



**HAL**  
open science

## Propriétés magnétiques des sols cultivés : synthèse des résultats du programme Européen DIGISOIL

Julien Thiesson, Isabelle I. Cousin, Guillaume Giot, Alain Tabbagh

### ► To cite this version:

Julien Thiesson, Isabelle I. Cousin, Guillaume Giot, Alain Tabbagh. Propriétés magnétiques des sols cultivés : synthèse des résultats du programme Européen DIGISOIL. 36. Journées scientifiques du GFHN;8. Colloque GEOFCAN;Milieux poreux et géophysique, Nov 2011, Orléans, France. hal-02749078

**HAL Id: hal-02749078**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02749078v1>**

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.

# PROPRIÉTÉS MAGNÉTIQUES DES SOLS CULTIVÉS : SYNTHÈSE DES RÉSULTATS DU PROGRAMME EUROPÉEN DIGISOIL

THIESSON J.<sup>1</sup>, COUSIN I.<sup>2</sup>, GIOT G.<sup>2</sup>, TABBAGH A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> UMR 7619 Sisyphe, Université Paris 6 Pierre et Marie Curie, 4 place Jussieu  
75252 Paris cedex 5, julien .thiesson@upmc.fr

<sup>2</sup> UR 272 Sciences du sol, Institut national de la recherche agronomique, centre  
d'Orléans, 2163 avenue de la pomme de pin, CS 20000 Ardon, 45075 Orléans  
cedex 2, isabelle.cousin@orleans.inra.fr

## **RÉSUMÉ**

*Une synthèse des résultats en ce qui concerne la mesure des propriétés magnétiques des sols agricoles du programme européen DIGISOIL est présentée. Il démontre par la présentation de différentes études en laboratoire et sur site, l'intérêt de la mesure des propriétés magnétiques dans une problématique d'études d'un sol cultivé. Ces travaux ouvrent des perspectives aussi bien dans la spatialisation des propriétés agropédologique à l'aide de la cartographie des propriétés magnétiques que dans la compréhension plus profonde des relations entre propriétés magnétiques et pédologie.*

**Mots clés :** *propriétés magnétiques, cartographie, sols agricoles, propriétés agropédologiques.*

## **ABSTRACT**

### **MAGNETIC PROPERTIES OF CULTIVATED SOILS: SYNTHESIS OF THE RESULTS OF THE DIGISOIL EUROPEAN PROJECT**

*The synthesis of the results obtained with magnetic properties of agricultural soil from the European DIGISOIL project is presented. From several studies, it demonstrates the interest of the measurement of magnetic properties for cultivated soil studies. This work opens path both for the spatialization of pedological properties by the mean of magnetic properties mapping and the understanding of their interrelationships.*

**Key words:** *magnetic properties, mapping, agricultural soils, pedological properties.*

## 1. INTRODUCTION

La mesure des propriétés magnétiques des sols s'est révélée être un outil pertinent lorsqu'elle est utilisée dans le cadre d'études environnementales (EVANS ET HELLER, 2003), que ce soit pour de la reconstruction climatique (HU et al. 2009) ou dans le but d'évaluer l'impact anthropique ancien (archéologie, PETRONILLE et al. 2009) ou récent (pollution, CANBAY et al. 2010). Cependant, Les propriétés magnétiques des sols cultivés ont fait l'objet de très peu d'études (DE JONG et al. 1998). Le programme européen DIGISOIL a permis par des mesures en laboratoire et sur différents sites d'évaluer la pertinence de la mesure des propriétés magnétiques ainsi que leur possible utilisation comme paramètres permettant de cartographier certaine propriétés agronomiques. Cet exposé présentera la synthèse des résultats obtenus dans le cadre de DIGISOIL pour la mesure des propriétés magnétiques.

## 2. MATÉRIELS ET MÉTHODES

### 2.1. Propriétés mesurées

Les propriétés mesurées sont la susceptibilité magnétique ( $\kappa_{ph}$ ) qui caractérise la capacité d'un matériau à acquérir une aimantation induite et la viscosité magnétique ( $\kappa_{qu}$ ) qui caractérise le retard à l'acquisition ou la perte d'aimantation induite.  $\kappa_{ph}$  dépend de la densité du matériau, de son contenu en argile et en oxydes de fer magnétiques.  $\kappa_{qu}$  dépend principalement du contenu en oxydes de fer magnétiques à la frontière entre superparamagnétique et monodomaine (THOMPSON AND OLDFIELD, 1986).

### 2.2. Appareils de mesures

Les appareils utilisés lors des campagnes de mesures sont pour  $\kappa_{ph}$  :

- Le MS2 de Bartington Ltd avec sa sonde MS2D appareil mono-spire de 0,18m de diamètre (profondeur d'investigation 0,1m),
- Le CS60 de l'UMR 7619 Sisyphe appareil Slingram utilisable dans les configurations VCP, HCP et VVCP avec un écartement entre bobine de 0,6m (profondeur d'investigation 0,4m).

Et pour  $\kappa_{qu}$  :

- Le TS6 de Protovale ltd, appareil monospire de 0,2m de diamètre (profondeur d'investigation 0,1m),
- Le DECCO de Littlemore ltd, appareil à deux spires carrées concentriques et coplanaires de coté 0,52m pour l'émission et 0,28m pour la réception (profondeur d'investigation 0,25m),
- Le VC100 de l'UMR 7619 Sisyphe, appareil Slingram en configuration Perp avec 1,02m d'écartement entre les bobines (profondeur d'investigation 0,7m).

### 2.3. Sites expérimentaux

Nous présentons les résultats de trois expériences :

- La mesure de  $\kappa_{ph}$  et  $\kappa_{qu}$  sur une partie des échantillons du réseau de mesure de la qualité des sols (RMQS),
- La mesure de  $\kappa_{ph}$  et  $\kappa_{qu}$  sur un essai de travail du sol de longue durée à la station Arvalis de Boigneville
- La mesure de  $\kappa_{ph}$  et  $\kappa_{qu}$  sur le site test du programme DIGISOIL situé près de Bastendorff au Luxembourg

#### 2.3.1. Mesures sur le RMQS

Les mesures ont été effectuées à l'aide du MS2 pour  $\kappa_{ph}$  et du TS6 de pour  $\kappa_{qu}$ . Les échantillons avaient été pré-sélectionnés afin de représenter une gamme de teneur en carbone de 0 à 20 g/kg et une teneur en argile de 0 à 500 g/kg.

#### 2.3.2. Mesures sur le site de Boigneville

Les mesures ont été effectuées à l'aide du MS2 et du CS60 pour  $\kappa_{ph}$ . Le DECCO et le VC100 ont permis de mesurer  $\kappa_{qu}$ . La parcelle prospectée est un rectangle de 80m×50m comportant trois types de travail de sol : aucun travail, travail simplifié et labour. On a de plus une alternance entre bandes cultivées avec et sans plantes fixatrices d'azote.

#### 2.3.3. Mesures sur le site de Bastendorff

Les mesures ont été effectuées à l'aide du MS2 et du CS60 pour  $\kappa_{ph}$ . Le TS6, le DECCO et le VC100 ont été utilisés pour mesurer  $\kappa_{qu}$ . Le champ a été prospecté avec une maille irrégulière de l'ordre de 15m. Trente prélèvements d'échantillon sous forme de carottes permettront d'établir d'éventuelles relations entre propriétés magnétiques et propriétés agropédologiques.

## 3. RÉSULTATS

Les mesures sur les échantillons du RMQS ont permis plusieurs constats :

- Il n'y a pas de relation directe entre teneur en argile et propriétés magnétiques. Il semble cependant que les sols présentant une teneur en argile supérieure à 250 g/kg aient une variabilité beaucoup moins importante.
- Il semble y avoir une légère relation entre teneur en carbone et propriété magnétiques. Cette tendance apparait plus nettement avec le rapport  $\kappa_{qu}/\kappa_{ph}$ . De plus, lorsque l'on s'intéresse aux échantillons avec une teneur en argile inférieure à 250g/kg, cette tendance est confirmée alors que leurs propriétés magnétiques sont plus variables.

Les mesures effectuées sur les différentes placettes du site de Boigneville ont mis en lumière que :

- Le type de travail effectué sur le sol n'a pas d'impact significatif sur les propriétés magnétiques médianes,

- La culture de plantes fixatrices d'azote semble changer significativement les propriétés magnétiques et en particulier  $\kappa_{qu}$ .

Sur le site de Bastendorffj, des corrélations significatives entre propriétés magnétiques et propriétés agropédologiques ont pu être mises en évidence. Pour la plus marquée d'entre elles (relation entre contenu en carbone et  $\kappa_{qu}$ ) nous avons pu déterminer une relation linéaire et évaluer la qualité de la prédiction à l'échelle de la parcelle.

#### 4. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Les propriétés magnétiques apparaissent comme un moyen pertinent et prometteur pour compléter les études des propriétés agropédologiques. Sensibles à certain types d'amendement, elles possèdent également un lien significatif avec des propriétés comme le taux de carbone que ce soit en laboratoire ou sur le terrain comme le montrent les exemples présentés. Il reste à mieux comprendre les processus à l'œuvre avant de pouvoir interpréter complètement l'information apportée par les propriétés magnétiques. Une première étape sera la mise en œuvre de la mesure des propriétés magnétiques sur l'ensemble des échantillons du RMQS.

#### 5. REMERCIEMENTS

Nous souhaitons remercier toutes les personnes qui ont participé à l'acquisition des données, Antonietta Agrillo, Arlène Besson, Solène Buvat, Pierre Courtemanche, Guillaume Giot, Pauline Kessouri, Maud Séger et Samir Seladji.

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**CANBAY M., AYDIN A., KURTULUS C., 2010** – Magnetic susceptibility and heavy metal contamination in topsoils along the izmit gulf coastal area and IZAITAS (Turkey). *Journal of applied Geophysics*, 70, pp 46-57.

**DE JONG E., NESTOR P. A., PENNOCK D. J., 1998** – The use of magnetic susceptibility to measure long-term soil redistribution. *Catena* 32, pp 23- 35.

**EVANS M. E., HELLER F., 2003** – Environmental magnetism, Principles and applications of enviromagnetics. *International Geophysics series, Academic press*, 299 pages.

**HU X.F., WEI J., XU L.F., ZHANG L.G., ZHANG W. G., 2009** – Magnetic susceptibility of the quaternary red clay in subtropical China and its paleoenvironmental implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 279, pp116-132.

**PETRONILLE M., THIESSON J., SIMON F. X., BUCHSENSCHUTZ O., 2010** – Magnetic signal prospecting using multiparameter measurements: the case study of the gallic site of Levroux. *Archaeol. Prospct.* 17, pp 141-150.

**THOMPSON R., OLDFIELD F., 1986** – Environmental magnetism., *Allen & Unwin*, 227 pages.