

9.6 Les sondages à plusieurs couches

Si le sous-sol est composé de trois couches de résistivité ρ_1 , ρ_2 , ρ_3 et d'épaisseur h_1 , h_2 il y a alors quatre combinaisons possibles (**Figure 14**):

Conducteur compris entre deux résistants, sondage de type H

Résistant compris entre deux conducteurs, sondage de type K

Résistivité qui augmente par palier, sondage de type A

Résistivité qui diminue par palier, sondage de type Q

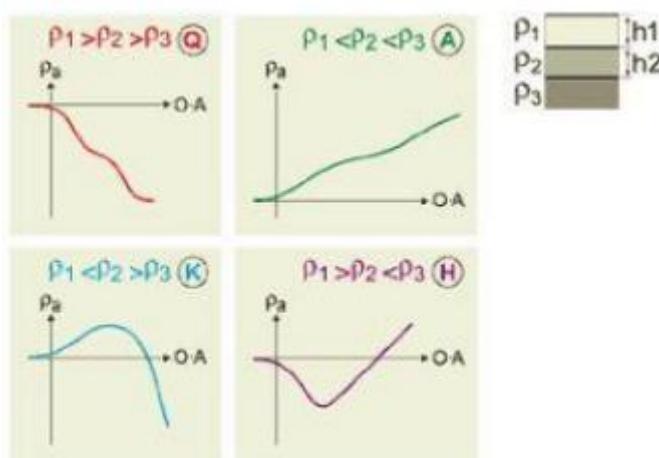
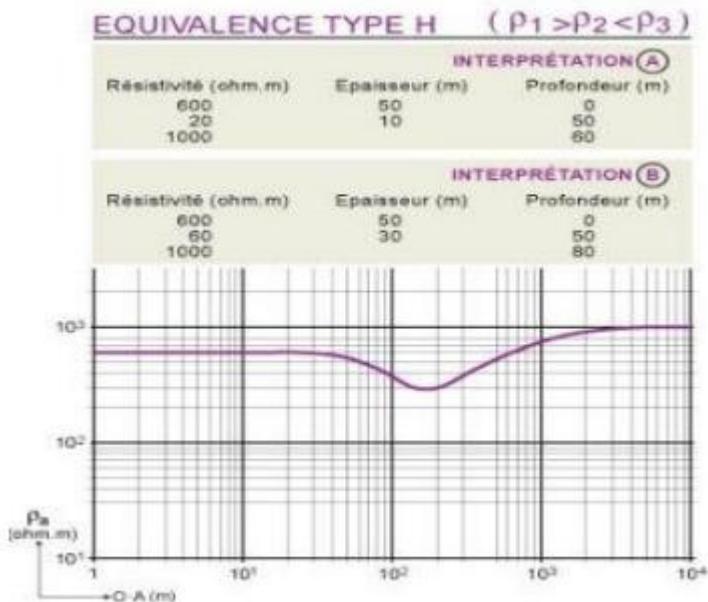


Fig.14 : Les quatre cas possible d'un sondage sur trois terrains

Après avoir déterminé à quel type de courbe correspond notre sondage nous allons interpréter ce sondage pour déterminer les résistivités et l'épaisseur des trois couches. Dans le cas de couches horizontales, infinies latéralement, on démontre qu'à une succession donnée de résistivités et d'épaisseurs correspond un seul diagramme de sondage électrique bien défini, malheureusement l'inverse n'est pas vrai. Une courbe de sondage électrique peut correspondre à des répartitions très différentes des résistivités et des épaisseurs, ce qui peut conduire à une indétermination. Il y a plurivocité d'interprétation. Cette indétermination se manifeste sous deux formes particulières qui ont reçu le nom de principe d'équivalence et principe de suppression.

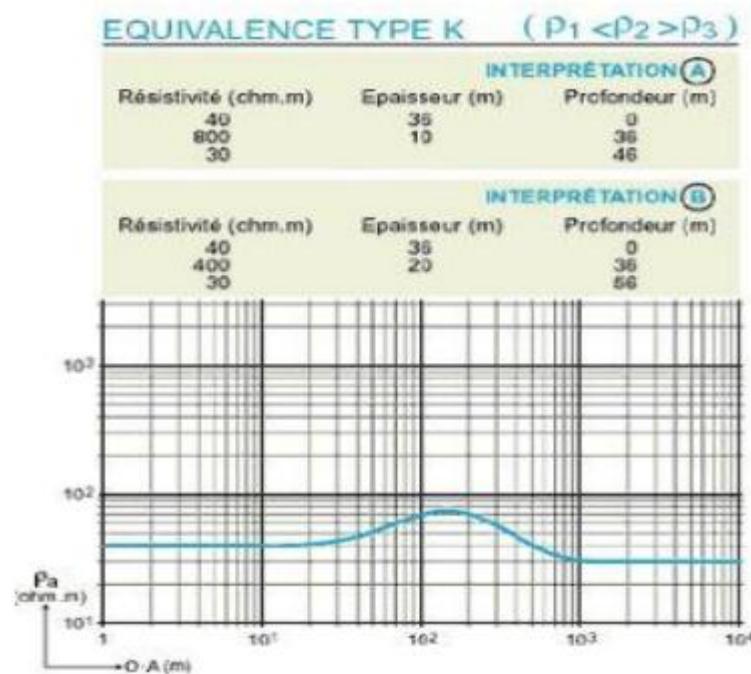
9.6.1 Le principe d'équivalence

Le principe d'équivalence concerne des couches dont la résistivité est soit inférieure soit supérieure à celle des deux terrains entre lesquels elles sont comprises, soit des sondages de type H et K.



Une couche conductrice comprise entre deux couches résistantes se fera connaître par sa conductance longitudinale, rapport de son épaisseur par sa résistivité (h/ρ) sondage de type H. Tant que le rapport reste le même, le sondage reste inchangé. Les limites de validité de ce principe dépendent des caractéristiques de l'ensemble des couches en présence.

Exemple d'équivalence pour un sondage de type H

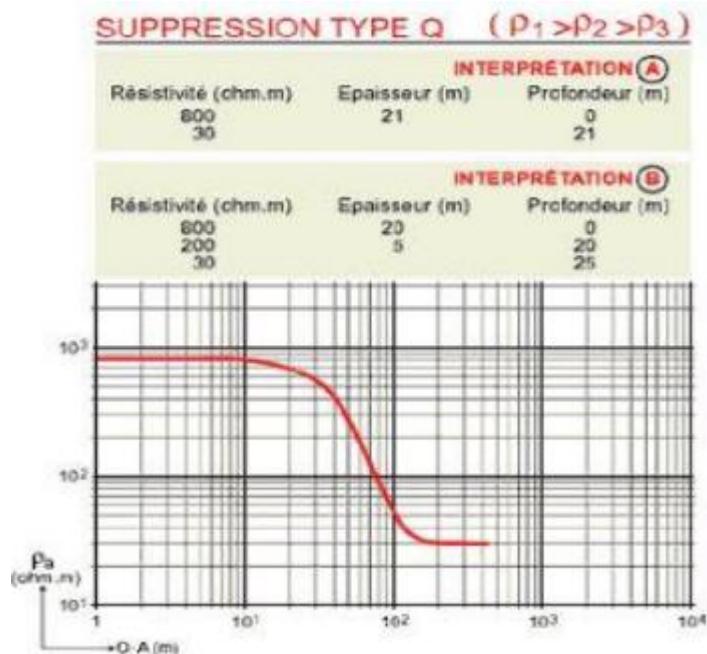
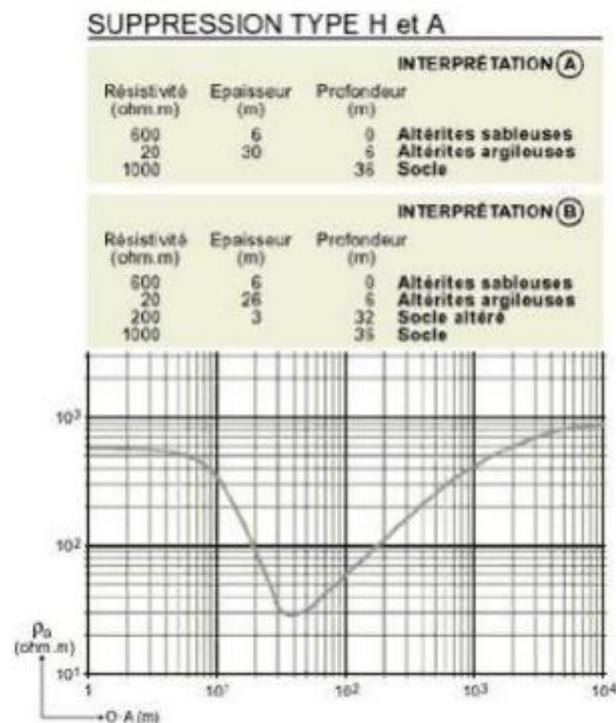


Prenons le cas d'un terrain résistant entre deux terrains plus conducteurs, sondage de type K. Le terrain 2 se manifestera par sa résistance transverse ($h^*\rho$), produit de sa résistivité par son épaisseur. Tant que ce produit reste constant et dans certaines limites, le sondage électrique reste inchangé.

Exemple d'équivalence pour un sondage de type K

9.6.2 Le principe de suppression

Le principe de suppression est également très important lors de l'interprétation des sondages électriques. Ce principe est relatif à des couches dont la résistivité est intermédiaire entre celle des couches encaissantes. De telles couches, tant qu'elles n'ont pas une épaisseur assez grande, ne modifient pas ou peu le diagramme de sondage électrique.

**Exemple de suppression pour un sondage de type Q****Exemple de suppression pour un sondage de type H et A**

9.6.3 Courbes LCD

L'interprétation des sondages électriques à trois terrains peut se faire à partir des abaques CH1 en appliquant le principe de réduction.

Un cas par exemple pourrait être une couche d'alluvions sèches puis une couche d'alluvions humides les deux déposées sur un substratum; dans un tel cas, il devient impossible de déterminer la profondeur du substratum conducteur.

Dans l'exemple ci-dessus, on désirait mettre en évidence une zone de socle altéré aquifère reposant sur du socle sain. On constate que la couche recherchée possède une résistivité intermédiaire entre les couches encaissantes (socle et altérites argileuses) et qu'elle ne modifie pas la courbe du sondage électrique. Ces principes d'équivalence et de suppression s'appliquent également pour des sondages électriques à 4, 5, 6, ... couches.

L'idée du principe de réduction consiste à remplacer deux couches homogènes isotropes et parallèles par une seule couche équivalente électriquement. Cette couche fictive équivalente a pour résistivité ρ_f et pour épaisseur h_f .

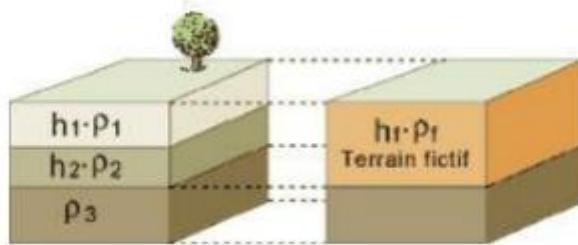


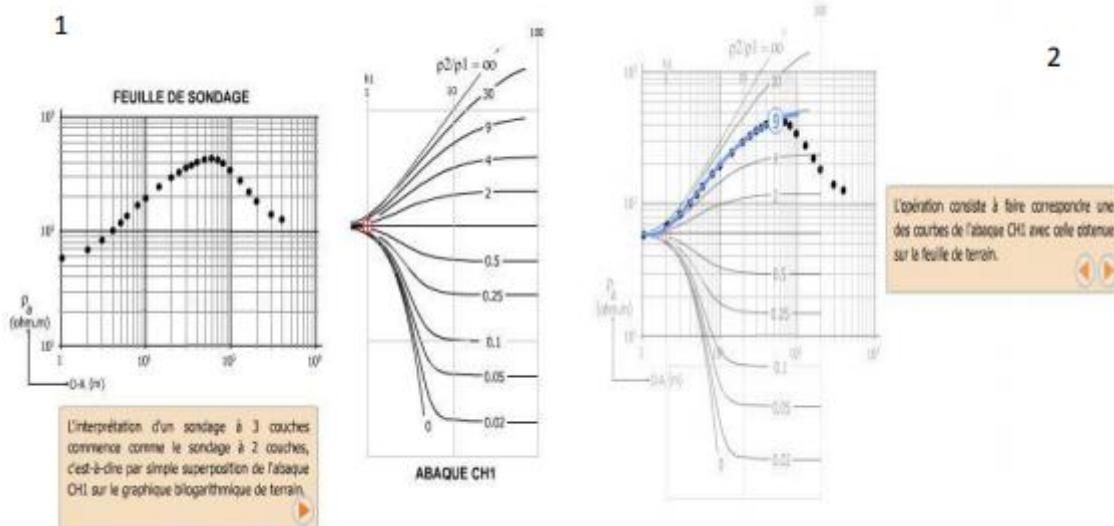
Fig.15 : Principe de réduction

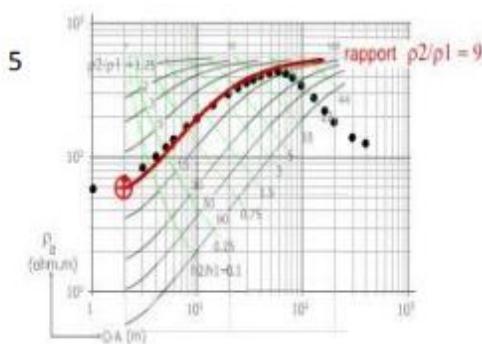
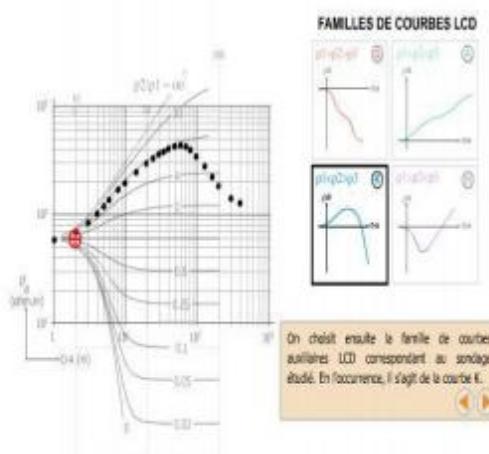
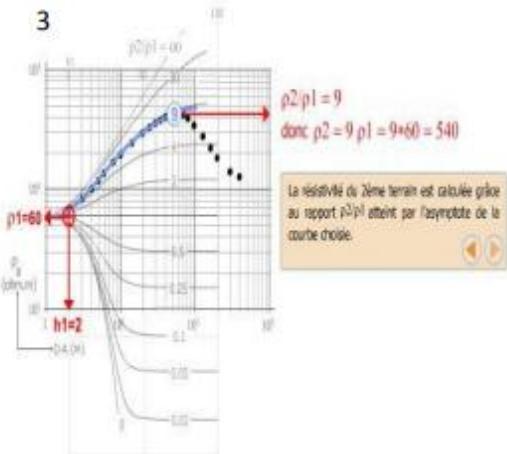
Cette couche fictive aura :

- Une résistance transverse de $T = hf \cdot f = f(h_2/h_1, \rho_2/\rho_1) \cdot (T_1+T_2)$
- Une conductance longitudinale de $S = hf/f = g(h_2/h_1, \rho_2/\rho_1) \cdot (S_1+S_2)$

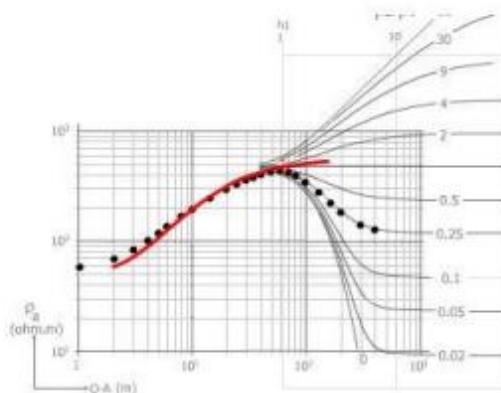
f et g sont des fonctions déterminées empiriquement. h_1 , ρ_1 et ρ_2 sont déterminées en étudiant le début du sondage à l'aide de l'abaque CH1. hf et ρ_f dépendent donc encore de h_2 . En exprimant hf et ρ_f en fonction de différents h_2 , on obtient une famille de courbes LCD pour chaque valeur de h_1 , ρ_1 , ρ_2 , et h_2 .

9.6.4 Interprétation

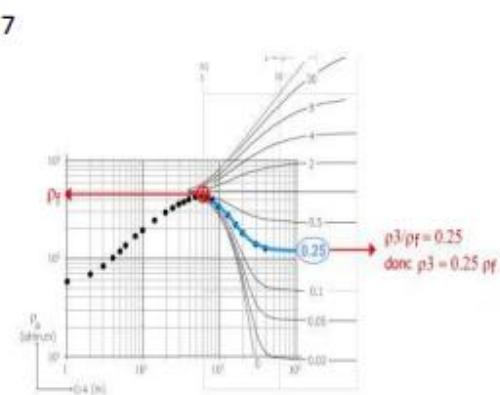




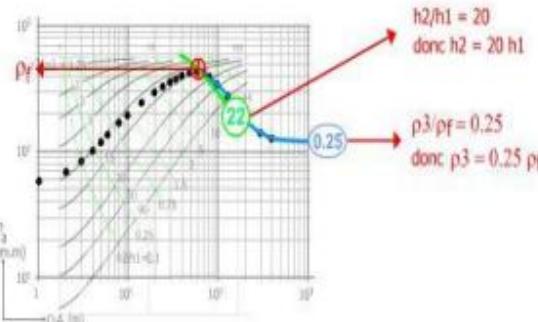
On place l'origine de la courbe LCD type K correspondant au rapport ρ_2/ρ_1 obtenu pendant la 1ère étape sur la croix de l'abaque CH1.



On fait alors glisser l'abaque CH1 en maintenant sa croix de référence sur la LCD jusqu'à ce qu'une courbe corresponde à la suite du sondage.



La résistivité du 3ème terrains est obtenue en multipliant ρ_f par la valeur du module de la courbe CH1 correspondante.



Finalement, l'épaisseur du 2ème terrains est calculée grâce au rapport h_2/h_1 de la courbe LCD interceptant la croix de référence.