

Influence de l'itinéraire technique sur l'infestation du blé tendre (*Triticum aestivum* L.) par les mauvaises herbes et son rendement dans une rotation de « longue durée »

Ali GARANE^{1*}, Mahamadou SAWADO², Mamoudou TRAORE³
et Jesus Perès PÉQUÉNIO⁴

¹ Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA/CREAF-Kamboïnse), Département Production Végétale, 01 BP 470 Ouagadougou 01, Burkina Faso

² Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA/CREAF-Kamboïnse), Département Gestion des Ressources Naturelles, Système de Production, 03 BP 470 Ouagadougou 03, Burkina Faso

³ Université de Ouagadougou, Unité de Formation et de Recherche en Science de la Vie et de la Terre (UO/UFR-SVT), Laboratoire de Génétique et Biotechnologie Végétale, 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso

⁴ Université de L'Amitié des Peuples de la Russie, Département Production Végétale et Phytotechnie Générale, Moscou, 117198, rue Miklouko-Maklaya, 6, Russie

* Correspondance, courriel : ali_garane@yahoo.fr

Résumé

L'objet de cette étude est le développement des adventices de la culture du blé tendre et son rendement conduite selon six itinéraires techniques: le labour classique permanent à 20 cm, profond à 30 cm, et superficiel à 8 cm de profondeur; l'alternance du labour classique avec le labour superficiel et enfin le labour classique exécuté après des labours profonds à 30 cm à la charrue à soc où le sol est retourné et au chisel anglais sans retournement du sol en 7^{ème} années de rotation dans la zone "non chernozem" de la Russie. Au cours de l'étude, 09 familles botaniques et 19 espèces dicotylédones annuelles, dont 58 % à levée précoce d'été et 42 % à levée tardive ou d'automne sont dénombrées. On observe une nette dominance du Chénopode blanc (*Chenopodium album* L.), la Fumeterre (*Fumaria officinalis* L.), la Bourse à pasteur (*Capsella bursa pastoris* (L.) Med.), la Ravenelle (*Raphanus raphanistrum* L.), du Tabouret des champs (*Thlaspi arvense* L.) et de Ortie royale commun (*Galeopsis tetrahit* L.). Peu de différences en termes de densité et de biomasse sont mises en évidence entre les différents traitements qui ont évoluées respectivement de 9,1-14,5 adventices/m² et de 2,9 à 4,5 g/m² dans un fond d'utilisation d'herbicide performante. Le labour profond permanent a le plus influencé la levée du blé. Le taux de survie des plants s'était pratiquement identique pour l'ensemble des traitements aussi le peuplement était plus lié au taux de levée légèrement supérieur sous le labour profond permanent. Les composantes telles que le nombre et le poids moyen de grain par plant ont réagi très positivement au labour profond permanent, aussi, le rendement grain sous ce traitement était supérieur au témoin de 28 % et au labour minimum permanent de 36 %. Ce dernier enregistre le plus faible rendement de l'essai inférieur de 6 % au témoin. On plus de perspective, la combinaison du labour profond à 27-30 cm de profondeur avec le labour superficiel profond de 8 cm. Le nombre d'année accordé à chaque type de labour dans la rotation doit être sensiblement égal pour l'obtention de meilleurs résultats.

Mots-clés : labour, adventices, rendement, blé (*Triticum aestivum* L.).

Abstract

Influence of technical itinerary on weed infestation of variety of soft wheat (*Triticum aestivum* L.) and performance in a rotating "long-term"

The purpose of our study is the development of weeds growing wheat and performance driving in six technical routes : the classical and deep plowing permanent respectively 20 and 30 cm, surface plowing 8 cm, alternating tillage Classic 20 cm with shallow tillage conventional tillage and finally executed after plowing the soil deep to 30 cm moldboard plow and chisel English in 7th year of rotation in the nichernozièm area of Russia. During the study, 09 botanical families and 19 annual broadleaf species, including 58 % in early summer lifting and 42 % delayed emergence or fall are counted. There is a clear dominance of white goosefoot (*Chenopodium album* L.), the Fumeterre (*Fumaria officinalis* L.), the Shepherd's purse (*Capsella bursa pastoris* (L.) Med.) , The Ravenelle (*Raphanus raphanistrum* L.), stool fields (*Thlaspi arvense* L.) and common nettle Royal (*Galeopsis tetrahit* L.). Little differences in density and biomass are shown between the various treatments which have evolved weeds/m² respectively 9.1 to 14.5 and 2.9 to 4.5 g/m² in a background of efficient use of herbicide. Standing deep plowing has most influenced the emergence of wheat. The survival rate of plants was virtually identical for all treatments as the settlement was more related to emergence rate slightly higher under deep plowing permanent. Components such as the number and average weight of grain per plant responded very positively to deep plowing permanent, too, grain yield under this treatment was superior to the control by 28 % and minimum tillage permanent 36 %. It has the lowest yield of 6 % lower test witness.

Keywords : *tillage, weeds, yield, Wheat (Triticum aestivum L.).*

1. Introduction

Le progrès des techniques agricoles ont conduit à une évolution des méthodes du travail du sol qui visent à supprimer entièrement le labour ou à en diminuer son intensité [1-5]. Cependant, la simplification du travail du sol ne peut être une solution durable que si le désherbage chimique est maîtrisé du fait de la concurrence exercée par le développement incontrôlé des adventices [6, 7]. Les techniques de travail réduit du sol ou leur alternance procurent un rendement comparable à celui obtenu en agriculture conventionnelle tant que le travail du sol est suffisant pour limiter le développement des adventices [8, 9] et des maladies [10, 11]. Ce présent travail consiste à étudier l'effet de quelques itinéraires techniques : le labour classique (20 cm), le travail profond (30 cm), le labour superficiel (8 cm), l'alternance du labour classique avec le labour superficiel et enfin du labour classique exécuté après un labour du sol profond à la charrue à soc et au chisel anglaise type «Paraplay» en 7ème années de rotation sur les adventices qui se développent sous le blé tendre et son rendement. Nous avons procédé à l'évaluation de la composition de la flore adventice, suivie de sa densité et de sa biomasse en plus de l'effet des techniques culturales sur le rendement du blé et ses composantes.

2. Matériel et méthodes

2-1. Le matériel Végétal

Le matériel végétal se compose de la variété de blé tendre Priomrsk (*Tr. aestivum* L.). Les caractéristiques essentielles de la variété sont : cycle semi-tardif (70-90 jours), épi non aristé et glabre, résistant à la verse et aux races de la rouille brune (*P. tritici*) et jaune (*P. striiformis* West) avec un rendement de 4,9-5,4 t/ha et plus.

2-2. Essai en station

Les expérimentations ont été conduites sur des parcelles expérimentales de l'Institut de Recherches Agronomiques de la zone «non chernozem» de la Fédération de la Russie sur la base de l'essai longue durée sur l'étude de la profondeur et du type de labour sur la fertilité du sol, l'infestation de la culture par les adventices et le rendement du blé tendre d'été dans une rotation avec une alternance des cultures suivantes: vesce et avoine, blé d'hiver, maïs pour l'ensilage, semis mixte orge et trèfle, trèfle en première année, seigle d'hiver, et le blé de printemps. Cette étude consiste à étudier l'effet de l'itinéraire technique sur l'infestation par les adventices de la culture du blé tendre, son rendement et ses composants en 7^{ème} année de rotation suivant le dispositif expérimental suivant :

- T1. Labour classique permanent à 20 cm de profondeur (LC-20) ;
- T2. Labour profond permanent à la charrue à soc à 27-30 cm de profondeur (LP-27-30) ;
- T3. Labour classique à 20 cm sous le blé de printemps (LC-20) suite à un labour profond avec retournement avec la charrue à soc sous l'orge d'hiver LP-27-30) ;
- T4. Labour minimum (superficiel) à 8 cm de profondeur (LM - 8) en alternance avec le labour classique dans la rotation (LC-20) ;
- T5. Labour Minimum permanent à 8 cm de profondeur (LM- 8) ;
- T6. Labour classique sous le blé de printemps (LC-20) suite à un labour profond sans retournement au chisel anglais type «Paraplay» à 27-30 cm (L. chisel - 27-30).

Le schéma complet de l'expérience est donné dans le **Tableau 1**. Pour le témoin de notre expérience, la méthode classique de travail du sol à 20 cm de profondeur a été utilisée. En tout début septembre, le labour classique à 20 cm et le labour profond avec retournement à 27-30 cm de profondeur ont été exécutés avec la charrue à soc type 3-35, tandis que le labour profond sans retournement (déchaumage, ameublissement) à 27-30 cm est réalisé à l'aide du chisel anglais type «Paraplay». Le cultivateur KPS-3 est utilisé pour le travail superficiel du sol à 8 cm. Les engrais azotés sont utilisés à des doses de 60 kg/ha avant les semis lors du labour au printemps, suivit de 30 kg/ha d'azote au tallage sous forme de silicate d'ammonium. La norme d'ensemencement pratiquée du blé a été de 5,0 millions de grains/ha, soit 200 kg/k. La parcelle expérimentale est à sa 7^{ème} année d'installation. Elle est divisée en six grandes sous parcelles qui ont chacune subi un itinéraire technique différent. La parcelle élémentaire mesurait 312 m² et la parcelle utile 200 m² (25 m x 8 m). Avant les semis, les graines ont été au préalable traitées à l'Ethylmercurchloride (granozan) en raison de 2 kg de substance par tonne de semence et semées en ligne (16 cm x 4 cm). Au tallage des blés, l'herbicide de post-levée Dialen avec une dose 2 kg/ha a été employé pour la lutte contre les mauvaises herbes. De même toutes les parcelles de l'essai ont été traitées au Triadimefon (Bajleton) 25 % à la dose de 0,6 kg/ha dans 500 L d'eau pour la lutte contre les maladies cryptogamiques. Un dispositif expérimental en bloc de Fisher randomisé à quatre (4) répétitions a été utilisé (voir dispositif expérimental).

Tableau 1 : Schéma complète de l'expérience

Traite ments	Rotation des cultures											
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
	Vesce et avoine	Blé d'hiver	Mais	Orge et trèfle	Trèfle 1 ^{ère} année	Seigle d'hiver	Blé de prin- temps	Vesce et avoine	Blé d'hiver	Mais	Orge et trèfle	Trèfle
T1	LC-20	LC-20	LC-20	LC-20	LC-20	LC-20	LC-20	LC-20	LC-20	LC-20	LC-20	LC-20
T2	LM-8	LP- 27-30	LP-27- 30	LP-27- 30	LP-27- 30	LP- 27-30	LP- 27-30	LM-8	LP- 27-30	LP-27- 30	LP- 27-30	LP- 27-30
T3	LP- 27-30	LC-20	LC-20	LC-20	LC-20	LP- 27-30	LC-20	LP- 27-30	LC-20	LC-20	LC-20	LC-20
T4	LC-20	LM-8	LM-8	LC-20	LC-20	LM-8	LM-8	LC-20	LM-8	LM-8	LC-20	LC-20
T5	LM-8	LM-8	LM-8	LM-8	LM-8	LM-8	LM-8	LM-8	LM-8	LM-8	LM-8	LM-8
T6	L. chisel 27-30	LC-20	LC-20	LC-20	LC-20	L. chisel 27-30	LC-20	L. chisel- 27-30	LC-20	LC-20	LC-20	LC-20

LC-20 - Labour classique (conventionnel)- 20 cm de profondeur ; LM- 8 - Labour Minimum (superficiel)- 8 cm de profondeur ; LP-27-30 - Labour profond à la charrue à soc - 27-30 cm de profondeur
L. chisel -27-30 - Labour au chisel anglais type «Paraplay» - 27-30 cm de profondeur

2-3. Les paramètres mesurés

L'étude de la flore adventice a été réalisée au stade épiaison. La technique du «tour de champs» a été choisie. Elle a consisté à inventorier toutes les espèces dans chacun des traitements en le parcourant dans différentes directions. Les identifications des espèces ont été effectuées à l'aide d'échantillons de l'herbier de l'Institut de Recherches Agronomiques de la zone «non chernozem» de la Fédération de Russie située dans la région de Moscou. Elle a concerné les adventices qui ont poussé dans chaque traitement. Le comptage des adventices a été fait sur des placettes de 0,25 m² (0,5 m x 0,5 m) chacune au nombre de quatre pour chaque traitement déterminées de façon aléatoire. Sur ces mêmes placettes, après arrachage manuel des adventices, la biomasse a été évaluée par la pesée de la matière sèche des parties aériennes après séchage à l'étuve pendant 24 h à une température de 95°C. Pour les blés, la densité est évaluée dans chaque traitement au stade maturité complète par comptage systématique des plants effectué sur 4 placettes de 0,25 m² chacune déterminées de manière aléatoire. Le rendement en grains du blé et ses composantes ont été calculé et comparé par traitement afin d'apprécier l'impact de chaque traitement sur le rendement en grain du blé et ses composants. Des analyses de variance ont été effectuées avec HCPO (Hierarchical Column Prime Order) pour apprécier si les différences entre les résultats obtenus sont significatives au seuil de 5 %.

3. Résultats

3-1. Evaluation de la flore adventice de surface

L'évaluation de l'infestation des mauvaises herbes a été réalisée au stade épiaison du blé (**Tableau 2**). L'analyse du **Tableau 2** ressort que la flore adventice est de type annuel qui, par son cycle de vie appartient à deux groupes biologiques :

- ✓ Les espèces annuelles d'été à levée précoce qui infestent les semis des blés au stade semis - tallage. Ce groupe a enregistré 11 espèces ou 58 % du total des espèces recensées lors de l'étude. Ce sont: le Gnaphale des marais (*Gnaphalium uliginosum* L.), le Laiteron des champs, (*Sonchus oleraceus* L.), la Renouée liseron (*Polygonum convolvulus* L.), Le sarrasin de Tartarie, (*Fagopyrum tataricum* (L.) Gaertn.), les Chénopodes puant (*Chenopodium vulvaria* L.) et blanc, (*Chenopodium album* L.), les Fumeterres foncée (*Fumaria densiflora*) et claire (*Fumaria officinalis* L.), L'Ortie royale commun (*Galeopsis tetrahit* L.) les Euphorbes des jardins (*Euphorbia peplus* L.) et exigue (*Euphorbia exigua* L.).
- ✓ Les espèces annuelles facultatives d'été à levée tardive ou d'automne qui poussent tardivement au cours du cycle végétatif du blé d'été. Leurs graines peuvent permettre des levées en milieu d'été au cours de la végétation du blé. Ce sont des espèces tardives d'été ou très souvent poussent pendant l'automne dans les semis des cultures d'hivers. Elles forment alors le bio-groupe d'hivers. Ce groupe biologique a compté huit (8) espèces, soit 42 % du total des adventices présentes : la Camomille inodore (*Tripleuro spermum inodorum* (Sch.) Bip.), L'ananas mauvaises herbes (*Matricaria matricariodes* Portez), la Ravenelle (*Raphanus raphanistrum* L.), le Tabouret des champs (*Thlaspi arvense* L.), la Capselle bourse-à-pasteur (*Capsella bursa Pastoris*(L.) Med.), le Spergule des champs (*Spergula arvensis* L.), la pensée des champs (*Viola arvensis* Murr.) et la pensée tricolore (*Viola tricolor* L.). Grâce à la plasticité biologique de leurs graines, ces espèces peuvent aussi bien former des pousses très tôt au printemps.

Tableau 2 : Espèces adventices suivantes présentes dans l'essai

Familles	Espèces	Nom scientifique
Astéracées	Camomille inodore	<i>Tripleurospermum inodorum</i> Sch.
	Ananas mauvaises herbes	<i>Matricaria matricariodes</i> Portez.
	Gnaphale des marais	<i>Gnaphalium uliginosum</i> L.
	Laiteron des champs	<i>Sonchus oleraceus</i> L.
Fumariacées	Fumeterre foncée	<i>Fumaria densiflora</i>
	Fumeterre claire	<i>Fumaria officinalis</i> L.
Euphorbiacées	Euphorbe des jardins	<i>Euphorbia peplus</i> L.
	Euphorbe exiguë	<i>Euphorbia exigua</i> L.
Polygonacées	Le sarrasin de Tartarie	<i>Fagopyrum tataricum</i> (L.) Gaertn.
	Renouée liseron	<i>Polygonum convolvulus</i> L.
Laminacées	Ortie royale commun	<i>Galeopsis tetrahit</i> L.
Chénopodiacées	Chénopode blanc	<i>Chenopodium album</i> L.
	Chénopode puant	<i>Chenopodium vulvaria</i> L.
	Ravenelle	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.
Brassicacées	Capselle bourse-à-pasteur	<i>Capsella bursa pastoris</i> (L.) Med.
	Tabouret des champs	<i>Thlaspi arvense</i> L.
Coriophyllacées	Spergule des champs	<i>Spergula arvensis</i> L.
Violacées	La pensée des champs	<i>Viola arvensis</i> Murr.
	La pensée tricolore	<i>Viola tricolor</i> L.

3-2. Effet du labour principal sur la densité de peuplement (plants/m²) et la biomasse (g/m²) adventice du blé tendre

Le décompte des adventices et l'évaluation de la matière sèche (**Tableau 3**) a montré dans l'ensemble des traitements des taux infestations insignifiantes. La densité des mauvaises herbes était comprise entre 9,1 et 14,5 pieds/m² et leur biomasse variait de 2,9 g à 4,5 g/m² par traitement. La comparaison entre les moyennes a donné deux groupes sensiblement homogènes très proches que sont: le labour du sol minimum permanent (traitement 5), le labour classique exécuté après un labour profond au chisel anglais «Paraplay» (traitement 6) et le labour du sol classique permanent (traitement 1), qui sont moins richement envahi par les mauvaises herbes dont les biomasses sont respectivement de 2,9 g/m², 3,0 g/m² de 3,5 g/m². L'autre groupe comprend le labour profond permanent sur 30 cm (traitement 2), le labour classique exécuté après un travail profond à la charrue à socs (traitement 3) et le labour superficiel en alternance avec le labour classique (traitement 4) qui sont plus richement envahi par les mauvaises et dont les biomasses sont sensiblement supérieures à celles du premier groupe et pratiquement identique entre elles allant de 4,0 à 4,5 g/m².

Tableau 3 : Influence du labour principal sur la densité (plants/m²) et la biomasse (g/m²) des adventices du blé tendre (*Tr. aestivum* L.)

Traitements	Quantité d'avertices		Matière sèche (Biomasse)	
	adventices/m ²	% du témoin	g/m ²	% du témoin
LC-20 (permanent) témoin	10,5	-	3,5	-
LP-27-30 (permanent)	11,0	104,8	4,0	114,3
LC-20 (après LP-27-30)	12,0	144,3	4,0	114,3
LM-8/LC-20- en alternance	14,5	138,1	4,5	128,6
LM-8 (permanent)	10,0	95,2	2,9	82,8
LC-20 (après L chisel- 27-30)	9,1	86,7	3,0	85,7

3-3. Influence du labour principal sur la densité moyenne (plants/m²) du blé tendre (*Tr. aestivum* L.)

Pour une même densité de semis, l'étude des moyennes révèle une nette variation entre les traitements selon le mode de travail du sol. En moyenne le nombre de plants levés a évolué par traitement de 387 à 454 pieds/m² soit 77,4 - 90,8 % (**Tableau 4**). On note ainsi pour le labour profond du sol permanent de 30 cm un pourcentage de levée plus important soit 90,8 %. Les traitements 4 et 5 qui incluent respectivement un labour minimum périodique et continu ont présenté les taux de levées les plus bas de l'essai soit respectivement 77,4 % et 79,4 %. Dans ces traitements, la levée du blé a été en moyenne inférieure de 10 % comparée au labour classique (témoin) et de 13-15 % par rapport labour du sol profond permanent sur 30 cm (traitement 2). Le pourcentage de survie des plants pratiquement identique indépendamment des traitements de l'essai a évolué de 68,1-72,5 % (en moyenne 70 %) par rapport à la levée et de 55-62 % par rapport à la norme de semis.

Tableau 4 : Influence du labour principal sur la densité moyenne (plants/m²) du blé tendre (*Tr. aestivum* L.) dans la région de Moscou

Traitements	Norme de semis	Levée des plants de blé			Densité des plants à la récolte		
	Grains/m ²	Plants/m ²	% de la norme de semis	% du témoin	plants/m ²	% par rapport aux levées	% du témoin
LC-20 - permanent (témoin)	500	435	87,0	-	304	69,9	-
LP-27-30 - permanent	500	454	90,8	104,4	311	68,5	102,3
LC-20 (après LP- 27-30)	500	407	81,4	93,6	293	72,0	96,4
LM-8/LC-20- en alternance	500	387	77,4	89,0	274	70,8	90,1
LM - 8 - permanent	500	397	79,4	91,3	288	72,5	94,7
LC-20 (après L. chisel 27-30)	500	430	86,8	98,8	293	68,1	96,4

3-4. Influences du labour principal sur la structure des composantes de rendement du blé tendre (*Tr. aestivum* L.)

Le rendement élevé du blé dans l'essai est dû au nombre élevé de talles productives qui a été de 1,25-1,32 talles/plant (**Tableau 5**). Pour une variation comparativement très faible de ce paramètre, le traitement 2 (labour profond permanent) a enregistré la plus forte valeur, tandis que le traitement 5 (labour superficiel permanent) se caractérise par le plus faible nombre de talles productives. Le nombre d'épis fertiles (épis/m²) a évolué par traitement de façon plus significative. Il a été plus important avec le traitement 2 (labour profond permanent) et très bas dans les traitements 4 et 5. Le traitement 2 par ce paramètre a été supérieur aux traitements 4 et 5 respectivement de 17 % et 14 % et au témoin de 5 %. Au même moment, ces traitements 4 et 5 ont cédé au témoin de 9 % et 12 % respectivement. Ainsi il est ressorti la supériorité du labour profond permanent par le nombre d'épis fertiles et l'effet négatif sur ce nombre du travail du sol superficiel. Le poids de 1000 grain sensiblement identique pour l'ensemble des traitements de l'essai a évolué de 39,3 g à 40,5 g. Seule une légère baisse d'environ 3 % est observée dans le traitement 5 (travail superficiel continu) par rapport aux autres traitements. Aussi, les traitements appliqués n'ont pas eu d'effet significatif sur la taille moyen du grain qui dans son ensemble a été quelque peu supérieur à la moyenne. En général, le nombre de grain a été moyen par plant de blé. Cependant, il est ressorti que les différences de traitement ont eu un effet majeur sur ce nombre. Ainsi, le plus grand nombre de grain est observé dans le traitement 2 avec labour profond, le plus bas chiffre est enregistré par le labour classique permanent (témoin) et le labour superficiel continu (traitement 5). Le labour profond par ce paramètre a été supérieur au témoin de 26 % et au travail minimum (traitement 5) de 23 %. Le travail profond du sol à l'effet favorable sur le nombre de grains par plant. Le nombre de grain par plant enregistré dans chaque traitement été déterminant dans le poids de grain par plant obtenu.

Dans l'ensemble, le poids a varié de 1,10 à 1,37 g, cependant, le travail profond annuel du sol a enregistré une hausse gain de 25 % comparé au témoin et au travail superficiel du sol. Une position intermédiaire par ce paramètre mais aussi par la majorité des autres composantes de la structure de rendement est occupée par les traitements 6 et 3.

Tableau 5 : Influence du labour principal sur les composants de rendement du blé tendre (*Triticum aestivum* L.) dans la région de Moscou

Traitements	Densité à la récolte (plant/m ²)	Nombre de talles productives Par plant (talles-utiles/plant)	Nombre d'épis par m ² (épis/m ²)	Nombre de grains Par plant (grains/plant)	Poids de grain par plant (g/plant)	Poids de 1000 grains (g)	Poids de grain par m ² (g/m ²)
LC-20 permanent (témoin)	304	1,29	392	27,1	1,09	40,5	331,36
LP-27-30 permanent	311	1,32	411	34,3	1,37	40,5	426,1
LC-20 (après LP-27-30)	293	1,27	372	30,8	1,24	40,4	363,32
LM-8/LC-20 en alternance	274	1,28	351	29,2	1,17	40,4	320,58
LM - 8 permanent	288	1,25	360	27,8	1,10	39,3	316,8
LC-20 (après L. chisel 27-30)	293	1,30	381	31,2	1,27	40,6	372,11

3-5. Influence des méthodes du labour principal sur le rendement grain du blé tendre (*Triticum aestivum* L.)

Le labour profond annuel sur 30 cm a le plus amélioré son rendement grain. Ce traitement par ce paramètre était supérieur au témoin de 0,92 t/ha (28 %) et au travail superficiel de 1,12 t/ha (36 %). L'analyse de la variance entre ces traitements a révélé une différence très hautement significative, supérieure à 5 % (**Tableau 6**). Les traitements 6 et 3 dans lesquels le labour profond a occupé 2 années sur 7 dans la rotation ont enregistré des rendements inférieurs au traitement 2 avec labour profond annuel respectivement de 13 % et 16%. Cependant, ces deux traitements ont été supérieurs au témoin avec labour classique et au travail minimum (LM-8) respectivement de 11 % et 9 % et de 18 % et 16 %. Les différences enregistrées dans les rendements des traitements 6 et 3 ont été significative aussi bien par rapport au labour classique (témoin) que par rapport aux traitements 4 et 5 où le travail minimum est exécuté en permanence et de façon alterné. Le travail périodique profond à la charrue à soc et au chisel a généralement entraîné un effet positif sur le rendement. Cependant, la hausse enregistrée a été moindre, du faite de la périodicité du labour dans ces traitements.

Le traitement 4 qui alterne le travail du sol superficiel (LM-8) avec le labour classique (LC-20) a enregistré un rendement très proche du labour superficiel permanent (traitement 5). Au même moment, son rendement a été non significatif comparé au témoin (LC-20). Le plus faible rendement est enregistré avec le travail minimum permanent du sol, soit de 6 % inférieur au témoin.

Tableau 6 : *Influence des méthodes de labour principal sur le rendement grain du blé tendre (*Triticum aestivum* L.) dans la région de Moscou*

Traitements	Rendement moyen (t/ha)	Gain rendement/témoin	
		t/ha	%
LC-20 permanent (témoin)	3,340	-	-
LP-27-30 permanent	4,260	+0,92	+27,50
LC-20 (après LP- 27-30)	3,640	+0,30	+9,00
LM-8 avec LC-20 en alternance	3,220	- 0,12	-3,60
LM - 8 permanent	3,140	- 0,20	- 6,00
LC-20 (après L. chisel 27-30)	3,710	+0,37	+11,10
HCP ₀₅	0,228	-	-

4. Discussion

4-1. Evaluation de la flore adventice de surface.

La grande majorité des mauvaises herbes rencontrées sont des dicotylédones annuelles qui bouclent leur cycle végétatif parallèlement au cycle biologique du blé. Cependant, la concurrence des mauvaises herbes s'établit très tôt dès le stade 2 à 3 feuilles et devient très sérieuse lors du tallage [12, 13]. Tout comme soulignaient les auteurs [14, 15], la diversification des rotations en augmentant les types de culture a contribué à prévenir les infestations de plantes nuisibles. En variant les conditions de croissance, les adventices ont plus de difficultés à s'adapter et prolifèrent moins [16]. D'autre part, par l'enfouissement des espèces aux semences fragiles, le labour permet une réduction de leur viabilité [17]. Néanmoins, ce type d'intervention entraîne également la dormance des semences les plus persistantes, qui reviennent en surface au prochain labour. C'est pourquoi il peut être utile d'alterner travail du sol profond et superficiel afin de gérer au mieux la flore adventice [18].

4-2. Effet du labour principal sur la densité (plants/m²) et la biomasse (g/m²) adventice dans les semis du blé tendre

Pour les auteurs [19-21], la lutte contre les mauvaises herbes reste en générale la principale problématique de la protection des cultures pour les producteurs de blé. Dans un fond général de densité très réduit des mauvaises herbes, les écarts mineurs observés entre les traitements dans le nombre et la biomasse (inférieur à 5 pieds/m² et 1,5 g/m²) ne sont pas des valeurs significatives. Aussi, on peut conclure que dans un fond d'utilisation d'herbicide de grande efficacité, l'influence des différentes méthodes de labour principal du sol sur la quantité et la biomasse des adventices n'a pratiquement pas été observée. Ces résultats illustrent que l'utilisation d'herbicide a pu permettre une répression plus efficace des mauvaises herbes.

Malgré l'évolution de ces méthodes de lutte, plusieurs études récentes affirment encore que les mauvaises herbes sont généralement plus abondantes dans les systèmes n'utilisant pas de produits chimiques [22]

4-3. Influence du labour principal sur la densité moyenne (plants/m²) du blé tendre (*Tr. aestivum* L.)

Le travail profond permanent du sol sur 30 cm a influencé positivement la levée des blés qui a été maximale dans le traitement 2. Les traitements 4 et 5 où le travail superficiel a dominé ont au contraire enregistré les plus bas taux de levée. Ainsi, le travail minimum du sol ou son alternance avec un labour conventionnel de 20 cm a influencé négativement sur la levée des plants de blé. Les différences dans les méthodes de travail sur la survie des plants au cours de la période végétative et son peuplement à la récolte n'ont pratiquement pas été observées. Le peuplement à la récolte a donc été en grande partie fonction des taux de levées. A ce propos, d'autres études conduites par les auteurs [23, 24] ont établi une dépendance de la densité de la culture à la quantité de grains semés et au taux de survie des plantes. De même pour ces auteurs, la qualité de la semence et les conditions climatiques avant et après semis, sont tous des facteurs qui influent le peuplement d'une culture. Les résultats ont confirmé qu'un bon peuplement épi résulte, en plus des autres facteurs de production, d'un bon comportement de la culture à la levée dans d'autres conditions agro-climatiques [25].

4-4. Influences du labour principal sur la structure des composantes de rendement du blé tendre (*Triticum aestivum* L.)

Les conditions d'humidité irrégulières pendant la période Printemps - l'été ont à des degrés divers, influencées la dimension des composantes du rendement du blé. Les composantes de rendement ont été plus favorables avec le labour profond permanent (traitement 2) comparé au témoin (labour classique continu) et au travail superficiel du sol (LM-8). Les traitements 6 et 3 qui dans la rotation ont 2 années sur 7 subit un labour profond respectivement au chisel et à la charrue à soc occupent une position intermédiaire par la majorité des composantes. Indépendamment des traitements appliqués, le taux de survie a été pratiquement identique pour l'ensemble des traitements de l'essai. Le nombre de talles productives par plant malgré une faible variation, a été quelque peu élevé dans le labour profond permanent au contraire du travail superficiel. Le poids de 1000 grains a été sensiblement identique pour l'ensemble des traitements de l'essai, cependant, le labour profond enregistre un plus grand poids moyen du grain par plant. Le nombre de grain par plant a été supérieur avec le labour profond et plus faible dans le témoin et avec le travail du sol superficiel permanent. Pour [26], le niveau des rendements est apprécié à priori par le niveau du peuplement épis, le nombre de grains par épi et le poids des grains.

4-5. Influence du labour principal sur le rendement grain du blé tendre (*Triticum aestivum* L.)

L'analyse de variance de rendement grain du blé a montré une supériorité très significative du traitement 2 (labour profond permanent) comparé au témoin (Labour classique permanent) que des autres traitements de l'essai. De par son rendement, le labour classique effectué suite au labour au chisel anglais (traitement 6) a été supérieur significativement au témoin et aux traitements 4 et 5 où le travail du sol superficiel est effectué en alternance avec le labour Classique et permanemment. Le traitement 3 (labour classique suite au labour à la charrue à soc) diffère du témoin approximativement par la plus petite valeur et d'une façon significative se démarque des traitements 4 et 5.

La baisse du rendement dans les traitements 4 et 5 par rapport au témoin a été non significative. Dans son ensemble, l'expérience a montrée la supériorité de par son rendement du labour profond permanent et l'existence de différences significatives comparé au témoin des traitements avec travail du sol superficiel périodique et permanent. Le rendement plus élevé du labour profond (LP-30) est le résultat d'un fort taux de levée, d'un peuplement plus important et du nombre de grain par plant plus important dans ce traitement. Le plus faible rendement est enregistré avec le travail superficiel permanent qui a été de 6 % inférieur au témoin (LC-20). Cependant, la différence entre celui-ci et le témoin est en général insignifiante et ne peut pas être considérée comme significative. Ainsi on peut conclure que le labour profond sur 30 cm a agit positivement sur le rendement, tandis que le labour superficiel permanent a plutôt eu un effet négatif sur ce paramètre. De même, l'analyse ressort que les rendements grains obtenus sont liés plus au nombre de grains formés par plant qu'au poids individuel d'un grain. Ces résultats corroborent avec ceux de [27, 28] qui ont noté que le rendement était souvent très bien corrélé au nombre de grains formés alors qu'il est mal corrélé au poids individuel d'un grain.

5. Conclusion

Dans son ensemble, l'étude a démontré la supériorité du travail profond permanent du sol par son rendement et l'absence d'une différence fondamentale entre le labour classique (témoin) et le travail minimum permanent. L'ensemble des traitements de l'essai comparé au témoin, avaient aussi bien des particularités positives que négatives. Probablement, l'ensemble de ces traitements ont été quelque peu meilleurs au témoin si on considère que le coût unitaire de production est la plus élevée dans le traitement témoin. Pour cette raison, le travail conventionnel permanent à 20 cm (témoin) semble ne pas être recommandable. Il ne faudrait pas non plus recommander le labour superficiel permanent à 8 cm car dans ce cas précis on peut s'attendre à un sérieux changement négatif des propriétés hydriques et physiques du sol. Du point de vue économique, le labour profond continu est plus rentable, cependant, les dépenses plus grandes liées au carburant et les questions liées à la pollution de l'atmosphère demandent une plus grande attention dans l'utilisation de ce traitement en prenant en compte les possibilités concrètes des fermes et de la situation écologique dans l'ensemble du territoire. A notre point de vue, ont plus de perspectives la combinaison du labour profond à 27-30 cm avec le labour superficiel à 8 cm. De plus, nous pensons que le nombre d'années accordé à chaque type de labour de la rotation doit être sensiblement égal.

Références

- [1] - K. KÖLLER, "Techniques of Soil Tillage", In A. El Titi, ed. *Soil Tillage in Agro. Ecosystem* CRC Press. LLC, Boca Raton. (2003) 1-25.
- [2] - J. PEIGNE, Y. GAUTRONNEAU, A. AVELINE & M. CANNA VACCIUOLO, "Soil tillage systems under organic farming in France" European Organic Congress in Denmark, may (2006).
- [3] - R. LAL, D. C. REICOSKY & J. D. HANSON, "Evolution of the plow over 10,000 years and the rationale for no-till farming". *Soil and Tillage Research.*, 93 (2007)1-12.
- [4] - J. LABREUCHE, T. VILOINGT, D. CABOULET, J. P. DAOUZE, R. DUVAL, A. GANTEIL, L. JOUY, L. QUERE, H. BOIZARD & J. ROGER-ESTRADE, "Evaluation des impacts environnementaux des Techniques Culturelles Sans labour (TCSL) en France". Partie I: La pratique des TCSL en France, ADEME, (2007).
- [5] - A. Vanasse, "Les céréales à paille." Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ), Québec, 148 p, (2012).
- [6] - M. COWBROUGH, "Principe de lutte intégrée contre les mauvaises herbes", (2002)
<http://www.gov.on.ca/OMAFRA/french/crops/facts/iwm.htm>

- [7] - J. R. TEASDALE, C. B. COFFMAN & R. W. MANGUM, "Potential Long-Term Benefits of no-Tillage and Organic Cropping Systems for Grain Production and Soil Improvement", *Agronomy Journal*, 99 (2007) 1297-1305.
- [8] - L. E. DRINKWATER, R. R. JANKE & L. ROSSONI-LONGNECKER, "Effects of Tillage intensity on nitrogen dynamics and productivity in legume-based grain systems", *Plant and Soil*, 227(2000)99-113.
- [9] - L. N. Kolb, E. R. Gallandt, and E. B. Mallory, "Impact of spring wheat planting density, row spacing, and mechanical weed control on yield, grain protein, and economic return in Maine." *Weed Sci.*, 60 (2012) 244-253.
- [10] - J. POSTIC, J. COSIC, K. VRANDECIC, D. JURKOVIC, A. A. SALEH, et J. F. LESLIE, "Diversity of *Fusarium* species isolated from weeds and plant debris in Croatia". *J. Phytopathol.*, 160 (2012) 76-81.
- [11] - J. LEPLAT, H. FRIBERG, M. ABID, et C. STEINBERG, "Survival of *Fusarium graminearum*, the causal agent of Fusarium head blight. " A review. *Agron. Sustain. Dev.* 33(2013) 97-111.
- [12] - B. J. WILSON, K. J. WRIGHT, P. BRAIN, M. CLEMENTS & E. STEPHENS, "Predicting the competitive effects of weed and crop density on weed biomass, weed seed production and crop yield in wheat", *Weed Research*, 35 (1995) 265-278.
- [13] - J. T. O'DONOVAN, G. W. CLAYTON, K. N. HARKER, A. M. JOHNSTON, T. K. TURKINGTON, H.R. KUTCHER & F. C. STEVENSON, "Barley response to seed placement and herbicide timing", *Can. J. Plant Sci.*, 85 (2005) 265-270.
- [14] - B. MELANDER, I. A. RASMUSSEN & P. BARBERI, "Integrating physical and cultural methods of weed control — examples from European research", *Weed Science*, 53 (2005) 369-381.
- [15] - Y. DOUVILLE, "Prévention des mauvaises herbes — Grandes cultures. Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec (MAPAQ)", *Technaflora*, 24p (2002).
- [16] - O. M. NAZARKO, R.C. Van Acker & M.H. Entz, "Strategies and tactics for herbicide use reduction in field crop in Canada", *Canadian Journal of Plant Science*, 85 (2005) 457- 479.
- [17] - B. CHAUVEL, J.P. GUILLEMIN, N. COLBACH & J. GASQUEZ, "Evaluation of cropping systems for management of herbicide-resistant populations of black grass (*Alopecurus myosuroides* Huds)", *Crop protection*, 20 (2001)127-137.
- [18] - J. N. AUBERTOT, L.GUICHARD, L.JOUY, P. MISCHLER, B. OMON, M.S. PETIT, E. PLEYBER, R.REAU & A. SEILER, "Guide pratique pour la Conception de Systèmes de culture plus économes en produits phytosanitaires, Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche, de la ruralité et de l'aménagement du territoire", Paris, 16p, (2011).
- [19] - D. YARHAM & J. TURNER, "ADAS organic wheat survey. New Farmer Grower", *Soil Association*, 34 (1992) 31-33.
- [20] - P. BÀRBERI, "Weed management in organic agriculture: are we addressing the right issues", *Weed Research*, 42 (2002)177-193.
- [21] - R. J. TURNER, G. DAVIE, H. MOORE, A. C. GRUNDY & A. MEAD, "Organic weed management : A review of the current UK farmer perspective. Coventry", *Crop Protection- CROP PROT*, 26(3) (2006) 377-382.
- [22] - M. GOSME, M. DE VILLEMANDY, M. BAZOT, ET M.-H. JEUFFROY, "Local and neighborhood effects of organic and conventional wheat management on aphids, weeds, and foliar diseases." *Agric., Ecosyst. Environ.*, 161 (2012)121-129.
- [23] - D. BELAID, "Aspect de la céréaliculture algérienne", *Ed- O.P.U*, 217p, (1996).
- [24] - W. G. BUCKMAN, "Agriculture et fertilisation" *Ed. Norsk hydro a.s.*, 258p, (1999).
- [25] - Anonyme, "Bilan des activités agrotechnie de l'Institut Techniques des Grandes Cultures", Algérie, (2008).
- [26] - P. H. GATE, "Mieux comprendre l'élaboration du nombre de grains par épi chez le blé", *Perspectives agricoles*, 114 (1987) 38-51.
- [27] - M. TROTET & G. DOUSSINAULT, "Analyse du progrès génétique chez le blé tendre au cours du XXème siècle", *Le Sélectionneur Français*, 53 (2002) 3-13.
- [28] - T. R. SINCLAIR & P.D. JAMIESON, "Grain number, wheat yield, and bottling beer an analysis, Field", *Crops Research*, 98 (2006) 60-67.