



# Localisation de réseau de drainage agricole par tomographie de résistivité électrique en mode de suivi temporel

T. Jouen, R. Clément, H. Hénine, C. Chaumont, B. Vincent, J. Tournebize

## ► To cite this version:

T. Jouen, R. Clément, H. Hénine, C. Chaumont, B. Vincent, et al.. Localisation de réseau de drainage agricole par tomographie de résistivité électrique en mode de suivi temporel. 9ème colloque GEOFCAN, Nov 2014, Orsay, France. 4 p. hal-01512661

HAL Id: hal-01512661

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01512661>

Submitted on 24 Apr 2017

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# LOCALISATION DE RESEAU DE DRAINAGE AGRICOLE PAR TOMOGRAPHIE DE RESISTIVITE ELECTRIQUE EN MODE DE SUIVI TEMPOREL

Jouen T. , Clément R. , Henine H. , Chaumont C. , Vincent B. , Tournebize J.

IRSTEA, Hydrosystèmes et Bioprocédés Antony, HBAN, 1 rue Pierre Gilles de Gennes, CS 10030, 92761 Antony Cedex, France.

## **RESUME**

*La pose d'un réseau de drain dans un sol agricole permet la maîtrise du risque d'engorgement des terres en eau lors de période de pluies importantes. Cependant le positionnement de ce réseau est très souvent perdu. Dans le but de réaliser un protocole permettant la localisation de drain agricole à faible diamètre, des profils de tomographie de résistivité électrique (ERT) 3D en mode de suivi temporel ont été réalisés. Associés à une expérimentation d'injection d'eau par l'aval d'un réseau de drains ils ont permis de suivre la réhumectation et l'infiltration provoquées par cette injection. La modélisation au cours du temps de ces zones d'infiltration a permis la localisation et l'évaluation du système de drain.*

**Mots clés :** tomographie de résistivité électrique, time lapse, drainage agricole.

## **ABSTRACT**

### **Agricultural Drainage localization by time lapse electrical resistivity tomography**

*Installing a drain network in an agricultural soil allows control over the waterlogging risk during heavy rainfall periods. However the network position is very often lost. time lapse electrical resistivity tomography (ERT) 3D profiles has used In order to localize low diameter canalization agricultural drains are,, it has been injected water into the drainage network through the outlet, and the infiltration rate was monitored the infiltration. The modeling over time of infiltration has enabled the localization of drains network.*

**Key words:** electrical resistivity tomography, time lapse, agricultural drainage.

## **1. Introduction**

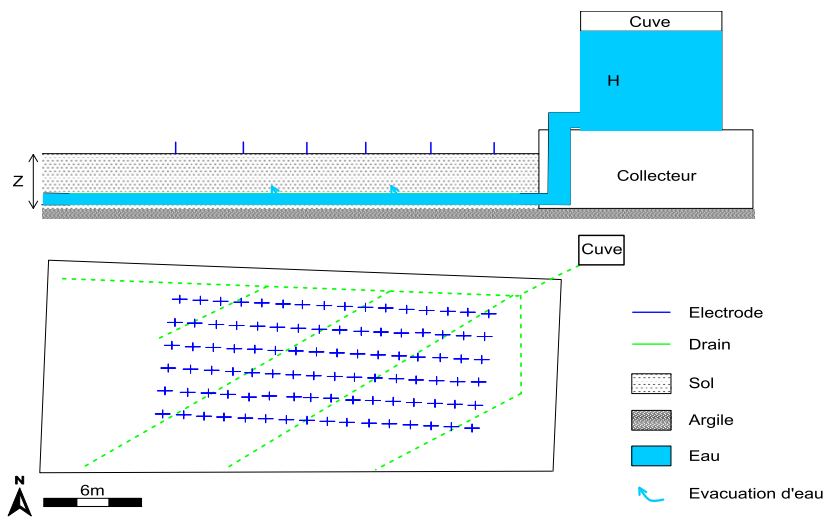
Un des obstacles au bon rendement des sols agricoles hydromorphes est l'engorgement des terres en eau lors de la période de pluies hivernales. Il provoque la formation d'une nappe perchée rendant les terres excessivement humides, préjudiciable à la croissance des cultures agricoles. Il est important alors de rabattre le niveau de la nappe perchée pour faciliter le développement racinaire. L'une des techniques les plus répandues est l'installation d'un réseau de drains perforés, enterrés à environ 80 cm de la surface. En

France, les grandes opérations nationales de développements du drainage agricole se sont produites dans les années 1980. Ainsi le drainage agricole représente actuellement environ 10 % de la surface agricole utile du territoire national. Les réseaux de drainages vieillissants, il peut être aujourd'hui utile de pouvoir localiser et évaluer l'état des réseaux installés depuis plus d'une vingtaine d'années, l'enjeu étant le renouvellement ou la réhabilitation d'un réseau de drainage vieillissant. La difficulté de localisation des drains réside dans le fait que la cartographie des drains existants (plan de drainage) a très souvent été perdue au fil des années ou n'a simplement jamais existée. Pour localiser à grande échelle et de manière non intrusive les réseaux de drainage, de nombreuses méthodes géophysiques ont été testées (GAUTHIER, 1987). Sur l'ensemble des techniques utilisées, seul le géoradar semble approprié pour des conduites enterrées dont les diamètres sont supérieurs à 100 mm. Cependant, la détection des drains de diamètre plus faible n'est pas assurée. La tomographie de résistivité électrique (ERT) a progressé rapidement ces dix dernières années, notamment avec le développement d'outils d'inversions 3D complexes du sous-sol (GÜNTHER, 2004) qui ouvre de nouvelles possibilités d'application pour la détection des réseaux de drainage. Cependant l'utilisation simple de cet outil ne permet pas de détecter un objet trop petit dans les sols. De plus en période de fonctionnement du drainage (généralement l'hiver), les variations de l'humidité dans le sol (entre 2 à 3 %) ne changent pas significativement la valeur de la résistivité électrique majeure. L'ERT en mode de suivi temporel est devenu un outil de référence en hydrologie pour étudier les phénomènes d'infiltrations (BRUNET et al., 2010 ; CLÉMENT et al., 2009). L'objectif de l'étude est d'utiliser le réseau de drainage comme un système d'injection d'eau par l'aval et de suivre cette injection par Tomographie de Résistivité Electrique afin de déterminer s'il est possible de localiser et d'évaluer un système de drains agricoles.

## **2. Matériel et méthode**

### **2.1. Description du site et du dispositif d'injection**

La zone de mesure se situe à Boissy le Châtel en Seine et Marne sur l'observatoire GIS ORACLE (<http://gisoracle.irstea.fr/>), site instrumenté depuis les années 60. Le réseau de drainage, implanté en 1972, est composé de drains espacés de 6 m et connectés à un collecteur qui conduit l'eau vers l'exutoire de la parcelle. Chaque drain est un assemblage de tronçons jointifs en poterie de 40 mm de diamètre intérieur et de 60 mm de diamètre extérieur, de 30 cm de longueur. L'eau excédentaire dans le sol rentre au niveau des joints des tronçons. Le réseau se situe à une profondeur Z ("cf. Fig.1") comprise entre 60 et 80 cm et repose sur un niveau imperméable d'argile. Le dispositif d'injection est composé d'une cuve carrée de 1 m<sup>3</sup> de volume, connectée à l'exutoire du collecteur. C'est un dispositif à charge constante qui a permis d'injecter sur 4 jours, 60 m<sup>3</sup> d'eau dans le réseau, soit l'équivalent de 100 mm d'apport. La position



**Fig.1 – Schéma du dispositif de mesure**

théorique des drains en vert ("cf. Fig.1") a été réalisée à partir du plan non géoréférencé d'avant-projet de drainage, elle ne représente donc pas la position exacte des drains mais donne une idée sur leur emplacement et leur orientation.

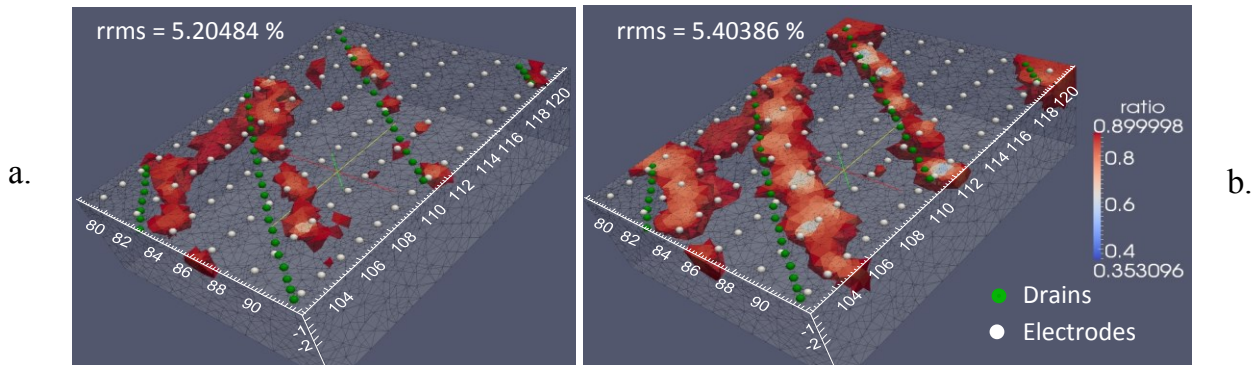
## 2.2. Tomographie de résistivité électrique en mode suivi temporel

Il a été déployé sur la parcelle 6 lignes de 16 électrodes (96 au total) avec un espacement inter électrode de 1.2 m ("cf.Fig.1"). Les lignes d'électrodes ont été espacées de 2.5 m. L'ensemble des profils a été effectué à partir d'un protocole de mesure de type dipôle-dipôle et de type gradient. 99 profils ERT ont été acquis sur une période de 7 jours. On a réalisé deux profils de référence avant injection montrant une très bonne répétabilité inférieure à 3%. Les paramètres de mesure suivants ont été utilisés : Un temps d'injection de 8 minutes, avec une séquence de délai de 16 minutes pour un total de 906 quadripôles et un stack de 1. L'expérimentation s'est déroulée à la fin du mois d'Août (2013), période à laquelle la teneur en eau dans le sol est la plus faible. La teneur en eau est dans notre cas le facteur le plus influençant dans la mesure de la résistivité. La méthode a donc été optimisée pour travailler avec les contrastes de résistivité les plus forts entre le sol et la zone d'infiltration proches des drains, facilitant ainsi leur localisation. L'inversion des profils a été réalisée à partir du logiciel BERT (GÜNTHER, 2004) avec les paramètres suivants : La norme L1 appropriée à de forts contrastes de résistivité, comme dans le cas d'une infiltration. Le faible paramètre de régularisation ( $\lambda$ ) est fixé à 30 pour ne pas lisser les contours d'infiltration. Le facteur d'anisotropie a été choisi pour correspondre à un milieu isotrope ( $Z_{weight}=1.0$ ). L'inversion en suivi temporel a été réalisée avec une approche de type « set as reference ».

## 3. Résultats

Les profils a. et b. ("cf. Fig.2") présentent les ratios de résistivité par rapport au profil initial avant injection qui ont été filtrés pour ne montrer que les ratios inférieurs à 0.9. Le profil a. représente le pas de temps 18 réalisé après 6h45 d'injection pour un volume injecté d'environ 8.3 m<sup>3</sup> et le profil b., le pas de temps 40 réalisé après 15h30 d'injection pour un volume injecté d'environ 17.5 m<sup>3</sup>. Les zones d'infiltrations mises en évidence pour le pas de temps 18 présentent des ratios compris entre 0.6 et 0.9 pour

1.0 m de large. La valeur des ratios diminue au pas de temps 40 surtout au niveau des électrodes ou la valeur est rapidement inférieure à 0.6 pour une largeur d'infiltration doublée. Les différentes zones d'infiltration identifiées par ERT sont presque superposées à la position des drains extrait de la carte, validant la fonctionnalité de la méthode.



**Fig.2 – Profils ERT au pas de temps 18 (a.) et 40 (b.)**

#### 4. Conclusion

Le suivi de l'injection par ERT en mode de suivi temporel semble une méthode appropriée pour la localisation du réseau de drainage enterré. Néanmoins il est nécessaire afin de caractériser la méthode, de réaliser des mesures à une autre échelle, sur une parcelle drainée plus grande. Il est envisagé de suivre l'infiltration avec plusieurs profils en 2D ou la localisation se fera par interpolation entre profils plutôt qu'un suivi 3D plus coûteux en temps. Plusieurs questions ont aussi été posées quant à l'utilisation de la méthode sur un sol dont les teneurs en eau seraient plus faibles ainsi que sur la quantité d'eau nécessaire à la localisation du drain.

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**BRUNET P., CLEMENT R., BOUVIER C., 2010** - Monitoring soil water content and deficit using electrical resistivity tomography (ERT)-a case study in the Cevennes area, France. *J. Hydrol.*, 380 (2010), pp. 146–153.

**CLÉMENT R., DESCLOITRES M., GÜNTHER T., RIBOLZI O., LEGCHENKO A., 2009** - Influence of shallow infiltration on time-lapse ERT: experience of advanced interpretation. *Comptes Rendus Geoscience*, 341 (2009), pp. 886–898.

**GAUTHIER F., 1987** - Utilisation de la radio magnéto-tellurique et de la prospection thermique pour la reconnaissance géophysique du proche sous-sol : application à l'étude et à l'aménagement des terres agricoles engorgées. *Thèse de 3ème cycle, Université Paris 6, Paris.*

**GÜNTHER T., 2004** - Inversion methods and resolution analysis for the 2D/3D reconstruction of resistivity structures from DC measurements. *Thèse de 3ème cycle, University of Mining and Technology, Freiberg.*