



## Efficacité de l'association maïs [*Zea mays* (L.) (Poaceae)] et niébé [*Vigna unguiculata* (L.) Walp (Fabaceae)] sur la fertilité chimique du sol au Sud de la Côte d'Ivoire

Kimou Serge Hervé<sup>1</sup>, Koné Tchoa<sup>2</sup>, Coulibaly Noupé Diakaria<sup>3</sup>, Koné Mongomaké<sup>2</sup>

<sup>1</sup>UFR Sciences et Technologies, Université Alassane Ouattara, 01 BP V 18 Bouaké, Côte d'Ivoire.

<sup>2</sup>UFR Sciences de la Nature, Université Nangui Abrogoua, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire.

<sup>3</sup>Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), 01 BP 633 Bouaké 01, Côte d'Ivoire.

Auteur correspondant e-mail [serheki77@gmail.com](mailto:serheki77@gmail.com)

Submission 18<sup>th</sup> September 2023. Published online at <https://www.m.elewa.org/Journals/> on 30<sup>th</sup> November 2023. <https://doi.org/10.35759/JABs.191.9>

### RESUME :

**Objectifs :** L'intensification de l'agriculture a conduit à la dégradation des sols. Avec la baisse des rendements, il importe de déterminer le meilleur mode d'arrangement spatial qui favorise la régénération de la fertilité du sol. La présente étude se propose d'évaluer l'influence de l'association maïs-niébé sur la qualité du sol.

**Méthodologie et Résultats :** Les niébés N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub> et N<sub>3</sub> ont été associés au maïs suivant trois modalités (intra-lignes, bandes et simples interlignes). Les échantillons ont été prélevés avant l'installation des essais et après les récoltes. Les analyses montrent que le taux d'azote dans le sol après une culture associée (0,52 à 0,73%) a été le plus élevée. L'association maïs-niébé N<sub>1</sub> a induit les plus forts taux d'accumulation d'azote. La valeur la plus importante de potassium a été enregistrée chez l'association culturale en damier (MN<sub>1</sub>D). Les associations culturales ont exprimé des taux de carbone et de matière organique les plus élevés.

**Conclusion et application des résultats :** Le sol après une association maïs et niébé permet une meilleure conservation des éléments minéraux par rapport au sol initial sans culture. Les résultats indiquent que l'analyse chimique des sols en cultures associées a montré une différence au niveau de leur composition chimique. Parmi les associations de culture, le niébé N<sub>1</sub> associé en intra-lignes au maïs a permis une meilleure gestion des éléments minéraux.

**Mots clés :** Association culturale, sol, fertilité

### Effectiveness of the maize *Zea mays* (L.) (Poaceae) and cowpea *Vigna unguiculata* (L.) Walp (Fabaceae) in intercropping on chemical soil fertility in southern Côte d'Ivoire

### ABSTRACT

**Objectives:** Agricultural intensification has led to soil degradation. As yields fall, it is important to determine the best spatial arrangement for regenerating soil fertility. The aim of this study was to assess the influence of the maize-cowpea in intercropping on soil quality.

**Methodology and results:** Cowpeas N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub> and N<sub>3</sub> were combined with maize in three different ways (within rows, strips and single rows). Samples were taken before the trials were set up and after harvesting. Analyses show that soil nitrogen levels after a combined crop (0.52 to 0.73%) were the highest. The N<sub>1</sub> maize-cowpea intercropping produced the highest nitrogen accumulation rates. The highest potassium value was recorded in the checkerboard cropping association (MN1D). The cropping associations expressed the highest levels of carbon and organic matter.

**Conclusion and application of results:** The soil after a maize and cowpea in intercropping has a better conservation of mineral elements than the initial soil without cultivation. The results indicate that the chemical analysis of soils in intercropping showed a difference in their chemical composition. Among the crop associations, cowpea N<sub>1</sub> intercropped intra-row with maize resulted in better management of mineral elements.

**Keywords:** intercropping, soil, fertility

## INTRODUCTION

L'association culturale est recommandée en raison de la productivité globale élevée et du contrôle efficace des ravageurs et des maladies. De plus, elle est pourvoyeuse de nombreux services écologiques et est source de rentabilité économique (Midega *et al.*, 2014 ; Wu & Wu, 2014). L'association culturale est le plus souvent composée de deux ou plusieurs espèces cultivées sur une même parcelle, pendant une période importante de leur cycle de culture, bien que ces cultures ne soient pas nécessairement semées ni récoltées simultanément (Manasa *et al.*, 2018). Ses avantages résident dans le fait que les cultures qui y sont associées utilisent de façon efficiente les ressources environnementales. (Wu *et al.*, 2012). L'association des céréales avec les légumineuses est l'option la plus fréquente dans les systèmes de cultures associées. Les légumineuses augmentent la disponibilité de l'azote dans le sol grâce à la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique (Carsky *et al.*, 2003). Bien que ce rôle leur est reconnu, les légumineuses, tel que le niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp), sont cultivés à

petite échelle à des fins alimentaires ou comme source de revenu additionnel (Mapfumo & Giller, 2001). Le maïs (*Zea mays* L.), beaucoup consommé a une production moyenne nationale estimée, en 2016 à 680 800 tonnes (FAOSTAT, 2016). Les différentes études réalisées en Côte d'Ivoire sur l'incidence de l'association culturale sur la fertilité du sol ont essentiellement été concentrées sur la disponibilité en azote. Plusieurs autres études rapportent que les légumineuses sont capables d'améliorer la teneur en azote disponible pour l'autre composante de l'association (Dahmardeh *et al.*, 2010 ; Chimonyo *et al.*, 2016). Les associations avec les légumineuses pourraient ainsi réduire la fertilisation minérale azotée (Pelzer *et al.*, 2014 ; Ndonga *et al.*, 2015). Pour mieux appréhender l'efficacité des associations culturales maïs-niébé, sur les propriétés chimiques du sol, leurs influences ont été étudiées. La présente étude a eu pour objectif d'évaluer l'association maïs-niébé sur l'amélioration de la fertilité du sol en vue d'en déterminer le meilleur mode d'arrangement spatial.

## MATÉRIEL ET MÉTHODE

**Site expérimental :** L'essai a été mis en place à l'Université Nangui Abrogoua (Côte d'Ivoire). Le sol du site à pH acide est de type ferrallitique fortement désaturé avec une

proportion en matière organique comprise entre 2 à 3 % (Yao-Kouamé et Alou, 2008).

**Matériel végétal :** La variété de maïs (*Zea mays*) EV8728 et trois cultivars locaux de niébé (*Vigna unguiculata*) du Centre National

de Recherche Agronomique (Côte d'Ivoire) ont constitué le matériel végétal. Les cultivars de niébé étudiés, tous à cycle court, présentent les caractéristiques suivantes :

- Le cultivar N<sub>1</sub> provenant de Touba à graines de couleur rouge, lisses, ovoïdes de taille moyenne avec un port érigé.
- Le niébé N<sub>2</sub> provenant de Korhogo à graines de couleur blanche, lisses, ovoïdes de petite taille à port rampant.
- Le niébé N<sub>3</sub> également de Korhogo à graines de couleur rouge, lisses, rhomboédriques de taille moyenne à port semi érigé.

**Dispositif expérimental :** L'essai a été mis en place, selon un dispositif en blocs aléatoires

complets avec 9 modalités en une répétition par bloc, avec un seul facteur étudié (les précédents culturaux : association simple interligne, association en bande, association en damier). Il a été composé de 3 blocs complets aléatoires, avec 9 associations de culture. Chaque parcelle élémentaire a eu pour mesure 5m de longueur et 3,25 m de largeur (soit une superficie de 16,25 m<sup>2</sup>). Un espace de 1 m a été laissé entre les parcelles élémentaires et de 2 m entre les blocs. Les traitements décrits dans le tableau 1 ont également été étudié par Kimou *et al.*, 2018.

**Table 1 : Les différentes associations culturales étudiées**

Association culturale	Description
MN <sub>1</sub> D	Culture de maïs associé au niébé N <sub>1</sub> en association intra-lignes ou en damier avec poquets alternés sur une même ligne.
MN <sub>2</sub> D	Culture de maïs associé au niébé N <sub>2</sub> en association intra-lignes ou en damier avec poquets alternés sur une même ligne.
MN <sub>3</sub> D	Cultures de maïs associé au niébé N <sub>3</sub> en association intra-lignes ou en damier avec poquets alternés sur une même ligne.
1M1N <sub>1</sub>	Culture de maïs associé au niébé N <sub>1</sub> en simples interlignes avec une ligne de maïs alternée avec une ligne de niébé.
1M1N <sub>2</sub>	Culture de maïs associé au niébé N <sub>2</sub> en simples interlignes avec une ligne de maïs alternée avec une ligne de niébé.
1M1N <sub>3</sub>	Culture de maïs associé au niébé N <sub>3</sub> en simples interlignes avec une ligne de maïs alternée avec une ligne de niébé.
2M4N <sub>1</sub>	Culture de maïs associé au niébé N <sub>1</sub> en bandes composées de deux lignes de maïs alternées avec quatre lignes de niébé.
2M4N <sub>2</sub>	Culture de maïs associé au niébé N <sub>2</sub> en bandes composées de deux lignes de maïs alternées avec quatre lignes de niébé.
2M4N <sub>3</sub>	Cultures de maïs associé au niébé N <sub>3</sub> en bandes composées de deux lignes de maïs alternées avec quatre lignes de niébé.

MN<sub>1</sub>D, MN<sub>2</sub>D, MN<sub>3</sub>D : associations en intra-lignes ou en damier ; 1M1N<sub>1</sub>, 1M1N<sub>2</sub>, 1M1N<sub>3</sub> : associations en simples interlignes ; 2M4N<sub>1</sub>, 2M4N<sub>2</sub>, 2M4N<sub>3</sub> : associations en bandes ; Les niébés N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub>

**Méthode de prélèvement des échantillons du sol :** Ces prélèvements ont été effectués sur les 30 premiers centimètres avant l'installation des essais (S<sub>0</sub>) et après les récoltes. Cinq prélèvements ont été effectués selon la méthode d'échantillonnage en diagonale décrite par Coulibaly (2018). Un échantillon

composite d'environ 1,5 kg a été constitué à partir de ces cinq échantillons élémentaires, pour chaque type d'association. Ces échantillons de sol ont été séchés et tamisés à l'aide de tamis de 2 mm en vue d'effectuer des analyses chimiques. Les différentes analyses ont concerné l'azote total, le carbone, le

phosphore total, le sodium, le potassium, le magnésium, le calcium, le pH<sub>eau</sub> et la capacité d'échange cationique.

**Analyses statistiques des données expérimentales:** Dans cette étude, le logiciel STATISTICA 7.1 a été utilisé pour les analyses

## RÉSULTATS

**Composition chimique des sols :** Les paramètres chimiques des sols des différents traitements ont été analysés. Les résultats sont consignés dans le tableau 2. Le taux d'azote du sol a varié significativement entre les différents modes d'associations culturales ( $P < 0,05$ ). Les analyses ont montré que le taux d'azote dans le sol sous culture associée (0,52 à 0,73%) a été supérieur à celui du sol à l'état initial  $S_0$  (0,37%) avant la mise en place du système de cultures. L'association maïs-niébé  $N_1$  a induit les plus forts taux d'accumulation d'azote. Les associations maïs-niébé  $N_2$  et maïs-niébé  $N_3$  ont induit des taux d'azote similaires. Les taux de carbone (3,83 % à 4,24 %), de sodium (0,047 à 0,043 c.mol.kg<sup>-1</sup>) et de calcium (0,15 à 0,2 c.mol.kg<sup>-1</sup>) des associations culturales ont été statistiquement supérieurs aux valeurs obtenues dans le sol à l'état initial ( $S_0$ : C (1,83 %), Na<sup>+</sup> (0,013 c.mol.kg<sup>-1</sup>), Ca<sup>2+</sup> (0,1 c.mol.kg<sup>-1</sup>)). Les taux de phosphore, de calcium et de magnésium n'ont

statistiques. Les données brutes obtenues ont fait l'objet d'une analyse de variance (ANOVA) à un critère de classification. En cas de différence significative le test de Newman-Keuls, au seuil de 5 % a permis de séparer les moyennes.

pas varié quel que soit le type d'association culturale. Ces valeurs ont été statistiquement identiques à celles des sols non cultivés ( $S_0$ ). L'analyse statistique a révélé une différence significative entre les taux de potassium des différents systèmes d'association de culture. Les associations culturales  $MN_1D$  (0,04 c.mol.kg<sup>-1</sup>),  $2M4N_1$  (0,03 c.mol.kg<sup>-1</sup>) et  $1M1N_1$  (0,03 c.mol.kg<sup>-1</sup>) ont exprimé des taux de potassium plus élevés que le témoin (0,02 c.mol.kg<sup>-1</sup>). La valeur la plus importante étant enregistrée chez l'association culturale maïs-niébé  $N_1$  en damier ( $MN_1D$ ). Le pH des sols a varié selon le mode d'association culturale. Le pH du sol témoin a été plus élevé (5,27) que celui des sols des différentes associations. Le plus faible pH a été obtenu avec l'association  $2M4N_1$  (4,33). La capacité d'échange cationique (CEC) du sol témoin a été plus élevée (2,202) que celle des associations culturales.

AC	Azote (%)	Carbone (%)	Phosphore total (mg.kg <sup>-1</sup> )	Potassium K <sup>+</sup> (c.mol.kg <sup>-1</sup> )	Sodium Na <sup>+</sup> (c.mol.kg <sup>-1</sup> )	Calcium Ca <sup>2+</sup> (c.mol.kg <sup>-1</sup> )	Magnésium Mg <sup>2+</sup> (c.mol.kg <sup>-1</sup> )	CEC (c.mol.kg <sup>-1</sup> )	pH
<b>S<sub>0</sub></b>	0,37±0,04c	1,83±0,02b	162,58±6,8a	0,02±0,67c	0,013±0,00b	0,1±6,8a	0,21±0,7a	2,205±9,4a	5,27±0,1a
<b>MN<sub>1</sub>D</b>	0,66±0,15a	4,12±0,78a	189,9±38,1a	0,04±1,38a	0,047±0,01a	0,2±38,1a	0,2±3,0a	1,418±2,3b	4,49±0,4e
<b>2M4N<sub>1</sub></b>	0,73±0,11a	4,24±1,02a	206,34±42,1a	0,03±0,99b	0,047±0,01a	0,2±42,1a	0,2±3,7a	1,290±0,9c	4,33±0,01f
<b>1M1N<sub>1</sub></b>	0,67±0,17a	4,05±0,92a	211,15±44a	0,03±1,31b	0,047±0,01a	0,2±44a	0,2±4,9a	1,314±1,2c	4,89±0,3c
<b>MN<sub>2</sub>D</b>	0,59±0,19b	4,14±0,84a	159,77±22,5a	0,02±0,79c	0,047±0,01a	0,2±22,5a	0,19±2,3a	1,262±0,6c	4,79±0,3c
<b>2M4N<sub>2</sub></b>	0,63±0,15b	4,04±1,08a	183,07±30,1a	0,02±1,37c	0,043±0,01a	0,2±30,1a	0,19±3,1a	1,192±1,3c	4,52±0,2e
<b>1M1N<sub>2</sub></b>	0,58±0,14b	3,83±1,01a	163,85±19,5a	0,02±0,60c	0,043±0,01a	0,2±19,5a	0,19±3,7a	1,268±0,6c	4,80±0,1c
<b>MN<sub>3</sub>D</b>	0,56±0,26b	4,04±0,84a	134,79±9,8a	0,02±1,45c	0,047±0,01a	0,2±9,8a	0,19±2,7a	1,212±1,4c	4,99±0,2b
<b>2M4N<sub>3</sub></b>	0,57±0,08b	3,91±1,10a	143,07±9,3a	0,02±1,76c	0,047±0,02a	0,2±9,3a	0,18±2,9a	1,179±1,8c	4,62±0,2d
<b>1M1N<sub>3</sub></b>	0,52±0,19b	3,83±1,19a	160,43±17,7a	0,02±1,33c	0,043±0,02a	0,15±17,7a	0,18±5,7a	1,193±1,2c	4,66±0,3d
<b>P</b>	<b>&lt; 0,05</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>0,56 ns</b>	<b>&lt; 0,01</b>	<b>&lt; 0,01</b>	<b>&lt; 0,01</b>	<b>0,261ns</b>	<b>&lt; 0,05</b>	<b>&lt;0,001</b>

$P < 0,001$  : Effet très hautement significatif ;  $P < 0,01$  : Effet hautement significatif ;  $P < 0,05$  : Effet significatif ; ns : Effet non significatif ;  $S_0$  : sol à l'état initial avant mise en place du système de culture ; **AC** : Association culturale ; **MN<sub>1D</sub>**, **MN<sub>2D</sub>**, **MN<sub>3D</sub>** : associations en damier ; **1M1N<sub>1</sub>**, **1M1N<sub>2</sub>**, **1M1N<sub>3</sub>** : associations en simple interligne ; **2M4N<sub>1</sub>**, **2M4N<sub>2</sub>**, **2M4N<sub>3</sub>** : associations en bandes ; Pour chaque colonne, les chiffres suivis d'une même lettre sont statistiquement identiques au seuil de 5 % (test Newman-keuls) ; Moyenne  $\pm$  écart type, Valeurs obtenues pour 100 grammes de matière sèche.  
**Taux de carbone et de matière organique du sol** : Les taux de carbone et de matière organique des sols ont été évalués pour tous

les modes d'associations culturales et comparés à ceux du sol témoin (non fertilisé et sans culture associées). Le rapport carbone/azote des différentes parcelles a été aussi établi. Les résultats sont consignés dans le tableau 3. Les associations culturales ont généré des taux de carbone et de matière organique statistiquement supérieurs aux valeurs obtenues avec le témoin  $S_0$  (Taux de carbone 1,83 %, Taux de matière organique 3,16 %). Les taux de carbone et de matière organique ont été statistiquement identiques sur toutes les parcelles des associations culturales. La valeur la plus importante du rapport C/N a été donnée par l'association maïs-niébé  $N_3$  en bande 2M4N<sub>3</sub>.

**Tableau 3.** Taux de carbone et de matière organique du sol sous culture associée maïs-niébé après deux années successives de culture

AC	Azote (%)	Carbone (%)	Matière organique (%)	Carbone/Azote
$S_0$	0,37 $\pm$ 0,04c	1,83 $\pm$ 0,02b	3,16 $\pm$ 1,5b	5,38 $\pm$ 1,6e
<b>MN<sub>1D</sub></b>	0,66 $\pm$ 0,15a	4,12 $\pm$ 0,78a	7,11 $\pm$ 1,34a	6,24 $\pm$ 0,3d
<b>2M4N<sub>1</sub></b>	0,73 $\pm$ 0,11a	4,24 $\pm$ 1,02a	7,31 $\pm$ 1,75a	5,79 $\pm$ 0,67e
<b>1M1N<sub>1</sub></b>	0,67 $\pm$ 0,17a	4,05 $\pm$ 0,92a	6,98 $\pm$ 1,56a	6,24 $\pm$ 1,5d
<b>MN<sub>2D</sub></b>	0,59 $\pm$ 0,19b	4,14 $\pm$ 0,84a	7,14 $\pm$ 1,44a	7,54 $\pm$ 1,16c
<b>2M4N<sub>2</sub></b>	0,63 $\pm$ 0,15b	4,04 $\pm$ 1,08a	6,96 $\pm$ 1,86a	7,63 $\pm$ 0,64c
<b>1M1N<sub>2</sub></b>	0,58 $\pm$ 0,14b	3,83 $\pm$ 1,01a	6,60 $\pm$ 1,74a	7,47 $\pm$ 1,70c
<b>MN<sub>3D</sub></b>	0,56 $\pm$ 0,26b	4,04 $\pm$ 0,84a	6,97 $\pm$ 1,44a	9,21 $\pm$ 1,62b
<b>2M4N<sub>3</sub></b>	0,57 $\pm$ 0,08b	3,91 $\pm$ 1,10a	6,74 $\pm$ 1,89a	10,56 $\pm$ 2,5a
<b>1M1N<sub>3</sub></b>	0,52 $\pm$ 0,19b	3,83 $\pm$ 1,19a	6,61 $\pm$ 2,05a	9,97 $\pm$ 1,9b
<b>P</b>	<b>&lt; 0,05</b>	<b>&lt; 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>

## DISCUSSION

L'étude a montré que les cultures associées ont enrichi le sol en azote. Cette augmentation de la teneur en azote dans le sol pourrait être due principalement à la contribution du niébé. Le niébé en tant que légumineuse a contribué à la transformation de l'azote atmosphérique en azote minéral, directement assimilable par la plante. Cette action permet de maintenir l'azote dans le sol sous forme de nitrate et d'ammonium (Agbogidi et Egho, 2012). Plusieurs autres auteurs comme Lithourgidis *et*

*al.* (2006), Dahmardeh *et al.* (2010) et Chimonyo *et al.* (2016) ont également rapporté que les légumineuses sont capables d'améliorer la teneur en azote disponible pour l'autre composante de l'association. Par leur capacité à utiliser l'azote de l'atmosphère, les légumineuses prélèvent moins d'azote dans le sol, favorisant ainsi la nutrition azotée de la culture associée. L'augmentation du taux de carbone organique des sols sous les légumineuses dans un système d'association

culturale serait due à la chute de feuilles. En effet selon N'Goran *et al.* (2011), les feuilles des légumineuses sont des sources potentielles de matière organique minéralisable qui enrichissent le sol en carbone. C/N est le rapport entre le carbone organique et l'azote total. C'est un indicateur du potentiel humigène du produit, qui permet de juger du degré d'évolution de la matière organique, c'est-à-dire de son aptitude à se décomposer plus ou moins rapidement dans le sol. Le rapport C/N fournit donc d'utiles indications sur l'évolution de la matière organique du sol. Il est couramment admis que, plus le rapport C/N d'un produit est élevé, plus il se dégrade lentement dans le sol et fournit de l'humus stable qui va provoquer l'immobilisation de l'azote du sol par les microorganismes. Selon l'échelle d'interprétation de Sinaj *et al.* (2009), le sol sous culture associée en bande 2M4N<sub>3</sub> est le plus humifère (valeur supérieure à 10). Sa minéralisation est moins rapide car la matière organique ou humus est plus ou moins bien décomposée (Baize, 2000). La présente étude a également révélé une augmentation de la teneur des différents éléments minéraux tels que K, Na, du sol sous cultures associées. Cette augmentation peut être due aux conditions environnementales favorables (humidité du sol, température, microorganismes) à la minéralisation des débris végétaux des espèces en associations culturales par rapport au témoin S<sub>0</sub> (sol sans culture en début d'expérimentation). Les débris de ses espèces en se décomposant restituent une partie importante de ces éléments minéraux dans le sol. Ces résultats corroborent ceux de Dahmardeh *et al.* (2010) qui ont révélé une amélioration de la fertilité du sol de l'association maïs-niébé par rapport à la culture pure de maïs. Les différents niveaux de CEC pour les sols sous cultures associées et le témoin sans association culturale pourrait s'expliquer par la qualité du complexe argilo-humique. En effet, la CEC présente la somme des cations échangeables ((K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>,

NH<sub>4</sub><sup>+</sup> et Na<sup>+</sup>) et l'acidité échangeable (Al<sup>3+</sup> et H<sup>+</sup>) du complexe adsorbant (Julien et Tessier, 2021), d'où la corrélation positive entre le niveau de CEC et le niveau des éléments chargés positivement K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>. Elle représente la réserve totale assimilable du sol en ces éléments et en donne la fertilité chimique (Kadidaa *et al.*, 2017 ; Julien et Tessier, 2021). Les valeurs élevées de la CEC sont responsables de l'augmentation du pH eau en absence de cultures associées. En effet, les légumineuses avec leur grande capacité de fixation de l'azote atmosphérique ont enrichi le sol en substance azotée. La minéralisation de l'azote a augmenté la concentration en ion H<sup>+</sup> dans le sol. L'abondance de cet ion a fortement contribué à la baisse du pH du sol. Selon Kadidaa *et al.* (2017), le sol devient acide lorsque les ions H<sup>+</sup> se fixent sur le complexe argilo-humique à la place des cations (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup>). L'activité du sol, tout comme la disponibilité de la majeure partie des éléments nutritifs dépend du pH (Bertschinger *et al.*, 2003). Selon l'échelle d'interprétation du pH eau (Bertschinger *et al.*, 2003), l'analyse des sols de culture a montré que le pH acide du site de culture (5,27) a fortement baissé en culture associée (4,99 à 4,33). Cette baisse du pH eau en cultures associées pourrait s'expliquer par les travaux de Amadji et Aholoukpe (2008). Ces auteurs ont montré que la culture répétée du niébé a été responsable de la baisse du pH du sol au Bénin. Le pH a varié de 6,7 à 6,4. Selon ces auteurs, les légumineuses comme le niébé, par la fixation de l'azote atmosphérique, ont tendance à baisser le pH du sol. Les légumineuses fixatrices de l'azote atmosphérique assimilent moins de nitrates (donc d'anions) et ont besoin d'extruder des protons pour leur équilibre électrique. Ce processus résulte de la libération par les racines de la plante de cations H<sup>+</sup> chargés positivement (Vadez *et al.*, 2001). Ce relargage de protons a pour effet de faire baisser le pH du sol.

## CONCLUSION ET APPLICATION DES RESULTATS

L'analyse chimique des sols en cultures associées a montré une différence au niveau de leur composition chimique. Le sol après une association culturale favorise une augmentation des éléments minéraux par rapport au sol initial sans culture. La variété et le mode de culture ont été les principales sources de variabilité entre les associations

culturelles. Parmi les associations de culture, le niébé N<sub>1</sub> associé en damier au maïs a permis une meilleure gestion des éléments minéraux. Les résultats de cette étude permettront d'envisager l'utilisation des associations culturales pour leur capacité à restaurer ou à renforcer la fertilité des sols.

## RÉFÉRENCES

- Agbogidi O.M. & Egho E.O. (2012). Evaluation of eight varieties of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) in Asaba agro-ecological environment, Delta State, Nigeria. *European Journal of Sustainable Development*, 1(2): 303-314.
- Amadji G.L. & Aholoukpe H.N.S. (2008). Impact du niébé (*Vigna unguiculata*) et de la fumure minérale sur les propriétés chimiques de la terre de barre du Bénin. *Etude et Gestion des Sols* 15(3) : 147-160.
- Baize D. (2000). Guide des analyses en pédologie 2e édition. Paris: INRA, 257 p.
- Bertschinger L., Christian G., Ryser J. P., Häseli A., Neuweiler R., Pfammatter W., Schmid A. & Weibel F. (2003). Données de base pour la fumure en arboriculture fruitière, Fruits à pépins, fruits noyau, kiwis, baies d'arbustes. Edition : Eidgenössische Forschungsanstalt, Postfach 185, CH-8820 Wädenswil, 48 p.
- Carsky R.J., Douthwaite B., Manyong V.M., Sanginga N., Schulz S., Vanlauwe B., Diels J. & Keatinge J.D.H. (2003). Amélioration de la gestion des sols par l'introduction de légumineuses dans les systèmes céréaliers des savanes africaines. *Cahiers Agriculture* 12 : 227-233.
- Chimonyo V.G.P., Modi T. & Mabhaudhi A.T. (2016). Simulating yield and water use of a sorghum-cowpea intercrop using APSSIM. *Agricultural Water Management* 177: 317-328.
- Dahmardeh M., Ghanbari A., Syahsar B.A. & Ramrodi M. (2010). The role of intercropping maize (*Zea mays* L.) and Cowpea (*Vigna unguiculata* L.) on yield and soil chemical properties. *African Journal of Agricultural Research* 5(8) : 631-636.
- FAOSTAT. (2016). Données de l'alimentation et de l'agriculture. <http://Faostat.fao.org>, consulté le 16/07/2018 à 16h09. *Crops Research* 11 : 345-352.
- Julien J-L. & Tessier D. (2021). Rôles du pH, de la CEC effective et des cations échangeables sur la stabilité structurale et l'affinité pour l'eau du sol, *Etude et Gestion des Sols* 28, 159-179
- Kadidaa B., Sadimantara G. R., Suaib S., Safuan L. O., & Muhidin M. (2017). The effect of organic fertilizer in the increasing of local upland rice production on marginal land in North Buton Indonesia. *Biosciences Biotechnology Research Asia* 14(3): 1051-1054.
- Kimou S.H., Coulibaly L.F., Soumahoro A.B., Koné T. & Koné M. (2018). Influence du mode de culture du maïs [*Zea Mays* (L.) (Poaceae)] et du niébé [*Vigna Unguiculata* (L.) Walp (Fabaceae)] sur la masse et la qualité nutritionnelle des



- graines des deux espèces. *European Scientific Journal* 14(36) : 501-517.
- Lithourgidis A.S., Vasilakoglou I.B., Dhima K.V., Dordas C.A. & Yiakoulaki M.D. (2006). Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. *Field Crops Research* 99: 106-113.
- Manasa P., Maitra S. & Reddy M.D. (2018). Effect of summer maize-legume intercropping system on growth, productivity and competitive ability of crops. *International Journal of Management, Technology and Engineering* 8: 2871-2875.
- Mapfumo P. & Giller K.E. (2001). Soil Fertility Management Strategies and Practices by Smallholder Farmers in Semi-Arid Areas of Zimbabwe. *International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics* (ICRISAT) 1-43.
- Midega C.A.O., Salifu D., Bruce T.J., Pittchar J., Pickett J.A. & Khan Z.R. (2014). Cumulative effects and economic benefits of intercropping maize with food legumes on *Striga hermonthica* infestation. *Field Crops Research* 155: 144-152.
- Ndonda A., Mahungu N., Frangoie A. & Moango A. (2015). Enhancing yield and profitability of cassava in the savannah and forest zones of Democratic Republic of Congo through intercropping with groundnut. *Journal of Applied Biosciences* 89 : 8320-8328.
- N'goran K.E., Kassin K.E., Zohouri G.P., N'gbesso M.F. & Yoro G.R. (2011). Performances agronomiques des associations culturales igname-légumineuses alimentaires dans le Centre-ouest de la Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences* 43 : 2915-2923.
- Pelzer E., Bedoussac L., Corre-Hellou G., Jeuffroy M.-H., Métivier T., Naudin C. (2014). Association de cultures annuelles combinant une légumineuse et une céréale : retours d'expériences d'agriculteurs et analyse. *Innovations Agronomiques* 40 :73-91.
- Coulibaly N.D. (2018). Evaluation des performances germinatives et agromorphologiques des accessions de pourghère [*Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae)] cultivées dans deux régions aux caractéristiques pédoclimatiques contrastées de la Côte d'Ivoire. Thèse de doctorat, Université Nangui Abrogoua, Abidjan, Côte d'Ivoire, 117p.
- Vadez V. & Drevon J.-J. (2001). Genotypic variability in phosphorus use efficiency for symbiotic N<sub>2</sub> fixation in common bean (*Phaseolus vulgaris*). *Agronomy EDP sciences* 21: 691-699.
- Wu K., Fullen M.A. & An T. (2012). Above- and below-ground interspecific interaction in intercropped maize and potato: a field study using the 'target' technique. *Field Crops Research* 139: 63-70.
- Wu K.X. & Wu B.Z. (2014). Potential environmental benefits of intercropping annual with leguminous perennial crops in Chinese agriculture. *Agriculture Ecosystems and Environment* 188 : 147-149.