

Effets des outils de reprise de labour sur l'état structural du sol et le rendement d'une culture de pomme de terre

S. Chehaibi¹, C. Hannachi¹, J.G. Pieters² & R.A. Verschoore²

Keywords: Re-ploughing- Resistance penetration- Voluminous mass- Plant biomass- Tubers yield- Tunisia

Résumé

Les effets de trois outils de reprise de labour (pulvérisateur à disques, cultivateur à dents et cultivateur rotatif ou rotavator) sur deux paramètres physiques d'un sol limono-sableux (résistance à la pénétration R_p et masse volumique M_v) et leur influence potentielle sur la matière fraîche des différents organes et le rendement en tubercules d'une culture de pomme de terre (var. Liséta) ont été étudiés à la station de recherche de l'Ecole Supérieure d'Horticulture de Chott-Mariem (Sousse). Les résultats montrent que les trois outils diminuent la résistance à la pénétration et la masse volumique du sol travaillé, surtout avec le pulvérisateur à disques sur une profondeur de 15 cm ($R_p = 2,8 \text{ daN/cm}^2$; $M_v = 1,03 \text{ g/cm}^3$), par rapport à un sol non travaillé ($R_p = 11,4 \text{ daN/cm}^2$; $M_v = 1,43 \text{ g/cm}^3$). Quant à la biomasse fraîche de la plante, les meilleurs rendements sont enregistrés (à 130 jours) au niveau de la parcelle travaillée avec le pulvérisateur à disques avec un accroissement moyen de 33, 24, 18 et 15%, respectivement, pour feuilles, tubercules, tiges et racines par rapport aux parcelles travaillées par le cultivateur à dents ou le rotavator. En outre, le pulvérisateur à disques a également donné le meilleur rendement en tubercules engendrant une augmentation de 21 et 24%, respectivement, par rapport au cultivateur à dents et au rotavator.

Summary

Effects of Shallow Plowing Tools on the Soil Structural State and the Potatoes Crop Yield

Effects of three tillage tools (disc harrow, teeth harrow and rotary cultivator) on two physical characteristics of silt-sandy soil (resistance to the penetration R_p and voluminous mass M_v) and their potential influence on fresh matter and total yield of potato were studied at the experimental field of the Horticultural School, Chott-Mariem (Sousse). Results show that the three tools reduce the resistance penetration and the voluminous mass of soil tilled especially using disc harrow at 15 cm depth ($R_p = 2.8 \text{ daN/cm}^2$ and $M_v = 1.03 \text{ g/cm}^3$) compared with non tilled soil ($R_p = 11.4 \text{ daN/cm}^2$, $M_v = 1.43 \text{ g/cm}^3$). Highest fresh matter yield was obtained (at 130 days) after soil ploughing with disc harrow showing an average increase of 33, 24, 18 and 15% respectively for leaves, tubercles, stems and roots compared with other tools. Best tubercles yield was also reached using disc harrow showing an increase of 21% and 24% compared, respectively, to teeth harrow and rotary cultivator.

Introduction

Au niveau de la mécanisation de l'agriculture, il est souvent difficile d'apprécier le comportement des machines de travail du sol. En effet, on peut obtenir des informations sur les aspects énergétiques de l'utilisation des outils de travail du sol (effort de traction, couple à la prise de force, etc.), mais la qualité du résultat obtenu dans les diverses couches du sol fait défaut (2). Un sol bien structuré permet une bonne germination des graines et un bon développement racinaire des plantes. En plus, le travail du sol vise l'enfouissement des débris végétaux, l'ameublissement de la couche arable, la formation du lit de semence, la répartition de la terre fine et des mottes, la maîtrise de la propagation des mauvaises herbes, des parasites et des maladies, l'incorporation des engrais, etc. (14).

Le labour accroît la porosité structurale du sol (13), diminue la résistance du sol à la pénétration des racines (18) et facilite les échanges gazeux. Ces résultats ont été mesurés chez deux cultures: la pomme de terre et la betterave (12). De son côté, Maertens (9) a établi le rôle important de la résistance mécanique à la pénétration et l'action des autres propriétés physiques du sol en place, sur le développement racinaire, par les voies laissées libres pour le cheminement des racines entre les agrégats.

Cependant, ces actions de labour sur le sol lui-même et sur le comportement des plantes cultivées dépendent de la nature de l'outil utilisé pour le travail du sol (1, 6). Ainsi, l'objectif du présent travail consiste à tester trois types d'outils de reprise sur un sol limono-sableux préalablement

labouré sur une profondeur de 25 cm et cultivé en pomme de terre. Ces outils, pulvérisateur à disques, cultivateur à dents rigides et cultivateur rotatif, sont couramment utilisés dans les exploitations maraîchères du Sahel tunisien (Sousse, Monastir et Mahdia).

Matériel et méthodes

Les essais sont effectués sur une parcelle, située à Chott-Mariem, caractérisée par un sol limono-sableux (limon: 52%, sable: 29%, argile: 19%) et une pente de 1,5%. Le sol de cette parcelle est labouré sur une profondeur de 25 cm par une charrue à socs (largeur de travail 1,20 m). La reprise du labour est réalisée par un cultivateur rotatif (28 couteaux), un cultivateur à dents (13 dents) ou un pulvérisateur à disques offset (19 disques). Ces outils sont attelés à un tracteur de 52 kW de puissance et ont respectivement une largeur de travail de 1,30 - 1,75 et 2 m.

Préalablement, le sol est fertilisé (12,5 tonnes/ha de fumier, 200 kg/ha de superphosphate triple P_2O_5 à 45% et 400 kg/ha de sulfate de potasse K_2O à 50%) puis planté en pomme de terre, variété Lista (tubercules classe A, diamètre 50 mm, prégermés) à la densité de 4 plants par m^2 (80 cm x 30 cm). Durant le cycle cultural (novembre-février), la culture a reçu un apport d'ammonitrage (45 kg/ha), un désherbage chimique au Linuron (matière active Linuron à 50%, 2 kg/ha) et un buttage.

Les mesures ont concerné le sol (résistance à la pénétration

¹Ecole Supérieure d'Horticulture de Chott-Mariem, 4042 Chott-Mariem, Tunisie.

Tél.: 00 216 73 348 544/546, Fax : 00 216 73 348 691

e-mail: chehaibi3@yahoo.fr

²Department of Agricultural Engineering, Ghent University, Coupure Links 653, 9000 Ghent, Belgium.

Reçu le 03.05.05 et accepté pour publication le 26.04.07.

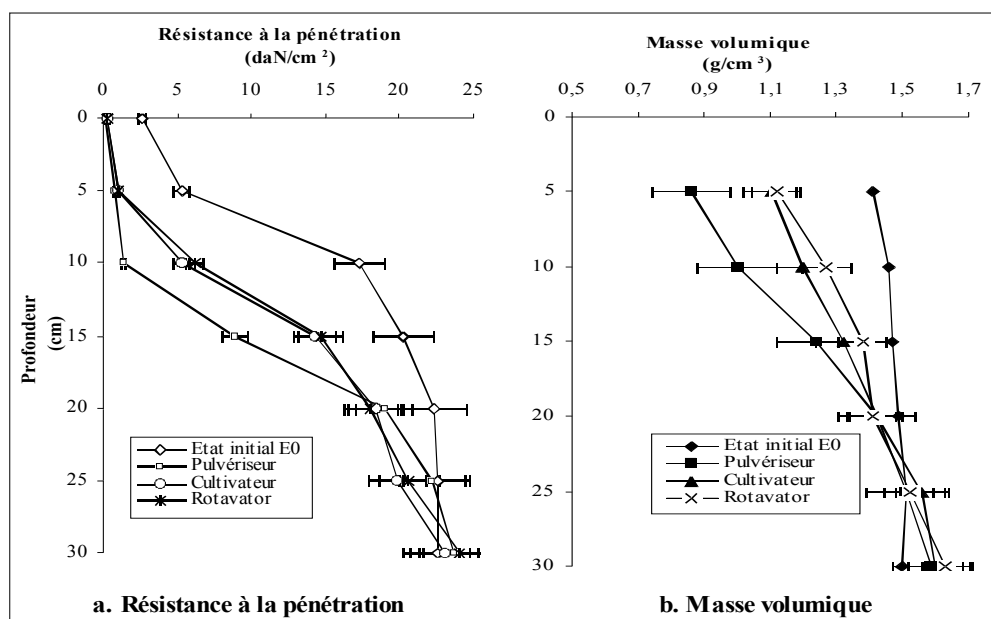


Figure 1: Effets des outils de reprise de labour sur la structure du sol.

et masse volumique) et la plante de pomme de terre (matière fraîche et rendement en tubercules).

La résistance du sol à la pénétration est mesurée par un pénétromètre à pointe conique (angle= 30°, section= 3,2 cm², anneau dynamométrique= 500 daN) étalonné (4). Les mesures de la résistance du sol sont réalisées, sur une profondeur de 30 cm à raison de 7 mesures caractérisant chaque fois 5 cm de sol.

La masse volumique sèche du sol (g/cm³) est mesurée sur une carotte cylindrique de terre de (diamètre= 5 cm, hauteur= 5 cm) prélevée avec un densimètre à cylindre; les échantillons sont prélevés tous les 5 cm, sur une profondeur totale de 30 cm (19).

Pour une meilleure comparaison des différences de structure obtenues au niveau des horizons concernés par l'action des outils de reprise de labour, le profil cultural a été également observé (9, 11). Il est également à signaler, que l'état structural du sol avant (état initial E0) et après passage des outils a été évalué par deux (masse volumique) à trois mesures (résistance du sol à la pénétration) par répétition. Ces mesures sont faites diagonalement à chaque parcelle élémentaire, loin des bords. La teneur en eau pondérale du sol est de 13,3 et 15,8% sur l'horizon 0-40 cm, respectivement avant et après passage des outils.

La matière fraîche des organes de la plante (feuilles, tiges, racines et tubercules) est déterminée pour 15 plantes par traitement, trois fois durant le cycle végétatif de la culture, soit 60, 100 et 130 jours après plantation. Le rendement en tubercules est évalué à la fin de la culture (130 jours).

Après un labour profond (25 cm), les 4000 m² de superficie sont divisés en trois blocs (1330 m²). Un bloc est divisé en trois parcelles; chacune d'elles a reçu un recroisement après labour en deux reprises par un pulvérisateur à disques, un cultivateur à dents ou un cultivateur rotatif. Ainsi, dans chaque bloc, le recroisement par chaque outil a concerné une parcelle élémentaire (1330/3 m²) dont l'emplacement est aléatoire par rapport aux deux autres. Le traitement statistique de l'ensemble des mesures réalisées pour les différentes variables a été basé sur la méthode de l'analyse de la variance.

Résultats

• Résistance du sol à la pénétration

Selon la figure 1a, sans labour (état E0), la résistance du sol à la pénétration augmente avec la profondeur. En effet, elle

Tableau 1
Carrés moyens des analyses de variance de la résistance et de la masse volumique du sol obtenues avec trois outils de reprise de labour

Source de variation	ddl	Résistance du sol	ddl	Masse volumique
Blocs	2	0,012 ^{ns}	2	0,017 ^{ns}
Traitements	2	26,79**	2	0,12**
Profondeur	3	290,13**	2	0,18**
Trait x prof	6	7,81**	4	0,006 ^{ns}
Erreur	27	34,08	18	0,024

Tableau 2
Valeurs moyennes des paramètres du sol obtenus avec trois outils de reprise de labour

Résistance du sol	Prof (cm)	Pulvérisateur	Cultivateur	Rotavator
	0	0,14a	0,28a	0,28a
	5	0,7a	0,93a	1,02a
	10	1,30a	5,25b	6,18b
	15	8,89a	14,25b	14,62b
Masse volumique	5	0,86a	1,11b	1,12b
	10	1,0a	1,21b	1,27b
	15	1,24a	1,32ab	1,38b

Les valeurs d'une même colonne portant la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5%.

passa de 5 daN/cm² au niveau des 5 premiers cm à 20 daN/cm² à une profondeur de 30 cm. Après travail, elle augmente également en fonction de la profondeur du sol, mais sa valeur reste inférieure à celle d'un sol non labouré. Les trois traitements ont un effet significatif sur la résistance du sol (Tableau 1) pour l'ensemble des profondeurs concernées. Une différence significative est mise en évidence entre le traitement 1 et les autres sur les profondeurs 10 et 15 cm (Tableau 2), où le pulvérisateur à disques réduit plus ce paramètre physique que le cultivateur à dents et le cultivateur rotatif. Mais, au-delà de 15 cm, cette différence d'effet entre les trois outils s'annule. En outre, sur toute la profondeur (0 à 30 cm), les valeurs de la résistance à la pénétration du sol travaillé par le cultivateur à dents sont presque identiques à celle du sol travaillé par le cultivateur rotatif.

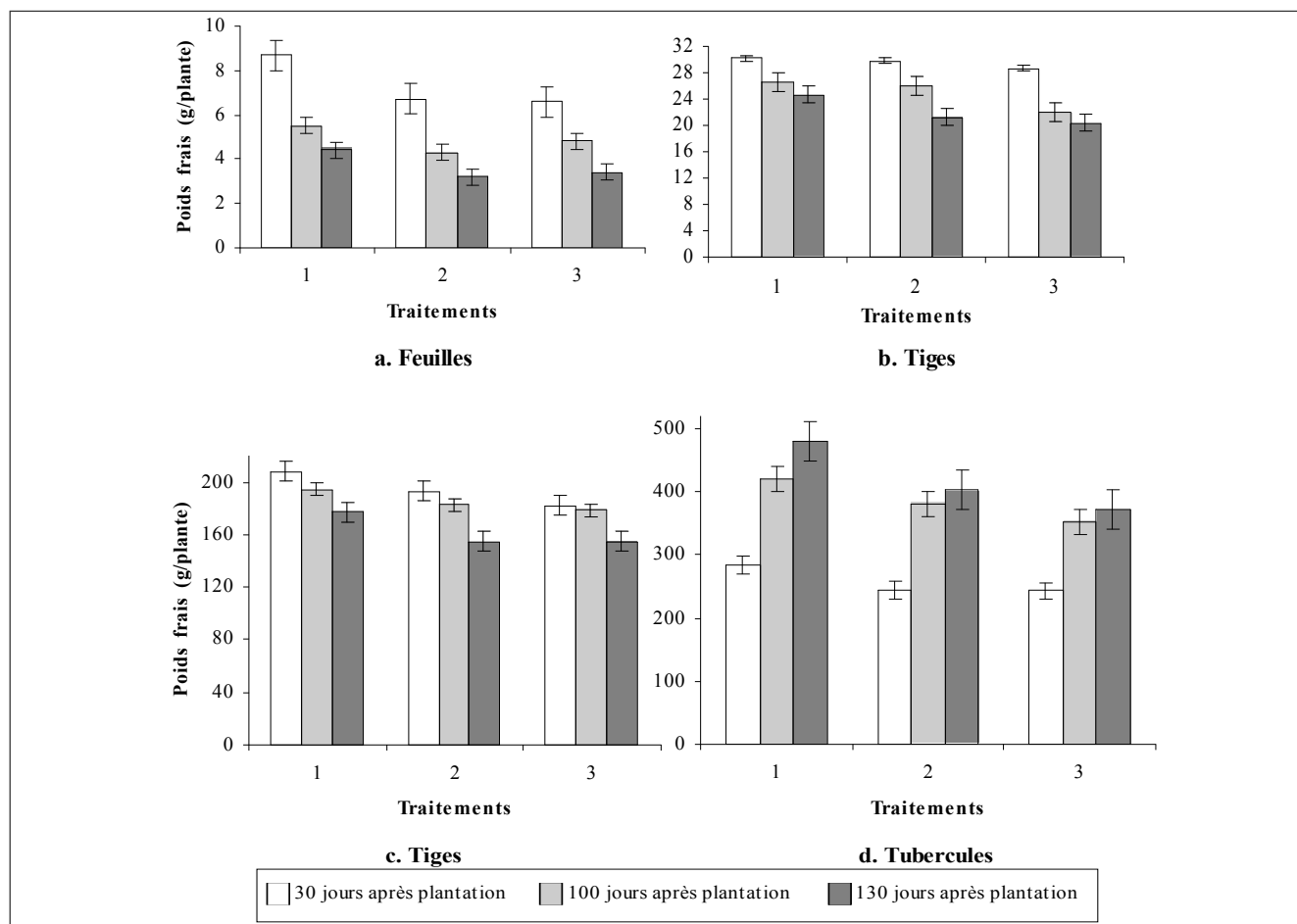


Figure 2: Effets des outils de reprise du labour sur le poids frais des différents organes de la plante.

• Masse volumique

Sur sol non travaillé (état E0), la masse volumique sèche (Figure 1b), ne varie pratiquement pas avec la profondeur (0 à 30 cm), elle vaut aux alentours de 1,5 g/cm³. Mais, ce paramètre varie dès que le sol est travaillé par l'un des trois outils. Cette variation dépend de la profondeur: elle diminue jusqu'à 25 cm puis elle augmente jusqu'à 30 cm; à 25 cm, elle est égale à celle d'un sol non travaillé. En comparant les effets des trois outils, la Figure 1b montre que, sur les 20 premiers centimètres, le pulvérisateur réduit plus la masse volumique du sol que le cultivateur et le rotavator, ce dernier le réduisant moins que le second. Au-delà de 25 cm, les mesures ne diffèrent pas selon l'outil utilisé et le sol présente un horizon plus dense qu'à l'état initial.

Le traitement statistique (Tableau 1) met en évidence un effet significatif des trois traitements sur la masse volumique du sol pour les profondeurs travaillées. Le pulvérisateur à disques (traitement 1) diffère significativement des deux autres pour les profondeurs 5 et 10 cm, mais il diffère seulement du rotavator pour la profondeur 15 cm (Tableau 2).

• Biomasse de la plante

L'examen du rendement en matière fraîche des quatre organes de la plante (feuilles, tiges, racines et tubercules) de pomme de terre, variété Lista (Figure 2), prélevés à 30, 60 et 130 jours après plantation, montre que les plantes cultivées sur les parcelles travaillées avec le pulvérisateur à disques ont donné le meilleur développement. Par exemple, à 130 jours, l'accroissement du rendement en poids frais est de 33, 24, 18 et 15% respectivement pour les feuilles, les tubercules, les tiges et les racines. Déterminée après 30, 60 ou 130 jours après plantation, la biomasse des plantes cultivées sur sol travaillé par cultivateur à dents ne diffère

significativement pas de celle des plantes cultivées sur sol travaillé par rotavator. Toutefois, la décroissance du poids frais des organes de la plante entre 30 et 100 jours est due essentiellement à la sénescence au cours du temps (feuilles et tiges) et la déshydratation (feuilles, tiges et racines). Parallèlement, à ces deux phénomènes, il y a une accumulation progressive des réserves glucidiques dans les tubercules qui se traduit par une augmentation du poids frais.

Tableau 3
Carrés moyens des analyses de variance des paramètres agronomiques d'une culture de pomme de terre conduite avec trois outils de reprise de labour

Source de variation	ddl	Feuilles	Tiges	Racines	Tubercules
Blocs	2	11,12 ^{ns}	50,79 ^{ns}	0,34 ^{ns}	463 ^{ns}
Traitements	2	513,8*	20,13 ^{ns}	1,16**	9093*
Erreur	4	60,44	53,91	0,053	979

Tableau 4
Poids frais moyens des paramètres agronomiques d'une culture de pomme de terre conduite avec trois outils de reprise de labour

Traitement	Feuilles	Tiges	Racines	Tubercules
	177,3a	24,6a	4,4a	480a
Cultivateur	154,5b	21,2a	3,4b	404b
Rotavator	154,6b	20,4a	3,2b	373b

Les valeurs d'une même colonne portant la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5%.

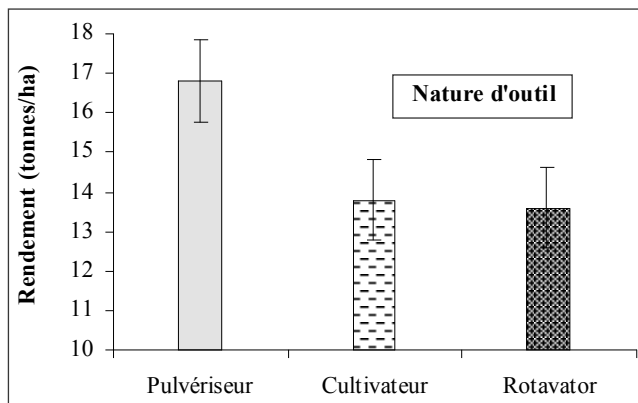


Figure 3: Effets des outils de reprise du labour sur le rendement des tubercules.

L'analyse statistique réalisée au stade 130 jours après plantation (Tableau 3) montre, à l'exception des tiges, un effet significatif des trois traitements sur les autres paramètres de la plante. Le pulvériser à disque (traitement 1) diffère significativement des deux autres pour les feuilles, racines et tubercules (Tableau 4).

Quant au rendement en tubercules (t/ha), (Figure 3), les plantes cultivées sur sol travaillé par le pulvériser à disques ont donné le meilleur rendement (17 T/ha), soit un accroissement de 21% par rapport aux plantes cultivées sur sol travaillé par cultivateur à dents et de 24% par rapport aux plantes cultivées sur sol travaillé par rotavator. Le pulvériser diffère significativement des deux autres outils (Tableaux 5 et 6).

Discussion

Il apparaît que les trois outils de reprise du labour ont réduit les paramètres physiques du sol dans les horizons travaillés. C'est ainsi que le travail du sol dans son ensemble, en diminuant la masse volumique et la résistance

Tableau 5

Carrés moyens des analyses de variance du rendement d'une culture de pomme de terre conduite avec trois outils de reprise de labour

Source de variation	ddl	cm
Blocs	2	0,04ns
Traitements	2	0,09*
Erreur	4	0,007

Tableau 6

Rendement moyen d'une culture de pomme de terre conduite avec trois outils de reprise de labour

Traitements	Pulvériser	Cultivateur	Rotavator
Rendement moyen tonnes/ha	16,8a	13,8b	13,6b

Les valeurs d'une même colonne portant la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5%.

du sol, a augmenté par conséquent la porosité totale du sol considéré, car un sol qui devient moins dense est un sol qui renferme plus de macro pores. Ces résultats confirment ceux de Güclü *et al.* (8) qui ont montré que ce sont la masse volumique du sol et sa résistance à la pénétration qui sont les plus modifiées par les outils de travail du sol.

Le travail au pulvériser à disques a réduit davantage les paramètres de caractérisation de la structure du sol (résistance à la pénétration et masse volumique). En effet, il a conduit à une structure formée d'un mélange non tassé, de petites mottes et de terre fine sur l'horizon travaillé (Figure 4a). Ce qui pourrait influencer la porosité modifiée du sol et par conséquent sa capacité de rétention en eau.

Le cultivateur à dents a permis une structure formée d'un mélange de mottes de taille réduite et de terre fine aux endroits de passage des dents, et de mottes de taille plus importante avec moins de terre fine au niveau de l'entre dents (Figure 4b). Cet état du sol est plus dense impliquant des réserves en eau limitées par rapport au travail du sol à l'aide d'un pulvériser à disques.

Quant au rotavator agissant par sectionnement et par choc, il a réalisé une structure meuble formée de particules de terre fine plaquées les unes contre les autres et mélangées avec des mottes de petite taille dans une proportion assez réduite (Figure 4c). Cette structure résulte du fait d'un émiettement excessif du sol suite à la rotation à vitesse élevée (240 tr/min) du rotor par rapport à un avancement lent du tracteur (4,1 km/h). Ce résultat confirme celui de Vitlox (17), qui a montré que la rotation à vitesse élevée des outils commandés par la prise de force conduit à un émiettement excessif du sol sur la profondeur travaillée.

Toutefois, les résultats obtenus dans l'horizon travaillé par l'ensemble des outils, confirment ceux de De Blic (5) et de Yoro et Godo (19) qui ont montré que la résistance du sol à la pénétration et sa masse volumique permettent de distinguer l'état physique d'un sol soumis à divers outils de travail. Cependant, entre cet horizon et la zone d'action de la charrue, il y a présence de grosses mottes indiquant une compacité élevée du sol. Au-delà des horizons travaillés par la charrue, les différents outils ont engendré un effet de tassement du sol. Ceci est probablement dû aux vibrations du moteur, au poids des ensembles tracteur-outil et au patinage des roues (15).

A un autre niveau, il s'avère que l'accroissement du rendement en matière fraîche des organes de la plante (feuilles, tiges, racines et tubercules) de pomme de terre et du rendement en tubercules réalisé par le pulvériser à disques est étroitement lié à la structure obtenue. En effet, Tamia *et al.* (16) ont montré que dans des horizons peu compacts, la densité racinaire peut être 3 à 5 fois plus importante que dans des horizons tassés. En outre, selon Charreau et Nicou (4) et Nicou (12), le travail du sol a un effet favorable sur les systèmes racinaires. Il améliore en particulier la vitesse de croissance en début de cycle et la colonisation du sol en profondeur. Cet effet est attribué à une modification de la porosité du sol et à une réduction de la résistance mécanique du sol à la pénétration des racines, ce sont les deux propriétés physiques du sol qui

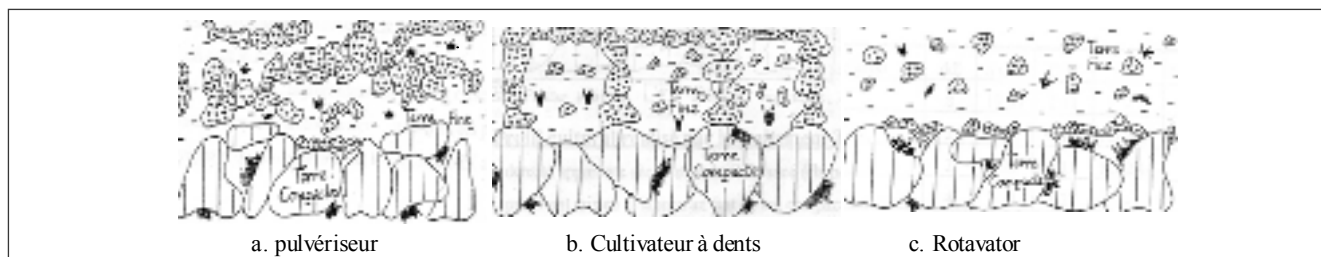


Figure 4: Profil cultural selon l'outil de reprise du labour.

sont, en effet, les plus modifiées par le labour. Les travaux de Gaultney *et al.* (7) ont montré que dans des structures plus meubles le rendement des cultures peut être amélioré de 25%.

Conclusion

Au terme de ce travail ayant pour but l'étude des effets de trois modes de reprise du labour sur les composantes de la structure du sol et sur le comportement agronomique d'une culture de pomme de terre, il apparaît que l'application du pulvérisateur à disques permet une meilleure structure caractérisée par une masse volumique et une résistance du sol à la pénétration plus faibles que celles obtenues avec le cultivateur à dents et le rotavator. En effet, la réduction de la résistance du sol à la pénétration par rapport à l'état initial sur l'horizon 0-15 cm attribuée au pulvérisateur est de 307%,

contre 120 et 104% respectivement pour le cultivateur à dents et le rotavator. En outre, la masse volumique du sol a subi dans le même contexte, une diminution de 40% suite au passage du pulvérisateur contre 20 et 15% pour les autres.

Quant aux paramètres agronomiques de la plante, il apparaît qu'ils sont étroitement liés à l'état structural du sol. Les différences de structure procurées par le pulvérisateur ont abouti à un meilleur développement des organes aériens et souterrains de la pomme de terre. Cet effet est attribué à la modification de la masse volumique et à la réduction de la résistance mécanique du sol à la pénétration des racines. En conséquence, la vitesse de croissance du système racinaire en profondeur est améliorée. Ce qui a conduit à des améliorations de rendement réalisées dans un sol préparé avec le pulvérisateur d'au moins de 21% par rapport aux autres outils.

Références bibliographiques

- Anken T., Irla E., Amman H., Heusser J. & Scherrer C., 1999, Travail du sol et mise en place des cultures. Rapport FAT n° 534, 3 p.
- Billot J.F. & Marionneau A., 1985, Visualisation de l'action qualitative des outils au moyen de la pénétrométrie. Colloque international: le travail du sol. Faculté des Sciences Agronomiques de l'Etat de Gembloux.
- Billot J.F., 1989, Pénétrométrie, choix des outils et dates de travail du sol. Dublin, volume 3, 1729-1736.
- Charreau C. & Nicou R., 1971, Amélioration du profil cultural dans les sols sableux et sablo-argileux de la zone tropicale sèche ouest-africaine et ses incidences agronomiques. L'Agronomie Tropicale N° 209-255, N°5 565-631, N°9 903-978, N°11 1184-1247.
- 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, 385-399.
- Dufey V. & Prade J., 1985, Technico-économique du travail du sol. Colloque international: le travail du sol. Faculté des Sciences Agronomiques de l'Etat de Gembloux.
- Gaultney G., Krutz W., Steinhardt G.C. & Liljedahl J.B., 1982, Effects of subsoil compaction on corn yields. Transactions of the ASAE, 25, 3, 563-569.
- Güclü Yavuzcan H., Vatandas M. & Gürhan R., 2002, Soil strength as affected by tillage system and wheel traffic in wheat- corn rotation in central Anatolia. Journal of Teamechanics, 39, 23-34.12.
- Hénin S., Feodoroff A., Gras R. & Monnier G., 1960, Le profil cultural. Société d'éditions ing. agric. Édit., Paris. 320 p.
- Maertens C., 1964, Influence des propriétés physiques des sols sur le développement racinaire et conséquences sur l'alimentation physique et azotée des cultures. Science de Sol, 2, 31-41.
- Manichon H., 1982, Influence des systèmes de culture sur le profil cultural: élaboration d'une méthode de diagnostic basée sur l'observation morphologique. Thèse Doct. Ing. INA PG Paris 214 p.
- Nicou R., 1977, Le travail du sol dans les terres exondées du Sénégal. Motivations, contraintes. Doc. mult ISRA CNRA, Bambey, Sénégal. 52 p.
- Ouattara B., Sédogo F.L., Assa A., Lompo F., Ouattara K. & Fortier M., 1998, Modifications de la porosité du sol après trente-trois années de labour d'enfouissement du fumier au Burkina Faso. Cahiers Agriculture, Volume 7, Numéro 1, pp. 9-14.
- Seguyl., 1994, Contributions à l'étude et la mise au point des systèmes de cultures en milieu réel: petit guide d'initiation à la méthode de «création-diffusion» de technologie en milieu réel-résumé de quelques exemples significatifs d'application. Montpellier, CIRAD-Ca, 191 p.
- Soane B.D., 1973, Techniques for measuring changes in the packing state and cone resistance of soil after the passage of wheels and tracks. J. Soil Sci. 24, 3, 311-321.
- Tamia A., Moreau R., Fortier M. & Yoro G., 1999, Influence du travail du sol sur l'évolution physique d'un sol forestier ferrallitique après défrichement motorisé. Etude et Gestion des sols, 6, 1, 27-39.
- Vitlox Ir. O., 1984, Tassement du sol et décompaction. Cultivar, n° 175, pp. 57-59.
- Vitlox Ir. O., 1985, Compaction des sols. Colloque international: le travail du sol. Faculté des Sciences Agronomiques de l'Etat de Gembloux.
- Yoro G. & Godo G., 1990, Les méthodes de mesure de la densité apparente: analyse de la dispersion des résultats dans un horizon donné, Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. XXV, n°4, 423-429.

S. Chehaibi, tunisien, Docteur en machinisme agricole, Maître-Assistant à l'Ecole Supérieure d'Horticulture de Chott Mariem, Sousse, Tunisie.

C. Hannachi, tunisien, Docteur en Sciences Biologiques Appliquées, Maître de conférence à l'Ecole Supérieure d'Horticulture de Chott-Mariem, Sousse, Tunisie.

J. Pieters, belge, Docteur en Sciences Biologiques Appliquées, Professeur à la Faculté de Gent, Belgique.

R. Verschoore, belge, Docteur en Sciences Biologiques, Professeur à la Faculté de Gent, Belgique.