

Amélioration De L'état Physique Et De La Fertilité Chimique Des Sols Par La Rotation Légumineuse Alimentaire Arachide (Arachis Hypogaea L.) / Cotonnier (Gossypium Hirsutum L.)

[Improvement Of The Physical Condition And Chemical Fertility Of Soils By The Food Legume Peanut (Arachis Hypogaea L.) / Cotton (Gossypium Hirsutum L.) Rotation]

AMA Tamia Joséphine Epse ABINA¹, YOBOUE Ahou Natachat Epse KOUAKOU^{1,2*}, N'GORAN Kouadio Emmanuel², BODON N'Cho Clément³, BRINDOU Yannick¹

¹Université Nangui Abrogoua (UNA) Abidjan (Côte d'Ivoire) ; UFR Sciences Et Gestion De l'Environnement, Option : Géosciences ; 02 B.P. 801, Abidjan, Côte d'Ivoire

²Centre National De Recherche Scientifique (CNRA) (Côte d'Ivoire) ; 01 BP 1740 Abidjan 01, Côte d'Ivoire

³Université De Man (U-Man) Man (Côte d'Ivoire) ; UFR Sciences Géologiques Et Minières ; BP 20 Man, Côte d'Ivoire

*Auteur Pour Toute Correspondance : Yobouenat@Yahoo.Com Mobile 00 (225) 58 91 39 08



Résumé – Les sols sous cotonnier connaissent de fortes dégradations physiques et chimiques qui nécessitent d'être corrigés pour la variabilité et la durabilité des exploitations. Pour restaurer l'état physique et la fertilité chimique des sols dans ces systèmes de culture à base de cotonnier (*Gossypium hirsutum* L.), en vue d'augmenter le rendement du coton-graine, l'arachide (*Arachis hypogaea* L.) a été utilisée comme précédent cultural. L'effet de précédent a été évalué suivant un dispositif en blocs de Fisher avec quatre (4) répétitions et cinq (5) traitements. Suite à la culture de l'arachide, les propriétés physiques et chimiques du sol ont été améliorées avec une faible densité apparente (1,56), une humidité pondérale élevée (2,25 p.c.) et une faible résistance du sol à la pénétration des racines (2,71 kg/cm²). La teneur en matière organique a augmenté de plus de 7 p.c. L'azote a connu une hausse de teneur de l'ordre de 14 p.c. La teneur en phosphore assimilable a augmenté de plus de 90 p.c. La CEC, également sous précédent arachide, a connu une forte augmentation. Elle est passée de 5,2 à 26 cmolc/kg en fin de culture. Le pH eau a été amélioré de 0,5 unités de plus. Les rendements en coton-graine ont été améliorés avec des gains allant de 3,78 à 14,39 p.c. Il ressort donc que la rotation arachide/coton est une pratique à encourager. Elle permet de restaurer l'état physique et la fertilité chimique des sols.

Mots Clés – Cotonnier, Arachide, Fertilité, Sol.

Abstract – Soils under cotton are undergoing severe physical and chemical degradation that needs to be corrected for farm variability and sustainability. To restore the physical condition and chemical fertility of soils in this cotton (*Gossypium hirsutum* L.) based cropping systems, with a view to increasing seed cotton yields, groundnut (*Arachis hypogaea* L.) was used as a cultural precedent. The effect of precedent was evaluated in a Fisher block design with four (4) replications and five (5) treatments. Following peanut cultivation, the physical and chemical properties of the soil were improved with low bulk density (1.56), high moisture content (2.25 p.c.) and low soil resistance to root penetration (2.71 kg/cm²). Organic matter content increased by more than 7 percent. Nitrogen content increased by about 14%. Assimilable phosphorus content increased by more than 90 p.c. The CEC, also under the peanut precedent, showed a strong increase. It increased from 5.2 to 26 cmolc/kg at the end of the crop. Water pH was improved by 0.5 units. Seed cotton yields were improved with gains ranging from 3.78 to 14.39 p.c. It is clear that the peanut/cotton rotation is a practice to be encouraged. It allows the physical condition and chemical fertility of the soil to be restored.

Key Words – Cotton, Groundnut, Fertility, Soil.

I. INTRODUCTION

Le sol est le support de la plante, il constitue aussi le réservoir d'eau pour celle-ci. Le sol nourrit les plantes en éléments nutritifs, véhiculé par l'eau circulant depuis les racines et les tiges jusqu'aux feuilles, pour la production végétale (Dabin, 1970). Pourtant, environ 83% des terres cultivables, des savanes africaines, présentent une baisse de fertilité, situation qui a des implications négatives sur l'intensification des cultures. (Koulibaly, 2016 ; Koutouan *et al* 2017). La culture du coton n'est pas en marge de cette réalité. Ainsi, l'amélioration de sa production représente un défi majeur pour les pays de ces zones (FAO, 2015).

Depuis plus de cinquante ans, en Côte d'Ivoire, la culture du coton joue un rôle primordial dans l'épanouissement socio-économique de la population, dans les zones de savane (Ochou *et al.*, 2003). Par ailleurs, la production de cette culture est soumise à la dégradation physique et la pauvreté naturelle des sols en éléments nutritifs, (Adingra, 2011). Cet appauvrissement des sols est aussi le résultat d'une poussée démographique croissante limitant l'étendue et la durée des jachères (Coulibaly *et al.*, 2012). Aussi l'utilisation des intrants chimiques cause-t-il, à long terme, l'acidification des sol (Konaté *et al.*, 2013). Face à cette préoccupation, il devient urgent de concevoir des techniques culturales plus productives et plus durables pour contribuer à l'amélioration des productions agricoles et au relèvement de la fertilité des sols (Coulibaly, 2012). A cet effet, l'insertion de légumineuse alimentaire comme l'arachide reste une alternative à explorer. En générale, les légumineuses améliorent la fertilité des sols grâce à leur capacité de fixer l'azote atmosphérique (Gbakatchetche *et al.* 2010). Aussi, le maintien des résidus de récolte des légumineuses sur le sol, à travers la rotation, peut-il favoriser la stabilité des sols agricoles en général et des sols sous cotonnier en particulier.

Cette étude vise à évaluer l'effet du précédent cultural arachide sur l'état physique et chimique du sol en vue d'un bon rendement du coton-graine. Les effets quantifiés des précédents arachides sur les propriétés physiques et sur la fertilité du sol, font, ici, l'objet de cet article.

II. MATERIEL ET METHODES

2.1. Site d'étude

L'étude a été faite au Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) à Bouaké, ville située au centre de la Cote d'Ivoire. Le département de Bouaké est situé exactement entre les méridiens 5°7'00'' et 4°58'00'' de longitude Ouest et les parallèles 7°45'00'' et 7°38'00'' de latitude Nord, avec 339 m d'altitude. Elle se trouve donc dans la zone de transition forêt-savane (N'Goran, 2008).

Le climat est de type Soudanien avec deux saisons sèches et deux saisons de pluies peu marquées (Ouattara, 2001). L'ensoleillement est constant et la répartition des précipitations moyennes d'environ 1100 mm par an, est irrégulière sur toute l'année. La saison de pluie a débuté en février pour prendre fin en novembre. Les pics de pluviométrie ont été centrés sur le mois de septembre (331 mm). La saison sèche s'est étalée de novembre à janvier (Figure 1). La température moyenne a été de 26,2°C. Le relief est très peu accidenté avec une altitude moyenne de 200 m. Les sols, généralement peu profonds et légers, sont des ferralsols remaniés, à texture sablo-argileuse ou argilo-sableuse, avec un bon drainage, pH compris entre 5 et 6, pauvres en matière organique (Yoro, 2000 ; N'Goran *et al.*, 2018) qui présentent souvent une pellicule de battance favorisant le ruissellement.

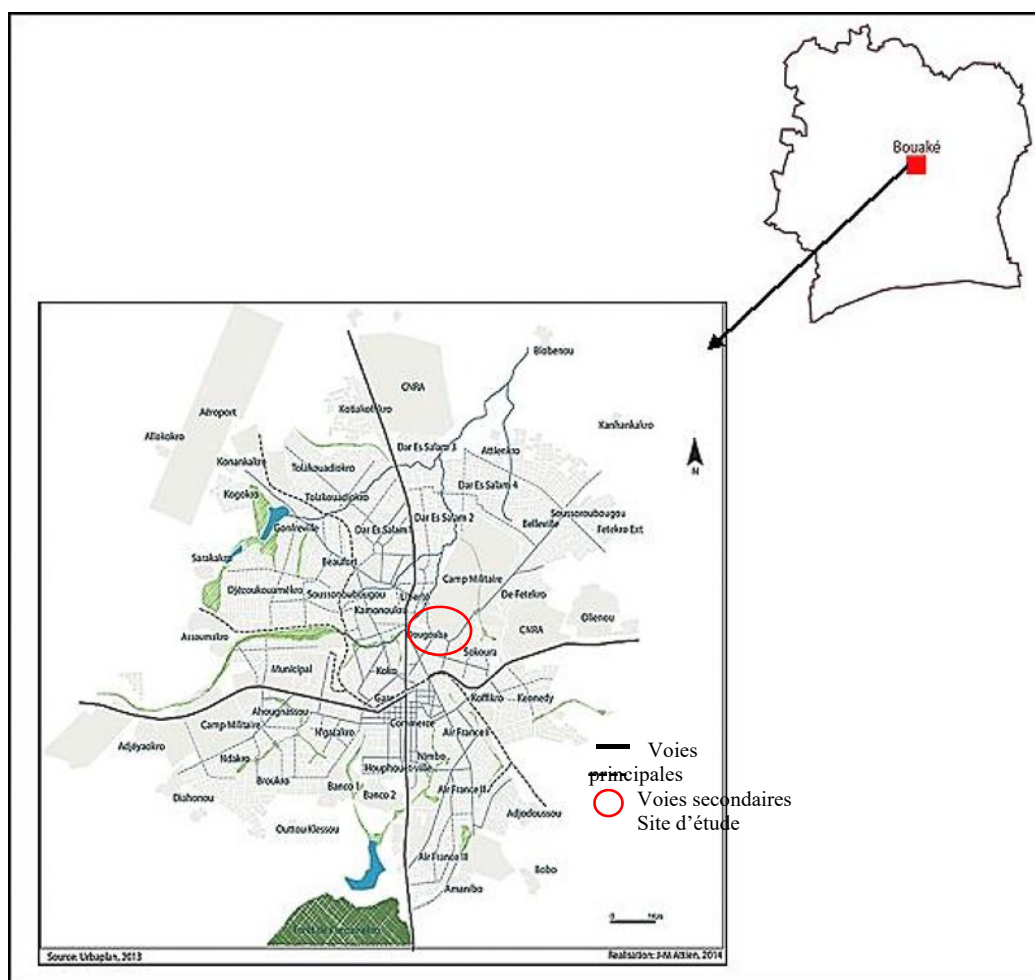


Figure 1 : Localisation du site d'étude.

2.2 Matériel

Le matériel végétal est constitué du cotonnier (*Gossypium hirsutum* L.), et de l'arachide (*Arachis hypogaea* L.). Le coton utilisé est la variété sicama V-1, issue de la collection des ressources génétiques du CNRA sélectionnée en 2006. Cette variété de taille moyenne de 135 cm, s'adapte aux conditions climatiques et édaphiques de la Côte d'Ivoire. Elle se caractérise par un haut potentiel de production pouvant atteindre 4 T/ha en coton-graine avec une bonne qualité et un rendement potentiel de fibre très élevé (45 p.c.). L'arachide, de la variété 8-20 est issue de la collection du CNRA, sélection 2008-2009. Cette variété ayant un cycle de 90 jours est très productive (4 t/ha en gousses) et tolérante à la rosette et à la cercosporiose, deux maladies redoutables en culture d'arachide.

Le matériel chimique utilisé est un fertilisant minérale composé de deux types d'engrais que sont l'engrais complexe NPKSB (15 – 15 – 15 + 6 – 1) utilisé comme engrais de fond et l'urée à 46 p.c. d'azote (46 – 0 – 0) comme engrais de couverture.

Les produits phytosanitaires utilisés sont constitués de Caïman B 19 (Emamectine Benzoate 19), IBIS A 52 et polytrine C365 pour assurer la protection et le développement des boutons floraux, Thian 250 (Silicone Engrais foliaire Qs-302-p50) pour une bonne verdure des plantes et Thunder pour faire tomber les feuilles de cotonniers avant la récolte. L'herbicide de prélevé a été utilisé après le semis du coton-graine.

2.3 Dispositif expérimental

L'essai a été conduit suivant un dispositif en blocs de Fisher comportant quatre blocs et cinq traitements qui sont inscrits dans le **Tableau I**.

Tableau I : Liste des différents traitements dans l'essai rotation culturale.

Traitements	Précédent culturel	NPKSB (kg/ha)	Urée (kg/ha)	
T1 (témoin absolu)	Jachère naturelle	0	0	JN
T2 (PC en MP)	Jachère naturelle	200	50	JN+DV
T3	Légumineuse	0	0	L+0 DV
T4	Légumineuse	100	25	L+½ DV
T5	Légumineuse	200	50	(L+DV).

T1 : précédent jachère sans engrais, T2 : précédent jachère associé à la dose complète d'engrais coton vulgarisé, T3 : précédent légumineuse sans engrais, T4 : précédent engrais à la ½ dose d'engrais coton vulgarisé, T5 : précédent légumineuse associé à la dose complète d'engrais coton vulgarisé, PC : pratique conventionnelle, MP : milieu paysan, TA : témoin absolu, JN : jachère naturelle, DV : dose d'engrais coton vulgarisée et L : légumineuse.

Les traitements ont été répartis de façon aléatoire dans chaque bloc (répétition). Les parcelles élémentaires, distantes entre elles de 1 m, avaient une superficie de 64 m² soit 10 m de long et 6,4 m de large (**Figure 2**). Les parcelles élémentaires ont comporté 12 lignes de légumineuse et, par la suite, 8 lignes de cotonnier.

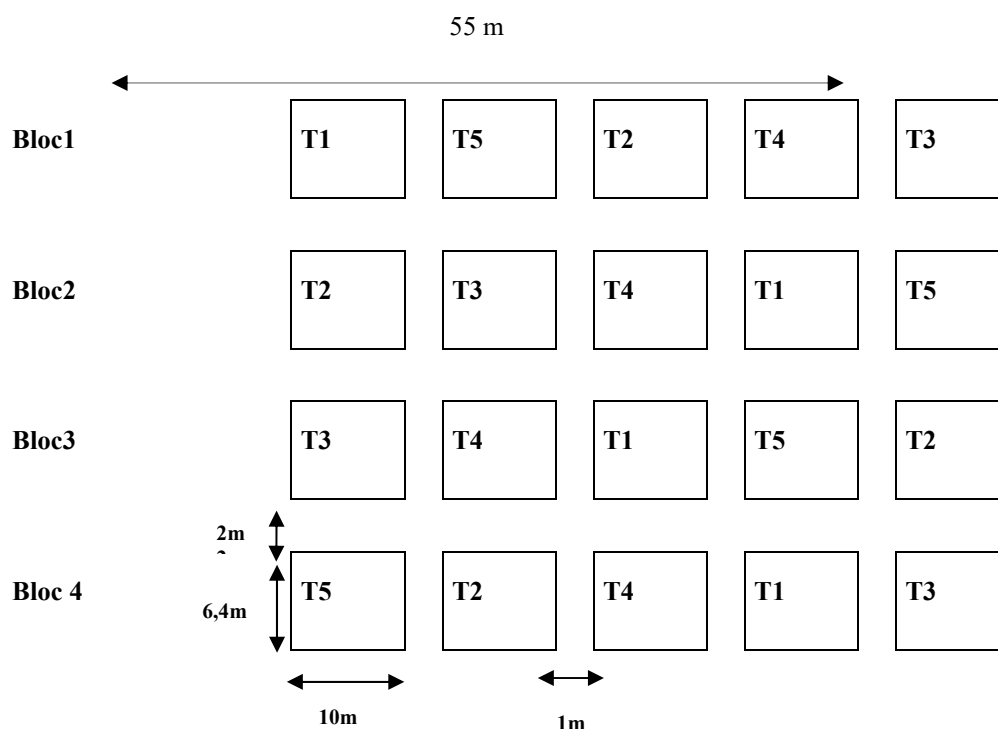


Figure 1 : Dispositif expérimental

2.4 Conduite des cultures et traitements insecticides

Le labour (10 à 15 cm) et le pulvérisage de la parcelle ont eu lieu en début du mois de mars. Les parcelles élémentaires ont été matérialisées grâce à un piquetage. Le précédent légumineuse (arachide) a été mis en place pendant l'inter-campagne, c'est à dire sur la période de mars (semis) à juin (récolte). Le semis a été fait selon des écartements de 50 cm entre les lignes et 20 cm entre les poquets, soit une densité maximale de 200 000 plants à l'hectare, avec deux plants par poquet. Le semis de coton a été fait dans la 1^{ère} décade de juillet (entre 1^{er} et 10 juillet). Il s'est fait selon un écartement de 80 cm entre les lignes et 30 cm entre les

poquets, soit une densité maximale de 83 500 plants à l'hectare, avec deux plants par poquet. Les consignes générales de culture cotonnière ont été respectées : démariage effectué à deux plants par poquet 15 jours après la levée (JAL), apport d'engrais NPK au moment du 1er sarclage, buttage et épandage d'Urée dès l'apparition des premières fleurs.

2.5 Collecte et analyse des données

2.5.1 Détermination de la biomasse sèche de l'arachide

La détermination de la biomasse sèche produite par l'arachide a été estimée à 90 jours après semis (JAS). Les plants d'arachide ont été déterrés des carrés de rendement de 2m sur 2m par parcelle élémentaire. Après la récolte des gousses, la biomasse est séchée à l'air libre, puis pesée pour déterminer la masse (M_b) total et le rendement (RDT) par hectare.

$$RDT \left(\frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right) = \frac{M_b \text{ (kg)} \times 10\,000}{S \text{ (m}^2\text{)}}$$

Un échantillon composite de la biomasse a été prélevé, puis broyée pour analyse, afin de déterminer les teneurs en éléments minéraux tels que l'azote (N), le phosphore (P), le potassium (K), le calcium (Ca) et le magnésium (Mg). La quantité d'éléments minéraux mobilisés (EMM) est obtenue selon la formule suivante :

$$\text{EMM (kg/ha)} = \text{TM (p.c.)} \times \text{RDT}$$

2.5.2 Prélèvement échantillons de sol

Le prélèvement d'échantillons de sol pour la caractérisation physico-chimique au laboratoire a été fait sur trois périodes : (i) avant la mise en place des légumineuses alimentaires, (ii) à la récolte des légumineuses alimentaires et (iii) à la récolte du coton.

Avant la mise en place de la légumineuse, un échantillon composite de sol a été fait à partir de cinq prélèvements élémentaires suivant les quatre sommets de l'exploitation et au centre. Cela a été fait à la tarière sur les couches 0-20 et 20-40 cm afin de connaître l'état de la fertilité initiale.

A la récolte des légumineuses, les mesures physiques que sont la densité apparente (da) et l'humidité pondérale, ont été faites dans les couches 0-20 et 20-40 cm des différents traitements. Pour les mesures physico-chimiques, des échantillons composites de sol ont été prélevés dans les différents traitements.

A la récolte du coton-graine, les échantillons composites de sol ont été prélevés dans chaque traitement, pour les mesures physico-chimiques.

2.5.3 Analyses physiques du sol

Densité apparente (da) et Porosité totale (Pt) du sol

La densité apparente des sols a été déterminée par la méthode au sable (Yoro, 1992).

La porosité totale est déterminée à partir de la densité apparente, selon les formules suivantes :

$$\begin{aligned} da &= \frac{Ms}{V_{éch}} \quad (1) & Pt &= \left(1 - \frac{da}{dr} \right) \times 100 \quad (2) \quad da = \\ \frac{Ms}{V_{éch}} \quad (1) & & Pt &= \left(1 - \frac{da}{dr} \right) \times 100 \quad (2) \end{aligned}$$

Avec da : densité apparente en g/cm^3 , M_s : masse de sol prélevé en g, $V_{éch}$: volume échantillon de sol prélevé en cm^3 , Pt : porosité en p.c. et dr : densité réelle.

Résistance à la pénétration racinaire

La résistance à la pénétration des racines a été mesurée en saison sèche, à la récolte du coton-graine. Elle a été faite à l'aide d'un pénétromètre de poche, de type HUMBOLDT MFG. CO. TONS/FT², qui fonctionne par pression manuelle. La mesure a été faite en enfonçant le corps pénétrant jusqu'à une limite d'environ 0,5 cm, dans le sol de façon horizontale. La valeur correspondant à la

résistance (Kg./cm.²) du sol a été lue sur la tige graduée. Cinq mesures ont été effectuées dans chacune des couches 0-20, 20-40, 40-60 et 60-80 cm, dans chaque modalité (Assié, 2009, Kouassi, 2012).

Humidité pondérale (Hp)

L'humidité pondérale a été déterminée, en pesant un échantillon aliquote (P1) de 150g de l'échantillon de sol, puis séché à l'étuve à 105 °C, pendant 24 heures. La masse d'eau déduite de la masse de l'échantillon aliquote (P1) et sa masse (P2), après étuve, donne l'humidité pondérale (Hp).

$$Hp = \frac{(P1 - P2)}{P2} \times 100 \quad (3)$$

2.5.4 Analyses chimiques du sol

Le pH_{eau} a été déterminé à l'aide d'un pH-mètre par la méthode électrométrique dans un rapport sol/eau de 1/2,5 (AFNOR, 1999b).

La teneur du sol en carbone organique (Corg) a été déterminée par la méthode d'attaque sulfochromique (Walkley et Black, 1934).

La teneur en phosphore assimilable (Pass), a été déterminée par la méthode Olsen-Dabin Dabin, (1967).

La teneur du sol en azote total (Ntot) a été déterminée par la méthode Kjeldahl (Kjeldahl, 1883 ; Bremner et Mulvaney, 1982).

La teneur en matière organique (MO) (p.c.) a été déterminée à partir du carbone organique (Dabin, 1967), par la formule :

$$MO = C. \text{organique} \times 1,724 \quad (4)$$

Les cations échangeables (Cmol/kg) ont été déterminés après extraction à l'acétate d'ammonium normal à pH 7, Thomas, (1982) ; Anderson et Ingram, (1993).

La détermination de la capacité d'échange des cations (CEC) a été faite dans la même colonne de percolation, après l'extraction des bases échangeables.

2.5.5 Rendement en coton-graine

La récolte de coton-graine s'est faite sur une séquence de 4 lignes centrales de 8 m par parcelle élémentaire, soit une surface de 25,6 m² (4 lignes x 0.8 m x 8 m), à 50 p.c. puis à 100 p.c. d'ouverture des capsules et peser. Le rendement en coton-graine, exprimé en kg/ha, a été déterminé selon la formule :

$$\text{Rendement (Kg/ha)} = \frac{(\text{Poids récolté (kg)} \times 10\,000)}{\text{Superficie récoltée (m}^2\text{)}} \quad (5)$$

2.6 Méthodes statistiques

Les logiciels EXCEL, et STATISTICA version 7.1 ont été utilisés pour le traitement des données. La comparaison des moyennes est effectuée au seuil de 5%. En cas de différence significative, le test de Student-Newman-Keuls a servi à déterminer les groupes homogènes.

III. RESULTATS

3.1 Mobilisation d'éléments minéraux produite par l'arachide sur les deux années

La quantité de matière sèche produite a été de 8469 kg/ha. Pour ce qui est des éléments N, K et Ca, la biomasse d'arachide a mobilisé une quantité élevée de ces minéraux dans le sol, avec 213,42 kg/ha pour N, 205,54 kg/ha pour le K et 145,92 kg/ha pour le Ca (**Tableau II**).

Tableau II : Concentration en éléments minéraux et quantité d'éléments minéraux (kg/ha) mobilisés par biomasses sèches d'arachide

Minéraux	Concentration (p.c. ms)	Quantité mobilisée (Kg/ha)
		Biomasse (8469 Kg/ha)
N	2,52	213,42
P	0,285	24,13
K	2,427	205,54
Ca	1,723	145,92
Mg	0,484	40,99

3.2 Effet du précédent arachide sur les paramètres physiques du sol

3.2.1 Densité apparente et de la porosité du sol

Les densités apparentes ont varié de 1,41 g/cm³ et 1,88 g/cm³. Le traitement T2 a eu les fortes densités apparentes. Les plus faibles densités ont été enregistrées dans le traitement T5 (1,52 et 1,41 g/cm³) selon le **Tableau III**.

La porosité quant à elle, a varié de 28,99 p.c. à 43,21 p.c. le traitement T2 a été moins poreux (32,99 p.c.). Les traitements ayant reçu l'arachide (T3, T4 et T5) ont été plus poreux (**Tableau III**).

Tableau III : Evolution de la densité et de la porosité de sol en fonction de la profondeur sur les deux campagnes.

Traitements	Densité apparente			Porosité (p.c.)		
	(0-20)	(20-40)	Moy.	(0-20)	(20-40)	Moy.
T1 (JN)	1,52a*	1,51a	1,52a	42,64a	43,21a	42,93a
T2 (JN + DV)	1,88a	1,67a	1,78a	28,99a	36,98a	32,99a
T3 (L+ 0 DV)	1,66a	1,57a	1,62a	37,22a	40,78a	39a
T4 (L+ ½ DV)	1,56a	1,52a	1,54a	41,01a	42,46a	41,74a
T5 (L+ DV)	1,52a	1,41a	1,47a	42,68a	46,64a	44,66a
Probabilités (P)	0,987	0,806	0,882	0,987	0,806	0,882
Significativité	NS	NS	NS	NS	NS	NS

*Dans chaque colonne, les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 p.c. (Test de Newman-Keuls). NS : non significative, HS : hautement significative.

3.2.2 Humidité pondérale du sol à la récolte de l'arachide et en fin de campagne

L'humidité pondérale du sol, à la récolte de l'arachide, a varié de 1,28 à 2,25 p.c. De façon générale, l'humidité pondérale a augmenté avec la profondeur, dans tous les traitements. Les précédents arachide (T4 et T5) ont été plus humide (1,97 p.c. et 1,80 p.c.) selon le **Tableau IV**.

En fin de campagne, l'humidité du sol a varié entre 1,31 et 2,62 p.c. Les sols des traitements T3, T4 et T5 ont été les plus humide (**Tableau IV**). Cependant les différences ne sont pas statistiquement significatives.

Tableau IV : Evolution de l'humidité pondérale des sols en fonction de la profondeur sur les deux années.

Traitements	Hp à la récolte légumineuse (p.c.)			Hp à la récolte coton (p.c.)		
	(0-20)	(20-40)	Moy.	(0-20)	(20-40)	Moy.
T1 (JN)	1,52 a*	1,97 a	1,75 a	1,31 a	2,44 a	1,88 a
T2 (JN + DV)	1,28 a	1,83 a	1,56 a	1,77 a	1,88 a	1,83 a
T3 (L+ 0 DV)	1,28 a	1,46 a	1,37 a	2,07 a	2,31 a	2,19 a
T4 (L+ ½ DV)	1,69 a	2,25 a	1,97 a	1,70 a	2,39 a	2,05 a
T5 (L+ DV)	1,76 a	1,83 a	1,80 a	2,39 a	2,62 a	2,51 a
Probabilités (P)	0,711	0,806	0,882	0,711	0,918	0,661
Significativité	NS	NS	NS	NS	NS	NS

3.2.3 Résistance du sol à la pénétration des racines

Dans les deux premières couches (0-20 cm et 20-40 cm), l'analyse de la variance n'a pas révélé de différences significatives entre les traitements. Par contre, dans les deux dernières couches (40-60cm et 60-80 cm), l'analyse statistique a révélé une différence hautement significative entre valeurs. La résistance a varié respectivement de 3,94 à 4,50 kg/cm² et de 4,06 à 4,50 kg/cm². De façon générale, les précédents arachides ont eu les plus faibles résistances à la pénétration des racines (**Tableau V**).

Tableau V : Résistance à la pénétration des racines de cotonniers dans l'essai arachide.

Traitements	Résistance à la pénétration horizontale (kg/cm ²)			
	Profondeur	Profondeur	Profondeur	Profondeur
	(0-20)	(20-40)	(40-60)	(60-80)
T1 (JN)	3,79 ± 0,38a*	4,31 ± 0,03a	4,50 ± 0,00b	4,50 ± 0,00b
T2 (JN + DV)	3,29 ± 0,31a	4,44 ± 0,06a	4,49 ± 0,03b	4,50 ± 0,00b
T3 (L+ 0 DV)	2,71 ± 0,28a	4,06 ± 0,15a	4,41 ± 0,05b	4,41 ± 0,05b
T4 (L+ ½ DV)	3,58 ± 0,12a	3,86 ± 0,31a	4,47 ± 0,00b	4,50 ± 0,00b
T5 (L+ DV)	2,83 ± 0,32a	4,11 ± 0,06a	3,94 ± 0,20a	4,06 ± 0,15a
Probabilité (P)	0,107	0,168	0,007	0,004
Significativité	NS	NS	HS	HS

*Dans chaque colonne, les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 p.c. (Test de Newman-Keuls). NS : non significative, HS : hautement significative.

3.3 Effets de la culture de l'arachide sur les teneurs en éléments minéraux du sol

3.3.1 Avant la mise en place des essais

Les propriétés chimiques du sol avant la mise en place de l'essai ont été définies dans les **Tableaux VI**. Les résultats de l'analyse montrent que c'est un sol pauvre en azote (N = 0,07 p.c.), en carbone (C = 0,75 p.c.) mais bien décomposé (C/N = 10,71).

Cette analyse montre aussi qu'il s'agit d'un sol acide (pH : 5,7). Nous notons une déficience en potassium (0,110 cmol_e/kg), une teneur normale en calcium (3,759 cmol_e/kg), une bonne teneur en magnésium 0,746 et une faible capacité d'échange cationique (CEC) (5,2cmol.kg⁻¹). Les résultats révèlent également que ce sol est riche en phosphore avec une teneur en P assimilable de 36 ppm.

3.3.2 A la récolte de l'arachide

Par rapport au sol de départ, la culture de l'arachide a entraîné une diminution du taux de matière organique (7,75 p.c.) et un maintien de la teneur en azote (**Tableau VI**). Par ailleurs, la teneur en phosphore assimilable a connu une augmentation. Cette augmentation s'est accentuée dans le précédent arachide, pour atteindre 70 ppm. Le pH_{eau} a été amélioré de 0,3 unités dans le précédent arachide (**Tableau VI**). Quant au complexe adsorbant, les éléments Ca, Na, K, et la CEC ont connu une diminution par rapport à leur teneur initiale. Par contre, le magnésium a connu une augmentation de 21 p.c. dans le précédent arachide.

3.3.3 A la récolte du coton

En fin de culture, la teneur en matière organique a augmenté de plus de 15 p.c. dans les trois traitements par rapport à la teneur obtenus à la période de récolte des légumineuses et de plus de 7 p.c. par rapport à l'initiale en T3 et T5. L'azote, quant à lui reste la même teneur en T3 et T4, mais, présente une légère augmentation de 14 p.c. en T5. Par rapport à la période de récolte des légumineuses, en fin de culture, le rapport C/N a connu une augmentation entre 2 et 10 p.c. dans les précédents légumineuses (**Tableau VI**).

Par rapport à la période de récolte des légumineuses, en fin de culture, la teneur en phosphore assimilable a légèrement diminué dans tous les traitements, mais est resté élevé par rapport au sol initial surtout en T5. Le pH_{eau} a été amélioré dans tous les traitements jusqu'à 0,5 unités de plus en T3 (précédent légumineuse sans engrais) (**Tableau VI**).

Par rapport à la période de récolte des légumineuses, la Ca, K et CEC ont augmenté dans les précédents arachides. Le potassium (K) a augmenté de 1 à 6 p.c., le calcium (Ca) de 40,54 p.c. et 12 p.c. respectivement dans les traitements T3 et T5 et la CEC a atteint 26 cmol_e/Kg. Les teneurs en sodium (Na) et en magnésium (Mg) ont baissés dans les précédents arachides. Celles du Ca, du K et du Na restent faibles par rapport à leurs teneurs dans le sol initial. La CEC a connu une forte augmentation par rapport à l'état initial. Elle est passée de 5,2 à 26 cmol_e/kg en T4 (**Tableau VI**).

Tableau VI : Effets des légumineuses alimentaires sur la teneur en éléments nutritifs des sols de la rotation arachide/coton.

Paramètres		Etat initial	A la récolte de l'Arachide		A la récolte du coton					Seuil
			Précédent jachère	Précédent arachide	T1	T2	T3	T4	T5	
Matière organique	C organique (p.c.)	0,75	0,76	0,69	0,65	0,87	0,76	0,74	0,80	2
	N total (p.c.)	0,07	0,07	0,07	0,06	0,08	0,07	0,07	0,08	0,2
	C/N	10,71	10,85	9,86	10,83	10,88	10,85	10,57	10	9-11
	M.O. (p.c.)	1,29	1,31	1,19	1,12	1,50	1,31	1,27	1,38	>2 p.c.
Phosphore assimilable (ppm)		36	62,5	70	57	57	60	61	67	15
Complexe adsorbant	Ca (cmol _c /kg)	3,759	1,163	1,110	1,897	0,809	1,560	0,903	1,251	4
	Mg (cmol _c /kg)	0,746	0,950	0,904	0,984	0,726	0,878	0,683	0,719	0,5
	Na (cmol _c /kg)	0,167	0,128	0,118	0,142	0,116	0,114	0,094	0,099	0,3-0,7
	K(cmol _c /kg)	0,113	0,098	0,098	0,105	0,101	0,102	0,099	0,104	0,2
	CEC (cmol _c /kg)	5,2	3,25	3	24	16	26	26	23	10-20.
pH _{eau}		5,7	5,5	5,9	6,1	6	6,2	6	6	6,5

Source seuil :Yoboué, 2015 ; Ballot et al.2016, N'goran et al., 2018 .

T1 : précédent jachère sans engrais, T2 : précédent jachère associé à la dose complète d'engrais coton vulgarisé, T3 : précédent légumineuse sans engrais, T4 : précédent engrais à la ½ dose d'engrais coton vulgarisé, T5 : précédent légumineuse associé à la dose complète d'engrais coton vulgarisé.

3.4 Effet des légumineuses alimentaires sur le rendement du coton-graine

Le **Tableau VII** représente le rendement en coton-graine et le gain de rendement en fonction des traitements.

Les rendements ont varié de 702,42 à 1423,15 kg/ha, avec une moyenne de 1146,09 kg/ha. L'analyse statistique a révélé une différence significative entre les traitements. Le précédent arachide fertilisé à dose complète d'engrais (T5) est significativement plus productif (1423 kg/ha). Le témoin (T1) a eu la production la plus faible. Par rapport au témoin T2 (pratique conventionnelle en milieu paysan), l'effet de l'arachide a permis d'améliorer le rendement du coton-graine en T5 (14,39 p.c.) et en T4 (3,78 p.c.). Au niveau du précédent arachide sans engrais (T3), il y'a eu une baisse de 13,99 p.c. (**Tableau VII**).

Tableau VII : Rendements et gains de rendement en coton-graine

Traitements	Rendement (kg /ha)	Gain (p.c.) par rapport à T2
T1 (JN)	702 ±81,42b	- 43,57
T2 (JN + DV)	1244±188,18a	0,00
T3 (L+ 0 DV)	1070±179,19 ab	-13,99
T4 (L+ ½ DV)	1291±158,63 a	3,78
T5 (L+ DV)	1423±162,47 a	14,39
Moyenne	1146±85,06	
Probabilités (P)	0,049	
CV %	7,42	
Significativité	S	

Les valeurs ayant une même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de $p < 0.05$, selon le test de Newman-Keuls., S : significative

IV. DISCUSSION

4.1 Influence des légumineuses alimentaires sur les propriétés physiques du sol

Dans notre essai, le précédent arachide, surtout le traitement T5 ont été moins compacte. Cela se justifierait par l'effet du travail du sol, tels que le labour accompagné de semis des légumineuses, des sarclages et de la récolte de l'arachide, ainsi qu'au système d'enracinement des légumineuses, qui ont dû créer les macrospores dans le sol. Selon Naudin, et al, (2005), le labour ainsi que les sarclages, rendent le sol plus aéré, car ils servent principalement à créer de la macroporosité.

Les sols des précédents légumineuses (T3, T4 et T5) sont restés plus humides. Même en fin de culture, il a été enregistré de fortes teneurs en eau, surtout avec le traitement T5 (2,62 %). Cela pourrait s'expliquer par la biomasse qui a couvert le sol et qui ensuite est laissé sur place, après la récolte. En effet les biomasses des légumineuses couvrant le sol, atténué ainsi les rayons solaires. Ces résultats rejoignent ceux d'Akédri et al., (2010) et de Doumbia, (2016) qui ont relevé que les légumineuses, à travers une forte production de biomasse fraîche et une bonne couverture du sol, favorisent le maintien d'une bonne humidité du sol nécessaire à une bonne conservation et un moyen de lutte contre l'érosion du sol. Par ailleurs, plusieurs auteurs dont Badou et al, (2013), rapportent que la matière organique, produite par la biomasse, permet d'augmenter la capacité de rétention d'eau des sols.

4.2 Influence des légumineuses alimentaires sur les minéraux du sol

Comparativement au sol initial, les traitements où il y'a eu l'arachide ont connu une baisse du taux de matière organique (7,75 p.c.) et un maintien du taux de l'azote. Cela montre que la culture de l'arachide a utilisé la matière organique et l'azote contenir dans le sol initial pour son développement, mais pas la fixation symbiotique le taux de l'azote a été restitué. Selon Bado, (2002), les légumineuses ont des besoins en éléments nutritifs. Aussi, pendant la nodulation, la légumineuse a-t-elle un besoin accru en

azote qui, s'il n'est pas comblé par le sol ou les engrais, peut limiter son développement et diminuer les rendements. Selon N'Gbesso, (2013), lorsque toutes les conditions sont réunies, les légumineuses peuvent couvrir l'intégralité de leurs besoins grâce à la fixation symbiotique. Elles ont ainsi accès à une source supplémentaire d'azote, et dépendent donc moins que les autres plantes de la disponibilité d'azote dans le sol (Coulibaly *et al*, 2021).

Par ailleurs, la teneur en phosphore a connu une hausse de 94,4 p.c., dans le précédent arachide. En effet, comme l'affirme Gigou, (1990), la carence en phosphore apparaît généralement, mais est facilement corrigée. La culture des légumineuses a assuré une bonne amélioration du pH_{eau} de 0,3 unités. La teneur en magnésium a augmenté de 21 p.c., par contre les bases telles que K, Ca et la CEC ont connu une diminution par rapport à leur teneur initiale. Ces bases ont été sans doute utilisées par l'arachide. En effet selon UNIFA, (2005), il existe une interaction entre azote et potassium, dans le sens où plus la plante est nourrie en azote plus elle aura de besoin de potassium.

En fin de culture, les résidus de l'arachide ont entraîné une augmentation la matière organique de plus de 15 p.c. dans les trois traitements par rapport à sa valeur du taux de récolte des légumineuses et de plus de 7 p.c. par rapport à l'initiale. Quant à l'azote, il reste au même taux en T3 et T4, mais, présente une légère augmentation de 14 p.c. en T5. On peut dire que l'azote apporté par les résidus d'arachide, a non seulement été utilisé pour le développement des plants de cotonniers, mais a aussi permis de restaurer sa teneur dans le sol (Coulibaly *et al*, 2021). Les résidus de légumineuses ont aussi accru les teneurs en phosphore assimilable, surtout dans le traitement T5 (67ppm). Cela est dû à l'effet bénéfique de la rotation sur le phosphore lié spécifiquement aux résidus et aux exsudats racinaires des légumineuses. Ces résultats sont similaires à ceux de Kouyaté (2006) et Ballot *et al* (2016) qui ont relevé une augmentation de teneur en phosphore assimilable supérieure au seuil requis. En fin de culture les résidus des légumineuses ont donc amélioré les teneurs en minéraux du complexe adsorbant, telle que le calcium (Ca), le potassium (K). Des résultats similaires ont été observés par Kouyaté, (2006) ; qui a noté que les résidus de récolte enfouis, de niébé améliorent la teneur en bases échangeables en se décomposant. Badou *et al*, (2013), quant à eux, rapportent que la matière organique, produite par la biomasse, permet d'augmenter la capacité d'échange cationique des sols. Le rehaussement de l'azote et du phosphore en T5 pourrait être justifié par la présence de l'engrais minéraux en plus des résidus d'arachide. En effet, Akanza *et al.*, (2016) et Ouattara *et al*, (2018) ont montré que la fertilisation mixte (organique et minérale) était meilleure que l'amendement organique ou la fertilisation minérale exclusive.

Le pH_{eau} a été amélioré de 0,5 unités en T3 (traitements sans engrais). La culture de légumineuses a donc permis de corriger l'acidité des sols. Cette amélioration du pH_{eau} du sol pourrait être due à la fixation atmosphérique de l'azote et à la décomposition des résidus de légumineuses, comme le stipulent Konaté *et al.* (2012) dans leurs travaux sur le riz à Gagnoa. Doumbia, (2016) travaillant au Burkina Faso sur la fertilité du sol, a révélé que l'augmentation du taux de matière organique dans le sol diminue l'acidité.

4.3 Effet du précédent arachide sur le rendement

Les rendements du coton-graine obtenus ont montré l'effet bénéfique du précédent arachide. En effet, le traitement (T5) a été significativement plus productif avec plus de 1400 kg/ha de coton-graine. Par rapport à la pratique conventionnelle, la culture d'arachide a permis d'améliorer le rendement du coton-graine de 3,78 p.c. et de 14,39 p.c. respectivement dans les traitements T4 et T5. Les résidus de l'arachide laissés sur place ont restitué au sol des minéraux, surtout l'azote, qui joue, en effet, un rôle déterminant sur le rendement (Souley *et al*, 2020).

V. CONCLUSION

Il ressort de cette étude que les résidus de légumineuses alimentaires (arachide) améliorent la fertilité du sol. Ainsi la rotation culturale arachide/coton serait donc une bonne pratique, car elle permet d'améliorer la structure du sol, d'augmenter ou de maintenir la fertilité chimique du sol avec un effet positif sur le rendement du coton-graine. Aussi, les résidus d'arachide associés à la fumure minérale ont-ils donné le meilleur rendement. Ainsi, compte tenu de la pauvreté des sols en zone cotonnière, la pratique de la rotation culturale arachide/coton doit être encouragée et recommandé, pour compenser les pertes en nutriments et générer de meilleures conditions de production.

VI. REMERCIEMENTS

La réalisation de ce travail n'a été possible que grâce au Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) de Bouaké, qui a mis à notre disposition le financement, en collaboration avec l'université UNA, qu'ils reçoivent nos sincères remerciements.

REFERENCE

- [1] Adingra Y. K., 2011. Coton Africain : Défis, Enjeux et Perspectives. Document de travail Université Paris1 Panthéon - Sorbonne Rencontre panafricaine sur le coton, 21p.
- [2] Akanza K.P., Sanogo S., N'Da H.A., 2016. Influence combine des fumures organiques et minérale sur la nutrition et le rendement du maïs : impact sur le diagnostic des carences du sol. *Tropicultura*, 34(2) : 208-220.
- [3] Akédrin T. N., N'Guessan K., Aké A. E. et Aké S., 2010. Effet de Légumineuses herbacées ou subligneuses sur la productivité du maïs. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 8 (2) : 953- 963. ISSN 2071 - 7024 Université de Cocody-Abidjan (Côte-d'Ivoire).
- [4] Bado B.V., 2002. Rôle des légumineuses sur la fertilité du sols ferrallitiques tropicaux des zones guinéennes et soudanaises du Bourkina Faso. Thèse de doctorat à l'université de Laval, quebec ; 166 p.
- [5] Badou A., Akondé P. T., Adjanohoun A., Adjé I. T., Aïhou K. et Igué A. M., 2013. Effets de différents modes de gestion des résidus de soja sur le rendement du maïs dans deux zones agroécologiques du Centre-Bénin. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) Numéro spécial Fertilité du maïs BRAB en ligne (online) sur le site web <http://www.slire.net> ISSN surpapier (onhardcopy):1025-2355et ISSN en ligne (online):1840-7099. 5 p.
- [6] Ballot C. S. A., Mawussi G., Atakpama W., Moita-Nassy M., Yangakola T. M., Zinga I., Silla S., Kpérkouma W., Dercon G., Komlan B. et Koffi A., 2016. Caractérisation physico-chimique des sols en vue de l'amélioration de la productivité du manioc (*Manihot esculenta* Crantz) dans la région de damara au centre-sud de Centrafrique. *Agronomie Africaine* 28 (1) : 9 - 23.
- [7] Coulibaly K., 2012. Analyse des facteurs de variabilité des performances agronomiques et économiques des cultures et de l'évolution de la fertilité des sols dans les systèmes agropastoraux en milieu soudanien du Burkina Faso : approche expérimentale chez et par les paysans. Doctorat unique Doctorat en Développement rural. DE L'UNIVERSITÉ POLYTECHNIQUE DE BOBO DIOULASSO. Spécialité : sciences des sols. 149 p
- [8] Coulibaly N.D., Ossey C.L., Gadjé A.G., N'Gbesso M.F.D.P., Fondio L. & Soro O.T. (2021). Etude de l'arrière effet des légumineuses alimentaires sur la productivité des légumes : cas de la tomate (*Solanum Lycopersicum*), cultivée dans la localité de Bouaké au centre de la Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal*, ESJ, 17(21) : 125.
- [9] Dabin B. 1970. Les facteurs chimiques de la fertilité des sols (matière organique, phosphore). Dans Pédologie et développement. Paris : ORSTOM ; BDPA, (10), 191-219. (Techniques Rurales en Afrique ; 10).
- [10] Doumbia S., 2016. Effets de l'agriculture de conservation sur les flux hydriques, la fertilité du sol et les rendements des cultures en station à l'Ouest du Burkina Faso. Mémoire de fin de cycle ingénieure Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (UPB), Institut du Développement Rural p 58.
- [11] FAO, 2015. De la Déclaration d'Abuja sur les engrais au cadre de gestion durable des sols pour la sécurité alimentaire et nutritionnelle en Afrique à l'horizon 2030. Stimuler les sols africains. 16p.
- [12] Gbakatche H.; Sanogo S.; Camara M.; Bouet A.; Keli J.Z., 2010. Effet du paillage par des résidus de pois d'angole (*cajanus cajan* l.) sur le rendement du riz (*oryza sativa*) pluvial en zone forestière de Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine* 22 (2) : 131 - 137.
- [13] Gigou J., 1990 : rapport analytique ; la fertilisation minérale en côte d'ivoire : son adaptation aux situations locales et aux objectifs des paysans. Note technique n°24-90/syst. DCV-IDESSA. 13 p.

- [14] Konate Z., Gala Bi T. J., Messoum F. G., Sekou A., Yao Kouame A., Camara M., Keli Z. J., 2012. Alternatives à la fertilisation minérale des sols en riziculture pluviale de plateau : apports des cultures du soja et du niébé dans la fertilité d'un ferralsol hyperdystrique au Centre-ouest de la Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences* 54 : 3859 – 3869.
- [15] Konate Z, Messoum FG, Sekou A, Yao KA, Camara M, Keli ZJ. 2013. Effets des cultures de soja (*Glycine max*) et de niébé (*Vigna unguiculata*) sur la densité apparente et la teneur en eau des sols et sur la productivité du riz pluvial de plateau sur ferralsol hyperdystrique : cas de Gagnoa, au Centre Ouest de la Côte d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 7(1): 47-59. DOI : 10.4314/ijbcs.v7i1.5
- [16] Koulibaly B., Dakuo D., Traore M., Traore O., Nacro H.B., Lompo F. et Sedogo M.P., 2016. Effets de la fertilisation potassique des sols ferrugineux tropicaux sur la nutrition minérale et la productivité du cotonnier (*Gossypium hirsutum* L.) au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 10(2) : 722-736. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i2.22>
- [17] Koutouan FP, Nguessan BC, Wandan EN, Djéhi B. Ta Bi, 2017. Effet de La Fertilisation Phospho-Potassique sur le rendement grainier et la qualité des semences de *Cajanus Cajan* L. Millsp. Sur un ferrasol à Yamoussoukro, Région Centre de la Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal* 13 (21) : 7-20. DOI : <http://dx.doi.org/10.19044/esj.2017.v13n21p7>.
- [18] Kouyaté Z, 2006. Amélioration de la fertilité du sol et du rendement des cultures en zone soudanosahélienne du Mali : rôle du mode de gestion des légumineuses fixatrices d'azote, des résidus de récolte et du phosphate naturel du Tilemsi. Thèse de doctorat, Université de Cocody, 166 p.
- [19] N'Gbesso M.F.D P., Zohouri G.P., Fondio L., Djidji A.H. et Konate D., 2013. Etude des caractéristiques de croissance et de l'état sanitaire de six variétés améliorées de niébé [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] en zone centre de Côte d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 7(2): 457-467. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v7i2.4>
- [20] N'Goran K. E., Kassim K. E., Brou K. J., Gustave F. M., Kouamé B. et N'guessan D. B., 2018. Diagnostic de l'état de fertilité des sols sous culture cotonnière dans les principaux bassins de production de Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal*, 14 (33) : 221 – 238.
- [21] N'Goran K. E., 2008. Effet des légumineuses à grains et des plantes de couverture sur la fertilité des sols et la production de l'igname en zone soudano-guinéenne de Cote d'Ivoire. Mémoire de thèse à l'Université de Cocody ; 183 p.
- [22] Naudin K., Balarabe O., Aboubakary, 2005. Systèmes de culture sur couverture végétale. SODECOTON Projet Eau Sol Arbre Nord Cameroun. Résultats campagne 2004, Synthèse. Document obtenu sur le site Cirad du réseau <http://agroecologie.cirad.fr>. 65 p.
- [23] Ochou O. G., Koto E., N'Guessan E., Ouraga Y., Tehia K. E., Kouadio N. N. et Angbo S., 2003. Analyse et Propositions pour le Programme Coton de 2ème Génération., Période 2004-2007, Sous-commission Coton. Document CNRA, juin 2003, 14 p.
- [24] Ouattara V. T., Konate Z., Messoum G. F., Kassim E. K., Tahi M. G., Koko L. A., Kone B., E. Dick A. et Camara M., 2018. Effets de la fertilisation organo-phosphatée sur la fertilité en matière organique et complexe adsorbant d'un ferralsol sous cacaoyers dans la région de Divo (Côte d'Ivoire). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 12(6) 2901-2921. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i6.33>
- [25] Souley M. S., Addam K. S., Mourou B. et Jens B. A., 2020. Effets de la fertilisation à Base de la biomasse du *Sida cordifolia* L. sur les performances agronomiques et la rentabilité économique de la Tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) en culture irriguée. *European Scientific Journal*, 16 (3) : 127-150.
- [26] UNIFA Edition 2005. Le sol et ses constituants, in Parlons fertilisation. 6 p.
- [27] Yoro G. R., 2000. Les principaux sols de côte d'ivoire et leur corrélation avec les groupes de références de la Base Mondiale des données de sols (WRB), 19 p.