

3. La polarisation spontanée

La méthode de la polarisation spontanée

Polarisation spontanée: Méthode géophysique passive qui se base sur la mesure des potentiels naturels présents dans la sous-surface.

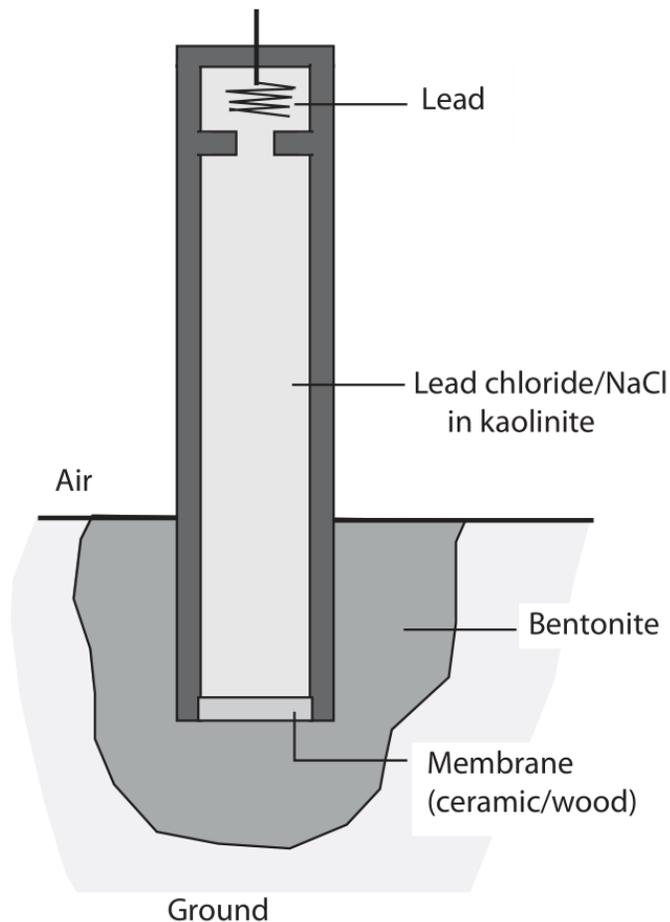
- C'est une des méthodes les plus anciennes en géophysique. Premières mesures par Fox (1830) en Angleterre au droit d'une veine de minéralisation de sulfure.
- Sa mise en oeuvre est très simple: on utilise deux électrodes et un voltmètre pour mesurer le potentiel électrique en différents points du sol.
- Son utilisation est principalement qualitative, car peu de modèles théoriques existent pour expliquer les sources de courant.

Applications

- Exploration minérale
- Études en géothermie
- Études hydrogéologiques
- Localiser des horizons poreux et perméables en forage
- Suivi de la décontamination des sols par biodégradation
- Détection de fuites et de fractures dans les barrages
- et autres ...

Équipement: Électrodes non-polarisables

(b) Petiau electrode



- Des électrodes en acier créent une polarisation due au potentiel électrolytique, ce qui fausse les données.
- Le pot poreux est une électrode métallique plongée dans une solution de son propre électrolyte. Il est non-polarisable.

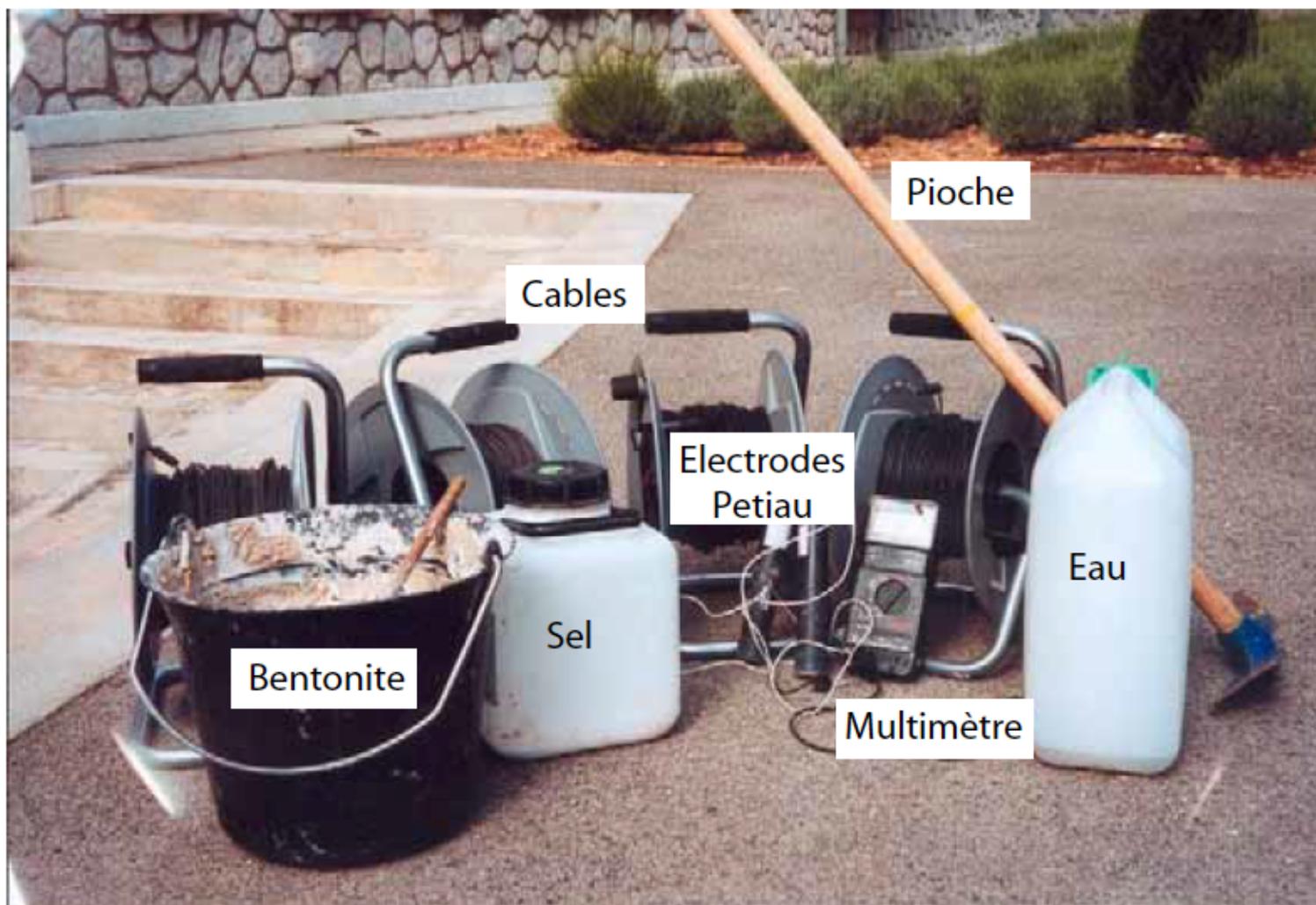


Équipement: Voltmètre

- Un voltmètre à haute impédance est nécessaire pour ne pas que le courant circule dans le voltmètre
- L'impédance doit être au moins 10x plus élevée quand le sol entre les électrodes
- L'impédance requise peut atteindre 10^{12} Ohm.m aux dessus de couche très résiste (pergélisol, roche cristalline)



Équipement complet



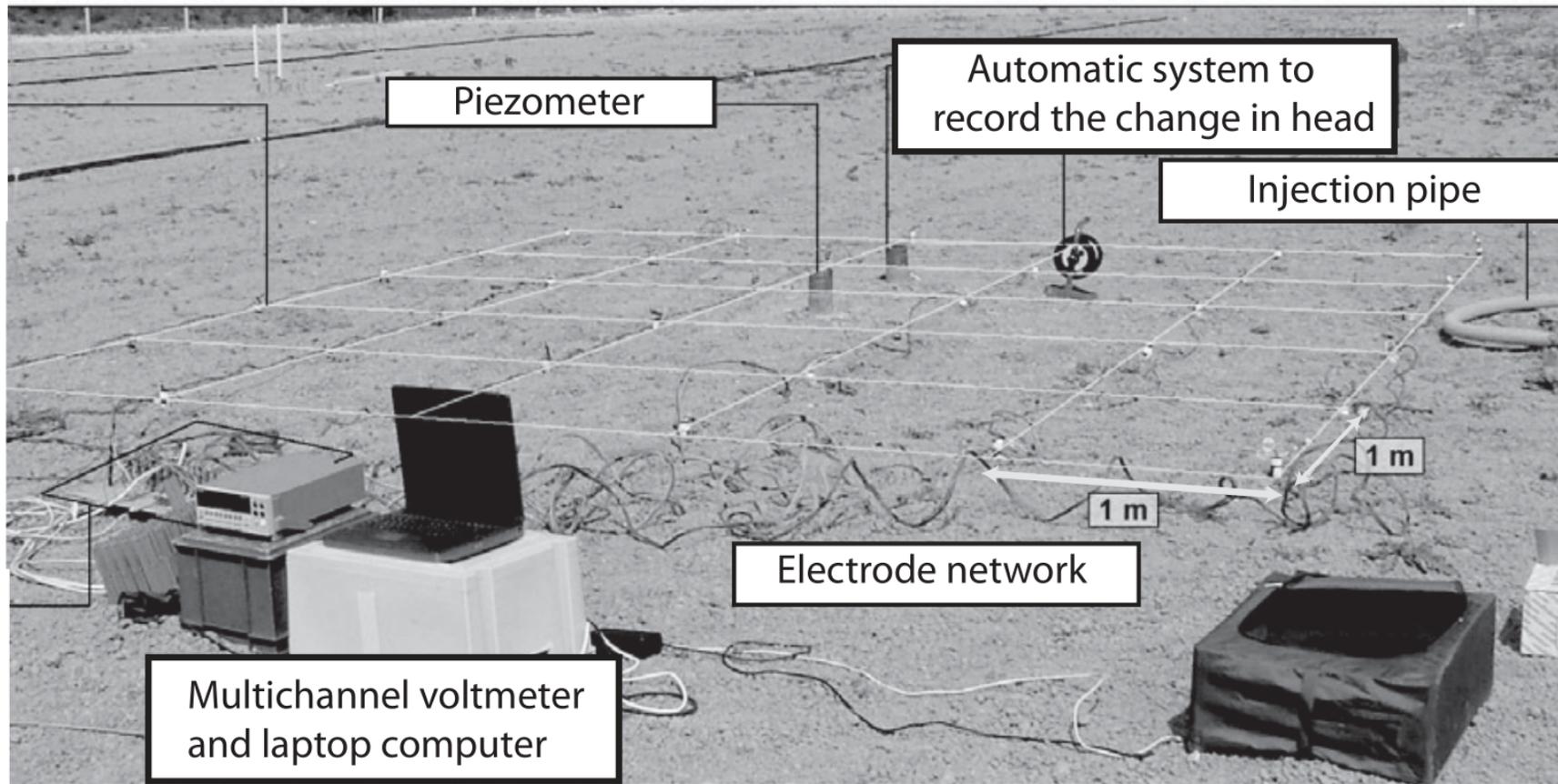
(Naudet, 2004)

Acquisition sur le terrain



(Naudet, 2004)

Acquisition pour le suivi temporel

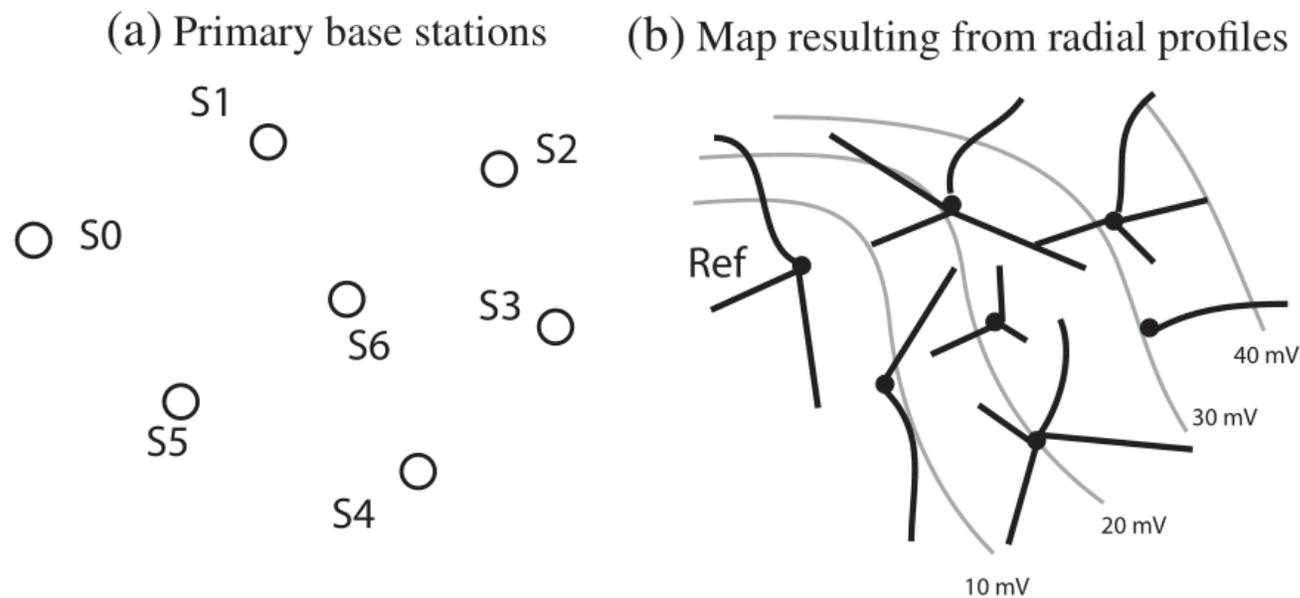


Configurations des mesures: notions de base

1. La différence de potentiel est mesurée entre deux électrodes
2. Habituellement, une électrode est gardée fixe, c'est la station de référence
3. La deuxième est déplacée le long des stations de mesure
4. Un retour à la station de départ est requises afin de corriger les effets de dérive, dus aux changements thermiques
5. Pour des raisons pratiques (e.g. câble de dimension finie, obstacles), la station de référence peut être déplacée
6. Il faut alors fermer le levé et s'assurer d'avoir une mesure de la même station pour les deux références. Cette mesure permettra de corriger pour les différences de couplage entre les deux références.

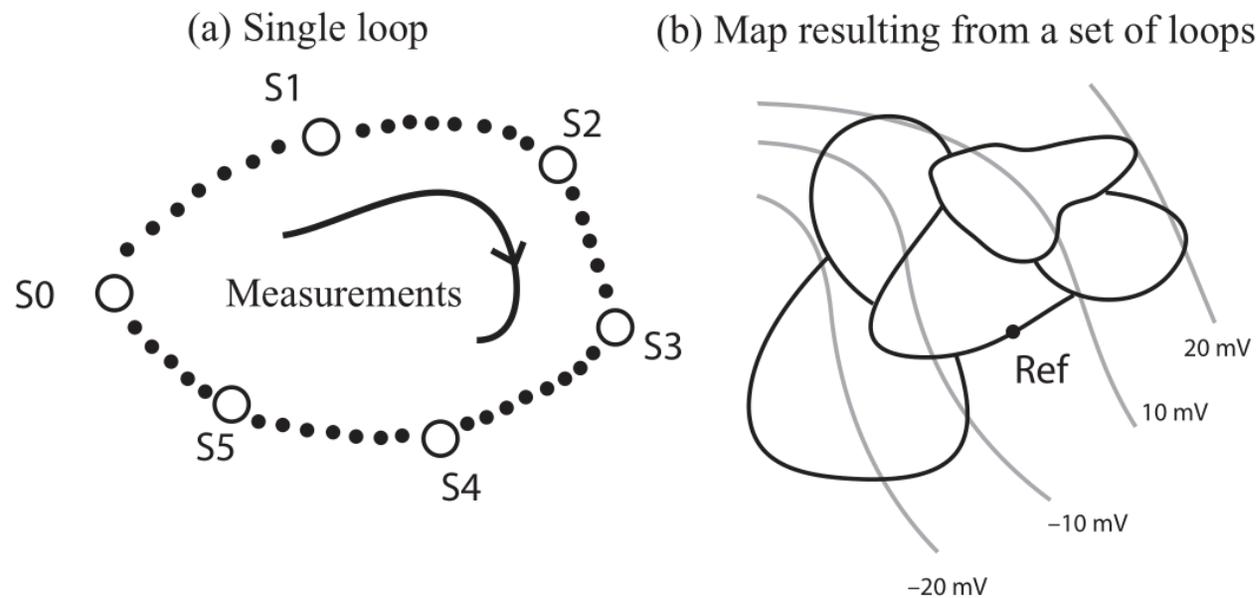
Configurations des mesures: Approche en étoile

- On détermine premièrement les différences de potentiel entre des stations des base
- Ensuite, pour chaque station de base, on prend des mesures de potentiel en se déplaçant de façon radiale

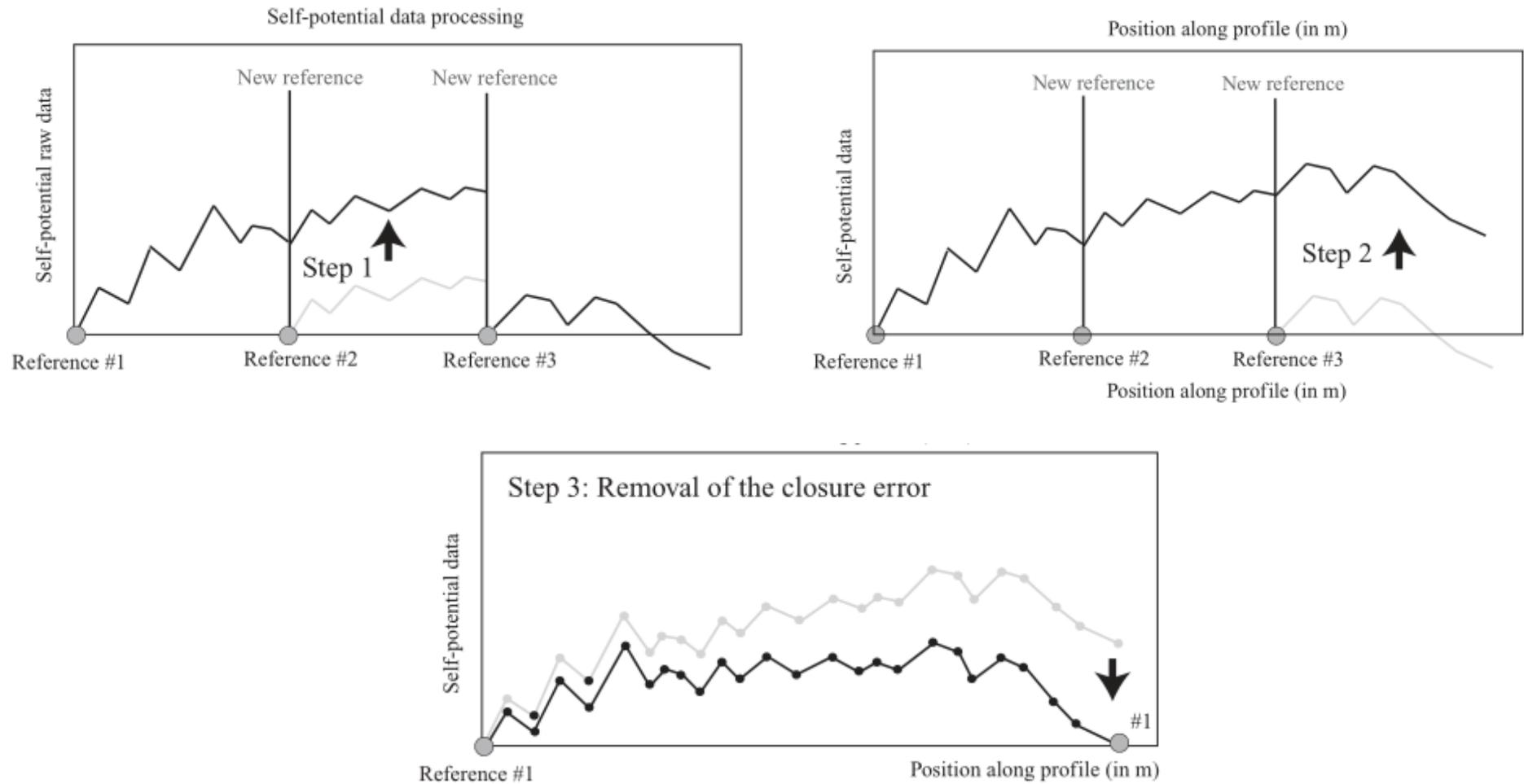


Configurations des mesures: Approche en boucle

- On procède en boucle, changeant de station de base périodiquement
- On peut intégrer plusieurs boucles ensemble afin d'avoir une bonne couverture de la zone à caractériser.



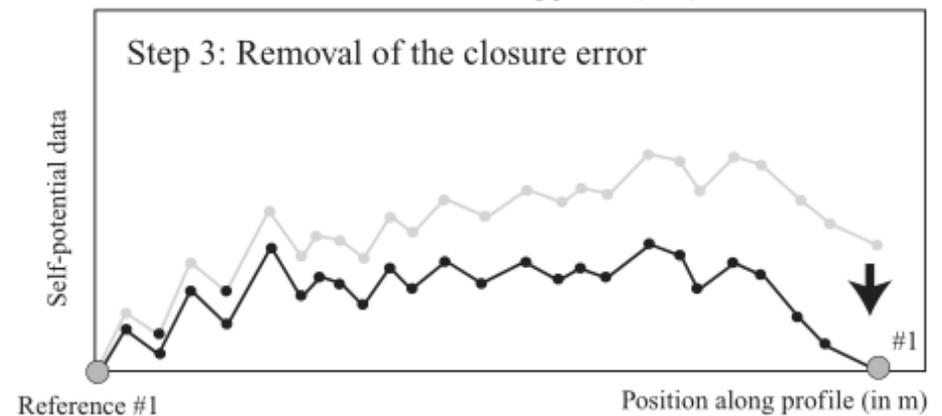
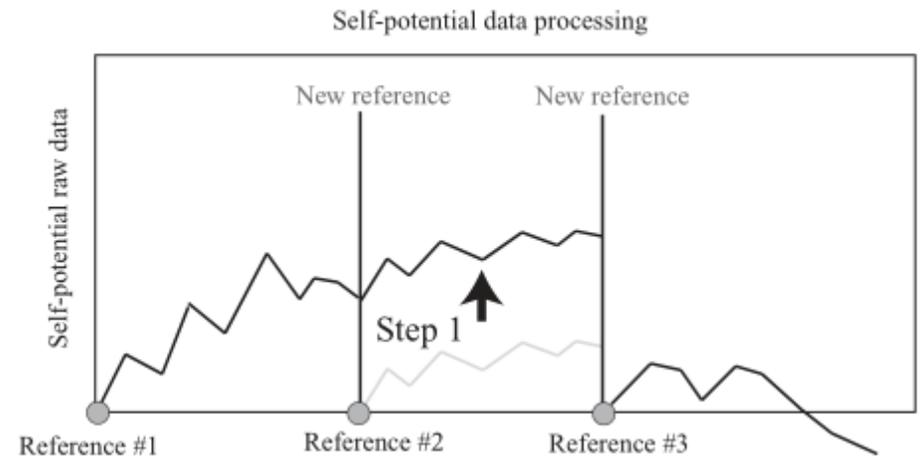
Correction des mesures



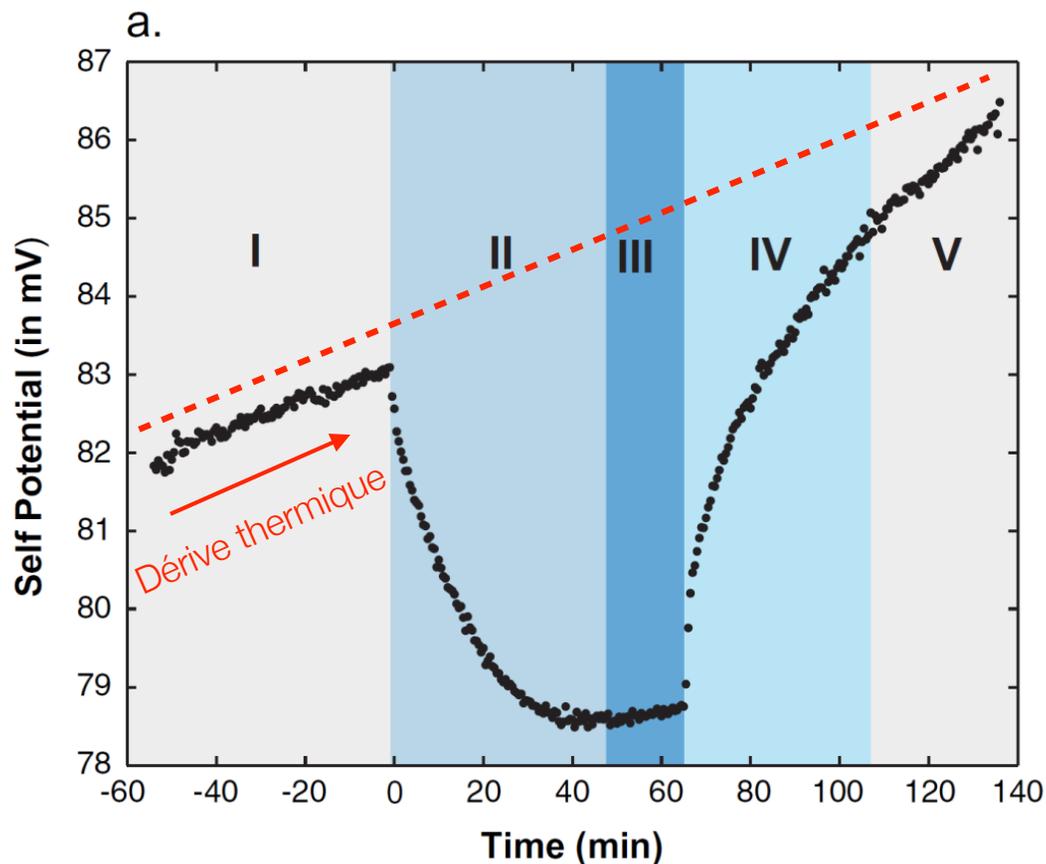
Correction des mesures

Changement de référence: Lorsqu'on change de référence, on soustrait la différence de potentiel entre deux stations communes de toutes les stations prises avec la référence 2.

Fermeture du levé: À la fin du levé, on revient à la première station et on effectue une deuxième mesure. L'erreur entre les deux mesures est distribuée linéairement sur toute les stations du levé.



Exemple: Réponse PS lors d'un essai de pompage

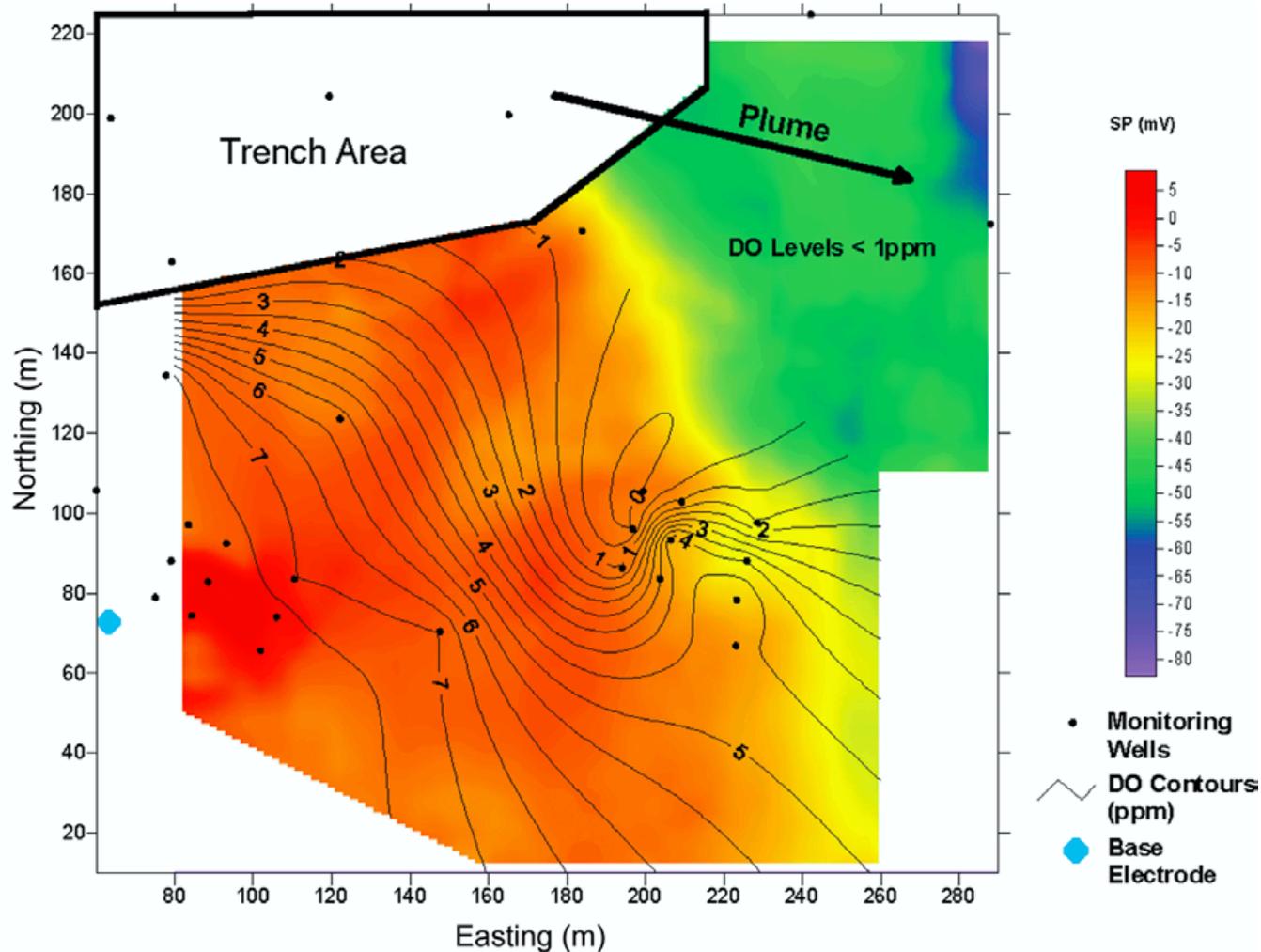


- L'eau est pompée dans un forage et injectée dans un autre
- Le potentiel PS est mesuré à la même station dans le temps

Le pompage crée un potentiel électrocinétique mesurable

- I. Avant pompage
- II. Phase transitoire lors du pompage
- III. Régime permanent
- IV. Phase transitoire après pompage
- V. Régime permanent

Exemple: Panache de contamination

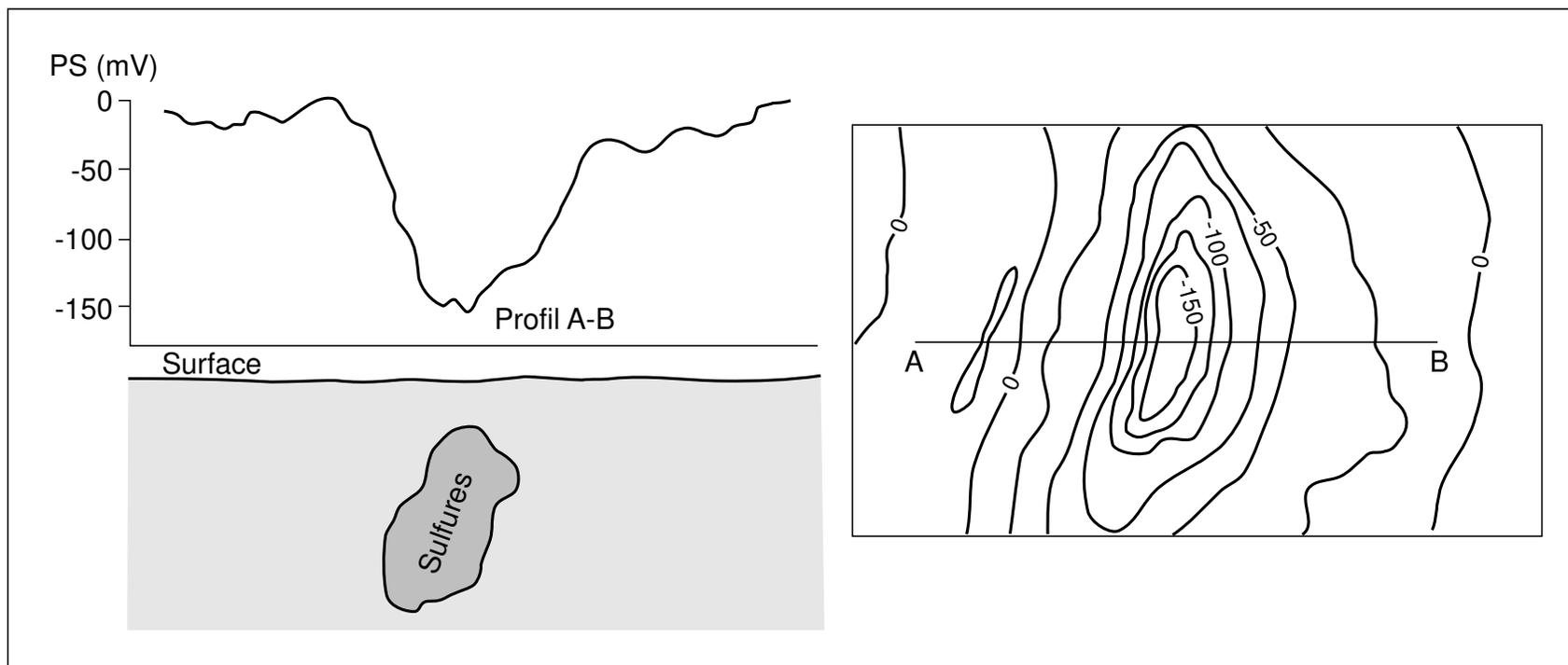


- Panache non-toxique (produit par les rejets de jus de tomates d'une ancienne usine)
- Le panache se propage en direction du gradient hydraulique
- La biodégradation se fait de façon anaérobie comme le montre les niveaux d'oxygène (DO) faibles dans le panache

La biodégradation crée une anomalie PS négative

Exemple d'application: exploration minière

- Carte d'isocontours et profil typiquement obtenu au dessus d'une zone minéralisée
- Une anomalie négative se retrouve directement au dessus de la masse de sulfures
- La topographie tend à déplacer le maximum.



Exemple d'application: Détection de dolines

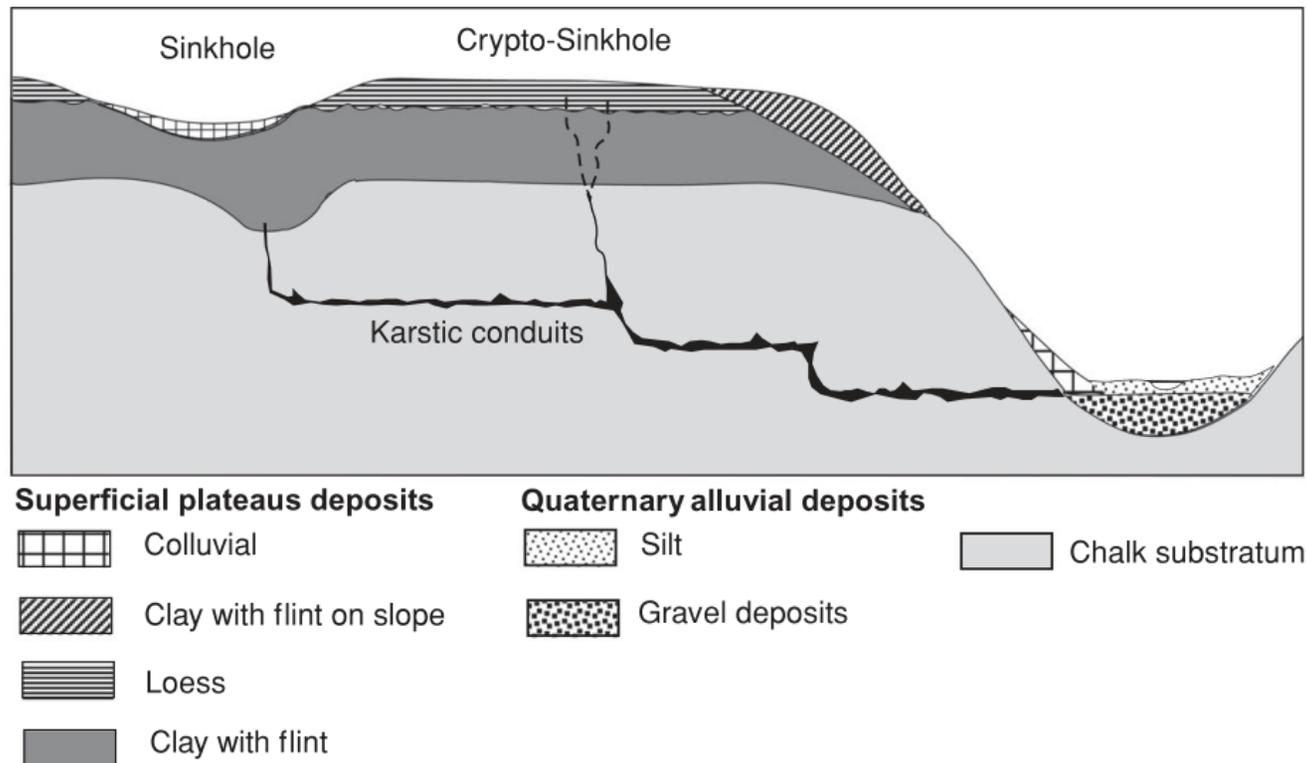
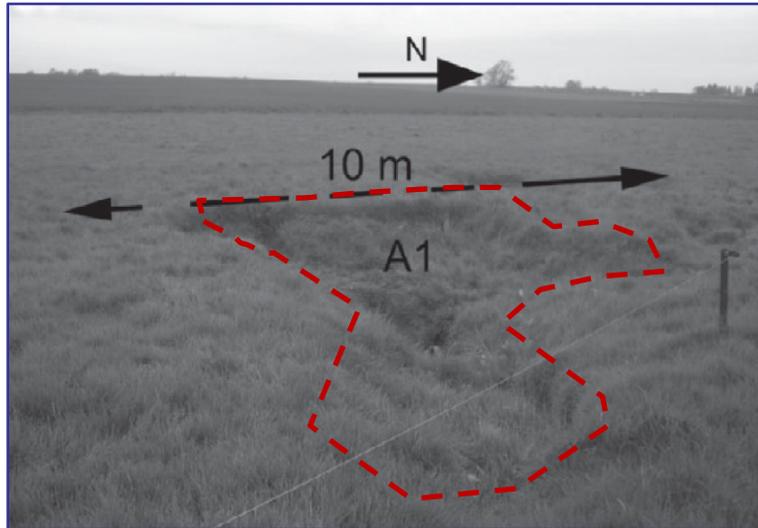


Figure 5.6. Sketch of the geology of the karst in Normandy. There are two aquifers, one perched aquifer in the loess and one deeper aquifer in the chalk. The sinkholes are visible from the ground surface. Crypto-sinkholes may exist that cannot be observed through visual inspection from the ground surface. They can be detected only through drilling or (non-intrusive) geophysical investigations.

Exemple d'application: Détection de dolines



Photographie d'une doline d'environ 10 m de large et 2 m de profond

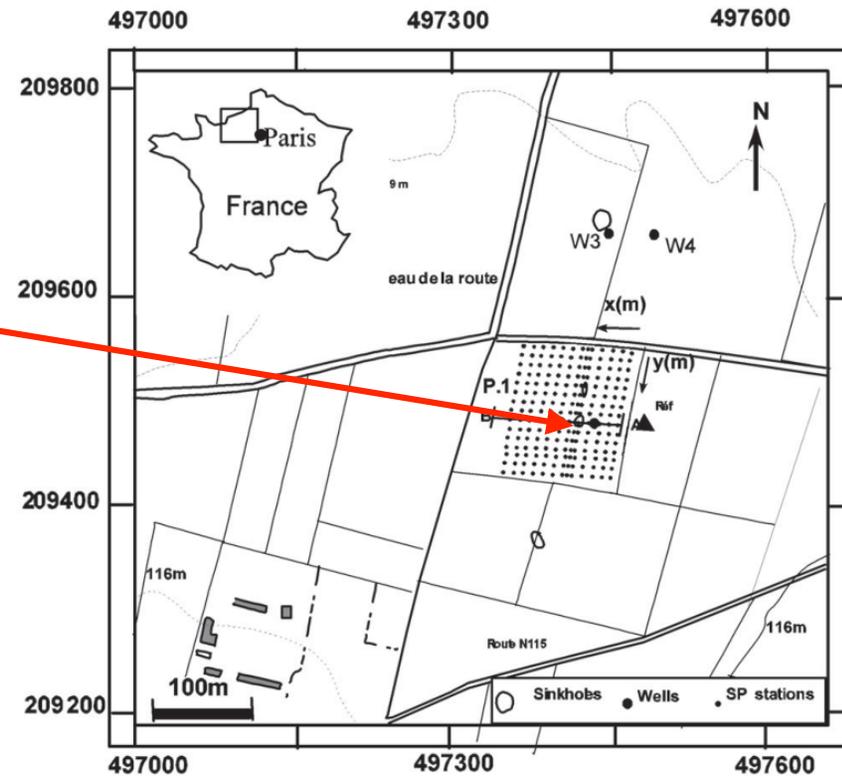
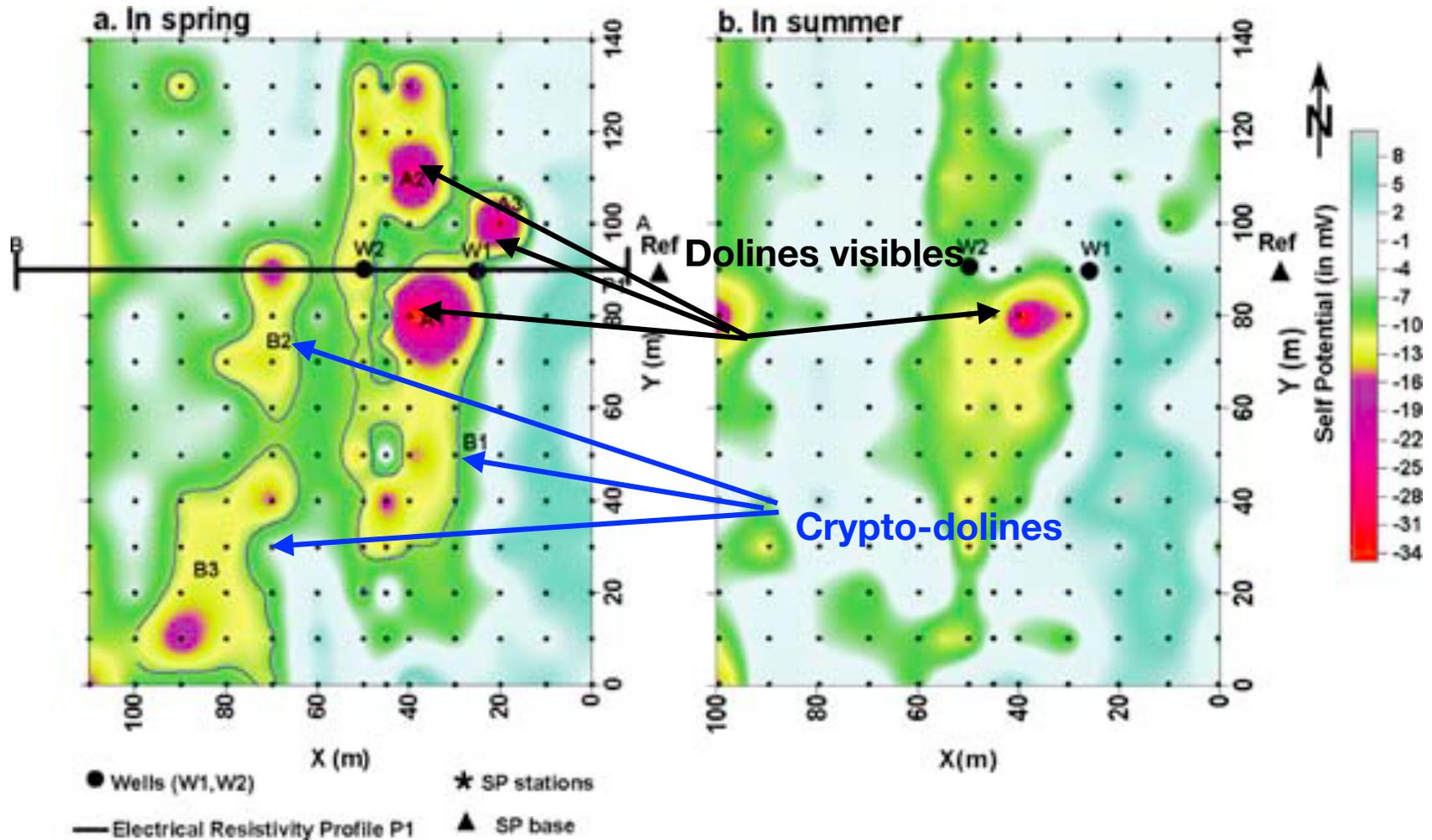
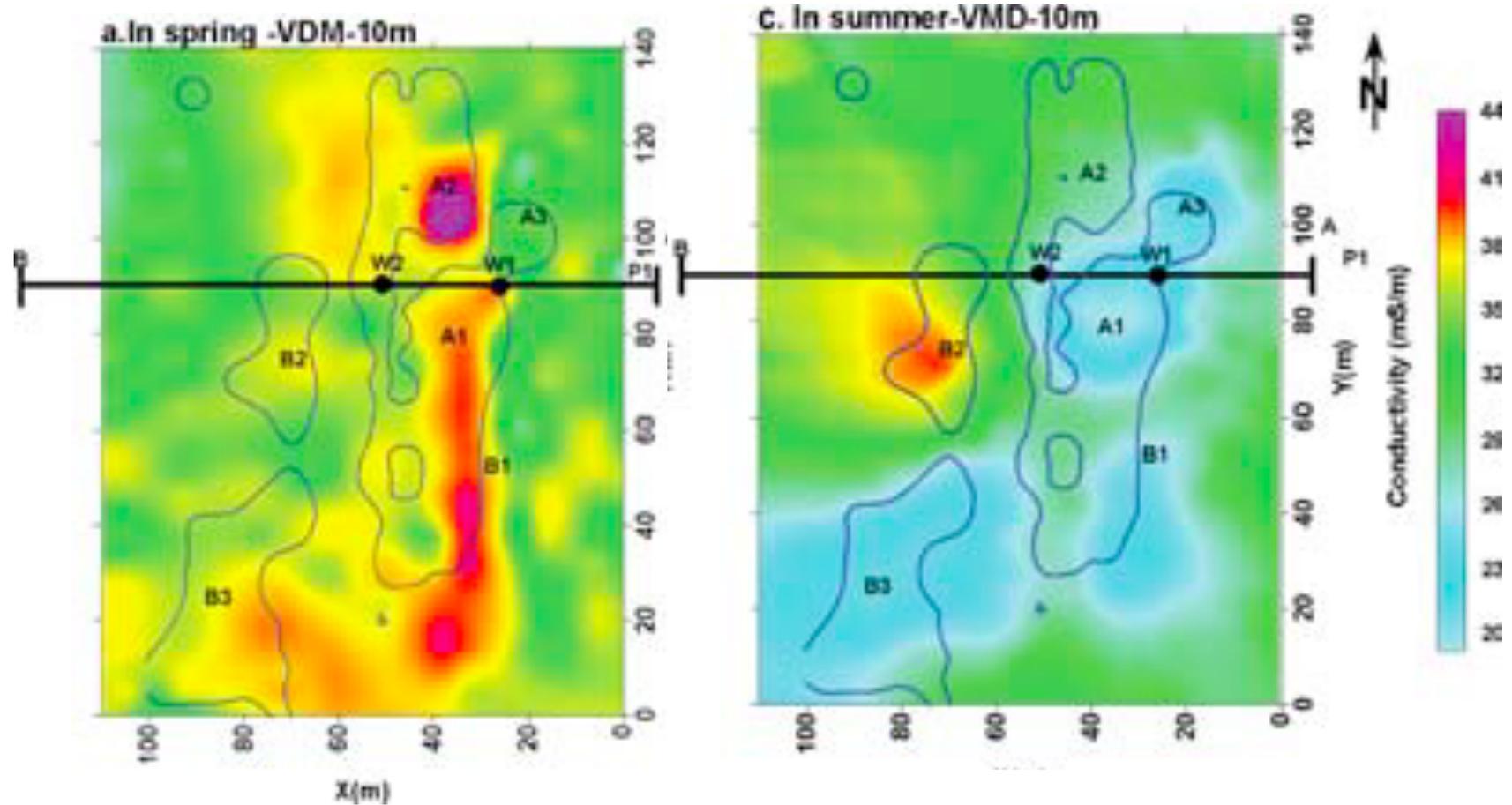


Figure 5.5. Location of the test site in Normandy (north-west of France). At this test site, the sinkholes are all aligned along a North-South trend; from Jardani *et al.* (2006a). The small dots correspond to the self-potential stations. “Ref” denotes the position of the reference self-potential station for the survey.

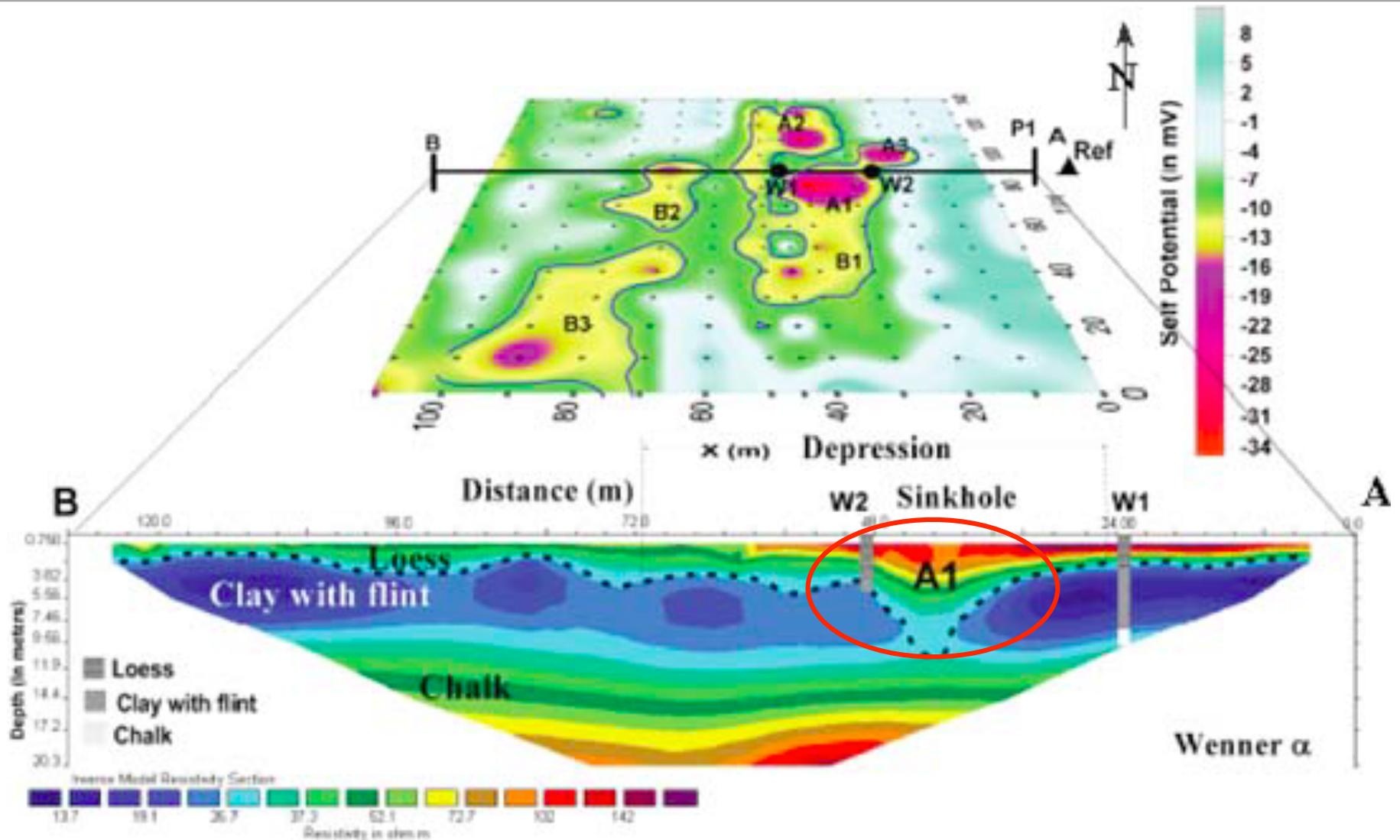
Exemple d'application: Détection de dolines



Exemple d'application: Détection de dolines



Exemple d'application: Détection de dolines



Références

- Revil, A., Jardani, A.: “The Self-Potential Method”, 2013, Cambridge.
- Nyquist, J. E., Corry, E. C., “Self-potential: The ugly duckling of environmental geophysics”, 2002, The Leading Edge, pp. 446.
- Jardani, A. et al., “Reconstruction of the Water Table from Self-Potential Data: A Bayesian Approach”, 2008, Ground Water, pp. 213
- Naudet, V. (2004). Les méthodes de résistivité électrique et de potentiel spontané appliquées aux sites contaminés (Doctoral dissertation, Université de droit, d'économie et des sciences-Aix-Marseille III).