

ÉTUDE DE LA VARIABILITÉ SPATIALE DES SOLS ET DES PROCESSUS D'INTERACTION « SOL-EAU-PLANTE-ATMOSPHÈRE » PAR DES MÉTHODES GÉOPHYSIQUES DANS DES PLANTATIONS D'HÉVÉA EN THAÏLANDE

HOVHANNISSIAN G.¹, CLERMONT C.², SILTETCHO S.³, HAMMECKER C.², WINYAKINATEEKUL W.⁴, SUVANNANG N.⁴, SILVERA N.¹, ROBAIN H.¹, PODWOJEWSKI P.¹

¹ UMR 211 BIOEMCO, IRD, France, Gaghik.Hovhannissian@ird.fr

² UMR ECO&SOL, IRD, France, cathy.clermont@ird.fr

³ Land Development Department, Region 5, Khon Kaen, Thailand, aom_siwaporn@yahoo.com

⁴ Land Development Department, Office of Science for Land Development, Bangkok, wpenldd@gmail.com, nopmanee_su@hotmail.com

RÉSUMÉ

Les résultats de cartographies de potentiel spontané et de résistivité électrique apparente montrent des cohérences fortes entre les paramètres géophysiques, les caractéristiques des sols et les observations agronomiques. L'application des méthodes géophysiques permet de mieux comprendre les processus d'interactions « sol-eau-plante-atmosphère » et d'étudier l'influence des caractéristiques des sols sur le fonctionnement des plantes dans des conditions spécifiques.

Mots clés : plantation d'hévéa, cartographie géophysique, variabilité spatiale des sols, usage des terres, caractéristiques des sols, stress hydrique.

ABSTRACT

STUDY OF SOIL SPATIAL VARIABILITY AND INTERACTION PROCESS "SOIL-WATER-PLANT-ATMOSPHERE" BY GEOPHYSICAL METHODS IN RUBBER TREE PLANTATIONS OF THAILAND

The results of the mapping of spontaneous potential and apparent resistivity show a strong consistency between geophysical parameters, soil characteristics and agronomic observations. Application of geophysical methods allows to better understand the processes of interaction "soil-water-plant-atmosphere" and to study the influence of soil characteristics on the behavior of plants under specific conditions.

Key words: rubber-tree plantation, geophysical mapping, spatial variability of soils, land use, soil characteristics, water stress.

1. INTRODUCTION

La production de caoutchouc naturel est devenue un atout économique important pour la Thaïlande, car elle est le premier pays au monde de production et d'exportation de ce produit. La demande de caoutchouc naturel sur le marché international est en hausse, le prix est élevé. En plus de ces derniers, les subventions du gouvernement

thaïlandais ont créé des conditions favorables pour l'expansion des plantations de l'arbre à caoutchouc (hévéa), même dans les zones considérées marginales par rapport à son biotope originel.

La région de Khon Kaen (au Nord-Est de la Thaïlande), où se trouve le site expérimental de Ban Non Tun, est caractérisée par un climat semi-aride tropical dominé par la mousson (WATANABE et al. 2004). Les précipitations totales restent inférieures à l'humidité nécessaire pour l'arbre hévéa et leur distribution est irrégulière. Dans cette région, où les sols sableux ne sont pas riches en matières organiques et autres nutriments, il est très important d'appliquer une stratégie de la gestion des terres qui permette, d'une part, de réhabiliter les sols et les préserver contre l'érosion et la dégradation, et d'autre part, d'assurer un bon rendement et garantir les revenus dans des exploitations de petite taille. Une expérimentation agronomique est en cours ; elle a pour but de protéger le sol contre l'érosion par une couverture végétale et d'enrichir le sol en l'azote (parcelles de pueraria) en utilisant les espaces entre les rangs des jeunes arbres, avant qu'ils deviennent exploitables.

Le sol est un milieu naturel résultant de l'interaction entre différents facteurs, comme la composition de la roche mère, le climat, la topographie, le fonctionnement hydrique, l'activité biologique, le temps, etc... Les variations de la nature et de l'intensité de la plupart des processus impliqués dans la pédogenèse aboutissent à des hétérogénéités et des discontinuités de la couverture pédologique. Cette variabilité, aussi bien verticale que latérale, peut être révélée et étudiée en utilisant différentes méthodes de la Géophysique appliquée (TABBAGH et al. 2000).

2. ANALYSE DES RÉSULTATS OBTENUS

Pour étudier la variabilité spatiale des sols de ce site et son influence sur les interactions « sol-eau-plante-atmosphère », les cartographies de potentiel spontané (PS) et de résistivité électrique apparente (ρ_a) ont été réalisées (cf. Fig. 1). La comparaison de ces cartes met en évidence une cohérence entre les anomalies PS fortement négatives (de -50 à -70 mV) et très localisées et les anomalies conductrices, avec ρ_a de l'ordre de 20 $\Omega \cdot m$. L'observation aux mêmes endroits de ces anomalies peut être expliquée par la présence d'argiles dans le sol. Celles-ci sont chargées négativement à leur surface et peuvent être à l'origine du potentiel électrique négatif mesuré par la méthode PS. Les argiles sont également connues pour leur forte capacité de rétention d'eau. Cette eau, présente dans le sol, est naturellement chargée en ions et peut générer une conductivité électrique plus élevée par rapport au milieu environnant (grès, sable,...).

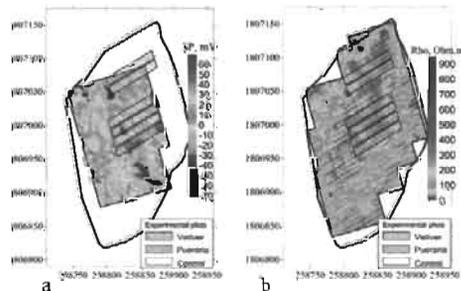


Fig. 1 - Cartes de potentiel spontané (a.) et de résistivité électrique apparente pour $a = 0.5$ m (b.) du site de Ban Non Tun

Les résultats de sondages à la tarière aux emplacements de ces anomalies confirment la présence d'argile dans la partie superficielle du sol (15 - 30cm de profondeur). Dans d'autres endroits, les argiles apparaissent dans les couches plus profondes (70-90cm) et proches de la zone d'altération de substratum.

Les résultats obtenus montrent une tendance générale où la croissance des arbres est faible dans les zones moins résistantes (cf. Fig. 2 a et b). Seule une croissance relativement élevée des arbres plantés sur une zone conductrice située à l'Est du site (ellipse rouge) contredit cette tendance. Une étude détaillée est prévue dans cette zone pour comprendre cette différence de fonctionnement.

Les hêves plantés dans les parcelles de pueraria sont majoritairement caractérisés par des grands diamètres (cf. Fig. 2b). Cette croissance relativement élevée est probablement liée à la forte concentration d'azote dans le sol, suite à l'expérimentation agronomique.

La croissance naturelle des arbres a été perturbée par un stress hydrique suite à une longue période de sécheresse entre octobre 2009 et juin 2010.

En juillet 2010, une observation de l'état de chaque arbre a été réalisée pour évaluer leur endommagement. Le degré d'endommagement des arbres a été défini par le rapport entre le nombre de branches sèches et le nombre total de branches (arbres non-détériorés - 0 % et arbres complètement secs - 100 %).

Une comparaison des résultats de cette observation (cf. Fig. 2c) avec la carte de résistivité électrique apparente (cf. Fig. 2a) montre que les arbres fortement endommagés sont localisés dans les zones moins résistantes, ainsi que dans les deux parcelles de pueraria situées plus au Sud.

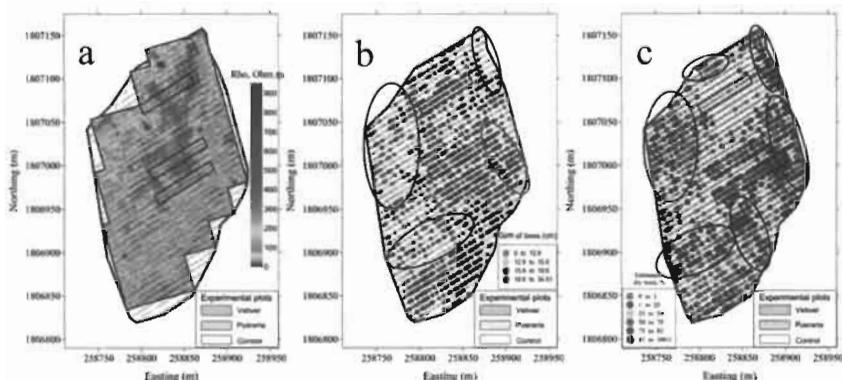


Fig. 2 - Comparaison de la carte de résistivité électrique apparente (a.) avec les résultats des observations agronomiques : circonférence (b.) et état des arbres (c.)

Du point de vue de l'interaction entre la plante et le sol avec une faible humidité, le fonctionnement normal des racines des arbres peut être perturbé par l'influence de la forte capacité de rétention d'eau des argiles. Le nombre considérable d'arbres endommagés sur les parcelles de pueraria est certainement le résultat d'une compétition forte entre les racines des deux plantes dans des conditions de faible

humidité et d'épaisseur limitée du sol. Une tomographie de résistivité électrique révèle que l'épaisseur de sol est plus importante dans la parcelle de pueraria, située au Nord du site. Sa position en aval avec des conditions (hydriques, épaisseur et texture des sols) plus favorables à la croissance des hévéas expliquerait aussi la meilleure résistance des arbres dans cet emplacement face au stress hydrique.

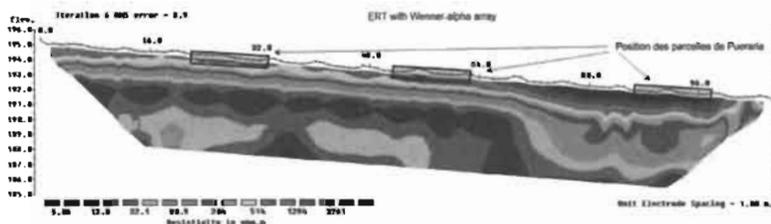


Fig. 3 – Distribution de la carte de résistivité électrique obtenu par ERT sur le site de Ban Non Tun dans la direction Sud-Nord

Les cohérences entre les observations agronomiques, les prospections pédologiques et les variations spatiales des paramètres géophysiques (PS, résistivité électrique apparente) montrent l'intérêt des études inter-disciplinaires.

3. CONCLUSIONS

Les résultats obtenus mettent en évidence la sensibilité et l'efficacité des paramètres géophysiques dans l'étude des interactions « sol-eau-plante-atmosphère ».

La cohérence entre les résultats de prospections géophysiques et les observations agronomiques montre l'influence de la variabilité spatiale des sols sur la croissance et le fonctionnement des systèmes racinaires des plantes. En même temps, ces résultats révèlent aussi l'impact de l'expérimentation agronomique sur les caractéristiques des sols.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

TABBAGH A., DABAS M., HESSE A., PANISSOD C., 2000 - Soil resistivity: a non-invasive tool to map soil structure horization. *Geoderma* 97, 393-404.

WATANABE K., YAMAMOTO T., YAMADA T., SAKURATANI T., NAWATA E., NOICHANA C., SRIBUTTA A., HIGUCHI H., 2004 - Changes in seasonal evapotranspiration, soil water content, and crop coefficients in sugarcane, cassava, and maize fields in Northeast Thailand. *Agricultural Water Management*, 67(2), 133-143.

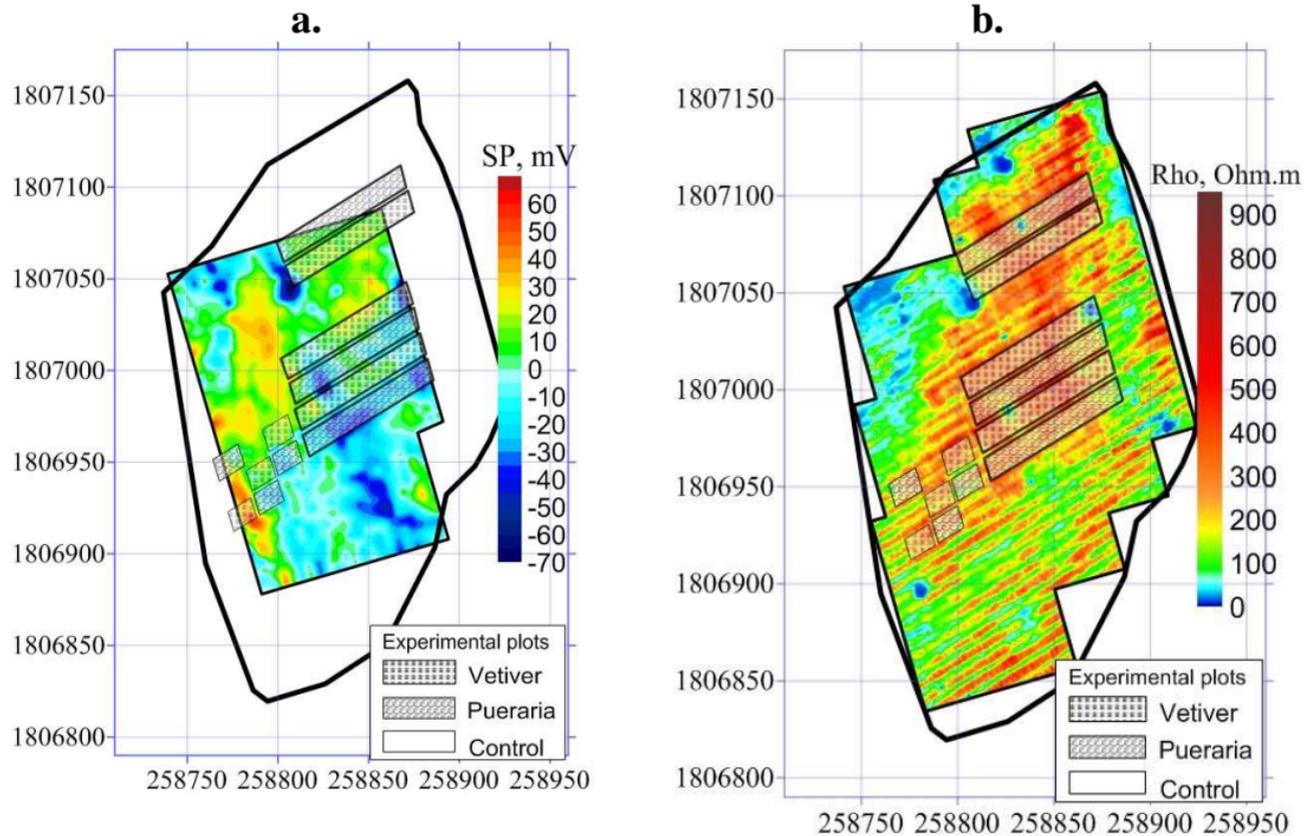


Fig. 1 - Cartes de potentiel spontané (a.) et de résistivité électrique apparente pour $a = 0.5$ m (b.) du site de Ban Non Tun

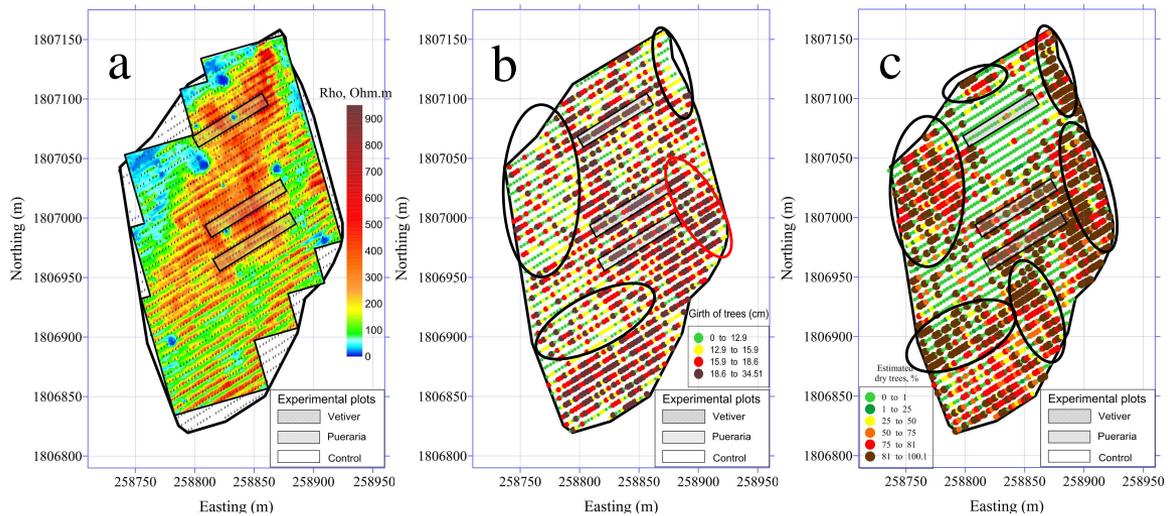


Fig. 2 - Comparaison de la carte de résistivité électrique apparente (a.) avec les résultats des observations agronomiques : circonférence (b.) et état des arbres (c.)

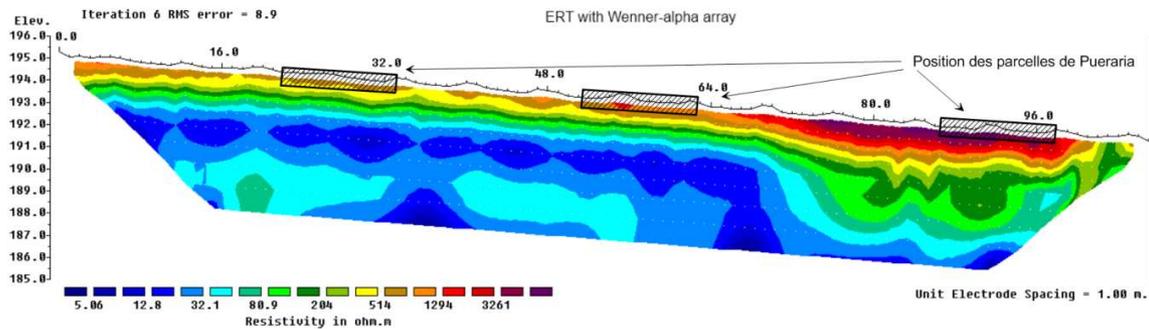
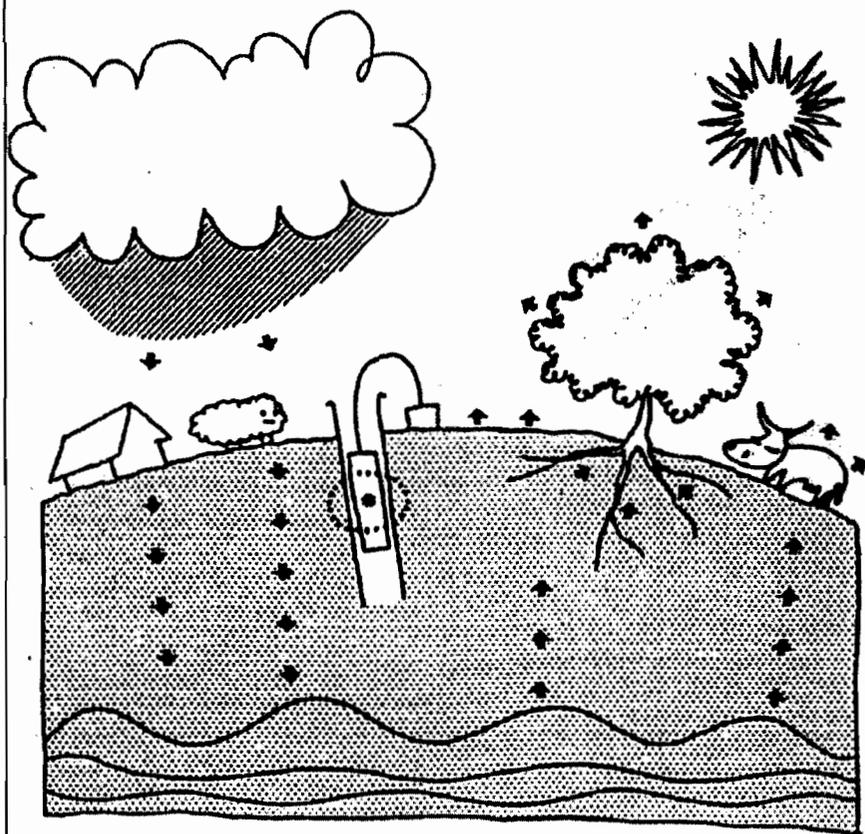


Fig. 3 – Distribution de la carte de résistivité électrique obtenu par ERT sur le site de Ban Non Tun dans la direction Sud-Nord

MILIEUX POREUX ET TRANSFERTS HYDRIQUES

BULLETIN DU GROUPE FRANCOPHONE HUMIDIMÉTRIE
ET TRANSFERTS EN MILIEUX POREUX



**MILIEUX POREUX
ET TRANSFERTS HYDRIQUES**

BULLETIN DU G.F.H.N.

**GROUPE FRANCOPHONE HUMIDIMÉTRIE
ET TRANSFERTS EN MILIEUX POREUX**

ÉDITION

INRA Orléans
Maud SEGER, Isabelle COUSIN
UR SOLS
2163 avenue de la Pomme de Pin
CS 40001 Ardon
45075 Orléans Cedex 2
France
tél. : +33 2 38 41 80 20
maud.seger@orleans.inra.fr

PUBLICATION

CEMAGREF
Carole ISBERIE
UMR G-EAU
3275, route de Cézanne
CS 40061
13182 Aix en Provence cedex 5
France
tél. : +33 4 42 66 69 67
carole.isberie@cemagref.fr

SECRETARIAT

AgroSup Dijon
Marjorie UBERTOSI
Dép. Agronomie, Agroéquipement,
Élevage et Environnement
26, Bd Dr Petitjean
BP 87999
21079 DIJON cedex, France
tél. : +33 3 80 77 23 46
m.ubertosi@agrosupdijon.fr

SOMMAIRE	
JOURNÉES SCIENTIFIQUES GFHN - GEOFCAN - ORLÉANS 29 NOVEMBRE - 1er DÉCEMBRE 2011	
MILIEUX POREUX ET GÉOPHYSIQUE	
COMPOSITION DU CONSEIL D'ADMINISTRATION DU GFHN	5
COMITÉ D'ORGANISATION ET COMITÉ SCIENTIFIQUE	6
JOURNÉES SCIENTIFIQUES DU GFHN ET COLLOQUE GEOFCAN	25
ÉDITORIAL	29
RÉSUMÉS DES COMMUNICATIONS	31
BULLETTIN D'ADHÉSION	294

CONTENTS	
SCIENTIFIC MEETING GFHN-GEOFCAN-ORLÉANS 29 NOVEMBER - 1 DECEMBER 2011	
POROUS MEDIA AND GEOPHYSICS	
GFHN MANAGEMENT COMMITTEE	5
MEETING GFHN-GEOFCAN 2011: ORGANISATION	6
GFHN AND GEOFCAN MEETINGS	25
EDITORIAL	29
ABSTRACTS OF COMMUNICATIONS	31
GFHN REGISTRATION FORM	294