

Analyse d'un réseau piézométrique par imagerie électrique multi-électrodes (bassin versant de Kerbernez, Bretagne)

J.-P. Montoroi¹, H. Robain¹, M. Schmutz², C. Martin³, J. Molenat³, L. Ruiz³

¹IRD, UR027 Geovast, 32 avenue Henri Varagnat, 93143 Bondy Cedex

²Université Paris 6, Dépt. Géophysique Appliquée, 4 place Jussieu, case 105, 75252 Paris Cedex 05

³INRA, Unité Sol-Agronomie-Spatialisation Rennes-Quimper, 65 rue de Saint-Brieuc, 35042 Rennes cedex

Abstract: Analysis of a piezometric network using an electrical imaging survey (Kerbernez watershed, Brittany, France).

The 2-D imaging is a well-suited method to identify and map rapidly underground structure. Such a background is needed to interpret accurately the monitoring of a piezometric network. The aim of this paper is to present the first results obtained for two small experimental watersheds located in Brittany (France) on a weathered granitic bedrock. The pseudo-section interpretation shows that (i) in the Kerrien watershed, the ground is formed by resistant structures assumed to be weathered granitic bowls or bedrock and, in the downstream part, by a highly conductive area related to a hydromorphic system; (ii) in the Kerbernez watershed, the granitic weathering is more generalized. On both watersheds, vertical less resistive anomalies are interpreted as faults in the granitic basements.

Introduction

En Bretagne, le développement de l'agriculture et de l'élevage intensif a été accompagné d'un considérable accroissement des quantités d'intrants minéraux et d'effluents organiques d'élevage épandus annuellement sur les terres agricoles. Des conséquences environne-mentales, telles que l'augmentation des flux et des concentrations de nutriments à l'exutoire des bassins versants, se sont généralisées (Cann, 1998).

La teneur en nitrate des cours d'eaux est le résultat de processus de transformation et de transfert de l'azote dans le bassin versant. L'étude des transferts azotés nécessite la compréhension des flux hydriques au sein du sous-sol (sols, altérite, roche-mère) et par voie de conséquence la définition de son organisation structurale. Les caractéristiques physico-chimiques de ces structures déterminent les modes de recharge en eau de la nappe, l'importance des écoulements préférentiels et les temps de résidence des éléments chimiques. Il est donc essentiel de les connaître de façon détaillée afin de pouvoir interpréter convenablement les suivis réalisés à l'aide d'un réseau de piézomètres.

L'objet de cet article est de montrer comment l'approche géophysique apporte des informations pertinentes sur les structures du sous-sol d'un bassin versant et par suite sur l'implantation d'un réseau de piézomètres.

Matériels et méthodes

L'étude a été conduite près du lycée de l'horticulture et du paysage de Kerbernez, situé à environ 5 km au sud de Quimper en rive droite de la rivière Odet. Le site présente un ensemble de bassins versants expérimentaux, contigus ou emboîtés, suivis par l'INRA. La reconnaissance géophysique a été réalisée dans les sous-bassins de Kerrien (9,5 ha) et de Kerbernez (12 ha) appartenant au bassin versant du Puits (37,5 ha). Ces bassins sont équipés d'un réseau piézométrique permettant le contrôle des niveaux et de la qualité chimique des nappes souterraines (Fig. 1).

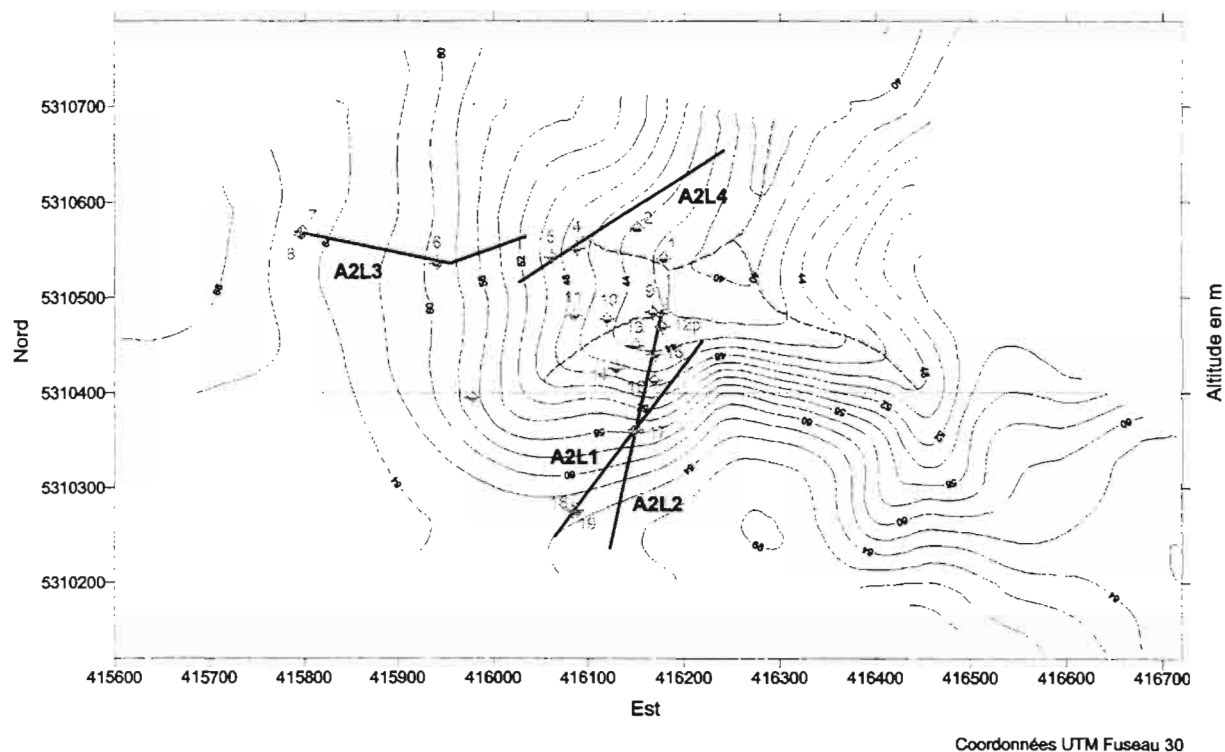


Figure 1 : Localisation du réseau piézométrique et des sections électriques dans les sous-bassins de Kerrien et de Kerbernez

Quatre images de résistivité, s'étendant sur 252 m de long, ont été réalisées à l'aide de 64 électrodes espacées de 4 m. Les mesures de résistivité apparente ont été acquises en utilisant un système MULTINODE piloté par un résistivimètre SYSCAL R2 d'Iris Instruments. Pour chaque ligne de 64 électrodes, deux séries de mesures ont été enregistrées, l'une en configuration Wenner α (Wenner normal), l'autre en configuration Wenner β (dipôle-dipôle). Le logiciel RES2DINV (Loke et Barker, 1996) a été utilisé pour le calcul des images de résistivité en prenant en compte la topographie des sections et couplant ces deux types de configuration afin de conjuguer leurs avantages respectifs : bonne détermination des variations de résistances transverses pour la première et bonne détermination des variations des conductances longitudinales pour la seconde.

Deux images ont été réalisées dans le sous-bassin de Kerrien : A2L1, disposée dans l'axe des piézomètres P18-19 et P17, recoupe le versant sud du bassin, tandis que A2L2, disposée le long des piézomètres P17, P16, P15 et P12, suit la ligne de plus grande pente. Les deux autres images correspondent au sous-bassin de Kerbernez : A2L3, dans la partie haute entre les piézomètres P7-8 et P6, et A2L4 dans la partie basse le long des piézomètres P5, P4 et P2 en recoupant transversalement la ligne de piézomètres P3 à P1.

Résultats

La figure 2 présente les 4 images de résistivité.

Dans le sous-bassin de Kerrien, on note principalement deux ensembles résistants. Le contour d'isorésistivité 1600 $\Omega.m$ est interprété en profondeur comme le toit de la roche-mère granitique. Pour

les anomalies résistantes superficielles, c'est le contour d'isoresistivité 2500 $\Omega.m$ qui est utilisé pour délimiter des boules granitiques de taille pluri-métrique. Entre ces deux systèmes résistants, une couche moyennement conductrice, correspondrait à l'altérite. Elle se connecte, à l'aval du versant, avec un ensemble très conducteur, qui est lié au bas-fond du bassin, hydromorphe et probablement plus argileux. Pour A2L1, on observe aussi deux zones conductrices subverticales qui sont interprétées comme des failles, sièges d'une altération préférentielle: l'une en amont du piézomètre P17 traverse l'ensemble résistant granitique ; l'autre en aval, marque la transition avec les formations conductrices du bas-fond. En revanche, pour A2L2, on ne distingue que l'anomalie amont, la transition avec le bas-fond étant plus diffuse.

Le sous-bassin de Kerbernez est globalement moins résistant. Ceci est interprété comme une plus grande épaisseur du manteau d'altération que dans le sous-bassin de Kerrien et vraisemblablement une teneur en argile plus élevée. Pour A2L3, la roche-mère granitique n'est décelée que dans la partie aval. Les anomalies résistantes superficielles interprétées comme des boules granitiques, sont plus petites, ce qui est cohérent avec une altération plus profonde. Dans la partie amont, on distingue deux structures conductrices subverticales qui sont interprétées comme des failles. Pour A2L4, on note à l'amont une anomalie résistante superficielle moins marquée que celles observées pour les trois images précédentes. Cette anomalie pourrait correspondre à une boule granitique partiellement altérée. Le reste de la section est conducteur en surface et devient régulièrement résistant en profondeur. L'image indique que le toit du socle granitique aurait ici une pente régulière. L'ensemble conducteur de surface est hétérogène. Les poches conductrices sont probablement plus argileuses et les noyaux plus résistants, vraisemblablement plus sableux.

On notera que les piézomètres P17 et P6 sont à la même cote topographique. Ils sont disposés dans un système de boules granitiques sub-affleurantes et coïncident d'un point de vue géomorphologique à la rupture de pente topographique.

Conclusion

Une première reconnaissance géophysique du site de Kerbernez montre que la méthode électrique multi-électrode révèle des anomalies résistantes, qui correspondent vraisemblablement au granit : boules isolées superficielles ou toit du substrat discordant par rapport à la surface topographique. Le bas-fond hydromorphe, fortement conducteur, est mis en évidence. Les deux bassins présentent des anomalies conductrices subverticales que l'on peut interpréter comme des failles. Les deux bassins se distinguent nettement par la valeur de résistivité de l'altérite granitique beaucoup plus faible pour le bassin de Kerbernez que pour le bassin de Kerrien. Cette différence peut être interprétée comme une plus grande épaisseur du manteau d'altération et/ou une teneur en argile plus importante pour le bassin de Kerbernez. Ces importantes différences structurales entre les deux bassins induiront probablement des comportements hydrodynamiques distincts.

La prise en compte de données piézométriques, géologiques et géomorphologiques plus complètes permettra un meilleur calage des premières interprétations géophysiques. En étendant l'approche géophysique, on tentera une reconnaissance tri-dimensionnelle des principales structures et par suite une meilleure compréhension du fonctionnement hydrodynamique souterrain des bassins. De façon réciproque, la connaissance détaillée de cette organisation structurale guidera le choix de l'emplacement pour de nouveaux piézomètres.

Bibliographie

- Cann C., 1998 - Evolution de l'agriculture et de sa pression polluante sur le bassin de Naizin et en Bretagne. In C. Cheverry : " *Agriculture intensive et qualité des eaux* ", INRA, pp. 25-39.
- Loke M.H., Barker R.D., 1996 - Rapid least-square inversion of apparent resistivity pseudo-sections by a quasi-Newton method. *Geophysical Prospecting*, 44, 131-152.

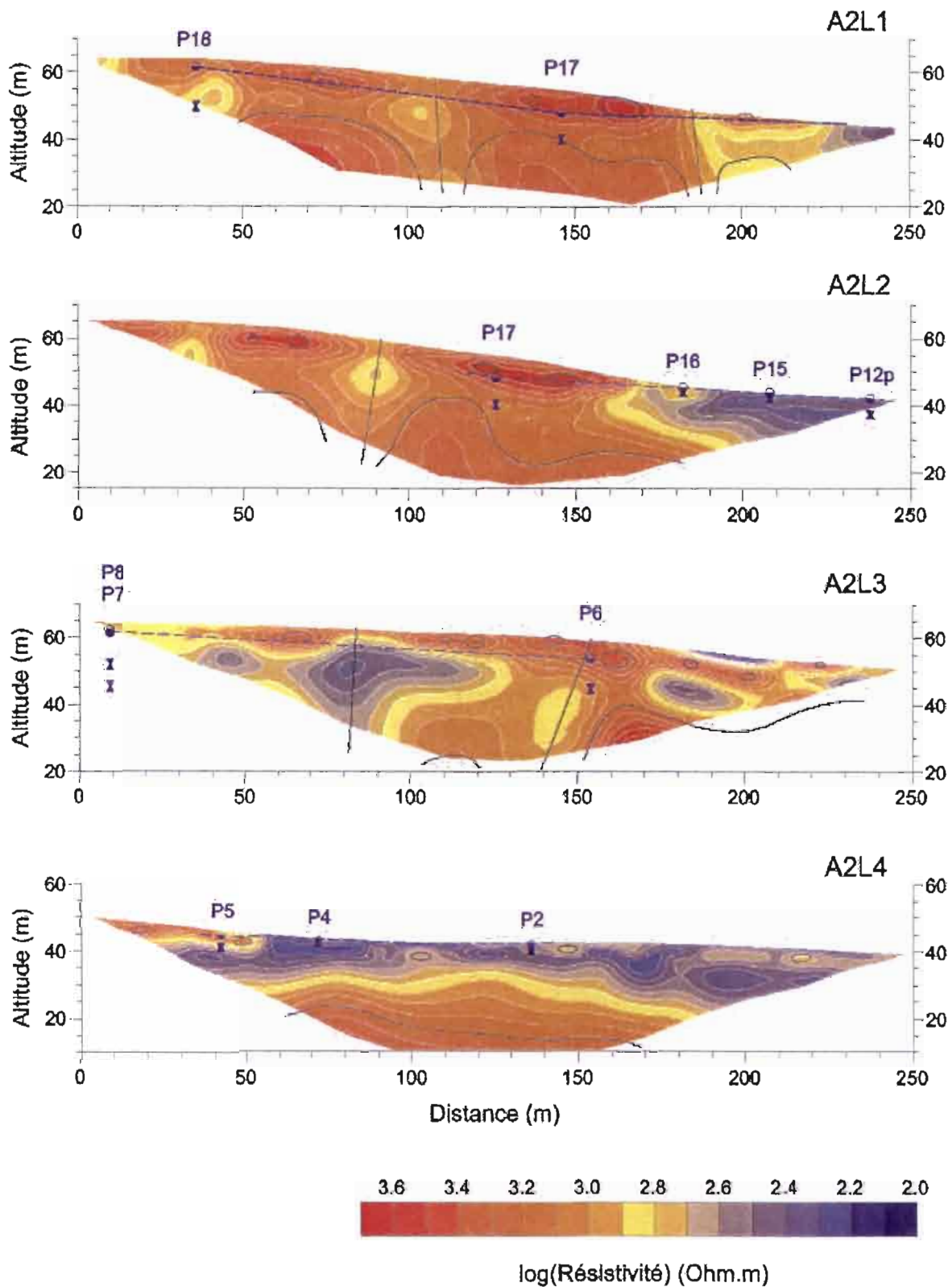


Figure 2 : Images de résistivité : (A2L1 et A2L2) sous-bassin de Kerrien ;
 (A2L3 et A2L4) sous-bassin de Kerbernez
 Pointillés : niveau piézométrique.
 Interprétations : ellipses = boules de granite ;
 lignes courbes = toit du granite ;
 lignes droites = failles.