

## Annexe B

### Principe de la tomographie électrique

Le principe de la prospection électrique est d'injecter dans le sol un courant électrique d'intensité  $I$  entre deux électrodes A et B et de mesurer la différence de potentiel  $\Delta V$  induite entre une autre paire d'électrodes M et N (figure B.1).

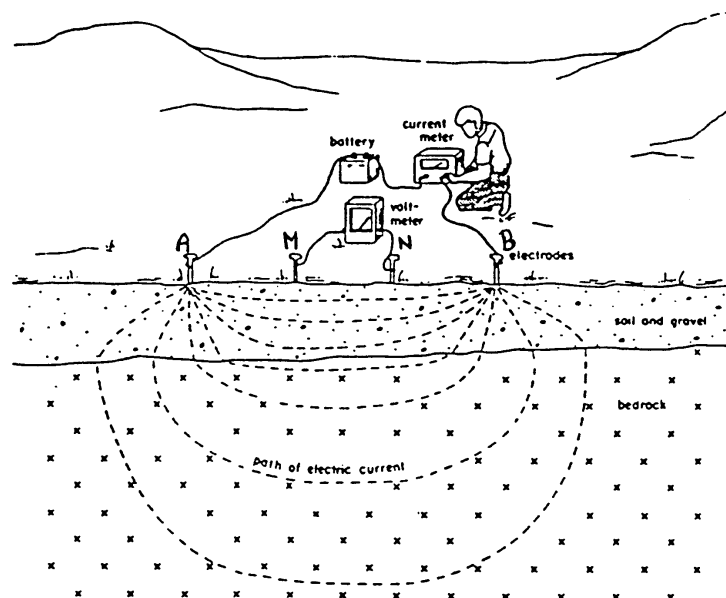


Figure B.1 : Dispositif d'électrodes pour la prospection électrique

A partir de la valeur du courant injecté  $I$ , de la mesure de la différence de potentiel  $\Delta V$  et de l'écartement entre les différentes électrodes, on peut déterminer la **résistivité électrique apparente** du sous-sol sur base de la loi d'Ohm :

$$\rho_{app} = K \times \frac{\Delta V}{I} \quad (\text{B.1})$$

où  $K$  est un facteur dépendant de la géométrie du dispositif de mesure (figure B.2) :

$$K = 2\pi \times \left[ \frac{1}{r_{11}} - \frac{1}{r_{12}} - \frac{1}{r_{21}} + \frac{1}{r_{22}} \right]^{-1} \quad (\text{B.2})$$

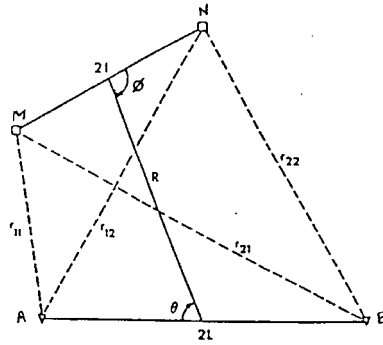


Figure B.2 : Disposition générale d'électrodes où  $A$  et  $B$  sont les électrodes de courant,  $M$  et  $N$ , les électrodes de potentiel ( $0 < \theta, \phi < \pi$ )

La résistivité apparente d'un terrain hétérogène correspond à la résistivité d'un terrain homogène qui, pour une configuration identique des électrodes et un même courant injecté, donnerait la même mesure  $\Delta V$ . Elle est fonction de la résistivité, de la géométrie des diverses couches et de la disposition des électrodes. Il existe plusieurs dispositifs d'électrodes utilisés en pratique : Schlumberger, Wenner, pôle-pôle, dipôle-dipôle, etc. La figure B.3 en présente quelques-uns.

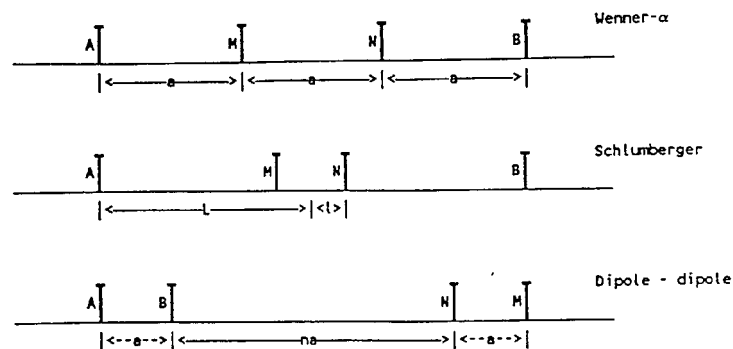


Figure B.3 : Dispositifs de mesure les plus couramment utilisés où  $A$  et  $B$  sont les électrodes de courant,  $M$  et  $N$ , les électrodes de potentiel

Le dispositif de mesure le plus fréquemment utilisé en tomographie électrique est le dispositif Wenner. Avec ce dispositif, les résistivités apparentes sont moins affectées par les

variations latérales superficielles. Pour ce dispositif, l'écartement entre électrodes est constant (distance  $a$ ) et les électrodes de courant entourent les électrodes de potentiel. L'équation (B.1) devient alors,

$$\rho_{app} = 2\pi a \times \frac{\Delta V}{I} \quad (B.3)$$

La tomographie électrique de surface permet d'obtenir une "image électrique" du sous-sol, c'est-à-dire une coupe de la résistivité en fonction de la profondeur en mesurant le profil de résistance pour différentes combinaisons d'électrodes de courant et de potentiel.

La première étape dans l'interprétation des données en tomographie électrique consiste à construire une **pseudo-section**. Celle-ci est obtenue en reportant la valeur de la résistivité apparente mesurée au centre du dispositif et à une profondeur dépendant de l'écartement entre les électrodes. Cette représentation conduit à une image pour laquelle les valeurs de résistivité et celles de profondeur ne sont pas correctes. La figure B.4 montre la construction de la pseudo-section pour un dispositif Wenner.

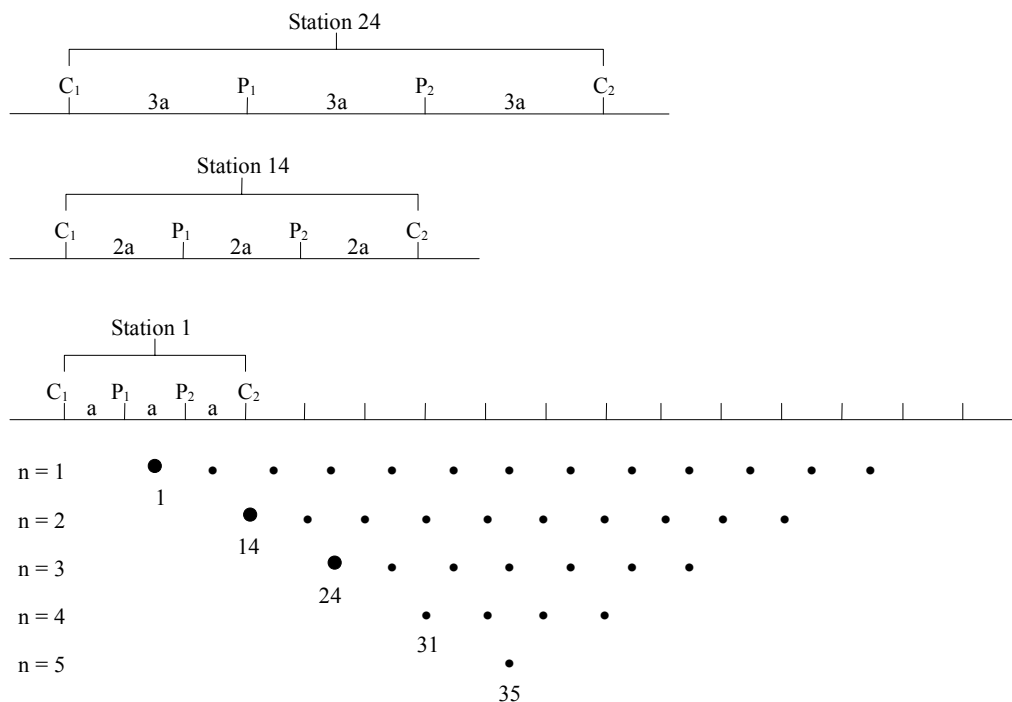


Figure B.4 : Principe de construction d'une pseudo-section [d'après BARKER, 1992]

Pour la configuration Wenner, la profondeur d'investigation est estimée égale à la moitié du plus grand écartement utilisé entre deux électrodes successives mais elle peut varier suivant la nature des terrains et leur résistivité. L'écartement entre électrodes détermine donc

la profondeur d'investigation ainsi que les résolutions horizontale et verticale. Par rapport aux autres configurations, le dispositif Wenner rend les structures plus facilement reconnaissables sur la pseudo-section.

Avec le matériel utilisé (ABEM : Electrode Selector ES464, Terrameter SAS300C), le dispositif est constitué de 4 câbles comportant 16 sorties espacées de maximum 5 mètres sur lesquelles se branchent les électrodes. Le dispositif compte donc 64 électrodes dont l'écartement maximum ( $AM=MN=NB=a$ ) est égal à 20 fois l'espacement minimum. Par conséquent, la profondeur d'investigation maximale est de 10 fois l'espacement minimum, soit de 50 mètres si les électrodes sont espacées de 5 mètres. La longueur maximale d'un profil simple est égale à 63 fois l'espacement minimal mais peut être prolongée en répétant les mesures après déplacement d'un des câbles.

Afin d'obtenir une image quantitative représentant les variations de résistivité réelle (et non apparente) en fonction de la vraie profondeur, il est nécessaire d'**inverser** la pseudo-section. Cette inversion des données est réalisée suivant un processus itératif qui tente de minimiser l'écart entre la pseudo-section mesurée et une pseudo-section recalculée à partir d'un modèle de résistivité électrique. Ce modèle est modifié à chaque itération jusqu'à ce que les données mesurées et calculées atteignent une concordance acceptable ou jusqu'à ce qu'aucune nouvelle amélioration ne soit possible. Ce processus d'inversion est semblable aux méthodes utilisées en hydrogéologie pour résoudre le problème inverse (voir chapitre 2).

Il convient d'ajouter que la tomographie électrique, comme toutes les techniques géoélectriques, est affectée par les principes d'équivalence et de suppression :

- une couche conductrice mince située entre deux terrains résistifs n'est définie que par le rapport épaisseur/résistivité ;
- une couche résistante mince située entre deux terrains conducteurs n'est définie que par le rapport épaisseur/conductivité ;
- une couche, même épaisse, mais de résistivité intermédiaire entre les résistivités des couches qui l'encadrent, peut passer inaperçue.