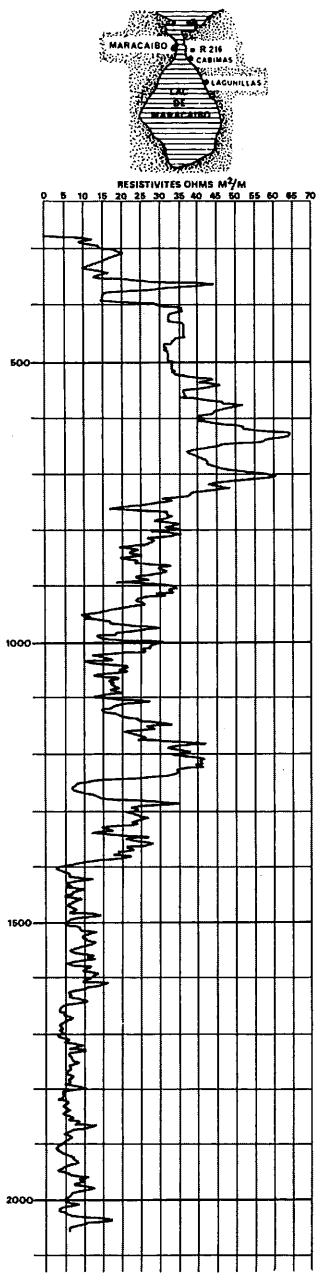
Société Anonyme d'Exploitation Minières "Pechelbronn"
Sondage 2905, tour de forage n° 7
Lundi 5 septembre 1927
Profondeur totale 279 m - intervalle mesuré 140 m



Le premier log, un simple graphique comportant des mesures faites point par point tous les mètres à la main, montra qu'il était possible, par des mesures électriques, d'identifier les formations géologiques traversées par les sondages. Le log électrique donnait en fait des yeux aux pétroliers qui jusqu'alors ne disposaient pour se renseigner que des déblais remontés par le fluide de forage et de temps en temps des carottes, sortes de cylindres de roches coupées par un outil spécial.



L'essaimage de la technique.



Premier carottage électrique hors de France (La Rosa, Venezuela, mars 1929)

Enregistreur à main (1929). Le câble, serré entre deux mollettes sur le côté de la boîte, entraînait le mouvement du papier.

THE ELECTRICAL CORING

PAPER SUBMITTED BY

C. et M. SCHLUMBERGER

AT THE SECOND INTERNATIONAL DRILLING CONGRESS

Paris (September 1929)

SOCIÉTÉ DE PROSPECTION ÉLECTRIQUE

(PROCÉDÉS SCHLUMBERGER)

30, RUE FABERT – PARIS - VIIe

AND

SCHLUMBERGER ELECTRICAL PROSPECTING METHODS

25, BROADWAY – NEW-YORK CITY

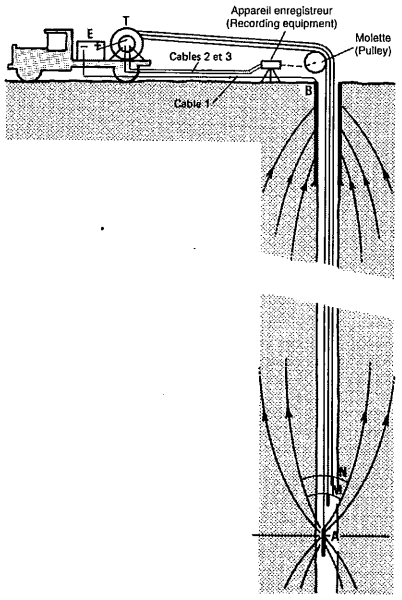
Fac similé de la page de garde du premier article sur le carottage électrique (1929).

C'est dans une note du 28 avril 1927, "Recherches électriques dans les sondages", que Conrad Schlumberger décrivit le principe de la nouvelle méthode, qui allait recevoir le nom de "Carottage électrique". Il lui fallut un trésor d'opiniâtreté et de ténacité pour faire accepter que le courant émis "par la prise" devrait traverser la boue puis "s'épanouir" à l'intérieur des formations. D'autres scientifiques soutenaient qu'à partir d'une certaine profondeur, toutes les formations géologiques deviennent entièrement compactes et infiniment résistantes.

Le 4 juillet 1928, par contrat, la société Pechelbronn s'attachait les services illimités d'une équipe de la Société de Prospection Électrique. Puis ce fut le tour de la Royal Dutch Shell de passer contrat pour le Vénézuela et les Indes Neerlandaises. Dans l'aboutissement de ce contrat, le carottage électrique enregistré le 6 mars 1929 à la Rosa (Vénézuela) est la première diagraphie exécutée et enregistrée hors de France. C'est le début de le conquête du monde ! Du Vénézuela, les six opérateurs gagnèrent Trinidad puis les U.S.A., où eu lieu en Californie, le 27 août 1929, le carottage électrique du forage de Handford et Kettleman Hills. Simultanément, le 28 août de la même année, le paquebot "Le Rhin" appareillait de Marseille en direction de Batumi en mer Noire, avec en particulier à son bord 5 "Pros" : Sauvage, Poirault, Marquehosse, Lannuzel et Jost. Ce jour là commençait l'aventure de Schlumberger en U.R.S.S. Cette aventure déboucha un temps sur une collaboration. Ainsi les Russes contribuèrent grandement au calcul de la valeur du cœfficient K dans l'équation d'estimation du potentiel électrochimique. Ils furent aussi les premiers à tenter une interprétation quantitative (ohms/tonnes). Cette présence en Russie allait s'interrompre au début de 1937, peu de temps après le décès de Conrad au retour d'un voyage en Russie en mai 1936.

L'équipement de base des diagraphies.

Reconnaissance de la nouvelle technique (1927 - 1932)



Principe
du carottage électrique.

Le câble, outil d'universalisation.

La progression des diagraphies. (1933 - 1940)

Treuil, câble et camionnette employés dans les débuts du carottage électrique à Pechelbronn.

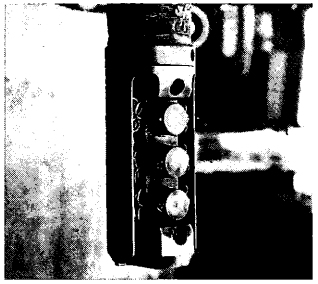
L'ouverture d'esprit, la grande culture scientifique, le sens pratique très aiguisé de Conrad et Marcel Schlumberger leur permirent d'aller à l'essentiel et de faire les choix décisifs. De plus, avec un flair et une sagacité hors du commun, ils surent recruter et constituer des équipes d'excellence. Ces ingénieurs, ou plutôt ces équipes, sûrent détecter les besoins des clients et déboucher sur un nombre de plus en plus grand d'appareils de mesures et de courbes correspondantes.

Elles sûrent aussi très vite se rendre compte que le câble, qui descendait l'outil de carottage électrique, était le moyen le plus rapide et le plus commode pour assurer la liaison et les échanges entre le fond du puits et la surface. Il nous semble que le câble allait jouer pour le forage un rôle comparable à celui des interfaces en informatique. Schlumberger ayant montré comment le câble pouvait être exploité en particulier avec le premier carottier latéral (1931) (Marcel Schlumberger et Boris Schneersohn), bon nombre de sociétés qui ne vendaient que des services auxiliaires se mirent aux diagraphies (logging). Lane-Wells y vint par les perforations, Halliburton par la cimentation. Ainsi la Société de Prospection Électrique, encore appelée la "Pros", fut amenée à proposer à ses clients, en les améliorant, un certain nombre de services. Tel fut le cas des perforations du tubage dès 1932, du premier carotteur latéral, en 1931, du pendagemètre électromagnétique en 1934, puis du thermomètre pour le contrôle de la cimentation à partir de ce qui existait dans la société de cimentation Halliburton.

A partir des recherches de la "Pros" sortira le pendagemètre à résistivité ou à potentiel spontané (PS) ; la déviation du trou et l'azimut de la sonde étaient mesurés en point fixe à l'aide du photoclinomètre.

Cette évolution constante et rapide, et le besoin d'harmoniser les travaux qui se poursuivaient en France et désormais aux U.S.A., amènera ensuite Marcel Schlumberger à créer le Centre de Recherche de Ridgefied dans le Connecticut, qui devint opérationnel en 1947.

Outre les treuils, le câble, les camions et les outils, de la recherche allait sortir en 1938 la première ébauche d'interprétation quantitative des diagraphies signée par messieurs M. Martin, H. Murray et W.J. Guillingham.



Premier C.L.A.B. servant en même temps d'électrode (carotteur latéral à balles).

Le MAXIS 001 !

Charles Scheibli (à l'extrème droite) et son équipe à Maïkop, Russie 1931.

Pose et réflexion durant la seconde guerre mondiale.

Contribution des sociétés pétrolières, marche vers l'interprétation.
Un hiatus.
(1940 - 1945)

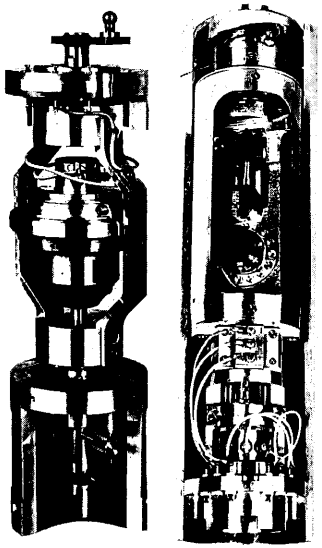
Cette période fut mise à profit pour réaliser des études fondamentales. En France, réalisation du galvanomètre antivibratoire ; étude sur la télétransmission qui débouchera après la guerre sur le système chronologique d'enregistrement lié au câble à six conducteurs.

Aux U.S.A., où Doll se replia, l'activité de recherche s'amplifia : études sur la P.S., sur les résistivités. Dans l'effort de guerre, invention pour l'armée américaine d'un détecteur de mines monté à l'avant des véhicules, et toujours utilisé après perfectionnement, d'un appareil pour guider les fusées. Cette période de réflexion ayant été profitable à tous, en 1942 G.E. Archie de la Shell publia dans le "Journal of petroleum technology" un article, "The electrical resistivity logs, as an aid in determining some reservoirs characteristics" qui structure les bases de l'interprétation quantitative dont le principe avait été amorcé par Maurice Martin et all. de Schlumberger en 1938 (p. 14).

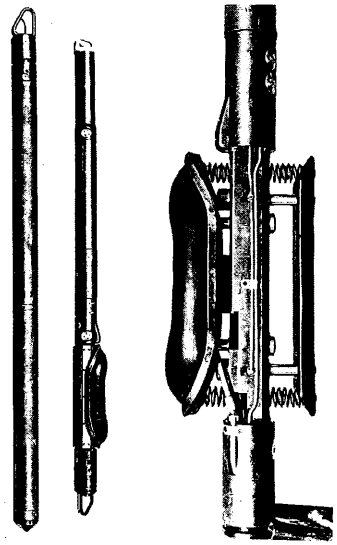
Cabine avec enregistreur photographique.

Le résultat de la réflexion et des études de la période de guerre, auquel s'ajoute les technologies qui y ont vu le jour, permet à Schlumberger, à partir de 1945, de faire des avancées décisives dans les domaines administratif, logistique et technique.

Les camions sont rénovés en vue de l'exécution et de l'enregistrement d'opérations auxilliaires (perforation à balles, échantillonnage de formation, température, pendagemétrie). Le treuil est modifié pour pouvoir accepter le câble en acier à six brins, gage de l'exécution d'enregistrements multiples. L'enregistreur photographique est remodelé et donne des diagraphies sous plusieurs échelles. On peut placer neuf galvanomètres dans le nouvel enregistreur (R9U). A partir de tout ce matériel, de nouvelles diagraphies de résistivité voient le jour : l'induction (1946), le latérolog à électrodes de garde (1947-49), le microlog (1948), le microlatérolog (1952), le Gamma-Ray-Neutron-GNAM (1952), et surtout le pendagemètre continu (C.D.M.) (1957).

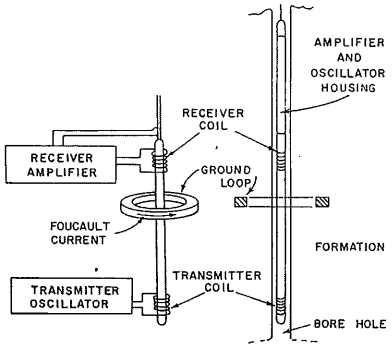


Le potéclinomètre donne l'azimut des axes et fait ressortir la déformation de l'ellipse en pendagemétrie.



Echantillonneur de formation.

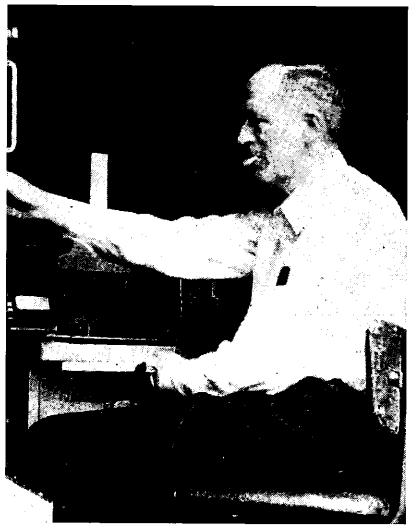
Les jalons des diagraphies modernes.
(1945 - 1957)



Principe du logging par induction.

De plein pied dans le modernisme. (1957 - 1997)

Les années de foisonnement (1957 - 1976)



Marcel Schlumberger
dans une cabine de camion.

C'est à partir de 1957 que l'électronique fait son entrée à tous les niveaux dans les diagraphies avec les circuits imprimés .

L'induction "6FF40" apparaît en 1957, suivie du "6FF-LL8" (Laterolog 8). Les premiers outils combinés apparaissent au début des années 70 avec la combinaison, Induction-Sonique.

L'évolution des résistivités conduit au double Laterolog (1968) puis SFL (log focalisé sphériquement), alors qu'une nouvelle génération de pendagemètre est apparue en 1966 (High Resolution Dipmeter - HDT).

Durant cette même période apparaissent les outils nucléaires. Le premier Neutron avait été réalisé par Lanes-Wells en 1950 sur le principe de détection des rayons gamma de capture, avec un compteur Geiger-Muller. En 1961 Schlumberger introduit le compteur à scintillations avec le Neutron GNT. L'évolution des outils neutrons a ensuite profité de l'évolution des dispositifs de détection avec les Neutron-Neutron épithermiques et les Neutron-Neutron thermiques. Dans la lignée de ces outils nucléaires, un outil de densité (non compensé) par détection des rayons gamma est introduit par Schlumberger en 1962. Cet outil est amélioré en 1964 avec l'outil de mesure compensée de la densité (FDC - Formation Density Log) qui en même temps ouvre la voie aux interprétations lithologiques par l'étude simultanée des diagrammes (Cross-plot) ; Neutron-Densité ; Neutron-Sonique ; Sonique-Densité. L'apparition à la même époque des générateurs de neutrons pulsés préfigure les futurs outils géochimiques des décennies 80 et 90 ; parallèlement la mesure de la résonnance magnétique nucléaire en forage est mise au point. Entre temps l'interprétation sur ordinateur a commencé en 1968. En cette même année Waxman et Smits de la Shell publient leur modèle d'interprétation basé sur la théorie de la capacité d'échange cationique.

Les diagraphies modernes.

L'espace contemporain (1976 - 1997)

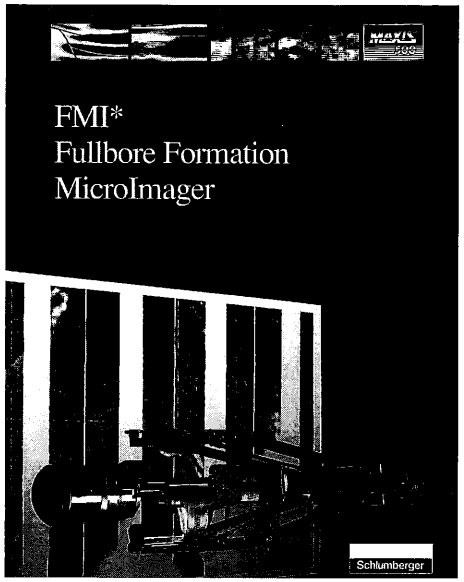
L'apparition en 1976 du premier camion muni d'un ordinateur facilite les acquisitions et le contrôle de qualité des données, et améliore leur calage en profondeur tout en permettant un stockage accru de celles-ci.

La première révolution liée à la continuelle avancée de l'électronique, est l'introduction à la fin de la décennie 70 des mesures en cours de forage — L.W.D. et M.W.D. — (Logging while drilling et Measure while Drilling). Ces mesures de résistivités, acoustiques ou nucléaires sont faites à l'aide de capteurs incorporés dans la garniture de forage, parfois juste au dessus du trépan. Leur intérêt majeur réside dans la possibilité de pilotage géologique, en temps réel durant le forage.

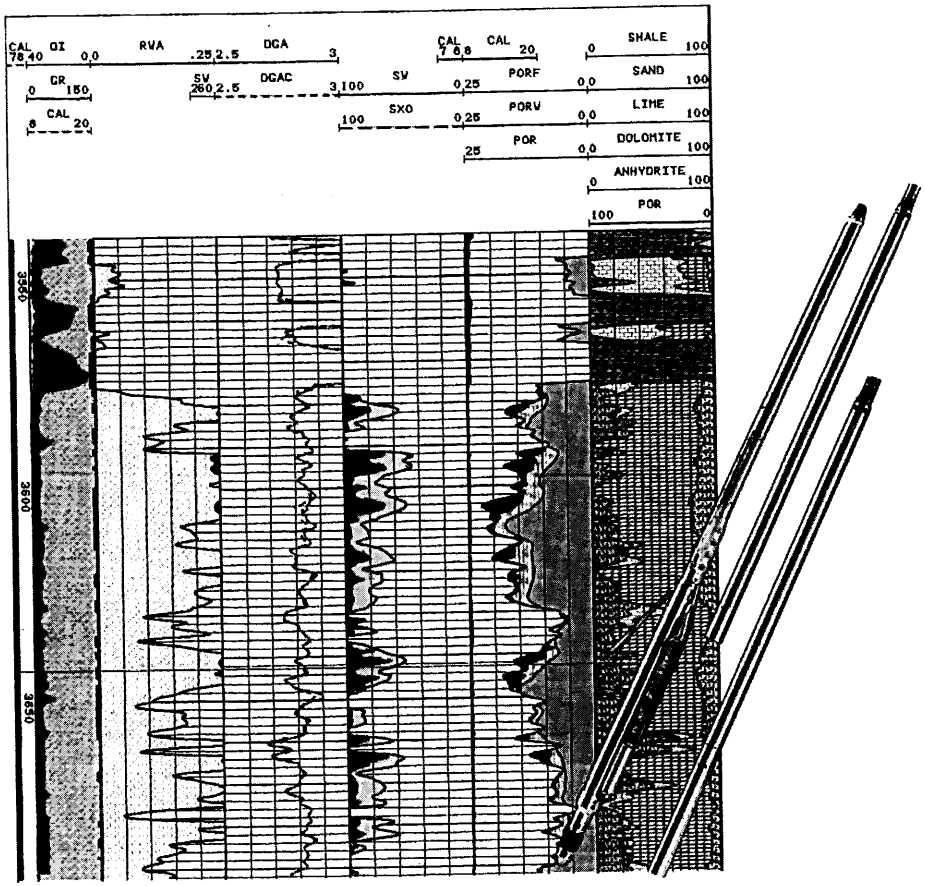
L'épanouissement de la technique neutronique, alliée aux avancées technologiques en matière de fabrication des composants électroniques et de nouveaux cristaux, correspond à la mise au point des outils géochimiques des années 1980, tel le Carbone Oxygène de Dresser Atlas, puis le GLT (Geochemical Logging Tool) de Schlumberger.

Pendant ce temps là, se prépare une évolution spectaculaire due à l'avancée des techniques télémétriques et informatiques concrétisée par les outils d'imagerie électrique et ultrasonique de paroi de puits. Cette augmentation possible de flux d'informations est à l'origine des enregistrements multi-récepteurs des outils acoustiques et d'induction qui donnent une image en profondeur des formations. On notera que la profondeur d'investigation des outils progresse énormément, en même temps que leur pouvoir de résolution verticale.

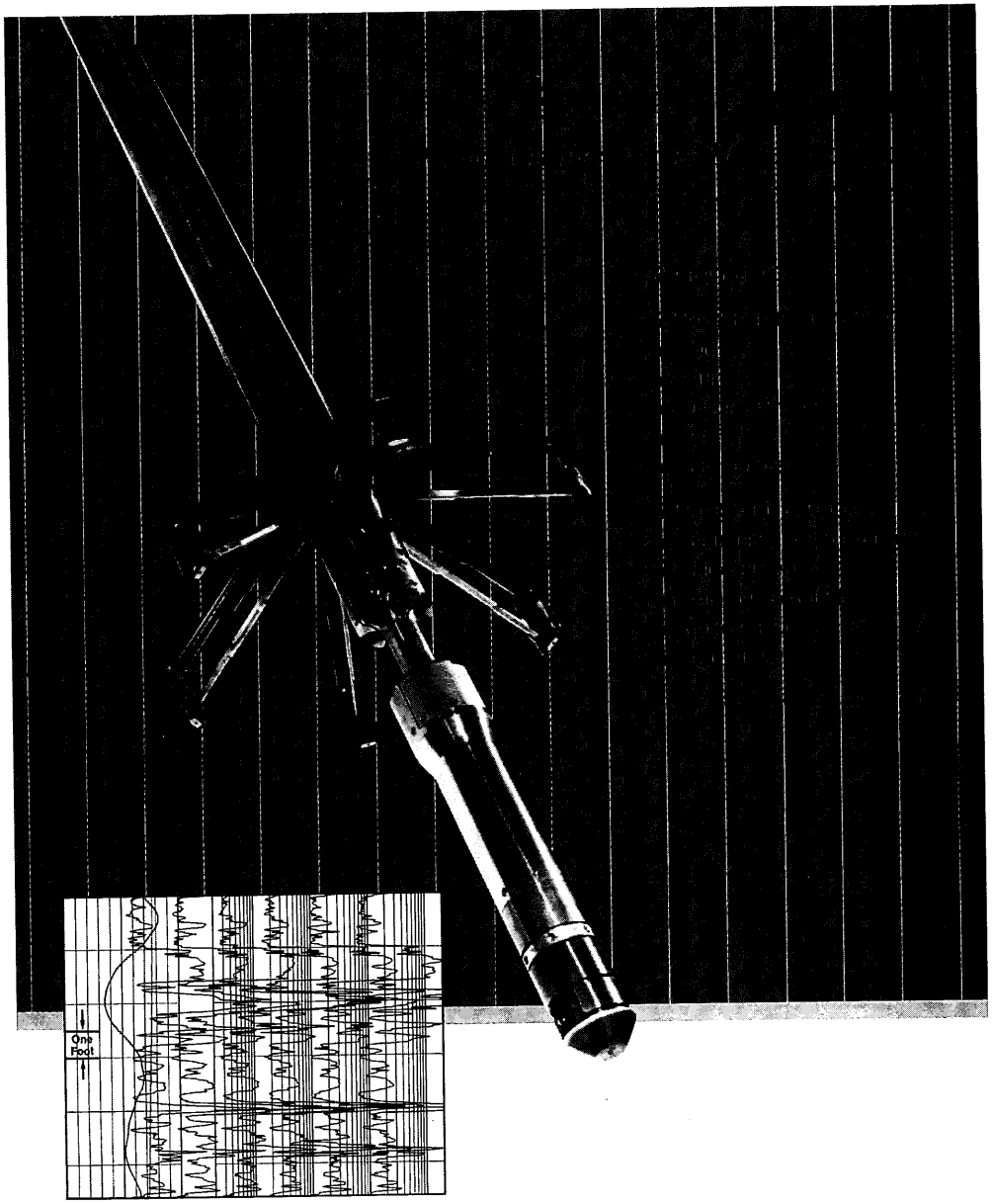
À la croisée de toutes ces évolutions le retour en force de la résonnance magnétique nucléaire, avec les outils NMR de Numar et CMR de Schlumberger, annonce-t-il aujourd'hui la révolution du début du XXIème siècle en matière de caractérisation diagraphique des formations ?



L'évolution des diagraphies dans les autres sociétés.



Complex Reservoir Analysis (CRA℠) de Western Atlas



Pendagemètre à six patins de Halliburton.

Bibliographie.

• "Schlumberger : histoire d'une technique" Louis Allaud et Maurice Martin - Berger Levrault 1976.
• "La boîte magique" Anne Grüner Schlumberger - Fayard 1977.
• Documents du musée Schlumberger du Château de Crêvecœur-en-Auge (Calvados).
• Extraits des Journeaux de la PROS, aimablement communiqués par C. Boyeldieu. Monsieur Claude Boyeldieu a recueilli le témoignage de Monsieur René Jost qui figure dans le texte.
• Nombreux documents Schlumberger : "Principles", plaquettes des nouveaux outils, etc.
• Documents Western Atlas.
• Documents Halliburton.

Sur le Web :
• Schlumberger : the story of a technique.
http://www.schlumberger.com/oilf/history/1878 html
• Western Atlas. Logging Services.
http://www.waii.com/WAIL_WAI.S/about/CNT/hist_12h html
• Halliburton.
http://www.Halliburton.com

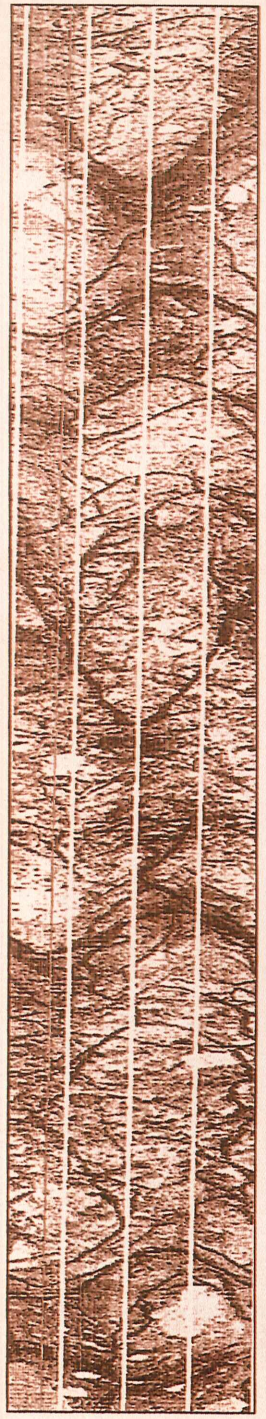
Nos conversations avec les "anciens" de Schlumberger dans les années 60.
Nos conversations plus récentes avec C. Boyeldieu.
Les photos et schémas sont de Schlumberger, Western Atlas et Halliburton.

Réalisé dans le cadre de la SAID par H. Monrose, ingénieur BEICIP-FRANLAB.
S. Boyer professeur de diagraphies à l'E.N.S.P.M. a participé à la rédaction et a exercé son regard critique.

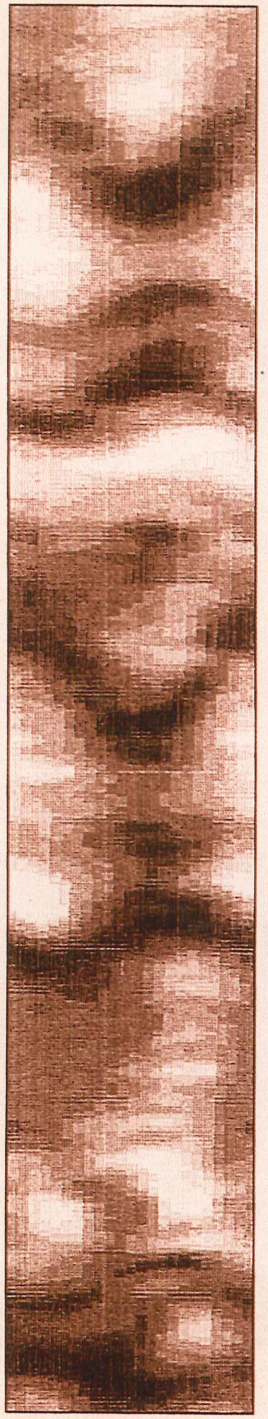
Durant le 36ème Symposium Mondial de la SPWLA (Society of Professional Well Log Analysts) à Paris en juin 1995, la Médaille de Pionnier du Logging attribuée à Conrad et Marcel Schlumberger est remise à Madame Sylvie Boissonnas Schlumberger, fille de Conrad, et à Monsieur Nicolas Seydoux (hors photo) petit fils de Marcel.

Madame Sylvie Boissonnas Schlumberger remerciant les "Log Analysts" du monde entier réunis en congrès à Paris (en juin 1995).

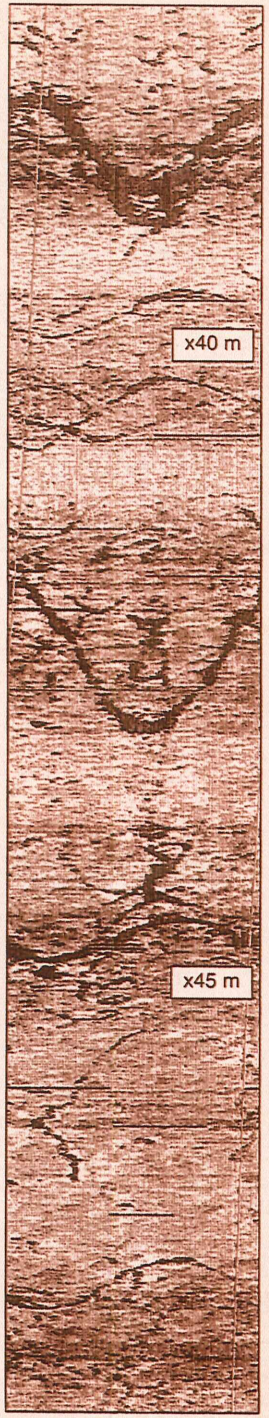
FMI



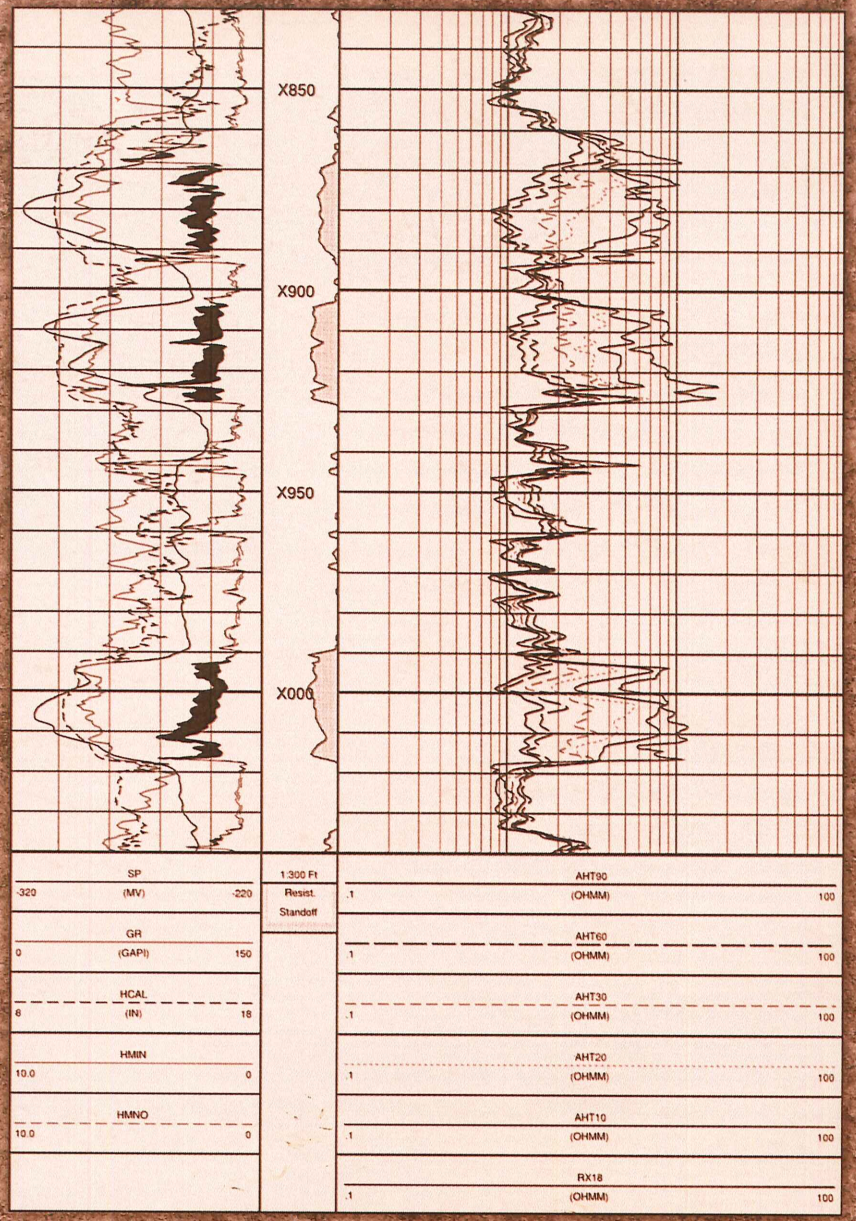
ARI image



UBI amplitude



Zone Perméable



Imagerie de Puits et Diagraphies de Schlumberger

Véronique Lafargue - 01 69 11 12 85