



**HAL**  
open science

# Caractérisation de la variabilité spatiale intraparcellaire des sols agricoles par mesure en continu de leur résistivité (méthode MuCEP)

Michel Dabas, Dominique Rouiller, Jeanne Tabbagh

## ► To cite this version:

Michel Dabas, Dominique Rouiller, Jeanne Tabbagh. Caractérisation de la variabilité spatiale intraparcellaire des sols agricoles par mesure en continu de leur résistivité (méthode MuCEP). P. Zwaenepoel. Agriculture de précision. Avancées de la recherche technologique et industrielle, Educagri Editions, 2000. hal-02925185

**HAL Id: hal-02925185**

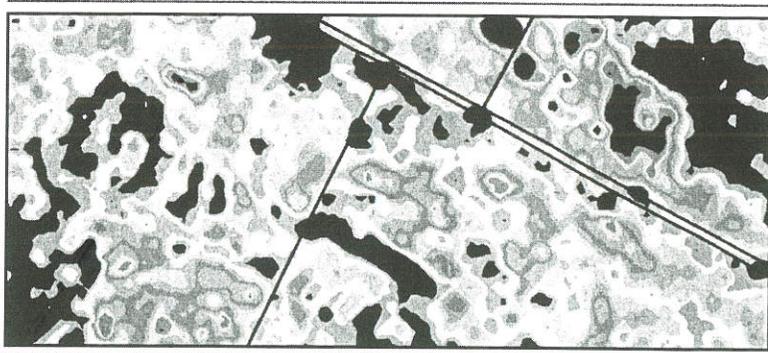
**<https://hal.science/hal-02925185>**

Submitted on 28 Aug 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.

# AGRICULTURE DE PRÉCISION



**Avancées de la recherche**

---

**technologique**

---

**et industrielle**

---

*Actes du colloque UMR Cemagref-ENESAD  
Dijon, 29-30 mai 2000*

# **Caractérisation de la variabilité spatiale intraparcellaire des sols agricoles par mesure en continu de leur résistivité (méthode MuCEP)**

***Characterisation of spatial in-site variability of agricultural plots  
by means of continuous measurement of electrical resistivity (MuCEP)***

**Michel Dabas, CNRS UMR 7619\***  
**Dominique Rouiller, EPIS-CENTRE\*\***  
**Jeanne Tabbagh, CNRS UMR 7619\***

## ***Résumé***

Pour l'agriculture de précision, la précision de la connaissance spatiale des sols doit être de l'ordre de 10 m. Une telle échelle n'est compatible ni avec une cartographie des sols grâce à des sondages à la tarière, ni avec les techniques spatiales. La résistivité électrique est un bon paramètre pour la délimitation de zones en agriculture de précision. Nous avons utilisé un système automatique développé par le centre de Recherches Géophysiques de Garchy : MuCEP (Multi-depth Continuous Electrical Profiling), pour la mesure en continu et simultanée de la résistivité apparente à trois profondeurs d'investigation. L'acquisition des mesures a été réalisée en quelques jours pour une maille de 12x1 m<sup>2</sup> sur une surface de 100 ha. Quelques facteurs, aussi bien naturels qu'anthropiques, ont pu être trouvés pour expliquer la très bonne correspondance entre la carte de résistivité et les cartes de rendement.

**Mots-clés :** Agriculture de précision, pédologie, variabilité spatiale, résistivité électrique, rendement

---

\* Université Paris VI, Boîte 105, 75252 Paris Cedex 05, et Terra NovA, 7 place de la Nation 75011 Paris, E.mail : [dabas@ccr.jussieu.fr](mailto:dabas@ccr.jussieu.fr) ; E.mail : [terra-nova@wanadoo.fr](mailto:terra-nova@wanadoo.fr)  
E.mail : [tabbagh@ccr.jussieu.fr](mailto:tabbagh@ccr.jussieu.fr)

\*\* EPIS-CENTRE, 65-67 av de Lattres de Tassigny 18924 Bourges cedex 9  
Tél. : 02 48 69 60 47 ; Fax. : 02 48 69 60 50 - E.mail : [dominique.rouiller@wanadoo.fr](mailto:dominique.rouiller@wanadoo.fr)

moment. Ce concept n'est applicable que si l'agriculteur a, en particulier, une parfaite connaissance du sol en chaque point de ses parcelles (agriculture de précision, 1997).

L'apparition de capteurs de rendement a montré sur les parcelles céréalières des variations importantes de la quantité des grains. Par exemple, dans une parcelle étudiée dans le cadre de cette étude, le rendement du blé tendre varie entre 20 et 106 quintaux par hectare. Cette variabilité tient à plusieurs facteurs : histoire de la parcelle (climat, type de rotation de cultures, évolution du parcellaire, etc.), hétérogénéité des intrants apportés, erreurs de calibrage des capteurs de rendement et enfin hétérogénéité pédologique.

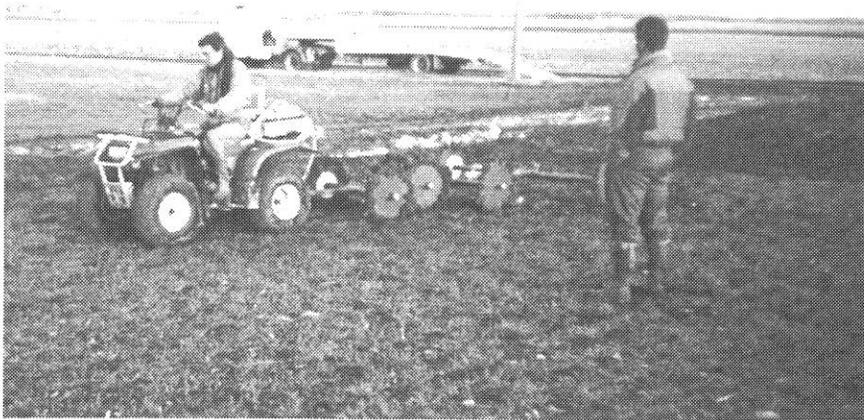
L'agriculture de précision se doit de tenir compte de cette variabilité. A priori, la part de variation due au sol est la plus importante et surtout constitue le signal le plus stable dans le temps et doit logiquement permettre la définition de zones homogènes.

La reconnaissance des sols se fait classiquement par des observations directes : sondages à la tarière et creusement de fosses. Ce type d'observations souffre de son caractère ponctuel et du coût induit à la fois par le pédologue et par les analyses de sol. Dans notre étude sur l'agriculture de précision, il est vite apparu illusoire d'effectuer un sondage et une analyse de sol tous les demi-hectares ce qui pouvait sembler logique dans le contexte pédologique de l'exploitation. Deux freins nous sont très vite apparus : le coût (analyses et temps passé) et le manque de précision. Une des parcelles (30 ha) de l'exploitation a été traitée de cette manière, 54 observations pédologiques y ont été effectuées. Elles se sont vite avérées insuffisantes pour le tracé d'une carte pédologique de la parcelle en question !

Une autre méthode peut consister à définir au préalable les zones homogènes grâce à une méthode indirecte et rapide. Puis d'effectuer un retour sur le terrain pour caractériser ces zones ainsi obtenues et valider notre modèle. Ceci permet de diminuer de manière considérable le nombre des observations de terrains (tarière ou profil pédologique). On estime que moins d'une quarantaine de sondages seront suffisants pour l'ensemble de l'exploitation.

Afin de caractériser les zones homogènes sur chacune des parcelles, nous avons utilisé la méthode du trainé électrique. La résistivité électrique est l'un des paramètres facilement mesurables et a priori sensibles aux paramètres liés au développement des plantes et donc au rendement des parcelles : réserve utile en eau, taux en argile, structure du sol et éventuellement minéralisation. Son utilisation pour la pédologie est déjà bien attestée (Dabas et al., 1989, A et B). Sa mesure par des systèmes autotractés est simple et robuste et plusieurs cartes ont déjà été obtenues dans le cadre de la pédologie (Dabas et al., 1995).

Les reconnaissances par des moyens aéroportés ou satellitaires civils quant à elles sont pour l'instant à des échelles trop petites pour ce type d'application et la période d'observation ne peut être choisie.



*Fig. 1 : Le système MuCEP*

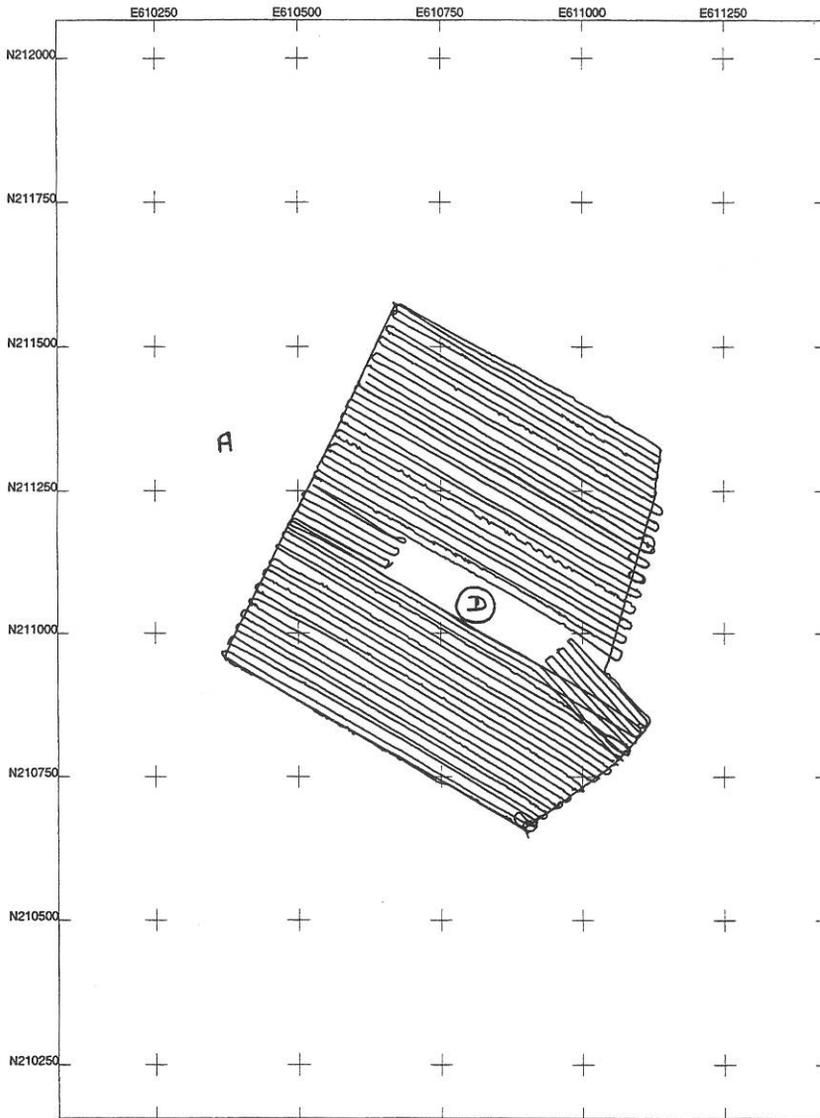
électrodes appelés maintenant MuCEP (*Multi-depth Continuous Electrical Profiling*) (Dabas et al., 1994 ; Panissod et al., 1997 et 1998). Ce système a été développé complètement au Centre de recherches géophysiques de Garchy (CNRS, UMR7619 Paris VI, Sisyphe, Structure et fonctionnement des systèmes hydriques continentaux).

Plusieurs systèmes MuCEP ont été créés et sont maintenant opérationnels sur le terrain. Les seules restrictions pour l'utilisation de ces appareils tiennent dans l'état de sécheresse des parcelles (limitation liée à la possibilité d'injecter le courant quand les résistances de contact sont trop élevées) ainsi que sur la vitesse de déplacement de la mécanique sur le terrain (la mécanique actuelle ne permet pas de déplacer le système actuel à plus de 10km/h, mais ceci peut être facilement modifié).

## **3. Résultats**

### **3.1. Mesure sur un profil, cartes**

Un ensemble de profils test a été acquis dans une des parcelles en utilisant le MuCEP tracté par un quad (minimisation du dommage aux semis). Le pas d'échantillonnage entre les points de mesure a été choisi à 1m (mais on peut le descendre à quelques centimètres). Le courant régulé utilisé par le résistivimètre RMCA4 (licence CNRS) était de 20mA en raison de la nature conductrice des terrains rencontrés. La distance est mesurée par un radar doppler (donc sans contact avec le sol) et la mesure électrique est déclenchée par la mesure de distance. Le positionnement absolu est effectué par un GPS qui permet le positionnement de chacun des points d'acquisition électrique.



Parcelle D "Les Bois Forts"

France  
Centre II  
NTF



Echelle 1:10000



Kilomètres

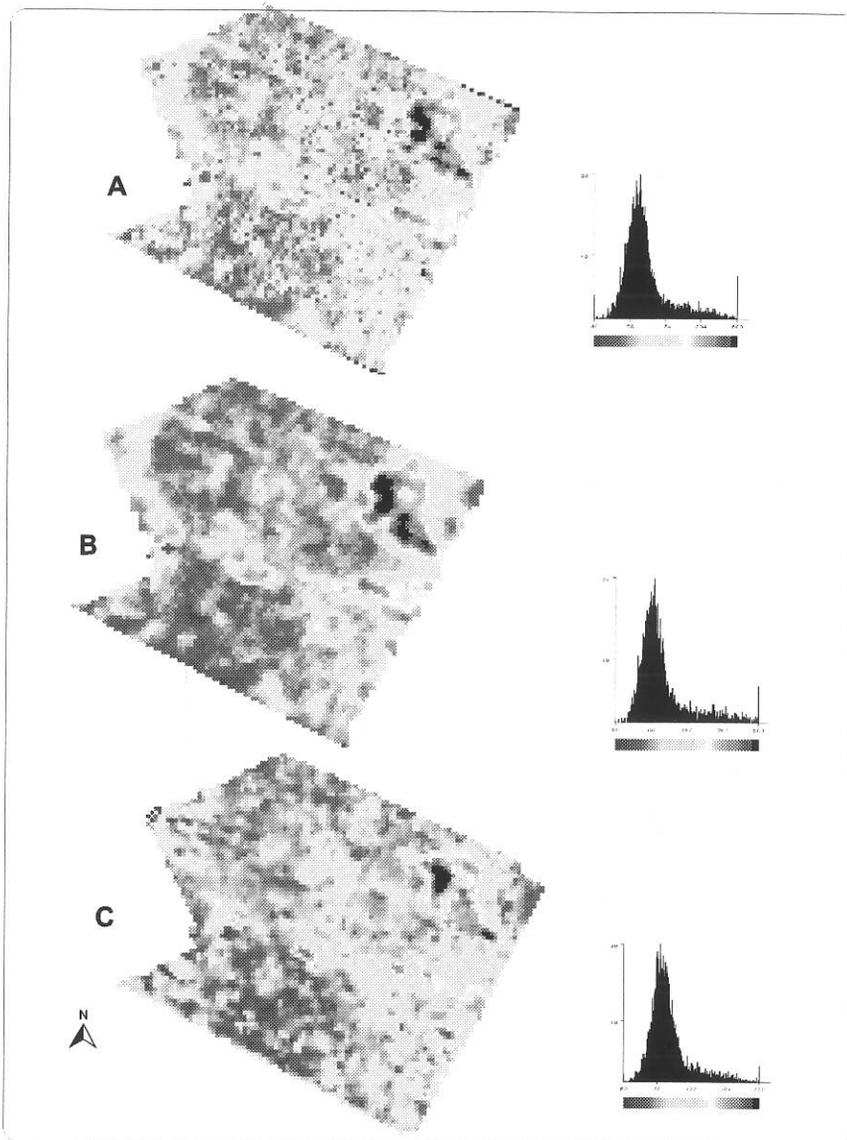
combiné.ssf

28/01/2000

Pathfinder Office



Fig. 3 : Déplacement du MuCEP enregistré par GPS.



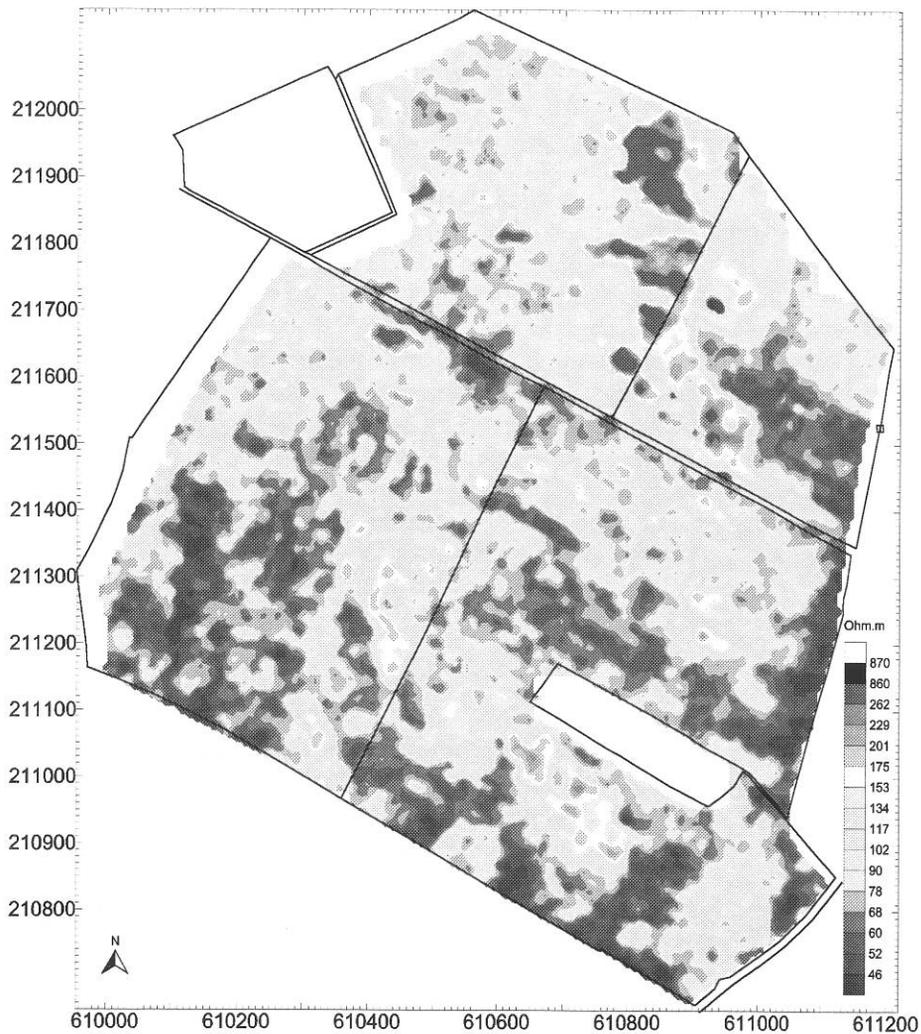
Résistivités électriques apparentes parcelle B  
 Quadripôle MuCEP - RMCA4

A : Données de Février 99 (parcelle B)  
 B: Données de Février99 filtrées  
 C: Données de Novembre 99 (parcelle B3)

Client : Agri-Centre  
 Parcelles : Vanlandeghem  
 Mesures : D. Rouiller (Agri-Centre) G. Hovhannisyian (Terra NoVA) 02/1999  
 Traitement : J. Tabbagh (CNRS), M. Dabas (CNRS) - 01/2000  
 Fond de carte : fichier offset\_2.dxf (Agri-Centre); Lambert II



Fig. 4: Reproductibilité des cartes de résistivité (parcelle B).



Résistivités électriques apparentes  
 Quadripôle MuCEP - RMCA4  
 Courant 20 mA,  $a=0,5m$   
 Maille 6 x 6m, filtrage 3x3 10%  
 Distance: GPS Trimble + Radar Doppler

Client : Agri-Centre  
 Parcelles : Vanlandeghem  
 Mesures : D. Rouiller (Agri-Centre) G. Hovhannisyan (Terra NoVA) 02/1999  
 Traitement : J. Tabbagh (CNRS), M. Dabas (CNRS) - 01/2000  
 Fond de carte : fichier offset\_2.dxf (Agri-Centre); Lambert II

EPIS-CENTRE

OKS

Terra Nova®

Fig. 5 : Assemblage des cartes de résistivité pour le plus petit quadripôle.

## Bibliographie

«Agriculture de Précision», *Perspectives agricoles*, 222, 48 p., mars 1997.

Dabas (M.), Hesse (A.) et Jolivet (A.), *Prospection de sub-surface automatisée*, in CIRA éd. Bruxelles, p. 73-81, 1989.

Dabas (M.), Hesse (A.) et Jolivet (A.), Tabbagh (A.), Ducomet (G.), « Intérêt de la cartographie de la résistivité électrique pour la connaissance du sol à grande échelle », *Science du sol*, 27 (1), p. 65-68, 1989.

Dabas (M.), Tabbagh (A.), Tabbagh (J.), 3-D « Inversion in subsurface electrical surveying-I». Theory, *Geophysical Journal International*, 119, p. 975-90, 1994.

Tabbagh (A.), Duval (O.), Bruand (A.), Verbeque (B.), « Cartographie électrique en continu : Apport à la connaissance d'une couverture développée sur matériaux deltaïques », *Étude et gestion des sols*, 2, 4, p. 257-268, 1995.

Panissod (C.), Dabas (M.), Tabbagh (A.), « A novel multipole system (MuCEP) for shallow (0-3 m) geoelectrical investigation: the «Vol-de-canards array», *Geophysical Prospecting*, 45, p. 983-1002, 1997.

Panissod (D.), Dabas (M.), Hesse (A.) et Jolivet (A.), Tabbagh (A.), «Recent developments in shallow-depth electrical and electrostatic prospecting using mobile arrays», *Geophysics*, 63, p. 5, 1998.