

T travail du sol, état structural et enracinement de végétaux cultivés sur sols ferrallitiques allitiques des Îles Loyauté (Nouvelle-Calédonie)

E. BOURDON¹, C. DUWIGI¹, T. BECQUER¹, F. LETOURNEL², D. BLAVET³

¹Orstom, Laboratoire d'agropédologie, BP A5, 98848 Nouméa Cedex, Nouvelle-Calédonie

²Cirad, BP 73, Païta, Nouvelle-Calédonie

³Orstom, Laboratoire d'étude du comportement des sols cultivés, BP 5045, 34032 Montpellier Cedex 1, France

Résumé : Le développement de l'agriculture sur les îles Loyauté (Nouvelle-Calédonie) conduit à l'utilisation plus intensive de matériel agricole qui est susceptible de modifier les caractéristiques physiques et structurales des sols et d'avoir une incidence sur l'enracinement des cultures. Quatre situations ont été étudiées : une jachère, une graminée pérenne, deux cultures de maïs, l'une soumise à un travail classique, l'autre à un travail minimum. Dans chaque cas, une description morphologique, des mesures pénétrométriques et des comptages racinaires ont été réalisés sur un profil de sol. Les caractérisations des profils culturaux réalisés dans ces différentes conditions culturales montrent : i) une modification importante de l'état structural, notamment dans l'horizon de surface, à la suite de la mise en culture ; ii) que le type de travail du sol n'a toutefois pas eu une incidence majeure sur la compacité du sol et l'enracinement des plantes cultivées ; iii) que la diminution de la densité racinaire avec la profondeur ne semble pas liée à l'existence d'horizons compacts ou de zones compactées par le travail du sol. Toutefois, l'effet négatif du travail « léger » sur la croissance du maïs reste à expliquer.

Comme pour beaucoup d'autres îles du Pacifique Sud, l'accroissement de la production agricole est nécessaire sur les îles Loyauté (Nouvelle-Calédonie) du fait de l'augmentation démographique et du développement d'un secteur de production commercial. Bien que les techniques de production traditionnelles soient encore largement dominantes, le développement de l'agriculture conduit à l'utilisation plus intensive de matériel agricole, d'engrais et de produits phytosanitaires. Des recherches, financées par la Province des Îles, sont menées par le Cirad et l'Orstom afin d'analyser l'intérêt de différents systèmes d'intensification des cultures et de déterminer leurs effets sur la fertilité du sol et sur les ressources en eau.

Les sols ferrallitiques allitiques développés sur ces îles ont une structure relativement fragile, susceptible d'être modifiée à la suite de passages successifs d'outils. Les objectifs de ce travail sont : i) d'observer les modifications structurales occasionnées par la mise en culture, ii) d'analyser l'importance de ces modifications sur la compacité du sol et iii) de relier cette dernière avec l'enracinement des cultures.

Matériel et méthodes

Le site d'étude

L'étude a été réalisée sur l'île de Maré, l'île la plus au sud de l'archipel des Loyauté (figure 1). Maré est un atoll corallien surélevé reposant sur un sous-

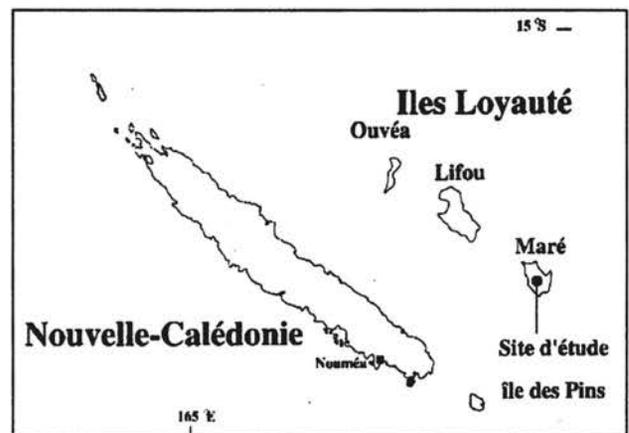


Figure 1. Carte de situation et localisation du site d'étude.

sement basaltique. L'ancien lagon, qui représente la plus grande superficie de l'île, est couvert par des sols oxydiques (Latham et Mercky, 1983). Les sols ferrallitiques oxydiques, qui couvrent 19 % de la surface totale de l'île, constituent la principale ressource en terres arables. Ces sols sont essentiellement composés d'oxy-hydroxydes de fer et d'aluminium, avec des teneurs très faibles en silicates.

Le champ d'expérimentation

Trois parcelles d'un « essai système » et une parcelle maintenue en jachère ont été étudiées. La première parcelle est une prairie de graminées (Rhode grass, *Chloris gayana* cv. Callide) de deux ans, labourée avant l'installation de la culture. Les deux autres sont des parcelles de maïs (*Zea mays* cv. Hycorn 90) cultivées depuis deux ans. La première subit un travail « lourd », avec un labour annuel avant le semis du maïs, effectué à la roue planteuse à la densité de 50 000 pieds/ha. La seconde est soumise à un travail « léger », sans labour, avec uniquement passage de disques, et semis à la canne planteuse en poquets de deux graines, à la même densité que précédemment. La jachère est une jachère de longue durée à recrû arbustif.

Les méthodes d'étude

L'étude du profil cultural (Hémin *et al.*, 1969 ; de Blic, 1990 ; Bourdon *et al.*, 1994) dans les 40 premiers centimètres du sol permet de caractériser les différents volumes structuraux qui le composent à partir, notamment, de la description de la structure, de la texture et de la couleur de chaque volume. La compacité du sol est mesurée par un pénétromètre de poche à aiguille cônica de type Yamanaka (Moreau et Nagumo, 1995) sur l'ensemble du profil en suivant une maille de 10 x 5 cm. Une représentation cartographique des données est réalisée à l'aide du logiciel Spyglass V3.0. L'enracinement a été évalué et cartographié à partir du relevé des impacts racinaires observés sur une face du profil (Tardieu et Manichon, 1986).

Résultats

Caractérisation morphologique des volumes structuraux

Une cartographie des volumes structuraux observés dans les différents profils étudiés est présentée à la figure 2. La jachère est constituée de deux types

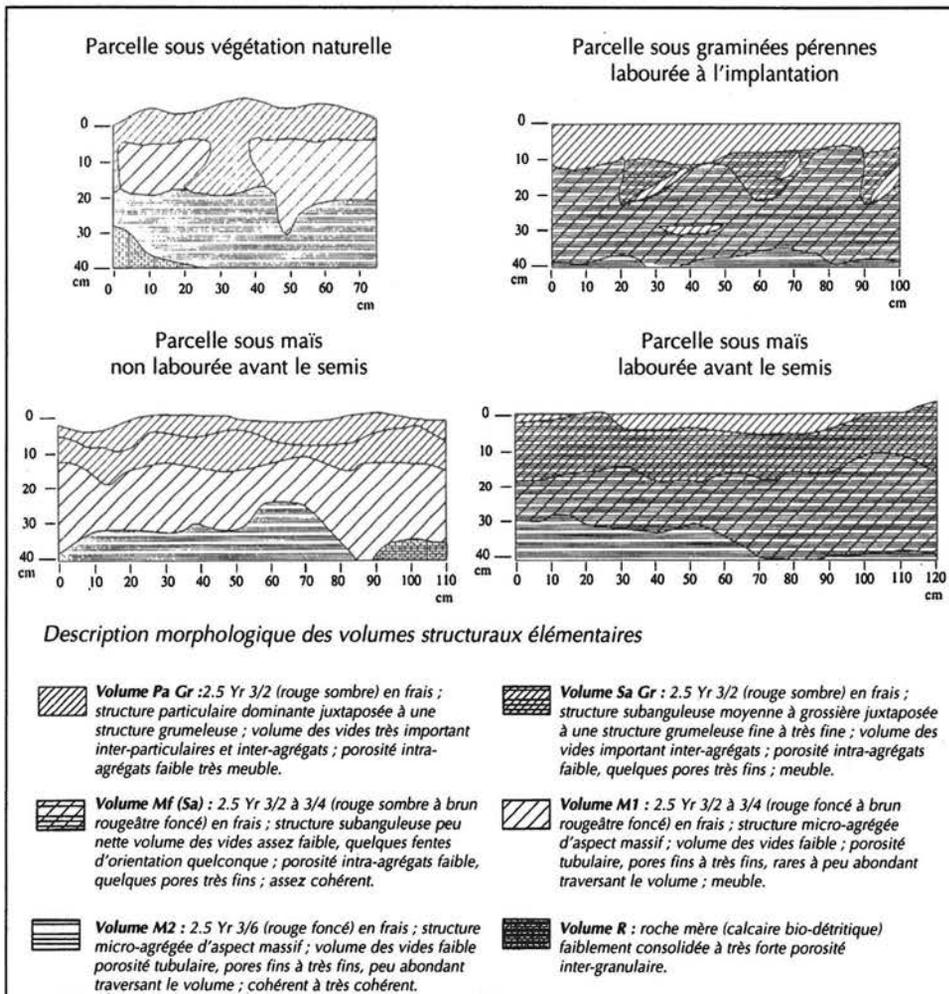
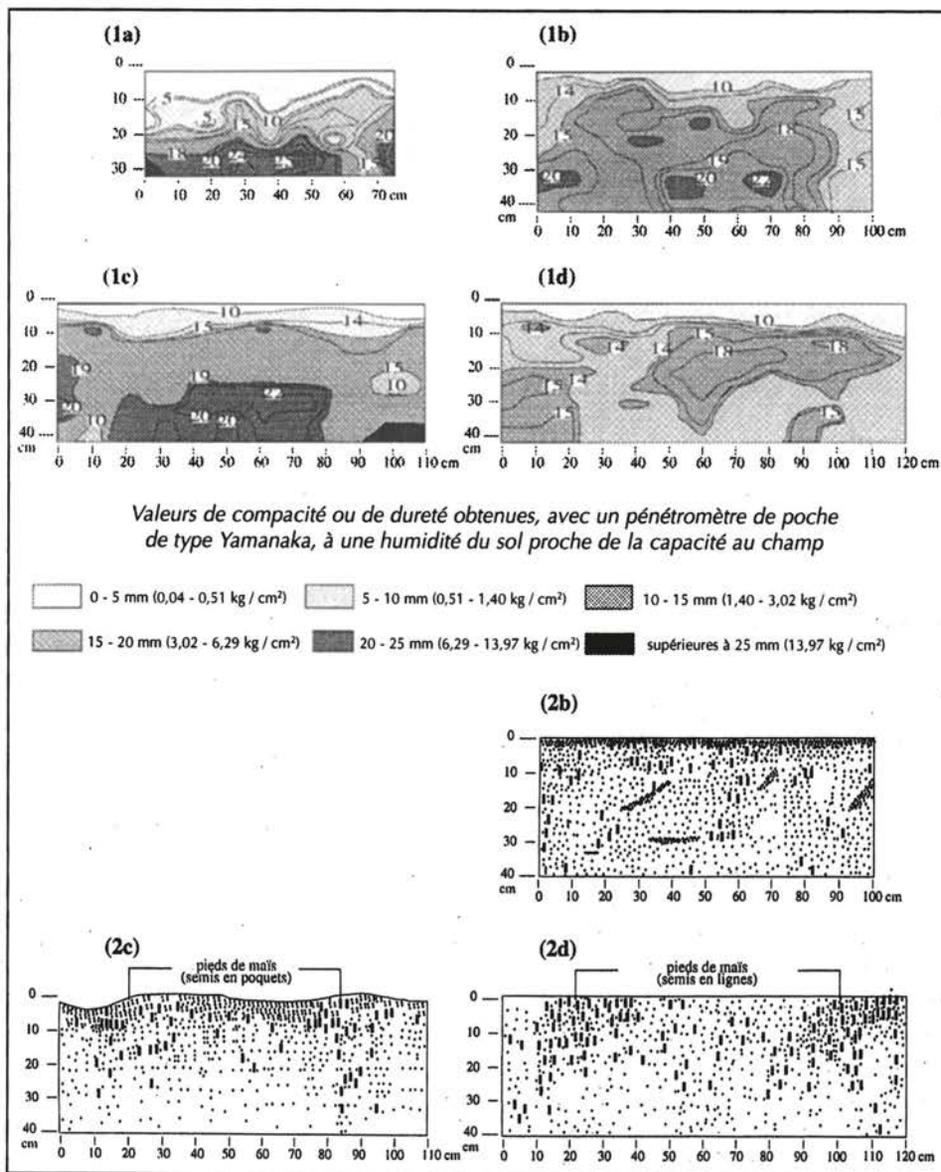


Figure 2. Description morphologique et cartographie des volumes structuraux.

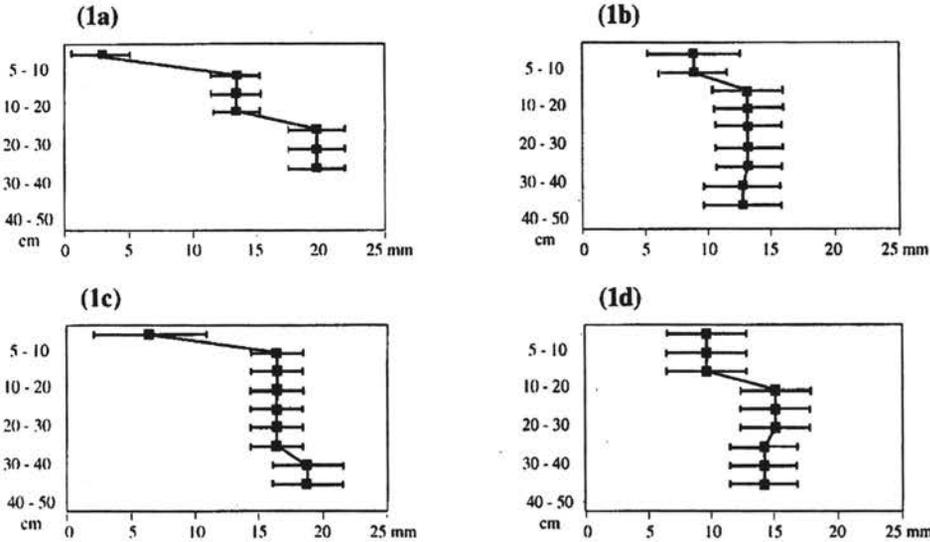
d'horizons à structure très contrastée : un horizon de surface (0-12 cm), très humifère, à structures juxtaposées résultant de la coexistence d'agrégats grumeleux et d'éléments particuliers (Gr/Pa) ; des horizons sous-jacents, moins humifères, d'aspect massif (M), qui peuvent être distingués en deux volumes structuraux, M1, le moins profond est assez humifère et meuble, M2, situé sous M1, est peu humifère et assez cohérent ; l'ensemble repose sur du calcaire corallien bio-détritique (volume R). Sous culture, au niveau de l'horizon de surface (0-10 cm), on observe un accroissement de la fraction articulaire par rapport à la fraction grumeleuse ou sub-anguleuse. En profondeur, le profil correspondant au « travail léger » est assez comparable au précédent. Par contre, le travail du sol « lourd » provoque une légère fragmentation du volume M1 (10-30 cm), où une structure subanguleuse à grumeleuse (Sa-Gr) peu nette se développe (volume Mf (Sa)), l'horizon massif non modifié (M1 ou M2) se trouvant à plus de 30 cm de profondeur.

Cartographie des profils pénétrométriques et racinaires

Les cartes des profils pénétrométriques et racinaires sont présentées à la figure 3. Ces cartes donnent une représentation de la variation de la répartition, dans le profil, des zones plus ou moins compactes et de la densité des racines. A partir de ces données, des profils moyens, pénétrométriques et de densité racinaire, ont été calculés (figure 4). L'augmentation progressive de la compacité depuis les horizons de surface jusqu'à ceux de profondeur s'accompagne d'une diminution de la densité racinaire qui est presque nulle au-delà de 40 cm. Le nombre de racines dans les horizons de profondeur ainsi que la profondeur d'enracinement sont légèrement supérieurs pour le système sous graminées. Ils sont toutefois similaires sous maïs (pas de différence significative pour $p = 0,05$) pour les deux types de travaux du sol, hormis en surface où le nombre de racines est nettement plus élevé pour le travail minimum et correspond à un envahissement de la culture par les adventices.



Profil pénétrométrique (valeurs moyennes exprimées en mm d'enfoncement)



Profil racinaire (exprimé en nombre moyen de points d'impact par dm²)

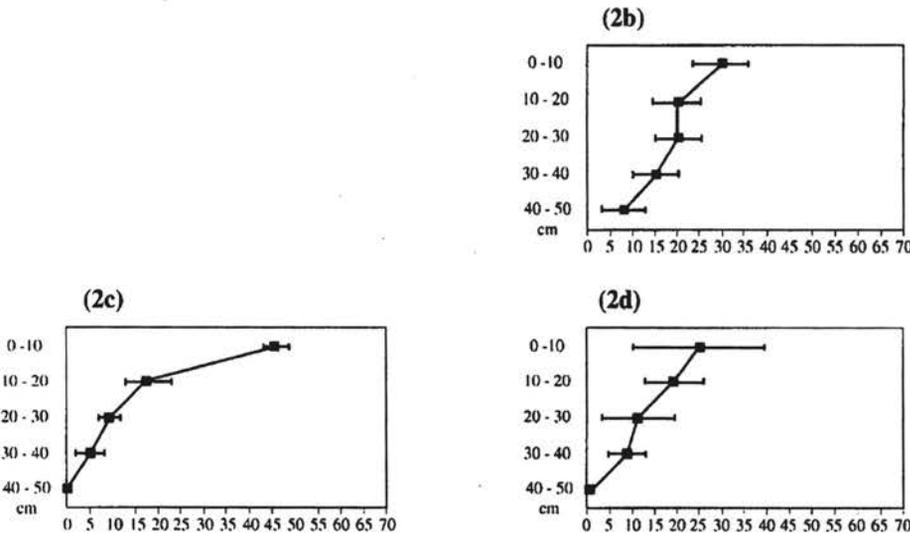


Figure 4. Comparaison entre la compacité moyenne (1) mesurée au pénétromètre Yamanaka et la densité racinaire (2) sous végétation naturelle (a), graminées pérennes (b), sous maïs non labouré (c) et maïs labouré à l'implantation (d).

Discussion

Le travail du sol induit des modifications importantes de l'état structural du sol par rapport à l'état initial. En surface, quel que soit le type de travail du sol, il y a une déstructuration qui se traduit par un accroissement important de la fraction particulaire par rapport à la fraction grumeleuse et une importante déstructuration des structures biologiques. En profondeur, le labour se traduit par une légère fragmentation de l'horizon massif et l'apparition d'une structure sub-angleuse, qui reste cependant peu développée. L'incorporation en profondeur de matière organique issue de l'horizon de surface peut également avoir un effet bénéfique sur la structuration. Cependant, cette incorporation par une charrue à disque reste généralement très localisée.

Malgré des variations non négligeables, dues à la variabilité de la compacité de chaque volume structural et aux imprécisions des interpolations déterminées à partir d'une maille 10 x 5 cm, une bonne concordance est obtenue entre la cartographie pénétrométrique et la cartographie des volumes structuraux. La cartographie pénétrométrique ne montre pas de modification importante de la compacité du sol entre les différents systèmes de culture, labourés ou non, par rapport à l'état initial. La compacité, qui dépasse parfois 6,29 kg/cm² (ou 20 mm) vers 35-40 cm de profondeur, est susceptible d'avoir un effet néfaste sur l'enracinement de diverses plantes cultivées (Moreau et Nagumo, 1995). Cependant, les comptages racinaires montrent une décroissance progressive de l'enracinement avec la profondeur, sans diminution brutale imputable à un horizon compact

ou une zone compactée par le travail du sol. La compacité des sols ferrallitiques allitiques ne semble donc pas induire de problèmes importants sur l'enracinement des cultures.

Le nombre de racines dans les horizons de profondeur ainsi que la profondeur d'enracinement sont légèrement supérieurs pour le système sous graminées. Ce meilleur enracinement peut s'expliquer d'une part par l'ancienneté de la mise en place de la culture (culture pérenne de deux ans pour la graminée, culture annuelle de trois mois pour le maïs), d'autre part par une colonisation moins importante de l'inter-rang sous maïs. Pour les deux systèmes sous maïs, la densité des racines est similaire hormis en surface où, pour le système avec travail minimum, l'inter-rang est colonisé par de nombreuses adventices. Dans ce dernier cas, il faut également souligner que la densité racinaire moyenne correspond à deux pieds de maïs par ligne de semis (poquet). Le nombre de racine par pied et la colonisation du milieu est donc, en fait, deux fois plus faible. Toutefois, la croissance du maïs sur la parcelle avec travail minimum est nettement plus faible que celle observée sur parcelle labourée. Les mesures de poids de matière verte par plante au stade pâteux (Létournel et Corniaux, 1996) montrent des différences très significatives entre les deux types de travail du sol. Les poids moyens (pour deux parcelles x 3 niveaux de fertilisation pour chaque type de travail du sol) sont respectivement de 1 102 g et 429 g par plante pour les travaux du sol « lourd » et « léger », l'effet de la fertilisation n'étant pas significatif. Comme nos résultats ne permettent pas de penser que les caractéristiques physiques du sol puissent expliquer cette différence, celle-ci serait donc, plus probablement, à rechercher au niveau de la disponibilité chimique des éléments minéraux dans le sol et d'une compétition entre les deux pieds de maïs d'un poquet.

Conclusion

La caractérisation des profils culturaux sous jachère et sous différents modes de mise en culture des sols ferrallitiques allitiques des îles Loyauté met en évidence une modification importante de l'état structural, notamment dans l'horizon de surface. Toutefois, le type de travail du sol ne semble pas avoir une incidence majeure sur la compacité du sol et l'enracinement des cultures. En effet, la diminution de la densité racinaire avec la profondeur ne semble pas liée à l'existence d'horizons compacts ou de zones compactées par le travail du sol. Cependant, la croissance du maïs sur la parcelle avec « travail léger » est nettement plus faible

que celle observée sur parcelle labourée. Les caractéristiques physiques du sol ne permettent pas d'expliquer cette différence, qui est donc, plus probablement, liée aux caractéristiques chimiques du sol ou à des phénomènes de compétition entre plantes.

L'évolution à moyen terme des caractéristiques structurales, leur incidence sur les propriétés physiques et hydrodynamiques du sol ainsi que sur la production végétale restent à préciser.

Remerciements

Cette recherche a été financée par le « Contrat de Développement entre la Province des Îles et l'Orstom pour l'étude des risques de dégradation de la fertilité des sols et de pollution des lentilles d'eau douce » et par le ministère de l'Enseignement supérieur et de la recherche pour l'opération n° 6DEF. Les auteurs remercient le Cirad pour sa collaboration dans la conduite des expérimentations au champ.

Références bibliographiques

- BOURDON E., BECQUER T., EDIGHOFFER S., BONZON B., 1994. Évaluation de la compacité des sols ferrallitiques ferritiques (ferrallisol) de Nouvelle-Calédonie (relation avec l'enracinement). Nouméa, ORSTOM, Conv. Sci. Vie, Agropédol., 26 : 35 p.
- de BLIC P., 1990. L'examen du profil cultural : un outil pour mieux comprendre le comportement du sol soumis à des travaux aratoires. In *Organic matter management and tillage in humid and subhumid Africa*. IBSRAM Proceedings, n° 10, Bangkok, p. 385-399.
- HENIN S., GRAS R., MONNIER G., 1969. Le profil cultural. Masson, Paris, 332 p.
- LATHAM M., MERCKY P., 1983. Étude des sols des îles Loyauté. Carte pédologique et carte d'aptitude culturale et forestière à 1:200 000. ORSTOM, Paris, Notice explicative n° 99.
- LETOURNEL F., CORNIAUX C., 1996. Essai intensification et mécanisation de l'agriculture et protection de l'environnement sur île corallienne. Propositions de protocole de récolte de données et d'analyse de ces données. Analyse des données pour la saison 1995-1996. Rapport CIRAD, Nouvelle-Calédonie.
- MOREAU R., NAGUMO F., 1995. Le pénétromètre Yamana et son utilisation pour l'évaluation des possibilités d'enracinements dans les horizons des sols cultivés. In 2^e Réunion du Groupe thématique « Structure et fertilité des sols tropicaux ». Montpellier, ORSTOM, p. 85-91.
- TARDIEU F., MANICHON H., 1986. Caractérisation en tant que capteur d'eau de l'enracinement du maïs en parcelle cultivée. II. Une méthode d'étude de la répartition verticale et horizontale des racines. *Agronomie*, 6 (5) : 415-425.