

Pièce annexe au Procès-Verbal
de la réunion du 15 Avril 1931 de la
SECTION D'HYDROLOGIE SCIENTIFIQUE
- * - * - * - * - * - * -

EXTRAIT du PROCÈS-VERBAL de la SÉANCE
du 21 Mars 1931 de la
SOUS-COMMISSION COLONIALE
- * - * - * - * - * -

ORDRE DU JOUR : MISSION SAHARIENNE

Résultats obtenus par la Société Géophysique de Recherches Minières et la Société Aktiebolaget elektrick Malmletning Suédoise - Questions diverses soumises par M. HUBERT.

La séance est ouverte à 17 heures, au Ministère des Colonies.

.

M. DIENERT donne lecture du rapport ci-dessous sur le contrôle des expériences faites par les deux Sociétés précitées en octobre 1930 dans le Sud-Algérien :

Dans sa séance du 4 avril 1930, la Sous-Commission Coloniale a décidé d'accepter et de contrôler les expériences que la Société Française de Prospection Géophysique proposait de faire, à ses frais, en ALGERIE, pour démontrer ses méthodes appliquées aux recherches hydrologiques.

Par l'intermédiaire de M. le Président de la Section Française de Géodésie, Géophysique et d'Hydrologie et de M. CORNU, Directeur des Affaires Algériennes au Ministère de l'Intérieur, votre Sous-Commission a reçu une somme de 30.000 Frs destinée à payer les frais occasionnés par l'envoi d'une mission de contrôle en ALGERIE, Le programme de cette mission était le suivant :

La Société Française de Prospection Géophysique ferait des expériences dans un endroit, en ALGERIE, où il y a deux nappes aquifères superposées et déterminerait la profondeur et si possible l'importance de ces deux nappes.

La Commission de contrôle viendrait ensuite vérifier les résultats obtenus et s'assurer qu'ils correspondent bien à la présence de ces deux nappes.

A la suite de pourparlers avec M. SAVORNIN, Professeur de Géologie à ALGER, ce programme a été modifié comme suit :

La Société Française de Prospection Géophysique ferait des expériences dans la région des DAYAS qui présente un intérêt de premier ordre pour l'ALGERIE au point de vue hydrologique. Là, la nappe est profonde et il s'agit d'en déterminer la profondeur.

Avant l'arrivée de la Commission de Contrôle, les expériences se feraient en un point de cette région où existe déjà un puits en fonctionnement et où, par conséquent, on connaît la profondeur de la nappe.

D'autres expériences auront lieu à TOUGGOURT, où on déterminera les profondeurs des nappes aquifères superposées qui sont également connues par des puits artésiens.

La Commission de Contrôle devait arriver dans la première quinzaine d'octobre 1930, M. ROTHE ne pouvant s'absenter après le 15 de ce mois. Elle devait contrôler les résultats déjà obtenus par la Société Française de Prospection.

Lors de la réunion de STOCKHOLM, nous avons été mis en relation avec M. SUNDBERG, Directeur de l'Aktiebolaget Elektrick Malmletning, qui nous a déclaré ne pouvoir participer aux mêmes recherches que la Société Française s'était proposée de faire en ALGERIE. Cependant, au mois de septembre, lors de sa visite à Paris. M. SUNDBERG est venu nous voir et est revenu sur sa décision. Il nous a déclaré être prêt à faire des expériences sous le contrôle de notre Commission. J'ai accepté cette proposition et je me suis entremis avec les autorités algériennes pour que l'on facilite l'arrivée de la mission suédoise de prospection. Celle-ci, cependant, ne devait opérer qu'à TOUGGOURT, n'ayant pas le temps d'atteindre TILREMPY avant l'arrivée de votre Commission de Contrôle.

La Commission, composée de votre Président, de MM. ROTHE, HUBERT et LAURENT, se réunit à ALGER le 3 octobre dernier. Elle s'adjoignit M. SAVORNIN, Professeur de Géologie, dont les travaux hydrologiques en ALGERIE font autorité. Elle partit d'ALGER le 5 octobre au matin, après avoir reçu des autorités du Gouvernement Général de l'ALGERIE, et en particulier de M. le Gouverneur Général BORDE, l'accueil le plus sympathique et toutes facilités pour accomplir sa mission.

Elle arriva le soir à LAGHOUAT et le lendemain matin elle était rendue à TILREMPY, lieu des expériences dans les DAYAS.

La Société Française de Prospection n'était arrivée à TILREMPY que 3 jours avant votre Commission de Contrôle et n'avait pas encore procédé à des essais. Le programme n'avait donc pas été suivi et votre Commission n'avait donc encore rien à contrôler.

Dans l'impossibilité de rester un temps indéfini en ALGERIE, elle fut amenée à examiner les appareils et les méthodes de la

Société Française de Prospection, dont son Directeur, M. MAILLET, avait tenu à diriger lui-même les recherches.

Votre Commission de Contrôle assista aux premières expériences et n'eut pas de peine à reconnaître immédiatement que si les déterminations numériques étaient correctes, les interprétations étaient guidées surtout par les données hydrologiques résultant de la présence des deux puits de la Daya de TILREMPY.

Aussi votre Président, dès le 9 octobre, a proposé de modifier le programme et soumis ses directives aux Membres de votre Commission de Contrôle. Après discussion, le programme suivant fut arrêté et accepté par la Société Française de Prospection Géophysique :

1°- Chaque Société fera une première démonstration dans la Daya de TILREMPY des méthodes qu'elle compte utiliser.

2°- Puis elle fera une prospection dans la DAYA NECKRA à une profondeur aussi grande que possible, c'est-à-dire jusqu'aux limites de sensibilité de ses méthodes.

Le point de prospection auquel se rapporteront les renseignements à fournir sera défini de la manière suivante :

Trois arbres marqués à la hache et numérotés I, II, III forment les sommets d'un triangle dont les côtés sont :

$$\begin{aligned} \text{I} - \text{II} &= 46,80 \text{ m.} \\ \text{II} - \text{III} &= 30,15 \text{ m.} \\ \text{III} - \text{I} &= 37,75 \text{ m.} \end{aligned}$$

Le point de prospection a été marqué par un piquet de 4 % de diamètre environ, planté à des distances de ces arbres respectivement égales à :

$$18,09 \text{ m.} - 32,75 \text{ m.} - 20,13 \text{ m.}$$

3°- Elle terminera le programme en allant à GUERRARA faire une autre prospection. Celle-ci aura pour objet de reconnaître la présence de la nappe artésienne et l'albien qu'on se propose d'utiliser par un forage.

Le point de prospection auquel se rapporteront les renseignements à fournir sera pris au Nord de la piste d'automobiles de GHARDAIA, à une distance de 20 mètres de l'axe de cette piste, sur le méridien du puits à coupole qui se trouve sur l'Ouest du village. Ce point sera matériellement désigné sur le sol par un repère placé par la première Société qui opérera.

Il est bien entendu que les renseignements à fournir par chaque Société se rapportent à la verticale des deux points de

prospection ci-dessus désignés.

Chaque Société fera parvenir, à la fin de ses investigations, un rapport contenant :

- 1°- l'exposé détaillé des méthodes employées,
- 2°- les résultats obtenus.

Ces derniers comprendront :

- a - Pour chaque point étudié, une copie au net des carnets d'opérations, comportant, en outre de toutes les données numériques enregistrées et le détail des calculs, toutes indications utiles, notamment les jours et heures de chaque mesure, les conditions et observations particulières de chaque essai, etc ... Ils seront accompagnés, si possible, des données météorologiques de l'air et du sol se rapportant aux points étudiés pour les jours où les opérations auront été effectuées.
- b - Un plan des environs immédiats des points où l'on aura opéré, avec indication, sur ce plan, de l'emplacement des dispositifs utilisés.
- c - Une interprétation détaillée des résultats, en vue de la recherche ultérieure de l'eau aux points considérés.
- d - L'indication de la dépense nécessitée par une prospection hydrologique en ce qui concerne :
 - A) une région analogue à celle de la DAYA NECKRA.
 - B) une région analogue à celle de GUERRARA.

A cette occasion, chaque Société pourra envisager toute solution économique utile pouvant réduire les frais de prospection au minimum, en particulier lorsqu'il s'agira de travaux exécutés en série sur des surfaces étendues.

Quand la Commission sera en possession de ces renseignements - et de tous autres qu'elle se réserve le droit de réclamer à chaque intéressée - elle établira un premier rapport dans lequel elle fera connaître dans quelles conditions il y aura lieu de poursuivre la vérification des résultats obtenus.

M. MAILLET, auquel ce programme fut soumis, l'accepta avec empressement, en ajoutant qu'il était prêt, si les circonstances s'y prêtaient, à faire les essais supplémentaires de TOUGGOURT que la Commission de Contrôle n'avait pas cru devoir maintenir.

M. MAILLET fit cette proposition parce que, en juin dernier, lors d'un essai de prospection hydrologique dans la région de TOUGGOURT, il avait cru pouvoir déceler les deux nappes superposées qui sont captées dans cette localité. Il tenait, pour son instruction personnelle, à vérifier les résultats déjà obtenus et

à les contrôler. La Commission de Contrôle ne peut que prendre acte des excellentes dispositions de cette Société.

Mais il fallait faire venir à TILREMPT la Société Suédoise qui, arrivée deux jours après votre Commission, avait été dirigée sans délai sur TOUGGOURT par les autorités algériennes, grâce à l'obligeance des Officiers du Territoire du Sud dont le Chef, le Général MEYNIER, fut pour nous le plus utile des hauts fonctionnaires Algériens.

La Société Suédoise arriva à TILREMPT assez tôt pour que nous puissions voir les méthodes et appareils utilisés par cette Société. M. ROTHE devait embarquer le 13 octobre, les Suédois arrivèrent le 10 octobre et le programme indiqué plus haut leur fut soumis.

La Commission de Contrôle revint par TOUGGOURT où elle prit connaissance du lieu où la Société Française de Prospection Géophysique fit ses essais en juin. Un autre emplacement plus favorable pour des essais de ce genre fut indiqué à M. MAILLET qui l'accepta. Par la suite, il crut utile de recommencer ses premiers essais dans le champ d'aviation et ne donna pas suite au choix que la Commission de Contrôle avait fait.

La Commission de Contrôle a été en possession du rapport de la Société Française de Prospection officieusement le 29 janvier 1931 et officiellement le 27 février de la même année; celui de la Société Suédoise lui fut remis le 17 mars 1931. Ce sont les résultats des expériences de ces deux Sociétés qui nous sont soumis.

Pour résumer, nous voyons que la méthode sismique, d'après M. MAILLET, ne donne aucun renseignement intéressant au point de vue hydrologique.

La méthode des résistivités semble avoir les préférences de la Société Française de Prospection. Elle montre une anomalie vers 80 m. à la DAYA NECKRA que cette Société attribue à la présence du turonien, terrain où généralement, d'après M. SAVORNIN, on trouve l'eau.

La méthode des champs donne un résultat incertain parce que les formules théoriques ne s'appliquent pas.

Ce résultat est un peu contraire aux espérances de cette Société. Son Directeur, M. MAILLET, lors d'une séance antérieure, avait manifesté ses préférences pour cette méthode qui devait fournir de nombreuses coordonnées susceptibles de mieux situer la nappe souterraine.

A GUERRARA, il y a une nappe d'eau superficielle dans la ville. A l'extérieur, mais près du bord, elle disparaît. Près de là, existe un puits de plus de 50 mètres de profondeur, tari au moment des essais de la Société de Prospection. C'est près de ce point que

les Sociétés de Prospection devaient opérer.

Il y a une hétérogénéité assez grande dans les terrains de cette région et M. MAILLET a eu quelques difficultés d'interprétation. En tout cas, il estime à 375 mètres probablement dans l'étage albien la présence de l'eau souterraine.

A TOUGGOURT, la méthode sismique ne put être poussée faute d'explosifs en quantité suffisante. Elle eût, paraît-il, donné de très utiles renseignements. La méthode des conductibilités révéla la nappe des RANDEK à 30 mètres et les deux nappes qui existent à 80 mètres et à 120-130 mètres.

La Société Suédoise semble préférer la méthode des champs et prétend que la méthode de la résistivité lui a donné à NECKRA, là où elle a opéré, des résultats incertains. Pour cette Société, il y a à NECKRA une nappe aquifère vers 50 mètres et une superposition de nappe qui donnent une nappe résultante à 165 mètres.

Ces conclusions résultent de méthodes diverses d'interprétation des résultats.

La Société Suédoise n'a pas complètement rempli le programme qui lui a été remis et n'a fourni aucun rapport sur la recherche d'eau à GUERRARA, contrairement à ce que nous a écrit M. SUNDBERG le 16 mars dernier.

Aujourd'hui, il s'agit de prendre connaissance des résultats de ces Sociétés et de voir s'il y a lieu de leur demander quelques renseignements complémentaires.

Dans une autre séance, nous examinerons la conséquence des résultats de ces travaux, en particulier, si vous le voulez bien, je vous soumettrai un rapport à transmettre au Gouvernement Général de l'ALGERIE, en lui indiquant dans quelles conditions votre Commission d'Hydrologie Coloniale désirerait voir creuser les puits et forages destinés à contrôler les résultats de ces Sociétés que nous lui ferons parvenir en même temps.

Après lecture de ce rapport, M. ROTHE commente comme suit les comptes-rendus des travaux des deux Sociétés :

Le rapport de la Société Française contient un exposé bien fait des différentes méthodes géophysiques, une bibliographie intéressante relatant les mesures et travaux publics à l'étranger sur cette question. La Société Géophysique, que la Commission a vu travailler, est assurément parmi les Sociétés Françaises une des plus qualifiées actuellement par la valeur de son matériel et l'autorité de son personnel, en particulier celle de M. MAILLET, son Directeur, dont la culture scientifique est remarquable.

Parmi les différentes méthodes préconisées par les deux So-

ciétés, la méthode du champ magnétique lui paraît être une des plus importantes. Les Suédois l'ont mise au point. On peut même dire qu'ils l'ont standardisée, au point qu'ils peuvent indiquer l'horaire exact de la recherche. Ils ont une règle de conduite fixée à l'avance, évitant les tâtonnements. La Société Française, dans son exposé théorique, a décrit les avantages de la méthode; malheureusement des malfaçons au cadre récepteur ont nui à son utilisation pratique, si bien que la Société Géophysique semble, dans le chapitre des résultats, s'appuyer davantage sur la méthode des résistivités et la préconiser.

M. ROTHE ne croit pas, pour sa part, qu'il faille attacher une importance excessive aux discussions sur l'application de telle ou telle loi mathématique comme celle de Levi-Civita. Les conditions naturelles sont si éloignées des données du problème théorique, que l'on doit s'en tenir, au point de vue des applications pratiques, aux principes généraux. En tout état de cause, le problème se pose de la manière suivante :

Au-dessous du sol, se trouve, parallèlement à la surface, une couche plan parallèle indéfinie dont la conductibilité spécifique multipliée par l'épaisseur d , ne doit pas dépasser une certaine valeur. Au-dessus de cette couche, s'étagent des formations supposées isolantes. Si l'épaisseur d est faible par rapport à la profondeur h , on peut admettre la couche remplacée par une plaque d'épaisseur d et de conductibilité $\sigma = \frac{1}{h}d$.

Si on suppose maintenant un circuit à la surface du sol, il induit des courants dans la plaque. Ces courants secondaires contribuent à la formation d'un champ magnétique résultant à la surface. C'est à ce but que tendent les travaux de Levi Civita, Abraham, Bauer, etc ...

Il faut remarquer tout d'abord que l'intensité du courant d'induction est proportionnelle à la fréquence. Il semble que l'utilisation de l'énergie sera d'autant meilleure que la fréquence sera plus élevée. Mais il y a des limites à observer.

L'absorption des ondes par l'humidité du sol est si grande que l'énergie pénétrant dans le sol est notablement réduite. Il est bon de demeurer dans les limites moyennes de fréquence de telle manière que les couches à étudier soient comprises dans la première longueur d'onde où il n'y a pas encore d'absorption importante de l'énergie. L'emploi du téléphone limite d'ailleurs la fréquence. On constitue donc une sorte de transformateur dont la bobine constitue le primaire et dont le secondaire est la couche conductrice du sol.

Il y a ainsi à la surface deux champs : 1°- celui que produit le courant primaire; 2°- celui du courant secondaire dans la couche soupçonnée.

M. ROTHE estime qu'au fond les deux méthodes : suédoise et

française, sont identiques. Le principe n'en saurait varier. En quoi elles diffèrent, c'est dans la manière de mesurer le champ quantitativement. Au point de vue qualitatif, l'exploration du champ par cadre est sensiblement la même : elle utilise le cadre récepteur. Verticalement, celui-ci n'accuse pas le champ primaire.

Par contre, pour la mesure quantitative du champ, il y a de nombreuses variantes. On peut comparer l'action en deux points : associer à un premier cadre un deuxième, identique ou à peu près, en opposition. Il faudra tourner le deuxième cadre d'un certain angle pour obtenir l'extinction.

On peut opposer à la force électromotrice d'induction du cadre récepteur, une autre force électromotrice alternative en dérivation ou sur le terrain même ou sur un circuit auxiliaire. La Société Française a prévu, à cet effet, un alternateur auxiliaire.

M ROTHE rappelle, comme il l'a dit précédemment, que le matériel et le personnel de cette dernière sont dignes de tout éloge. Il croit devoir, cependant, signaler, au profit de la Société Suédoise, qu'elle a systématisé son procédé par l'usage d'abaques où pour une distance donnée, 200 mètres par exemple, d'un des côtés du cadre émetteur supposé indéfini, on trouve les composantes du champ et des coefficients d'induction déterminés, pour une profondeur donnée, ou bien les valeurs des composantes pour un coefficient d'induction donnée et les différentes profondeurs. Cette utilisation répandue dans toutes les publications de la Société montre combien la méthode est standardisée.

Pour TILREMPT, les deux Sociétés donnent des résultats concordants. La Société Suédoise indique, à l'aide de ses investigations électromagnétiques, un bon conducteur à 60 mètres de profondeur, un second de conductibilité aussi satisfaisante à 168 mètres. La Société Française, par sa méthode des résistivités, a fixé la profondeur de la nappe à 78 ± 6 m., ce dernier chiffre figurant la puissance des argiles superficielles.

Comme l'a indiqué le PRESIDENT, la présence de 2 puits exploités au Nord et au Sud de la Dayet de TILREMPT - puits dont les plans d'eau sont à 60 et 75 mètres de profondeur - ayant pu influencer les expérimentateurs, le champ d'investigations fut porté à la DAYET NECKRA à 15 Km dans l'Ouest de TILREMPT où aucun repère relatif à la présence de nappe souterraine n'était connu.

Ici, on a enregistré une contradiction évidente : les techniques de la Société Suédoise ont indiqué des conducteurs à 50 mètres de profondeur correspondant à une nappe et des conducteurs à 165 mètres, résultantes probables de plusieurs conducteurs, c'est-à-dire de plusieurs couches aquifères. La Société Française, par la méthode des résistivités, confirmée par celle des champs magnétiques, a fixé la profondeur de la nappe à $90^m \pm 9$ mètres.