

**BURKINA FASO**  
Unité – Progrès – Justice

**MINISTERE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE ET SUPERIEUR**

**UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE BOBO-DIOULASSO**

**INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL**



**MEMOIRE DE FIN DE CYCLE**

En vue de l'obtention du

**DIPLOME DE MASTER EN SCIENCE DU SOL**

**Spécialité : Gestion intégrée de la fertilité des sols**

**EFFET DE LA CULTURE DU *JATROPHA* SUR LES  
CARACTERISTIQUES CHIMIQUES DES SOLS DANS LA ZONE  
OUEST DU BURKINA FASO :  
CAS DES SOLS DE TIN ET DE TOROKORO**

Présenté et soutenu par : **BAYOULOU Soumana**

Maître de stage : **Dr TRAORE Karim, Agro-pédologue Chargé de Recherche**

Directeur de mémoire : **Dr TRAORE Mamadou, Enseignant-Chercheur**

N° : ...../2013/MASTER-GIFS

DECEMBRE 2013

## TABLE DES MATIERES

DEDICACE.....	iv
REMERCIEMENTS .....	v
LISTE DES TABLEAUX.....	vii
LISTE DES FIGURES.....	vii
SIGLES ET ABREVIATIONS.....	viii
RESUME.....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I : SYNTHESE DE LITTERATURE.....	3
11. Connaissances sur le <i>Jatropha</i> .....	3
1.1.1. Origine et répartition géographique.....	3
1.1.2. Description botanique.....	3
1.1.3. Usages du <i>Jatropha</i> .....	6
1.1.4. Système de culture du <i>Jatropha</i> au Burkina Faso.....	9
1.2. Effets de l'arbre sur le fonctionnement du sol.....	10
1.2.1. Paramètres physiques du sol.....	10
1.2.2. Paramètres chimiques du sol.....	11
1.2.3. Paramètres biologiques du sol.....	13
CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODES.....	15
2.1. Cadre géographique.....	15
2.1.1. Village de Tin.....	16
2.1.2. Village de Torokoro.....	17
2.2. Description des parcelles étudiées.....	18
2.2.1. Parcelles de Tin.....	18
2.2.2. Parcelles de Torokoro.....	18
2.3. Méthode de prélèvement et d'analyse des sols.....	18

2.3.1.	Dispositifs pour le prélèvement du sol .....	18
2.3.2.	Prélèvement du sol.....	19
2.3.3.	Préparation des échantillons .....	20
2.3.4.	Méthodes d'analyse .....	20
2.4.	Traitement et analyse des données .....	22
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION .....		23
3.1.	Résultats .....	23
3.1.1.	Caractéristiques chimiques des sols à différentes distances du houppier de <i>Jatropha</i> à Tin .....	23
3.1.2.	Caractéristiques chimiques des sols à différentes distances du houppier de <i>Jatropha</i> à Torokoro.....	24
3.2.	Discussion .....	26
3.2.1.	Influence de la culture de <i>Jatropha</i> sur le pH du sol.....	26
3.2.2.	Influence de la culture de <i>Jatropha</i> sur les teneurs en azote total, en carbone total et sur le rapport C/N du sol .....	27
3.2.3.	Influence de la culture de <i>Jatropha</i> sur la teneur en phosphore du sol .....	28
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS .....		29
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....		30
WEBOGRAPHIE.....		43

## DEDICACE

### A

- © *La mémoire de mon père **F. BAYOULOU Bédoua**, que son âme repose en paix*
- © *Ma mère bien aimée **SIAKOUA Etiéné** pour tous ses efforts et son affection*
- © *La grand-mère **DUMORTIER** en France, que Dieu lui donne plus de force pour supporter ses 90 ans.*

## REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier très sincèrement les personnes morales et physiques dont les concours et les encouragements ont été d'un soutien inestimable à la réalisation de ce mémoire.

Nos remerciements vont à l'endroit de AGRA et à Madame RARIEYA Marie responsable de formation et de l'éducation du programme santé de sol pour les multiples appuis matériels et financiers à la formation.

Aux Pr (Professeurs) OUEDRAOGO Georges Anicet et SOMDA Irénée respectivement Président de l'Université Polytechnique de Bobo (UPB) et Directeur de l'Institut du Développement Rural (IDR), qui ont bien voulu accepter mon inscription à l'Université. À toute l'équipe de l'encadrement pédagogique de l'IDR et ses partenaires pour les efforts consentis.

Je me fais un agréable devoir de remercier vivement notre maître de stage Dr TRAORE Karim à MOSANTO qui, malgré ses multiples occupations et sollicitudes, a pu mettre du sien pour notre encadrement technique.

Nos remerciements sincères au Dr TRAORE Mamadou, enseignant-chercheur à l'IDR/UPB, notre Directeur de mémoire pour ses nombreux conseils et suggestions entrant dans le cadre de la perfection de notre mémoire.

Nous disons également merci au Dr BACYE Bernard, coordonateur du Master, pour nous avoir accompagné jusqu'à la fin de la formation.

Au Pr NACRO Hassan Bismarck, premier coordonateur du Master actuellement au Centre AGRYMET au Niger, pour sa disponibilité et ses nombreux conseils pendant toute la formation pédagogique.

Au Pr HIEN Victor, Directeur de Recherche, Coordonateur National du Projet UA *Jatropha* et au Dr YELEMOU Barthélémy pour la réalisation de notre stage dans le cadre de ce projet.

Au Dr SANOU Jacob, Directeur Régional de Recherches Environnementales et Agricoles de l'Ouest (DRREA-O) de Farako-bâ pour nous avoir accueilli au sein de sa structure.

A M. OUEDRAOGO Souleymane, Chef de Programme GRN/SP de la DRREA-O pour avoir accepté et mis à notre disposition, le matériel de travail de son Programme. A travers lui, nous voulons aussi témoigner notre reconnaissance à tout le personnel de son programme.

A M. BAZONGO Pascal, Doctorant en science du sol pour nous avoir associé à ce projet de recherche sur le *Jatropha*.

Au Dr GNAKAMBARY Zacharia, Directeur Général du BU.NA.SOLS et à travers lui tout son personnel pour avoir mis à ma disposition, les documents techniques nécessaires mais aussi pour ses conseils et ses orientations.

La famille DUMORTIER (Jean et Chantal) en France et leur fille Aurélie DUMORTIER, Ingénieur Agronome pour leur soutien inestimable à ma personne.

M. OUATTARA Amoro dit docteur, Technicien au laboratoire GRN/SP que j'appelle affectueusement « mon grand frère » pour toute sa disponibilité et son accompagnement pendant mes analyses au laboratoire.

M. SANOU Abdramane, Ingénieur Agronome au Programme GRN/SP pour son appui technique.

Madame DIAKITE Mariam, Secrétaire de Direction au Programme GRN/SP.

Mon frère BAYOULOU B. Jonas et à travers lui toute la famille BAYOULOU ; mon neveu BAÏLOU Mamadou qui m'a beaucoup soutenu.

Mon ami et frère BANIA Yaya, au Ministère de l'Agriculture et de la Sécurité Alimentaire pour tout ce qu'il a fait pour moi.

Toute la promotion Master GIFS et à mon ami personnel SIDIBE Baba pour le temps d'amitié et de collaboration que nous avons passé ensemble.

Toutes les personnes qui n'ont pu être citées dont la collaboration a été nécessaire.

A tous, je vous dis merci !!!

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1 :</b> Propriétés chimiques des sols sous les plants de <i>Jatropha</i> .....	9
<b>Tableau 2 :</b> Analyses des propriétés chimiques des sols de Tin.....	24
<b>Tableau 3 :</b> Analyses des propriétés chimiques des sols de Torokoro.....	26

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1 :</b> Schéma conceptuel des interactions entre compartiments agissant au niveau des solutions de sol (Source : Jaffrain, 2006).....	14
<b>Figure 2 :</b> localisation des sites d'étude. ....	15
<b>Figure 3 :</b> Pluviométrie des dix dernières années du poste de Orodara .....	16
<b>Figure 4 :</b> Pluviométrie des dix dernières années du poste de Mangodara. ....	17
<b>Figure 5 :</b> dispositif de prélèvement du sol .....	19

## SIGLES ET ABREVIATIONS

<b>2IE</b>	Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement
<b>AFNOR</b>	Association Française de Normalisation
<b>AGRA</b>	African Green Revolution Alliance
<b>AgroED</b>	Agro-Energie Développement
<b>ANOVA</b>	Analysis of Variance
<b>APROJER</b>	Association pour la Promotion du Jatropha et des Energies Renouvelables
<b>BU.NA.SOLS</b>	Bureau National des Sols
<b>CIRAD</b>	Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
<b>COS</b>	Carbone organique du sol
<b>CPCS</b>	Commission de pédologie et de cartographie des sols
<b>DPASA</b>	Direction Provinciale de l'Agriculture et de la Sécurité Alimentaire
<b>DRREA</b>	Direction Régionale de Recherches Environnementales et Agricoles
<b>DRS/CES</b>	Défense et Restauration des Sols/ Conservation des Eaux et des Sols
<b>FAO</b>	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
<b>Ges</b>	Gaz à effet de serre
<b>GIEC</b>	Groupe Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
<b>GNR/SP</b>	Programme Gestion des Ressources Naturelles/ Système de Production
<b>GPS</b>	Global Positionning System
<b>IDR</b>	Institut du Développement Rural
<b>INERA</b>	Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles
<b>IPCC</b>	Intergovernmental Panel on Climate Change
<b>Lulucf</b>	Land use and land use change and forestry
<b>Mdp</b>	Mécanisme de développement propre
<b>MEF</b>	Ministère de l'Economie et des Finances
<b>MOS</b>	Matière Organique du Sol
<b>ORSTOM</b>	Office de Recherche Scientifique et Technique d'Outre-mer
<b>R.I.P.I.E.C.S.A</b>	Recherches Interdisciplinaires et Participatives sur les Interactions entre les Ecosystèmes, le Climat et les Sociétés en Afrique de l'Ouest
<b>SONABEL</b>	Société Nationale Burkinabè d'Electrification
<b>U.P.B</b>	Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso

## RESUME

La zone ouest du Burkina Faso fait partie des zones pionnières de promotion de la culture du *Jatropha* au Burkina Faso. Cette zone qui a eu l'accompagnement de plusieurs programmes, abrite diverses plantations de *Jatropha* âgées de cinq ans et plus. Malgré cet engouement, la connaissance de l'impact de la culture du *Jatropha* sur les caractéristiques chimiques du sol demeure insuffisante. C'est pour combler ce déficit que la présente étude a été entreprise. Elle a pour objectif d'évaluer les caractéristiques chimiques des sols à différentes distances du houppier dans les plantations de *Jatropha*. Les travaux ont été conduits dans deux villages : Tin sur des sols ferrallitiques dans la province du Kéné Dougou et Torokoro sur des sols ferrugineux dans la province de la Comoé. Dans chaque village, trois parcelles de *Jatropha* de cinq ans ont été choisies au hasard pour la conduite des travaux. Les prélèvements de sol ont été effectués selon un dispositif en milieu paysan répété 3 fois. Chaque échantillon de sol est la résultante de 3 prises conformément aux distances de prélèvement à 0 m, 1 m et 2 m du houppier. Les paramètres chimiques analysés au laboratoire sont le pH, le carbone organique, l'azote total, le rapport C/N, le phosphore total et assimilable. Les teneurs des variables mesurées sont corrélées aux distances de prélèvement du sol afin d'apprécier l'effet du *Jatropha* sur les caractéristiques chimiques du sol. De manière statistique, les résultats révèlent que l'influence de la distance de prélèvement du sol par rapport au houppier n'est pas perceptible sur les paramètres chimiques en dehors du pH du sol dans les sites de Tin. Les teneurs des paramètres chimiques ont connu une baisse tendancielle au fur et à mesure que la distance de prélèvement s'écarte du houppier au niveau des deux villages hormis l'azote total et le phosphore assimilable sur les sites de Torokoro, dont les teneurs étaient plus faibles sous le houppier que dans le sol hors houppier. Les résultats obtenus ne permettent pas de conclure de manière évidente, l'amélioration des paramètres chimiques du sol sous le *Jatropha*. Néanmoins l'étude mérite d'être approfondie afin de contribuer à la connaissance scientifique sur l'impact de la culture du *Jatropha* sur les sols au Burkina Faso.

**Mots clés :** *Jatropha*, caractéristiques chimiques des sols, sol ferrallitique, sol ferrugineux, zone ouest du Burkina Faso.

## ABSTRACT

The western zone of Burkina Faso is one of the pioneers in promoting *Jatropha* cultivation areas in Burkina Faso. This area had the support of several programs include various *Jatropha* plantations aged five years and older. Despite this enthusiasm, knowledge of the impact of *Jatropha* cultivation on soil chemistry remains insufficient. It is to fill this gap that the present study was undertaken. It aims to evaluate the chemical characteristics of the soil at different distances from the crown in *Jatropha* plantations. The work was conducted in two villages : Tin on lateritic soils in the province Kenedougou and Torokoro on ferruginous soils in the province Comoe. In each village, three plots of *Jatropha* aged five are randomly selected to conduct the work. The soil samples were carried out using a device -farm repeated 3 times. Each soil sample is the result of three distances taken in accordance with sampling at 0 m, 1 m and 2 m crown. Chemical parameters analyzed in the laboratory are pH, total carbon, total nitrogen, C / N ratio, total and available phosphorus. Levels of measured variables are correlated with distance sampling soil to assess the effect of *Jatropha* on chemical soil characteristics. Statistically, the results show that the influence of distance sampling soil in relation to the crown is not visible on the outside chemical parameters of soil pH in the sites of Tin. The contents of chemical parameters showed a downward trend gradually as the distance sampling deviates crown at the two villages apart from the total nitrogen and available phosphorus on Torokoro sites whose content were more low under the crown in crown off the ground. The results do not support the conclusion obviously, improved chemical soil parameters as *Jatropha*. Nevertheless deserves further study in order to contribute to scientific knowledge on the impact of *Jatropha* cultivation on soil in Burkina Faso.

**Keywords:** *Jatropha*, chemical soil characteristics, ferralitic soil, ferruginous soil, west area of Burkina Faso.

## INTRODUCTION

Originnaire d'Amérique latine et plus précisément du Mexique (Wilbur, 1954 ; Aponte, 1978), le *Jatropha* est une plante arbustive de la famille des Euphorbiacées. C'est une plante pérenne résistante à la sécheresse, qui croit sur des sols relativement pauvres en ressources minérales. Le *Jatropha* pousse à l'état sauvage dans de nombreux pays tels Madagascar, l'Égypte, l'Amérique Centrale, l'Amérique du Sud ou encore l'Inde, le Cambodge, le Laos, et plusieurs pays du Sahel. Plus de 160 espèces de *Jatropha* sont actuellement dénombrées dans le monde (<http://www.aujardin.info/actualites/0002-jatropha-or-vert.php#8eRrjYciVWuG0ckg.99>). Jadis utilisé comme clôture pour protéger les sites maraîchers contre la pénétration des hommes et des animaux, la plante a connu une expansion à travers le monde à cause de ses très nombreux usages. Ses graines contiennent 30-40 % d'huile avec un acide gras similaire à celui des huiles comestibles (Gübitz *et al.*, 1999). Le *Jatropha* est apparu comme une plante d'avenir en matière de production de biocarburant. Il est une source potentielle de revenus pour les producteurs pauvres avec une réduction notable de la facture pétrolière (Blin *et al.*, 2008).

Plusieurs expériences de culture intensive sont menées actuellement par les pétroliers et les Etats à Madagascar et au Brésil notamment. D'aucuns y voient une réelle perspective de développement pour ces pays économiquement fragiles. L'atout principal du *Jatropha* est en effet sa capacité à pousser sur des terrains semi-arides dévolus à l'élevage extensif où l'agriculture traditionnelle dédiée à l'alimentation est réduite à son strict minimum. Le fait que la plante se développe sans beaucoup d'exigence et pousse bien dans les pays tropicaux, arides, semi-arides et humides, lui enlève tout risque de compétition avec les autres cultures (Wikipédia (2009b). Selon Sahel Quotidien (2008), le *Jatropha* 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 (ARP, 2013). Elle présente également l'avantage de n'exiger peu d'entretien. Sori (2011) a indiqué le *Jatropha* comme étant une plante améliorante. Son influence de protection et de croissance sur les plantes comme le maïs, l'oignon, le piment, l'arachide et le haricot qui seraient dans son environnement immédiat a été démontrée au Togo ([www.tomoka-togo.com/fr/jatropha/](http://www.tomoka-togo.com/fr/jatropha/) consulté le 12/10/2013). Tapsoba (2011) rapporte une augmentation de rendement en maïs grain de 89,23% dans une association de culture jatropha-maïs.

Cependant, d'autres auteurs la considèrent comme une plante envahissante. En Birmanie tout comme en Tunisie, Neff et Scheid (2008) notent que son application ou son introduction entre en concurrence avec les productions agroalimentaires. Il est considéré par Legendre (2008) comme une plante envahissante en Australie. Par ailleurs, le *Jatropha* n'est pas productif sur les terres marginales, pauvres ou arides. Tout comme les autres cultures, il est implanté sur des terres arables avec des moyens propres à son exploitation selon les conclusions du réseau JatroRAF (2013). De plus, la plante est considérée comme un véritable poison pour l'homme et les sols (Alfons, 2008). Les extraits de graines ont été souvent utilisés avec succès comme pesticides (Heller, 1996). Dramé et *al.*, 1998 in Tapsoba (2011) retiennent qu'au Sénégal, le tourteau appliqué au sol dans une culture de tomate a provoqué une forte réduction de la population des nématodes du sol. De ce fait, USAID (2006) porte un regard critique sur un développement intensif de plantations de *Jatropha*.

Au Burkina Faso, la promotion du *Jatropha* a été surtout l'œuvre des ONG et des projets. Environ 70.000 à 150.000 ha de superficies sont plantées en *Jatropha* (CIRAD-2IE, 2008). La zone ouest du Burkina Faso fait partie des sites pionniers qui ont bénéficié de la promotion de cette culture dans le cadre du programme R.I.P.I.E.C.S.A. Cependant, très peu de travaux scientifiques ont été conduits sur la plante. En plus, les aspects liés aux effets de la plante sur les propriétés chimiques des sols ont été complètement ignorés.

Le présent travail intitulé « Effet de la culture du *Jatropha* sur les caractéristiques chimiques des sols dans la zone ouest du Burkina Faso : cas des sols de Tin et de Torokoro » entre dans le cadre général de l'amélioration des connaissances sur la culture du *Jatropha*. L'objectif global du travail est de contribuer à une meilleure connaissance des sols dans un système de production à base de *Jatropha*. De façon spécifique il s'agit de caractériser les paramètres chimiques des sols à différentes distances du houppier de *Jatropha* en vue de répondre à l'hypothèse suivante : la biomasse aérienne et souterraine issue du *Jatropha* influe positivement sur les caractéristiques chimiques du sol sous houppier à 0 m par rapport au sol hors houppier à 1 m et 2 m.

Le présent mémoire qui fait le point du travail réalisé compte trois chapitres. Le premier chapitre consacré à la synthèse de littérature, le second chapitre décrit les matériels et méthodes et le troisième chapitre porte sur les résultats et discussion.

## CHAPITRE I : SYNTHÈSE DE LITTÉRATURE

### 11. Connaissances sur le *Jatropha*

#### 1.1.1. Origine et répartition géographique

« Physic nut » en anglais ; Pourghère ou Pigeon d'Inde et fève d'enfer en français (Berhaud, 1975) ; Bagani en Bamanan ; Kidi ou duladaké en peulh ; Kerbodogo ou wâb n bâng mam en mooré, le nom *Jatropha* vient du Grec "iatrós" (docteur) et "trophé" (aliment) à cause de ses usages médicaux (Ijo, 2006 in Sori, 2011). Curcas est l'appellation commune du pourghère au Malabar et en Inde (Corell et Corell, 1982 in Heller, 1996). Le *Jatropha* compte environ 165 à 175 espèces dans le monde (Domergue et Pirot, 2008). C'est une plante vivace (dure 40 à 50 ans) et non comestible (CTA, 2008). Des formes fossiles datant de l'ère tertiaire auraient été découvertes au Pérou. Selon Heller (1996), l'espèce serait originaire de l'Amérique Centrale ou du Mexique. La plante connaît une large distribution. Elle est bien connue dans plusieurs régions du monde. En Afrique son introduction s'est faite d'abord au Cap Vert et en Guinée Bissau par les navigateurs portugais depuis le 16<sup>e</sup> siècle (Sangaré, 2007). Par la suite, la culture de la plante a été répandue sur tout le continent pour répondre à la demande énergétique des pays occidentaux (Koné, 1987). Son aire de distribution naturelle se situe principalement dans les zones arides et semi-arides (Makkar *et al.*, 1997) mais on le rencontre également dans les régions tropicales humides. Au Burkina Faso, la plante a été introduite avant les indépendances (Ouédraogo, 2000). Sa culture a été rependue sur toute l'étendue du territoire national (Zan, 1985).

#### 1.1.2. Description botanique

##### ✓ Appareil végétatif

Selon Arbonnier (2000), la plante de *Jatropha* est un arbuste rustique caducifolié pouvant atteindre 5 à 8 m de haut suivant les conditions pédoclimatiques. Son écorce grise ou roussâtre est marquée de taches blanches. Le tronc est court mais peut atteindre jusqu'à 35 cm de diamètre et 3 m de haut. Les branches sont pourvues de latex. La plante bourgeonne de préférence au bout des rameaux (acrotonie). Le *Jatropha* a des feuilles en forme de cœur découpées en trois à cinq lobes et disposées de façon alternée (Domergue et Pirot, 2008). Les plants issus des graines ou des boutures débutent leur première ramification au maximum à 1 m du sol et le nombre de rameaux varie de cinq (05) à vingt (20) (Ouédraogo, 2000). Ces caractéristiques lui confèrent un port buissonnant.

### ✓ Appareil racinaire

Le *Jatropha* présente un système racinaire différent selon son mode de reproduction. Les plantes issues de la graine portent une racine pivotante et 4 racines latérales (Henning, 2002) tandis que celles issues de boutures ne disposent que de racines adventives qui se forment tout au tour de la section de coupe (Mengual, 1994). Selon Münch et Kiefer (1986), ces racines adventives sont moins nombreuses et occupent la pointue de la section si la coupe est faite obliquement et non horizontalement. Une racine pivotante bien développée peut pénétrer jusqu'à deux mètres (2 m) de profondeur selon l'âge de la plante ce qui lui permet une bonne fixation au sol (Campa *et al.*, 2008).

### ✓ Appareil floral

L'inflorescence du *Jatropha* se forme à l'extrémité des jeunes pousses ou à la périphérie de la cime. Le *Jatropha* est une plante monoïque à fleurs diclines, mais celle-ci peut porter occasionnellement des fleurs hermaphrodites (Dehgan et Webster, 1979). D'après Vidal (1962), la première fleur apparaît 4 à 5 ans après la germination. Les plantes issues de boutures fleurissent 5 à 6 mois après plantation (Adam, 1953). Les fleurs mâles et femelles d'une même plante sont disproportionnées. Les fleurs mâles ont leur pédoncule plus court que celui des fleurs femelles et s'ouvrent pendant 8 à 10 jours (Droit, 1932). Quant aux fleurs femelles, elles ont seulement 2 à 4 jours d'ouverture (Prakash *et al.*, 2007). La pollinisation est en général assurée par les insectes (Dehgan, 1976).

### ✓ Fruits

Le fruit est une capsule presque sphérique de 4 cm de long et 3 cm d'épaisseur, à trois loges séparées (les carpelles) contenant chacune une graine et indéhiscentes sur l'arbre. Il est de couleur verte lorsqu'il se forme, puis jaunit et devient rouge-noir ridé et rugueux (Domergue et Pirot, 2008).

Les graines sont environ longues de 19,00 mm, larges de 11,00 mm et épaisses de 9 mm (Arbonier, 2002). Elles sont ovales, allongées avec des rayures blanches proéminentes, ramifiées et devenant noires. Selon Henning et Ramorafeno (2005), les graines contiennent environ 30 à 35% d'huile. En plus, elles sont riches en substances toxiques tels que la curcine (voisins de la ricine) et les esters de phorbol (Münch et Kiefer, 1986). Cependant selon Hass *et al.* (2002) et Greyt *et al.* (2008), il existe une variété non toxique en Amérique central (Mexique).

## ✓ Récolte

En zone sub-sahélienne la maturation du *Jatropha* correspond au mois d'août (Henning et al., 1988). Selon Münch et Kiefer (1986), la maturité de la graine est atteinte 3 à 4 mois après la fécondation. La capsule vire du vert au jaune témoignant de sa maturité physiologique. Le rendement grain est fonction du système de production, de l'âge de la plantation et des conditions pédoclimatiques. D'après Henning et Ramorafeno (2005), on estime le rendement du *Jatropha* entre 300 g et 9 kg par arbre soit une production de 2 à 5 t ha<sup>-1</sup>. Au Burkina Faso, le CIRAD a estimé les rendements grains en culture pure entre 1,2 et 1,5 t an<sup>-1</sup> à partir de la 5<sup>ème</sup> année de plantation.

## ✓ Plantation

La reproduction du *Jatropha* est possible par graine ou par bouture. Le bouturage est la meilleure solution pour implanter une haie. Par contre, les boutures résistent moins bien aux aléas pluviométriques, et ne sont pas recommandées pour l'établissement d'une plantation dont l'objectif principal est la production d'huile. En effet, d'après Heller (1996), la plantation en graine donne des plants plus résistants du fait de la racine pivotante qui se développe profondément alors que les plants issus de boutures ne produisent que des racines superficielles. Les plantes issues des boutures se développent plus vite que celles issues des graines (Domergue et Pirot, 2008).

## ✓ Ecologie

La plante de *Jatropha* est adaptée à un large éventail de climats et de sols (Leye et al., 2009). C'est une plante rustique qui s'adapte aux conditions pédoclimatiques des zones tropicales sèches (Godin et Spensley, 1971). Selon Daey et al. (2007), son champ de prédilection est les sols profonds à texture sableuse et à structure grumeleuse. Il préfère des sols à pH compris entre 6 et 8 (Alfons, 2008). Le *Jatropha* a une bonne résistance aux conditions de déficits hydriques. La plante a besoin au minimum de 300 mm d'eau par an pour assurer sa survie (Domergue et Pirot, 2008). D'après Larochas (1948), l'arbre peut traverser une longue période de sécheresse sans péril en perdant simplement ses feuilles.

Les principaux ravageurs de la plante sont de l'ordre des Héteroptères (Grimm et Maes, 1997). Des études conduites par Heller (1996) et Shama (2007) ont montré des risques potentiels d'infection de champignons pathogènes lors de la taille ou du bouturage mais aussi d'attaques de termites du tronc de l'arbre.

### 1.1.3. Usages du *Jatropha*

Le *Jatropha* est une plante à multiples usages. Les produits et les sous-produits de la plante sont utilisés aussi bien en milieu rural qu'urbain ; d'où son appellation de plante miracle.

Ainsi cette plante est utilisée dans :

#### ✓ **Lutte contre l'érosion des sols**

Le *Jatropha* a un système racinaire qui lui permet de protéger le sol. Sa racine pivotante ancre la plante dans le sol tandis que la profusion des racines latérales et adventives restent près de la surface et empêchent le sol d'être emporté par les fortes pluies (Brittaine et Lualadio, 2010). La plante améliore également l'infiltration des eaux pluviales lorsqu'elle est disposée en lignes pour former des digues. L'aération du sol créée par les racines et l'activité biologique induite contribuent à améliorer l'infiltration des eaux de pluies et la recharge de la nappe phréatique (Traoré *et al.*, 2011). En outre, les haies de *Jatropha* réduisent fortement l'érosion éolienne en diminuant la vitesse du vent et en fixant le sol avec leurs racines en surface (Henning, 2004a). Dans cette même lancée de protection, la forte propension de l'espèce à produire du feuillage puis à s'en débarrasser est importante dans la réhabilitation des terres dégradées. Il semble que le *Jatropha* a peu d'effet allélopathique négatif sur d'autres plantes (Weisenhutter, 2003).

#### ✓ **Haies vives et délimitation des cultures**

Dans de nombreux pays tropicaux et subtropicaux, le *Jatropha* est planté comme haie pour protéger les jardins potagers et les champs de l'errance des animaux (Ouédraogo, 2000 ; Brittaine et Lualadio, 2010). Le bétail ne mange pas les feuilles matures et même les chèvres mourront de faim s'il n'y a que le *Jatropha* à parcourir (Henning, 2004a). Pour la même raison, le *Jatropha* est souvent planté pour marquer les limites de propriétés. Planté très rapproché (5 cm), il forme une barrière qui est impénétrable même par les poulets (Brittaine et Lualadio, 2010).

### ✓ Importance socio-économique

Le *Jatropha* est produit dans le monde à cause de son huile utilisée comme biocarburant. Sa graine contient 25 à 35% d'huile (Henning et Ramorafeno, 2005), présente des propriétés très proches du diesel (Legendre, 2008). En milieu rural, l'huile peut à la fois se substituer à des utilisations locales de gasoil ou générer de nouveaux besoins en énergie (Blin et al., 2008). Il est utilisé comme carburant à Makouroulo et à Dabéra en République du Mali pour faire marcher la plate-forme multifonctionnelle, l'électrification rurale et le système d'adduction d'eau (Dao et al., 2009) et pour produire du savon à petite échelle. En Chine, l'huile portée à ébullition avec de l'oxyde de fer est utilisée pour produire du vernis de meubles (Brittaine et Lutaladio, 2010). En Zambie, son huile est utilisée pour l'éclairage familial dans des lampes à huile appelées « Binga lampe » (Henning et al., 2005). On peut donc imaginer que cette nouvelle filière crée quelques nouveaux emplois soit indirectement à l'origine de nouvelles activités nécessitant l'électricité. Le savon produit à partir de son huile est une activité féminine qui génère d'importants revenus pour les femmes en milieu rural (Dao et al., 2009).

Au Mexique, le tourteau issu de variétés non toxiques et utilisé dans l'alimentation du bétail a une haute valeur en protéine (58,1% contre 48% pour le Soja) (Gubitz, 1999). La graine de cette espèce est également utilisée dans les plats traditionnels. En outre, le tourteau a une haute valeur énergétique estimée à 25 MJ kg<sup>-1</sup>. Des expériences ont montré que plus de 60% de biogaz produit, provient du tourteau de *Jatropha* comparativement à la bouse de vache (Abreu, 2008). Le résidu issu du digesteur de biogaz peut être utilisé comme engrais. En Inde, le tourteau est combiné avec la bouse de vache et utilisé pour envelopper la semence avant le semis, mais également pour faire des briquettes combustibles (Brittaine et Lutaladio, 2010).

Les coques issues des fruits peuvent être séchées et broyées en une poudre pour former des briquettes combustibles. 1 kg de briquettes brûle environ 35 minutes et produit une température qui oscille entre 525 °C et 780 °C (Singh et al., 2008). Sur les îles du Cap-Vert, son bois est aussi utilisé comme source d'énergie, principalement en raison de l'absence d'autres espèces appropriées.

### ✓ Utilisation médicinale

Le *Jatropha* est une excellente plante utilisée dans la pharmacopée. Des feuilles aux racines, on trouve des usages multiples dans la médecine traditionnelle (Heller, 1996). Les plus couramment rencontrés dans la littérature (Ouédraogo, 2000 ; Van der Vossen et Mkamilo,

2007 ; Buttaine et Lutaladio, 2010) sont ses effets purgatifs, anti-inflammatoires, cicatrisant et déparasitant.

D'autres formes d'utilisations lui sont également reconnues. En Côte d'Ivoire, il est utilisé pour traiter la filariose (ver de Guinée) (Ouédraogo, 2000) tandis que des expériences conduites par Goonasekera *et al.* (1995) ont montré les vertus abortives de son huile.

#### ✓ **Autres utilisations**

L'huile de *Jatropha* est efficace contre les mollusques vecteurs de la *Schistosoma* qui provoque la bilharziose. L'huile émulsionnée révèle des propriétés insecticides efficaces contre les parasites et les charançons. Gubitiz (1999) a testé l'efficacité d'un extrait d'huile sur des chenilles de capsules du cotonnier et sur des foreurs de tiges de sorgho. Shanker et Dhyâni (2006) *In* Achten *et al.* (2008) décrivent l'utilisation d'extraits d'huile comme insecticide, molluscicide, fongicide et nématocide. Aussi, Chevalier en 1990 *In* Ouédraogo (2000) signalent l'usage jadis des graines comme poison de chasse chez les peuples Bobo au Burkina Faso. La décoction issue de l'écorce et des racines a beaucoup été utilisée par ces peuples comme poison de pêche. Sous d'autres cieux au sud-est du Brésil, les populations plantaient le *Jatropha* autour des concessions pour se protéger contre les malheurs, et les esprits maléfiques.

#### ✓ **Intérêt agronomique**

Le *Jatropha* cultivé à partir de la graine développe des racines pivotantes. Ainsi, il est capable d'extraire des minéraux lessivés à travers le profil du sol et de les retourner à la surface par la chute des feuilles, les débris de fruits et autres restes organiques (Brittaine et Lutaladio, 2010). Ses feuilles mortes qui tombent enrichissent le sol en matière organique et les bactéries symbiotiques au niveau de son appareil racinaire fixent l'azote (Legendre, 2008). Diédhiou (2009) rapporte une amélioration générale des propriétés chimiques du sol sous culture de *Jatropha* par rapport à des sols témoins dans différentes conditions pédoclimatiques au Sénégal (Tableau 1). Les effets agrégatifs des substances secrétées par les racines de la plante (mucilage) ont été également signalés par Gobat *et al.*, (2010). Par ailleurs, le tourteau issu de la presse est un excellent fertilisant du sol (Domergue et Pirot, 2008). Le tourteau obtenu après extraction de l'huile est un substrat organique de grande valeur (Vossen *et al.*, 2007). Sa composition minérale est comparable à celle du fumier de poules (Samaké, 1996 ; Daniello, 2007). En serre, le tourteau utilisé comme amendement organique a amélioré certaines

propriétés du sol en plus des paramètres agro-morphologiques du maïs (Assigbetse et N'Dour, 2009). Au Mali, l'utilisation du tourteau comme engrais à raison de 5 t. ha<sup>-1</sup> dans des essais de maïs à engendrer une augmentation des rendements de 45 % (Henning et al., 2005). Ailleurs au Nephthal, l'application de 10 t /ha de sa biomasse fraîche comme engrais vert à la culture de riz a entraîné une hausse de rendement de 11 % par rapport au témoin (Shercheur et al., 1989 in Sanou, 2010).

L'association du *Jatropha* à d'autres cultures a également permis de parvenir à des résultats probants. Tapsoba (2011) a rapporté une augmentation de rendement en maïs grain de 89,23% dans une association de culture jatropha-maïs. En association avec le sorgho et le niébé dans le Centre Est du Burkina Faso, le *Jatropha* affecte la croissance et les rendements des cultures (Diédhiou, 2009) ; mais cela dépend de la densité de plantation, de l'âge des arbres, de l'espèce cultivée et des conditions climatiques et pédologiques des sites. Par ailleurs, au Madagascar et en Ouganda, la plante est utilisée dans les petites exploitations comme support de vanille (Henning, 2004a).

**Tableau 1: Propriétés chimiques des sols sous les plants de *Jatropha***

Localité	Traitement	pH	N	C	P total	P assimilable	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>
			mg/g	mg/g	mg/kg	mg/kg	mg/g	mg/g
Bambey	Jatropha	6,83	0,52	5,40	152,83	28,22	1,9	4,81
	Témoin	6,93	0,28	2,90	85,00	13,39	0,2	1,2
Nioro	Jatropha	5,91	0,26	3,35	61,33	7,33	10,3	2,66
	Témoin	5,32	0,27	3,14	47,33	2,55	2,4	0,2
Missirah	Jatropha	6,02	0,65	9,84	91,00	5,94	10,8	2,25
	Témoin	5,97	0,72	10,69	86,67	2,37	4,6	0,18

Source : Diédhiou, 2009.

#### 1.1.4. Système de culture du *Jatropha* au Burkina Faso

D'une manière générale, on peut retenir principalement trois systèmes de culture du *Jatropha* dans le cadre du Burkina Faso : la production en pure (sous forme de vergers), la production en association (*Jatropha* associé aux cultures vivrières) et la production en haie (clôture, protection). Les densités de productions sont fonction des systèmes de culture mais également des conditions pédoclimatiques. Selon Janin et Ouédraogo (2009), différentes

propositions techniques existent : haie bocagère dense en bordure de parcelle (tous les deux mètres), espacement de 3 m x 3 m des plants sans vivrier intercalaire, de 4 m x 4 m et 4 x 5 m avec ou sans vivrier, de 6 m x 4 m avec vivrier, de 10 m entre chaque bandes de *Jatropha*. Pour Rijssenbeek et al. (2007), la densité optimale en culture pure serait proche de 1300 plants ha<sup>-1</sup> soit un écartement de 3\*2,5 m. Les études de Ouédraogo (2000) ont aussi montré qu'après trois ans de culture, avec les espacements réduits (3 m x 3 m), les cultures intercalaires ne sont plus possibles. Il est recommandé dans de telles situations, d'effectuer une taille des branches et des racines.

## **1.2. Effets de l'arbre sur le fonctionnement du sol**

Différents impacts de l'arbre sur son environnement ont été discutés dans des articles de synthèse (Binkley, 1995 ; Binkley et Giardina, 1998). Ces effets sont nombreux au sein de l'écosystème, car de nombreuses interactions ont lieu entre le sol et l'arbre (figure 1) affectant les paramètres physiques (mésoclimat, pédoclimat), biologiques que ce soit directement (par prélèvements/restitutions) ou indirectement (par le contrôle des populations microbiennes) et chimiques (chimie des solides, des solutions) du système sol (Armbruster et al., 2004).

### **1.2.1. Paramètres physiques du sol**

L'arbre agit de diverses manières sur les propriétés physiques du sol. Par l'ombre qu'il offre, l'arbre réduit l'intensité du rayonnement solaire pénétrant jusqu'au sol. Belsky et al. (1989) établissent une réduction du rayonnement solaire de 45 à 65 % sous *Acacia tortilis* et *Adansonia digitata*. L'ampleur de cette réduction varie en fonction des dimensions de la couronne, de la phénologie de l'arbre et de la densité du feuillage (Breman et Kessier, 1995). La réduction du rayonnement sous la strate des houppiers, la réduction de la vitesse du vent et l'augmentation de l'humidité de l'air par la transpiration des arbres se combinent pour réduire l'évapotranspiration potentielle (ETP) dans la zone sous couvert d'arbres (Jaffrain, 2006). Grouzis et al (1998) montrent qu'au maximum de la température ambiante, un écart de 6° C a pu être observé entre la zone sous végétation et hors couvert végétal. De même, un écart de 5° C a pu être enregistré entre la température du sol à 10 cm de profondeur sous et hors couvert ligneux. En outre, des études en savane indiquent que l'ombre des arbres accroît le rendement du tapis herbacé sous-jacent (Tiedemann et Klemmedson, 1977 ; Bernhard-Reversat, 1982) et un développement plus long de leur cycle végétatif (Weltzin et Coughenour, 1990). Cependant, Libert et Eyog-Matig (1996) indiquent une tendance à la réduction de la diversité floristique des adventices dans des parcelles sous-jacentes.

L'arbre a une action sur la texture du sol. A travers le système racinaire, l'arbre maintient solidement le sol et l'empêche d'être emporté par les eaux de pluies (Brittaine et Lualadio, 2010). Le sol fin balayé par l'érosion éolienne est intercepté et déposé au sol par précipitation à travers le feuillage et par écoulement sur le tronc (Boffa, 2000). Aussi, plusieurs études ont signalé des teneurs en argile et en limon plus élevées à proximité des troncs de *Faidherbia albida* qu'en plein champ (Carreau et Vidal, 1965 ; Jung, 1966 in Geiger et al., 1994). Ils attribuent le phénomène à un régime érosif plus faible sous *F. albida*, à la remontée de particules fines à la surface par les termites qui préfèrent les sites arborés. En plus, les vers de terre et les macro-arthropodes stimulés par les apports de litière au sol, ingèrent les particules de terre avec leur nourriture et contribuent à la formation d'agrégats, en mélangeant les matières organiques et minérales dans leur tube digestif (Gobat et al., 2003). Ces sécrétions intestinales et les colloïdes bactériens du tube digestif jouent le rôle de ciment sur ces agrégats. Pour leur stabilisation, le chevelu racinaire a une action mécanique et enrobant, mais également une action chimique par les sécrétions de la microflore de la rhizosphère. Il y a également le réseau d'hyphes de champignons et de fibres végétales (issues des feuilles consommées) qui peut également consolider la structure des sols (Métral, 2007). Ainsi, la pédofaune associée à la microflore participe à l'amélioration et la stabilisation de l'organisation structurale du sol.

### 1.2.2. Paramètres chimiques du sol

Le compartiment organique est un élément clef dans le fonctionnement biogéochimique du sol. Selon Hongve et al. (2000), les essences forestières se distinguent par la quantité et la qualité de la matière organique restituée au sol. Ainsi, les différentes essences forestières ne fournissent pas la même quantité de matière organique au niveau de la litière. Balasubramanian et Sekayanga (1989), au Rwanda, rapportent une production annuelle moyenne de nutriments par la biomasse foliaire de *Cassia spectabilis* DC. et de *C. leucaena* DC, de 72 à 119 kg ha<sup>-1</sup> d'azote, 2 à 3 kg ha<sup>-1</sup> de phosphore, 47 à 94 kg ha<sup>-1</sup> de calcium, 8 à 19 kg ha<sup>-1</sup> de magnésium et 29 à 50 kg ha<sup>-1</sup> de potassium équivalente à une contribution de 10 t.ha<sup>-1</sup>.an<sup>-1</sup> de fumier de ferme. Yanoah et al. (1986a), notent en zones tropiques sub-humiques, la production d'une espèce apparentée, *C. siamea* de 186 kg.ha<sup>-1</sup>.an<sup>-1</sup> de l'azote foliaire. Cependant, des travaux ont montré un effet de l'essence sur la composition de la matière organique extraite du sol (Certini et al., 2005) ainsi qu'un effet notable de l'essence sur les vitesses de biodégradation de ces litières (Hobbie et al., 2006; Moukoumi, 2006).

L'effet de l'essence sur l'interception des dépôts a des conséquences sur les éléments tels que le  $\text{NH}_4$ , le  $\text{SO}_4$ , le Ca, le Mg, à l'origine de la variation du pH du sol (Jaffrain, 2006). Des concentrations élevées d'éléments nutritifs (en azote) dans l'eau de pluie sous *Acacia senegal* ont été constatés par Bernhardt-Reversat en 1982. A Saria au Burkina Faso, des tests ont également révélé que les houppiers de *V. paradoxa* avaient absorbé l'azote et le phosphore contenus dans l'eau de pluie et libéré du potassium, du carbone organique, du calcium et du magnésium (Roose et al., 1974). Par ailleurs, les arbres accroissent aussi les taux d'azote disponible des sols grâce à leur capacité de le fixer (Boffa, 2000). Cependant, Dommergues (1987) estime un potentiel fixateur faible des légumineuses en Afrique de l'Ouest.

Aussi, le système racinaire des arbustes/arbres explore en profondeur et recycle les éléments nutritifs lessivés ou libérés par les roches en altération (Young, 1989). Les interactions entre les minéraux du sol et les composés organiques ont fait l'objet de nombreuses études (Huang et Schnitzer, 1986 ; Alexandre et al., 1996 ; Drever and Stillings, 1997 ; Raulund-Rasmussen et al., 1998 ; Lindroos et al., 2003). Buldgen et Dieng (1997) citent la réduction des pertes de matières organiques et de nutriments au moyen de la lutte antiérosive et le recyclage des éléments nutritifs de la roche en altération. Selon Jaillard (1984), les plantes sont responsables de la dissolution de près de 30% du calcaire qui constitue le sol. Les exsudats organiques des racines et de la microflore peuvent fortement affecter la dissolution des minéraux, et en particulier des silicates comme les feldspaths (Lundström et Öhman, 1990 ; Raulund-Rasmussen et al., 1998). Les phyllosilicates présents dans le sol peuvent également être dissous. L'approche par minéraux tests a permis de constater une modification de la CEC (Capacité d'Echange Cationique) de phyllosilicates qui pourrait être liée à l'action de l'arbre (Augusto et al., 2001). La présence et la nature des exsudats organiques étant liés à la nutrition de l'essence, des études visant à caractériser l'effet des essences sur la mise en circulation des nutriments (cycle biogéochimique), ont été mises en place (Raulund-Rasmussen et Vejre, 1995). Sur la libération des exsudats, Dijkstra et al., (2001) observent un effet de l'arbre (essence) sur les concentrations et la nature des acides de faibles poids moléculaires exsudés par les racines et les microorganismes mais par contre n'observent pas d'effet essence surpassant l'effet de la roche mère dans le contrôle du calcium issu de l'altération (Dijkstra et al., 2002).

### 1.2.3. Paramètres biologiques du sol

Il existe une interaction très forte entre l'arbre et les communautés microbiennes pouvant aboutir à l'existence d'un effet de l'essence sur la biomasse bactérienne du sol et sur ses fonctions (Smolander et Kitunen, 2002 ; Elmer et *al.*, 2004). Schulze et *al.*, (2005) mentionnent cet effet « interaction » sous le terme d'allélopathie. L'interaction peut être liée à une compétition entre espèces favorisée par des facteurs physico-chimiques. Par rapport à la microfaune, Zou et Cates (1997) observent un effet direct des terpénoïdes issus des feuilles de Douglas sur la croissance de parasites de l'épicéa. La stimulation des populations de lombricidés, la présence d'une couverture herbacée spontanée permanente au pied des arbres, l'enrichissement en matière organique *in situ* par le turn-over racinaire (Nacro, 1997) induisent une amélioration progressive de la fertilité du sol sous les arbres surtout âgés (Moreno et *al.*, 2005). En Côte-d'Ivoire, Mordelet et *al.*, (1993) in Rhoades, (1997) ont constaté qu'un accroissement de la macrofaune et de la matière organique du sol sous des bouquets d'arbres s'accompagnait d'une amélioration de la macroporosité du sol et d'une diminution de sa densité apparente. D'où les modifications de la structure des sols à proximité des arbres (Boffa, 2000). Chiffot et *al.*, 2009 ; Lacombe et *al.*, (2009) au Québec, ont observé une grande diversité des populations microbiennes de mycorhizes arbusculaires dans le sol dans un système de culture intercalaire associant le peuplier hybride et le soya comparativement aux monocultures de soya et de peupliers hybrides.

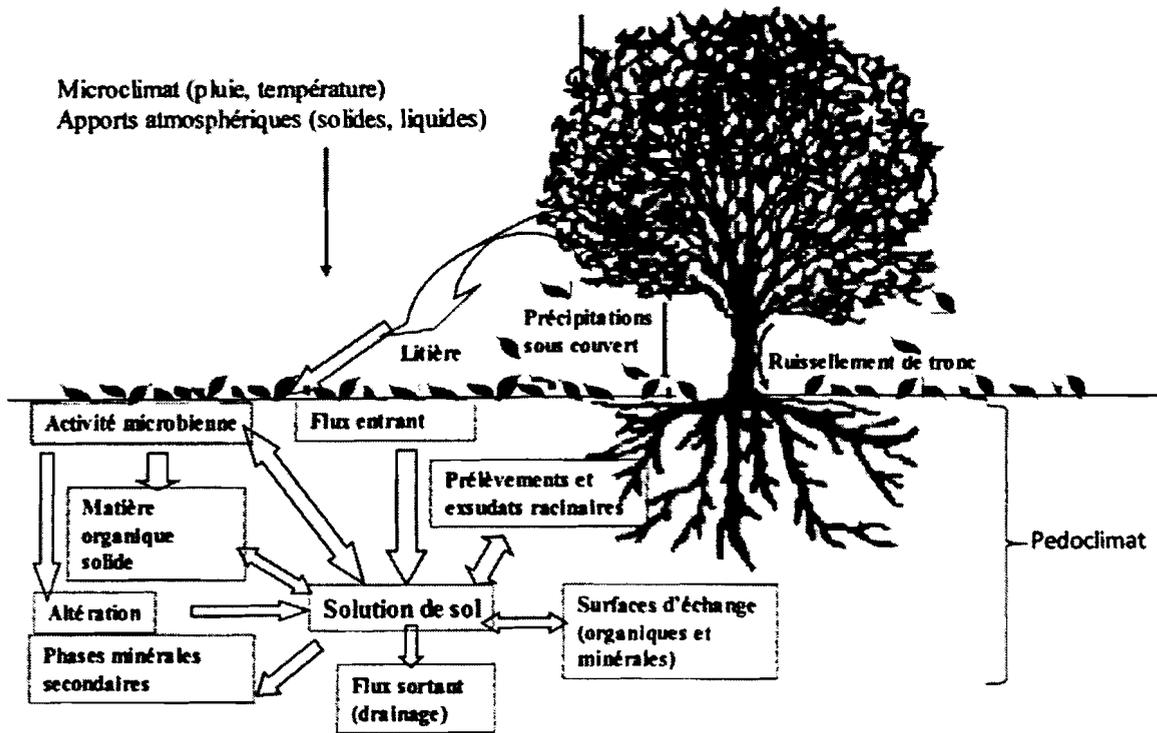
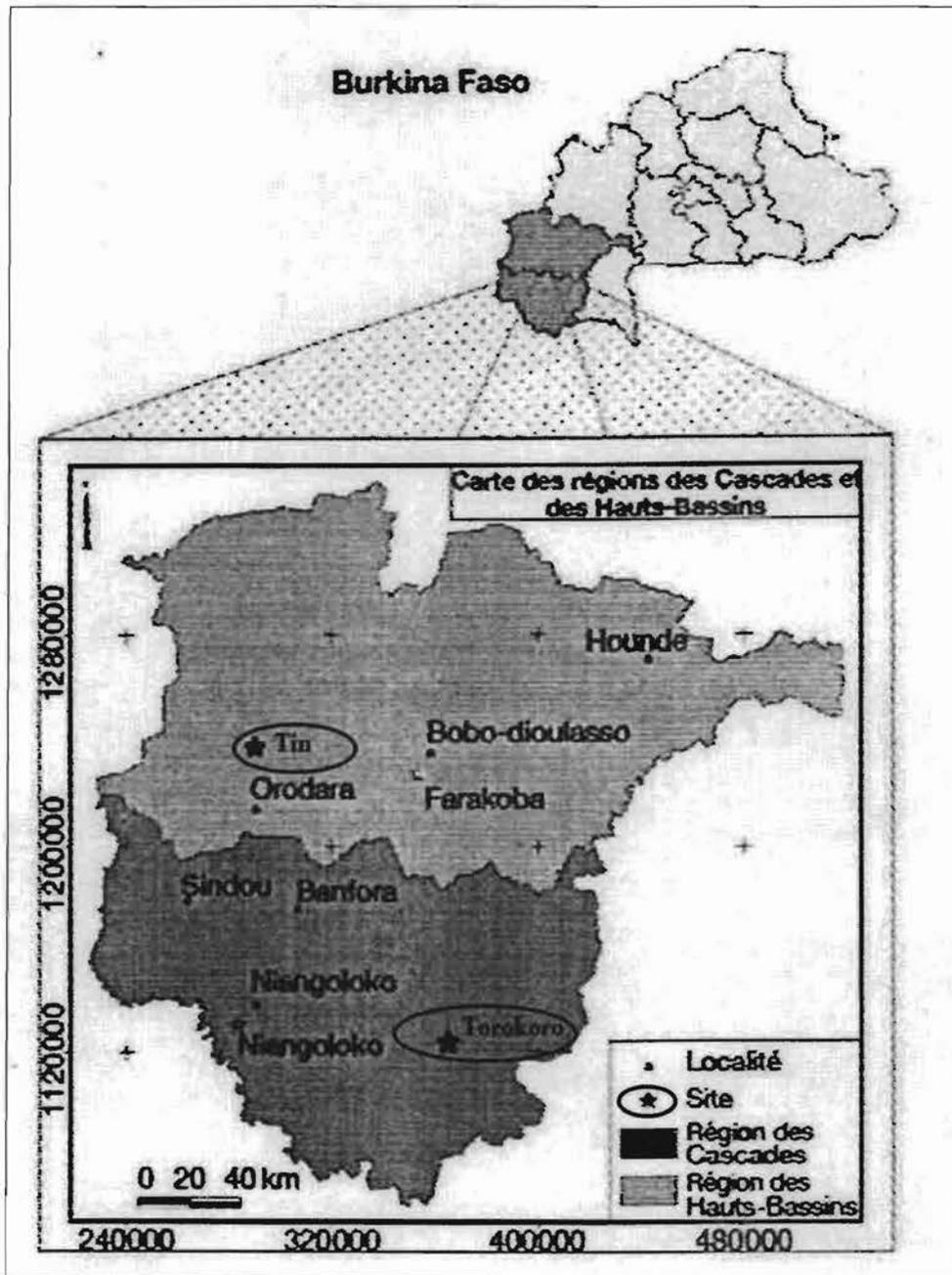


Figure 1 : Schéma conceptuel des interactions entre compartiments agissant au niveau des solutions de sol (Source : Jaffrain, 2006)

## CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODES

### 2.1.Cadre géographique

Les travaux ont été conduits dans deux villages : Tin et Torokoro à l'ouest du Burkina Faso (Figure 1). Les deux villages abritent des types de sols différents. Ils enregistrent tous une pluviométrie moyenne supérieure à 900 mm par an.



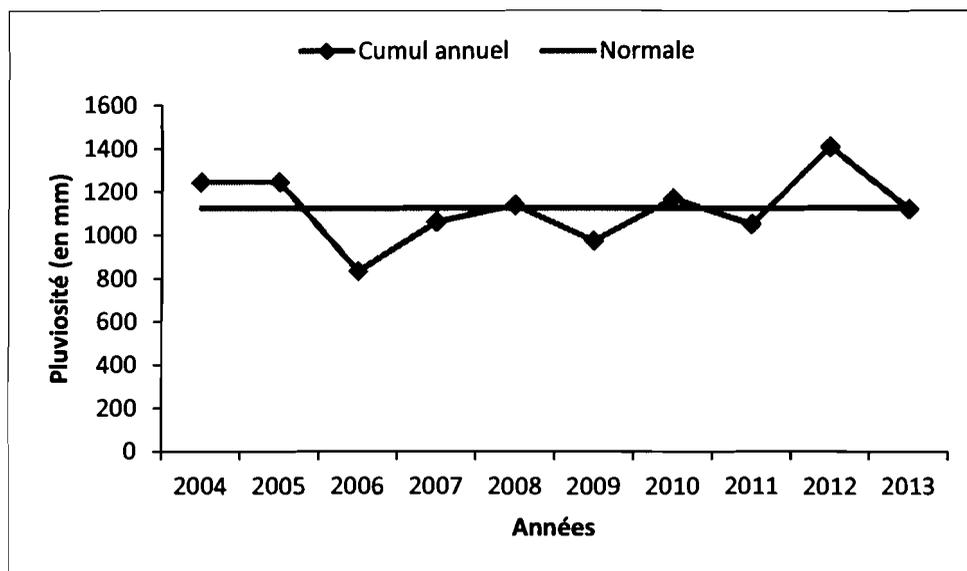
Source : Base Nationale des Données Topographiques *in* Pallo et al., 2008 (modifiée)

Figure 2 : Localisation des sites d'étude.

### 2.1.1. Village de Tin

Le village de Tin est le premier site étudié. Il est situé à 15 km au Nord de Orodara dans la province du Kéné Dougou, région des Hauts-Bassins. Les coordonnées géographiques sont de 4°97' longitude Ouest et de 11°08' latitude Nord. Le village appartient au secteur phytogéographique sud-soudanien avec une végétation de type savane parc arborée à arbustive et de forêts galeries (Fontes et Guinko, 1995). La pluviométrie annuelle de type monomodal est d'environ 1200 mm (MEF, 2009). Le régime thermique se caractérise par de fortes amplitudes. Les températures maximales moyennes sont comprises entre 25° et 30°C.

Les formations géologiques sont dominées par un socle de roches cristallines (granites et migmatites) d'après BU.NA.SOLS (1997). Les sols sont dominés par la classe des sols ferrallitiques faiblement désaturés en (B) (Fauck, 1972). La zone est réputée pour la production de fruits (manguiers, agrumes, etc.), de tubercules et de légumes. La Figure 3 ci-dessous présente la variation de la pluviométrie au cours des dix (10) dernières années dans le département de Orodara. La population est composée de groupes ethniques qui sont : Siamou, Sénoufo, Samogo, Mossi, Peulh, Bobo, Dioula, etc.

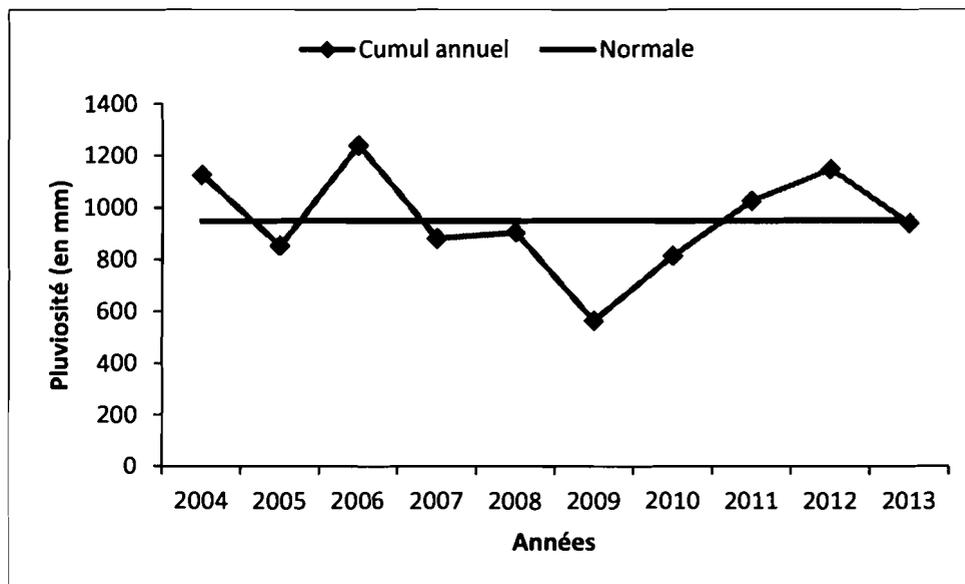


Source : DPASA-Kéné Dougou

Figure 3 : Pluviométrie des dix dernières années du poste de Orodara

### 2.1.2. Village de Torokoro

Le village de Torokoro est le second site d'étude situé dans le département de Mangodara à 84 km de route au Sud de Banfora dans la province de la Comoé, région des Cascades. Les coordonnées géographiques sont : 4°20' - 4°30' longitude Ouest et 9°59' - 10°05' latitude Nord (Youl, 2009). La population est composée essentiellement de Doghossé (autochtones), de peuples migrants composés de Mossi (majoritaires), Lobi, Dagara, Gouin, Turka, Karaboro, Peulhs, Samo, Bobo, Dafing, etc. Le climat est de type soudanien méridional. Les formations végétales sont la savane arbustive claire, la savane arborée claire, la savane boisée, les forêts-galeries, les formations ripicoles (Guinko, 1984) avec des hauteurs moyennes de précipitations variant entre 900 et 1200 mm par an (Youl, 2009). La zone dispose d'importantes ressources naturelles qui le rend attractif au plan national (Barbier et al., 2002 ; Henry et al., 2003). Les sols sont dominés par la classe des sols à sesquioxydes de fer et de manganèse (CPCS, 1967). La Figure 4 ci-dessous présente la variation de la pluviométrie annuelle au cours des dix (10) dernières années relevées dans le département de Mangodara.



Source : DPASA-Comoé

Figure 4 : Pluviométrie des dix dernières années du poste de Mangodara.

## **2.2. Description des parcelles étudiées**

### **2.2.1. Parcelles de Tin**

Il s'agit des champs de *Jatropha* produits en pure. Les plantations de cinq (05) ans ont été choisies car en deçà de cet âge, les effets recherchés sont difficilement perceptibles à cause de la faible production en biomasses et en toxines du *Jatropha* (Henning et al., 2005 ; Domergue et Pirot, 2008). Les parcelles sont situées sur des glacis de piémont avec une pente moyenne dépassant 2%. Aucun entretien ni fertilisant n'est apporté aux parcelles. La végétation spontanée développée est essentiellement l'espèce *Vitellaria paradoxa* et un important tapis herbacé à *Andropogon gayanus*. Les sols sont ferrallitiques faiblement désaturés. Leur charge graveleuse est importante (60%) selon Fauck (1972). La texture est limono-sableuse à limono-argileuse. Ce sont des sols profonds (> 125 cm), homogènes et rouges. Leur richesse chimique est moyenne mais ont des potentialités intéressantes. La mise en valeur de ces sols nécessite un travail mécanique et un important travail d'épierrage. Les dimensions moyennes des plantes étaient : hauteur 1,77 m houppier 1,61 m tronc 0,14 m.

### **2.2.2. Parcelles de Torokoro**

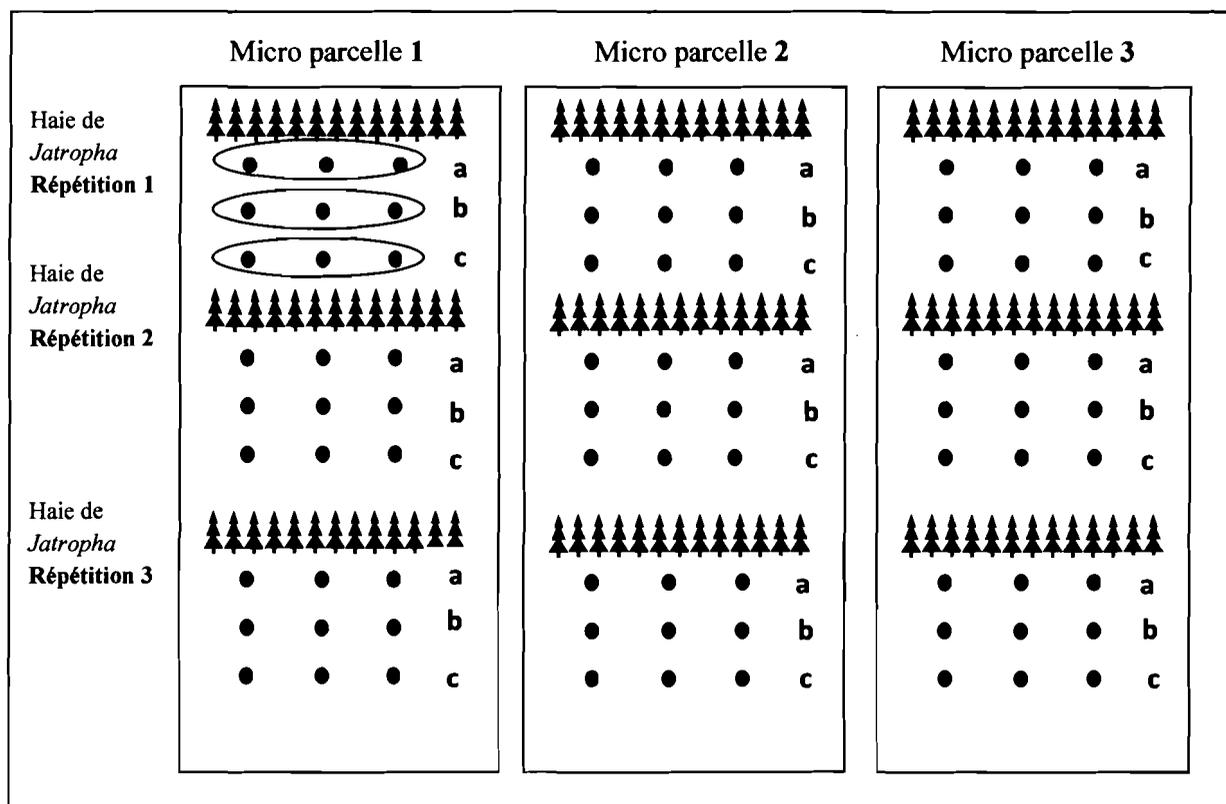
Dans le village de Torokoro, les parcelles de *Jatropha* sont aussi exploitées en pure. Elles sont situées sur des glacis de raccordement en pente supérieure selon l'étude du BU.NA.SOLS (1999). Les plants de *Jatropha* sont âgés de cinq (05) ans. Les parcelles ne bénéficient pas d'entretien ni de fertilisant particulier. En dehors du *Jatropha* il n'existe quasiment pas d'autres types de végétation. Les mesures des plantes étaient en moyenne : hauteur 1,66 m, houppier 1,97 m, tronc 0,11 m. Les sols sont de la classe des sols à sesquioxydes de fer ou de manganèse ; du sous-groupe des sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions (CPCS, 1967). Ils ont une texture limono-sableuse à sablo-argileuse en surface et limono-argileuse à limono-argilo-sableuse jusqu'à induration (Youl, 2009).

## **2.3. Méthode de prélèvement et d'analyse des sols**

### **2.3.1. Dispositifs pour le prélèvement du sol**

Les dispositifs expérimentaux sont composés de sites en milieu paysan. Trois producteurs disposant chacun d'une parcelle de *Jatropha* âgée de cinq ans et plus ont été choisis par site afin de prendre en compte les disparités liées au terrain. Dans chaque parcelle, trois micro-parcelles de 400 m<sup>2</sup> ont été implantées à l'intérieur desquelles trois lignes ou haies de *Jatropha* ont été choisies pour le prélèvement de sol. Le facteur étudié a été la distance de

prélèvement de sol à la haie de *Jatropha* avec trois niveaux à savoir : a = 0 m, b = 1 m et c = 2 m du houppier de *Jatropha* (Figure 7). Chaque ligne ou haie de *Jatropha* constitue une répétition soit 3 répétitions par micro-parcelle ce qui donne 9 échantillons composites par producteur, 27 par village et 54 pour l'ensemble des deux villages (soit 3 niveaux x 3 répétitions x 3 producteurs x 2 villages).



**Figure 5** : dispositif de prélèvement du sol  
**NB** : a = 0 m ; b = 1 m ; c = 2 m du houppier de *Jatropha*

### 2.3.2. Prélèvement du sol

Les échantillons de sols ont été prélevés à 0-20 cm de profondeur avec une tarière de 7 mm de diamètre. Selon Girard *et al.* (2011), la majorité de la biomasse aérienne qui tombe au sol est concentrée à cette profondeur. Hien *et al.* (2002), signalent que les variations de stockage de carbone selon les modes de gestion s'observent principalement dans l'horizon A. Aussi, les producteurs apprécient la qualité du sol à la profondeur 0-20 cm à travers la texture, la teneur en matière organique et l'humidité du sol. Les distances de prélèvement ont été sous houppier à 0 m et hors houppier à 1 m et 2 m selon l'hypothèse suivante : le *Jatropha* influe de la même manière sur les caractéristiques chimiques du sol sous le houppier à travers l'ombrage,

les feuilles et les racines mortes et d'une manière différente, quand on s'éloigne du houppier à 1 m et à 2 m.

Les échantillons composites formés selon les distances de prélèvement du sol résultent de trois (03) prises de sol disposées suivant une ligne parallèle à la ligne de *Jatropha* (Figure 4).

### **2.3.3. Préparation des échantillons**

Les échantillons sont séchés à l'ombre puis tamisés à 2 mm afin d'éliminer les éléments grossiers et les débris divers. Le pourcentage du refus a été calculé sur la base du rapport suivant : Refus (en %) =  $100 \times (\text{Poids du refus} / \text{Poids total de l'échantillon})$ . Une partie de la terre fine (2 mm) a été broyée (sans détruire les particules du sol) et tamisée à 0,5 mm pour l'analyse des éléments totaux.

### **2.3.4. Méthodes d'analyse**

Les analyses chimiques ont été effectuées au laboratoire sol-eau-plante du Programme Gestion des Ressources Naturelles (GRN/SP) de la station de recherche de Farako-bâ. Les éléments chimiques analysés sont : la matière organique du sol (MOS), le pH (eau et KCl), le carbone (C) « total », l'azote (N) « total », le phosphore (P) « total » et « assimilable » et le rapport C/N du sol.

#### **✓ Dosage du pH**

Le pH (eau et KCl) du sol a été mesuré sur une suspension de solution par la méthode électrométrique au pH-mètre à électrode de verre. Le rapport sol / solution a été :  $\frac{1}{2,5}$  (AFNOR, 1999). Pour ce faire, 20 g de terre tamisée à 2 mm a été ajoutée à 50 ml d'eau distillée puis agitée (la solution) pendant une heure à l'agitateur magnétique. La solution a été ensuite laissée au repos pendant une heure de temps et le  $\text{pH}_{\text{eau}}$  a été lu avec un pH-mètre étalonné à 7 et à 4. Après la mesure du  $\text{pH}_{\text{eau}}$ , 3,7 g de KCl (réactif) a été rajouté à la solution de sol et le tout agité pendant 30 mn avant la lecture du  $\text{pH}_{\text{KCl}}$ .

#### **✓ Dosage de l'azote total**

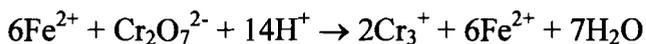
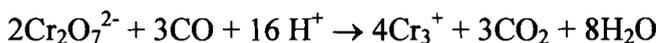
L'azote est dosé par la méthode Kjeldahl modifiée (Hillebrand et *al.*, 1953). Les échantillons de sol ont été soumis à une minéralisation Kjeldahl, avec l'acide sulfurique et acide salicylique ( $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3$ ) en présence du peroxyde d'hydrogène ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) et du sélénium (Se) utilisé

comme catalyseur. L'avantage de cette méthode est de pouvoir déterminer en même temps, les éléments totaux comme le P, le K, le Mg, le Ca, etc. Après la minéralisation, la solution aqueuse est filtrée au papier « Whatman » 125 mm. Une partie du substrat a été ensuite prélevée et distillée. L'azote organique à l'issue de l'attaque est converti en azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ) qui est déplacé de la solution par distillation. Les quantités d'azote déplacées ont été ensuite recueillies dans une solution d'acide borique ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) qui a été dosées en retour à l'acide sulfurique ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).

Le taux d'azote a été évalué en appliquant le taux de refus comme facteur de correction à travers la formule :  $\%N = \%N \text{ mesuré} \times \text{Taux de refus}$ .

#### ✓ Dosage du carbone total du sol

La méthode Walkley-Black a été utilisée (Nelson et Sommers, 1975). C'est une méthode par voie humide ; elle consiste en une oxydation à froid d'un échantillon (solide ou liquide) par une solution de bichromate de potassium ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) en présence d'acide sulfurique ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). L'excès de bichromate est dosé en retour avec une solution standard de  $\text{Fe}^{2+}$  (dans du sulfate d'ammonium ferreux : sel de Mohr dont la formule chimique est  $\text{FeSO}_4 (\text{NH}_4)_6$ ) pour déterminer la quantité qui a réagi. Les équations de réaction sont les suivantes :



#### ✓ Calcul du Rapport C/N

Le calcul du rapport C/N a été effectué à partir des résultats d'analyse du carbone organique et de l'azote total du sol.

#### ✓ Dosage de phosphore total

Le P « total » a été mesuré sur le condensé de la minéralisation (BU.NA.SOLS, 1987). Pour ce faire, une solution d'acide ascorbique associé au molybdate d'ammonium (soit 2,108g d'acide ascorbique dans 400 ml de molybdate d'ammonium) et de l'eau distillée ont été ajoutées à la solution minéralisée puis agitée à l'agitateur électrique. L'acide ascorbique permet le développement de la couleur. Le spectro-photomètre à UV/ visible standardisé a servi ensuite à la lecture directe des résultats. A chaque fois, un « blanc » a été lu afin de prendre en compte les conditions de minéralisation.

### ✓ Dosage du phosphore assimilable

La méthode Bray I (Bray and Kurtz, 1945) a été utilisée pour le dosage du phosphore assimilable à un pH 3,5 avec un rapport d'extraction de 1/7 (2 g de sol tamisé à 2 mm pour 14ml de solution de Bray I ( $\text{NH}_4\text{F}$ )) et un temps d'extraction d'une minute. L'acide chlorhydrique est utilisé pour extraire les formes de phosphore (P) solubles dans l'acide. Le fluorure d'ammonium dissout les phosphates de Ca, de Fe et d'Al en formant un complexe entre ces ions et ceux des métaux en solutions acide. Le dosage a été ensuite fait par colorimétrie en utilisant l'acide ascorbique qui réduit le complexe phosphomolybdique formé par ajout de molybdate d'ammonium en bleu de molybdène. La réaction est effectuée en présence d'acide sulfurique et la lecture effectuée avec un spectro-photomètre à UV visible.

### 2.4. Traitement et analyse des données

Les données collectées sur les différents paramètres ont été soumises à une analyse de variance (ANOVA) avec le logiciel GenStat Discovery Edition 4. Les moyennes des variables ont été comparées suivant les points de prélèvement à l'aide du test de Newman-Keuls au seuil de 5%.

## CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

### 3.1. Résultats

#### 3.1.1. Caractéristiques chimiques des sols à différentes distances du houppier de *Jatropha* à Tin

Les sols analysés dans les parcelles de *Jatropha* à Tin relèvent du sous-groupe de sols ferrallitiques faiblement désaturés (CPCS, 1997). Ils abritent une importante charge graveleuse supérieure à 60% et un taux en fer libre élevé (Fauck, 1972).

Le Tableau 2 présente les résultats d'analyse des paramètres chimiques mesurés à différentes distances du houppier de *Jatropha*. D'une manière générale, il n'y a pas de différences significatives entre les distances de prélèvement du sol pour les variables étudiés exception faite du pH du sol.

#### ✓ Azote total, carbone total et rapport C/N du sol

Les teneurs du sol en azote total dans les parcelles de *Jatropha* à Tin sont comprises entre 0,10% et 0,14% comme l'indique le Tableau 2 ci-dessous. Les teneurs les plus élevées sont obtenues à 0 m du houppier tandis que les plus faibles sont observées à 2 m du houppier. On note une tendance à la baisse de la teneur en azote total dans le sol quand on s'éloigne du houppier de *Jatropha*.

Les teneurs en carbone total connaissent la même variation que celles en azote total du sol. Les extrêmes sont obtenus à 2 m (soit 1,77%) et à 0 m (soit 1,63%) du houppier. On observe une diminution de la teneur en carbone total du sol de 0,09% entre 0 m et 1 m et de 0,05% entre 1 m et 2 m du houppier.

Le rapport C/N est compris entre 12 et 14. Sur l'ensemble des résultats, ce rapport décroît quand on s'éloigne du houppier. Il diminue de 0,53 entre 0 et 1 m et de 0,21 entre 1 m et 2 m du houppier. Par ailleurs, on note une dispersion plus grande du rapport C/N par rapport à la moyenne à 0 m et à 1 m du houppier avec des écarts types qui sont respectivement de  $\pm 2,85$  et de  $\pm 1,40$  comparativement au rapport C/N à 2 m du houppier dont l'écart type à la moyenne est de  $\pm 0,81$ .

Statistiquement les différences observées suivant les distances de prélèvement du sol ne sont pas significatives au seuil de 5% selon le test de Newman-Keuls.

### ✓ pH du sol

Les réactions de pH indiquent des sols faiblement acides à 0 m du houppier et des sols moyennement acides à 1 m et à 2 m du houppier de *Jatropha*, conférant ainsi à ces sols, deux groupes de pH statistiquement différents : un groupe (A) à 0 m et un groupe (B) à 1 m et 2 m du houppier.

### ✓ Phosphore du sol

Comparativement aux normes d'interprétation proposées par le BU.NA.SOLS (1990), la teneur du sol en phosphore total est moyenne, elle varie entre 253,89 et 258,56 mg.kg<sup>-1</sup> (tableau 2). La teneur la plus élevée est enregistrée dans le sol à 0 m du houppier.

Concernant la teneur en phosphore assimilable des sols étudiés, elle varie entre 2,19 et 2,68 mg.kg<sup>-1</sup>. Ces teneurs sont faibles et inférieures au seuil de déficience des sols au Burkina Faso.

**Tableau 2 : Analyses des propriétés chimiques des sols de Tin**

Distance du houppier	pH	C total (%)	N total (%)	C/N	P total (mg.kg <sup>-1</sup> )	P assimilable (mg.kg <sup>-1</sup> )
0 m	6,95 <sup>A</sup> ±0,31	1,77 <sup>A</sup> ±0,38	0,14 <sup>A</sup> ±0,04	13,33 <sup>A</sup> ±2,85	258,56 <sup>A</sup> ±48,01	2,68 <sup>A</sup> ±0,71
1 m	6,55 <sup>B</sup> ±0,42	1,68 <sup>A</sup> ±0,51	0,13 <sup>A</sup> ±0,04	12,80 <sup>A</sup> ±0,81	253,89 <sup>A</sup> ±43,81	2,19 <sup>A</sup> ±0,70
2 m	6,47 <sup>B</sup> ±0,30	1,63 <sup>A</sup> ±0,40	0,13 <sup>A</sup> ±0,03	12,59 <sup>A</sup> ±1,40	254,81 <sup>A</sup> ±63,85	2,48 <sup>A</sup> ±0,77
Probabilité (5%)	0,017	0,660	0,870	0,695	0,246	0,370

*Moyenne ± Ecart type de la moyenne*

*A l'intérieur de chaque colonne, les moyennes suivies de la même lettre en exposant ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Newman-Keuls.*

### 3.1.2. Caractéristiques chimiques des sols à différentes distances du houppier de *Jatropha* à Torokoro

Les sols des parcelles de *Jatropha* à Torokoro appartiennent au sous-groupe de sols ferrugineux tropicaux lessivés (CPCS, 1967).

Le Tableau 3 ci-dessous présente les caractéristiques chimiques du sol mesuré à différentes distances du houppier de *Jatropha* à Torokoro. Les paramètres tels que le pH, le rapport C/N,

le phosphore total et le phosphore assimilable ont connu une variation sous le *Jatropha*. Statistiquement cette variation n'est pas significative entre les points de prélèvement du sol.

#### ✓ **Azote total, le carbone total et le rapport C/N du sol**

Les résultats montrent une teneur très faible en azote total (%N < 0,02) dans les parcelles de *Jatropha* à Torokoro. Quel que soit la distance de prélèvement du sol, la teneur en azote total est de 0,01%.

Tout comme l'azote total, la teneur en carbone total n'a pas varié suivant les points de prélèvement du sol. La teneur moyenne enregistrée est de 0,17% pour tous les points de prélèvement. Selon les normes du BU.NA.SOLS (1990), cette valeur est très faible et défavorable à l'activité biologique du sol.

Quant au rapport C/N, il est plus élevé sous houppier par rapport au sol non couvert. Il diminue de 1,66 entre 0 m et 1 m et augmente de 0,75 entre 1 m et 2 m du houppier. Selon les normes en vigueur, le rapport C/N du sol est moyen (BU.NA.SOLS, 1990). Il est compris entre 11 et 14. Cependant, les différences de variations mesurées ne sont pas statistiquement significatives.

#### ✓ **pH du sol**

L'analyse des sols indique un pH acide avec des valeurs variant entre 6,20 sous houppier et 6,04 à 2 m du houppier. Le pH décroît lorsqu'on s'éloigne du houppier de *Jatropha*. Il diminue d'environ 0,10 unité à 1 m et de 0,07 unité à 2 m du houppier.

#### ✓ **Phosphore du sol**

Les teneurs en phosphore total et en phosphore assimilable mesurées dans les parcelles de *Jatropha* à Torokoro sont très faibles. Elles sont comprises entre 68 et 72 mg. kg<sup>-1</sup> pour le phosphore total et sont inférieures à 1 mg. kg<sup>-1</sup> pour le phosphore assimilable. Comparées aux normes en vigueur, la teneur en phosphore assimilable est très faible et inférieure au seuil de déficience des sols au Burkina Faso (BU.NA.SOLS, 1990). De façon générale, La teneur en phosphore est plus élevée dans le sol hors végétation que sous houppier de *Jatropha*. Les teneurs les plus élevées sont enregistrées à 1 m soit 71,75 mg. kg<sup>-1</sup> pour le phosphore total et à 2 m soit 0,86 mg.kg<sup>-1</sup> pour le phosphore assimilable. Cependant, les corrélations effectuées de l'effet de la distance de prélèvement du sol du houppier sur les teneurs en phosphore (total et

assimilable) du sol n'ont pas montré de différences statistiquement significatives par rapport à ces variables.

**Tableau 3 : Analyses des propriétés chimiques des sols de Torokoro**

Distance du houppier	pH	C total (%)	N total (%)	C/N	P total (mg.kg <sup>-1</sup> )	P Assimilable (mg.kg <sup>-1</sup> )
0 m	6,20 <sup>A</sup> ±0,28	0,17 <sup>A</sup> ±0,11	0,01 <sup>A</sup> ±0,01	13,24 <sup>A</sup> ±2,84	68,19 <sup>A</sup> ±20,98	0,75 <sup>A</sup> ±0,14
1 m	6,11 <sup>A</sup> ±0,24	0,17 <sup>A</sup> ±0,07	0,01 <sup>A</sup> ±0,01	11,58 <sup>A</sup> ±1,60	71,75 <sup>A</sup> ±23,48	0,82 <sup>A</sup> ±0,19
2 m	6,04 <sup>A</sup> ±0,26	0,17 <sup>A</sup> ±0,05	0,01 <sup>A</sup> ±0,00	12,33 <sup>A</sup> ±1,85	71,39 <sup>A</sup> ±20,36	0,86 <sup>A</sup> ±0,20
Probabilité (5%)	0,425	0,153	0,609	0,285	0,929	0,478

*Moyenne ± Ecart type de la moyenne*

*A l'intérieur de chaque colonne, les moyennes suivies de la même lettre en exposant ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Newman-Keuls.*

### 3.2. Discussion

#### 3.2.1. Influence de la culture de *Jatropha* sur le pH du sol

Les caractéristiques chimiques du sol connaissent une variation sous la culture de *Jatropha*. Sur les deux sites, le pH a baissé de façon régulière selon que le point de prélèvement s'éloigne du houppier de *Jatropha*. Les résultats obtenus sont en conformité avec les travaux de Jonsson (1995) qui a mesuré des valeurs de pH plus élevées sous *Vitellaria paradoxa* que dans les parcelles témoins situées en plein champ ; et de Boudiaf-Nait kaci et al. (2012) qui ont observé des valeurs de pH plus élevées en zone rhizosphérique qu'en zone hors végétation dans des vergers de grenadier. L'augmentation du pH dans le sol sous le houppier est due au prélèvement de l'eau autour des racines, ce qui induit un dessèchement local dont l'effet est de concentrer les solutés au voisinage des racines et fait augmenter l'alcalinité du milieu et par conséquent augmenter le pH du sol (Anoua et al., 1997). Par ailleurs, le gradient de fertilité indique des quantités plus importantes de matières organiques issues de la litière de *Jatropha* sous le houppier par rapport au sol non couvert. La décomposition de cette litière dans le sol produit de nombreux cations (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, etc.) qui neutralisent l'acidité du sol et augmentent le pH (Sedogo, 1993). En outre, une étude faite par Pallo et Thiombiano (1989)

confirment que la réaction des sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions est de type acide à légèrement acide comme c'est le cas des sols de Torokoro.

### **3.2.2. Influence de la culture de *Jatropha* sur les teneurs en azote total, en carbone total et sur le rapport C/N du sol**

Les résultats d'analyse montrent une variation des paramètres chimiques (teneur en azote total, teneur en carbone total et le rapport C/N de la matière organique du sol) non significative entre les distances de prélèvement du sol du houppier de *Jatropha*. Par ailleurs, les teneurs en azote et en carbone total sont très faibles à Torokoro. En cinq années de production, le *Jatropha* n'a pas influencé de manière significative le niveau de fertilité chimique des sols à différentes distances du houppier dans les deux sites. Ainsi, les résultats obtenus confirment les travaux de Baffa et al. (2000) qui pensent que les petits arbres n'induisent pas de grandes modifications dans la fertilité chimiques des sols environnants. En effet, ces auteurs ont observé que des petits *Faidherbia albida* (6,6 m de diamètre de houppier) n'avaient pas pu accroître les taux nets de minéralisation de l'azote par rapport aux sites témoins. En revanche, des couronnes plus vastes (24 m) ont entraîné une augmentation de la production d'azote de 170% pendant la saison de croissance par rapport aux quantités produites en plein champ (Rhoades, 1995).

D'autre part, le manque de signification de la variation des paramètres chimiques pourrait être lié à la densité de plantation. En effet, l'écartement entre les plants de *Jatropha* au niveau des sites est de 5 m entre les lignes et de 2,5 m sur la ligne. Cette occupation régulière de l'espace par les plantes de *Jatropha* peut engendrer une distribution homogène de la litière qui tombe au sol ; toute chose qui ne permet pas de mesurer l'influence de la plante sur les propriétés chimiques du sol aux distances indiquées. Cela corrobore les travaux de Depommier (1996 a) qui soutient par exemple qu'entre autres facteurs, la forte densité de l'agencement régulier de *F. albida* pourrait expliquer l'absence de différence de fertilité chimique entre les sols sous et hors couvert.

Par ailleurs, on note de manière générale, une teneur élevée en carbone total dans le sol à Tin comparativement au niveau de fertilité des sols au Burkina Faso qui est inférieur à 1% (Piéri, 1989). Cette situation est imputable au mode de gestion des parcelles de *Jatropha* sur ce site. En effet, le manque d'entretien des parcelles a occasionné le développement d'espèces du genre herbacée et de quelques ligneux (*V. paradoxa*) qui ont contribué à améliorer la fertilité chimique du sol. Somé et De Blic, 1997 ont évalué la contribution des espèces herbacées

après 5 à 7 ans de mise en jachère à plus de 64% pour le carbone et plus de 35% pour l'azote organique du sol ; tandis que l'apport de *V. paradoxa* est évalué à 534 g.kg-1 avec une teneur en azote de 35% par Gnankambary (2008).

### **3.2.3. Influence de la culture de *Jatropha* sur la teneur en phosphore du sol**

L'analyse de variance montre que le *Jatropha* n'a pas eu d'effet significatif sur la teneur en phosphore du sol suivant les distances de prélèvement à 0 m, 1 m et 2 m du houppier de *Jatropha*. D'une manière générale, on note des faibles teneurs en phosphore total du sol dans l'horizon 0-20 cm au niveau des deux sites. Selon les normes du BU.NA.SOLS (1990), la teneur en phosphore assimilable mesurée est faible et inférieure au seuil de déficience des sols au Burkina Faso. La faible teneur en phosphore total dans les parcelles de *Jatropha* peut être due à la minéralisation du phosphore organique par hydrolyse des liaisons phosphate ce qui rend le phosphore organique assimilable pour les plantes. Cela corrobore les travaux de Davet (1996) qui a lié le faible taux du sol en phosphore au prélèvement racinaire. Aussi, Münch et Kiefer (1986) mentionnent une mobilité élevée de l'élément phosphore par la plante de *Jatropha* qui possède un système d'absorption particulièrement performant ; cette mobilité peut être à l'origine de l'appauvrissement en phosphore à moyen ou à long terme. En effet, pour lutter contre la carence en phosphore des sols, la plante bénéficie de la symbiose avec les champignons mycorhiziens arbusculaires (MA). Ces champignons vivent en symbiose avec les racines des plantes pour un meilleur prélèvement des éléments minéraux en particulier le phosphore permettant à la plante de se développer dans des zones pauvres en éléments minéraux (Gerdemann, 1968). Par ailleurs, l'origine de la carence des sols en phosphore pourrait être recherchée comme l'indique Lompo (2009) d'une part, dans la nature du substratum géologique originel et d'autre part, dans le fait que ces sols résultent d'une longue pédogénèse.

## CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

L'option de promouvoir la culture du *Jatropha* est née de la volonté des gouvernants à réduire les émissions des gaz à effets de serre par la substitution des énergies fossiles aux biocarburants. La capacité qu'à la plante à se développer sur des sols arides pourrait aussi lui prévaloir d'autres qualités dont celle de restaurer les sols dégradés. L'objectif de la présente étude a été de mesurer l'impact de la culture du *Jatropha* sur les caractéristiques chimiques des sols dans la zone ouest du Burkina Faso. Les travaux ont été conduits à Tin sur des sols ferrallitiques faiblement désaturés et à Torokoro sur des sols ferrugineux tropicaux lessivés. Les échantillons de sol ont été prélevés à une profondeur de 0-20 cm du sol, aux distances de 0 m, 1 m et 2 m du houppier dans des parcelles de *Jatropha* âgés de cinq ans.

Les résultats obtenus montrent qu'en dehors du pH du sol sur les parcelles de Tin, le *Jatropha* n'a pas eu d'influence sur la variation des paramètres chimiques du sol. Les teneurs élevées en azote total, en carbone organique, en phosphore assimilable et le rapport C/N sous le houppier à Tin ne sont pas statistiquement différentes de celles mesurées dans le sol non couvert. Les facteurs biophysiques (dimensions de l'arbre), l'âge de la plantation et la densité des plants de *Jatropha* pourraient expliquer la non influence de la plante sur les paramètres chimiques mesurés. Par ailleurs, les fortes teneurs en azote total et en carbone organique des sols de Tin pourraient être liées à la contribution de la végétation spontanée composée d'herbacées et d'espèces ligneux comme le *V. paradoxa*.

Ces références montrent que les petits arbres ne paraissent pas exercer une influence significative sur la réserve nutritive, et que la concentration d'éléments nutritifs dans les sols sous houppiers augmente avec la dimension de l'arbre. Ce qui a poussé Boffa et al. (2000) à la nécessité de disposer d'informations plus spécifiques sur la dynamique de la fertilité des sols en fonction de la croissance des plantes.

L'étude est à sa première année. Elle doit être approfondie afin de mieux rendre compte de l'évolution des indicateurs de fertilité des sols sous le *Jatropha*. Il est donc nécessaire d'orienter les travaux futurs sur les aspects liés à la physique du sol, à la biologie du sol qui est l'indicateur visible de l'impact de la plante sur le sol ; d'associer aux dispositifs expérimentaux, des parcelles témoins qui ne portent pas de cultures de *Jatropha* pour des fins de comparaisons. De même, il est nécessaire de poursuivre les recherches pour formuler des recommandations sur la dimension, l'âge et les autres caractéristiques des peuplements arborés en fonction desquelles une mise à disposition accrue d'éléments nutritifs est susceptible de favoriser les rendements agricoles.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abbadie L., Lata J. C. et Tavernier V., 2000.** Impact des graminées pérennes sur une ressource rare: l'azote. In Floret C. et Pontanier R., La jachère en Afrique tropicale. Rôles, Aménagements, Alternatives. Actes du séminaire international, Dakar, 13-16 avril 1999, Vol I, John Libbey-Eurotext-IRD-CORAF, pp189-193.
- Abreu F., 2008.** Alternative By-products from *Jatropha*. In : International Consultation on Pro-poor *Jatropha* Development. 10-11 April 2008, Rome IFAD.
- Achten W. M. J., Verchot L., Franken Y. J., Mathijs E., Singh, V. P., Aerts R. et Muys B., 2008.** *Jatropha* bio-diesel production and use. *Biomass and Bioenergy*, 32: 1063-1084.
- Adam J., 1953.** Les plantes à matière grasse. 4, Le ricin, le pourghère. Encyclopédie d'agriculture tropicale. Paris: Société d'editions Géographiques. 127 p.
- AFNOR, 1999.** Qualité des sols. Détermination du pH. (Association Française de Normalisation) NF ISO 103 90, Paris, pp.339-348.
- Alexandre A., Meunier J. D., Colin F., et Koud J. M., 1996.** Plant impact on the biogeochemical cycle of silicon and related weathering processes. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 61: 677-682.
- Alfons Ü., 2008.** *Jatropha* à Madagascar-Rapport sur l'état actuel du secteur –mai2008. 40p.
- Angers D. A. et Carter M. R., 1996.** Aggregation and Organic Matter Storage in Cool, Humid Agricultural Soils. *Advances in Soil Science*, eds M.R. Carter and B.A. Stewart, pp 193-211.
- Anoua et al., 1997.** La truffe, la terre, la vie, Ed. Quae, 210 p.
- Aponte C. H., 1978.** Estudio de *Jatropha curcas* L. como recurso biotico. Diploma thesis. Xalapa-Enríquez. University Veracruz, Mexico.
- Arbonnier M., 2000.** Arbres, arbustes et lianes des zones sèches de l'Afrique de l'Ouest. CIRAD, MNHN, UICN, Montpellier, France. 1<sup>ère</sup> Ed. 241 p.
- Arbonnier M., 2002.** Arbres, arbustes et lianes d'Afrique de l'Ouest. 2<sup>e</sup> éd. CIRAD, MNHN.
- Armbruster M., Seegert J., and Feger K. H., 2004.** Effects of changes in tree species composition on water flow dynamics - Model applications and their limitations. *Plant and Soil* 264:13-24.
- ARP, 2013.** Dynamique de production du *Jatropha* au Burkina Faso : analyse de la rentabilité agricole et de la structuration des acteurs. FFEM/AFD/adezia, Communication, Dakar 6 novembre.

- Assigbetse K., et N'Dour Y., 2009** Impact de l'introduction de la culture de *Jatropha curcas* L. sur les propriétés des sols dans un contexte de variabilité et de changement climatiques. Communication.
- Augusto L., 1999.** Etude de l'impact de quelques essences forestières sur le fonctionnement biogéochimiques et la végétation de sols acides., Université Henri Poincaré, Nancy I, Nancy, France.
- Augusto L., Ranger J., Turpault M. P., et Bonnaud P., 2001.** Experimental in situ transformation of vermiculites to study the weathering impact of tree species on the soil. *European Journal of Soil Science* 52:81-92.
- Bacyé B., 1993.** Influence des systèmes de culture sur l'évolution du statut organique et minéral des sols ferrugineux et hydromorphes de la zone soudano-sahélienne (Province du Yatenga, Burkina Faso), Univ. Aix Marseille III, France. 243 p.
- Baize D., 1988.** Guide des analyses courantes en pédologie. INRA, Paris. 172 p.
- Balasubramanian V. et Sekayanga L., 1989.** Effets de la culture en couloirs sur les propriétés du sol et les performances des arbustes et des cultures vivrières dans un environnement semi-aride au Rwanda. pp 180-190.
- Barbier B., Dury S., Weber J., 2002.** Simulation des relations populations/ressources naturelles. Prototypage de modèle pour un terroir du Nord Cameroun. In: Jamin J.Y., Seiny Boukar L. (Eds.), Savanes africaines: des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis. Actes du colloque, mai 2002, Maroua, Cameroun, N'Djaména, Tchad, Prasac.
- Bationo A. et Mokwunye A. U., 1991b.** Role of manure and crop residue in alleviating soil fertility constraints to crop production : with special reference to the Sahelian and Sudanian zones of West Africa. *Fertilizer research*, 29: 117-125.
- Belsky A. J., Amundson R. G., Duxbury J. M., Riha S. J., Ali A. R. et Mwangi S. M., 1989.** The effects of trees on their physical, chemical and biological environments in a semi-arid savanna in Kenya. *Journal of applied ecology*, 26: 1005-1024.
- Berhaut J., 1975.** Flore illustrée du Sénégal. Dicotylédones. Tome III. Connaracées à Euphorbiacées. Dakar, Sénégal : Gouvernement du Sénégal, Ministère du Développement rural et de l'Hydraulique, Direction des Eaux et Forêts, 634 p.
- Bernard C., 1996.** Etude d'un parc à *Prosopis Africana* au Nord-Cameroun. Cas du village de Holom, pays musey. Premiers résultats. IRAD-Projet Garoua II- CIRAD-Forêt-ORSTOM-CIRAF. 141p.
- Bernhard-Reversat F., 1982.** Biogéochimiques cycles of nitrogen in a semi-arid savanna. *Oikos*, 38: 321-332.

- Bernhard-Reversat F., 1996.** Nitrogen cycling in tree plantations grown on a poor sandy savanna soil in Congo. *Applied Soil Ecology* 4: 161-172.
- Bilgo A., Masse D., Sall S., Serpentier G., Chotte J-L. et Hien V., 2006.** Chemical and microbial properties of semiarid tropical soils of short-term fallows in BURKINA FASO, West Africa. *Biol. Fertil. Soils. Biology and Fertility of Soils*, 43 : 313-320.
- Binkley D., 1995.** The influence of Tree Species on Forest Soils : Processes and Patterns, In D. J. Mead and I. S. Cornforth, eds. *Proceedings of the Trees and Soil Workshop*, Lincoln University 28 February - 2 March 1994., Vol. 10. Lincoln University Press, Canterbury.
- Binkley D., and Giardina C., 1998.** Why do tree species affect soils. The Warp and Woof of tree-soil interactions. *Biogeochemistry* 42:89-106.
- Blin J., Dabat M-H., Faugere G., Hanff E. et Weisman N., 2008.** Opportunités de développement des biocarburants au Burkina Faso. Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques 157 p.
- Boffa J. M., Yaméogo G., Nikiéma P. et Knudson D. M., 2000.** Field-scale influence of karité (*Vitellaria paradoxa*) on white sorghum production in the Sudan zone of Burkina Faso, West Africa. *Agroforestry systems* 49 (2): 153-175.
- Boudiaf-Nait kaci M., Hedde M., Mouas-Bourbia S., Siad D. et Derridj A., 2012.** Biodisponibilité du phosphore dans la rhizosphère du grenadier (*Punica granatum* L.) Sous climat aride : cas des vergers de Messaad Wilaya de Djelfa, UMMTO Algérie. 11èmes Journées d'études des sols, France. 7 p.
- Bray R.H. et Kurtz L.T., 1945.** Determination of total organic and available forms of phosphorus in soils. *Soil Sci.*, N059, pp. 39-45.
- Breman H. et Kessier J. J., 1995.** wood plants in agro-ecosystems of semi-arid regions, with an emphasis on the Sahelian countries. Springer Verlag, Berlin. 340 p.
- Brittaine R., et Lutaladio N., 2010.** *Jatropha : A smallholder Bioenergy Crop. The Potential for Pro-Poor development.* FAO, Vol. 8-2010. 114 p.
- BU.NA.SOLS, 1987.** Méthodes d'analyse physique et chimique des sols, eaux et plantes. Document techniques N° 3.
- BU.NA.SOLS, 1990.** Manuel pour l'évaluation des terres. Documentations techniques n°6 phase III, Ouagadougou, p. 181.
- BU.NA.SOLS, 1997.** Etude morpho-pédologique de la province du Kéné Dougou. Echelle 1/100000è. Rapport technique n°108. 54 p.
- BU.NA.SOLS, 1999.** Études morphopédologiques des provinces de la Comoé et de la Leraba. Echelle 1/100 000e. Rapport technique n°117. Ouagadougou : Bunasols, 47 p.

- Buldgen A. et Dieng A., 1997.** *Andropogon gayanus* var. *bisquamulatus* : une culture fourragère pour les régions tropicales. Gembloux, Belgique : Les presses agronomiques de Gembloux, 171 p.
- Campbell B. M., Lynam T. et Hatton J. C., 1990.** Small-scale patterning in the recruitment of forest species during succession in tropical dry forest, Mozambique. *Vegetatio*, 87: 51-57
- Certini G., Agnelli A., Corti G., and Capperucci A., 2005.** Composition and mean residence time of molecular weight fractions of organic matter extracted from two soils under different forest species. *Biogeochemistry* under press.
- Charreau C. et Vidal P., 1965.** Influence de l'Acacia albida Del. sur le sol, nutrition minérale et rendements des mils Pennisetum au Sénégal. *Agronomie tropicale*, 20 : 600-626.
- Chien S.H., Sale P.W.G. et Hammond L. L., 1990b.** Comparison of various phosphate fertilizer products. In: *Proceedings of international symposium on phosphorus requirements for sustainable agriculture in Asia and Oceania*, Manila IRRI, pp 143-156.
- Chiffot V., Rivest D., Olivier A., Cogliastro A., Khasa A., 2009.** Molecular analysis of arbuscular mycorrhizal community structure and spores distribution in tree-based intercropping and forest systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 131: 32-39.
- CIRAD-2IE, 2008.** Opportunités de développement des biocarburants au Burkina Faso, MAHRH. 176 p.
- Colema D. C., Crossley Jr. D. A. et Hendrix P. F., 2004.** *Fundamentals of Soil Ecology*. Elsevier, Amsterdam, 27 p.
- CPCS, 1967.** Classification des sols. Travaux de la Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols (1963-1967). ENSA-Grignon, Laboratoire de Pédologie-Géologie, Paris, 96 p.
- CTA., 2008.** Pourghère, l'huile miracle, *Revue spore* n°134.
- Daey Ouwens K., Francis G., Franken J., Rijssenbeek W., Riedacker A., Foidl N., Jongschaap J., 2007.** *Plant Research International, Position Paper on Jatropha curcas, State of the Art, Small and Large Scale Project Development*. 7 p.
- Dancette C. et Poulain J. F., 1969.** Influence of *Acacia albida* on pedoclimatic factors and crop yields. *African soils*, 14 (1-2): 143-184.
- Danielo O., 2007.** *Jatropha : l'or vert du désert*. in *Energine.com-Jatropha curcas.* ; Doctorat ; biologie et physiologie végétale. 284 p.
- Dao C., Touré A. I., Touré S., 2009.** *Jatropha, plante d'huile et biocarburant. Rapport de recensement des plants de pourghère dans la zone l'union des agriculteurs de cercle de Tominian (UACT)*. 36 p. Intercooperation AIC Sab – [www.dicsahel.org](http://www.dicsahel.org).

- Davet P., 1996.** Vie microbienne du sol et production végétale, ed Quae, 283 p.
- Dehgan B. et Webster G. L., 1979.** Morphology and infrageneric relationships of the genus *Jatropha* (Euphorbiaceae). University of California. vol. 74. p 76+33.
- Dehgan B., 1976.** Experimental and evolutionary studies of relationships in genus *Jatropha* L (Euphorbiaceae). University of California. 872 p.
- Delmas J., 1967.** Recherches écologiques dans la savane de Lamto (Côte-d'Ivoire) : premier aperçu sur les sols et leur valeur agronomique. *La terre et la vie.* 216-227.
- Depommier D., 1996a.** Structure, dynamique et fonctionnement des parcs à *Faidherbia albida* (Del.) A. Chev. Caractérisation et incidence des facteurs biophysiques et anthropiques sur l'aménagement et le devenir des parcs de Dossi et de Watinoma, Burkina Faso. Thèse de doctorat. Paris VI, Université Pierre et Marie Curie, Paris.
- Diédhiou I., 2009.** Impacts potentiels de l'introduction de *Jatropha curcas* L ; dans un contexte de variabilité et changement climatiques : impacts agricoles et environnementaux, intérêts économiques pour les ménages et communautés rurales. Atelier de clôture RIPIECSA, Cotonou, Bénin, 18-21 octobre. Univ. de Thies, Sénégal.
- Dijkstra F.A., Geibe C., Holmström S., Lundström U.S., and van Breemen N., 2001.** The effect of organic acids on base cation leaching from the forest floor under six North American tree species. *European Journal of Soil Science* 52 : 205-214.
- Dijkstra F.A., van Breemen N., Jongmans A.G., Davies G.R., and Likens G.E., 2002.** Calcium weathering in forested soils and the effect of different tree species. *Biogeochemistry* 62 : 253-275.
- Djogo J. G. et Sinsin B., 2006.** Impact des espèces exotiques plantées sur la diversité spécifique des phytocénoses de leur sous-bois. *Syst. Geog. Pl.* 76 : 191-209.
- Domergue M. et Pirot R., 2008.** *Jatropha curcas* L. Rapport de synthèse bibliographique. 111p.
- Dommergues Y. R., 1987.** The role of biological nitrogen fixation in agroforestry. In Steppeler H. A. et Nair P. K. R., éd. *Agroforestry, a decade of development.* CIRAF, Nairobi. 245-271.
- Drever J. I., and Stillings L. L., 1997.** The role of organic acids in mineral weathering. *Colloids and Surfaces, A: Physicochemical and Engineering Aspects* 120:167-181.
- Droit S., 1932.** Recherches sur la graine et l'huile de purghère ou pignon d'Inde (*Jatropha curcas* L.). Université de Paris. 126 p.
- Dunham K. M., 1991.** Comparative effects of *Acacia albida* and *Kigelia africana* trees on soil characteristics in Zambezi riverine woodlands. *Journal of tropical ecology*, 7: 215-220.

- Dupraz C., et Capillon A., 2006.** L'agroforesterie : une voie de diversification écologique de l'agriculture européenne. Cahier d'étude DEMETER - Economie et Stratégies agricoles : 101-113.
- Elmer M., La France M., Förster G., and Roth M., 2004.** Changes in the decomposer community when converting spruce monocultures to mixed spruce/beechn stands. *Plant and Soil* 264:97-109.
- Fauck R., 1972.** Contribution à l'étude des sols des régions tropicales : Les sols rouges sur sable et sur grès d'Afrique Occidentale. Thèse de doctorat, Université Louis Pasteur, éd. Paris, ORSTOM. 257 p.
- Feller C., 1997.** La matière organique des sols : aspects historiques et état des conceptions actuelles. *C. R. Acad. Agric. Fr.* pp. 83-98.
- Fontes J et Guinko S, 1995.** Carte de la végétation et de l'occupation du sol du Burkina Faso. Notice explicative. ICIV/ Université de Toulouse III, IDR-FAST, Univ. de Ouagadougou, 67p.
- Geiger S. C., Van den Beldt R. J., et Manu A., 1994.** Variability in the growth of *Faidherbia albida*: the soils connection. *Soil Sc. Soc. Am. J.*, 58: 227-231.
- Girard M-C., Walter C., Rémy J-C., Berthelin J. et Morel J-I., 2011.** Sol et environnement, 2è éd. DUNOD, 864 p.
- Girard M-C., Walter C., Remy J-C., Berthelin J., Morel J-L. 2005.** Sols et Environnement. Dunod (Ed.) 816p
- Gobat J.M. ; Aragno M. ; Matthey W. 2003** Le sol vivant : Bases de pédologie, Biologie des sols. Presses polytechniques et universitaires romandes, Ed, 528p
- Gobat J-M., Arago M. et Matthey W., 2010.** Le sol vivant : Base de pédologie –biologie des sols. Presse polytechnique et universitaires Romanes, 3 e éd : 11-46.
- Godin V. et Spensley P., 1971.** Oils and Oilseeds. *TPJ Crop and Product Digest*. 1: 107-110.
- Goonasekera M. M. et al., 1995.** Pregnancy terminating effect of *Jatropha curcas* in rats. *Journal-of-ethnopharmacology*. 47(3): pp. 117-123.
- Greyt et al. (2008 Greyt W. et Ballestra D., 2008.** Improved yield and biodiesel quality from *Jatropha curcas* by optimized seed processing and oil pretreatment. *Jatropha world conference*; Jakarta-Indonesia, p30.
- Grimm C., Maes J. M., 1997.** Arthropod Fauna Associated with *Jatropha curcas* L. in Nicaragua : A Synopsis of Species, their Biology and Pest Status, in *Biofuels and industrial products from J. curcas* (Gübitz, Mittelach, Trabi).
- Grouzis M. et Akpo E. E., 1998.** Dynamique des interactions entre arbre et herbe en milieu sahélien. Influence de l'arbre sur la structure herbacée. *Acacia au Sénégal* 37-46.

- Gübitz G. M., Mittelbach M. et Trabi M., 1999.** Exploitation of the tropical oil seed plant *Jatropha curcas* L. *Bioresource Technology*, 67; 73-82.
- Guggenberger G., Christensen B. T., et Zech W., 1994.** Land use effects on the composition of organic matter in particle-size separates of soil: I. Lignin and carbohydrate signature. *Eur. J. Soil Sci.* 45, 449-458.
- Guinko S., 1984.** Végétation de la Haute-Volta. Thèse de Doctorat d'Etat. Université de Borgeaux III, Bordeaux. 302 p.
- Haas W., Sterk H. and Mittelbach M., 2002.** Novel 12-Deoxy-16-hydroxyphorbol. Diesters Isolated from the Seed Oil of *Jatropha curcas*. *J. Nat. Prod.* 2002 (65) 1434-1440.
- Harley J.L., 1991.** “*Introduction: the State of Art, in Methods in Microbiology*”, Vol. 23, Techniques for Studies of Mycorrhiza, J.R. Norris, D.J. Read and A.K. Varma, Eds, Academic Press, London, pp. 1 - 23.
- Heller J., 1996.** Physic nut *Jatropha curcas* L., IPGRI. 88 p. for download : [www.Jatropha.de/documents/heller.pdf](http://www.Jatropha.de/documents/heller.pdf)
- Henning K. R., 2002.** Utilisation des saviors locaux sur le *Jatropha*. Article, Note CA n°42, 4p.
- Henning R. K. et Ramorafeno T., 2005.** Le manuel *Jatropha*. Un guide pour l'exploitation intégrée de la plante *Jatropha* à Madagascar. Etablie pour l'atelier de démonstration du Programme de Lutte Anti-Erosive (PLAE) à Morovoay (Madagascar). 20 p.
- Henning R. K., 2004a.** The *Jatropha* System – an integrated approach of rural development (available at [www.jatropha.de](http://www.jatropha.de)).
- Henning R., Coulibaly N., 1988.** Production d'huile de purghère avec la presse à karité, 11 pp.
- Henry S., Boyle P., Lambin E. F., 2003.** Modelling inter-provincial migration in Burkina Faso, West Africa. The role of socio-demographic and environmental factors. *Applied Geography*.
- Hien V., Bilgo A., Serpantié G., Masse D., Chotte J. L., Fournier J., Zahonero P., 2002.** Matière organique et éléments minéraux déplacés par le ruissellement et l'érosion sur des parcelles expérimentales en savane soudanienne. Poster Colloque International "Influences de la gestion de la biomasse sur l'érosion et la séquestration du carbone", Agropolis, Montpellier, 23-28 septembre 2002.
- Hillebrand W. F., Lundell G. E. F., Bright H. A. and Hoffman J. I., 1953.** Applied inorganic analysis, 2nd ed. John Wiley and Sons, Inc., New York, USA, 1034 p.
- Hobbie S. E., Reich P. B., Oleksyn J., Ogdahl M., Zytowski R., Hale C., and Karolewski P., 2006.** Tree species effects on decomposition and forest floor dynamics in a common garden. *Ecology* 87:2288-2297.

- Hongve D., van Hees P.A.W, and Lundström U.S., 2000.** Dissolved components in precipitation water percolated through forest litter. *European Journal of Soil Science* 51:667-677.
- Huang P.M., and Schnitzer M., 1986.** Interactions of soil minerals with natural organics and microbes. Soil Science Society of America, Inc., Madison, WI, USA.
- Isichei A. O. et Muoghalu J. I., 1992.** The effects of tree canopy cover on soil fertility in a Nigerian savanna. *Journal of tropical ecology*, 8: 329-338.
- Jaffrain J., 2006.** Effet des essences forestières sur le fonctionnement organo-minéral d'un sol acide : observations et modélisations. Thèse de docteur, Nancy 1, 355 p.
- Jaillard B., 1984.** Mise en évidence de la néogénèse de sable calcaire sous l'influence des racines : Incidence sur la granulométrie du sol ; *Agronomie* 4 : 91-100.
- Janin P., Ouédraogo F. C., 2009.** Enjeux des agrocarburants au Burkina Faso : le cas du *Jatropha curcas* L. 12 p.
- JatroREF, 2013.** Activités 2012-2013 du réseau JatroREF. Communication, Dakar du 6-8 novembre.
- Jonsson K., 1995.** Agroforestry in dry savanna areas in Africa. interactions between trees, soils and crops. Ph D. Dissertation. Swedish University of Agricultural Sciences, Umea, Suède.
- Kellman M., 1979.** Soil enrichment by neotropical savanna trees. *Journal of ecology*, 67: 565-577.
- Kennard D. G. et Walher B. H., 1973.** Relationship between tree canopy cover and *Panicum* maximum in the vicinity of Fort Victoria. *Rhod. J. Agric. Res.*, 11: 145-153.
- King J. A. et Campbell B. M., 1994.** Soil organic matter relations in five land cover types in the miombo region (Zimbabwe). *Forest Ecology and Management* 67 (1-3): 225-239.
- Koné S., 1987.** Les activités précédentes sur le pourghère au Mali, unpublished project report, Programme Spécial Energie Mali, 17pp.
- Lacombe S., Bradley R.L., Hamel C., Beaulieu C., 2009.** Do tree-based intercropping systems increase the diversity and stability of soil microbial communities ? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 131 : 25-31.
- Larochas, L., 1948.** (Les huiles siccatives et l'industrie française) Le pourghère Oléagineux, vol.3 : n 6-7: pp. 321-328.
- Legendre B., 2008.** *Jatropha curcas* (Tabanani). Note agronomique. Technologies for Human development. 8 p.

- Leye E. H. M., Ndiaye M., Ndiaye F., Diallo B., Sarr A. S., Diouf M. et Diop T., 2009.** Effet de la mycorhization sur la croissance et le développement de *Jatropha curcas* L. Site web : <http://www.isra.sn>
- Libert C. et Eyog-Matig O., 1996.** *Faidherbia albida* et production cotonnière. Modification du régime hydrique et des paramètres de rendement du cotonnier sous couvert du parc arboré au Nord-Cameroun. In les parc à *Faidherbia*, Cah. sc. du CIRAD-Forêt, Paris, 12 : 103-121.
- Lindroos A.-J., Brügger T., Derome J., and Derome K., 2003.** The weathering of mineral soil by natural soil solutions. *Water, Air and Soil Pollution* 149:269-279.
- Lompo F., 2009.** Effets induits des modes de gestion de la fertilité sur les états du phosphore et la solubilisation des phosphates naturels dans deux sols acides du Burkina Faso. Thèse d'Etat ès Sciences Naturelles. Université de Cocody, RCI. 219 p.
- Loubelo E., 1990.** Etude comparative de quelques éléments du fonctionnement de deux peuplements d'*Eucalyptus* au Congo. Université de Rennes. Thèse, multigr., 150 p.
- Lozano J. M. et Velasco F., 1981.** Evolucion del humus y de la microflora telùrica por la impantacion de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. En bosques autòctonos de Extremadura. *Anales de Edafologia y Agrobiologia* 40 (5/6) :711-720.
- Lundström U., and Öhman L.-O., 1990.** Dissolution of feldspars in the presence of natural organic solutes. *Eur. J. Soil. Sci.* 41:359-368.
- Makkar H.P.S. et al., 1997.** Studies on nutritive potential and toxic constituents of different provenances of *Jatropha curcas* [Revue] // *Journal of agricultural and food chemistry*. pp. 3152-3157.
- MEF, 2009.** RGPH-2006 : Monographie de la Région des Hauts-Bassins. Ministère de l'Economie et des Finance. pp 1-22.
- Mengual L., 1994.** Extraction de substances bioactives de l'huile de pourghère (*Jatropha curcas* L.) et bioessais sur *Zonocerus variegatus*, *Sesamia calamistis* et *Busseola fusca* pour la caractérisation d'un effet insecticide en zone sahélienne. Projet pourghère ; DNHE/GTZ. Bamako, Rép du Mali, 65pp.
- Métral R., 2007.** Etude de la diversité de la pédofaune dans les systèmes agroforestiers. Groupe de Travail – GT6.46 p.
- Mordelet P., 1993.** Influence des arbres sur la strate herbacée d'une savane humide (Lamto, Côte d'Ivoire). Thèse Doct. Univ. Paris VI : 146 p.
- Mordelet P., Abbadie L. et Menaut J. C., 1993.** Effects of tree clumps on soil characteristics in ahumid savanna of West Africa (Lamto, Côte-d'Ivoire). *Plant and soil*, 153: 103-111.

- Moreno G., Obrador J.J., Cubera E. and Dupra, C., 2005.** Fine root distribution in Dehesas of Central-Western Spain. *Plant and Soil*, 277(1-2): 153- 162.
- Moukouri J., 2006.** Effet des essences forestières sur la biodégradation des matières organiques : impact sur la dynamique et le cycle du carbone, de l'azote et des éléments minéraux., Université Henri Poincaré, Nancy.
- Moussa H., 1997.** Germination du palmier doum (*Hyphaene thebaica* Mart.) et analyse de son interaction avec le mil (*Pennisetum glaucum* L.) en zone semi-aride du Niger. Résumé de thèse de doctorat. Univ. Laval. Québec, Canada.
- Münch E. et Kiefer J., 1986.** Le Pourghère (*Jatropha curcas* L., Botanique, écologie, culture, produits de récolte, filières de valorisations, réflexions économique, Université Hohenheim. 276 p. on line : [www.Jatropha.de/documents/Muench-Kiefer-Jatropha-Diplomarbeit-de.pdf](http://www.Jatropha.de/documents/Muench-Kiefer-Jatropha-Diplomarbeit-de.pdf)
- N'Klo O., Pity B. et Louppe D., 1995.** Rôle des macro-invertébrés dans la conservation et la restauration de la fertilité des sols en zone de savanes soudano-guinéennes de Côte-d'Ivoire. Cas particulier des vers de terre et des termites. 8 p.
- Nacro H. B., 1997.** Hétérogénéité de la matière organique dans un sol de savane humide (Lamto, Côte d'Ivoire): caractérisation chimique et étude, in vitro, des activités microbiennes de minéralisation du carbone et de l'azote. Thèse de doctorat ; Paris 6 ; 328p.
- Ndour N.Y., Chotte J.L., Pate E., Masse D. et Rouland C., 2001.** Natural and improved fallows in tropical semi-arid zone (Sénégal) : variations in soil enzyme activities. *Applied Soil Ecology*, 18, 229-238.
- Neff C. et Scheid A., 2008.** Les biocarburants : Analyse du potentiel de production de biocarburants à l'échelle internationale et en Tunisie. Etude GTZ. Univ. de Karlsruhe, 29 p.
- Nelson D. W. et Sommers L. E., 1975.** A rapid and accurate method for estimating organic in soil. *Proc. of the Indiana Academy of Science* 84 : 456-462.
- Ouédraogo M., 2000.** Etude Biologique et Physiologie du pourghère, *Jatropha curcas* L. Thèse d'Etat, UO/BF, 290 p.
- Pallo F. 1982.** Comparaison des caractères physico- chimiques et de la matière organique de trois pédon cultivés et vierges situés entre Fada N'Gourma et Piéga (Haute Volta). Thèse de Docteur 3èmcycle, Spécialité Ecologie, Mention Pédologie, Université de Droit, d'Economie et des Sciences (Aix-Marseille III), Faculté des Sciences et Techniques Saint-Jérôme (Laboratoire de Taxinomie et d'Ecologie Végétales), 175 p.
- Pallo F. J. P., Sawadogo N., Sawadogo L., Sedogo M. P., Assa A., 2008.** Statut de la matière organique des sols dans la zone sud-soudanienne au Burkina Faso. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*, 12 : 291-301.

- PALLO P. J. F. et THIOMBIANO L., 1989.** Les sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions du Burkina Faso: caractéristiques et contraintes pour l'utilisation agricole. SOLTROP, 89 : 307-327.
- Palm C. A., McKerrow A. J., Glasener K. M. et Szott L.T., (1991).** Agroforestry systems in lowland tropics: Is phosphorus important? Dans Phosphorus cycles in Terrestrial and Aquatic Ecosystems Regional Workshop 3: South and Central America. Saskatoon, Canada: The Saskatchewan Institute of Pedology, University of Saskatchewan, pp. 134-141.
- Piéri C., 1989.** Fertilité des terres de savanes. Bilan de trente ans de recherche et de développement au sud du Sahara. (Eds) Ministère français de la coopération et du Développement et CIRAD-IRAT, Paris, France, 444p.
- Prakash A. R., Patolia J., Jitendra C., Ghosh A., Chaudhary D. R. et Bhuva H. M., 2007.** Provenance trial for selection of high yielding *Jatropha curcas* on wastelands. in Expert Seminar on *Jatropha curcas* L. Agronomy and Genetics.
- Raulund-Rasmussen K., and Vejre H., 1995.** Effect of tree species and soil properties on nutrient immobilization in the forest floor. *Plant and Soil* 168-169:345-352.
- Raulund-Rasmussen K., Borggaard O.K., Hansen H.C.B., and Olsson M. 1998.** Effect of natural organic soil solutes on weathering rates of soil minerals. *European Journal of Soil Science* 49:397-406.
- Rhoades C., 1995.** Seasonal pattern of nitrogen mineralization and soil moisture beneath *Acacia albida* (syn. *Faidherbia albida*) in central Malawi. *Agroforestry systems*. 29 (2): 133-145.
- Rijssenbeek W.H.R., Jongschaap R, Lutzeyer HJ, Venturi P. 2007.** Expert Meeting *Jatropha*, Brussel.
- Roose E. J., Arrivets J. et Paulain J. F., 1974.** Etude du ruissellement, du drainage et de l'érosion sur deux sols ferrugineux de la région Centre, Haute-Volta. Bilan de trois années d'observation à la station de Saria. IRAT-ORSTOM, Abidjan. 73 p. + annexes.
- Sahel Quotidien, 2008.** Biocarburant : L'expérience du "Jatropha" gagne du terrain au Burkina Faso. 3p.
- Samaké F., 1996.** Valorisation du tourteau de Pourghère comme engrais sur le coton, unpublished project report, Projet Pourghère.
- Sanford W. W., Usman S., Obot E. O. et Wari M., 1982.** Relationship of woody plants to herbaceous production in Nigerian savanna. *Tropical agriculture (Trinidad)*, 59: 315-318.
- Sangaré A., 2007.** Technique de plantation du pourghère. Atelier sur les énergies renouvelables et de lutte contre la pauvreté au Sénégal, 18pp.

- Sanou F., 2010.** Productivité de *Jatropha curcas* L. et impact de la plante sur les propriétés chimiques du sol : cas de Bagré (Centre Est du Burkina Faso. Memoir de fin de cycle, Univ. Poly tech. Bobo-Dioulasso. 55 p.
- Schulze E.D., Beck E., and Müller-Hohenstein K., 2005.** Plant Ecology. Springer Berlin, Heidelberg.
- Seyler R. S., 1993.** Systems analysis of the status and potential of *Acacia albida* (Del.) in the north Central Peanut Basin of Senegal. Ph D. Dissertation. USA. 515 p.
- Shama N., 2007.** *Jatropha* Soil Conditions & Fertilization - Reclamation of ash ponds and cultivation of *Jatropha curcas* using arbuscular mycorrhiza fungi as technology demonstration for biofuel production and environmental cleaning in Chattisgarh state. in Expert Seminar on *Jatropha curcas* L. Agronomy and Genetics. Wageningen.
- Singh R. N., Vyas D. K., Srivastava N. S. L. & Narra M., 2008.** SPRERI experience on holistic approach to utilize all parts of *Jatropha curcas* fruit for energy. Renewable Energy 33(8):1868-1873.
- Smolander A., and Kitunen V., 2002.** Soil microbial activities and characteristics of dissolved organic C and N in relation to tree species. Soil Biology and Biochemistry 34:651-660.
- Somé N. A. et De Blic Ph., 1997.** Etat structural d'horizons superficiels sableux sous culture ou jachère herbacée en Afrique de l'Ouest (Burkina Faso). Etude de Gestion des Sols, 4, 1, ORSTOM-Ouagadougou, Burkina Faso, pp 18-25.
- Somé N. A., Traoré K. et Tassebedo M., 2007.** Potentiel des jachères artificielles à *Andropogon* spp. dans l'amélioration des propriétés chimiques et biologiques des sols en zone soudanienne (Burkina Faso). Biotechnol Agron. Soc. Environ., 11 (3) : 245-252.
- Sori L. A. K., 2011.** Réponses physiques des cultures vivrières en association avec le *Jatropha curcas* L : cas du niébé (*Vigna unguiculata*) en zone soudano-sahélienne. Thèse DEA, Univ. de Ouagadougou, 76 p.
- Tapsoba A. R., 2011.** 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-sahélien. Mémoire du Diplôme d'Ingénieur du Développement Rural en Agronomie, IDR/Bobo-Dioulasso. 37p.
- Tiedemann A. R., and Klemmedson J. O., 1977.** Effect of mesquite trees on vegetation and soils in the desert grasslands. J. Range Man. 30: 361-367.
- Toky O. P., et Singh V., 1993.** Litter dynamics in short rotation high density tree plantation in an arid region of India. Agricultural Ecosystem and Environment 45: 129-145.

- Tomlinson H., Teklehaimanot Z., Traoré A. & Olapade E., 1995.** Soil amelioration and root symbioses of *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth. in West Africa. *Agroforestry Systems*, 30, 145-159.
- Traoré M., Lompo F., Thio B., Ouattara B., Ouattara K., et Sedogo P. M., 2011.** Influence de la rotation culturale, de la fertilisation et du labour sur les populations de nématodes phytoparasites du sorgho (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Biotechnol. Agron. Soc.* 59-66.
- Traoré S., Thiombiano L., Millogo J. R. et Guinko S., 2007.** 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.
- USAID, 2006** Assessment of the potential of *Jatropha curcas*, (biodiesel tree,) for energy production and other uses in developing countries Mike Bengé.
- Van der Vossen H. A. M. et Mkamilo G. S., 2007.** Ressources végétales de l'Afrique tropicale 14. Oléagineux édition PROTA. 116-120 p.
- Van Veen J. A. et Kuikman P. J., 1990.** Soil structural aspects of decomposition of organic matter by microorganisms. *Biogeochem*, 11, pp. 213-324.
- Vidal V. A., 1962.** Oleaginosas do Ultramar Portuges. Junta Invest. Ultramar, 31: pp 129-145.
- Weisenhutter J., 2003.** Use of the Physic Nut (*Jatropha curcas* L.) to combat desertification and reduce poverty. CCD Project Document. Bonn, GTZ.
- Weltzin J. F., and Coughenour M. B., 1990** Savanna tree influence on understory vegetation and soil nutrients in northwestern Kenya. *J. Veget. Sci.* 1, 325-334.
- Wilbur, 1954 .** A synopsis of *Jatropha*, subsection *eucurcas*, with the description of two new species from Mexico. *J. Elisha Mitchell Sci. Soc.*, 70: 92-101.
- Yamoah C. F., Agboola A. A. and Mulongay K., 1986a.** Nutrient attribution and maize performance in allelic cropping systems. *Agroforestry systems* 4: 247-254.
- Youl S., 2009.** Dynamique et modélisation de la dynamique du carbone dans un agro-système de savane de l'ouest du Burkina Faso. Thèse de Doctorat Unique, UPB (Burkina Faso), 186 p.
- Young A., 1989.** *Agroforestry for soil conservation*. CIRAF, Nairobi. 276p.
- Zan T., 1985.** *Jatropha curcas* et *J. gossypifolia* sous différentes conditions climatiques du Burkina Faso : cultures et exploitations. Mémoire d'Ingénieur, ISP-Université de Ouagadougou (Burkina Faso). 60 p.

**Zou J., and Cates R.G., 1997.** Effects of terpènes and phenolic and flavonoid glycosides from Douglas fir on Western spruce budworm larval growth, pupal weight, and adult weight. *Journal of Chemical Ecology* 23:2313-2326.

## **WEBOGRAPHIE**

**<http://www.aujardin.info/actualites/0002-jatropha-or-vert.php#8eRrjYciVWuG0ckg.99>.**

**Wikipédia (b), 2009.** *Jatropha* : <http://fr.wikipedia.org/Jatropha#column-one> ; consulté le 31/07/09

**[www.tomoka-togo.com/fr/jatropha/](http://www.tomoka-togo.com/fr/jatropha/) consulté le 12/10/2013.**