

ARTICLES ORIGINAUX

OORSPRONKELIJKE ARTIKELS

ORIGINAL ARTICLES

ARTICULOS ORIGINALES

Impacts de la vitesse d'avancement du tracteur sur la structure du sol et le rendement d'une culture de pomme de terre

S. Chehaibi^{1*}, C. Hannachi¹, J.G. Pieters² & R.A. Verschoore²

Keywords: Soil work speed- Soil structure- Plant biomass- Tubers yield- Tunisia

Résumé

Les effets de la vitesse de travail (lente, moyenne et rapide), sur des paramètres physiques (profil cultural, résistance à la pénétration, masse volumique et profondeur de labour) d'un sol limono-sableux de la région de Chott-Mariem (Sousse), et leur conséquence sur la matière fraîche des organes de la plante et le rendement en tubercules d'une culture de pomme de terre sont examinés. Le labour et la reprise du labour sont réalisés moyennant une charrue à socs et un pulvérisateur à disques. Les résultats ont montré que le travail à vitesse lente a procuré un sol mieux structuré et une profondeur travaillée plus importante. En outre, la mise en culture du sol a révélé une liaison étroite entre les paramètres agronomiques de la culture de pommes de terre et le milieu structural environnant. En effet, les parcelles travaillées à vitesse lente ont donné le meilleur rendement en tubercules. Ce dernier était supérieur à ceux des parcelles travaillées à vitesse moyenne et rapide respectivement de 28 et 25%.

Summary

Impacts of the Tractors Speed Progress on the Soil Structure and a Crop Potatoes Yield

The speed effects of soil work (slow, average and rapid), on physical parameters (farming profile, resistance to penetration, voluminous mass and depth of ploughing) of a sandy-limono soil area of Chott-Mariem (Sousse), and their consequence on the fresh matter plant organs and the tubers yield of a potato crop are examined. The ploughing and ploughing resumption are carried out using a share plough and discs pulverizator. The results showed that work at slow speed has gotten a better structured soil and a more important depth of work. Moreover, the soil crop setting revealed a narrow relationship between the agronomic parameters of the potato crop and the structural surrounding medium. Indeed, the worked plots at slow speed have given the best tubers yields. The latter was higher respectively of 28 and 25% than the two other plots conducted with mean and high speed.

Introduction

Le rôle essentiel du travail du sol est d'obtenir un état structural permettant une bonne germination et un développement racinaire indispensable pour une bonne alimentation de la plante (13). En outre, il conditionne la vie biologique des micro-organismes. C'est donc un travail convenable des terres qui favorise la circulation de l'air et de l'eau suite à un accroissement de la porosité qui dépend des techniques de travail du sol (6). En effet, la capacité de pénétration des racines est approximativement inversement proportionnelle à la résistance du sol (9). Cette dernière est influencée par la teneur en eau, la texture, la cohésion et la masse volumique du sol (15).

Par ailleurs, le temps et l'énergie consacrés à l'exécution des différents travaux de préparation du sol et leurs coûts posent souvent de grands problèmes aux exploitants surtout lorsque les revenus sont faibles. L'énergie devient de plus en plus chère et son utilisation doit se faire d'une façon efficace dans les systèmes de production agricole intensifs. Le niveau d'investissement en agriculture est élevé, avec des temps d'utilisation de certaines machines qui ne dépassent pas cent heures par an (16).

Cependant, l'exploitant cherche souvent une préparation du sol optimale qui répond aux exigences de sa culture. Selon les études de Bateman *et al.*, (2), Duquesne (8) et Chehaibi *et al.*, (5), on peut optimiser le travail du sol par un choix adéquat de la largeur de la charrue (à un ou plusieurs corps), du rapport de la boîte de vitesses ou de la vitesse d'avancement pratique.

C'est ainsi que dans la région du Sahel tunisien caractérisée par des exploitations maraîchères de taille réduite (4), la motorisation des opérations de travail du sol en production agricole intensive, est confrontée à des problèmes d'ordre technique et économique assez aigus, qui ont une influence prépondérante sur les rendements et les charges de l'exploitation. Le propos de cet article est d'évaluer les modifications structurales en préparation du sol suite à la variation de la vitesse d'avancement des outils de travail et d'analyser leur impact sur le comportement des paramètres agronomiques d'une culture de pomme de terre.

Matériels et méthodes

Protocole expérimental

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 champ de 4000 m² de superficie est divisé en trois blocs. Un bloc est divisé en trois parcelles élémentaires de 400 m² de superficie chacune. Le partage des parcelles est fait perpendiculairement au sens de la pente. Le labour est réalisé par une charrue à socs et versoirs d'une largeur de travail de 1,20 m, attelée à un tracteur de puissance 52 kW. Le labour est exécuté selon trois vitesses d'avancement du tracteur: 2,1; 3,6 et 6 km/heure. Chaque vitesse est testée sur une parcelle élémentaire d'un même bloc. Dans un bloc, les vitesses sont réparties au hasard. Trois vitesses d'avancement sont également testées pour la reprise du

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, Ghent, Belgium. Reçu le 03.05.05 et accepté pour publication le 07.12. 07.

labour réalisée à deux reprises, 3,4; 4,2 et 6,3 km/heure. Ce qui a abouti à trois traitements du sol:

- traitement 1: travail du sol à faible vitesse d'avancement pour le labour et la reprise du labour;
- traitement 2: travail du sol à moyenne vitesse d'avancement pour le labour et la reprise du labour;
- traitement 3: travail du sol à haute vitesse d'avancement pour le labour et la reprise du labour.

E0 indique l'état initial de la parcelle avant l'intervention des outils de travail du sol.

Conduite de la culture

Les parcelles sont cultivées en pomme de terre (variété Mondial). La culture a reçu avant plantation 12,5 tonnes/ha de fumier, 200 kg/ha de super (45) et 400 kg/ha de sulfate de potasse, et un mois après plantation 150 kg d'amonitrite par hectare. La plantation est effectuée manuellement dans des sillons à 12 cm de profondeur; avec des écartements de 30 cm sur la ligne et 80 cm entre les lignes.

En outre, deux opérations d'entretien sont conduites, une chimique par herbicide: Affalons (matière active: Linuron à 50%) à une dose de 2,5 kg/ha et l'autre mécanique par bineuse à traction animale. Deux traitements fongicides sont également effectués, le premier est réalisé par le Dithane M 45 (matière active: Mancozèbe à 80%) à une dose de 250 g/100 litres d'eau. Le deuxième traitement avec le Ridomyl

(matière active: Mancozèbe à 64% et Métaloxyle à 4%) a eu lieu à une dose de 15 g/100 litres d'eau dirigés contre le mildiou.

Mesures et observations

Au niveau du sol

Le profil cultural est examiné à partir de la paroi d'une fosse suivant une répartition verticale puis latérale des mottes et de leur mode d'assemblage observées au niveau des horizons concernés par l'action des outils (7); La profondeur de travail d'une charrue est déterminée par une jauge graduée à partir du fond du sillon jusqu'à la surface encore non travaillée (11);

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 (3). Les mesures de la résistance du sol sont réalisées tous les 5 centimètres, sur une profondeur de 30 cm;

La masse volumique sèche du sol (g/cm³) est mesurée sur une carotte cylindrique de terre (diamètre= 5 cm, hauteur= 5 cm) prélevée avec un densimètre à cylindre; l'échantillon est prélevé tous les 10 cm, sur une profondeur de 30 cm (19).

Au niveau du végétal

Le comportement de la culture est étudié par l'évaluation de la matière fraîche des organes de la plante (feuilles, tiges, racines, tubercules) deux fois durant le cycle de la culture, soit 70 et 115 jours après la plantation. Elle est déterminée

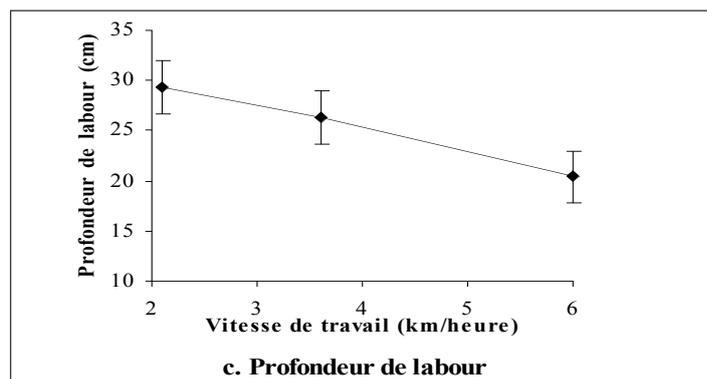
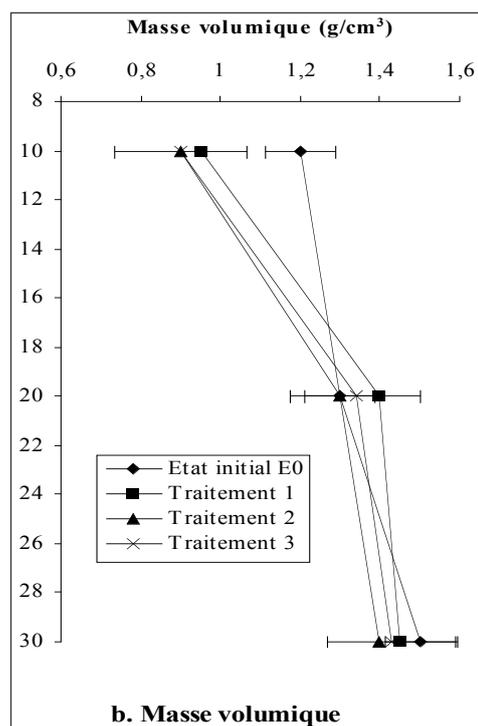
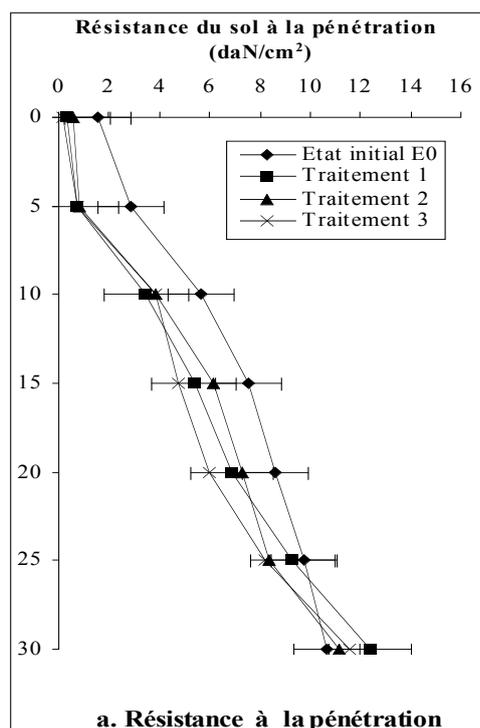


Figure 1: Variation des paramètres physiques du sol selon la vitesse de travail

T1. Vitesse lente; T2. Vitesse moyenne; T3. Vitesse rapide.

Tableau 1
Carrés moyens des analyses de variance des paramètres physiques du sol
obtenus avec trois vitesses de travail du sol

Source de variation	ddl	Résistance du sol	ddl	Masse volumique	ddl	Profondeur labour
Blocs	2	0,17 ^{ns}	2	0,10*	2	0,65 ^{ns}
Traitements	2	0,42 ^{ns}	2	0,63*	2	61,01**
Profondeur	2	184,7**	2	0,51**	-	-
Trait x prof	4	1,17 ^{ns}	4	0,012*	-	-
Erreur	27	23,11	18	0,075	4	0,21

pour 12 plantes par traitement à raison de 4 plants par répétition. Le rendement en tubercules est évalué à la fin de la culture (115 jours).

Les mesures de la résistance du sol à la pénétration d'une pointe sont réalisées à une teneur en eau pondérale moyenne du sol sur l'horizon 0-30 cm de 13,7 et 14,5% respectivement avant et après travail du sol. L'analyse statistique de l'ensemble des mesures réalisées pour les différentes variables, est basée sur la méthode de l'analyse de la variance.

Résultats et discussion

• Paramètres physiques du sol

L'examen du profil cultural obtenu à la suite des trois traitements du sol, a montré que la répartition des mottes et de la terre fine variait en fonction du traitement utilisé. En effet, le travail du sol à vitesse lente a été caractérisé par la présence de petites mottes en surface et au-dessus de la zone d'action du pulvérisateur mélangée avec de la terre fine. En outre, en profondeur, il renfermait de grosses et de petites mottes.

Quant au travail à vitesse moyenne, il a été marqué par de petites mottes en surface en faibles quantités, et de grosses mottes en profondeur situées au-delà de la zone d'action du pulvérisateur. Par contre, le travail à vitesse rapide a donné moins de petites mottes et beaucoup de terre fine en surface et dans la profondeur de travail du pulvérisateur. L'ensemble était réparti d'une façon homogène. Toutefois, la bande de terre située entre la zone d'action du pulvérisateur et celle de la charrue était caractérisée par la présence de grosses mottes de taille inférieure à celle obtenue dans le cas du travail à vitesse lente et moyenne. Ceci est dû à une dislocation des mottes sous l'action des corps de la charrue avançant à vitesse rapide.

Selon la figure 1a, lorsque le sol n'est pas travaillé (E0), la résistance à la pénétration augmentait avec la profondeur du sol; en effet, à une profondeur de 5 cm, la résistance mesurait 3 daN/cm² et à 30 cm, elle a atteint, 10 daN/cm²; soit une augmentation de 70%.

Au niveau du sol travaillé, quelle que soit la vitesse d'avancement du tracteur, la résistance à la pénétration augmentait également en fonction de la profondeur, et la courbe correspondante a la même allure que celle du sol non travaillé. Toutefois, les valeurs obtenues ont été nettement inférieures, sauf à la profondeur 30 cm où elles étaient presque confondues pour les deux types de sol. La comparaison des valeurs de la résistance à la pénétration par niveau de profondeur, n'a pas montré d'effet significatif du facteur traitement sur la résistance à la pénétration du sol pour l'ensemble des profondeurs. Les trois traitements ne différaient pas significativement pour l'ensemble des profondeurs (Tableau 1). Ceci peut être dû à une faible sensibilité du pénétromètre dans des horizons caractérisés par un sol assez meuble. En effet, dans ces horizons, la pointe du pénétromètre est confrontée à une résistance du sol assez faible quel que soit le traitement considéré. Mais, étant donné que l'anneau dynamométrique du pénétromètre utilisé n'était pas très sensible (500 daN de force), l'aiguille

du comparateur était par conséquent faiblement sollicitée, ce qui a conduit à des mesures peu différentes. Au-delà de 20 cm de profondeur, les profils tendaient vers l'état initial car ces horizons sont caractérisés par la présence de mottes compactes pour tous les traitements.

Les profils moyens de la masse volumique du sol (Figure 1b) des trois traitements et de l'état initial reflétaient des masses volumiques croissantes à partir de la surface du sol. L'analyse statistique (Tableau 1) montre un effet significatif du facteur traitement et de la profondeur de mesure sur la masse volumique du sol. L'examen résultats par niveau de profondeur (Tableau 2) a montré, et l'exception de la profondeur 20 cm où le traitement T1 diffère du traitement T3, des différences non significatives entre l'ensemble des traitements. Ceci est probablement dû à des imprécisions lors de prélèvement des échantillons de sol. En effet, pour l'évaluation de la masse volumique, le volume apparaît le plus important car sa détermination nécessite beaucoup d'attention (1). Le volume est généralement surestimé ou sous-estimé (18), ce qui peut se répercuter sur les résultats obtenus.

Au-delà de 20 cm de profondeur, il n'y a pas de différences significatives entre les traitements. Ces horizons sont situés au dehors de la zone d'action du pulvérisateur pour l'ensemble des traitements. Les échantillons ont été prélevés, par conséquent, au niveau des horizons renfermant des mottes compactes pour le travail à vitesse lente et moyenne, et des horizons non travaillés pour l'avancement à vitesse rapide. En outre, la zone d'action du pulvérisateur est située en dessus de la profondeur 20 cm pour les trois traitements.

La figure 1c, montre que la profondeur de labour décroît lorsque la vitesse d'avancement du tracteur augmente. En effet, l'avancement à vitesse lente est caractérisé par la profondeur élevée (29 cm), et l'avancement à vitesse rapide par la profondeur faible (20 cm).

Les études de Queitsch *et al.* (12) et Wu *et al.* (17) ont montré que dans l'expression générale de l'effort résistant d'une charrue, la vitesse de travail intervient à la puissance carrée. C'est ainsi que, lorsque la vitesse du tracteur augmente, l'effort demandé par l'outil devient important et inversement. Cependant, et contrairement à l'effort résistant de la charrue, l'effort développé par le tracteur diminue lorsque la vitesse d'avancement augmente. Le système de contrôle d'effort du relevage hydraulique du tracteur, intervient alors pour rétablir l'équilibre entre la force de traction et l'effort résistant exercé par la charrue. Cet équilibre se traduit, en

Tableau 2
Valeurs moyennes de la masse volumique du sol obtenue
avec trois vitesses de travail du sol

Profondeur (cm)	Traitements		
	T1	T2	T3
10	0,93 a	0,88 a	0,92 a
20	1,37 a	1,31 ab	111 b
30	1,43 a	1,44 a	1,30 a

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

Tableau 3
Valeurs moyennes de la profondeur de labour obtenue avec trois vitesses de travail du sol

Profondeur Moyenne	Traitements		
	T1	T2	T3
	29,3 a	26,3 a	20,4 b

conséquence, par un changement de la position de l'outil dans le sol (l'outil est levé), et donc par une réduction de la profondeur de travail, puisque la résistance spécifique du sol (sol homogène), ainsi que la largeur de labour ne changent pas au cours du travail. L'inverse se produit lorsque la vitesse d'avancement du tracteur diminue. L'analyse statistique des valeurs obtenues a mis en évidence un effet hautement significatif du facteur traitement sur la profondeur de labour (Tableau 1). Des différences significatives entre les traitements T1, T2 et T3 ont été enregistrées (Tableau 3).

• Biomasse de la plante

Selon la figure 2, le meilleur rendement en matière fraîche des organes de la plante de pomme de terre (feuilles, tiges, racines et tubercules), prélevés à 70 et 115 jours après plantation, a été obtenu dans les parcelles travaillées à vitesse lente. Par exemple, à 115 jours, l'accroissement du rendement en poids frais des feuilles, des tiges, des racines et des tubercules était respectivement de 5,5 – 19,2 – 4,3 et 28% par rapport aux parcelles travaillées à vitesse moyenne, et de 13 – 33 – 21 et 25% par rapport aux parcelles travaillées à vitesse rapide.

La comparaison des valeurs des poids frais des quatre organes de la plante (feuilles, tiges, racines et tubercules), calculées à 115 jours, n'a montré des différences significatives entre les trois traitements que pour le poids des tubercules (Tableau 4). Le travail à vitesse lente diffère significativement des deux autres.

Quant au rendement en tubercules (t/ha), (Figure 3), les plantes cultivées sur sol travaillé à vitesse lente ont donné

Tableau 4
Carrés moyens des analyses de variance de la biomasse 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	0,72 ^{ns}	113,64 ^{ns}	41,88 ^{ns}	2,14 ^{ns}
Traitements	2	10,12 ^{ns}	95,11 ^{ns}	14,12 ^{ns}	120,83 ^{**}
Erreur	4	132,35	432,54	81,16	2,30

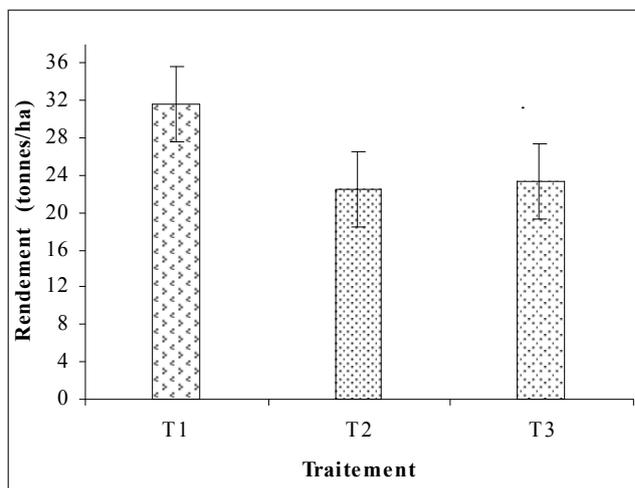


Figure 3: Effets de la vitesse de travail sur le rendement en tubercules.

T1. Vitesse lente; T2. Vitesse moyenne; T3. Vitesse rapide.

le meilleur rendement (32 t/ha), soit un accroissement de 28% par rapport aux plantes cultivées sur sol travaillé à vitesse moyenne et 25% par rapport aux plantes cultivées sur sol travaillé à vitesse rapide. Il apparaît qu'il existe une correspondance entre les paramètres physiques du sol

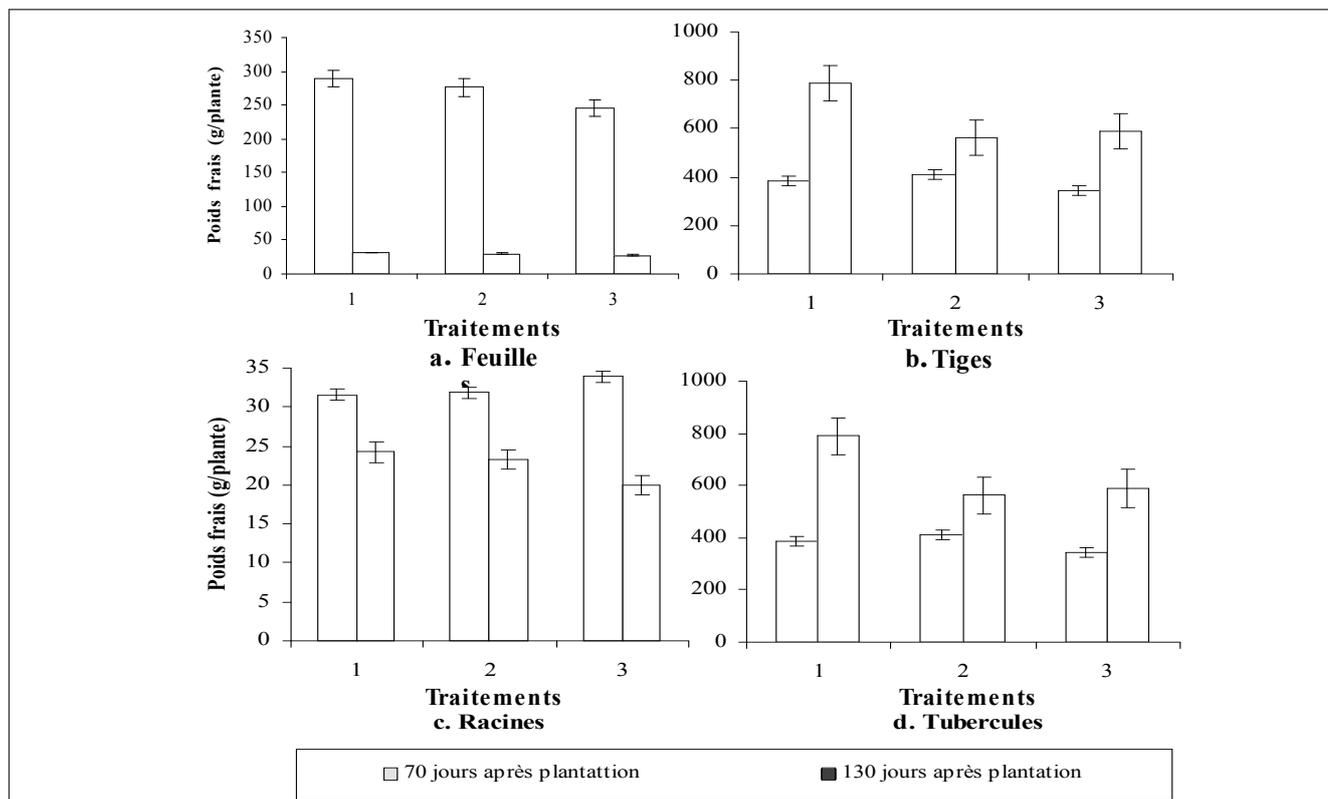


Figure 2: Effets de la vitesse de travail sur le poids frais (g/plante) des différents organes de la plante.

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	2,14ns
Traitements	2	120,83**
Erreur	4	2,30

Tableau 6
Rendement moyen d'une culture de pomme de terre conduite avec trois vitesses de travail du sol

Traitements	Traitement 1	Traitement 2	Traitement 3
Rendement moyen (tonnes/ha)	32,582 a	22,507 b	23,504 b

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

(résistance à la pénétration, profondeur de travail, etc.) environnant la plante et son rendement.

En effet, l'avancement à vitesse lente a conduit à un volume important de sol travaillé qui a favorisé le meilleur rendement en matière fraîche des organes de la plante et une meilleure production en tubercules. A ce niveau, Tamia *et al.* (14) 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, les travaux de Gautney *et al.* (10) ont montré que dans des structures plus meubles le rendement des cultures peut être amélioré de 25% (Tableaux 5 et 6).

Toutefois, la complexité des mécanismes de nutrition et de croissance des plantes et les modifications structurales sous l'effet des facteurs climatiques, biologiques ou mécaniques, représentent également des paramètres influents. L'analyse statistique réalisée au stade 115 jours, a montré des différences significatives entre le traitement T1 et les deux autres au niveau des rendements en tubercules.

Conclusion

Au terme de ce travail ayant pour but l'étude des modifications structurales du sol liées à la vitesse d'avancement et leurs influences sur le rendement de la plante, il apparaît qu'il existe une relation évidente entre la vitesse d'avancement et certains aspects physiques des horizons travaillés. En effet, le travail du sol tel qu'il était pratiqué, a permis pour l'ensemble des traitements des modifications structurales notables. Mais, si l'impact de la vitesse de travail n'était pas apparent au niveau de deux paramètres physiques du sol (résistance à la pénétration et la masse volumique), il a été d'une grande importance pour les autres (profil cultural et profondeur de travail surtout). Ceci a conduit, dans le cas de travail à vitesse lente, à un volume de sol travaillé beaucoup plus important renfermant beaucoup de vide en profondeur. En conséquence, le poids frais des tubercules (g/plante) à 115 jours réalisé suite au travail à vitesse lente se trouve amélioré. Par conséquent, le rendement en tubercules de pomme de terre obtenu à 115 jours après plantation, a montré que le travail du sol à vitesse lente a conduit à un accroissement du rendement de 28 et de 25% respectivement par rapport au travail à vitesse moyenne et rapide.

Références bibliographiques

- Audry P., Combeau A., Humbel F.X., Roose E. & Visier J.F., 1973, Essai sur les études de dynamique actuelle des sols. Bulletin de Groupe de Travail. ORSTOM, Bondy, multigr.
- Bateman H.P., Naik M.P. & Yoerger R.R., 1999, Energy required to pulverize soil at different degrees of compaction. J. Agr. Eng. Res., Vol. 10, 132-141.
- Billot J.F., 1989, Pénétration, choix des outils et dates de travail du sol. Dublin, volume 3.
- Chehaibi S., Pieters J.G. & Verschoore R.A., 2003, Petite motorisation et exploitations maraîchères de taille limitée du Sahel tunisien. Partie 1: Etude diagnostique. Tropicultura, 21, 2, 86-91.
- Chehaibi S., Tria R., Pieters J.G. & Verschoore R.A., 2002, Feasibility of low power machinery in the Tunisian Sahel region. 8th PhD Symposium on Agricultural and Applied Biological Sciences. Gent University, Belgique.
- Cordier Y., 1983, Etude de l'influence des travaux culturaux sur les propriétés mécaniques et physiques d'un sol limoneux. Dissertation originale présentée en vue de l'obtention de grade de docteur en Sciences Agronomiques, Faculté des Sciences Agronomiques de l'Etat de Gembloux.
- De Blic Ph. & Some N.A., 1997, Etat structural d'horizons superficiels sableux sous culture ou jachère herbacée en Afrique de l'Ouest (Burkina Faso). Etude et gestion des sols, 4, 1, 17-24.
- Duquesne F., 1996, Een tractiemodel voor het optimaliseren van de benuttingsgraad van het tractorvermogen. Doctoraatsthesis, Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent.
- Eavis & Payne D., 1968, Soil physical conditions and roasting. Broc-15° Ester school Agri-Sci- University of Nohnigham.
- 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.
- Hoogmoed W., 1994, Caractéristiques physiques du sol. Caractéristiques liées au travail du sol, FAO: cours de formation, 4-13 juillet 1994, Niger, 6 p.
- Queitsch K., Schulz H. & Kobelt P., 1984, Energetische analyse am maschinen-tractor-aggregat bei zugarbeit. Agrartechnik, 18, 109-111.
- 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.
- 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 O., 1994, Compaction des sols. Etat de l'environnement wallon, Volume 1. Ministère de la région wallonne. Direction générale des ressources naturelles et de l'environnement, 65-67.
- Vitlox O., 1997, Aspects mécaniques de la préparation du sol. Nouvelles alternatives en matière de travail du sol: conséquences agronomiques et critères de choix. CRA Gembloux, pp. 40-56.
- Wu Z., Kjelgaard W.L. & Persson S.P.E., 1986, Machine width for time and fuel efficiency. Transactions of the ASAE 29, 1508-1513.
- Yoro G. & Assa A., 1986, Modifications structurales de deux sols ferrallitiques du nord-ouest de la côte d'Ivoire sous l'effet de piétinement par l'homme. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. XXII, n° 1, 31-41.
- 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.G. Pieters, Belge, Docteur en Sciences Biologiques Appliquées, Professeur à la Faculté de Gent, Belgique.

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