



HAL
open science

Cartographie du fonctionnement hydrique des sols d'une parcelle agricole hétérogène à partir d'informations pédologiques et environnementales

Hocine Bourennane, Kevin Vaysse, Bernard B. Nicoullaud, Alain A. Couturier,
Isabelle I. Cousin

► **To cite this version:**

Hocine Bourennane, Kevin Vaysse, Bernard B. Nicoullaud, Alain A. Couturier, Isabelle I. Cousin. Cartographie du fonctionnement hydrique des sols d'une parcelle agricole hétérogène à partir d'informations pédologiques et environnementales. 36. Journées scientifiques du GFHN;8. Colloque GEOFCAN;Milieux poreux et géophysique, Nov 2011, Orléans, France. <hal-02750409>

HAL Id: hal-02750409

<https://hal.inrae.fr/hal-02750409v1>

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.



HAL Authorization

CARTOGRAPHIE DU FONCTIONNEMENT HYDRIQUE DES SOLS D'UNE PARCELLE AGRICOLE HÉTÉROGENE À PARTIR D'INFORMATIONS PÉDOLOGIQUES ET ENVIRONNEMENTALES

**BOURENNANE H., VAYSSE K., NICOULLAUD B., COUTURIER A.,
COUSIN I.**

INRA, UR 0272 - Unité de Science du Sol, 2163 Avenue de la Pomme de Pin,
CS 40001 ARDON, 45075 ORLEANS Cedex 2

RÉSUMÉ

La variation spatio-temporelle de la teneur en eau des sols d'une parcelle de 10 ha a été évaluée grâce à 9 campagnes de mesures de la teneur en eau pondérale. Une carte des teneurs en eau des sols à chaque date ainsi qu'une carte moyenne de la variabilité temporelle ont été réalisées par krigeage ordinaire. Des zones toujours plus sèches et des zones toujours plus humides ont été identifiées. La stabilité de ces zones dans le temps a été confirmée par la carte de la variabilité spatio-temporelle de la teneur en eau estimée par l'indicateur de Vachaud et al. (1985). L'analyse des ces résultats par une Analyse Factorielle Krigeante a montré que cette variabilité était expliquée par i) la texture du sol approchée par la résistivité électrique des sols et ii) les attributs morphométriques du terrain tels que l'altitude, la pente et la direction des flux. Ces travaux ouvrent de nouvelles perspectives pour améliorer la gestion de l'irrigation sur les parcelles agricoles

Mots clés : *Teneur en eau, Krigeage, Analyse Factorielle Krigeante, Analyse spatio-temporelle, Modèle Numérique de Terrain, Résistivité électrique.*

ABSTRACT

MAPPING OF THE SOIL HYDRIC FUNCTIONING IN A HETEROGENEOUS FIELD FROM SOIL AND OTHER ENVIRONMENTAL DATA

The spatial and temporal variability of soil water content on a 10 ha field has been evaluated from 9 campaigns of gravimetric soil water content measurements. A soil water content map at each date has been estimated by ordinary kriging, as well as a map of the temporal mean. Wetter and drying zones were identified on each map, and confirmed by the map of the spatial and temporal variability calculated from the Vachaud et al. (1985) index. A Factorial Kriging analysis demonstrated that this variability strongly depended on: i) the soil texture estimated from electrical resistivity measurements, and ii) the slope, altitude and fluxes directions derived from the Digital Elevation Model. This work then proposes new ways to improve irrigation at field scale.

Keywords: Water content, Kriging, Factorial Kriging Analysis, Spatio-temporal analysis, Digital Elevation Model, Electrical resistivity.

1. INTRODUCTION

La teneur en eau (W) des sols présente une grande variabilité spatiale et temporelle dont la connaissance est primordiale pour comprendre et prévoir le fonctionnement agro-environnemental d'une parcelle agricole (optimisation des dates de semis, gestion de l'irrigation, etc.). Il est donc essentiel de savoir i) si une telle variable temporaire présente une structuration spatiale, ii) si cette structuration spatiale est stable au cours du temps et iii) quels en sont les déterminants. Bourennane et al (2005), parmi d'autres, ont montré que la variation de la teneur en eau du sol était contrôlée par plusieurs facteurs, comme la texture du sol et la topographie, dont la structuration spatiale s'exprime à des échelles spatiale et temporelle différentes.

Ce travail a donc eu comme objectif de cartographier la variabilité temporelle et spatiale de la teneur en eau du sol à partir de séries de mesures ponctuelles de teneur en eau. Nous avons également évalué le pouvoir explicatif de variables pédologiques et environnementales auxiliaires vis-à-vis du fonctionnement hydrique des sols.

2. MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1. Présentation de la parcelle et échantillonnage de la teneur en eau

Le site d'étude est une parcelle de 10 ha localisée sur la commune de Chambry à 10 km au nord de Laon dans l'Aisne. Le substratum est constitué de craie en place surmontée de craie sableuse magnésienne, elle-même cryoturbée et recouverte de sables du Thanétien et de limons éoliens (NICOULLAUD et al. 2007). La topographie de cette parcelle (7 m de dénivelé) favorise l'érosion des matériaux et structure la répartition des sols.

La teneur en eau des sols a été mesurée à 9 dates successives (de 2000 à 2003) en 84 sites, sur une grille régulière de maille égale à 36 m. En chaque site, la teneur en eau gravimétrique a été mesurée jusqu'à 1.5 m de profondeur avec des incréments de 0.3 m. Selon les années, des points supplémentaires ont été effectués localement avec un pas resserré, afin de préciser l'effet pépite et de maximiser la portée lors de l'ajustement d'un variogramme par une meilleure estimation à courte distance de la variance.

2.2. Caractérisation des variables auxiliaires

Variation pérennes - Le modèle numérique d'altitude (maille 4m X 4m) et certains de ses dérivés (pente, indices de courbure, direction des flux) ont été déterminés. La texture du sol a été mesurée en Février 2001 sur le premier horizon (0-30 cm) de sol

Variables conjoncturelles - La résistivité électrique apparente a été mesurée en août 2002 sur trois profondeurs d'investigation (0.5m, 1m et 2m) par le dispositif MuCep (PANISSOD et al. 1997).

2.3. Traitement des données

Pour chaque campagne de mesure l'estimation spatiale de la teneur en eau a été réalisée par krigeage ordinaire à partir des points échantillonnés (Bourennane et al, 2005). La variabilité spatio-temporelle de l'état hydrique de la parcelle a été évaluée par l'indicateur proposé par VACHAUD et al. (1985) :

$$\Delta W_{it} = \sum_{t=1}^9 \sum_{i=1}^{84} (W_{it} - \overline{W}_T) / T \quad (1)$$

où $W_{it} - \overline{W}_T$ représente la différence entre la teneur en eau pondérale en un point i à une date t et la moyenne de la teneur en eau de la parcelle à la même date. Cet indicateur a pour fonction de déterminer les zones humides et sèches de la parcelle, une valeur négative correspondant à une zone sèche et inversement.

L'analyse du pouvoir explicatif des variables auxiliaires sur la variabilité spatiale et temporelle de la teneur en eau a été conduite par Analyse Factorielle Krigeante (AFK)

3. RÉSULTATS ET CONCLUSION

Neuf cartes de la variabilité spatiale de teneur en eau des sols de la parcelle ont été réalisées par krigeage ordinaire (cf. **Fig.1a, b, c**, seules trois cartes sont présentées ici). Quelle que soit la date, on observe deux zones toujours plus sèches - à l'est et à l'ouest du centre de la parcelle, et deux zones toujours plus humides -au centre et au sud de la parcelle-. La partie nord de la parcelle apparaît soit plus sèche, soit plus humide selon les dates, ce que confirme la carte de la teneur en eau moyenne à toutes les dates (cf. **Fig 1d**). Toutes ces observations sont également confirmées par la carte de l'indicateur de VACHAUD et al. (1985) (cf. **Fig. 1e**).

Deux hypothèses sont proposées pour expliquer la variabilité de la teneur en eau : d'une part, la texture du sol -qui n'est pas homogène sur toute la zone d'étude, et qui est notamment plus sableuse dans les zones les plus sèches - et, d'autre part, la variabilité du relief, notamment la pente. L'AFK réalisée sur l'ensemble des données de teneur en eau montre que, pour la composante spatiale de courte distance - ici égale à 120 m - ce sont l'altitude, la pente, la direction des flux et la résistivité électrique sur 1 m de profondeur qui expliquent le mieux la variabilité spatiale et temporelle de la teneur en eau. Les trois premiers attributs sont liés à la topographie, tandis que le dernier dépend essentiellement de la texture du sol : il s'agit là d'un lien indirect entre la résistivité électrique et la texture du sol via la teneur en eau des sols. Enfin, il faut admettre que ces relations peuvent être très différentes dans d'autres contextes édaphiques.

Les deux variables auxiliaires explicatives mises en évidence, la texture et la pente, sont des variables pérennes, relativement faciles d'accès. Nos travaux

montrent, au moins sur la parcelle d'étude, que leur connaissance permettra une meilleure estimation de la teneur en eau du sol, donc de sa réserve utile, et aideront ainsi à améliorer la gestion des parcelles en termes d'irrigation et, de façon plus large, en termes de gestion des intrants et de choix des itinéraires techniques.

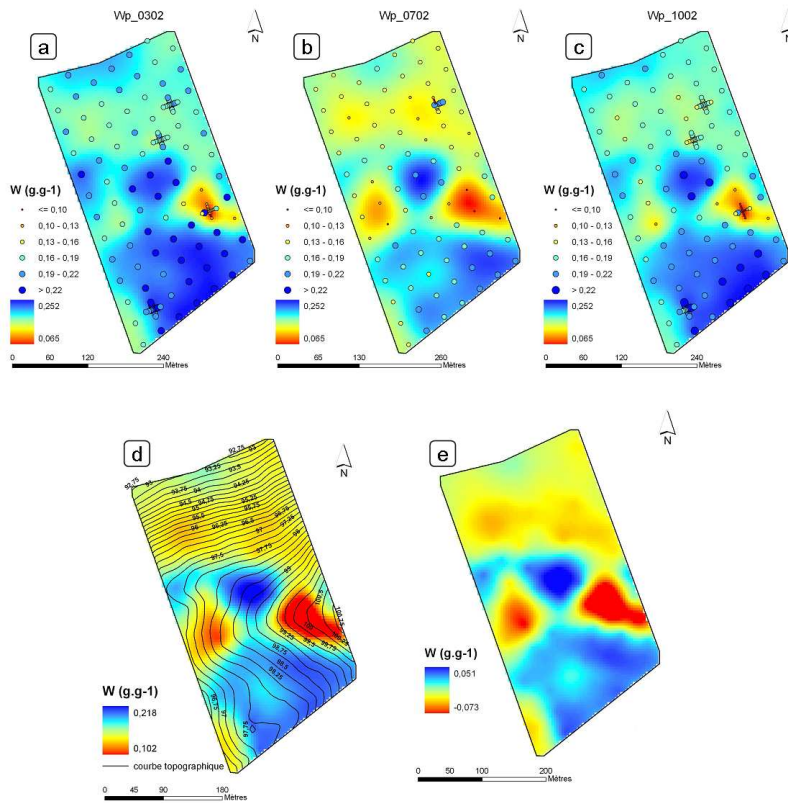


Fig. 1 - Cartographie de la teneur en eau pondérale sur la parcelle d'étude estimée par krigeage ordinaire. -a- teneur en eau mesurée en mars 2002 -b- teneur en eau mesurée en juillet 2002 -c- teneur en eau mesurée en octobre 2002 -d- teneur en eau moyenne sur toute la période -e- Indice de Vachaud et al. (1985)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BOURENNANE H., NICOUILLAUD B., COUTURIER A., MARY B., RICHARD G., KING D., 2005. A potential role of permanent soil variables and field topography to reveal scale dependence and the temporal persistence of soil water content spatial patterns. *5th European Conference on Precision Agriculture (ECPA)*.

PANISSOD C., DABAS M., JOLIVET A., TABBAGH A. - 1997 A novel mobile multipole system (MUCEP) for shallow (0-3m) geoelectrical investigation: the 'Vol-de-canards' array. *Geophysical Prospecting*, 45, 983-1002

VACHAUD G., PASSERAT DE SILANS A., BALABANIS P., VAUCLIN M., 1985 – Temporal stability of spatially measured soil water probability density function. *Soil Science Society of America Journal*, 49, 822-828.