

TP : SONDAGE ÉLECTRIQUE

Master 1 : Dynamique Terrestre et Risques Naturels

HOSTE COLOMER Roser
MOUTOU Caroline

Novembre 2011

PLAN

INTRODUCTION.....	3
I - Principe et relevé de mesure.....	4
Le principe :	4
Tableau : Relevé de mesure de résistivité apparente, et $AB/2$	4
Traçage de courbe :	4
II- Traitement des données.....	5
Méthode avec abaque : calcul de la résistivité vraie et des épaisseurs.....	5
Détermination de h_1 et ρ_1	5
Calcul de ρ_2	5
Calcul de ρ_3	5
Calcul de h_2	5
CONCLUSION.....	6
Limites de l'abaque :	6
Limite du sondage électrique :	6
Représentation du sous-sol selon le sondage électrique :	6
Représentation du sous-sol selon le sondage sismique	6
Les limites des deux sondages.....	7
Synthèse.....	7
Fig.6 : Coupes synthétiques du sous-sol	8

INTRODUCTION

Un sondage électrique sur 160 mètres a été réalisé au Nord de Montpellier, sur le site La Valette, à proximité de la rivière : Rive de Lez (voir fig.1). Le but de ce sondage est de déterminer la **structure** et la **lithologie** du sous-sol en étudiant les **résistivités apparentes** selon la **profondeur**. Le dispositif mis en œuvre correspond à la technique de Schlumberger. Le sondage nécessite le paramétrage de l'appareil de mesure. Selon des distances déterminées $AB/2$ et $MN/2$ associé à l'injection d'un courant d'intensité noté I , on obtient les valeurs du coefficient de géométrie k , la résistivité apparente ρ_a , et le courant électrique en Volt (V). Remarquons que le terrain a été affecté par de fortes pluies avant d'effectuer les mesures. Un forage déjà établi indique la présence d'une nappe d'eau à 5 ou 6 mètres de profondeur par beau temps. Des études de terrains faites au préalable par des scientifiques renseignent sur la géologie de ce site : dépôts *Quaternaire* et alluvionnaires, une formation de calcaire très fracturé à 9 mètres datant du *Crétacé* et une couche de calcaire plus massif du Crétacé (le *Vallanginien*). En partant de nos résultats, on déterminera par la suite, la **résistivité vraie** et proposera une **nature des milieux**. D'abord relevons les mesures ensuite nous traiterons les résultats.

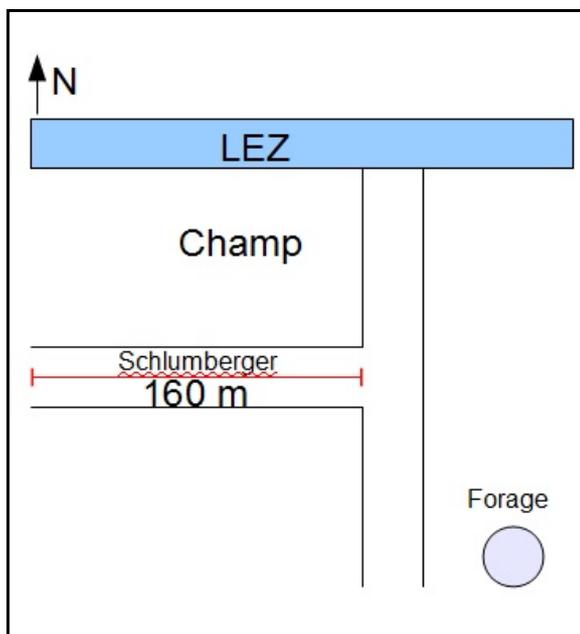


Fig.1 Localisation du sondage électrique

I - PRINCIPE ET RELEVÉ DE MESURE

Le principe :

On mesure une différence de potentiel et d'un courant entre deux électrodes AB implantées dans le sol afin de calculer la résistance apparente du terrain. L'injection du courant se fait en aux électrodes MN. Afin d'obtenir une plus grande profondeur d'investigation du courant on écarte les électrodes MN c'est : l'**embrayage**. En effet avec MN = 0,25 m le potentiel est trop petit (bruité) pour trouver de bonnes résistivité donc on a mesuré avec MN = 0,5 m.

Tableau : Relevé de mesure de résistivité apparente, et AB/2

• Pour MN/2 = 0.25

AB/2 (mètre)	Et pa (ohm/m)
0.5	17.56
1	21.2
1.5	23
2	25.66
2.5	26.35
3	27.74
4	28.38
5	28.79
7.5	29.97
10	32.2
12.5	34.4
15	37
17.5	39.8
20	42.46
25	47.51
30	50.89

Pour MN/2 = 0.5

AB/2 (mètre)	Et pa (ohm/m)
30	59.64
35	62.7
35	53.87
40	63.32
50	65.96
60	76.89
70	76.96
80	74.89

Traçage de courbe :

(courbes en annexes) : Fig. 2 Résistivité apparente en fonction de la distance AB/2

En partant des résistivités apparentes, déterminons les résistivités vraies à l'aide des abaques.

II- TRAITEMENT DES DONNÉES

Méthode avec abaque : calcul de la résistivité vraie et des épaisseurs

Courbe sur calque : Fig.3 Détermination graphique des résistivités vraies et épaisseurs

Reportons la courbe $f(x) = \rho a (AB/2)$ sur papier calque puis notons A l'origine de l'abaque « deux terrains ».

Détermination de h_1 et ρ_1

En déplaçant verticalement et horizontalement le calque, la courbe de l'abaque « deux terrains » qui correspondrait au mieux à notre courbe tracée serait d'indice $2 = \rho_2 / \rho_1$. Elle est notée sur le graphe en pointillée. Le projeté de A sur l'axe des x indique une épaisseur $h_1 = 0,25 \text{ m}$. Ainsi, le projeté de A sur l'axe $f(x)$ indique $\rho_1 = 13 \text{ ohm/m}$.

Calcul de ρ_2

$\rho_2 / \rho_1 = 2 \rightarrow \rho_2 = 2 \times \rho_1 = 2 \times 13$ Donc $\rho_2 = 26 \text{ ohm/m}$.

Calcul de ρ_3

A2 est le point de rupture entre la courbe théorique et celle tracée. La courbe théorique qui s'identifie au mieux à celle tracée serait d'indice $2,25 = \rho_3 / \rho_2$ sur l'abaque « lieu des croix à droite ». $\rho_3 = 26 \times 2,25$ Donc $\rho_3 = 58,5 \text{ ohm/m}$.

Calcul de h_2

En superposant A sur l'origine de l'abaque « lieu des croix à droite », le projeté de A2 sur l'axe est $h_2 / h_1 = 19$.

$h_2 = 19 \times h_1 = 19 \times 0,25$ Donc $h_2 = 4,75 \text{ m}$.

CONCLUSION

Limites de l'abaque :

- la précision

L'habileté à déterminer la courbe théorique ρ_x/ρ_y correspondant est différente selon l'expérimentateur.

Limite du sondage électrique :

Par le biais des trainées électriques, l'avantage est que l'on obtient une bonne résolution mais seulement pour profondeur d'investigation d'environ 25 m.

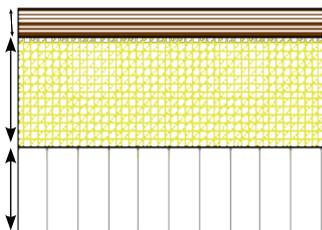
Donc c'est une méthode qui se limite à imaginer qu'une partie très superficielle de la Terre. Schlumberger permet mieux de voir les variations verticales.

Cependant en sismique, les ondes sismiques se propagent selon plusieurs kilomètres à l'intérieur de la Terre.

Représentation du sous-sol selon le sondage électrique :

Selon la méthode électrique, on peut déduire une structure et lithologie du sous-sol.

Fig. 4 : Schéma représentatif de la structure du sous-sol selon les résistivités du milieu



Le *sol* : $h_1 = 25\text{cm}$ et $\rho_1 = 13\text{ ohms/m}$

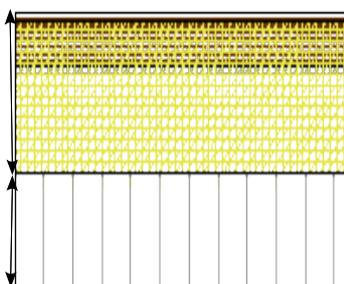
Les *alluvions* : $h_2 = 4,75\text{ m}$ et $\rho_2 = 26\text{ ohms/m}$

Le *calcaire* : $\rho_3 = 58,5\text{ ohms/m}$

Représentation du sous-sol selon le sondage sismique

En faisant référence à la méthode sismique, on peut caractériser le sous-sol de la façon suivante :

Fig. 5 : Schéma représentatif de la structure du sous-sol selon les vitesses d'ondes



Milieu 1 : *matériaux détritiques non cohésifs : le sol + alluvions*
 $V_1 = 314\text{m/s}$ et $h = 4,7\text{ m}$

Milieu 2 : *carbonate (calcaire) (sensé être à 9m)*
 $V_2 = 3054,53\text{ m/s}$ et h en théorie infini

Les limites des deux sondages

Le sondage électrique tire des informations sur la **structure** et la **lithologie** du sous-sol grâce à la résistivité tandis que la sismique tire des informations sur la **géométrie** des interfaces ainsi que la **lithologie** grâce aux vitesses des ondes. Mais en compilant les deux (électrique et sismique), ces méthodes se complètent et permettent d'avoir une meilleure estimation, image du sous-sol.

SYNTHÈSE

En tenant compte des informations du profil sismique, électrique et des scientifiques, on peut proposer les hypothèses suivantes:

Sachant que la teneur en eau du milieu influe sur la conductivité et notamment sur la résistivité d'une formation, alors la nappe d'eau peut influencer soit la formation de calcaire fracturée ou soit le milieu alluvionnaire. Il y a un fort changement de résistivité entre ρ_2 et ρ_3 . Donc on change de milieu. Ce serait le passage d'**Alluvions** au **Calcaire**. Ceci collerait avec les interprétations en sismique qui a été remarqué par le contraste des vitesses entre ces deux milieux.

En sismique, les vitesses dans le matériel non cohésif et les alluvions sont quasiment pareils $V_1 = 314,1 \text{ m/s}$.

En électrique, on distingue une première couche : une petite épaisseur (22cm) par rapport à la surface occupée sur la terrasse. Ayant vu le lieu où a été implanté les électrodes (dans de la terre), on peut dire que pour la couche 1 il s'agit d'une épaisseur de **sol**.

La nappe étant selon les conditions météorologiques, à 5 ou 6 m aurait subi une augmentation du niveau est serait détecté à environ **4,75m**.

Hypothèse 1) Le matériel de résistivité ρ_3 peut très bien inclure la présence d'eau dans un calcaire très fracturé.

On aurait d'abord la couche de **sol** de $\rho_1 = 13 \text{ ohms/m}$ d'épaisseur 25 cm, puis les **alluvions** jusqu'à 4,75 m où $\rho_2 = 26 \text{ ohms/m}$. Ensuite les **calcaires fracturés** mais présentant une **nappe d'eau** entre 4,75m et 9m et le calcaire fracturé seul mieux distinguable à 9m. La nappe d'eau et le calcaire fracturé à une résistivité $\rho_3 = 58,5 \text{ ohms/m}$.

Hypothèse 2) Ou deuxièmement, on aurait la couche de **sol**, puis des **alluvions** jusqu'à 9m des alluvions mais qui présenterait à 4,75m une **nappe d'eau**. cela resterait des alluvions mais qui serait fortement influencé par une nappe d'eau dont la résistivité est $\rho_2 = 26 \text{ ohms/m}$. Ensuite à 9m, on aurait le **calcaire fracturé** qui surmonte le **calcaire massif** situé à 14m.

Fig.6 : Coupes synthétiques du sous-sol

