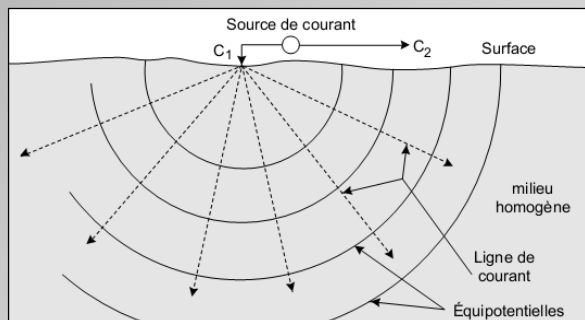


Principe

La prospection électrique consiste à injecter dans le sol un courant électrique connu (I , V) par 2 électrodes A et B (souvent piquets inox ou cuivre) et de mesurer une différence de potentiel entre 2 autres électrodes M et N).

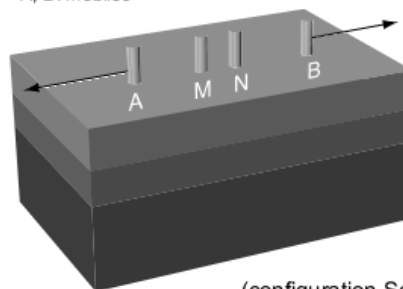


Potentiel généré par l'injection d'un courant électrique dans un demi-espace homogène et isotrope

Les lignes d'équipotentielles se propageant en profondeur et suivant la loi d'Ohm appliquée à un quadripôle AMNB, il est possible de calculer des résistivités apparentes pour des distances AB croissantes. Ces valeurs sont directement dépendantes d'un facteur géométrique lié à la configuration des électrodes sur le terrain.

Schéma de l'implantation d'un quadripôle

M, N: fixes
A, B: mobiles



(configuration Schlumberger)

Caractérisation de la chaîne de mesure utilisée par Arkogéos

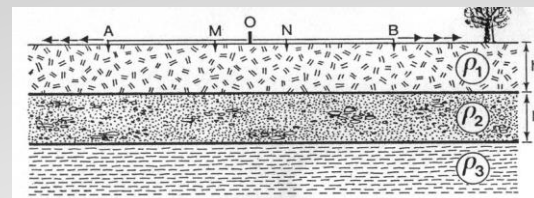
Elle est constituée :

- ✓ d'un résistivimètre de type SYSCAL R1+ de marque IRIS INSTRUMENT qui permet une correction automatique de la polarisation spontanée, accumulation automatique des mesures pour l'amélioration du rapport signal/bruit, affichage de messages d'erreur en cas de problèmes,
- ✓ d'électrodes et câbles électriques.



Sondage électrique

Les sondages électriques mis en œuvre sont généralement de type Schlumberger; i.e, on effectue une succession de mesures avec un dispositif d'émission AB de longueur croissante. A et B sont écartés progressivement de part et d'autre des électrodes de potentiel M et N du point central O. La profondeur d'investigation est non seulement liée à la longueur AB mais aussi à la configuration du sous-sol (structures et contrastes de résistivité entre les différentes unités).



L'interprétation des courbes est effectuée avec l'aide d'un logiciel d'interprétation (IX1Dv3, Interpex), programme d'inversion se basant sur un modèle tabulaire.

Le programme automatique laisse à l'interpréteur le choix du nombre de couches et permet un ajustement en faisant varier indifféremment l'épaisseur des couches ou leur résistivité.

On peut ainsi en déduire, à la verticale du centre du dispositif, la succession lithologique d'après la géologie locale. Les meilleurs ajustements ne permettent cependant pas de lever les indéterminations inhérentes à la méthode (lois d'équivalence).

Avantages

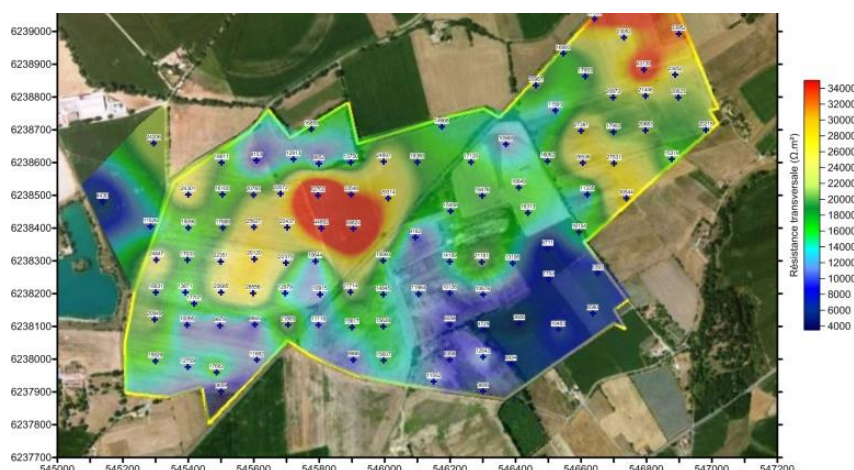
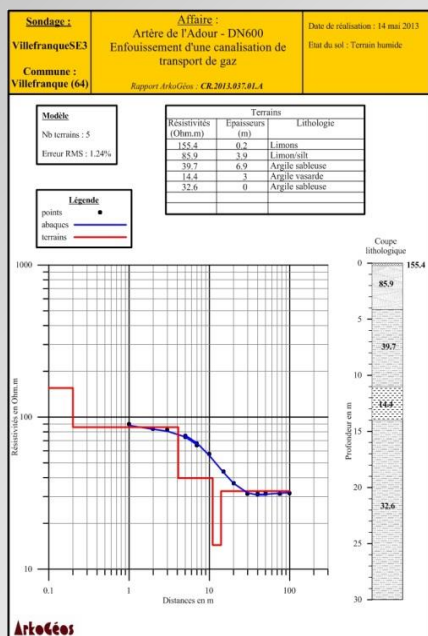
- Méthode facile à mettre en œuvre,
- Bien adaptée aux contextes sédimentaires

Inconvénients

- Nécessite un bon contact avec le sol
- Intègre un grand volume de terrain
- Nécessite des sondages d'étalonnage

Domaines d'application

- Carrières (recherche de matériaux, caractérisation de gisement...)
- Caractérisation de la géologie locale
- Sondages courts : informations sur la pédologie (études de corrosivité, prises de terre...)



Panneau électrique

Le panneau électrique consiste en une combinaison de sondages et de traînées électriques autorisant simultanément une exploration verticale et latérale.

Pratiquement, on dispose sur le sol un réseau rectiligne d'électrodes régulièrement espacées et on mesure systématiquement l'ensemble des quadripôles possibles. Les électrodes, dont le nombre varie entre 12 et 128, présentent un espacement régulier compris entre 1 et 5 m. Le réseau d'électrodes est piloté par un système de mesure, via un ordinateur, qui fait varier automatiquement la géométrie d'un quadripôle selon une séquence construite en fonction de la profondeur d'investigation souhaitée. Ce quadripôle comprend 2 électrodes d'injection de courant (intensité I connue) et 2 électrodes de mesure du potentiel V , induit dans le sol par l'injection de I .

Etapes d'une étude par panneaux électriques :

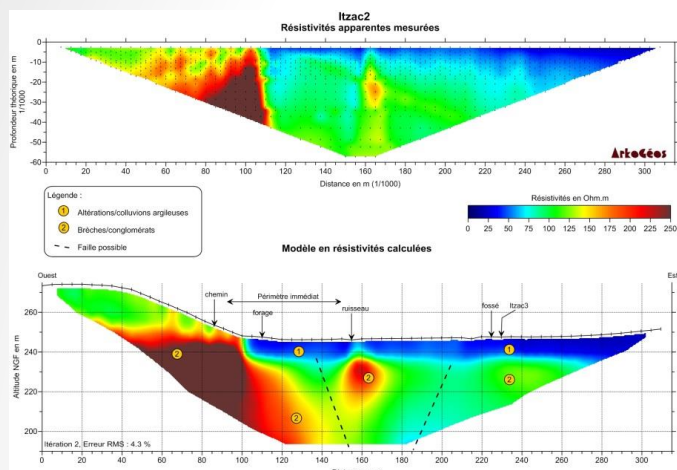
- Elaboration d'une séquence d'acquisition de type Wenner Schlumberger, Gradient Multiple, Pôle Dipôle etc... en fonction des données a priori et des cibles ;
- Acquisition de terrain (mesures, relevés de la topographie, géoréférencement...) ;
- Contrôle et filtrage des données par le logiciel X2IPI ;
- Inversion des données par RES2DINV de H. LOKE.

Le logiciel **RES2DINV de H. LOKE** permet d'inverser les données pour obtenir un panneau de résistivité « vraie » calculé. Par itération successive, le logiciel crée un modèle dont la réponse électrique doit se rapprocher le plus possible de la réponse obtenue sur site.

Les résultats se présentent sous la forme de pseudosections, coupes de résistivités, qui peuvent être rattachées à la géologie locale dès lors que des informations ou des sondages d'étalonnage sont présents.



Acquisition par panneaux électriques (Guyane Française)



Exemple de résultat d'un panneau électrique avec rattachement à la géologie locale

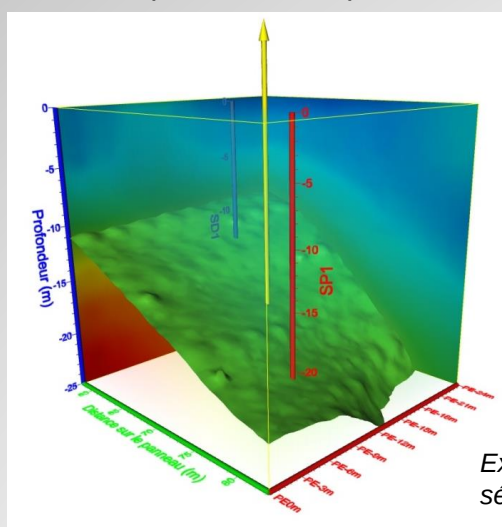
Panneau électrique 3D

Les panneaux électriques peuvent faire l'objet d'acquisition 3D.

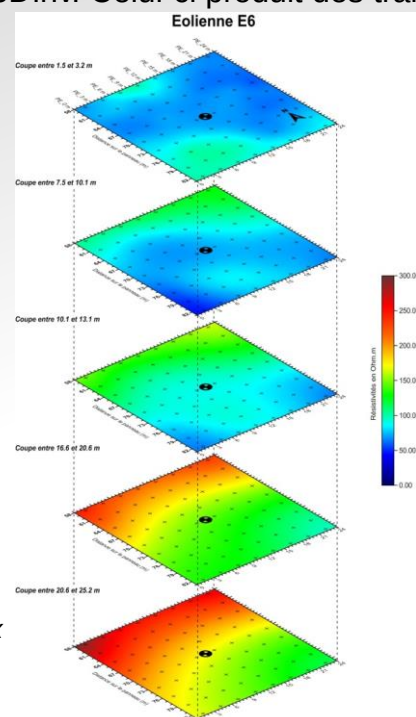
Le plus souvent et pour des raisons pratiques, l'acquisition se fait en mode 2D classique. Les dispositifs, parallèles entre eux, sont écartés les uns des autres de la valeur de l'écartement interélectrode.

Ces coupes séries sont alors interprétées en 3D par le logiciel Res3DInv. Celui-ci produit des tranches de terrain à différentes profondeurs.

Les informations issues de l'inversion sont ensuite exploitées par des logiciels de dessin et visualisation 3D de la suite logicielle Golden Software (Surfer, Voxler).



Exemple de rendus de panneaux séries interprétés en 3D



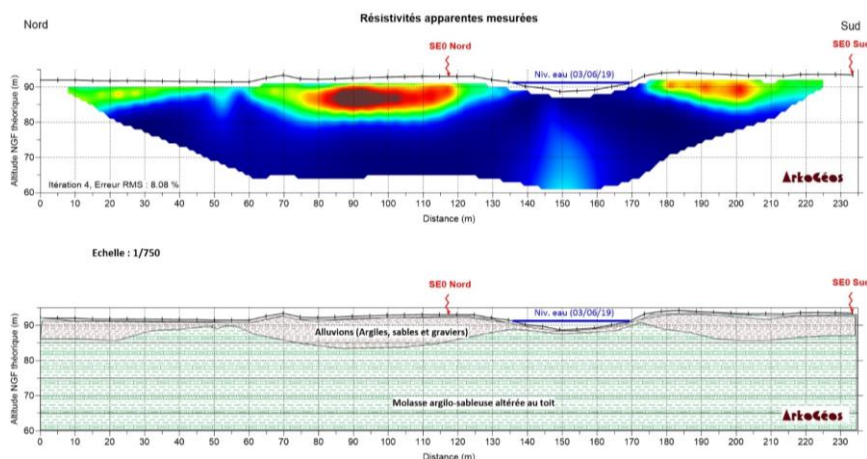
Panneau électrique aquatique

Les dispositifs sont positionnés en travers des cours d'eau lorsque les contraintes de terrain le permettent (navigation, courant, largeur du cours d'eau...) ou dans le sens du courant.

La technique la plus couramment utilisée est celle dite de la « flûte coulée » consistant à faire reposer le câble au fond du cours d'eau, l'eau faisant office de conducteur entre le câble et le terrain.

La mise à l'eau est effectuée grâce à une embarcation légère type Zodiac, l'alignement du dispositif étant contrôlé par des bouées attachées aux câbles.

L'inversion sur Rés2DInv doit prendre en compte la « couche d'eau » au dessus du câble. C'est pourquoi il est nécessaire de disposer de la bathymétrie du cours d'eau.

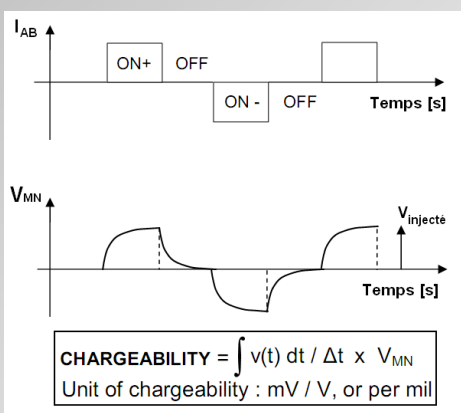


Polarisation Provoquée

La Polarisation Provoquée est une méthode complémentaire aux méthodes électriques qui a pour but d'affiner leur caractérisation en mesurant un paramètre supplémentaire : la Chargeabilité.

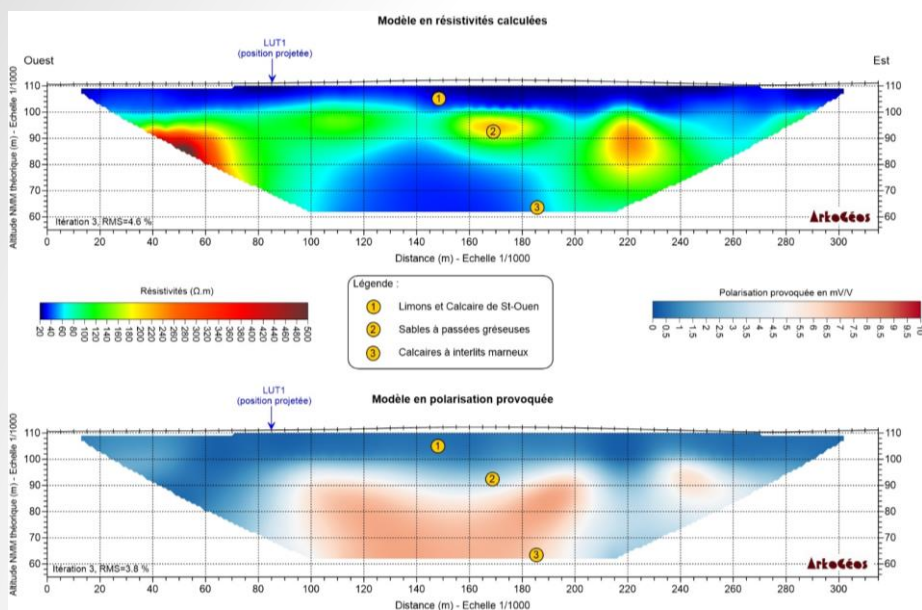
Ce paramètre additionnel offre une sensibilité spécifique aux pollutions industrielles (en particulier les NAPL) et aux massifs de déchets industriels ou ménagers enterrés. Cette méthode d'exploration est donc utilisée le plus souvent dans le cadre de recherche de terrains souillés en aval d'opérations de réhabilitation.

Principes de la mesure



La chargeabilité permet d'évaluer la capacité du sol à emmagasiner puis restituer un courant à la manière d'un condensateur. On mesure la chargeabilité en injectant un courant (I) en créneaux dans le sol à l'aide de deux d'électrodes (dipôle) d'injection tandis que la tension (V) dans le sol est mesurée par le biais d'un dipôle récepteur. Lors des coupures de courant entre chaque créneau, la décroissance de la tension au sein du sol est enregistrée. La chargeabilité se traduit alors comme étant l'intégrale de l'aire sous la courbe de décroissance enregistrée en fonction du temps, rapportée à la tension injectée. Elle est sans unité (mV/V ou %).

Cette valeur de chargeabilité est fonction de la quantité d'éléments perturbateurs de la porosité du sol ainsi que de la quantité d'éléments adsorbés à la surface des grains du sol. Dans ces classes d'éléments rentrent la plupart des composés polluants et les déchets enfouis. Les argiles présentent aussi des réponses anormales en chargeabilité mais d'intensité beaucoup plus faible.



Exemple de rendu de pseudosections en résistivité et en chargeabilité

Avantages

- Vision d'une coupe de résistivités et chargeabilité
- Permet de discriminer des formations polarisables

Inconvénients

- Nécessite un très bon couplage avec le sol
- Plus long à mettre en œuvre

Domaines d'application

- Pollution (massifs de déchets, terrains souillés...)
- Mines (filons, couches de houille...)



Polarisation Spontanée

Le sous-sol présente une polarisation naturelle ou spontanée (PS) qui peut être mesurée par une différence de potentiel entre deux points. Le plus souvent cette PS se forme par le biais de circulations de fluides. Ce gradient existe aussi dans des zones fortement minéralisées.

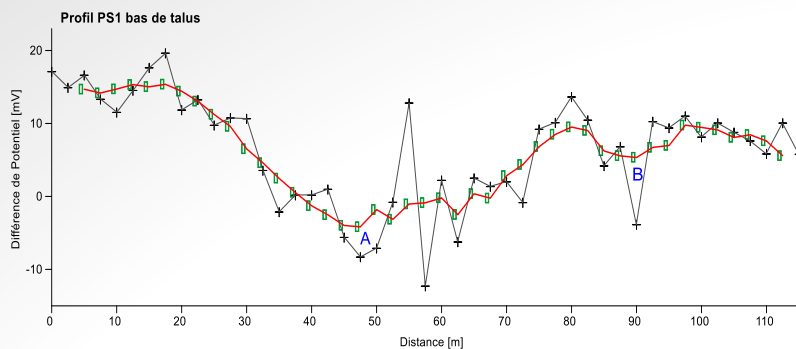
Principe de la mesure

La mesure est effectuée grâce à deux électrodes impolarisables, l'une fixe (dite de référence) l'autre mobile reliée par un voltmètre de forte impédance interne.

Les différences de potentiel mesurées sont de l'ordre de quelques mV à quelques dizaines de mV. Cette méthode reste d'une interprétation très délicate et est très sensible aux perturbations électriques générées par les activités naturelles et industrielles.

Domaines d'application

- Circulations de fluides
- Fuites de digues



Légende :

Mesures de Polarisation Spontanée (PS) :

- + Points de mesure (variations courte longueur d'onde)
- Moyenne mobile (variation grande longueur d'onde)
- A Zones anormales

Mise à la masse

Cette technique consiste à injecter un courant électrique directement dans la « masse » à étudier. Elle nécessite un point d'accès à la zone conductrice (filon minier par exemple). Une électrode d'injection est placée directement dans la zone conductrice et l'autre à l'infini.

La mesure de différence de potentiel est effectuée entre un point fixe et des points de la zone d'étude. La représentation des mesures est souvent cartographique, permettant d'avoir une idée de l'extension et de la continuité du corps conducteur dans lequel est placée l'électrode.

Domaines d'application

- Cartographie de panaches de pollution et de tous corps conducteurs dans un encaissant résistant