

Potentiels électrocinétiques et conductivités apparentes en EM31 et EM38 sur une source karstique dans le Jura vaudois (Romainmôtier, Suisse)

Francine GASS

Institut de Géophysique de l'Université de Lausanne, Suisse. Francine.gass@ig.unil.ch

Abstract

The electromagnetic (EM) and self-potential (SP) study of a karstic spring in the swiss Jura on a profile and a map in the close vicinity of the spring has allowed us to better understand the geology of its surrounds. If SP is the only surface methods to determine the outlets' positions, the combination with EM measurements, EM38 and EM31 in our case, is necessary to avoid misinterpretation. Finally, combining field observations, SP and EM measurements, we were able to find back the position of a major fault and the orientation of the stratification joints that are part of the karstic system. Furthermore, the systematic measurement of a specific SP profile over one year has shown that, in that case, the amplitude of the SP anomaly above the two major outlets were not dependent of the apparent water flow variations of the spring.

Introduction

Les potentiels électrocinétiques sont des courants électriques naturels, sur ou dans le sol, produits par la circulation de l'eau dans un milieu poreux. Ils sont utilisés, entre autre, depuis plus de trois décennies pour localiser des infiltrations et des résurgences d'eau dans des ouvrages géotechniques comme des barrages de lac, des digues, des zones de drainage ou des pompes (Bogoslovsky et Ogilvy, 1973). Ils ont également été utilisés pour déterminer le régime hydraulique de glissements de terrain (Bogoslovsky *et al.*, 1977) ou la détection de sources (Perrier 1999). Malgré l'apparition ces dernières années de modélisations des potentiels en fonction des flux, la plupart des cas appliqués restent qualitatifs, les émergences présentant des anomalies de potentiels électrocinétiques positives et les infiltrations des anomalies négatives.

Contexte géologique

La source de la Diey est une source karstique profonde qui émerge dans le val du Nozon où elle a creusé un petit cirque (Figure 2). La géologie environnante est principalement constituée de moraine de fond, peu épaisse, et de calcaire valanginiens. Pourtant les roches réservoirs de la source sont les calcaires du Malm et du Valanginien, plus profonds (Aubert *et al.*, 1979, PERRIN 2003). Si la température de la source est stable tout au long de l'année,

8.3°C en moyenne, le débit est très variable et fonction de la pluviométrie selon le régime des systèmes karstiques.

En l'absence de minéralisations qui pourraient produire des potentiels spontanés dans ces formations, les anomalies de potentiels mesurées sur le site sont d'origines électrocinétiques.

Mesures

Les valeurs de potentiels électrocinétiques ont été mesurées avec des électrodes impolarisables de Cu-CuSO₄ et un millivoltmètre à haute impédance d'entrée. La référence absolue des potentiels pour l'ensemble des mesures se trouve à quelques 200 m de la source elle-même, au début du profil présenté dans la figure 1. Afin de diminuer les nuisances telluriques, une référence intermédiaire à quelques 50 m de la source a été installée. De plus, l'effet d'une éventuelle dérive des électrodes est minimisée par des cycles de mesures inférieurs à deux heures. Dans l'ensemble, l'erreur sur les valeurs de potentiels est inférieure à 1 mV.

Deux campagnes distinctes ont été effectuées pour étudier la source de la Diey. La première est une étude systématique, sous la forme du même profil répété 11 fois en une année, des variations des potentiels électrocinétiques au dessus de la source. Ce profil commence environ 200 m à l'ouest de la source puis la contourne. La seconde est une étude des potentiels électrocinétiques et des conductivités apparentes de la couche superficielle (EM38) des environs proches de la source.

Contrairement à certains phénomènes de flux, les griffons d'une source karstique sont très localisés et, à moins qu'il n'y ait un débit important, il est difficile de les localiser précisément. Par conséquent, nous avons dû adapter également le pas d'échantillonnage, de 0.5 à 2 m selon les cas, pour être sûr de ne manquer aucune anomalie.

Résultats

Le profil des potentiels passant au-dessus de la source (Figure 1), entre 240 et 270 m, donne une anomalie double qui correspond à la position de deux griffons majeurs. De plus, la zone entre 130 et 155 m présente également une anomalie double qui correspond à deux zones humides visibles sur le terrain. En comparaison, les conductivités apparentes avec l'EM31 ne sont pas aussi précises, probablement parce qu'elles mettent en évidence les terrains imbibés d'eau plutôt que les émergences elles-mêmes.

L'étude systématique des potentiels sur ce même profil n'a pas permis de mettre en évidence une variation de l'amplitude des anomalies au-dessus de la source et ce malgré les variations de débit importantes (Figure 2). Ces résultats sont en contradiction avec les études en laboratoire qui prédisent que les potentiels sont fonction de la pression donc du flux. La nature même du réservoir, un karst différent des échantillons de sables ou de roches broyées examinés en laboratoire, en est peut-être la cause.

L'étude des potentiels électrocinétiques et des conductivités apparentes en EM38 dans les environs immédiats de la source (Figures 3 et 4 respectivement) a permis de mettre en évidence les zones d'émergences principales (anomalies de potentiels positives). Bien que les conductivités apparentes ne permettent pas à elles seules de localiser ces zones, leur association avec les observations de terrain permet de faire un choix parmi les équivalences en électrofiltration.

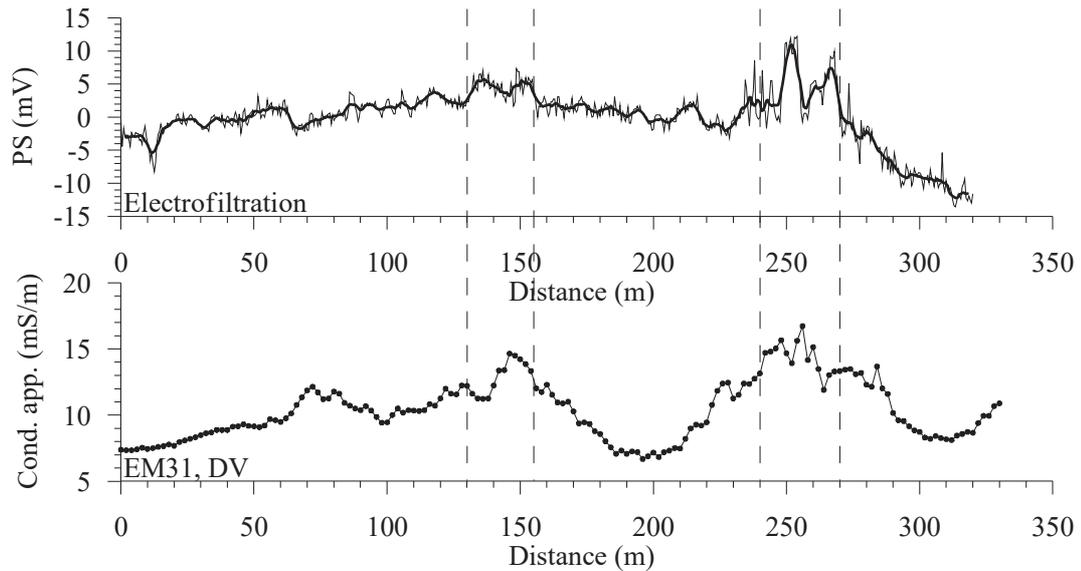


Figure 1 : Potentiels électrocinétiques et conductivités apparentes en EM31, dipôles verticaux. En gras, moyenne mobile sur 9 mesures. Les droites pointillées verticales délimitent une zone humide et la zone de source elle-même.

Conclusions

La comparaison de la direction des anomalies positives des potentiels électrocinétiques avec la carte géologique permet de montrer que la zone des griffons principaux, au pied du cirque, est de même direction qu'une faille d'importance régionale. D'autre part, les anomalies positives dans la pente, de part et d'autre de cette zone de griffons, ont des orientations qui correspondent aux orientations des pendages stratigraphiques de chaque côté de cette faille. Nous pouvons en conclure que le karst principal est constitué par la faille et que les joints de stratifications font partie d'un réseau secondaire.

Bibliographie

- Aubert D., Badoux H., Lavanchy Y., 1979. la carte structurale et les sources du Jura vaudois. Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat. 74.4, 333-343.
- Bogoslovsky V.A., Ogilvy A.A., 1973. Deformations of natural electric fields near drainage structures. Geophysical Prospecting, 21, 716-723.
- Bogoslovsky V.A., Ogilvy A.A., Strakhova N.A., 1977. Magnetometric and electrometric methods for the investigation of the dynamics of landslide processes. Geophysical Prospecting, 25, 280-291.
- Perrier F., Trique M., Aupiais J., Gautam U., Shrestha P., 1999. Electric potential variations associated with periodic spring discharge in western Nepal. C. R. Acad. Sci. Paris, ser. II, 328, 73-79.
- Perrin J., 2003. Les sources du Nozon (Vaulion/VD). Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat., 88.1, 59-75.



Figure 2 : Source de la Diey. A gauche: janvier 2002, à l'étiage, à droite: octobre 2002, après de fortes pluies.

PS

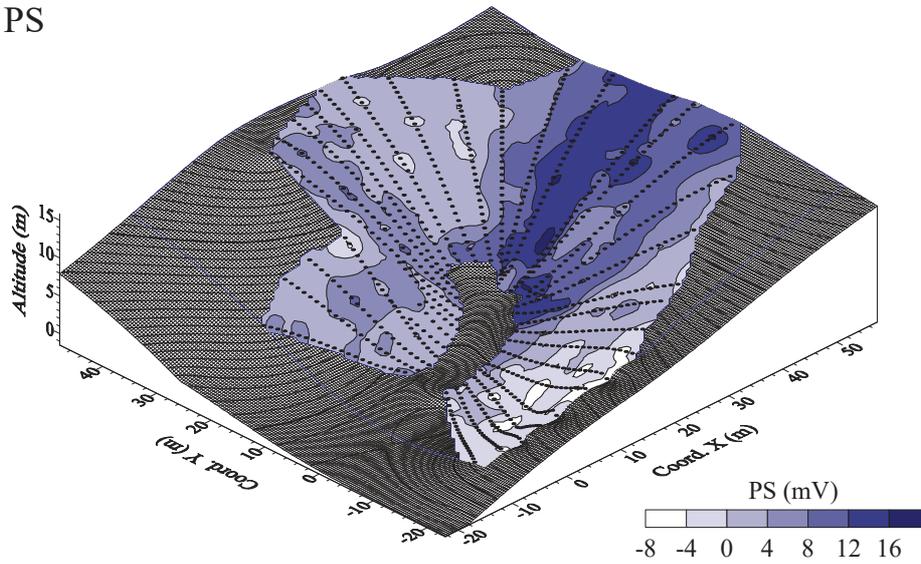


Figure 3 : Carte des potentiels électrocinétiques.

EM38

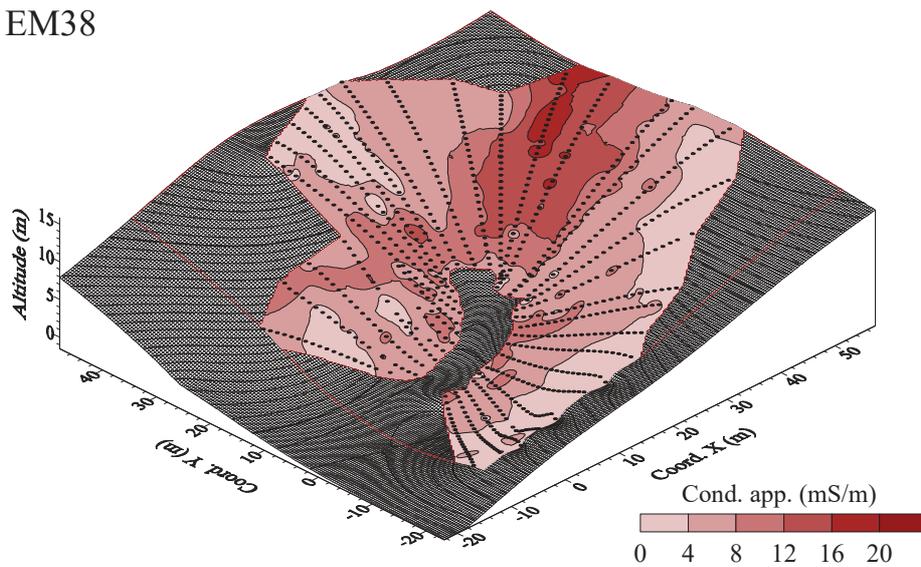


Figure 4 : Carte des conductivités apparentes en EM38, dipôles verticaux.