

Effets de la biomasse de deux légumineuses sur la fertilité des sols et le rendement de l'igname dans le Sud-ouest de la Côte d'Ivoire.

Germaine A. Tanoh¹, Jean Baptiste D. Ettien^{1, 2}, Félix B.O. Bouadou¹

¹ Université Felix Houphouët Boigny de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire

² Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire, Department of Food Security and Nutrition.

RESUME

L'objectif vise à évaluer l'effet de la litière de deux légumineuses sur les propriétés du sol et le rendement d'une variété améliorée d'igname. Le dispositif en blocs complets randomisés comportant 4 traitements: association arachides-igname (T1), association *Acacia mangium*-igname (T2), association arachides - *Acacia mangium* -igname (T3) et culture pure igname (T0). La réactivité du sol, la caractérisation de la litière des légumineuses et l'évaluation du rendement de l'igname sont les différentes techniques qui ont permis d'atteindre notre objectif. Il ressort de cette étude que seule l'acidité sous le traitement T3 a été améliorée contrairement aux traitements T2 et T1. Chez *Acacia mangium*, le traitement T2 a produit plus de litière que le traitement T3. Par contre chez *Arachis hypogaea*, une baisse de la quantité de litière a été observé sous les traitements T1 et T3. Les teneurs en bases échangeables (Ca et Mg) et les quantités d'azote et de carbone ont été améliorés dans les traitements. Le traitement T1 a enregistré un rendement d'igname le plus élevé que les traitements T2, T3 et T0. Le maintien de la fertilité du sol et son enrichissement en ces nutriments pourraient favoriser la production durable des cultures et particulièrement celle de l'igname.

Mots clés : Fertilité, Litière, Grand-Lahou, Rendement d'igname

Date of Submission: 18-01-2022

Date of Acceptance: 02-02-2022

I. INTRODUCTION

La pratique de l'agriculture dans un contexte de changement climatique nécessite des systèmes adaptés ou résilients pour garantir la productivité. Ces systèmes doivent également tenir compte de l'état de fertilité des sols pour une bonne approche de fertilisation ou d'amendement des sols. En effet, la dégradation des sols due à l'agriculture itinérante sur brûlis, l'épuisement des éléments minéraux du sol sont des menaces à l'environnement et à la productivité agricole comme causes de la baisse des rendements agricoles dans les systèmes de culture. De nombreuses études ont montré que les engrais de synthèses permettent d'accroître les rendements des cultures [1]. Cependant, leur utilisation est restée limitée en Afrique à cause de leur coût élevé et/ou de leur indisponibilité [1]. L'efficacité des engrais minéraux est également limitée dans le temps. De plus, l'utilisation exclusive des engrais minéraux entraîne à long terme une baisse de la fertilité suite à une saturation du complexe d'échange et une acidification du sol [1]. Face à une telle situation, il est important de développer des techniques de fertilisation accessibles aux producteurs et permettant d'augmenter la production tout en maintenant la fertilité des sols à long terme. Il est admis que les engrais verts comme les légumineuses apportent des nutriments au sol pour améliorer leurs propriétés chimiques ainsi que le rendement des cultures. Ainsi, les légumineuses telles que l'arachide et l'*Acacia mangium* pourraient être utilisées de ce fait comme des solutions durables à intégrer dans le système de culture combinant des agents fixateurs de protection et de recyclage pour maintenir la production des cultures. Ces légumineuses constituent une importante source d'azote pour améliorer la nutrition azotée et augmenter les rendements des cultures telle que l'igname réputé être une plante exigeante en matière organique [2]. Pour cela, l'efficacité des légumineuses à la contribution de la fertilité des sols et aux rendements des cultures a été étudiée par de nombreux auteurs [3]; [1]. En Côte d'Ivoire, ce sont les travaux de [4] au Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire (Oumé) qui ont montré que les rendements de l'igname ont été supérieurs sous jachères à *Acacia mangium* sur des ferralsols que ceux obtenus sous jachère naturelle, mais ces jachères à légumineuses arborescentes nécessitent plus de temps pour améliorer la fertilité du sol de façon significative. [5] a montré également que l'arachide peut produire un taux de matière sèche compris entre 26,0 et 60 kg/ha/jour. Dans le cas du Sud-ouest de la Côte d'Ivoire, l'effet de la litière de ces légumineuses sur les propriétés physiques et chimiques des sols sableux reste peu documenté. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'effet de la litière de deux légumineuses sur les propriétés du sol et le rendement d'une variété améliorée d'igname.

II. MATERIEL ET METHODE

Le matériel végétal est constitué de graines de *Acacia mangium* collectées dans un institut national de recherche, de graines de *Arachis hypogaea* obtenues auprès des producteurs et les semences d'igame (*Dioscorea cayenensis-rotundata*) sont une variété améliorée provenant de l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA), basé à Ibadan au Nigeria et longtemps testées par le Centre Suisse et l'Université Félix Houphouët-Boigny de 1998 à 2009 [6] (Figure 2).



A. *Arachis hypogaea*



B. *Acacia mangium*



C. *Dioscorea cayenensis-rotundata*

Figure 2: Semences traditionnelles d'*Arachis hypogaea* (A), de graines de *Acacia mangium* (B) et *Dioscorea cayenensis-rotundata* (C).

2.1 Préparation du sol

La parcelle expérimentale a été installée sur un terrain à faible pente (5%). Le dispositif expérimental a été installé après piquetage suivi du semis de l'arachide. L'*Acacia mangium* a été repiqué dans des trouaisons après une phase de pépinière de 1 mois. Les ignames ont été plantées sur des billons long de 12 m et large de 0,50 m. Aucun apport de fertilisant chimique n'a été fait. Deux cycles d'arachide ont été effectués par an en 2017, 2018 et 2019.

2.2. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental utilisé pour la culture est le dispositif en blocs complets randomisés (Figure 3). La parcelle expérimentale est un site de 3600 m² (60×60) subdivisée en trois répétitions. Chaque répétition est composée de 4 micro-parcelles dont les dimensions étaient de 144 m² (12×12). L'essai a comporté quatre traitements :

- Traitement T0 : parcelle sans légumineuse (témoin) + igname
- Traitement T1 : association arachide (20 000 plants/ha) + igname ;
- Traitement T2 : association *Acacia mangium* (834 pieds/ha) + igname ;
- Traitement T3 : association Arachide + *Acacia mangium* + igname.

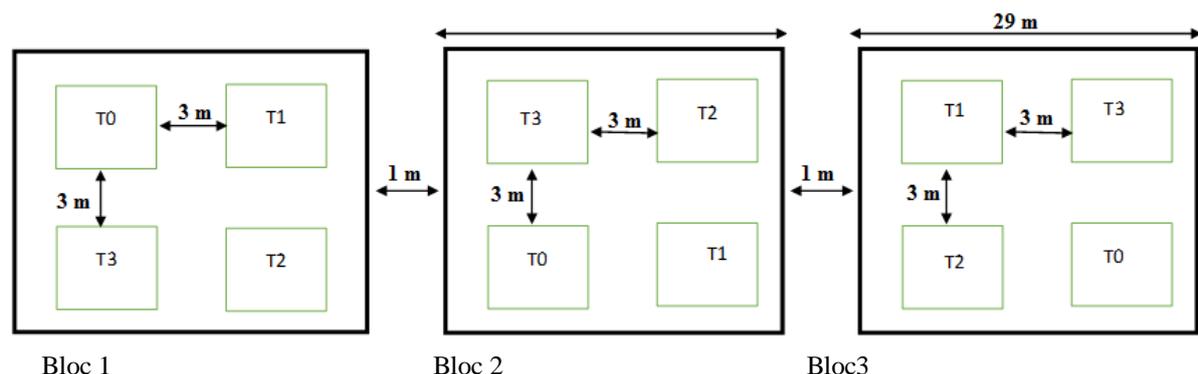


Figure 3 : Dispositif expérimental en blocs complets randomisés (RCB)
T0 : témoin (sans légumineuse), **T1 :** arachide + igname, **T2 :** *Acacia mangium* + igname, **T3 :** *A. mangium*-Arachide + igname.

Figure 3 : Dispositif expérimental en blocs complets randomisés (RCB)

Les paramètres mesurés ont été : la réactivité du sol et la caractérisation de la litière (*Acacia mangium* et *Arachis hypogaea*) comme source de production de litière et de matière organique. Le pH a été déterminé et la disponibilité éventuelle des éléments nutritifs dans le sol. A l'aide d'une tarière Edelman, des échantillons de sols ont été prélevés sous *Acacia mangium*, dans la zone racinaire, après la récolte de l'arachide et dans le témoin. Les échantillons de sol recueilli ont été stockés dans des sachets de conservation puis acheminés au laboratoire pour déterminer le pH et les éléments chimiques. Les mesures de la litière chez l'arachide ont été faites sur une ligne de longueur 1 m et de largeur 0,2 m soit une superficie de 0,2 m² comportant 10 plants d'arachide en évitant les plants de bordure. L'écartement entre les plants d'arachide était de 20 cm x 20 cm sur la ligne et entre les lignes. La ligne entière par traitement dans le dispositif comporte 120 plants d'arachide. Deux lignes d'arachide ont été semées entre deux billons par parcelle élémentaire. Cette densité de semis de l'arachide a été également appliquée pour chaque traitement (T1 et T3) sur les trois répétitions (blocs). Après la récolte, la litière totale (racines et feuilles) récupérée sur 1 m (10 pieds d'arachide) a été conditionnée pour être analysée en laboratoire.

Le reste de la litière a été épandu entre les billons d'ignames dans les lignes de semis. Cette pratique vise à accélérer le processus d'enrichissement du sol en matière organique par dégradation de la litière. Pour les plants d'*Acacia mangium*, la litière a été obtenue en collectant toute les feuilles sèches tombées dans les bacs de 1 m² montés sur 4 piquets, maintenus à environ 10 cm du sol sous *Acacia mangium*. Ces feuilles ont été acheminées au laboratoire pour des analyses chimiques.

III. RESULTATS

3.1 Quantité moyenne de litière produite par *Acacia mangium* et l'arachide durant l'essai

La litière produite par *Acacia mangium* durant toute l'expérimentation est mentionnée dans la figure 1. En première année, après le transfert des plants au champ, il n'y a pas eu de différence significative entre les quantités de litière produites sous le traitement T2 (2,098 t/ha) et sous le traitement T3 (1,452 t/ha) ($P < 0,05$). La concentration la plus élevée en biomasse a été obtenue sous le traitement T2. La seconde et la troisième année par contre, il a été noté sous les traitements T2 et T3 une augmentation de la litière dans le temps (1,45 à 7,36 t/ha pour T3 et 2,09 à 12,31 t/ha pour T2). Cependant, le test statistique ($P < 0,05$) montre qu'il n'y a pas de différence significative (a) entre le nombre de litière observé la 1^{ère} année sous le traitement T3 et le traitement T2 alors que les deux dernières années, il a été noté une différence significative entre les deux traitements. Nos résultats montrent aussi que le traitement T2 a produit plus de litière (en moyenne 7,88 t/ha) que le traitement T3 (en moyenne 5,12 t/ha).

Au niveau de l'arachide, au cours de l'expérimentation, il n'y a pas eu d'effet significatif ($P < 0,05$) entre la quantité de litière produite sous les différents traitements T1 et T3 (Figure 2). En première année, l'arachide a produit plus de litière sous les traitements T1 et T3 que la seconde et la troisième année. Durant tout l'essai, on a constaté une baisse de la quantité de litière dans le temps sous les traitements T1 (122,2 t/ha à 44,2 t/ha) et T3 (147,3 t/ha à 15,8 t/ha). Les résultats montrent aussi que le traitement T3 a apporté plus de litière durant les deux premières années que le traitement T1 bien que celle-ci ne soit pas différent statistiquement. Par contre en troisième année, c'est le traitement T1 qui en a produit plus de litière estimée à 44,2 t/ha pour T1 et 15,8 t/ha pour T3.

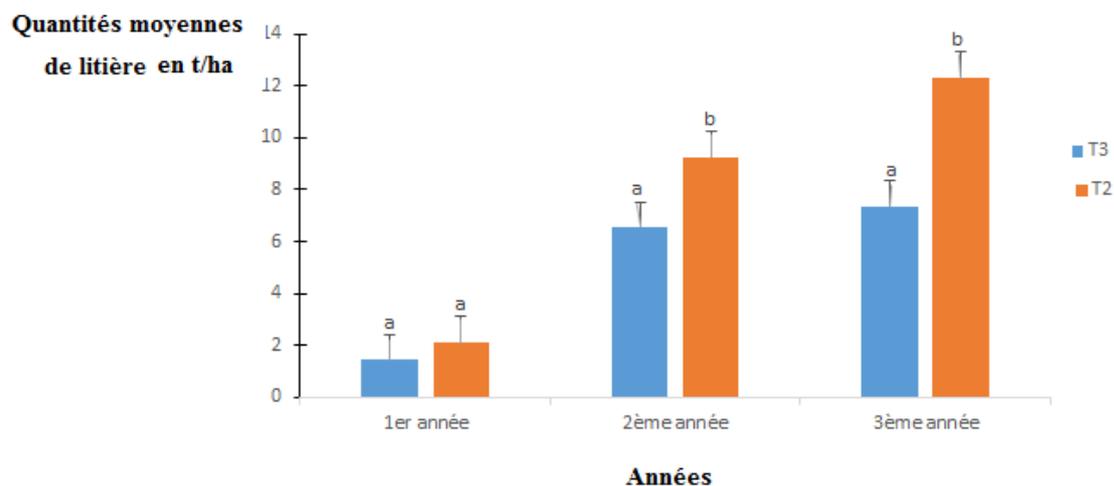


Figure 1 : Quantités moyennes de litière sous *Acacia mangium* durant la période de l'expérimentation selon les traitements.

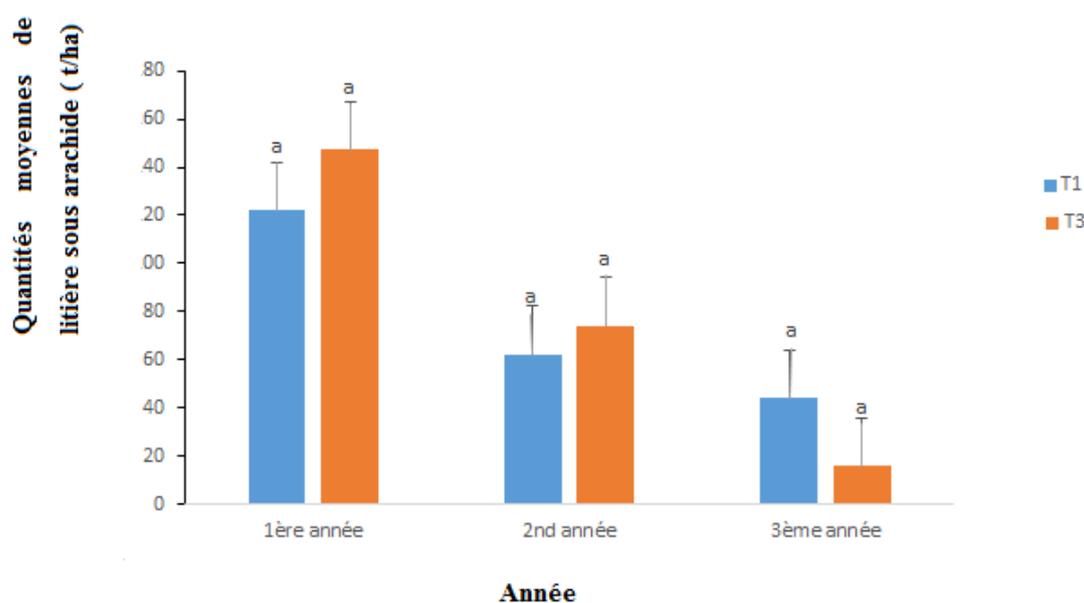


Figure 2 : Quantités moyennes de litière sous *arachide* durant la période de l'expérimentation selon les traitements.

3.2. Effet des légumineuses sur l'acidité du sol (pH eau), le carbone organique (C), l'azote total (N) et sur C/N

Le tableau I présente l'effet des légumineuses sur le pH, le Carbone, azote (N) et le rapport C/N du sol après la mise en place des essais en 2017, 2018 et 2019. Au cours des trois années de culture, les légumineuses ont eu un effet significatif sur le pH, le Carbone et l'azote ($P < 0,05$). Dans l'ensemble, on constate en première année, une augmentation de la valeur du pH du sol par rapport à l'état initial. En deuxième année, on observe une baisse de la valeur du pH pour l'ensemble des traitements sauf dans le traitement T3 où l'on a pu observer une augmentation de celle-ci. En effet, le traitement T3 (*Acacia mangium* + *Arachis hypogaea*) a amélioré l'acidité du sol qui est passée de pH 5,43 à pH 6,23, contrairement au traitement T1 (*Arachis hypogaea* pur) et T2 (*Acacia mangium*) respectivement 5,53 et 4,8. Au niveau de N et C en 24 mois, on constate les teneurs les plus élevées en carbone et en azote sont accrues. En effet, le traitement T2 a augmenté très significativement la concentration en azote et en carbone (0,98% pour C et 0,1% pour N) dans le sol que le traitement T3 et T1 avec un rapport C/N compris entre 9 et 12 (tableau XIII). Au niveau du rapport C/N, tous les traitements ont eu une vitesse de minéralisation comprise entre 9 et 12 au cours des deux années de prélèvement.

Tableau I: Teneurs moyennes en carbone organique(C), azote(N) et le rapport C/N du sol selon les années de culture et les traitements

Période	Traitements	pH	C (%)	N (%)	C/N
Etat initial 2017	T0	5,43b	0,65a	0,06a	10,8
Année1 2018	T112	5,84bc	0,767ab	0,06a	12,3
	T212	5,60b	0,877bc	0,08bc	11,3
	T312	5,72bc	0,9c	0,07ab	11,3
Années 2 2019	T124	5,53b	0,847bc	0,08bc	12,8
	T224	4,8a	1,18d	0,09cd	10,9
	T324	6,23c	0,98c	0,1d	11,8
Significativité : Pr > F		0,002	0,000	0,001	

Dans une même colonne, les moyennes suivies par une même lettre ne sont pas significativement différentes $a < b < c < d$ T0 : traitement témoin sans apport de légumineuse + igname, T112 : apport d'arachide + igname à 12 mois, T212 : apport de *Acacia mangium* + igname à 12 mois, T312 : apport d'arachide + *Acacia mangium* + igname à 12 mois, T124 : apport d'arachide + igname à 24 mois, T224 : apport de *Acacia mangium* + igname à 24 mois, T324 : apport d'arachide + *Acacia mangium* + igname à 24 mois.

3.3. Effet des légumineuses sur les bases échangeables et la CEC

Le Tableau II indique les valeurs moyennes de la CEC ainsi que les bases échangeables sous les différents traitements. Durant toute l'expérimentation, les sols sous tous les traitements ont eu une amélioration de la valeur de la CEC. Le traitement T2 (6) a eu une CEC significativement très élevée que sous les traitements T3 (3,76) et T1(2,96). Concernant les bases échangeables (Ca²⁺, Mg⁺ et K⁺), il n'y a pas eu d'effet significatif de Ca entre les différents traitements. Il n'y a pas eu de différence significative entre le Ca dans les traitements, néanmoins le traitement T3 (1,05cmol/kg) a eu une teneur élevée en calcium en 24 mois de croissance que les traitements T1 (0,7 cmol/kg), T2 (0,33 cmol/kg). Il a été également observé que les légumineuses ont affecté très significativement les teneurs en Mg et K ($P < 0,05$). A 24 mois, les baisses des teneurs en Mg ont été observées dans tous les traitements ; par contre pour les mêmes traitements, on observe une augmentation des teneurs en K. En sommes, en première année il a été observé une augmentation des teneurs en bases échangeables dans tous les traitements par rapport au témoin avec une teneur plus élevée en Ca. Par contre, en deuxième année une légère baisse a été observée au niveau des teneurs de Ca et Mg, contrairement à la teneur de K qui a augmenté.

Tableau II: Valeur moyenne de la CEC et des bases échangeables sous les différents traitements par année.

Période	Traitements	Ca ²⁺ (cmol/kg)	Mg ²⁺ (cmol/kg)	K ⁺ (cmol/kg)	CEC
Etat initial 2017	T0	0,331a	0,26b	0,200b	1,5a
Année 1 2018	T112	0,93a	0,64c	0,050a	3,4bc
	T212	0,731a	0,56c	0,042a	4,29c
	T312	0,838a	0,59c	0,033a	3,62bc
Année 2 2019	T124	0,70a	0,17a	0,050a	2,96b
	T224	0,368a	0,20a	0,092a	6d
	T324	1,05a	0,44b	0,090a	3,76bc
Pr > F		0,325	< 0,0001	0,003	< 0,0001

Dans une colonne, les moyennes suivies par une même lettre ne sont pas significativement différentes. T0 : traitement témoin sans apport de légumineuse + igname, T112 : apport d'arachide + igname à 12 mois, T212 : apport de *Acacia mangium* + igname à 12 mois, T312 : apport d'arachide + *Acacia mangium* + igname à 12 mois, T124 : apport d'arachide+ igname à 24 mois, T224 : apport de *Acacia mangium*+ igname à 24 mois, T324 : apport d'arachide+ *Acacia mangium*+ igname à 24 mois.

3.4. Caractéristiques chimiques de la litière des légumineuses

L'analyse chimique de la litière a révélé la présence d'éléments minéraux (éléments majeurs et éléments secondaires) en forte teneur comme indiqué dans les tableaux ci-après.

3.4.1 Potentiel d'éléments majeurs (N- K) apporté par *Acacia mangium* au sol après minéralisation totale.

Le Tableau III indique l'équivalent en engrais minéraux (N- K) contenue dans la litière d'*Acacia mangium*. Dans l'ensemble, il a été observé une quantité d'azote (N) plus élevée que celle du potassium (K) dans tous les traitements et au cours des trois années de l'essai. Les résultats montrent une augmentation de la teneur en azote depuis la première année jusqu'en troisième années sous le traitement T2. En effet, de 133,7 kg/ha de N en

première année, la teneur est passée à 787,2 kg/ha en troisième année, soit plus de 6 fois la teneur apportée en première année. Sous le traitement T3 par contre, la teneur en N est passée de 75,4 kg/ha en première année à 382,7 kg/ha en troisième année, soit 5 fois la teneur de la première année

Au niveau du potassium (K), les résultats révèlent aussi que sous le traitement T2 une importante quantité de K a été produite sur les trois années. En effet, en première année de 45,3 kg/ha de K la teneur est passée à 267,1 kg/ha de K contrairement à la teneur de K sous le traitement T3 qui est passée de 30 kg/ha à 152 kg/ha en troisième année.

Tableau III: Teneur de N et K produites par *Acacia mangium* au sol selon le traitement par année.

Traitements	Eléments minéraux (kg/ha)	1ère année	2ème année	3ème année
T2	N	133,7	588,8	787,2
	K	45,3	200,7	267,189
T3	N	75,4	338	382,7
	K	30	134,5	152

T2 parcelle contenant uniquement *Acacia mangium*, T3 : parcelle contenant 'arachide et *Acacia mangium*.,

3.4.2 Estimation des bases totales (Ca-Mg-Na) apportées par *Acacia mangium* au sol après minéralisation totale.

Les teneurs en Ca, Mg et Na durant l'expérimentation sont présentées dans le tableau IV. La quantité de Ca apportée par *Acacia mangium* pendant les trois années d'essai n'a pas été significative ($p < 0,05$) entre les traitements T2 et T3. Par contre, des différences significatives entre les teneurs moyenne de Mg et Na apportés au sol dans tous les traitements ont été significatives. En première année, la teneur en Ca sous le traitement T2 (0,03 cmol/kg) était plus importante que sous le traitement T3 avec 0,02 cmol/kg. En seconde année, cette teneur a augmenté sous les traitements T2 et T3 respectivement 0,14 cmol/kg et 0,05 cmol/kg. En troisième année par contre, il a été noté une baisse de la teneur en Ca sous tous les traitements. Cette teneur est passée à 0,06 cmol/kg sous le traitement T2 et à 0,02 cmol/kg sous le traitement T3. En ce qui concerne Mg, les résultats montrent une augmentation de la teneur depuis la première année jusqu'en troisième années sous le traitement T2 et T3, mais avec une valeur plus élevée sous le traitement T2. En effet, la teneur est passée de 0,008 cmol/kg à 0,018 cmol/kg sous T2 alors que cette teneur est de 0,01 cmol/kg sous T3. Quant à Na, la teneur sous le traitement T2 augment au cours de la première et la seconde année. En effet, de 0,47 cmol/kg en première année, cette valeur est passée à 2,73 cmol/kg en deuxième année suivie d'une baisse importante en troisième année (0,9 cmol/kg). Sous T3, la teneur en Na a augmenté en seconde puis a chuté en troisième année. Au cours de l'expérimentation, les teneurs en Ca et Na ont été plus importantes que les teneurs en Mg. Les fortes teneurs ont été observées sous le traitement T2 au cours du temps contrairement au traitement T3.

Tableau IV: Teneurs moyennes en éléments secondaires (Ca-Mg-Na) apportés par *Acacia mangium* au sol après minéralisation totale.

Période	Traitements	Quantité de Ca ²⁺ (cmol/kg)	Quantité de Mg ²⁺ (cmol/kg)	Quantité de (Na ⁺) (cmol/kg)
Année 1 (2017)	T3	0,022a	0,01a	0,28a
	T2	0,03a	0,008a	0,47b
Année 2 (2018)	T3	0,05a	0,02a	1,92a
	T2	0,14b	0,01a	2,73b
Année 3 (2019)	T3	0,02a	0,010a	0,5a
	T2	0,06a	0,018b	0,9b
Significativité Pr > F		0,121	0,038	0,031

Dans une colonne, les moyennes suivies par une même lettre ne sont pas significativement différentes.

3.4.3 Potentiel d'éléments minéraux dans la litière de l'arachide selon les traitements

Le tableau V renseigne sur la teneur en nutriments apportés par l'arachide durant l'expérimentation. Dans l'ensemble, la teneur en K diminue pendant toute la durée de l'essai sous les traitements T1 et T3. En effet, en première année de 4325 kg/ha, la teneur est passée à 1564 kg/ha en troisième année sous le traitement T1 et de 2813 kg/ha en première année à 301 kg/ha en troisième année sous le traitement T3. Le tableau V montre que la quantité de N apportée au sol augmente pendant les deux premières années de l'expérimentation puis baisse en troisième année sous tous les traitements. Sous le traitement T1, de 1173 kg/ha en 1ère année, 5980 kg/ha en 2nd année, il a été obtenu 4243 kg/ha de de N. Sous le traitement T3, les deux premières années, il a été obtenu respectivement 1473 kg/ha et 7400 kg/ha mais en troisième année, cette valeur de N sous T3 chute à 1580 kg/ha. Les quantités de N et K produites sous le traitement T1 sont plus élevées que celle du traitement T3.

Tableau V: Teneurs en N et K apportées par arachide au sol selon le traitement par année.

Traitements	Eléments minéraux (kg/ha)	1ère année	2nd année	3ème année
T1	N	1173	5980	4243
	K	4325	2205	1564
T3	N	1473	7400	1580
	K	2813	1413	301

T1 parcelle contenant uniquement d'arachide, T3 : parcelle contenant arachide et *Acacia mangium*.

3.4.4. Potentiel d'éléments secondaires (Ca-Mg-Na) apportés par arachide au sol après minéralisation totale.

Le tableau VI indique dans l'ensemble une baisse des teneurs en Ca, Mg et Na depuis la première année jusqu'à la fin de l'expérimentation en 3^{ème} année sous les traitements T1 et T3. En ce qui concerne Ca, de 1,5 cmol/kg en 1^{ère} année nous sommes passés à 0,5 cmol/kg en 3^{ème} année sous le traitement T1 et de 0,8 cmol/kg en 1^{ère} année à 0,09 cmol/kg 3^{ème} année sous T3. Au niveau de Mg en 1^{ère} année de 0,6 cmol/kg, cette valeur est passée à 0,2 cmol/kg en troisième année sous le traitement T1 et de 0,4 cmol/kg en 1^{ère} année à 0,04 cmol/kg 3^{ème} année sous le traitement T3. Quant à Na en première année, de 17,8 cmol/kg, la valeur de Na est passée à 6,4 cmol/kg en troisième année sous le traitement T1 et de 31 cmol/kg en 1^{ère} année à 3,3 cmol/kg 3^{ème} année sous le traitement T3. Durant les trois années de l'essai, les teneurs en Na et Ca ont été plus importantes que Mg sous tous les traitements, avec une plus grande teneur en Na.

Tableau VI: Teneurs de Ca, Mg et Na apportées par arachide au sol selon le traitement par année.

Période	Traitements	Quantité de Ca2+ (cmol/kg)	Quantité de Mg2+ (cmol/kg)	Quantité de (Na+) (cmol/kg)
Année 1 2017	T1	1,5	0,6	17,8
	T3	0,8	0,4	31
Année 2 2018	T1	0,8	0,3	9,09
	T3	0,4	0,2	3,3
Année 3 2019	T1	0,5	0,2	6,4
	T3	0,09	0,04	3,3

IV. EFFET DES LEGUMINEUSES (*ACACIA MANGIUM* -*ARACHIS HYPOGAEA*) SUR LE RENDEMENT DE L'IGNAME.

L'effet des légumineuses sur la production de l'igname durant les trois années d'expérimentation est indiqué dans le tableau VII. Pendant cette période, les légumineuses ont eu un effet significatif sur le rendement de l'igname ($P < 0,05$). Cependant, on peut observer quelques tendances vers des différences non significatives, selon les traitements et les années. En première année, tous les traitements ont exprimé le même rendement statistiquement. Il n'y a donc pas eu d'effet significatif entre les traitements. Néanmoins, le traitement T1 a eu un rendement plus élevé (10 t/ha) que le traitement T2 (7 t/ha) et T3 (6 t/ha). Par contre, la seconde et la troisième année une baisse significative du rendement a été observée dans tous les traitements.

Le rendement le plus élevé a été enregistré au niveau de la parcelle comportant uniquement que de l'arachide (T1) avec en moyenne 8,4 t/ha par rapport au témoin sans apport avec un rendement estimé en moyenne à 6 t/ha en dernière année.

Tableau VII: Rendements de l'igname selon les traitements par années.

Traitement	Rendement 2017 (t/ha)	Rendement 2018 (t/ha)	Rendement 2019 (t/ha)	Rendement moyen (t/ha)
T0	8a	6a	4b	6
T1	10a	8,5a	6,7a	8,4
T2	7a	3b	2,5c	4,1
T3	6a	2b	0,5d	2,8
Pr > F	0,350	0,000	< 0,0001	

Dans une même colonne, les moyennes suivies par une même lettre ne sont pas significativement différentes T0: traitement témoin sans apport de légumineuse + igname, T1 : apport d'arachide + igname : apport de *Acacia mangium* + igname, T3: apport d'arachide + *Acacia mangium* + igname .

V. DISCUSSION

5.1 Quantité de litière apportée par les légumineuses

La chute des biomasses fournit au sol d'énormes quantités de matière organique après leur minéralisation. Dans le cas de notre étude, en première année, il n'y a pas eu de différence significative entre les quantités de litière obtenue sous le traitement T2 (2,098 t/ha) et sous le traitement T3 (1,452 t/ha) ($P < 0,05$). Néanmoins, la concentration la plus élevée en biomasse a été obtenue sous le traitement T2. Du point de vue statistique, la litière produite dans les traitements T2 et T3 sont identiques en première année. Cela indique que quel soit le traitement (*Acacia mangium* pur ou *Acacia mangium* associé à l'arachide), la production de litière chez *Acacia mangium* reste la même. La seconde et la troisième année par contre, il a été noté sous les traitements T2 et T3 de forte augmentation de la litière dans le temps (1,45 à 7,36 t/ha pour T3 et 2,09 à 12,31 t/ha pour T2). Quant aux deux dernières années, il a été noté une différence significative entre les deux traitements au seuil $\alpha=0,05$. Les résultats montrent aussi que le traitement T2 a produit plus de litière (7,88 t/ha) que le traitement T3 (5,12 t/ha). Cette tendance est due au fait que, dans le traitement T3, l'association d'*Acacia mangium* et l'arachide a eu un effet réciproquement positif et a favorisé le maintien de l'humidité du sol. En effet, sous le traitement T3 après avoir épandu les résidus d'arachide, le sol est resté plus humide que sous le traitement T2 composé de la parcelle pure d'*Acacia*. Ceci a été indiqué avec l'enfouissement des résidus de soja pour accroître le potentiel de matière organique du sol au Bénin [7]. Cet épandage, dans le cas de la présente étude a permis de limiter l'évapotranspiration sous T3 et donc l'amortissement du flétrissement des feuilles d'*Acacia mangium* dans ce traitement, ce qui a entraîné le faible taux de chute de la litière sous T3 par rapport à T2 (*Acacia mangium* seul). Ainsi, comme l'ont souligné [8], la protection de la surface assurée par une litière (mulch de paille) ou un couvert végétal bien développé permet de diminuer les pertes par ruissellement et augmente la rétention de l'eau dans le sol. Dans cette étude, certains pieds d'*Acacia mangium* n'ont pu se développer correctement, ce qui aurait influencé la faible production de litière. Ce mauvais développement des plants de la légumineuse arborescente serait dû aux conditions de sols essentiellement sableux.

L'étude a permis de constater que pendant toute l'expérimentation, *Acacia mangium* a pu produire sur les trois années de l'essai en moyenne 13 t/ha de litière. Cela peut être dû à l'âge de la parcelle. En effet, au Nord de la Côte d'Ivoire, [4] ont montré qu'au cours d'une étude sur les aptitudes des arbres fixateurs d'azote à restaurer la fertilité des sols en zone forestière de Côte d'Ivoire, que *Acacia mangium* âgé de 5,5 ans pourrait produire 7,8 t/ha.an⁻¹. D'autres auteurs, [9] ont enregistré une production très élevée de litière sur des peuplements d'*Acacia auriculiformis* âgés de 18 ans (41130 kg/ha). Cette différence de quantité de litière produite est donc imputable à l'âge du peuplement [10]. Il est donc admis que la production de litière d'*Acacia mangium* augmente avec l'âge. Dans ces conditions, la production de 20 à 26 t/ha de litière d'*Acacia mangium* sur 6 ans sur le site expérimental des sols sableux de Grand-Lahou est envisageable. La litière produite dans cette étude est une source importante de matière organique pour restaurer durablement les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols sableux de Grand-Lahou. Selon [11] et [12], la décomposition de ces litières améliore les propriétés physico-chimiques du sol, notamment la capacité de rétention en eau, la capacité d'échange cationique (CEC) ainsi que l'activité biologique. En outre, ces quantités de litière sont des sources importantes de matières organiques potentiellement minéralisables [13], pouvant fournir d'importants éléments nutritifs au sol dont le carbone (C), le phosphore (P) et l'azote (N), éléments de base des tissus végétaux ainsi que les cations échangeables du sol comme Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ et Na^+ . Cette matière organique participe au maintien de la structure du sol en permettant la cohésion de celle-ci et améliore la pénétration de l'eau en profondeur [14]; [15] et [16]). La litière joue un rôle majeur dans le retour des nutriments aux sols mais aussi un rôle dans l'augmentation de l'azote dans le sol. Cette litière laissée sur place, décomposée et mélangée au sol fournit de la matière organique au sol et l'enrichit en azote [17], en utilisant la biomasse de l'arachide comme de l'engrais par enfouissement [7]. Selon ces auteurs, les résidus des légumineuses sont plus riches en azote et contribuent à enrichir le sol en cet élément, et les cultures succédant aux légumineuses peuvent bénéficier indirectement de l'azote fixé par l'entremise des résidus laissés par ces légumineuses.

Sur le long terme, *Acacia mangium* pourra corriger et restaurer la fertilité de ces sols par apport d'importantes quantités de litière. Certains auteurs ont travaillé sur le potentiel des espèces d'*Acacia* à restaurer la fertilité des sols dégradés, notamment *Acacia mangium* et *Acacia auriculiformis* et ont trouvé des résultats satisfaisants [18]; [19]; [20]. Par contre, [21] et [22] affirment n'avoir trouvé aucune amélioration significative de la fertilité des sols par *Acacia auriculiformis* pendant une courte durée (7 à 9 ans). Néanmoins, ces derniers affirment qu'avec des peuplements plus âgés, *Acacia auriculiformis* est susceptible d'améliorer les propriétés physico-chimiques des sols, principalement par la production d'importantes quantités de litière. Selon [11], [23]), [4], la décomposition de ces litières améliore les propriétés physico-chimiques du sol, notamment la capacité de rétention en eau, la capacité d'échange cationique (CEC) ainsi que l'activité biologique. S'agissant du carbone et de l'azote, durant toute l'expérimentation, les teneurs en carbone et en azote dans le sol ont augmenté sous tous les traitements contrairement à l'état initial T0. La hausse du taux d'azote chez toutes les cultures par rapport au sol de départ peut être justifiée par la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique. En

effet, par leur capacité à utiliser l'azote de l'atmosphère, les légumineuses prélèvent moins d'azote dans le sol et appauvrissent moins vite le sol en azote, favorisant ainsi la nutrition azotée de la culture subséquente [17]. Les travaux de [24] permettent de confirmer ces résultats. Pour ces auteurs, les précédents culturaux légumineux fournissaient plus d'azote au sorgho subséquent. Cette hausse peut aussi être due par épandage de la litière au sol comme démontré par les travaux de [25] qui avait obtenu une augmentation du taux d'azote chez toutes les cultures par rapport au témoin par l'apport des débris végétaux enfouis par le labour. Cet azote proviendrait de l'azote organique recyclé par les résidus de légumineuses. Par la technique de la dilution isotopique, [26] ont montré que 15 à 20% de l'azote recyclé par les résidus de légumineuses était utilisés par la plante succédant à cette légumineuse. Les résidus non exportés des différentes cultures influenceraient la minéralisation et la disponibilité de l'azote dans le sol en début de saison. [24] ont même montré que les légumineuses améliorent à long terme le bilan de l'azote dans le système cultural en expliquant que l'azote des résidus de légumineuses peut être absorbé par une culture subséquente et recyclé à nouveau par les résidus de cette deuxième culture. Ainsi, les légumineuses permettraient une meilleure circulation de l'azote dans le système de culture comme la rotation. En effet, les travaux de [27] ont indiqué dans leurs travaux que les résidus de l'arachide et du niébé sont plus riches en azote et se décomposent plus vite, libérant plus d'azote. Certes, tout apport de résidus de récolte est reconnu comme une source potentiel de matière organique et d'azote potentiellement minéralisable mais ces résultats montrent que la nature et la qualité des résidus sont deux facteurs importants et l'azote minéral est un bon indicateur pour évaluer les contributions en azote des précédents culturaux.

Au niveau du carbone, l'augmentation du taux de carbone organique des sols sous les légumineuses serait due à la chute de feuilles chez ces dernières avant leur récolte. En effet, ces feuilles sont des sources de matières organiques potentiellement minéralisables, donc source d'éléments nutritifs dont le carbone tel que souligné par [28]. En effet, les taux de carbones des sols sous culture associée aux légumineuses ont été améliorés par rapport au niveau initial. La plupart des auteurs constatent un enrichissement en carbone et en azote des sols présents sous des peuplements d'*Acacia auriculiformis* sur un long cycle cultural au-delà de 10 ans. [29] et [30] ont constaté l'augmentation des teneurs en carbone organique et en azote, déjà après 4 ans sous une plantation de l'espèce d'*Acacia* avec des teneurs six fois plus élevées dans un peuplement de 17 ans en milieu savanicole.

5.2 Effet des légumineuses sur le rendement de l'igname

L'expérimentation a relevé qu'en première année, le traitement constitué d'igname + arachide (T1) a eu un rendement plus élevé (10 t/ha) que le traitement constitué d'igname + acacia (T2 = 7 t/ha) et le traitement constitué d'igname + acacia + arachide (T3 = 6 t/ha). Par contre, la seconde et la troisième année une baisse significative du rendement a été observée dans tous les traitements.

La baisse significative du rendement observée dans tous les traitements, les deux dernières années contrairement à la première année peut s'expliquer par la sédentarisation de la culture d'igname. En effet, durant toute l'expérimentation les billons ont été faits à la même place et ceux dans les différents traitements ce qui a entraîné une baisse en élément nutritif disponible pour l'igname. Or, des études antérieures ont montré que l'igname est une plante très exigeante en sol fertile [31]. [4] ont trouvé les mêmes résultats, lorsque l'exploitation préalable des sols en cultures successives (2 ans) a occasionné une diminution des teneurs en éléments nutritifs des sols qu'une seule année de jachère n'a pas suffi à faire remonter à un niveau acceptable. Cette faiblesse générale des rendements peut s'expliquer aussi par la mauvaise pluviosité observée au cours de la campagne. La campagne s'est installée tardivement et les pluies se sont arrêtées tôt or l'igname est exigeante en eau dans les 5 premiers mois de culture [32]. La baisse du rendement pourrait s'expliquer par l'effet de l'ombrage de *Acacia mangium* sur les billons d'igname, car dès 12 mois la surface moyenne générale des branches occupées par *Acacia mangium* âgé de 12 mois est de 10,66 m². En effet *Acacia mangium* est une plante à croissance rapide.

Dans l'ensemble, les légumineuses ont amélioré le rendement de l'igname dans tous les traitements contrairement au témoin. Cela est dû à la matière organique des sols et la biomasse des légumineuses incorporée lors de la confection des billons. On note également un rendement plus élevé au niveau de la parcelle comportant uniquement que de l'arachide(T1) avec en moyenne 8,4 t/ha suivie du traitement T2 et T3 respectivement 4,1 t/ha et 2,8 t/ha. Le pic de production de la culture observé en T1 pourrait coïncider avec la libération des nutriments par les débris végétaux. En effet par leurs capacités à fixer et stocker l'azote facilement minéralisables, les légumineuses ont augmenté le rendement de l'igname. Le potentiel de production de l'igname dans les systèmes à base des légumineuses dépend alors de leur capacité à restaurer la fertilité des sols par l'accumulation biologique de la matière organique, et des éléments minéraux y compris un bon niveau et une bonne distribution de la pluviométrie les six premiers mois du cycle de la culture pour une meilleure performance des tubercules [33].

VI. CONCLUSION

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'effet de la litière de deux légumineuses sur les propriétés du sol et le rendement d'une variété améliorée d'igname. Les résultats ont révélé qu'omis le traitement T2 qui a obtenu une baisse du pH par rapport au témoin T0, il a été observé une amélioration dans les traitements T3 où l'acidité du sol est passée de pH 5,43 à pH 6,23 et T2 est passé de pH 5,43 à pH 5,53. Les concentrations en azote et en carbone ont été améliorées sous le traitement T2 (0,98% pour C et 0,1% pour N) que sous les traitements T3 et T1. Il a été enregistré une augmentation des teneurs en base échangeable (Ca, Mg, K) dans tous les traitements. Au niveau du rendement de l'igname, seul le traitement T1 (moyenne de 8,4 t/ha) a amélioré le rendement contrairement aux autres traitements T3 (moyenne 2,8 t/ha) et T2 (moyenne de 4,1 t/ha) où l'on observe une baisse durant toute l'expérimentation. En sommes, les légumineuses participent au maintien de la fertilité chimique du sol par leurs enrichissements en N, C, et en base échangeable (Ca, Mg, K) grâce à la production d'importante quantité de litière

REFERENCES

- [1]. **B.V. Bado, M.P Sedogo, M.P. Cescas, F. Lompo, A. Bationo, 1997.** Effet à long terme, des fumures sur le sol et les rendements du maïs au Burkina Faso. Cahiers Agricultures 6 (6): pp 571-575.
- [2]. **G. C. Orkwor, R. Asiedu et I. J. Ekanayake, 1998a.** Food yam: Advances in Research International Institute of tropical agriculture (IITA), Ibadan Nigeria et National root crops research institute (NRCRI), Umudike Nigeria Ibadan, Nigeria)
- [3]. **A. Bationo et A.U. Mokwunye, 1991.** Alleviating soil fertility constraints to increased crop production in West Africa: The experience of the Sahel. In: Alleviating soil fertility constraints to increased crop production West Africa. Mokwunye A. ed. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht. pp 195-215.
- [4]. **M. G. Gnahoua, F. Y. Kouassi, T. K. P. Angui, P.Balle, R.Olivier et R. Peltier, 2008.** Effets des jachères à *Acacia mangium*, *Acacia auriculiformis* et *Chromolaena odorata* sur la fertilité du sol et les rendements de l'igname (*Dioscorea SPP.*) en zone forestière de Côte d'Ivoire. Agronomie Africaine 20 (3), pp. 291 – 301.
- [5]. **C Limamoulaye, 1988.** Influence d'apports de matière organique sur la culture de mil et d'arachide sur un sol sableux du Nord Sénégal. II. – Développement des plantes et mobilisations minérales. Agronomie, EDP Sciences, 8 (5), pp.411-417.
- [6]. **J.B. Ettien, 2004.** Intensification de la production d'igname (*Dioscorea spp.*) par la fertilisation minérale et l'identification de nouvelles variétés en zones forestière et savanicole de Côte d'Ivoire. Thèse Unique, Université de Cocody, Abidjan. 177 p.
- [7]. **A. Badou , P. T. Akondé, A. Adjanohoun , I. T. Adjé, K. Aihou et A. M. Igué, 2013.** Effets de différents modes de gestion des résidus de soja sur le rendement du maïs dans deux zones agroécologiques du CentreBénin. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) Numéro spécial Fertilité du maïs; 5p.
- [8]. **E. Roose, H. Duchaufour et G. De Noni, 2012.** Lutte antiérosive, réhabilitation des sols tropicaux et protection contre les pluies exceptionnelles. Article scientifique, IRD. 21 p.
- [9]. **G. A. Agbahungba et A. Assa, 2000.** Étude de l'évolution des sols sous *Acacia auriculiformis* (Cunn. A) et caractérisation de la matière organique de l'espèce dans trois stations forestières dans le sud du Bénin. Bulletin de la recherche agronomique, 30, pp. 18-36.
- [10]. **F. Bernhard-Reversat and D. Schwartz, 1997.** Evolution de la teneur en lignine et décomposition de la litière dans les sols des forêts tropicales (Congo) : comparaison de plantations exotiques et de peuplements naturels. Earth & Planetary Sciences, 325, pp. 427-432.
- [11]. **R. Moreau, 1993.** Quelques aspects de l'évolution des caractéristiques du sol sous l'effet de la modification de la couverture forestière en zone tropicale humide. In: Ch. Floret et R. Pontanier. (eds.). La jachère en Afrique tropicale, Actes de séminaire, Montpellier, 2-5 déc. 1991. Collection Colloques et Séminaires, ORSTOM, Paris : pp. 245 – 256.
- [12]. **G. M. Gnahoua, R. Oliver, K. A. Nguessan et P. Balle, 2013.** Production et retombées minérales des litières chez quatre espèces de légumineuses arborées, utilisées en amélioration de jachères, en zone forestière de Côte d'Ivoire. Journal of Applied Biosciences, 72(1), pp 5800-5809.
- [13]. **K. N'goran, 2008.** Effet des légumineuses à graines et des plantes de couverture sur la fertilité du sol et la production de l'igname en zone soudano-guinéenne et guinéenne de Côte d'Ivoire. Spécialité Agro-pédologie. Thèse de doctorat. Université Félix Houphouët-Boigny. 157 p.
- [14]. **N. C. Razafindramanana, J.-M. Douzet, B. Barthes, L. Rabeharisoa et A. Albrecht, 2012.** Évaluation des effets de systèmes de semis direct à couverture végétale pérenne (SCV) sur l'érosion hydrique et la production agricole sur les Hautes-Terres de Antsirabe (Madagascar). In « *Lutte antiérosive, réhabilitation des sols tropicaux et protection contre les pluies exceptionnelles* » (coordonné par E. Roose, H. Duchaufour et G. De Noni), pp. 43-52. Publié par les éditions IRD, Marseille.
- [15]. **E. Andriambelomanga, S. Ratsivalaka, N. Andriampianina, J.-C. Randriamboavonjy et M. Andriamihamina, 2015.** Essais d'amélioration de la productivité des sols cultivés des collines, du bassin versant de Maniandro (Madagascar). In « *Restauration de la productivité des sols tropicaux et méditerranéens : contribution à l'agro-foresterie* » coordonné par E. Roose, pp. 447-485. IRD, Montpellier.
- [16]. **B. Morsli, A. Seladji, O. Kaci, 2012.** Dynamique de l'érosion sous différentes utilisations du sol au niveau d'un versant en zone méditerranéenne subhumide : influence des cultures, des aménagements de GCES et des couvertures forestières en Algérie. In « *Lutte antiérosive, réhabilitation des sols tropicaux et protection contre les pluies exceptionnelles* » (coordonné par E. Roose, H. Duchaufour et G. De Noni), pp. 91-100. Publié par les éditions IRD, Marseille.
- [17]. **B. V. Bado, 2002.** Rôle des légumineuses sur la fertilité des sols ferrugineux tropicaux des zones guinéenne et soudanienne du Burkina Faso. Thèse de philosophie Doctor (ph. D.), Département des sols et de génie agroalimentaire, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation. Université Laval, Québec, 197 p.
- [18]. **R. K. Kansongo, E. Van Ranst, A. Verdoodt, P. Kanyankagote and G.Baert, 2009.** Impact of *Acacia auriculiformis* on the chemical fertility of sandy soils on the Batéké plateau, D.R. Congo. Soil Use and Management, vol. 25, pp. 21-27.
- [19]. **F. Wang, 2010.** Effects of nitrogen-fixing and non-nitrogen-fixing tree species on soil properties and nitrogen transformation during forest restoration in southern China. Soil Science and Plant Nutrition, vol.56, pp. 297-306.
- [20]. **J. Lehmann, N. Poidy, G. Schroth, and W. Zech, 1998.** Short-term effects of soil amendment with tree legume biomass on carbon and nitrogen in particle size separates in central Togo. Soil Biol. Biochem., vol. 30, pp. 1545-1552.

- [21]. **S.T. Partey, S. J. Quashie-Sam, N. V. Thevathasan and A. M. Gordon, 2011.** Decomposition and nutrient release patterns of the leaf biomass of the wild sunflower (*Tithonia diversifolia*): a comparative study with four leguminous agroforestry species. *Agroforest. Syst.*, vol.81, pp.123-134.
- [22]. **F.K Salako, S. Hauser, O. Babalola and G. Tian, (2001).** Improvement of the physical fertility of a degraded Alfisol with planted and natural fallows under humid tropical conditions. *Soil Use and Management*, vol.17, pp. 41-47.
- [23]. **K. N'goran (2008).** Effet des légumineuses à graines et des plantes de couverture sur la fertilité du sol et la production de l'igname en zone soudano-guinéenne et guinéenne de Côte d'Ivoire. Spécialité Agro-pédologie. Thèse de doctorat. Université Félix Houphouët-Boigny. 157 p.
- [24]. **G. E. Varvel, and T. A. Peterson, 1990.** Nitrogen fertilizer recovery by corn in monoculture and rotation systems. *Agron. J.* 82. Pp 935-938.
- [25]. **I. Balbone, 2013.** Effets des cultures sur la couverture et les paramètres du sol pour la durabilité des systèmes de culture: cas des sols ferrugineux tropicaux de la station de recherche de Farako-bâ. Mémoire de fin d'étude , Université polytechnique de bobo-dioulasso (upb). 52p.
- [26]. **K. E. Giller, J. F. McDonagh, B. Toomsan, V. Limpinuntana, H. F. Cook and H. C. Lee, 1995.** Legumes in the cropping systems of North-East Thailand. Proceedings of the Third International Conference on Sustainable Agriculture, University of London, UK. Whye College Press, Ashford.
- [27]. **E.Barrios, F. Kwesiga, R. J. Buresh, J. J. Sprent, and R. Coe, (1998).** Relating pre-season soil nitrogen to maize yield in tree legume-maize rotations. *Soil-Science-Society of American-Journal* 62(6): pp 1604-1609.
- [28]. **K. E. N'goran, K. E. Kassin, G. P. Zohouri, M.F.D.P N'gbesso, G. R. Yoro, 2011.** Performances agronomiques des associations culturales igname-légumineuses alimentaires dans le Centre-ouest de la Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences* 43: pp 2915 – 2923.
- [29]. **R. K. Kansongo, E. Van Ranst, A. Verdoodt, P. Kanyankagote and G. Baert, 2009.** Impact of *Acacia auriculiformis* on the chemical fertility of sandy soils on the Batéké plateau, D.R. Congo. *Soil Use and Management*, vol. 25, pp. 21 -27.
- [30]. **M. E. Isaac, J-M. Harmand, D. Lesueur and J. Lelon 2010.** Tree age and soil phosphorous conditions influence N₂-fixation rates and soil N dynamics in natural populations of *Acacia* Senegal. *Forest Ecology and Management*, vol. 261, pp. 582-588.
- [31]. **L. Degras, 1986** L'igname: plante à tubercule tropicale. Editions G.-P. Maisonneuve & Larose. Paris, France. 436p.
- [32]. **Anonyme, 1991b** Mémento de l'Agronome, 1635 p. Ministère de la Coopération et du Développement, Paris.
- [33]. **R. Maliki, 2013.** Gestion de la fertilité des sols pour une meilleure productivité dans les systèmes de culture à base d'igname au Bénin. Thèse de doctorat unique ès-Sciences agronomiques. 253p.

Germaine A. Tanoh. " Effets de la biomasse de deux légumineuses sur la fertilité des sols et le rendement de l'igname dans le Sud-ouest de la Côte d'Ivoire." *International Journal of Engineering Science Invention (IJESI)*, Vol. 11(02), 2022, PP 13-23. Journal DOI-10.35629/6734