

Limites et optimisation d'une cartographie des anomalies magnétiques à échelle décimétrique

François LÉVÊQUE, Pascale LUTZ & Vivien MATHÉ

Centre Littoral De Géophysique (CLDG), Université de La Rochelle

Résumé

L'acquisition d'un signal magnétique pédologique de très faible amplitude nécessite d'utiliser un protocole optimisé. D'autre part, les variations du CMT et les courants vagabonds perturbent l'acquisition de tels signaux. Dans un premier temps, un protocole basé sur l'enregistrement de profils transversaux est proposé pour corriger les fluctuations du CMT. Dans un second temps, l'identification de sources potentielles de courants vagabonds est effectuée afin de ne pas prospecter en situation défavorable. Ainsi, l'enregistrement de fluctuations rapides du champ magnétique au niveau du sol laisse supposer que des transferts sismoélectromagnétiques peuvent être une source de perturbations.

Abstract

The recording of a pedological magnetic signal with weak magnitude requires an optimised protocol. Moreover, the Earth's magnetic field variations and the ground currents disturb the measurement of such signals. First, a protocol based on the recording of cross-profiles is proposed to correct the Earth's field fluctuations. Secondly, possible sources of ground currents are identified to not survey in unfavourable conditions. So, the measurement at ground level of fast variations of the magnetic field could suppose that seismoelectromagnetic phenomena could be a source of artefacts.

Introduction

Selon leur nature, les sols sont caractérisés par des variations d'aimantation principalement dues à des enrichissements ou appauvrissements en minéraux magnétiques (Maher, 1998). La cartographie magnétique de sols argileux a permis de mettre en évidence des signaux d'une amplitude de quelques nanoteslas (Mathé et Lévêque, 2003). Ces signaux sont attribués à des variations des propriétés du sol à échelle inframétrique. Ainsi, il serait envisageable d'utiliser une prospection magnétique à des fins agronomiques. Pour cela, un protocole doit être optimiser afin de permettre l'acquisition de ce signal pédologique de très faible amplitude.

Cette optimisation peut concerner à la fois les limites instrumentales et la prise en compte des perturbations environnementales. Nous ne traiterons ici que du second point. L'obtention d'une carte de résolution décimétrique nécessite une distance capteur/source réduite et peu variable. Cette contrainte est résolue par l'utilisation d'un chariot. Compte tenu de la rugosité d'un sol agricole, le déplacement du chariot est facilité par l'emploi d'un rail. Celui-ci

favorise le positionnement des points de mesure. Ainsi, l'acquisition de cartes peut se résumer à celle de profils parallèles est-ouest. Avec un gradiomètre vertical G-858 (Geometrics), à la fréquence d'échantillonnage de 10 Hz, et avec quatre passages pour un rail de 1 m de large, nous obtenons une résolution de 0.1 x 0.25 m. Certains facteurs environnementaux peuvent influencer sur l'acquisition d'une carte avec ce protocole. Les deux paramètres principaux sont les variations du CMT et les courants vagabonds.

Variations du CMT

La solution pour s'affranchir des variations du CMT consiste à utiliser deux enregistrements synchrones soit par la méthode du pseudogradient soit par la correction d'une base. Le pseudogradient entraîne une perte d'information dépendante de l'éloignement des capteurs. L'utilisation d'une base permettrait de s'affranchir de ce problème en l'absence de perturbations anthropiques locales. Afin de conserver l'ensemble de l'information, nous proposons un protocole simple basé sur l'acquisition de profils transversaux nord-sud. Nous supposons que les variations diurnes du CMT sont négligeables pendant la mesure d'un profil (20 s). Les figures 1a et 1b montrent respectivement le pseudogradient et les variations spatiales du champ magnétique mesurées à 0.3 m du sol et corrigées par un profil transversal. Dans ce dernier cas la dynamique du signal est doublée avec l'apparition d'une nouvelle information (cf. histogrammes). La figure 1c représente la part du signal perdue par le calcul du pseudogradient. Sa structure est essentiellement décimétrique. Les anomalies linéaires observées sur les figures 1b et 1c (plus marquées à l'ouest, la correction étant appliquée à proximité de l'origine), sont la conséquence des erreurs de positionnement de la transverse et des variations du CMT locale durant l'acquisition d'un profil. La comparaison avec le pseudogradient permet d'identifier ces anomalies.

Les courants vagabonds

Rechercher une information décimétrique nécessite une distance sol/capteur du même ordre. A cette distance la propagation de courants vagabonds génère des champs magnétiques d'amplitude détectable. La difficulté majeure de cette source d'erreurs est d'établir un protocole rapide pour s'en affranchir. La démarche consiste donc à essayer de ne pas prospecter en situation défavorable. Il faut donc identifier les sources. Parmi elles, les perturbations électromagnétiques générées par le réseau de distribution électrique ont fait l'objet de nombreuses études (Swanson, 1995) et sont facilement localisables. Nous ne les traiterons pas ici. Par contre, il existe des sources de perturbations plus difficilement prévisibles et localisables. Parmi elles, les ondes électromagnétiques générées par les couplages électrocinétiques (Thompson et Gist, 1993). Au cours d'un enregistrement d'une base en milieu calme, avec un capteur posé au sol, des variations pseudopériodiques du pseudogradient ont été observées. Ce phénomène coïncide avec le son généré par le passage d'un train à 1,5 km.

L'enregistrement montre une augmentation puis une diminution de l'amplitude de la variation temporelle (Figure 2). En fait, seul le capteur au sol a enregistré ce signal (Figure 3). Ce dernier consiste successivement en une impulsion augmentant, puis après un arrêt, diminuant le champ local. La fréquence de ces impulsions varie de la fréquence maximum observable (5 Hz) à moins de 1 Hz, puis augmente après la période de calme pour ensuite décroître de nouveau (Figure 4). L'ensemble du signal est détectable sur plus de 10 minutes. La variation d'amplitude ainsi que l'inversion de polarité permet de penser que ce signal résulte d'un transfert sismoélectromagnétique. Le train correspond à un convoi de marchandises. Sa vitesse et le diamètre des roues de la locomotive laisse supposer que la source sismique correspond à un méplat sur une roue.

Perspectives

Afin d'augmenter la résolution nous testons l'utilisation d'un magnétomètre fluxgate tri-axes double capteur qui nous permettra d'obtenir une information vectoriel

Références

- Maher B.A., 1998. Magnetic properties of modern soils and quaternary loessic paleosols: Paleoclimatic implications. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 137, 25-54.
- Mathé V., Lévêque F., 2003. High resolution magnetic survey for soil monitoring: detection of drainage and soil tillage effects. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 212, 241-251.
- Swanson J., 1995. Magnetic fields from transmission lines : comparison of calculations and measurements. *IEE Proc.-Gener. Transm. Distrib.*, 142, 481-486.
- Thompson A.H., Gist G.A., 1993. Geophysical applications of electrokinetic conversion. *The Leading Edge*, 12, 1169-1173.



