

REPUBLIQUE DU SENEGAL

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR, DES UNIVERSITES, DES CENTRES
UNIVERSITAIRES REGIONAUX ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE THIES

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'AGRICULTURE (ENSA) – THIES

Master en Foresterie et Environnement pour une Gestion Durable des Ressources Naturelles



**INFLUENCE DES PRATIQUES PAYSANNES DE GESTION DE LA
FERTILITE ET D'ENTRETIEN DES PLANTATIONS SUR LA
CROISSANCE ET LA PRODUCTION DE *JATROPHA CURCAS* L.: CAS
DU TERROIR DE OUROUR (BASSIN ARACHIDIER).**

Présenté et soutenu pour l'obtention du Diplôme de Master en Foresterie et
Environnement pour une Gestion Durable des Ressources Naturelles par

M. Djimanga DIEDHIOU

Devant le jury composé de :

- | | | | |
|-----------------|----------|----------------------------|------------|
| - Dr. Saliou | NDIAYE | Directeur des Etudes ENSA | Président |
| - Dr. Ibrahima | DIEDHIOU | Enseignant/Chercheur-ENSA | Rapporteur |
| - M. Birahim | FALL | Enseignant ISFAR/UT Bambey | Membre |
| - Dr. Djiby | DIA | BAME/ISRA | Membre |
| - Cl. Cheikh T. | NDIAYE | PASEF/DEFCCS | Membre |

Mars 2011

Ce travail a bénéficié de l'aide financière du FSP N° 2003/91, programme « Recherche Interdisciplinaire et Participative sur les Interactions entre les Ecosystèmes, le Climat et les Sociétés en Afrique de l'Ouest, RIPIECSA », projet « Impacts potentiels de l'introduction de *J. curcas*. dans un contexte de variabilité et changement climatiques : impacts agricoles et environnementaux, intérêts économiques pour les ménages et communautés rurales ».

In Memoriam

A Paul Sambou

Prématurément arraché à notre affection en ce début d'année 2011.

Repose en Paix.

Que la terre d'Oukout te soit légère AMEN !

DEDICACES

Je rends grâce au Seigneur de m'avoir donné la force qui m'a permis de mener à terme cette étude.

Ce travail est dédié à mes défunts parents qui m'ont éduqué dans la piété, l'amour du prochain, l'humilité et le travail bien fait.

A ma chère épouse Clémentine DIEME pour sa compréhension et les sacrifices consentis durant ces deux années de formation.

A mes enfants à qui je me suis toujours évertué à leur inculquer les valeurs morales que j'ai reçues de mes parents. Puisse ce mémoire les stimuler dans leurs études et les pousser à faire plus et mieux que moi.

A mes frères et sœurs pour leurs prières

A ma belle-mère et à tous ses enfants pour leur soutien moral.

A mes amis d'enfance Edouard DIATTA et Michel ASSINE qui m'ont toujours exhorté à aller le plus loin possible dans la quête du savoir.

A mon ami et frère Dr El Hadji FAYE pour son soutien moral et ses conseils.

A tous mes camarades de promotion à qui je dis grand merci d'avoir porté leur choix sur ma modeste personne pour être le délégué de la promotion auprès de l'administration de l'école.

REMERCIEMENTS

Pour mener à son terme ce travail, j'ai bénéficié de l'appui d'hommes et de femmes à qui je souhaiterais témoigner ici toute ma gratitude. Il s'agit, sans que l'énumération ne soit exhaustive de :

Dr. Ibrahima DIEDHIOU, Enseignant Chercheur à l'ENSA pour la qualité de son encadrement et ses conseils avisés. Sa disponibilité, sa rigueur scientifique et sa compétence m'ont toujours incité à persévérer dans l'effort. Je tiens à lui exprimer ici toute ma reconnaissance et prie Dieu qu'il lui rende tous ces bienfaits au centuple.

Monsieur Le Recteur de l'Université de Thiès

Dr Ahmed Tidjane DIALLO Directeur de l'ENSA pour m'avoir accueilli dans son établissement.

Le Directeur des Eaux, Forêts, Chasse et de la Conservation des Sols pour m'avoir permis de bénéficier de cette formation

Dr Saliou NDIAYE Directeur des Etudes pour son soutien sans faille et pour l'attention qu'il a accordée à notre formation et à travers lui, tout le personnel enseignant.

M. Massamba THIAM, Coordonnateur du Master pour son soutien et ses conseils

Monsieur Le Directeur de la Société African National Corporation Oil pour avoir accepté de nouer ce partenariat avec RIPIECSA.

M. Roger Bayala pour son appui multiforme dans la réalisation de ce travail.

Aux membres du jury pour avoir accepté de consacrer un peu de leur temps précieux pour venir juger ce travail.

M. Moussa NDIONE, manœuvre à l'ENSA qui m'a beaucoup aidé lors des travaux d'analyse des composantes du rendement.

Dr Djiby DIA du BAME/ISRA pour les photos

M. Bara Sall et son épouse Aïssata DIALLO à Ourour pour l'accueil, l'hébergement et l'hospitalité dont ils ont fait montre à mon endroit durant mon séjour dans leur village.

Tout le personnel administratif et technique de l'ENSA.

RESUME

Dans la recherche de sources d'énergie permettant de réduire la consommation de combustibles fossiles, de nombreux pays africains, dont le Sénégal, se sont lancés dans la culture intensive de *J. curcas*. Outre cet aspect production de biocarburant, *J. curcas* présente de nombreux avantages dont la lutte antiérosive, le maintien de la fertilité des sols et ses vertus médicinales. Toutefois, peu d'informations sont disponibles au Sénégal à notre connaissance, sur les itinéraires techniques les plus appropriés permettant d'optimiser les rendements de *J. curcas*. C'est dans ce contexte, que ce travail a été mené pour étudier, l'influence de pratiques paysannes de gestion de la fertilité et d'entretien des plantations sur la performance agronomique de *J. curcas*. Ainsi, trois essais ont été menés dans le terroir de Ourour situé en zone soudano-sahélienne dans le bassin arachidier sénégalais pour déterminer l'influence de l'association *F. albida*/*J. curcas*, du parcage bovin et de modes d'entretien sur la croissance et la production de *J. curcas*.

Les résultats obtenus montrent que l'association de *J. curcas* avec *F. albida* améliore significativement la croissance et la production de fruits et de graines de *J. curcas*. Egalement, l'application d'une fumure organique par la pratique du parcage a permis d'augmenter de façon significative la croissance et de doubler la production de *J. curcas*. Enfin, cette étude a montré que l'entretien par la charrue (traction animale) des jeunes plantations de *J. curcas* permet un meilleur développement des plants.

Mots clés : *J. curcas*, pratiques culturales, agroforesterie, parcage, croissance, production.

Sommaire

LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES	vii
LISTE DES FIGURES.....	viii
LISTE DES TABLEAUX	viii
LISTE DES PHOTOS.....	viii
Introduction	1
1. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE.....	4
1.1 L'espèce	4
1.1.1 Caractéristiques botaniques et écologiques	4
1.1.1.1 Position taxonomique	4
1.1.1.2 Aire de répartition.....	4
1.1.1.3 Caractères botaniques.....	5
1.1.1.4 Exigences écologiques.....	5
1.1.2 Pratiques culturales et rendement	6
1.1.2.1 Pratiques culturales.....	6
1.1.2.2 Performance agronomique.....	14
1.1.3 Usages de <i>J. curcas</i>	16
1.1.3.1 Lutte antiérosive	16
1.1.3.2 Usages en médecine traditionnelle	16
1.1.3.3 Production de biocarburant.....	17
1.1.3.4 Autres usages de <i>Jatropha curcas</i>	18
2. MATERIEL ET METHODE.....	19
2.1 Présentation de la zone d'étude	19
2.1.1 Présentation sommaire du bassin arachidier.....	19
2.1.2 Caractéristiques du site d'étude.....	20
2.1.2.1 Organisation administrative.....	20
2.1.2.2 Climat	20
2.1.2.3 Sols	21
2.1.2.4 Végétation	21
2.1.2.5 Activités humaines	21
2.1.3 Les espèces étudiées	21
2.1.4 Méthodes d'étude	22
2.1.4.1 Caractéristiques des plantations étudiées	23
2.1.4.2 Plans d'échantillonnage.....	25

2.1.4.3	Mesures et observations	27
2.2	Méthodes d'analyse des données	29
3.	RESULTATS.....	30
3.1	Influence de <i>F. albida</i> sur la croissance et la production de <i>J. curcas</i>	30
3.1.1	Influence de <i>F. albida</i> sur les paramètres de croissance de <i>J. curcas</i>	30
3.1.1.1	Hauteur moyenne.....	30
3.1.1.2	Diamètre moyen du houppier	30
3.1.1.3	Nombre moyen de tiges par arbre.....	31
3.1.2	Influence de <i>F. albida</i> sur les composantes du rendement de <i>J. curcas</i>	31
3.1.3	Effet de <i>F. albida</i> sur le pH et les teneurs du sol en carbone et phosphore assimilable	32
	Conclusion partielle.....	33
3.2	Influence du parage sur la croissance et la production de <i>J. curcas</i>	33
3.2.1	Influence du parage sur la croissance de <i>J. curcas</i>	33
3.2.2	Influence du parage sur la production de <i>J. curcas</i>	34
3.2.3	Influence du mode d'entretien sur la croissance de jeunes plants de <i>J. curcas</i>	35
4.	DISCUSSION	36
	CONCLUSION ET PERSPECTIVES	39
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	40
	ANNEXES.....	47

LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES

ANOVA: *Analysis of variance* (Analyse de la variance)

C : Carbone

ENSA : Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture

ISRA : Institut Sénégalais de Recherches Agricoles

LAI : *Leaf area index* (Indice foliaire)

N : Azote

P assim : Phosphore assimilable

RIPIECSA : Recherches Interdisciplinaire et Participative sur les Interactions entre les Ecosystèmes, le Climat et les Sociétés en Afrique de l'ouest.

SAED : Société d'Aménagement et d'Exploitation des Terres du Delta du Fleuve Sénégal

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Carte de localisation du site d'étude	20
Figure 2: Dispositif d'étude de l'influence de <i>F. albida</i> sur la croissance et la production de <i>J. curcas</i>	27

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Paramètres de croissance en fonction de la position des placettes d'observation. 30	
Tableau 2 : Paramètres de croissance en fonction de l'orientation cardinale des placettes d'observation.....	31
Tableau 3: Composantes du rendement en fonction de la position de la placette d'observation par rapport au pied de <i>F. albida</i>	32
Tableau 4: Effet de <i>F. albida</i> sur le pH et sur les concentrations des nutriments dans le sol en fonction de la position des placettes d'observation.....	33
Tableau 5: Paramètres de croissance de <i>J. curcas</i> en fonction du niveau de fertilité du sol ..	34
Tableau 6: Effet du parage sur les composantes du rendement de <i>J. curcas</i>	34
Tableau 7 : Paramètres de croissance selon le mode d'entretien	35

LISTE DES PHOTOS

Photo 1: <i>J. curcas</i> . planté en 2008 à Ourour	5
Photo 2: Plants de <i>J. curcas</i> de deux ans d'âge dans une zone de parage bovin	24
Photo 3: Plants de <i>J. curcas</i> de deux ans d'âge sous <i>F. albida</i>	25
Photo 4: Dispositif de collecte de fruits de <i>J. curcas</i>	28

INTRODUCTION

La crise pétrolière à laquelle le monde se trouve confronté aujourd'hui a poussé de nombreux gouvernements à se lancer dans la recherche de solutions alternatives aux combustibles d'origine fossile. C'est dans ce cadre que « d'ambitieux programmes sont en train d'être mis en œuvre au Brésil, aux Etats-Unis, ou encore en Europe sur la base d'un engagement fort des Etats » (Tréguer, 2007 in Dorin et al 2007) et dans de nombreux pays en voie de développement. L'enjeu est capital car selon le Conseil Mondial de l'Energie (Manolin, 2003), au rythme de consommation actuel, il nous reste du pétrole pour les 40 à 100 prochaines années selon que l'on considère que certaines réserves sont exploitables ou non. Ainsi, le spectre de la pénurie a rendu les marchés pétroliers hautement spéculatifs. Arnaud (2008) déclare qu'entre 2004 et 2008, le prix du baril de pétrole en dollars a été multiplié par cinq.

De plus, les organisations de défense de l'environnement comme Greenpeace continuent de tirer la sonnette d'alarme sur la crise environnementale majeure qui menace notre planète : le changement climatique. Marillier (2007) révèle à ce sujet, que les importantes émissions de gaz à effet de serre dues aux activités humaines, et notamment à la combustion des énergies fossiles, sont en train de réchauffer l'atmosphère et menacent les équilibres climatiques que nous connaissons depuis des siècles. Du coup, une campagne internationale d'incitation à la production et à la consommation d'énergies renouvelables est lancée par ces organisations.

S'inscrivant dans cette dynamique et pour faire face à une facture pétrolière de plus en plus exorbitante et qui fragilise son économie, l'Etat du Sénégal a pris l'option de diversifier les sources d'énergie par la promotion des biocarburants. Ainsi, l'Etat a mis en place en 2007, un programme national de biocarburants orienté principalement vers la production d'huile de *Jatropha. curcas* L. Ce programme a pour objectifs de contribuer à l'autosuffisance énergétique nationale à partir de 2012 par la production de bioénergie, de diversifier la production agricole en créant une nouvelle filière, d'améliorer la balance commerciale et des paiements et de réduire la pauvreté en milieu rural.

Le choix porté sur *J. curcas* pour développer une filière de biocarburants au Sénégal se justifie par diverses raisons. Cette espèce de la famille des *Euphorbiaceae* qui peut avoir 3 à 5 mètres de hauteur, produit des graines contenant une huile de haute valeur énergétique et ayant des propriétés comparables avec celles du diesel. Cette huile est aussi utilisée dans la fabrication de savon ou de lubrifiants. Les autres parties de *J. curcas* font l'objet d'usages

variés en médecine traditionnelle. Les tourteaux obtenus après l'extraction de l'huile sont utilisés comme engrais organiques.

En dépit de ces avantages potentiels de *J. curcas*, le développement de sa culture intensive au Sénégal pourrait être compromis par la méconnaissance de ses propriétés agronomiques. En effet, peu de travaux ont été consacrés à la mise au point d'itinéraires techniques appropriés permettant d'optimiser les rendements de *J. curcas*. Les rares données disponibles sur ce sujet ont été obtenues en Inde. Ainsi, Ghosh et al. (2007) rapportent que la fertilisation de plantations de *J. curcas* avec des tourteaux issus du pressage de graines de *J. curcas* permet d'augmenter significativement le rendement de cette plante. Les apports de 3 tonnes de tourteaux par hectare ont donné les meilleurs rendements. Behera et al. (2010) ont étudié l'effet de l'irrigation, de l'utilisation de biofertilisants, de la densité de plantation, de l'égavage et de la culture intercalaire entre des lignes d'arbres sur la croissance de *J. curcas*. Il ressort de cette étude que la croissance de *J. curcas* peut être améliorée par l'apport de biofertilisants (tourteaux de graines de *J. curcas*) ; l'égavage à 30 cm de hauteur permet de maximiser le nombre de branches latérales. Enfin, *Prosopis juliflora* et *Acacia nilotica* (L.) Willd. sont les espèces ligneuses qui peuvent être associées à *J. curcas* avec un impact positif sur la plante.

Ces résultats indiquent que la performance de *J. curcas* est largement tributaire des pratiques culturales et des conditions environnementales. Ainsi, il s'avère nécessaire que la recherche se penche sur la question cruciale de la mise au point d'itinéraires techniques appropriés permettant d'optimiser les rendements de cette nouvelle culture dans les conditions agro-écologiques soudano-sahéliennes.

C'est pourquoi, ce travail qui s'inscrit dans le cadre des activités du projet RIPIECSA¹, s'est fixé comme objectif principal d'étudier l'influence de pratiques paysannes de gestion de la fertilité et d'entretien des plantations sur la croissance et la production de *J. curcas* dans le terroir de Ourour situé en zone soudano-sahélienne dans le bassin arachidier sénégalais. Les objectifs spécifiques sont :

- déterminer l'influence de *Faidherbia albida* Del. sur la croissance et la production de *J. curcas* ;
- déterminer l'influence du parcage bovin sur la croissance et la production de *J. curcas* ;

¹ Recherches Interdisciplinaires et Participatives sur les Interactions entre les Ecosystèmes, le Climat et les Sociétés d'Afrique de l'Ouest

- déterminer l'influence de modes d'entretien de jeunes plantations sur le développement végétatif de *J. curcas*.

Ce mémoire comprend quatre chapitres. Le premier chapitre est consacré à la revue bibliographique. Le deuxième chapitre décrit le matériel et les méthodes utilisés pour conduire cette étude. Le troisième chapitre expose les résultats obtenus. Le quatrième chapitre est consacré à la discussion des résultats qui a permis de tirer une conclusion et de dégager des perspectives de recherche.

1. : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1 L'espèce

1.1.1 Caractéristiques botaniques et écologiques

1.1.1.1 Position taxonomique

Une classification de *J. curcas* établie sur la base des unités taxonomiques les plus actuelles a été réalisée par Münch et Kiefer (1986). Il ressort des travaux de ces auteurs que *J. curcas*. appartient à la classe des Dicotylédones, à l'ordre des Euphorbiales, à la famille des *Euphorbiaceae*, sous famille des *Crotonoideae*, à la tribu des *Cluytieae*, à la sous tribu des *Jatrophiae*, au genre *Jatropha* et au sous genre *Curcas*.

1.1.1.2 Aire de répartition

J. curcas.est une plante très répandue aujourd'hui à travers le monde. Beaucoup d'auteurs ont tenté de définir son origine et sa répartition géographique. Cependant, les versions demeurent quelquefois divergentes d'un auteur à un autre.

En effet, si pour nombre d'entre eux *J. curcas* est originaire des régions sèches du Brésil (Martin et Mayeux, 1984 cité par Heller, 1996) plus précisément dans les Caatingas du District de Ceara (Chevalier, 1935 cité par Münch et Kiefer, 1986) en revanche d'autres estiment qu'il s'agit plutôt de l'Amérique Centrale et du Mexique (Henning et Ramorafeno 2005). Une version d'autant plus plausible que dans cette région, *J. curcas* pousse à l'état sauvage dans les forêts des régions côtières, contrairement à l'Afrique et à l'Asie où on ne le trouve que sous une forme cultivée (Benge, 2006 et Heller, 1996).

Vidal et *al.*, (1962) cités par Münch et Kiefer (1986), rapportent que la plante est d'origine américaine, probablement de l'Amérique du Sud (Brésil) ou des Antilles et qu'elle a été amenée par les Portugais sur les Iles du Cap Vert et de là via l'ancienne Guinée Portugaise (l'actuelle Guinée Bissau) sur le continent africain.

Son aire de distribution naturelle est très étendue en raison de sa faculté d'adaptation aux différents types de climats (climat aride et semi-aride). Elle se situe dans les zones tropicales et subtropicales (Münch et Kiefer 1986) formant ainsi une ceinture appelée « *Jatropha belt* » qui s'étend entre les latitudes 30° N et 35° S (Jongschaap et *al.* 2007 et Iiyama, 2009).

1.1.1.3 Caractères botaniques

J. curcas ou Pourghère en Français, Physic nut en Anglais, *Tabanani* en Wolof, est un arbuste de la famille des Euphorbiacées. Il peut atteindre de 2 à 8 m de hauteur. Ses feuilles sont simples, alternes pouvant aller jusqu'à 17 cm de long et 15 cm de large. Elles sont pentagonales, cordées à la base et acuminées au sommet. Ses fleurs sont groupées en inflorescences (corymbe) avec des pétales de couleur vert-blanchâtre et des sépales de couleur verte. Les fleurs apparaissent avec les premières feuilles ou juste avant la feuillaison (Heller, 1996).

Selon Legendre (2008), la floraison est déclenchée par la reprise de l'alimentation en eau après une période de sécheresse. Le fruit, une capsule ovoïde, renferme trois graines noires à maturité.



Photo 1: *J. curcas*. planté en 2008 à Ourour (Photo : Djimanga DIEDHIOU octobre, 2010)

1.1.1.4 Exigences écologiques

a. Exigences climatiques

J. curcas est une plante qui s'adapte à plusieurs types de climats comme en témoigne son aire de répartition très étendue. Il se développe sous des températures se situant entre 25° et 35° C. Selon Achten et *al.*, (2008) il peut tolérer des températures extrêmes mais craint le gel dont les effets néfastes se manifestent presque immédiatement.

Benge (2006) rapporte que c'est une plante qui pousse bien sous les tropiques avec une moyenne pluviométrique annuelle qui se situe entre 300 et 1000 mm. Cependant, Henning (2001) affirme que *J. curcas* se développe bien sous des régimes pluviométriques supérieurs à

600 mm de précipitations par an. En dessous de 600 mm de précipitations, son développement risque d'être compromis sauf dans des conditions spéciales comme au niveau des îles du Cap Vert où les précipitations sont seulement de 250 mm mais, avec un très fort taux d'humidité de l'air. Les travaux préliminaires de Münch et Kiefer (1986), confirment qu'en dépit de sa grande résistance à la sécheresse, *J. curcas* tolère aussi des conditions très humides accompagnées même d'une très bonne croissance ; dans les régions toujours humides, elle garde ses feuilles toute l'année.

La bonne adaptation aux conditions de vie en milieu aride et semi-aride de *J. curcas* tient au fait que c'est une espèce succulente et qui perd ses feuilles pendant la saison sèche lorsque les conditions d'alimentation en eau deviennent limitantes (Heller, 1996).

b. Exigences édaphiques

D'après Levingston et Zamora (1983) cités par Münch et Kiefer (1986), la plante s'accommode bien à la plupart des conditions édaphiques, exceptés d'une part, les vertisols où sa croissance racinaire est réduite et d'autre part, les sols ayant un pH supérieur à 9 (Achten et al., 2008). Elle s'adapte aux sols sablo-limoneux. En effet, à Fogo (Iles du Cap Vert) où elle est très répandue, les sols sont de nature sablo-limoneuse à limono-sableuse. Les travaux de Heller (1996) confirment que *J. curcas* préfère les sols aérés et bien drainés notamment dans les zones à plus forte pluviométrie. En revanche, sa performance est réduite sur les sols lourds ou argileux.

J. curcas se développe correctement sur les sols marginaux et peu fertiles (Heller, 1996). L'espèce se rencontre également selon Parajuli (2009) au niveau des sols caillouteux, pierreaux, calcaires et sur les pentes rocheuses.

1.1.2 Pratiques culturales et rendement

1.1.2.1 Pratiques culturales

a. Production de plants en pépinière

La production de plants en pépinière peut se faire en pots ou à terre. Dans les deux cas, on peut utiliser des graines ou des boutures.

La récolte de graines pour la production de plants en pépinière intervient entre les mois d'octobre et de décembre. Il faut sélectionner en priorité les graines les plus grosses et les plus lourdes, provenant des arbres les plus productifs (Mergeai et al, 2009). Après la récolte des

graines, intervient la préparation du sol. Saverys *et al.* (2008) conseillent pour obtenir de meilleurs résultats en pépinière, d'utiliser un substrat composé d'un mélange de 50% de sable et 50% de terreau. Il est recommandé d'effectuer un prétraitement des graines par un trempage dans de l'eau froide pendant 12 heures avant de procéder au semis à raison de deux graines par pot. Des essais réalisés dans le désert de Kalahari par Jepsen *et al* (2003) ont montré que l'utilisation de l'engrais en pépinière a un impact positif sur la croissance des plants et permet de réaliser des économies en eau. En revanche, l'impact de ce traitement sur la germination des plants est négatif.

L'utilisation des boutures pour la production de plants repose sur le prélèvement d'un matériel végétal de qualité. En effet, de la manière dont les boutures sont récoltées dépendra le succès des plantations. Le choix de ces boutures devra obéir aux critères suivants :

- identifier et choisir les branches ou tiges moyennement lignifiées ;
- découper en boutures comportant au moins 4 nœuds d'une longueur de 30cm ;
- repiquer de préférence tout de suite, à défaut, conserver les boutures dans un endroit frais et à l'ombre et recouvrir les bouts des boutures dans de la terre humide.

Selon Hartmann et Kester (1983) *in* Heller, (1996) les facteurs influençant la formation des racines au niveau des boutures sont généralement l'âge et la position de la partie prélevée sur l'arbre (bouture). Les plants de *J. curcas* issus de boutures ont une longévité inférieure à ceux issus de graines. Ils résistent moins à la sécheresse et sont plus vulnérables aux maladies. Cependant, ils développent un système racinaire traçant et étendu concurrençant ainsi les autres plantes dans l'alimentation en eau et en éléments minéraux (Benge, 2006). De plus, ils entrent très rapidement en production (Legendre *et al*, 2009). La période propice pour la collecte et la plantation de boutures se situe pendant la saison chaude, avant ou au début de l'hivernage (Openshaw, 2000).

La production de plants à terre peut se faire sur un sol léger, profond et fertile et un terrain le plus plat possible et protégé contre les vents dominants. Les semis sont réalisés alors, avec des écartements de 10 cm x 10 cm soit une densité de 100 plants au mètre carré. Münch et Kiefer, (1986) rapportent que le repiquage peut se faire quand la coloration du tronc passe du vert au gris et que le tronc commence à se lignifier.

b. Modes d'installation des plantations

L'implantation de *J. curcas* au champ se fait par semis direct de graines ou repiquage direct de boutures. Elle peut aussi se faire par la plantation de plants issus de pépinière à partir de graines ou de boutures.

c. Semis direct

Le semis direct est la méthode la moins coûteuse et la plus facile. Legendre (2008) révèle qu'il se fait par poquets de 3 graines, à 3-4 cm de profondeur, dès la première pluie utile (10 mm). Au bout d'un mois environ, un démariage permet de ne conserver à chaque emplacement que le plant le plus vigoureux.

Selon Saverys et *al.* (2008), le sarclage est obligatoire et doit être effectué de façon régulière afin d'éliminer la concurrence herbacée qui pourrait provoquer la disparition complète des plantules. La réalisation de cultures associées (mil, arachide, niébé,...) avec *J. curcas* permet d'atteindre ce but. Ces auteurs estiment que le plant issu de semis direct produit une racine pivotante plus adaptée aux besoins de la protection antiérosive. Cependant, ils affirment que ce mode de multiplication végétative donne des résultats très variables en termes de production. C'est pourquoi on constate beaucoup d'échecs liés à une faible production sur des plantations issues d'un semis direct. Aussi conseillent-ils de passer par une étape intermédiaire de sélection et de multiplication végétative des plants sélectionnés avant de créer une plantation de *J. curcas* par semis direct.

d. Plantation

La plantation est une opération qui est précédée d'un certain nombre de travaux préliminaires indispensables à sa bonne réalisation : le défrichement, le labour/sous solage à 30 cm de profondeur, le piquetage, la trouaison et enfin la plantation. Lorsque la plantation est réalisée avec des plants produits en pépinière (plants en pots), les plants doivent être plantés dans des trous de 30 cm x 30 cm x 30 cm espacés de 2 m.

Cependant Nyamai et Omuodo (2007) rapportent qu'en Afrique de l'Est et du Centre, en particulier au Kenya, trois modes d'écarterments sont adoptés :

- 2 m x 2 m soit 2500 plants à l'hectare ;
- 2,5 m x 2 m soit 2000 plants à l'hectare ;
- 3 m x 2,5 m soit 1333 plants à l'hectare ;

La plantation en pots assure un pourcentage élevé de réussite et permet à la plante d'entrer en production dès la première année. Mais sa mise en œuvre coûte chère.

Le semis direct requiert la prise en compte d'un certain nombre de précautions quant à la qualité des semences utilisées. C'est pourquoi, il est conseillé de procéder à la pré-germination des graines avant tout semis surtout lorsque celles-ci sont stockées pendant un certain temps. En effet, Avila (1949) *in* Münch et Kiefer (1986) affirment que l'utilisation des graines de la dernière récolte, (graines à pouvoir germinatif élevé), constitue un gage pour obtenir une plante saine avec une bonne croissance.

La plantation des boutures est une opération qui requiert un investissement moindre par rapport à la plantation en pots. La réussite de la plantation dépend de la capacité de reprise des boutures après le repiquage. Les travaux de Münch et Kiefer, (1986) ont montré qu'en climat soudano-sahélien, la plantation des boutures en Mai donne de meilleures reprises que celles plus tardives de Juillet. En raison de leur moindre résistance aux aléas pluviométriques et des faibles rendements enregistrés, Legendre et *al.*, (2009) recommandent de recourir aux boutures exclusivement pour la plantation de haies vives.

e. Entretien

Tout au long de son cycle de développement, la plantation de *J. curcas* doit être suivie régulièrement notamment en ce qui concerne l'entretien, la fertilisation, l'irrigation, la taille des arbres et enfin la récolte.

Le sarclage doit être effectué un mois seulement après la plantation. Kaushik et *al.*, (2006) estiment que le sarclage/binage autour du plant est capital pendant la première année. Un sarclage régulier permet de débarrasser la plantation des adventices (Achten et *al.*, (2008); celles-ci pouvant être utilisées comme paillis afin de maintenir l'humidité du sol (Nyamai et *al.*, 2007). Selon Nyakudya et *al.*, (2009) l'entretien a le même effet positif sur la survie et la croissance de *J. curcas* que le recépage, même s'ils affirment qu'une fois plantée, *J. curcas* est capable de vivre dans des conditions rudes en dehors de toute concurrence herbacée. Pour réduire les coûts d'entretien et lutter efficacement contre les adventices, Holl et *al* (2007) recommandent de procéder au fauchage puis au traitement de celles-ci à l'aide d'herbicides.

f. Fertilisation

Selon Münch et Kiefer (1986) dans l'historique de la culture de *J. curcas*, la fumure a seulement été testée en conditions expérimentales et que dans ces conditions, cette plante

possède un rendement potentiel de 8 tonnes de graines à l'ha voire même plus. Dans tous les cas, *J. curcas* n'étant pas une plante fixatrice d'azote, sa culture à grande échelle dans le but de produire du biocarburant requiert un apport d'engrais (Openshaw, 2000). Les travaux de Nyamai et Omuodo (2007) ont montré que les apports de nutriments améliorent sensiblement la production de biomasse, la production et la santé des plantations. Ces auteurs affirment que selon les caractéristiques physiques et chimiques du sol, la fertilisation est nécessaire au stade juvénile de la plantation surtout au niveau des sites pauvres et que les quantités ci-dessous sont conseillées :

- 10 à 15 tonnes de fumure organique à l'hectare ;
- environ 90 kg d'azote à l'hectare ; ;
- 50 kg de phosphore à l'hectare ;

Les travaux de Ghosh *et al* (2006) réalisés dans l'Etat de l'Orissa en Inde ont montré que l'utilisation d'engrais organiques en zone très pluvieuse est recommandée. Ceux-ci ont la propriété de réduire les pertes de nutriments (N, P) par lixiviation qui restent de ce fait, disponibles pour la plante pendant longtemps.

Selon Legendre (2008), lorsque cet engrais est enfoui à l'emplacement des poquets, il améliore la capacité de rétention en eau du sol et qu'un *mulching* (paillage en surface) une fois les plants développés (par exemple à l'occasion du premier désherbage) réduit l'évaporation. *J. curcas* est une espèce peu exigeante en nutriments qui peut pousser sur des sols basiques de pH 9. Sur sols acides, des résultats d'essais ont montré que la réussite des plantations de *J. curcas* passe nécessairement par des apports appropriés de calcium et de magnésium (Biswas *et al.*, 2006).

En Inde, Chaudhary *et al.* (2007) ont étudié l'effet de la densité de plantation de *J. curcas* sur les propriétés du sol et les teneurs en nutriments des feuilles. Leurs résultats montrent que l'augmentation de la densité de plantation réduit les teneurs en N et P des feuilles et le taux de matière organique dans le sol. Toujours en Inde, les travaux d'Ogunwole *et al.* (2007) ont démontré qu'au bout de 18 mois des plantations de *J. curcas* réalisées en conditions semi-arides ont significativement amélioré la structure du sol. La stabilité des macro-agrégats a été accrue de 6-30 % tandis que la densité a été réduite de 20 %.

Sanou (2010) a mené une étude pour déterminer l'impact de la culture de *J. curcas* sur les propriétés chimiques des sols sur deux unités morpho-pédologiques distinctes à Bagré dans le

Centre Est du Burkina Faso. Les résultats montrent des tendances différentes d'une unité à l'autre sur 0 -10cm. Dans l'unité A, les teneurs en N, C et P augmentent en allant du pied de *J. curcas* à trois mètres de celui-ci. Par contre dans l'unité B, c'est l'effet contraire pour le N et C. Quant au phosphore il reste toujours croissant du pied de l'arbuste à trois mètres de celui-ci. Dans les deux unités (A et B) les pH varient entre 6,28 et 7,28.

L'inoculation mycorhizienne des plants de *J. curcas* permet d'accroître leur résistance aux conditions de stress et d'obtenir de meilleurs rendements car les mycètes augmentent la tolérance à la sécheresse et contribuent au maintien de l'humidité autour du plant (Benge, 2006). Legendre (2008) rapporte que le tourteau de *J. curcas* (résidu après extraction de l'huile contenue dans les graines) est très riche en azote. Sa teneur en N (4.4%), P (2.1%) et K (1.7%) peut en faire un amendement organique de qualité (équivalent à la fiente de volaille). Dans une étude récente, Fall (2010) a analysé l'impact de l'utilisation des tourteaux de *J. curcas* sur le bio-fonctionnement et la diversité génétique des communautés microbiennes du sol. Les résultats de ce travail ont montré que les tourteaux de *J. curcas* associés ou non à N ont modifié les propriétés chimiques, biologiques, microbiologiques et la production végétale du maïs quelle que soit la dose appliquée. Le pH a significativement diminué dans les sols amendés contrairement aux teneurs en C, N totaux et P assimilable qui ont significativement augmentés dans ces mêmes sols. En outre, la minéralisation du carbone, l'activité déshydrogénase, la diversité des communautés microbiennes du sol et la production végétale du maïs ont connu une hausse significative due à l'apport des tourteaux combinés ou non à N.

g. Irrigation

Les travaux de Kheira *et al* (2008) menés en Egypte ont montré que les besoins en eau de *J. curcas* varient selon les stades de développement de la plante. Ainsi, d'après les résultats obtenus, il apparaît nettement que la période de fructification est celle où *J. curcas* voit ses besoins en eau s'accroître. C'est pourquoi l'accroissement de la production de cette plante passe nécessairement par une irrigation conséquente. En effet, Legendre (2008) révèle que des essais menés à la station de recherche de l'ISRA² à Saint-Louis ont confirmé la réponse très positive de *J. curcas* à l'irrigation. La maîtrise de l'eau sur une plantation de *J. curcas* permet ainsi de multiplier les rendements par 4 à 5.

Cette hypothèse, de l'avis de Smith (2006) contredit l'argument répété à loisir selon lequel les paysans peuvent cultiver *J. curcas* sans irriguer les terres pauvres. C'est le cas techniquement,

² Institut sénégalais de Recherches Agricoles

mais, dans ces conditions, les rendements sont si bas que la viabilité de la culture devient douteuse.

Selon cet auteur, des études réalisées en Inde prouvent que, sans irrigation, le rendement moyen après cinq ans est de 1,1 - 2,75 tonnes par hectare, comparé à 5,25 - 12,5 tonnes par hectare avec irrigation. L'irrigation des plantations de *J. curcas* permet d'obtenir deux à trois productions dans l'année là où on n'en obtient qu'une seule en culture pluviale (Openshaw, 2000). Selon Kaushik et al (2006), elle est aussi nécessaire pendant les années de sécheresse si l'on veut obtenir de bons rendements.

Le travail d'Ouwens et al (2007) montre que l'induction florale chez *J. curcas* est provoquée par la pluie et que le cycle de floraison peut être influencé en faisant recours à l'irrigation. Cependant, ces auteurs préviennent qu'un taux d'humidité élevé et des précipitations abondantes favorisent le développement des champignons et expose la plantation aux attaques fongiques dont *J. curcas* est très sensible.

Achten (2008) rapporte que l'irrigation et la fertilisation contribuent de façon significative à l'optimisation de la production de fruits et de biomasse de *J. curcas*.

h. Taille

Les travaux de Nyamai et al., (2007), de Kaushik et al., (2006) et d'Achten et al., (2008) ont montré que pour stimuler la croissance, le développement maximum de branches latérales et la production de fruits, les plants de *J. curcas* devront être taillés proprement 90 à 120 jours après la plantation. Ils font remarquer que plus il y a de ramifications, plus l'arbre aura la capacité de produire beaucoup de fruits.

Cette opération est réalisée en élaguant la branche principale dès la première année de plantation ; ce qui contribuera à donner à l'arbuste une forme buissonnante. Pendant la deuxième année après le premier recépage, chaque branche latérale devrait être taillée aux 2/3 supérieurs.

Selon Saverys et al. (2008), le pincement du bourgeon terminal de la tige principale au moment de la plantation ou quand l'arbre atteint une taille d'environ 45 centimètres (au cas où la plantation est réalisée par semis direct) induit la formation de branches secondaires. La taille des branches secondaires et tertiaires induit elle aussi, plus de ramifications. En Inde, cette opération a permis d'obtenir selon ces auteurs un nombre de branches variant entre 25 et 36.

Le recépage doit se faire pendant la saison sèche ou en hiver après que les arbres ont perdu toutes leurs feuilles (Achten et *al.*, 2008) ; ce qui aura comme conséquences :

- l'obtention d'un arbre de petite taille avec une canopée en forme élargie ;
- le raccourcissement de la période de fructification (fructification précoce) ;
- la facilité de récolter manuellement.

Münch et Kiefer (1986) affirment que lorsque la taille est effectuée tous les deux ans, cela contribuera à augmenter la production qui serait estimée ainsi à 50% de plus par rapport aux rendements des années sans taille.

i. *Jatropha curcas* et agroforesterie

Diop (2010) a étudié l'effet de l'association de *J. curcas* avec l'arachide sur la dynamique de l'eau dans le sol, le développement et la production de deux spéculations dans deux sites à pluviométrie contrastée au Sénégal : Bambey et Nioro. Les résultats de ce travail ont montré que l'implantation de systèmes agroforestiers associant *J. curcas* et arachide est bien possible dans les conditions du bassin arachidier si des écartements appropriés sont appliqués.

Des études réalisées en Inde par Behera et *al.*, (2009) sur l'évaluation des performances de la plante sous différents agro-systèmes notamment sur son comportement en association avec d'autres espèces ont montré que *J. curcas* peut être associé avec *Prosopis juliflora* et *Acacia nilotica* (L) Willd. Cependant ces auteurs affirment qu'il n'est pas recommandé de planter cette plante en association avec *Azadirachta indica* A. Juss.

Singh et *al.*, (2007) ont étudié l'effet de l'association de *J. curcas* avec l'arachide sur le comportement de ces deux spéculations dans l'Etat de Uttar Pradesh en Inde. Sur les huit cultivars d'arachide étudiés, deux ont donné des rendements très intéressants (1,85 t ha⁻¹ et 1,84 t ha⁻¹) tandis que les plants de *J. curcas* ont connu un très bon développement.

Selon Nyamai et *al.*, (2007), l'association de cette plante avec des cultures agricoles telles que l'arachide, les haricots, les pois ou encore les légumes est recommandée durant les premières années de la plantation avant que les plants de *J. curcas* ne développent leurs canopées réduisant du coup l'espace entre les lignes.

Conclusion : l'influence d'autres espèces ligneuses sur le développement végétatif et la production de *J. curcas* est rare.

1.1.2.2 Performance agronomique

a. Rendement

Les rares travaux qui ont été consacrés à la production de *J. curcas* en milieu naturel ont montré que le rendement de cette espèce est très variable et fortement influencé par la disponibilité en eau dans le sol. Ainsi, Openshaw (2000) a indiqué que les rendements de *J. curcas* collectés à travers beaucoup de zones de culture dans le monde varient globalement entre 0,4 à 12 tonnes par hectare et par an. L'âge de la maturité varie également entre 2,5 et 5 ans (Achten et *al.*, 2008). Selon Montobbio et Lele (2010), les rendements de *J. curcas* rapportés par la littérature scientifique sont souvent largement inférieurs à ceux espérés. Ils sont plus élevés sous régime irrigué comparés au régime pluvial.

Par exemple, le rendement en graines le plus élevé recensé dans les données scientifiques pour des plantations âgées de 3 ans est de 450 kg/ha, donc largement inférieur à celui des plantations irriguées qui atteint 750 kg/ha. Les travaux d'agronomes indiens ont montré que les rendements de plantations d'âge compris entre 3 et 5 ans, sous régime irrigué sont de l'ordre de 7500 kg/ha tandis que ceux obtenus sous régime pluvial sont d'environ 2500 kg/ha (Prajapati and Prajapati, 2005; Paramathma et *al.*, 2007).

Pour des plantations de même âge, Rao (2006), indique que dans les régions arides, le rendement moyen peut dépasser 1000 kg/ha. En revanche, des rendements beaucoup plus modestes de l'ordre de 500 kg/ha sont rapportés par Montobbio et Lele (2010) pour des plantations de 5 ans. Même si les données de la littérature grise apparaissent très optimistes sur les rendements potentiels de *J. curcas* et les possibilités d'utiliser cette plante pour réhabiliter les terres dégradées, la rareté des données fiables sur sa performance agronomique et les faibles rendements souvent enregistrés en conditions de culture pluviale montrent que les connaissances de base sur les propriétés agronomiques de *J. curcas* sont encore peu maîtrisées (Behera et *al.*, 2009).

En outre, les pratiques culturales et de gestion des plantations sont peu documentées et la plupart des plantations ont été réalisées, particulièrement en Afrique, avec des itinéraires techniques qui ne permettent pas d'optimiser le rendement en graines ou en huile. De ce fait, des efforts soutenus de recherche sont encore nécessaires pour définir des systèmes de culture et des modes de gestion des plantations permettant d'optimiser la production de *J. curcas*.

b. Développement végétatif

Dans des conditions optimales d'humidité, les graines de *J. curcas* commencent à germer dix(10) jours après leur semis (Heller, 1996). Peu après le développement des premières feuilles, les cotylédons se défraîchissent vers le haut et finissent par tomber. Deux périodes de floraison sont souvent observées : une en novembre et une autre en mai. Cependant, dans les régions équatoriales humides, la floraison se produit tout au long de l'année. Comme toutes les plantes, le développement de la biomasse aérienne et racinaire de *J. curcas* intervient pendant la saison pluvieuse. La plante fleurit puis produit des fruits qui arrivent à maturité dans un intervalle de 90 jours.

Behera et al, (2009) ont étudié le développement foliaire de *J. curcas* en faisant recours aux méthodes directe et indirecte d'estimation de l'indice foliaire (LAI). Les résultats obtenus avec la méthode indirecte à partir des mesures effectuées à 15 et 30 centimètres sont de l'ordre de $1,95 \pm 0,99$ et de $1,96 \pm 1,01$ par plant sur un angle d'observation de 90° . Pour la méthode directe, la moyenne enregistrée est de $2,07 \pm 1,21$. Ces auteurs révèlent que l'évaluation quantitative indirecte du développement foliaire de *J. curcas* peut être corrélée avec la physiologie de la plante englobant l'efficacité de l'activité photosynthétique et l'utilisation efficiente de l'eau disponible.

Dans une étude récente, Cissé (2010) a examiné le comportement en conditions limitantes d'alimentation hydrique de six provenances locales de *J. curcas*, collectées dans des zones écologiques à pluviométrie très contrastée (Thiès en zone semi-aride et Kagnobon en zone humide). Les essais ont été conduits au champ et en milieu semi-contrôlé. Les résultats obtenus au champ ont montré que quel que soit le paramètre considéré, *J. curcas* s'est mieux comporté en zone semi-aride qu'en zone humide : les valeurs des hauteurs moyennes et des diamètres moyens obtenues à Thiès sont respectivement 2 fois et 2,5 fois supérieures à celles obtenues à Kagnobon. En conditions semi-contrôlées, les résultats ont montré que le déficit hydrique réduit la croissance, la production de phytomasse ainsi que la vitesse d'accumulation de la phytomasse.

Ces résultats sont en parfaite adéquation avec les travaux de Diop (2010) qui a mis en évidence un meilleur comportement de *J. curcas* sur un site plus aride (Bambey) comparé à un autre plus humide (Nioro), pour des arbres âgés de 2 ans.

Sanou (2010) a étudié la production de *J. curcas* sur deux plantations ayant des écartements différents: une plantation réalisée en quinconce avec un intervalle de six mètres et une autre en ligne (2 sur 4) avec 4 mètres comme interligne. Les résultats de cette étude ont révélé que la biomasse aérienne est fonction du modèle de plantation. La croissance en hauteur est importante au niveau du modèle en quinconce (en moyenne 1,50 m). Par contre la ramification est plus accentuée au niveau du modèle en ligne (environ 7 branches par pied sans la taille).

1.1.3 Usages de *J. curcas*

1.1.3.1 Lutte antiérosive

Avec l'appauvrissement des sols surtout au niveau du bassin arachidier, l'intégration de systèmes agro forestiers à base de *J. curcas* pourrait contribuer à la régénération des sols par la réduction des processus d'érosion hydrique et/ou éolienne (Legendre, 2008).

Cette propriété de la plante est soulignée dans un rapport de la Banque Mondiale sur les initiatives en matière de connaissances autochtones en Afrique subsaharienne où il est mentionné que les haies vives de *J. curcas* au Mali empêchent non seulement l'accès non désiré des animaux aux champs, mais elles luttent également contre l'érosion éolienne, si elles sont plantées en lignes parallèles sur des pentes pour fixer des barrages en terre ou faits de cailloux, elles aident à empêcher l'érosion hydrique. Les racines de la plante se développent tout près de la surface du sol, fixant le sol comme des digues en miniature ou des mottes de terre. Ces digues ralentissent effectivement le ruissellement des eaux durant les fortes averses, qui sont courantes, permettant ainsi à plus d'eau de pénétrer dans le sol et d'augmenter le rendement des récoltes.

Toutefois, Achten et *al.*, (2008) affirment que quand la plante perd ses feuilles pendant la saison sèche, son effet de protection contre l'érosion éolienne diminue considérablement.

1.1.3.2 Usages en médecine traditionnelle

Les différentes parties de *J. curcas* font l'objet de toutes sortes d'usages médicaux.

Ndiaye (2010) rapporte que le pourghère est prisé pour ses vertus thérapeutiques depuis l'antiquité. Son latex est antiseptique. Les seins trempés dans une infusion de feuilles de cette plante augmenteraient leur lactation. Le cataplasme des feuilles de *J. curcas* traiterait les furoncles, les rhumatismes et la lèpre. Le latex est partout réputé pour cicatriser les plaies, pour ses vertus hémostatiques et pour soigner les maladies de peau. En application externe, il

sert à traiter les plaies infectées, les ulcères, la teigne, l'eczéma, les infections dermatologiques, la gale et la gale sarcoptique des moutons et des chèvres. Selon Bengé (2006), bien que toxiques, les graines sont souvent utilisées comme purgatif/laxatif. Ses feuilles sont utilisées pour traiter diverses maladies parmi lesquelles, la toux. Le latex a un enzyme protéolytique qui s'est avéré détenir les meilleures propriétés curatives contre les blessures : la nitrofurazone (Makkar et al. 2007).

Nyamai et Omuodo (2007), puis Heller, (1996) rapportent d'autres vertus thérapeutiques du latex de *J. curcas*. Selon ces auteurs, il contient un alcaloïde connu sous le nom de *jatrophine* qui est censé avoir des propriétés anticancéreuses, antimicrobiennes et anti fongiques. Il est également utilisé comme onguent pour les maladies de la peau, comme remède contre le rhumatisme et les blessures du bétail. Ses graines sont considérées au Brésil comme des anthelminthiques et ses feuilles sont utilisées pour faire des fumigations dans les chambres afin de chasser les moustiques et autres insectes. L'éther qui en est extrait est utilisé comme antibiotique contre *Staphylococcus aureus* et *Escherchia coli*.

Münch et Kiefer (1986) rapportent qu'aux Iles du Cap Vert, l'huile extraite des graines est utilisée en obstétrique (par massage) après un chauffage préalable ; elle est aussi utilisée dans le traitement des maux d'articulation et de ceux des membres. La décoction des feuilles soigne les maux de nerfs, les plaies provoquées par le ver de Guinée.

1.1.3.3 Production de biocarburant

J. curcas a fait l'objet ces dernières décennies d'une attention particulière de la part des décideurs en particulier ceux des pays en voie de développement et non producteurs de pétrole en raison de son énorme potentiel énergétique. Cette plante est considérée aujourd'hui, comme une alternative possible aux énergies fossiles.

Parawira (2010) rapporte que parmi les plantes oléagineuses, *J. curcas* est probablement la plus exploitée à travers le monde pour son huile.

Selon Ndiaye (2010) cette plante peut produire jusqu'à 1900 litres de diesel par hectare. Il précise, citant Wood (2001) que le biodiesel tiré de *J. curcas* est une huile qui contient plus d'oxygène, moins de monoxyde de carbone et présente 30 fois moins de particules qui causent l'asthme chez l'enfant.

Nyamai et *al* (2007) puis Parajuli (2009) soutiennent qu'on peut l'utiliser comme carburant dans les véhicules sans trop de modifications dans la conception des moteurs.

Toutefois, Openshaw (2000) rapporte que ce biocarburant est considéré comme un hydrocarbure ayant une qualité inférieure d'allumage (indice de cétane) ; c'est pourquoi en Europe les huiles végétales sont généralement mélangées avec de l'alcool et de l'hydroxyde pour avoir des propriétés semblables à celles du diesel minéral.

En outre, Agarwal et *al* (2007) font remarquer que l'utilisation du biocarburant de *J. curcas* en zone tempérée se heurte à une contrainte majeure qui est sa viscosité élevée.

1.1.3.4 Autres usages de *Jatropha curcas*

Par pressage des graines de *J. curcas*, L on extrait de l'huile qui est utilisée pour la fabrication de savon, pour l'éclairage et la cuisine.

Henning et *al* (2005) déclarent que la production de savon est une activité qui pourrait contribuer à la promotion économique de la femme (production locale de savon avec de la soude caustique). Ils font remarquer que l'huile de *J. curcas* donne une très bonne mousse, le savon blanc a des effets positifs sur la peau en raison de sa forte teneur en glycérine.

2. MATERIEL ET METHODE

2.1 Présentation de la zone d'étude

Pour étudier l'influence des pratiques culturelles sur la croissance et la production de *J. curcas* trois essais ont été conduits à Ourour, village situé dans le bassin arachidier sénégalais.

2.1.1 Présentation sommaire du bassin arachidier

Le bassin arachidier est situé entre les longitudes 14° 15' et 17° 15' ouest et les latitudes 13° 30' et 16° 15' nord. Il couvre le centre ouest du pays. Selon Diagana et *al.*, (2008), dans son acception traditionnelle, ce qui est appelé le «vieux bassin arachidier » couvre 5 régions administratives (Louga, Diourbel, Thiès, Kaolack et Fatick) se trouvant entre les isohyètes 200 et 800 mm. Mais, un glissement suivant un gradient Nord-Sud s'est opéré durant ces dernières décennies pour englober une partie des régions de Tamba et de Kolda. Toutefois, depuis la fin des années 1990, on a constaté une tendance à l'augmentation de la pluviométrie (Hulme et *al.*, 2001).

Cette zone, fortement peuplée (environ 60% de la population du pays) et qui se caractérise par une agriculture essentiellement pluviale, fournit l'essentiel de la production agricole avec l'arachide comme principale spéculaton. Avec la pression démographique, la réduction du temps de jachère et l'insuffisance voire l'absence de la fertilisation des terres, les sols deviennent de plus en plus pauvres et sont très vulnérables à l'érosion avec la destruction du couvert végétal.

Le bassin arachidier est constitué de deux zones : le nord et le centre bassin arachidier sont caractérisés par des sols sableux (ou sols « dior ») avec une pluviométrie moyenne annuelle comprise entre 400 et 600 mm; le sud bassin arachidier dont les sols sont en général sablo-argileux à argilo-sableux avec une pluviométrie moyenne annuelle variant entre 600 et 900 mm.

2.1.2 Caractéristiques du site d'étude

2.1.2.1 Organisation administrative

Le village d'Ourour, est situé à 22 kilomètres au Nord de Kaolack. Aux termes du décret n°2008-747 du 10 juillet 2008 portant création de départements et d'arrondissements (*journal officiel* n° 6446 du 31 juillet 2008), ce village qui, jadis relevait administrativement de la région de Fatick, du département de Gossass et de l'arrondissement d'Ouadiour, a été rattaché à la région de Kaolack, département de Guinguiné, arrondissement de Nguélou. Le village d'Ourour, est chef-lieu de la communauté rurale du même nom.

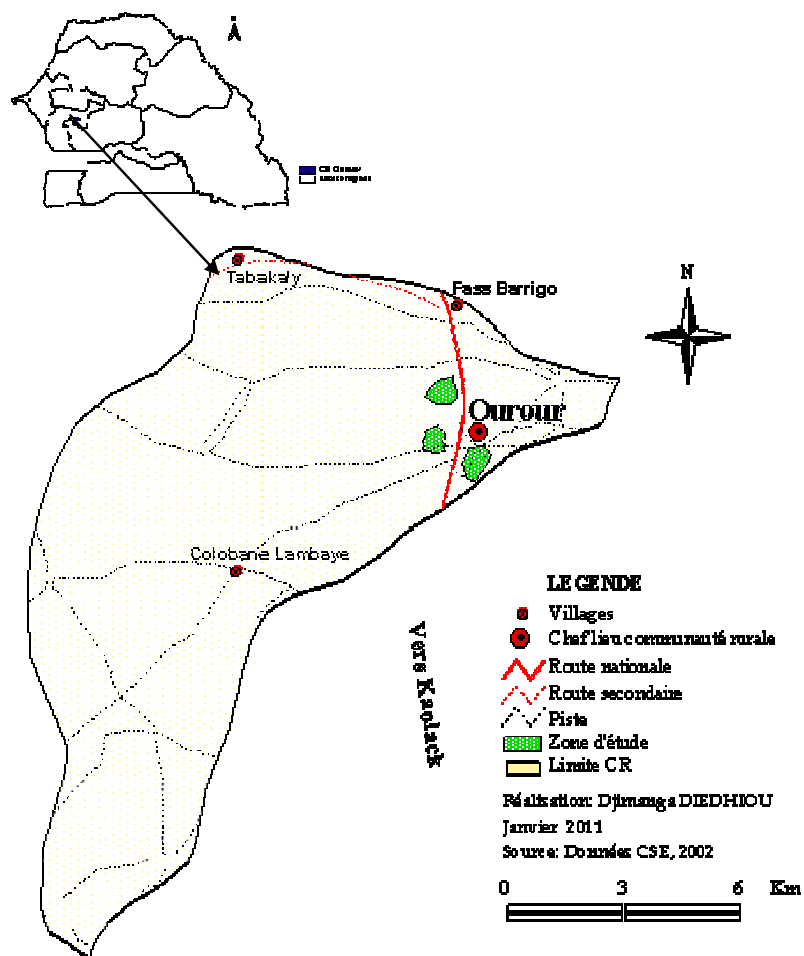


Figure 1: Carte de localisation du site d'étude

2.1.2.2 Climat

Le climat est de type sahélien avec deux saisons bien distinctes : une saison sèche qui dure de novembre à mai et une saison pluvieuse de juin à octobre. La pluviométrie est marquée par son irrégularité et se situe entre 400 et 600 mm d'eau. La température varie d'un mois à

l'autre oscillant entre 24°C au mois de janvier à 39°C au mois d'avril/mai. Deux types de vent soufflent dans la zone : l'harmattan chaud et sec et la mousson.

2.1.2.3 Sols

Le terroir d'Ourour est dominé par des sols ferrugineux tropicaux peu lessivés (ou sols « Dior » très sableux, souvent dégradés et des sols bruns subarides (ou sols « Deck »). Ce sont des sols originellement pauvres en matières organiques et qui sont soumis à différents processus érosifs (érosion éolienne, hydrique) et à des systèmes de culture continue sans ou avec faibles apports de fertilisants (Diagana *et al.*, 2008). On note également la disparition presque totale de la pratique de la jachère de longue durée (Badiane *et al.*, 2000; *in* Diagana *et al.*, 2008).

2.1.2.4 Végétation

La zone est caractérisée par une végétation clairsemée dominée par des espèces telles que *F. albida* Del, *Guiera senegalensis* J.F. Gmel, *Balanites aegyptiaca*, (L) Del, *Acacia raddiana* Savi., *Commiphora africana* (A. Rich) Engl. La strate herbacée est dominée par des espèces annuelles comme *Cenchrus biflorus* Roxb. et d'autres graminées.

2.1.2.5 Activités humaines

Les activités humaines sont dominées par l'agriculture notamment la culture de l'arachide, du mil et du sorgho. D'autres spéculations d'appoint telles que le niébé et la pastèque sont cultivées également dans la zone. L'élevage pratiqué est de type extensif et constitue la deuxième activité économique après l'agriculture. Les populations du terroir d'Ourour s'adonnent au petit commerce qu'elles pratiquent le plus souvent dans les marchés hebdomadaires (*loumas*) notamment au niveau du marché de Fass Barrigo. Toutefois, depuis 2008, année de démarrage de la culture intensive de *J. curcas* dans ce terroir, de nombreux paysans sont employés pour l'entretien des plantations durant une bonne période de l'année.

2.1.3 Les espèces étudiées

Le pourghère (*J. curcas*) et *F. albida* sont les deux espèces étudiées. Nous ne reviendrons pas ici sur la présentation de *J. curcas* qui a déjà été faite de façon détaillée dans le chapitre consacré à la synthèse bibliographique.

Quant à *F. albida*, c'est un arbre à usages multiples de la famille des Mimosacées (super famille des légumineuses), très répandu en Afrique soudano-sahélienne. Sa stratégie d'adaptation à la sécheresse apparaît très originale : il est présent en zone semi-aride mais sa

phénologie est inversée par rapport aux pluies : il débourre en fin de saison des pluies, fructifie et croît durant la saison sèche, puis perd ses feuilles au début de la nouvelle saison des pluies. Son fonctionnement hydrique n'est pas encore bien connu. Rousard (1997) rapporte qu'au stade juvénile, les stomates se ferment très rapidement en réponse à une sécheresse édaphique modérée, montrant une stratégie " d'évitement " de la sécheresse.

Son rôle sur la fertilité du sol n'est plus à démontrer comme en témoignent les nombreux travaux consacrés à cette question. En effet, il a été démontré que les rendements du mil cultivé sous *F. albida* sont en moyenne deux fois et demi plus élevés par rapport à ceux du mil cultivé en dehors de la zone d'influence de cet arbre (Charreau et al. 1965 ; Dancette et al. 1969 ; Radwanski et al. 1967 in Le Houérou, 1980).

Dans une récente publication, Gbemavo et al. (2010), rapportant les résultats des travaux de Libert et al. (1996) sur l'influence de cet arbre sur le rendement en coton graine, indiquent un effet globalement positif de *F. albida* sur le rendement en coton graine dans les parcs à *Kad*³. Au Sénégal, l'espèce est conservée par les paysans dans les agrosystèmes notamment au niveau du bassin arachidier où elle est largement répandue formant par endroits des parcs à *F. albida* relativement denses.

2.1.4 Méthodes d'étude

Les plantations de *J. curcas* étudiées ont été réalisées par une société dénommée « African National Corporation Oil » en partenariat avec les paysans et le conseil rural d'Ourour. Cette société s'est investie dans la culture intensive de cette plante en vue de la production de biocarburant.

Les plantations ont été réalisées de façon éparse dans le terroir par les populations locales qui en assurent le suivi, l'entretien et la surveillance. Selon ces populations, la superficie totale est estimée à 300 ha.

Les observations faites sur le terrain nous ont permis de diviser le site d'étude en trois zones où nous avons constaté une certaine hétérogénéité dans le développement des plantations.

Ainsi, ces plantations ayant été soumises à des traitements différents, il nous est apparu pertinent de les comparer notamment au point de vue de leurs performances agronomiques. Ces traitements sont :

³ *Faidherbia albida*

- la fertilisation organique par la pratique du parcage de bovins sur le site avant que celui-ci ne soit planté ;
- la réalisation de plantations sous *F. albida* ;
- la réalisation de plantations qui n'ont subi aucune forme de fertilisation ;
- l'entretien mécanisé par traction animale ;
- l'entretien manuel à l'aide de la houe (*hilaire*).

2.1.4.1 Caractéristiques des plantations étudiées

- **Pour l'étude de la fertilisation organique par la pratique du parcage de bovins**

Cet essai a été installé sur des plantations en pots de *J. curcas* mises en place en juin 2008 soit deux ans d'âge, sur une ancienne zone de parcage de bovins. Les plants utilisés dans le cadre de cette plantation proviennent des pépinières privées établies à Kaffrine, Fass Boye et Mbour. D'autres plants ont été produits à Ourour.

Le site est caractérisé par des sols de type ferrugineux tropical (sols diors) peu lessivés et pauvres en matières organiques. Hormis l'apport de fumure organique par le parcage, aucune autre forme de fertilisation n'a été pratiquée sur la plantation.

L'écartement appliqué est de 2 m x 2 m soit 2500 plants à l'hectare. Les plantations ont fait l'objet de sarclage/binage par traction animale (cheval), un mois après leur mise en place. Une deuxième opération de sarclage/binage, cette fois, à la houe a été réalisée quarante cinq jours après la première opération. L'année suivante, ces plantations ont été nettoyées à l'aide de la houe. Les plants ont été recépés en mars/avril 2009 soit environ dix (10) mois après la plantation.



Photo 2: Plants de *J. curcas* de deux ans d'âge dans une zone de parcage bovin
(Photo : Djimanga DIEDHIOU, Octobre 2010)

Dans une zone attenante à ces plantations, il a été mis en place une autre plantation de *J. curcas* qui, de l'avis des populations gestionnaires, n'a pas fait l'objet de fertilisation ; mais a été plantée à la même période puis suivie et entretenue dans les mêmes conditions que celles décrites plus haut. C'est donc cette plantation qui a abrité les placettes témoins pour cet essai.

- **Pour l'étude de l'effet de l'entretien sur les premiers stades de croissance au champ de *J. curcas*.**

Les plantations de *J. curcas* qui ont abrité cet essai ont été mises en place en juin 2009 soit un an d'âge. Ce sont des plantations en pots réalisées avec des plants provenant de différentes pépinières privées comme nous l'avons précisé ci-dessus. L'écartement adopté est de 2 m x 3 m soit 1666 plants à l'hectare.

Les sols sont de type ferrugineux tropical (sols diors) peu lessivés et pauvres en matières organiques. Selon les paysans responsables du suivi et de l'entretien des plantations, ces réalisations ont été fertilisées avec de la fumure organique (fumure d'origine bovine). De plus, il a été épandu de l'urée autour de chaque plant. Toutefois, les doses appliquées n'ont pas été précisées.

Le site renferme des plantations qui ont été sarclées/binées par traction animale (cheval), un mois après leur mise en place et d'autres qui ont subi le même traitement à la même période mais de façon manuelle en utilisant la houe (*hilaire*). Les mêmes opérations de sarclage/binage ont été reconduites sur ces plantations un an après leur mise en place. Aucune taille d'entretien des plants n'a été effectuée au niveau des deux types de plantations.

- **Pour l'étude de l'influence de l'ombrage de *F. albida* sur la croissance et la production de *J. curcas***

Cet essai a été mené dans des plantations mises en place en juin 2008, soit deux ans d'âge. Les plants utilisés ont été acquises par le promoteur au niveau des pépinières privées installées à Kaffrine, Fass Boye et Mbour. D'autres ont été produits sur place. L'écartement adopté est de 2 m x 2 m.

Les sols sont de type ferrugineux tropical (sols diors) peu lessivés, pauvres en matières organiques. Les plantations ont été sarclées/binées par traction animale, un mois après leur mise en place. Au cours des deux saisons des pluies qui ont suivi leur mise en place, elles ont été nettoyées à l'aide de la houe. Les parcelles ayant abrité ces plantations n'ont pas été fertilisées. Cependant, autour de chaque plant, il a été épandu de l'urée durant la première année de plantation. Les plants ont subi une taille d'entretien en mars/avril 2009 soit environ dix (10) mois après la plantation.



Photo 3: Plants de *J. curcas* de deux ans d'âge sous *F. albida* (Photo : Djimanga DIEDHIOU, Octobre 2010).

2.1.4.2 Plans d'échantillonnage

- **Pour l'étude de l'effet du parcage de bovins sur la croissance et la production de *J. curcas* et l'étude de l'effet de l'entretien sur les premiers stades de croissance au champ**

Pour étudier l'influence du parcage sur la croissance et la production de *J. curcas*, un échantillonnage aléatoire a été réalisé dans chacune des deux plantations choisies (plantation fumée et plantation non fumée). Il a consisté à choisir au hasard quelques arbres sur lesquels les mesures et observations seront effectuées de manière à obtenir une situation représentative du comportement de la plantation. L'échantillon retenu est une parcelle carrée de 36 m² de superficie et comportant 16 arbres. Cet échantillon est répété quatre fois dans chaque plantation, soit au total 64 arbres suivis par plantation.

Le même plan d'échantillonnage a été adopté pour délimiter les placettes d'observation au niveau des plantations entretenues à la charrue et celles qui l'ont été manuellement.

Les enquêtes réalisées sur le terrain ont révélé que le parcage a consisté à faire séjourner sur le site une trentaine de bovins pendant neuf mois. Pour éviter l'effet de bordure, les échantillons ont été choisis dans les parties centrales des plantations.

- **Pour l'étude de l'effet de *F. albida* (Kad) sur la croissance et la production de *J. curcas*.**

Pour déterminer l'influence de *F. albida* sur la performance agronomique de *J. curcas*, deux zones ont été distinguées autour de chaque Kad : une zone de 2 m de rayon à partir du pied de *F. albida* représentant la zone sous influence et une autre zone de 10 m de rayon à partir du pied du Kad représentant la zone hors influence.

Quatre *F. albida* sous lesquels des plantations de *J. curcas* sont réalisées ont été considérés pour l'expérimentation. Ces arbres ont été choisis selon les critères suivants : ports relativement homogènes et houppiers n'interagissant pas avec d'autres arbres. Ainsi, deux facteurs ont été étudiés :

- l'effet position par rapport au pied de l'arbre (Kad) avec deux niveaux : sous influence de l'arbre et hors influence de l'arbre ;
- l'effet azimuth (orientation) avec quatre niveaux : nord, sud, est et ouest.

L'unité expérimentale est constituée de quatre arbres et elle est répétée quatre fois par traitement, soit au total 16 arbres (4 x 4) de *J. curcas* par traitement et pour l'ensemble de l'essai 128 arbres (8 x 16).

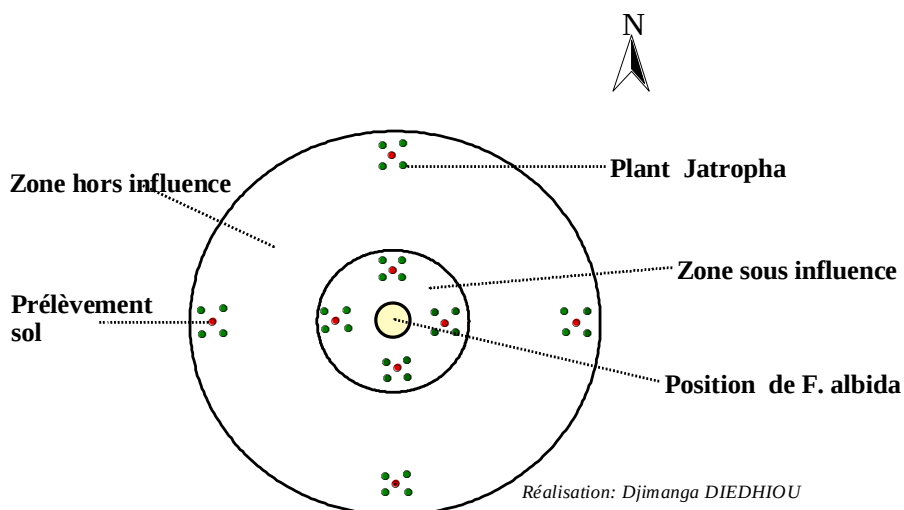


Figure 2: Schéma du dispositif d'étude de l'influence de *F. albida* sur la croissance et la production de *J. curcas*.

Pour les deux facteurs étudiés (position et orientation), sous chaque *F. albida* échantillonné et dans chaque direction cardinale (nord, sud, est et ouest), nous avons mesuré une distance de 2 m dans la zone sous influence et à partir du pied de *F. albida* et avons matérialisé cette distance par un piquet. Ensuite, nous avons délimité la placette d'observation qui est constituée des quatre plants qui entourent ce piquet. Dans la zone hors influence (10 m de rayon à partir du pied de l'arbre), le même procédé a été utilisé dans chaque direction cardinale et au niveau de chaque *Kad* pour délimiter les placettes d'observation.

2.1.4.3 Mesures et observations

a. Variables morphologiques

Pour tous les trois essais, les mesures ont porté sur la hauteur des arbres et les diamètres nord/sud et est/ouest du houppier qui ont permis de calculer le diamètre moyen du houppier ou diamètre croisé. Le nombre de tiges secondaires a également été dénombré.

La collecte des données a été effectuée à l'aide d'un ruban de 10 m de longueur pour la mesure de la hauteur et du diamètre nord/sud et est/ouest du houppier et à l'aide de fiches. Les mesures ont été effectuées suivant un ordre de relevé bien strict. Les arbres ont ainsi été numérotés suivant l'ordre de relevé et un code d'identification a été affecté à chaque répétition aux fins d'identification pour les études ultérieures.

b. Production de *J. curcas*

Les mesures ont été effectuées seulement au niveau de l'essai parcage et de l'essai *F. albida*. L'essai entretien concernant de jeunes plants de *J. curcas* qui n'ont pas encore atteint la maturation de fructification, n'a pas été concerné.

c. Récolte des fruits

La maturité des fruits de *J. curcas* étant étalée, nous avons mis en place un dispositif qui consiste à accrocher sur une branche de chaque arbre un sachet en plastique contenant une étiquette et qui reçoit tous les fruits récoltés pour cet arbre.



Photo 4: Dispositif de collecte de fruits de *J. curcas* (Photo : Djiby Dia décembre 2010).

La récolte a été effectuée par les ouvriers agricoles recrutés à cet effet par la société « African National Corporation Oil ». Elle a été effectuée du 21 octobre au 30 novembre 2010, période durant laquelle Saverys et *al.* (2008) indiquent que la récolte escomptée sur chaque arbre (*J. curcas*) atteint son maximum.

d. Analyse de la récolte

Les fruits ainsi récoltés ont été ensuite acheminés à l'Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture (ENSA) pour l'analyse des composantes du rendement. Pour cela, tous les fruits ont été séchés au soleil dans les mêmes conditions. Ensuite, ils ont été dénombrés par pied et enfin décortiqués de façon manuelle. Les graines obtenues ont été soigneusement départies des impuretés.

Ces traitements nous ont permis ensuite de déterminer le rendement (poids des graines produites par hectare) et ses composantes : nombre de fruits par pied, poids des fruits par pied, poids moyen d'un fruit, nombre de graines par pied, poids des graines par pied, poids de 100 graines et le rendement en graines à l'hectare. Le pesage des fruits comme des graines a été effectuée à l'aide d'une balance électronique. Le poids de 100 graines est une moyenne des poids de 3 échantillons de 100 graines.

e. Propriétés chimiques du sol

Les mesures sur le sol n'ont concerné que l'essai relatif à l'étude de l'influence de *F. albida* sur la croissance et la production de *J. curcas*. Les échantillons de sols ont été prélevés à la tarière au niveau de l'horizon 0-10 cm simultanément avec les opérations de mesures des variables morphologiques.

Seul le facteur distance a été considéré dans le prélèvement des échantillons de sols.

Ainsi, sous et en dehors du houppier de tous les arbres (*F. albida*) échantillonnés, nous avons prélevé dans chaque direction cardinale et au milieu de chaque placette d'observation un échantillon soit quatre prélèvements par répétition. Ces quatre prélèvements sont ensuite mélangés dans un petit seau. De ce mélange, on prélève un échantillon composite représentatif de la répétition. Au bout du compte, deux échantillons de sols par *F. albida* sont considérés soit au total 8 échantillons.

Les échantillons ont ensuite fait l'objet d'analyses au laboratoire de la SAED⁴ à Ross Béthio pour les paramètres suivants : pH, carbone total et phosphore assimilable.

Etant donné que la seule fumure minérale apportée par le promoteur au niveau de cette plantation est l'azote sous forme d'urée épandue au pied de chaque plant de *J. curcas*, nous avons estimé que l'azote n'est pas un élément limitant et c'est pourquoi il n'a pas été pris en compte dans l'analyse du sol.

2.2 Méthodes d'analyse des données

Les données recueillies au niveau des différents essais ont été traitées en utilisant le tableur Excel. Les variables de croissance et de production ainsi que les composantes du rendement ont été soumises à une analyse de la variance (ANOVA) avec le logiciel STATISTIX Version 8.1 (STATISTIX for Windows 12/12/2005). Ces analyses de variance ont permis de mettre en évidence l'effet des facteurs étudiés sur les performances agronomiques de *J. curcas*. Le test de Tukey a été effectué pour la comparaison des moyennes au seuil de 5 %.

⁴ Société d'Aménagement et d'Exploitation des Terres du Delta du Fleuve Sénégal

3. : RESULTATS

3.1 Influence de *F. albida* sur la croissance et la production de *J. curcas*

3.1.1 Influence de *F. albida* sur les paramètres de croissance de *J. curcas*

3.1.1.1 Hauteur moyenne

Les résultats de l'analyse de variance montrent que les facteurs position et orientation ont une influence significative sur la croissance en hauteur de *J. curcas*. Cependant, l'interaction des deux facteurs n'a pas eu d'effet significatif sur la hauteur des arbres.

L'analyse du tableau 1 montre que la hauteur est significativement plus grande (1,90 m) dans la zone sous influence de *F. albida* comparée à la zone hors influence (1,27 m). Par rapport à l'orientation cardinale, il apparaît que l'orientation ouest est celle qui donne la hauteur la plus significativement élevée (1,8 m), suivie du sud et de l'est avec respectivement 1,6 m et 1,5 m et enfin du nord dont la hauteur est la plus faible (1,4 m) (tableau 2).

Enfin, l'analyse statistique n'a pas mis en évidence un effet significatif de l'interaction entre les deux facteurs (orientation et position) sur la hauteur moyenne des plants, le diamètre moyen du houppier et le nombre de tiges par pied.

3.1.1.2 Diamètre moyen du houppier

L'analyse de la variance laisse apparaître que le développement du houppier de *J. curcas* est aussi significativement influencé par la position des placettes et leur orientation cardinale. Ainsi, il ressort du tableau 1 que le houppier est significativement plus développé dans les placettes sous influence de *F. albida* (2,14 m) que dans les placettes hors influence (1,35 m).

Tableau 1 : Paramètres de croissance en fonction de la position des placettes d'observation

Paramètres	Position	
	Hors influence	Sous influence
Hauteur moyenne (m)	1,27 b	1,90 a
Diamètre moyen du houppier (m)	1,35 b	2,14 a
Nombre moyen de tiges par arbre	11 b	17 a

Si l'on considère le facteur orientation cardinale, les placettes situées à l'ouest présentent une croissance en diamètre du houppier significativement meilleure (2 m). Elles sont suivies des placettes situées au sud dont le diamètre moyen de *J. curcas* est de 1,7 m et enfin des placettes situées à l'est et au nord qui présentent un diamètre moyen du houppier de 1,6 m.

3.1.1.3 Nombre moyen de tiges par arbre

Les résultats d'analyse de la variance relatifs à l'effet de *F. albida* sur le nombre moyen de tiges produites par arbre révèlent qu'il existe une différence significative du nombre moyen de tiges entre la position des placettes.

Tableau 2 : Paramètres de croissance en fonction de l'orientation cardinale des placettes d'observation

Paramètres	Orientation			
	Nord	Sud	Est	Ouest
Hauteur moyenne (m)	1,4 b	1,6 ab	1,5 ab	1,8 a
Diamètre moyen du houppier (m)	1,6 b	1,7 ab	1,6 b	2,0 a
Nombre de tiges par plant	14 a	13 a	14 a	17 a

L'analyse de variance n'a pas mis en évidence d'effet significatif ni de l'orientation, ni de l'interaction entre les deux facteurs (orientation et position) sur le nombre moyen de tiges par arbre. Il ressort du tableau 1 que le nombre moyen de tiges secondaires par pied est significativement plus élevé dans les placettes sous influence de *F. albida* (17 tiges) que dans les placettes hors influence (11 tiges).

3.1.2 Influence de *F. albida* sur les composantes du rendement de *J. curcas*

Les résultats d'analyse de la variance sur les composantes du rendement de *J. curcas* révèlent une influence significative de la position des placettes sur l'ensemble des paramètres (nombre de fruits par pied, poids des fruits par pied, nombre de graines par pied, poids des graines par pied et poids moyen d'un fruit, poids de 100 graines). En revanche, l'analyse n'a pas révélé d'effet significatif de l'orientation des placettes et de l'interaction des facteurs étudiés sur ces mêmes paramètres.

L'analyse des résultats consignés dans le tableau 3 révèle que quel que soit le paramètre considéré, le rendement par pied est significativement meilleur en zone sous influence de *F.*

albida comparée à la zone hors influence. Ainsi, le nombre de fruits par pied est deux fois plus élevé en zone sous influence de *F. albida* (28) qu'en zone hors influence (13) et conséquemment le nombre de graines par pied est deux fois plus important dans les placettes sous influence de *F. albida* (67 graines par rapport à 29).

Les valeurs de poids des fruits par pied (63 g) et de poids des graines par pied (36,9 g) obtenues dans les placettes sous influence de *F. albida* représentent le triple de celles enregistrées dans la zone hors influence qui sont respectivement de 20,5 g et 12,6 g.

Le poids moyen d'un fruit est de 1,9 g en zone sous influence de *F. albida* tandis qu'il ne représente que la moitié de cette valeur en zone hors influence (0,8 g). Le poids de 100 graines est de 56,9 g dans les placettes de la zone sous influence de *F. albida*. Il est bien plus faible dans les placettes hors influence (31,7 g).

Tableau 3: Composantes du rendement en fonction de la position de la placette d'observation par rapport au pied de *F. albida*

Paramètres	Position	
	Hors influence	Sous influence
Nombre de fruits par pied	13 b	28 a
Nombre de graines par pied	29 b	67 a
Poids des fruits par pied (g)	20,5 b	63,0 a
Poids des graines par pied(g)	12,6 b	36,9 a
Poids moyen d'un fruit (g)	0,8 b	1,9 a
Poids de 100 graines (g)	31,7 b	56,9 a
Rendement en graines à l'ha (kg)	31,5 b	92,2 a

Enfin, l'analyse du tableau 3 laisse apparaitre qu'avec une densité de 2500 plants à l'hectare soit un écartement de 2 m x 2 m, le rendement en graines passe du simple au triple entre les placettes sous influence de *F. albida* (92,2 kg/ha) et les placettes hors influence de *F. albida* (31,5 kg/ha).

3.1.3 Effet de *F. albida* sur le pH et les teneurs du sol en carbone et phosphore assimilable

Le tableau 4 présente les résultats d'analyse de l'effet de *F. albida* sur le pH et sur les concentrations des nutriments dans le sol en fonction de la position des placettes d'observation. L'analyse de ce tableau montre qu'il n'existe pas de différences significatives

pour le pH entre les placettes d'observation sous houppier de *F. albida* ($5,8 \pm 0,4$) et celles hors houppier ($5,3 \pm 0,4$). En revanche, les résultats mettent en évidence des teneurs en carbone significativement plus élevées dans la zone d'influence de *F. albida* ($5,05 \text{ g kg}^{-1} \pm 2,85 \text{ g kg}^{-1}$) par rapport à la zone hors influence ($3,13 \text{ g kg}^{-1} \pm 0,98 \text{ g kg}^{-1}$). La même tendance est notée au niveau du phosphore assimilable où les résultats montrent des teneurs 2 fois plus élevées sous houppier *F. albida* ($11,9 \text{ mg kg}^{-1} \pm 4,6 \text{ mg kg}^{-1}$) qu'en dehors de celui-ci ($5,9 \text{ mg kg}^{-1} \pm 2,4 \text{ mg kg}^{-1}$).

Tableau 4: Effet de *F. albida* sur le pH et sur les concentrations des nutriments dans le sol en fonction de la position des placettes d'observation.

Position	Ph	C (g kg^{-1})	P (mg kg^{-1})
Sous influence	$5,8 \pm 0,4$	$5,05 \pm 2,85$	$11,9 \pm 4,6$
Hors influence	$5,3 \pm 0,4$	$3,13 \pm 0,98$	$5,9 \pm 2,4$

Conclusion partielle

Les résultats de l'essai mené afin de déterminer l'influence de *F. albida* sur les performances agronomiques de *J. curcas* montrent que le facteur position des placettes d'observation a une influence significative sur les paramètres de croissance, les composantes du rendement de *J. curcas* et la teneur en carbone total et en phosphore assimilable. Cependant il n'a pas été noté de différences significatives pour le pH d'un milieu à l'autre (sous et hors zone d'influence). Le facteur orientation n'a d'influence significative que sur la hauteur moyenne des plants et sur le diamètre moyen du houppier ; mais il n'a pas eu d'effet significatif sur le nombre moyen de tiges par arbre et sur les paramètres de rendement.

3.2 Influence du parcage sur la croissance et la production de *J. curcas*

3.2.1 Influence du parcage sur la croissance de *J. curcas*

Les résultats d'analyse de la variance effectuée sur les paramètres de croissance montrent que le parcage a eu un effet hautement significatif ($p < 0,001$) sur les paramètres de croissance et de rendement de *J. curcas*.

L'analyse du tableau 5 révèle des différences significatives entre la plantation fumée et celle non fumée quel que soit le paramètre de croissance considéré. C'est ainsi que la hauteur moyenne des plants de la plantation fumée par la pratique du parcage de bovins est deux fois

plus élevée (2 m) que celle des plants de la plantation non fumée (0,9 m). Le diamètre moyen du houppier suit la même tendance avec 2,3 m dans la zone de parcage et 1,1 m dans la plantation non fumée. Le nombre de tiges par plant passe du simple au triple de la plantation non fumée (10) à la plantation fumée (33).

On peut donc conclure qu'il existe des facteurs très favorables à la croissance en hauteur et en diamètre et à la formation des tiges chez *J. curcas* dans la plantation fumée par la pratique du parcage.

Tableau 5: Paramètres de croissance de *J. curcas* en fonction du niveau de fertilité du sol

Paramètres	Traitement	
	Témoin	Parcage
Hauteur moyenne (m)	0,9 b	2,0 a
Diamètre moyen du houppier (m)	1,1 b	2,3 a
Nombre moyen de tiges par arbre	10 b	33 a

3.2.2 Influence du parcage sur la production de *J. curcas*

Les résultats de l'effet du parcage sur les composantes du rendement de *J. curcas* sont indiqués dans le tableau 6.

Tableau 6: Effet du parcage sur les composantes du rendement de *J. curcas*

Paramètres	Traitement	
	Témoin	Parcage
Nombre de fruits par pied	0	30±37
Nombre de graines par pied	0	72±94
Poids des fruits par pied (g)	0	57,3±75,7
Poids des graines par pied (g)	0	34,4±46,7
Poids moyen d'un fruit (g)	0	1,9±0,3
Poids de 100 graines (g)	0	44,1±4

Il ressort de ce tableau qu'il existe des différences hautement significatives entre la zone de parcage (plantation fumée) et le témoin (plantation non fumée). Aucune production de fruits n'a été relevée au niveau de la plantation non fumée. Dans la zone de parcage, le nombre de fruits par pied est en moyenne de 30 tandis que le nombre de graines par pied est de 72. Le

poids moyen des fruits par pied atteint 57,3 g alors que le poids moyen des graines par pied s'élève à 34,4 g. Un fruit pèse en moyenne 1,9 g et le poids de 100 graines est de 44,1 g.

Pour une densité de plantation de 2 m x 2 m, le rendement en graines calculé pour la plantation ayant subi le parcage bovins est de 86 kg /ha. On peut donc conclure qu'il y a des facteurs favorables qui affectent la croissance et la production de *J. curcas* sur le sol ayant subi le parcage bovins.

3.2.3 Influence du mode d'entretien sur la croissance de jeunes plants de *J. curcas*

Les résultats d'analyse de la variance relatifs à l'effet du mode d'entretien sur la croissance de jeunes plants de *J. curcas* montrent qu'il existe une différence significative entre les plants entretenus à la charrue (entretien mécanique) et ceux entretenus à la houe (entretien manuel) pour l'ensemble des paramètres de croissance.

Tableau 7 : Paramètres de croissance selon le mode d'entretien

Paramètres	Entretien	
	A la charrue	Manuel
Hauteur moyenne (m)	0,75 a	0,5 b
Diamètre moyen du houppier (m)	0,70 a	0,30 b
Nombre moyen de tiges par plant	4,0 a	1,1b

Ainsi, il ressort du tableau 7 que la hauteur moyenne des plants entretenus à la charrue (0,75 m) est 1,5 fois supérieure à celle des plants qui ont fait l'objet de sarclage/binage à l'aide de la houe (entretien manuel) (0,50 m), le diamètre moyen du houppier des plants de la plantation entretenue à la charrue (0,70 m) est deux fois plus élevé que celui des plants de la plantation entretenue à la houe (0,30 m). Le nombre moyen de tiges par plant est quatre fois plus élevé au niveau de la plantation entretenue à la charrue (4) par rapport à celle entretenue manuellement (1,1).

4. DISCUSSION

Ce travail a été mené pour étudier l'influence de pratiques paysannes de gestion de la fertilité et d'entretien des plantations sur la croissance et la production de *J. curcas*. Les pratiques paysannes étudiées sont le parcase, l'association agroforestière *F. albida* et *J. curcas* et les modes d'entretien de jeunes plantations de *J. curcas*.

Concernant l'effet de *F. albida* sur *J. curcas*, nos résultats ont montré que cet arbre agroforestier a une influence positive sur la croissance et la production de *J. curcas*. Cette influence positive a permis d'avoir des valeurs des paramètres morphologiques (hauteur, diamètre du houppier) 1,5 fois supérieures sous houppier de *F. albida* comparée à la zone hors influence. La ramification est autant améliorée sous *F. albida* avec 17 tiges en moyenne par pied contre 11 tiges pour les pieds hors influence de *F. albida*. La production de fruits par plant est significativement plus élevée sous le houppier de *F. albida* qu'en dehors du houppier. En effet, le nombre de fruits par arbre est deux fois plus élevé sous le houppier (28) que dans la zone hors influence (13).

La richesse ou non du sol en matières organiques et en éléments minéraux, la disponibilité de l'eau dans le sol pourraient être les facteurs explicatifs des différences notées sur le développement des paramètres morphologiques et sur la production de *J. curcas* d'un milieu à l'autre (sous couvert *F. albida* et hors zone d'influence); comme en témoignent les résultats d'analyses de sol. En effet, nous avons noté un taux de carbone 2 fois plus élevé sous couvert de *F. albida* qu'en dehors de la zone d'influence. La même tendance est observée en ce qui concerne le phosphore assimilable.

En se référant à Sanou (2010) qui rapporte que le taux de carbone est lié à la quantité de litière, nous attribuons la différence notée sur la teneur en carbone d'un milieu à l'autre à la différence de quantité de matières organiques sous et en dehors du houppier de *F. albida*. Ceci est confirmé par Grouzis et al. (2006) qui mentionnent que sous ombrage de *F. albida*, le taux d'humus dans l'horizon de surface est augmenté de 42 % et celui du carbone total de 62 %.

En outre, Grouzis et al (2006) ont démontré que *F. albida* améliore la teneur du sol en azote total et en phosphore. En effet, ils rapportent que l'azote total double quasiment sous ombrage de *F. albida* par rapport à l'extérieur tandis que le phosphore assimilable s'accroît de plus de 133 % sous le couvert de cet arbre. Enfin, nos résultats corroborent ceux de Charreau et al.

(1965) qui ont mis en évidence une différence de niveau de fertilité entre la zone sous influence de *F. albida* et la zone hors influence.

Concernant la disponibilité de l'eau dans le sol, certes notre étude n'a pas abordé cet aspect, mais les travaux de Grouzis et *al.* (2006) ont déjà montré qu'une augmentation modérée mais régulière de l'humidité équivalente est observée de l'extérieur vers l'intérieur du couvert de *F. albida*. Et la capacité au champ serait 2 fois plus grande sous l'arbre.

Enfin, en l'état actuel de nos connaissances, il n'existerait pas encore d'étude sur l'influence de *F. albida* sur la croissance et la production de *J. curcas*. Cependant, beaucoup de travaux ont été consacrés à l'étude de l'influence de *F. albida* sur le rendement des cultures. C'est ainsi que Grouzis et *al.* (2006) rapportent que le couvert de *F. albida* améliore de façon significative les rendements en grains de mil (*Pennisetum typhoides*). Ce rendement est multiplié par 2,5 sous ombrage (Charreau et *al.*, 1965) et que cela ne se limite pas uniquement à l'amélioration du rendement mais intéresse aussi la qualité de la production. Sans apport d'engrais, le couvert de *F. albida* augmente aussi de 2 à 2,7 fois le rendement du sorgho (Maïga, 1987 ; Olivier, 1996) et de l'arachide (+37%) (Dancette et *al.*, 1969). On peut donc conclure qu'en zone soudano-sahélienne, la conservation du parc agroforestier à *F. albida* est un enjeu important pour le maintien de la fertilité des sols et l'amélioration de la production des cultures alimentaires (mil, sorgho et arachide) ainsi que de la culture de *J. curcas*. S'agissant de l'effet du parage bovin sur le comportement de *J. curcas*, les résultats obtenus ont montré que cette pratique de fertilisation améliore de façon très significative la croissance et la production de *J. curcas*. En effet, la croissance en hauteur de l'arbuste est doublée par l'application de la fumure organique. Il en est de même pour le développement du houppier et la ramification. Le diamètre moyen du houppier a doublé tandis que le nombre moyen de tiges par pied a triplé du fait du parage. Enfin, nous avons noté que seuls les arbres de la plantation fumée ont produit des fruits après seulement deux ans d'âge. Le poids moyen des fruits par pied atteint 57,3 g alors que le poids moyen des graines par pied s'élève à 34,4 g. Pour un écartement de 2 m x 2 m soit une densité de 2500 plants à l'hectare, le rendement en graines calculé est de 86 kg/ha.

En Inde, dans l'Etat d'Orissa, Gosh et *al.* (2007) qui ont étudié sur un site plus humide que le nôtre l'effet d'un apport de tourteaux de *J. curcas* sur la production de cette même espèce, rapportent un rendement en graines supérieur. En effet, les apports de 3 tonnes par hectare de tourteaux issus du pressage des graines de *J. curcas* ont donné une production respective de 1,52 kg et 0,87 kg de graines par arbre avec des écartements respectifs de 4 m x 3 m et

3 m x 2 m. Au Paraguay, Matsuno et *al.* (1985) in Heller, (1996) mentionnent un rendement du même ordre de grandeur (100 kg/ha) pour des plants âgés de 3 ans. Concernant les paramètres de croissance, cet auteur rapporte également des valeurs qui avoisinent les nôtres (hauteur moyenne : 1,73 m). Nos résultats corroborent aussi ceux de Behera et *al.* (2009) qui ont montré que contrairement à une idée bien reçue, la croissance de *J. curcas* est largement tributaire de la mise en place d'itinéraires techniques appropriés tels que la fertilisation, le recépage, l'irrigation, l'adoption de bons écartements.

Comme le mil qui, lorsqu'il est semé sur un site qui a été fumé à des doses de 1 à 3 t/ha de fumier donne une plus-value de 20 à 35% et même double le rendement par rapport au témoin (ISRA, 2005); la réponse de *J. curcas* à la fumure organique suit la même tendance. En effet, nos résultats ont montré que seuls les plants implantés dans la zone de parage ont produit des fruits et que les valeurs des paramètres de croissance ont doublé par rapport au témoin.

Enfin, pour ce qui est de l'étude de l'effet de l'entretien sur la performance de *J. curcas* pendant les premiers stades de croissance, les résultats obtenus ont montré que l'utilisation de la charrue, améliore de façon très significative le développement végétatif de la plante. La hauteur moyenne des plants entretenus avec la charrue est 1,5 fois supérieure à celle des plants qui l'ont été manuellement. Il en est de même pour le diamètre moyen du houppier et le nombre de tiges par pied qui sont respectivement 2,3 fois et 3,6 fois supérieurs. Par rapport au potentiel de croissance, Ginwal et *al.* (2004) mentionnent des valeurs inférieures sur un site plus humide en Inde comparées aux résultats que nous avons obtenus sur les plantations entretenues à la charrue. Cependant les plantations entretenues manuellement que nous avons suivies présentent des résultats plus modestes.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les résultats essentiels que nous avons obtenus au terme de nos essais montrent que *F. albida* améliore la croissance et la production de *J. curcas*. Cet arbuste s'est particulièrement mieux comporté sous houppier *F. albida* qu'en dehors de celui-ci, quel que soit le paramètre considéré. Cependant, nos résultats ont montré que la position des plants et l'orientation cardinale n'interagissent pas sur la croissance et la production de *J. curcas*. Sous houppier *F. albida*, il a été noté une teneur en carbone et en phosphore plus importante qu'au niveau du témoin. Les sols qui ont abrité l'essai sur l'étude de l'influence de *F. albida* sur la croissance et la production de *J. curcas* sont acides.

Contrairement à une idée bien répandue, *J. curcas* se développe mieux sur les sols qui ont fait l'objet de fertilisation. En effet, notre étude a mis en évidence que la fertilisation par la pratique du parage bovin améliore sensiblement la croissance et la production. De même, nos résultats ont montré que seules les plantations réalisées au niveau des parcelles fumées ont commencé à produire après seulement deux ans d'âge.

Enfin, les résultats ont montré la réponse de *J. curcas* par rapport au mode d'entretien. En effet, il a été mis en évidence que les jeunes plants entretenus à la charrue (entretien par traction animale) sont plus performants que ceux qui l'ont été à l'aide de la houe (manuellement).

Au terme de cette étude, nous recommandons, pour assurer une production durable de *J. curcas* dans les agro-écosystèmes du bassin arachidier, que des expériences soient poursuivies pour étudier les réponses de cette plante à l'application de différentes doses de fumure organique et à une densité de plantation croissante ; ceci permettra de déterminer les doses de fumure organique et les écartements les plus appropriés pour une optimisation des rendements.

Compte tenu du fait que le recépage des plants de *J. curcas* est une technique qui est souvent utilisée afin de stimuler la formation de branches et donc de permettre à terme à la plante de produire plus et mieux ; il nous semble pertinent que la recherche se penche sur cette question afin de définir les hauteurs et les périodes de coupe les plus appropriées.

La culture intensive de *J. curcas* étant de plus en plus développée dans le terroir de Ourour, une évaluation environnementale et sociale devra être menée afin de déterminer l'impact de cette activité dans la zone.

RFRERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Achten W., Verchot L., Franken YJ., Mathijs E., Singh VP., Aerts R., Muys B. (2008). *Jatropha* bio-diesel production and use. 83 P. *Biomass and Bioenergy* 32(12), 1063-1084 [En ligne]. Disponible sur <<https://lirias.kuleuven.be/bitstream>> (Consulté le 29.10.2010)

Agarwal D., Agarwal A.K., (2007). Performance and emissions characteristics of *Jatropha* oil (preheated and blends) in a direct injection compression ignition engine. 10 P. [En ligne] Disponible sur <www.sciencedirect.com> (Consulté le 18.11.2010)

Arnaud H. (2008). Une troisième crise pétrolière et une révolution énergétique mondiale. Mediapart 5 p. [En ligne]. Disponible sur <<http://www.mediapart.fr>> (Consulté le 13.10.201)

Banque mondiale (2002). Utilisation de l'huile de *J. curcas* comme matière première et carburant. 4 P. Notes sur les connaissances autochtones N°47 août 2002. [En ligne]. Disponible sur <<http://www.worldbank.org/aft/ik/default.htm>> (Consulté le 18. 10.2010)

Behera K. S., Srivastava P., Pathre U.V., Tuli R. (2010) An indirect method of estimating leaf area index in *J. curcas* using LAI-2000 Plant Canopy Analyzer. 5 p. National Botanical Research Institute, Council of Scientific and Industrial Research, Rana Pratap Marg, Lucknow 226001 (U.P.), India. Journal homepage: [En ligne]. Disponible sur <<http://www.elsevier.com/locate/agrformet>> (Consulté le 17.12.2010)

Benge M., (2006). Assessment of the potential of *J. curcas*, (biodiesel tree,) for energy production and other uses in developing countries. 22 P. Senior Agroforestry Officer, USAID [En ligne]. Disponible sur <<http://www.echotech.org>> (Consulté le 18.10.2010).

Biswas S, K.N. .S.G. (2006). Biodiesel: technology and business opportunities. in Proceedings of the biodiesel conference toward energy independence-focus of *Jatropha*, Hyderabad, India, June 9–10. 2006. New Delhi. 7 P.

Chaudhary D.R, Patolia J.S, Ghosh A., Chikara J., Boricha N.G., Zala A.(2007). Changes in soil characteristics and foliage nutrient content in *J. curcas* plantation in relation to stand density in Indian wasteland. Central Salt and Marine Chemicals Research Institute, G. B. Marg, Bhavnagar – 364 002 Gujarat (India) 5 P.

Cissé C. (2010). Etude de la croissance et des réponses à la contrainte hydrique et au stade juvénile de six provenances locales de *J. curcas*. Mémoire de Master en Foresterie et Environnement. Ecole Nationale Supérieure d’Agriculture de Thiès, Sénégal. 49 P.

Daniel O. Nyamai., Lorna O. Omuodo (2007) *J. curcas*: The untapped potential in Eastern and Central Africa. 64 P. Trees on – Farm Network (TOFNET), Vanilla – Jatropha Development Foundation (VJDF) World Agroforestry Centre (ICRAF).

Diagana B., Mankor A., Guèye A. (2008). Agriculture durable et réduction de la pauvreté dans le bassin arachidier du Sénégal: Résultats du Modèle Analyse Tradeoffs. 43 P ISRA 2008 ISSN 0850-0711 [En ligne]. Disponible sur <<http://www.bameinfopol.info/IMG/>> (Consulté le 18. 12. 2010)

Diop F. (2010). Effet de l’Association de *J. curcas*/*Arachis hypogea* L. sur la dynamique de l’eau dans le sol et le rendement des cultures dans deux sites à pluviométries contrastées du bassin arachidier du Sénégal. Mémoire d’Ingénieur Agronome : Département Productions végétales. Ecole Nationale Supérieure d’Agriculture de Thiès, Sénégal 63 P

Dorin B., Gitz V. (2007). Ecobilans de biocarburants : une revue des controverses et des enjeux agronomiques mondiaux. *Natures, Sciences, Sociétés* 16 P [En ligne]. Disponible sur : <<http://hal.archives-ouvertes.fr>> (Consulté le 18.10. 2010)

Fact Foundation (2006). Handbook on *J. curcas* First Draft. 45 P [En ligne]. Disponible sur <www.fact-fuels.org> (Consulté le 9.11.2010).

Fall N. (2010) Impact de l’utilisation des tourteaux de *J. curcas* sur le bio-fonctionnement et la diversité génétique des communautés microbiennes du sol. Mémoire de Master en Biologie animale. Spécialité : Génétique des populations et biologie moléculaire. UCAD Département Biologie animale. 32 P

Gbemavo D.S.J.C., Glèlè K., Assogbadjo A.E., Katary A., Gnanglé P. (2010) Effet de l'ombrage du karité sur le rendement capsulaire du coton dans les agroécosystèmes coton-karité du Nord Bénin 7 P. [En ligne]. Disponible sur <<http://www.tropicultura.org/text/V28n4>> (Consulté le 14.01.2011).

Ghosh A., Patolia J.S., Chaudhary D.R., Chikara J., Rao S.N., Kumar D., Boricha G.N., Zala A. (2007). Response of *J. curcas* under different spacing to Jatropha de-oiled cake. 6 p. [En ligne]. Disponible sur < <http://mailto:drchaudhary@csmcni.org>> (Consulté le 06.10.2010).

Grouzis M., Akpo L. E (2006) Interactions arbre-herbe au Sahel. Sécheresse 2006; 17 (1-2): 318-25. 8 P. [En ligne]. Disponible sur <http://www.john-libbey-eurotex.fr/e-doc>

Heller J., (1996). Physic nut. *J. curcas*. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 1. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/ International Plant Genetic Resources Institute, Rome. 66 P. ISBN 92-9043-278-0 [En ligne]. Disponible sur <www.Jatropha.pro/physic%20nut> (Consulté le 15.06.2010)

Henning R. K. (2001). *J. curcas*. in Africa: Assessment of the impact of the dissemination of “the Jatropha System” on the ecology of the rural area and the social and economic situation of the rural population (target group) in selected countries in Africa. 49 P. Rothkreuz 11, D-88138 Weissensberg, Germany: [En ligne]. Disponible sur <<http://www.underutilized-species.org/Documents>> (Consulté le 18.10.2010).

Henning R. K., Ramorafeno T. (2005). Le Manuel Jatropha. Un guide pour l'exploitation intégrée de la plante Jatropha. Etabli pour l'atelier de démonstration du PLAE à Marovoay 20 P. [En ligne]. Disponible sur <<http://www.jatropha.org>> (Consulté le 17.09.2010).

Holl M., Gush M., Hallows J., Versseld D. (2007) *J. curcas* in South Africa: An Assessment of its Water Use and Bio-Physical Potential. 2007, Report to the Water Research Commission on the project “Investigation into the Impacts of Large-Scale planting of *J. curcas* on Water Resources, through Process-Based Research and modeling” 154 P. WRC Report No 1497/1/07 ISBN 978-1-77005-593-3

Hulme M.D.R., Ngara T., New M., Lister D., (2001). African climate change 1900-2100. *Climate Research* 17, 145-168.

Institut National de Pédologie (2007) La culture du jatropha : un challenge pour la zone sub sahélienne. Adaptation de la culture de jatropha aux conditions pédoclimatiques du Sénégal. 8 P. Fiche technique du Jatropha INP.

Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (2005) Bilan de la recherche agricole et agroalimentaire au Sénégal. ISRA, ITA, CIRAD 524 P.

Jepsen J. K., Henning R. K., Nyathi B. (2003) Generative propagation of *J. curcas*. on Kalahari Sand. 17 P. [En ligne]. Disponible sur <<http://www.jatropha.de/journal>> (Consulté le 18.10.2010).

Jimu L., Nyakudya I.W., Katsvanga C.A.T. (2009). Establishment and Early Field Performance of *J. curcas* at Bindura University Farm, Zimbabwe. 25 P. Journal of Sustainable Development in Africa (Volume 10, No.4, 2009) ISSN: 1520-5509 Clarion University of Pennsylvania, Clarion, Pennsylvania [En ligne]. Disponible sur <<http://www.jsd-africa.com/jsda>> (Consulté le 8.11.2010)

Jongschaap, R.E.E., Corré, W.J., Bindraban, P.S., Brandenburg, W.A. (2007). Claim of facts on Jatropha. Global *J. curcas* evaluation, breeding and propagation program 66P. Wageningen, Plant Research International al B.V.

Kaushik N., Kumar S., et Kumar K. (2006) Agro-technology of *J. curcas* Cultivation. 9P. CCS HAU Regional Research Station, Bawal- 123 501, Rewari (Haryana) INDIA

Kheira Abou A. A., Nahed Atta. M.M. (2008) Response of *J. curcas*. to water deficit: Yield, water use efficiency and oilseed characteristics 8 P [En ligne]. Disponibe sur < <http://www.elsevier.com/locate/biombioe>> (Consulté le 8.11.2010).

Kumar ., Sharma S. (2008) An evaluation of multipurpose oil seed crop for industrial uses (*J. curcas*.): A review 10 P.[En ligne]. Disponible sur < www.elsevier.com/locate/indcrop> (Consulté le 8.11.2010).

Legendre B. (2008). *J. curcas* (Tabanani). Note agronomique 8 P. Technologies for human development. Société Performances BP 11497 Dakar [En ligne]. Disponible sur <http://www.riaed.net/IMG/pdf/Article_Culture> (Consulté le 22.11.2010).

Makkar H. P. S., Francis G et Becker K. (2007). Bioactivity of phytochemicals in some lesser-known plants and their effects and potential applications in livestock and aquaculture production systems. 21 P. Institute for Animal Production in the Tropics and Subtropics (480b), University of Hohenheim, 70593 Stuttgart, German

Manolin (2003). Les énergies renouvelables: une solution à la crise ? 5 P. [En ligne].

Disponible sur <[www.http://nopasaran.samizdat.net/](http://nopasaran.samizdat.net/)>

Marillier F. (2007) Crise énergétique : il n'est pas trop tard pour s'en sortir ! *Nouvelle*

Fondation 2007/2 - N° 6 P. 63-69 ISSN 1951-9745 | ISBN 2-916374-09-4 [En ligne].

Disponible sur :

<http://www.cairn.info/article.php?ID_REVUE=NF&ID_NUMPUBLIE=NF_006&ID_ARTICLE=NF_006_0063> (Consulté le 19.08.2010)

Mergeai G., Terren M., Legendre B., (2009). Etablissement de plantations de *Jatropha*.

Note agronomique n°3 9 P. THD 318 Gibraltar 2 Société Performances BP 11497 Dakar

[En ligne]. Disponible sur <http://www.riaid.net/IMG/pdf/jatropha_curcas> (Consulté le 17.09.2010).

Ministère de l'Agriculture (2007) Programme spécial de biocarburants. 24 P [En ligne].

Disponible sur <<http://www.compete-bioafrica-net/polique>>

Münch E., Kiefer J., (1986). Le Pourghère : *J. curcas.*, Botanique, Ecologie, Culture, Produits de récolte, Filières de valorisation, réflexions économiques, Mémoire de fin d'études. Université de Hohenheim, Stuttgart, 302 p. [En ligne]. Disponible sur

<www.Jatropha.de/documents/Muench-Kiefer-Jatropha-Diplomarbeit-de.pdf> (Consulté le 04.10.2010)

Ndiaye S.S (2010). Le *J. curcas* ou « Tabanaani » : Une plante utile pour son biocarburant, son engrais et ses vertus médicinales ! 5 P. [En ligne]. Disponible sur

<<http://www.ferloo.com>> (Consulté le 03.11.2010)

Nyamai O.D., Omuodo O. L (2007). *Jatropha curcas* : The untapped potential in Eastern and Central Africa. Trees on-Farm Network (TOFNET) ICRAF. Vanilla–*Jatropha* Development Foundation (VJDF). 64 P.

Openshaw K. (2000). A review of *J. curcas*: an oil plant of unfulfilled promise 15 P. Biomass and Bioenergy 19 (2000) 1±15 [En ligne]. Disponible sur < <http://www.cie.unam.mx>> (Consulté le 25.10.2010)

Ouwens K. D., Francis G., Franken Y. J., Rijssenbeek W., Riedacker A., Foidl N., Jongschaap, R (2007). Position Paper on *Jatropha curcas* State of the Art, Small and Large Scale Project Development 7 P.

Parajuli R. (2009). *J. curcas* and Its Potential Applications; A Compilation Paper on Plantation and Application of *J. curcas* 9 P. [En ligne]. Disponible sur < <http://www.environmental-expert.com>> (Consulté le 25.10.2010)

Parawira W. (2010) Biodiesel production from *J. curcas*: A review Scientific Research and Essays Vol. 5 14 p. ISSN 1992-2248 ©2010 Academic Journals Available online at.[En ligne]. Disponible sur <<http://www.academicjournals.org/SRE>> (Consulté le 26. 10. 2010)

Roupsard O. (1997) Ecophysiologie et diversité génétique de *F. albida* (Del.) A. Chev. (syn. *Acacia albida* Del.), un arbre à usages multiples d'Afrique semi-aride. Fonctionnement hydrique et efficience d'utilisation de l'eau d'arbres adultes en parc agroforestier et de juvéniles en conditions semi-contrôlées. Tome 1 : Partie synthèse Université H. Poincaré de Nancy I, CIRAD Forêt, INRA. 207 P. [En ligne]. Disponible sur <<http://tel.archives-ouvertes.fr/docs>> (Consulté le 25.01.2011).

Sanou F. (2010). Production de *J. curcas* et impact de la plante sur les propriétés chimiques du sol : Cas de Bargé (Centre Est du Burkina Faso). Mémoire d'Ingénieur du développement rural. Option : Eaux et Forêts. Université Polytechnique de Bobo Dioulasso. Institut du développement rural. 61 P

Saverys S., Toussaint A., Guèye M., Defrise L., Van Rattinghel K., Baudouin J-P., Terren M., Jacquet de Haveskerckel P., Mergeai G. (2008) Possible Contributions of *J. curcas*. to Rural Poverty Alleviation in Senegal: Vision and Facts. 2 P. Technical notes Tropicultura [En ligne] Disponible sur :<<http://www.tropicultura.org/text/v26n2/125.pdf>> (Consulté le 18.10.2010).

Singh RA., Kumar M., Haider E. (2007): Synergistic cropping of summer groundnut with *J. curcas* – A new two-tier cropping system for Uttar Pradesh. Journal of SAT Agricultural Research 5(1).

Smith D. (2006). Jatropha: L'agrocarburant des pauvres ? 2 P. [En ligne] Disponible sur :<<http://www.grain.org/go/agrocarburants>> (Consulté le 04.10.2010)

Vidal. V.A. Canhoto (1962). Oleaginosas do Ultramar Português. 2. Mem. Junta Invest. Ultramar. 31. S. 129 – 145.

Wahl N, Jamnadass R, Baur H, Munster C et Iiyama M. (2009). Economic viability of *J. curcas*. plantations in Northern Tanzania – Assessing farmers prospects via cost-benefit analysis. 71 P. ICRAF Working Paper no. 97. Nairobi. World Agro forestry Centre. [En ligne] Disponible sur <www.worldagroforestry.org> (Consulté le 25.10.2010).

ANNEXES

Annexe 1 : Fiche de collecte des données

Activité :

Date du relevé :

Date de plantation :

Traitement :

Répétition :

Ecartement :

N° d'ordre de relevé	Nb. de tiges	Hauteur	Ø croisé houppier

Mentionner sur les étiquettes pour le prélèvement de sol les informations suivantes :

- Activité
- Traitement
- Répétition (ou placette)
- Horizon du sol

Fiche de collecte des données

Activité :

.....

Date de récolte :

Traitement :

Répétition :

N° d'ordre de relevé	Nombre de capsules	Poids des capsules	Nombre de graines	Poids des graines

Annexe 2 : RESULTATS DE L'ANOVA

Tableau A2.1 : Résultat d'analyse de la variance sur les paramètres de croissance de *Jatropha curcas* en fonction de l'orientation et de la position des placettes par rapport au pied de *Faidherbia albida*

Facteurs		Hauteur	Diamètre du houppier	Nombre de tiges
Source	ddl	p	p	p
Orientation (O)	3	0,037*	0,029*	0,40ns
Position (P)	1	0,00***	0,00***	0,00***
OxP	3	0,9ns	0,84ns	0,63ns

Tableau A2.2 : Résultats d'analyse de la variance sur les composantes du rendement par pied de *Jatropha curcas* en fonction de l'orientation et de la position des placettes par rapport à *F. albida*

Facteurs		Nombre des capsules	Poids des capsules	Nombre de graines	Poids des graines	Poids moyen d'une capsule	Poids des 100 graines	Poids des graines par capsule
Source	ddl	p	p	p	p	p	p	p
Orientation (O)	3	0,55ns	0,57ns	0,56ns	0,64ns	0,30ns	0,99ns	0,18ns
Position (P)	1	0,00***	0,00***	0,00***	0,00***	0,00***	0,00***	0,00***
OxP	3	0,28ns	0,25ns	0,22ns	0,35ns	0,9ns	0,91ns	0,89ns

Tableau A2.3 : Résultat d'analyse de la variance sur les paramètres de croissance par pied de *Jatropha curcas* en fonction de la fertilité du sol

Facteurs		Hauteur	Diamètre du houppier	Nombre de tiges
Source	ddl	p	p	p
Traitement	1	0,000***	0,000***	0,000***

Tableau A2.4: Résultat d'analyse de la variance sur les paramètres de croissance de *Jatropha curcas* en fonction de l'entretien

Facteurs		Hauteur	Diamètre du houppier	Nombre de tiges
Source	ddl	p	p	p
Traitement	1	0,000***	0,000***	0,000***