

Influence des plantations de *Tectona grandis* et de *Acacia auriculiformis* de différents âges des forêts classées de Djigbé et de Ouèdo sur le sol ferrallitique au Sud du Bénin

[Influence of *Tectona grandis* and *Acacia auriculiformis* trees of different ages from the classified forests of Djigbé and Ouèdo on ferrallitic soil in South of Benin]

Jean-Marie DJOSSOU¹, Xavier Gomido KOOKE¹, Muller Oscar HOUNTONDJI¹, Ismaïla TOKO IMOROU², and Julien Gaudence DJEGO³

¹Université d'Abomey-Calavi (UAC), Faculté des Sciences Humaines et Sociales (FASHS), Laboratoire de Biogéographie et d'Expertise Environnementale (LABEE), BP 677 Abomey-Calavi, Benin

²Université d'Abomey-Calavi (UAC), Faculté des Sciences Humaines et Sociales (FASHS), Laboratoire de Cartographie (Lacarto), 10 BP 1082 Cotonou, Benin

³Université d'Abomey-Calavi (UAC), Faculté des Sciences Agronomiques (FSA), Laboratoire d'Ecologie Appliquée (LEA), 01BP 526 Cotonou, Benin

Copyright © 2019 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The current survey aims to determine chemical parameters' modifications of soils of *Tectona grandis* and *Acacia auriculiformis* trees of Djigbé and Ouèdo classified forests. On effect, chemical parameters (pHeau, pHKCl, organic carbon, total nitrogen, assimilable phosphorus, exchangeable cation K⁺) of trees soils of teck aged of 3, 7, 22 and 37 old years and *Acacia auriculiformis* aged of 2 and 6 old years at Ouèdo have been determined. A part from pHeau, and pHKCl, the same parameters have been determined in the litters under those trees and the linked herbal temporally abandoned soils. Statistical analyses have been performed with statistical Analysis Software system Version 9.2 and have been compared by the means of Newman Student Keuls' test at 5 %. The litters are significantly ($p < 0, 05$) richer in organic carbon, total nitrogen, assimilable phosphorus and potassium in comparison with soils. The pHeau shows that the soils under trees of teck aged of 3, 7, 22 and 37 old years of Djigbé and *Acacia auriculiformis* aged of 2 old years are average neutral, but those under *Acacia auriculiformis* aged 6 old ages at Ouèdo are average acid. This research has helped to show that the soils under these trees have importante activity in mineral for the phosphorus and weak in (C, N and K⁺).

KEYWORDS: Classified forests, trees, Djigbé, Ouèdo, Bénin.

RESUME: La présente recherche vise à déterminer les modifications des paramètres chimiques des sols soumis à des plantations de *Tectona grandis* et de *Acacia auriculiformis* des forêts classées de Djigbé et de Ouèdo. A cet effet ; il a été procédé à la détermination des paramètres chimiques (pHeau, pHKCl, carbone organique, azote total, phosphore assimilable, cation échangeable K⁺) des sols sous les plantations de Teck âgées de 3 ; 7 ; 22 ; et 37 ans à Djigbé et de *Acacia auriculiformis* de 2 et 6 ans à Ouèdo. Excepté pHeau et pH_{KCl}, les mêmes paramètres ont été déterminés dans les litières sous les plantations et les jachères herbacées connexes. Des analyses statistiques ont été effectuées avec le logiciel Statistical Analysis System version 9.2 et les moyennes ont été comparées à l'aide du test de Student Newman-Keuls au seuil de 5 %. Les litières sont significativement ($p < 0,05$) plus riches en carbone organique, azote total, phosphore assimilable et potassium comparativement aux sols. Les pHeau montrent que les sols sous les plantations de teck âgées de 3 ; 7 ; 22 ; et 37 ans à Djigbé et de *Acacia* de 2 ans à Ouèdo sont moyennement neutres mais ceux sous *Acacia auriculiformis* de 6 ans à Ouèdo sont

moyennement acides. Cette recherche a permis de montrer que les sols sous ces plantations ont une activité minéralisatrice importante pour le phosphore mais faible pour les teneurs (C, N et K⁺).

MOTS-CLEFS: Forêts classées, plantations, Djigbé, Ouèdo, Bénin.

1 INTRODUCTION

Les forêts naturelles sont en constante régression dans le monde avec une perte de 120 millions d'ha entre 1990 et 2015 [1]. Ceci, particulièrement l'Afrique avec une couverture forestière de 674 419 000 ha soit 17 % de la couverture mondiale dont 95 % représentent des formations naturelles et 5 % des plantations forestières, y a contribué pour plus de la moitié [2].

Les pays de l'Afrique de l'Ouest sont aussi concernés par ce phénomène. Au Bénin, entre 2000 et 2005, les forêts béninoises ont diminué de 2,5 % [3]. La perte annuelle du couvert forestier est estimée à 65.000 ha [4]. Cette situation a entraîné la dégradation des sols, avec ses corollaires de baisse de fertilité et de chutes drastiques de rendement [5].

Pour faire face à la dégradation des ressources naturelles (forêts naturelles et sols), les espèces exotiques ont été introduites sur des sols à restaurer au Sud du Bénin. C'est le cas des plantations de *Tectona grandis* de la forêt classée de Djigbé et de *Acacia auriculiformis* de la forêt classée de Ouèdo. Cependant, aucune étude scientifique n'avait jamais été menée pour établir les paramètres chimiques (pHeau, pHKCl, carbone organique, l'azote total, phosphore assimilable, le cation échangeable K⁺) des sols ferrallitiques sous ces deux plantations. La présente recherche vise à déterminer les modifications des paramètres chimiques des sols ferrallitiques soumis à des plantations de *Tectona grandis* et de *Acacia auriculiformis*.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODE

2.1 MILIEU D'ÉTUDE

La présente recherche a été conduite dans trois communes du sud-Bénin à savoir : Abomey-Calavi, Toffo et Zè (*Figure 1*). Elle porte d'une part sur les litières et les sols des plantations de *Tectona grandis* de la forêt classée de Djigbé située à cheval entre les communes de Toffo et de Zè et des plantations de *Acacia auriculiformis* de la forêt classée de Ouèdo située dans la commune de Abomey-Calavi et d'autre part sur ces mêmes éléments dans les milieux connexes à ces différentes plantations. Le milieu d'étude est compris entre 1°58'30'' et 2°29'00'' de longitude est puis entre 6°20'30'' et 6°58'00'' de latitude nord.

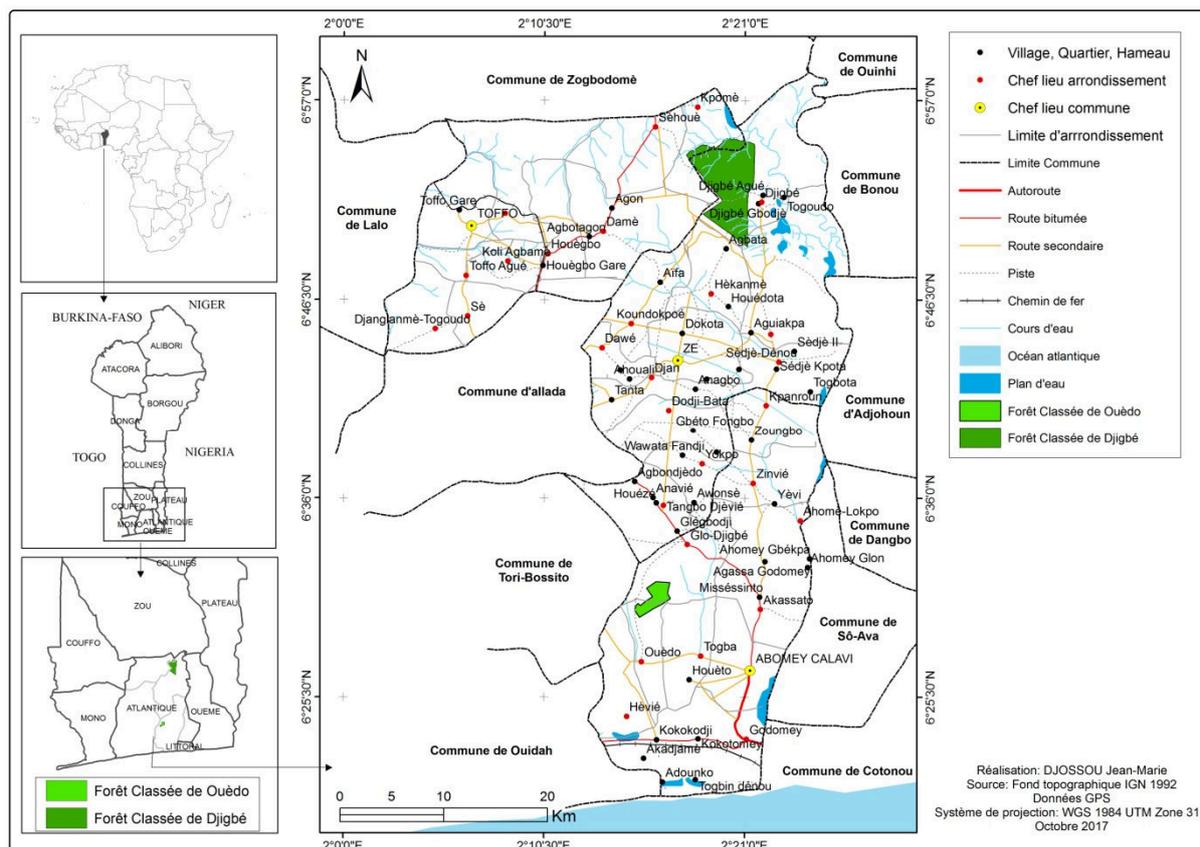


Fig. 1. Localisation des plantations forestières de Djigbé et de Ouèdo

Les plantations forestières de Djigbé et de Ouèdo bénéficient d'un climat de type subéquatorial à quatre saisons dont deux pluvieuses (mars-juillet et septembre-novembre) et deux sèches (août-septembre et novembre-mars). La moyenne annuelle des hauteurs de pluies enregistrées durant la période de 1985 à 2015 est de 1345,55 mm à Ouèdo et de 1129,98 mm à Djigbé [6].

Les sols de Djigbé et de Ouèdo sont dérivés du Continental Terminal et sont connus sous le nom de terre de barre. Ce sont pour la plupart, des sols ferrallitiques évolués à Djigbé selon [7], [8] tandis qu'à Ouèdo, ces sols ferrallitiques sont faiblement désaturés [9].

2.2 MATÉRIEL D'ÉTUDE ET OUTILS

Pour la collecte des données, le matériel utilisé se présente comme suit :

• Matériel de terrain

- Un GPS (Global Positioning System) Garmin 60 pour la géo-localisation des quadrats ;
- Une tarière pour le prélèvement des échantillons de sol destinés aux analyses au laboratoire ;
- Une balance numérique de 1kg de portée pour la mesure des échantillons de sol et de litières prélevés ;
- des sachets plastiques pour conserver les échantillons de sol et de litières prélevés ;
- des piquets pour matérialiser les limites des quadrats ;
- Un appareil photographique pour la prise de vue ;
- et un pentadécamètre (ruban de 50 m de long) pour le dimensionnement des quadrats ;

• Matériels de laboratoire

Un distillateur de Kjeldhal de marque BÜCHI B-324 pour le dosage de l'azote total ; un pH-mètre pour la lecture du pH ; des tamis à mailles 2 mm, 425 µm, et 32 µm pour le tamisage du sol, et enfin des réactifs chimiques appropriés pour les analyses de sol et de végétaux.

• Matériel végétal

Le matériel d'étude a porté sur :

- les plantations publiques de *Tectona grandis* et de *Acacia auriculiformis* des forêts classées de Djigbé et de Ouèdo;
- les milieux connexes aux plantations étudiées (champs de maïs, jachères herbacées) ;
- forêt naturelle semi-décidue.

2.3 MÉTHODE DE PRÉLÈVEMENT DES ÉCHANTILLONS DE SOL ET DE LITIÈRE

L'étude a consisté à déterminer les paramètres chimiques (pHeau, pH_{KCl}, carbone organique, l'azote total, phosphore assimilable et du potassium) dans les sols et litières des plantations de *Tectona grandis* de 3 ans, de 7 ans, de 15 ans, de 22 ans et de 37 ans à Djigbé et à Ouèdo dans les plantations de *Acacia auriculiformis* de 2 ans et de 6 ans d'une part et d'autre part dans les milieux connexes (champ de maïs et jachère) puis dans une formation naturelle semi-décidue, dans les profondeurs de 0-10 cm et 10-20cm. Le dispositif utilisé dans ce cadre est présenté dans la figure 2.

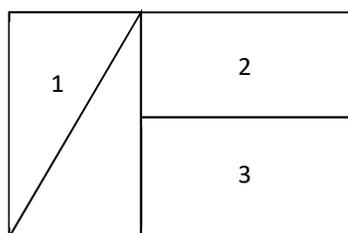


Fig. 2. dispositif de prélèvement des échantillons de sol et de litière

Les échantillons de sol ont été prélevés en suivant la méthode de zig-zag. Chaque parcelle considérée pour les prélèvements des échantillons de sol et de litière a été divisée en trois parties. Dans chaque sous parcelle obtenue, un quadrat de 1 m² a été délimité. La litière présente a été recueillie dans un sac vide de 50 kg, la masse a été prise à l'aide d'un peson numérique (Portable electronic scale) et un échantillon de 100 g a été prélevé dans un sachet plastique. Afin d'obtenir des échantillons composites représentatifs de chacune des deux couches, les carottes obtenues au niveau d'une même couche du sol sont mélangées de façon homogène. Un échantillon de 100 g de ce mélange a été prélevé dans un sachet plastique. Par parcelle considérée, trois échantillons de litière et trois échantillons de sol ont été prélevés.

Au total 84 échantillons de sols ont été prélevés dans les plantations de *Tectona grandis* et de *Acacia auriculiformis* des forêts classées de Djigbé et de Ouèdo, dans les milieux connexes (champ de maïs et jachères) et dans la forêt naturelle semi-décidue contre 30 échantillons de litières prélevés dans les mêmes milieux à l'exception des champs.

L'ensemble des prélèvements a été convoyé au Laboratoire des Sciences du Sol, Eau et Environnement (LSSEE, ex. CENAP) de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) pour la détermination des caractéristiques chimiques.

2.4 MÉTHODES D'ANALYSES CHIMIQUES

Les échantillons de sol de profondeur 0-10 cm et 10-20 cm ont été prélevés du 18 au 19 décembre 2017. Les analyses chimiques ont été effectuées dans le Laboratoire des Sciences du Sol, Eau et Environnement (LSSEE) de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB). Ces analyses ont consisté en la détermination :

- du pHeau et pH_{KCl}: par la méthode potentiométrique dans un rapport sol/eau distillée de 1/2,5 ;
- du carbone organique : par la méthode de Walkley & Black qui consiste à oxyder la matière organique du sol avec le dichromate de potassium (K₂Cr₂O₇ 1 N) en milieu acide dans le rapport sol/K₂Cr₂O₇ de 0,25/10 ;
- du Phosphore assimilable est extrait suivant la méthode Bray 1. Le filtrat est coloré par le molybdate d'ammonium en présence de l'acide ascorbique et l'intensité de la coloration est déterminée par colorimétrie à la longueur d'onde de 660 nm. La solution d'extraction est composée de NH₄F et de HCl ;
- de l'azote total : par la méthode de Kjeldahl consistant en une digestion acide suivie d'une micro-distillation. Le sol est traité par l'acide sulfurique (H₂SO₄) dans un rapport sol-solution de 1/20 en présence d'un comprimé de sélénium (servant de catalyseur). La distillation est faite par entraînement de la vapeur en présence de 20 ml de

NaOH 1 N. Le distillat est recueilli dans un erlenmeyer qui contient 20 ml d'acide borique et 4 gouttes d'indicateur à base de rouge de méthyle. Le titrage est fait avec l'acide sulfurique (H₂SO₄) 0,1 N ;

- du Potassium : par la méthode de Helmke et Sparks (Helmke et Sparks, 1996). Elle consiste à lire les cations au spectrophotomètre d'absorption atomique (SAA) après extraction avec de l'acétate d'ammonium neutre.

2.5 MÉTHODES D'ANALYSE STATISTIQUE

Le tableur Excel 2007 a été utilisé pour la saisie et le traitement des données. Le logiciel Statistical Analysis System version 9.2 (SAS v. 9.2) a été ensuite utilisé pour les analyses statistiques. Ces analyses ont essentiellement consisté en des analyses de variance à deux facteurs à savoir : types de plantations et substrat (sol et litière). Les valeurs moyennes ont été ensuite comparées entre elles à l'aide du test de Student Newman-Keuls au seuil de 5 % (niveau de probabilité)

3 RÉSULTATS

3.1 EFFET DES PLANTATIONS DE *TECTONA GRANDIS* ET DE *ACACIA AURICULIFORMIS* SUR LA LITIÈRE ET LE SOL

Les résultats d'analyse de variance réalisés sur les caractéristiques des formations végétales et les substrats sont consignés dans le tableau 1.

Tableau 1: Analyse de variance (valeur de Fisher) des caractéristiques des différentes formations végétales et suivant les substrats (litière et Sol). Les valeurs entre parenthèse représentent les probabilités

Source de Variation	Degré de liberté	Valeur de Fisher			
		C [g/kg]	N [g/kg]	Pass [mg/kg]	K [mmol/kg]
Formations végétales	7	3,49** (0,004)	22,61*** (<,0001)	97,79*** (<,0001)	68,95*** (<,0001)
Substrat	2	2536,66*** (<,0001)	7063,55*** (<,0001)	2802,10*** (<,0001)	157,08*** (<,0001)
Formation végétale	14	3,30*** (0,0007)	17,71*** (<,0001)	56,41*** (<,0001)	15,78*** (<,0001)
*Substrat					

ns : P > 0,05 * : P < 0,05 ** : P < 0,01 *** : P < 0,001

L'analyse du tableau 1 montre d'une part, que les caractéristiques chimiques des sols des différentes formations végétales varient très significativement ($p < 0,01$ à $p < 0,001$) entre les formations végétales en général d'une part, et d'autre part entre les sols et les litières ($p < 0,01$ à $p < 0,001$). Les résultats des caractéristiques chimiques des différents horizons du sol et des différentes formations végétales sont consignés dans le Tableau 2.

Tableau 2 : Caractéristiques chimiques des litières et des sols ferrallitiques (Moyennes \pm erreurs standards) dans les différentes formations végétales en fonction de l'âge

Formation végétale	Substrat	C[g/kg]	N [g/kg]	Pass[mg/kg]	K [mmol/kg]
Teck de 15 ans	Litière	47,11 \pm 0,01 a	1,90 \pm 0,02 a	0,01 \pm 0,00 c	2,21 \pm 0,02 a
	0_10 cm	0,73 \pm 0,01 b	0,12 \pm 0,01 b	28,15 \pm 0,01 a	2,14 \pm 0,01 b
	10_20 cm	0,44 \pm 0,01 c	0,05 \pm 0,01 c	19,03 \pm 0,01 b	1,39 \pm 0,01 c
	Moyenne	16,09 \pm 7,75AB	0,69 \pm 0,30D	15,73 \pm 4,14 B	1,91\pm0,13C
Acacia de 2 ans	Litière	38,52 \pm 0,02 a	2,87 \pm 0,02 a	0,01 \pm 0,00 a	2,35 \pm 0,01 a
	0_10 cm	0,54 \pm 0,01 b	0,11 \pm 0,01 b	19,03 \pm 0,01 a	1,35 \pm 0,01 b
	10_20 cm	0,36 \pm 0,01c	0,06 \pm 0,01 c	19,01 \pm 0,01 b	1,30 \pm 0,01 b
	Moyenne	13,14 \pm 6,34 BC	1,01 \pm 0,46 BC	12,69 \pm 3,17 C	1,69\pm0,17 D
Teck de 37 ans	Litière	34,97 \pm 0,01 a	2,58 \pm 0,03 a	0,01 \pm 0,00 c	2,16 \pm 0,01 a
	0_10 cm	0,47 \pm 0,02 b	0,13 \pm 0,01 b	21,31 \pm 0,10 a	1,43 \pm 0,03 b
	10_20 cm	0,44 \pm 0,01 b	0,09 \pm 0,01 b	12,43 \pm 0,06 b	1,31 \pm 0,02 c
	Moyenne	11,96 \pm 5,75 C	0,93 \pm 0,41C	11,25 \pm 3,09 DE	1,63\pm0,13 D
Teck de 3 ans	Litière	48,93 \pm 0,01 a	3,02 \pm 0,01 a	0,01 \pm 0,00 c	2,61 \pm 0,01 a
	0_10 cm	0,63 \pm 0,01 b	0,14 \pm 0,01 b	19,03 \pm 0,01 a	1,81 \pm 0,01 b
	10_20 cm	0,62 \pm 0,01 b	0,09 \pm 0,01 b	17,89 \pm 0,02 b	1,53 \pm 0,01 c
	Moyenne	16,73 \pm 8,05 A	1,09 \pm 0,48 AB	12,31 \pm 3,08 CD	1,98\pm0,16 C
Acacia de 6 ans	Litière	41,45 \pm 3,36 a	2,69 \pm 0,04 a	0,01 \pm 0,00 a	1,70 \pm 0,11 a
	0_10 cm	0,71 \pm 0,02 b	0,13 \pm 0,04 b	16,98 \pm 1,57 a	1,47 \pm 0,10 a
	10_20 cm	0,67 \pm 0,05 b	0,10 \pm 0,01 b	14,85 \pm 0,37a	1,35 \pm 0,08 a
	Moyenne	14,28 \pm 4,78 ABC	0,97 \pm 0,30 C	10,61 \pm 1,51E	1,51\pm0,06 E
Teck de 7 ans	Litière	43,56 \pm 0,03 a	3,12 \pm 0,03 a	0,01 \pm 0,00 c	2,22 \pm 0,02 a
	0_10 cm	0,60 \pm 0,02 b	0,04 \pm 0,01b	34,74 \pm 0,16 a	1,57 \pm 0,06 b
	10_20 cm	0,47 \pm 0,03 c	0,34 \pm 0,23 b	22,59 \pm 0,10 b	1,75 \pm 0,07 b
	Moyenne	14,88 \pm 7,20 ABC	1,17 \pm 0,50 A	19,12 \pm 5,09 A	1,85\pm0,10 C
Jachère de moins de 1an	Litière	43,55 \pm 0,0 1a	2,52 \pm 0,01 a	0,05 \pm 0,04 c	2,14 \pm 0,01 c
	0_10 cm	0,45 \pm 0,00 b	0,11 \pm 0,01 b	33,46 \pm 0,00 a	2,80 \pm 0,01 a
	10_20 cm	0,38 \pm 0,00 c	0,09 \pm 0,01 b	26,25 \pm 0,01 b	2,66 \pm 0,01b
	Moyenne	14,79 \pm 7,19 ABC	0,91 \pm 0,40 C	19,92 \pm 5,07 A	2,53 \pm 0,10 A
Forêt naturelle semi-décidue	Litière	42,48 \pm 0,02 a	2,62 \pm 0,02 a	0,01 \pm 0,00 c	2,75 \pm 0,11 a
	0_10 cm	0,77 \pm 0,06 b	0,16 \pm 0,02 b	20,67 \pm 0,20 a	2,12 \pm 0,02b
	10_20 cm	0,66 \pm 0,04 b	0,08 \pm 0,01 c	14,25 \pm 0,08 b	1,91 \pm 0,03 b
	Moyenne	14,64 \pm 6,96 ABC	0,95 \pm 0,42 C	11,64 \pm 3,05CDE	2,26 \pm 0,12 B

Les moyennes suivies de la même lettre alphabétique de même caractère et pour le même facteur ne sont pas significativement différentes ($P > 0,05$) d'après le test de Student Newman-Keuls

Il ressort de l'analyse des résultats du Tableau 2 que selon le test de Student Newman Keuls, dans le cas général, la litière est significativement ($p < 0,05$) plus riche en carbone organique, azote total, phosphore assimilable et potassium comparativement aux sols. Cependant, dans les plantations de *Tectona grandis* âgées de 15 ans et de 37 ans, le phosphore assimilable est significativement plus élevé ($p < 0,05$) dans le sol comparativement à la litière. De même, on note une décroissance des différents teneurs des nutriments de la litière vers les horizons de profondeur. D'une manière générale, les taux significativement ($p < 0,05$) élevés de carbone ont été enregistrés dans les plantations de *Tectona grandis* de 3 ans d'âge, alors que les plantations de *Tectona grandis* de 7 ans d'âge ont significativement enregistré les valeurs les plus élevées de la teneur en azote et en phosphore. Les taux élevés de potassium (K) ont par contre été enregistrés dans les jachères de moins de 1 an d'âge.

3.1.1 CARACTÉRISTIQUES CHIMIQUES DES SOLS DANS LES DIFFÉRENTES FORMATIONS VÉGÉTALES ET SYSTÈME DE PRODUCTION

Les résultats d'analyse de variance réalisés sur les caractéristiques des formations végétales et les sols sont consignés dans le tableau 3.

Tableau 3 : Analyse de variance (valeur de Fisher) des paramètres chimiques des différentes formations végétales et suivant les substrats (Sol). Les valeurs entre parenthèse représentent les probabilités.

Valeur de Ficher							
Source de Variation	Degré de liberté	C[g/kg]	N [g/kg]	Pass[mg/kg]	K [mmol/kg]	pHeau	pHKCL
Formation végétale	9	12,01*** (< ,0001)	1,58 ns (0,14)	19,18*** (< ,0001)	3,43** (0,002)	43,79*** (< ,0001)	40,71*** (< ,0001)
horizons du sol	1	0,98ns (0,32)	0,18 ns (0 ,67)	2,18ns (0,14)	3,33ns (0,07)	1,20 ns (0,27)	8,59** (0,005)
Formation végétale*horizons du sol	9	4,70*** (< ,0001)	3,25** (0,003)	11,81*** (< ,0001)	2,43* (0,02)	1,66 ns (0,12)	4,11*** (0,0003)

ns : P > 0,05 * : P < 0,05 ** : P < 0,01 *** : P < 0,001

L'examen du tableau III d'analyse de variance montre que hormis la teneur en azote qui ne varie pas signification (P > 0,05) entre les horizons du sol et entre les différentes formations végétales, tous les autres éléments chimiques varient très significativement (p < 0,01 à p < 0,001) d'un horizon à un autre et d'une formation végétale à une autre.

Les résultats des caractéristiques chimiques des différents horizons du sol des différentes formations végétales et systèmes de production sont consignés dans le Tableau 4.

Tableau 4: Caractéristiques chimiques des différents horizons du sol et de système de production (Moyennes \pm erreurs standards) dans les différentes formations végétales

Formation végétale	Substrat	C[g/kg]	N [g/kg]	Pass[mg/kg]	K [mmol/kg]	pHeau	pHKCL
Teck de 15 ans	0_10 cm	0,73 \pm 0,01a	0,12 \pm 0,01a	19,03 \pm 0,01 b	2,14 \pm 0,01a	7,22 \pm 0,01a	6,53 \pm 0,01a
	10_20 cm	0,44 \pm 0,01b	0,05 \pm 0,01b	28,15 \pm 0,01 a	1,39 \pm 0,01b	6,95 \pm 0,01b	5,99 \pm 0,01 b
	Moyenne	0,58 \pm 0,07 B	0,08 \pm 0,02 A	23,59 \pm 2,04 B	1,76 \pm 0,17 B	7,08 \pm 0,06 BC	6,26 \pm 0,12 A
Acacia de 2 ans	0_10 cm	0,54 \pm 0,01 a	0,11 \pm 0,01 a	19,03 \pm 0,01a	1,35 \pm 0,01a	7,40 \pm 0,11a	6,03 \pm 0,24 a
	10_20 cm	0,36 \pm 0,01b	0,06 \pm 0,01 b	19,03 \pm 0,01 a	1,35 \pm 0,01 a	6,77 \pm 0,08 b	5,23 \pm 0,08 b
	Moyenne	0,45 \pm 0,04 C	0,09 \pm 0,0 1A	19,03 \pm 0,0 1C	1,35 \pm 0,01B	7,08 \pm 0,16 BC	5,63 \pm 0,21BC
Teck de 37 ans	0_10 cm	0,46 \pm 0,02 a	0,13 \pm 0,01 a	21,31 \pm 0,09 a	1,43 \pm 0,03a	7,20 \pm 0,11a	6,04 \pm 0,05a
	10_20 cm	0,44 \pm 0,01 a	0,09 \pm 0,01 b	12,43 \pm 0,06 b	1,31 \pm 0,02 b	6,99 \pm 0,06 a	5,09 \pm 0,05 b
	Moyenne	0,45 \pm 0,01 C	0,11 \pm 0,0 1A	16,87 \pm 1,9 9 C	1,37 \pm 0,03 B	7,10 \pm 0,07 BC	5,57 \pm 0,22 C
Teck de 3 ans	0_10 cm	0,63 \pm 0,01 a	0,14 \pm 0,01 a	19,03 \pm 0,01 a	1,81 \pm 0,01 a	6,99 \pm 0,02 a	5,17 \pm 0,02a
	10_20 cm	0,62 \pm 0,01 a	0,10 \pm 0,02 a	17,89 \pm 0,02 b	1,53 \pm 0,02 b	6,88 \pm 0,02 b	5,03 \pm 0,01 b
	Moyenne	0,62 \pm 0,0 1AB	0,12 \pm 0,01A	18,46 \pm 0,25C	1,67 \pm 0,0 6 B	6,93 \pm 0,03 C	5,10 \pm 0,04D
Acacia de 6 ans	0_10 cm	0,71 \pm 0,01 a	0,13 \pm 0,04 a	14,84 \pm 0,34a	1,46 \pm 0,10 a	6,23 \pm 0,18 a	4,56 \pm 0,14 a
	10_20 cm	0,67 \pm 0,05a	0,10 \pm 0,01a	16,98 \pm 1,57a	1,35 \pm 0,08 a	6,14 \pm 0,20 a	4,51 \pm 0,16 a
	Moyenne	0,69 \pm 0,0 3A	0,11 \pm 0,02A	15,91 \pm 0,8 3C	1,41 \pm 0,0 6 B	6,18 \pm 0,13 D	4,54 \pm 0,10E
Teck de 7 ans	0_10 cm	0,60 \pm 0,02 a	0,34 \pm 0,23 a	34,74 \pm 0,16 a	1,57 \pm 0,06 a	7,51 \pm 0,10a	6,54 \pm 0,16a
	10_20 cm	0,47 \pm 0,03 b	0,04 \pm 0,01a	22,59 \pm 0,10 b	1,75 \pm 0,07 a	7,43 \pm 0,18a	5,79 \pm 0,21b
	Moyenne	0,54 \pm 0,03BC	0,19 \pm 0,12 A	28,67 \pm 2,71A	1,66 \pm 0,06 B	7,47 \pm 0,09AB	6,17 \pm 0,21 A
Jachère de 1 an	0_10 cm	0,57 \pm 0,08 a	0,13 \pm 0,01a	26,68 \pm 3,03 a	1,93 \pm 0,39 a	7,58 \pm 0,16 a	6,07 \pm 0,14 a
	10_20 cm	0,46 \pm 0,01 a	0,11 \pm 0,01 a	23,51 \pm 1,22 a	1,72 \pm 0,19 a	7,55 \pm 0,10 a	5,96 \pm 0,10 a

	Moyenne	0,51±0,04 BC	0,12±0,01A	25,09±1,63B	1,82±0,21B	7,56±0,09A	6,01±0,08 AB
Forêt naturelle	0_10 cm	0,77±0,06 a	0,16±0,03 a	20,67±0,20 a	2,74±0,11 a	7,36±0,11 a	6,05±0,05 a
	10_20 cm	0,65±0,04 a	0,08±0,01 a	14,25±0,08 b	1,91±0,03 b	7,35±0,11 a	5,82±0,22 a
	Moyenne	0,71±0,04 A	0,12±0,02A	17,46±1,44C	2,33±0,19 A	7,36±0,07 AB	5,94±0,11ABC
Champ de maïs à Djigbé	0_10 cm	0,43±0,03 a	0,07±0,01a	23,31±0,34a	1,38±0,06 a	7,49±0,07 a	6,36±0,10a
	10_20 cm	0,46±0,02 a	0,08±0,01 a	16,23±0,99b	2,11±0,35 a	7,21±0,07 b	5,83±0,08 b
	Moyenne	0,44±0,02 C	0,07±0,01A	19,77±1,18 C	1,75±0,20 B	7,35±0,06AB	6,09±0,10 A
Champ de maïs de Ouèdo	0_10 cm	0,61±0,02 a	0,09±0,01 a	20,22±0,51a	1,63±0,21a	5,92±0,08 a	4,58±0,18 a
	10_20 cm	0,52±0,02 b	0,03±0,01 b	15,53±0,56 b	1,26±0,08a	6,07±0,04 a	4,57±0,23 a
	Moyenne	0,56±0,02 BC	0,06±0,01A	17,87±0,79 C	1,44±0,21B	5,99±0,05 D	4,58±0,14E

L'analyse du tableau 4 révèle que les valeurs des pHeau observées de façon générale montrent que les sols des différents systèmes de production sont moyennement neutres hormis les sols sous champ de maïs et sous les plantations de *Acacia auriculiformis* âgées de 6 ans à Ouèdo qui sont moyennement acides. Les valeurs des pHeau et pHKCl sont légèrement plus élevées dans l'horizon 0-10 cm. Hormis la teneur en phosphore assimilable (Pass) qui est significativement élevée dans l'horizon 10-20 cm au niveau des Tecks de 15 ans, la teneur moyenne des différents paramètres chimiques sont significativement ($P<0,05$) plus élevés dans l'horizon 0-10 cm. D'une manière générale, les résultats du test de Student Newman Keuls révèlent que, les valeurs les plus élevées de Carbone ont été enregistrées dans les acacias de 6 ans et Forêt naturelle semi-décidue alors que les Teck de 7 ans ont enregistré les plus fortes valeurs du phosphore. En ce qui concerne les teneurs en potassium, les plus fortes valeurs ont été enregistrées dans la Forêt naturelle sémi-décidue à Djigbé (tableau 4). L'analyse des données relatives au pH révèle que les sols des jachères de moins de 1 an ont les valeurs les plus élevées (sol neutre) alors que les sols sous les acacias de 6 ans et sous les champs de maïs à Ouèdo ont les plus faibles valeurs.

4 DISCUSSION

4.1 APPORT DE LA LITIÈRE DES DIFFÉRENTES FORMATIONS VÉGÉTALES AUX SOLS

La différence observée entre la composition chimique de la litière des formations végétales en fonction de l'âge et celle des sols pour quelques éléments minéraux est significative. Les litières des plantations de *Tectona grandis* de Djigbé des plantations de *Acacia auriculiformis* de Ouèdo âgées de 2 ans et de 6 ans puis de la Forêt naturelle semi-décidue de Djigbé de plus de 50 ans sont significativement plus riches en carbone organique, en azote total et en potassium comparativement aux sols. Cependant dans les dix premiers centimètres des sols ferrallitiques sous les plantations de *Tectona grandis* âgées de 7 ans, de 15 ans et de 37 ans, les résultats d'analyse montrent que les teneurs du phosphore assimilable sont significativement plus élevées comparativement à celles des litières. En effet, les teneurs élevées en carbone organique, en azote et en potassium dans les litières, en regard des faibles teneurs de ces mêmes éléments dans les sols s'expliquent par le fait que ces minéraux se trouvent en forte proportion dans les tissus des feuilles constituant ces litières et leur minéralisation n'est pas encore amorcée pour un transfert dans le sol alors que la richesse du sol superficiel en phosphore s'explique par une minéralisation assez complète de la litière. Les litières constituent une source importante en nutriments (C, N, K, P) et conditionnent les teneurs de ces nutriments après une minéralisation assez complète. Ces résultats corroborent ceux obtenus par [10] qui ont montré que la qualité et la quantité de litière ainsi que l'exsudation racinaire contribuent de manière substantielle à l'augmentation du taux des nutriments dans le sol. De même, [11] dans leurs travaux révèlent que la décomposition des litières en de complexes organo-minéraux accroît le statut minéral des sols et [12] a également montré que la transformation de la litière par les organismes décomposeurs assure le retour au sol des nutriments. Aussi, [13] a-t-il précisé que c'est l'apport annuel lors de la chute des feuilles qui renouvelle périodiquement le stock de matière organique existant en surface.

4.2 NIVEAU DE FERTILITÉ DES SOLS SOUS LES DIFFÉRENTES FORMATIONS VÉGÉTALES

Les sols ferrallitiques sous les plantations de *Tectona grandis* de Djigbé âgées de 3 ans, de 7 ans, de 15 ans et de 37 ans ; sous les plantations de *Acacia auriculiformis* âgées de 2 ans ; sous la formation naturelle semi-décidue âgée de plus de 50 ans et sous le champ présentent des pHeau allant de 6,93 à 7,49. Selon les normes d'interprétation du statut acido-basique d'un sol sur la base des analyses chimiques de [14], les sols des plantations de *Tectona grandis*, de formation naturelle semi-décidue et de champ à Djigbé et ceux des plantations de *Acacia auriculiformis* de Ouèdo âgées de 2 ans sont moyennement neutres à l'intérieur de l'intervalle de l'optimum de pH fixé par [15] qui est de 6,5 à 7,5. Ces valeurs des pHeau obtenues dans nos

résultats confirment celles recueillies par [16] sous les sols de *Tectona grandis* à Malaisie. Par contre, les sols ferrallitiques sous les plantations de *Acacia auriculiformis* âgées de 6 ans et sous champ à Ouèdo montrent des 5,99 à 6,18 sont moyennement acides (pHeau allant de 5,99 à 6,18). Ces valeurs du pHeau sont à l'intérieur de l'intervalle de pH fixé par [15], qui de 4 à 6,5. Ces mêmes résultats sont obtenus par les travaux de [5] et de [17] sous les sols ferrallitiques de *Acacia auriculiformis* respectivement dans la forêt classée de Pahou et de Lama. Les valeurs moyennes de la teneur en azote du sol varient de 0,06 à 0,19 g/kg et sont globalement faibles. Les différences observées entre les teneurs en azote du sol sous les différentes formations végétales et sous les systèmes de production ne sont pas significatives. Les valeurs moyennes de la teneur en carbone du sol sont variables sous une formation végétale à une autre et vont de 0,47 à 0,71 g/kg. Elles sont élevées et significatives dans les sols sous la formation naturelle semi-décidue et sous la plantation de *Acacia auriculiformis* mais faibles dans les autres formations végétales et dans les systèmes de production. Ces teneurs élevées en carbone organique témoignent de la minéralisation assez complète de la matière organique. D'après [18], le sol est pauvre si % N est inférieur à 0,75 g/kg. Les sols des différentes formations végétales et sous les systèmes de production sont donc pauvres en azote. D'après l'échelle de fertilité en fonction du pH et de l'azote total de [19], les appréciations sur la fertilité sont mauvaises pour des sols sous les plantations de *Tectona grandis* âgées de 15 ans et 37 ans et sous les plantations de *Acacia auriculiformis* âgées de 2 ans et de 6 ans; elles sont médiocres pour des sols sous les plantations de *Tectona grandis* âgées de 3 ans et de 7 ans. Ces résultats obtenus sont différents de ceux recueillis par [20] dans la forêt de Wari-Marou au nord du Bénin. Cet auteur atteste que la fertilité est moyenne dans le sol de la forêt classée de Wari-Marou.

Quant au ratio C/N, il reste faible sous les sols des différentes formations végétales et sous les systèmes de production. Le rapport est compris entre 2,84 et 9,33. D'après le mémento de l'agronomie, les sols de la forêt classée de Djigbé sous les différentes plantations de *Tectona grandis* (2,84 à 7,25), les sols de la forêt classée de Ouèdo sous les plantations de *Acacia auriculiformis* (5 à 6,27), les sols de la forêt classée de Djigbé sous champ de maïs et sous jachère herbacée (6,28 et 4,25), sol de Djigbé sous formation naturelle semi-décidue (5,91) et sol sous champs de maïs dans la forêt classée de Ouèdo (9,33) présentent un rapport C/N inférieur à 10. Il traduit à la fois une évolution rapide des litières et une libéralisation d'azote directement utilisable par les plantes. Il traduit également une matière organique bien décomposée, mais néanmoins à faible réserve de matière organique. Ces résultats sont en accord avec ceux recueillis par [21] dans les sols sous *Acacia senegal* à Somo et au Burkina-Faso et par [20] dans les sols sous champs dans la forêt classée de Wari-Marou.

5 CONCLUSION

La présente recherche montre les modifications des sols ferrallitiques soumis à des plantations de *Tectona grandis* et de *Acacia auriculiformis* des forêts classées de Djigbé et de Ouèdo. Les teneurs en (C, N, K⁺) des litières des plantations de *Tectona grandis* quel que soit l'âge et de *Acacia auriculiformis* âgées de 2 et 6 ans sont plus riches que celles des sols ferrallitiques, elles ont pourtant une faible activité minéralisatrice. Par contre, les taux des phosphores assimilables significativement élevés dans les dix premiers centimètres des sols ferrallitiques soumis à des plantations de *Tectona* âgées de 3, 7, 15 et 37 ans, montrent une forte activité minéralisatrice des litières qui ont contribué à l'amélioration des sols. Les sols sous les plantations de *Tectona grandis* quel que soit l'âge et de *Acacia auriculiformis* âgées de 2 ans sont moyennement neutres et ceux sous à des plantations de *Acacia auriculiformis* sont moyennement acides. Les valeurs moyennes de la teneur en azote des sols ferrallitiques soumis à ces formations végétales varient de 0,06 à 0,19 g/kg et sont globalement faibles et inférieures à 0,75 g/kg alors les sols ferrallitiques sous les plantations de *Tectona grandis* et de *Acacia auriculiformis* sont pauvres en azote.

REMERCIEMENTS

Les auteurs expriment leurs profondes gratitude au personnel de l'ONAB, de la DGFRN et aux populations riveraines des Forêts classées de Djigbé et de Ouèdo, pour leur disponibilité et franche collaboration sur le terrain.

REFERENCES

- [1] FAO, "Evaluation des ressources forestières 2015". FAO, Rome, Italy, 252 p, 2015
- [2] FAO, "Evaluation des ressources forestières 2010. Rapport principal, Département des forêts". Rome, Italie, FAO, 348 p, 2010.
- [3] FAO, "Global Forest Resources Assessment 2005". FAO, Rome, Italy, 319 p, 2006.
- [4] FAO, "Rapport final de l'inventaire national version février 2006", 2009.
- [5] G.A. Agbahungba & A. Assa, "Etude 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*, pp. 18-36, 2000.
- [6] Météo-Bénin, " Les données météorologiques des stations synoptiques de Bohicon et Cotonou " 110 p, 2015.
- [7] ONAB, "Plan d'Aménagement Participatif des Teckeraies domaniales de Agrimey, Akpée, Djigbé, Koto, Massi & Toffo période 2004 -2023 ", Bénin (2005) 59p.+ annexes, 2005.
- [8] H. M. Assouma & J.C. Ganglo, "Estimation du stock de carbone dans les plantations de *Tectona grandis* âgées de 20 ans de la Lama et de Djigbé (Sud-Bénin, Afrique de l'Ouest) ", *Actes des Sciences Naturelles et Agronomiques de l'UAC-Bénin*, Vol III, pp. 275-293, 2012.
- [9] DGFRN." Plan d'Aménagement Participatif des plantations forestières de Ouèdo, Bénin ", 130 p. + annexes, 2010.
- [10] B. Kaur, S.R Gupta, & G.R. Singh, "Activité microbienne du carbone dans le sol et disponibilité de l'azote dans les systèmes agroforestiers sur des sols modérément alcalins dans le nord Inde, *Applied Soil Ecology*, 15(3), pp. 283-294, 2000.
- [11] G.M. Gnahoua, F.Y. Kouassi, P. K.T. Angui., P. Ballè, R. Olivier & R. Peltier, "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 la Côte d'Ivoire », *Agronomie africaine* 20(3), pp. 291-301, 2008.
- [12] J. G. M. Djègo, "Phytosociologie de la végétation de sous-bois et impact écologique des plantations forestières sur la diversité floristique au sud et au centre du Bénin". Thèse de doctorat, Université d'Abomey Calavi, 388 p, 2006.
- [13] P. Duchaufour, "Introduction à la science du sol, végétation, environnement », *agrégé de Pédologie* (6 ème édition), 331p, 2001.
- [14] J. Riquier, (1966). "Définition et classification des sols ferrallitiques de Madagascar. Cah". O.R.S.T.O.M., sér. pédol., vol. IV, no 4, pp. 75-88, 1966.
- [15] D. Baize, "Guide des analyses en pédologie. 2ème édition revue et augmentée". INRA, Paris.257 p,2000.
- [16] B. Krishnapillay, 2000. "La sylviculture et la gestion des plantations de Teck de cinq ans, Malaisie", *unasylna* 201, volume 51 pp. 14-21, 2000.
- [17] J.G. Djègo, L. Djodjouwin, B. Sinsin "Impact et benefice de l' intégration des plantations dans le plan de zonage d'une aire protégée", *Annales des Sciences agronomiques*, 16 (2) pp. 143-160, 2012.
- [18] J. Boyer, "Sols ferrallitiques : Facteurs de fertilité et utilisation des sols", Tome X, Paris ORSTOM, 392 p, 1982.
- [19] B. Dabin, " Les facteurs chimiques de la fertilité des sol (bases échangeables, sels, utilisation des échelles de fertilité. *Pédologie et développement* », Paris, ORSTOM, BDPA ;(10); 221-237,1970.
- [20] N. Samb, « Influence d'acacia senegal (l.) willd sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols". Mémoire de DEA de Biologie végétale de l'Université Cheik Anta Diop de Dakar, 69p, 2010.
- [21] R.H. Yemadje, T.A. Crane, P.V. Vissoh, R.L. Mongbo, P.Richards, D.K. Kossou and T.W. Kuyper, "The political ecology of land management in the oil palm based cropping system on the Adja plateau, 2004.