

## Etude de l'influence de *Jatropha curcas* sur le rendement du maïs (*Zea mays* L.) en association culturale dans la région de Bingerville en Côte d'Ivoire

Alla Kouadio Théodore<sup>1</sup>, N'Ganzoua Kouamé René<sup>2</sup>, Yeo Gnénakan<sup>3</sup>, and Kouadio Yatty Justin<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Institut Pédagogique National de l'Enseignement Technique et Professionnel, Département de Formation des Formateurs aux Métiers de l'Agriculture, 08 BP 2098 Abidjan 08, Côte d'Ivoire

<sup>2</sup>Université Jean Lorougnon Guédé, UFR Agroforesterie, Département de Pédologie et SIG, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

<sup>3</sup>Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), 01 BP 1740 Abidjan 01, Côte d'Ivoire

<sup>4</sup>Université Jean Lorougnon Guédé, UFR Agroforesterie, Département de Biologie, Physiologie et de Génétique, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

---

Copyright © 2021 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:** To assess the influence of *Jatropha curcas* cultivation on maize yield in a cropping association, a study was conducted on the application farm of the Ecole Régionale d'Agriculture du Sud in Bingerville from 2015 to 2016. The study aimed to determine the appropriate *Jatropha* planting density to improve maize yield in a cropping association. The experiment consisted in setting up a randomized complete block design with three replications, including three treatments T1 (2\*2m); T2 (3\*2m) and T3 (4\*2m) based on the spacing of *Jatropha curcas* plants compared to a control T0 (control without *jatropha*). Morphological and yield parameters of *Jatropha curcas* and maize were assessed respectively. The results obtained show that the *Jatropha*-maize association had no significant effect ( $P > 0.05$ ) on the agro-morphological parameters (growth, development and yield) of *Jatropha curcas* regardless of the treatment. On the other hand, a significant effect ( $P < 0.05$ ) of the *Jatropha*-maize association was observed on plant biomass and maize yield, particularly with treatment T2. In conclusion, this experiment demonstrates that it is possible to harmoniously integrate regular row spacing (intercropping) in *Jatropha curcas* plantations during the juvenile period of the trees provided that the main crop (*Jatropha curcas*) is at a spacing of 3\*2 m.

**KEYWORDS:** Perennial plant, food crop, cropping association, density, spacing, agro morphology.

**RESUME:** Pour apprécier l'influence de la culture de *Jatropha curcas* sur le rendement du maïs en association culturale, une étude a été réalisée sur la ferme d'application de l'Ecole Régionale d'Agriculture du Sud de Bingerville de 2015 à 2016. L'étude visait à déterminer la densité de plantation de *Jatropha* adéquate pour améliorer le rendement du maïs dans une association culturale. L'expérimentation a consisté à mettre en place un dispositif en blocs complets randomisés de trois répétitions, comportant trois traitements T1 (2\*2 m); T2 (3\*2m) et T3 (4\*2 m) basés sur les écartements des pieds de *Jatropha curcas* comparés à un témoin T0 (témoin sans *jatropha*). Les paramètres morphologiques et de rendement du *Jatropha curcas* et du maïs ont été respectivement évalués. Les résultats obtenus révèlent que l'association *Jatropha*-Maïs n'a eu aucun effet significatif ( $P > 0,05$ ) sur les paramètres agro morphologiques (croissance, développement et rendement) du *Jatropha curcas* quel que soit le traitement. En revanche, un effet significatif ( $P < 0,05$ ) de l'association *Jatropha*-Maïs a été observé sur la biomasse végétale et le rendement du maïs notamment avec le traitement T2. En conclusion, cette expérience démontre qu'il est possible d'intégrer harmonieusement des interlignes régulières (cultures intercalaires) dans les plantations de *Jatropha curcas* pendant la période juvénile des arbres à condition que la culture principale (*Jatropha curcas*) soit à un écartement de 3\*2 m.

**MOTS-CLEFS:** Plante pérenne, plante vivrière, association culturale, densité, écartement, agro morphologie.

## 1 INTRODUCTION

*Jatropha curcas* (Euphorbiacées) est une plante rencontrée depuis longtemps dans l'environnement rural africain. Elle est souvent plantée pour servir d'enclos ou de haies à cause de sa facilité de régénération par bouture [1].

Le regain d'intérêt pour la culture de *Jatropha curcas* est lié aux atouts que la plante recèle en termes de production de biocarburant [2] et qui constitue une mesure d'adaptation ou d'atténuation aux effets de changement climatique. Beaucoup d'initiatives ont vu le jour car l'utilisation de biocarburant attire de plus en plus l'attention des nombreux gouvernements et des partenaires au développement [3]. Toutefois, la demande croissante de terre devient problématique en particulier lorsqu'elle entraîne la conversion de cultures destinées à l'alimentation, par exemple à la culture du maïs, et du soja au profit de la production de biocarburants, ou la conversion de cultures vivrières à la production de biodiesel [4]. L'utilisation de *Jatropha curcas* pour la production du biocarburant apparaît ainsi comme un handicap majeur à la satisfaction de l'autosuffisance alimentaire, en particulier dans les régions d'Afrique sub-Saharienne. En effet, les espaces consacrés à la culture du *Jatropha curcas* constituent un manque à gagner pour l'agriculture traditionnelle, ce qui pourrait freiner son adoption [5]. Pourtant, les promoteurs agro-industriels soutiennent que les plantes à biocarburant contribuent à améliorer l'agriculture alimentaire [6]. Ils mettent en avant les complémentarités positives de l'association entre *Jatropha curcas* et cultures vivrières sur les rendements agronomiques sans qu'elle n'ait fait l'objet d'expérimentation et d'évaluation scientifique. Selon [7], le *Jatropha curcas* peut permettre de verdir et de restaurer les sols grâce à ses feuilles et aux graines perdues. De plus, la culture de cette plante n'entre pas en concurrence directe avec la production agro-alimentaire. Sa culture permet de protéger les sols de l'érosion et de retenir l'eau [8]. Elle présente également l'avantage de n'exiger peu d'entretien. Par ailleurs, [9] rapporte une augmentation de rendement en maïs grain de 89,23 % dans une association de culture jatropha-maïs.

Au-delà des controverses générales autour de la culture du jatropha et, plus généralement, des Bio-carburants, des connaissances scientifiques multidisciplinaires sont nécessaires afin d'éclairer les décideurs sur les stratégies de culture à retenir afin d'éviter les impacts négatifs sur l'agriculture et la sécurité alimentaire des populations. Ainsi, pour contourner cette difficulté, les services de vulgarisation agricole conseillent une association entre *Jatropha curcas* et les cultures vivrières.

L'objectif de cette étude est de proposer une densité de plantation de *Jatropha curcas* adéquat pour un rendement optimal du maïs dans une association culturale.

## 2 MATERIEL ET METHODES

### 2.1 MILIEU D'ÉTUDE

Les essais se sont déroulés à la ferme d'application et de production de l'École Régionale d'Agriculture du Sud de Bingerville située à 3 km d'Abidjan (Côte d'Ivoire). La commune est caractérisée par un climat sub-équatorial, chaud et humide, connue sous l'appellation locale de climat attiéen. Quatre saisons sont réparties dans cette zone dont deux saisons sèches (une grande, novembre-février et une petite, juillet-août) et deux saisons pluvieuses (mars-juin pour la grande saison et septembre-octobre pour la petite saison). Le régime pluviométrique est donc bimodal et les précipitations annuelles atteignent 2000 mm pour une température moyenne de 27,4°C. Le paysage est principalement dominé par des formations végétales. Le paysage est principalement dominé par la végétation de forêt avec quelques étendues savanicoles. La commune de Bingerville abrite des sols ferrallitiques et hydromorphes.

### 2.2 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Le matériel biologique est composé de semence du maïs (*Zea mays* L.) et des plants de jatropha (*Jatropha curcas*).

Le maïs utilisé est une variété hybride (EV8728SR) fournie par l'Office National de Développement de la Riziculture (ONDR). Cette variété a des grains de couleur jaune. Elle est pluviale, tardive (105 jours) et résistante à la striure et à la sécheresse (Figure 1A).

Les plants de *Jatropha curcas* sont issus de boutures âgées de cinq mois, bien enracinés, ayant une taille comprise entre 0,5 et 0,6 m fournis par le centre Nationale de recherche agronomique (CNRA) de Côte d'Ivoire (Figure 1B).

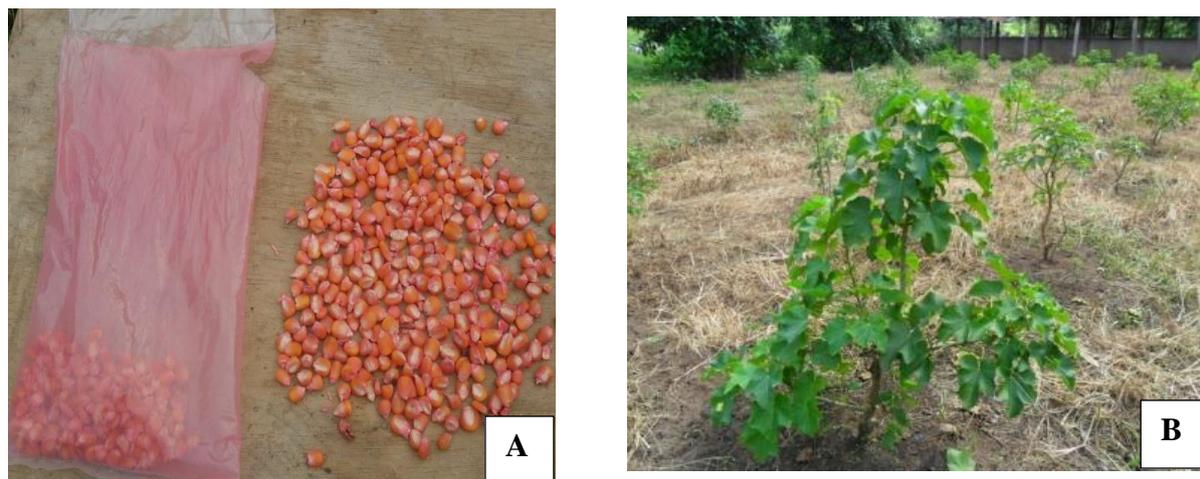


Fig. 1. Matériel végétal : (A) Semence de maïs et (B) Plant de *Jatropha curcas*

## 2.3 MÉTHODES

### 2.3.1 MISE EN PLACE DES ESSAIS

Les essais ont été réalisés sur l'une des parcelles expérimentales de l'école de formation agricole de Bingerville. Deux mois avant le planting du *Jatropha curcas*, une jachère de trois cents soixante mètres carrés (360 m<sup>2</sup>) a été défrichée à la machette et débarrassés de ses débris végétaux après les avoir dessouchés et brûlés. Un piquetage a été fait pour la délimitation des micro-parcelles disposées en blocs complets randomisés de trois répétitions. Dans chaque répétition, sont distribuées quatre (04) micro-parcelles de 4 m<sup>2</sup> (2 m\*2 m), de 6 m<sup>2</sup> (3 m\*2 m) et de 8 m<sup>2</sup> (4 m\*2 m) associant les pieds de *Jatropha curcas* au maïs dans les traitements respectifs T1, T2 et T3 comparés à un témoin T0 de 6 m<sup>2</sup> (3 m\*2 m) en culture pure de maïs (Tableau 1). Une allée de 2 m est maintenue entre les micro-parcelles dans une répétition et une autre de 2 m entre les différentes répétitions. Les micro-parcelles sont délimitées par des piquets de bois de 1 m de longueur comportant des bandeaux de différentes couleurs permettant d'identifier les parcelles unitaires. Les emplacements des plants de *Jatropha curcas* et de maïs ont été matérialisés en plus par des piquets de petites tailles (50 cm).

Des trous de 40 cm de profondeur et de 30 cm de diamètre ont été creusés à l'emplacement des petits piquets matérialisant les plants de *Jatropha curcas*. Un apport de fumure (bouse de vache) a été effectué dans les trous une semaine avant le planting de *Jatropha curcas* en vue de contribuer au bon développement des plants. Le maïs a été semé entre les lignes de plantation de *Jatropha curcas* dans un écartement régulier de 0,8 m\*0,5 m. Deux jours avant le semis, nous avons procédé à l'incorporation de Furadan 5 G dans les trous pour lutter contre les nématodes du sol. Ainsi, chaque traitement correspond à une densité de plantation de *Jatropha curcas* (2500 plant.ha<sup>-1</sup>) - maïs (25000 plant.ha<sup>-1</sup>) pour le T1, (1666 plant.ha<sup>-1</sup> - 25000 plant.ha<sup>-1</sup>) pour le T2 et (1250 plant.ha<sup>-1</sup> - 25000 plant.ha<sup>-1</sup>) pour le T3. Le traitement T0 en culture pure de maïs a aussi une densité de 25000 plant.ha<sup>-1</sup>.

### 2.3.2 ENTRETIENS CULTURAUX

Pendant la phase de croissance et de développement des plantes, deux désherbages manuels sont intervenus avec un espacement d'un mois. Une application de NPK 10-18-18 à la dose de 200 kg.ha<sup>-1</sup> deux semaines après le semis du maïs et d'Urée (46 %) à la dose de 100 kg.ha<sup>-1</sup> un mois après le semis de maïs a été apportée aux plants. Pour conserver l'humidité autour des jeunes plants et éviter leur destruction par les animaux, une opération de paillage autour de ces plants de maïs a été effectuée après leur levée. Un traitement insecticide a été réalisé soixante jours après le planting du *Jatropha curcas* avec le Décis 12 EC à la dose de 80 ml d'insecticide pour un pulvérisateur de 15 l d'eau.

Tableau 1. Modalité de piquetage des plants

Types d'association	Ecartement entre plants de Jatropha (m)	Densité des plantation du Jatropha (plant.ha <sup>-1</sup> )	Distance Jatropha 1 <sup>ère</sup> ligne de maïs (cm)	Nombre de ligne de maïs intercalaire
T0	0*0	0*0	0	3
T1	2*2	2500	60	2
T2	3*2	1666	70	3
T3	4*2	1250	80	4

## 2.4 EVALUATION DES PARAMÈTRES AGROMORPHOLOGIQUES

### 2.4.1 JATROPHA CURCAS

Deux paramètres de croissance ont été mesurés sur tous les plants de *Jatropha curcas*. Ces paramètres ont concerné la hauteur des plants (toise) et l'envergure du feuillage des plants (diamètre). Les mesures ont été prises à l'aide d'un ruban mètre. La hauteur des plants a été mesurée à partir du niveau du collet de la plante jusqu'à l'apex. L'envergure qui constitue la superficie occupée par la densité de feuillage a été mesurée à partir de la branche la plus large de gauche jusqu'à celle de la droite.

Au niveau des paramètres de production, la masse de 1000 graines a été évalué après décorticage des noix matures par simple pesée à l'aide d'une balance électronique de précision. Le rendement a été calculé en considérant le poids total des grains récoltés par traitement suivi de l'extrapolation à l'hectare. Tous les paramètres agro morphologiques ont été évalués cinq mois après planting.

### 2.4.2 MAÏS

Les observations ont concerné les paramètres de croissance et de production. Pour ce qui concerne la croissance en hauteur des plants, les mesures ont été prises à l'aide d'un mètre ruban depuis le collet jusqu'au bout de la tige principale. Le diamètre au collet a été mesuré à 2 cm au-dessus du sol à l'aide d'un pied à coulisse. Le nombre de feuilles vivantes a été déterminé par comptage par plant. La surface foliaire (la feuille qui soutient l'épis) a été calculée à l'aide de la formule [10].

$$SF = L \times l \times 0,75 \quad (1)$$

Avec : SF: Surface Foliaire; L: longueur de la feuille; l: largeur de la feuille.

Tous ces paramètres de croissance ont été évalués à 60 jours après semis. S'agissant de la production, les relevés ont porté sur le délai de floraison, la longueur des épis, la masse de 1000 graines, le rendement en grain et la matière sèche. La date du délai de floraison a été notée lorsque 50 % des épis femelles ont présenté des soies hors des spathe. Après la récolte les spathe ont été enlevées au niveau du maïs. La longueur des épis a été mesurée à l'aide d'un ruban mètre. Les graines ont été obtenues par égrainage des épis après séchage. La masse de matière sèche de 1000 graines a été déterminées à l'aide d'une balance électronique. Le rendement en fruit a été calculé en considérant le poids total des fruits récoltés et séché (une semaine au soleil puis transféré à l'étuve à 105 °C pendant 24 heures pour obtenir un poids sec constant) par traitement suivi de l'extrapolation à l'hectare.

## 2.5 ANALYSE STATISTIQUE DES DONNÉES

Les données collectées ont été soumises à des tests statistiques à l'aide du logiciel Statistica 7.1. Une analyse de variance (ANOVA) a permis d'évaluer les effets l'association culturelle jatropha-maïs sur les paramètres agromorphologiques des plants. L'hypothèse d'égalité des moyennes a été évaluée au risque de  $\alpha = 5\%$ . En cas de rejet de cette dernière hypothèse, le test de comparaison multiple de Newman-Keuls (au seuil de  $\alpha = 5\%$ ) a permis de classer les moyennes en groupes homogènes. Une Analyse en Composantes Principales (ACP) a servi à sélectionner les différentes associations de culture (jatropha-maïs) pour lesquelles les plants de maïs ont eu les meilleures caractéristiques agromorphologiques.

### 3 RESULTATS

#### 3.1 EFFET DE L'ASSOCIATION CULTURALE SUR LES PARAMÈTRES AGROMORPHOLOGIQUES DU JATROPHA

Les paramètres agro-morphologiques du *Jatropha curcas* évalués en association avec le maïs sont présentés dans le tableau 2. On note qu'aucune différence significative n'est statistiquement observée ( $P > 0,05$ ) entre les traitements en ce qui concerne la hauteur des plantes, le poids de 1000 grains ainsi que le rendement en fruit. Cependant, les moyennes du diamètre au collet affichent des valeurs statistiquement significatives ( $P < 0,05$ ) entre les traitements. Plus spécifiquement, le traitement T3 (181,90 cm) s'est distingué par la plus grande envergure des plantes comparativement aux traitements T1 (151,87 cm) et T2 (137,10 cm) qui ont affiché des valeurs faibles et statistiquement identiques.

Tableau 2. Valeurs moyennes des paramètres agro morphologiques du *Jatropha curcas*

Traitements	Hauteur (cm)	Diamètre (cm)	Poids 1000 grains (g)	Rendement (t.ha <sup>-1</sup> )
T1	178,27 ± 10,07 a	151,87 ± 8,84 b	652,22 ± 3,53 a	1,83 ± 0,03 a
T2	167,37 ± 4,90 a	137,10 ± 9,00 b	659,67 ± 5,60 a	1,92 ± 0,05 a
T3	207,25 ± 17,39 a	181,90 ± 7,08 a	665,66 ± 3,53 a	1,86 ± 0,04 a
Moy Gle	184,29	156,95	659,22	1,87
CV (%)	13,72	14,91	1,32	4,12
P > F	0,24	0,03	0,25	0,43

Moy Gle: Moyenne générale P: Probabilité de F

CV: Coefficient de variation correspondant à la dernière erreur résiduelle

Dans la même ligne, les moyennes suivies de la même lettre sont significativement identiques au seuil de 5% (test de Newman-Keuls)

#### 3.2 EFFET DE L'ASSOCIATION CULTURALE SUR LES PARAMÈTRES AGROMORPHOLOGIQUES DU MAÏS

##### 3.2.1 HAUTEUR DES PLANTS DU MAÏS

Il ressort de l'analyse de la variance que la hauteur des plants de maïs a été influencée par les différents fertilisants. En effet, l'analyse statistique révèle une différence significative ( $p < 0,05$ ) entre les valeurs moyennes de la hauteur des plants en fonction des traitements. Les traitements T1, T2 et T3 ont induit les meilleures hauteurs avec respectivement 1,78; 1,72 et 1,48 cm. Les plants de maïs non associés (T0) ont produit la plus faible hauteur avec une moyenne de 1,08 cm (Tableau 3).

##### 3.2.2 DIAMÈTRE AU COLLET DES PLANTS DU MAÏS

Il y a eu une différence significative ( $P < 0,05$ ) entre les traitements pour le diamètre des plants de maïs. Selon leurs effets sur le diamètre au collet des plants, les traitements ont été classés en trois groupes homogènes. Le premier groupe est représenté par les traitements T1 et T2 qui ont produit les meilleures croissances diamétrales avec une valeur respective de 1,70 et 1,73 cm. Le deuxième groupe est formé par le traitement T3 avec un diamètre moyen de 1,43 cm. Le plus faible diamètre a été induit par le traitement T0 (témoin) qui constitue le troisième groupe avec un diamètre moyen de 1,17 cm (Tableau 3).

##### 3.2.3 NOMBRE DE FEUILLES VIVANTES

Le nombre de feuilles a varié significativement en fonction des types d'association. Les traitements ont été séparés en trois groupes homogènes selon le nombre de feuille vivante. Le premier groupe formé par les traitements T1 et T2 a eu les meilleures valeurs respectivement de 13,33 et 13,00 unités, suivi du deuxième groupe constitué par le traitement T3 avec 12 feuilles en moyenne. Le traitement témoin (T0) a constitué le dernier groupe qui a émis le plus faible nombre de feuille (10 unités) (Tableau 3).

### 3.2.4 SURFACE FOLIAIRE

La surface foliaire a été statistiquement différente ( $P < 0,05$ ) selon les traitements. Les plants de maïs issus d'association (T1, T2 et T3) ont affiché des valeurs moyennes les plus élevées et statistiquement similaires. La plus faible surface foliaire a été consécutive au traitement témoin (Tableau 3).

**Tableau 3.** Valeurs moyennes des paramètres de croissance du maïs

Traitements	Hauteur (m)	Diamètre (cm)	Nombre feuille	Surface foliaire (cm <sup>2</sup> )
T0	1,08 ± 0,15 b	1,17 ± 0,15 b	10,00 ± 0,58 b	240,00 ± 4,04 b
T1	1,78 ± 0,14 a	1,70 ± 0,10 a	13,33 ± 0,33 a	298,67 ± 16,04 a
T2	1,72 ± 0,11 a	1,73 ± 0,09 a	13,00 ± 0,58 a	307,00 ± 7,55 a
T3	1,48 ± 0,02 a	1,43 ± 0,18 ab	12,00 ± 0,58 ab	281,00 ± 10,78 a
Moy Gle	1,52	1,51	12,08	281,67
CV (%)	21,85	20,00	12,90	11,06
P > F	0,02	0,04	0,03	0,01

Moy Gle: Moyenne générale P: Probabilité de F

CV: Coefficient de variation correspondant à la dernière erreur résiduelle

Dans la même ligne, les moyennes suivies de la même lettre sont significativement identiques au seuil de 5% (test de Newman-Keuls)

### 3.2.5 DÉLAI DE FLORAISON DU MAÏS

L'analyse statistique montre que les valeurs moyennes enregistrées chez les plants des traitements issus d'association (T1, T2 et T3) ne diffèrent pas significativement ( $P > 0,05$ ) de celles du témoin T0. Ainsi, les densités de plantation de jatropha n'ont pas influencé significativement la date de floraison des plants de maïs par conséquent la durée du cycle du maïs ne varie pas quel que soit le type d'association (Tableau 4).

### 3.2.6 LONGUEUR DES ÉPIS DU MAÏS

Les traitements appliqués ont influé significativement ( $P < 0,05$ ) sur la longueur des épis de maïs. Les traitements T1, T2 et T3 se sont distingués par l'induction des plus grandes longueurs d'épis avec un résultat respectivement de 17,37; 17,63 et 15,40 cm comparativement au traitement (témoin) qui a enregistré la plus faible longueur des épis (12,53 cm) (Tableau 4).

### 3.2.7 MASSE DE 1000 GRAINES DE MAÏS

Les traitements ont été séparés en trois groupes homogènes selon la masse de 1000 graines. Le premier groupe formé par le traitement T2 a produit les meilleures masses (406,60 g). Le traitement T1 a composé le deuxième groupe avec une valeur intermédiaire (353,30 g). Les traitements T3 et T0 ont constitué le dernier groupe avec les plus faibles masses de graines des épis (253,3 et 230 g respectivement) (Tableau 4).

### 3.2.8 RENDEMENT DU MAÏS

Le rendement du maïs a varié significativement ( $P < 0,05$ ) en fonction des associations. Le meilleur rendement a découlé du traitement T2 avec une valeur de 1,58 t.ha<sup>-1</sup>. Le traitement T1 a produit un rendement intermédiaire avec 1,41 t.ha<sup>-1</sup>. Les traitements T3 et T0 ont été à l'origine des plus faibles rendements avec respectivement 0,99 et 0,95 t.ha<sup>-1</sup> (Tableau 4).

Tableau 4. Paramètre de rendement du maïs

Traitements	Délai floraison	Longueur épis (cm)	Masse 1000 graines (g)	Rendement (t.ha <sup>-1</sup> )
T0	70,67 ± 5,17 a	12,53 ± 0,81 b	230,00 ± 11,55 c	0,95 ± 0,02 b
T1	76,00 ± 2,08 a	17,37 ± 0,47 a	353,30 ± 14,53 b	1,41 ± 0,14 ab
T2	73,00 ± 5,00 a	17,63 ± 0,37 a	406,60 ± 23,33 a	1,58 ± 0,11 a
T3	67,67 ± 1,45 a	15,40 ± 0,70 a	253,30 ± 14,53 c	0,99 ± 0,10 b
Moy Gle	71,83	15,73	310,83	1,23
CV (%)	9,08	14,68	25,49	26,01
P > F	0,52	0,007	0,00	0,02

Moy Gle: Moyenne générale P: Probabilité de F

CV: Coefficient de variation correspondant à la dernière erreur résiduelle

Dans la même ligne, les moyennes suivies de la même lettre sont significativement identiques au seuil de 5% (test de Newman-Keuls)

### 3.3 CHOIX DES FUMURES PERFORMANTES SUR LA BASE DES PARAMÈTRES AGROMORPHOLOGIQUES

Une Analyse en Composantes Principales a permis de cribler les traitements (association) étudiés sur la base des paramètres de croissance et de production des plants de maïs (Figure 2). Les axes 1 et 2 ont caractérisé les traitements évalués au niveau des paramètres agromorphologiques. Ces axes ont contribué pour 86,80 % à la variation observée. Les paramètres de croissance (hauteur, diamètre et nombre de feuilles vivantes des plants) et de production (délai de floraison, longueur des épis, poids de 1000 graines et rendement) ont été fortement et positivement corrélés à l'axe 1. Ainsi, l'axe 1 a permis de répartir les traitements en deux groupes homogènes. Les traitements T1 et T2, caractérisés par de meilleures croissances végétaives et de production, constituent le premier groupe. Les traitements T0 (témoin) et T3 ont formé la dernière communauté avec les plus faibles performances agromorphologiques.

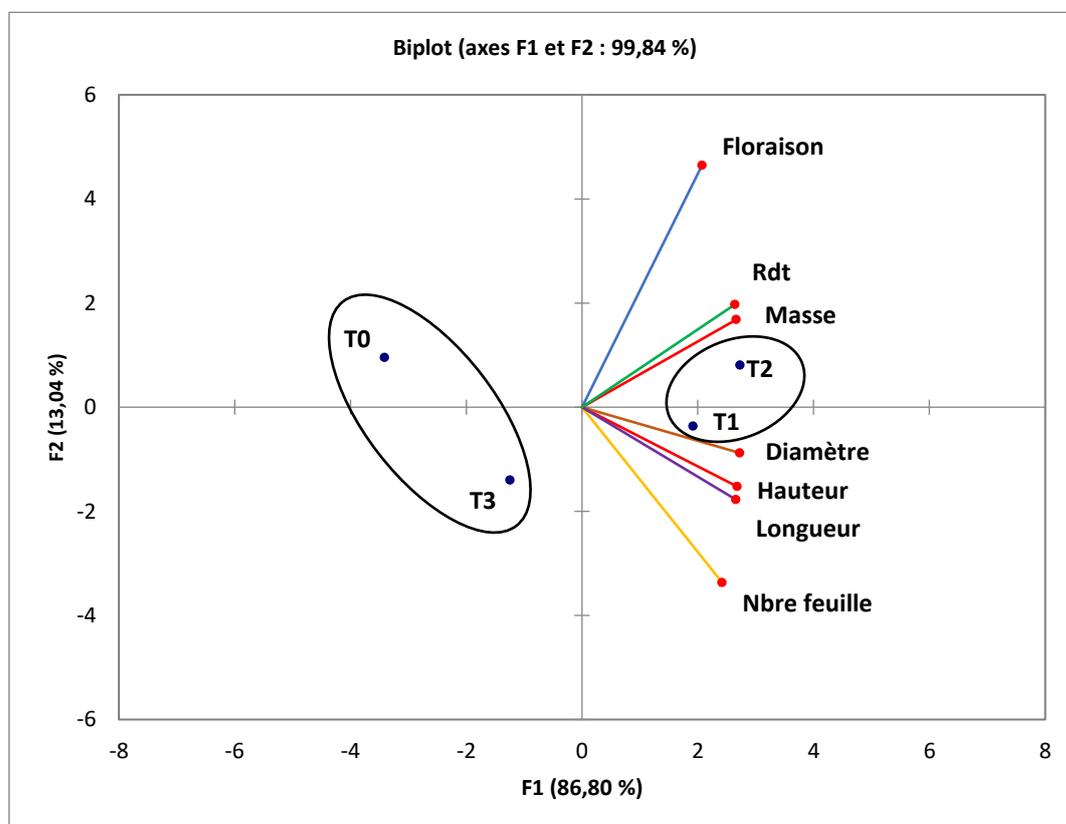


Fig. 2. Répartition des traitements en fonction des paramètres agromorphologiques du maïs selon l'axe 1 et 2 d'une Analyse en Composantes Principales

### 3.4 PARTITION DES TRAITEMENTS SELON LES PARAMÈTRES AGROMORPHOLOGIQUES DU MAÏS

La partition des traitements en fonction des performances de croissance et de rendement par la classification hiérarchique (dendrogramme) a permis d'isoler deux groupes. La première classe est constituée par les traitements T1 et T2 qui ont induit les meilleures performances. Les traitements T0 et T3 ont formé le dernier groupe avec les plus faibles paramètres agromorphologiques (Figure 3).

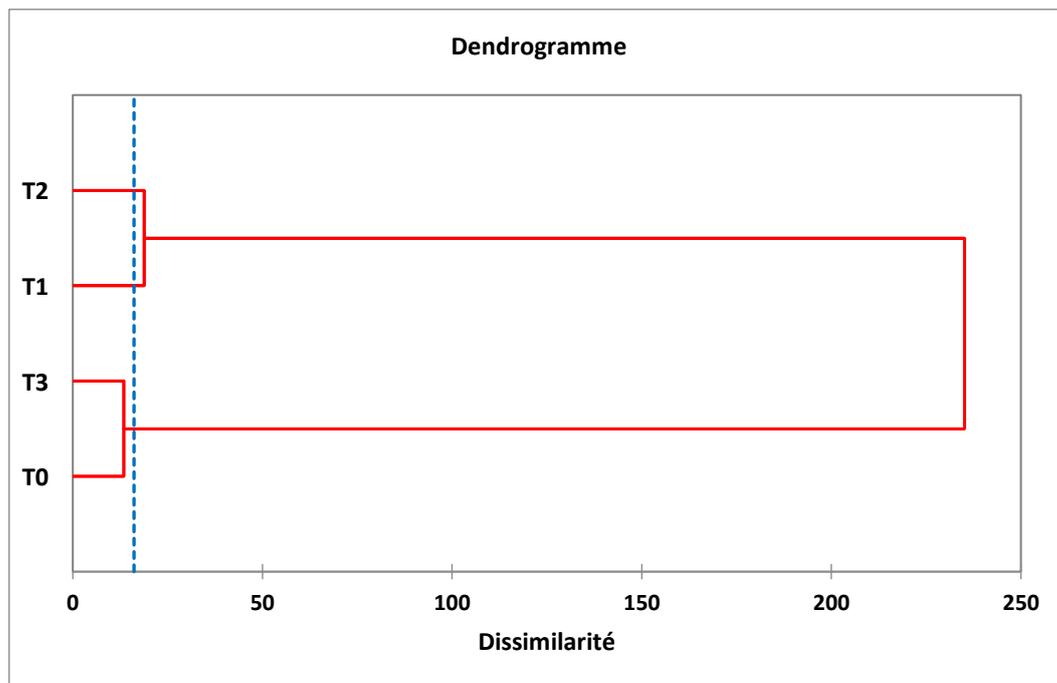


Fig. 3. Partition des traitements selon le rendement du maïs

## 4 DISCUSSION

### 4.1 EFFET DE L'ASSOCIATION CULTURALE SUR LE DÉVELOPPEMENT DU JATROPHA CURCAS

De l'analyse de l'impact des associations culturales sur les paramètres agromorphologiques des plants de *Jatropha curcas*, il ressort que le diamètre du feuillage le plus élevé a été enregistré dans le traitement T3 ( $181,90 \pm 3,30$  cm). Ainsi, le traitement T3 à grand écartement de *Jatropha curcas* ( $4 \times 2$  m) semble avoir un plus grand nombre de branches secondaires. Par contre, les diamètres les plus faibles ont été obtenus dans les traitements T1 ( $151,87 \pm 8,84$ ) et T2 ( $137,10 \pm 9,00$ ). On en déduit que l'association culturale a eu un effet négatif sur le diamètre du feuillage. Cette diminution de diamètre serait due à la densité de plantation de *Jatropha curcas* plus élevée au niveau de ces deux traitements T1 ( $2500$  plant.ha<sup>-1</sup>) et T2 ( $1666$  plant.ha<sup>-1</sup>). Les faibles diamètres de feuillage desdits traitements seraient la conséquence d'une concurrence entre les plants de *Jatropha curcas* et ceux de maïs associé, aussi bien dans l'occupation de l'espace que dans l'utilisation des éléments nutritifs du sol. En ce qui concerne la hauteur des plants, la masse des graines de fruits et le rendement de *Jatropha curcas*, notre expérience a montré qu'il n'y a pas de différence significative entre les systèmes d'association ( $2 \times 2$  m;  $3 \times 2$  m;  $4 \times 2$  m). Ces résultats attestent que l'interaction entre le *Jatropha curcas* avec le maïs n'est pas préjudiciable pour le *Jatropha curcas* en ce qui concerne la taille et le rendement des graines dans les deux premières années de culture. D'après [11], *Jatropha curcas* se comporte bien avec les cultures vivrières. Les travaux de [12] ont montré que la rentabilité de l'association de *Jatropha curcas* avec les cultures vivrières (maïs et haricot commun) sur un sol pauvre en République Démocratique de Congo, était meilleure que celle de la culture pure de *Jatropha curcas*. Pour cette présente étude, l'interaction entre les plantes cultivées en intercalaire n'est pas préjudiciable pour le *Jatropha curcas* car le maïs en association est une culture à cycle court et ne développe pas un système racinaire et un ombrage nécessaire pour concurrencer le *Jatropha curcas*.

#### 4.2 EFFET DE L'ASSOCIATION CULTURALE SUR LES PARAMÈTRES AGROMORPHOLOGIQUES DU MAÏS

Il est observé une différence significative relativement aux paramètres de croissance (hauteur, diamètre, nombre de feuille) et de production du maïs (masse de 1000 graines et rendement), en fonction de trois types d'écartements du *Jatropha curcas* adopté T1 (2\*2 m), T2 (3\*2 m) et T3 (4\*2 m) avec le témoin non associé T0. De façon générale, les plants de maïs issu du système maïs -*Jatropha curcas* croît plus vite que les plants en culture pure. Cependant, les trois densités de plantation de jatropha T1 (2500 plant.ha<sup>-1</sup>), T2 (1666 plant.ha<sup>-1</sup>) et T3 (1250 plant.ha<sup>-1</sup>) mis en expérimentation ont induit statistiquement les mêmes paramètres de croissance. Ce résultat pourrait s'expliquer par le fait qu'après une année de culture, les plants de *Jatropha curcas* n'ont pas encore développé une extension importante du système racinaire et d'ombrage important pour occasionner une compétition entre les deux espèces en présence. La différence significative observée entre la croissance des plants de maïs des cultures associées (T1, T2 et T3) et de la culture pure (T0) pourrait s'expliquer par le niveau de la fertilité du sol. En effet, pour [13] et [14], le développement de la biomasse aérienne d'une culture est d'autant plus important que le sol est lui-même riche en éléments fertilisants. En outre, notre expérimentation nous a montré une biomasse décomposée avec une forte humidité après une année de culture dans le sol sous houppier de *Jatropha curcas*. Cette présence de la matière organique présage une activité biologique importante dans le sol sous houppier de *Jatropha curcas*. Les travaux de [15] ont montré une activité biologique importante dans le sol sous houppier de *Jatropha curcas*. Ces études ont de même mis en évidence l'existence d'une forte corrélation positive entre la biomasse microbienne et certains éléments chimiques du sol comme le carbone organique et l'azote total. Cette activité biologique entraînerait, selon [16], une remontée des éléments fins vers les horizons de surface et expliquerait la présence des argiles sous le houppier de *Jatropha curcas*. Les études de [17] ont montré que les sols cultivés avec les cultures annuelles ont des teneurs en carbone plus faibles que les sols cultivés avec des plantes pérennes du fait de la biomasse racinaire qui est plus élevée chez les plantes pérennes. Dans l'association maïs - *Jatropha curcas*, la matière organique en se décomposant, serait une source de nutriments pour les plants de maïs. Nos résultats sont similaires à ceux de [18], qui ont montré que la matière organique, en se dégradant, libère les éléments minéraux essentiels pour la nutrition de la plante. Selon [19], l'enfouissement dans le sol des feuilles de *Jatropha curcas* permet d'améliorer les propriétés chimiques du sol et la croissance des plants. La minéralisation de la litière de *Jatropha curcas* aurait contribué à améliorer la teneur du sol en azote et en phosphore, favorisant ainsi la croissance des plants de maïs. Ces résultats sont en accord avec ceux de [20] qui stipulent que le taux de matière organique issu de *Jatropha curcas* a un effet positif sur la croissance des plants de maïs. En outre, l'amélioration du statut hydrique du sol pourrait aussi expliquer cette performance des plants du maïs, car selon Topan (2015), les arbres ont la capacité d'humidifier les horizons superficiels par leurs racines. Ce résultat corrobore celui de Bazongo (2011), qui a montré que le *Jatropha curcas* avait un effet favorable sur la croissance des plants. Les résultats obtenus par Tapsoba (2011) ont également montré que le *Jatropha curcas* peut même être cultivé en association avec plusieurs cultures alimentaires, sans compétition. Les travaux de [21] ont confirmé que la culture du *Jatropha curcas* n'entraîne pas de compétition avec les cultures vivrières annuelles. Nos travaux ont également montré une augmentation de la surface foliaire du maïs avec l'association par rapport à la culture pure. Ce système d'association semble imposer une compétition entre le maïs et le jatropha pour la lumière. Cette compétition amène le maïs à accroître sa surface foliaire pour une meilleure interception du rayonnement solaire. Ces résultats corroborent ceux obtenus par [22], qui ont montré que les associations culturales permettent un bon développement végétatif par rapport à la culture pure. Relativement aux paramètres de production, l'association du maïs avec le *Jatropha curcas* présente une variabilité de rendement en fonction du système de culture d'une part (culture pure-culture associée) et des densités de plantation d'autre part. Le rendement du maïs est donc influencé par l'association avec le *Jatropha curcas*. En outre, les haies de *Jatropha curcas* dans les traitements T1 (2\*2 m) et surtout T2 (3\*2 m) ont eu des effets améliorants sur le poids des grains de maïs. Le poids total des grains de maïs associé au *Jatropha curcas* est supérieur à celui provenant de la culture pure (T0) et du traitement à grand écartement T3 (4\*2 m). Nos résultats pourraient s'expliquer par la différence de fertilité des sols dans les deux systèmes de culture. L'amélioration de la teneur du sol en phosphore, provenant de la composition de la matière organique de la biomasse du *Jatropha curcas*, pourrait contribuer à la formation des épis des plants de maïs et à accélérer leurs mises en grain [23]. Ces résultats sont en accord avec ceux de [24] qui stipulent que les rendements grains de sorgho sont plus élevés dans le système sorgho-*Jatropha curcas* par rapport à ceux d'une parcelle de sorgho en culture pure. [9] en comparant les rendements du maïs en culture pure à ceux du maïs obtenu dans l'association maïs-*Jatropha curcas*, a abouti au même résultat avec de meilleurs rendements avec l'association maïs-*Jatropha curcas*. Les faibles valeurs des composantes du rendement dans le système en culture pure de maïs seraient dues à la croissance lente et au faible développement de l'appareil végétatif des plants. Dans la présente étude, certains plants issus du traitement témoin (T0) et du traitement à grand écartement (4\*2 m) n'ont pas atteint le stade

d'épiaison et certains ont flétris sous l'effet des poches de sécheresse. Le fait que certains plants de maïs ne puissent pas boucler leur cycle végétatif dans les parcelles de sorgho en culture pure à cause des poches de sécheresse a été rapporté par [25]. L'amélioration des rendements du maïs dans le système maïs-Jatropha pourrait provenir de la matière organique qui, à travers sa minéralisation et son importance dans la dynamique de l'azote a une influence directe sur la nutrition de la plante et sur les propriétés chimiques du sol [26]. La matière organique améliore également la capacité de rétention en eau du sol. Ce facteur améliore la production de matière sèche qui se traduit par des plantes de bonnes vigueur résistant mieux aux aléas climatiques avec pour conséquence de meilleurs rendements [27]. L'action positive du *Jatropha curcas* sur le rendement du sorgho a été aussi citée par [15].

## 5 CONCLUSION

Les modalités d'insertion du *Jatropha curcas* dans les systèmes de culture constituent une des premières connaissances stratégiques pour la culture rentable de cette plante. En effet, les choix culturaux (culture pure ou associée) comme les différents techniques culturales (écartement des plants) semblent avoir des incidences très fortes sur les cultures intercalaires. Afin de rendre compte de la place réellement accordée au *Jatropha curcas* et des éventuelles concurrences avec les cultures vivrières dans les exploitations familiales et dans les terroirs villageois, nos travaux ont mis en évidence l'influence des haies de *Jatropha curcas* sur les paramètres agromorphologiques du maïs. Les résultats de ces travaux ont montré que l'association jatropha-maïs n'est pas préjudiciable pour la croissance et la production du *Jatropha curcas*. Cependant, le *Jatropha curcas* a contribué à améliorer la production de biomasse et le rendement du maïs qui lui est associé. Les différents systèmes d'associations sont qualifiés d'avantageuses par rapport à la culture pure du maïs. En fonction des trois écartements utilisés, il est observé une différence significative par rapport à la hauteur, au diamètre, au poids des grains et le rendement du maïs. Ainsi, le meilleur système d'association du maïs est celui de l'écartement 3\*2 m avec une densité de 1666 plant.ha<sup>-1</sup>. Cela s'explique par une utilisation efficiente des ressources du milieu dans cette associations que dans les cultures pures.

## REFERENCES

- [1] K. Reinhard et T. Ramorafeno, Le manuel jatropha pour Madagascar. 20p, 2005.
- [2] A. E. Assogbadjo, G. Amadji, R. Glèlè Kakaï, A. Mama, B. Sinsin, P. Van Damme, Evaluation écologique et ethnobotanique de *Jatropha curcas* L. au Bénin. International Journal of Biological and Chemical Sciences. 3 (5), 1065-1077, 2009.
- [3] B.D. Datinon, A. I. Glitho, M. Tamo and. K. Amevoin, Perception of Farmers on Seed Production Constraints of *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) “. Asian Journal of Applied Sciences, 6, 99-106, 2013.
- [4] FAO, La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture. Biocarburants: perspectives, risques et opportunités. 156 p, 2008.
- [5] B. Dorin, V. Gitz, Ecobilans de biocarburants: une revue des controverses et des enjeux agronomiques mondiaux. Projet d'article formaté pour la revue Natures Sciences Sociétés: 337-347, 2007.
- [6] P. Tapsoba, Agroénergie Développement. Communication du 11 novembre 2009.
- [7] Sahel Quotidien, Biocarburant: L'expérience du "Jatropha" gagne du terrain au Burkina Faso, 3p, 2008.
- [8] ARP, Dynamique de production du *Jatropha* au Burkina Faso: analyse de la rentabilité agricole et de la structuration des acteurs. FFEMIAFD/adezia, Communication, Dakar 6 novembre, 2013.
- [9] A. R. Tapsoba, Réponses physiologiques des plantes vivrières cultivées sous plantation de *Jatropha curcas* L. cas du Maïs (*Zea mays* L.) dans la commune de Boni en Zone Soudano-Sahélienne. Mémoire d'Ingénieur du Développement Rural en Agronomie, Institut du Développement Rural / Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. 37 p, 2011.
- [10] R. Bonhomme, F. Ruget, M. Derieux et P. Viocourt, Relations entre production de matière sèche et énergie interceptée chez différents génotypes de maïs. Comptes Rendus des seances del' Academie des Sciences, Paris. Série III 294: 393-398, 1982.
- [11] M. Domergue and R. Pirot, Rapport de synthèse bibliographique, Cirad, 118 p, 2008.
- [12] M. J. D, Minengu, Etude des possibilités de culture de *Jatropha curcas* L. dans la région de Kinshasa (République Démocratique du Congo). Thèse de Doctorat, Université de Liège – Gembloux Agro-Bio Tech (Belgique), 178 p, 2014.
- [13] M. J. D, Minengu, Etude des possibilités de culture de *Jatropha curcas* L. dans la région de Kinshasa (République Démocratique du Congo). Thèse de Doctorat, Université de Liège – Gembloux Agro-Bio Tech (Belgique), 178 p, 2014.
- [14] M. Traoré, H. B. Nacro, R. Tabo, A. Nikiéma, H. Ousmane, Potential for agronomical enhancement of millet yield via *Jatropha curcas* oilcake fertilizer amendment using placed application technique. International Journal of Biological and Chemical Sciences 6 (2): 808-819, 2012.
- [15] B. Yélémo, G. Yaméogo, A. Barro, S. J. Taonda, V. Hien, La production de sorgho dans un parc à *Piliostigma reticulatum* en zone nord soudanienne du Burkina Faso. TROPICULTURA. 31 (3): 154-162, 2013b.

- [16] P. Bazongo, Introduction du *Jatropha curcas* L. dans les exploitations agricoles de la zone ouest du Burkina Faso: état des lieux et effet de la plante sur les propriétés des sols et des cultures associées. Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies en Science du Sol. Institut du Développement Rural/ Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 49 p, 2011.
- [17] S. Traoré, J. P. Millogo, L. Thiombiano, S. Guinko, Carbon and nitrogen enhancement in Cambisols and Vertisols by *Acacia* spp. in eastern Burkina Faso: relation to soil respiration and microbial biomass. *Applied Soil Ecology*, 35: 660-669, 2007.
- [18] T. Dieye, Diversité génétique, structure et activité des communautés microbiennes des sols sous l'influence de *Jatropha curcas* L., évaluation de son stockage du carbone dans les sols. Thèse de Doctorat, Université Cheick Anta Diop de Dakar, Sénégal. 128 p, 2016.
- [19] X. Gnoumou, T. G. Yaméogo, M. Traoré, G. Bazongo, P. Bazongo, Adaptation aux changements climatiques en Afrique sub-saharienne: impact du zaï et des semences améliorées sur le rendement du sorgho dans les villages de Loaga et Sika (province du Bam), Burkina Faso. *International Journal of Innovation and Applied Studies*. 19 (1): 166-174, 2017.
- [20] M. Sene, Faisabilité de traitement des eaux usées domestiques par filtres de plantes d'espèces utilitaires: *Jatropha curcas* L. au Burkina Faso. Mémoire de fin d'études, Institut de l'Ingénierie et de l'Eau (2iE). 55 p, 2009.
- [21] S. Soulama, Influence du *Jatropha curcas* dans la séquestration du carbone et essai de compostage. Mémoire de Diplôme d'Etudes Supérieures Spécialisées. Unité de Formation et de Recherche en Sciences de la Vie et de la Terre / Université de Ouagadougou 1 (Professeur Joseph KI-ZERBO), Burkina Faso. 56 p, 2008.
- [22] M. K. Singh, N. Ghoshal, Impact and land use change on soil organic carbon content in dry tropics. *Plant Arch*. 11: 903-906, 2011.
- [23] K. Coulibaly, E. Vall, P. Autfray et P. M. Sedogo, Performance technico-économique des associations maïs-niébé et maïs-mucuna en situation réelle de culture au Burkina Faso: potentiels et contraintes. *Tropicultura*. 30 (3): 147-154, 2012 a.
- [24] S. Kaboré, Influence des haies de *Jatropha* sur le rendement du sorgho (*Sorghum vulgare*) dans deux zones pédoclimatiques du Burkina Faso. Mémoire d'Ingénieur Agronome. Institut des Sciences de l'Environnement et du Développement Rural. Centre Universitaire Polytechnique de Dédougou, Burkina Faso. 71 p, 2014.
- [25] S. Topan, Influence des haies de *Jatropha* sur la productivité du sorgho (*Sorghum bicolor*) en zone sud-soudanienne du Burkina Faso. Mémoire d'Ingénieur d'Agriculture. Centre Agricole Polyvalent de Matourkou, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. 42 p, 2015.
- [26] J.T. Yaméogo, A. N. Somé, A. Mette Lykke, M. Hien, H. B. Nacro, Restauration des potentialités de sols dégradés à l'aide du zaï et des cordons pierreux à l'Ouest du Burkina Faso, *TROPICULTURA*. 31 (4): 224-230, 2013.
- [27] T. G. Yaméogo, Réhabilitation d'écosystème forestier dégradé en zone Soudanienne du Burkina Faso: impacts des dispositifs CES/DRS. Thèse de Doctorat Unique en Développement Rural, Science du Sol, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. 160 p, 2012.
- [28] S. Kantiono, Effet de techniques de CES sur les composantes du rendement du sorgho et les propriétés chimiques du sol à l'Ouest du Burkina Faso. Mémoire d'Ingénieur. Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso. Burkina Faso. 69 p, 2010.