

Repiquage du mil, une alternative pour améliorer la résilience aux risques pluviométriques en début de saison.

Ibrahim Kasso A. Rahamane^{1*}, Massaoudou Moussa², Zounon Christian Serge Félix², Baragé Moussa³, Mahamane Larwanou¹,

1. Département du Génie Rural et des Eaux et Forêts, Faculté d'Agronomie, Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger BP 10960, Niamey, Niger

2. Département de Gestion des Ressources Naturelles (DGRN), Institut National de la Recherche Agronomique du Niger (INRAN), BP 240 Maradi, Niger

3. Département des productions végétales, Faculté d'agronomie Université Abdou Moumouni de Niamey, BP.10960, Niamey, Niger.

Résumé :

L'agriculture nigérienne reste tributaire des conditions agro-climatiques, phytosanitaires et surtout pluviométriques très aléatoires donnant lieu à une récurrence de chocs liés à la fréquence des sécheresses, inondations et attaques des ennemis des cultures. En effet, l'installation de la culture de mil ne devient effective qu'après un ou plusieurs échecs de semis. Ceci engendre aux paysans, déjà meurtris par la pauvreté et la rareté des sources de revenus, des pertes énormes en semences et en ressources financières. Cette étude conduite dans la région de Maradi au Niger vise à étudier les options possibles permettant d'assurer une bonne installation de culture de mil par la combinaison de différentes dates de repiquage avec les premières pluies de la saison hivernale et l'effet de fertilisations sur les plants repiqués. Un essai de mil composé en Split Plot (5 traitements × 3 types de fertilité) a été mis en place au sein du CERRA/Maradi pendant les saisons pluvieuses 2019 et 2020. Les mesures effectuées au cours de l'essai ont porté sur la phénologie, les facteurs de croissance (talles totales et hauteurs de tiges) et les composantes du rendement à la récolte. Le repiquage des jeunes plants du mil a eu d'effets significatifs sur la phénologie, mais tend à réduire la production des talles totales et la hauteur des plants quand le séjour des plants à la pépinière est extrêmement important (35 jours et 50 jours respectivement pour T4 et T5). Quant au semis direct quelle qu'en soit la date, il a eu tendance à retarder le tallage et la montaison, l'épiaison et même la maturité sans pour autant affecter significativement la durée globale du cycle végétatif de mil. Les résultats deux années d'expérimentation ont montré que l'apport de Fumier + NPK + Urée permet d'obtenir les meilleurs rendements en biomasse de tiges et en grains par rapport au Fumier seul et témoin.

Mots clés : Repiquage, semis direct, mil, Maradi, Niger.

ABSTRACT

Niger's agriculture remains dependent on very random agro-climatic, phytosanitary and, above all, rainfall conditions, resulting in recurrent shocks linked to the frequency of droughts, floods and attacks by crop pests. Indeed, the installation of millet crops only becomes effective after one or more sowing failures. This results in enormous losses of seed and financial resources for farmers, who are already suffering from poverty and scarce sources of income. This study, conducted in the Maradi region of Niger, aims to investigate possible options for ensuring a good installation of the millet crop by combining different transplanting dates with the first rains of the winter season and the effect of fertilization on the transplanted plants. A split-plot compound millet trial (5 treatments × 3 fertility types) was set up at CERRA/Maradi during the 2019 and 2020 rainy seasons. Measurements during the trial included phenology, growth factors (total tillers and stem heights), and harvest yield components. Transplanting millet seedlings had significant effects on phenology, but tended to reduce total tillers and plant height when the stay of the seedlings in the nursery was extremely long (35 days and 50 days respectively for T4 and T5). As for direct seeding, whatever the date, it tended to delay tillering and bolting, heading and even maturity without significantly affecting the overall duration of the millet vegetative cycle. The results of two years of experimentation showed that the application of manure + NPK + Urea allows to obtain the best yields in stem biomass and grains compared to manure alone and control.

Key words: Transplanting, direct seeding, millet, Maradi, Niger.

Date of Submission: 12-02-2023

Date of Acceptance: 24-02-2023

I. Introduction

Le Niger est un pays sahélien avec une superficie de 1267000Km² dont les trois quarts désertiques, a une économie dominée par l'agriculture qui contribue à hauteur de 40 % au PIB (Ndiaye *et al.*, 2013) et représente le premier secteur générateur de revenu pour la population et pour l'Etat. Ce secteur agricole, qui n'exploite qu'environ 12% du territoire national (Guengant et Banoin, 2003), est confronté à des énormes problèmes dont entre autres la variabilité des pluies, les maladies et les insuffisances des intrants. Les contraintes majeures de l'agriculture nigérienne sont généralement la faible pluviométrie, la baisse de la fertilité des sols, les infestations parasitaires, les maladies des animaux, le manque d'aliment bétail et le faible pouvoir d'achat des populations rurales (Adoul Habouet *et al.*, 2016). En effet, l'installation tardive et aléatoire des pluies en début de saison constitue une grande contrainte difficile à maîtriser par les producteurs ces dernières années. Plusieurs chercheurs supposent que le changement du régime pluviométrique pourrait avoir un effet néfaste sur la production de céréales dans les décennies à venir (Sultan, 2012 ; Berg *et al.*, 2013) avec des possibilités d'atteindre des seuils critiques d'insécurité alimentaire dans de nombreuses régions de l'Afrique de l'Ouest (Roudier *et al.*, 2011 ; Sultan *et al.*, 2012).

Le début de la saison des pluies est généralement précédé d'une succession d'averses intermittentes séparées par des séquences sèches prolongées pouvant aller jusqu'à deux semaines ou plus (Sivakumar, 1992). Ce sont là des événements de faux départs de la saison des pluies (Salack *et al.*, 2012) dont les conséquences sont néfastes aux cultures en milieu paysan (Winkel et Do, 1992). La fin précoce est définie comme l'occurrence d'une pause pluviométrique d'une semaine ou plus observée sur un rayon d'au moins 70 km autour d'un pluviomètre et observée dans la période aout- septembre (Salack *et al.*, 2013). Les séquences sèches relatives aux faux départs sont celles dont la durée est supérieure ou égale à 15 jours, observées en mai-juin-juillet selon la zone, tandis que les fins précoces sont caractérisées par des séquences sèches de 8 à 14 jours observées entre aout et septembre. Bien qu'en début de saison des pluies (mai à juillet selon un gradient sud-nord et est-ouest), l'occurrence des pauses pluviométriques de 8 à 14 jours soit un événement assez fréquent dans certaines parties de la région (Salack *et al.*, 2012).

Les séquences sèches qui déterminent les risques potentiels de ressemis sont les pauses pluviométriques les plus longues observées sur les 30 jours après les semis. Du 1950-2010, les années ont été marquées par de faux départs et une fin précoce au Sénégal et au Niger (Salack *et al.*, 2012). De longues séquences sèches sont observées au début de la campagne agricole occasionnant des avortements ou des retards de semis. Ainsi des vents violents ensevelis également les jeunes pousses de mil par endroits donnant lieu à des ressemis (MAE, 2018).

Généralement, les paysans de la sous-région récoltent en octobre. La saison suivante, ils s'approprient à semer au moins sept mois après la dernière pluie de la saison précédente quelle que soit la date à laquelle une pluie efficace tombe. C'est le fameux septième mois très populaire et utilisé en milieu paysan des pays sahéliens. Ce septième mois correspond vaguement à la période des premières pluies qui tombent entre la fin avril et le début du mois de juin. Cette période est caractérisée par un déficit en humidité dans les basses couches atmosphériques (Janicot *et al.*, 2011) qui est souvent interrompu par des épisodes d'incursion de flux de mousson. Ces flux d'humidité causent des événements pluvio-orageux intermittents (Alhassane, 2013). Les paysans précieusement sèment de que la pluie tombe.

En général les producteurs qui arrivent à semer à bonne date parviennent à obtenir de bons rendements. Dans le contexte actuel des variations climatiques, installer la culture à bonne date en début de saison est fondamentale pour sécuriser la production. Plusieurs techniques sont développées par des paysans pour réussir leur campagne. Il s'agit des semis à sec, semis tardive, repiquage de plants manquants à partir des plants de poquets démarqués. La technique du repiquage peut être utilisée comme solution alternative pour assurer l'installation de céréale (mil) à bonne date afin de sécuriser la production. Très peu d'études ont été conduites sur le repiquage du mil. Cette étude vise à étudier les options possibles permettant d'assurer une bonne installation de culture de mil par la combinaison de différentes dates de repiquage avec les premières pluies de la saison hivernale et l'effet de fertilisations sur les plants repiqués.

II. Matériels et Méthodes

2.1. Site des essais

L'étude a été conduite à la station de Centre Régional de Recherche Agronomique de Maradi (CERRA / Maradi) situé au sud-ouest de la communauté urbaine de Maradi (chef-lieu de la région) à une altitude de 380 m entre 13° 30' latitude Nord et 7° 06' 06'' longitude Est. Le sol est de texture sablonneuse avec un faible niveau de fertilité. Le climat de la zone est de type sahélo soudanien caractérisé par une longue saison sèche d'Octobre à Mai et une saison pluvieuse de Juin à Septembre. Le régime annuel des vents se caractérise par l'alternance de la mousson et l'harmattan. Le premier venant du Sud-ouest, apporte des masses d'air humides. Le deuxième est un vent chaud et sec, soufflant du Nord est vers le Sud-ouest en saison sèche. Il est aussi observé des tempêtes de sable en début de la saison pluvieuse. Les précipitations varient entre 350 et 650 mm de pluie par an. Pendant

les deux années d'expérimentation 2019 à 2020, les pluviosités annuelles sont respectivement de 520 et 668 mm.

2.2. Installation des pépinières

Deux pépinières, de superficie 8 m² (2m x 4m) chacune, ont été installées avant la première pluie pendant la période du 20 à 30 Mai du 2019 et 2020. Un apport de 16Kg d'engrais et 400g du NPK organique minéral par pépinière avant le semis. Le semis a été fait après un léger binage à raison de 300g de semences par pépinière. L'arrosage a été effectué en fonction du besoin des plants. Le matériel végétal est la variété locale du mil de Sadoré.

2.3. Dispositif et traitements expérimentaux

Les essais ont été mis en place entre 2019 et 2020. Le dispositif expérimental est un factoriel à 4 répétitions comprenant chacun 5 parcelles (2 traitements de semis direct et 3 traitements de repiquage) de 9m x 6m, soit une superficie de 34 m² par parcelle. Les écartements sont de 0,75mx0,5m soit une densité de densité de 26 000m²/ha. Les 5 traitements sont : T1(Semis direct dès les premières pluies, =semis précoce), T2 (1^{er} Repiquage à la première pluie après 20 jours de pépinière=Repiquage précoce), T3 (Semis direct au premier repiquage même jour que T2=Semis tardif) T4 (Repiquage à la première pluie après 35 jours de pépinière) et T5 (Repiquage à la première pluie après 50 jours de pépinière) = Repiquages tardifs.

Les fertilisants utilisées sont les engrais organique et minéral. En effet, pour l'engrais organique le Fumier et l'engrais minéral le NPK (15-15-15) ont été appliqués par poquet dans trous de zaï de 20cm de profondeur très tôt en début de la saison avant la première pluie en microdose en raison de 200g par poquet pour le Fumier et 6g par poquet pour le NPK. Quant à l'Urée a été appliqué en raison de 6g par poquet soit 160kg/ha pendant la montaison.

Mesures et observations

Les observations et les mesures (croissance et rendements) ont été portées sur l'ensemble des parcelles. Pour mieux s'assurer du suivi de semis jusqu'à la récolte, des carrés de rendements (1m x 1m) ont été choisis puis étiquetés par des piles de couleurs différentes. Chaque couleur correspond à un poquet. Dans chaque parcelle, 6 carrés de rendements ont été choisis au hasard en raison de 6 poquets par carré de rendement (6 X 5 X 4= 120 Carrés de rendement soit 720 poquets suivis). Les mesures de croissances ont été portées sur la hauteur et le nombre des talles et/ou tiges respectivement par mesure avec une règle graduée de 4m de long et par comptage des talles et/ou tiges chaque semaine.

Pour le rendement, les grains ont été séparés des fanes puis séchés pendant 30 jours au soleil. Pour les fanes, la biomasse totale de l'ensemble des poquets du carré de rendement a été pesé, puis un échantillon des fanes a été prélevé, pesé à l'état frais puis mis dans une étuve pendant 72 heures puis pesé son poids sec. Ce dernier a permis de déterminer la biomasse sèche totale par carrée de rendement selon la formule : $BST = BFT \times \text{Taux de conversion}$

avec $\text{Taux} = \frac{\text{Biomasse sèche de l'échantillon}}{\text{Biomasse fraîche de l'échantillon}}$ et $BST = \text{biomasse sèche totale}$ et $BFT = \text{biomasse fraîche totale}$

2.4. Analyse physico-chimique des sols d'expérimentation

2.4.1. Méthode d'échantillonnage des sols

Les échantillons des sols ont été prélevés à la tarière en 2019 et 2020 dans chaque placette sur une profondeur de 0-20cm aux quatre angles et au centre de la placette. Au total 10 échantillons composites ont été constitués par un mélange des échantillons prélevés. Une quantité de 500g a été prélevée par échantillon composite puis emballée pour déterminer les caractéristiques physicochimiques des sols. Les analyses ont été effectuées dans les laboratoires de l'Université Umar Mussa Yar'Adua de Katsina et l'Université de Ahmed Bello de Zaria au Nigeria. Les paramètres à déterminés sont la granulométrie (Argile, Limon, Sable fin et Sable grossier), le pH, le carbone organique, la matière organique l'azote total, le phosphore assimilable, les bases échangeables (Calcium, Magnésium, Potassium et Sodium), la somme des bases échangeables et le rapport Carbone sur azote(C/N).

3.4.2. Caractéristiques physicochimiques des sols

La granulométrie a été déterminée selon la méthode de la pipette de Robinson qui a permis de séparer et de mesurer les fractions granulométriques suivantes : argiles (<2 µm), limons fins (2-20 µm), sables fins (50-200 µm) et sables grossiers (200-2000 µm).

Les bases échangeables (Ca, Mg, K et Na) ont été obtenues à l'aide de la fluorescence X à dispersion d'énergie Thermo Fisher Scientific (EDXRF) selon la norme de référence de l'Institut Internationale d'Énergie Atomique (IAEA). L'analyse a été effectuée en utilisant la méthode standard qui est de 80 % de précision par rapport à la méthode standard moins de 50 % de précision. L'échantillon de sol d'un poids de 2g été broyé en une poudre

fine à l'aide d'un mortier et d'un pistolet puis versés dans un porte-échantillon et recouverts de coton pour éviter la pulvérisation. Le fond du porte-échantillons est en polypropylène qui est un thermoplastique. Les porte-échantillons contenant l'échantillon ont été exécutés sous vide ou à l'air pendant 10 minutes et ils ont été insérés dans le spectromètre XRF pour l'analyse élémentaire. La méthode a été calibrée à l'aide d'un calibrage géologique ou biologique. L'analyse a été effectuée sous forme élémentaire. Les échantillons ont été autorisés à fonctionner dans le spectromètre EDXRF pendant 10 minutes chacun, après quoi les résultats ont été obtenus.

Le pH-eau a été mesuré à l'aide d'un pH mètre dans un rapport 1/2,5 par lecture directe en utilisant une électrode électronique dans une suspension de sol diluée à l'eau distillé (Mathieu et Pieltain, 2003).

Le carbone organique a été déterminé par la méthode de walkley et Black (1934) et la teneur en matière organique a été déterminée par la formule suivante : $MO (\%) = [(Pi-Pf) / Pi] \times 100$ et $C (\%) = MO (\%) / 1,724$ avec : Pi = le poids initial de la prise d'essai, Pf : le poids final d'essai après calcination.

L'azote total a été déterminé d'abord par minéralisés des échantillons de sols à l'aide d'un mélange H_2SO_4 - $Se-H_2O_2$ à 450 °C pendant 4 h (Bremner, 1965). Puis, la teneur en N dans les minéralisats a été déterminée à l'aide d'un colorimètre automatique (Skalar SANplus Segmented flow analyzer, Model 4000-02, Breda, Holland).

Le phosphore assimilable a été déterminé par la méthode Bray1 (Bray et Kurtz, 1945) ; le sol est attaqué par la solution Bray1 ($xNH_4F + y HCl$) à pH 1,5 ; le filtrat est mélangé avec l'acide borique, l'acide ascorbique et la solution sulfomolybdique ; ce mélange placé au bain-marie à 85 °C pendant 10 minutes se colore en bleu ; il est lu au colorimètre à 665nm.

2.5. Analyse des données

Les données collectées ont été saisies avec *le logiciel Excel 2010*. Ce dernier a permis aussi d'analyser certaines données et l'élaboration des graphiques. Puis, les composantes du rendement ont été analysées à l'aide d'un logiciel Minitab 16 par une analyse de variance (ANOVA) associée avec General Linear Model (GLM) pour l'interaction entre les traitements avec fertilisants et Type de semis. Les différentes probabilités ont été appréciées au seuil de 5%.

III. Résultats

3.1. Caractéristiques du sol des sites avant et après l'installation d'essai

Les sols du site d'expérimentation sont à texture sablo-limoneuse (tableau 1). Pendant la deuxième année d'essai (2020), les teneurs en argile, limon et sable ont presque augmenté surtout le site. Cependant, seuls les teneurs en argile et en limon sont significativement différents respectivement en 2019 et en 2020 pour tous les traitements.

Tableau 1 : Caractéristiques physiques horizon 0-20cm des sols expérimentaux 2019-2020

Traitements	T1	T2	T3	T4	T5	Probabilité
Paramètres en 2019						
Argile	2,8±0,14a	2±0,14b	2,1±0,14ab	1,9±0,14b	1,7±0,28b	0,011
Limon	3,8±0,28	4,1±0,14	4,7±0,28	4,1±0,7	4,3±0,56	0,208
Sable fin	40,3±0,42	41,2±0,14	36,6±1,6	37,2±4,3	35,9±2,4	0,232
Sable grossier	53,1±5,5	52,7±2,8	56,6±4,3	56,3±4,6	56,6±5,5	0,83
Paramètres en 2020						
Argile	2,1±0,14a	2,1±0,42a	2±0,14a	1,7±0,28a	1,9±0,28a	0,605
Limon	4,2±0,28b	4,5±0,28ab	4,9±0,14ab	5,3±0,28a	5,1±0,14ab	0,027
Sable fin	38,6±0,28a	33,2±1,13a	34,1±4,10a	33,6a±2,82a	34,2±3,11a	0,37
Sable grossier	55±7,07a	60,2±3,96a	59±1,41a	59,4±0,84a	58,8±1,55a	0,694

T1 : Semis direct dès les premières pluies (semis précoce), T2 : 1^{er} Repiquage à la première pluie après 20 jours de pépinière (Repiquage précoce), T3 : Semis direct au premier repiquage même jour que T2 (Semis tardif), T4 : Repiquage à la première pluie après 35 jours de pépinière et T5 : Repiquage à la première pluie après 50 jours de pépinière.

3.2. Caractéristiques chimiques horizon 0-20cm des sols expérimentaux

Les pH des différentes parcelles d'expérimentales ont varié de 4,7 à 5,1 en première année d'essai (tableau 2). En 2020, les pH ont varié de 4,7 à 4,9. On note une diminution de pH dans toutes les parcelles de site. Le test statistique n'a relevé aucune différence significative de teneur en pH entre les parcelles. Les valeurs de phosphore assimilable ne sont pas aussi statiquement différentes entre les parcelles. Cependant, les plus

grandes valeurs en phosphore assimilable ont été enregistrées en 2019 avec le T4(4,1g/kg-1) et en 2020 avec T1 (4,8g/kg-1). Pour les valeurs de Carbone organique, l'azote Total, de Matière organique et des bases échangeables (Ca, Mg, K,Na) sont significativement différents entre les traitements pour les deux années d'expérimentation (P=0,000). On note une diminution des paramètres chimiques pour toutes les parcelles de site de 2019 à 2020. Ainsi les teneurs en carbone, en matièreorganique et en azoteles plus grandes sont enregistrées en 2019 avec respectivement 0,51 g/kg-1(T4), 0,88g/kg-1(T4) et 0,9 (T1).

Tableau 2 : Caractéristiques chimiques horizon 0-20cm des sols expérimentaux 2019-2020

	T1	T2	T3	T4	T5	Probabilité
Paramètres 2019						
pH eau	5,1±0,56a	5,1±0,70a	5,1±0,42a	4,7±0,14a	4,8±0,42a	0,856
C.org(g/kg-1)	0,456±0,0014c	0,479±0,0014b	0,509±0,0014a	0,512±0,0028a	0,231±0,0014d	0,000
P-Bray1 (g/kg-1)	3,8±0,14a	3,9±0,42a	3,7±0,28a	4,1±0,14a	3,9±0,28a	0,692
Total-N (g/kg-1)	0,945±0,014a	0,444±0,002d	0,661±0,0014b	0,649±0,005b	0,496±0,004c	0,000
M.O	0,784±0,002c	0,823±0,002b	0,875±0,002a	0,880±0,004a	0,397±0,002d	0,000
C/N	0,48±0,008d	1,07±0,01a	0,77±0,0004c	0,78±0,002b	0,46±0,001e	0,000
Ca (mEq/100 g de sol)	0,075±0,00071d	0,597±0,0007c	1,108±0,0007b	0,055±0,0007e	3,875±0,0001a	0,000
K (mEq/100 g de sol)	0,035±0,0007e	0,397±0,0007a	0,171±0,0007c	0,053±0,0007d	0,25±0,007b	0,000
Mg (mEq/100 g de sol)	0,075±0,0007d	0,597±0,001b	0,108±0,002c	0,055±0,0028e	1,08±0,007a	0,000
Na (mEq/100 g de sol)	0,075±0,0014c	0,597±0,0007a	0,108±0,0007b	0,055±0,001d	0,075±0,0007c	0,000
S (Ca, K, Mg, Na)	0,26±0,0071d	2,188±0,0007b	1,495±0,0014c	0,218±0,0007e	5,28±0,0071a	0,000
Paramètres 2020						
pH eau	4,9±0,14a	4,6±0,14a	4,7±0,14a	4,9±0,14a	4,7±0,28a	0,439
C.org(g/kg-1)	0,437±0,0a	0,305±0,001b	0,179±0,00d	0,213±0,0014c	0,134±0,0014e	0,000
P-Bray1 (g/kg-1)	3,89±0,028	3,4±0,141	3,6±0,141	3,5±0,141	3,9±0,282	0,093
Total-N (g/kg-1)	0,639±0,001b	0,483±0,002e	0,598±0,002c	0,747±0,002a	0,526±0,002d	0,000
M.O	0,75±0,00a	0,52±0,002b	0,30±0,00d	0,36±0,002c	0,23±0,002e	0,000
C/N	0,68±0,00a1	0,63±0,0007b	0,29±0,001c	0,28±0,0008d	0,25±0,004e	0,000
Ca (mEq/100 g de sol)	0,121±0,0021e	0,608±0,0007c	1,117±0,0014b	0,308±0,0014d	1,543±0,0007a	0,000
K (mEq/100 g de sol)	0,068±0,0021d	0,516±0,0007a	0,208±0,0014c	0,435±0,0014b	0,208±0,0021c	0,000
Mg (mEq/100 g de sol)	0,117±0,0007c	0,608±0,0007a	0,543±0,0007b	0,117±0,0014c	0,543±0,0007b	0,000
Na (mEq/100 g de sol)	0,107±0,007d	0,722±0,001a	0,107±0,0014d	0,347±0,001c	0,443±0,007b	0,000
S (Ca, K, Mg, Na)	0,413±0,0014e	2,454±0,0141c	1,975±0,002d	1,207±0,0021b	2,737±0,0021a	0,000

C.org : Carbone organique, P-Bray1 : Phosphore Bray1, Total-N : Azote total, M.O : Matière organique, Ca : Calcium, K: Potassium, Mg : Magnésium, Na : Sodium, S(Ca, K, Mg, Na) : Somme des bases échangeables, T1 : Semis direct précoce dès les premières pluies, T2 : 1^{er} Repiquage précoce à la première pluie après 20 jours de pépinière , T3 : Semis direct tardif au premier repiquage même jour que T2, T4 : Repiquage à la première pluie après 35 jours de pépinière et T5 : Repiquage à la première pluie après 50 jours de pépinière.

3.3. Effet de type de semis et defertilisants sur la croissance moyenne des plants

3.3.1. Effet de fertilisants et de type de semis sur 50% tallage

Le type de semis et l'apport de fertilisants (tableau 3) ont eu un effet significatif sur le cycle de tallage (P=0,001). Ainsi l'apport du Fumier + NPK + Urée du repiquage tardif a enregistré le moins de nombre de jours au tallage. Le repiquage a tendance de réduire le nombre de jour jusqu'à 21%.

Tableau3 :Effet de fertilisants et type de semis sur 50% tallage

Fertilisants	Années	Moyenne de 50% tallage				
		T1	T2	T3	T4	T5
Fumier + NPK	2019	42±0	22±1	33±0	17±0	18±1
	2020	42±2	33±3	37±2	24±6	14±2
Témoin	2019	46±0	24±1	35±0	18±0	20±2
	2020	44±2	37±3	39±2	28±7	17±1
Fumier+NPK+Urée	2019	43±0	21±1	32±0	14±0	18±1
	2020	42±2	33±3	37±2	25±5	13±2
Fumier+NPK	2019-2020	42±1	28±6	35±2	21±5	16±2
Témoin	2019-2020	45±2	31±7	37±2	23±7	18±2

Fumier+NPK+Urée	2019-2020	42±1	27±7	34±3	20±7	16±3
Analyse de variance		Df	Value			
Années		1	<0,000			
Type de semis		4	<0,000			
Fertilisants		2	<0,000			
Années*Type de semis		4	<0,000			
Années*Fertilisants		2	<0,652			
Type de semis*Fertilisants		8	<0,990			
Type de semis*Fertilisants*Années		8	<0,735			

T1 : Semis direct précoce dès les premières pluies, T2 : 1^{er} Repiquage précoce à la première pluie après 20 jours de pépinière, T3 : Semis direct tardif au premier repiquage même jour que T2, T4 : Repiquage à la première pluie après 35 jours de pépinière et T5 : Repiquage à la première pluie après 50 jours de pépinière.

3.3.2. Effet de fertilisants et de type de semis sur 50%Montaison

Le tableau 2 montre l'effet de fertilisants et de type de semis sur le nombre de jours à la montaison. Les facteurs années, type de semis et fertilisants ont eu un effet significatif sur la durée de 50% montaison (P=0,000). Il ressort de l'analyse de variance que les traitements T5, T4 et T2 ont enregistré la durée moyenne à 50% montaison la plus courte avec respectivement 23±3, 28±6 et 40±6 jours en moyennecomparativement aux T3 (50±2 jours) et T1 (60±4 jours). Ainsi l'apport de fertilisants Fumier+ NPK + Urée a tendance d'augmenter l'accroissance des plants à la montaison que le traitement Fumier + NPK et témoin.

Tableau 2 :Effet de fertilisants et type de semis sur 50% montaison

Fertilisants	Années	Moyenne de 50% montaison (jours)				
		T1	T2	T3	T4	T5
Fumier + NPK	2019	61±3	37±0	49±0	24±1	24±1
	2020	57±2	48±6	52±0	32±5	24±3
Témoin	2019	61±4	39±0	50±0	25±1	25±1
	2020	59±2	50±5	54±1	36±5	25±4
Fumier + NPK+Urée	2019	63±3	36±0	48±0	23±1	24±1
	2020	57±1	44±6	51±2	32±5	23±4
Fumier + NPK	2019-2020	59±3	42±7	51±2	28±5	24±2
Témoin	2019-2020	60±3	44±6	52±2	31±7	25±3
Fumier + NPK + Urée	2019-2020	60±4	40±6	50±2	28±6	23±3
Analyse de variance		Df	P Value			
Années		1	<0,000			
Type de semis		4	<0,000			
Fertilisants		2	<0,001			
Années*Type de semis		4	<0,000			
Années*Fertilisants		2	<0,151			
Type de semis*Fertilisants		8	<0,594			
Type de semis*Fertilisants*Années		8	<0,974			

T1 : Semis direct précoce dès les premières pluies, T2 : 1^{er} Repiquage précoce à la première pluie après 20 jours de pépinière, T3 : Semis direct tardif au premier repiquage même jour que T2, T4 : Repiquage à la première pluie après 35 jours de pépinière et T5 : Repiquage à la première pluie après 50 jours de pépinière.

3.3.3. Effet de fertilisants et de type de semis sur l'épiaison

Le type de semis a affecté significativement la durée de 50% épiaison (P=0,000). Les résultats de l'analyse de variance montrent aussi que les facteurs années et fertilisants n'ont pas un effet significatif sur la durée de 50% épiaison (tableau 3). Cependant, le fertilisant Fumier + NPK + Urée des traitements T5, T4 et T2 a enregistré le moins des jours à l'épiaison avec respectivement 37±6, 42±5 et 51±2. Le repiquage réduit la durée d'épiaison des plants repiqués jusqu'à 43% par rapport aux plants du semis direct.

Tableau 3 : Effet de fertilisants et type de semis sur 50% épiaison

Fertilisants	Années	Moyenne de 50% épiaison (jours)				
		T1	T2	T3	T4	T5
Fumier + NPK	2019	81±2	51±0	63±0	40±5	39±4
	2020	75±2	52±4	68±17	47±4	39±7
Témoin	2019	82±4	52±0	65±0	41±5	40±4
	2020	77±2	56±5	69±16	49±3	42±7
Fumier + NPK + Urée	2019	80±2	50±0	62±0	39±5	37±3
	2020	73±2	51±3	72±1	44±4	36±8
Fumier + NPK	2019-2020	78±4	51±3	66±11	43±6	39±5
Témoin	2019-2020	79±4	54±4	67±11	45±6	41±5
Fumier + NPK + Urée	2019-2020	76±4	51±2	67±5	42±5	37±6
Analyse de variance			Df		P Value	
Années			1		<0,092	
Type de semis			4		<0,000	
Fertilisants			2		<0,072	
Années*Type de semis			4		<0,001	
Années*Fertilisants			2		<0,896	
Type de semis*Fertilisants			8		<0,992	
Type de semis*Fertilisants*Années			8		<0,986	

T1 : Semis direct précoce dès les premières pluies, T2 : 1^{er} Repiquage précoce à la première pluie après 20 jours de pépinière, T3 : Semis direct tardif au premier repiquage même jour que T2, T4 : Repiquage à la première pluie après 35 jours de pépinière et T5 : Repiquage à la première pluie après 50 jours de pépinière.

3.3.4. Effet de fertilisants et de type de semis sur 50% floraison

Le tableau 4 montre une variation significative du nombre moyen de jours de 50% floraison entre le type de semis (P=000). Par contre, l'apport de fertilisants n'apas eu d'effet sur le stade du floraison (P=0,256). Néanmoins, les traitements T4, T5 et T2 du Fumier + NPK + Urée ont enregistré moins de jours à la floraison avec respectivement 42±3, 46±3 et 57±3 comparativement aux traitements T3(74±4) et T1(82±5) durant les deux campagnes 2019-2020.

Tableau 4: Effet de fertilisants et type de semis sur 50% floraison

Fertilisants	Années	Moyenne de 50% Floraison (jours)				
		T1	T2	T3	T4	T5
Fumier + NPK	2019	87±2	61±3	70±0	48±3	48±2
	2020	79±2	55±4	80±2	52±3	49±5
Témoin	2019	88±3	63±2	70±0	50±3	49±1
	2020	81±3	59±5	82±2	39±16	49±5
Fumier + NPK + Urée	2019	87±1	59±2	71±0	48±3	47±2
	2020	78±2	54±2	78±1	51±2	45±5
Fumier + NPK	2019-2020	83±5	58±4	75±5	50±3	49±3
Témoin	2019-2020	85±5	61±4	76±7	44±12	49±4
Fumier + NPK + Urée	2019-2020	82±5	57±3	74±4	42±3	46±3
Analyse de variance			Df		P Value	
Années			1		<0,101	
Type de semis			4		<0,000	
Fertilisants			2		<0,256	
Années*Type de semis			4		<0,000	
Années*Fertilisants			2		<0,442	
Type de semis*Fertilisants			8		<0,039	
Type de semis*Fertilisants*Années			8		<0,013	

T1 : Semis direct précoce dès les premières pluies, T2 : 1^{er} Repiquage précoce à la première pluie après 20 jours de pépinière, T3 : Semis direct tardif au premier repiquage même jour que T2, T4 : Repiquage à la première pluie après 35 jours de pépinière et T5 : Repiquage à la première pluie après 50 jours de pépinière.

3.3.5. Effet de fertilisants et de type de semis sur 50% grainaison

Le nombre du jour moyen de 50% grainaison est illustré dans la figure 5. L'analyse de variance montre une différence significative du nombre des jours de 50% grainaison entre le type de semis et l'apport de fertilisants (P=0,001). Ainsi l'apport du fumier + NPK + Urée a permis d'enregistrer le nombre moyen de 50% grainaison le plus court avec les traitements T5, T4 et T2 respectivement 55±4, 57±3 et 66±4 jours comparativement aux T3(83±5jours) et T1 (91±4jours).

Tableau 5 :

Fertilisants	Années	Moyenne de 50% Grainaison (jours)				
		T1	T2	T3	T4	T5
Fumier + NPK	2019	96±1	69±0	79±1	55±2	55±1
	2020	82±17	65±3	89±0	60±4	57±3
Témoin	2019	96±2	71±0	81±2	58±0	56±1
	2020	92±4	67±4	92±0	63±5	60±4
Fumier + NPK + Urée	2019	95±1	69±0	78±2	55±2	55±1
	2020	88±3	63±4	87±0	58±4	56±5
Fumier + NPK	2019-2020	89±13	67±3	84±5	57±4	56±2
Témoin	2019-2020	94±4	69±3	86±6	61±4	58±3
Fumier + NPK + Urée	2019-2020	91±4	66±4	83±5	57±3	55±4
Analyse de variance			Df	P Value		
Années			1	<0,399		
Type de semis			4	<0,000		
Fertilisants			2	<0,000		
Années*Type de semis			4	<0,000		
Années*Fertilisants			2	<0,214		
Type de semis*Fertilisants			8	<0,940		
Type de semis*Fertilisants*Années			8	<0,624		

T1 : Semis direct précoce dès les premières pluies, T2 : 1^{er} Repiquage précoce à la première pluie après 20 jours de pépinière, T3 : Semis direct tardif au premier repiquage même jour que T2, T4 : Repiquage à la première pluie après 35 jours de pépinière et T5 : Repiquage à la première pluie après 50 jours de pépinière.

3.3.6. Effet de fertilisants et de type de semis sur 50% maturité

Le type de semis et l'apport des fertilisants ont eu un effet significatif sur la durée de nombre de jours de 50% maturité avec respectivement des probabilités (tableau 6). Ainsi les traitements T5, T4 et T2 ont enregistrés le nombre moyen de jour 50% maturité les plus courts avec respectivement 63±3, 66±6 et 77±4 avec l'apport du Fumier +NPK + Urée. Le repiquage a tendance à réduire le cycle des stades phénologiques des plants repiqués jusqu'à 32% comparativement au semis direct.

Tableau 6 : Effet de fertilisants et type de semis sur

Fertilisants	Années	Moyenne de 50% maturité (jours)				
		T1	T2	T3	T4	T5
Fumier + NPK	2019	104±1	81±6	88±0	64±1	62±1
	2020	96±2	75±3	97±0	69±3	64±5
Témoin	2019	103±1	79±0	88±2	64±0	63±1
	2020	95±1	75±5	95±0	71±3	67±7
Fumier + NPK + Urée	2019	103±1	80±6	86±1	62±1	62±1
	2020	98±2	75±1	102±0	70±7	65±4
Fumier + NPK	2019-2020	100±4	78±5	93±5	66±3	63±3
Témoin	2019-2020	99±5	77±4	92±4	67±4	65±5

Fumier + NPK + Urée	2019-2020	100±3	77±4	94±8	66±6	63±3
Analyse de variance			Df	P_Value		
Années			1	<0,008		
Type de semis			4	<0,000		
Fertilisants			2	<0,774		
Années*Type de semis			4	<0,000		
Années*Fertilisants			2	<0,036		
Type de semis*Fertilisants			8	<0,603		
Type de semis*Fertilisants*Années			8	<0,531		

T1 : Semis direct précoce dès les premières pluies, T2 : 1^{er} Repiquage précoce à la première pluie après 20 jours de pépinière, T3 : Semis direct tardif au premier repiquage même jour que T2, T4 : Repiquage à la première pluie après 35 jours de pépinière et T5 : Repiquage à la première pluie après 50 jours de pépinière.

3.4. Effet de fertilisants et de type de semis sur la hauteur

Les résultats de l'analyse de la figure 1 montrent que le type de semis et l'apport de fertilisants ont un effet significatif sur la hauteur du mil ($P < 0,001$). Ainsi la hauteur moyenne la plus élevée est obtenue avec le traitement T1 suivi des T2, T3, T4 et T5 de fertilisant Fumier + NPK + Urée avec respectivement 241 ± 52 , 231 ± 36 , 191 ± 35 , 181 ± 28 et 174 ± 35 jours.

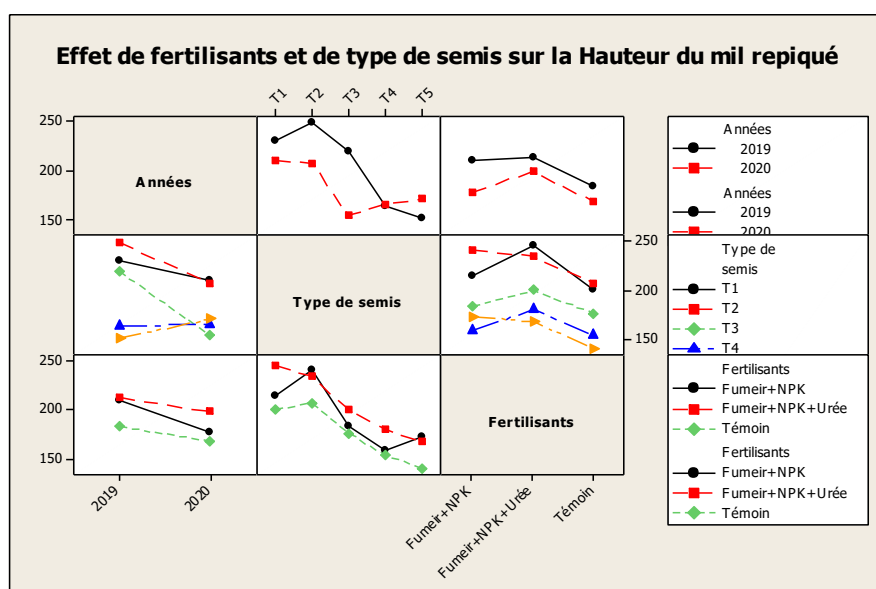


Figure 1 : Effet de fertilisants et type de semis sur la hauteur

3.5. Effet de fertilisants et de type de semis sur le nombre de talles

La figure 2 montre une variation significative du nombre de talles entre le type de semis et l'apport de fertilisants pour les campagnes agricoles 2019 à 2020 ($P < 0,000$). Les résultats montrent que l'interaction entre années, type de semis et fertilisants n'a pas affecté significativement le nombre moyen de talles par poquet. Néanmoins, le nombre moyen de talles maximal est obtenu avec le semis précoce (T1=9±4 talles) du traitement Fumier + NPK + Urée contre 4±1 talles pour le T4.

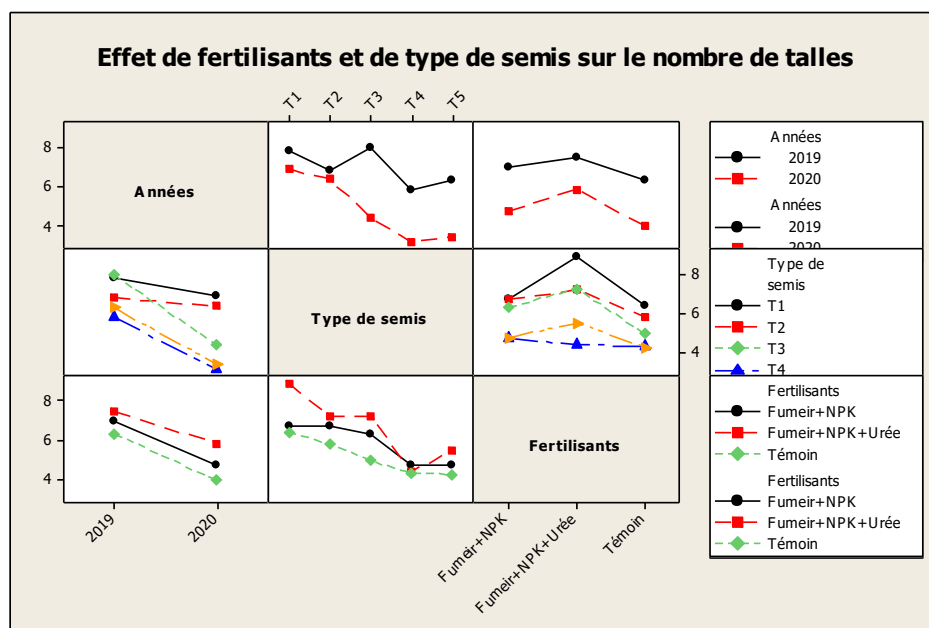


Figure 2 : Effet de fertilisants et type de semis sur le nombre de talles

3.6. Effet de fertilisants et type de semis sur le rendement moyen en tiges

Les résultats de l'analyse montrent que le type de semis et les différents apports de fertilisants ont eu un effet significatif sur le rendement moyen en tiges durant les deux années d'expérimentations (tableau 7). L'interaction type de semis et apport de fertilisants n'a pas affecté significativement le rendement global en tiges de 2019 à 2020 ($P < 0,083$). Néanmoins, le rendement maximal en tiges a été enregistré avec le semis précoce (T1=7698±2201) de Fumier + NPK + Urée. Quant au rendement minimal, il a été obtenu avec le traitement témoin du repiquage tardif (T5=2313±1717).

Tableau 7: Effet de fertilisants et type de semis sur le rendement moyen en tiges

Fertilisants	Années	Moyenne de Poids sec de tiges (kg/ha)				
		T1	T2	T3	T4	T5
Fumier+NPK	2019	7023±1089	8242±234	6308±1298	6844±1446	5397±481
	2020	6406±1424	6521±3584	3705±1641	2969±834	3453±2727
Fumier+NPK+Urée	2019	8107±645	7722±1231	8161±872	7315±1319	7007±1178
	2020	7493±2700	6653±3473	6957±1728	5478±1694	3867±1365
Témoin	2019	3155±1670	2801±1339	2390±1124	3207±1239	4158±1635
	2020	2917±1130	2699±2139	2275±1259	2433±2063	1391±754
Fumier+NPK	2019-2020	6612±1306	7095±2984	4572±1953	4261±2157	4101±2390
Fumier+NPK+Urée	2019-2020	7698±2201	7009±2892	7359±1568	6090±1766	4914±1988
Témoin	2019-2020	2996±1260	2733±1844	2313±1165	2691±1809	2313±1717
Analyse de variance		Df	P Value			
Années			1	<0,000		
Type de semis			4	<0,002		
Fertilisants			2	<0,000		
Années*Type de semis			4	<0,141		
Années*Fertilisants			2	<0,173		
Type de semis*Fertilisants			8	<0,083		
Type de semis*Fertilisants*Années			8	<0,822		

T1 : Semis direct précoce dès les premières pluies, T2 : 1^{er} Repiquage précoce à la première pluie après 20 jours de pépinière, T3 : Semis direct tardif au premier repiquage même jour que T2, T4 : Repiquage à la première pluie après 35 jours de pépinière et T5 : Repiquage à la première pluie après 50 jours de pépinière.

3.7. Effet de fertilisants et type de semis sur le rendement grains (kg/ha)

Le type de semis et l'apport de fertilisants ont eu d'effet significatif sur le rendement moyen en grains pour les deux années ($P < 0,000$). Les résultats deux années d'expérimentation ont montrés que le traitement T1 a le plus important rendement en grain suivi T2, T4, T3 et T5 avec respectivement 3614±1133, 3385±1052,

2795±1193 et 1770±733. Ainsi l'apport de Fumier + NPK + Urée présente les meilleurs de résultats (Tableau 8).

Tableau 8 : Effet de fertilisants et type de semis sur le rendement en grains

Fertilisants	Années	Rendement moyen en grains (Kg/ha)				
		T1	T2	T3	T4	T5
Fumier+NPK	2019	3500±572	4208±502	3255±364	2109±729	2345±901
	2020	2939±714	2550±1436	902±359	1257±636	1483±461
Fumier+NPK+Urée	2019	4319±796	4200±286	3894±897	2993±1550	2450±639
	2020	3261±1149	2977±1064	2071±664	2697±1084	1212±595
Témoin	2019	1342±555	1541±592	943±395	674±284	459±103
	2020	975±393	1017±322	660±268	587±317	647±295
Fumier+NPK	2019-2020	3126±700	3103±1430	1687±1208	1541±761	1770±733
Fumier+NPK+Urée	2019-2020	3614±1133	3385±1052	2679±1142	2795±1193	1624±842
Témoin	2019-2020	1097±463	1192±478	755±328	616±296	584±258
Analyse de variance			Df	P Value		
Années			1	<0,000		
Type de semis			4	<0,000		
Fertilisants			2	<0,000		
Années*Type de semis			4	<0,026		
Années*Fertilisants			2	<0,000		
Type de semis*Fertilisants			8	<0,015		
Type de semis*Fertilisants*Années			8	<0,539		

T1 : Semis direct précoce dès les premières pluies, T2 : 1^{er} Repiquage précoce à la première pluie après 20 jours de pépinière, T3 : Semis direct tardif au premier repiquage même jour que T2, T4 : Repiquage à la première pluie après 35 jours de pépinière et T5 : Repiquage à la première pluie après 50 jours de pépinière.

IV.DISCUSSION

4.1Caractéristiques de sol

L'analyse chimique de sol du site d'expérimental a montré que le pH varie de 4,7 à 5,1 en 2019 et 4,6 à 4,9 en 2020. Ces valeurs du pH montrent que le sol du site est fortement acide. On note aussi une diminution des valeurs de pH de 2019 à 2020. Cette diminution du pH sur les parcelles expérimentales explique l'effet acidifiant des engrais chimiques apportés sur ce sol. Ces résultats corroborent ceux de Wang et al. (2010) qui ont signalé que le pH du sol tend à diminuer dans une moindre mesure avec l'apport de fumure minérale. Le même constat a été fait par Iliassou, (2017) sur le sol au Burkina Fasso. Par contre, Traoré (2015) a montré que les valeurs du pH du sol pourraient augmenter avec l'apport d'engrais minéral. Yao (2015) avait trouvé aussi une augmentation du pH de 5,25 à 5,73 sur le site de la station de Farako-Bâ au Burkina Fasso. Tous ceux auteurs affirment que l'apport d'engrais minéral pourraient diminuer l'acidité du sol.

L'analyse statistique des paramètres chimiques montrent des différences significatives entre les traitements pour les deux années d'expérimentation sauf le pH et le phosphore assimilable. Néanmoins, en 2019 et 2020 les parcelles de repiquages tardifs ont les plus grandes valeurs de phosphore assimilable respectivement avec T4 (4,1) et T5 (3,9). On note une diminution des paramètres chimiques pour toutes les parcelles de site de 2019 à 2020. Ces résultats montrent que les teneurs en élément chimique du sol de ce site sont en régression. Balesdent et al. (2000) ont rapporté que la mise en culture continu sur un même site entraîne une baisse annuelle de -2 à -4% par an selon les situations agro-écologiques. La teneur en azote la plus élevée dans la parcelle T1 en 2019. Les résultats obtenus sur ce site montrent que les teneurs en ces éléments sont supérieures à celles obtenues par Issaka (2001) sur les sols jigawa à une profondeur de 5 à 20 cm dans la même région d'étude (C= 0,06 à 0,07% ; N=0,02 à 0,023% ; K=0,03 à 0,04 méq/100g).

Les meilleurs résultats en croissance et en rendement sont dus non seulement par l'apport des fertilisants et de type de repiquage mais aussi par la nature du sol. La majorité des sols qui ont une pauvreté naturelle donnent des bons rendements par différent pratique d'amélioration de la fertilité. Le repiquage réagit positivement à l'apport de fertilisant comme le souligne Ouattara (2007).

4.2. Effet des fertilisants et de type de semis sur la croissance du mil

Le type de semis et l'apport de fertilisants ont eu un effet significatif sur le cycle de végétatifs du mil ($P < 0,000$). Ainsi, la durée de tous les paramètres phénologiques a augmenté pour les semis directs (T1 et T3) comparativement aux repiquages (T2, T4 et T5) qui a diminué. Le repiquage tardif (T5) a enregistré moins des jours aux différentes stades du cycle végétatif avec un apport de Fumier + NPK + Urée. Cela pourrait être dû à l'effet que les plants repiqués ont déjà séjourné à la pépinière avant la transplantation et cherchent à rattraper leur cycle. Ces résultats sont conformes à ceux obtenus par Seybou. (2013) qui a montré que le traitement T4 (transplantation au 21^{ème} JAR de plants de mil ayant le même âge que ceux du traitement témoin) a plus particulièrement diminué sur le tallage et la montaison de 15 jours pour la variété HKP, et de 22 jours pour SOMNO, comparé aux semis directs. En plus, les dates de début tallage, début épiaison et cinquante pourcent floraison du premier repiquage, se sont réduites respectivement d'environ 11 jours, 19 jours et 8 jours pour le deuxième semis direct à la même date. Cela signifie par conséquent que pour chaque date de semis et ou de repiquage et sous conditions de culture favorable, les durées semi-floraison et semi-épiaison de chaque traitement est déterminé par le mode de semis (semis direct ou repiquage) comme l'a souligné Moussa D, en 2013. Le retard qui s'explique par le temps perdu pour la reprise de la croissance des plants transplantés du certainement à une poche de sécheresse intervenu après le repiquage a eu tendance à être rattrapé vers la fin du cycle. En effet, la phase de la maturité des plants transplantés a été observée avec seulement 24 jours (en moyenne) d'avance par rapport aux premier et deuxième semis directs.

4.3. Hauteur

Pour la hauteur des plants, des différences significatives selon les traitements, les dates de semis et ou de repiquage sont observées, contrairement aux résultats obtenus par Alhassane en 2002 chez les variétés HKP et ZATIB. Mais ce dernier en 2003 obtient un résultat conforme à celui de cette étude chez les mêmes variétés. Pour lui le résultat de l'année 2002 s'explique par la particularité de la saison qui a été caractérisée, non seulement par des épisodes secs de mi-parcours ayant plus affectés les plants du semis précoce, mais aussi par des pluies tardives (jusqu'en mi-octobre) ayant permis aux plants du semis tardif de poursuivre leur cycle dans de bonnes conditions hydriques.

En plus, les résultats obtenus par cette étude ont montré que l'apport des engrais minéraux et la fumure organique en microdose a eu une influence sur la hauteur de tiges en conformité avec ceux obtenus par Chapiou (2017) ; les résultats issus de l'essai qu'il a conduit ont montré que l'apport du phospho-compost a eu un effet positif sur la hauteur. Cette amélioration de croissance peut être expliquée par le rôle que joue le phosphore sur la croissance des racines et permet d'avoir une bonne capacité de prélèvement d'éléments nutritifs dans le sol pour la plante. Tabo *et al.* (2007) rapportaient que la microdose permet aux plants un développement précoce ce qui leur permet de maintenir une bonne vigueur dès le départ pour lutter contre les différents stress. Pour Somda *et al.* (2017), la combinaison fertilisation minérale et organique rend plus disponible les éléments de croissance des plants tel que le phosphore agissant sur la croissance des plants.

4.4. Effet des fertilisants et de type de semis sur les rendements en tiges

Les résultats de l'analyse montrent que le type de semis et les différents apports de fertilisants ont eu un effet significatif sur le rendement moyen en tiges durant les deux années d'expérimentations (tableau 10). L'interaction type de semis et apport de fertilisants n'a pas affecté significativement le rendement global en tiges de 2019 à 2020 ($P < 0,083$). Néanmoins, le rendement maximal en tiges a été enregistré avec le repiquage précoce en 2019 avec Fumier + NPK + Urée. Ces résultats montrent que les repiquages des plants ayant un moins de séjour en pépinière semblent être plus favorables à l'augmentation de rendement en pailles avec tout type de fertilisants confondus. Les résultats obtenus par Seybou (2013) chez les variétés HKP et SOMNO sont similaires à ceux obtenus par la présente étude. Ou il a montré que, les coupes des feuilles (T2 et T3) et la transplantation (T4) semblent avoir un effet positif sur le rendement moyen en pailles.

4.5. Effet des fertilisants et de type de semis sur le rendement grains

Le type de semis et l'apport de fertilisants ont eu d'effet hautement significatif sur le rendement moyen en grains pour les deux années ($P < 0,000$). Les résultats deux années d'expérimentation ont montrés que l'apport de Fumier + NPK + Urée a permis d'obtenir les meilleurs rendements. Ainsi le traitement T1 a le plus important rendement en grain suivi T2, T4, T3 et T5. Ces résultats corroborent ceux de Ouattara (2007) qui rapportait quelques soient le type de semi (semis direct ou repiquage) l'apport des fertilisants réagissent positivement sur le rendement. En effet, l'accroissement des rendements en grains observé est dû à l'amélioration du statut nutritionnel du sol par les différents apports d'engrais. Ainsi, il a montré que la plupart des sols ayant une pauvreté naturelle réagissent positivement aux différentes pratiques d'amélioration de la fertilité. Cette amélioration engendre une bonne nutrition des plants d'où l'augmentation des rendements. Plusieurs auteurs ont rapporté (Ding *et al.*, 2010 ; Bationo, *et al.*, 2012, Gomgnimbou *et al.*, 2014) qu'un apport de 5t ha⁻¹ de fumier a permis de doubler le rendement du mil.

Le repiquage semble donner de très bon rendement en tiges et en grains. Ces résultats confirment les expériences réalisées par Young et Mottram (2003), quant aux avantages agronomiques des techniques de coupes de feuilles et transplantation chez le mil.

V. CONCLUSION

La fertilité originale du sol a eu une influence sur les paramètres de croissances (talles, hauteurs) et de rendements (tiges et grains). L'analyse statistique des paramètres chimiques ont montré des différences significatives entre les traitements pour les deux années d'expérimentation sauf le pH et le phosphore assimilable. Les plus grandes valeurs ont été enregistrées en 2019, ce pourrait être dû non seulement par l'apport des fertilisants au type de repiquage mais aussi par la fertilité originale du sol. La diminution des rendements en 2020 pourrait être liée à la diminution de la fertilité du sol en 2020. Il ressort de cette étude que la technologie de repiquage peut être une solution alternative pour réussir le début de la saison. En effet, l'aspect le plus positif montré par cette technique de repiquage concerne notamment un cycle végétatif relativement court. Ainsi, le repiquage des jeunes plants du mil a eu d'effets significatifs sur la phénologie, mais tend à réduire la production des talles totales et la hauteur des plants quand le séjour des plants à la pépinière est extrêmement important (35 jours et 50 jours respectivement pour T4 et T5). Par contre, lorsqu'il est repiqué pendant le bas âge des plants (un séjour court par exemple 20 jours), elle a tendance à favoriser le développement des talles totales, de la biomasse sèche des tiges et l'augmentation des composantes du rendement à la récolte, particulièrement avec la combinaison de fertilisant Urée + NPK + Fumier. Aussi, les meilleurs rendements des plants repiqués obtenus pourraient être du certainement au gain hormonal emmagasiné par les plants lors du séjour en pépinière. Quant au semis direct quelle qu'en soit la date, il a eu tendance à retarder le tallage et la montaison, l'épiaison et même la maturité sans pour autant affecter significativement la durée globale du cycle végétatif de mil. Le semis direct a aussi un effet globalement négatif sur l'accumulation de biomasse aérienne (feuilles et tiges). Par contre, il favorise l'augmentation de la production des talles totales et le rendement en grains dans une certaine mesure, comme la date de semis, la fertilisation et la pluviométrie. Il serait souhaitable de former les paysannes sur l'itinéraire technique de cette technologie de repiquage afin d'être résilients aux poches ou arrêt précoce de pluie. Il ressort aussi indispensable de conduire une enquête en vue d'évaluer les coûts socioéconomiques liés à cette technique de repiquage et recueillir la perception des paysans sur son applicabilité.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1]. Abdoul Habou Z, Boubacar M.K., Adam T. 2016. Les systèmes de productions agricoles du Niger face au changement climatique : défis et perspectives. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 10(3):1262-1272
- [2]. Alhassane, A. 2002. Effets du climat et des pratiques culturales sur la croissance et le développement du mil (*Pennisetum glaucum* [L.] R.Br.) au sahel : contribution à l'amélioration du modèle SARRA-H de prévision des rendements. UFR Biosciences Laboratoire de physiologie végétale-Université de Cocody-Abidjan. 236p.
- [3]. Alhassane A, Salack S, Ly M, Lona I, Traore SB, Sarr B, 2013. Evolution des risques agroclimatiques associés aux tendances récentes du régime pluviométrique en Afrique de l'Ouest soudano-sahélienne. *Secheresse* 24 : 282-93. doi : 10.1684/sec.2013.0400
- [4]. ALI GARBA Chapiou., 2017. Effet du phospho-compost dans le champ à RNA sur la production du mil (*Pennisetum glaucum*). Spécialité : Aménagement et Gestion des Forêts et des Pêcheries (AGFP). MEMOIRE DE LICENCE SCIENCES AGRONOMIQUES. Université de Tahoua. 31p
- [5]. Balesdent J, Chenu C, Balabane M. 2000. Relationship of soil organic matter dynamics to physical protection and tillage. *Soil and Tillage Research*, 35: 215-230.
- [6]. Bationo A, Waswa B, Abdou A, Bado BV, Bonzi M, Iwuafor E, Kihara J, Muvheru M, Mugendi D, Mugwe J, Mwale C, Okeyo J, Olle A, Roing K, Sedogo M. 2012. Overview of long term experiments in Africa. In *Lessons learned from long-term soil fertility management experiments in Africa*. Bationo A, Waswa B, Kihara J, Adolwa [7]. Vanlauwe I, Koala B, Eds S., Springer, New York London. 1-26.
- [7]. Berg A, de Noblet-Ducoudre N, Sultan B, Lengaigne M, Guimberteau M, 2013. Projections of climate change impacts on potential C4 crop productivity over tropical regions. *Agricultural and Forest Meteorology* 170 : 89-102.
- [8]. Bray RH, Kurtz LT, 1945. Determination of total, organic, and available forms of phosphorus in soils. *Soil Science*, 59 :39-45.
- [9]. Bremner JM. 1965. Total nitrogen. In *Methods of Soil Analysis (part 2)*, Black CA (ed). American Society of Agronomy: Madison, WI, 9; 1149-1178.
- [10]. Ding W, Yagi K, Cai Z, Han F. 2010. Impact of Long-Term Application of fertilizers on N₂O and NO Production Potential in an Intensively Cultivated Sandy Loam Soil. *Water Air Soil Pollution*, 212 : 141-153.
- [11]. Goungniembou APK, Sanon A, Sedogo MP, Martinez J. 2014. Observed effects of the animal manure application practices on the chemical parameters and status of lixisols in the south sudanian zone (Bobo-Dioulasso, Burkina Faso). *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 5(1) : 214-227.
- [12]. Guengant J.P., et Banoïn M., 2003. Dynamiques des populations, disponibilités en terre et adaptation des régimes fonciers : le cas du Niger. FAO-CICRED, 144p.
- [13]. Ilissou NIGNAN. 2017. Effets de l'application de la micro-dose de NPK et d'Urée sur les rendements du maïs (*Zea mays* L.) et du soja (*Glycine max* (L.) Merr.) et sur le sol au Burkina Faso : Cas des provinces de la Sissili et du Nahouri. Mémoire de fin de cycle d'Ingénieur du Développement Rural de l'Université Nazi Bon, Burkina Faso, 61p.
- [14]. Issaka M., 2001. Evolution à long terme de la fertilité de sol dans la région de Maradi. *Drylands Research Crewkerne, Somerset, Royaume-Uni. Working, Paper* 30. 36p.
- [15]. Janicot S, Caniaux G, Chauvin F, de Coetlogon G, Fontaine B, et al., 2011. Intraseasonal variability of the West African monsoon. *Atmospheric Science Letters* 12 : 58-66. doi: 10.1002/asl.280.
- [16]. Mathieu C. et Pieltain F, 2003. Analyse chimique des sols : méthodes choisies. Ed. Tec. et Doc. Lavoisier, Paris, 388p.

- [17]. Ndiaye M., Madai A. and Thiers R. (2003) : “ Implementing the MAF in Niger : Opportunities and challenges in accelerating MDG 1’’,Globa MDG Conference, UNDP Working Paper. No.8, UNDP Publishing. 14 pages+annexes.
- [18]. Ouattara K. 2007.Improved soil and water conservatory managements for cottonmaize rotation system in the western cotton area of Burkina Faso. Doctoral thesis. Swedish University of Agricultural Sciences (SLU), SE90183, Umea, Sweden, 50 p.
- [19]. Roudier P, Sultan B, Quirion P, Baron C, Alhassane A, Traore SB, Muller B, 2011. An ex-ante evaluation of the use of seasonal climate forecasts for millet growers in SW Niger. International Journal of Climatology 32 : 759- 71. doi: 10.1002/joc.2308.
- [20]. Salack S, Muller B, Gaye AT, Hourdin F, Cisse N, 2012. Analyses multi-echelles des pauses pluviométriques au Niger et au Senegal. Secheresse 23 : 3-13, doi: 10.1684/sec.2012.0335.
- [21]. Salack S, Giannini A, Diakhate M, Gaye AT, Muller B, 2013. Oceanic influence on the subseasonal to interannual timing and frequency of extreme dry spells over the West African Sahel. Climate Dynamics. doi : 10.1007/s00382-013rr1673-4.
- [22]. Seybou O., A., B., 2013 : Effets de la coupe des feuilles et de la transplantation des jeunes plants sur la consommation hydrique et la croissance du mil (*Pennisetum glaucum* [L.] R.Br.) au Niger. Mémoire de fin de cycle pour l’obtention du Master 2 en Biodiversité et Gestion de l’Environnement Soudanien et Sahélo-Saharien ; Faculté d’Agronomie et des Sciences de l’Environnement, Université de Maradi.
- [23]. Sivakumar MVK, 1992. Empirical analysis of dryspells for agricultural applications in West Africa. Journal of Climate 5 : 532-9.
- [24]. Somda BB, Ouattara B, Serme I, Pouya BM, Lompo F, Taonda SJB, Sedogo PM. 2017. Détermination des doses optimales de fumures organo-minérales en microdose dans la zone soudanosahélienne du Burkina Faso. Int. J. Biol. Chem. Sci., 11(2): 670-683.
- [25]. Sultan B, 2012. Global warming threatens agricultural productivity in Africa and South Asia. Environmental Research Letter 7: 041001.
- [26]. Tabo R, Bationo A, Gerard B, Ndjeunga J, Marchal D, Amadou B, Garba MA, Sogodogo D, Taonda JBS, Hassane O, Diallo MK, Koala S. 2007. Improving cereal productivity and farmers income using a strategic application of fertilizers in West Africa. In: Advance in Integrated Soil Fertility Management in Sub-Saharan Africa: Challenges and Opportunities, Bationo A, Waswa B, Kihara J, Kimetu J (eds). Proceeding of Afnet International Symposium 17-21 September 2004, Yaoundé/Cameroun. Springer 2007, 589-598.
- [27]. Traoré O. I., 2015. Mineral fertilizer application and grain yield of two maize varieties in the sub sudanian zone of Burkina Faso. Master of philosophy in soil science, Kwame Nkrumah University of science and technology Kumasi, Ghana School of graduate studies department of crop and soil sciences. Ghana 99p.
- [28]. Walkley A, Black IA. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science, 37: 29-38.
- [29]. Wang B. R., Cai Z. J. et Li D. C., 2010. Effect of different long-term fertilization on the fertility of red upland soil. Journal of soil and water conservation 24: 85-88.
- [30]. Winkel T et Do F, 1992. Caractéristiques morphologiques et physiologiques de résistance du mil (*P. glaucum*) a la sécheresse. Agronomie Tropicale 46 : 339-51.
- [31]. YAO S.A. 2015. Recommandation spécifique d’engrais pour la fertilisation de l’arachide. Mémoire de fin de cycle d’Ingénieur du Développement Rural de l’Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 57p.
- [32]. Young E M., et Mottram M.A., 2003. Transplanting sorghum and pearl millet as a means of increasing food security in semi-arid, low-income countries. Final technical report. Available online at. <http://www.fao.org/docs/eims/upload/agrotech/1901/r7341Pt1.pdf>

Ibrahim Kasso A. Rahamane, et. al. “Repiquage du mil, une alternative pour améliorer la résilience aux risques pluviométriques en début de saison.” *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)*, 16(2), 2023, pp. 49-62.