DIGISOIL : un système multi-capteur pour la cartographie quantitative des sols

Gilles Grandjean

▶ **To cite this version:**

Gilles Grandjean. DIGISOIL : un système multi-capteur pour la cartographie quantitative des sols. Journées scientifiques GFHN-GEOFCAN 2011 "Milieux poreux et Géophysique", Nov 2011, Orléans, France. pp.233-236. hal-00630556

HAL Id: hal-00630556
https://brgm.hal.science/hal-00630556

Submitted on 5 Dec 2011

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.

DIGISOIL: UN SYSTEME MULTICAPTEUR POUR LA CARTOGRAPAHIE PHYSIQUE DES SOLS

G. GRANDJEAN, O. CERDAN, K. SAMYN[1], I. COUSIN, A. BESSON, J. THIESSON[2], B. VAN WESEMAEL, A. STEVENS[3], S. LAMBOT, D. MOGHADAS[3,10], I. DIAFAS[4], R. MAFTEI[5], T. HERMANN[6], T. THÖRNELÖF[7], L. CHIARANTINI[8], F. GARFAGNOLI, S. MORETTI[9], F. ANDRE[10]

[1]BRGM, Orléans, France[a]
[2]INRA, Orléans, France
[3]Université Catholique de Louvain, Belgium
[4]Joint Research Center, Ispra, Italy
[5]Geological Instutte, Buccarest, Romania
[6]University of Pannonia, Pannonia, Hungary
[7]ABEM, Sundbyberg, Sweden
[8]Selex Gallileo, Milan, Italy
[9]University of Firenze, Firenze, Italy
[10]Forschungszentrum Jülich, Jülich, Germany

RESUME

L'objet du projet multidisciplinaire Européen DIGISOIL est d'intégrer et d'améliorer les technologies permettant de mesurer les propriétés des sols et leurs indicateurs de dégradation. Afin d'atteindre cet objectif, la production de cartes haute résolution de propriétés de sol est nécessaire. Le cœur du projet consiste à explorer et exploiter les nouvelles performances des méthodes géophysiques pour couvrir cette demande environnementale. Pour cela, DIGISOIL a étudié 4 aspects: (i) la validation des méthodes géophysiques et des protocoles de traitement associés, (ii) les relations entre paramètres géophysiques et propriétés de sol, (iii) l'intégration de ces propriétés afin de cartographier des fonctions ou des menaces, (iv) l'évaluation des performances et des impacts socio-économiques de ce nouvel outil.

***Mots clé**: géophysique, sol, cartographie*

DIGISOIL: A MULTISENSOR SYSTEM FOR DIGITAL SOIL MAPPING

ABSTRACT

The purposes of the multidisciplinary FP7-DIGISOIL project are the integration and improvement of in situ and proximal measurement technologies for the assessment of soil properties and soil degradation indicators. In order to assess such objectives, high resolution and quantitative maps of soil properties are needed. The core objective of the project is to explore and exploit new capabilities of advanced geophysical technologies for answering this societal demand. To this aim, FP7-DIGISOIL addressed four issues (i) the validation of geophysical (in situ, proximal and airborne) technologies and integrated pedo-geophysical inversion techniques, (ii) the relation between the geophysical parameters and the soil properties, (iii) the integration of the derived soil

[a] g.grandjean@brgm.fr

properties for mapping soil functions and soil threats, (iv) the pre-evaluation, standardisation and sub-industrialization of the proposed methodologies, including technical and economic studies related to the societal demand.

***Key word**: geophysics, soil properties, mapping*

1. INTRODUCTION

Le projet multidisciplinaire Européen DIGISOIL est dédié au développement et à l'intégration de techniques de mesure in situ et aéroportée pour la cartographie quantitative des propriétés des sols. *In fine*, les paramètres cartographiés, issus du traitement des signaux enregistrés par les capteurs, doivent aider à l'identification des phénomènes de dégradation des sols. Pour cela, les données enregistrées par les capteurs géophysiques doivent obéir à des exigences de précision sur la mesure, sur le positionnement géographique et pouvoir être reliées aux propriétés fondamentales des sols. L'objectif principal du projet est d'explorer l'ensemble des technologies et d'en évaluer leurs impacts en étudiant quatre points: (i) sélectionner et valider les techniques géophysiques *ad hoc* permettant de cartographier les paramètres physiques des sols, (ii) mettre au point une méthodologie pour combiner les cartes de ces paramètres afin d'en dériver des cartes de propriétés, (iii) évaluer la méthodologie développée et préparer son industrialisation en tant que service (Grandjean et al., 2010).
Les techniques géophysiques pertinentes ont tout d'abord été identifiées et testées afin de les adapter, si besoin, au problème. Il a été particulièrement pris en compte leur capacité à caractériser la complexité de ces milieux – spatialement et temporellement – leur indépendance vis-à-vis du contexte (pratiques agricole, climat, etc). Plusieurs séries d'essais obtenus sur divers sites Européens ont permis de proposer un certain nombre de méthode : géoélectrique, géoradar, électromagntisme et magnétisme, sismique, hyperspectyral. Les données issues des capteurs et inversées en paramètres géophysiques ont ensuite été combinées. Ces intégrations, basées sur des corrélations ou des méthodes plus statistiques utilisant des lois de comportements physiques, ont débouchés sur des cartes de propriétés des sols.

2. MATERIELS ET METHODES

Les solutions technologiques développées dans DIGISOIL ont permis de progresser à la fois dans les capteurs géophysiques, les traitements du signal (filtrage, inversion) et les systèmes d'intégration de données, de façon à produire rapidement des cartes de propriétés de sol d'un niveau de précision décamétrique. A titre d'exemple, la figure 1 montre les antennes GPR, spécialement développées pour cartographier l'humidité de surface (Lambot et al., 2004) et le système géoélectrique MUCEP mesurant la résistivité électrique du proche sous-sol (Cousin et al., 2009), les deux systèmes opérant en mode d'acquisition continu.

Fig. 1 – système GPR (gauche) et géoélectrique MUCEP (droite).

La partie traitement des données et algorithmique a consisté à identifier les meilleures solutions de filtrage et de transformation des signaux permettant d'aboutir à une interprétation fiable des mesures géophysiques enregistrés. Ceci a été particulièrement important pour traiter les données sismiques ou corriger les images hyperspectrales (Stevens, 2010), comme illustré sur la figure 2. Des algorithmes d'inversion furent finalement appliqués afin d'estimer les propriétés géophysiques expliquant les données. Ainsi, la stratégie de traitement proposée utilise plusieurs techniques, suivant la méthode envisagée :

- Un modèle de couplage antenne-sol fut utilisé pour estimer les propriétés diélectriques du sol à partir des données GPR. Une loi de type Topp reliant ces propriétés à l'humidité est ensuite utilisé ;
- Un code d'inversion généralisé a permis de produire des coupes de vitesse sismique (Vs) à partir des dispersions observées ; ceci amenant à qualifier la rigidité du sol ;
- Des corrélations entre mesures et observations ont enfin abouti à des estimations de teneur en argile ou en carbone à partir des images hyperspectrales.

Enfin, une étape d'intégration de ces données a permis d'obtenir une cartographie des propriétés de sol multiparamètre homogène.

3. EXPERIMENTATIONS

Le système d'acquisition DIGISOIL a été mis en œuvre sur 2 sites : au Luxembourg et en Italie. La totalité des capteurs ont été déployés de façon à comparer les performances du système dans deux contextes différents : Europe du Nord et Méditerranéen respectivement. Les mesures géophysiques ont été suivies par deux campagnes d'échantillonnage de sol qui furent ensuite utilisées pour calibrer les mesures et les valider respectivement. La figure 3 montre des exemples de carte d'épaisseur de sol, d'humidité, de densité massique et de stock de carbone. Les études de validation réalisées montrent que les outils et méthodes proposées par DIGISOIL sont pertinents d'un point de vue technologique ; une analyse sur l'impact économique du projet a aussi démontré leur viabilité.

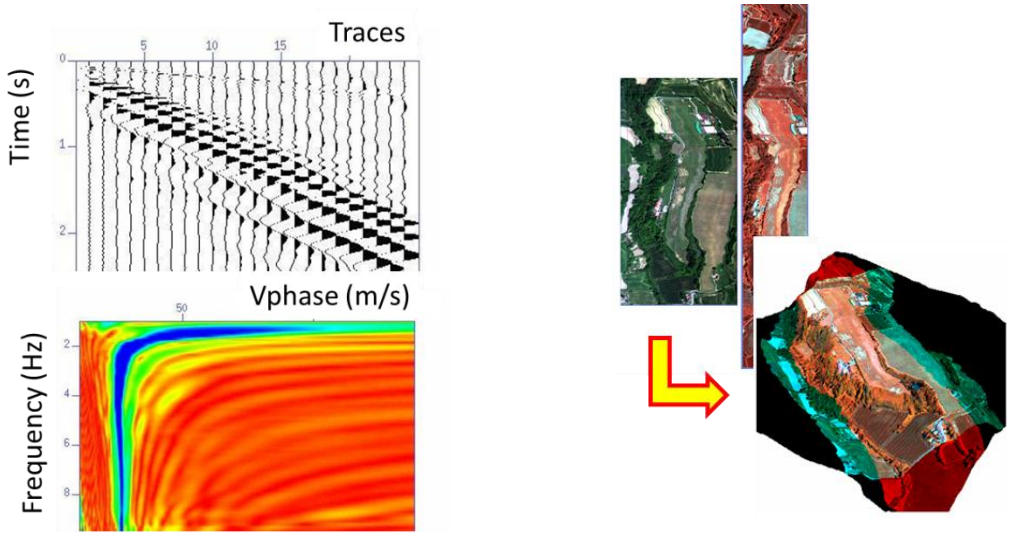

Fig. 2 – Enregistrement sismique (gauche, haut) et diagramme mettant en évidence la dispersion des ondes de surface (gauche, bas). Traitements (orthorectification, coregistration) appliqués aux images hyperspectrales.

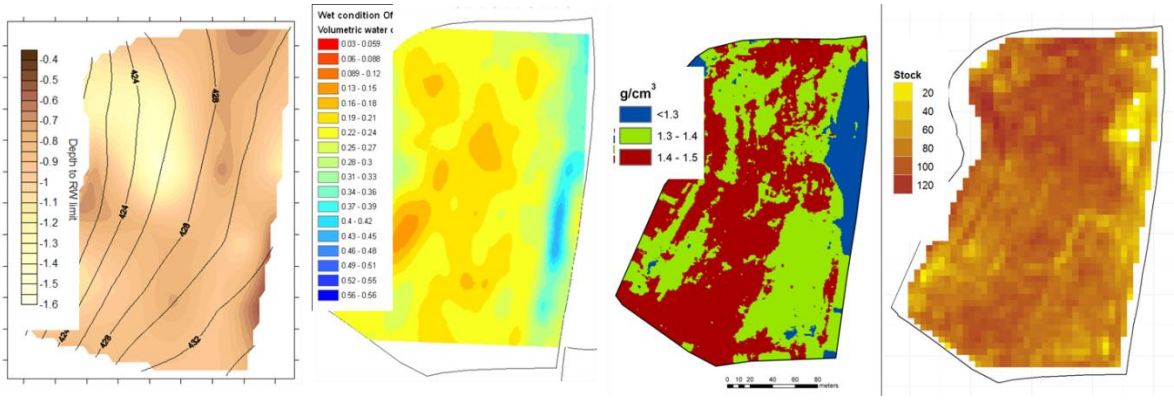

Fig. 3 – exemples de cartes de propriétés de sol obtenues sur le site du Luxembourg : épaisseur de sol, humidité, densité, stock de carbone.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

COUSIN I., A. BESSON, H. BOURENNANE, C. PASQUIER, B. NICOULLAUD, D. KING, G. RICHARD, 2009. From spatial-continuous electrical resistivity measurements to the soil hydraulic functioning at the field scale. *Comptes Rendus Geoscience, 341, 859-867.*

GRAND JEAN AND THE DIGISOIL TEAM, 2010. DIGISOIL: an integrated system of data collection technologies for mapping soil properties. *In: Proximal Soil Sensing Book, Springer Ed., 1, 2, 89-101.*

LAMBOT, S., SLOB, E.C., VAN DEN BOSCH, I., STOCKBROECKX, B., VANCLOOSTER, M., 2004. Modeling of ground-penetrating radar for accurate characterization of subsurface electric properties. *Ieee Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 42(11): 2555-2568.*

STEVENS, A., UDELHOVEN, T., DENIS, A., TYCHON, B.,, LIOY, R., HOFFMANN, L. AND BAS VAN WESEMAEL, 2010. Measuring soil organic carbon in croplands at regional scale using airborne imaging spectroscopy. *Geoderma, 158, 1-2, 32-45.*