
Etude de l'effet des différentes sources d'éléments nutritifs sur les performances agroéconomiques de la pomme de terre dans les hauts plateaux de l'Ouest Cameroun

Auteur : Wandji Simo, Solange

Promoteur(s) : 10924

Faculté : Gembloux Agro-Bio Tech (GxABT)

Diplôme : Master de spécialisation en production intégrée et préservation des ressources naturelles en milieu urbain et péri-urbain

Année académique : 2021-2022

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/15980>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

ÉTUDE DE L'EFFET DES DIFFÉRENTES SOURCES D'ÉLÉMENTS NUTRITIFS SUR LES PERFORMANCES AGROECONOMIQUES DE LA POMME DE TERRE DANS LES HAUTS PLATEAUX DE L'OUEST CAMEROUN

WANDJI SIMO SOLANGE

**TRAVAIL DE FIN D'ETUDES POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME DE MASTER DE
SPECIALISATION EN PRODUCTION INTEGRÉE ET PRESERVATION DES RESSOURCES
NATURELLES EN MILIEU URBAIN ET PERI-URBAIN**

ANNÉE ACADÉMIQUE 2021-2022

PROMOTEUR : STEPHANE COGNET

Copyright : "Toute reproduction du présent document, par quelque procédé que ce soit, ne peut être réalisée qu'avec l'autorisation de l'auteur et de l'autorité académique de Gembloux Agro-Bio Tech."

"Le présent document n'engage que l'auteur."

ÉTUDE DE L'EFFET DES DIFFÉRENTES SOURCES D'ÉLÉMENTS NUTRITIFS SUR LES PERFORMANCES AGROECONOMIQUES DE LA POMME DE TERRE DANS LES HAUTS PLATEAUX DE L'OUEST CAMEROUN

WANDJI SIMO SOLANGE

**TRAVAIL DE FIN D'ÉTUDES POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME DE MASTER DE
SPECIALISATION EN PRODUCTION INTEGRÉE ET PRESERVATION DES RESSOURCES
NATURELLES EN MILIEU URBAIN ET PERI-URBAIN**

ANNÉE ACADÉMIQUE 2021-2022

PROMOTEUR : STEPHANE COGNET

REMERCIEMENTS

Mes mots de remerciements vont en premier lieu à L'ARES, pour le financement de cette formation qui m'a permis d'acquérir de nouvelles connaissances.

Je tiens à remercier tout le corps professoral de Gembloux Agro-Bio-Tech et de la Haute École Charlemagne de leurs dévouements tout au long de la formation.

Un merci particulier au professeur Haissam Jijakli, Responsable du Master pour le bon déroulement de cette formation.

Merci à mon promoteur Stéphane Cognet pour sa contribution très significative à l'amélioration de cette étude, et sa disponibilité.

Un grand merci à Dongmo Wilfried, doctorant de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université de Dschang pour sa disponibilité et le travail à distance effectué ensemble pour la réalisation de cette étude.

Merci à mes collègues de promotion pour l'entraide et les mots d'encouragement partagés. Je remercie particulièrement Roslande, Ilmo, Ametel, Wafo, Nixon et Somé sans oublier la grande famille de la maison Nord-Sud.

Merci à ma famille et à mes amis. Je remercie particulièrement Dorisse, Adeline, Mefire, Boris, Stella et Jovanie pour leurs mots d'encouragements et leurs supports affectifs.

Enfin, un grand merci à tous ceux qui ont contribué d'une façon ou d'une autre à la réalisation de ce travail.

RESUME

Cette étude avait pour but d'évaluer l'effet de différentes sources d'éléments nutritifs sur les performances agroéconomiques de la pomme de terre (*Solanum tuberosum* var. Dosa) afin de proposer aux paysans une alternative plus économique et durable. A cet effet, un dispositif expérimental en blocs complètement randomisés avec trois sources d'éléments nutritifs (l'engrais minéral NPK, l'engrais vert *Tithonia diversifolia* et la fiente de poule pondeuse) a été utilisé. Il avait six (6) traitements et 3 répétitions. Les traitements ont été définis de manière à satisfaire les besoins en potassium à raison (180 kg/ha de K₂O) nécessaire à la culture de la pomme de terre. Les différents traitements appliqués étaient : T0 : Témoin, T1 : *Tithonia diversifolia*, T2 : fiente de poule, T3: engrais minéral, T4 : (½ *Tithonia diversifolia*+ ½ engrais minéral), T5: (½ fiente de poule +½ engrais minéral). Les données collectées sur les variables de croissance (nombre de feuilles, hauteur des plantes, diamètre au collet, couvert végétal) et de rendement ont été soumises à des analyses de variances (ANOVA) et des comparaisons multiples des moyennes selon le test de Duncan au seuil de 5% ont été réalisées. Pour tester la rentabilité des traitements utilisés, une analyse économique a été réalisée.

Les traitements ont varié significativement entre eux. Toutefois, les résultats ont montré que : Les traitements T2 et T5 ont été les plus favorables à la croissance et au rendement de la pomme de terre. Les rendements les plus élevés ont été obtenus respectivement avec les traitements T5(36,7 t/ha) et T2 (35,53 t/ha). Les traitements T1; T4 et T3 ont donné les rendements statistiquement similaires respectivement de (20,55 t/ha); (20,01 t/ha) et (16,62 t/ha) et le plus faible rendement a été obtenu avec T0 (7,44 t/ha).

L'analyse économique a montré que les traitements organiques seuls (T1 et T2) ou combinés à l'engrais minéral (T4 et T5) peuvent être les mieux adaptés en milieu paysan car ils ont obtenu un indice d'acceptabilité (IA) supérieur à 2. Cependant, au vu des revenus limités des paysans au Cameroun, les traitements T1 (*Tithonia diversifolia*) et T5 (½ fiente de poule + ½ engrais minéral) sont les plus recommandables.

Mots clés : Engrais vert, *Tithonia diversifolia*, fiente de poule pondeuse, engrais minéral, pomme de terre.

ABSTRACT

This study was to assess the effect of different nutrient sources on the agro-economic performance of potato (*Solanum tuberosum* var. Dosa) to offer farmers a more economical and sustainable alternative. For this purpose, an experimental device in completely randomized blocks with three sources of nutrients (mineral NPK fertilizer, green *Tithonia diversifolia* and laying hen droppings) was used. He had six (6) treatments and 3 repetitions. The treatments were defined in such a way as to satisfy the potassium requirements at a rate (180 kg/ha of K₂O) necessary for the cultivation of the potato. The different treatments applied were: T0: Control, T1: *Tithonia diversifolia*, T2: chicken droppings, T3: mineral fertilizer, T4: (½*Tithonia diversifolia*+ ½ mineral fertilizer), T5: (½ chicken droppings +½ mineral fertilizer). The data collected on the growth variables (number of leaves, height of the plants, diameter at the collar, plant cover) and yield were subjected to analyzes of variance (ANOVA) and multiple comparisons of the means according to Duncan's test at the 5% threshold have been carried out. To test the profitability of the treatments used, an economic analysis was carried out.

The treatments varied significantly between them. However, the results showed that: Treatments T2 and T5 were the most favorable to potato growth and yield. The highest yields were obtained respectively with treatments T5 (36.7 t/ha) and T2 (35.53 t/ha). T1 treatments; T4 and T3 gave statistically similar yields respectively of (20.55 t/ha), (20.01 t/ha) and (16.62 t/ha) and the lowest yield was obtained with T0 (7.44 t/ha).

The economic analysis showed that the organic treatments alone (T1 and T2) or combined with mineral fertilizer (T4 and T5) may be best suited to the farming environment because they obtained an acceptability index (AI) higher than 2. However, given the limited incomes of farmers in Cameroon, T1 treatments (*Tithonia diversifolia*) and T5 (½ chicken droppings + ½ mineral fertilizer) are the most recommended.

Key words: Green manure, *Tithonia diversifolia*, laying hen droppings, mineral fertilizer, potato.

Table des matières

REMERCIEMENTS	i
RESUME.....	ii
ABSTRACT	iii
LISTE DES TABLEAUX	vi
LISTE DES FIGURES	vii
LISTE DES ANNEXES	viii
I. INTRODUCTION	1
II. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE.....	3
2.1. Généralités sur la pomme de terre	3
2.2. Importance de la pomme de terre	3
2.3. Exigences écologiques de la pomme de terre.....	4
2.4. Exigences de la pomme de terre en éléments nutritifs.....	4
2.4.1. Besoins de la pomme de terre en éléments nutritifs	4
2.4.2. Rôle des éléments nutritifs majeurs dans la production de la pomme de terre.....	5
2.5. Réponse de la pomme de terre aux engrais minéraux	7
2.6. Réponse de la pomme de terre aux engrais organiques.....	8
2.7. Réponse de la pomme de terre à la fertilisation organo-minérale	8
2.8. Culture de la pomme de terre au Cameroun.....	9
III. MÉTHODOLOGIE	10
3.1. Zone d'étude.....	10
3.2. Matériels.....	11
3.2.1. Matériel végétal.....	11
3.2.2. Sources d'éléments nutritifs	11
3.2.3. Produits phytosanitaires	11
3.3. Analyse du sol	12
3.4. Dispositif expérimental	13
3.5. Conduite de l'essai	14
3.5.1. Choix de la parcelle et préparation du sol	14
3.5.2. Amendement organique de la parcelle	14
3.5.3. Plantation des tubercules de pomme de terre	15
3.5.4. Application de l'engrais minéral	15
3.5.5. Entretien de la parcelle	16
3.6. Collectes des données.....	16
3.6.1. Variables de croissance	16

3.6.2. Variables de rendement	17
3.6.3. Analyses des données	18
3.7. Analyse économique des différentes sources d'éléments nutritifs	18
IV. RÉSULTATS	20
4.1. Effet des différents traitements sur les variables de croissance de la pomme de terre	20
4.1.1. Diamètre au collet	20
4.1.2. Hauteur des plantes	20
4.1.3. Nombre de feuilles	21
4.1.4. Couvert végétal.....	22
4.2. Effets des différents traitements sur les variables de rendement de la pomme de terre	23
4.2.1. Nombre de tubercules.....	23
4.2.2. Rendement.....	24
4.3. Effets des différents traitements sur la rentabilité économique de la pomme de terre	26
V. DISCUSSION	28
VI. CONCLUSION ET PERSPECTIVES	32
VII. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	33
ANNEXE	40

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Caractéristiques physico-chimiques du sol du site de l'étude	13
Tableau 2. Évaluation économique des différents traitements appliqués	26

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Plante de pomme de terre (Source : FAO, 2008)	3
Figure 2. Évolution de l'absorption des éléments nutritifs majeurs par la pomme de terre (source : Harris, 1978).....	5
Figure 3. Localisation du site expérimental	10
Figure 4. Dispositif expérimental	14
Figure 5. Diamètre au collet moyen des plants de pomme de terre en fonction des différents traitements	20
Figure 6. Hauteur moyenne des plants de pomme de terre en fonction des différents traitements	21
Figure 7. Nombre de feuilles moyen des plants de pomme de terre en fonction des différents traitements	22
Figure 8. Couvert végétal moyen des plants de pomme de terre en fonction des différents traitements	23
Figure 9. Nombre de tubercules moyens des plants de pomme de terre en fonction des différents traitements	24
Figure 10. Rendement moyen des tubercules de pomme de terre en fonction des différents traitements.	25

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1. Tableau Séparation des moyennes des variables de croissance et de rendement.....	40
Annexe 2. Tableau d'ANOVA de l'effet des différents traitements appliqués sur les variables de croissance.	40
Annexe 3. Tableau ANNOVA de l'effet des différents traitements appliqués sur les variables de rendement.....	41
Annexe 4. Photos des étapes de mise en place de l'essai (source : Auteur).....	42
Annexe 5. Photos des mesures des variables de croissance et de rendement (source : Auteur).....	43
Annexe 6. Matrice des données brutes variables de croissance et de rendement.....	44

LISTE DES ABREVIATIONS

FAO	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
FAR	Ferme d'Application et de Recherche
MINADER	Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural
LABASCE	Laboratoire des Analyses du Sol et Chimie de l'Environnement
UDS	Université de Dschang
JAP	Jour Après la Plantation
FCFA	Franc CFA
ARES	Académie de Recherche et d'Enseignement Supérieur
pH	Potentiel d'Hydrogène
CEC	Capacité d'Échange Cationique
CIP	Centre International de la Pomme de terre
ANOVA	Analysis of Variance
meq	milliéquivalent
t/ha	tonne à l'hectare
mg/kg	milligramme par kilogramme
RB	Revenu Brut
CP	Coût de Production
BB	Bénéfice Brut
IA	Indice d'Acceptabilité

I. INTRODUCTION

La pomme de terre est la quatrième culture plus importante après le maïs (*Zea mays*), le blé (*Triticum sp.*) et le riz (*Oryza sativa*) (Abbas *et al.*, 2016). Sa production mondiale a été estimée à 370,4 millions de tonnes en 2019 pour une surface totale de 17,34 millions d'hectares (FAO, 2020). Au Cameroun, la pomme de terre est cultivée dans six régions; toutefois 80% de la production vient des régions de l'Ouest et du Nord-Ouest (Fontem *et al.*, 2004). Elle constitue un aliment de base pour les populations de ces régions et une source importante de revenus, car une partie de la production est exportée vers les pays voisins ou vendue sur le marché local (Nghoh *et al.*, 2020). Malgré l'importance de la pomme de terre dans l'économie nationale, son rendement d'environ 8 à 9 t/ha reste inférieur à la moyenne estimée à 25 t/ha (Temfack *et al.*, 2021). D'après Neba *et al.* (2015), l'épuisement du sol en éléments nutritifs et les mauvaises pratiques culturales sont parmi les causes des baisses des rendements des cultures vivrières, dont la pomme de terre. En effet dans la plupart des régions d'Afrique Subsaharienne, y compris le Cameroun, la croissance démographique a entraîné un manque de terres cultivables, ce qui a conduit à une utilisation intensive de ces terres et des pratiques non durables entraînant une baisse de la fertilité des sols et des rendements des cultures (Druilhe *et al.*, 2012). La région de l'Ouest du Cameroun n'échappe pas de cette réalité nationale. ECAM (2000) a relaté que cette région est occupée majoritairement par des agriculteurs et éleveurs mais les terres agricoles sont limitées. De ce fait les agriculteurs ont tendance à occuper des terres même dans les fortes pentes et à cultiver de manière continue sur les mêmes parcelles entraînant ainsi une baisse de la fertilité des sols (Fotsing, 1993).

L'utilisation des engrais chimiques comme source alternative pour surmonter les carences en nutriments est largement répandue (Huang, 2010). Cependant, les engrais chimiques sont coûteux et souvent indisponibles pour de nombreux agriculteurs (Islam *et al.*, 2014). C'est le cas pour beaucoup d'agriculteurs dans la région Ouest du Cameroun. Toutefois, il y a certains agriculteurs qui font un usage excessif des engrais chimiques. D'après Useni *et al.* (2014), l'utilisation continue des engrais chimiques conduit à une dégradation des propriétés du sol après quelques années entraînant une baisse de rendement.

Face à ces contraintes et au vu des grandes exigences de la pomme de terre en potassium et azote dont l'apport insuffisant rend la plante plus sensible à divers types de stress biotiques et abiotiques (Sincik *et al.*, 2008), un intérêt se manifeste pour une source alternative aux engrais

chimiques de synthèse. Par conséquent, il est nécessaire de disposer d'une technologie à faible coût tout en maintenant la qualité de l'environnement de manière durable (Kaul *et al.*, 2015). Plusieurs travaux ont montré que le *Tithonia diversifolia* (Bilong *et al.*, 2017, Kaho *et al.*, 2011) et la fiente de poule (Yerima *et al.* 2014, Azangue *et al.*, 2019) en raison de leur forte teneur en nutriments, pouvaient être utilisés comme sources potentielles d'éléments nutritifs pour la production des cultures. C'est dans ce cadre que cette étude se propose d'évaluer l'effet de ces différentes sources d'éléments nutritifs sur les performances agroéconomiques de la pomme de terre. D'une manière générale, cette étude vise à contribuer à la production durable de la pomme de terre dans les hauts plateaux de l'Ouest Cameroun. Plus spécifiquement il s'agira :

- D'évaluer l'effet du *Tithonia diversifolia*, de la fiente de poule et de l'engrais minéral sur les variables de croissance et de rendement de la pomme de terre ;
- D'évaluer l'effet combiné du *Tithonia diversifolia* et de la fiente de poule à l'engrais minéral sur les variables de croissance et de rendement de la pomme de terre
- D'évaluer l'effet de ces sources d'éléments nutritifs seules ou combinées à l'engrais minéral sur la rentabilité économique de la pomme de terre.

II. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

2.1. Généralités sur la pomme de terre

La pomme de terre (*Solanum tuberosum*) appartient à la famille des solanacées et est divisée en deux sous-espèces légèrement différentes ; la sous espèce *andigena* et la sous-espèce *tuberosum* qui est aujourd'hui cultivée dans le monde (Virupaksh *et al.*, 2016). Originnaire d'Amérique du Sud, dans les Andes, la pomme de terre a été diffusée pour la première fois en Europe à la fin de l'année 1500 par les Espagnols (Louderback et Pavlik, 2017). En Afrique elle a été introduite au 19e siècle par des missionnaires Anglais à partir du Kenya, grâce aux efforts de promotion systématique de cette culture, entrepris dès la seconde moitié du 18e siècle (Albert *et al.*, 2000). Au Cameroun, la pomme de terre a été introduite pendant la période coloniale allemande (1884-1914), mais la culture s'est généralisée plus tard, dans les années 1940, à la suite de l'introduction de nouvelles variétés (Foncho, 1982).

La pomme de terre est une plante herbacée tubéreuse, pérenne pouvant atteindre 1 m de haut (FAO, 2008). Elle est cultivée à partir des tubercules, mais peut également être cultivée à partir des semences véritables et des organes végétatifs (tiges ou germes) (FAO, 2010). Les feuilles composées de pomme de terre durant la phase de croissance, produisent de l'amidon qui est transféré aux extrémités de ses tiges souterraines (stolons) qui grossissent pour former les tubercules (figure 1) (Fekadu, 2016).

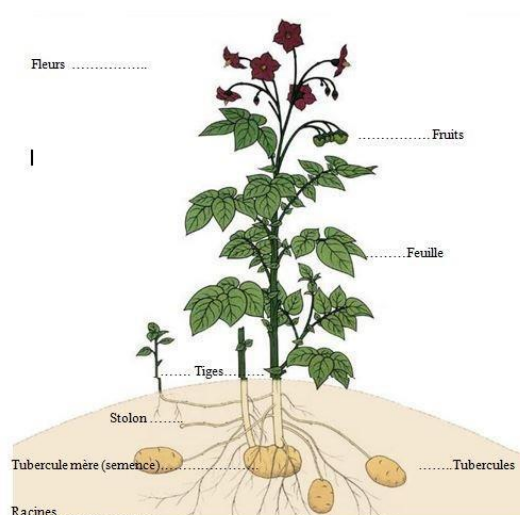


Figure 1. Plante de pomme de terre (Source : FAO, 2008)

2.2. Importance de la pomme de terre

La pomme de terre a une teneur élevée en matière sèche et protéines par unité de surface cultivée que les céréales communes et peut donc contribuer à la sécurité alimentaire (Bamberg et Del

Rio, 2005). Avec une valeur de production totale d'environ 92 milliards de dollars en 2017, la pomme de terre est l'une des cultures les plus rentables juste après le riz et le maïs et est aujourd'hui cultivée dans plus de 158 pays (FAOSTAT, 2019). Selon la FAO (2008), la pomme de terre contient 16-20 % d'amidon, 2-2,5% de protéines, 1-1,8% de fibres, 0,15% d'acides gras, 72-75% d'eau. En raison de la présence de minéraux, vitamines et de nombreux composés photochimiques dont la plupart ont des propriétés antioxydantes, la pomme de terre pourrait être davantage considérée comme un aliment sain (Travella, 2019). D'après cet auteur, les utilisations de la pomme de terre sont nombreuses : Elle peut être utilisée dans l'alimentation humaine sous forme de (croquettes, soupes, frites, purée, etc...), dans l'alimentation animale et dans plusieurs domaines industriels (fabrication textile, papier, colles, matériaux de construction, adhésifs, biocarburant éthanol, produits cosmétiques, pharmaceutiques etc...).

2.3. Exigences écologiques de la pomme de terre

La pomme de terre se développe surtout dans les régions à climat frais, les températures comprises entre 15 et 20° C permettent d'obtenir une meilleur croissance et rendement (Nyawade *et al.*, 2019). Pour une bonne tubérisation, il est préférable que la température nocturne soit de 16°C et que l'irrigation soit régulière (Mwakidoshi *et al.*, 2021). D'après Fekadu (2016), les températures nocturnes fraîches influencent l'accumulation des glucides et la matière sèche dans les tubercules.

Les exigences de la pomme de terre en termes de précipitations sont de l'ordre de 750 à 1000 mm, elle peut résister à la sécheresse mais avec une baisse de rendement si elle survient dans les six semaines après la plantation et pendant la formation et le développement des racines (Gitari *et al.*, 2018). La pomme de terre peut être cultivé dans des sols de nature variée, avec un optimum de pH de 5,5 à 6,8 mais tolère les faibles niveaux de pH de 5,0 (Lynn, 2014).

2.4. Exigences de la pomme de terre en éléments nutritifs et en matières organiques

La pomme de terre est très exigeante en éléments nutritifs, tant du point de vue organique que minéral. Il est recommandé de prévoir dans la rotation des apports organiques (fumier, paille, engrais verts) relativement élevés selon la nature du sol et du climat en raison d'une restitutions humiques quasiment nulles (Crosnier, 1999; Dongmo, 2017).

2.4.1. Besoins de la pomme de terre en éléments nutritifs

Un apport suffisant de divers éléments nutritifs permet à la culture de pomme de terre de synthétiser les quantités considérables d'hydrates de carbone (Shahram *et al.*, 2021). L'azote

(N), le phosphore (P) et le potassium (K) sont les principaux nutriments déterminant du rendement de la pomme de terre sur les 13 macronutriments et oligo-nutriments essentiels des plantes (Harris, 1992). L'insuffisance de ces éléments majeurs dans le sol peut entraîner un retard de croissance ou une perte totale de la culture dans les cas graves (Khiari *et al.*, 2001). Selon le guide de production de la pomme de terre en Afrique de l'Ouest, les exportations en kg par tonne de production sont de l'ordre de 3,2 kg (N), 1,6 kg (P₂O₅) et 6 kg (K₂O), les carences en magnésium et en soufre sont également à éviter. Le rythme d'absorption des nutriments varie au cours du cycle de végétation (figure 2). La plus grande partie des nutriments est prélevée lorsque la tubérisation est très active, près de 50% de l'azote, du phosphore et du potassium sont absorbés pendant cette période (Dongmo, 2017).



Figure 2. Évolution de l'absorption des éléments nutritifs majeurs par la pomme de terre (source : Harris, 1978)

2.4.2. Rôle des éléments nutritifs majeurs dans la production de la pomme de terre

- **Azote (N)**

L'azote intervient dans la synthèse des pigments photosynthétiques, de la chlorophylle, des protéines et des acides aminés (Gayler *et al.*, 2002). Les teneurs élevées en azote dans le sol favorisent la croissance et développement de la pomme de terre et permet une meilleure translocation de la photosynthèse des feuilles vers les tubercules entraînant ainsi un meilleur

rendement (Nityamanjari, 2018). D'après Weidmann *et al.* (2019), les exportations en azote par la pomme de terre peuvent varier de 80 à 200 kg par hectare. Les travaux de Marouani *et al.* (2013) utilisant trois niveaux d'azote (0, 100 et 200 kg/ha d'azote) afin de définir une dose optimale pour la production de la pomme de terre ont montré que l'apport de 200 kg/ha d'azote avait un effet significatif sur les variables de croissance de la pomme de terre. Cependant d'après Chambenoît *et al.* (2002), l'excès d'azote dans le sol peut dégrader la qualité de production de la pomme de terre entraînant ainsi la baisse des rendements.

- **Phosphore (P)**

Le phosphore est un élément nutritif qui intervient dans la photosynthèse, le transfert d'énergie cellulaire, la respiration et est un constituant des phospholipides, de l'acide nucléique et des sucres phosphorylés (Plaxton et Carswell, 1999). Les besoins en phosphore sont élevés surtout au début de la croissance pour favoriser l'enracinement et la croissance des tubercules et en fin de saison pendant le grossissement (Gitari *et al.*, 2019). Les travaux de Girma *et al.* (2017) ont montré qu'une augmentation de phosphore entraînait une augmentation des variables de rendement due la forte réponse de la pomme de terre par rapport aux autres tubercules cultivés. Cependant, le phosphore est un élément nutritif moins disponible surtout dans les sols tropicaux (Kochian *et al.*, 2004). La pomme de terre exporte 30 à 50 kg de P₂O₅, les apports de 100 à 200 kg/ha de P₂O₅ sont recommandés en régions tropicales (FAO, 1984).

- **Potassium (K)**

Le potassium intervient dans la croissance des plants, dans la biochimie de la synthèse de l'amidon, dans la quantité et la qualité des tubercules (Khan *et al.*, 2012). Les besoins en potassium de pomme de terre sont plus élevés à celles de l'azote (N) et du phosphore (P) (Panagiotopoulos, 1995). Un rendement élevé en pomme de terre exporte 320 kg/ha de K₂O dans les tubercules seuls (FAO, 1984). Selon Trehan *et al.* (2009), le besoin en potassium (K) dans la production de pomme de terre est de plus de 50 % à l'initiation du tubercule et est essentiel pour les processus métaboliques fondamentaux et la prévention des maladies. Houidi et Ahmadi (2007) ont montré une augmentation de tubercule de pomme de terre de 50% avec une bonne fertilisation potassique et ont expliqué par l'effet du potassium qui offre une résistance aux maladies bactériennes et fongiques. De même, les travaux de Nazli *et al.* (2018) ont montré un accroissement progressif de rendements de la pomme de terre avec les niveaux de potassium ajouté jusqu'à la dose 155kg /ha. Ces auteurs ont également montré qu'un excès de potassium conduit à une baisse de rendement de la pomme de terre.

2.4.3. Utilisation de *Tithonia diversifolia* comme source d'éléments nutritifs

Le *Tithonia diversifolia* est une espèce invasive qui pousse dans les rues produisant une biomasse abondante riche en nutriments et qui se dégrade rapidement (Nyasimi *et al.*, 1997). D'après Kaho *et al.* (2011), la biomasse verte de *Tithonia diversifolia* contient 3,53 % (N), 0,42% (P), 4,7 % (K), 3,52 % (Ca) et 0,45 (Mg), ce qui est semblable à la composition chimique de plusieurs espèces d'amélioration de la fertilité des sols en agroforesterie. Un autre avantage de *Tithonia diversifolia* comme engrais vert, lorsqu'il est appliqué au sol, il augmente le pH du sol et réduit l'aluminium extractible, améliorant ainsi l'apport de phosphore aux plantes (Ganunga *et al.*, 2005). Les travaux menés par Tankou *et al.* (2020) ont montré une augmentation des rendements de la pomme de terre avec l'augmentation des doses de *Tithonia diversifolia* et ont justifié par la présence de nutriments que l'on trouve dans le *Tithonia diversifolia*. Selon Palm *et al.* (1995), l'apport de 5 t /ha de *Tithonia diversifolia* était équivalent à l'apport de 60 kg/ha d'azote sous forme de phosphate diamonique.

2.4.4. Utilisation de la fiente de poule comme source d'éléments nutritifs

La fiente de poule constitue un excellent engrais riche en éléments nutritifs, particulièrement en azote, phosphore et oligo-éléments permettant d'améliorer également les propriétés physiques et biologiques du sol (Stiles, 2017). Ses caractéristiques physico-chimiques varient selon l'alimentation, le taux d'humidité, la race, le sexe, l'âge des poules (Splittstoesser, 1984). La fiente de poule pondeuse est plus riche en nutriments et plus utilisée par les maraichers que la fiente de poulet de chair (Onana, 2000). La composition chimique des deux types de fiente d'après Bolan *et al.* (2010) sont respectivement de (3,28 % N, 1,08 % P₂O₅ et 1,5 % K₂O) pour la fiente de poule pondeuse et de (2,57 % N, 0,67 % P₂O₅ et 1,01 % K₂O) pour la fiente de poulet de chair. Les travaux de Azangue *et al.* (2019) ont montré une augmentation de la croissance et du rendement de *Bracharia ruziziensis* en fonction de l'augmentation des doses de fiente de poule apportées au sol. Cependant les apports excessifs peuvent conduire à une saturation des nutriments dans le sol et une perte environnementale (Stiles, 2017).

2.5. Réponse de la pomme de terre aux engrais minéraux

L'apport des fertilisants minéraux est une source d'éléments nutritifs disponible et immédiatement utilisable par la plante permettant ainsi d'obtenir une meilleure croissance et rendement (Nyembo *et al.*, 2012). Les travaux de Muriithi et Irungu (2004) ont montré que l'apport des fertilisants minéraux sous forme de DAP (90kg N/ha +230kg P₂O₅) a permis d'obtenir une meilleure croissance et développement de pomme de terre par rapport aux autres

traitements. De même les travaux de Bhujel *et al.* (2021) ont montré une meilleure croissance et rendement de pomme de terre à la dose recommandée de fertilisant minéral (100:100:60 NPK kg/ha) par rapport aux autres traitements. Cependant, selon Muladi *et al.* (2011) l'application des fertilisants minéraux peut dégrader les propriétés physico-chimiques du sol et entraîner une baisse des rendements des cultures lorsqu'ils sont utilisés seuls.

2.6. Réponse de la pomme de terre aux engrais organiques

Les différentes formes de fertilisants organiques apportées au sol sont les pailles, les précédents culturaux, les matériaux d'origine végétales et animales, les engrais verts et les apports de fumier. Les engrais organiques améliorent les propriétés physico-chimiques du sol en augmentant la porosité totale et la teneur en matière organique du sol (Du *et al.*, 2014). L'apport des fertilisants organiques favorise l'activité microbienne du sol, ce qui transforme les nutriments déjà disponibles sous des formes facilement absorbables par les plantes (He *et al.*, 2017). D'après Ojetayo *et al.* (2011), les nutriments contenus dans la matière organique sont mieux utilisés par la plante en raison de leur disponibilité dans le sol au cours du temps. Les travaux de Kavange *et al.* (2018) sur l'effet des amendements organiques sur la production de la pomme de terre ont montré que le lisier de porc et le compost ont obtenu une meilleure croissance et rendement respectivement de 11,11 t/ha et 10,85 t/ha par rapport au témoin (5,93 t/ha) montrant ainsi que ces amendements constituent une alternative d'accroissement des rendements de la pomme de terre. De même les travaux de Ngoyi *et al.* (2020) ont montré que les quantités de 10 kg/ha de cendre permettaient d'accroître le rendement de pomme de terre de 1 t/ha par rapport au témoin. Par ailleurs, en dehors de leur rôle dans l'amélioration des propriétés physico-chimiques du sol et l'accroissement des rendements, les engrais organiques diminuent la pollution de l'environnement et les pertes liées aux parasites des plantes (Oka, 2010).

2.7. Réponse de la pomme de terre à la fertilisation organo-minérale

La combinaison de la fumure organique et minérale favorise la disponibilité des nutriments et améliore les propriétés physico-chimiques du sol (Bilong *et al.*, 2017). En effet, l'apport des fertilisants minéraux permet de rendre plus soluble les éléments nutritifs contenus dans la matière organique augmentant ainsi la production (Tshala *et al.*, 2019). Les travaux de Ouattara *et al.* (2020) sur la pomme de terre au Burkina Faso ont montré que la combinaison du compost à l'engrais minéral a permis d'obtenir de meilleurs rendements (21,43 t/ha) comparé à l'engrais minéral (20,08 t/ha). Ces auteurs ont également montré que ces traitements ont amélioré la fertilité du sol à partir du compost qui a un effet à long terme dans le sol. De même les travaux

de Kambale *et al.* (2018) sur l'effet combiné de fumure de lapin à l'engrais minéral NPK à différente dose de K_2O sur la production de la pomme de terre, ont montré que la combinaison de la fumure de lapin à l'engrais minéral ont permis d'obtenir les meilleurs rendements (31,8 t/ha) par rapport au traitement avec la fumure de lapin seul (23,48 t/ha).

2.8. Culture de la pomme de terre au Cameroun

Au Cameroun, la pomme est cultivée dans les zones de montagne généralement en début de saison de pluie. Le cycle de culture de la pomme de terre dure 2,5 à 4 mois en fonction des variétés et des conditions du milieu. La plantation se fait en mars-avril pour une récolte en juin-juillet ; une deuxième plantation a eu lieu en septembre- octobre pour une récolte en décembre-janvier. Dans les hauts plateaux de l'Ouest Cameroun, la pomme de terre est cultivée de façon intensive seul ou en association avec les légumes à feuilles, le maïs, le haricot comme cultures compagnes (Tankou *et al.*, 2020). Différentes variétés de pommes de terre (améliorées, locales) sont présentes au Cameroun ; les plus cultivées sont: Spunta, Cipira, Mondial, Désirée, Dosa et Panamera (Harahagazwe *et al.*, 2018). La pomme de terre est très sensible aux maladies et aux ravageurs. Le mildiou et le flétrissement bactérien sont les principales maladies de la pomme de terre en champs au Cameroun, avec un taux de sévérité de 55 et 26,5% respectivement (Fontem, 1991; Dongmo, 2017). Ainsi entre la plantation et la récolte, la culture de la pomme de terre fait l'objet d'un certain nombre de soins, qui sont essentiellement le sarclo-buttage, l'approvisionnement régulier en eau, la protection des plantes contre les maladies et les ravageurs.

III. MÉTHODOLOGIE

3.1. Zone d'étude

L'étude a été menée au cours de la première saison culturale à la Ferme d'Application et de Recherche (FAR) de l'Université de Dschang. La FAR est située dans l'arrondissement de Dschang, département de la Menoua, Région de l'Ouest Cameroun de coordonnées géographiques 10°03' longitude Est et 5°20' latitude Nord et à 1400m d'altitude (figure 3). D'après Azangue *et al.* (2019), le climat de la zone d'étude est de type équatorial camerounien marqué par deux saisons ; une saison sèche allant de mi-novembre à mi-mars et une saison pluvieuse allant de mi-mars à mi-novembre. L'insolation est de 1800 heures/an, l'humidité relative oscille entre 40 et 97% et la température moyenne est de 10°C pour le mois le plus frais (Août) et 25°C pour le mois le plus chaud (Février)(*ibid.*). La pluviométrie annuelle varie entre 1500 et 2000mm (Pamo *et al.*, 2005).

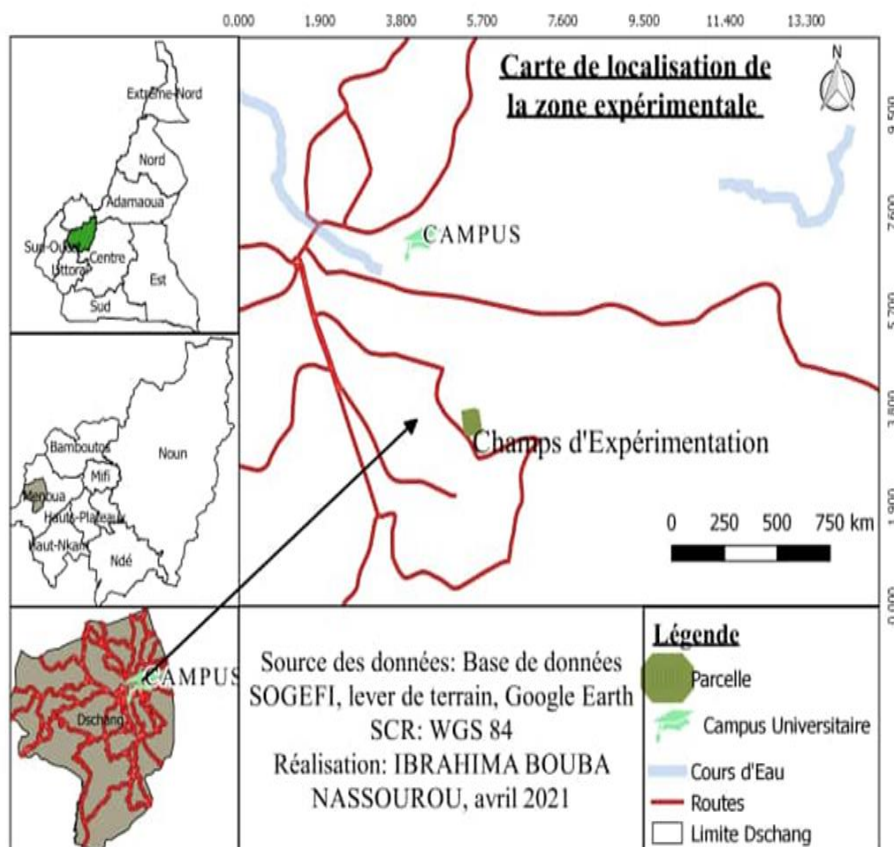


Figure 3. Localisation du site expérimental

3.2. Matériels

3.2.1. Matériel végétal

La variété de pomme de terre « Dosa » majoritairement cultivée à l'Ouest Cameroun, a été utilisée comme matériel végétal dans le cadre de cette étude. Selon MINADER (2010), c'est une variété à cycle précoce (75 à 90 jours) caractérisée par une peau maron à jaune, de chair blanche, ayant un rendement de plus de 20 t/ha et une sensibilité à la pourriture des tubercules, à l'alternariose, au flétrissement bactérien et au mildiou.

Des tubercules prégermés (environ 2 à 3 germes par tubercules) ont été utilisés afin de réduire le temps de levés des plants. Ils ont été obtenus auprès des producteurs semenciers agréés de la localité de l'étude. Ils étaient caractérisés par un bon aspect sanitaire (absence de blessures et de tâches) et de diamètre sensiblement égal (environ 30 mm).

3.2.2. Sources d'éléments nutritifs

L'engrais vert *Tithonia diversifolia* et la fiente de poule ont été les deux engrais organiques utilisés dans cette étude. Le *Tithonia diversifolia* a été choisi à raison de sa disponibilité (espèces dominantes dans les jachères) et dans l'optique de valoriser la biodiversité locale. En effet, les feuilles de *Tithonia diversifolia* ont été collectées dans les parcelles laissées en jachères au sein de la Ferme de Recherche et d'Application de l'Université de Dschang (FAR). La fiente de poule quant à elle constitue l'amendement organique de fond entrant dans les pratiques agricoles dans la région de l'Ouest Cameroun spécialement sur les cultures maraichères. La fiente de poule pondeuse a été obtenue en sac de 50 kg dans une boutique d'intrants agricoles de la localité de Dschang. L'engrais minéral de formulation 10-10-30 a été utilisé comme engrais de couverture.

3.2.3. Produits phytosanitaires

Les fongicides Balear de matière active « Chlorothalonil » et Mancostar de matière active « Mancozèbe » ont été utilisés pour lutter contre le mildiou qui est une maladie très courante de la pomme de terre à l'Ouest Cameroun. L'insecticide K-Optimal de matière active « Lambda cyhalothrine et Acétamipride » a été utilisé pour lutter contre les insectes en particulier la mouche blanche de la pomme de terre. Le choix de ces produits phytosanitaires a été fonction de leur efficacité relative dans le contrôle des bioagresseurs de la pomme de terre et leur disponibilité sur le marché locale.

3.3. Analyse du sol

Avant la mise en place de l'essai, un échantillon composite de 500 g de sol a été acheminé au Laboratoire des Analyses du Sol et Chimie de l'Environnement de l'Université de Dschang (LABASCE) pour déterminer les caractéristiques physico-chimiques du sol. Les prélèvements ont été faits en diagonales à une profondeur d'environ 20 cm suivant le sens de la pente dans le but d'avoir une couverture assez complète du niveau de fertilité du sol .

La texture du sol a été déterminée par la méthode de pipette Robinson. Le pH (H₂O) a été déterminé à l'aide d'un pH-mètre dans une solution sol/eau de rapport 1/2,5, tandis que le pH (KCl) a été mesuré dans une suspension de sol avec une solution normale de KCl de même rapport. L'azote total a été déterminé par la méthode de Kjeldahl. Le phosphore assimilable a été dosé après extraction selon la méthode de Bray II. Les bases échangeables ont été déterminées après extraction avec une solution d'acétate d'ammonium normal à pH 7, le sodium et le potassium ont été déterminés par photométrie de flamme tandis que le calcium et le magnésium ont été dosés par spectrophotométrie d'absorption atomique. La détermination de la matière organique a été faite par la méthode de Walkley et Black.

Les résultats de la composition chimique du sol ont montré que le sol est modérément acide pH (H₂O) (5,8). La teneur en matière organique est élevée (5,25%). Les teneurs en base échangeable (Ca, Mg, K) sont moyennes et une Capacité d'échange cationique 11,11 meq / 100 g et donc une saturation en base de 27,66%. L'azote total et le rapport C/N sont moyens respectivement 0,22% et 14. Le phosphore assimilable (11,11mg/kg) est faible (tableau 1). Ce qui caractérise les sols dans la région de l'Ouest Cameroun pour la plupart appartenant à la catégorie des oxisols (sol ferrallitique).

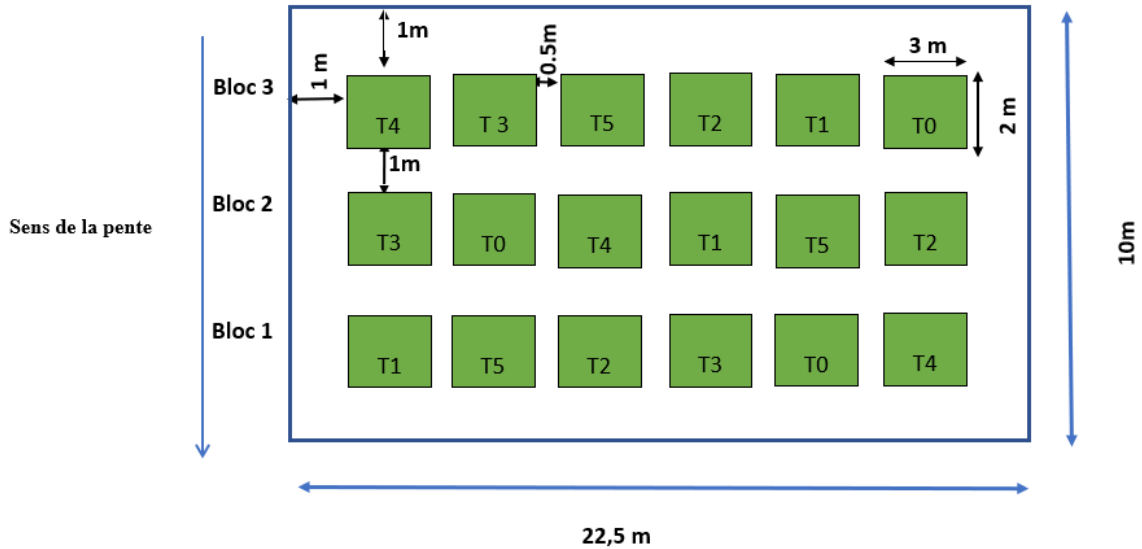
Tableau 1. Caractéristiques physico-chimiques du sol du site de l'étude

Texture du sol	
Argile (%)	32
Limon (%)	60
Sable (%)	7,33
pH du sol	
pH H ₂ O	5,8
pH KCl	4,7
Cations échangeables (meq/100g)	
Ca ⁺⁺	5,76
Mg ⁺⁺	1,70
K ⁺	0,48
Na ⁺	0,046
Somme des bases	16,66
Capacité d'Echange Cationique	
CEC (meq / 100g)	11,11
Saturation (%)	27,66
Matière organique	
CO (%)	3,06
MO (%)	5,25
N _{total} (%)	0,22
C/N	14
Phosphore assimilable	
Bray II (mg/Kg)	11,11

Source : Laboratoire de chimie du sol de l'UDS.

3.4. Dispositif expérimental

Un dispositif en blocs complètement randomisés constitué de 3 répétitions (blocs) a été utilisé. Chaque bloc comportant six (6) traitements à savoir : T0 (témoin), T1 (*Tithonia diversifolia*), T2 (fiente de poule), T3 (engrais minéral), T4 ($\frac{1}{2}$ *Tithonia diversifolia* + $\frac{1}{2}$ engrais minéral), T5 ($\frac{1}{2}$ fiente de poule + $\frac{1}{2}$ engrais minéral). Ce dispositif comportait au total 18 unités expérimentales de même superficie (3 m x 2 m). Les blocs ont été séparés entre eux de 1 m et les unités expérimentales de 0,5 m afin d'éviter les éventuelles interférences entre les traitements. Ainsi, l'essai a été établi sur une parcelle de 22,5 m de long sur 10 m de large ce qui fait une superficie totale de 225 m² (figure 4). Chaque unité expérimentale a disposé de quatre (4) lignes de plantation, les espacements entre les lignes étaient de 0,70 m et de 0,30 m entre les plants sur une même ligne de plantation, ce qui correspond à une densité de 47619 plants par hectare.



Légendes: T0 : Témoin ; T1 : *Tithonia diversifolia* ; T2 : fiente de poule ; T3 : engrais minéral ; T4 : ($\frac{1}{2}$ *Tithonia diversifolia* + $\frac{1}{2}$ engrais minéral) ; T5: ($\frac{1}{2}$ fiente de poule + $\frac{1}{2}$ engrais minéral)

Figure 4. Dispositif expérimental

3.5. Conduite de l'essai

3.5.1. Choix de la parcelle et préparation du sol

Cette étude a été réalisée sur une parcelle de pente faible afin d'éviter le lessivage des éléments nutritifs vers l'aval. La parcelle expérimentale choisie a été une parcelle laissée en jachère pendant au moins 1 an. Les espèces dominantes ont été essentiellement le *Tithonia diversifolia* (espèce majoritaire) et quelques espèces de la famille des graminées (*Imperata cylindrica*, *Pennisetum purperum*).

Les travaux sur le terrain ont consisté successivement aux opérations de désherbage manuel, dessouchage, nettoyage du site, labour profond (20-30 cm) et piquetage pour la matérialisation des blocs et des unités expérimentales .

3.5.2. Amendement organique de la parcelle

L'estimation de la quantité de fertilisant organique à appliquer a été faite en fonction du rendement moyen de la pomme de terre dans un système conventionnel qui est de 20 t/ha au Cameroun (Tankou *et al.*, 2020) mais aussi des exigences de la culture en potassium estimé à 180kg de K₂O par hectare (Shnek, 1994).

Le calcul de la dose de *Tithonia diversifolia* à appliquer a été faite sur la base des résultats proposés par Kaho *et al.* (2011), indiquant que la biomasse verte de *Tithonia diversifolia* contient 3,53 % (N), 0,42 % (P), 4,7 % (K), 3,52 % (Ca) et 0,45% (Mg) avec une teneur en eau

de 85 %. Ce qui a correspondu à une dose de 22 000 kg/ha soit 13 kg de *Tithonia diversifolia* par unité expérimentale pour le traitement T1(*Tithonia diversifolia*) et à une dose de 11000 kg/ha de biomasse frais de *Tithonia diversifolia* (contenant 90 kg de K₂O) soit 6,5 kg de *Tithonia diversifolia* frais par unité expérimentale pour le traitement T4 (½ *Tithonia diversifolia* +½ engrais minéral).

De même le calcul de la dose de fiente de poule pondeuse à appliquer a été faite sur la base de la composition chimique donnée par Bolan *et al.* (2010) : 3,28 % (N), 1,08 % (P₂O₅) et 1,5 % (K₂O). Par conséquent, l'apport de la fiente de poule pondeuse a été faite à la dose de 12 000 kg/ha soit 7,2 kg de fiente de poule par unité expérimentale pour le traitement T2 (fiente de poule) et à la dose de 6 000 kg/ha de fiente de poule pondeuse (contenant 90 Kg de K₂O) soit 3,6 kg par unité expérimentale pour le traitement T5 (½ fiente de poule + ½ engrais minéral).

❖ Application des fertilisants organiques

L'application des fertilisants organiques a consisté à l'incorporation au sol des feuilles de *Tithonia diversifolia* fraîches une semaine (7 jours) avant la plantation suivie d'un arrosage jusqu'à la capacité au champ afin de favoriser la décomposition et le processus de minéralisation (Annexe 4 photo 1). La fiente de poule, quant à elle, a été appliquée sur les lignes de plantation (Annexe 4 photo 2). Celle-ci a été effectuée simultanément le jour de la plantation des tubercules mères.

3.5.3. Plantation des tubercules de pomme de terre

La plantation des tubercules mères de pomme de terre prégermés de diamètre sensiblement égal (environ 30 mm) a été effectuée en début de saison de pluie (04 Avril 2022) aux espacements de 30 cm sur les lignes, et 70 cm entre les lignes (Annexe 4 photo 3) correspondant à une densité de plantation de 47619 plants par hectare.

3.5.4. Application de l'engrais minéral

L'engrais minéral 10-10-30 a été appliqué de manière à satisfaire les exigences de la culture en potassium correspondant à 180 kg de K₂O pour un rendement de 20 t/ha. Pour le traitement T3 (engrais minéral), 600 kg/ha de 10-10-30 soit 360 g pour une superficie de 6 m² ont été utilisés. Pour les traitements T5 (½ fiente de poule+ ½ engrais minéral) et T4 (½ *Tithonia diversifolia*+½ engrais minéral), la moitié de la dose d'engrais minéral a été utilisée, soit 180 g de 10-10-30 contenant 90 kg de K₂O pour 6m². Les applications des engrais minéraux ont été faites 30 jours après la plantation (JAP) (Annexe 4 Photo 4).

3.5.5. Entretien de la parcelle

L'entretien de la parcelle a consisté aux opérations de traitements phytosanitaires et sarclo-buttage. Une application de l'insecticide K-optimal a été opérée pendant le cycle cultural à la dose de 100 ml pour un pulvérisateur de 15 l d'eau, pour lutter contre les insectes en particulier la mouche blanche de la pomme de terre.

Les fongicides chimiques de synthèse Balear et Mancostar à la dose de 100 ml et 50 g respectivement pour un pulvérisateur de 15 l d'eau, ont été utilisés pour lutter contre le mildiou de la pomme de terre. Les traitements ont été appliqués un mois après le semis et se faisaient une fois par semaine, pendant 6 semaines. La dernière application a été réalisée 2 semaines avant la récolte.

Deux opérations de sarclo-buttage ont été effectuées durant le cycle cultural respectivement à 30 et 60 jours après la plantation afin de réduire la compétition des mauvaises herbes avec la culture.

3.6. Collectes des données

La collecte des données de croissance et de rendement a été effectuée sur six (6) plantes par unité expérimentale. Ces plantes ont été choisies au hasard, au centre de la parcelle afin de minimiser l'effet de bordure.

3.6.1. Variables de croissance

Le diamètre au collet, la hauteur des plants, le nombre de feuilles et le couvert végétal des plantes ont été les quatre variables de croissance qui ont été mesurées. Ces mesures ont été prises 52 jours après la plantation (JAP) qui correspond à un stade de croissance ralentie de la pomme évoluant vers l'arrêt selon Ouattara *et al.* (2020).

❖ Diamètre au collet

Le diamètre au collet a été mesuré à l'aide d'un pied à coulisse (Annexe 5 Photo 5). Le diamètre moyen de la tige au niveau du collet a été calculé à partir des diamètres au collet des six (6) plantes échantillonnées dans l'unité expérimentale.

❖ **La Hauteur des plants**

La hauteur des plants a été mesurée à partir du collet jusqu'au bourgeon terminal à l'aide d'une règle graduée (Annexe 5 Photo 6). La hauteur moyenne a été calculée à partir des hauteurs des six (6) plantes échantillonnées dans l'unité expérimentale.

❖ **Nombre de feuilles**

Le nombre de feuilles par plant a été obtenu par comptage manuel (Annexe 5 photo 7). La moyenne des feuilles par plant a été calculée à partir du nombre de feuilles des six (6) plantes échantillonnées dans l'unité expérimentale.

❖ **Couvert végétal**

Le Couvert végétal a été déterminé suivant la méthode décrite par Tankou *et al.* (2020) qui consistait à placer sur chaque plante échantillonnée un cadran rectangulaire et grillagé, de dimension 0,70 m x 0,30 m, représentant la surface vitale du plant de pomme de terre dans le cadre de cette étude (0,21 m²). Ce cadran était subdivisé en 21 carrés de 10 cm x 10 cm (Annexe 5 Photo 8). Le nombre de carrés recouverts par le feuillage des plantes échantillonnées a été enregistré et la fraction de couvert végétal a été calculé suivant la formule :

$$CV = Nmp/NmT$$

CV : couvert végétal, **Nmp** : nombre de mailles occupé par la plante, **NmT** : nombre total de mailles.

3.6.2. Variables de rendement

Les variables de rendement ont été collectées à la récolte, soit trois (3) mois après la plantation. L'échantillonnage s'est porté sur les six (6) plants échantillonnés dans chaque unité expérimentale. Le nombre de tubercules, le rendement total ont été évalués.

❖ **Nombre de tubercules**

Cette variable a été obtenue par comptage des tubercules produits par pied. La moyenne du nombre de tubercules par unité expérimentale a été calculée à partir du nombre de tubercules des six (6) plantes échantillonnées et la moyenne des différents traitements a été estimée à partir des moyennes obtenues par unité expérimentale.

❖ **Rendement**

Afin de déterminer le rendement, le nombre de tubercules récolté sur les 6 pieds a été pesé, et la moyenne a été calculée à partir du poids des tubercules des 6 plantes échantillonnées dans

l'unité expérimentale. La moyenne des traitements a été estimée à partir des moyennes obtenues par unité expérimentale. Le rendement total moyen en tubercules par traitement a été exprimé, connaissant le poids moyen de tubercules par plante et la surface vitale d'un plant qui est de $0,70 \text{ m} \times 0,30 \text{ m} = 0,21\text{m}^2$.

Rendement = 47619 x MFmoy/plant. Avec 47619 correspondants au nombre de plant à l'hectare avec les distances de 0,30 m x 0,70 m et MFmoy/plant à la masse fraîche moyenne d'un plant.

3.6.3. Analyses des données

Les données collectées sur les variables de croissance et de rendement ont été ordonnées et classées dans le tableur Excel qui a également permis de tracer les figures. Le logiciel statistique R a permis de faire l'analyse de variance (ANOVA) pour comparer les moyennes des traitements et le test de Duncan a permis la séparation des moyennes au seuil de probabilité de 5%.

3.7. Analyse économique des différentes sources d'éléments nutritifs

L'analyse économique a consisté à calculer le revenu brut, le bénéfice brut et l'indice d'acceptation des traitements afin de déterminer le meilleur traitement facilement adoptable en milieu paysan. Le calcul de ces paramètres a pris uniquement en compte les coûts liés aux charges variables de production comme décrit par Kaho *et al.* (2011).

Les coûts de ces charges variables ont été conformes au contexte local caractérisé notamment par les coûts des principaux intrants agrochimiques (engrais minéral, fiente de poule) tels que pratiqués sur le marché et le coût de la main d'œuvre estimé à 2 000 FCFA homme-jour.

➤ Les charges de production variables suivantes ont été prises en considération

- Le coût de l'engrais minéral 10-10-30 ; estimé à 45 000 FCFA/sac de 50 kg au moment de la conduite de cette étude.
- Le coût de la fiente de poule sèche (4000 FCFA/sac de 50 kg) ;
- Le *Tithonia diversifolia* a été collecté aux alentours de la ferme (non loin de la parcelle expérimentale), ainsi le coût de la main-d'œuvre pour la collecte et l'incorporation des feuilles de *Tithonia diversifolia* a été évalué en moyenne à 500 FCFA /100kg;
- Coût d'application des engrais chimiques et fiente de poule ont été estimés à 2000 FCFA homme-jour selon le contexte local ;

- Les autres coûts variables ont concerné : le coût lié aux sacs d'emballage de 100 kg pour le conditionnement des pommes de terre (qui correspond à l'unité de mesure de vente de pomme de terre en gros sur le marché à l'Ouest Cameroun) estimé à 200 FCFA /sac de 100 kg. Le coût lié au transport de la récolte sur le marché estimé à 250 FCFA/sac.

❖ **Les différentes variables économiques ont été calculées de la manière suivante comme décrit par Kaho *et al.* (2011).**

- **Revenu Brut (RB)** : Correspond au rendement moyen de la culture multiplié par le prix du sac de 100 kg de pomme de terre sur le marché. Le sac de 100 kg de pomme de terre était vendu à 14 000 FCFA sur le marché durant la période de l'étude.

- **Bénéfice Brut (BB)** : Est la différence entre le revenu brut (RB) et le coût de production (CP). Le (CP) correspond dans le cadre de cette étude à l'ensemble des charges variables liées à la production.

- **L'indice d'acceptabilité (IA)** : L'indice d'acceptabilité est le rapport entre le bénéfice brut de chaque traitement divisé par le bénéfice brut du traitement témoin.

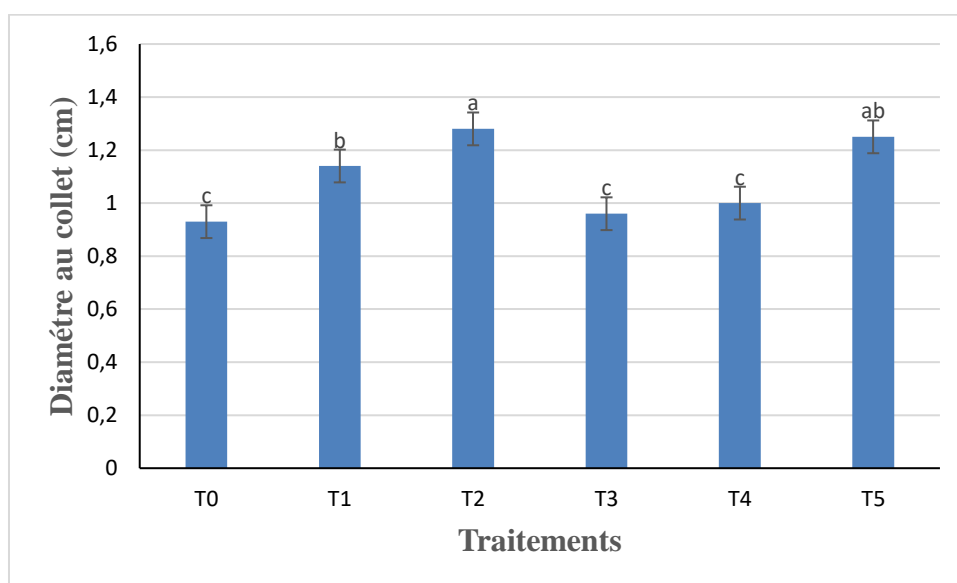
Selon ces auteurs, « L'indice d'acceptabilité permet de révéler le meilleur traitement facilement adoptable par le paysan ; Si $IA < 1,5$ le traitement est rejeté ; si IA est situé entre 1,5 et 2 le traitement est adopté avec réticence ; Si $IA \geq 2$, le traitement est facilement adopté ».

IV. RÉSULTATS

4.1. Effet des différents traitements sur les variables de croissance de la pomme de terre

4.1.1. Diamètre au collet

Les résultats ont montré que le traitement T2 (fiente de poule) a obtenu le diamètre au collet moyen des plants le plus élevé (1,28 cm) suivi du traitement T5 (½ fiente de poule + ½ engrais minéral) (1,25 cm). Le traitement T0 (témoin) a obtenu le plus faible diamètre au collet (0,93 cm). L'analyse de la variance (ANOVA) au seuil de signification de 5 % a montré qu'il existe une différence significative de l'effet des différents types de fertilisants testés sur le diamètre au collet des plantes. Le test de séparation des moyennes (Duncan) a révélé que les traitements T2 (fiente de poule), T5 (½ fiente de poule + ½ engrais minéral) n'ont pas été différents significativement. Il en a été de même des traitements T5 et T1, et les traitements T0 (témoin), T3 (engrais minéral) et T4 (½ *Tithonia diversifolia* + ½ engrais minéral) (figure 5).



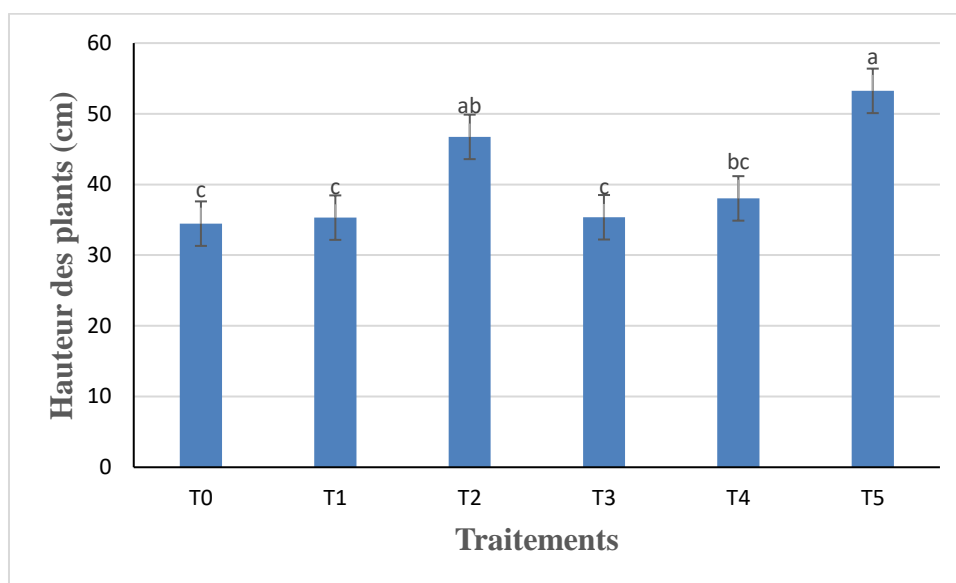
Les moyennes des différents traitements accompagnées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de probabilité de 5% ($P < 0,05$) selon le test de Duncan.

Figure 5. Diamètre au collet moyen des plants de pomme de terre en fonction des différents traitements

4.1.2. Hauteur des plantes

Les résultats ont montré que le traitement T5 (fiente de poule) a obtenu la hauteur moyenne des plants le plus élevé (53,24 cm) suivi du traitement T2 (½ fiente de poule + ½ engrais minéral) (38,033 cm). Le traitement T0 (témoin) a obtenu la plus faible hauteur des plants (34,46 cm).

L'analyse de la variance (ANOVA) au seuil de signification de 5% a montré qu'il existe une différence significative de l'effet des différents traitements sur la hauteur des plantes. Le test de séparation des moyennes (Duncan) a révélé que les traitements T2 (fiente de poule) et T5 (½ fiente de poule +½ engrais minéral) n'ont pas été significativement différents. Il en a été de même des traitements T2 (fiente de poule) et T4 (½ *Tithonia diversifolia*+½ engrais minéral) et des traitements T0 (témoin), T1 (*Tithonia diversifolia*), T3 (engrais minéral), T4 (½ *Tithonia diversifolia*+½ engrais minéral) (figure 6).



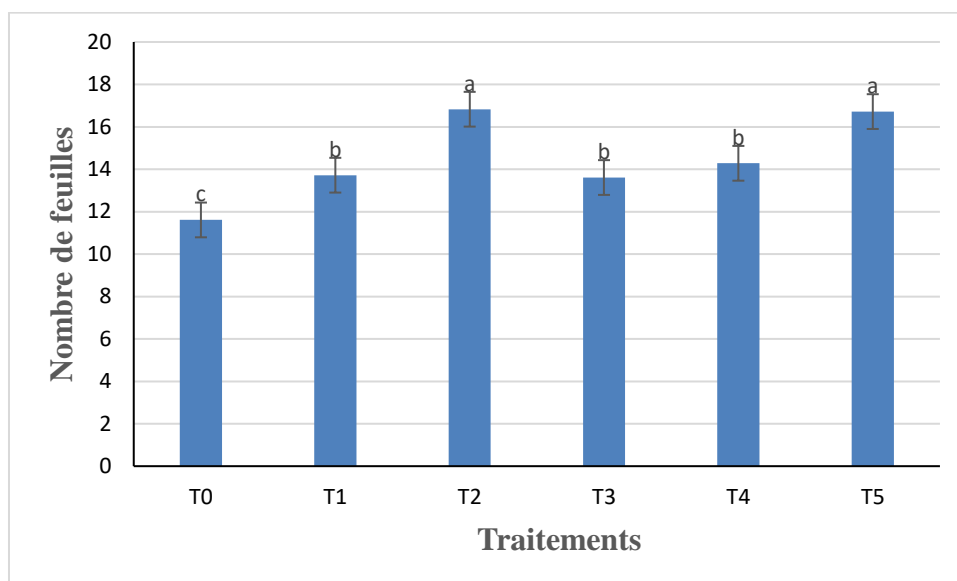
Les moyennes des différents traitements accompagnées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de probabilités de 5% ($P < 0,05$) selon le test de Duncan.

Figure 6. Hauteur moyenne des plants de pomme de terre en fonction des différents traitements

4.1.3. Nombre de feuilles

Les résultats ont montré que le traitement T2 (fiente de poule) a obtenu le nombre de feuilles moyen des plants le plus élevé (16,84 feuilles/plante) suivi du traitement T5 (½ fiente de poule +½ engrais minéral) (16,72 feuilles/plante). Le traitement T0 (témoin) a obtenu le plus faible nombre de feuilles moyen (11,61 feuilles/plante). L'analyse de la variance (ANOVA) au seuil de signification de 5% a montré une différence significative du nombre de feuilles moyen des plantes en fonction des différents types de fertilisants testés. Le test de séparation des moyennes (Duncan) a révélé que les traitements T2 (fiente de poule) et T5 (½ fiente de poule +½ engrais minéral) n'ont pas été significativement différents. Il en a été de même des traitements T1 (*Tithonia diversifolia*), T3 (Engrais minéral), T4 (½ *Tithonia diversifolia*+½ engrais minéral).

Le traitement T0 (témoin) s'est révélé significativement différents des autres traitements (figure 7).

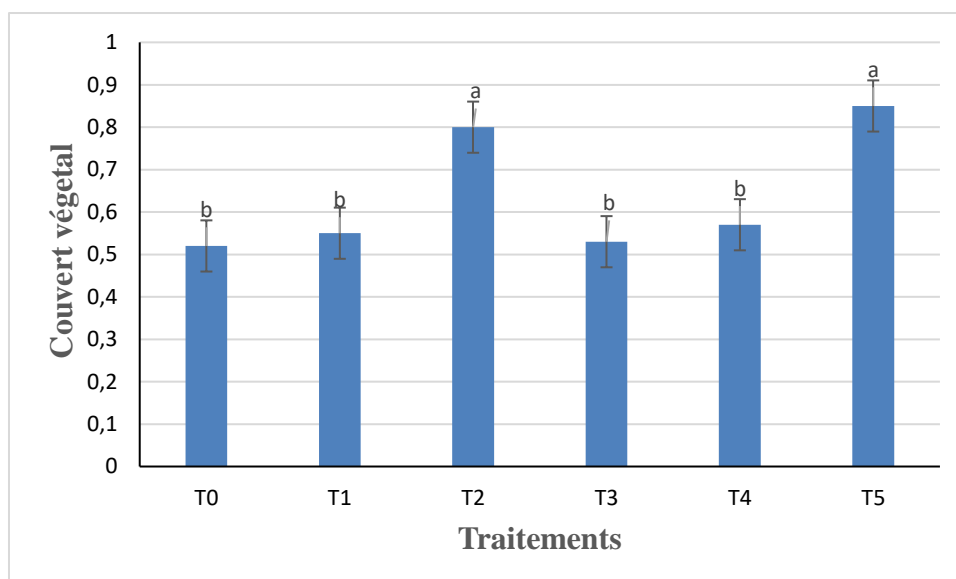


Les moyennes des différents traitements accompagnées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de probabilités de 5 % ($P < 0,05$) selon le test de Duncan.

Figure 7. Nombre de feuilles moyen des plants de pomme de terre en fonction des différents traitements

4.1.4. Couvert végétal

Les résultats ont montré que le traitement T5 ($\frac{1}{2}$ fiente de poule + $\frac{1}{2}$ engrais minéral) a présenté le plus grand couvert végétal (0,85) suivi du traitement T2 (fiente de poule) (0,80). Le traitement T0 (témoin) a obtenu le plus petit couvert végétal (0,51). L'analyse de la variance (ANOVA) au seuil de significativité de 5% a montré la présence des différences significatives de l'effet des différents traitements sur le couvert végétal. En effet, le test de séparation des moyennes (Duncan) a révélé que les traitements T5 ($\frac{1}{2}$ fiente de poule + $\frac{1}{2}$ engrais minéral) et T2 (fiente de poule) n'ont pas été différents significativement. Il en a été de même des traitements T0 (témoin), T1 (*Tithonia diversifolia*) T4 ($\frac{1}{2}$ *Tithonia diversifolia*+ $\frac{1}{2}$ engrais minéral), T3 (engrais minéral) (figure 8).



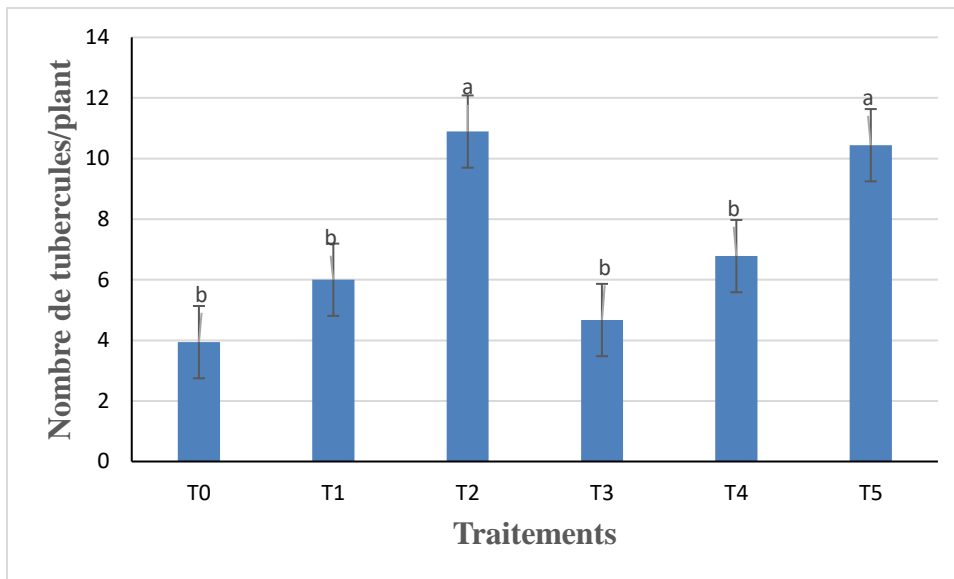
Les moyennes des différents traitements accompagnées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de probabilités de 5% ($P < 0,05$) selon le test de Duncan.

Figure 8. Couvert végétal moyen des plants de pomme de terre en fonction des différents traitements

4.2. Effets des différents traitements sur les variables de rendement de la pomme de terre

4. 2.1. Nombre de tubercules

Les résultats de l'analyse statistique au seuil de signification de 5% ont montré que les traitements T2 (fiente de poule) et T5 ($\frac{1}{2}$ engrais minéral + $\frac{1}{2}$ fiente de poule) ont obtenu les moyennes du nombre de tubercules par plantes les plus élevées, respectivement 10,88 tubercules/plante et de 10,44 tubercules/plante. Les traitements T4 ($\frac{1}{2}$ *Tithonia diversifolia* + $\frac{1}{2}$ engrais minéral), T1 (*Tithonia diversifolia*), T3 (engrais minéral), T0 (témoin) ont obtenu statistiquement les mêmes nombres moyens de tubercules par plantes, respectivement 6,78 tubercules/plante; 6,00 tubercules/plante; 4,67 tubercules/plante et 3,94 tubercules/plante et significativement inférieur aux traitements T2 et T5 (figure 9).

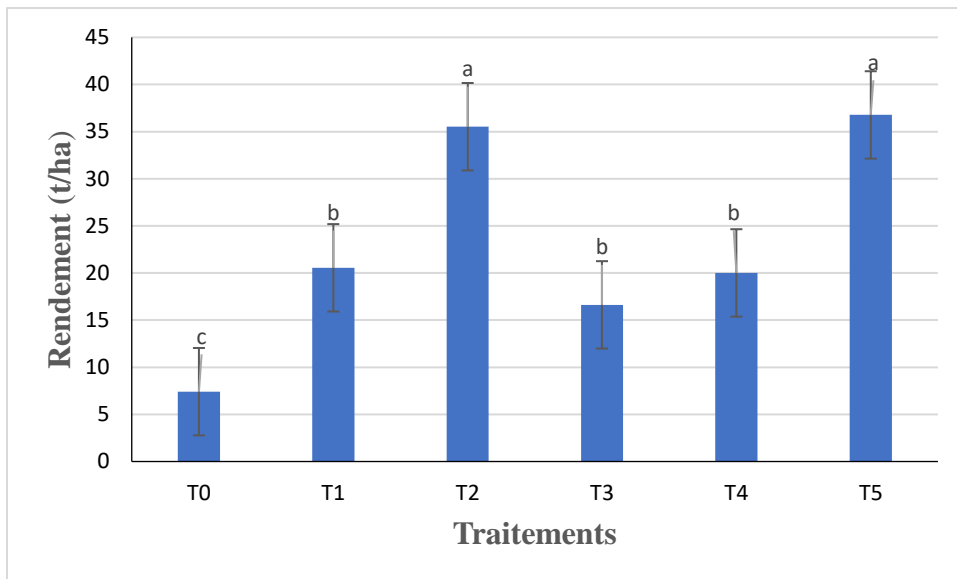


Les moyennes des différents traitements accompagnées d'une même lettre ne sont pas significativement différents au seuil de probabilités de 5% ($P < 0,05$) selon le test de Duncan.

Figure 9. Nombre de tubercules moyens des plants de pomme de terre en fonction des différents traitements

4.2.2. Rendement

L'analyse statistique des rendements en tubercules de pomme de terre a révélé que les traitements T2 (fiente de poule) et T5 ($\frac{1}{2}$ engrais minéral + $\frac{1}{2}$ fiente de poule) ont obtenu les moyennes de rendements en tubercules de pomme de terre significativement plus élevées de l'ordre de 35,53 t/ha pour le traitement T2 (fiente de poule) et 36,78 t/ha pour le traitement T5 ($\frac{1}{2}$ engrais minéral+ $\frac{1}{2}$ fientes de poule). Les traitements T1 (*Tithonia diversifolia*), T3 (engrais minéral) et T4 ($\frac{1}{2}$ engrais minéral+ $\frac{1}{2}$ *Tithonia diversifolia*) ont obtenu statistiquement les mêmes rendements en tubercule de pomme de terre respectivement : 20,55 t/ha, 16,62 t/ha, 20,01 t/ha. Le traitement témoin (T0) a obtenu statistiquement le plus faible rendement moyen des tubercules 7,41t/ha (figure 10).



Les moyennes des différents traitements accompagnées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de probabilités de 5% ($P < 0,05$) selon le test de Duncan.

Figure 10. Rendement moyen des tubercules de pomme de terre en fonction des différents traitements.

4.3. Effets des différents traitements sur la rentabilité économique de la pomme de terre

Les résultats de l'analyse économique des différents traitements appliqués sont consignés dans le tableau 2 ci-dessous.

Tableau 2. Évaluation économique des différents traitements appliqués

Matrice /Traitements	T0	T1	T2	T3	T4	T5
Rendement (t/ha)	7,44	20,55	35,53	16,62	20,01	36,43
Fiente de poule (FCFA)	/	/	960 000		/	480 000
Engrais chimique (FCFA)	/	/	/	540 000	270 000	270 000
Collecte et épandage de la biomasse verte de <i>Tithonia diversifolia</i> (FCFA)	/	110 000	/	/	55 000	/
Application fiente de poule (FCFA)			30 000	/	/	15 000
Main d'œuvre application engrais chimique (FCFA)	/	/	/	24 000	12 000	12 000
Transport engrais chimique (FCFA)				3 600	1 800	1 800
Transport fiente de poule (FCFA)	/	/	72 000	/	/	36 000
Main d'œuvre récolte et conditionnement (FCFA)	50 800	81 100	113 500	73 200	80 000	111 000
Transport récolte (FCFA)	16 300	61 600	110 300	49 800	60 000	106 500
Coût de Production (CP) (FCFA)	67 100	252 700	1 285 800	690 600	478 800	1 032 300
Revenu Brut (RB) (FCFA)	1 041 600	2 877 000	4 974 200	2 326 800	2 801 400	5 100 200
Bénéfice brut (BB) (FCFA)	974 500	2 624 300	3 688 400	1 636 200	2 322 600	4 067 900
Indice d'acceptabilité (IA)		2,69	3,78	1,67	2,38	4,17

T0 : témoin **T1** : *Tithonia diversifolia* **T2** : fiente de poule **T3** : engrais minéral, **T4** : (½ *Tithonia diversifolia*+ ½ engrais minéral) **T5** : (½ engrais minéral+½ fiente de poule)

Il ressort des résultats de l'analyse économique (tableau 2) que les traitements organiques seuls ou combinés à l'engrais minéral ont obtenu les bénéfices bruts les plus élevés par rapport au traitement engrais minéral (T 3). Le traitement T5 (½ fiente de poule+ ½engrais minéral) a obtenu le bénéfice brut le plus élevé suivi du traitement T2 (fiente de poule). Le traitement T1(*Tithonia diversifolia*) a obtenu un bénéfice brut plus élevé que le traitement T4 (½ *Tithonia diversifolia* +½ engrais minéral). Le traitement T3 (engrais minéral) a obtenu le plus faible bénéfice brut comparé aux traitements T1, T2, T4, T5.

Les résultats de l'indice d'acceptabilité des traitements ont montré également un plus grand indice d'acceptabilité pour le traitement T5 (½ fiente de poule+ ½engrais minéral) (IA= 4,17) suivi du traitement fiente de poule (T2) (3,78). Le traitement engrais minéral (T 3) a obtenu l'indice d'acceptabilité le plus faible (1,67).

V. DISCUSSION

Cette étude a été menée dans l'optique d'évaluer l'effet des différents fertilisants (seuls ou combinés à l'engrais minéral) sur les performances agroéconomiques de la pomme de terre (*Solanum tuberosum*).

- **Effets des différents traitements sur les variables de croissance et de rendement de la pomme de terre**

Les résultats des quatre variables de croissance mesurées dans cette étude : diamètre au collet (figure 5), hauteur des plants (figure 6), nombre et feuilles (figure 7) et couvert végétal (figure 8) ont montré que le traitement T2 (fiente de poule) et T5 (½ engrais minéral + ½ fiente de poule) ont eu l'effet le plus favorable sur la croissance végétative des plants de pomme de terre. Cette différence serait attribuée à la composition chimique de la fiente de poule pondueuse en éléments majeurs principalement sa forte teneur en azote et phosphore selon la littérature (Bolan *et al.*, 2010). De plus s'ajoute à ceci l'effet de la fiente de poule dans l'amélioration de la structure du sol et la stimulation de son activité biologique. Ces résultats sont en accords avec ceux de Adeleye *et al.* (2000) qui ont montré que la fiente de poule se décompose facilement et libère rapidement les nutriments dans le sol en raison de sa forte teneur en azote et en phosphore améliorant ainsi la croissance et le développement des plantes. Par ailleurs Zydelis *et al.* (2019) ont montré que l'effet combiné de la fiente de poule à l'engrais minéral contribuerait à rendre plus disponible les nutriments et à permettre une disponibilité de l'eau et de l'air dans le sol pour un bon développement des racines. Ce qui pourrait également justifier le résultat statistiquement similaire obtenu entre T2 (fiente de poule) et T5 (½ engrais minéral + ½ fiente de poule).

Le traitement *Tithonia diversifolia* seul (T1) ou combiné à l'engrais minéral (T3), bien qu'ayant obtenu les performances de croissance intermédiaires plus élevées ont été significativement similaire au traitement engrais minéral (T3) et au traitement témoin (T0) à l'exception du diamètre au collet et du nombre de feuilles. Cette croissance similaire au témoin (T0) pourrait se justifier par un ralentissement de la minéralisation des fertilisants lié aux conditions climatiques (irrégularité des pluies et poches de sécheresse au début de la mise en place de la culture) ce qui n'a pas permis de révéler le potentiel de fertilité de ces traitements. Ces résultats sont en accords avec ceux obtenu par Chukwuka *et al.* (2014) qui ont observé que le retard de la croissance végétale du manioc fertilisé au *Tithonia diversifolia* était dû aux conditions climatiques. De plus la composition chimique du sol riche en matière organique (tableau 1)

accentuée par le temps d'application de l'engrais minéral (un mois après la plantation) justifierait également ce résultat similaire entre le traitement témoin (T0) et le traitement à l'engrais minéral (T3). Ces résultats sont en accord avec ceux de Kambale *et al.* (2019) qui ont également obtenu une croissance similaire de la pomme de terre entre le traitement témoin et le traitement aux parcelles fertilisées à l'engrais minéral.

Le nombre de tubercules (figure10) et rendement (figure11), ont varié significativement entre les différents traitements appliqués. Le traitement T2 (fiente de poule) et T5 (½ engrais minéral +½ fiente de poule) ont eu l'effet le plus favorable sur les variables de rendement de la pomme de terre. Ceci serait attribué au bon développement des variables de croissance par rapport aux autres traitements dû à l'amélioration des propriétés physico-chimiques et à la minéralisation rapide de la fiente de poule. Cette bonne croissance végétale aurait permis de produire un plus grand nombre de tubercules de gros calibre. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Taiz *et al.* (2006) qui ont montré que la surface foliaire et d'autres variables de croissance pourraient être considérées comme des déterminations importantes utilisées pour la performance des cultures et ont justifié par le fait qu'elles influencent le taux d'assimilation du carbone de la pomme de terre et sa conversion en tubercules.

Les résultats ont montré que le traitement *Tithonia diversifolia* seul (T1) ont obtenu un nombre de tubercule et rendement plus élevé que le traitement T3 (engrais minéral) bien que significativement similaire. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que la libération des nutriments par décomposition des feuilles de *Tithonia diversifolia* et l'utilisation par la plante étaient bonne. Ce qui a permis d'obtenir de bon rendement comparé au traitement à l'engrais minéral. Ce résultat est en accord avec ceux obtenus par Kaho *et al.* (2011) qui ont également observé les meilleurs rendements de maïs aux parcelles amendées aux *Tithonia diversifolia* seul à la dose recommandée comparé aux parcelles ayant reçu l'engrais minéral et ont justifié par le fait que la minéralisation du *Tithonia diversifolia* et l'assimilation des nutriments par la plante était synchronisé. De plus, la composition chimique du *Tithonia diversifolia* montre une richesse en nutriments et plus particulièrement en potassium (Kaho *et al.*, 2011). Ces nutriments auraient été absorbés et alloués sous forme de matière sèche dans le tubercule de pomme de terre. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenu par Tankou *et al.* (2020) qui ont montré une augmentation des variables de rendement de la pomme de terre avec l'augmentation des doses de *Tithonia diversifolia* appliquées et ont justifié par l'effet du potassium dans les feuilles de *Tithonia diversifolia*.

Les figures 10 et 11 ont montré que, bien que les différences observées entre le traitement T4(½ *Tithonia diversifolia* + ½ engrais minéral) et le traitement T3 (engrais minéral) n'ont pas été significative, le nombre de tubercules et le rendement ont été plus élevés au traitement T4. Ceci serait attribué à l'effet combiné des engrais minéraux au *Tithonia diversifolia* qui aurait rendu disponible les éléments nutritifs contenu dans le *Tithonia diversifolia* permettant ainsi une bonne croissance et rendement. Ces résultats sont en accords avec ceux obtenu par Bilong *et al.* (2017) qui ont également montré que le *Tithonia diversifolia* combiné à l'engrais minéral permettait d'obtenir les rendements de manioc plus élevé par rapport au traitement à l'engrais minéral seul.

Par ailleurs, la matière organique apportée par la fiente de poule et le *Tithonia diversifolia* aurait contribué à augmenter la capacité de rétention en eau du sol (Gomgnimbou *et al.*, 2019, Kasongo *et al.*,2013). Ce qui est capital pour la croissance et le rendement des cultures à fort besoin en eau comme la pomme de terre. Ce que le traitement T3 (engrais minéral) n'a pas pu faire en période d'irrégularité des pluies observé au cours de la croissance de la culture. Ce qui justifierait ces faibles variables de rendement du traitement à l'engrais minéral (T3) par rapport aux traitements à l'engrais organique seul ou combiné à l'engrais minéral.

- **Effets des différents traitements sur la rentabilité économique de la pomme de terre**

Il ressort du Tableau 2 que les rendements des différents traitements et les coûts des fertilisants ont fortement influencé les variables économiques de la pomme de terre. Les traitements T2 (fiente de poule) et T5 (½ engrais minéral +½ fiente de poule) ont obtenu les plus grands bénéfices bruts.

Les résultats d'indice d'acceptabilité (IA) des traitements présentés dans le tableau 2 montre que les traitements T1 (*Tithonia diversifolia*) (IA= 2,69), T4 (½ *Tithonia diversifolia*+ ½engrais minéral) (IA=2,38), T2 (fiente de poule) (IA= 3,68) et T5 (½ fiente de poule +½ engrais minéral) (IA=4,17) peuvent être les mieux adaptés en milieu paysan car ces traitements ont présenté des indices d'acceptabilité supérieur à 2 (Kaho *et al.*,2011).

Cependant au vu des faibles revenus des paysans au Cameroun, le traitement T5 (½ fiente de poule + ½engrais minéral) ayant un faible coût de production et une valeur d'indice d'acceptabilité plus élevé comparé au traitement T2(fiente de poule) est plus recommandable en milieu paysan. De même le traitement T1(*Tithonia diversifolia*) seul est plus recommandable

aux paysans par rapport au traitement T4 ($\frac{1}{2}$ *Tithonia diversifolia* + $\frac{1}{2}$ engrais minéral). Ces résultats sont semblables à ceux obtenus par Jama *et al.* (2000) qui ont également obtenu les bénéfices plus élevés aux parcelles amendées au *Tithonia diversifolia* seul comparé à celles amendées au *Tithonia* combiné à l'engrais minéral.

VI. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Cette étude avait pour objectif de contribuer à l'amélioration du rendement de la pomme de terre dans la région de l'Ouest Cameroun à travers une bonne gestion de la fertilité des sols. Il ressort des résultats obtenus une différence significative de l'effet des différents traitements sur les variables de croissance et de rendement de la pomme de terre. Le traitement fiente de poule seule (T2) ou combinée à l'engrais minéral (T5) ont eu l'effet le plus favorable sur l'ensemble des variables de croissance et de rendement. Le traitement *Tithonia diversifolia* seul (T1) ou combiné à l'engrais minéral (T4) ont donné les performances intermédiaires plus élevées que le traitement à l'engrais minéral (T3). L'analyse économique a montré que les traitements organiques seuls ou combinés à l'engrais minéral ont obtenu des bénéfices bruts supérieurs au traitement à l'engrais minéral (T3) et peuvent être les mieux adaptés en milieu paysans (car IA >2). Ces résultats ont permis de confirmer que la fertilisation organique améliore les propriétés physico-chimiques du sol et son efficacité dépend de la nature du matériel organique utilisé. Les résultats ont également montré l'effet bénéfique de la fertilisation organo-minéral.

Cependant au vu des moyens limités des paysans au Cameroun, le traitement *Tithonia diversifolia* seul (T1) et le traitement fiente de poule combinée à l'engrais minéral (T5) sont plus recommandables aux paysans.

Dans un contexte d'agriculture durable, cette étude a mis en évidence le potentiel des ressources locales (*Tithonia diversifolia*) et de la fiente de poule dans l'augmentation des rendements de la pomme de terre. Cependant beaucoup d'études ont montré que l'effet de la fertilisation organique se produit qu'après un temps relativement long variant en fonction des conditions physique du milieu, du climat et la nature de la matière organique. Ainsi l'appréciation de la valeur d'une fertilisation organique ne peut pas se faire en une période d'étude. C'est donc pourquoi d'autres expérimentations doivent être conduites dans les mêmes conditions que la précédente et pendant plusieurs années afin d'obtenir des résultats plus proches de la réalité et d'en faire des recommandations plus fiables. Il serait aussi envisagé dans le cadre des travaux futurs de tester d'autres sources de fertilisants organiques alternatives afin de valoriser et de diversifier le potentiel de fertilisation de la culture de la pomme de terre pour une production durable.

VII. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abbas, A., Arif, M., Ali, M., 2016.** A review paper on *Potato leaf roll virus* (PLRV) of potato in Pakistan. *As. J. Agr. Bio.* 4 ,77–86.
- Adeleye, E. O., Ayeni, L. S., Ojeniyi, S. O., 2010.** Effect of Poultry Manure on Soil Physico-Chemical Properties, Leaf Nutrient Contents and Yield of Yam (*Dioscorea rotundata*) on Alfisol in Southwestern Nigeria. *J. Am. Sci.* 6(10):871-878.
- Albert, B., Otto M., Bruno S., 2000.** Les richesses du sol, les plantes à racines et tubercules en Afrique : une contribution au développement des technologies de récolte et d'après récolte. Ed. Deutsche Stiftung fuer Internationale Entwicklung, Feldafing, 2000. 237p.
- Azangue, G. J., Nguetsop, V. F., Tendonkeng, F., Wauffo, D. F., Pamo, E.T., 2019.** Effets des différents niveaux de fertilisation aux fientes de poules sur la croissance et la production de biomasse de *Brachiaria ruziziensis* (Poaceae) en fonction des stades phénologiques à l'Ouest-Cameroun. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 13(3) : 1762-1774.
- Bamberg, J., Del Rio, A., 2005.** Conservation of potato genetic resources. In : Genetic improvement of Solanaceous crops Vol. 1 : Potato. Chap. 1, 1–38. Razdan, J.K. and Mattoo, A.K., Eds. Science Pub. Inc.
- Bhujel, S., Pant, C. & Sapkota, S., 2021.** Effect of organic and chemical fertilizer on growth and yield of potato (*Solanum tuberosum*) varieties in Nepal. *SAARC., J. Agric.* 19(1) : 103-112.
- Bilong, E. G., Ajebesone, F. N., Abossolo-Angue, M., À Madong, B., Bonguen, S. M. N. & Bilong, P., 2017.** Effets des biomasses vertes de *Tithonia diversifolia* et des engrais minéraux sur la croissance, le développement et le rendement du manioc (*Manihot esculenta* Crantz) en zone forestière du Cameroun. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 11(4) : 1716-1726.
- Bolan, N.S., Szogi, A. A., Chuasavathi, T., Seshadri, B., Rothrock, JR. M. J. & Panneerselvam, P., 2010.** Uses and management of poultry litter. *World's Poultry Science Journal.* Vol. 66. 673-698 p.
- Chambenoît, C., Machet JM. L. F. & Scheurer, O., 2002.** Fertilisation azotée de la pomme de terre. Edition : INRA Editions. 128p.
- Chukwuka, K. S., Obiakara, M. C., Ogunsumi, I. A., 2014.** Effects of aqueous extracts of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray, *Vernonia amygdalina* Del. And inorganic fertilizer on the growth and development of cassava (*Manihot esculenta* Crantz).
- Crosnier, J-C., 1999.** Pomme de terre – Importance économique – la plante, *Technique Agricoles* 2080. p17-22.
- Domgno, W., 2017.** Evaluation des performances agronomiques de la pomme de terre testées sous différents types de fertilisation biologique, organique et minérale. Mémoire Master. Université de Dschang. 87p.
- Druilhe, Z. & Barreiro-Hurle, J., 2012.** Fertilizer subsidies in sub-Saharan Africa. ESA Working Paper No. 12-04, Agricultural Development Economic Division, FAO, Rome, Italy, July 2012.

- Du, Z. L., Wu, W. L., Zhang, Q. Z., Guo, Y., Meng, F., 2014.** Long-term manure amendments enhance soil aggregation and carbon saturation of stable pools in North China plain. *J. Integr. Agric.* 13, 2276–2285.
- ECAM, 2000.** Enquête camerounaise sur les ménages. Rapport du ministère de l’Agriculture et du Développement Rural.
- FAO., 1984.** Fertilizer and nutrition guide. Fertilizer and plant nutrition bulletin no. 9. Rome, Italy. 176p.
- FAO., 2008.** Compte rendu de fin d’année : Année internationale de la pomme de terre 2008. Organisation des nations unies pour l’alimentation et l’agriculture. Rome, 2008.
- FAO., 2010.** Quality declared planting material : Protocols and standards for vegetatively propagated crops. FAO plant protection and production paper number 195. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome, Italy. ISSN 0259-2517.
- FAO., 2020.** L’actualité agricole en Méditerranée. Ciheam, 2020, 33pp.
- FAOSTAT., 2019.** Available at <http://www.fao.org/faostat/en/#data>.
- Fekadu, A., 2016.** Effect of integrated soil amendment practices on growth and seed tuber yield of potato (*solanum tuberosum* L.) at jimma arjo, western ethiopia. *Journal of natural sciences research.*, vol.6, no.15. 38-63 p.
- Foncho, P. A. F., 1982.** The Situation of the Potato Crop in Cameroon and in the World ; Netherlands Potato Consultative Institute : Den Haag, The Netherlands.
- Fontem, D. A. & Tsombeng, N. G. R., 2004.** Identification of potato production constraints in the western Highlands of Cameroon. 6th biennial conference of the Africa crop science society, Nairobi, Kenya, 12th- 17th October 2003.
- Fontem, D. A., 1991.** Yields of potato as influenced by crop sanitation and reduced fungicidal treatments. *In tropicultura*, 13 : 99-102.
- Fotsing, J. M., 1993.** Érosion des terres cultivées et propositions de gestion conservatoire des sols en pays Bamiléké (Ouest-Cameroun). *Cah. Orstom, sér. Pédol.* Vol. XXVIII, n°2, 351-366.
- Ganunga, R. P., Yerokun, O. A. & Kumwenda, J. D. T., 2005.** Contribution of *Tithonia diversifolia* to yield and nutrient uptake of maize in Malawian small-scale agriculture. *S. Afr.J. Plant Soil*, 22 : 240-245 p.
- Gayler, S., Wang, E., Priesack, E., Schaaf, T. & Maidl, F. X., 2002.** Modeling biomass growth, Nuptake and phenological development of potato crop. *Geoderma*, 105 :367–383.
- Girma, C., Abebe, C. & Zeleke, O., 2017.** Response of applied phosphorus fertilizer rate and plant spacing for potato (*Solanum Tuberosum* L.) production on nitosols in central highland of Ethiopia. *Greener Journal Of Agricultural Sciences*, 7, 255–262.
- Gitari, H.I., Gachene, C.K.K., Karanja, N.N., Kamau, S., Nyawade, S., Sharma, K., Schulte. & Geldermann, E. 2018.** Optimizing yield and economic returns of rain-fed potato (*Solanum tuberosum*

L.) through water conservation under potato-legume intercropping systems. *Agric. Water Manag.*, **208**: 59–66.

Gitari, H.I., Nyawade, S.O., Kamau, S., Gachene, C.K.K., Karanja, N.N. & Schulte-Geldermann, E. 2019. Increasing potato equivalent yield increases returns to investment under potato-legume intercropping systems. *Open Agric*, 4 : 623–629.

Gomgnimbou, A. P. K., Bandaogo, A. A., Coulibaly, K., Sanon, A., Ouattara, S. & Nacro, H. B., 2019. Effets à court terme de l'application des fientes de volaille sur le rendement du maïs (*Zea mays* L.) et les caractéristiques chimiques d'un sol ferrallitique dans la zone sud-soudanienne du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 13(4) : 2041-2052.

Harahagazwe, D., Ouma, A. E., Schulte-Geldermann, E., Kromann, Peter., 2018. Bonnes Pratiques Agricoles de Production de Pomme de terre de Consommation au Cameroun. Projet Centres d'Innovations vertes pour le Secteur Agro-Alimentaire (ProCISA). Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. **32 p.**

Harris, P.M. 1978. Mineral nutrition. Pages 195-243. *The Potato crop*. P.M. Harris (Ed.). London.

Harris, P.M., 1992. Mineral Nutrition. In *The Potato Crop*. Springer : Dordrecht, The Netherlands. pp. 162–213.

He, L. L., Zhong, Z., Yang, H., 2017. Effects on soil quality of biochar and straw amendment in conjunction with chemical fertilizers. *J. Integr. Agric*, 16 : 704–712.

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.

Huang, S., Weijian, Z.W., Yu, X. and Huang, Q., 2010. Effects of Long-Term Fertilization On Corn Productivity and Its Sustainability in an Ultisol of Southern China. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 138, 44-50.

Islam, M. R., Hossain, M. B., Siddique, A. B., Rahman, M. T. & Malika, M., 2014. Contribution of green manure incorporation in combination with nitrogen fertilizer in rice production. *SAARC. J. Agri*, 12 (2) : 134-142.

Jama, B., Palm, C. A., Buresh, R. J., Niang, A., Gachengo, C., Nziguheba, G. & Amadalo, B., 2000. *Tithonia diversifolia* as a green manure for soil fertility improvement in Western Kenya : A review. *Agrofor. Syst*, 49 : 201-221.

Kaho, F., Yemefack, M., Feujio-Teguefouet, P., Tchantchaouang, J.C., 2011. Effet combiné des feuilles de *Tithonia diversifolia* et des engrais inorganiques sur les rendements du maïs et les propriétés d'un sol ferrallitique au Centre Cameroun. *Tropicicultura*, 29, 1, 39-45.

Kambale, V. C., Kavira, A. N. & Kambale, M. H., 2019. Détermination de la dose optimale de K₂O sur le rendement en tubercules de la culture de pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) à Butembo, Est de la RD Congo. *Journal of Applied Biosciences*, 144 : 147646 -14772.

Kasongo LME, Mwamba MT, Tshipoya MP, Mukalay MJ, Useni SY, Mazinga KM., Nyembo KL., 2013. Réponse de la culture de soja (*Glycine max* L. (Merril) à l'apport des biomasses vertes de

Tithonia diversifolia (Hemsley) A. Gray comme fumure organique sur un Ferralsol à Lubumbashi, R.D. Congo. *Journal of Applied Bioscience*, 63 : 4727 – 4735.

Kaul, A., Kaur, R., Choudhary, A.K., Sepat, S & Dass, A., 2015. Importance of Green Manuring in Sustainable Agriculture. *Pop. Kheti*, 3(2) : 8-12 p.

Kavange, A., Cishesa, T., Zamukulu, P., Kulimushi, J. & Ganza, D., 2018. Effets des écartements et des engrais organiques sur le rendement de la pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) à Walungu dans l'Est de la RD Congo. *Afrique Science*, 14(3) :316 - 322.

Khan, M. Z., Akhtar, M. E., Mahmood-ul-Hassan, M., Mahmood, M. M., Safdar, M. N., 2012. Potato tuber yield and quality as affected by rates and sources of potassium fertilizer. *J. Plant Nutr*, 35 : 664–677.

Khiari, L., Parent, L. & Tremblay, N., 2001. The P compositional nutrient diagnosis for potato. *Agronomy Journal*. Vol. 93 : 815-819.

Kochian, L. V., Hoekenga, O. A. & Pineros, M. A., 2004. How do crop plants tolerate acid soils ? Mechanisms of aluminium tolerance and phosphorus efficiency. *Annual Review of Plant Biology*, 55 :459-493.

Louderback, L. A., Pavlik, B. M., 2017. Starch granule evidence for the earliest potato use in North America. *Proc. Natl. Acad. Sci*, 114 (29) :7606-7610.

Lynn, P. B., Rebek, E.J., Shrefler, J., Damicone, J., 2014. Potato Production. Division of Agricultural Sciences and Natural Resources. Oklahoma State University. 5p.

Marouani, A., Sahli, A., Ben Jeddi, F., 2013. Efficience d'utilisation de l'azote par la pomme de terre de saison (*Solanum tuberosum* L.). *Journal of Animal & Plant Sciences*. Vol.18, Issue 3 : 2785-2801.

MINADER., 2010. Pomme de terre : récolte, transport, conditionnement et conservation. Programme d'appui à la relance de la filière pomme de terre .11p.

Mulaji, K. C., 2011. Utilisation des composts de biodéchets ménagers pour l'amélioration de la fertilité des sols acides de la province de Kinshasa (République Démocratique du Congo). Thèse de doctorat, Université de Gembloux Agro bio tech, 220 p.

Muriithi, L. M. & Irungu, J. W., 2004. Effects of integrated use of inorganic fertilizer and organic manures on bacterial wilt incidence and tuber yield in potato production systems on hill slopes of central Kenya. *J. Mountain Sci*, (1) : 81-88.

Mwakidoshi, E. R., Gitari, H. H., Maitra, S., Muindi, E. M., 2021. Economic Importance, Ecological Requirements and Production Constraints of Potato (*Solanum tuberosum* L.) in Kenya. *International Journal of Bioresource Science*, 08(02) : 61-68 p.

Nazli, F., Bushra., Iqbal, M.M., Bibi, F., Zafar-ul-Hye, Kashif, M. R. & Ahmad, M., 2018. Modeling the potassium requirements of potato crop for yield and quality optimization. *Asian J. Agric. Biol*, 6 : 169-180.

Neba, D.A., Suh, C., Mbarga, A.M., Ngome, A.S.F., Fornkwa, V.Y. & Lenzemo, V., 2015 Effect of Tree Hedgerow Pruning on Maize Yield in Santa, Cameroon. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, 3, 1851.

Ngoh, D, J.P., Boydoul, F.U., Madjerembe, A., Tsouala, T. D. B., 2020. Inventory of the potato diseases and impact on growth and yield traits in far North Cameroon. *Int. J. Biol. Chem. Sci*, 14(8) : 2826-2836.

Ngoyi, A. N., Masanga, G. K., Bila, H. M., Yashima, A. Y., Milambo, M. M., Ndjibu, L. N. & Baboy, L. L., 2020. Effet des amendements organiques sur la croissance et le rendement de la pomme de terre (*Solanum tuberosum*) cultivée sur un sol dégradé dans la région de Kabinda, République Démocratique du Congo. *Int. J. Biol. Chem. Sci*, 14(5) : 1812-1819.

Nityamanjari, M., 2018. Effect of fertilizers on growth and productivity of potato. A review *International Journal of Agriculture Sciences*. Volume 10, Issue 4, 2018, pp.-5183-5186.

Nyasimi, M. A., Amadalo, B. & Obonyo, E., 1997. *Using the wild sunflower Tithonia in Kenya for soil fertility and crop yield improvement*. Nairobi : ICRAF.

Nyawade, S.O., Karanja, N.N., Gachene, C.K.K., Gitari, H.I., Schulte-Geldermann, E. & Parker, M. 2019. Intercropping optimizes soil temperature and increases crop water productivity and radiation use efficiency of rainfed potato. *Am. J. Potato Res*, 96: 457–471.

Nyembo, K. L., Useni, S. Y., Mpundu, M.M., Bugeme M. D., Kasongo, L. E. & Baboy, L. L., 2012. Effets des apports des doses variées de fertilisants inorganiques (NPKS et Urée) sur le rendement et la rentabilité économique de nouvelles variétés de *Zea mays* L. à Lubumbashi, Sud-Est de la RD Congo. *Journal of Applied Biosciences*, 59 : 4286- 4296.

Ojetayo, A. E., Olaniyi, J. O., Akanbi, W. B., Olabiyi, T. I., 2011. Effect of fertilizer types on nutritional quality of two cabbage varieties before and after storage. *Journal of Applied Biosciences*. 48: 3322– 3330.

Oka, Y., 2010. Mechanisms of nematode suppression by organic soil amendments-A review, *Applied Soil Ecology*, Vol.44, Issue 2, Nematology, Unit, Gilat Research Center, M.P. Negev 85280, Israel, 101-115 pp.

Onana, O. L. G., 2000. Fertilisation par le fumier de poule : l'expérience de Nkolondom. Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD) et réseau AGRIDAPE. 2 p

Ouattara, B., Bazongo, P., Traore, K., Badini, O., 2020. 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. *European Journal of Scientific Research*. Vol. 158 No 1. 48-57p.

Palm, C. A., 1995. Contribution of agroforestry trees to nutrient requirements of intercropped plants. *Agrofor. Syst*, 30 : 105-124.

Pamo, T. E., Boukila, B., Fonteh, F. A., Tendonkeng, F., Kana, J. R., 2005. Composition chimique et effet de la supplémentation avec *Calliandra calothyrsus* et *Leucaena leucocephala* sur la production

laitière et la croissance des chevreaux nains de Guinée. *Livestock Research for Rural Development*, 17(3).

Panagiotopoulos, L.I., 1995. Fertilization of potato crops. *Agriculture–Cattle Breeding* 9, 227–231.

Plaxton, W. C. & Carswell, M. C., 1999. Metabolic aspects of the phosphate starvation response in plants. In Lerner, H.R. (Ed.). pp. 350-372.

Shahram, T., Salar, F-A., Ruijun, Q., Christos, N., Vidyasagar, S., Brian, C. & Dimitra, A. L., 2021. Potassium : A Vital Macronutrient in Potato Production. *A review Agronomy*. 11, 543. 18 p.

Shnek, M., 1994. Multi-K 13-0-46 for potatoes. Haifa Chemicals Ltd, Haifa Bay, Israel. 8 p.

Sincik, M., Z.M. Turan & A.T. Goksoy., 2008. Responses of potato (*Solanum tuberosum* L.) to green manure cover crops and nitrogen fertilization rates. *Am. J. Potato Res*, 85 : 150-158.

Splittstoesser, W. E., 1984. Vegetable growing handbook. 2nd ed, 325p, Av. Pub. Co, Westport, USA.

Stiles, W., 2017. Poultry manure management. Farming connect cyswllt FFERMIO. 6 p.

Taiz, L. & Zeiger, E., 2006. Plant Physiology. 4th Edn., Sinauer Associates Inc., Sunderland, MA., USA., ISBN-10 : 0-87893-856-7, 764 p.

Tankou, C.M., Beyegue, H.D., Kouam, E.B., Essam, J.V.L.M. & Ngouenet, A., 2020. Réponses of Potato (*Solanum tuberosum* L.) Varieties to Green Manure. *International Journal of Agricultural Research*, 15 (1) : 41-47.

Temfack, D. D. C., Achiangia, P. N., Anoumaa, M., Chofong, G. N., Djomo, S.H., Lontsi-Demano, M., Fonkou, T., 2021. Farmers' Knowledge of Potato Viruses and Management Strategies in the Western Highlands of Cameroon. *Open Journal of Applied Sciences*, 11, 818-831 p.

Travella, R.E. S., 2019. Potato in Africa. IPBO (International Plant Biotechnology Outreach) (IPBO/VIB) D/2019/12.267/3. Pdf. 25 p.

Trehan, S. P., Pandey, S. K. and Bansal, S., 2009. Potassium Nutrition of the Potato Crop- the Indian Scenario. *Eifc*. 19. 8 p.

Tshala, U. J., Kitabala, M. A., Kasongo, M. L. E., Kimuni, N. L., 2019. Effets des composts ménagers sur les propriétés du sol et sur la productivité des cultures légumières : cas de la tomate (*Lycopersicon Esculentum* Mill). *Int. J. Biol. Chem. Sci*, 13(7) : 3411-3428.

Useni, S.Y., Baboy, L.L., Nyembo, K.L., Mpundu, M.M., 2012. Effets des apports combinés de biodéchets et de fertilisants inorganiques sur le rendement de trois variétés de *Zea mays* L. cultivées dans la région de Lubumbashi. *Journal of Applied Biosciences* 54 : 3935–3943.

Virupaksh, P., Prashant, K., Sundaresha, S., Vinay, B., 2016. Biology of potatoes tuberosum. Ministry of Environment, Forest and Climate Change (MoEF&CC) and Central Potato Research Institute. **41 p.**

Weidmann, G., Kadzere, I., van den Berge, P., Tennhardt, L., 2019. Culture biologique des pommes de terre. Institut de recherche de l'agriculture biologique (FiBL). 9,14.

Yerima, B.P.K., Tiangne, A.Y., Ranst, V., 2014. Réponse de deux variétés de tournesol (*Helianthus* sp.) à la fertilisation à base de fiente de poule sur un Hapli-Humic Ferralsol du Yongka Western Highlands Research Garden Park (YWHRGP) Nkwen-Bamenda, Cameroun, Afrique centrale. *Tropicultura*, 32, 4, 168-176.

Žydelis, R., Sigitas, L., Jonas, V., Virmantas, P., 2019. Effect of Organic and Mineral Fertilisers on Maize Nitrogen Nutrition Indicators and Grain Yield. *Zemdirbyste-Agriculture*, 106(1):15-20.

ANNEXE

Annexe 1. Tableau Séparation des moyennes des variables de croissance et de rendement

Traitements	Variables de Croissance				Variables de rendement	
	DC (cm)	NF	HP (cm)	CV	NT	RDT(t/ha)
T0	0,93±0,12c	11,61±0,67c	34,46±7,29c	0.51±0,03b	3,94±1,13b	7,41±1,09c
T1	1,14±0,05b	13,72±0,82b	35,31±3,87c	0.55±0,03b	6,00±1,61b	20,55±4,97b
T2	1,28±0,04a	16,84±1,04a	46,73±6,61ab	0.80±0,04a	10,89±1,11a	35,53±2,25a
T3	0,96±0,07c	13,61±1,26b	35,36±0,74c	0.53±0,04b	4,67±0,58b	16,62±1,64b
T4	1,00±0,06c	14,28±1,11b	38,03±6,37bc	0.57±0,07b	6,78±1,39b	20,01±2,77b
T5	1,25±0,07ab	16,72±0,35ab	53,24±1,57a	0.85±0,04a	10,44±2,08a	36,78±6,90a

Les moyennes des différents traitements accompagnées d'une même lettre sur une même colonne ne sont pas significativement différents au seuil de probabilités de 5% ($P < 0,05$) selon le test de Duncan.

NF : Nombre de feuilles, **DC** : diamètre au collet, **HP** : Hauteur des plants, **CV** : couvert végétal, **NT** : Nombre de tubercule, **RDT** : Rendement

Annexe 2. Tableau ANOVA de l'effet des différents traitements appliqués sur les variables de croissance.

Variabes de croissance	Ddl	Somme des carrés	Moyenne des Carrés	F valeur	Probabilité
Diamètre au collet	5	0,33	0,07	14,13	0,0003
Hauteur des plants	5	891,4	178,27	7,149	0,0034
Nombre de feuilles	5	60,52	12,10	14,08	0,0001
Couvert végétal	5	0,336	0,067	32,71	0,0001

Annexe 3. Tableau ANNOVA de l'effet des différents traitements appliqués sur les variables de rendement

Source de variation	Ddl	Somme des carrés	Moyenne des Carrés	F valeur	Probabilité
Nombre de tubercules	5	128,24	25,648	13,18	0,0006
Rendement	5	1935,70	387,14	29,37	0,0001

Annexe 4. Photos des étapes de mise en place de l'essai (source : Auteur)



Photo1. Application *Tithonia diversifolia*



Photo 2. Application fiente de poule



Photo 3. Plantation des tubercules mères



Photo 4. Application des engrais minéraux

Annexe 5. Photos des mesures des variables de croissance et de rendement (source : Auteur)



Photo 5. Mesure diamètre au collet



Photo 6. Mesure hauteur des plants



Photo 7. Comptage du nombre de feuilles



Photo 8: couvert végétal



Photo 9. Récolte des tubercules



Photo 10. Prise du poids des tubercules

Annexe 6. Matrice des données brutes variables de croissance et de rendement

Blocs	Traitements	DC (cm)	NF	HP(cm)	CV	NT	RDT
B1	T0	1,05	14	37	0,62	3	4,86
B1	T0	0,95	12	35	0,62	2	5,14
B1	T0	1,07	14	39	0,52	3	5,33
B1	T0	1,1	11	30	0,48	3	4,86
B1	T0	0,91	10	37	0,67	2	5,05
B1	T0	1,06	13	35	0,43	3	4,95
B1	T1	1,41	12	41	0,71	9	35,43
B1	T1	1,11	17	43	0,57	8	30,71
B1	T1	1,11	12	26	0,38	3	10,95
B1	T1	1,26	16	42	0,57	14	31,90
B1	T1	1,19	16	41,5	0,62	7	20,62
B1	T1	1,05	15	41,1	0,67	6	19,52
B1	T2	1,46	20	56	0,90	26	52,33
B1	T2	1,34	18	49	1,00	5	19,05
B1	T2	1,41	19	51	0,81	17	55,57
B1	T2	1,33	16	43	0,86	9	47,81
B1	T2	1,16	16	48	0,62	7	26,00
B1	T2	1,21	17	47	0,90	7	24,10
B1	T3	1,04	14	29	0,52	5	12,81
B1	T3	1,05	13	44	0,57	4	29,52
B1	T3	1,03	15	29,5	0,48	4	12,90
B1	T3	1,01	13	41	0,43	7	23,05
B1	T3	0,82	14	31	0,57	5	9,57
B1	T3	1,11	16	40	0,57	5	19,76
B1	T4	0,94	16	49	0,67	8	37,33
B1	T4	1,03	15	47	0,86	6	27,29
B1	T4	0,75	14	40	0,67	7	21,86
B1	T4	1,23	17	47	0,48	8	23,05
B1	T4	1,1	16	43	0,67	8	9,57
B1	T4	0,78	15	44	0,52	13	19,76
B1	T5	1,27	17	50	1,00	7	39,29
B1	T5	1,35	18	55	1,00	7	26,76
B1	T5	1,11	16	48	0,81	9	28,62
B1	T5	1,3	16	62	0,90	13	25,57
B1	T5	1,24	15	58	0,76	7	34,76
B1	T5	1,35	16	57	0,76	11	37,19
B2	T0	1,33	12	45	0,52	5	5,71
B2	T0	1	13	37	0,57	6	5,43
B2	T0	0,97	10	41	0,38	4	5,62
B2	T0	0,82	12	36	0,71	5	5,52
B2	T0	0,88	10	38	0,48	5	5,57
B2	T0	0,85	12	50	0,71	4	5,48
B2	T1	1,23	14	25	0,48	3	18,71
B2	T1	0,96	14	35	0,71	5	14,95
B2	T1	1,15	13	24	0,38	2	7,33
B2	T1	0,98	12	35	0,62	7	15,19
B2	T1	1,19	14	34,2	0,48	5	21,24
B2	T1	0,98	13	35	0,48	7	13,24
B2	T2	1,23	16	33	0,76	6	29,62
B2	T2	1,05	14	24	0,48	6	8,10
B2	T2	1,15	16	40,5	0,86	11	30,81
B2	T2	1,4	19	31	0,86	18	65,43
B2	T2	1,37	21	69	1,00	15	36,95
B2	T2	1,35	17	41	0,81	11	27,52

Matrice des données brutes variables de croissance et de rendement (suite Annexe 6)

Blocs	Traitements	DC (cm)	NF	HP (cm)	CV	NT	RDT
B2	T3	1,05	14	39	0,43	3	18,10
B2	T3	0,99	14	33	0,38	8	20,24
B2	T3	0,9	15	31	0,48	5	9,90
B2	T3	0,91	13	35,5	0,67	7	21,90
B2	T3	1	14	40,5	0,67	5	26,24
B2	T3	1,1	17	28	0,62	2	6,48
B2	T4	1,2	16	41	0,57	6	29,19
B2	T4	0,94	12	38	0,67	3	5,29
B2	T4	1,09	14	36	0,62	7	21,33
B2	T4	1,07	15	32	0,57	6	8,71
B2	T4	1,1	14	46	0,48	10	30,95
B2	T4	1,03	13	26,5	0,43	2	11,90
B2	T5	1,34	17	53	0,71	9	44,62
B2	T5	1,11	19	52	0,90	18	14,29
B2	T5	1,25	20	63	1,00	21	74,38
B2	T5	1,06	18	61	0,67	10	27,14
B2	T5	1,07	12	46	0,57	10	9,86
B2	T5	1,16	16	37	1,00	9	31,33
B3	T0	0,91	10	16	0,33	5	5,19
B3	T0	0,71	13	20	0,43	4	5,10
B3	T0	0,81	10	21	0,33	5	6,29
B3	T0	0,93	11	30	0,57	2	4,52
B3	T0	0,85	12	45	0,71	6	7,14
B3	T0	0,61	10	28,2	0,52	4	5,62
B3	T1	1,1	14	48,5	0,67	10	35,05
B3	T1	1,02	11	27,2	0,52	4	14,10
B3	T1	1,01	13	32,1	0,48	4	17,33
B3	T1	1,19	14	35	0,52	6	26,67
B3	T1	1,11	12	33	0,48	4	17,24
B3	T1	1,43	15	37	0,52	4	19,76
B3	T2	1,2	15	42,6	0,71	12	51,14
B3	T2	1,34	14	49	0,62	9	26,05
B3	T2	1,12	15	50,3	0,86	12	41,86
B3	T2	1,3	17	62	1,00	13	40,14
B3	T2	1,42	18	56	0,67	6	32,57
B3	T2	1,11	15	48,7	0,71	6	24,48
B3	T3	0,88	10	32,6	0,52	4	13,86
B3	T3	1,03	10	37	0,67	6	19,10
B3	T3	0,86	13	41,3	0,33	3	13,76
B3	T3	0,85	14	29	0,38	3	14,38
B3	T3	1	14	36	0,52	5	20,48
B3	T3	0,7	12	39	0,48	3	7,14
B3	T4	0,94	14	28	0,52	5	17,76
B3	T4	1,1	14	28,1	0,48	3	15,19
B3	T4	0,94	13	32,6	0,57	5	16,14
B3	T4	0,93	12	45,2	0,38	9	35,57
B3	T4	1,06	15	40	0,57	8	20,86
B3	T4	0,83	12	21,2	0,52	8	8,43
B3	T5	1,26	18	47	0,71	7	44,95
B3	T5	1,21	18	59,2	1,00	13	33,52
B3	T5	1,26	15	51	1,00	8	47,19
B3	T5	1,23	17	48,2	0,71	7	41,38
B3	T5	1,11	15	54	0,86	12	48,19
B3	T5	1,31	18	57	1,00	10	52,95