



HAL
open science

Estimation de la teneur en éléments grossiers des sols à l'échelle parcellaire à partir de la mesure de résistivité électrique

Maud Seger, Marion Tetegan, Catherine Pasquier, Guillaume Giot, Bernard B. Nicoullaud, Isabelle I. Cousin

► To cite this version:

Maud Seger, Marion Tetegan, Catherine Pasquier, Guillaume Giot, Bernard B. Nicoullaud, et al.. Estimation de la teneur en éléments grossiers des sols à l'échelle parcellaire à partir de la mesure de résistivité électrique. 36. Journées scientifiques du GFHN;8. Colloque GEOFCAN;Milieux poreux et géophysique, Nov 2011, Orléans, France. hal-02750021

HAL Id: hal-02750021

<https://hal.inrae.fr/hal-02750021>

Submitted on 3 Jun 2020

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.

ESTIMATION DE LA TENEUR EN ÉLÉMENTS GROSSIERS DES SOLS À L'ÉCHELLE PARCELLAIRE À PARTIR DE LA MESURE DE RÉSISTIVITÉ ÉLECTRIQUE

SEGER M., TETEGAN M., PASQUIER C., GIOT G., NICOUILLAUD B.,
COUSIN I.

UR SOLS 0272, INRA Centre d'Orléans, avenue de la Pomme de Pin, CS 40001,
Ardon, 45075 Orléans cedex 2, France. Maud.Seger@orleans.inra.fr

RÉSUMÉ

L'analyse des propriétés et du fonctionnement des sols hétérogènes requiert une estimation correcte de la proportion de chacune des phases constituantes. Dans le cas des sols caillouteux, il est difficile d'estimer in situ la proportion de la phase caillouteuse par rapport à celle de la terre fine. Cette étude présente une méthode permettant de déterminer la proportion d'éléments grossiers dans un sol à partir de la mesure de résistivité électrique à l'échelle de la parcelle. S'appuyant sur l'hypothèse que la présence de cailloux dans le sol est à l'origine d'une augmentation du bruit du signal de la mesure de résistivité électrique, un modèle a été développé entre l'écart-type de résistivité électrique apparente et la teneur en éléments grossiers du sol. La méthodologie a été appliquée sur deux parcelles de quelques hectares présentant des disparités dans les proportions de teneurs en éléments grossiers. Les erreurs d'estimations sur ces deux études sont de 4 et 10 %.

Mots clés : sols caillouteux, géophysique, modèle.

ABSTRACT

FIELD-SCALE ESTIMATION OF THE VOLUME PERCENTAGE OF ROCK FRAGMENTS IN SOILS BY ELECTRICAL RESISTIVITY

Analysing the properties and functional characteristics of heterogeneous soils containing several phases requires a correct estimation of the volume proportion of each phase. In the case of stony soils, the volume percentage of rock fragments content remains difficult to estimate in situ. This paper presents a method that uses field spatial electrical resistivity measurements to determine the volume proportion of rock fragments. Based on the hypothesis that the electrical resistivity signal noise increases as the proportion of rock fragments increases, a model was developed that uses the standard deviation of the apparent electrical resistivity measurements over a small area as an indicator of rock fragments content. The model was tested on two study areas of several hectares containing soil units with varying quantities of rock fragments. The estimation of the rock fragments content was accurate, and the errors estimations were 4 and 10%.

Key words: stony soils, geophysics, modelling.

1. INTRODUCTION

Les sols caillouteux, i.e les sols contenant plus de 35% d'éléments grossiers, sont largement répandus en Europe : plus de 30% des sols d'Europe sont considérés comme caillouteux et cette proportion peut être largement plus élevée dans certaines régions (65 % en région méditerranéenne par exemple). Les éléments grossiers jouent un rôle important dans les propriétés hydriques des sols (TETEGAN et al. 2011a), il est donc important de pouvoir quantifier leur proportion.

La résistivité électrique des sols dépend de plusieurs paramètres d'influence : état hydrique et structural du sol, température, composition chimique. Elle est aussi particulièrement sensible à la présence d'éléments grossiers dans les sols qui d'une part forment des inclusions résistantes (SCHON et al. 1996) dans une matrice conductrice et d'autre part sont à l'origine de bruit dans la mesure de résistivité électrique. Sur cette base, nous avons développé un modèle entre l'écart-type de la résistivité électrique apparente et la teneur en élément grossiers du sol (TETEGAN et al. 2011b). Deux sites présentant de fortes variations de teneurs en éléments grossiers à l'échelle parcellaire ont été étudiés.

2. MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1. Sites d'étude

- Beauce, France

La parcelle se situe dans la région de Beauce, en France et mesure environ 115 hectares. Elle est constituée d'un sol argilo-limoneux formé sur des niveaux calcaires. Une carte pédologique précise a été réalisée grâce à des observations et prélèvements à la tarière permettant d'identifier des unités avec des teneurs en éléments grossiers différentes. 18 fosses ont ensuite été creusées afin de mesurer précisément la teneur en éléments grossiers des différentes unités. Ces 18 points constituent le jeu de données pour la fabrication du modèle et sa validation. Au sein de la parcelle, on observe une variabilité importante de la proportion moyenne en éléments grossiers (entre 0 et 50 % environ) dans les deux premiers horizons (0-45 cm).

- Oësling, Luxembourg

La parcelle du Luxembourg mesure 5 hectares et se situe dans la région schisteuse de l'Oësling. Les sols sont peu épais (60 à 90 cm), de texture équilibrée (limono-sablo-argileux) et sont formés sur des schistes. Trois unités pédologiques ont été identifiées sur la parcelle grâce à des observations pédologiques à la tarière. Pour quantifier la teneur en éléments grossiers, 30 forages à la carotteuse mécanique ont été réalisés suivant un maillage régulier. Ces 30 points constituent le jeu de données pour la fabrication du modèle et sa

validation. La teneur en éléments grossiers sur la parcelle varie de 3 à 50 % dans le premier horizon de sol (0-30 cm).

2.2. Mesure de la résistivité électrique

Pour chaque parcelle une prospection électrique a été réalisée grâce au dispositif ARP (Automatic Resistivity Profiling, Société Géocarta). Cet outil permet, grâce à 3 écartements d'électrodes (50 cm, 100 cm et 170 cm), de mesurer la résistivité apparente du sol sur 3 profondeurs (Cf. Fig. 1). La mesure est rapide et géolocalisée, elle permet de cartographier la résistivité électrique à haute résolution et sur de grandes surfaces.



Fig. 1 – ARP : dispositif tracté de mesure de la résistivité électrique en continu

2.3. Traitement des données

Pour chaque parcelle, nous avons étudié les mesures issues du premier jeu d'électrodes (espacement 50 cm) afin que le volume prospecté corresponde au premier horizon de sol. L'écart-type de la résistivité électrique a été calculé sur les mesures brutes dans un rayon de 5 m autour de chaque point.

Pour établir chaque modèle, nous avons scindé le jeu de données en 2 parties, l'une permettant d'établir le modèle, l'autre servant à sa validation (calcul de la RMSE). Les résultats ont été comparés à l'estimation de la teneur en éléments grossiers à partir de données de résistivité électrique par le modèle de Bussian (BUSSIAN, 1983).

3. RÉSULTATS

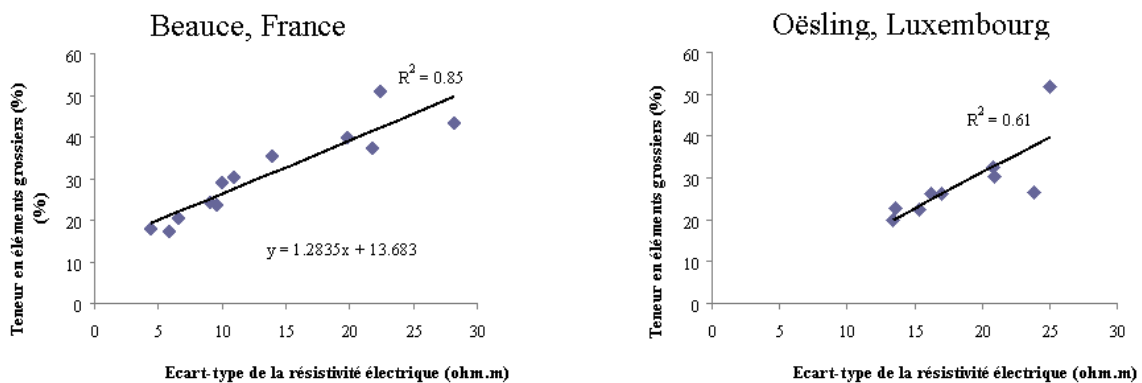


Fig. 2 – Modèles établis entre la teneur en éléments grossiers et l'écart-type de la résistivité électrique sur les deux sites étudiés

La **figure 2** présente les modèles entre écart-type de résistivité et teneur en éléments grossiers. La qualité de l'estimation obtenue par notre méthode est comparable à celle du modèle de Bussian (RMSE = 4 et 10%).

Ces modèles ont permis de réaliser à l'échelle de la parcelle des cartes de teneur en éléments grossiers estimés. La **figure 3** présente l'exemple de la carte du site français.

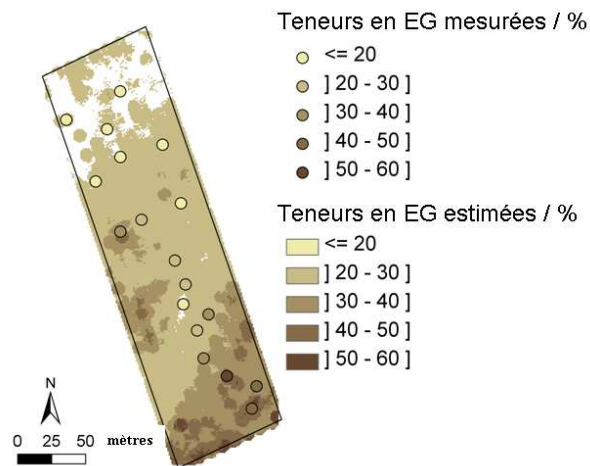


Fig. 3 – Carte des teneurs en éléments grossiers estimées à partir du modèle.

4. CONCLUSION

Nous proposons ici une méthodologie permettant d'estimer la teneur en éléments grossiers à l'échelle de la parcelle à partir de l'analyse de la mesure de résistivité électrique. Les RMSE obtenues (4 et 10 %) mettent en évidence une bonne précision de cette estimation. La méthode est applicable à des contextes pédologiques très différents comme en témoignent les deux sites d'étude. Ce travail ouvre la voie à un renouveau de l'estimation des propriétés de stockage et de transfert des sols caillouteux.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BUSSIAN A.E., 1983 – Electrical conductance in a porous medium. *Geophysics* 48 (9), 1258-1268.

SCHON J.H., 1996 – Physical Properties of Rocks: Fundamentals and Principles of Petrophysics. 600 pp.

TETEGAN M., NICOULLAUD B., BAIZE D., BOUTHIER A., COUSIN I., 2011a – The contribution of rock fragments to the available water content of stony soils: proposition of new pedotransfer functions. *Geoderma* 165, 40-49.

TETEGAN M., PASQUIER C., BESSON A., NICOULLAUD B., BOUTHIER A., BOURENNANE H., DESBOURDES C., KING D., COUSIN I., 2011b – Field-scale estimation of the volume percentage of rock fragments in stony soils by electrical resistivity. *Catena*. In press.