

Utilisation des mesures de résistivité pour une caractérisation agricole rapide et précise en grandes surfaces des terres de la Société Sucrière du Cameroun

T. Viremouneix^{1*}, N. Sepieter¹, B. Ahondokpê¹, L. Guiard²

¹*SOSUCAM, BP 857, Yaoundé - Cameroun*

²*SOMDIAA, 39 rue Jean-Jacques Rousseau, 75001 Paris - France*

**Auteur correspondant : tviremouneix@sosucam.jlv.com*

RESUME

La connaissance des propriétés des sols et de leurs aptitudes culturales est devenue un enjeu majeur pour la conduite d'une agriculture raisonnée, pérenne et respectueuse de l'environnement.

Ainsi, dans une perspective d'optimisation de ses pratiques agricoles et dans un contexte d'extension de ses surfaces, la SOSUCAM a décidé d'avoir recours à une technique innovante de caractérisation basée sur des mesures électriques de résistivité des sols.

Après une première étape concluante visant, à partir de sondages manuels, à tester la faisabilité et l'interprétation des mesures sur ses sols ferrallitiques, la SOSUCAM s'est engagée en novembre 2006 dans un projet pilote de caractérisation de périmètre à grande échelle. Ainsi, en utilisant un matériel spécifique permettant une prospection en continu sur les parcelles de cannes à sucre et les zones de friches, plus de 5 500 ha ont pu effectivement être cartographiés en l'espace de 6 mois.

Les données obtenues ont permis de mettre en évidence des relations significatives entre résistivité et propriétés physico-chimiques du sol (pierrosité, profondeur, réserve utile, texture et couleur) et données culturales (données végétales et rendement) et de confirmer ainsi l'intérêt de la résistivité comme indicateur agronomique pertinent.

Grâce aux cartes de résistivité complétées des observations terrain, il a été alors possible de caractériser et définir au sein des parcelles des unités agricoles homogènes. Leur délimitation par un aménagement parcellaire idoine permettra de définir des secteurs aux pratiques et itinéraires techniques différenciés et les mieux adaptés.

Ainsi la prospection par mesures de résistivité se révèle être une technique fiable et rapide pour approcher la variabilité spatiale des propriétés des sols des grands périmètres cannières et définir leurs potentialités agricoles. Apportant d'autres éléments déterminants dans le choix de l'aménagement au-delà des seules contraintes logistiques elle ouvre la voie vers une agriculture raisonnée et adaptée aux caractères et aptitudes parcellaires.

Mots clés : canne à sucre - carte des sols - gestion culturale - agriculture raisonnée et durable

INTRODUCTION

Convaincue de l'importance de la connaissance du sol dans la gestion agricole de son exploitation, la SOSUCAM, complexe sucrier implanté sur près de 20 000 ha au centre du Cameroun, a initié dès 2004 un chantier de caractérisation des sols basés sur la méthode classique des sondages et prélèvements à la tarière. Toutefois, ce chantier se heurte à plusieurs limites de lenteur, de coût et de précision. Aussi la SOSUCAM a-t-elle envisagé d'avoir recours à la technique de cartographie par résistivité (Viremouneix, 2007), initialement

utilisée en archéologie et géophysique, mais désormais adoptée en agriculture, en raison de sa rapidité et de son caractère non destructeur (Grant and West, 1965; Rhoades and Ingvalson, 1971; Boigontier, 2000; Kearer et al., 2002).. Après une première étape concluante visant à étudier l'opportunité et la faisabilité de cette technologie innovante, la SOSUCAM s'est engagée en novembre 2006 vers la cartographie de son parcellaire à grande échelle en conditions réelles d'exploitation. Les résultats obtenus, couplés à certaines observations et analyses, ont montré l'existence de liens significatifs entre propriétés du sol, données végétatives et résistivité et confirmé l'intérêt de la résistivité comme étant un indicateur pertinent des paramètres agronomiques du milieu. Le recours à cette technique, associée à une démarche adaptée, ouvre, par la délimitation et caractérisation d'unités homogènes, d'importantes perspectives dans la gestion agricole du périmètre actuel et dans la sélection des nouvelles terres agricoles à mettre en valeur.

1 MATERIEL ET METHODES

1-1 Situation géographique et contexte agro-pédologique

La SOSUCAM est implantée au centre du Cameroun¹ à 150 km au nord-est de la capitale Yaoundé dans une zone auparavant couvertes de savanes herbeuses.

D'un point de vue pédologique, la majorité des sols se répartissent dans la classes des oxysols et plus précisément entre sols ferralitiques plus ou moins oxydés, sols hydromorphes et sols peu évolués (Vallerie, 1973, Carte pédologique et d'aptitude pour la canne à sucre du site sucrier de Camsuco à Mbandjock-Nkoteng).

Les parcelles sont situées sur des interfluves bordées par des galeries forestières et sont classiquement composées de 3 grandes unités (Figure 1) : 1/ un plateau et haut de versant convexe montrant des sols ferralitiques oxydés, rouges et profonds, 2/ un milieu de versant rectiligne (rupture de pente) caractérisé par l'apparition fréquente de cuirasse latéritique et de profils gravillonnaires et qui se poursuit par des sols ocres rouges et enfin 3/ un bas de versant rectiligne à concave, à sols hydromorphes.

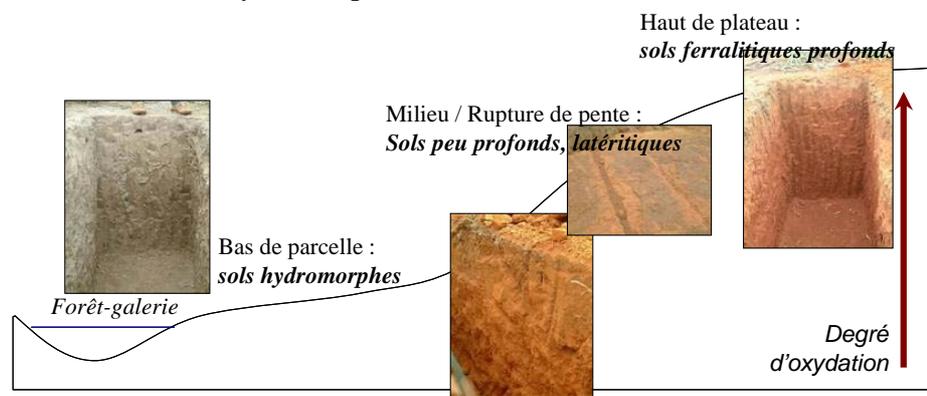


Figure 1 : Toposéquence pédologique classique des plateaux de la SOSUCAM

C'est dans ce contexte de forte hétérogénéité agro-pédologique que la mise en œuvre d'un chantier de prospection et de connaissance du sol a trouvé sa justification.

1-2 Présentation des mesures

La résistivité d'un sol, exprimé en ohm.m ($\Omega.m$), représente sa capacité à limiter le passage d'un courant électrique qui le traverse. Ce paramètre est fréquemment utilisé par les géophysiciens et pédologues. En effet, et dans différents contextes pédologiques étudiés, il a été montré que la résistivité est étroitement liée aux propriétés intrinsèques et pérennes des sols, tels que la proportion d'argile, la réserve utile, la pierrosité, le type de substrat

¹ Latitude 12,06°N, Longitude 4,45° E

géologique (Dabas et al., 1989a) mais également à certaines caractéristiques plus conjoncturelles (structure, température, teneur en eau), plus facilement quantifiables (Benderitter and Shott, 1997; Goutouly, 2006). La cartographie de la résistivité apparente des sols peut ainsi être utilisée pour mettre en évidence la variabilité spatiale de leurs caractéristiques propres et par extension, leur valeur agronomique.

1-3 Matériel et étapes du projet de prospection

Avant de s'engager dans une utilisation à grande échelle, il était nécessaire de s'assurer de l'apport et de la faisabilité de mise en œuvre de cette technologie dans le contexte agro-pédologique spécifique de la SOSUCAM. Lors de la première phase de faisabilité, les mesures ont été prises de manière manuelles. Le système utilisé, était constitué d'un ensemble d'électrodes alignées horizontalement, d'un résistivimètre et d'un GPS (Système Wenner), permettant une prospection à 50cm et 1m (Figure 2). Les mesures ont été prises sur une superficie de 40 ha, dans une parcelle (A100) présentant une hétérogénéité relativement importante, selon une maille de 10m par 25m (soit 40 mesures par ha).



Figure 2 : Mesures de résistivité manuelles

La suite du projet a consisté à valider l'utilisation du système tracté ARP06[®] -*Automatic Resistivity Profiling*- (Dabas et al., 1989b) en conditions réelles d'exploitation. Celui-ci, spécialement conçu par la société Géocarta, est composé d'un support sur lequel sont fixées 8 paires d'électrodes isolées (une paire émettrice de courant (injection) suivi de trois dipôles récepteurs), d'un GPS, d'un radar (contrôle de position et avancement) et d'un PC embarqué, le tout permettant l'acquisition des données en continu (Figure 3). La configuration du système permet une prospection à 0,5m, 1,1 m et 2,1 m (Figure 4). Par ailleurs, leur espacement a été étudié afin que les mesures puissent se faire dans l'inter-rang de la culture (mesures non destructrices).

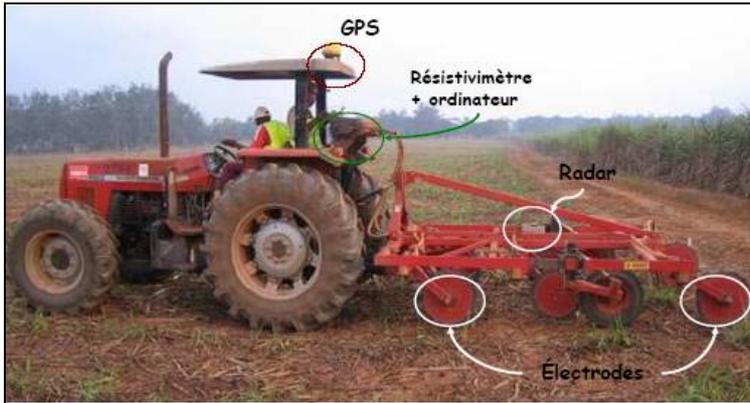


Figure 3 : Modèle tracté ARP06

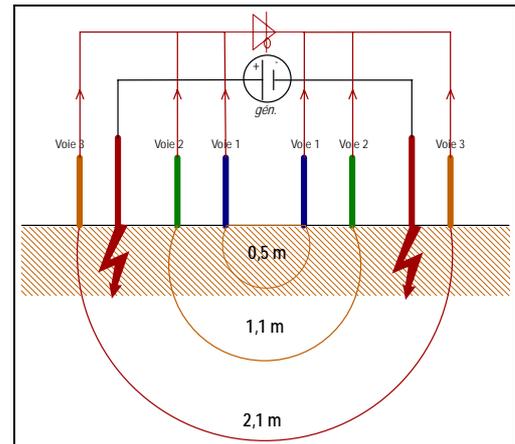


Figure 4 : Schéma simplifié de fonctionnement

La prospection par l'ARP06[®] s'est déroulée entre novembre 2006 et juillet 2007 (avec une interruption en sur les parcelles de la SOSUCAM, pour lesquelles la hauteur de la végétation permettait le passage d'un tracteur (soit 2-3 mois d'âge). Au total, sur les 112 jours de prospection effective, 5 546 ha ont été cartographiés, avec un rythme moyen proche de 50 ha/jour.

Des mesures ont également été effectuées sur une zone d'extension potentielle (actuellement en friche) à partir d'un layonnage préalable (espacement de 50m) effectué par lame, pour dégager la végétation et permettre le passage du tracteur.

1-4 Elaboration des cartes de résistivité

Après traitement et interpolation informatique effectués par la Société Géocarta, les données sont converties en cartes, pour chacune des 3 profondeurs de prospection (0,5 m, 1,1 m et 2,1 m). En outre, pour faciliter leur exploitation, nous avons utilisé un logiciel développé spécifiquement qui permet, d'intégrer sur une même carte (qualifiée de « résistivité triée ») l'ensemble des données sous forme de classes de résistivité pour chaque profondeur (Figure 5).

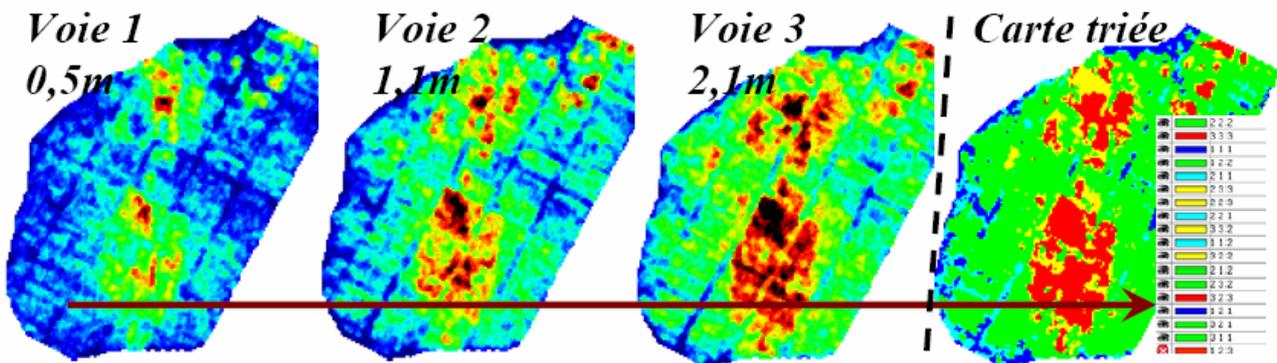


Figure 5 : Cartes de résistivité aux 3 profondeurs et carte « triée » (exemple parcelle E6 – 155 ha)

1-5 Etudes et observations complémentaires

La relation entre résistivité et propriétés physiques du sol a été abordé par le biais de d'observations issues de prélèvements effectués à la tarière (profondeur de 1m), de mesures de pénétration ainsi que de la description de fosses. Pour ce faire, nous nous sommes à la fois basés sur les résultats du chantier classique de caractérisation des sols

(sondage systématique à la maille de 50 m x 50 m) et sur un nouveau mode de sondage, utilisant la résistivité pour localiser les zones particulières à observer (

Tableau 1).

Tableau 1 : Comparaison entre les 2 méthodes de sondages : classique (systématique tous les 50 m) et raisonné (selon résistivité)

	Superficie cartographiée	Densité sondages	Nombre total de sondages
Raisonné – localisé	524 ha	0,5 pts/ha	244
Classique – 50m x 50m	1 726 ha	3,6 pts/ha	6 235
Total	2 250 ha	2,9 pts/ha	6 479

Par ailleurs, pour étudier le lien entre résistivité et propriétés chimiques d'une part et caractères cultureux d'autre part, nous avons différencié au niveau d'une parcelle (A100) différentes zones selon leur niveau moyen de résistivité et leur position topographique : faible (bas de parcelle – zone A, et plateau – zone B), moyen (zone C), élevé (zone D) et très élevé (zone E).

Plusieurs plots (10 répétitions) ont été positionnés sur chacune d'elles : des échantillons de sols ont été prélevés en vue d'analyse chimiques², et des observations végétales effectuées (croissance, tallage, profil racinaire).

En outre, l'étude du lien entre résistivité et potentiel agricole a été complétée l'élaboration de cartes de rendement au niveau parcellaire, obtenues par un suivi rapproché du chargement de la récolte.

2 RESULTATS

2-1 Faisabilité des mesures et validation de la technologie ARP06[©]

La première étape du projet a permis de lever les incertitudes relatives à la faisabilité des mesures de résistivité sur nos sols, qui auraient pu en raison de leur nature particulière perturber les mesures électriques (forte concentration en fer, présence de profils gravillonnaires et de cuirasse latéritique indurés) : les signaux électriques obtenus ont été quantifiables, avec des valeurs (variant de 100 à plus de 2 000 $\Omega.m$) toutefois bien supérieures aux valeurs habituellement enregistrées dans les contextes occidentaux. En outre, la première carte de résistivité issue des mesures manuelles a permis de déceler une variabilité intra-parcellaire intéressante (Figure 6). Suite aux résultats concluants des mesures manuelles, la prospection en continu par ARP06 a permis d'obtenir des données de bonne qualité, dont les cartes ont confirmé globalement les résultats obtenus en 2006, validant cette technique (Figure 6 et Figure 7).

² Les échantillons de sols ont été analysés par le laboratoire du CIRAD (Montpellier, France)

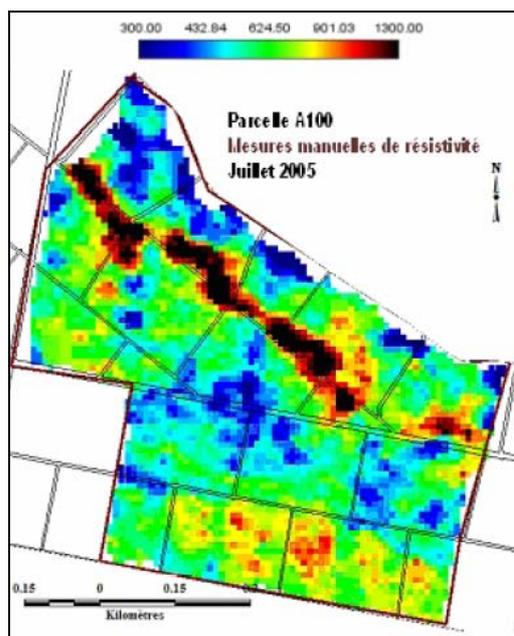


Figure 6 : A100 - Carte de résistivité à 1m
– Mesures manuelles – Juillet 2005

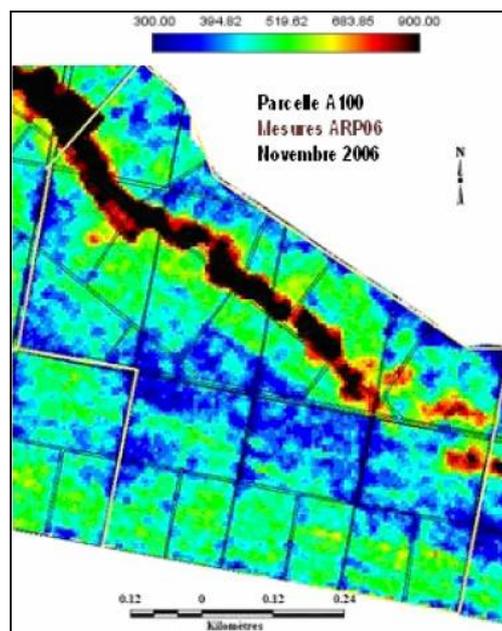


Figure 7 : A100 - Carte de résistivité à 1m
par ARP06® - Novembre 2006

Concernant les données de production, en comparaison de la méthode classique de cartographie par sondages manuels, la technologie ARP apporte des avantages en termes de rapidité (8 fois plus rapide) et de précision au niveau de la restitution des cartes (68 fois plus précise) (Tableau 2).

Tableau 2 : Comparaison entre les différentes méthodes de cartographie

	Résistivité - ARP06	Résistivité - manuel	Sondages manuels
Maille d'acquisition	20 cm x 18 m	10 m x 25m	50m x 50m
Mesures prises par ha	2 777	80	4
Superficie (ha/jour)	60 ha/jour	14 ha/jour	8 ha/jour
Résolution (après interpolation)	1/1 200	1/4 050	1/15 000

2-2 Relations entre résistivité et propriétés physico-chimique du sol

Nous avons pu dans un premier temps comparer les valeurs et cartes de résistivité aux valeurs obtenues à travers les observations et les prélèvements à la tarière effectués avec la méthode classique (maille de 50m x 50m) ou à partir de la nouvelle approche, basée sur la localisation de sondages.

Les résultats montrent une bonne correspondance entre la résistivité apparente et la plupart des paramètres observés et mesurés, tels que la profondeur du sol et le pourcentage d'éléments grossiers. Ainsi, les zones fortement gravillonnaires, indurées et peu profondes (apparition de la cuirasse) sont associées à de fortes valeurs de résistivité contrairement aux sols profonds de haut de plateau qui présentent des niveaux plus faibles de résistivité. Enfin les zones hydromorphes de bas de parcelle (partie supérieure de la carte) sont remarquables par leurs faibles valeurs de résistivité, expliqué par leur plus forte teneur en eau.

Ces résultats sont confirmés par les analyses statistiques qui font apparaître de bonnes corrélations, avec des niveaux souvent élevés de significativité (Figure 8, Figure 9 et tableau3).

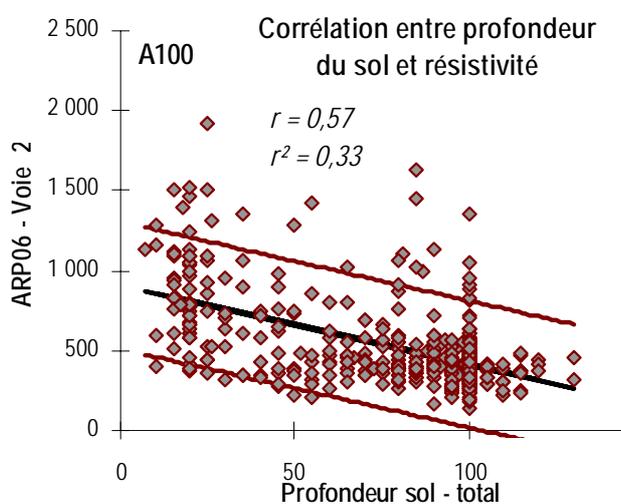


Figure 8 : Relation entre le pourcentage d'éléments grossiers et la résistivité à 1m (parcelle A100)

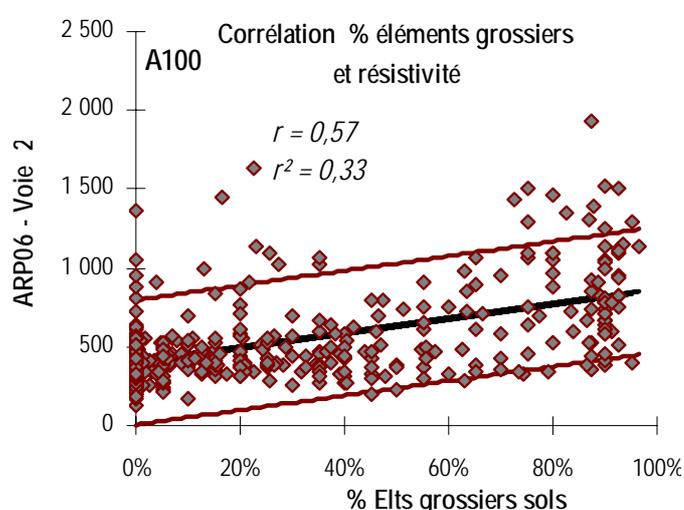


Figure 9 : Relation entre la profondeur du sol (à 1m) et la résistivité à 1m (parcelle A100)

Par ailleurs, la dispersion des valeurs de résistivité observée à une profondeur ou un taux de gravillons identiques peut être expliquée par des niveaux de compaction ou une texture différents (McCarter, 1984).

Tableau 3 : Valeurs moyennes et répartition par classes des coefficients moyens de corrélations entre propriétés physiques et résistivité – mesures sur 24 parcelles

		r² moyen	r²<0,05	0,05<r²<0,25	0,25<r²<0,5	r²>0,5
Voie 1	Eléments grossiers 0-50 cm	0,17	17%	46%	25%	13%
Voie 2	Profondeur de sols	0,27	4%	42%	33%	21%
	Eléments grossiers 0-1 m	0,30	4%	42%	38%	17%
Voie 3	Profondeur de sols	0,20	17%	46%	33%	4%
	Eléments grossiers 0-1 m	0,22	13%	50%	33%	4%

Concernant la texture, et bien qu'il se dégage certaines tendances et associations entre résistivité et caractère argileux (sols argileux-sableux profonds de haut de parcelles caractérisées par des valeurs de faible résistivité, celles-ci n'ont toutefois pu être statistiquement établie. En effet, notre méthode actuelle d'analyse de la texture (méthode de l'anneau) reste trop approximative et ne permet d'obtenir que des résultats discrets sans pouvoir tenir compte de la variabilité des données de résistivité.

Par ailleurs, les résultats des analyses chimiques des échantillons de sols mettent en évidence certains liens entre données minérales et niveaux de résistivité (Tableau 4).

Tableau 4 : Principaux résultats des analyses chimiques de sols (parcelle A100)

	Resist. - 1 m	pH H ₂ O	M.O.	N	P	K	CEC (T)	S(Ca,Mg,K,Na)	Al/CEC
A - Faible-bas	252,9	4,8	1,5%	0,040%	26,3	0,30	3,0	1,27	27,3
B - Faible-plateau	337,2	5,0	1,5%	0,052%	14,3	0,08	2,5	1,04	30,2
C - Moyenne	398,3	5,0	1,5%	0,050%	12,8	0,08	2,5	1,14	29,2
D - Elevée	469,4	4,9	1,5%	0,035%	15,7	0,11	2,4	0,81	32,9
E - Très élevée	756,7	4,8	1,5%	0,028%	14,3	0,13	2,4	0,70	44,0
Total	429,8	4,9	1,5%	0,043%	16,3	0,13	2,6	1,00	32,3

Ainsi, il existe un lien étroit (corrélacion négative) entre les valeurs de CEC et la concentration en bases échangeables et la résistivité. De même les hautes valeurs de résistivité sont associées à de fortes valeurs de rapport Al/CEC, à la limite de la toxicité aluminique. Cette tendance est confirmée par les valeurs du taux de saturation S/T, plus faibles sur les zones D et E : ceci indique un potentiel différent de fertilité (Baizen, 2000).

Enfin, les hautes valeurs de P et de K observées au niveau des zones de bas de parcelle (zone A) peuvent s'expliquer par le résultat de la lixiviation (cas de K) et de l'érosion de surface (cas de P) emportant les éléments nutritif du haut vers le bas de parcelle.

2-3 Relations avec les caractères culturaux

2-3-1 Contrôle croissance et tallage

La croissance des tiges de cannes a été suivie sur chaque zone de résistivité à un rythme régulier de 15 jours. Les résultats de ce suivi végétatif montrent l'existence d'une différence importante entre les zones de haute (D et E) et celles de faible résistivité (A, B et C), pour lesquelles la croissance est significativement favorisée (

Figure 10).

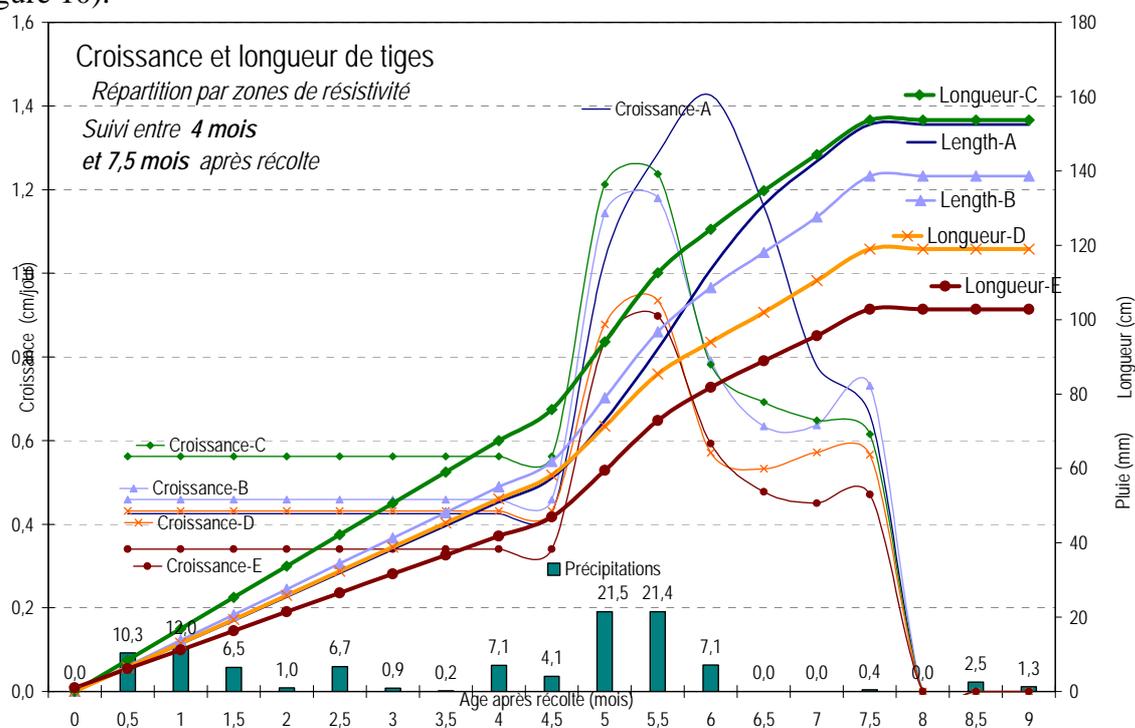


Figure 10 : Croissance et de longueur des tiges selon les zones de résistivité (parcelle A100)

L'influence du niveau de résistivité sur le peuplement a été également évaluée par un comptage du nombre de tiges à 3, 4,5 et 6 mois (Tableau 5).

Il apparaît que le tallage des zones de résistivité élevée (D et E) demeure légèrement inférieur à celui des zones de faible résistivité de plateau (zone B et C). En revanche, le tallage dans la zone A de faible résistivité (bas de parcelle) reste significativement inférieur, pouvant être expliquée par en raison notamment des conditions d'hydromorphie et d'asphyxie associée à cette zone

Tableau 5 : Suivi du nombre de tiges pour chaque zone de résistivité à 3, 4,5 et 6 mois après récolte (parcelle A100)

Zone de résistivité	Résist.-1 m	Tallage (tiges/ha)			Ecart - Moyenne		Mortalité
		3 mois	4.5 mois	6 mois	3 mois	6 mois	
A – Faible - Bas	252.9	94 955	63 760	64 926	-11.9%	-11.8%	-31.6%
B – Faible - Plateau	337.2	121 384	85 124	78 378	12.7%	6.5%	-35.4%
C – Moyenne	398.3	108 022	90 386	75 108	0.3%	2.1%	-30.5%
D – Elevée	469.4	103 943	81 362	71 838	-3.5%	-2.4%	-30.9%
E – Très élevée	756.7	109 348	83 166	77 625	1.5%	5.5%	-29.6%
Moyenne	429.8	107 720	80 976	73 575	--	--	-30.5%

2-3-2 Rendement TC/ha

Durant les campagnes 06-07 et 07-08 nous avons pu élaborer des cartes de rendement sur différentes parcelles ayant été prospectées par résistivité.

D'une manière générale, et en dehors des effets de bord (proximité des galeries forestières, lieux de passage), les cartes de résistivité, de profondeur de sol et de rendement montrent de bonnes concordances : le rendement TC/ha et la profondeur du sol sont anti-corrélées aux valeurs de résistivité (Figure 11, Figure 12 et Figure 13).

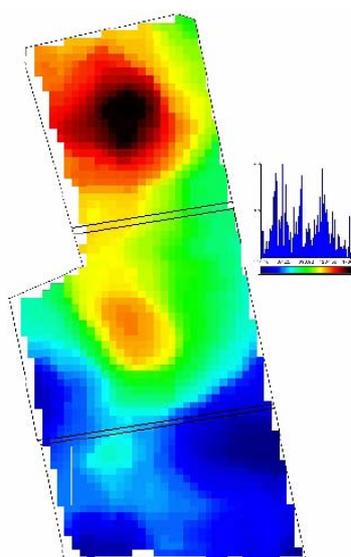


Figure 11 : Carte de résistivité – ARP06 – 2m – Parcelle C2indus

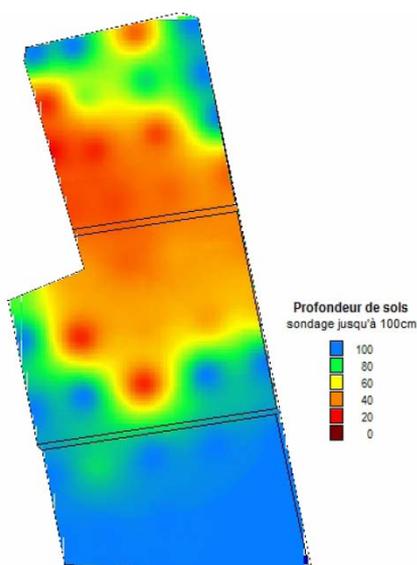


Figure 12 : Carte de profondeur de sol (sondage à 1m) – Parcelle C2indus

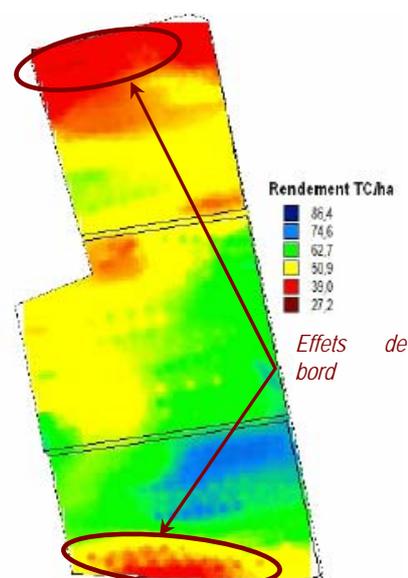


Figure 13 : Carte de rendement TC/ha (récolte 2006) – Parcelle C2indus

En outre, les résultats statistiques confirment la bonne relation entre rendement et valeurs de résistivité, notamment pour les profondeurs supérieures à 1 m (Figure 14 et Tableau 6).

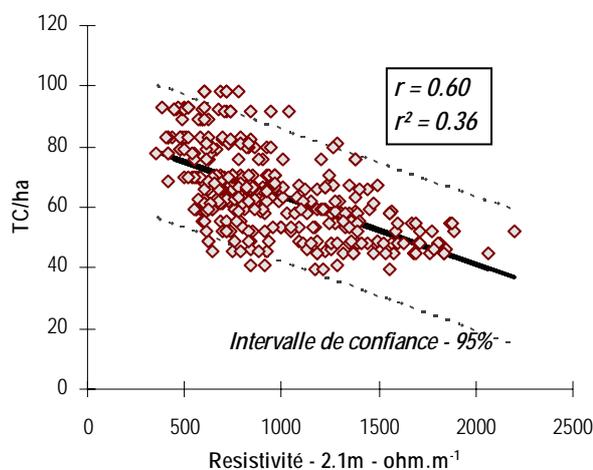


Figure 14 : Relation résistivité 2,1m - rendement TC/ha (exemple parcelle C2indus)

Tableau 6 : Significativité à 95% et coefficient de corrélation entre résistivité et rendement TC/ha (5 parcelles)

	Parcelles	Significatif	r ² moy.	r ² max
Voie 1 – 0,5 m	5	80%	0,07	0,20
Voie 2 – 1,1 m	5	80%	0,16	0,47
Voie 3 – 2,1 m	5	100%	0,14	0,39

Ainsi, bien que la corrélation soit significative pour toutes les parcelles suivies à une profondeur de prospection de 2,1m, elle ne l'est à 0,5m et 1,1m que pour 4 parcelles sur 5. En outre, on note des valeurs variables et parfois faibles du coefficient de corrélation. Ceci peut être expliqué par l'influence d'autres facteurs comme les pratiques culturales, ou la compaction ainsi que par le niveau de précision différent entre les cartes de rendement et celles de résistivité.

2-4 Conclusion

Il apparaît que la résistivité est un bon indicateur de caractères agronomiques du milieu qu'ils soient permanents (tels que sa profondeur, la proportion d'éléments grossiers...) ou modifiables (tels que la compaction, la fertilité chimique du sol), et permet donc d'expliquer la réponse de la culture au milieu, comme la croissance et les rendements de la canne.

3 DISCUSSIONS

3-1 Limites

3-1-1 Incidence des conditions de prospection

Les résultats issus de cette nouvelle technologie désormais appliquée à grande échelle ont montré sa faisabilité et l'intérêt de la résistivité comme indicateur des caractères agronomiques du milieu.

Toutefois, durant la phase de prospection, il est apparu que la qualité des mesures acquises est fortement dépendante des conditions climatiques.

Tout d'abord, la prospection ne peut avoir lieu en conditions trop sèches, lorsque les réserves hydriques du sol sont complètement épuisées (délai supérieur à 2 mois sans pluies), rendant impossible l'injection de courant électrique dans le sol.

Par ailleurs, l'incidence des conditions hydriques sur les valeurs absolues de la résistivité (Figure 15) montre qu'il est important qu'une même parcelle soit prospectée dans les mêmes conditions, pour éviter de perturber la mise en évidence de la variabilité.

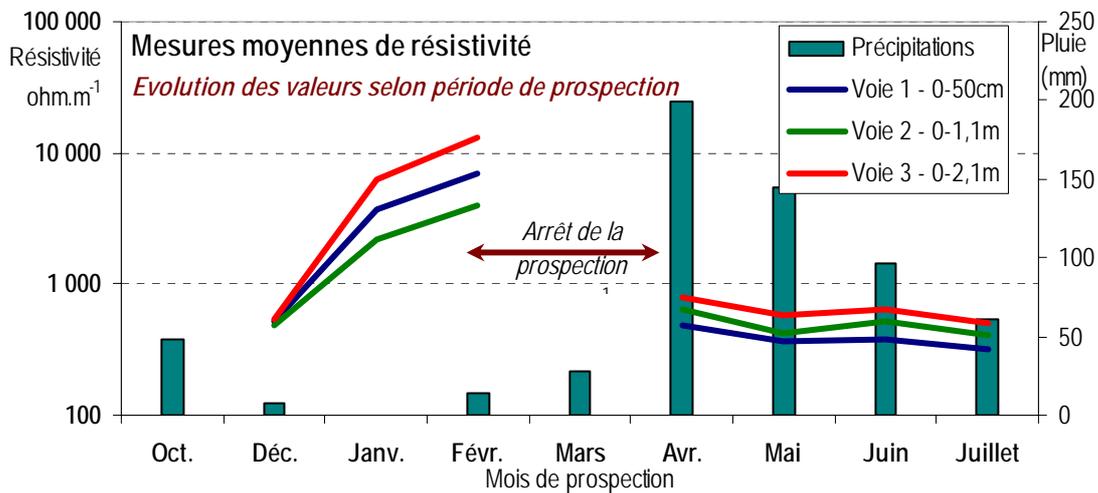


Figure 15 : Evolution des valeurs moyennes de résistivité selon les périodes climatiques

Ainsi, et dans le cas d'études à grande échelle, on ne pourra comparer ou associer des zones ayant été prospectées dans différentes conditions hydriques sans avoir préalablement effectué un rééquilibrage des valeurs absolues de résistivité.

3-1-2 Importance des observations complémentaires

Bien que bon indicateur du milieu, l'obtention des cartes de résistivité n'est pas suffisante en soi pour une caractérisation agronomique fiable, et ne peuvent être considérées indépendamment du contexte (type de sols, topographie).

Aussi est-il nécessaire de compléter les cartes par un calage préalable à partir d'observations complémentaires, permettant de relier mesures de résistivités et propriétés agro-pédologiques locales, et de délimiter efficacement les unités alors identifiées et caractérisées (Moeys et al., 2006) (Figure 16).

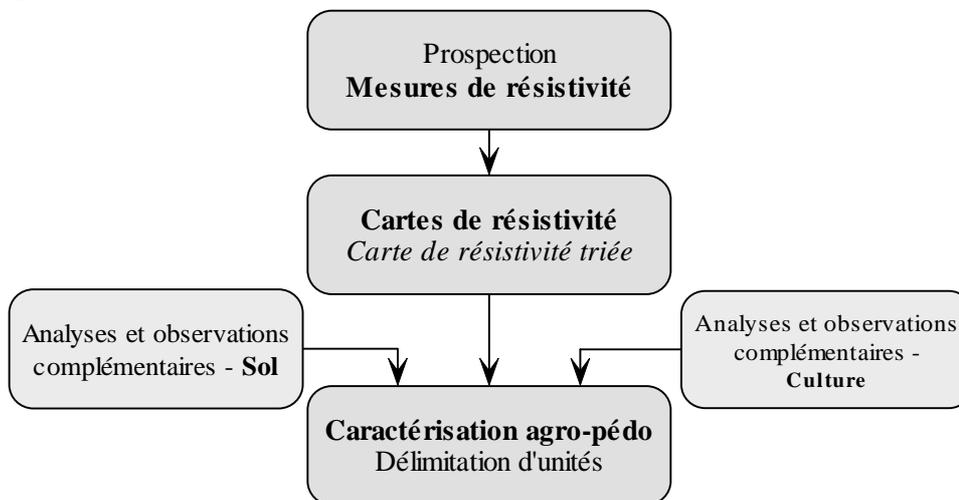


Figure 16 : Exploitation des mesures de résistivité – Plusieurs étapes nécessaires

Notons que les observations et sondages localisés de manière pertinente permettent, par rapport à la méthode classique, outre un gain de temps, d'en améliorer la représentativité (Tableau 7).

Tableau 7 : Coefficients de corrélations et % de parcelles avec significativité éléments selon indicateurs et méthode de sondages

	R ² et méthode de sondages			% significativité élevée (R ² >0,7)		
	Classique	Raisonnée	Total	Classique	Raisonnée	Total
Prof. de sol - Voie 2	0,21	0,52	0,27	11%	60%	21%
Prof. de sol - Voie 3	0,15	0,39	0,20	0%	20%	4%
Els grossiers 50 cm - Voie 1	0,11	0,41	0,17	0%	60%	13%
Els grossiers - Voie 2	0,23	0,54	0,30	5%	60%	17%
Els grossiers - Voie 3	0,17	0,41	0,22	0%	20%	4%

3-2 Exploitation des cartes de résistivité

3-2-1 Zonage agricole et agriculture différenciée

Les cartes associées à ces observations complémentaires, devraient permettre d'établir rapidement une cartographie du parcellaire et d'en dégager des unités homogènes en termes de niveau de résistivité, caractérisées par leurs propriétés pédologiques (nature du sol, profondeur granulométrie), leur aptitude culturale (présence et localisation de cuirasse latéritique, réserve utile). Il sera alors possible de raisonner les pratiques culturales les mieux adaptées (préparation de sols, maturation, choix de variétés). En outre, l'évaluation du potentiel de chaque zone, associée à des analyses chimiques ciblées permettra d'optimiser les amendements.

Des premiers travaux ont été effectués dans ce sens, tant au niveau parcellaire qu'au niveau plus important du plateau, aboutissant, à la redéfinition du plan d'aménagement et de la configuration des unités de culture, et par la prise en compte de la topographie, à une meilleure gestion du risque érosif. (Figure 17 et Figure 18).

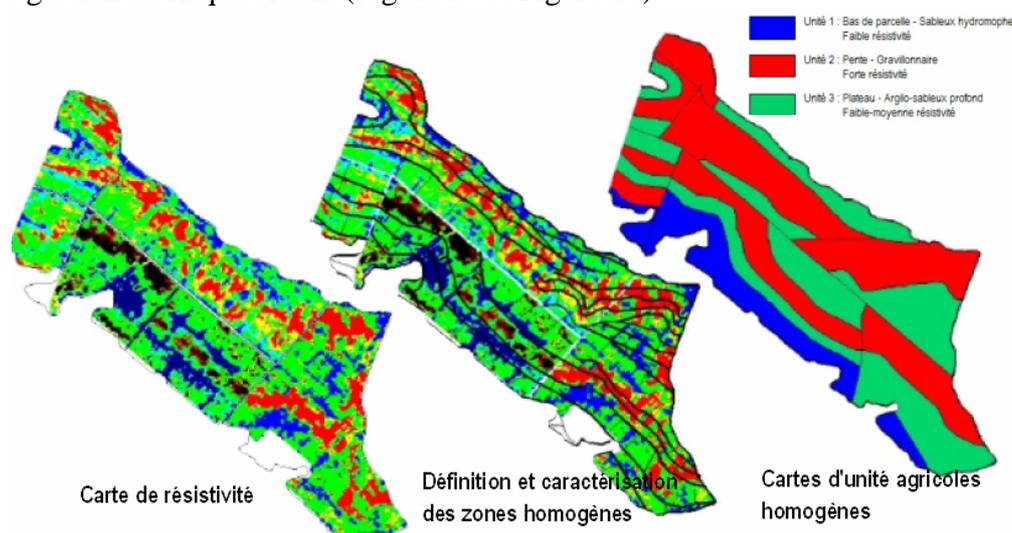


Figure 17 : Reconfiguration d'un ensemble de parcelles selon 3 unités agricoles homogènes à partir des cartes de résistivité (exemple plateau D 990 ha)

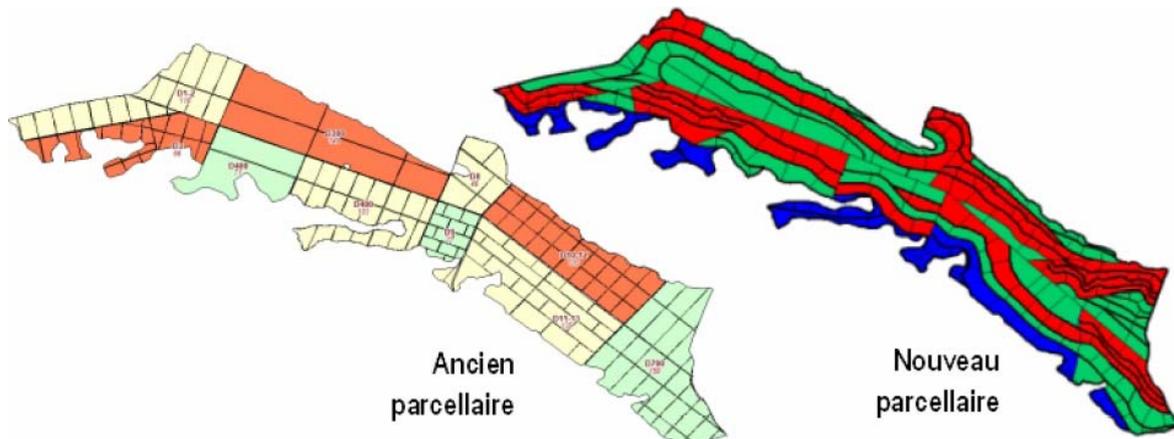


Figure 18 : Comparaison ancien et nouveau parcellaire intégrant les unités agricoles homogènes

3-2-2 Sélection des nouvelles terres à mettre en valeur

La prospection sur le périmètre d'extensions permettra également de localiser les zones les plus fertiles et de concevoir un aménagement parcellaire approprié.

Les premières mesures sur les extensions en novembre 2006 ont permis déjà d'identifier sur les 175ha prospectés une zone potentielle de 100ha caractérisée par de faibles niveaux de résistivité et donc une meilleure aptitude culturale (Figure 19).

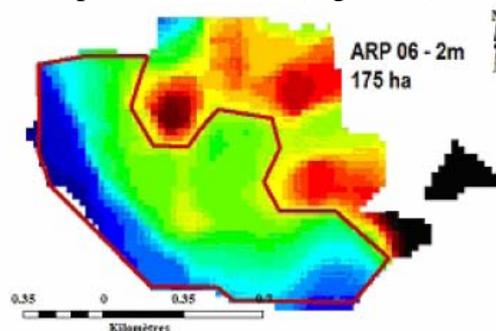


Figure 19 : Zone prospectée sous extensions (175ha) et zone sélectionnée (100 ha)

CONCLUSION

Force est de constater que la faisabilité des mesures de résistivité dans ses conditions pédologiques et climatiques particulières, ont permis à la SOSUCAM de s'engager dans un projet de cartographie de son parcellaire à grande échelle. Cette technologie offre l'avantage d'être rapide, fiable, et conservatrice des sols. Par ailleurs, les analyses et observations qui doivent être effectuées en parallèle ont permis de confirmer la résistivité comme étant un indicateur performant des paramètres agro-pédologiques de la canne à sucre.

L'utilisation des cartes de résistivité ouvre ainsi de larges perspectives en termes d'exploitation et de gestion agricole durable. L'identification des caractères et potentiels cultureux des unités, en association avec la topographie, permettra un réaménagement parcellaire sous forme d'unités de gestion agricoles homogènes, sur lesquelles pourront être pratiqués des itinéraires techniques adaptés et optimisés, aboutissant ainsi à une amélioration de la productivité et de sa pérennité (lutte anti-érosive, respect de l'environnement, maintien de la fertilité).

BIBLIOGRAPHIE

Baizen D. (2000). Guide des analyses en pédologie, Techniques et Pratiques, INRA Editions, Paris, 2^{ème} édition.

Benderitter, Y., and Shott J.-J. (1997). Chute de pluies et résistivité du sol. Colloque GEOFCAN – Abstracts et résumés étendus, 127-131.

Boigontier D. (2000). La mise en oeuvre de l'agriculture de précision, p.365-374, Actes du colloque des 29 et 30 Mai 2000, ENESAD, Educagri eds., Dijon, 431p.

Dabas M., Hesse A., Jolivet A., Tabbagh A., and Ducomet G. (1989a). Intérêt de la cartographie de la résistivité électrique pour la connaissance du sol à grande échelle, Science du Sol, 27 (1): 65-68.

Dabas, M., Hesse, A. and Jolivet, A. (1989b). Prospection électrique de sub-surface automatisée, éditions CIRA (Centre Interdisciplinaire de Recherches Archéologiques), Bruxelles, 73-81.

Goutouly, J.-P., Rousset D., Perroud, H., et Gaudillère, J.P., (2006). Caractérisation de la variabilité spatiale et temporelle de l'état hydrique d'un sol de vigne par résistivité électrique, Vie Congrès International des terroirs viticoles 2006, 292-297.

Grant, F.S. and West, G.F. (1965). Interpretation theory in applied geophysics. McGraw Hill Book Co., New York

Kearer, P., Brooks, M. et Hill, I. (2002). An introduction to Geophysical Exploration. Blackwell Science (3), 183-207.

McCarter, W.J. (1984). The electrical resistivity characteristics of compacted clays. Géotechnique, 36: 263-267.

Moeys, J.; Nicoulaud, B., Dorigny, A., Coquet, Y., Cousin, I. (2006). Cartographie des sols à grande échelle : Intégration explicite d'une mesure de résistivité apparente spatialisée à l'expertise pédologique. Géotechnique, 36: 263-267.

Rhoades, J.D. and Ingvalson, R.D. (1971). Determining salinity in field soils with soil resistance measurements. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 35: 54-60.

Vallerie, M. (1973). Contribution à l'étude des sols du Centre-Sud Cameroun. Type de différenciation morphologique et pédogénétique sous climat subéquatorial. Trav. et doc. ORSTOM, N029, Paris Ed. 111p.

Viremouneix, T., Guiard, L., Dabas, M., Tsogo Zamba, B. (2007). Electrical resistivity measurements for fast and precise large scale characterisation of the agricultural land of Cameroon Sugar Society (SOSUCAM), SASTA and XXVIth ISSCT congress Organising Committee, Durban, 21 p.

Carte pédologique et d'aptitude pour la canne à sucre du site sucrier de Camuco à Mbandjock-Nkoteng, Rapport technique N°5, Projet PNUD-FAO, ONAREST, 51.