

Suivi par tomographie de résistivité électrique d'une couverture de centres de stockage de déchets à l'échelle d'un site expérimental

Fanny Genelle, Colette Sirieix, Joëlle Riss, Fabien Naessens, Stéphane Rénié,
Bruno Dubéarnes, Philippe Bégassat, Véronique Naudet

► To cite this version:

Fanny Genelle, Colette Sirieix, Joëlle Riss, Fabien Naessens, Stéphane Rénié, et al.. Suivi par tomographie de résistivité électrique d'une couverture de centres de stockage de déchets à l'échelle d'un site expérimental. Journées scientifiques GFHN-GEOFCAN 2011 "Milieux poreux et Géophysique", Nov 2011, Orléans, France. hal-00662851

HAL Id: hal-00662851

<https://hal-brgm.archives-ouvertes.fr/hal-00662851>

Submitted on 25 Jan 2013

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.

SUIVI PAR TOMOGRAPHIE DE RESISTIVITE ELECTRIQUE D'UNE COUVERTURE DE CENTRES DE STOCKAGE DE DECHETS, A L'ECHELLE D'UN SITE EXPERIMENTAL

GENELLE F.^{1,2}, SIRIEIX C.¹, RISS J.¹, NAESSENS F.¹, RENIE S.²,
DUBEARNES B.³, BEGASSAT P.⁴, NAUDET V.^{1,5}

¹ Laboratoire I2M - Département de Génie Civil et Environnemental, Bâtiment B18, Avenue des facultés, 33400 Talence, fanny.genelle@etu.u-bordeaux1.fr, colette.sirieix@u-bordeaux1.fr, joelle.riss@u-bordeaux1.fr, fabien.naessens@bordeaux1.fr

² HYDRO INVEST, 514 route d'Agris, 16430 Champniers, fanny.genelle@hydroinvest.com, stephane.renie@hydroinvest.com

³ EAUGEO, 1570 route des Pyrénées, 40230 Orx, b.dubearnes@eaugeo.fr

⁴ ADEME, 20 avenue du Grésillé, 49004 Angers cedex 1, philippe.begassat@ademe.fr

⁵ BRGM, 3 avenue Claude Guillemin, 45060 Orléans, v.naudet@brgm.fr

RESUME

Dans le but de détecter les défauts d'étanchéité au sein des couvertures de centres de stockage de déchets, la méthode de tomographie de résistivité électrique a été mise en œuvre à l'échelle d'un site expérimental qui reproduit un type de couverture dans laquelle des défauts ont volontairement été créés. Des mesures répétées sur le site ont montré la capacité de cette méthode à détecter les défauts dans certaines conditions climatiques. Elles ont également souligné la présence d'hétérogénéités qui ont, par la suite, été caractérisées par leur granulométrie et leur teneur en eau.

Mots clés : *couverture de centre de stockage de déchets, matériau argilo-graveleux, hétérogénéités, résistivité électrique, classification hiérarchique*

ABSTRACT

ELECTRICAL RESISTIVITY TOMOGRAPHY MONITORING OF A LANDFILL COVER, ON AN EXPERIMENTAL SITE SCALE

In order to detect watertightness defects in landfill covers, the electrical resistivity tomography method was carried out on an experimental site which reproduces one type of cover into which defects were created deliberately. Repeated measurements on this site have shown the ability of this method to detect defects during certain climatic conditions. They have also outlined the presence of heterogeneities which have been then characterized by their particle size and water content.

Key words: *landfill cover, gravelly clay material, heterogeneities, electrical resistivity, hierarchical classification*

1. INTRODUCTION

Préserver l'étanchéité des couvertures de centres de stockage de déchets (CSD) est un enjeu environnemental d'actualité. Une couverture de CSD est, dans certains cas, un milieu argilo-graveleux hétérogène non saturé soumis aux aléas climatiques. Au cours de son vieillissement, des défauts peuvent apparaître et provoquer un excès de lixiviats lors d'épisodes pluvieux. Il est donc important de caractériser les hétérogénéités intrinsèques et leur comportement hydrique en fonction des antécédents climatiques, sujet pour lequel peu de travaux ont jusqu'alors été menés (CARPENTER, 1991; AIT SAADI, 2003; GUYONNET, 2003). Dans ce but, la mise en œuvre de méthodes électriques paraît intéressante car elles sont sensibles à la teneur en eau et à la nature du matériau. Afin d'étudier le comportement d'un matériau de couverture de type argilo-graveleux, un site expérimental contenant des défauts a donc été mis en place.

2. MATERIELS ET METHODES

2.1. Le site expérimental

Le site expérimental est constitué de 15 cm de terre végétale et de 1 m de matériau argilo-graveleux remanié (cf. Fig. 1) affecté sur toute son épaisseur de trois fissures longues de 2,5 m. Le vide laissé par les fissures larges de 4 et 10 cm, a été comblé par du sable. Des matériaux classiquement utilisés pour les géodrain, notés G1 et G2 (cf. Fig. 1), ont aussi été disposés.

Par ailleurs, des capteurs d'humidité et de température ont été installés simultanément à la mise en place du site (cf. Fig. 1) afin de suivre l'évolution de ces deux paramètres dans le temps. Le suivi des conditions climatiques est réalisé au moyen d'une station météorologique située à proximité du site.

2.2. La tomographie de résistivité électrique : TRE

Plusieurs campagnes de TRE en dispositif dipôle-dipôle ont été effectuées au moyen de 48 électrodes espacées de 0,50 m (cf. TRE₂ et TRE_c en Fig. 1).

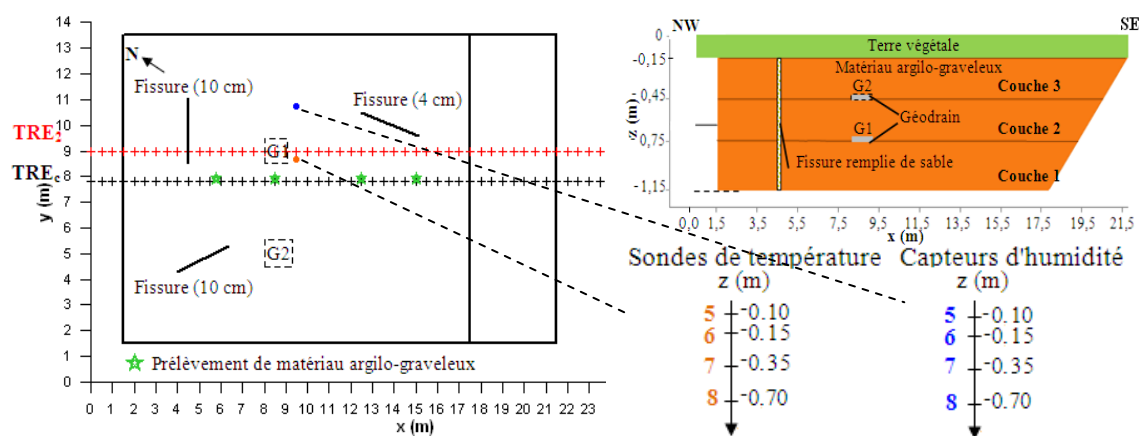


Fig. 1 - Emplacement des anomalies, capteurs et panneaux électriques sur le site expérimental

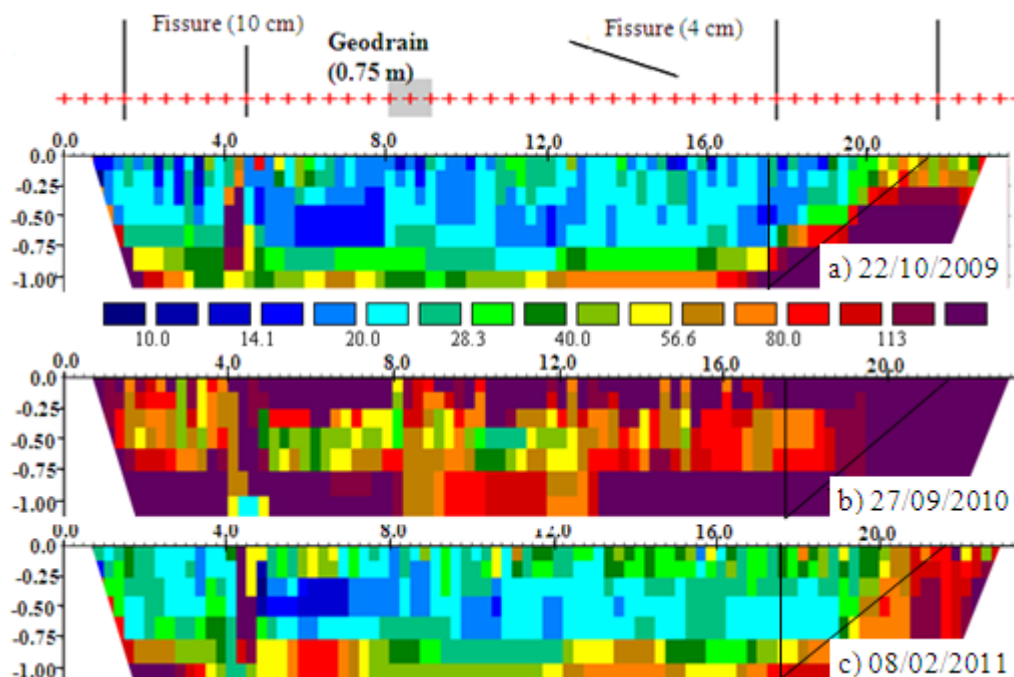


Fig. 2: Exemples du suivi temporel des modèles de résistivité électrique corrigée de l'effet de la température (TRE_2)

Les modèles de résistivité résultant d'une inversion de type robuste avec affinage du modèle sont présentés sous forme de blocs. Les résistivités vraies ont été corrigées de l'effet de la température en utilisant l'expression de CORWIN et LESCH (2005).

Les résistivités du matériau argilo-graveleux sont comprises entre 10 et 40 $\Omega.m$ lors des prospections des mois d'octobre 2009 et février 2011 (ainsi que pour les autres mesures réalisées en période humide) mais présentent des valeurs plus élevées (entre 30 et 113 $\Omega.m$) lors de la prospection du mois de septembre 2010 réalisée en période sèche exempte de précipitations pendant deux mois (cf. Fig. 2). On observe un contraste de résistivité électrique aux environs de 4 m en période humide. La résistivité y est de plus de 10 $\Omega.m$ et est interprétée comme étant la signature de la fissure de 10 cm remplie de sable. La fissure n'est pas détectée en période sèche, le contraste entre la fissure et le reste de la couverture n'étant plus suffisant. Par ailleurs, on constate également l'existence de variations spatiales de la résistivité électrique au sein de la couverture, distribution apparaissant conservée dans le temps. Une classification hiérarchique ascendante réalisée sur ces données de résistivité électrique pour l'ensemble des prospections a permis d'identifier plusieurs classes. Ces quatre classes (cf. Tab. 1) ont été réattribuées aux données du panneau TRE_c (cf. Fig. 3) où des prélèvements ont été effectués afin de ne pas endommager le site au niveau des anomalies. L'analyse granulométrique et, dans une moindre mesure, de la teneur en eau sur les échantillons montrent notamment le lien entre résistivité électrique et teneur en fines (cf. Tab. 1).

Tab. 1 - Résultats des analyses effectuées sur les quatre échantillons de matériau argilo-graveleux

Echantillon	Profondeur (m)	Classe	Résistivité électrique médiane ($\Omega.m$)	Teneur en eau massique (%)	Teneur en fines (%)
E ₁	de -0,25 à -0,35	1	17,4	28,0	84,4
E ₁₀	de -0,65 à -0,75	4	19,3	26,5	82,4
E ₁₄	de -0,65 à -0,75	2	21,6	21,5	78,1
E ₆	de -0,65 à -0,75	3	22,6	23,5	73,9

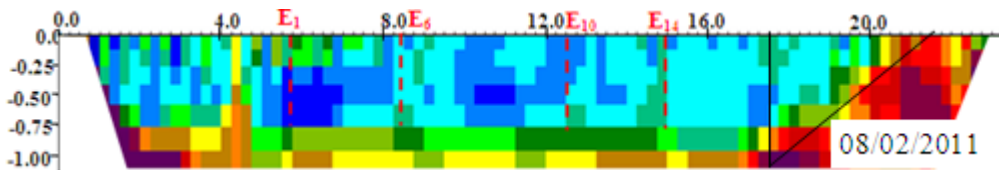


Fig. 3: Modèle des résistivités électriques corrigées de l'effet de la température du panneau TRE_c et emplacement des prélèvements de matériau argilo-graveleux

3. CONCLUSION

Le suivi temporel du site expérimental a permis de montrer que la TRE, sensible à la teneur en eau et à la nature du matériau, peut être employée pour caractériser une couverture argilo-graveleuse de CSD tant dans sa variabilité lithologique que dans la détection des défauts. Cette méthode doit être mise en œuvre sur site en période humide, période pendant laquelle l'hétérogénéité et les défauts sont détectables.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AIT SAADI, L., 2003** - Méthodologie de contrôle de l'homogénéité et de la perméabilité des barrières argileuses. Thèse de 3ème cycle. Université Paris VI.
- CARPENTER P.J., CALKIN S.F, KAUFMANN, R.S., 1991** – Assessing a fractured landfill cover using electrical resistivity and seismic refraction techniques. *Geophysics*, 56(13), 1896-1904.
- CORWIN D.L., LESCH S.M., 2005** - Apparent soil electrical conductivity measurements in agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 46, 11–43.
- GUYONNET D., GOURRY J.C., BERTRAND, L., AMROUI, N., 2003**– Heterogeneity detection in an experimental clay liner. *Can, Geotech*, 40, 149-160.
- LOKE M.H., ACWORTH I., DAHLIN T., 2003** - A comparison of smooth and blocky inversion methods in 2D electrical imaging surveys. *Exploration Geophysics*, vol. 34, 182-187.