

1. Introduction

La méthode des résistivités électriques permet de comprendre la structure du sous-sol grâce à l'étude des résistivités électriques des formations qui le composent. Ce but ne peut être atteint que si les trois conditions suivantes sont remplies :

- Les diverses formations lithologiques doivent être caractérisées par des résistivités nettement différentes ;
- Le courant électrique envoyé de la surface doit pénétrer en profondeur jusqu'aux objectifs à étudier ;
- Les perturbations apportées au cheminement du courant électrique par les hétérogénéités du sous-sol, doivent être mesurables à partir de la surface.

2. Résistivités caractéristiques de quelques formations géologiques

On rappelle que la conductivité électrique σ [S/m] est égale à l'inverse de la résistivité ρ [Ω .m]. Dans le sous-sol, la présence d'eau conditionne toujours la conductibilité électrique. Parfois celle-ci est favorisée par une accumulation de minéraux eux-mêmes conducteurs, tels que les nombreux sulfures, la magnétite, le graphite ou encore l'antracite. Cependant dans la plupart des il s'agit d'une conductibilité électrolytique.

La conductibilité du sous-sol dépend donc essentiellement de la quantité et de la qualité des eaux contenues dans les roches. A ces deux facteurs principaux on peut ajouter la « tortuosité » qui exprime le mode de communication entre les pores.

	Intervalles de valeurs	Valeurs les plus fréquentes
Argiles	5 à 10	10
Sables	50 à 400	60
Graviers	150 à 500	200
Schistes cristallins	100 à 10 000	3 000
Basaltes	10 à 50 000	3 000
Granites	100 à 50 000	5 000
Calcaires et dolomies	100 à 10 000	2 000
Eau de mer	< 0.2	
Eaux douces de surface et de sub-surface.	10 à 300	

Exemples de valeurs de résistivités, exprimées en Ω .m

Ces exemples appellent quelques remarques :

- Les grandes différences entre les résistivités observées pour un même type de roche s'expliquent en partie par une saturation incomplète (pour les sables et les graviers par exemple) ; par une fracturation plus ou moins intense ; par la présence d'argiles (dans les grès et les roches carbonatées) ; par les degrés d'altération plus ou moins poussés (pour les roches plutoniques et métamorphiques principalement) ;
- Malgré l'importance des variations observées et les chevauchements possibles, l'étude électrique appuyée sur le bon sens géologique apporte, dans bien des cas, des informations sans grande ambiguïté.

3. Mesure de la résistivité au laboratoire

Pour effectuer la mesure directe de la résistivité vraie d'une roche ou d'un minéral, il faut donner à l'échantillon une forme régulière, celle d'un cylindre, d'un cube ou d'une barre de section droite constante. La figure 1 représente un dispositif expérimental. La difficulté principale est de réaliser un bon contact électrique, spécialement aux électrodes de courant. On peut employer des feuilles d'étain ou des électrodes de mercure.

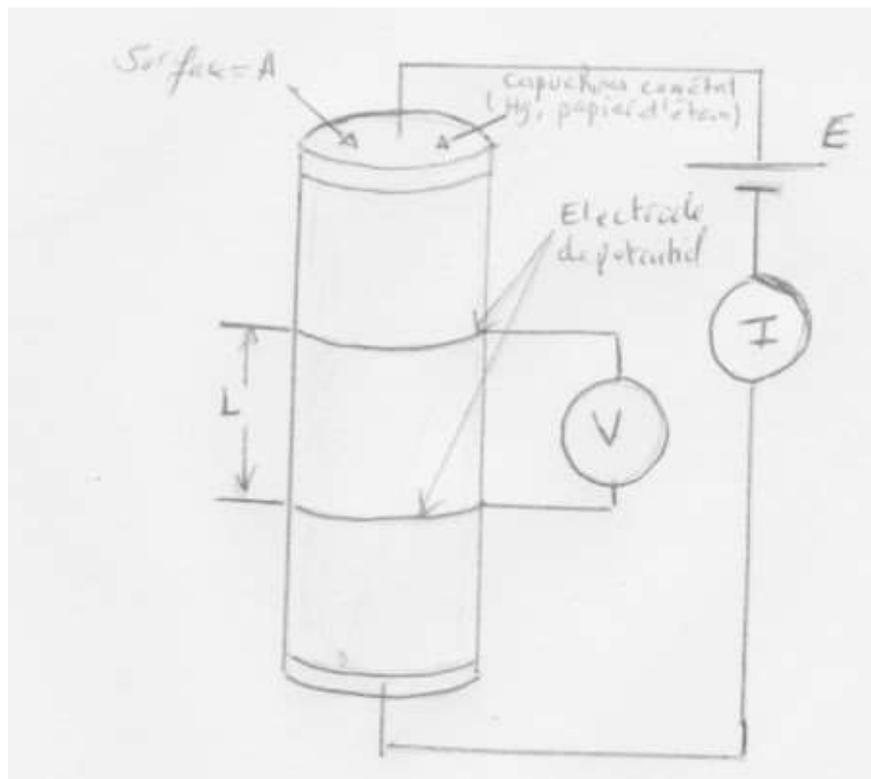


Figure 1: schéma simplifié d'un appareil mesurant la résistivité d'une carotte.

Avec le dispositif de la figure 1 : $\rho = (A \cdot V) / (L \cdot I)$

A : surface en m^2 .

V : différence de potentiel en V.

L : distance entre électrodes de potentiel en m.

I : intensité du courant électrique en A.

La source du courant électrique sera continue ou alternative.

Remarque : L'anisotropie électrique est mise en évidence par des mesures dans deux directions, pourvu que la forme de l'échantillon s'y prête.

3. Pénétration du courant électrique dans le sous-sol

L'allure des filets du courant électrique qui relient deux électrodes d'émission, A positive et B négative, placées à la surface d'un espace semi-infini homogène est illustré par la figure 2.

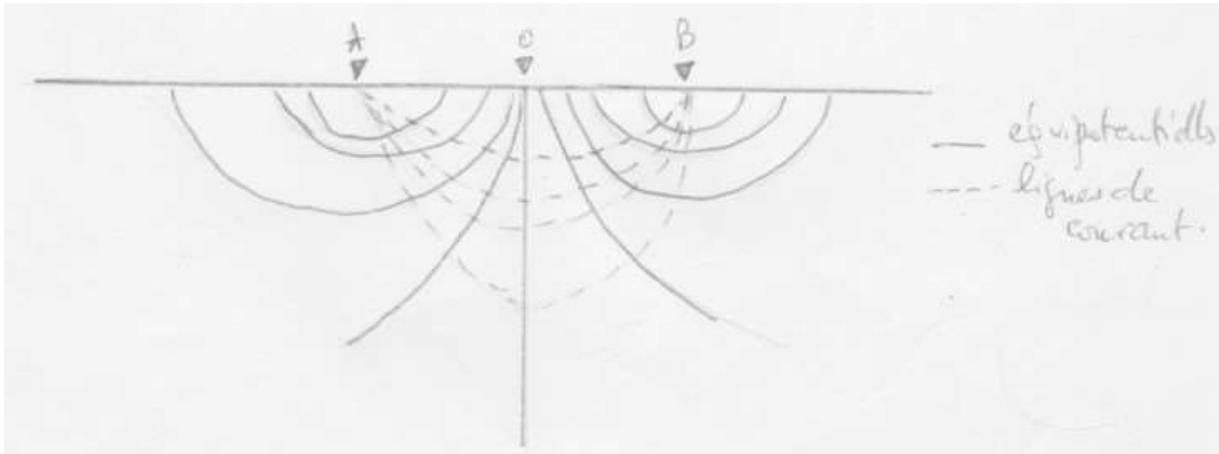


Figure 2: Répartition des filets du courant électrique et des équipotentielles dans le sous-sol.

On montre qu'au point O, à mi-distance entre les électrodes d'émission A et B, la densité du courant électrique vaut :

$$i_{xO} = \frac{4I}{\pi L^2}$$

I : intensité totale du courant électrique passant entre A et B ;

L : distance AB.

Au-dessous du point O, à une profondeur h, la densité du courant devient, pour un terrain homogène :

$$i_{xOh} = \frac{I}{2\pi} \frac{L}{\left(h^2 + \frac{L^2}{4}\right)^{\frac{3}{2}}}$$

La décroissance de la densité du courant électrique avec la profondeur, au-dessous du point O, est illustrée par la figure 3 :

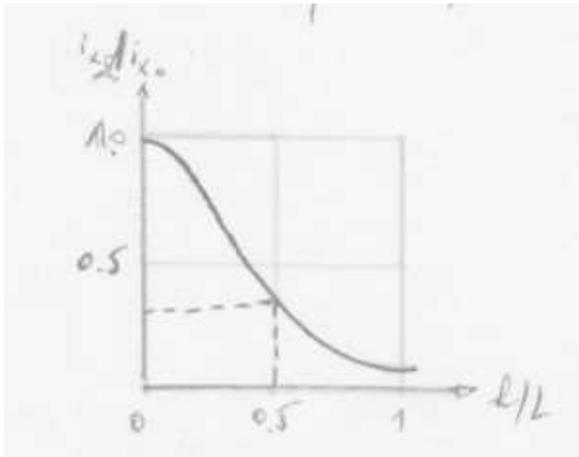


Figure 3: Décroissance de la densité du courant électrique sous le point O (milieu de AB).

Ce graphique montre qu'à une profondeur $h = AB / 2$, la densité du courant électrique se montre encore aux 38 % de la densité en surface ; pour $h = AB$ elle tombe à environ 9 % de cette valeur.

Ces chiffres permettent d'apprécier dans quelle mesure le courant émis en surface par deux électrodes ponctuelles pénètre dans le sous-sol.