

Effets des Fumures Organo-Minérales sur les Propriétés Chimiques du sol et les Rendements de la Pomme de Terre (*Solanum tuberosum* L.) dans le Terroir de Torosso en Zone Sud-Soudanienne du Burkina Faso

Ouattara Bassiaka

*Corresponding Author, Université de Fada N’Gourma (U-FDG)
Ecole Supérieure d’Ingénierie (ESI)
BP: 54 Fada N’Gourma, Burkina Faso
E-mail: bass.ouatt@gmail.com*

Bazongo Pascal

*Université de Fada N’Gourma (U-FDG)
Ecole Supérieure d’Ingénierie (ESI)
BP: 54 Fada N’Gourma, Burkina Faso*

Traore Karim

*Institut de l’Environnement et de Recherches Agricoles (INERA)
Département Gestion des Ressources Naturelles et Système de Production (GRN/SP)
INERA-Farako-Ba, Laboratoire Sol Eau Plante
BP 910 Bobo-Dioulasso, Burkina Faso*

Badini Ousmane

*Institut de l’Environnement et de Recherches Agricoles (INERA)
Département Gestion des Ressources Naturelles et Système de Production (GRN/SP)
INERA-Farako-Ba, Laboratoire Sol Eau Plante
BP 910 Bobo-Dioulasso, Burkina Faso*

Resume

La productivité de la pomme de terre à Torosso, au Burkina Faso, est en deçà des potentialités de cette culture. Afin d’améliorer la productivité de cette tubercule par l’utilisation des fumures organo-minérales, un essai agronomique a été conduit en milieu paysan dans le terroir de Torosso. Le dispositif expérimental était un bloc de Fisher complètement randomisé à 4 répétitions. Le facteur étudié est la fumure à 4 niveaux de fertilisation : T1 = témoin sans fertilisant, T2 = NPK + Urée, T3 = Compost + Urée et T4 = Compost + NPK + Urée. Les doses appliquées sont de 20 000 kg/ha pour le compost, 1 540 kg/ha pour le NPK et de 252 kg/ha pour l’Urée. L’analyse statistique a montré que les traitements T2 et T4 ont significativement amélioré la croissance, le développement des plants et le rendement en tubercules (T2 = 20,08 t/ha ; T4 = 21,43 t/ha) par rapport au témoin (T1 = 11,78 t/ha). Par ailleurs, les valeurs du potassium disponible ont été significativement différentes suivant les traitements. Ces résultats montrent que les producteurs de la zone d’étude peuvent utiliser les fumures Compost + NPK + Urée pour améliorer la productivité de la pomme de terre.

Mots-clés: pomme de terre, fumure organo-minérale, rendement, propriétés du sol, Torosso, Burkina Faso.

Abstract

Potato produced in Burkina Faso, precisely at Torosso area, suffers to low yield. In order to improve its yield, we assessed organo-mineral fertilizers in an on-farm trial carried out at Torosso area. The experimentation was set as a Fisher device randomized complete-block including 4 blocks. The factor studied in each block was the fertilization levels set in 4 plots: “T1= Control plot”, “T2= NPK + Urea”, “T3= Compost + Urea” and “T4 =Compost + NPK + Urea”. The application dose were 20 000 kg.ha⁻¹ for the compost, 1.540 kg.ha⁻¹ for NPK and 252 kg.ha⁻¹ for urea. Statistical analyses showed that the applications “T2= NPK + Urea”, and “T4 =Compost + NPK + Urea” significantly improved plant growth and development and thus tuber yields (respectively T2 = 20.08 t.ha⁻¹; T4 = 21.43 t.ha⁻¹) comparatively to the control plot (T1 = 11.78 t.ha⁻¹). Furthermore, the available potassium values were significantly different depending on fertilization levels. These results show that farmers in Torosso area can use Compost + NPK + Urea applications to improve potato productivity.

Keywords: potato, organo-mineral manure, yield, soil properties, Torosso, Burkina Faso.

Introduction

La pomme de terre est la quatrième culture vivrière la plus importante au monde après le riz, le maïs et le blé (FAOSTAT, 2019). Sur le plan alimentaire, elle est un aliment de base pour la population mondiale, ce qui a conduit l’Organisation des nations unies (ONU) à déclarer l’année 2008 « Année internationale de la pomme de terre ». La production mondiale de la pomme de terre en 2017 était d’environ 388 190 674 tonnes (FAOSTAT, 2019). Elle est fournie principalement par la Chine, l’Inde, la Russie, l’Ukraine et les Etats-Unis d’Amérique avec une production de 171 567 546 t soit environ 44% (FAOSTAT, 2019). En Afrique de l’Ouest, la production de la pomme de terre en 2017 était estimée à 1 886 773 t (FAOSTAT, 2019). Au Burkina Faso, la production de la pomme de terre a atteint 3 028 t en 2017 (MAAH, 2017). Cette spéculation fait partie des principales cultures maraîchères et représente une opportunité pour lutter contre l’insécurité alimentaire aux côtés des céréales traditionnelles (mil, sorgho, maïs, riz, fonio...) dans notre pays (MARHASA, 2015). La production de la pomme de terre se fait généralement en saison sèche fraîche avec des rendements moyens situés entre 20 et 25 t/ha (Badiel, 2001) pour des rendements potentiels qui atteignent 30 t/ha suivant les variétés (CNS, 2014). La difficulté à atteindre le rendement potentiel serait due en partie à des contraintes liées à la non-maîtrise des techniques de production, la pauvreté des sols en certains éléments nutritifs et la faible accessibilité aux intrants agricoles. Dans le contexte d’une agriculture à faible performance pratiquée sur des sols à fertilités médiocres, l’utilisation de la fumure organo-minérale et son impact sur les propriétés du sol sont au cœur des débats. Notre étude s’inscrit dans une dynamique de recherche de diversification, d’intensification et de durabilité des systèmes de production de la pomme de terre dans la zone Sud-soudanienne du Burkina Faso. L’objectif général de cette étude est de contribuer à l’augmentation de la production de la pomme de terre au Burkina Faso à travers l’amélioration de la productivité des sols par l’utilisation des fumures organo-minérales. De façon spécifique, il s’agit (i) d’évaluer l’influence des fumures et de leurs combinaisons sur les propriétés chimiques du sol, (ii) de déterminer l’influence des types de fumures et de leurs

combinaisons sur la croissance et le développement de la pomme de terre, (iii) de déterminer l'influence des types de fumures et de leurs combinaisons sur le rendement de la pomme de terre.

Materiel et Methodes

Présentation du Site D'étude

L'expérimentation a été conduite à Torosso. C'est un terroir de la commune rurale de Karangasso-Sambla situé dans la province du Houet à l'Ouest du Burkina Faso, à environ 42 km de Bobo-Dioulasso, sur l'axe routier Bobo – Karangasso-Sambla. Ses coordonnées géographiques sont de 11°09'26.9" latitude Nord et de 04°34'42.6" longitude Ouest (Zoungana, 2016). Le climat du type sud-soudanien, marqué par deux saisons contrastées. Une saison pluvieuse allant de 5 à 6 mois (Mai - Octobre) avec une pluviosité qui varie entre 950 mm et 1100 mm, et une saison sèche de Novembre à Avril (Guinko, 1984). Les sols sont en majorité hydromorphes sur curasse, de nature limono-argileuse à argilo-limoneuse en surface, avec du gravillon et de l'argile en profondeur (Badiel, 2001). La végétation est constituée de savanes boisées et de forêts claires. Les espèces rencontrées sont : *Vitellaria paradoxa* Gaerth, *Parkia biglobosa* Benth, *Khaya senegalensis*. Cette végétation comporte en plus un tapis herbacé dominé par des graminées pérennes dont *Andropogon gayanus* Kunth, *Cymbopogon spp.* (Badiel, 2001).

Matériel

Le matériel végétal est constitué de la variété Atlas de pomme de terre ayant un cycle tardive de 95 jours et un rendement moyen de 20 t/ha, avec un rendement potentiel de 25 t/ha (CNS, 2014). Les engrais minéraux utilisés sont l'engrais composé NPK de la formulation (14-23-14) et l'engrais simple Urée (46% N) à des quantités respectives de 10 kg et 5 kg. Quant à l'engrais organique, c'est le compost produit à base de résidus de tiges de cotonnier qui a été appliqué comme amendement en fumure de fond.

Méthodes

Le site d'étude a été choisi en prenant en compte l'expérience des producteurs dans la culture de la pomme de terre. C'est une zone de production de la pomme de terre par excellence en saison pluvieuse. Le dispositif expérimental est un bloc Fisher complètement randomisé comportant quatre (4) traitements répétés quatre (4) fois chacun. L'essai a une superficie totale de 176,25 m². La superficie effective est de 118,25 m² (21,5 m x 5,5 m). Chaque parcelle élémentaire (PE) vaut 5 m² (5 m x 1 m). Le facteur étudié est la fumure avec quatre (4) niveaux de traitements (Tableau I).

Tableau I: Traitements étudiés

| Traitements | Désignation |
|--|--|
| T1 : Parcelle témoin | Sans fertilisant |
| T2 : Fumure minérale (FM) | Apport de NPK (765 g) + Urée (126 g x 2) |
| T3 : Fumure organique (FO) + Urée | Apport de compost (10 000g) + Urée (126 g x 2) |
| T4 : Fertilisation recommandée (FO+FM) | Apports de NPK (765 g) + Urée (126 g x 2) + Compost (10 000g). |

Conduite de L'essai

La plantation a été faite manuellement en Juin 2019 sur des planches. Elle a consisté à planter les tubercules germés, avec les germes dirigés vers le haut dans des poquets d'une profondeur de 3 à 5 cm aux écartements de 30 cm entre les plants situés sur la même ligne et 40 cm entre les lignes. Chaque parcelle élémentaire a reçu 48 plants, soit trois lignes de 16 plants chacune. Ainsi, chaque bloc compte

192 poquets plantés, soit un total de 768 « semenceaux » plantés pour les quatre (4) blocs. L'entretien de la parcelle a consisté à un sarclage, un binage et un buttage manuel au besoin.

Fertilisation Organo-Minérale

Des apports en compost bien décomposé et en NPK ont été faits sur les parcelles élémentaires sauf sur les témoins. L'application du compost a été faite à la dose de 20 t/ha soit 10 kg par parcelle élémentaire. Dans chaque parcelle élémentaire, le NPK (14-23-14) a été appliqué au 32^{ème} JAP (Jour Après Plantation) en une fraction, à la dose de 0,768 kg par parcelle concernée soit un total de 6,144 kg. L'Urée (46% N) a été apportée en deux fractions. La première fraction a été appliquée au 39^{ème} JAP et la seconde fraction au 54^{ème} JAP et celles-ci à la dose de 0,192 kg par parcelle concernée pour chaque application, soit 2,304 kg x 2.

Collecte de Données

Prélèvement des Échantillons de Sols

Des échantillons de sol ont été prélevés à la récolte dans chaque parcelle élémentaire à l'aide d'une tarière. Le prélèvement du sol a été fait sur l'horizon 0-20 cm, car étant la couche la plus explorée par les racines. Il a été fait suivant la diagonale en trois points pour en faire un échantillon composite.

Paramètres Chimiques du Sol

Les analyses ont été réalisées au Laboratoire Sol-Eau-Plante de l'INERA. Le pH H₂O a été mesuré à partir d'une suspension de sol dans l'eau par la méthode électrométrique au pH-mètre à électrode de verre (AFNOR, 1999). La teneur en carbone organique a été déterminée selon la méthode de Walkley et Black (1934). Le phosphore total (Pt), l'azote total (Nt) et le potassium total (Kt) ont été ensuite déterminés selon la méthode de Walinga *et al.*, (1995). Le phosphore assimilable a été évalué selon la méthode de Bray-1 (Bray et Kurtz, 1945).

Paramètres Agronomiques Observés

Paramètres Liés à la Croissance Végétative

Des observations, notations et mesures ont été faites pour le suivi agronomique sur les mêmes plants durant tout le cycle de leur développement. Ces observations ont porté sur un échantillon de 16 poquets ou plants de la ligne centrale de chaque parcelle élémentaire.

Des mesures ont porté sur la longueur des tiges aériennes afin d'évaluer la croissance des plantes. Cette mesure a été faite du collet au bourgeon terminal de la plus haute tige du poquet (Zoungana, 2016). Ces mesures ont été faites les 15^{ème}, 30^{ème}, 45^{ème} JAL. La couverture foliaire représente le pourcentage du feuillage des plantes. Elle a été faite avec une grille de 100 cm² soit 10 cm x 10 cm par système de traçage fait à l'aide d'un fil (Zoungana, 2016).

Coefficient de Variation ou Vitesse de Croissance (VC)

Le coefficient de variation ou vitesse de croissance est le gain en hauteur, en nombre de feuilles et en couverture moyenne entre deux dates d'observation.

$$VC = \frac{\text{valeur mesurée (N + 1)} - \text{valeur mesurée (N)}}{\text{valeur mesurée (N + 1)}} \times 100$$

Source: Soufi (2011).

Paramètres liés au Rendement Tubercule

Le rendement a été déterminé à partir du poids frais des tubercules par unité de surface de chaque traitement. Le rendement a été évalué en kg/m², puis extrapolé en kg/ha et en t/ha.

Traitement et Analyse Statistique des Données Collectées

Les le tableur Excel 2013 a été utilisé pour la saisie des données collectées et la réalisation des graphiques. L'analyse de variance (ANOVA) desdits paramètres a été effectuée avec le logiciel XLSTAT 2016 et les moyennes des variables ont été comparées en utilisant le test de Newman-Keuls au seuil de probabilité P = 5%.

Resultats et Discussion

Résultats

Effets des Fumures sur les Paramètres Chimiques des Sols

Les résultats présentés dans le Tableau II montrent la teneur des éléments chimiques des sols. On n'observe aucune différence entre le sol de la parcelle témoin et celui des parcelles fertilisées pour ce qui concerne le pH_{eau}, le Carbone organique, les teneurs en azote, en P assimilable ainsi que du rapport C/N. On observe par contre une différence significative entre le traitement T4 et les autres traitements pour les valeurs du potassium du sol. La teneur du sol du traitement *Compost + Urée + NPK* (T4) est plus élevée avec 215,87 mg/kg par rapport à celui du sol témoin ainsi que des autres traitements.

Tableau II: Paramètres chimiques du sol

| Traitements | pH _{eau} | CO (%) | N (%) | C/N | P.ass (mg/Kg) | K.dispo (mg/Kg) |
|----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| T1 | 5,06 ^a ± 0,27 | 0,93 ^a ± 0,06 | 0,18 ^a ± 0,02 | 13,04 ^a ± 1,06 | 1,12 ^a ± 0,80 | 130,54 ^b ± 42,55 |
| T2 | 4,95 ^a ± 0,18 | 1,10 ^a ± 0,11 | 0,17 ^a ± 0,02 | 13,24 ^a ± 0,94 | 1,51 ^a ± 0,29 | 129,07 ^b ± 16,82 |
| T3 | 5,04 ^a ± 0,12 | 1,05 ^a ± 0,16 | 0,18 ^a ± 0,01 | 13,37 ^a ± 0,77 | 0,91 ^a ± 0,29 | 141,47 ^b ± 43,31 |
| T4 | 4,94 ^a ± 0,10 | 1,18 ^a ± 0,14 | 0,18 ^a ± 0,02 | 13,33 ^a ± 1,01 | 1,80 ^a ± 0,48 | 215,87 ^a ± 43,12 |
| Probabilité | 0,710 | 0,076 | 0,638 | 0,961 | 0,117 | 0,021 |
| Signification | NS | NS | NS | NS | NS | S |

Les valeurs sont la moyenne ± écart-type. NS = Non significatif. S: Significatif. Les valeurs affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes. **T1**: traitement sans fertilisant; **T2**: NPK + Urée; **T3**: Compost + Urée; **T4**: Compost + Urée + NPK.

Effet Combiné du Compost et des Engrais Minéraux sur les Paramètres de Croissance

Végétative

Effet Combiné du Compost et des Engrais sur la Hauteur et la Couverture Foliaire

Les résultats de la hauteur des tiges et de la couverture foliaire sont présentés dans le Tableau III. Ces résultats montrent que la longueur de la tige est très influencée par les différentes fumures apportées dans les traitements (P < 0,0001) aux 15^{ème}, 30^{ème} et au 45^{ème} JAP (Jour Après Plantation). La hauteur la plus courte des plantes au 15^{ème} JAP a été observée dans le traitement T1 avec 10,82 cm et la plus longue est issue du traitement T2 avec 15,61 cm. Quant aux 30^{ème} et 45^{ème} JAP, les hauteurs des plantes les plus courtes et les plus longues sont également obtenues des traitements T1 et T2 avec respectivement 15,27 cm et 26,18 cm au 30^{ème} JAL contre 16,97 cm et 29,22 cm au 45^{ème} JAP.

L'analyse statistique indique qu'il y a également un effet très hautement significatif des fumures sur la couverture foliaire (P < 0,0001) aux 15^{ème}, 30^{ème} et 45^{ème} JAP. Cette couverture foliaire a été de 17,87% au 15^{ème} JAP, de 42,49% au 30^{ème} JAP et de 43,30% au 45^{ème} JAP de T1 à T2.

De façon générale, la hauteur et la couverture foliaire restent faibles dans le traitement témoin T1. Par contre, les plantes les plus hautes sont observées dans le traitement T2 et celles ayant la plus grande couverture foliaire proviennent du traitement T4.

Tableau III: Effet des fumures sur la hauteur des plantes et la couverture foliaire

| Traitements | Hauteur | | | Couverture foliaire | | |
|----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| | 15JAL | 30JAL | 45JAL | 15JAL | 30JAL | 45JAL |
| T1 | 10,82 ^b ±3,94 | 15,27 ^c ±6,05 | 16,97 ^c ±6,10 | 17,20 ^b ±9,24 | 24,98 ^c ±12,62 | 46,48 ^c ±28,30 |
| T2 | 15,61 ^a ±5,12 | 26,18 ^a ±6,71 | 29,22 ^a ±6,90 | 31,58 ^a ±14,69 | 56,28 ^b ±26,66 | 85,65 ^{ab} ±27,22 |
| T3 | 15,09 ^a ±4,91 | 22,73 ^b ±5,91 | 24,28 ^b ±5,53 | 30,03 ^a ±13,20 | 52,39 ^b ±25,64 | 76,17 ^b ±29,79 |
| T4 | 15,10 ^a ±4,24 | 25,16 ^a ±5,04 | 27,77 ^a ±5,39 | 35,07 ^a ±12,36 | 67,47 ^a ±27,48 | 89,78 ^a ±21,38 |
| Probabilité | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 |
| Signification | THS | THS | THS | THS | THS | THS |

Les valeurs portant les mêmes lettres ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5% pour le paramètre considéré.

T1 : traitement sans fertilisant ; **T2** : NPK + Urée ; **T3** : Compost + Urée ; **T4** : Compost + Urée + NPK ; **JAL** : Jour Après Levée ; **THS** : Très Hautement Significatif.

Coefficient de Variation (CV) ou Vitesse de Croissance (VC)

Le Tableau IV résume les valeurs du coefficient de variation ou vitesse de croissance conformément à la formule citée précédemment et qui se rapporte à cent (100).

Tableau IVV: Coefficient de variation ou vitesse de croissance

| Phase | VNF1 | VNF2 | VH1 | VH2 | VCF1 | VCF2 |
|-----------|-------|------|-------|------|-------|-------|
| VC | 13,91 | 3,91 | 35,58 | 9,07 | 41,17 | 33,88 |

Avec VNF1: vitesse de croissance du nombre de feuilles entre le 15^{ème} et le 30^{ème} JAL;

VNF2: vitesse de croissance du nombre de feuilles entre le 30^{ème} et le 45^{ème} JAL;

VH1: vitesse de croissance en hauteur entre le 15^{ème} et le 30^{ème} JAL;

VH2: vitesse de croissance en hauteur entre le 30^{ème} et le 45^{ème} JAL;

VCF1: vitesse de croissance de la couverture foliaire entre le 15^{ème} et le 30^{ème} JAL;

VCF2: vitesse de croissance de la couverture foliaire entre le 30^{ème} et le 45^{ème} JAL.

Effet Combiné du Compost et des Engrais Minéraux sur les Paramètres de Rendement et sur le Rendement

Effet Combiné du Compost et des Engrais sur le Rendement Tubercule

Les effets de la fertilisation sur le rendement des tubercules récoltés sont présentés dans le Tableau IX. La combinaison du compost et des engrais a eu un effet significatif sur le rendement en tubercules. Le rendement brut le plus élevé (21,43 t/ha) provient du traitement T4. Quant aux rendements les plus faibles, ils sont issus du T1 avec 11,78 t/ha.

Tableau V: Effet des fumures sur le rendement de la pomme de terre

| Traitement | Rendement tubercule (t/ha) |
|----------------------|----------------------------|
| T1 | 11,78 ^b ±1,46 |
| T2 | 20,08 ^a ±4,11 |
| T3 | 17,11 ^{ab} ±3,54 |
| T4 | 21,43 ^a ±4,28 |
| Probabilité | 0,019 |
| Signification | S |

Légende : Les valeurs portant les mêmes lettres dans la même colonne ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5% de probabilité (test de Newman-Keuls) pour le paramètre chimique considéré. **T1**: traitement sans fertilisant; **T2**: NPK + Urée; **T3**: Compost + Urée; **T4**: Compost + Urée + NPK; **t/ha**: Tonne/hectare; **NS**: Non Significatif; **S**: Significatif.

Discussion

Paramètres Chimiques du Sol

L'acidité du sol pourrait être liée à la nature du sol avec une texture dominée par une teneur en limon. Ces résultats sont en concordance avec ceux de Bado (2002) et Zoungrana (2016) qui ont signalé le caractère acide ou légèrement acide des sols ferrugineux tropicaux et ferralitiques du Burkina Faso. Selon CIRAD-GRET-MAE (2002), la pomme de terre préfère les sols légèrement acides à pH compris entre 6 et 6,5. Le pH du site d'étude étant en deçà de cette fourchette, pourrait influencer négativement sur le rendement de la pomme de terre.

Le C organique du T4 (Compost + NPK + Urée) n'est pas significativement différent de celui des autres traitements.. Cela prouve que le compost disponibilise lentement le Carbone dans le sol. De plus, le compost n'a pas eu d'influence positive sur le taux de carbone du sol. Ces résultats sont en désaccord avec ceux des travaux de N'dayigamiye *et al.* (2005), Smicikes *et al.* (2008) et Mze (2008) qui ont montré que le compost contribue à augmenter la teneur en carbone organique du sol.

Quel que soit le traitement, la minéralisation est intense avec un rapport C/N moyen de 13. Cela pourrait s'expliquer par une activité biologique plus intense due à la présence de litière et qui constitue un support et un aliment pour la microfaune et la microflore du sol. Ces résultats corroborent ceux de Charland *et al.* (2001) et Charnay (2005) qui ont montré que le compost améliore grâce à sa quantité élevée en biomasse microbienne, la structure et la stabilité des sols.

Quant au phosphore assimilable, les teneurs moyennes montrent que le sol est pauvre en cet élément minéral. Cette pauvreté en phosphore assimilable du sol pourrait s'expliquer d'une part, par la nature des sols et l'insolubilité de ces éléments nutritifs et d'autre part, par une faible teneur en bases échangeables comme le calcium et le magnésium qui permettent l'assimilation et la fixation de l'ion phosphorique sur le Complexe argilo-humique (CAH) par le pont calcique. Nos résultats corroborent ceux de Mulaji (2011) qui ont montré que dans les sols acides tropicaux, le phosphate se combine au fer et à l'aluminium pour former des composés très peu solubles non disponibles pour les plantes.

La teneur en potassium disponible issue du traitement T4 (Compost + NPK + Urée) a significativement varié. Cela signifie que les fumures organo-minérales ont influencé positivement l'évolution des teneurs en potassium disponible. Le potassium se trouve en grande partie sous forme minérale. Il pourrait provenir de la décomposition de la matière organique à laquelle les engrais chimiques (NPK) viendraient s'ajouter. Nos résultats sont en concordance avec ceux de Kebdani *et al.* (2014) qui ont montré que le potassium utilisable par les plantes est constitué par celui de la solution du sol et du complexe absorbant « potassium échangeable ».

Effet Comparé des Fumures sur les Paramètres de Croissance Végétative

De façon générale, la hauteur de plantes issues du traitement T2 (NPK + Urée) est légèrement supérieure à ceux de T4 (Compost + NPK + Urée). En revanche, la meilleure couverture foliaire provient du traitement T4. Les résultats obtenus pourraient s'expliquer par les apports de fumure minérale, plus efficace avec le surplus d'éléments nutritifs fournis par le NPK au moment opportun. Ces résultats sont similaires à ceux de Bado (2002) qui ont montré que les engrais minéraux (NPK ou NPK + Urée) favorisent la croissance végétative. Ils sont également conformes à ceux de Oustani, (2011) qui avaient prouvé que l'azote stimule la croissance végétative et la tubérisation, et a un effet significatif sur le rendement en biomasse de la pomme de terre.

D'après les coefficients de variation, la croissance dans son ensemble (hauteur de feuilles et couverture foliaire) présente trois phases : une croissance rapide, entre le 15^{ème} et le 30^{ème} JAL ; une croissance lente, entre le 30^{ème} et le 45^{ème} JAL et une croissance ralentie évoluant vers un arrêt, à partir du 45^{ème} JAL. En effet, cette variation rapide et lente pourrait être liée à l'apparition de nouveaux organes tels que les fleurs, mais surtout les tubercules « fils ». A cette période du début de l'initiation des tubercules « fils », la plante commence le transfert des assimilats des feuilles vers les tubercules et consacre ses synthèses à l'initiation des tubercules "fils" au détriment des organes végétatifs. Par conséquent, la croissance diminue. Nos résultats sont conformes à ceux de Badiel (2001) qui ont

montré que la vitesse de croissance végétative est rapide, mais lente en début de l'initiation des tubercules « fils » qui débute vers le 35^{ème} JAP pour les variétés précoces et plus tard pour les variétés tardives (46 JAP). Par ailleurs, la phase de croissance ralentie évoluant vers un arrêt pourrait s'expliquer par l'accumulation des éléments nutritifs au niveau des tubercules « fils » d'où une perte considérable de feuilles donc une diminution du couvert végétal. Les résultats sont également similaires à ceux de Mnayer (2004) qui ont montré qu'à la fin du cycle de croissance, on observe une sénescence physiologique de la plante et au défeuillage (une chute accélérée des feuilles).

Effet Comparé des Fumures sur les Rendements

Les meilleurs rendements obtenus avec les traitements T4 et T2 seraient liés à l'efficacité agronomique des fumures par rapport au témoin T1 sans fertilisant. De plus, ces meilleurs rendements pourraient s'expliquer par l'effet du NPK et de l'Urée. Cela corrobore les résultats des travaux de Deblay (2006) qui ont montré qu'un équilibre entre les éléments apportés en NPK et en Urée, augmente le rendement de la récolte. Nos résultats sont également en concordance avec ceux de Houidi et Ahmadi (2007) qui confirment que le rendement des tubercules pourrait augmenter de 50% avec une bonne fertilisation potassique. Ces meilleurs rendements pourraient s'expliquer également par l'effet du potassium qui aurait contribué à stimuler les tubercules à la récolte en leur offrant aussi bien une résistance aux maladies qu'une réduction des pertes après récoltes liées au noircissement interne des tubercules. En effet, Houidi et Ahmadi (2007) ont montré que le potassium favorise la synthèse des phénols, des auxines toxiques des plantes de la pomme de terre offrant ainsi une résistance aux maladies fongiques et bactériennes. Aussi, le fractionnement et l'application au buttage de l'azote minéral aurait permis à la plante d'obtenir de bon rendement en tubercules. Cela corrobore les études de Aloys et Lyne (2000) qui ont montré que le fractionnement de l'engrais azoté à la plantation et au buttage permet à la plante d'atteindre le stade floraison.

Mulaji (2011) a montré l'effet bénéfique du compost sur le rendement des cultures à travers l'amélioration de la fertilité des sols. Clément et N'dayegamiye (2009) ont également montré que le compost augmente la capacité d'échange cationique des sols permettant ainsi, une utilisation efficace des engrais minéraux appliqués. Le meilleur rendement brut obtenu (traitement T4 avec 21,43 t/ha) est inférieur au rendement potentiel de 25 t/ha (CNS, 2014). Ces résultats pourraient être liés au faible taux de levée observé dans le traitement T4 (85,9%). En effet, Badiel (2001) a montré que le rendement serait affecté par le manque de levée. Les résultats pourraient également s'expliquer par le faible nombre de tiges par plante. En effet, Badiel (2001) a montré que la variation des rendements était liée à la densité des tiges/ha. Le rendement inférieur à celui potentiel pourrait aussi être lié à l'acidité du sol.

Conclusion

L'objectif de cette étude était d'évaluer l'effet agronomique des fumures sur le rendement de la pomme de terre et leurs influences sur les propriétés chimiques du sol dans le terroir de Torosso. Au terme de cette étude, il ressort de l'expérimentation que la combinaison organo-minérale a impacté positivement la teneur en potassium disponible. Les fumures organo-minérales ont eu un effet significatif sur les différents paramètres de croissance et de développement observés, sauf le nombre de tiges. Les combinaisons de fumures organo-minérales n'ont pas eu un effet positif sur tous les paramètres de croissance et le développement de la pomme de terre. Les combinaisons de fumures organo-minérales ont un effet positif sur les paramètres de rendements et améliorent donc le rendement de la pomme de terre. De façon générale, la combinaison organo-minérale pourrait jouer un double rôle qui est de participer d'une part, à l'augmentation des rendements et d'autre part, au maintien de la fertilité des sols à partir du compost apporté qui serait perceptible après la deuxième année de production sur le site. Pour cela, nous recommandons l'utilisation de la fumure organo-minérale (Compost + NPK +

Urée) pour une productivité durable des sols et des cultures. Au vu des résultats, nous suggérons en guise de perspective, de reconduire l'essai en intégrant les facteurs précédents cultureux et accroissements des doses.

Remerciement

Les auteurs traduisent leur gratitude à l'Université de Fada N'Gourma et à l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (Station de Recherche de Farako-Bâ) pour leur soutien multiforme à la réalisation de cette étude.

References Bibliographiques

- [1] AFNOR., 1981. Détermination du pH. (Association Française de Normalisation) NF ISO 103 90. In AFNOR, qualité des sols, Paris, France. P 339-348.
- [2] Aloys M. et Lyne L., 2000. Utilisation rationnelle de l'engrais azoté dans la culture de la pomme de terre par des applications fractionnées de l'azote. CPVQ., Fiche technique, 8 p.
- [3] Badiel H., 2001. Diagnostic de la culture de la pomme de terre et essai variétal dans les bas-fonds de Karankasso-Sambla. Mémoire de fin d'études, IDR, Univ. Nazi BONI, 75 p.
- [4] Bado. B. V., 2002. Rôle des légumineuses sur la fertilité des sols ferrugineux tropicaux des zones guinéenne et soudanienne du Burkina Faso. Thèse de Doctorat de troisième cycle, Université de Laval, Québec, 166 p.
- [5] Bray, R. H. & L. T. Kurtz., 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soil. Soil Science, 59: Pp 39-45.
- [6] Charland M., Cantin S., St Pierre M.A. et Cote L., 2001. Recherche sur les avantages à utiliser le compost. Dossier CRIQ 640-PE27158 (R1), Rapport final. Recyc-Quebec, 35 p.
- [7] Charnay F., 2005. Compostage des déchets urbains dans les pays en développement: élaboration de la démarche méthodologique pour une production pérenne de compost. Thèse de doctorat, Université de Limoge, France, 227 p.
- [8] CIRAD-GRET-MAE, 2002. Memento de l'agronome. Jouve (France, 11 bd de Sébaspol, 75001 Paris n° 312091 Y, Pp 601 – 641 ; Pp 854 – 857.
- [9] Clément M.F. et N'dayegamiye A., 2009. Rotation dans la culture de pomme de terre : bilans humiques et logiciel de calcul. Colloque sur la pomme de terre. CRAAQ, Québec, 6 p.
- [10] CNS, 2014. Catalogue national des espèces et variétés agricoles du Burkina, 81 p.
- [11] Deblay S., 2006. Fertilisation et amendements. Educagri éditions, 2ème édition, Paris, 129p.
- [12] FAOSTAT, 2019. Site de la FAO de statistiques : <http://FAOSTAT.fao.org/> consulté le 19/02/2019.
- [13] Guinko S., 1984. Végétation de la Haute-Volta. Thèse de doctorat. Sciences naturelles. Université de Bordeaux III. Tomes 2, 394 p.
- [14] Houidi H. et Ahmadi I., 2007. Contribution à l'étude de l'effet de la fertilisation azotée-potassique sur pomme de terre (*Solanum tuberosum* L. var CONDOR) dans la région de Souf, 192 p.
- [15] Kebdani B., Missat L., 2014. Etude de l'influence de type de la fertilisation et l'apport de fumure sur la culture de pomme de terre (*Solanum tuberosum*). Diplôme de Master II en Agronomie. Université Abou Bekr Belkaid, 83 p.
- [16] MAAH, 2017. Situation de référence du programme de développement des cultures fruitières et légumières (PDCFL), 67 p.
- [17] MARHASA, 2015. Résultats définitifs de la campagne agricole 2014/2015 et perspective de la situation alimentaire et nutritionnelle. Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques, de l'Assainissement et de la Sécurité alimentaire/direction Générale des Etudes et des Statistiques sectorielles, 73 p.

- [18] Mnayer D., 2004. Effets de la fertilisation potassique et du temps d'application sur la production et la qualité technologique des tubercules de pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.), 79 p.
- [19] Mulaji K.C., 2011. Utilisation des composts de bios déchets ménagers pour l'amélioration de la fertilité des sols acides de la Province de Kinshasa (Rép. Dém. du Congo) (Thèse de Doctorat). Gembloux, Belgique, Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech., Pp 30-41.
- [20] Mze S.P., 2008. Influence d'apports en matières organiques sur l'activité biologique et la disponibilité du phosphore dans deux sols de la région des grands lacs d'Afrique. Thèse de doctorat, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, 240 p.
- [21] N'dayegamiye A., Drapeau A. et Laverdiere M.R., 2005. Effets des apports de composts de résidus ménagers sur les rendements des cultures et certaines propriétés du sol. Agrosol. 16 (2), Pp 57-71.
- [22] Oustani M., 2011. Amélioration de la nutrition des plantes dans les régions arides, Rapport d'activité. 9 p.
- [23] Smicikes K.D., Walker P.M., Kelly T R., 2008. Evaluation of compost for use as a soil amendment in corn and soybean production. Compost Science & Utilisation, Vol. 16 n°2, Pp. 183-191.
- [24] Walkley A. and Black C. A., 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposal modification of the chromic acid titration method. Soil Science, Volume 37, Pp 29-38.
- [25] Walinga I, van der Lee J.J, Houba V.J.G, van Vark, W, Novozamsky I., 1995. Plant Analysis Manual. Kluwer Academic, Dordrecht, the Netherlands. p 11.
- [26] Zoungrana L., 2016. Effet des fumures sur la productivité de la pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) dans la zone sud-soudanienne du Burkina Faso: cas de Torosso. Mémoire d'Ingénieur d'Agriculture, CAP Matourkou, 57 p