



Effet de la fumure minérale sur l'enherbement et la production de l'oignon (*Allium cepa* L.) au Nord-Est du Bénin

Saliou BELLO^{1*}, Adam AHANCHEDE², Guillaume AMADJI², Gualbert GBEHOUNOU³
et Nestor AHO²

¹INRAB/LDC, 01 B.P. 884 Cotonou, République du Bénin.

²UAC/FSA, 01 B.P. 526 Cotonou, République du Bénin.

³Siège de la FAO/AGPM Rome, Italie.

*Auteur correspondant, E-mail: bello_saliou@yahoo.fr, Tél: + 229 90018480/93778694.

RESUME

Une étude a permis de décrire les pratiques paysannes de fertilisation et d'évaluer l'effet de cinq doses d'engrais minéral, variables de 0 à 450 kg/ha sur la hauteur et la biomasse des mauvaises herbes ainsi que sur la hauteur des plants et le rendement en bulbes frais de la variété locale d'oignon au Nord-Est du Bénin. Ces paramètres ont été mesurés dans cinq placettes de 1 m² par parcelle élémentaire pour chaque traitement de dose dans un dispositif de bloc complètement aléatoire comportant trente six répétitions de l'essai installé en milieu paysan auprès de 36 producteurs. L'effet des doses a été très hautement significatif sur la hauteur et la biomasse des mauvaises herbes ainsi que sur la hauteur des plants d'oignon à différentes périodes et le rendement en bulbes frais d'oignon. Des différences très hautement significatives ont été observées entre les doses et les périodes d'observations ($p < 0,0001$). Ces résultats ont mis en évidence une amélioration significative du niveau d'enherbement et de la production de l'oignon liée à une augmentation de la dose d'engrais minéral. La détermination de la densité critique et des seuils de concurrence des mauvaises herbes peut contribuer à une meilleure maîtrise de l'enherbement de cette culture.

© 2012 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés: biomasse, bulbe, élongation, fertilisation, hauteur, rendement.

INTRODUCTION

L'oignon exige des sols sablo-argileux et sablo-limoneux et sa culture intensive nécessite des apports substantiels d'intrants parmi lesquels figurent les engrais organiques et complexes à base d'azote, de phosphore et de potassium. Les producteurs d'oignon du Nord-Est du Bénin appliquent sur l'oignon en culture les engrais organiques et minéraux à des doses non raisonnées (Hodonou-

Gotoechan et al., 2001; Bello et al., 2004; Bello, 2012). D'après Windpouiré et al. (2011), une dose d'engrais minéral de 900 kg/ha convient à la culture. Les exportations d'éléments N.P.K.MgO requis pour un rendement de 30 t/ha de bulbes d'oignon sont respectivement de 100 à 120, 120 à 130, 120 et 80 à 90 unités fertilisantes fractionnés en fumures de fond et de couverture dans les

© 2012 International Formulae Group. All rights reserved.

DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v6i6.16>

proportions respectives de 1/3 et 2/3, et complétés avec des engrais potassique et organique bien décomposés sur la culture précédente (Argouarc'h, 2005; Delamarre, 2010). Le phosphore joue un rôle primordial dans l'enracinement tandis que l'apport de la potasse lors de la bulbaison favorise une meilleure conservation des bulbes (Gourc et al., 2007). Le calcium, le magnésium et le soufre sont des éléments importants pour la croissance végétative de l'oignon, une plante qui est sensible aux carences de Zinc (Gourc et al., 2007; Delamarre, 2010). L'oignon est aussi sensible aux carences de Molybdène, de Magnésium, de Cuivre, de Manganèse et de phosphore, mais reste tolérant vis-à-vis du bore (Delamarre, 2010). Pour limiter les risques de carences en ces oligo-éléments, Gourc et al. (2007) recommandent de les apporter au stade 5-6 feuilles.

L'enherbement permet de contenir et de maîtriser les stocks d'azote nitrique potentiellement lessivables (Caroline et al., 2004). En effet, ces derniers auteurs rapportent que l'azote minéral du sol disponible en parcelle désherbée est immobilisé sous forme organique par la biomasse du couvert herbacé. Une réduction parfois importante de l'alimentation azotée de la plante et de la teneur en azote des feuilles est en général constatée dans les vignes enherbées (Maigre, 2012). En culture de vigne, l'enherbement entraîne des carences minérales sévères et chroniques qu'il est possible de corriger par des compléments de fumure nécessaires qui peuvent devenir trop importantes au point où la réduction de l'enherbement puisse devenir indispensable (Dumot et al., 2007). Viel (2003) avait proposé d'augmenter la fumure organique de 10 à 30 unités d'azote/ha/an en fonction des caractéristiques du sol et du type d'enherbement afin de favoriser un équilibre durable entre la vigne et la population de mauvaises herbes. Dans ce contexte,

l'intensification des cultures et la valorisation des intrants notamment fertilisants sont d'autant plus efficaces que la maîtrise de l'enherbement est meilleure (Vissoh, 2006). De Tourdonnet et al. (2008) avaient affirmé que les apports de fertilisants organiques et minéraux ainsi que l'utilisation des plantes de couverture sont bien adaptés aux techniques de contrôle de l'enherbement, car, ils favorisent une alimentation progressive et stimulent les fonctions biologiques du sol grâce à des processus de compétition sur les ressources. Ainsi, Karaye et al. (2005) avaient observé que le nombre de feuilles par plant et le rendement en bulbes de l'ail sous culture irriguée ainsi que la croissance des adventices répondent significativement à l'application de 9 t/ha de mulching. D'après Stahnke (2008), le mulching détruit le gazon en réduisant sa tolérance à la sécheresse, provoque son flétrissement et améliore l'efficacité de l'engrais appliqué. Les producteurs d'oignon du Nord-Est du Bénin, confrontés à l'enherbement de cette culture, estiment que l'efficacité du désherbage manuel est limitée par les apports d'engrais minéraux dont certaines doses favorisent l'augmentation des populations de mauvaises herbes. Cette perception s'accorde avec les constatations de Stahnke (2008) qui avait affirmé que l'excès de fumure azotée engendre l'invasion du gazon et d'autres espèces fourragères. Cependant, ICS (2009) avait un avis contraire, car pour cet auteur, l'application d'engrais azotés et sulfureux en début de culture accroît la compétitivité des plantules face aux adventices de type dicotylédones qui sont brûlés par le fertilisant.

Ce bilan de littérature indique une faible disponibilité d'informations sur l'effet des fertilisants minéraux sur la croissance et la production de biomasse des mauvaises herbes ainsi que sur la croissance et la production des cultures en général et maraîchères en particulier. Ce déficit d'information ne permet

pas de jeter les bases d'un contrôle approprié de l'enherbement des cultures qui accorde un intérêt à la gestion rationnelle des engrais minéraux. Dans ce contexte, l'ampleur du phénomène d'enherbement de la culture d'oignon dans la région Nord-Est du Bénin demeure non seulement une préoccupation des producteurs, mais aussi un défi important pour les spécialistes du domaine. Il importe donc d'évaluer l'influence de la fumure minérale sur l'enherbement et la production d'oignon au Nord-Est du Bénin. Cette étude vise spécifiquement à apprécier les pratiques paysannes de fumure organo-minérale et à évaluer l'effet de différentes doses d'une formulation d'engrais minéral complexe N.P.K.S.MgO sur la hauteur et la biomasse des mauvaises herbes ainsi que sur la hauteur des plants et le rendement en bulbes d'oignon frais au Nord-Est du Bénin.

MATERIEL ET METHODES

Matériel

La variété locale de couleur rouge-violacée appelée «Dendé Aloubassa» avait été utilisée. L'engrais minéral N.P.K.S.MgO utilisé était de formulation 15.20.15.5.3.5. L'essai a été installé dans le village de Toumboutou situé dans la commune de Malanville qui est localisée dans le département de l'Alibori au Nord-Est de la République du Bénin, entre les parallèles 11°30 et 12°30 de latitude Nord et les méridiens 2°43 et 3°20 de longitude Est. Un climat soudano-sahélien totalisant 600 à 900 mm d'eau par an, des sols ferrugineux tropicaux sablo-limoneux et sablo-argileux, une savane arbustive et un réseau hydrographique comprenant le fleuve Niger et des marécages qui desservent la zone en ressources hydriques utilisées pour l'irrigation de l'oignon constituent les grands traits caractéristiques de la zone d'étude.

Méthodes

Evaluation des pratiques de fertilisation en milieu producteur

Des entretiens semi-structurés et des observations directes et participantes ont été utilisés pour décrire de façon sommaire les pratiques de fumure organo-minérale en milieu paysan auprès de 64 exploitations productrices d'oignon. Les données collectées ont porté sur l'âge et la superficie emblavée, la variété cultivée, la durée de mise en culture, le type et la texture du sol, les types et doses d'engrais organiques et minéraux appliqués ainsi qu'aux poids parcelaires de bulbes frais d'oignon récoltés à la maturité à 90 jours après repiquage (JAR). Le rendement en bulbes frais d'oignon exprimé en t/ha a été calculé à partir des poids frais pesés à la récolte.

Installation du dispositif d'essai sur les doses d'engrais minéral

Le dispositif expérimental utilisé était un bloc complètement aléatoire de cinq doses variables d'engrais minéral qui étaient de 0 kg (T1), 112,5 kg (T2), 223,33 kg (T3: pratique paysanne), 375 kg (T4) et 450 kg (T5) à l'hectare. Elles correspondent aux proportions de 0, 25, ≈ 50, 75 et 100% de la dose optimale et économiquement rentable recommandée par Bello et al. (2004) qui était de 450 kg/ha d'engrais minéral N.P.K.S.B de formulation 14.23.14.5.1 ou 8.12.25.5.1. L'engrais minéral a été appliqué dans les interlignes à la raie en deux apports fractionnés à 15 et à 45 jours après repiquage (JAR) et enfoui immédiatement après chaque application par binage. L'essai a été installé auprès de 36 producteurs qui constituent chacun une répétition de 5 parcelles élémentaires de 30 m² chacune sur lesquelles chaque dose d'engrais minéral a été appliquée. Des plantules d'oignon obtenues 30 jours après semis en pépinière ont été repiquées aux écartements de 15 cm sur la ligne et de 15 cm entre lignes. L'essai a été mis en place en octobre 2009.

Evaluation de l'effet des doses d'engrais minéral sur l'enherbement

Les données collectées ont porté sur la hauteur des mauvaises herbes qui a été mesurée à 15, 30 et 45 JAR et leur biomasse fraîche totale mesurée à 15, 45 et 75 JAR immédiatement après les sarclages effectués. Des échantillons de biomasse fraîche des mauvaises herbes sarclées ont été prélevés par traitement et séché à l'étuve à 70 °C jusqu'à l'obtention de poids constant. Les poids secs ont été mesurés pour calculer le taux de matière sèche et la biomasse sèche totale des mauvaises herbes.

Evaluation de l'effet des doses d'engrais minéral sur la production de l'oignon

La hauteur des plants d'oignon a été mesurée à 15, 30, 45, 60 et 75 JAR. Le rendement en bulbes frais d'oignon a été évalué à partir de la mesure des poids parcellaires de bulbes d'oignon à la récolte à 90 JAR. Ces paramètres ont été mesurés à l'intérieur de cinq placettes de 1 m² posées dans chaque parcelle élémentaire.

Méthodes d'analyses statistiques des données collectées

Les données collectées pour l'évaluation des pratiques de fertilisation en milieu producteur ont été soumises à la méthode de synthèse de contenu thématique pour les données qualitatives et à la statistique descriptive qui a permis de calculer les proportions, les moyennes et les écart-types des données quantitatives.

Pour l'effet des doses d'engrais minéral sur l'enherbement et la production de l'oignon, les données collectées, à savoir la hauteur des mauvaises herbes et de plants d'oignon ainsi que la biomasse des mauvaises herbes, ont été soumises au modèle statistique linéaire pour le test d'analyse de variance (ANOVA) à deux facteurs en blocs complètement randomisés avec le logiciel Statistix 8. Les deux facteurs considérés sont la dose d'engrais minéral appliquée (0; 112,5;

223,33; 375 et 450 kg/ha) et la période de mesure. La période de mesure est de 15, 30 et 45 JAR pour la hauteur des mauvaises herbes, de 15, 45 et 75 JAR pour la biomasse des mauvaises herbes et de 15, 30, 45, 60 et 75 JAR pour la hauteur des plants d'oignon. Les données de rendement en bulbes d'oignon ont été soumises à l'analyse de variance à un facteur en blocs complètement randomisés. Le test de Tukey a été utilisé pour séparer les groupes de moyennes homogènes.

RESULTATS

Description des exploitations et des pratiques de fertilisation

L'âge des producteurs a varié de 38 à 65 ans avec une moyenne de 38 ± 10 ans. La superficie moyenne emblavée a été de $0,36 \pm 0,17$ hectare sur des sols de texture sablo-argileuse ou sablo-limoneuse mis en culture depuis en moyenne 14 ± 3 ans. La variété la plus cultivée est la locale «Dendi Aloubassa» dont les superficies emblavées représentent environ 80% du total emblavé contre 20% pour la variété améliorée «violet de Galmi» de couleur violet clair. La fertilisation était à base d'engrais organiques et minéraux N.P.K.S.B et N.P.K.S.MgO de formulations respectives 14.23.14.5.1 et 15.20.15.5.3,5 ainsi que de l'urée dosé à 46% d'azote. La fertilisation organique est essentiellement à base de fumier de ferme et de poudrette de parc. Le fumier de ferme produit dans la zone d'étude en général et dans les exploitations enquêtées en particulier est essentiellement à base d'excréments de bovins mélangés à la litière composée des refus de foin constitués de tiges de maïs, de mil et de sorgho ainsi que des fanes de niébé. La poudrette de parc est constituée de crottes de petits ruminants (ovins et caprins) desséchées et émiettées avec la main au moment de l'apport. En moyenne, 39% des exploitations ont appliqué la fumure organique sur sol sablo-limoneux, contre 44% sur sol sablo-argileux et 41% à l'échelle de la zone d'étude. Elle est appliquée au moment de

la préparation du sol à la dose moyenne de 4 à 32 t/ha sur sols sablo-argileux et de 3 à 48 t/ha sur sols sablo-limoneux. En effet, ces doses de fumier de ferme appliquées dépendent de la capacité de production des exploitations liée au nombre de paires de bœufs de trait, du stock de fourrage utilisé pour leur complémentaire alimentaire en stabulation libre pendant la saison sèche et de la durée de production de cet engrais. Il convient de préciser que les quantités d'engrais organique apportées annuellement sont très faibles et limitées à de petites superficies, de l'ordre de 0,25 ha à 1,25 ha. La fumure organique est complétée par l'application d'engrais minéraux complexes N.P.K.S.B (14.23.14.5.1 ou N.P.K.S.MgO (15.20.15.5.3,5) et d'urée (46% d'azote) aux doses moyennes respectives de $176,67 \pm 45,77$ kg/ha et de $46,67 \pm 12,91$ kg/ha, soit un total de $223 \pm 37,16$ kg/ha. Les fréquences (nombres et périodes) d'apport, les doses et les pourcentages de producteurs pratiquants sont présentés au Tableau 1.

L'analyse des informations de ce tableau indique que 2,70% des producteurs appliquent en deux apports 400 à 950 kg/ha d'engrais minéral N.P.K.S.B, tandis que 26,64% et 3,36% appliquent respectivement 100 à 750 kg/ha et 350 kg/ha de ce type d'engrais en un seul apport. Ces différentes doses d'engrais minéral N.P.K.S.B sont complétées avec 50 à 250 kg/ha d'urée appliqué en un seul apport entre 7 et 30 JAR ou en deux apports entre 15 et 60 JAR. En moyenne, $24,07 \pm 5,42$ t/ha de bulbes d'oignon frais sont récoltés dont $27,19 \pm 1,71$ t/ha sur les sols sablo-argileux contre $20,95 \pm 2,32$ t/ha sur sols sablo-limoneux.

Effets des doses d'engrais minéral sur l'enherbement

Effets de la dose d'engrais minéral sur la croissance en hauteur des mauvaises herbes

Les hauteurs moyennes des mauvaises herbes mesurées à chaque période pour

chaque dose d'engrais minéral appliquée sont présentées au Tableau 2a.

L'analyse de ce tableau montre que la hauteur d'enherbement varie avec la dose de fumure minérale au cours du cycle de l'oignon. L'élongation des mauvaises herbes a varié de 2 cm à 5,90 cm pour l'ensemble des périodes d'observation ainsi que l'ensemble des traitements. Par rapport aux doses croissantes d'engrais minéral, elle a varié de 2 cm à 3,10 cm à 15 JAR, est restée constante à 4 cm à 30 JAR, et a varié par la suite de 5 cm à 5,9 cm à 45 JAR. Par rapport aux périodes, elle a varié du 15^{ème} au 45^{ème} JAR, de 2 cm à 5 cm avec la dose nulle, de 2,10 cm à 5,8 cm avec la dose de 112,5 kg/ha, de 2,20 cm à 5,9 cm avec la dose de 223,33 kg/ha, de 2,8 cm à 5,9 cm avec la dose de 225 kg/ha et de 3,10 cm à 5,9 cm avec la dose de 450 kg/ha.

Les résultats des analyses statistiques présentés au Tableau 2b indiquent que l'effet des doses sur la hauteur moyenne des mauvaises herbes est très hautement significatif aux trois périodes ($p < 0,0001$) et pour chaque dose appliquée d'une période à une autre ($p < 0,0001$).

A 15 JAR, des différences très hautement significatives ont été observées entre les niveaux de doses variables de 0 à 223,33 kg/ha et celles de 375 kg/ha à 450 kg/ha. A 30 JAR, aucune différence significative n'a été obtenue entre les doses. A 45 JAR, la dose nulle a donné une hauteur significativement différente de celles variables de 112,5 à 450 kg/ha. A chacune des trois périodes d'observations, les hauteurs moyennes obtenues avec les doses de 375 kg/ha et de 450 kg/ha sont statistiquement identiques, mais différentes de celles obtenues avec les autres doses. La hauteur la plus faible est liée à la plus faible dose nulle et en début du cycle à 15 JAR. De même, la hauteur la plus élevée est obtenue à la plus forte dose de 450 kg/ha et à un stade avancé du cycle (45 JAR). Il y a donc une tendance d'amélioration

de la croissance en hauteur des mauvaises herbes liée à l'augmentation de la dose d'engrais minéral et pour chaque dose appliquée au cours du cycle végétatif de l'oignon.

Effet de la dose d'engrais minéral sur la biomasse des mauvaises herbes

Le Tableau 3a présente l'évolution de la biomasse sèche totale des mauvaises herbes en fonction des doses d'engrais appliquées à différentes périodes végétatives de l'oignon. L'analyse des informations de ce tableau montre que la biomasse s'est accrue, de 15 JAR à 75 JAR, de 25 g/m² à 81,25 g/m² avec les doses croissantes au cours du cycle.

Les résultats des analyses statistiques (Tableau 3b) indiquent que l'effet des doses d'engrais minéral sur la production de biomasse sèche totale des mauvaises herbes est très hautement significatif ($p < 0,0001$) à chaque période d'observation (15, 45 et 75 JAR) et d'une période à une autre ($p < 0,0001$).

Des différences très hautement significatives au seuil de 5% ont été observées entre les biomasses moyennes mesurées pour les différentes doses d'engrais minéral appliquées et au cours du cycle. A chacune des périodes, les valeurs moyennes de biomasse obtenues avec les doses 223,33 kg/ha, 375 kg/ha et 450 kg/ha sont significativement différentes les unes des autres et toutes différentes de celles obtenues avec les doses nulle et de 112,5 kg/ha, qui sont elles, identiques. Par ailleurs, les biomasses moyennes obtenues pour chaque traitement sont significativement différentes d'une période à une autre. La plus faible production de biomasse a été de 25 g/m² avec la dose nulle à 15 JAR et la plus forte production a été de 80,5 g/m² avec la dose la plus élevée de 450 kg/ha à 75 JAR. Ce résultat traduit une augmentation progressive de la production de biomasse liée à un

accroissement de la dose d'engrais minéral appliquée et pour une dose appliquée donnée, cette augmentation s'améliore au cours du cycle végétatif de l'oignon.

Effet des doses d'engrais minéral appliquées sur la production de l'oignon

Effet de la dose d'engrais minéral sur la hauteur des plants d'oignon

Les hauteurs moyennes des plants d'oignon en fonction des doses d'engrais minéral appliquées à différentes périodes végétatives sont présentées au Tableau 4a. Ce tableau montre que la hauteur de l'oignon s'est accrue de 10,11 cm à 51,70 cm avec les doses croissantes d'engrais minéral de 0 à 450 kg/ha, du 15^{ème} au 75^{ème} JAR. Les résultats des analyses statistiques présentés au Tableau 4b indiquent que l'effet des doses d'engrais appliquées est très hautement significatif sur l'élongation des plants d'oignon mesurée à chaque période d'observation ($p < 0,0001$) et d'une période à une autre ($p < 0,0001$). Des différences très hautement significatives ont été observées entre les hauteurs moyennes obtenues pour toutes les doses à chaque période d'observation et d'une période à une autre. La plus faible hauteur est liée à la dose nulle à 15 JAR et la plus élevée à la dose la plus forte de 450 kg/ha à 75 JAR.

Ce résultat indique qu'il y a une amélioration progressive de la croissance en hauteur des plants d'oignon liée à l'augmentation de la dose d'engrais minéral appliquée et pour chaque dose appliquée, l'élongation s'améliore au cours du cycle végétatif de l'oignon.

Effet de la dose d'engrais minéral sur le rendement en bulbes d'oignon frais

La réponse du rendement en bulbes frais d'oignon aux doses d'engrais minéral appliquées est présentée à la Figure 1. Cette figure montre que le rendement en bulbes frais d'oignon s'est accru de 1,71 t/ha à 33,80 t/ha

(écart-type égal à 1,71) avec les doses d'engrais minéral variables de 0 à 450 kg/ha. Les résultats d'analyse statistique ont montré que l'effet des doses d'engrais minéral sur le rendement en bulbes frais d'oignon est très hautement significatif ($p < 0,0001$) et qu'il existe des différences très hautement significatives (ppds égal à 0,31) entre tous les

niveaux de rendements obtenus avec les différentes doses d'engrais minéral. Le plus faible rendement en bulbes frais d'oignon, de 1,71 t/ha a été obtenue avec la plus faible dose d'engrais minéral appliquée et le plus élevé a été de 34 t/ha de bulbes frais obtenu avec la dose la plus élevée de 450 kg/ha d'engrais minéral appliquées.

Tableau 1: Modes d'application des engrais minéraux par les producteurs.

Nombre d'apports	NPK		Urée		% de producteurs
	Doses (Kg/ha)	Périodes d'application (JAR)	Doses (Kg/ha)	Périodes d'application (JAR)	
Une fois	350	7	75	21 à 28	3,36
	100 à 750	8 à 14	50 à 250	30	26,64
Deux fois	400 à 950	15 et 45	50 à 250	30 à 60	70,00

JAR = Nombre de jours après repiquage.

Tableau 2a: Hauteurs moyennes (\pm écart type) en cm des mauvaises herbes de l'oignon à 15, 30 et 45 JAR en fonction de la dose d'engrais minéral appliquée en kg/ha.

Doses d'engrais minéral appliquées (kg/ha)	Jours après repiquage (JAR)		
	15	30	45
T1 = 0	2,00 \pm 0,00b	4,00 \pm 0,00a	5,00 \pm 1,15b
T2 = 112,5	2,10 \pm 0,32b	4,00 \pm 0,00a	5,80 \pm 0,42a
T3 = 223,33	2,20 \pm 0,42b	4,10 \pm 0,32a	5,90 \pm 0,32a
T4 = 375	2,80 \pm 0,42a	4,10 \pm 0,32a	5,90 \pm 0,32a
T5 = 450	3,10 \pm 0,74a	4,10 \pm 0,32a	5,90 \pm 0,32a
Moyennes	2,44C	4,06B	5,70A

Les valeurs moyennes suivies des lettres différentes (a, b) sont significativement différentes au seuil de 5% d'après le test de Student-Newman-Keuls pour la colonne considérée; Les lettres (A, B et C) indiquent une différence significative entre les moyennes des doses aux différentes périodes d'observation.

Tableau 2b : Synthèse des résultats d'ANOVA à 2 facteurs (dose d'engrais minéral appliquée en kg/ha et période d'observations en JAR) de la hauteur (cm) des mauvaises herbes de l'oignon.

Source de variation	Période (JAR)	Dose d'engrais minéral appliquée (kg/ha)	Période x Dose
ddl	2	4	8
Valeurs de F	640,51	10,85	4,00
Probabilité ($p > F$)	0,0000***	0,0000***	0,0003**

*** : $p < 0,0001$; ** : $p < 0,001$

Tableau 3a: Biomasse des mauvaises herbes (\pm écart type) en g/m² de matière sèche à 15, 45 et 75 JAR de l'oignon en fonction de la dose d'engrais minéral appliquée en kg/ha.

Doses d'engrais minéral appliquées (kg/ha)	Jours après repiquage (JAR)		
	15	45	75
T1 = 0	25,00 \pm 1,00dC	42,78 \pm 3,89cB	52,22 \pm 2,84cA
T2 = 112,5	25,00 \pm 1,00d	46,11 \pm 3,89c	54,17 \pm 2,46c
T3 = 223,33	29,00 \pm 0,95c	60,00 \pm 3,69b	70,77 \pm 2,36b
T4 = 375	34,37 \pm 1,06b	66,87 \pm 4,12ab	77,73 \pm 2,56ab
T5 = 450	38,33 \pm 1,00a	71,67 \pm 3,89a	81,25 \pm 2,46a
Moyennes	28,55C	66,43A	62,98B

Les valeurs moyennes suivies des lettres différentes (a, b, c, d) sont significativement différentes au seuil de 5% d'après le test de Student-Newman-Keuls pour la colonne considérée. Les lettres (A, B et C) indiquent une différence significative entre les moyennes des doses aux différentes périodes d'observation.

Tableau 3b : Synthèse des résultats d'ANOVA à 2 facteurs (dose d'engrais minéral appliquée en kg/ha et période d'observations en JAR) de la biomasse (g/m²) des mauvaises herbes de l'oignon.

Source de variation	Période (JAR)	Dose d'engrais minéral appliquée (kg/ha)	Période x Dose
ddl	2	4	8
Valeurs de F	650,99	88,01	7,32
Probabilité (p > F)	0,0000***	0,0000***	0,0000***

*** : p < 0,0001

Tableau 4a : Variations de la hauteur (cm) des plants d'oignon à 15, 30, 45, 60 et 75 JAR en fonction de la dose d'engrais minéral appliquée en kg/ha.

Doses d'engrais minéral appliquées (kg/ha)	Jours après repiquage (JAR)				
	15	30	45	60	75
T1 = 0	10,11 \pm 0,28d	14,33 \pm 0,42e	19,33 \pm 0,49e	20,67 \pm 0,86d	23,44 \pm 0,74e
T2 = 112,5	12,40 \pm 0,27c	16,70 \pm 0,39d	21,80 \pm 0,46d	23,00 \pm 0,82d	29,30 \pm 0,69d
T3 = 223,33	13,20 \pm 0,27b	18,40 \pm 0,39c	24,20 \pm 0,46c	27,00 \pm 0,82c	37,00 \pm 0,69c
T4 = 375	13,70 \pm 0,27ab	20,70 \pm 0,39b	26,40 \pm 0,46b	31,10 \pm 0,82b	44,50 \pm 0,69b
T5 = 450	14,40 \pm 0,27a	22,70 \pm 0,39a	28,20 \pm 0,46a	37,30 \pm 0,82a	51,70 \pm 0,69a
Moyennes	12,68E	18,47D	23,916C	27,76B	37,44A

Les valeurs suivies des lettres différentes (a, b, c, d, e) sont significativement différentes au seuil de 5% d'après le test de Student-Newman-Keuls pour la colonne considérée. Les lettres (A, B, C, D et E) indiquent une différence significative entre les moyennes des doses aux différentes périodes d'observation.

Tableau 4b: Synthèse des résultats d'ANOVA à 2 facteurs (doses d'engrais minéral appliquées en kg/ha et période d'observations en JAR) de la hauteur (cm) des plants d'oignon.

Source de variation	Période (JAR)	Dose d'engrais minéral appliquée (kg/ha)	Période x Dose
ddl	4	4	16
Valeurs de F	1313,34	413,51	45,92
Probabilité ($p > F$)	0,0000****	0,0000****	0,0000****

**** : $p < 0,0001$

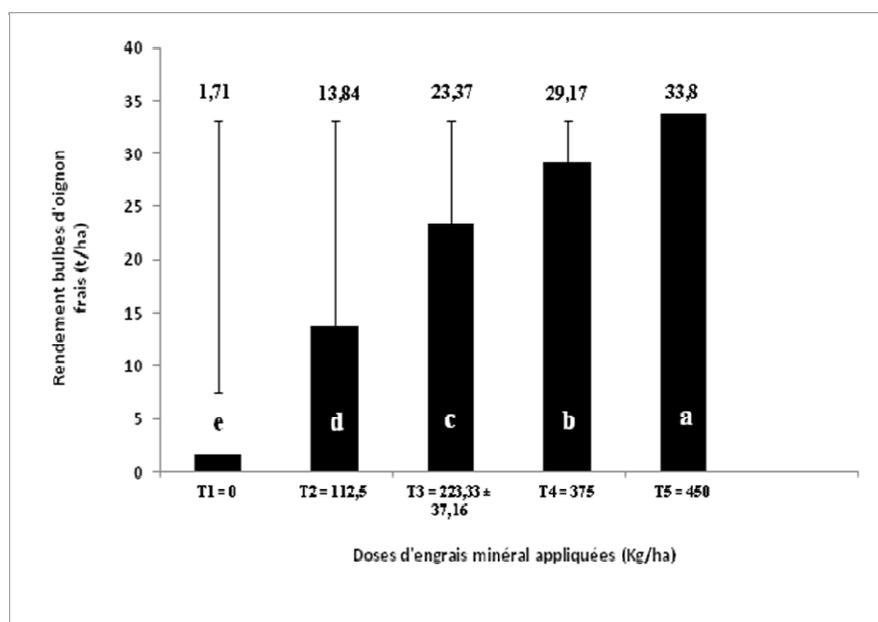


Figure 1: Rendement (t/ha) en bulbes d'oignon frais obtenu avec les différentes doses d'engrais minéral appliquées en kg/ha. $P < 0,0001$; Ecart type : 1,12; \pm : barre d'erreur montrant l'écart type ; Les valeurs moyennes portant des lettres différentes (a, b, c, d, e) sont significativement différentes au seuil de 5% d'après le test de Student-Newman-Keuls.

DISCUSSION

Pratiques paysannes de fumure minérale

Les producteurs ont justifié l'apport irrationnel des doses d'engrais minéral variables de 100 kg/ha à 950 kg/ha à la culture par une réponse positive du rendement avec les quantités appliquées. Cependant, il convient de souligner que les quantités d'engrais qu'ils achètent et les doses qu'ils

appliquent dépendent de leurs moyens financiers et de la disponibilité de ces engrais dans les circuits de distribution et d'approvisionnement. 30% des producteurs appliquent l'engrais minéral en un seul apport au premier mois après le repiquage tandis que 70% respectent le fractionnement en deux apports à 15 JAR et à 45 JAR. Pour l'ensemble des producteurs, l'application n'a

pas été faite en raies dans les inter-rangs et n'est pas suivie non plus d'un enfouissement par binage tel que recommandé par Bello et al. (2004). En considérant aussi le niveau du rendement obtenu en milieu paysan qui est compris entre 24 t/ha et 27,19 t/ha avec cette pratique de fertilisation minérale, on peut affirmer que le non fractionnement des doses d'engrais appliquées, malgré leur importance, n'a pas favorisé une bonne assimilation des éléments nutritifs au cours du cycle végétatif de l'oignon. Cependant, il convient de préciser que ces niveaux de rendement obtenus avec les doses anarchiques de 100 à 950 kg/ha appliquées en milieu paysan ne dépendent pas exclusivement de la fumure minérale appliquée, mais varient aussi selon des facteurs tels que la texture du sol. Comme l'ont démontré Bello et al. (2004), le fractionnement de la dose de 400 kg/ha ou 450 kg/ha dans les conditions précisées plus haut avait permis d'obtenir en milieu paysan un rendement optimal de 38,87 t/ha d'oignon de la variété violet de Galmi. L'intérêt de la pratique du fractionnement semble résider dans le respect de la cadence d'assimilation des éléments nutritifs en rapport avec les besoins nutritifs de l'oignon. Cet argument a été avancé par Windpouiré et al. (2011) qui ont affirmé que les besoins en azote de l'oignon sont importants en phase végétative et l'absorption de P et K doit être suffisante à la phase de grossissement du bulbe pour permettre la synthèse des glucides simples. De ce qui précède, il apparaît nécessaire de concilier les périodes d'application des éléments fertilisants avec leur cadence d'assimilation par la plante cultivée.

Effet de la fumure minérale sur l'enherbement

La tendance d'amélioration de la croissance en hauteur des mauvaises herbes avec l'augmentation de la dose d'engrais minéral appliquée, et qui s'est observée de

façon progressive au cours du cycle végétatif de l'oignon peut être expliquée par l'effet du fractionnement des doses appliquées à 15 et à 45 JAR tel que suggéré par Windpouiré et al. (2011). L'accroissement progressif de la biomasse avec l'augmentation de la dose d'engrais minéral au cours du cycle cultural de l'oignon observé est certainement lié à une reprise des mauvaises herbes après le labour, malgré que des sarclages aient été effectués de façon répétitive au 15^{ème} et au 45^{ème} JAR. Cette observation concorde avec celle de Blackshaw et al. (2003) qui avaient observé que la biomasse racinaire et la biomasse des pousses de mauvaises herbes se sont accrues avec des quantités croissantes de phosphore par rapport au blé de printemps (*Triticum aestivum* L. 'Katepwa') et au Canola (*Brassica napus* L.). L'évolution significative de l'enherbement traduite par l'amélioration de la croissance en hauteur et de la production de biomasse des mauvaises herbes indique que l'efficacité des sarclages manuels effectués à 15 et à 45 jours après repiquage est compromise par l'application de l'engrais minéral à fortes doses. Cette observation est similaire à celle de Hilary (2009) qui avait constaté que la production de biomasse de l'Atoca (appelée aussi Ataca, canneberge ou encore airelle) croît avec les doses d'azote apportées. Par ailleurs, une étude sur les interactions mauvaise herbe-culture avait permis à Hüsrev et al. (2003) de comprendre que beaucoup d'espèces adventices avaient été introduites accidentellement et que quelques unes d'entre elles composent aujourd'hui la flore naturelle des parcelles d'oignon dont la composition floristique est profondément altérée par l'usage répété d'une même méthode de contrôle de l'enherbement, les rotations, la contamination des semences et la fertilisation. Cette constatation a été rapportée par Hodonou et al. (2001), puis Bello et al. (2012), qui avaient observé que la maîtrise des mauvaises herbes de l'oignon par des

méthodes améliorées de lutte est demeurée une préoccupation des producteurs qui fustigeaient d'ailleurs l'inefficacité des sarclages manuels pour la maîtrise de l'enherbement.

Effet de la fumure minérale sur la production de l'oignon

Les différences très hautement significatives observées entre les hauteurs moyennes des plants d'oignon pour tous les niveaux de doses à partir de 30 JAR traduisent certainement le fait que la disponibilité des éléments minéraux N, P, K, S et Mg soit un facteur favorable à l'élongation de l'oignon (Argouarc'h, 2005; Gourc et al., 2007; Delamarre, 2010; Windpouiré et al., 2011). En considérant le fractionnement de l'apport des doses d'engrais minéral appliquées, le résultat lié à la croissance en hauteur de l'oignon obtenu corrobore celui de Gourc et al. (2007) qui avaient recommandé d'éviter un apport trop important d'azote en début de cycle et indiqué que le dernier apport d'azote doit être réalisé au maximum 1 mois avant la récolte. La pratique du fractionnement tel que réalisé répond en fait à la recommandation de ces auteurs qui avaient rapporté que les besoins de la plante sont très limités jusqu'au stade 4 feuilles et recommandé aussi de ne pas apporter plus de 60 unités d'azote à la fois et de fractionner si nécessaire. Le suivi de cette recommandation a eu un effet positif significatif sur le rendement de l'oignon compris entre 1,71 t/ha et 33,80 t/ha avec les doses croissantes. Les niveaux de rendement significativement différents obtenus avec les doses d'engrais minéral appliquées sont similaires à ceux de Gourc et al. (2007) qui avaient indiqué une production de 15 à 40 t/ha de bulbes d'oignon selon la variété d'oignon et sur la base d'un apport de 10 t/ha de fumier bovin et de 300 kg/ha d'engrais NPK 9-23-25, complétés avec 75 kg de sulfate de potasse et 110 kg de sulfate d'ammonique. Le rendement

statistiquement le plus élevé de 33,80 t/ha de bulbes d'oignon de la variété locale obtenue avec la plus forte dose de 450 kg/ha d'engrais minéral appliquée confirme les résultats de Bello et al. (2004) qui avaient évalué un rendement de 38,87 t/ha d'oignon pour la variété violet de Galmi avec 400 et 450 kg/ha des engrais N.P.K.S.B. de formulations 14.23.14.5.1 ou 8.12.25.5.1 et indiqué que cette dose était celle optimale et économiquement rentable. Au regard de tout ce qui précède, quel(s) enseignement(s) peut-on tirer de ces résultats discutés et quelles perspectives faut-il envisager pour le futur?

Conclusion

Les résultats de l'étude ont montré qu'il y a un accroissement de la hauteur et de la biomasse des mauvaises herbes ainsi que de la hauteur et du rendement de l'oignon lié à l'augmentation des doses d'engrais minéral appliquées et au cours du cycle végétatif de l'oignon. Les plus faibles valeurs de chacun de ces paramètres d'évolution de l'enherbement et de la production de l'oignon sont obtenues avec les plus faibles doses d'engrais appliquées et au début du cycle végétatif de l'oignon à 15 JAR. La même tendance est observée avec leurs valeurs les plus élevées à un stade avancé du cycle végétatif de l'oignon, à 45 JAR ou à 75 JAR selon le cas. Sur cette base, on peut admettre qu'une augmentation de la dose d'engrais minéral est favorable à une bonne croissance végétative et à l'obtention d'un bon rendement en bulbes d'oignon. L'amélioration du rendement de l'oignon avec les cinq niveaux de doses croissantes d'engrais minéral a été très significative, dans une progression du simple à huit, quatorze, dix sept et vingt fois le niveau du témoin sans engrais. Ces résultats indiquent que la fumure minérale améliore autant la croissance végétative et le rendement de l'oignon que le développement des mauvaises herbes qui lui

sont associées en culture. L'amélioration quantitative de l'enherbement liée aux croûtes de hauteur et de biomasse observés avec les doses et au cours du cycle végétatif de l'oignon mérite une attention particulière. Il convient de suivre et de gérer efficacement l'enherbement en début et en milieu de végétation, notamment entre le 15^{ème} et le 45^{ème} jour après repiquage afin d'épargner la culture des effets de compétition des mauvaises herbes, notamment en éléments nutritifs qui peuvent hypothéquer une production optimale de l'oignon. La gestion de la densité et la prise en compte des seuils de concurrence pour les interventions de désherbage peuvent contribuer à une meilleure maîtrise de l'enherbement de cette culture.

REFERENCES

- Argouarc'h J. 2005. *Les Cultures Légumières en Agriculture Biologique : Fiches Technico-Economiques des Principaux Légumes en Culture de Plein Champ et Sous Abri*. CFPPA, Rennes-Le Rheu; 119 p.
- Bello S, Assogba KF, Baco MN. 2004. *Guide pour la Production de l'Oignon dans l'Alibori: Référentiel Technico-Economique*. Editions INRAB, CRAN, PADSE, AFD; 53 p.
- Bello S. 2012. Analyse diagnostique de la production et de la commercialisation de l'oignon de 1995 à 2009 au Nord-Est du Bénin. Accepté par BRAB en juillet 2012, INRAB, Bénin, 35 p. ISSN N° 1025-2355.
- Blackshaw RE, Brandt RN, Brandt H, Janzen HH, Toby E. 2004. La réponse des espèces contre les mauvaises herbes à la fertilisation en phosphore. *Weed Science Society of America (WSSA)*, **52**(3): 406-412.
- Caroline G, Tournebize J. 2004. L'enherbement du vignoble alsacien : un bilan positif vis-à-vis du transfert de nitrates. *Revue Géographique de l'Est*, **44**(1-2): 55-65.
- De Tourdonnet S, Shili I, Scopel E. 2008. Utilisation des mulchs vivants pour la maîtrise des flores adventices. *Innovations Agronomiques*, **3**: 43-48.
- Delamarre C. 2010. Fiche technique oignon blanc Biologique. Chambre d'Agriculture de Lot et Garonne, 2 p.
- Dumot V, Snackers G. 2007. Raisonnement de l'enherbement et des corrections azotées à la vigne ou au chai dans le vignoble de cognac. AFPP-Vingtième Conférence du COLUMA: Journées Internationales sur la lutte Contre les Mauvaises Herbes, Dijon, 11 p.
- Gourc D, Monnier D, Payet JD. 2007. Oignon. In *Guide Pratique pour l'Ile de la Réunion*, Union Européenne (éd). Armefflor, Odeatom, Département de la Réunion; 106 p.
- Hilary AS. 2009. Nitrogen Rate, Vine Density, and Weed Management Affect Colonization of Cranberry Beds following Disturbance. *Weed Technology*, **6**: 324-328.
- Hodonou-Gotoechan H, Savi AD. 2001. *Etude Diagnostique sur la Production de l'Oignon dans le Département de l'Alibori* Coopération Néerlandaise (ed). INRAB, GTZ,. Actes de l'Atelier Scientifique Nord. INRAB: Bénin; 109-119.
- Hüsrev M, Doğan I. 2003. Invasive weed species in onion production systems during the last 25 years in Amasya, Turkey. *Pak. J. Bot.*, **35**(2): 155-160.
- ICS (Conseils et Services pour une Solution Globale). 2009. *Programme de Lutte Intégrée Contre les Mauvaises Herbes de l'Oignon (Allium cepa L.)*, Martin J-F (ed). Bourgneuf: France; 3 p.
- Karaye AK, Yakubu AI. 2005. Influence of intra-row spacing and mulching on weed growth and bulb yield of garlic (*Allium*

- sativum* L.) in Sokoto, Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, **5**(3): 260-264.
- Maigre D. 2012. Incidence du mode d'entretien du sol sur l'acidité du mout et du vin: Comment maîtriser l'acidité du vin? Blouin et al. (eds). Actes du colloque «Journée technique régionale sur les modes d'entretien du sol et l'acidité du mout et de la vigne», ITV France, 5-7.
- Stahnke G. 2008. *Turfgrasses Weed Control : Influence of Cultural Practices on Weed Encroachment*. PNW Weed Management Handbook, Turfgrasses S-1; 22 p.
- Viel M. 2003. Fertilisation organique et enherbement de la vigne. Editions ITV France et ONIWINS. Institut Technique de l'Agriculture Biologique (ITAB), TECHN'ITAB Viticulture; 3 p.
- Vissoh PV. 2006. Participatory development of weed management technologies in Benin. Ph.D thesis, Wageningen University, Wageningen, p. 26, 36.
- Windpouiré MVT, Oblé N, Rouamba A, Zoumbiessé T. 2011. Influence de la saison de production des bulbes et de la maturité des graines sur les caractéristiques physiologiques de la graine de l'oignon (*Allium cepa* L.), variété «violet de Galmi». *Journal of Animal & Plant Sciences (JAPS)*, **9**(2): 1169-1178.