

Comparaison de 4 modalités d'installation d'un blé tendre sur les caractéristiques physiques et hydriques du sol

Kh. Boutahar* & P.-H. Dimanche**

Keywords : Wheat - Chisel - No-tillage - Soil physics.

Résumé

Trois stratégies de travail du sol, un labour d'été, un labour d'automne et un travail au chisel, ont été évaluées via leur impact sur les caractéristiques physiques et hydriques du sol et leur évolution pendant les 3 mois qui précèdent l'installation de la culture d'un blé tendre. Une comparaison a été faite avec des parcelles de semis direct dans un essai conduit pendant la campagne agricole 1995-96 sur un sol argilo-calcaire peu profond. Comparativement à l'état initial, les travaux primaires du sol engendrent un horizon plus poreux sur les 20 premiers centimètres qui se traduit par une diminution des résistances à la pénétration et de la densité apparente; par après, les pluies ont induit une uniformisation des profils sur tous les itinéraires. L'action des outils de travail du sol influence la distribution de l'eau au sein du profil, celle obtenue sur les parcelles de semis direct est de loin la plus favorable à la germination et la levée des plantes. La configuration de la porosité générée par l'action des outils lors du travail d'automne entraîne une diminution du stock hydrique de plus en plus importante dans le temps.

Summary

Three soil tillage practices – summer ploughing, autumn ploughing and chisel – have been evaluated through their effect on soil physical characteristics and on water content during three months after wheat seeding. A comparison was made with no-tillage. This experiment has been conducted on a shallow calcareous clay soil during the season 1995-96. Primary field preparation allows a porous layer up to 20 cm depth which reduces bulk density and penetration resistance. All the profiles generated by the tillage implements were uniformed by the rain effect. The water content and distribution in the profile was significantly affected by the tillage implements. No-tillage allows the best distribution of water in the profile which is the most suitable to seed germination and plant stand. The increasing porosity due to the autumn tillage action reduced the amount of water stored in the soil in comparison with the no-tillage case.

Introduction

Au Maroc, la technique traditionnelle d'installation des céréales, basée sur le labour à la charrue à disques et 2 à 3 reprises au pulvérisateur à disques pour affiner suffisamment le lit de semences, s'étale souvent sur plusieurs semaines à partir d'octobre. Les semis sont donc retardés par rapport à la période optimale de semis (1^{ère} décennie de novembre) et ne débutent qu'à partir de la fin novembre. Les causes principales sont:

- Les labours ne commencent généralement qu'à partir des 30 premiers millimètres de pluies (fin octobre-début novembre); le temps nécessaire pour labourer un hectare est compris entre 3 à 4 heures.
- Le labour provoque la remontée de grosses mottes très difficiles à émietter même avec un outil de reprise énergique comme le pulvérisateur à disques. La plupart des agriculteurs attendent généralement que le climat (les pluies notamment) agisse sur ces mottes avant une 2^{ème} (et souvent une 3^{ème}) intervention au pulvérisateur. Chaque hectare aura donc accumulé entre 6 et 8 heures de travail avant le semis.
- Une partie importante des agriculteurs ne sont pas propriétaires de leurs machines et ont recours à la

location, ce qui accentue le retard accumulé par le labour et les reprises.

La volonté de s'affranchir de ces tâches et de réduire les charges d'installation a conduit à la mise au point, au niveau du CEAMA (Centre d'Expérimentation et d'Application du Matériel Agricole), d'itinéraires très simplifiés basés sur la suppression du labour: c'est la technique du travail minimum dont le semis direct est la forme ultime.

Une démarche intermédiaire consiste à remplacer le labour par un pseudo-labour basé sur l'utilisation du chisel, outil qui permet d'intervenir même en condition sévère de dessiccation du sol avec des temps de travaux très avantageux de l'ordre de 0.8 à 1 h par hectare.

Le présent travail, réalisé lors de la campagne agricole 1995-96 sur une superficie de 6 ha, vise à évaluer l'impact de différentes stratégies d'installation d'une céréale sur l'état physique et hydrodynamique du sol dans les conditions pédo-climatiques de la région de Meknès.

*Centre d'Expérimentation et d'Application du Matériel Agricole (CEAMA), Département de Machinisme Agricole, Ecole Nationale d'Agriculture, BP S/40, Meknès, Maroc.
** Av. Baron Fallon 26, 5000 Namur, Belgique.

Reçu le 31.07.96 et accepté pour publication le 09.12.96.

Matériel et méthodes

Facteurs testés et dispositif expérimental

Les modalités d'installation testées sont:

– Le labour d'été à la charrue à disques (T1) réalisé au mois d'août par l'agriculteur, suivi quelques jours après par un passage au pulvérisateur. Le lit de semences a été préparé juste avant le semis par une herse rigide. Cette stratégie est de loin la plus onéreuse et la moins rentable (1, 8). En effet, le labour d'été, compte tenu de l'extrême dessiccation du sol, est très exigeant en puissance et en frais de carburant, mais ne permet en conditions marocaines aucun gain supplémentaire de rendement par rapport aux travaux d'automne (1, 4, 9).

– Labour d'automne après 40 mm de pluie (T2). Ce labour a été réalisé par une charrue à socs et à versoirs dans des conditions idéales d'humidité du sol et a été suivi par un passage de herse rigide; cependant le lit de semences obtenu était très grossier. Pour ne pas pénaliser cet itinéraire, une 2^{ème} reprise fut réalisée 12 jours plus tard après 32 mm supplémentaires de pluie. Le semis sur cette parcelle a donc accumulé un retard de 12 jours par rapport au semis sur la parcelle témoin (le semis direct a été réalisé le 23 novembre).

– Pseudo-labour (T3). Nous qualifions ainsi le travail du sol sans retournement obtenu par l'utilisation d'un chisel. Il a été réalisé en même temps que le labour et l'outil utilisé est un chisel à dents rigides dont la profondeur de travail est comprise entre 15 et 20 cm en un seul passage. L'humidité du sol et une vitesse convenable de travail (7 km/h) ont favorisé l'obtention

adjacent). Trois parcelles à priori assez homogènes, de 2 hectares de superficie chacune, ont été utilisées pour réaliser cette étude. La 1^{ère} parcelle a été subdivisée en trois parties dans le sens de la longueur (250 m), et a reçu le traitement T1 (charrue à disque) et T4 (semis direct avec deux modalités qui correspondent aux deux semoirs utilisés). Les deux autres parcelles ont été subdivisées en deux parties seulement, chaque partie a reçu un traitement témoin T4 (semis direct) et l'un des traitements d'automne (T2 = labour à la charrue à soc où T3 = pseudo-labour).

Sol et climat, et itinéraires techniques

Le sol sur lequel l'essai a été installé est un sol isohumique présentant deux horizons principaux : l'horizon Ap (0-40 cm) de texture argileuse et l'horizon B (40-60 cm) dont la texture est limono-argileuse reposant sur une roche mère calcaire. L'analyse texturale et chimique est présentée au tableau 1.

Les humidités caractéristiques des deux horizons du sol ont été déterminées (5 répétitions) par le biais de la chambre à pression contrôlée. Les humidités pondérales à la capacité au champ (0.33 bar) et au point de flétrissement (15 bars) pour le premier horizon Ap sont respectivement de 28.7% et 17.7% et diffèrent significativement de celles du 2^{ème} horizon B (respectivement 17.7% et 15%). Ces valeurs indiquent que la capacité de stockage de l'horizon Ap (11%) est de loin supérieure à celle de l'horizon B (2,7%), ceci est lié aux différences de texture et de teneurs en matières organiques entre les deux horizons.

Tableau 1
Analyse texturale et chimique du sol de l'essai.

Prof. cm	S %	Lg %	Lf %	A %	CaCO _{3t} %	C _{org} %	pH _{eau}	pH _{KCl}	N _{min} ppm	P _{ass} ppm
0-10	7,9	14,6	26,4	50,9	15,4	1,83	7,84	7,10	27,55	4,68
10-20	9,3	15,7	27,1	47,9	14,0	1,88	7,87	7,10	28,49	1,82
20-40	9,8	15,9	34,8	39,5	16,2	1,47	7,71	7,00	15,41	4,94
40-60	17,0	18,4	29,3	35,3	35,0	0,58	7,75	7,50	8,41	5,85

(S : Sables; Lg : Limons grossiers; Lf : Limons fins; A : Argiles; CaCO_{3t} : Carbonates de calcium totaux; N_{min} : Azote minéralisable; P_{ass} : Phosphore assimilable).

d'un sol très bien émietté en surface, ce qui a permis par la même occasion de supprimer la reprise.

– Semis direct sans préparation aucune du sol (T4). Deux semoirs ont été utilisés. Le premier est un semoir classique à céréales de marque AMAZONE (T4.1) équipé à l'avant de deux rangées de dents vibrantes et le 2^{ème} est un semoir à semis direct commercialisé sous le nom de GIL (T4.2).

Pour pouvoir ressortir les éventuelles différences significatives, le protocole expérimental adopté est basé sur la technique des témoins adjacents qui consiste à comparer chaque mode de labour ainsi que le pseudo-labour à la technique du semis direct (témoin

Le climat de la région de Meknès est un climat semi-aride à hiver tempéré. La pluviométrie moyenne calculée sur la période 1950-1994 est de 537 mm dont plus de 60% se répartit au cours des mois d'octobre à février, avec cependant une variabilité mensuelle (de 0 à 110 mm) et interannuelle (de 420 mm en 1961 à 950 mm en 1962) considérable. Lors de la campagne agricole 1995-96, les pluies furent assez tardives et n'ont fait leur apparition qu'à partir de la fin du mois de novembre, ce qui a énormément retardé l'installation des céréales dans la région.

L'itinéraire technique de la culture depuis les travaux primaires du sol et jusqu'au stade début montaison du blé est résumé au tableau 2.

Tableau 2
Les itinéraires techniques réalisés au cours de l'essai.

Opérations	Dates de réalisation	Outils ou produits utilisés
Labour à la charrue à disque, suivi d'un passage de pulvérisateur	Août 1995	Charrue 3 disques réalisée par l'agriculteur
Labour à la charrue à socs Pseudo-labour au chisel Reprise des parcelles labourées à la charrue	17/11	Socs cylindriques à versoir Chisel rigide à 5 dents Herse rigide
Engrais de fond	23/11	Néant
Semis (140 kg/ha)	5/12	Variété merchouch, Faculté germinative : 85.8%
2 ^e reprise des parcelles labourées à la charrue à socs Semis des mêmes parcelles	5/12 5/12	Herse rigide Semoir classique à céréales, marque Amazone
Traitement anti-dicotylédones	8/1/96	Matière active : 2.4D, dose 450 g/ha
Couverture azotée	12/1/96	1 quintal / ha d'Urée 46%

Les points faibles de cet itinéraire résident dans la nature du précédant (blé sinistré), la qualité de la semence de blé tendre utilisée (semence non sélectionnée mais traitée, à faible faculté germinative (85.5%) et au pourcentage élevé en grain cassé (10%)), et le très faible apport en engrais (aucun engrais de fond, un seul apport de couverture).

Les points forts résident dans le fait que les différentes opérations ont été réalisées en temps opportun et dans de bonnes conditions pluviométriques. Ceci a été possible grâce à la proximité des parcelles par rapport au CEAMA.

Résultats et discussions

Cette première partie traite de l'évolution des caractéristiques physiques et hydriques du sol le long des 3 mois qui ont suivis les façons primaires du travail du sol. L'impact des séquences testées sur les composantes du rendement et le rendement final de la culture feront l'objet d'un second article.

Profils culturaux

Un des objectifs généralement assignés au travail du sol est de créer et de maintenir un état physique favorable au développement des cultures.

Ainsi, afin de mieux appréhender les relations outil-sol, un diagnostic morphologique du profil cultural selon la méthode définie par Gautronneau et Manichon (5) a été effectué. Ce diagnostic nous permet de relier l'état physique aux comportements hydriques de ces sols et son influence sur le développement de la plante. La méthode est basée sur la caractérisation morphologique de l'état structural du sol. Elle distingue trois niveaux:

- niveau 1: types de mottes en fonction de leur état interne et plus précisément de leur porosité: les mottes Δ sans porosité structurale, les mottes Φ proche de Δ mais avec une amorce de fissuration et les mottes Γ dont la porosité est variable mais non nulle.
- niveau 2: mode d'assemblage de ces mottes, allant du mode fragmentaire (très friable) au mode soudé plus ou moins discernable jusqu'au mode massif.

– niveau 3: regroupement de ces modes d'assemblages au sein de la couche travaillée (ouvert, en bloc, et compact).

Les profils culturaux ont été réalisés immédiatement après semis. Il en ressort que :

– Après un labour à la charrue à socs repris en deux temps par une herse lourde, l'état de surface, constitué de mottes de tailles variables, est relativement grossier par rapport aux autres itinéraires techniques en raison de la difficulté de le « reprendre ». Il est en effet constitué de grosses mottes assez compactes. L'horizon superficiel, d'une épaisseur moyenne de 20 cm, est formé d'un mode d'assemblage très ouvert, poreux, avec des mottes Γ fragmentaires mélangées à de la terre fine. L'horizon inférieur est proche du premier mais les mottes sont davantage soudées entre elles. En dessous, l'horizon pédologique moins poreux, fait son apparition. On le retrouve dans tous les profils culturaux, à une profondeur variable de 30 à 40 cm en fonction de l'épaisseur de l'horizon anthropogène.

– Le chisel a créé un état de surface légèrement billonné. Sa structure fragmentaire est caractérisée, comme pour tous les autres profils, par un mélange de mottes Γ et de terre fine. L'horizon superficiel travaillé par le chisel a une épaisseur moyenne de 15 à 20 cm. L'horizon sous-jacent, est défini par trois modes d'assemblages: un mode soudé aux contours facilement discernables avec des mottes Γ centimétriques dans les zones correspondant aux passages des dents, le même mode d'assemblage mais dont les mottes Γ sont plus grandes, décimétriques dans les interbandes, et enfin en dessous, un mode plus soudé toujours constitué de mottes Γ décimétriques.

– Le profil créé par l'itinéraire charrue à disques repris par le pulvérisateur à disques (appelé aussi covercrop) puis par la herse lourde est très proche du précédent (chisel) en dehors du fait que la répartition des différents modes d'assemblages ne correspond pas à une même logique puisqu'il n'y a pas eu de passages de dents. En effet, les assemblages plus ou moins soudés semblent être disposés au hasard dans l'horizon non labouré. On a pu relever aussi la pré-

sence d'une zone de lissage à une dizaine de centimètres probablement créée par le pulvérisateur.

– Enfin, le profil cultural sous semis direct qui peut être considéré comme représentatif de l'état initial pour l'ensemble des itinéraires techniques, présente 4 états structuraux différents disposés quasi parallèlement comme 4 horizons. L'état de surface est constitué comme les autres situations décrites, d'un mélange des mottes Γ fragmentaires et de terre fine, et forme un lit de semences logiquement plus affiné que ceux réalisés par les travaux à la charrue ou au chisel. D'une épaisseur d'environ 8 cm, suit un horizon présentant un mode d'assemblage où les éléments structuraux (mottes Γ) sont soudés entre eux et dont les contours sont facilement discernables. Le 3^{ème} horizon, d'une épaisseur moyenne de 15 cm est formé de mottes beaucoup plus poreuses (mottes Δ) soudées entre elles assez fortement. Dans le 4^{ème} horizon, situé entre 25 et 40 cm de profondeur, on retrouve les mottes Γ soudées entre elles mais dont les contours sont facilement discernables.

Nous pouvons résumer ces observations en indiquant que les travaux primaires ont créé un horizon superficiel très poreux d'épaisseur variable en fonction de l'outil utilisé, tandis que le semis direct a laissé un horizon plus massif en profondeur.

Evolution de la résistance mécanique à la pénétration

Les mesures de résistance mécanique à la pénétration sont effectuées à l'aide d'un pénétromètre mécanique à enregistrement automatique muni d'une pointe de 1 cm², répétées 20 fois aléatoirement sur la parcelle, sur une profondeur maximale de 50 cm, chaque centimètre. Les mesures ont été réalisées après semis et aux stades levée et tallage de la culture.

Les valeurs pénétrométriques moyennes sont reportées aux figures 1 et 2 pour les horizons 0-10 cm et 10-30 cm. L'horizon 30-50 cm, non affecté par l'action des outils, est identique sous tous les traitements avec une moyenne de 3.7 MPa. Les résultats de l'analyse de variance et des écart-types sont reportés au tableau 3.

Il ressort de ces observations que, immédiatement après les dernières interventions culturales, la résistance mécanique à la pénétration diminue quand la profondeur de travail augmente. En effet, la charrue à socs avec une profondeur moyenne de travail attei-

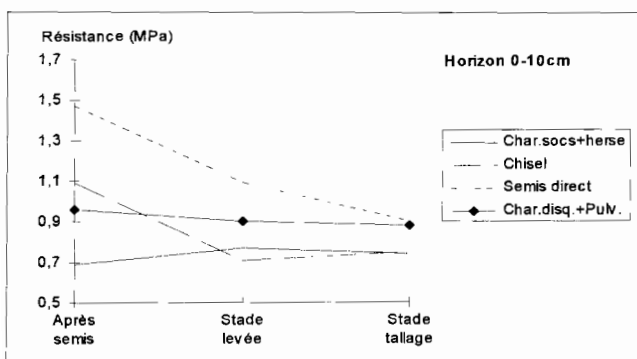


Figure 1 : Evolution temporelle de la résistance mécanique à la pénétration pour l'horizon 0-10 cm.

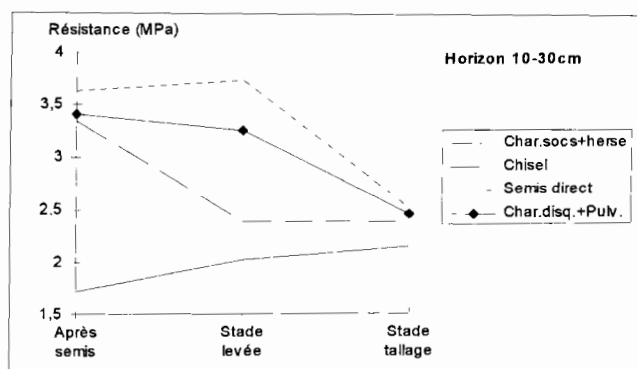


Figure 2 : Evolution temporelle de la résistance mécanique à la pénétration pour l'horizon 10-30 cm.

gnant 25-30 cm, présente dans les deux horizons la résistance la plus faible, suivi du labour à la charrue à disques, du travail au chisel et enfin du semis direct. Cependant, assez rapidement les différences s'atténuent particulièrement pour l'horizon 0-10 cm. Au stade tallage du blé, les graphiques 1 et 2 suggèrent qu'il n'existe plus de différences entre l'ensemble des itinéraires techniques que ce soit pour l'horizon 0-10 cm ou l'horizon 10-30 cm. Cependant le test d'égalité des moyennes réalisé date par date (tableau 3) indique qu'au stade tallage les différences sont encore significatives au seuil 5%.

Tableau 3

Ecart-type et traitement statistique des moyennes de résistance mécanique à la pénétration pour deux horizons (0-10 et 10-30 cm) et 3 périodes de mesures (après semis, stade levée et tallage).

	Itinéraires	Résistance moyenne (0-10 cm)	Ecart-type	Résistance moyenne (10-30 cm)	Ecart-type
Après semis	T1	0,96 b	0,07	3,41 b	0,14
	T2	0,69 a	0,04	1,72 a	0,08
	T3	1,09 c	0,06	3,34 b	0,19
	T4	1,47 d	0,05	3,63 b	0,18
Stade levée	T1	0,92 b	0,04	3,25 c	0,22
	T2	0,77 a	0,05	2,02 a	0,09
	T3	0,71 a	0,04	2,39 b	0,12
	T4	1,09 c	0,05	3,73 d	0,12
Stade tallage	T1	0,88 b	0,03	2,45 b	0,14
	T2	0,74 a	0,03	2,14 a	0,08
	T3	0,75 a	0,04	2,38 b	0,08
	T4	0,90 b	0,03	2,51 b	0,12

Par stade cultural, les valeurs moyennes représentées par la même lettre verticalement ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

Ainsi les premiers résultats semblent démontrer que dès que le sol est humecté, il n'existe plus de différences de résistance à la pénétration entre itinéraires. Il serait intéressant de continuer à suivre l'évolution de la résistance mécanique à la pénétration dans le temps à des états hydriques variables, notamment en période de dessiccation afin de mieux cerner les relations entre les techniques de travail du sol et son état structural et hydrique, relations qui ne semblent pas être constantes dans le temps.

Evolution du stock hydrique

Densité apparente minimale

La mesure de la densité apparente sur des sols à argiles gonflantes comme c'est le cas du sol de l'essai est délicate. Divers auteurs se sont penchés sur ce problème. Il en ressort que l'on ne peut mesurer correctement la densité apparente par la technique des cylindres ou des mottes que si l'échantillon est suffisamment important pour représenter le sol et les fentes. Yule et Ritchie (11) ont proposé le concept de la densité limite de gonflement qui correspond à la densité apparente minimale que le sol peut atteindre. Bridge et Ross (3) et Yule (12) ont montré que, parce que les variations de densité apparente sont exactement compensées par les changements de hauteur de sol, et les fentes de retrait fermées à la capacité au champ, le stock hydrique est calculé en utilisant la densité apparente minimale, mesurée à la capacité au champ.

La mesure de la densité apparente minimale est réalisée sur des mottes saturées en eau et pour lesquelles est déterminé le volume apparent par poussée d'Archimède dans le pétrole (10) et leur poids sec.

Les valeurs moyennes de densités apparentes minimales (en g/cm³) sont reprises au tableau 4.

Tableau 4
Densités apparentes minimales (g/cm³)
pour 6 horizons et 5 traitements.

Profondeurs (cm)	Traitements				
	T1	T2	T3	T4.1	T4.2
0-5	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13
5-10	1,13	1,13	1,13	1,23	1,23
10-20	1,23	1,13	1,23	1,26	1,26
20-30	1,24	1,23	1,24	1,25	1,25
30-40	1,24	1,24	1,24	1,23	1,23
40-50	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46

L'examen des valeurs permet de mettre en évidence les diminutions de densité apparente minimale (ou inversement, les augmentations de porosités totales) obtenues après les labours sur les 20 premiers centimètres par rapport à l'état initial, représenté par le semis direct. Il en ressort que :

- L'horizon 0-5 cm n'est pas affecté par le mode du travail du sol. Les semis direct ne sont donc pas pénalisés par l'absence de toute préparation du lit de semences.

- L'action des outils de travail du sol se limite à une profondeur inférieure à 30 cm et s'est traduite par une augmentation de la porosité (diminution de la densité apparente). Cependant, il n'est pas prouvé qu'une forte augmentation de porosité soit préférable en climat semi-aride où le facteur limitant est l'eau et où il est nécessaire de limiter l'évaporation au profit de la transpiration car une grande porosité induit des transferts de masse et de chaleur accrus (6).

Humidité pondérale du sol

L'humidité pondérale du sol a été mesurée par la méthode standard (étuvage à 105°C pendant 24 h) sur 6 horizons: l'horizon superficiel (0-5 cm), l'horizon sous-jacent (5-10 cm), les 4 horizons profonds (respectivement sur des profondeurs de 10-20, 20-30, 30-40 et 40-50 cm). Cette distinction entre horizons permet de mieux comprendre les phénomènes d'imbibition, de dessiccation et de distribution de l'eau en fonction du mode de travail du sol adopté. Cinq échantillons furent prélevés par horizon, chaque échantillon est constitué de 3 prélèvements effectués sur la profondeur voulue après 2 à 5 jours de ressuyage.

L'évolution de l'humidité pondérale du sol a été approchée par 9 mesures espacées dans le temps et couvrant la période qui va de l'installation de la culture (semis) jusqu'au stade de fin tallage-début montaison (13 février). Les dates de prélèvements et les jours de pluies sont rapportés dans la figure 3.

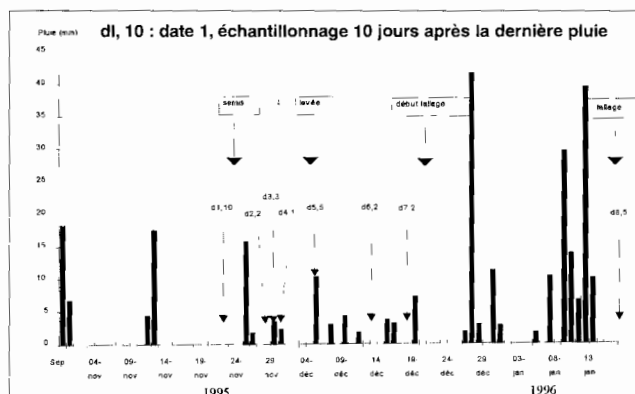


Figure 3 : Dates d'échantillonnages, jours de pluies et stades phénologiques de la culture.

d 1,10 : date 1, échantillonnage 10 jours après la dernière pluie.

L'analyse statistique a été réalisée date par date, puis toutes dates confondues par recours au logiciel STATITCF (ITCF France). L'humidité moyenne pondérale sur les 50 cm pour chaque itinéraire technique et chaque date est résumée au tableau 5.

Tableau 5
Evolution de l'humidité pondérale moyenne (%)
et test de Newman-Keuls par date (seuil de 5%).

Dates de mesure	Stade cultural	Semis direct	Chisel	Charrue à disques	Charrue à socs
22/11/95	1 jour avant semis	16.6 a	13.1 b	-	-
28/11	5 jours après semis	24.0	21.4	-	21.1
29/11	6 jours après semis	24.6 a	23.6 a	-	23.4 a
30/11	7 jours après semis	24.8 a	21.1 b	-	22.1 b
5/12	fin levée	24.3 a	24.3 a	-	21.5 b
13/12	début tallage	24.7 a	23.1 b	24.1 a	21.7 c
18/12	tallage	24.7 a	22.3 b	24.5 a	21.8 b
17/1/96	plein tallage	28.9 a	24.8 b	29.6 a	23.9 b
13/2	fin tallage	27.0 b	24.4 c	29.8 a	24.9 c

Les valeurs moyennes représentées par la même lettre verticalement ne sont pas significativement différentes entre elles au seuil de 5%.

L'analyse statistique a montré les résultats suivants :

1. La plupart du temps, le test de Newman-Keuls au seuil 5% révèle une supériorité des itinéraires à base du semis direct et à base du labour d'été sur les itinéraires dont les travaux primaires ont été réalisés en automne. L'explication pourrait résider dans une percolation plus importante sur ces derniers itinéraires. L'hypothèse avancée par Hamza (7) d'une évaporation plus élevée sur les itinéraires à base de labour à la charrue à socs et de pseudo-labour est à rejeter à ce stade dans la mesure où les prélèvements furent réalisés tout le temps juste après les pluies.

2. A chaque date, il existe une forte interaction entre le facteur travail du sol et le facteur horizon, ce qui veut dire que le mode du travail du sol influence fortement les processus d'humectation et de dessiccation des horizons. La charrue à socs et le chisel, grâce aux discontinuités sub-horizontales et verticales qu'ils créent, permettent la meilleure distribution de l'eau dans les horizons. A l'opposé, le semis direct est caractérisé par un gradient net de l'humidité le long du profil. C'est toujours l'horizon superficiel qui s'imbibe (et respectivement se dessèche) le premier. Ceci est illustré, à titre d'exemple, par les résultats obtenus le 5 décembre 1995 (tableau 6).

Tableau 6

Humidité pondérale (en %) et test de Newman-Keuls (seuil de 5%); résultats du 5/12/1995 après 5 jours de ressuyage du sol.

Horizons (cm)	Semis direct	Chisel	Charrue à socs
0-5	34.4 a	29.1 a	22.5 a
5-10	30.1 b	28.3 a	27.3 a
10-20	27.2 c	28.6 a	25.7 a
20-30	18.4 c	25.3 a	21.8 b
30-40	19.7 c	19.8 b	17.8 c
40-50	16.1 d	14.9 c	13.8 d
moyenne	24.3 a	24.3 a	21.5 b

Ce constat permet de dégager deux avantages au profit du semis direct :

- le premier avantage, constaté à la première et à la deuxième date de mesure, est d'enmagasiner l'eau sur l'horizon ayant reçu la semence, offrant ainsi de meilleures conditions d'imbibition et de germination, ce qui se traduit par une levée largement plus homogène et la plus rapide par rapport aux autres itinéraires. Ce constat est très flagrant en année à faible pluviométrie comme en 1991-92 (2). Franke (4) rapporte que sur trois années d'essais dans la région de Meknès, «il a été constaté sur les parcelles labourées une levée plus faible et un développement de blé visiblement plus lent aux premiers stades de croissance. Les causes sont d'une part les obstacles mécaniques causés par un lit de semences grossier et d'autre part un dessèchement extrême de la couche arable favorisé par l'ouverture de la terre par la charrue».

- le deuxième avantage réside dans le fait que cet horizon superficiel en se desséchant plus rapidement

que les horizons sous-jacents permet un effet écran (effet «mulch») limitant l'évaporation de l'eau.

Stock hydrique

Le stock hydrique est calculé sur 50 cm de profondeur selon l'équation suivante:

$$S = \theta_w / 100 \cdot \rho_b \cdot P \text{ (en mm)}$$

avec θ_w : humidité pondérale (%), ρ_b : densité apparente minimale (g/cm^3) et P: Profondeur ou épaisseur de l'horizon considéré (mm).

L'évolution du stock hydrique sur les 80 jours qui ont suivi le premier semis (parcelles à semis direct et pseudo-labour) est illustrée par la figure 4.

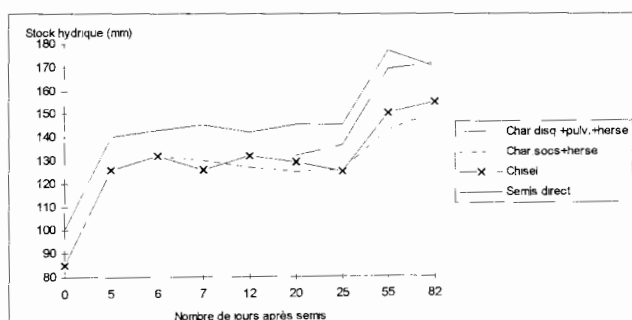


Figure 4 : Evolution temporelle du stock hydrique (en mm).

Il en ressort que, malgré la bonne répartition des précipitations aux mois de décembre et janvier, la supériorité des itinéraires de semis direct et du labour d'été, constatée déjà au niveau de l'humidité pondérale, s'accroît dans le temps.

Ainsi, 5 jours après semis, le semis direct conservait déjà 22,4 mm de plus par rapport aux travaux d'automne. Au stade plein tallage, l'itinéraire à base du labour d'été et le semis direct enregistraient 33,1 mm de plus que les deux autres itinéraires.

Conclusion

Au terme de la première partie de ce travail expérimental, il apparaît qu'il existe des relations causales entre les techniques de travail du sol et son état structural et hydrique. Cependant ces relations ne semblent pas être constantes dans le temps, puisque les écarts entre les valeurs de résistances mécaniques à la pénétration se réduisent au cours du temps. Cette évolution de la structure vers une uniformisation des profils culturaux avec le temps serait le fait même de la nature du matériau qui, à travers ses propriétés de retrait-gonflement, permet une importante activité structurale (fissuration et fragmentation des assemblages massifs). Elle agirait aussi sur les transferts hydriques.

En définitive, les résultats obtenus dans cette première partie semblent suggérer une orientation prometteuse de la simplification du travail du sol pour l'installation des céréales en région semi-aride présentant des sols à bonne activité structurale.

Références bibliographiques

- 1 Bourarach E.H., 1989. La mécanisation du travail du sol en céréaliculture pluviale: performances techniques et aspects économiques dans une région semi-aride au Maroc, thèse doct. Es-Sciences Agro., IAV Hassan II. Rabat.
- 2 Boutahar K., 1992. Quel travail du sol pour l'installation des céréales sous climat semi-aride? Compte-rendu CEAMA, 7 p.
- 3 Bridge B.J. & Ross P.J., 1984. Relations among physical properties of cracking caly soils, Review in Rural Science n° 5, Univ. of New England, Armidale, Australia, p. 97-104.
- 4 Franke D., 1995. L'influence de différents travaux du sol sur les composantes de rendement et les rendements de blé et de tournesol en zone semi-aride (région de Meknès), Résumé du rapport final, CEAMA, 22 p.
- 5 Gautronneau J. & Manichon H., 1987. Guide méthodique du profil culturel. Diffusion CEREF-ISARA, 71 p.
- 6 Guéris J., 1991. Simplification du travail du sol et évolution du milieu physique et chimique. Tiré-à-part Perspectives Agricoles n° 161-162-163, p. 17-24.
- 7 Hamza M.E., 1992. Les effets de trois techniques de travail du sol sur son état structural et hydrique, Sém. Intern. «tillage in arid and semi-arid areas», 22-25/04/1992. Rabat, Maroc.
- 8 Kröger B., 1992. Coûts de divers itinéraires techniques de travail du sol dans la région de Meknès pour les grandes cultures, Sém. Intern. «tillage in arid and semi-arid areas», 22-25/04/1992, Rabat, Maroc.
- 9 Kröger B., 1994. Rapport final d'activités du conseiller en machinisme agricole. GTZ/CEAMA, ENA Meknès (Maroc), déc. 1988-mai 1994. 58 p.
- 10 Monnier G., Stengel P. & Fies J.-C., 1973. Une méthode de mesure de la densité apparente de petits agglomérats terreux. Application à l'analyse des systèmes de porosité du sol, Ann. Agron. 24. p. 533-545.
- 11 Yule D.F. & Ritchie J.T., 1980. Soil shrinkage relationships of Texas Vertisols, 1. Small cores and 2. Large cores, Soil Sci. Soc. Am. Proc. vol. 44, p. 1285-1297.
- 12 Yule D.F., 1984. Volumetric calculations in cracking clay soils. Review in Rural Science n° 5, Univ. of New England, Armidale, Australia, p. 136-140.

Kh. Boutahar, Marocain, Ingénieur machiniste, Chercheur au Centre d'Application et d'Expérimentation du Matériel Agricole (CEAMA), Ecole Nationale d'Agriculture à Meknès, Maroc.

P.-H. Dimanche, Belge, Ingénieur agronome, Chargé de Recherche à l'Université de Giessen (Allemagne) détaché au CEAMA, Meknès, Maroc.

AVIS

Nous rappelons à tous nos lecteurs, particulièrement ceux résidant dans les pays en voie de développement, que **TROPICULTURA** est destiné à tous ceux qui œuvrent dans le domaine rural pris au sens large.

Pour cette raison il serait utile que vous fassiez connaître les adresses des Institutions, Ecoles, Facultés, Centres ou Stations de recherche en agriculture du pays ou de la région où vous vous trouvez. Nous pourrions les abonner si ce n'est déjà fait.

Nous pensons ainsi, grâce à votre aide, pouvoir rendre un grand service à la communauté pour laquelle vous travaillez.

Merci.

BERICHT

Wij herinneren al onze lezers eraan, vooral diegene in de ontwikkelingslanden, dat **TROPICULTURA** bestemd is voor ieder die werk verricht op het gebied van het platteland en dit in de meest ruime zin van het woord.

Daarom zou het nuttig zijn dat u ons de adressen zou geven van de Instellingen, Scholen, Fakulteiten, Centra of Stations voor landbouwonderzoek van het land of de streek waar u zich bevindt. Wij zouden ze kunnen abonneren, zo dit niet reeds gebeurd is.

Met uw hulp denken we dus een grote dienst te kunnen bewijzen aan de gemeenschap waarvoor u werkt.

Dank u.