



UNIVERSITE DE LOME
FACULTE DES SCIENCES
B.P. 1515
LOME – TOGO



INSTITUT INTERNATIONAL
D'AGRICULTURE
TROPICALE

THESE

N° d'ordre : 543

Pour l'obtention du Grade de
DOCTEUR EN SCIENCE DE LAVIE
Spécialité : Biologie de Développement
Option : Entomologie Appliquée

Présentée
Par

Benjamin Dossa DATINON

INVENTAIRE ET ÉCOLOGIE DES PRINCIPAUX INSECTES RAVAGEURS DE *JATROPHA CURCAS* L. (EUPHORBIACEAE) EN MONOCULTURE OU EN ASSOCIATION AVEC DES CULTURES VIVRIÈRES AU BÉNIN

Soutenue publiquement le 02 Septembre 2014

Devant la commission d'Examen composée de :

Professeur GBEASSOR Messanvi , Université de Lomé :	Président
Professeur GLITHO I. Adolé , Université de Lomé :	Directrice
Docteur TAMÒ Manuele , Représentant Résident de l'IITA Cotonou :	Co-Directeur
Professeur SANON Antoine , Université de Ouagadougou :	Rapporteur
Professeur GUMEDZOE Y. Mawuena D. , Université de Lomé :	Rapporteur
Professeur KETOH Guillaume , Université de Lomé :	Examineur
Docteur AMEVOIN Komina , Maître de Conférences à l'Université de Lomé :	Examineur





DÉDICACE

A mon Dieu

Le Tout Puissant

Mon refuge et ma forteresse

Qui a permis la réalisation de cette thèse

Que la gloire te soit rendue au plus haut des cieux

Ps 37 ; 5 : «Recommande ton sort à l'Eternel, mets ta confiance en lui, et il agira»

REMERCIEMENTS

Ce travail n'aurait pas été possible sans la contribution de certaines personnes que je tiens à remercier très sincèrement :

L'Université de Lomé et particulièrement tout le personnel de la Direction des Affaires Académiques et de la Scolarité (DAAS) et la Faculté des Sciences (FSD);

A tous les membres du Jury dont leurs remarques et suggestions m'ont aidé à l'amélioration de la qualité du présent document ;

Pr Messanvi F. GBEASSOR, Professeur Titulaire des Universités du CAMES, à la Faculté des Sciences, à l'Université de Lomé pour l'honneur qu'il m'a fait en acceptant de présider le jury de ma thèse ;

Pr Isabelle A. GLITHO, Professeur Titulaire des Universités du CAMES, Doyen de la Faculté des Sciences de l'Université de Lomé, Directrice du Laboratoire d'Entomologie Appliquée de la Faculté des Sciences, qui, malgré ses occupations, a accepté de diriger cette thèse de Doctorat. Par ses multiples critiques et conseils, elle m'a permis d'améliorer la qualité de ce travail ;

Dr Manuele TAMÒ, Ecologiste des insectes, Chercheur à l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA-Bénin), Co-directeur de cette thèse. Il n'a ménagé aucun effort pour me soutenir par des conseils scientifiques et des assistances financières dans l'aboutissement heureux de cette étude ;

Dr Komina AMEVOIN, Maître de Conférences, Laboratoire d'entomologie appliquée et Chef du département de Zoologie et de Biologie Animale à la Faculté des Sciences de l'Université de Lomé. Ses conseils, son soutien m'ont permis d'améliorer la qualité scientifique du présent document.

Pr Antoine SANON, Professeur Titulaire des Universités du CAMES, à l'Université de Ouagadougou au Burkina Faso et au Laboratoire d'entomologie fondamentale et appliquée-UFR/SVT qui a bien voulu se charger de la pénible tâche de corriger le manuscrit.

Pr Y. Mawena D. GUMEDZOE, Professeur Titulaire des Universités du CAMES, à l'Université de Lomé au Togo qui a bien voulu améliorer la qualité du manuscrit à travers la correction et les suggestions malgré ses multiples occupations.

Pr Guillaume K. KETOH, Professeur titulaire à la Faculté des Sciences de l'Université de Lomé et Directeur du Centre des Œuvres Universitaires de Lomé pour ses conseils et son soutien scientifique ;

A tous les scientifiques qui m'ont aidé à l'amélioration de la qualité du document ;

Dr Georg GEORGEN, Entomologiste, Chercheur à l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA-Bénin), qui, malgré ses occupations, m'a beaucoup assisté pour l'identification des insectes;

Pr Pierre ATACHI, Professeur Titulaire des Universités du CAMES, Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi (UAC) du Bénin; vous qui malgré vos multiples occupations, avez accepté de m'initier, de me donner le goût de la recherche et de superviser mes multiples travaux techniques de laboratoire, permettez-moi de vous accorder une place spéciale dans ce remerciement. Votre expérience, vos conseils éclairés, votre rigueur au travail et votre sens du travail bien fait resteront à jamais gravés dans ma mémoire et porteront leurs fruits ;

Dr Oluponi AJAYI, Coordinateur des opérations de recherche à l'AfricaRice, qui a bien voulu se charger de la pénible tâche de traduire mes articles en anglais malgré vos multiples occupations. Veuillez recevoir le témoignage de notre profonde gratitude ;

Dr Abou TOGOLA, Entomologiste à l'AfricaRice, pour vos multiples contributions scientifiques dont vous m'aviez fait bénéficier pour cette étude malgré vos multiples occupations. Veuillez recevoir le témoignage de notre profonde gratitude ;

Dr Ousmane COULIBALY, Socio-Economiste, Chercheur à l'Institut International d'Agriculture Tropicale Station Bénin pour vos conseils pratiques. Nous vous témoignons notre profonde gratitude et nos sincères remerciements;

Dr Douro KPINDOU, Elie DANNON et Alexis ONZO, Entomologistes Chercheurs à l'IITA Bénin, votre disponibilité et votre rigueur scientifique, votre soutien technique m'ont permis de conduire à terme cette recherche. Nous vous témoignons notre profonde gratitude et nos sincères remerciements ;

A tous les Enseignants-Chercheurs du Laboratoire d'Entomologie Appliquée de l'Université de Lomé (LEA/FDS/UL), qui n'ont ménagé aucun effort en participant aux différents séminaires de suivi du déroulement des travaux de cette thèse. Leurs remarques, et leurs conseils ont été déterminants aussi bien pour l'orientation que pour la finalisation de ce travail ;

Au Ministère de l'Energie, de Recherches Pétrolières et Minières, de l'Eau et du Développement des Energies Renouvelables à travers le projet de développement de l'Accès à l'Energie Moderne d'avoir œuvré pour le développement et la faisabilité du biocarburant au Bénin ;

La présente thèse est le fruit des travaux réalisés dans les laboratoires de l'Institut International d'Agriculture Tropicale, Station du Bénin (IITA-Bénin) à Abomey-Calavi, les sites de production du pourghère (*Jatropha curcas* L.) des ONG GRSTER, GERES, Projet *Jatropha* IITA-CIRAPIP, ATP, JSF et chez les producteurs de *J. curcas* de Calavi, Covè, Djidja, Ounhi, Tori et Zagnanado ;

Nous tenons de remercier particulièrement ma famille DATINON tout au long de mon éducation et ma chère épouse Solange A. ADJIBA et mes enfants Shekina Briand, Ebenezer Prince Charbel, Glory Caleb Shena, d'être restés à mes côtés en toutes circonstances et pour l'amour, la compréhension qu'ils m'ont témoigné tout au long de la réalisation de ce travail ;

Mmes & Mr Fatimata BACHABI, Joëlle TOFFA, Maurille ELEGBEDE, Théodore NOUHOHEFLIN et Cyriaque AGBOTON doctorants à l'IITA-Bénin et à l'AfricaRice, tous vos conseils pratiques dont vous m'aviez fait bénéficier tout au long de ce travail malgré vos occupations, veuillez trouver ici le témoignage de notre profonde gratitude ;

A tout le personnel de la section niébé: **Mathias AZOKPOTA, Bernard HETTIN, Mamadou AHANCHEDE, Cyrille AKPONON, Basile DATO, Judith GLELE, Pascal AGOUNTCHEME, Johanès FAGBOHOUN, Karim ZANZANA, François ONIKPO, Alexandre FASSINO, Anatole HOUNTONGNINO, Kamarou-din GARBA, Kamarou-din ADEBIYI, Moustapha SABI SEIDOU et Laurent ADOM-ADOM** pour leur franche collaboration et leur sens d'amour au travail durant toute la période que nous avons passé ensemble pour la réussite de ce travail ;

A tous ceux qui m'ont apporté leur soutien de tout genre, je leur dis un grand merci.

SOMMAIRE

DÉDICACE	i
REMERCIEMENTS.....	ii
RÉSUMÉ.....	1
ABSTRACT	2
INTRODUCTION GÉNÉRALE	3
Hypothèses de la recherche.....	8
CHAPITRE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE	10
1. Généralités sur le pourghère, <i>Jatropha curcas</i> L.	8
1.1. Historique, origine et distribution du pourghère dans le monde	8
1.2. Description et écologie de <i>Jatropha curcas</i>	9
1.3. Production et importance agronomique.....	13
1.4. Itinéraire technique de la culture de <i>Jatropha curcas</i>	14
2. Contraintes majeures liées à la production de pourghère	16
2.1. Les adventices.....	16
2.2. Maladies de <i>Jatropha curcas</i>	17
2.3. Principaux insectes ravageurs du pourghère, dégâts et importance économique	17
3. Production et utilisation de l'huile de <i>Jatropha curcas</i>	18
3.1. Production et propriétés de l'huile de <i>Jatropha curcas</i>	18
3.2. Utilisation de l'huile du pourghère comme carburant ou à la fabrication du savon	20
3.3. Importance socioculturelle du pourghère.....	21
4.- Approche de lutte pour la protection du pourghère	21
4.1. Pratiques culturales ou agronomiques.....	21
4.2. Lutte biologique.....	21
5. Cultures associées à la culture de <i>Jatropha curcas</i>	22
5.1. Manioc <i>Manihot esculenta</i> Crantz.....	22
5.2. Niébé, <i>Vigna unguiculata</i> L. Walp.....	24
5.3. Maïs, <i>Zea mays</i> L.....	27
CHAPITRE II : MATÉRIEL ET MÉTHODES	31
1. Cadre de l'étude.....	32
1.1. Situation géographique du Bénin.....	32
1.2. Conditions climatiques du Bénin.....	32
1.3. Zones agro-écologiques du Bas-Bénin.....	33
1.4. Sites expérimentaux.....	33
2.- MATÉRIEL	34

2.1- Matériel végétal.....	34
2.2- Matériel technique.....	35
2.3- Matériel animal.....	36
3.- METHODES.....	36
3.1.- Enquête sur la collecte de données relatives aux contraintes de la culture du pourghère au Bénin.....	36
3.2. Diversité spécifique des ravageurs majeurs de <i>Jatropha curcas</i> L. (Euphorbiaceae) et de leurs ennemis naturels au Bénin.....	39
3.3- Etude des paramètres biologiques de <i>Denticera nr divisella</i> , ravageur de feuilles, fleurs et de fruits de <i>Jatropha curcas</i>	46
3.3.2.-Détermination du nombre et durée des différents stades de développement de <i>Denticera nr divisella</i>	48
3.5.- Collecte des données au niveau du champ expérimental sur les plants de <i>Jatropha curcas</i>	57
3.6.- Collecte des données au niveau des cultures vivrières associées au <i>Jatropha curcas</i>	58
3.7.-Analyses statistiques.....	58
CHAPITRE III : RÉSULTATS & DISCUSSION	59
I – PERCEPTION PAYSANNE DES CONTRAINTES LIÉES A LA CULTURE.....	60
DE <i>JATROPHA CURCAS</i> AU BÉNIN	60
1.-Caractéristiques socio-économiques des producteurs du pourghère	61
2.-Contraintes liées à la production de <i>Jatropha curcas</i> et leur incidence.....	62
3.-Connaissance du complexe des insectes ravageurs de <i>Jatropha curcas</i> par les producteurs	63
4.-DISCUSSION	65
II - DIVERSITE SPECIFIQUE DES RAVAGEURS MAJEURS DE <i>JATROPHA CURCAS</i> ET DE LEURS ENNEMIS NATURELS.....	68
1.-Diversité des ravageurs de <i>J. curcas</i> collectés sur les différents sites	69
1.1.- Etudes qualitatives.....	69
1.2.- Etude quantitative.....	73
1.2.1. Fréquences d'occurrence des espèces de ravageurs observées sur <i>Jatropha curcas</i> dans les sites prospectés.....	73
1.2.2. Abondance relative et densité des ravageurs observés sur <i>Jatropha curcas</i> dans les sites prospectés.....	73
2. - Dégâts occasionnés par les ravageurs sur le pourghère.....	78
2.1 – Caractérisation des attaques des principaux ravageurs.....	78
3.-Diversité des ennemis naturels des ravageurs majeurs du pourghère	83
4.-DISCUSSION	84

III - PARAMETRES BIOLOGIQUES	88
DE <i>DENTICERA</i> NR <i>DIVISELLA</i> RAVAGEUR	88
DE FEUILLES, FLEURS ET FRUITS.....	88
DE <i>JATROPHA CURCAS</i> L.....	88
1.-Développement de <i>D. nr divisella</i> au laboratoire.....	89
2. Paramètres biologiques de <i>D. nr divisella</i>	93
3. Discussion	94
Conclusion.....	96
IV - EFFETS DES ASSOCIATIONS CULTURALES SUR LES INSECTES RAVAGEURS DE	
<i>JATROPHA CURCAS</i>	97
Introduction	98
1.1. Densité de population des insectes ravageurs sur <i>Jatropha</i> en culture pure	98
1.2. Densité de population des insectes ravageurs sur <i>Jatropha</i> associé au manioc	99
1.3. Densité de population des insectes ravageurs sur <i>Jatropha</i> associé au maïs.....	99
2.- Fluctuations des effectifs de <i>A. africana</i> et de <i>D. nr divisella</i> , ravageurs majeurs de <i>J. curcas</i> dans les différentes associations culturelles.....	103
3. Densités de populations des ravageurs observés sur cultures vivrières associées au <i>Jatropha</i>	106
4.- Effets d'associations culturelles sur le développement des plants de <i>Jatropha curcas</i>	109
5. Effet des associations culturelles sur les rendements moyens en grains de <i>Jatropha</i>	110
6.- Rendements du manioc, maïs ou niébé associés au <i>Jatropha curcas</i>	111
7.-Discussion.....	111
Conclusion.....	113
CHAPITRE IV : DISCUSSION GÉNÉRALE	115
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	122
ANNEXES.....	141
ANNEXE I : Liste des publications	142
ANNEXE II: Outils utilisés lors de la collecte des données	143

LISTE DES ABREVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES

ACM :	African Cassava Mosaic
ALTERRE :	Agrocarburants locaux, territoires Ruraux et Energie
ANOVA:	Analyse of Variance
Cl :	Centilitre
Cm:	Centimètre
°C:	Degré Celsius
CE:	Commission Européenne
CBSV:	Cassava Brown Streak Virus
CBRST :	Centre Béninois de la Recherche Scientifique et Technique du Bénin
C.E.C.V. :	Centre Expérimental des Carburants Végétaux
CARDER :	Centres Régionaux pour le développement rural
CIMMYT:	Centro Internacional para Mejoramiento de Maiz Y Trigo
CIRAD:	Centre de Coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement
CIRAPIP:	Centre d'Information de Recherche et d'Action pour la Promotion des Initiatives Paysannes
CREMPT :	Centre de Recherche d'Expérimentation en Médecine et Pharmacopée Traditionnelles
et al.:	et alteri
FAO :	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FIDA:	Fond International de Développement Agricole
FIT :	Front Intertropical
g :	gramme
GCG :	Grand capucin des grains
GERES:	Groupe Energie Renouvelables, Environnement et Solidarité
GIC :	Gestion intégrée des cultures
GPS:	Global Positioning System
ha :	hectare
HR:	Humidité relative
HVB :	Huile végétale brute
IITA:	International Institute of Tropical Agriculture
INRAB:	Institut National des Recherches Agricoles du Bénin
IPM :	Integrated Pest Management
JAS:	Jours après semis
Kg:	kilogramme
L :	Litre
nr :	near
M :	Mètre
ml:	millilitre
mg :	Miligramme
mm :	Millimètre
MMEE :	Ministère des Mines de l'Energie et de l'Eau
MSV :	Virus de la Striure de maïs
ONG :	Organisation Non Gouvernementale
pH:	Potentiel Hydrogène
SETUP :	Services Energétiques et Techniques à Usages Productifs
UAC:	Université d'Abomey-Calavi, République du BENIN
UBV:	Ultra Bas Volume
UL:	Université de Lomé TOGO
%:	pourcentage

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Répartition et dispersion de <i>Jatropha curcas</i> dans le monde.....	8
Figure 2 : Fleurs femelle (A), fleur femelle ouverte (B), fleur mâle ouverte (C) et fleur mâle ouvert de <i>Jatropha curcas</i> (D).....	11
Figure 3: Coupe transversale d'un fruit	11
Figure 4: Composition en huile des graines de <i>Jatropha curcas</i>	12
Figure 5 : Production de l'huile et sous produits de <i>Jatropha curcas</i>	19
Figure 6: Les sites expérimentaux des essais conduits sur <i>Jatropha curcas</i>	34
Figure 7: Courbes ombrothermiques de 2011 à 2013 (3ans).	40
Figure 8: Schéma du dispositif expérimental de l'essai sur <i>Jatropha curcas</i> et cultures associées	52
Figure 9: Plan de piquetage de <i>Jatropha curcas</i> sur les parcelles de la gestion intégrée des cultures (GIC).....	56
Figure 10: Pourcentage des producteurs de <i>Jatropha curcas</i> reconnaissant les ravageurs et les maladies dans leurs champs sur les 3 sites.....	64
Figure 11: Différents stades de développement de <i>D. nr divisella</i>	91
Figure 12: Corrélation entre la longueur céphalique et la longueur totale du corps des différents stades larvaires.	92
Figure 13: Evolution de la ponte journalière et le taux moyen de survie des femelles.....	94
Figure 14: Impacts de l'association de <i>Jatropha curcas</i> avec le manioc, maïs ou niébé sur les différents ravageurs	103
Figure 15: Phases phénologiques de la plante de <i>Jatropha curcas</i>	104
Figure 16 : Fluctuations des populations d' <i>Aulacophora africana</i> sur <i>Jatropha</i> pure (J), <i>Jatropha</i> associé au manioc (JMc), <i>Jatropha</i> associé au maïs (JMs) et <i>Jatropha</i> associé au niébé (JN).....	105
Figure 17: Fluctuations de populations de <i>Denticera nr divisella</i> sur <i>Jatropha</i> pure (J), <i>Jatropha</i> associé au manioc (JMc), <i>Jatropha</i> associé au maïs (JMs) et <i>Jatropha</i> associé au niébé (JN)	106
Figure 18: Impact de l'association du manioc avec <i>J. curcas</i> sur l'infestation du ravageur	107
Figure 19: Impact de l'association du maïs avec <i>Jatropha</i> sur les infestations des différents ravageurs ..	108
Figure 20: Impact de l'association du niébé avec <i>Jatropha</i> sur les infestations des différents ravageurs .	109
Figure 21: Rendements moyens en grains de <i>Jatropha curcas</i> dans les types de cultures	110

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Propriété physico-chimiques d'une huile de pourghère d'origine indienne.....	20
Tableau 2: les traitements efficaces contre les foreurs de tiges au Bénin.....	30
Tableau 3: Répartition des producteurs enquêtés du pourghère par commune	38
Tableau 4: Caractéristiques géophysiques des sites prospectés	39
Tableau 5: Dates de semis et de récoltes de <i>Jatropha curcas</i> et des cultures associées.....	57
Tableau 6: Niveau d'instruction des producteurs du pourghère enquêtés de Covè, Djidja et Zagnanado .	61
Tableau 7: Principales activités des producteurs de pourghère des 3 zones d'enquêtes	62
Tableau 8: Incidences des contraintes exprimées par les producteurs enquêtés	63
Tableau 9: Diversité des insectes ravageurs du pourghère en relation avec les stades phénologiques de la plante, les organes attaqués, les types de dégâts occasionnés et les incidences.	70
Tableau 10: Fréquence d'occurrence (F), abondance relative (A) et densité (D) des ravageurs sur les haies des sites étudiés	75
Tableau 11: Fréquence d'occurrence (F), abondance relative (A) et densité (D) des ravageurs sur les parcelles des sites étudiés.....	76
Tableau 12: Ravageurs majeurs de <i>Jatropha curcas</i> et leurs dégâts	79
Tableau 13: Taux d'infestations des organes de <i>J. curcas</i> par <i>D. nr divisella</i>	81
Tableau 14: nombre moyen de larves par plant.....	81
Tableau 15: Parasitoïdes observés dans les champs de <i>Jatropha curcas</i>	83
Tableau 16: Taux de parasitisme des parasitoïdes inféodés aux larves de <i>Denticera nr divisella</i> et de <i>Stomphastis thraustica</i> collectées sur les haies et les parcelles installées.	84
Tableau 17: Durée des différents stades du développement de <i>Denticera nr divisella</i>	89
Tableau 18: Durée moyenne des différents stades larvaires de <i>Denticera nr divisella</i>	90
Tableau 19: Longueurs moyennes céphaliques et du corps avec le poids moyens des différents stades larvaires de <i>Denticera nr divisella</i>	91
Tableau 20: Paramètres liés à la vie de <i>D. nr divisella</i>	93
Tableau 21: Valeurs moyennes des paramètres démographiques de <i>D. nr divisella</i>	94
Tableau 22: Influence des associations culturales sur la croissance des plants de <i>J. curcas</i> au 5e mois après le semis de <i>J. curcas</i>	109

LISTE DES PHOTOS

Photo 1: Plant de <i>J. curcas</i>	10
Photo 2: Inflorescences de <i>Jatropha curcas</i>	10
Photo 3: Portion de plant de <i>Jatropha curcas</i> (x1, 3)	11
Photo 4: Fruits matures et fruits secs	12
Photo 5: Graines de <i>Jatropha curcas</i> Source: Fernando (2006)	12
Photo 6: Focus groupes tenus lors des enquêtes sur les contraintes de production des graines de pourghère.	38
Photo 7: Dispositif de capture des insectes	42
Photo 8: Observation des plants de <i>Jatropha</i>	42
Photo 9: Boîtes d'incubation des larves	42
Photo 10: Boîte d'élevage de <i>D. nr divisella</i>	47
Photo 11: Dispositif d'accouplement et d'oviposition de <i>D. nr divisella</i>	47
Photo 12: Cage d'oviposition en bois	47
Photo 13: Chrysalide au milieu des pointillés circulaires rouges	47
Photo 14: Dispositif expérimental pour l'étude de la biologie de <i>Denticera nr divisella</i>	48
Photo 15: <i>Jatropha</i> en monoculture ou culture pure (T0)	53
Photo 16: <i>Jatropha</i> associé au manioc (T1)	54
Photo 17: <i>Jatropha</i> associé au maïs (T2)	54
Photo 18: <i>Jatropha</i> associé au niébé (T3)	55
Photo 19: Observations des attaques des ravageurs sur les plants de <i>Jatropha curcas</i>	58
Photo 20: Dégâts de <i>D. nr divisella</i> sur les plants et les organes de <i>Jatropha curcas</i>	82
Photo 21: Femelle de <i>Syzeuctus nr hessei</i> , parasitoïde des larves de <i>Denticera nr divisella</i>	84

RÉSUMÉ

L'épuisement des ressources pétrolières a amené les pays à développer des énergies renouvelables dont les biocarburants. *Jatropha curcas* L. est l'une des plantes oléagineuses tropicales privilégiée à cette fin car son huile est assimilable au gasoil. Malheureusement, sa production en graines est confrontée à des contraintes biotiques qui en affaiblissent le rendement. En effet, notre étude sur l'évaluation des contraintes parasitaires de *J. curcas* a révélé que sa culture est sensible aux attaques de nombreux ravageurs. L'inventaire de ces ravageurs s'avère donc nécessaire pour leur gestion intégrée. Après avoir évalué la perception des paysans sur les contraintes liées à la culture de *J. curcas* nous avons identifié trente-deux espèces de ravageurs et 14 ennemis naturels (dont 6 parasitoïdes et 8 prédateurs ont été recensés). Les principaux insectes ravageurs observés sont *Stomphastis thraustica* Meyrick (Lepidoptera : Gracillariidae), *Aulacophora africana* L (Coleoptera : Chrysomelidae), *Altica* sp (Coleoptera : Apionidae), *Lagria villosa* Fabricius (Coleoptera : Lagriidae), *Paracoccus marginatus* (Hemiptera : Pseudococcidae), *Denticera nr divisella* Duponchel (Lepidoptera : Pyralidae), *Calidea dregei* Germar (Heteroptera : Scutelleridae). Les principaux ennemis naturels sont, les parasitoïdes *Syzeuctus nr hessei* Benoit (Hymenoptera : Ichneumonidae), *Tachinid* sp. (Diptera : Tachinidae), *Notanisomorphella* sp. (Hymenoptera : Braconidae), *Cardiochiles rufithorax* Enderlin (Hymenoptera : Ichneumonidae) *Exochus erythrinus* Holmgren (Hymenoptera : Ichneumonidae), *Pristomerus* sp. (Hymenoptera : Ichneumonidae) et les prédateurs *Sphodromantis* sp. (Dyctioptera : Mantidae), *Stegodyphus* sp. (Acarina : Arachnidae), *Cheilomenes sulphurea* Olivier (Coléoptera : Coccinellidae), *Exochomus troberti* Mulsant (Coléoptera : Coccinellidae), *Diaperasticus erythrocephalus* Olivier (Dermaptera : Forficulidae), *Rhynocoris albopilosus* Signoret (Hemiptera : Reduviidae), *Oecophylla* sp. et *Camponotus sericeus* Fabricius (Hymenoptera : Formicidae). Le développement de la filière *J. curcas* doit passer par une meilleure connaissance des dégâts imputables aux insectes et une évaluation de l'impact des ennemis naturels. Notre étude montre que *D. nr divisella* constitue la plus grande menace à la production des graines de *J. curcas*. En effet, l'évaluation des dégâts de ce principal ravageur a montré qu'environ 63% des plants, 70% des feuilles des apex, 57% des fleurs et 43 des fruits sont détruits par *D. nr divisella*. Heureusement les parasitoïdes identifiés sont en majorité inféodés au *D. nr divisella*. Le parasitoïde larvaire, *Syzeuctus nr hessei* Benoit (Hymenoptera : Ichneumonidae) peut parasiter plus de 63% des larves de *D. nr divisella*. L'étude des paramètres biologiques de *D. nr divisella* a montré que son développement post embryonnaire passe par cinq stades larvaires, un stade nymphal et un stade adulte. La durée du cycle de développement de *D. nr divisella* (de l'œuf à l'adulte) est de 43 jours. Chaque femelle pond en moyenne environ 35 œufs et le sex-ratio est de 55. Le taux d'accroissement intrinsèque naturel (r_m) est de $0,1 \pm 0,01$ par jour et le taux net de reproduction (R_0) est égal à $34,01 \pm 7,24$ adultes par femelle. Le temps de génération (T_g) est de $34,0 \pm 1,97$ jours et le temps de duplication (T_d) est de $7,02 \pm 1,02$ jours. Le taux d'accroissement fini (λ) est de $1,10 \pm 0,01$ par jour. Nous avons par ailleurs évalué l'impact de la culture de *J. curcas* sur les cultures vivrières associées. Il ressort de cette étude que le maïs et le manioc attirent les ravageurs majeurs de *J. curcas* et les rendements obtenus sont son fonction de la culture associée.

Mots clés: *Jatropha curcas*, ravageurs, *Denticera nr divisella*, association *Jatropha*

ABSTRACT

The depletion of energy mineral resources have led many countries has developed renewable energy biofuels. *Jatropha curcas* L., a species adapted to tropical agro-ecological conditions. The seed production is subject to certain biotic constraints. Then it is necessary to inventory and study the ecology of these pests. Thirty-two pests and 14 natural enemies were identified. The major insect pests are *Stomphastis thraustica* Meyrick (Lepidoptera: Gracillariidae) *Aulocophora africana* (Weise) (Coleoptera: Chrysomelidae), *Altica* sp. (Coleoptera: Apionidae) *Lagria villosa* Fabricius (Coleoptera: Lagriidae), *Paracoccus marginatus* (Hemiptera: Pseudococcidae), *Denticera nr divisella* (Duponchel) (Lepidoptera: Pyralidae) and *Calidea dregei* Germar (Heteroptera: Scutellaridae), *Macrotermes bellicosus* Smeathmann (Isoptera: Termitidae). The damage of *D. nr divisella* is a threat to the production of seeds. Evaluation showed that $62.5 \pm 12.1\%$ of plants; $56.5 \pm 5.7\%$ of flowers, $42.5 \pm 3.5\%$ of fruits and $70 \pm 5.8\%$ of the apex are destroyed by *D. divisella*. Many parasitoids are identified to *D. nr divisella*. But *Syzeutus nr hessei* Benoit (Hymenoptera: Ichneumonidae) is the most effective parasitoid with a higher rate of parasitism 63%. So it is necessary to study the biological parameters of *D. nr divisella*. The results obtained from this study showed that the development cycle of *D. nr divisella* goes through four stages, namely: the egg stage, the larval stage, the pupal stage and the adult or imaginal stage. The caterpillar has five instars. The development cycle of *D. nr divisella* from egg to adult was 43.0 ± 3.25 days. Each female lays an average of 35.12 ± 3.52 eggs per day with 55% of sex ratio. Natural intrinsic rate of increase (r_m) was 0.1 ± 0.01 per day and net reproductive rate (R_o) is equal to 34.01 ± 7.24 adults per female. The generation time (T_g) was 34.0 ± 1.97 days and the doubling time (T_d) is 7.02 ± 1.02 days. The finite rate of increase (λ) is 1.10 ± 0.01 per day. Then the farmer producers are worried about the effects that could result intercropping point of view parasitic constraints because they doubt if pests of *J. curcas* will not attack their crops or *J. curcas* is a perennial crop is not a nest for pests. So it is necessary to study the effect of intercropping on the population dynamics of major pests of *J. curcas* and associated crops. So maize and cassava crops associated with *Jatropha* attract the major pests on *Jatropha*. The infestations of major pests and yields were depended of the crops associated to *J. curcas*.

Keywords: *Jatropha curcas*, pests, *Denticera nr divisella*, *Jatropha* intercropping

INTRODUCTION GÉNÉRALE

De nombreux pays se sont aujourd'hui lancés dans la culture du pourghère, *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) que certains dénomment «l'or vert» du désert pour la production du biodiesel afin de diminuer leurs dépendances vis-à-vis des énergies fossiles. Les perspectives offertes par les biocarburants permettront d'atténuer les effets des changements climatiques planétaires. Elles permettront d'améliorer la sécurité énergétique des agriculteurs dans le monde (FAO, 2008). En effet, les biocarburants ont enregistré une croissance rapide tant en volume absolu de production qu'en proportion de la demande mondiale d'énergie. Cette croissance devrait se poursuivre jusqu'en 2030 selon les projections faites par la FAO en 2008. Les pays africains ne sont pas restés en marge du développement des biocarburants considérés comme la solution au problème de la cherté des carburants. Au nombre des plantes utilisées, *J. curcas* occupe une place de choix dans les pays tropicaux pour la production de biodiesel. Ses graines contiennent 27 à 40% d'huile constituant un excellent biocarburant, une huile lampante et une matière première pour la production de savon et de produits cosmétiques (Heller, 1996 ; Kumar et Sharma, 2008). Son tourteau est un fertilisant et pourrait être aussi utilisé pour la production de biogaz (Staubmann *et al.*, 1997). Selon Rijssenbeek *et al.* (2007), les plantes de *J. curcas* jouent un rôle important dans l'amélioration de l'infiltration des eaux de pluie. Elles luttent contre l'érosion éolienne à travers la réduction de la vitesse des eaux et la fixation du sol par les racines. Elles permettent aussi la réhabilitation des terres dégradées. La culture de *J. curcas* est répandue dans toutes les régions tropicales et intertropicales (Heller, 1996 ; Makkar *et al.* 1997; Rijssenbeek *et al.* 2007). Actuellement, l'utilisation de l'huile de pourghère comme biodiesel attire l'attention des gouvernants et plusieurs initiatives sont en train d'être prises pour promouvoir le développement de cette plante (Favre, 2007). Depuis quelques années, on a noté un intérêt croissant des autorités béninoises en la matière. En outre, certaines Organisations Non Gouvernementales (ONG) se sont investies dans le développement des biocarburants et en particulier le développement de la filière du pourghère (Gandonou, 2007). Ainsi, les biocarburants constituent une approche de solution aux problèmes de l'épuisement de l'énergie fossile. Cependant, le développement durable de la filière de *J. curcas* doit passer nécessairement par une connaissance approfondie des caractéristiques agronomiques, phytopathologiques et entomologiques de la plante. En effet, la production de *J. curcas* est plus de 900 000 hectares dans le monde (Brittaine et Litaladio, 2010) avec 12% (120 000 ha) en Afrique (Madagascar, en Zambie, au Mozambique et en Tanzanie, au Mali ...) et environ 0,6% (565 ha) au Bénin dont le rendement réel obtenu est moins de 0,8 t/ha alors que le rendement escompté varie de 1,2 à 3 t/ha en milieu paysan suivant les sols et les conditions

climatiques (El-Badawi *et al.*, 1995 ; Legendre, 2008). Alors ce faible taux pourrait attribuer aux ravageurs et aussi aux plantes associables aux plants de *J. curcas* qui pourraient héberger les ravageurs. Aussi, la culture de *J. curcas* devait être en association avec les cultures vivrières pour raison de sécurité alimentaire. Alors la culture de *J. curcas* a-t-elle des contraintes parasitaires?, quelles sont les espèces d'insectes ravageurs majeurs associées à la culture de *J. curcas*? et les associations de *J. curcas* et de cultures vivrières influencent-elles le rendement de *J. curcas*? Ainsi donc, nous devons inventorier ces ravageurs majeurs qui pourraient affecter significativement le rendement en graines, la matière première pour la production de l'huile de qualité substitué au gasoil dans les moteurs diesels et utilisé pour la fabrication du savon et des produits cosmétiques.

Objectif général

L'objectif principal de ce travail est d'identifier les contraintes qui influencent le rendement de la culture de *J. curcas*. Ce qui nous permettra de faire l'inventaire exhaustif des insectes ravageurs majeurs et de déterminer les effets des associations culturales de *J. curcas* avec les principales cultures vivrières pour une gestion écologiquement durable des ravageurs majeurs associés aux cultures. Plus spécifiquement, il s'agira :

- d'évaluer la perception des producteurs sur les contraintes liées à la culture des de *J. curcas* ;
- d'inventorier les principaux ravageurs de *J. curcas* et leurs ennemis naturels;
- de déterminer les paramètres biologiques du principal ravageur afin de développer une méthode durable contre ce ravageur;
- de déterminer les effets des associations culturales sur les ravageurs majeurs de *J. curcas*.

Ainsi, les hypothèses suivantes ont été formulées.

Hypothèses de la recherche

- La culture de *J. curcas* est assujettie aux contraintes parasitaires;
- La culture de *J. curcas* présente une gamme diversifiée d'insectes ravageurs majeurs et de leurs ennemis naturels;
- La connaissance de la bio-écologie du ravageur majeur permet de mieux orienter les méthodes de lutte durable contre ce dernier;
- La culture de *J. curcas* en association avec certaines cultures vivrières est envisageable.

Les différentes thématiques de cette étude s'articulent autour du plan ci-après :

- Chapitre I : Revue de littérature qui permettra de faire le point de la recherche sur *J. curcas* et des cultures associées à travers une approche de recherche bibliographique.
- Chapitre II : matériel et méthodes est la seconde partie portant sur le matériel et les méthodes adoptées pour conduire les travaux de recherches au laboratoire et sur le terrain.
- Chapitre III : Résultats & discussion qui présente les résultats saillants obtenus au cours de chaque étude effectuée suivi des discussions. Cela porte sur les thèmes suivant :
 - I. Perception paysanne des contraintes liées à la culture de *Jatropha curcas* au Bénin;
 - II. Diversité spécifique des ravageurs majeurs de *J. curcas* et de leurs ennemis naturels ;
 - III. Paramètres biologiques de *Denticera nr divisella* Duponchel (Lepidoptera : Pyralidae) ravageur de feuilles, fleurs et fruits de *Jatropha curcas* ;
 - IV. Effets des associations culturales sur les insectes ravageurs de *Jatropha curcas*
- Chapitre IV : Discussion générale montra la pertinence de la recherche et déboucha sur une conclusion générale et les perspectives de l'étude.

CHAPITRE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

1. Généralités sur le pourghère, *Jatropha curcas* L.

1.1. Historique, origine et distribution du pourghère dans le monde

Le pourghère, *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) ou pignon d'Inde, est une espèce végétale à usage multiple utilisée par les populations rurales pour la haie vive et dans le bornage des habitations. L'espèce a connu ces dernières années un regain d'intérêt surtout à cause de son utilisation comme biocarburant. Le genre *Jatropha*, décrit pour la première fois par Linné en 1753, comporte 170 espèces connues (Webster et Deghan, 1979). Selon ces auteurs, le nom provient du grec « iatros » qui signifie le médecin, et « etrophe » ou « trophos » qui signifie la nourriture. Donc, *Jatropha* signifierait étymologiquement « plante utilisée pour ses propriétés médicinale et nutritionnelle ». La plante est connue sous le nom de "Nikpotin" en langue locale Fon, "M'barbayé" en langue Anii et "Boukatounou" en langue Dendi au Bénin. Sa probable origine est située dans la partie nord de l'Amérique du Sud, au nord du Brésil (Van der Vossen et Mkamilo, 2007). La présence de *J. curcas* en Afrique s'explique par son transport depuis les caraïbes vers l'Afrique de l'Ouest par les navires Portugais principalement, puis sur toutes les côtes de l'Afrique et de l'Asie du Sud où l'on retrouve aujourd'hui cette espèce (Heller, 1996). Les premières traces de *J. curcas* au Cap Vert remontent à l'an 1800 (Heller, 1996). Elle est rencontrée dans les terroirs des savanes soudaniennes et des zones guinéennes et s'étend du Sénégal au Cameroun (Jones et Miller, 1992). On la trouve actuellement dans toutes les régions tropicales et intertropicales ainsi que sur les îles tropicales. Son aire de distribution naturelle dans le monde (figure 1) se situe principalement dans les zones arides et semi-arides (Jones et Miller, 1992 ; Heller, 1996 ; Makkar *et al.* 1997; Rijssenbeek *et al.* 2007).

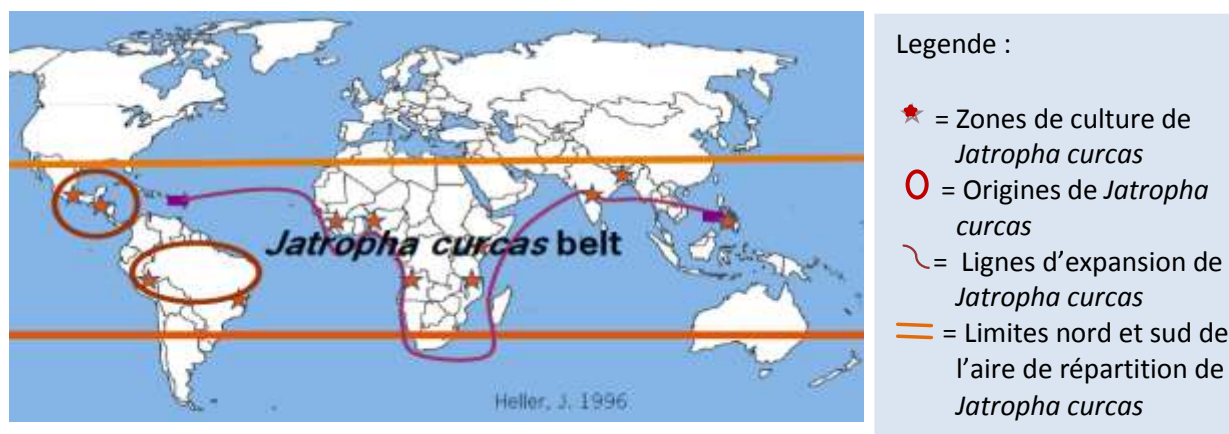


Figure 1: Répartition et dispersion de *Jatropha curcas* dans le monde

Source : Heller, 1996

1.2. Description et écologie de *Jatropha curcas*

1.2.1 – Position systématique

J. curcas est une plante appartenant à l'embranchement des Cormophytes, au sous-embranchement des Phanérogames, à la classe des Dicotylédones, à la sous-classe des Rosidae, à l'ordre des Euphorbiales, à la famille des Euphorbiaceae, au genre *Jatropha* et à l'espèce *curcas*. (Rijssenbeek *et al.*, 2007).

1.2.2 – Appareil végétatif

La plante est un arbuste pouvant mesurer de 1,5 à 5 mètres de haut, bien que certains auteurs mentionnent des variétés pouvant atteindre 8 mètres (photo1). Le tronc, d'un diamètre atteignant 35 cm, est généralement assez court en raison de la taille qui est généralement pratiquée, mais peut atteindre 3 mètres. La plante bourgeonne préférentiellement à l'extrémité des rameaux, mais de nouvelles ramifications peuvent apparaître à la base du tronc après la taille (Münch, 1986). L'écorce est lisse, de couleur grise à brun rougeâtre tandis que les parties non-lignifiées sont vertes à rouge violacé. L'incision des parties lignifiées entraîne l'écoulement d'un latex rouge, rose dans les parties non-lignifiées et même blanchâtre à l'extrémité des rameaux. Ce suc est plus abondant dans les jeunes plantes que dans les parties lignifiées. Les feuilles, rouges à leur apparition, deviennent rapidement vertes en atteignant de 6 à 20 cm de large. De forme arrondie à ovale, elles présentent 3 à 7 lobes. Le pétiole est aussi long que le limbe, souvent rougeâtre à sa base. Les feuilles sont alternes. A la germination, cinq racines principales sont formées. Les plantules développent généralement un bon système racinaire composé d'une racine pivotante et quatre racines latérales. Les racines adventives, issues du cambium, sont de longueurs très variables, sans qu'aucune n'atteigne la taille du pivot des plantes issues de semis (Aponte, 1978).



Photo 1: Plant de *J. curcas*

Source : FAO (2008)

1.2.3 – Appareil reproducteur

Les inflorescences de *J. curcas* apparaissent groupées en une cyme située généralement à l'extrémité des rameaux (photo 2). La plante est monoïque et les fleurs unisexuées, mais il arrive parfois qu'on observe des fleurs hermaphrodites (Dehgan et Webster, 1979). Les fleurs mâles et femelles présentent 5 sépales et 5 pétales alternes de couleur verte (figure 2). Les fleurs mâles s'ouvrent pendant 8-10 jours, alors que les fleurs femelles s'ouvrent seulement pour 2-4 jours (Prakash *et al.*, 2007). Le pourghère a une pollinisation exclusivement entomophile. Les rares fleurs hermaphrodites s'autofécondent et donnent naissance à des graines viables (Dehgan et Webster, 1979).



Photo 2: Inflorescences de *Jatropha curcas*

Source : Fernando (2006)

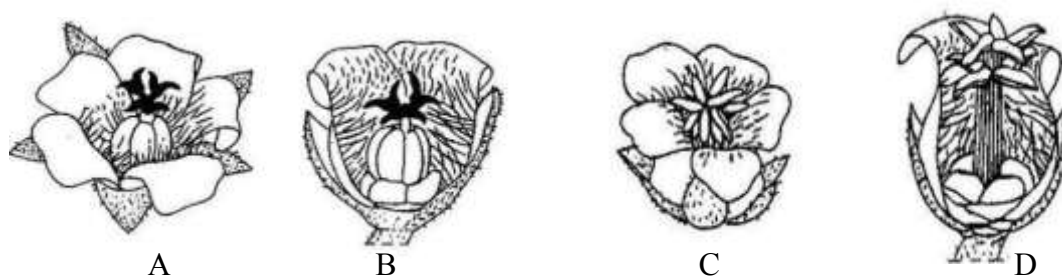


Figure 2 : Fleurs femelle (A), fleur femelle ouverte (B), fleur mâle ouverte (C) et fleur mâle ouvert de *Jatropha curcas* (D)

Source : Silke (2010)

Chaque branche du plant de *J. curcas* porte des fruits en forme ellipsoïdale de 4 cm de long et 3 cm d'épaisseur (photo 3), à capsule à trois loges séparées (les carpelles) contenant chacune une graine (Figure 3). D'une coloration verte à la formation, le fruit jaunit puis vire au brun à mesure qu'il vieillit (photo 3 et 4). Chaque fruit contient deux ou trois graines noires, d'environ 2 cm x 1 cm. Ces dernières sont enveloppées d'un tégument extérieur très dur, souvent appelé coque. Sous ce tégument, une pellicule blanche (tégument intérieur) recouvre l'amande. En coupe transversale, le fruit est presque triangulaire, les angles étant formés par les nervures centrales des trois carpelles (figure 3). Les graines sont généralement de couleur brun noire (photo 5). L'albumen de la graine contient une forte proportion d'acides gras pouvant donner une huile contenant des toxines. La graine contient 25 à 30% d'huile et 70 à 75% de tourteau (figure 4) (Jongschaap *et al.*, 2002).



Photo 3: Portion de plant de *Jatropha curcas* (x1, 3)

Source : FAO (2008)

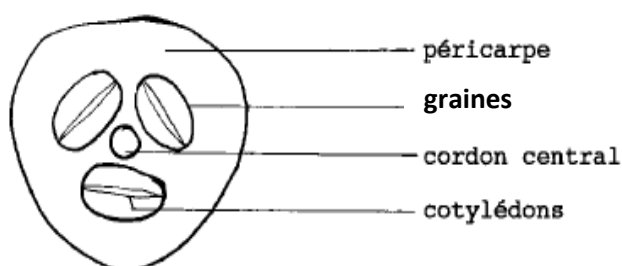


Figure 3: Coupe transversale d'un fruit

Source : Münch et Kiefer (1986)



Photo 4: Fruits matures et fruits secs

Source: Houmba (2009)



Photo 5: Graines de *Jatropha curcas* Source:

Fernando (2006)



Figure 4: Composition en huile des graines de *Jatropha curcas*

Source : Abreu (2008)

1.2.4 - Ecologie

➤ Le pourghère est présent dans les zones à climats tropicaux semi-arides et subtropicaux chauds où les températures diurnes moyennes sont de 20–30°C et la pluviométrie annuelle de 300–600 mm. L'arbre tolère une température moyenne annuelle de

11 à 28°C. Il ne supporte pas le gel, mais résiste à des sécheresses pouvant durer jusqu'à 7 mois (Ullenberg, 2007).

➤ L'implantation du pourghère doit se faire dans une période où la pluviométrie est suffisamment importante, de préférence au début de la saison des pluies pour que les jeunes plantes profitent pleinement de cette période. La terre choisie ne doit pas montrer d'hydromorphie et jouir d'une bonne exposition. En effet, *J. curcas* s'accommode aux régimes pluviométriques variés. Des études montrent que cette plante donne une production faible avec un régime pluviométrique minimal de 500 à 600 mm/an, et elle devient optimale avec un niveau de précipitations de 1 200 à 1 500 mm (Euler et Gorris, 2004). Les besoins minima d'eau pour sa survie sont de 300 mm/an.

➤ D'après Larochas (1948), l'arbre peut traverser de longues périodes de sécheresse sans périlcliter : il perd simplement une partie de ses feuilles. Elle ne supporte pas les terres argileuses car les sols trop compacts limitent la croissance racinaire. La plante aime les sols pauvres et bien drainés. Elle préfère les sols profonds, de texture sableuse, à structure grumeleuse où son système racinaire peut se développer de manière optimale. Elle est également capable de croître entre les rochers sous lesquels il y a un peu de terre, et on peut la cultiver sur des sols secs et caillouteux (Godin et Spensley, 1971). Dans des sols très acides, la plante peut avoir besoin d'un apport en calcium et en magnésium (Biswas, 2006). Le pH du sol ne doit pas être supérieur à 7 (Jongschaap *et al.*, 2002). Le taux de germination moyen après 6 mois de conservation est d'environ 60% et la germination a lieu le plus souvent en moins de dix jours. Cependant, une dormance a été constatée avec les graines récemment récoltées de certains écotypes (Vignon, 2008). Cependant, une production sur le plan économique exige des sols bien drainés de qualité acceptable au plan physique et chimique, et au moins 750 mm de précipitations annuelles, ou bien une irrigation supplémentaire (Jongschaap *et al.*, 2002 ; Henning, 2007).

1.3. Production et importance agronomique

➤ En 2008, les plantations de *J. curcas* s'étendaient sur 900 000 hectares dans le monde (Brittaine et Litaladio, 2010). Plus de 85% de ces superficies (760 000 ha) se situaient en Asie, principalement en Birmanie, en Inde, en Chine et en Indonésie contre 12% (120 000 ha) en Afrique, principalement à Madagascar, en Zambie, au Mozambique et en Tanzanie. L'Amérique latine en possède 20 000 ha situés principalement au Brésil (Brittaine et

Lutaladio, 2010). La superficie mondiale devrait atteindre 12,8 millions d'hectares en 2015. Ainsi, les plus gros pays producteurs seront désormais l'Indonésie en Asie avec une superficie de 5,2 millions ha ; le Brésil en Amérique latine avec une superficie de 1,3 millions ha ; Ghana et Madagascar en Afrique avec 1,1 millions ha (Gexsi, 2008). En Afrique de l'ouest, le Sénégal s'est fixé comme objectif une superficie de 320 000 ha de *J. curcas* en 2012, le Ghana entreprend d'atteindre 1 million ha à moyen terme (Brittaine et Lutaladio, 2010).

1.4. Itinéraire technique de la culture de *Jatropha curcas*

✓ Densité de plantation

Le semis est donc conseillé avec deux à trois graines par poquet, nécessitant un démariage et repiquage ou resemis éventuel. Il faut noter que la taille des graines influence positivement la taille du plant, la profondeur racinaire, le diamètre du tronc, le nombre de feuilles et la biomasse aérienne à 90 jours (Mattana *et al.*, 2005). Le bouturage de *J. curcas* ne pose pas de problème majeur. Des boutures de 45 à 60 cm sont recommandées, plantées à une quinzaine de centimètres de profondeur (Mattana *et al.*, 2005). Du fait de sa grande capacité d'adaptation en situation de sécheresse, la plante joue un rôle important dans la lutte contre l'érosion. Les plants de pourghère améliorent également l'infiltration des eaux de pluie lorsqu'ils sont disposés en lignes formant des digues (Gadir *et al.*, 2003). En outre, les haies de *J. curcas* réduisent fortement l'érosion éolienne en diminuant la vitesse du vent et en fixant le sol avec leurs racines en surface (Henning, 2007). Par ailleurs, la forte propension de cette espèce à produire du feuillage puis à s'en débarrasser est un atout très important dans la réhabilitation des terres dégradées.

D'après Rijssenbeek *et al.* (2007), la densité de plantation doit être choisie de manière à éviter l'intraspécifique entre les plants. Les densités les plus couramment relevées sont de 2 x 2 m (2 500 arbres / ha) ; 2 x 3 m (1 700 arbres / ha) ou 3 x 3 m (1 111 arbres / ha). La densité doit être choisie en fonction des conditions pédoclimatiques du site d'implantation, qui vont influencer la croissance des plantes. En zone de pluviométrie abondante, il est conseillé de choisir un grand écartement. Gokhale (2008) préconise en conditions humides une densité de 3 x 3 m, car une densité de 2,5 x 2,5 m donnerait une végétation trop dense qui affecterait la production. Selon cet auteur, l'expérience menée dans la région de Nashik en Inde pendant 17 ans a montré qu'un espacement de 3 x 3 m était nécessaire, et que les densités de 2 x 2 m (2 500 plants/ha) et 3 x 2 m (1 666 plants/ha) n'étaient pas adaptées. Le rapport d'experts de la Commission européenne recommande la densité optimale de 1300 plants/ha (3 x 2,5 m) car la

densité de 2500 plants/ha, souvent mentionnée, est trop élevée et la croissance des plants de plus de 3 ans empêche le passage lors de la récolte (Rijssenbeek *et al.*, 2007).

✓ **Technique de multiplication**

La multiplication du pourghère peut s'effectuer par graine (multiplication sexuée) ou par bouture (multiplication végétative). Compte tenu du caractère allogame de l'espèce, la multiplication sexuée ne peut donner une plante génétiquement identique à celle dont la graine est issue. On peut espérer une certaine homogénéité phénotypique en semant des graines d'écotypes stabilisés qui présentent un certain degré d'homozygotie. Seule la multiplication végétative permettra d'obtenir un individu génétiquement identique à la plante mère. Le bouturage permettrait également de gagner plusieurs mois sur la première production (CIRDA-AGROgeneration, 2008). Cependant, la plantation par graines donne des plants plus résistants du fait de la racine pivot centrale qui se développe profondément, alors que les plants issus de boutures ne produisent que des racines superficielles. Lors du bouturage, le déséquilibre entre les parties aériennes et souterraines entraîne un stress qui est probablement la cause de la faible rusticité et du faible rendement observés par la suite (CIRAD-AGROgeneration, 2008).

D'une manière générale, la multiplication végétative présente quatre inconvénients principaux à savoir :

- un risque accru d'infection des plants à cause de la coupe qui facilite l'entrée des pathogènes;
- un développement superficiel du système racinaire. Or, une plantation de *Jatropha* étant mise en place pour des années (environ 30 ans), une attention particulière doit être portée au bon développement de son système racinaire ;
- une mauvaise adaptation pour les plantations industrielles car la longévité de la plante se trouve considérablement réduite (Henning *et al.*, 1996 ; Soares *et al.*, 2007) ;
- une mauvaise adaptation aux zones sèches non irriguées.

✓ **Ramifications des plants de *Jatropha curcas***

Il existe deux formes de taille : la taille de formation destinée à donner une forme à l'arbre afin de faciliter les opérations culturales notamment la récolte, et la taille de fructification pour augmenter et régulariser la floraison, donc le rendement. Pour obtenir une ramification précoce, Henning (2007) conseille de tailler les nouvelles pousses durant les 3 premières années. Lorsque les pousses atteignent une longueur de 60 cm, il préconise d'enlever 50 cm et

de laisser 10 cm de cette partie là à ce que de nouvelles branches puissent se développer. L'avantage de cette taille est de permettre de garder un port assez bas qui facilite la récolte des fruits, facteur important à prendre en compte dans la faisabilité d'une plantation de *J. curcas*.

✓ **Ramification de l'arbre et potentiel de rendement**

Plusieurs auteurs supposent qu'une ramification précoce de la plante aurait un effet déterminant sur le rendement car les inflorescences se développent seulement au bout des branches, donc plus la plante possède de branches et plus elle produirait de fruits (Henning 2007 ; Patolia *et al.*, 2007). En effet, Patolia *et al.*, (2007) ont noté une corrélation positive entre le rendement en graines et le nombre de branches tertiaires par plant et, dans une moindre mesure, une corrélation positive entre rendement et nombre de branches secondaires par plant.

Malheureusement toutes ces propriétés à l'actif du pourghère ne le mettent pas totalement à l'abri de plusieurs contraintes liées à sa culture. La plante est sujette à l'attaque de certains insectes ravageurs ainsi qu'à des maladies.

2. Contraintes majeures liées à la production de pourghère

2.1. Les adventices

Le pourghère est généralement reconnu comme étant une plante très résistante (Münch, 1986). Cependant, il est sensible aux adventices, surtout lorsqu'il est encore au stade juvénile; les plants issus du semis direct étant plus sensibles que les boutures (Münch, 1986). Un bon rendement de la culture du pourghère doit nécessairement passer par la mise en place d'un programme d'entretiens cultureux incluant le désherbage, le démariage, l'étêtage, le regarnissage, etc. Parmi les espèces d'adventices qui envahissent la culture du pourghère *Striga hermonthica* Delile Benth (Scrophulariaceae) est la plus répandue surtout en culture associée (Aggarwal, 1991 ; Lagoke *et al.*, 1991). Aux îles du Cap vert le pourghère souffre beaucoup de la pression de *Lantana camara* L. (Verbenaceae) (Ferrao *et al.*, 1982). D'autres espèces comme : *Imperata cylindrica* L. (Poaceae), *Tridax procumbens* L. (Asteraceae), *Cyperus* sp. (Cyperaceae), etc. causent des pertes non moins négligeables à la culture du pourghère (Ferrao *et al.*, 1982).

2. 2. Maladies de *Jatropha curcas*

Malgré le fait que *J. curcas* soit presque présenté comme une plante rustique, un certain nombre de problèmes phytosanitaires ont été observés. Certaines de ces problèmes pourraient compromettre la survie des plantes.

2.2.1. Les Champignons

Un certain nombre de champignons pathogènes de *J. curcas* ont été déjà identifiés. En effet, les champignons du genre *Phytophthora*, *Phytium* et *Fusarium* provoquent la pourriture des racines (Domergue et Pirot, 2008). D'autres champignons du genre *Cercospora* et *Helminthosporium* provoquent la nécrose des feuilles. *Alternaria* provoque la chute des feuilles. La pourriture du collet est provoquée par *Rhizoctonia bataticola* (de Candolle). Le mildiou et la mosaïque peuvent également attaquer le pourghère surtout lorsque la température descend en-dessous de 20°C (Zante, 2007).

2.2.2. Les Nématodes

D'après Münch (1986), les Nématodes du genre *Meloidogyne* peuvent causer la pourriture des racines jusqu'à la mort de la plante.

2.2.3. Autres maladies

Le mildiou et la mosaïque attaquent aussi *J. curcas* à un moment où la température est en dessous de 20°C, l'oïdium détruit les feuilles et les fleurs (Zante, 2007). Il faut noter qu'il existe une maladie qui se manifeste par une déhiscence de l'écorce pouvant provoquer la mort des branches ou de l'arbre pendant la sécheresse (Münch, 1986). Au Bénin, les infections sont évaluée à 56,90% en cas de nuisance (Sinsin *et al.*, 2008). La principale attaque observée sur les feuilles et les fruits de *J. curcas* est due aux insectes. Les attaques liées aux acariens et autres vecteurs de maladies sont assez faibles (Sinsin *et al.*, 2008). Les deux principales affections souvent rencontrées sont la pourriture du collet (*Macrophomina phaseolina*) qui entraîne la chute de l'arbre quand le collet est décomposé, et le dépérissement dû au *Fusarium moniliforme*, l'arbre desséchant sur pied comme par manque d'eau. Le moyen de lutte préconisé est l'utilisation du champignon antagoniste *Trichoderma hazianum* Rifai (Pirot et Hamel, 2012).

2.3. Principaux insectes ravageurs du pourghère, dégâts et importance économique

En général, très peu de travaux de recherche ont été conduits sur le contrôle des nuisibles de *J. curcas*. Contrairement à l'idée souvent avancée, que le pourghère, de par sa toxicité, ne craint pas les ravageurs, il est aussi sensible que les autres cultures (Münch, 1986 ; Heller, 1996 ; Pirot et

Hamel, 2012). En effet, les jeunes plantes de *J. curcas* sont attaquées par les pucerons qui causent des importants dégâts. Les feuilles, les fleurs et les fruits des plantations de *J. curcas* sont attaquées par les cochenilles fréquemment observées en Afrique occidentale. Selon Shanker et Dhyan (2006), la punaise *Scutellera nobilis* Fabricius (Heteroptera : Scutelleridae) provoque la chute et la malformation des fleurs et des fruits du pourghère pendant la saison des pluies. Des dégâts importants sont occasionnés par *Pempelia morosalis* Saalm Üller (Lepidoptera : Pyralidae), sur les inflorescences de *J. curcas*. En effet, les travaux de Devi *et al.* (2008) effectués en Inde confirment que deux espèces de ravageurs constituent un problème majeur à la culture de *J. curcas*. Selon Heller (1996), les jeunes plantes de *J. curcas* en pépinières dans les conditions de forte humidité sont attaquées par la mouche blanche, *Trialeurodes vaporariorum* Westw (Hemiptera : Aleyrodidae). Selon Devi *et al.* (2008), un petit papillon du genre *Stomphastis* et un criquet du genre *Zonocerus* constituent les principaux défoliateurs qui devorent les feuilles de *J. curcas*. D'après Grimm et Maes (1997), la punaise la plus fréquemment rencontrée est *Pachychoris klugii* Burmeiste (Heteroptera : Scutelleridae). Cet insecte accomplit l'ensemble de son cycle biologique sur *Jatropha*, entraînant ainsi de fortes baisses de rendement, avec notamment des dégâts sur les fruits et les graines (avortement, graines vides ou malformées) (Domergue et piriote, 2008). L'étude conduite par Togbossy (2012) sur l'entomofaune associée à la culture de *J. curcas* au sud du Bénin confirme la présence des insectes sur *J. curcas* et les attaques de graines de *J. curcas* en stockage. En effet, trois (3) espèces d'insecte ont été observées dans les stocks. Il s'agit de *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae), *Araecerus fasciculatus* De Geer (Coleoptera : Anthribidae) et de *Cryptolestes ferrugineus* Stephens (Coleoptera : Cucujidae).

3. Production et utilisation de l'huile de *Jatropha curcas*

3. 1. Production et propriétés de l'huile de *Jatropha curcas*

3.1.1. Production de l'huile

Selon les essais effectués par Dahniya *et al.* (1994), Tynitech, une presse à froid permet d'obtenir l'huile brute avec un rendement dépendant du réglage de la presse : 1000kg de graines donnent 200 à 300 litres d'huile avec en moyenne 750kg de tourteau comme sous-produit et la coque (figure 5). L'huile de pourghère est extraite, comme pour la majorité des graines oléagineuses de trois façons en général. Tout d'abord, pour les petites productions, les presses manuelles et hydrauliques sont généralement utilisées. Demandant un grand effort physique, ces presses tendent aujourd'hui à être remplacées par les presses mécaniques et à vis

motorisées, pouvant produire des quantités plus ou moins importantes d'huile par jour. D'autre part, certaines populations rurales produisent également les huiles en faisant bouillir la matière initialement pilée ou écrasée dans de l'eau. L'huile produite est ensuite recueillie à la surface de l'eau. Une dernière façon de la produire est celle utilisée en laboratoire et qui consiste à extraire l'huile à l'aide d'un solvant (pentane, hexane, alcool etc.).

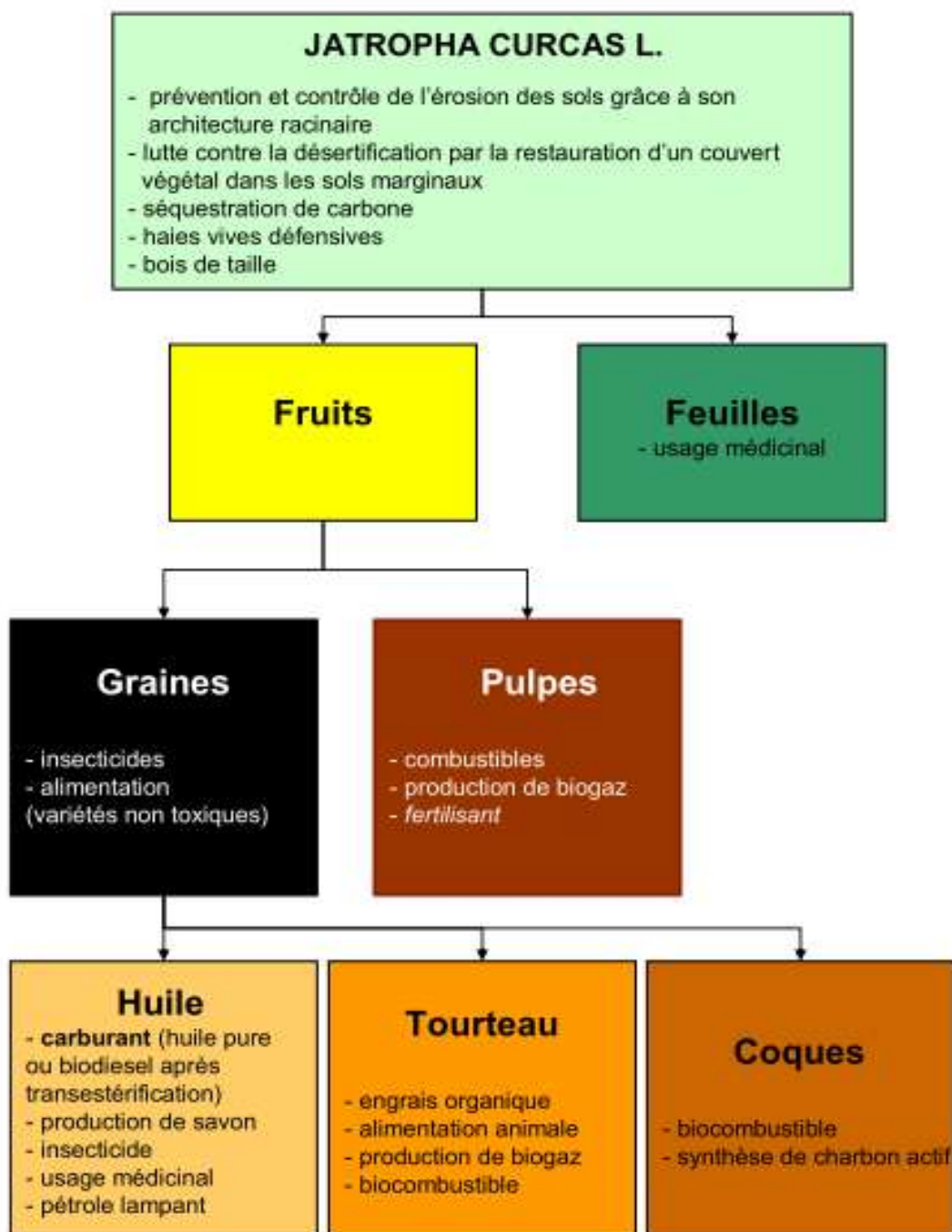


Figure 5 : Production de l'huile et sous produits de *Jatropha curcas*
Source : Domergue et Piriou (2008)

3.1.2 – Propriétés de l'huile

Le Tableau 1 montre les propriétés physico-chimiques de l'huile de pourghère par rapport à celles du gasoil à la quelle elle est assimilée pour son utilisation.

Tableau 1: Propriété physico-chimiques d'une huile de pourghère d'origine indienne

Caractéristiques	Pourghère	Gasoil
Masse volumique à 15° (g/cm ³)	0,92	0,82 à 0,86
Viscosité à 40°C (mm ² /s)	76 (à 20°C)	2 à 8
Point éclair (°C)	110 à 340	55 à 90
Point de solidification (°C)	5	
Pouvoir calorifique inférieur massique (KJ/Kg)	39000	43000
Pouvoir calorifique inférieur volumique (KJ/dm ³)	35900	36100
Indice de cétane 1*	51	45
Indice de Conradson 2**	0,46	0,35
Teneur en soufre (%)	0,13	1-1,2
Teneur en eau (mg/kg)		< 200

*cet indice caractérise l'aptitude à l'allumage du carburant

**cet indice représente le carbone restant après la combustion

Source : Haïdara (1996)

3.2. Utilisation de l'huile du pourghère comme carburant ou à la fabrication du savon

En Afrique, les premiers essais de production d'huile de pourghère en vue de fabriquer un carburant liquide eurent lieu dans les années 1930 à Ségou au Mali. En effet, deux institutions de recherche sur les carburants liquides existaient à cette époque au Mali. Il s'agit du Centre Expérimental des Carburants Végétaux (C.E.C.V.) et du laboratoire de l'Office du Niger qui orientait leurs recherches sur la carbonisation des oléagineux à basse température pour aboutir à la formation de carburants légers du type essence, gazoil et pétrole lampant. C'est surtout le laboratoire de l'Office du Niger qui focalisait leurs recherches sur l'utilisation des huiles brutes toutes catégories confondues, sans traitement chimique, comme carburant dans les moteurs semi-diesels à préchambre à tour lent (moins de 1000 rpm) (Haidara, 1996). Nombreux sont les travaux qui ont porté sur le pourghère de part le monde compte tenu de ses multiples usages (Üllenberg, 2007). Ces auteurs prouvent que les graines de *J. curcas* contiennent 27 à 40 % d'huile non comestible, voire toxique, à cause de sa teneur en ester phorbélique. Les graines de *J. curcas* étaient déjà exportées depuis 1940 du Bénin vers la France où l'huile était extraite et utilisée dans la fabrication du savon de Marseille (Sinsin *et al.*, 2008).

3.3. Importance socioculturelle du pourghère

J. curcas est couramment cultivé comme haie vive, pour lutter contre l'érosion, délimiter les terrains, protéger les habitations, les jardins et les champs contre les animaux brouteurs (Sinsin *et al.*, 2008). En Afrique tropicale, toutes les parties de cette plante sont utilisées pour des usages médicinaux. Ainsi, les graines et l'huile sont utilisées pour leurs vertus purgatives et pour lutter contre les parasites intestinaux. Les feuilles et l'écorce sont aussi purgatives. En usage interne et externe, l'huile a des vertus abortives, et en usage externe c'est un rubéfiant qui permet de traiter les rhumatismes ainsi que toutes sortes d'infections dermatologiques. Le latex est partout réputé pour cicatriser les plaies, pour ses vertus hémostatiques et pour soigner les problèmes de peau; en application externe, il sert à traiter les plaies, les ulcères, la teigne et l'eczéma (Van der Vossen et Mkamilo, 2007). Les feuilles sont utilisées contre la malaria et les hémorroïdes au Mali et à Madagascar (Van der Vossen et Mkamilo, 2007). D'après Solsoloy et Solsoloy (1997), la plante de *J. curcas* contient des substances chimiques pouvant être utilisées comme insecticide contre des insectes ravageurs des cultures et des stocks.

4.- Approche de lutte pour la protection du pourghère

4.1. Pratiques culturales ou agronomiques

Les plantations de *J. curcas* sont très sensibles aux mauvaises herbes (Datinon *et al.* 2013a ; Aggarwal, 1991; Lagoke *et al.* 1991). Il convient donc de maintenir les sarclages dans les plantations de *J. curcas*.

4.2. Lutte biologique

Des études de contrôle biologique des principaux ravageurs de *J. curcas* ont révélé en Inde la présence de deux parasitoïdes des larves de *P. morosalis*. Il s'agit de *Bracon hebetor* Say (Hymenoptera : Braconidae) et de *Tachinid* sp. (Diptera : Tachinidae) (Sharma et Srivastava, 2011). *Telenomus pachycoris* Costa Lima (Hymenoptera : Scelionidae) et *Trichopoda pennipes* Fabricius (Diptera : Tachinidae) ont été identifiés comme étant des parasitoïdes des œufs de *Pachycoris klugii* Burmeister (Heteroptera: Scutelleridae) (Peredo, 2002). Des entomopathogènes tels que les champignons *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Deuteromycota : Hyphomycetes) et *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin ont été également identifiés comme étant des agents de lutte biologique contre *P. klugii* et *Leptoglossus* sp. (Legendre, 2008). Grimm et Guharay (1997) ont testé l'efficacité des champignons entomopathogènes *B. bassiana* et *M. anisopliae* pour lutter contre les

hétéroptères *Leptoglossus zonatus* Grimm et Maes (Heteroptera : Coreidae) et *P. klugii*. Cependant, l'élimination de ces insectes avec les champignons prend plus de temps qu'avec un traitement chimique (20 à 24 jours pour *P. klugii* et 13 à 16 jours pour *L. zonatus*). L'intérêt de l'utilisation des champignons entomopathogènes réside dans le fait que l'activité des insectes ciblés est réduite dès le début de l'infection. Les essais en plein champ réalisés au Nicaragua ont confirmé l'efficacité de cette méthode qui serait facilement applicable en milieu paysan (Grimm et Guharay, 1997).

L'huile et les feuilles de *J. curcas* sont connues pour leurs propriétés insecticides contre les insectes, Minengu (2007) préconise l'emploi d'extraits de feuilles de *Jatropha* écrasées, mélangées à de l'huile de *Jatropha* dans les proportions suivantes : 10 kg de feuilles broyées dissoutes dans 2 à 3 l d'eau ajouté à 10 cl d'huile de *Jatropha*.

5. Cultures associées à la culture de *Jatropha curcas*

Les expériences de cultures intercalaires de *J. curcas* ne sont pas trop connues, mais ne semblent pas présenter de contre-indication particulière, si ce n'est d'éviter une association avec une autre euphorbiacée comme le manioc ou l'hévéa (Baumgart, 2007). Comme exemples de cultures associées à *J. curcas*, Drummond *et al.* (1984) citent le niébé, l'arachide ou le sorgho. Saturnino *et al.* (2005) ont testé avec succès deux cultures intercalaires à savoir le maïs (destiné à l'alimentation des vaches) et le concombre (destiné à l'industrie), mais ne précisent pas les densités de plantation. Bhojvaid (2006) recommande l'interculture avec des cultures fourragères. Des essais d'interculture avec du piment ont été effectués au Belize avec succès sous l'ombrage de *J. curcas* (Baumgart, 2007 ; CIRAD-AGROgeneration, 2008).

5.1. Manioc *Manihot esculenta* Crantz

5.1.1. Importance agronomique du manioc

Le manioc est un arbuste vivace originaire de l'Amérique du Sud et introduit en Afrique par les portugais au XVI^e siècle. Il est cultivé dans les pays tropicaux et subtropicaux d'Amérique, d'Afrique et d'Asie (Bichon, 1981). Il est aujourd'hui largement cultivé et récolté comme plante annuelle dans les régions tropicales et subtropicales. La zone de répartition du manioc s'étend entre les latitudes 33° Nord et 33° Sud jusqu'à 2000 m d'altitude (Jenning, 1995).

5.1.2. Importance nutritionnelle du manioc

Environ 90% du manioc produit en Afrique sont utilisés dans l'alimentation humaine tandis que le reste est employé en grande partie dans l'alimentation des animaux et très peu est

utilisé dans les processus industriels. Le manioc est une source importante d'énergie alimentaire pour les consommateurs à faible revenu dans de nombreuses régions d'Afrique tropicale, y compris les grandes zones urbaines (Dahniya *et al.*, 1994). Bien que ses racines soient pauvres en protéines quelle que soit la variété, les jeunes feuilles du manioc, fortement consommées en Afrique, constituent une bonne source de protéines mais également un aliment très riche en vitamines, notamment en vitamines C. Au Bénin, le manioc occupe une place de choix dans l'agriculture à cause de sa plasticité, sa disponibilité en toute saison, des hydrates de carbones qu'il fournit au régime alimentaire et de la gamme de produits dérivés qu'il offre sa transformation (Savi et Sodjinou, 2005).

5.1.3. Contraintes majeures à la production du manioc



Adventices

Imperata cylindrica L., est le plus important adventice du manioc. Il occasionne des dégâts physiques aux tubercules qui constituent des portes d'entrée pour les cryptogames et autres agents pathogènes responsables de la pourriture des racines et de pertes de rendement. Les autres adventices associées à la culture du manioc sont essentiellement les graminées, notamment: *Andropogon gayanus* Kunth (Gramineae), *Panicum maximum* Jacq (Gramineae), et *Pennisetum* spp (Gramineae),; ainsi que les dicotylédones, notamment : *Commelina commuis* (Commelinaceae), *Chromolaena odorata* L. (Herbaceae), *Mimosa invisa* Mart. (Mimosaceae), *Smilax kraussiana* Meisn (Smilacaceae) et *Mucuna pruriens* L. (Fabaceae) (Ikotun et Osiru, 1990).



Maladies du manioc

Le manioc est plus attaqué au niveau des feuilles et des tiges, ou aux racines tubérisées (Msikita *et al.*, 2000). Les maladies des feuilles et des tiges du manioc les plus répandues sont la mosaïque, la bactériose, l'anthracnose, la cercosporiose et la maladie des stries brunes (Msikita *et al.*, 2000 ; Konate *et al.*, 2003 ; Barro *et al.*, 2006).

Les pertes sont difficiles à évaluer parce qu'elles sont presque toujours associées à la mosaïque (Silvestre et Arraudeau, 1983). La pourriture des racines du manioc est due à différents types de champignons vivant sur ou dans le sol.



Ravageurs majeurs

Plusieurs arthropodes (insectes et acariens) et des vertébrés s'attaquent au manioc, lui causant d'importants dégâts. Certains s'alimentent sur les feuilles et les tiges tandis que d'autres se

nourrissent sur les tiges et les racines (James *et al.*, 2000). Les feuilles du manioc sont attaquées par l'acarien vert du manioc, *Mononychellus tanajoa* (Bondar) (Acarina: Tetranychidae) causant des pertes de rendement en tubercules allant de 20 à 80% (Ikotun et Osiru, 1990).

Les larves, les nymphes et les adultes du criquet puant, *Zonocerus variegatus* (L) (Orthoptera : Acrididae) s'alimentent sur les feuilles, les pétioles et les pousses vertes de la plante et dénudent la tige jusqu'à la moelle engendrant des pertes allant de 20 à 60% (Ikotun et Osiru, 1990).

La mouche blanche, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera : Aleyrodidae) et la mouche spiralante, *Aleurodicus dispersus* (Russel) (Homoptera : Aleyrodidae) se nourrissant de la sève des feuilles du manioc sécrètent d'importantes quantités de miellat qui favorisent le développement de moisissures sur la plante (James *et al.*, 2000). Les ravageurs courants des racines et des tiges sont respectivement les termites et la cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero (Hemiptera : Pseudococcidae) (James *et al.*, 2000).

Méthodes de lutte phytosanitaire

Les pratiques courantes de lutte intégrée après le bouturage sont la lutte biologique, la lutte microbiologique

- Selon Raval & Silvy (1999), le parasitoïde *Apoanygyrus* (=Epidinocarsis) *lopezi* est l'ennemi naturel le plus efficace contre la cochenille du manioc (James *et al.*, 2000). Il existe également *Encarsia haitiensis* (Hymenoptera : Aphelinidae) utilisé contre les aleurodes.
- La lutte microbiologique est une forme spécifique de lutte biologique dans laquelle les ennemis naturels sont des microbes (champignons, bactéries ou virus) qui éliminent les ravageurs en les rendant malades. Ainsi, le produit peut être pulvérisé sur les adventices telles que *Chromolaena* afin d'éliminer les nymphes du criquet puant nouvellement écloses qui s'amassent sur l'adventice.

5.2. Niébé, *Vigna unguiculata* L. Walp

5.2.1. Importance agronomique du niébé

La production du niébé dans le monde s'accroît depuis quelques décennies. Ainsi, la production mondiale est passée de 1,38 millions de tonnes en 1986 à 4,9 millions de tonnes en 2008 (IITA, 2010 ; RECA, 2010). Au Bénin, la production du niébé évolue en dents de scie depuis 10 ans. En effet, entre 2000 et 2007, elle a augmenté et est passée de 65 872 tonnes à

117 142 tonnes. Mais depuis 2007 on remarque une baisse de la production de niébé; elle a été de 79 662 pour la campagne 2009-2010. Il faut noter que le rendement du niébé reste toujours faible en Afrique. Ceci s'explique par les nombreux problèmes auxquels est confrontée la production du niébé.

5.2.2. Importance nutritionnelle du niébé

Le niébé, *Vigna unguiculata* (L.) Walp est une importante denrée de base en Afrique subsaharienne, particulièrement dans les savanes arides de l'Afrique de l'Ouest (Atachi et *al.*, 1984). Les graines du niébé représentent une précieuse source de protéines végétales, de vitamines et de revenus pour l'homme, ainsi que de fourrage pour les animaux. En effet, sa richesse en protéines (24-28%) et autres constituants comme l'eau (11%), les hydrates de carbone (56,8%), les lipides (1,3%), les fibres (3,9%), les cendres (3,6%), la vitamine A (32,42UI /100g), la vitamine D (26- 78,02ug/100g) et la vitamine E (3,07-5,07 mg/100g) font de lui un aliment de choix. Les graines de niébé contiennent aussi du calcium (90mg/100g), du fer (6-7mg/100g), de l'acide nicotinique (2mg/100g), de la thiamine (0,9mg/100g). Le niébé fournit une valeur énergétique de 342 calories par 100 g de graines (Nielsen *et al.* 1997).

5.2.3. Contraintes majeures à la production du niébé

La culture du niébé connaît plusieurs problèmes qui limitent son rendement. Ce sont les adventices, les maladies et les insectes ravageurs.

Adventices

Les adventices constituent une menace à la production du niébé notamment *Striga gesnerioides* Willd et *Alectra vogelii* Benth. Ces deux plantes parasites provoquent des pertes de rendement très élevées variant entre 30 et 100 % suivant la précocité et le niveau des infestations (Emechebe et Lagoke, 2002). Plusieurs méthodes de lutte contre ces adventices ont été mises au point, ce sont: les techniques culturales (cultures pièges, la rotation culturale) ; les méthodes génétiques basées sur l'usage des plantes résistantes.

Maladies du niébé

Le niébé est soumis à des attaques de champignons, de bactéries et de virus. Différentes maladies touchent différentes parties de la plante à divers stades de sa croissance. Les plus

importantes et les plus courantes sont l'antracnose, la pourriture de la tige, la pourriture des racines et du collet, la fonte des semis, la cercosporiose, les taches foliaires (*Septoria*), le flétrissement fusarien, les virus et les gales (Dugje et al., 2009).

Ravageurs majeurs

Les insectes nuisibles constituent des contraintes majeures à la production du niébé en Afrique de l'Ouest. Les dommages d'insectes constituent les principaux facteurs qui contribuent à la faiblesse des rendements dont les plus redoutables sont les insectes ravageurs des fleurs et des gousses causant des pertes pouvant atteindre 80 à 100%, en l'absence d'une lutte efficace sur le niébé en Afrique (Singh, 1990 ; Dugje et al., 2009). Il s'agit notamment :

- Insectes de la préfloraison, les pucerons *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera: Aphididae), sont des insectes de couleur noir brillant et de taille moyenne.
- Les thrips floricoles, *Megalurothrips sjostedti* Trybom (Thysanoptera: Thripidae) sont l'un des plus dangereux insectes ravageurs du niébé. Lors d'attaques massives, les fleurs ouvertes sont déformées et décolorées. Les boutons floraux et les fleurs tombent trop tôt ; ce qui empêche la formation des gousses (Tamò et al., 1997; Tamò et al., 2002) .
- La chenille de la pyrale *Maruca vitrata* Fabricius (Lépidoptère : Crambidae) cause des dégâts sévères allant jusqu'à la perte quasi-totale des récoltes. La larve se nourrit des parties tendres des tiges, des pédoncules, des boutons floraux, des fleurs et des gousses (Arodokoun, 1996; Tamò et al., 2002) ;
- La punaise, *Clavigralla tomentosicollis* Stål (Hemiptera : Coreidae) est l'espèce la plus dominante, la plus répandue et la plus dommageable associée au niébé en Afrique tropicale (Jackai et Adalla, 1997).

Méthode de lutte phytosanitaire

• **Lutte chimique**

Cette méthode est la plus utilisée pour la gestion des ravageurs en général. Les insecticides de synthèse sont les plus utilisés pour combattre les ravageurs. Selon Singh et Jackai (1985), la lutte chimique est la méthode la plus efficace mais la plus onéreuse et la plus dangereuse pour les paysans et aussi pour l'environnement.

Compte tenu des nombreux risques que posent ces pesticides, l'utilisation des plantes à effet insecticide comme l'extrait aqueux ou l'huile de neem, *A. indica*, de papayer, *Carica papaya* L. et d'hyptis, *Hyptis suaveolens* Poit est la plus indiquée pour la sauvegarde de la

santé et de l'environnement (Pedune, 1998 ; Kossou, 1989). Alors il s'avère nécessaire de mener une lutte intégrée.

- **Lutte intégrée**

Cette approche de lutte permettra la gestion de la dynamique des populations des ravageurs, afin de maintenir ceux-ci à des niveaux inférieurs aux seuils des dommages économiques pour l'obtention d'un meilleur rendement. Dans le souci de maintenir ce seuil, des investigations ont été faites au niveau de l'usage des insectes bénéfiques et les biopesticides ainsi que l'emploi des phéromones sexuelles utilisées dans les avertissements agricoles à l'endroit des producteurs pour les premiers traitements (Tamò *et al.*, 2002 ; Downham *et al.*, 2002 ; Rurema *et al.*, 2003).

- **Lutte biologique**

La lutte biologique selon Singh & Rachie (1985) est l'action exercée par certains parasitoïdes, prédateurs, pathogènes, antagonistes ou compétiteurs de manière à réduire une population d'organismes nuisibles, en la rendant moins abondante et moins nuisible qu'elle ne l'aurait été autrement. Selon Okeyo.Owuor *et al.* (1991), les parasitoïdes et les pathogènes contribueraient pour 35 à 40% du total de mortalité par génération. D'après Tamo *et al.* (1997), des possibilités existent quant à l'utilisation des ennemis naturels contre les ravageurs du niébé. En effet actuellement, l'utilisation du parasitoïde larvaire *Ceranisus femoratus* (Gahan) contre les thrips floricoles, *M. sjostedti* s'est révélée efficace (Tamò *et al.*, 2002). De même *Apanteles taragamae* Viereck (Hymenoptera: Braconidae), parasitoïde de *Maruca vitrata* Fabricius (Lepidoptera: Crambidae), ravageur du niébé, *V. unguiculata* contrôle de façon efficace les larves de *M. vitrata* (Dannon *et al.*, 2010).

5.3. Maïs, *Zea mays* L.

5.3.1. Importance agronomique du maïs

Le maïs est aujourd'hui la première céréale cultivée dans le monde (FAO, 2004) avec 638.043.432 de tonnes en 2003. Le maïs constitue pour beaucoup de peuples et de civilisations un aliment, un fourrage, une denrée comestible. Ses grains, sa tige, ses feuilles, et ses soies ont une valeur commerciale dans la plupart des régions (Ristanovic, 2001). Avec le développement industriel, le maïs est devenu de plus en plus une matière première industrielle pour la production d'amidon, de gluten, d'huile, de farine, d'alcool et de lignocellulose pour une transformation ultérieure en une gamme d'autres produits et sous-produits (Ristanovic, 2001).

Selon CIMMYT (1990) et Ristanovic (2001), de par le monde, près de 66% de l'ensemble du maïs sont utilisés pour nourrir le bétail, 25% sont destinés à la consommation humaine et seulement 9% servent à des fins industrielles et comme semences. Le maïs est consommé à l'état frais, en épis grillés ou bouillis (Nago, 1997). Le maïs apparaît de ce fait comme la principale céréale utilisée dans l'alimentation de plus de 70 % de la population mondiale et son niveau de consommation est estimé à près de 246 g/habitant/jour (Hounhouigan et *al.*, 1999). En effet, au Bénin le maïs représente environ 75% de la production céréalière (ONASA, 2004).

5.3.2. Importance nutritionnelle du maïs.

Le maïs est un aliment énergétique qui contribue à l'équilibre alimentaire. Il est riche en glucides, en protéines, en matière grasse et en fibres. En effet, l'amidon constitue le principal composant chimique du grain de maïs avec 72 à 73% de son poids (Nago, 1997). Les autres glucides sont des sucres simples présents sous forme de glucose, de saccharose et de fructose dans des proportions variant de 1 à 3% du grain (Nago, 1997 ; Zitari, 2008). Le second composant chimique le plus important du maïs est constitué par les protéines avec d'environ 8 à 11% du poids du grain, localisés en plus grande partie dans l'albumen (FAO, 2014). Cet auteur signale que le maïs contient les acides aminés essentiels de l'homme à savoir la leucine, le phénylalanine, la méthionine, la lysine, l'isoleucine, le tryptophane, thréonine. La graisse du maïs provient essentiellement du germe. Il contient en outre les sels minéraux et les vitamines.

Selon Cownie (1993), le maïs est très apprécié grâce à sa valeur énergétique élevée parmi les céréales qui est de 3925 kcal/kg brut. Les qualités énergétiques de cette denrée font qu'elle est très utilisée dans l'alimentation humaine et animale. Dans les pays les moins développés, principalement en Amérique Centrale et du Sud, en Afrique, en Inde et en Asie du Sud-Est, le maïs est essentiellement destiné à l'autoconsommation et constitue une denrée alimentaire de base (Cownie, 1993).

5.3.3. Contraintes majeures à la production du maïs

La production du maïs est affectée par beaucoup de facteurs biotiques tels que les plantes parasites (*Striga* sp.), les insectes ravageurs, les rongeurs et les maladies (Fakorede et *al.*, 2003).

En effet, le maïs est sévèrement attaqué par d'innombrables insectes, rongeurs et oiseaux durant tout son cycle de développement au champ et en période de conservation. Ezueh (1993) rapporte que le principal ravageur de maïs en stockage était *Sitophilus zeamais* Motsch (Coleoptera: Curculionidae) auquel s'ajoute une espèce exotique, le grand capucin des grains (GCG), *Prostephanus truncatus* (Coleoptera : Bostrichidae). Une large gamme d'insectes ravageurs de maïs passe les saisons mortes sur de nombreuses espèces d'adventices qui servent de véritables réservoirs de ravageurs pour la saison suivante. Le retard des désherbages durant les phases de développement critiques du maïs, selon Agboka *et al.* (2010) affectent sévèrement les rendements dont les pertes peuvent varier de 40 à 60%.

Foreurs de tiges et mineurs d'épis

Nombreux sont les lépidoptères foreurs de tiges et mineurs d'épis qui ravagent les céréales en Afrique. Il s'agit de *Sesamia calamistis* Hampson (Lepidoptera : Noctuidae), *Eladana saccharina* Walker (Lepidoptera : Pyralidae), *Busseola fusca* Fuller (Lepidoptera : Noctuidae) qui sont des foreurs de tiges et *Mussidia nigrivenella* Rogonot (Lepidoptera : Pyralidae) qui est le plus important mineur d'épis. Ils sont indigènes et se retrouvent tant sur les cultures que sur les espèces sauvages. Ils seraient introduits d'Afrique Centrale et de l'Est (Agboka *et al.*, 2010).

Maladies du maïs

En Afrique, le maïs est exposé à de nombreuses maladies cryptogamiques, bactériennes, et virales dont les plus importantes sont les pourritures de tiges et d'épis, les mildious, la brûlure bactérienne des feuilles, l'helminthosporiose, la rouille américaine, le charbon et les viroses dont la striure du maïs causée par le virus de la Striure du maïs (MSV) (Ristanovic, 2001). Ces maladies entraînent des pertes de rendement ainsi que des dégâts préjudiciables aux qualités organoleptique, technologique, nutritionnelle, hygiénique et commerciale (Kossou et Aho, 1993).

Méthode de lutte phytosanitaire

- **La lutte chimique**

Les principaux insecticides recommandés et utilisés dans la lutte contre les foreurs sont les pyréthrinoides et le monocrotophos (Krause-Jensen *et al.*, 1996). Atachi et Gnavossou (1989) ont publié une liste de traitements qui s'étaient révélés efficace contre les foreurs du maïs au Bénin (Tableau 2).

Tableau 2: les traitements efficaces contre les foreurs de tiges au Bénin

Insecticides*	Formulation**	Concentration en g ma/l
4 Deltaméthrine	CE	18,75
3 Deltaméthrine	CE	18,75
1 Diazinon+ 3Chlorpyrifos-éthyl	CE + CE	600, 400
1 Diazinon+ 2Chlorpyrifos-2 éthyl	CE + CE	600, 400
3 Chlorpyrifos-éthyl	CE	400
4 Deltaméthrine	CE	400

** = Il s'écoule un d'essai de 12 jours entre 2 applicatons

*= concentré émulsionnant

CE= concentré emulsionant

1, 2, 3 et 4 indiquent combien de fois ce produit a été répandu

Source : Atachi et Gnavossou (1989)

Il est conseillé de tester d'abord les biopesticides à forte concentration des substances actives notamment la roténone, l'azadirachtine, la nicotine, la pyrèthrine, la quasine. En effet, l'utilisation de composés tels que les extraits de neem (*Azadirachta indica* A. Juss) ou de *Tephrosia vogelii* (Hook), ont fait l'objet de moyens de lutte contre les foreurs en Afrique (Pudune, 1998).

• La lutte biologique

En Afrique, les ennemis naturels jouent un rôle important dans la lutte contre les foreurs. D'après Polaszek *et al.* (1992), en Afrique occidentales, les ennemis naturels introduits tels que *Trichogramma* spp. (Hymenoptera : Trychogrammatoidae), *Sturmiopsis inferens* (Townsend) (Tachinidae : Diptera), *Cotesia flavipes* (Cameron) (Hymenoptera : Braconidae), *Amsoma chinense* (Szepligeti) (Hymenoptera : Braconidae) et *Tetrastichus* ssp. (Hymenoptera : Euliphidae) ne sont pas parvenus à s'établir mais la lutte biologique est la solution appropriée que nous devons utiliser pour la gestion durable des ravageurs (Agboka *et al.* 2010).

CHAPITRE II : MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Cadre de l'étude

Les travaux se sont déroulés au Bénin, en station et en plein champ sur le terrain ainsi qu'au laboratoire.

1.1. Situation géographique du Bénin

La République du Bénin est située dans la zone intertropicale entre l'équateur et le tropique du Cancer. Elle couvre une superficie de 114763 km² (MEPN, 2008). Elle est limitée au Nord par le fleuve Niger, frontière naturelle avec la République du Niger, au Nord-Ouest par le Burkina-Faso, à l'Ouest par le Togo, à l'Est par le Nigeria et au Sud par l'Océan Atlantique du Golfe de Guinée auquel il fait front sur 124 km, et s'allonge du Nord au Sud sur une distance d'environ 672 km. La largeur maximale du pays qui s'étend entre les hautes montagnes de la partie septentrionale de la ville de Natitingou jusqu'au Borgou atteint 324 km. La république du Bénin compte douze départements divisés en 77 Communes (MEPN, 2008).

1.2. Conditions climatiques du Bénin

De par sa position géographique, la République du Bénin fait partie de la zone intertropicale. Elle est sous l'influence de la mousson Ouest-africaine (alizé du Sud-Ouest) et du flux des alizés du Nord-Est (Harmattan). L'interaction de ces flux est associée à des perturbations comme les lignes de grains, les cellules thermo convectives locales, etc. Le pays jouit essentiellement d'un climat du type tropical continental caractérisé par deux saisons dans le Nord (une pluvieuse et une sèche) et quatre saisons plus ou moins marquées dans le Sud (deux pluvieuses et deux sèches) (MEPN, 2008). On distingue trois sous-ensembles climatiques :

- Un climat subéquatorial à régime pluviométrique bimodal qui couvre tout le bassin côtier, de la côte jusqu'à la latitude de 7° Nord. Ce régime comprend quatre saisons : une grande saison des pluies (avril à juillet) ; une petite saison sèche (août à septembre) ; une petite saison des pluies (d'octobre à novembre) et une grande saison sèche (de décembre à mars). La zone est marquée par une forte humidité relative (85% à 90%), une température annuelle entre 23 et 32°C et une pluviosité décroissante d'Est en Ouest de 1400 mm à 950 mm.
- Entre 7° et 8° 30' Nord, se trouve une région de transition climatique dont les régimes pluviométriques sont très instables et complexes du Sud au Nord ;

- Un climat tropical à régime pluviométrique uni-modal s'étend de 8° 30' à 12° 30' Nord. On observe deux saisons : une sèche (novembre à mai) et une pluvieuse (juin à octobre). La hauteur moyenne annuelle des précipitations varie de 700 mm (extrême nord) à 1400 mm (zones montagneuses). Au cours de la saison sèche qui s'étend du mois de novembre au mois de mars, cette région est soumise à l'alizé saharien du Nord-Est relativement frais et très sec (MEPN, 2008).

1.3. Zones agro-écologiques du Bas-Bénin

D'après une subdivision du MEPN (2008), le territoire du Bénin est subdivisé en huit (8) zones agro-écologiques regroupant, chacune, les communes subissant les mêmes contraintes physiques, biologiques et sociales et dans lesquelles les populations développent des stratégies adaptatives spécifiques. Dans le cadre de la présente étude, les zones ayant à peu près les mêmes caractéristiques climatiques et les mêmes contraintes entomologiques ont été regroupées en un seul sous-ensemble. Ceci a permis de repartir le territoire en 2 principales régions agro-climatiques ou écozones décrites comme suit :

- La région du Sud ou écozone méridionale : Elle concerne la partie sud du pays couvrant la totalité de la forêt de la savane mosaïque et une partie de la Savane Guinéenne. Cette écozone est surtout caractérisée par un régime pluviométrique binominal avec des moyennes annuelles de précipitation comprises entre 1200 et 1900 mm, des températures entre 25 et 38°C et une forte humidité relative de 90% en moyenne avec une altitude plus basse inférieure à 120 m (MEPN, 2008).

- La région centrale ou écozone centrale : Elle couvre la partie centrale du pays notamment la Savane Guinéenne. Elle a également un régime binominal avec des précipitations annuelles de 1200 à 1300 mm, des températures entre 26 et 38°C (Hell *et al.*, 2000) et une humidité relative de l'ordre de 90% en moyenne avec un niveau moyen d'altitude comprise entre 120 et 200 m (MEPN, 2008).

1.4. Sites expérimentaux

Les essais se sont déroulés en deux phases dont l'une de terrain et l'autre de laboratoire. Les travaux de terrain ont consisté en la collecte des insectes ravageurs de *J. curcas* dans les régions du Bas-Bénin dans les Communes d'Abomey-Calavi et de Tori situées dans l'écozone méridionale et dans les Communes de Covè, de Djidja, de Ouinhi et de Zagnanado situées dans l'écozone centrale (figure 6).

Les travaux de laboratoire ont été conduits à la Station de l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA) du-Bénin dans la section niébé. La station de l'IITA-Bénin est située dans la Commune d'Abomey-Calavi située dans le département de l'Atlantique à environ 12 km au Nord-Ouest de Cotonou, latitude de 2°20 Nord et une longitude de 6°25 Est, avec une altitude de 15 m au-dessus de la mer.

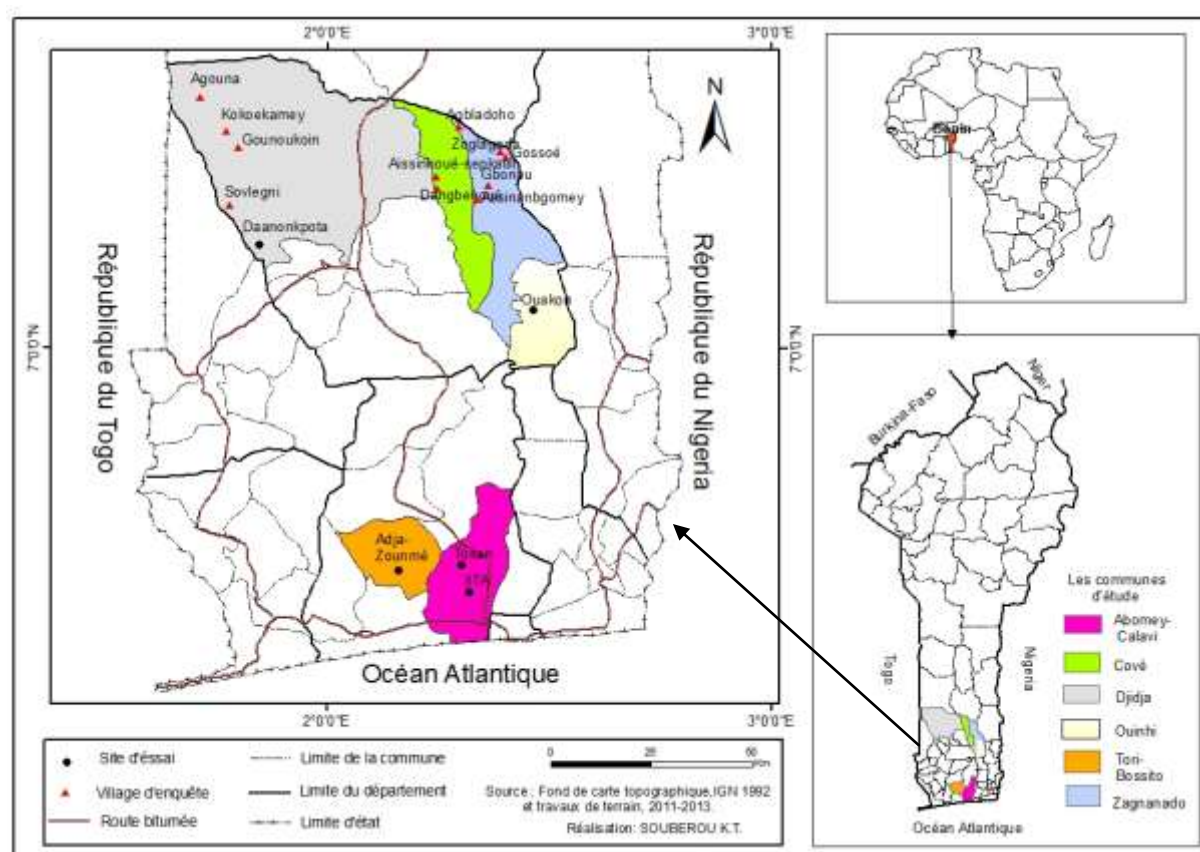


Figure 6: Les sites expérimentaux des essais conduits sur *Jatropha curcas*

2.- MATERIEL

2.1- Matériel végétal

Le matériel végétal est constitué des plants de pourghère sous-forme de champs installés sur les sites du Projet CIRAPIP-IITA et sous-forme de haie. Ces plants sont destinés à l'inventaire de l'entomofaune de *J. curcas*.

Les cultures vivrières les plus fréquentes dans le milieu, notamment le maïs (céréale), le niébé (légumineuse) et le manioc (racine) ont été également utilisées en association avec le pourghère. Les semences utilisées pour les champs sont issues des récoltes des paysans de la campagne agricole précédant les essais, en ce qui concerne le maïs, le niébé et le *Jatropha*.

Quant au manioc, les boutures proviennent des plants conservés après la récolte des tubercules.

Des variétés locales de cultures vivrières ont été utilisées notamment : la variété "Tchawé" (en langue goun) pour le niébé ;

- la variété "Hôlli-kou" (en langue goun) pour le maïs ;
- la variété "Atiwi" (en langue goun) pour le manioc ;

Quant au pourghère utilisée est de l'espèce "*curcas*".

Au laboratoire, le matériel végétal est constitué de plants de pourghère produits sous serre pour être utilisés au cours des différents essais.

2.2- Matériel technique

Plusieurs matériels techniques ont été utilisés au cours de cette étude. Il s'agit entre autres de:

- ✓ filet fauchoir pour capturer les insectes volants;
- ✓ papier adhésif pour l'étiquetage des flacons ;
- ✓ enveloppes spécifiques pour conserver les larves vivantes d'insectes jusqu'au laboratoire ; boîtes d'élevage des larves d'insectes en vue de l'obtention des adultes pour leur identification précise ;
- ✓ boîtes de collecte des insectes ;
- ✓ alcool dilué à 70% pour la conservation et l'identification des insectes collectés;
- ✓ balance numérique pour mesurer les poids des graines de *Jatropha* récoltées et pour peser les larves et les chrysalides de *D. nr divisella*;
- ✓ appareil photo numérique de résolution 10,2 (Méga pixels) pour les différentes photographies ;
- ✓ appareil GPS pour prendre les coordonnées géographiques des sites;
- ✓ fiches de collecte pour la prise des données sur les sites ;
- ✓ enveloppes d'échantillonnage en papier kraft pour la collecte des échantillons de feuilles et de fleurs de pourghère portant des larves ;
- ✓ loupe frontale pour l'observation des œufs, des chenilles de *D. nr divisella* sur les feuilles et fleurs de pourghère ;
- ✓ sécateur pour la coupe des organes végétaux ;
- ✓ microscope binoculaire « Wild M3B » pour l'observation minutieuse des œufs et larves de *D. nr divisella* et de *S. nr hessei* au laboratoire ;
- ✓ boîtes d'élevage en plastique de dimension 13×13×18 cm

- ✓ mini-serre pour la culture de jeunes plants de pourghère;
- ✓ cages vitrées de dimensions 15×15×15 cm et 30×30×30 cm ont été utilisées pour l'élevage des insectes ;
- ✓ thermo hygromètre pour l'enregistrement de la température et de l'humidité relative ;
- ✓ pots en plastique (5 cm de diamètre et 7 cm de hauteur, contenant de terreau stérilisé dans un four et rempli au $\frac{3}{4}$ du volume) portant deux (02) jeunes plants de pourghère qui servent de sites de ponte pour les femelles de *D. nr divisella* ;
- ✓ petites pinces utilisées pour la récupération des larves dans les boîtes ;
- ✓ paire de ciseaux pour couper les tissus pouvant constituer les cages d'élevage;
- ✓ étiquettes en plastique pour différencier les cages d'élevage ;
- ✓ parafilm pour maintenir les tiges dans les boîtes ;
- ✓ aspirateur buccal pour capturer les insectes dans les cages d'élevage ;
- ✓ quatre plateaux en PVC pour contenir les boîtes d'élevage ;
- ✓ bloc-notes et un stylo pour la collecte des données ;
- ✓ miel pour nourrir les insectes adultes en cages d'élevage;
- ✓ papier millimétrique pour la prise des différentes mesures morphométriques.

2.3- Matériel animal

Le matériel animal est constitué d'une part des œufs, larves, chrysalides et adultes des ravageurs identifiés et d'autre part des œufs et des larves parasités par les adultes du parasitoïde ainsi que des adultes des parasitoïdes.

3.- METHODES

3.1.- Enquête sur la collecte de données relatives aux contraintes de la culture du pourghère au Bénin

Face à l'intérêt vivement manifesté par les autorités béninoises sur le développement de la filière de *J. curcas*, les Organisations Non Gouvernementales (ONG) et les producteurs ont décidé réellement de développer cette filière de *J. curcas* malgré les contraintes parasitaires signalés par les premiers producteurs engagés dans cette culture. Pour mieux connaître ces contraintes que nous avons réalisé une enquête auprès de ces premiers producteurs dans les communes de forte production du pourghère notamment Cové, Djidja et Zagnanado dans le

département du Zou. Cette enquête a pour objectif d'évaluer les contraintes liées à la culture du pourghère afin d'identifier les contraintes majeures de la culture de *J. curcas*.

3.1.1.-Choix des sites et des enquêtés

L'enquête a été conduite auprès des producteurs de l'organisation non gouvernementale (ONG) Groupe Energies Renouvelables, Environnement et Solidarité (GERES). En effet, elle est la seule structure qui s'est réellement engagée au Bénin depuis 2008 dans le développement de la filière de pourghère. Les villages des producteurs de pourghère enquêtés ont été sélectionnés de façon aléatoire. L'enquête a été menée dans 3 villages de Covè, 5 villages de Djidja et 5 villages de Zagnanado, zones de forte production du pourghère. En effet, l'ONG GERES a formé tous leurs producteurs et chacun possède au moins 500 plants de pourghère sur 0,5ha.

3.1.2.-Outils de collecte des données

Un questionnaire d'enquête a été élaboré en prenant en compte les paramètres suivant :

- les situations géographiques des zones enquêtées ;
- les généralités sur les producteurs suivant leurs âges, niveaux d'instruction, activités quotidiennes menées, leurs expériences dans l'agriculture et les formations reçues;
- la connaissance des producteurs sur le pourghère ;
- les modes de cultures de *J. curcas* et les contraintes rencontrées depuis la levée jusqu'au stockage des graines ;
- les différents types d'attaques des insectes ou maladies et les symptômes des reconnaissances observées suivant les différentes parties de la plante notamment au niveau des racines, collets, tiges, feuilles, fleurs, fruits et graines récoltées ou stockées ;
- les connaissances locales des producteurs relatives aux ravageurs et les moyens de lutte phytosanitaire utilisés.

Avant de parvenir au questionnaire utilisé, nous avons élaboré un premier questionnaire qui a été testé auprès de quelques producteurs. Cette évaluation préliminaire a permis de tenir compte des réactions des producteurs afin d'élaborer la version définitive du questionnaire. L'enquête a été conduite à l'aide d'un questionnaire individuel et d'un guide d'entretien. Ces outils d'enquête ont été élaborés et validés auprès des paysans producteurs enquêtés. Des photos des maladies et insectes ravageurs de pourghère rencontrés dans d'autres pays de l'Afrique, du monde et dans la documentation ont été utilisées. La reconnaissance des

ravageurs ou maladies à travers les photos a été comparée à la description des dégâts du ravageur faite par les producteurs.

3.1.3.-Collecte des données

Les enquêtes ont porté essentiellement sur l'identité des producteurs et les généralités sur les activités des producteurs, leur connaissance du pourghère suivant les modes de production, les contraintes liées aux adventices, aux attaques des nuisibles au niveau des racines, du collet, des tiges, des branches, des inflorescences, des fruits, des graines en stock et les infections des maladies. Les enquêtes ont pris également en compte les méthodes traditionnelles de lutte contre les ravageurs majeurs du pourghère. La collecte des données a été réalisée par des équipes réparties en binômes par village sous le guide des agents CeRPA, qui appuient les producteurs sur le terrain. L'enquête a été effectuée du 19 au 27 Mai 2011. Au total 13 villages ont été enquêtés au niveau des 3 communes. Au niveau de chaque commune, les enquêtes ont commencé par une séance d'entretiens en groupe avec les producteurs afin de recueillir plus d'informations sur les contraintes vécues par ces derniers sur le terrain (Photo 6). Ensuite, les enquêtes se sont poursuivies individuellement avec les producteurs. L'enquête a été conduite auprès de 103 producteurs parmi les 411 des 3 sites, dont 46 sur les 184 de Zagnanado, 20 sur les 78 de Covè et 37 sur les 149 de Djidja, soit 25% de l'effectif de chacun des 3 sites enquêtés dont au total 25% de femmes (Tableau 3).



Photo 6: Focus groupes tenus lors des enquêtes sur les contraintes de production des graines de pourghère.

Tableau 3: Répartition des producteurs enquêtés du pourghère par commune

Communes enquêtées	Nombre de villages enquêtés	Nombre de producteurs	Producteurs enquêtés	Pourcentage des enquêtés
Covè	3	78	20	25,64
Djidja	5	149	37	24,83
Zagnanado	5	184	46	25,00
Total	13	411	103	25,06

3.1.4.-Analyse des données

Les données et les moyennes ont été calculées à l'aide du logiciel STATA 11.0. STATA11.0, College Station, Texas 77845 USA, <http://www.stata.com>. stata@stata.com

3.2. Diversité spécifique des ravageurs majeurs de *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) et de leurs ennemis naturels au Bénin

3.2.1. Conditions climatiques des différents sites de recherches

Afin d'avoir une idée bien précise sur les principaux facteurs climatiques pouvant avoir une influence sur la physiologie du pourghère et le développement des ravageurs de cette espèce végétale, les principales données climatiques ont été enregistrées au niveau des sites prospectés. La figure 7 donne l'évolution de la température, de l'humidité relative et de la quantité de pluie tombée dans la zone d'étude durant la période d'observation (mai 2011 à mai 2013). L'essai a couvert deux grandes saisons de pluies, deux petites saisons de pluies, deux grandes saisons sèches et deux petites saisons sèches. Les conditions météorologiques des différents sites sont exprimées dans la figure 7 et les coordonnées GPS sont enregistrées dans le tableau 4.

Tableau 4: Caractéristiques géophysiques des sites prospectés

Sites	Sites prospectés	Communes	Coordonnées géographiques	Parcelles/ haies	Climat
1	Station de l'IITA-Bénin	Calavi	6° 25'292''N 2° 19'665''E	Parcelles	Subéquatorial
2	Tokan		6° 27'245''N 2° 15'605''E	Haies	
3	Adja-Zounmè	Tori	6° 30'11'' N 2° 8' 42'' E	Parcelles et haies	Soudanais
4	Daanonkpota	Djidja	07°13'483'' N 2° 04'339'' E	Parcelles et haies	
5	Ouakon-Zoungomè	Ouinhi	7° 6'709''N 2° 27'177'' E	Parcelles et haies	

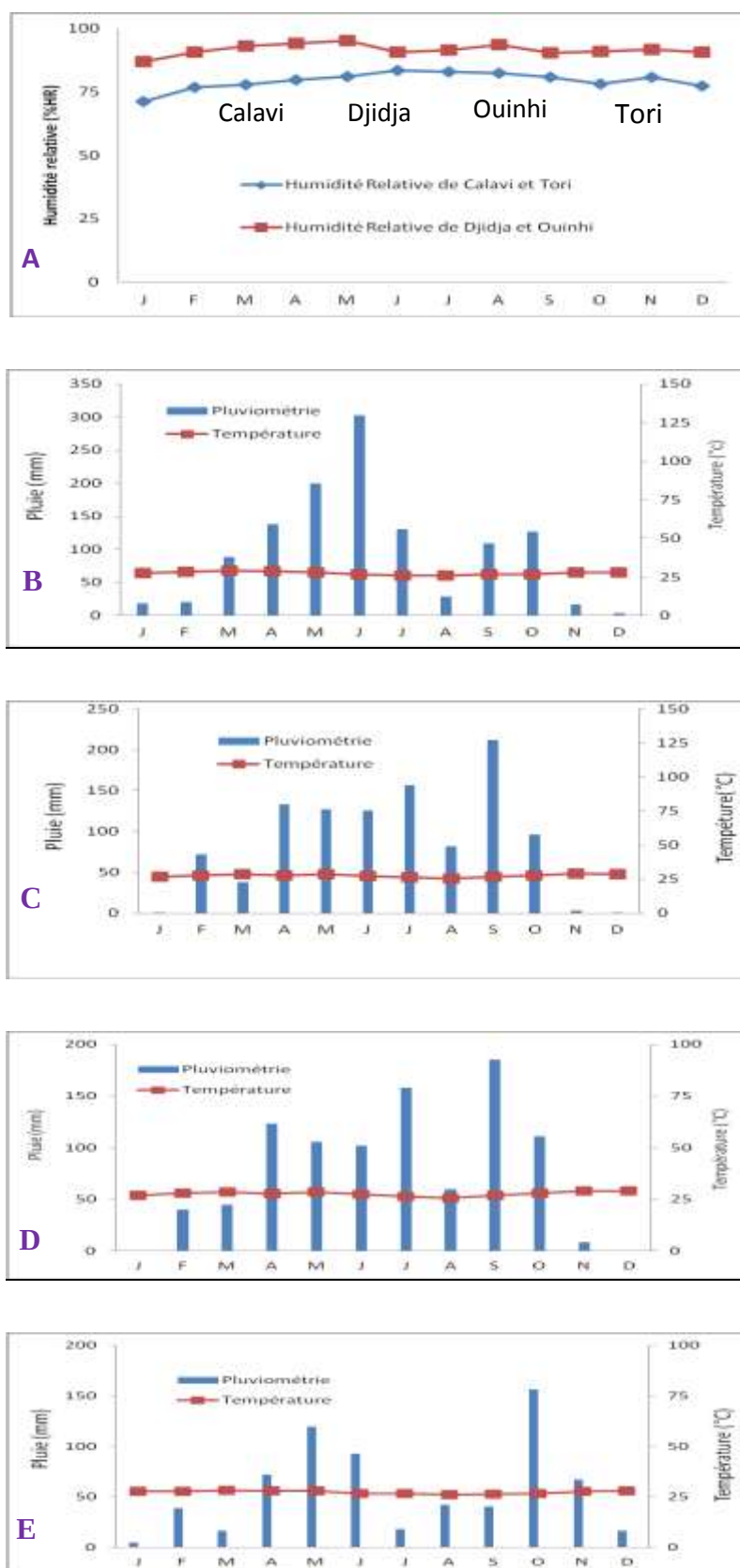


Figure 7: Courbes ombrothermiques de 2011 à 2013 (3ans).

Humidité relative des sites (A) ; Pluviométrie et température de Calavi (B) ; Pluviométrie et température de Djidja (C) ; Pluviométrie et température de Ouinhi (D) ; Pluviométrie et température de Tori (E)

3.2.2. Collecte des insectes

➤ Dispositif des parcelles

Un dispositif aléatoire de 4 parcelles expérimentales a été installé au niveau des 3 sites. Les 4 parcelles sont en monoculture de *J. curcas*. Chaque unité parcellaire mesure 20 × 20 m, soit une superficie de 400 m². Deux parcelles adjacentes sont séparées l'une de l'autre par une allée de 4 m. Chaque unité parcellaire dispose de 48 plants de *J. curcas*. Les 4 parcelles n'ont subi aucun traitement phytosanitaire.

➤ Dispositif des haies

Au niveau de chaque site, nous disposons de 4 lignes de haies plantées de *J. curcas*. Ces lignes de haies ont été choisies au hasard dans le village. Chacune de ces lignes de haies disposent d'au moins 60 plants de *J. curcas*.

➤ Période et les lieux de collectes des données

Les collectes ont été effectuées durant 24 mois de juin 2011 jusqu'en mai 2013 sur les sites de Calavi, Djidja, Ouinhi et Tori. Les observations ont été faites de façon hebdomadaire.

➤ Collectes des données

Les collectes ont été réalisées au niveau de chaque site (tableau 4). La collecte des données a été effectuée par observation visuelle sur 30 plants choisis au hasard par parcelle élémentaire de 400m² ou sur 30 plants choisis au hasard par ligne de haie. Les échantillonnages ont été répétés sur 4 parcelles et 4 lignes de haies par site. Sur certains plants de *J. curcas*, nous observons des attaques des insectes adultes, larves ou nymphes.

- Pour avoir les adultes, nous utilisons le filet fauchoir et l'aspirateur buccal pour capturer les insectes volants ou l'entomofaune circulante (photo 8). Les ravageurs adultes collectés ont été conservés dans une solution d'alcool à 70%.
- Les larves ou les nymphes prélevées sur les inflorescences attaquées ont été incubés dans des boîtes en plexiglas (ø = 18 cm, h = 6,5 cm) (Photo 9) où elles sont nourries jusqu'à la formation des adultes afin de procéder à leur identification. Il arrive des fois qu'au cours des collectes qu'il y a des larves ou nymphes sur les plants de *J. curcas*. A cet effet, nous utilisons le filet circulaire de 40 cm de long ayant les deux bouts ouverts permettant de les fixer librement sur les branches (Photo 7). Ces larves ou nymphes se nourrissent des organes de ces plants jusqu'à l'émergence des adultes qui sont alors capturés.
- Les papillons capturés ont été conservés dans des papillotes pour être identifiés.

Tous les ravageurs observés et capturés ont été dénombrés.



Photo 7: Dispositif de capture des insectes



Photo 8: Observation des plants de *Jatropha*



Photo 9: Boîtes d'incubation des larves

L'évaluation de l'importance des dégâts occasionnés par *D. nr divisella* a été faite à Ouokon, dans la commune de Ouinhi située dans le département de Zou. C'est une zone de grande production de *J. curcas* où les producteurs signalent souvent les dégâts de ce ravageur. L'échantillonnage a été effectué dans 15 plantations de ½ hectare de *J. curcas* chez des producteurs de Ouokon. Dans chaque plantation, 30 plants ont été choisis au hasard. Au total 450 plants ont été échantillonnés pour l'évaluation des dégâts de ce ravageur sur de jeunes feuilles terminales, de fleurs et de fruits de *J. curcas*. Au niveau de ces plants les observations ont porté sur les infestations de *D. nr divisella*. Les données collectées sont relatives au nombre de plants, au nombre de fleurs et au nombre d'apex (bourgeons terminaux) attaqués ainsi qu'au nombre de larves par organe attaqué au niveau de chacune des plantations. Les larves collectées ont été mises dans des boîtes et ramenées au laboratoire pour l'élevage en masse.

L'étude de l'inventaire des espèces des ennemis naturels, les prédateurs ou les parasitoïdes indigènes a été suivie sur les 3 sites. Un prélèvement ou une observation hebdomadaire de 30 organes (feuilles, fleurs ou fruits) de *J. curcas* attaqués sur les 3 sites. Ces organes sont ensuite observés sous loupe binoculaire ce qui permet de détecter les œufs ou larves parasitées des différents parasitoïdes enregistrés. Lorsque ces derniers sont prélevés au stade larvaire, ils sont accompagnés du végétal et mis dans des boîtes de pétri gélosées à base du milieu nutritif d'agar agar. Une fois le stade nymphe atteint, un transfert dans des tubes à essais est effectué ce qui facilite la collecte des adultes et leur identification.

3.2.3. Dépouillement des échantillons

Au bout de 4 à 5 jours, ces boîtes d'élevage ont été dépouillées pour la collecte des jeunes larves. Celles-ci ont été nourries avec les organes qu'ils attaquent jusqu'à la formation des pupes. Les pupes ainsi formées, ont été transférées dans des tubes à essais suivis jusqu'à l'émergence des adultes. Les parasitoïdes émergés des cocons formés ont été collectés et nourris à l'aide du miel. Tous les individus des différentes espèces récoltées ont été étiquetés, puis une fois ramenés au laboratoire, montés et séchés.

3.2.4. Préparation des insectes



Montage des insectes

A cet effet, les insectes collectés ont été transférés dans une boîte contenant de l'acétate d'éthyle où ils sont maintenus jusqu'à leur mort effective. Les insectes tués ont été à nouveau transférés dans leur boîte initiale. Suivant la taille de l'insecte, il existe trois types de montage : le montage simple, le montage double et le montage sur lame. Le premier est pratiqué sur des insectes de grande taille (au moins 15 mm de long) et consiste à mettre l'insecte à plat sur du polystyrène ou un bouchon de liège et à lui enfoncer verticalement une aiguille entomologique. Cette aiguille est enfoncée dans l'élytre droit pour les coléoptères et au niveau du thorax pour les insectes des autres ordres. Ensuite les membres et les antennes de l'insecte ont été redressés et fixés à l'aide d'aiguilles ordinaires. Le montage double, quant à lui est pratiqué sur des insectes de petite taille (moins de 15 mm de long) et consiste à piquer l'insecte à l'aide d'une munitie puis à lui fixer les membres et les antennes à l'aide d'autres munities. Pour les insectes très petits comme les mouches blanches, les thrips, les pucerons etc., c'est le montage sur lame qui permet de les préparer en vue de leur identification. Pour ce

faire, le pronotum de l'insecte a été incisé dans de l'alcool à 70% puis l'insecte a été vidé de son contenu; ensuite il a été mis dans une solution de KOH pendant 2 heures; après l'insecte a été de nouveau transféré dans de l'alcool à 70% pour laver le surplus de KOH. Il a été ensuite mis dans une solution de carbol de xylène pendant 25 minutes; à la sortie il a été lavé dans de l'alcool 70% puis de nouveau mis dans de l'acide acétique pendant 5 minutes; après lavage dans l'alcool une nouvelle fois il a été ensuite mis dans une solution d'acide fechsine (un colorant) pendant une heure. Après lavage une nouvelle fois dans de l'alcool, il a été mis dans de l'huile de clous de girofle pendant 25 minutes. L'insecte a été ensuite placé au milieu d'une lame et le surplus d'huile de clous de girofle est enlevé à l'aide de papier filtre placé à côté de l'insecte. Une goutte de baume de Canada a été ensuite appliquée à l'insecte et après cela une lamelle a été posée sur ce dernier.



Séchage des insectes

Une fois montés, les insectes ont été séchés dans un séchoir composé d'une lampe à incandescence surmonté de tiroirs grillagés sur lesquels les insectes montés sont posés. Généralement, les insectes de petite taille y passent 3 jours et ceux de grande taille 5 à 6 jours. Une fois secs les insectes sont retirés du séchoir et dépouillés des aiguilles qui ont servi à fixer leurs membres et antennes. Ensuite, ils sont placés dans des boîtes entomologiques vitrées puis rangés dans un tiroir.

3.2.5. Identification des insectes

L'identification des espèces a été faite au centre de biodiversité de l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA). Cette opération consiste à donner une classification systématique la plus complète possible des différents échantillons prélevés. La réussite d'une telle opération nécessite un certain nombre de dispositifs à savoir : des binoculaires, des clés d'identification, des collections de référence, des documents illustrés, un appareil photo numérique. Une fois l'identification finie, un étiquetage d'identification est réalisé pour compléter l'étiquetage initial. Ce dernier renferme les informations suivantes : le nom du genre, le nom de l'espèce si possible, le nom de la personne qui a découvert l'espèce, le nom de la personne qui a identifié l'espèce et la date d'identification.

3.2.6.-Analyse statistique des données

Les indices écologiques calculés sont la fréquence d'occurrence (F), l'abondance relative (A) et la densité (D) des espèces d'insectes.

- ✓ La fréquence d'occurrence d'une espèce est le rapport exprimé en pourcentage du nombre de prélèvements où cette espèce est notée au nombre total de prélèvements effectués (Alhmedi *et al.*, 2007) selon la formule ci-dessous :

$$F = \frac{Pa}{P} \times 100$$

où F est la fréquence d'occurrence de l'espèce (%); Pa, le nombre de prélèvements contenant l'espèce et P, le nombre total de prélèvements.

En fonction des variations de la valeur de F, Dajoz (1985) distingue quatre groupes d'espèces :

- les espèces du premier groupe sont qualifiées de constantes lorsqu'elles se retrouvent dans 50% ou plus des relevés effectués dans une même zone écologique;
- celles du second groupe sont accessoires car elles ne sont présentes que dans 25 à 49% des prélèvements ;
- celles du troisième groupe représentent les espèces accidentelles possédant une fréquence d'occurrence comprise entre 10 et 24 % ;
- les espèces du quatrième groupe sont très accidentelles ou sporadiques et ont une fréquence inférieure à 9%.

- ✓ L'abondance relative (A) d'une espèce (a) correspond au rapport entre le nombre des individus de cette même espèce et le nombre total des individus de toutes les espèces confondues.

$$Aa = \frac{Na}{Na + Nb + Nc + N \dots} \times 100$$

avec Aa, l'abondance relative (%) de l'espèce a ; Na, Nb, Nc..., le nombre des individus des espèces a, b, c....

- ✓ La densité (D) d'un peuplement est le nombre d'individus vivants de toutes les espèces par unité de surface dont la formule est :

$$D = \frac{N}{P}$$

Où D= Densité de l'espèce, N= Nombre total d'individus d'une espèce (a) récoltée dans le peuplement considéré, P= Nombre total des prélèvements effectués dans le peuplement considéré.

Le taux de parasitisme naturel d'un parasitoïde est le pourcentage d'hôte parasité dans la nature par ce parasitoïde.

Dans la présente étude le taux de parasitisme naturel a été calculé avec la formule suivante :

$$TN = \frac{NP}{NL} \times 100 \quad \text{où}$$

TN = Taux de parasitisme naturel, NP= Nombre de parasitoïdes ayant émergés,

NL= Nombre total de larves collectées.

Les données collectées par parcelle ou ligne de haie ont été analysées au moyen du logiciel Minitab 14. Ce logiciel a permis de faire les calculs de fréquence, d'abondance et de densité.

Toutes les données relatives à *D. nr divisella* ont été enregistrées avec le logiciel Excel. Ensuite, les taux d'infestations, taux de mortalité et le nombre moyen de larves ont été calculés en utilisant le programme statistique « Proc Means » de SAS version 9.2. Pour l'analyse des taux de mortalité, les variables ont été transformées par *Arscsinus* de la racine carrée de la variable (*Arsin (sqrt (x))*).

3.3- Etude des paramètres biologiques de *Denticera nr divisella*, ravageur de feuilles, fleurs et de fruits de *Jatropha curcas*

3.3.1.-Elevage en masse de *Denticera. nr divisella*

Les larves de *D. nr divisella* collectées dans les plantations de pourghère situées dans les Communes de Ouinhi et d'Abomey-Calavi ont été ramenées au laboratoire où elles ont été élevées dans des conditions de température de $27 \pm 1^\circ\text{C}$ et à une humidité relative moyenne de $70 \pm 1\%$. Ces larves ont été ensuite réparties par lots d'environ 100 dans des boîtes en plastique de dimensions 13×13×18 cm sur le fond desquelles du papier absorbant blanc a été déposé (Photo 10). Les boîtes ont été ensuite fermées avec un couvercle fait en partie de toile mousseline à maille fine favorisant l'aération. Les larves ont été nourries quotidiennement avec des feuilles fraîches de pourghère issues de la serre jusqu'à la formation des chrysalides. Une fois le développement larvaire achevé, les chrysalides ont été transférées dans une cage d'élevage de forme cubique (30×30×30 cm). La base, le plafond et les côtés latéraux de ces cages ont été vitrés tandis que les parois avant et arrière sont couvertes de grillage à mailles très fines. Après émergence, 10 mâles et 10 femelles de *D. nr divisella* ont été introduits dans des cages d'accouplement et d'oviposition identiques à celles décrites précédemment contenant des plants de *J. curcas* (Photo 11). Dans chaque cage ont été déposés deux

abreuvoirs cylindriques en plastique, de 5 cm de diamètre et 6 cm de hauteur contenant l'une de l'eau naturelle, l'autre une solution de miel et bouchés avec du coton hydrophile servant à nourrir les papillons. Le miel et l'abreuvoir sont renouvelés tous les deux jours. Trois jours après l'éclosion (c'est-à dire après la sortie des adultes), un pot en plastique (mesurant 5cm de diamètre et 7 cm de hauteur, contenant du terreau stérilisé dans un four et rempli au $\frac{3}{4}$ du volume) portant deux jeunes plants de pourghère a été introduit dans la cage pour servir de site de ponte (Photo 12) aux femelles de *D. nr divisella*. Chaque jour les plants portant les œufs sont collectés et disposés dans une autre cage en bois pour l'incubation. Cette cage en bois est de forme cubique de 50 cm d'arête ; les parois latérales sont en grillage de mailles très fines tandis que le haut est vitré. Après l'éclosion, les jeunes larves sont transférées dans des boîtes d'élevage où elles sont nourries quotidiennement avec des feuilles fraîches de pourghère jusqu'à la formation des chrysalides (Photo 13).

Et le même cycle reprend.

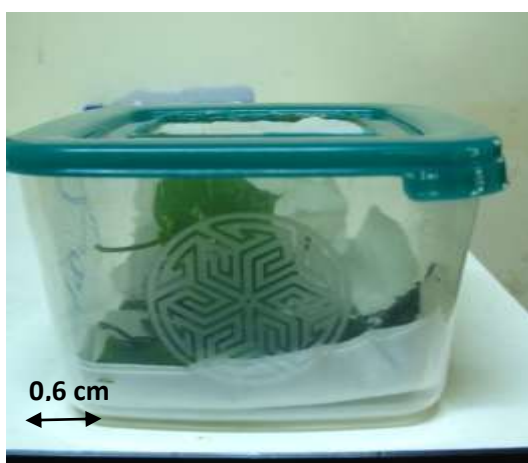


Photo 10: Boîte d'élevage de *D. nr divisella*



Photo 11: Dispositif d'accouplement et d'oviposition de *D. nr divisella*



Photo 12: Cage d'oviposition en bois



Photo 13: Chrysalide au milieu des pointillés circulaires rouges

3.3.2.-Détermination du nombre et durée des différents stades de développement de *Denticera nr divisella*

Un total de 526 chenilles de *D. nr divisella* âgées de 24 heures ont été réparties individuellement dans de petites boîtes cylindriques de 3 cm de diamètre et 1,5 cm de hauteur et rigoureusement numérotées dans des plateaux de dimensions 34 cm x 34 cm x 6 cm (Photo 14). Ces chenilles ont été suivies quotidiennement jusqu'à la formation des chrysalides et l'émergence des adultes. Les changements notables dans la couleur des chenilles et la présence de l'exuvie ont été enregistrés chaque jour jusqu'à la formation des chrysalides par observations sous une loupe binoculaire (de marque « WILD M3C ») toutes les 12 h depuis le premier stade larvaire jusqu'au stade adulte. Les adultes ont été suivis toutes les 24 h jusqu'à leur mort afin d'enregistrer leur durée de vie. Le nombre et la durée de chaque stade jusqu'à émergence de l'insecte adulte ont été ainsi enregistrés. Ainsi les paramètres suivants ont été calculés :

- ❖ La durée moyenne du stade œuf ;
- ❖ La durée moyenne de développement de chaque stade larvaire ;
- ❖ La durée moyenne de développement de la chrysalide ;
- ❖ Le taux d'émergence des chrysalides ;
- ❖ La durée de vie des individus adultes mâles et femelles ;
- ❖ Le taux de mortalité des larves et des adultes ;

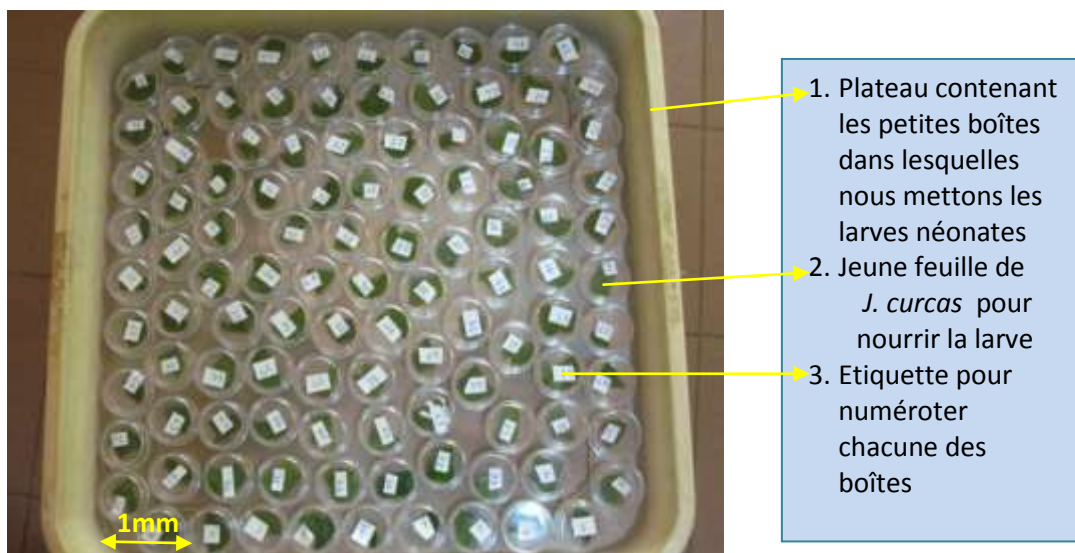


Photo 14: Dispositif expérimental pour l'étude de la biologie de *Denticera nr divisella*

3.3.3.-Développement de chaque stade larvaire et de la chrysalide de *Denticera nr divisella*

Pour connaître le développement de chaque stade larvaire, cinq séries de dix larves néonates ont été collectées et mesurées à l'aide du papier millimétré à chaque stade. Elles ont été observées à la loupe binoculaire et les mesures morphométriques des différents stades larvaires ont été prises. Les longueurs moyennes de la capsule céphalique et du corps des chenilles ont été enregistrées. La même procédure de mesure a été appliquée aux chrysalides. Les mesures ont porté au total sur cinquante (50) chenilles, et cinquante (50) chrysalides. Les poids moyens des larves et des chrysalides ont été pris à l'aide d'une balance électronique de précision de marque « Denver Instrument ».

3.3.4.- Paramètres biologiques de *Denticera nr divisella*:

Les paramètres biologiques suivants ont été calculés :

- La période de pré-oviposition : c'est l'intervalle de temps moyen qui s'écoule entre le passage au stade adulte et la date d'entrée en ponte des femelles ;
- La période d'oviposition qui représente le nombre moyen de jours de ponte par femelle ;
- La période de post-oviposition qui est l'intervalle de temps moyen entre l'arrêt de la ponte et la mort de la femelle ;
- La fécondité journalière : le nombre moyen d'œufs pondus par femelle et par jour ;
- La durée moyenne de l'embryogenèse est le nombre de jours de la ponte à l'éclosion de l'œuf;
- La durée moyenne du développement de chaque stade larvaire est le nombre de jours de chaque stade observé ;
- Le sex-ratio est le rapport du nombre de femelles obtenues par rapport au nombre total de mâles et de femelles enregistrés;
- La taille de chaque stade larvaire, chrysalides et adultes;
- Le taux d'émergence est le rapport du nombre de chrysalides émergées sur le nombre total de chrysalides obtenues;
- La durée moyenne de vie des mâles et femelles.

3.3.5.-Paramètres démographiques de la table de vie de *D. nr divisella*

Les paramètres démographiques de la table de vie de *D. nr divisella* ont été étudiés suivant les formules décrites par Maia et *al.* (2000) qui sont :

- le taux net de reproduction (R_0) est la contribution moyenne nette par femelle à la génération suivante, exprimée en termes de nombre de progénitures femelles par femelle durant sa vie. Il est calculé par la formule $R_0 = \sum l_x m_x$
 - x est l'âge pivot des individus en jours ;
 - l_x est le taux de survie spécifique à l'âge ;
 - m_x est le taux de fécondité spécifique à l'âge
- le taux intrinsèque d'accroissement naturel (r_m) se calcule par la formule:
 $1 = \sum l_x m_x e^{-r_m x}$: c'est le nombre d'individus produits par femelle et par jour.
- Ce paramètre permet surtout d'estimer la croissance de la population. C'est à partir de sa valeur qu'on détermine le taux d'accroissement fini (λ) : taux d'accroissement de la population par unité de temps. Il est obtenu par la formule $\lambda = e^{r_m}$.
- le temps moyen de génération (T_g) : c'est l'intervalle de temps moyen, exprimé en jours, qui s'écoule entre la naissance des individus d'une génération et celle de la génération suivante ; $T_g = \ln(R_0) / r_m$ avec $r_m = a + bT_g$, a et b sont des coefficients de regression.
- le temps de duplication (T_2) c'est le temps à partir duquel la population initiale issue des premiers œufs pondus est multipliée par deux sa formule est $T_2 = \ln(2) / r_m$

En suite on suivit :

- le sex-ratio : qui est la proportion des femelles F1 sur le total des individus F1 ;
- la survie des stades juvéniles est la proportion d'individus F1 ayant atteint le stade adulte sur l'ensemble de la progéniture.
- La durée moyenne de l'œuf à l'adulte, le taux de parasitisme, le sex-ratio et la durée de vie, la durée des stades de développement, le poids et la taille de chaque stade larvaire et chrysalide ont été analysées avec le logiciel Excel 2007. Les paramètres démographiques λ , r_m , R_0 , T_g et T_d de ce ravageur ont été déterminés en utilisant la méthode décrite par Andrewartha et Birch (1954). Ils ont été calculés en utilisant le

programme Jacknife développé par Maia *et al.* (2000) dans SAS version 9.2 (SAS, 2008).

3.4.- Etude de l'effet d'associations culturales sur les ravageurs de *Jatropha curcas*

Le dispositif expérimental appliqué est constitué de parcelles de *J. curcas* non associé et des parcelles de *J. curcas* associé aux cultures vivrières (manioc, maïs et niébé). Les parcelles expérimentales sont installées le 25 juin 2012 à Ouakon dans la commune de Ouinhi suivant un dispositif constitué de 4 blocs aléatoires complets. Chaque bloc contient une parcellaire de chaque culture (figure 8). Chaque unité parcellaire mesure 20 × 20 m, soit une superficie de 400 m². Deux blocs adjacents sont séparés l'un de l'autre par une allée de 4 m, et au sein d'un même bloc les unités parcellaires sont elles-aussi séparées par une allée de 4 m. Une bande de 4 m non semée a été aménagée tout autour du dispositif. Les quatre types d'association culturale de *J. curcas* installées (Photo 15 à 18) sont les suivants:

- Culture (To) = *Jatropha curcas* en culture pure (*Jatropha* en non association) (J)
- Culture (T1) = *Jatropha curcas* associé au manioc (JMc).
- Culture (T2) = *Jatropha curcas* associé au maïs (JMs)
- Culture (T3) = *Jatropha curcas* associé au niébé (JN)

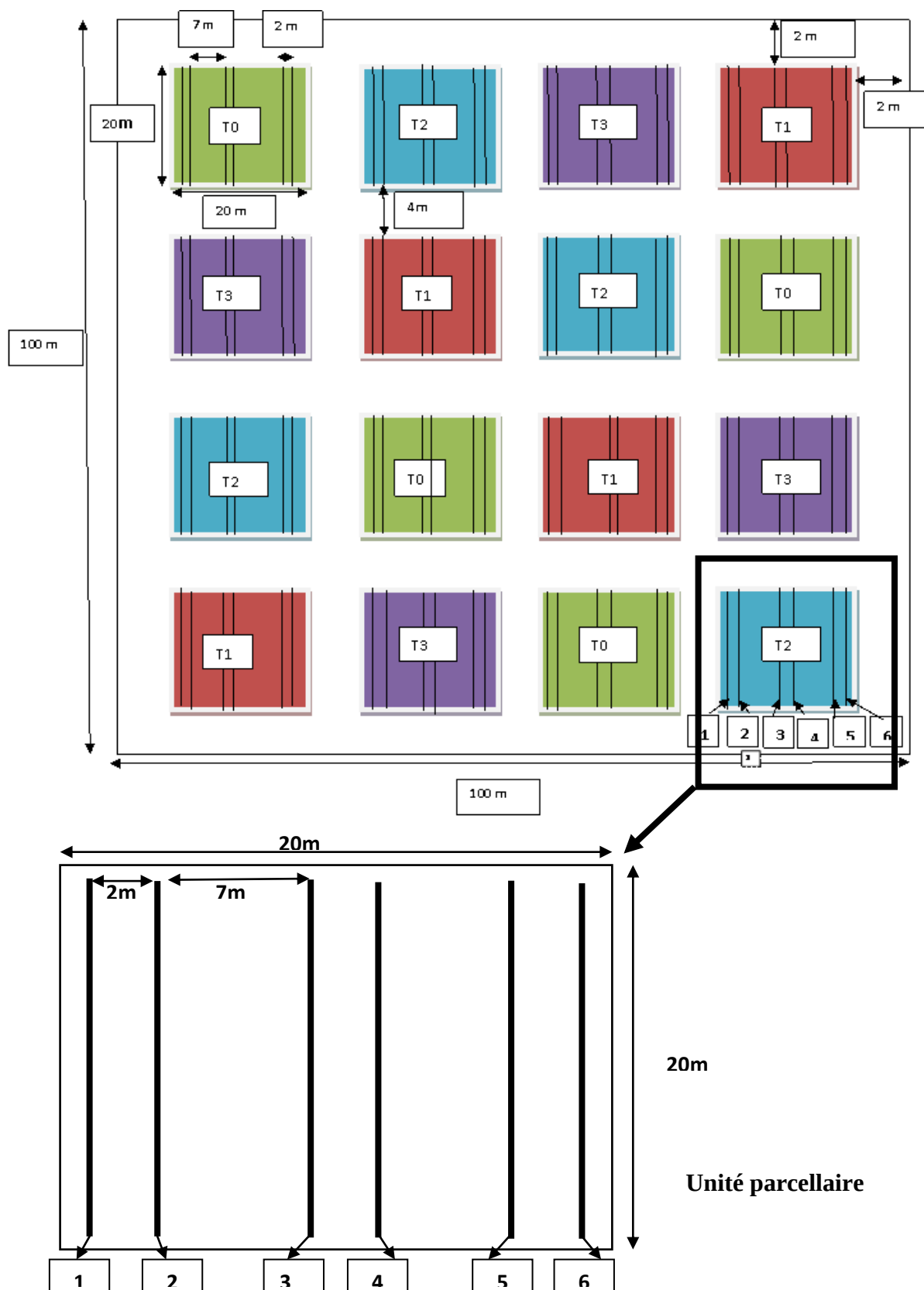


Figure 8: Schéma du dispositif expérimental de l'essai sur *Jatropha curcas* et cultures associées

3.4.1.- Description de l'association culturale de *Jatropha* et cultures associées

Cette étude a été réalisée en comparant les infestations avec *J. curcas* lorsque cette culture est seule ou en association avec les 3 cultures vivrières, le manioc, le maïs ou le niébé. Pour ces différentes cultures, les variétés locales utilisées sont les suivantes:

- la variété ''Tchawé''(en langue goun) pour le niébé, cette variété a un cycle de 70 jours
- la variété ''Holli-kou''(en langue goun) pour le maïs, cette variété a un cycle de 90 jours
- la variété ''Atiwi'' (en langue goun) pour le manioc, cette variété a un cycle de 12 mois et,
- la variété '*Jatropha curcas*' pour le pourghère.

Chaque unité parcellaire de 20 m x 20 m comportait 6 lignes de *J. curcas* de 20 m de long. Deux lignes successives sont séparées par un espace de 2m permettant ainsi de constituer une bande. Une unité parcellaire est constituée par un ensemble de 3 bandes. Entre deux bandes nous avons laissé un espace de 7m. Ainsi chaque unité parcellaire comprend deux espaces de 7m. C'est dans ces deux espaces de 7m, que sont installées chacune des cultures associées au *Jatropha* (photos 15-18).



Photo 15: *Jatropha* en monoculture ou culture pure (T0)



Photo 16: *Jatropha* associé au manioc (T1)



Photo 17: *Jatropha* associé au maïs (T2)



Photo 18: *Jatropha* associé au niébé (T3)

3.4.2.- Itinéraire technique de production de *Jatropha curcas* en cultures associées

Sur les deux champs expérimentaux, l'itinéraire technique utilisé est le système de la gestion intégrée des cultures (GIC) actuellement conseillé par l'IITA aux producteurs de l'ONG GERES fortement impliqués dans la production de *J. curcas* dans le département du Zou au centre du Bénin (GERES, 2010).

Le système GIC consiste, pour la culture du *Jatropha*, à faire le défrichage, le labour puis le piquetage en quinconce, suivant la direction Est-Ouest, avec un écartement de 2,5 m sur les lignes et 2 m entre les lignes ; une bande de 2 lignes de *J. curcas* constitue une rangée et deux rangées sont séparées l'une de l'autre par un intervalle de 7 m. Les semis sont directs avec deux graines introduites par poquet de 2 cm de profondeur dans le sol (Figure 9).

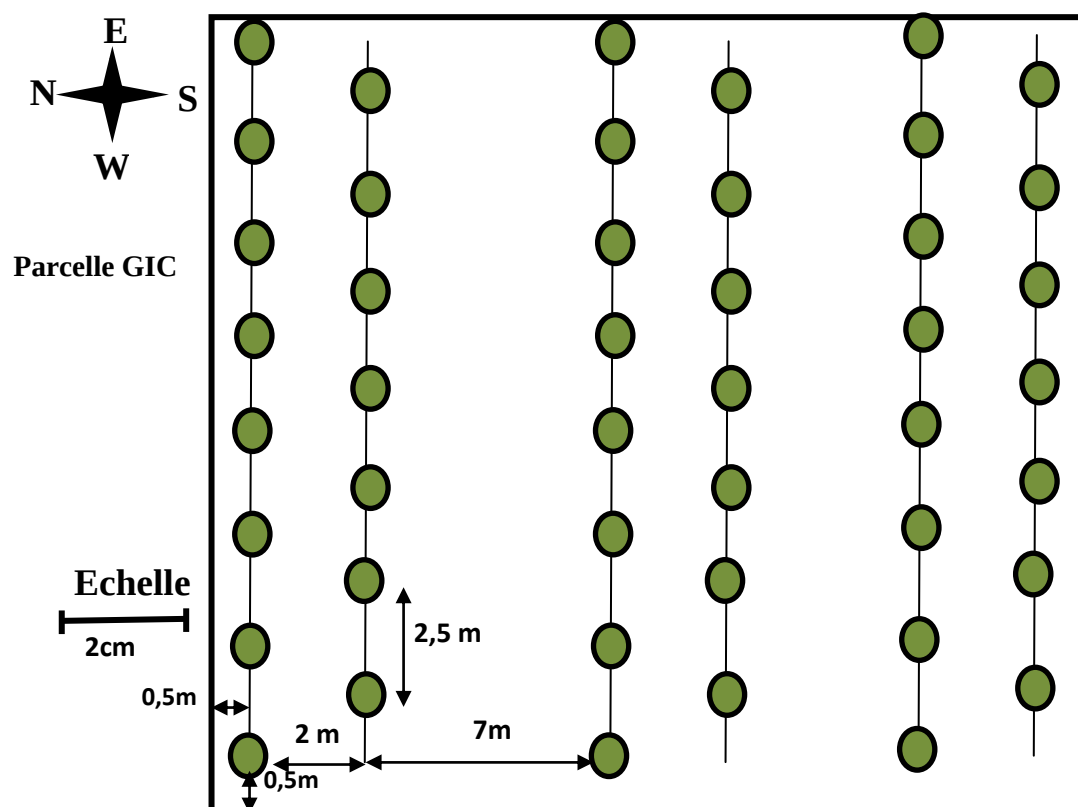


Figure 9: Plan de piquetage de *Jatropha curcas* sur les parcelles de la gestion intégrée des cultures (GIC)

Le pourghère ainsi semé pourrait être associé aux cultures vivrières dont les modes et densités de semis se présentent comme suit:

- pour le manioc, le repiquage d'une bouture à une densité de 1×1 m.
- pour le maïs, le semis direct de deux graines par poquet à une densité de 0,50×0,75 m,
- pour le niébé, le semis direct de deux graines par poquet à une densité de 0,25×0,75 m,

Après la levée des plants de pourghère et suivant les observations sur le terrain, il a été procédé au remplacement des plants non germés. Pour le pourghère, le premier élagage a eu lieu au moment où le pied était suffisamment mûr ou ayant atteint au moins 45 cm de hauteur avec une tige de 2 cm de diamètre en moyenne. Deux ou trois autres élagages avaient eu lieu au cours de l'année sur les ramifications secondaires, puis tertiaires. L'avantage de la taille est de garder un port assez bas qui facilite la récolte des fruits, facteur important à prendre en

compte dans une plantation de *J. curcas*. La taille permet aussi à la plante d'avoir beaucoup de ramifications, et donc beaucoup de graines pour un meilleur rendement.

Quant aux sarclages, ils ont été entrepris dès que le besoin s'était fait sentir suite aux observations faites au champ. La récolte de *Jatropha* a été échelonnée sur 2 mois et a débuté 6 mois après le semis lorsque les fruits ont commencé par jaunir. Le système GIC consiste, pour la culture de pourghère, à faire le défrichage, le labour comme précédemment décrit.

Les dates de semis et de récoltes du *Jatropha* et des cultures associées sont mentionnées dans le tableau 5 ci-dessous.

Tableau 5: Dates de semis et de récoltes de *Jatropha curcas* et des cultures associées

Cultures	Dates de semis		Dates/Périodes de récoltes	
	1 ^{ère} saison	2 ^{ème} saison	1 ^{ère} saison	2 ^{ème} saison
<i>Jatropha</i>	25/06/2012	-	1 ^{ère} 25/12/12 au 25/02/13	
Manioc	25/06/2012	-	25/05/13	-
Maïs	25/06/2012	25/08/ 2012	20/08/12	06/12/12
Niébé	25/06/2012	15/09/2012	12/09/12	01/12/2012

3.5.- Collecte des données au niveau du champ expérimental sur les plants de *Jatropha curcas*

La collecte des ravageurs sur les plants de *J. curcas* a été effectuée de façon hebdomadaire. Dès la germination des graines, une attention particulière a été accordée aux plants par un suivi régulier afin de repérer l'apparition des insectes nuisibles. Pour chaque séance, 30 plants (hormis ceux des bordures) ont été choisis au hasard par unité parcellaire. Cette opération est répétée 4 fois soit au total 120 plants sont observés et les insectes ravageurs ont été comptés visuellement sur tous les plants à l'aide de la loupe frontale (Photo 19). Ceci a été fait avec beaucoup de délicatesse pour éviter de faire échapper les insectes ravageurs. Le même jour, les organes infestés prélevés ont été disséqués sur du papier blanc et les insectes qu'ils hébergeaient ont été dénombrés. Les larves et les adultes des différents insectes ravageurs collectées ont été incubés dans les boîtes d'élevage jusqu'à la formation des adultes pour permettre leur identification.



Photo 19: Observations des attaques des ravageurs sur les plants de *Jatropha curcas*

3.6.- Collecte des données au niveau des cultures vivrières associées au *Jatropha curcas*

Au niveau de chaque culture vivrière associée au *J. curcas*, nous observons de façon hebdomadaire 30 plants au hasard par parcelle pour collecter et enregistrer les insectes ravageurs. Certains organes ont prélevés pour observés les insectes ravageurs au niveau chaque organe.

- Pour le niébé, nous prélevons au hasard 20 fleurs ou 20 gousses (soit 80 fleurs ou gousses) par unité parcellaire et mises dans des enveloppes de récolte en papier ;
- Pour le maïs, 20 épis ont été collectés au hasard par unité parcellaire (soit 80 organes), afin d'observer les attaques des insectes ;
- Ces prélèvements des organes ont été faits en dehors des carrés du rendement ;

Le même jour, les organes prélevés ont été disséqués sur du papier blanc et les insectes ou larves observés ont été dénombrés. Les larves des différents insectes collectées ont été incubées dans les boîtes d'élevage et nourries jusqu'à la formation des adultes pour leur identification.

3.7.-Analyses statistiques

Les données relatives aux effets des associations culturales sur la dynamique de population des principaux insectes ravageurs de *J. curcas* ont été analysées à l'aide du logiciel Excel. Pour chaque espèce d'insecte recensée sur les plants de *J. curcas*, la densité moyenne par plant a été déterminée à la fin du suivi. Ensuite, l'effet des associations culturales sur les densités de population des diverses espèces d'insectes ravageurs de *J. curcas* a été déterminé en utilisant l'analyse de variance (Proc GLM) suivi du test de comparaison multiple de Student-Newman-Keuls (SNK) au seuil de 5% par le logiciel SAS (2008).

CHAPITRE III : RÉSULTATS & DISCUSSION

**I – PERCEPTION PAYSANNE DES
CONTRAINTES LIÉES A LA CULTURE
DE *JATROPHA CURCAS* AU BÉNIN**

Introduction

Cette étude permettra de connaître la perception des paysans producteurs sur les contraintes liées à la culture de *J. curcas*. Pour cela une enquête a été conduite auprès des producteurs de *J. curcas* choisis de façon aléatoire. Au total 13 villages ont été enquêtés auprès de 103 producteurs dans les zones de la forte production de *J. curcas*. L'enquête a été portée essentiellement sur l'identité des producteurs et les principales activités des producteurs, leur connaissance du pourghère suivant les modes de production, les contraintes liées aux mauvaises herbes et aux attaques des nuisibles suivant les différentes parties de la plante à partir des racines, du collet, des tiges, des branches, des inflorescences, des fruits jusqu'aux graines et aussi les infections des maladies.

1.-Caractéristiques socio-économiques des producteurs du pourghère

Les producteurs enquêtés sont en majorité analphabètes à plus de 60%. La quasi-totalité des enquêtés connaissent le pourghère. Ils ont en moyenne 44 ans avec 7 enfants comme charge de famille. Les producteurs du pourghère enquêtés sont composés de 16,50% de femmes et 86,50% d'hommes (tableau 6). Chacun a reçu une formation sur la production du pourghère par les agents de Centres Régionaux pour le Développement Rural (CARDER) et possède au moins un demi-hectare de 500 plants du pourghère.

Tableau 6: Niveau d'instruction des producteurs du pourghère enquêtés de Covè, Djidja et Zagnanado

Communes enquêtées	Nombre de producteurs	Pourcentage des niveaux d'instructions par site enquêté			
		Analphabète	Alphabète	Primaire	Secondaire
Covè	20	80	10	10	0
Djidja	37	60	16	19	5
Zagnanado	46	63	15	20	2

Les quatre-vingt pourcent (80%) des producteurs de Covè sont analphabètes, seulement 20% sont scolarisés dont 10% ont eu des cours d'alphabétisation en langues locales et 10% de niveau primaire (tableau 6). Aucun des producteurs de la commune de Covè n'a atteint le niveau secondaire. Le taux de scolarisation des producteurs enquêtés est plus élevé à Djidja avec 40%, dont 16% alphabétisés en langues locales, 19% de niveau primaire et 5% de niveau

secondaire. A Zagnanado les producteurs sont scolarisés à 37%, dont 15% en langues locales, 20% de niveau primaire et 2% de niveau secondaire (tableau 7).

Les producteurs de pourghère des 3 villages de la commune de Covè concentrent à 95% leurs efforts dans la production agricole mais il y a 5% de ces producteurs qui font du commerce pour augmenter leurs revenus en dehors de l'agriculture (tableau 7).

Les producteurs enquêtés dans les 5 sites de production du pourghère de la commune de Djidja sont à 95% agriculteurs avec 5% qui mènent des activités secondaires dont 2% de commerce et 3% d'élevage (tableau 7).

Tableau 7: Principales activités des producteurs de pourghère des 3 zones d'enquêtes

Communes enquêtées	Nombres de producteurs	Pourcentage des principales activités menées par les enquêtés				
		Agriculture	Agriculture et élevage	Agriculture et commerce	Commerce	Elevage
Covè	20	95	0	5	0	0
Djidja	37	95	3	2	0	0
Zagnanado	46	93	2	0	2	3

Dans la commune de Zagnanado, les 93% de producteurs des 5 sites produisant le pourghère, exercent l'agriculture comme activité principale, suivi de 3% de commerce et 2% d'élevage mais 3% des producteurs qui font aussi de l'élevage domestique (tableau 7).

2.-Contraintes liées à la production de *Jatropha curcas* et leur incidence

Les différentes contraintes évoquées par les producteurs sont consignées dans le tableau 8. Plus de 97% des producteurs ont signalé que le pourghère est sensible aux mauvaises herbes qui étouffent facilement les jeunes plants. En outre, plus de 91% des producteurs ont constaté des dessèchements de jeunes plants dans leurs champs. Des attaques sévères des tiges par des insectes notamment les termites ont été signalées par plus de 99% des producteurs. De même, il a été signalé, sur tous les sites, la présence des insectes défoliateurs qui constituent une menace à la production du pourghère par plus de 91% des producteurs. Les producteurs ont observé des chenilles qui causent d'importants dégâts sur les inflorescences du pourghère avec un taux de 64% à Djidja, 68% à Zagnanado et 100% à Covè. Il faut noter que des dégâts sur les capsules du pourghère ont été signalés par 67%, 50% et 68% des producteurs enquêtés, respectivement à Covè, Djidja et à Zagnanado. Pour plus de 94% des producteurs enquêtés sur les 3 sites, la mortalité des jeunes plants est probablement due à des maladies provoquant

des dessèchements des plants suivis de leur mort (Tableau 8). Au niveau de la conservation des graines, les attaques par les insectes de stocks sont presque inexistantes mais cela est signalé par certains producteurs de Covè et de Zagnanado.

Tableau 8: Incidences des contraintes exprimées par les producteurs enquêtés

Contraintes identifiées	Incidence des contraintes identifiées	Pourcentage des incidences par commune		
		Covè N=20	Djidja N=37	Zagnanado N=46
Adventices (mauvais herbes)	Incidence	100	97	100
	Sans incidence	0	3	0
	Pourcentage	100	100	100
Dessèchements des plants	Incidence	100	100	91
	Sans incidence	0	0	9
	Pourcentage	100	100	100
Mortalité des plants	Incidence	94	97	100
	Sans incidence	6	3	0
	Pourcentage	100	100	100
Insectes Défoliateurs	Incidence	91	97	100
	Sans incidence	9	3	0
	Pourcentage	100	100	100
Chenilles Ravageurs de fleurs	Incidence	100	64	68
	Sans incidence	0	36	32
	Pourcentage	100	100	100
Foreurs de Capsules	Incidence	67	50	68
	Sans incidence	33	50	32
	Pourcentage	100	100	100
Insectes de Stocks	Incidence	25	0	54
	Sans incidence	75	100	46
	Pourcentage	100	100	100

N= nombre de producteurs enquêtés

3.-Connaissance du complexe des insectes ravageurs de *Jatropha curcas* par les producteurs

Les résultats obtenus concernant la reconnaissance des maladies et insectes ravageurs par des illustrations photos montrent que la plupart des producteurs n'ont pas reconnu ces organismes. En effet, tous les agriculteurs interrogés n'ont pas été en mesure d'identifier tous les parasites qui causent des dégâts et la mortalité des plants de *J. curcas* (figure 10). Moins de 50% des

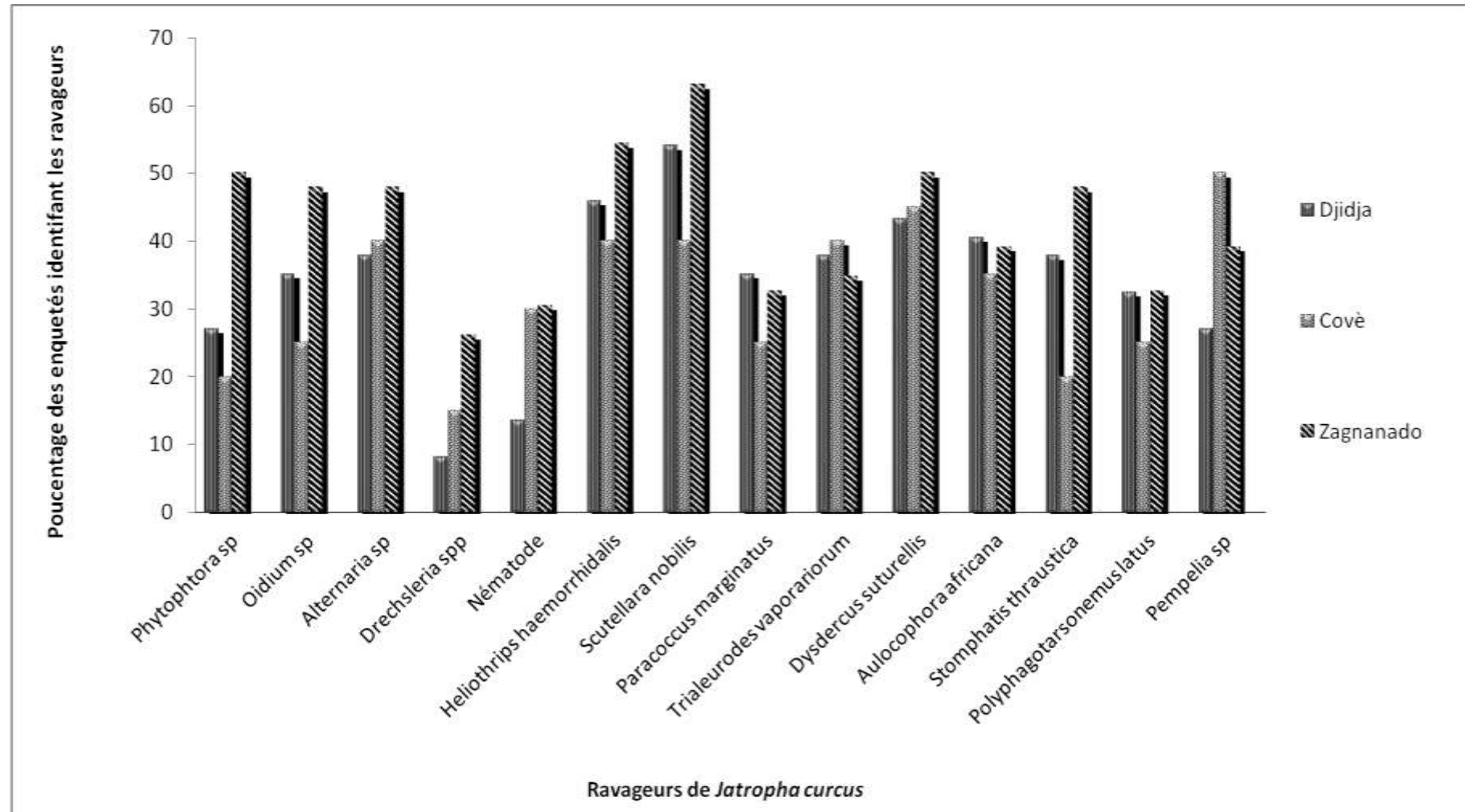


Figure 10: Pourcentage des producteurs de *Jatropha curcas* reconnaissant les ravageurs et les maladies dans leurs champs sur les 3 sites

agriculteurs ont pu reconnaître les insectes ravageurs de *J. curcas* et les agents pathogènes lors des séances d'observations des photos à l'exception de *Heliothrips heamorrhidalis*, *Dysdercus suturellis*, *Pempelia* sp. et *Scutellera nobilis* qui sont reconnus à plus 50% à Djidja et à Zagnanado. De même, aucun producteur n'a su nommer ces ravageurs par leurs noms vernaculaires, indiquant qu'ils ne leurs sont pas familiers car la culture du pourghère vient juste d'être introduite dans le système cultural des paysans au Bénin. La quasi-totalité des producteurs ont exprimé leurs inquiétudes par rapport aux effets d'association du pourghère et les autres cultures. En effet, l'action des ravageurs s'exerce toujours au détriment de la culture vivrière.

4.-DISCUSSION

Beaucoup de producteurs ont adhéré à la culture du pourghère. Alors que la culture du pourghère est assujettie à des contraintes parasitaires et des maladies. En effet, plus de 90% des agriculteurs consacrent leurs temps à la production de *J. curcas*. Cette culture est serte une opportunité à saisir mais elle est limitée par plusieurs contraintes en occurrence les mauvaises herbes, les dommages sur les feuilles, les fleurs et les fruits causés par les insectes ou des agents pathogènes. L'impact de ces ravageurs a été signalé comme économiquement important par les agriculteurs dans toutes les localités enquêtées. Les résultats de notre enquête ont montré que les producteurs ont pris connaissance de l'existence des adventices, insectes et maladies par leurs dégâts. Mais, ils ne maîtrisent pas les noms vernaculaires de ces ravageurs. Suivant les contraintes observées, le pourghère est très sensible aux adventices qui l'étouffent facilement. En effet, les adventices envahissent les cultures du pourghère et les conséquences sont imprévisibles dans l'évolution actuelle des systèmes de cultures (Bertrand et Doré, 1988 ; Barralis *et al.*, 2008 et Munier-Jolain *et al.*, 2008). Selon l'enquête, les plants du pourghère sont assujettis aux effets de certains nuisibles causant des dessèchements suivis de mortalité. Il faut noter aussi que les plants du pourghère perdent leurs feuilles et se dessèchent en cas de forte humidité ou de sécheresse. Ceci confirme les résultats de Heller (1996) qui a montré que le pourghère souffrait de certaines maladies causées par les bactéries, les champignons, les nématodes et l'excès d'humidité. Signalons qu'il existe des maladies qui se manifestent sur les plants et qui provoquent le dessèchement de l'écorce pouvant induire la mort des branches ou du plant pendant la sécheresse (Münch, 1986). Au Bénin, les études conduites par Sinsin *et al.* (2008) ont montré que les nuisibles pouvaient causer près de 56,90% de dégâts sur les feuilles et les fruits du pourghère. Selon les observations faites par

les producteurs, certaines chenilles mineuses fréquemment rencontrées dans les plantations causent des dégâts sur les feuilles du pourghère. Il y a aussi des chenilles qui causent des dégâts importants en provoquant la chute des inflorescences et en détruisant les fleurs et les capsules vertes. Aussi, la mortalité des plants est connue presque par la moitié des producteurs comme une contrainte à la culture du pourghère. Des cochenilles qui provoquent la déformation des feuilles suivies des dessèchements des plants du pourghère. En Afrique occidentale, une forte attaque de plantations du pourghère par les cochenilles a été fréquemment observée à différentes étapes de développement de la plante (Heller, 1996). Il existe également des foreurs de capsules de *J. curcas*. Ces ravageurs sont spontanément cités par les producteurs interrogés. Suivant l'enquête, de nombreux ravageurs sont reconnus par les producteurs. En effet, selon Heller (1996), Shanker et Dhyania, (2006) *Stomphastis thraustica* Meyrick (Lepidoptera: Gracillariidae), des coléoptères phyllophages *Aphthona* spp. et *Aulacophora africana* (Weise) (Coleoptera : Chrysomelidae) occasionnent des dégâts importants aux plants du pourghère. Par contre, les insectes de stocks sont très peu cités par les producteurs parce que les graines sont ramassées juste après les récoltes par les agents des Centres agricoles régionaux de développement rural (CARDER) qui les encadrent pour la production. Ces graines sont conservées dans des sacs de jute en couches intercalées avec des feuilles de neem séchées contre les ravageurs de stocks mais elles sont aussitôt achetées par l'ONG GERES pour redonner à d'autres producteurs qui les utilisent comme des semences afin d'encourager d'autres producteurs de cultiver du pourghère. En dehors des insectes, il y a des agents pathogènes causant des maladies qui sont essentiellement des champignons du genre *Phytophthora*, *Pythium*, *Fusarium* et surtout les nématodes du genre *Meloidogyne* causant la pourriture des racines jusqu'à provoquer la mort de la plante. En outre, *Helminthosporium* et *Cercospora* peuvent provoquer des tâches foliaires (Domergue et Pirot, 2008). Comme toutes les cultures agricoles, le *J. curcas* n'échappe pas aux pressions des maladies, des insectes et autres organismes nuisibles. Les dégâts des ravageurs sont d'autant plus importants que l'ONG GERES a conseillé les producteurs de traiter les champs à l'aide d'un biopesticide nommé BioStar fabriqué à base de l'huile de neem, *Azadirachta indica* A. Juss (Fassinou, 2009). Il est donc impérieux de faire un inventaire exhaustif des ravageurs signalés par les producteurs pour confirmer ou infirmer leur présence sur le pourghère au Bénin. Ainsi, la connaissance de la diversité des ravageurs de *J. curcas* est une étape majeure pour le développement d'une gestion écologiquement durable des ravageurs.

.

Conclusion

La présente étude a montré qu'il existait des ravageurs de *J. curcas*. Presque tous les producteurs interrogés ont confirmé que la culture du pourghère est assujettie aux contraintes parasitaires depuis la levée jusqu'à la récolte. Les producteurs rencontrés ont une bonne connaissance des dégâts occasionnés par les ravageurs sur les plants du pourghère, mais ne connaissent pas les espèces qui les causent. Alors il serait nécessaire de faire l'inventaire des parasites du pourghère pour une bonne connaissance des majeurs afin développer des moyens de lutte écologiquement durable.

Dans cette optique, il faudrait faire l'inventaire des ravageurs et les organes attaqués de chaque ravageur afin d'évaluer l'importance des dégâts causés par chaque insecte ravageur ou maladie et leur répartition géographique au Bénin.

II - DIVERSITE SPECIFIQUE DES RAVAGEURS MAJEURS DE *JATROPHA CURCAS* ET DE LEURS ENNEMIS NATURELS

Introduction

Le développement durable de la filière de *J. curcas* doit passer nécessairement par une connaissance approfondie des ravageurs majeurs de la culture. Il est important de connaître les nuisibles associés à la culture de *J. curcas*. Ainsi le présent travail de recherche consiste à inventorier les insectes ravageurs majeurs causant des dégâts économiques à la culture de *J. curcas* et leurs ennemis naturels. Les études ont été conduites sur des parcelles expérimentales installées et sur les haies plantées dans 5 villages situés dans les communes de Tori, Djidja, Ouinhi et Calavi. La collecte des données a été effectuée par observation visuelle de 30 plants choisis au hasard par parcelle élémentaire ou par ligne de haie. A chaque plant, nous observons des attaques des larves ou des nymphes des insectes. Tous les ravageurs et les ennemis naturels observés ont été collectés essentiellement sur les plants, les bourgeons terminaux, les fleurs et les fruits attaqués pendant toutes les phases phénologiques de *J. curcas*.

1.-Diversité des ravageurs de *J. curcas* collectés sur les différents sites

1.1.- Etudes qualitatives

L'inventaire de l'entomofaune réalisé sur les 4 sites a montré la présence de 34 espèces de ravageurs des plants du pourghère en relation avec les dégâts observés sur les différents organes de la plante. Deux de ces espèces sont inféodées aux racines, un à la tige, quinze aux feuilles, quatre aux fleurs, douze aux fruits (Tableau 9). Les insectes ravageurs observés appartiennent aux ordres des Lépidoptères, des Coléoptères, des Orthoptères, des Hémiptères, des Isoptères et Thysanoptères.

.

Tableau 9: Diversité des insectes ravageurs du pourghère en relation avec les stades phénologiques de la plante, les organes attaqués, les types de dégâts occasionnés et les incidences.

Ordres des insectes	Familles	Espèces ravageurs	Stades du ravageur	Stade phénologique de la plante	Organes attaqués	Dégâts	Incidence sur la plante
Coleoptera	Apionidae	<i>Apion</i> sp.	Adulte	Phase végétative	Jeunes feuilles	Perforation	Réduction de la photosynthèse
	Chrysomelidae	<i>Aulacophora africana</i> (Weise)	Adulte	Phase végétative	Jeunes feuilles	Perforation	
		<i>Barombiella</i> sp.	Adulte	Phase végétative	Jeunes feuilles	Perforation	
		<i>Cryptocephalus</i> sp.	Adulte	Phase végétative	Jeunes feuilles	Perforation	
		<i>Altica</i> sp.	Adulte	Phase végétative	Jeunes feuilles	Perforation	
	Lagriidae	<i>Lagria vilosa</i> (Fabricius)	Adulte	Phase végétative	Jeunes feuilles	Perforation	
	Meloidae	<i>Coryna hermanniae</i> (Fabricius)	Adulte	Phase végétative	Jeunes feuilles	Perforation	
		<i>Cylindrothorax westermanni</i> (Mäklin)	Adulte	Phase végétative	Jeunes feuilles	Perforation	
		<i>Decapotoma affinis</i> (Olivier)	Adulte	Phase végétative	Jeunes feuilles	Galeries sur les feuilles	
	Scarabaeidae	<i>Pachnoda cordata</i> (Drury)	Adulte	Phase végétative	Fruits verts	Malformation	Réduction de productivité de la plante
	Tenebrionidae	<i>Gonocephalum simplex</i> Fabricius	Adulte	Phase végétative	Jeunes feuilles	Perforation	Réduction de la photosynthèse
		<i>Praeugena marginata</i> (Fabricius)	Adulte	Phase végétative	Jeunes feuilles	Perforation	
		<i>Chrysolagria neavei</i>	Adulte	Phase végétative	Jeunes		

		Burmeister			feuilles	Perforation	
Hemiptera	Aleyrodidae	<i>Bemisia tabaci</i> Gennadius	Adulte	Phase végétative	Jeunes feuilles	Suce la serve	
	Coccidae	<i>Coccus viridis</i> Green	Adulte	Phase végétative	Bourgeons terminaux	Suce la serve	
	Pseudococcidae	<i>Phenacoccus manihoti</i> Matile-Ferrero	Adulte	Phase végétative	Parties tendres et feuilles	Suce la serve	
		<i>Paracoccus marginatus</i> Williams & Gramara de Willink	Adulte	Phase végétative	Parties tendres et feuilles	Suce la serve	
	Alydidae	<i>Ryptortus dentipes</i> Fabricius	Adulte	Phase de fructification	Fruits	Avortements	
	Pentatomidae	<i>Nezara viridula</i> (Linnaeus)	Adulte	Phase de fructification	Infloresce nces	Avortement	
	Coreidae	<i>Anoplocnemis tristator</i> Fabricius	Adulte	Phase de fructification	Fruits	Malformation	
		<i>Pseudotheraptus devastans</i> Distant	Adulte	Phase de fructification	Infloresce nces	Avortement	
	Miridae	<i>Helopeltis schoutedeni</i> Reuter	Adulte	Phase de fructification	des fleurs et les fruits	Avortements	
	Pyrhocoridae	<i>Dysdercus voelkeri</i> Schmidt	Adulte	Phase de floraison	Fleurs	Avortements	
	Rhopalidae	<i>Leptocoris hexophthalma</i> Thunberg	Adulte	Phase de fructification	Fruits	Avortements	
	Scutelleridae	<i>Calidea dregei</i> Germar	Adulte	Phase de fructification	Fruits	Avortements et malformations	
Isoptera	Termitidae	<i>Macrotermes bellicosus</i> Smeathmann	Adulte	Tout stade phénologique	Tige et plantes	Ronge et destruction	Chute des plants suivie de la destruction de la plante

Lepidoptera	Gracillariidae	<i>Stomphastis thraustica</i> (Meyrick)	Larve	Phase végétative	Limbe	Destruction	Réduction de la photosynthèse
	Pyralidae	<i>Denticera nr divisella</i> (Duponchel)	Larve	Phases de floraison et de fructification	Jeunes feuilles à l'apex, fleurs et fruits	Destruction	Réduction de productivité de la plante
Orthoptera	Tortricidae	<i>Archips occidentalis</i> Walsingham	Adulte	Phase végétative	Feuilles	Destruction	Réduction de la photosynthèse
	Pyrgomorphidae	<i>Zonocerus variegatus</i> (Linnaeus)	Adulte	Phase végétative	Feuilles	Destruction	
	Tettigoniidae	<i>Phaneroptera nana sparsa</i> Stål	Adulte	Phase végétative	Feuilles	Perforation	
Thysanoptera	Thripidae	<i>Scirtothrips kenyanensis</i> Mound	Larve et adulte	Phase végétative	Feuilles	Suce la sève	

1.2.- Etude quantitative

1.2.1. Fréquences d'occurrence des espèces de ravageurs observées sur *Jatropha curcas* dans les sites prospectés

Les Tableaux 10 et 11 montrent que deux espèces de ravageurs (*S. thraustica* et *A. africana*) sont observées de façon constante sur les haies et sur les parcelles. *S. thraustica* est observé avec des fréquences de 75,24% et de 61,91% respectivement sur les haies et sur les parcelles tandis que *A. africana* est rencontré avec des fréquences de 76,57% et de 54,70% respectivement sur les haies et sur les parcelles. Trois espèces de ravageurs sont observées de façon accessoire ou sporadique sur les haies. Il s'agit de *Altica* sp. avec une fréquence de 39,93%, *Z. variegatus* avec une fréquence de 49,19% et *D. nr divisella* avec une fréquence de 33,73%. Par contre sur les parcelles, *L. vilosa*, *Z. variegatus* et *D. nr divisella* ont été enregistrés avec des fréquences respectives de 42,89%, 38,20% et de 25,62% prouvant ainsi le caractère accidentel ou très accidentel de celles-ci dans ces biotopes.

1.2.2. Abondance relative et densité des ravageurs observés sur *Jatropha curcas* dans les sites prospectés

Les tableaux 10 et 11 donnent les deux indices écologiques (abondance et densité) observés simultanément sur les haies et les parcelles suivant les ravageurs.

Sur les haies les résultats montrent que l'abondance de

- *S. thraustica* est de 23,96 avec une densité de 2,50 individus par plant ;
- *Altica* sp. est de 18,5 avec une densité de 1,87 individus par plant ;
- *A. africana* est de 7,03 avec une densité de 0,66 individu par plant ;
- *L. vilosa* est de 10,17 avec une densité de 1,03 individus par plant ;
- *P. marginatus* est de 8,41 avec une densité de 1,14 individus par plant,
- *D. nr divisella* est de 10,67 avec une densité de 1,43 larves par plant ;
- *Z. variegatus* présente une abondance de 3,32 avec une densité de 0,33 individu par plant
- *C. dregei* est de 4,57 avec une densité de 0,52 individu par plant

Sur les parcelles, les ravageurs les plus abondants sont :

- *S. thraustica* présentant une abondance de 11,24 avec une densité de 1,98 individus par plant ;
- *Altica* sp. est de 9,26 avec une densité de 0,83 individus par plant ;

- *A. africana* avec une abondance de 9,87 et une densité de 1,45 individu par plant ;
- *Z. variegatus* a une abondance de 5,13 avec une densité de 0,77 individu par plant
- *D. nr divisella* dont l'abondance est de 4,91 et une densité de 0,70 individu par plant.

Suivant ces résultats observés, nous pouvions conclure que la culture de *J. curcas* présente de nombreux insectes ravageurs majeurs en occurrence les défoliateurs, foreur de fleurs et de fruits et les punaises avec une forte abondance suivi d'une densité importante dont la fréquence est comprise entre 25 à 75% au niveau des haies comme dans les plantations. Alors la culture de *J. curcas* héberge de nombreux insectes ravageurs qui pourraient causer de fortes infestations pouvant influencer le rendement.

Tableau 10: Fréquence d'occurrence (F), abondance relative (A) et densité (D) des ravageurs sur les haies des sites étudiés

Espèces	Ouinhî_Haie			Calavi_Haie			Djidja_Haie			Tori_Haie			Moyennes			Qualification de l'espèce
	A(%)	D	F(%)	A(%)	D	F(%)	A(%)	D	F(%)	A(%)	D	F(%)	A(%)	D	F(%)	
<i>M. bellicosus</i>	4,36	0,43	5,28	0,00	0,00	0,00	0,07	0,01	0,17	0,02	0,00	0,03	1,11	0,11	1,37	Très accidentelles
<i>S. thraustica</i>	17,89	2,01	82,78	12,82	2,05	53,92	32,18	2,76	80,90	32,94	3,18	83,37	23,96	2,50	75,24	Constantes
<i>Altica sp.</i>	0,00	0,00	0,00	5,22	0,71	43,33	12,04	0,96	57,36	10,87	0,97	59,03	7,03	0,66	39,93	Accessoires
<i>Barombiella sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,24	0,04	4,34	0,40	0,03	3,26	0,35	0,03	3,19	0,25	0,03	2,70	Très accidentelles
<i>A. Occidentalis</i>	0,00	0,00	0,00	0,48	0,16	2,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,04	0,64	Très accidentelles
<i>Apion sp.</i>	0,10	0,02	0,90	0,04	0,01	0,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,40	Très accidentelles
<i>A. Africana</i>	17,81	2,00	82,78	10,52	1,55	60,59	23,63	1,93	80,14	22,08	2,00	82,78	18,51	1,87	76,57	Constantes
<i>L. vilosa</i>	0,93	0,13	8,12	2,30	0,33	22,47	5,31	0,42	29,41	4,75	0,42	29,48	3,32	0,33	22,37	Accidentelles
<i>Cryptocephalus sp.</i>	0,79	0,13	7,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,03	1,84	Très accidentelles
<i>C. hermanniae</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Très accidentelles
<i>C. westermanni</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Très accidentelles
<i>D. affinis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Très accidentelles
<i>G.simplex</i>	2,90	0,36	34,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,73	0,09	8,72	Très accidentelles
<i>P. sparsa</i>	1,53	0,21	17,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	0,05	4,33	Très accidentelles
<i>C. neavi</i>	2,95	0,36	24,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,74	0,09	6,02	Très accidentelles
<i>P. cordata</i>	2,53	0,34	11,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,63	0,09	2,87	Très accidentelles
<i>P. manihoti</i>	0,60	0,07	4,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,02	1,02	Très accidentelles
<i>Z. variegatus</i>	4,80	0,63	29,38	6,30	0,94	44,17	14,83	1,21	60,24	14,75	1,33	62,99	10,17	1,03	49,19	Accessoires
<i>S. kenyensis</i>	7,99	0,97	23,47	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	2,01	0,24	5,89	Très accidentelles
<i>B. tabacci</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Très accidentelles
<i>C. viridis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Très accidentelles
<i>P. marginatus</i>	0,00	0,00	0,00	30,68	4,30	67,22	1,61	0,13	3,47	1,33	0,13	3,44	8,41	1,14	18,53	Accidentelles
<i>D. nr divisella</i>	12,31	1,82	30,35	10,54	1,99	35,31	8,30	0,82	15,42	11,54	1,07	53,86	10,67	1,43	33,73	Accessoires
<i>D. voelkeri</i>	0,47	0,08	3,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,02	0,76	Très accidentelles
<i>P. devastans</i>	0,12	0,02	1,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,36	Très accidentelles

<i>R. dentipes</i>	3,47	0,38	36,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,87	0,10	9,22	Très accidentelles
<i>N. viridula</i>	3,48	0,39	28,30	4,41	0,39	27,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,97	0,20	13,83	Accidentelles
<i>L. hexophthalma</i>	2,83	0,32	23,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,71	0,08	5,77	Très accidentelles
<i>A.tristator</i>	2,41	0,27	17,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,07	4,32	Très accidentelles
<i>H. schoutedeni</i>	4,13	0,44	26,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,03	0,11	6,52	Très accidentelles
<i>C. dregei</i>	1,69	0,21	7,95	15,85	1,79	64,13	0,41	0,04	1,56	0,33	0,03	1,53	4,57	0,52	18,79	Accidentelles

Tableau 11: Fréquence d'occurrence (F), abondance relative (A) et densité (D) des ravageurs sur les parcelles des sites étudiés

Espèces	Ouinhil_Parcelles			Djidja_Parcelles			IITA_Parcelles			Tori_Parcelles			Moyennes			Qualification de l'espèce
	A(%)	D	F(%)	A(%)	D	F(%)	A(%)	D	F(%)	A(%)	D	F(%)	A(%)	D	F(%)	
<i>M. bellicosus</i>	3,63	0,39	7,29	0,02	0,00	0,03	0,71	0,08	2,57	0,02	0,00	0,03	1,09	0,12	2,48	Très accidentelles
<i>S. thraustica</i>	6,80	0,93	41,32	19,54	1,67	50,69	15,38	2,09	72,15	37,16	3,25	83,47	11,24	1,98	61,91	Constantes
<i>Altica sp.</i>	7,51	1,25	29,55	18,80	1,00	13,51	10,74	1,07	16,28	0,00	0,00	0,00	9,26	0,83	14,83	Accidentelles
<i>Barombiella sp.</i>	6,97	1,31	23,75	0,37	0,02	2,64	0,86	0,19	5,90	0,39	0,03	3,19	2,06	0,39	8,87	Très accidentelles
<i>B. occidentalis</i>	0,15	0,02	1,04	0,00	0,00	0,00	0,19	0,04	2,50	0,00	0,00	0,00	0,09	0,02	0,89	Très accidentelles
<i>Apion sp.</i>	3,51	0,54	30,38	0,00	0,00	0,00	0,16	0,02	1,39	0,00	0,00	0,00	0,92	0,14	7,94	Très accidentelles
<i>B. Africana</i>	9,25	1,45	38,82	21,70	1,56	65,48	6,52	0,79	31,74	24,79	2,00	82,78	9,87	1,45	54,70	Constantes
<i>L. vilosa</i>	2,65	0,43	41,56	4,93	0,35	24,13	0,83	0,11	7,29	5,34	0,43	29,51	2,21	0,33	25,62	Accessoires
<i>Cryptocephalus sp.</i>	0,65	0,11	7,19	0,00	0,00	0,00	1,23	0,19	5,35	0,00	0,00	0,00	0,47	0,08	3,13	Très accidentelles
<i>C. hermanniae</i>	1,87	0,34	23,23	0,00	0,00	0,00	0,14	0,03	1,04	0,00	0,00	0,00	0,50	0,09	6,07	Très accidentelles
<i>C. westermanni</i>	0,34	0,05	3,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,01	0,86	Très accidentelles
<i>D. affinis</i>	0,88	0,14	7,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,04	1,98	Très accidentelles
<i>G. simplex</i>	1,84	0,34	32,50	0,00	0,00	0,00	1,11	0,13	12,95	0,00	0,00	0,00	0,74	0,12	11,36	Accidentelles
<i>P. sparsa</i>	1,14	0,18	15,07	0,00	0,00	0,00	0,64	0,09	7,15	0,00	0,00	0,00	0,44	0,07	5,56	Très accidentelles
<i>C. neavi</i>	1,92	0,36	22,81	0,00	0,00	0,00	1,19	0,14	9,34	0,00	0,00	0,00	0,78	0,13	8,04	Très accidentelles
<i>P. cordata</i>	6,68	1,27	23,13	0,00	0,00	0,00	0,94	0,12	4,72	0,00	0,00	0,00	1,91	0,35	6,96	Très accidentelles
<i>P. manihoti</i>	1,12	0,13	6,74	0,00	0,00	0,00	0,22	0,03	1,42	0,00	0,00	0,00	0,34	0,04	2,04	Très accidentelles
<i>Z. variegatus</i>	4,28	0,61	33,92	12,48	0,82	39,93	2,40	0,29	15,03	16,90	1,37	63,89	5,13	0,77	38,20	Accessoires

INVENTAIRE ET ÉCOLOGIE DES PRINCIPAUX INSECTES RAVAGEURS DE JATROPHA CURCAS L. (EUPHORBIACEAE) EN MONOCULTURE OU EN ASSOCIATION AVEC
DES CULTURES VIVRIÈRES AU BÉNIN

<i>S. kenyensis</i>	5,95	1,13	25,87	0,00	0,00	0,00	3,64	0,43	10,24	0,00	0,00	0,00	2,40	0,39	9,03	Très accidentelles
<i>B. tabacci</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,67	3,24	37,22	0,00	0,00	0,00	3,67	0,81	9,31	Très accidentelles
<i>C. viridis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,24	1,45	26,11	0,00	0,00	0,00	1,81	0,36	6,53	Très accidentelles
<i>P. marginatus</i>	0,02	0,00	0,14	1,75	0,13	3,44	3,33	0,29	5,49	1,88	0,16	3,72	1,31	0,14	3,19	Accidentelles
<i>D. nr divisella</i>	3,31	0,48	30,00	11,39	0,79	46,98	3,97	0,57	35,56	12,25	0,98	59,03	4,91	0,70	42,89	Accessoires
<i>D. voelkeri</i>	2,48	0,39	22,43	0,00	0,00	0,00	1,62	0,25	17,36	0,00	0,00	0,00	1,02	0,16	9,95	Accidentelles
<i>P. devastans</i>	5,91	0,92	21,77	0,00	0,00	0,00	0,12	0,02	1,32	0,00	0,00	0,00	1,51	0,23	5,77	Très accidentelles
<i>R. dentipes</i>	1,98	0,31	30,45	0,00	0,00	0,00	0,27	0,04	2,78	0,00	0,00	0,00	0,56	0,09	8,31	Très accidentelles
<i>N. viridula</i>	2,16	0,34	19,90	0,00	0,00	0,00	0,31	0,04	3,19	0,00	0,00	0,00	0,62	0,09	5,77	Accidentelles
<i>L. hexophthalma</i>	1,76	0,28	18,58	0,00	0,00	0,00	9,09	1,34	41,60	0,00	0,00	0,00	2,71	0,40	15,04	Accidentelles
<i>A. tristator</i>	0,84	0,13	7,43	0,00	0,00	0,00	2,76	0,57	21,60	0,00	0,00	0,00	0,90	0,17	7,26	Très accidentelles
<i>H. schoutedeni</i>	1,89	0,28	26,42	0,00	0,00	0,00	0,23	0,03	1,81	0,00	0,00	0,00	0,53	0,08	7,06	Très accidentelles
<i>C. dregei</i>	2,60	0,41	20,56	4,70	0,03	1,53	1,21	0,19	8,99	0,14	0,01	0,76	2,13	0,16	7,96	Très accidentelles

2. - Dégâts occasionnés par les ravageurs sur le pourghère

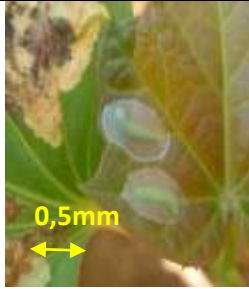
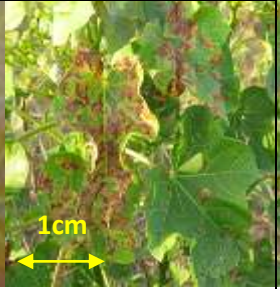
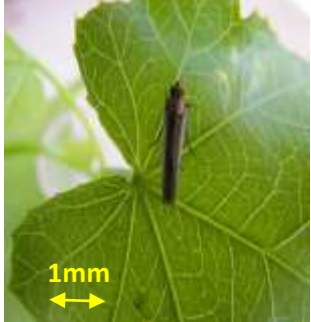
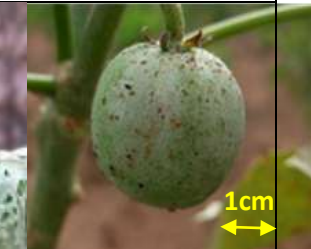
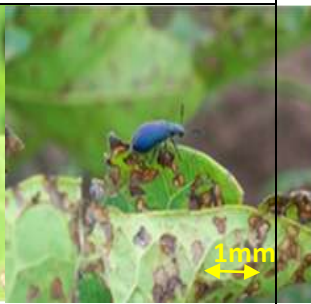
2.1 – Caractérisation des attaques des principaux ravageurs

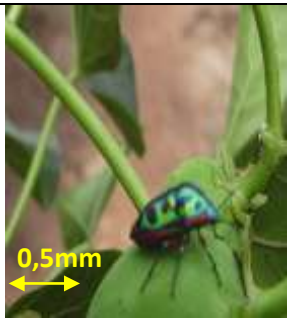
Le Tableau 12 illustre les ravageurs majeurs rencontrés lors des observations et leurs dégâts sur les plants de *J. curcas* :

- *A. africana*, *L. villosa* et *Altica* sp., des coléoptères défoliateurs dont les adultes occasionnent les dégâts en perforant les feuilles. Si les dégâts sont importants, cela pourrait réduire la capacité de la plante à réaliser la photosynthèse.
- *S. thraustica*, une mineuse dont les larves causent des dégâts sur les feuilles. En effet, les adultes pondent les œufs sur les feuilles de *J. curcas* et dès l'éclosion des œufs, les larves pénètrent dans la feuille et se nourrissent de chloroplaste empêchant ainsi la plante de réaliser la photosynthèse.
- *Z. variegatus* qui dévore les feuilles de *J. curcas* et réduit ainsi la capacité de la plante à réaliser la photosynthèse;
- *P. marginatus* est une cochenille. Cet insecte envahit la plante. Il suce la plante provoquant progressivement le dessèchement total de la plante ;
- *D. nr divisella* est un petit lépidoptère spécifique aux plants de *J. curcas*. Les larves s'attaquent aux principaux organes des plants en causant des dégâts importants à la fois sur les feuilles (surtout au niveau des apex), les inflorescences, les fleurs et les jeunes fruits de pourghère. En cas de forte attaque, la plante perd presque toute sa production en graines;
- *C. dregei* est une punaise spécifique de *J. curcas*. C'est une punaise dont plusieurs individus s'agglutinent sur les jeunes fruits de *J. curcas*. En effet, ceux-ci piquent les fruits, ce qui provoque un avortement de la formation des graines;
- Les termites, *M. bellicosus* attaquent les plants de *J. curcas* par le collet aboutissant à la chute de ce dernier. Une fois les plants à terre (tableau 12), les termites les envahissent et les détruisent complètement. Ces types de dégâts s'observent dans les champs de *J. curcas* fréquemment au niveau des plants situés à côté des termitières.

Il ressort que la plupart des principaux insectes ravageurs observés, les majorités sont des défoliateurs dont leurs dégâts portent essentiellement sur feuilles. En plus, *S. thraustica*, *D. nr divisella* et *C. dregei* sont des espèces spécifiques au *J. curcas*. Parmi ces trois espèces, seule *D. nr divisella* s'attaque aux principaux organes des plants en causant des dégâts importants à la fois sur les feuilles (surtout au niveau des apex), les fleurs et les jeunes fruits. Il serait important d'évaluer les dégâts de *D. nr divisella*.

Tableau 12: Ravageurs majeurs de *Jatropha curcas* et leurs dégâts

Ordres	Genres et espèces	Adultes des ravageurs inventoriés	Dégâts observés sur les organes (feuilles, fleurs, fruits et plants)	
Lepidoptera	<i>S. thraustica</i>			
	<i>D. nr divisella</i>			
Coleoptera	<i>A. africana</i>			
	<i>L. vilosa</i>			
Hemiptera	<i>P. marginatus</i>			

Heteroptera	<i>C. dregei</i>			
Orthoptera	<i>Z. variegatus</i>			
Isoptera	<i>M. bellicosus</i>			

2.2. Evaluation des dégâts de *D. nr divisella* sur les plants de *Jatropha curcas*

2.2.1. Infestation des plants du pourghère par *D. nr divisella*

Le Tableau 13 présente les taux d'infestation de *D. nr divisella* sur les plants de *J. curcas*. Il ressort que le taux d'infestation des plants de *J. curcas* varie de 62 à 63,3% avec un taux moyen de $62,5 \pm 12,1\%$. Le taux de fleurs attaquées par plant varie de 47,3% à 63,3% avec un taux moyen de $56,5 \pm 5,7\%$. Le taux d'apex attaqués par plant varie de 61,3 à 78% avec un taux moyen de $70 \pm 5,8\%$. Le taux de fruits attaqués par plant varie de 37,5% à 53,4% avec un taux moyen de $42,5 \pm 3,5\%$.

Tableau 13: Taux d'infestations des organes de *J. curcas* par *D. nr divisella*

Organes attaqués	Taux moyen $\pm$ Erreur standard
Plants attaqués (n= 277)	62,5 $\pm$ 12,1
Jeunes feuilles (apex) (n=1948)	70 $\pm$ 5,8
Fleurs (n=1589)	56,5 $\pm$ 5,7
Fruits (n=1220)	42,5 $\pm$ 3,5

2.2.2. Densité des populations de *D. nr divisella*

Le Tableau 14 montre le nombre moyen de larves *D. nr divisella* par plant attaqué ou non et le nombre de larves par plant. Suivant les résultats de l'analyse, le Tableau montre que le nombre moyen de larves par plant varie de 3,81 à 4,26 avec une moyenne de $3,9 \pm 1,3$. Quant au nombre moyen de larves par plant attaqué, il varie de 6,03 à 6,79 avec une moyenne de $6,3 \pm 1,4$. La photo 20 montre les dégâts des larves de *D. nr divisella* sur les organes de *J. curcas*.

Tableau 14: nombre moyen de larves par plant

Plant de <i>Jatropha curcas</i>	Nombre moyen de larves $\pm$ Erreur standard
Plant (n= 450)	3,9 $\pm$ 1,3
Plant attaqué (n=277)	6,3 $\pm$ 1,4



A Attaque des feuilles au niveau de l'apex



B Destruction totale des feuilles au niveau de l'apex



C Dégâts des larves sur la plante



D Perforation de la tige par les larves



E Attaque des fleurs par les larves



F Destruction des jeunes fruits verts



G Destruction des fruits par les larves



H Destruction du fruit par la larve

Echelle des photos: $\longleftrightarrow 1\text{ cm}$

Photo 20: Dégâts de *D. nr divisella* sur les plants et les organes de *Jatropha curcas*

Les dégâts des larves sur les jeunes feuilles (A), les jeunes feuilles détruites par les larves (B), la chute de la branche par les larves (C), la chute de l'arbre par les dégâts des larves (D), destruction

de l'inflorescence par les larves (E), les jeunes fruits attaqués par les larves (F), les dégâts des larves sur les fruits verts (G), destruction du fruit par une larve (H) (photo 22).

3.-Diversité des ennemis naturels des ravageurs majeurs du pourghère

Les ennemis naturels observés sont des parasitoïdes (tableaux 15) et des prédateurs. Les parasitoïdes sont en majorité inféodés au Lépidoptère *D. nr divisella*, principal responsable des dégâts sur les fleurs et jeunes capsules de *J. curcas*. Six espèces de parasitoïdes ont été identifiées. Ce sont *Tachinid* sp. (Diptera : Tachinidae), *Notanisomorphella* sp. (Hymenoptera : Braconidae), *Cardiochiles rufithorax* Enderlin (Hymenoptera : Ichneumonidae) *Exochus erythrinus* Holmgren (Hymenoptera : Ichneumonidae), *Pristomerus* sp. (Hymenoptera : Ichneumonidae) et *Syzeuctus nr hessei* Benoit (Hymenoptera : Ichneumonidae).

Huit espèces de prédateurs ont été capturées sur les plants échantillonnés. Ils se nourrissent des œufs et des larves des ravageurs et réduisent par conséquent les populations de leurs hôtes. Il s'agit de *Stegodyphus* sp. (Acarina : Arachnidae), *Cheilomenes sulphurea* Olivier (Coléoptera : Coccinellidae), *Exochomus troberti* Mulsant (Coléoptera : Coccinellidae), *Diaperasticus erythrocephalus* Olivier (Dermaptera : Forficulidae), *Sphodromantis* sp. (Dyctioptera : Mantidae), *Rhynocoris albopilosus* Signoret (Hemiptera : Reduviidae), *Oecophylla* sp. et *Camponotus sericeus* Fabricius (Hymenoptera : Formicidae) et la bactérie *Bacillus thuringiensis* Berliner (Fimicutes : Bacillaceae) agent pathogène responsable de la mortalité de plusieurs larves de *D. nr divisella* enregistrées.

Tableau 15: Parasitoïdes observés dans les champs de *Jatropha curcas*

Ordres, familles, genres et espèces	Hôtes	
	Espèce parasitée	Stade parasité
Parasitoïdes		
Diptera		
Tachinidae		
<i>Tachinid</i> sp.	<i>D. nr divisella</i>	larves
Hymenoptera		
Braconidae		
<i>Notanisomorphella</i> sp.	<i>S. thraustica</i>	larves
Ichneumonidae		
<i>Cardiochiles rufithorax</i> Enderlin	<i>D. nr divisella</i>	larves
<i>Exochus erythrinus</i> Holmgren	<i>D. nr divisella</i>	larves
<i>Pristomerus</i> sp.	<i>D. nr divisella</i>	larves
<i>Syzeuctus nr hessei</i> Benoit	<i>D. nr divisella</i>	larves

La photo 21 montre *S. nr hessei*, l'espèce de parasitoïde le plus observé presque sur tous les sites inféodés aux larves de *D. nr divisella*. Elle est observée au niveau des haies ou des parcelles de *J. curcas* avec des taux de parasitisme allant de 11 à 63%, suivi de *Atherigona* sp. avec un taux de parasitisme variant entre 0,76 et 29,36% (tableau 16).



Photo 21: Femelle de *Syzeuctus nr hessei*, parasitoïde des larves de *Denticera nr divisella*

Tableau 16: Taux de parasitisme des parasitoïdes inféodés aux larves de *Denticera nr divisella* et de *Stomphastis thraustica* collectées sur les haies et les parcelles installées.

Sites	Taux de parasitisme					
	Sur <i>D. nr divisella</i>					Sur <i>S. thraustica</i>
	<i>S. nr hessei</i>	<i>Tachinid sp</i>	<i>Pristomerius sp</i>	<i>A. rufithoras</i>	<i>E. erythrurus</i>	<i>Notanisomorphella sp</i>
Calavi haie	37,23	0,76	4,52	8,02	10,30	0,00
Djijja parcelle	63,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Djidja haie	57,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
IITA parcelle	52,17	0,00	0,00	0,00	0,00	6,13
Oiunhi parcelle	0,00	29,36	0,00	0,00	0,00	0,00
Ouinhi haie	11,92	8,37	1,28	3,25	2,66	0,65
Tori parcelle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tori haie	39,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

4.-DISCUSSION

Les résultats issus du répertoire des ravageurs montrent que plusieurs espèces de ravageurs appartenant à six ordres d'insectes sont inféodées à *J. curcas* sur les haies et sur les parcelles. Elles ont pu surmonter la barrière de toxicité et d'insecticide que possède naturellement *J. curcas* pour s'y installer et causer d'importants dégâts à la plante (El-Badawi *et al.*, 1995 ; Gadir *et al.*, 2003). En effet, les termites construisent des placages sur les plants de pourghère qu'ils utilisent pour les attaquer. Ils causent d'importants dégâts sur *J. curcas* en détruisant les plants par le collet et en les faisant chuter car ils perdent leur ténacité. Akpesse *et al.* (2008) ont signalé que certaines espèces de

termites ont été fréquemment rencontrées sur les tiges de pourghère et sont responsables des dégâts observés. Les plus importants défoliateurs perforent de petits trous dans les feuilles, les jeunes plantules en pleine croissance, réduisant ainsi la surface foliaire indispensable à la photosynthèse. Il s'ensuit alors un dessèchement rapide et une fanaison évidente de la plante (Acker *et al.*, 1997 ; Assogbadjo *et al.*, 2009 ; Ahoton *et al.*, 2011 ; Gandonou *et al.*, 2012). C'est une espèce observée au niveau des feuilles de la plante. La mineuse *S. thraustica* de petite taille se nourrit de la cellulose des feuilles, formant des mines qui se dessèchent laissant place à des taches ressemblant à des infections de maladie. Ce ravageur se retrouve sur *J. curcas* surtout à la phase végétative (Smet, 2011). De nos jours, la présence de la cochenille *P. marginatus* dans les plantations de *J. curcas* avec ses dégâts très remarquables font inquiéter les producteurs de notre zone d'étude confirmant ainsi les observations de Regupathy et Ayyasamy (2011). Le ravageur le plus redoutable observé dans les plantations de *J. curcas* est le papillon appelé *D. nr divisella* est le Synonyme de *Sciota divisella* (Duponchel, 1842), *Nephopteryx divisella* (Duponchel, 1842), *Pempelia euphorbiella* Zet, *Nephopteryx albiricella* Herr-Schäffer (Hampson, 1896 ; Walsingham et Hampson, 1896 ; Andres, 1911 ; Schawerda, 1909 ; Klimesch, 1942 ; *Denticera sardzeella* (Amsel, 1961 ; Sinev, 1986 ; Singh et Harsh 1996 ; Baez, 1998 ; Gareth, 1998). Il se nourrit sur des plantes hôtes de la famille de Euphorbiaceae telles que *Euphorbia antisiphilitica*, *Euphorbia characias*, *Euphorbia dendroides*, *Euphorbia milii*, *Euphorbia osula*, *Euphorbia rigida*, *Euphorbia Trigona*, *Jatropha multifolia* et *Jatropha curcas*. Il est retrouvé dans certains pays d'Europe en Bosnie, Herzégovine, Bulgarie, Iles des Canaries, Croatie, France, Grèce, Italie, Malte, Sardinie, Espagne, Sicilie et Ukraine, dans la région orientale en Inde, au Moyen Orient en Iran et Yemen et dans les pays africains au Cameroun, Egypte, Gambie et Afrique du Sud (Gareth, 1998). C'est donc la première fois que cette espèce est trouvée en Afrique de l'Ouest au Bénin. Les femelles de *D. nr divisella* pondent des œufs sur les feuilles et après l'éclosion, les jeunes larves tissent des soies qu'elles recouvrent les apex, les fleurs et les jeunes fruits de la plante. Les larves se nourrissent des jeunes feuilles de l'apex, des fleurs avant de s'attaquer aux fruits verts pour détruire les graines. Les attaques des larves entraînent une réduction considérable du rendement en graines du pourghère. Les avortements des fleurs, des jeunes fruits et la malformation des graines de *J. curcas* sont dus aux piqûres des punaises *C. dregei*, *N. viridula* et de *R. dentipes*. Ce qui confirme les résultats observés par Omotoso (2005) et Eggho (2011) suivant des attaques de certaines punaises sur les plants de *J. curcas*. Au cours de cet inventaire, des parasitoïdes inféodés aux larves de *D. nr divisella* ont été observés. Le plus fréquemment observé et présent presque dans les sites est *S. nr hessei* avec un taux de parasitisme le plus élevé 63%. Il serait souhaitable d'approfondir les études bioécologiques relatives à cette espèce

de parasitoïde afin d'envisager son utilisation dans la lutte biologique contre ces chenilles dont les dégâts affectent de façon significative la production des graines du pourghère. Les plantations sévèrement attaquées par les insectes ravageurs ont été la cible d'un grand nombre de prédateurs comme *Stegodyphus* sp., *C. sulphurea* et *Sphodromantis* sp. confirmant ainsi les travaux de Gabriel *et al.* (1988). Des fourmis tisserandes ont été observées dans les cultures de *J. curcas*. Ces fourmis sont de redoutables prédatrices généralistes qui se nourrissent aussi bien des exsudats (miellat) des cochenilles que de larves des Diptères, Coléoptères et Hyménoptères principalement (Peng *et al.*, 1995). Les coccinelles prédatrices, *C. sulphurea* et *E. troberti* sont très souvent rencontrées en agriculture. Elles réduisent la population des ravageurs en consommant leurs œufs et larves (Hodek *al.*, 2012). Leur présence dans les parcelles prospectées constitue un atout majeur dans la recherche de méthode de gestion intégrée du pourghère. D'autres insectes auxiliaires prédateurs comme *D. erythrocephalus*, *R. albopilosus* et *C. sericeus* également présents dans les cultures du pourghère constituent d'importants agents de lutte biologique contre les ravageurs dans les plantations (Aroga et Coderre, 2001) et celle du pourghère en particulier. La présence des ravageurs et des ennemis naturels varie suivant les sites. Cela serait dû à la variabilité des conditions météorologiques de chaque site. Cela confirme les observations faites par Alghali (1991) qui a montré que les variations des conditions météorologiques influençaient la densité de population des insectes (Datinon *et al.* 2009).

Conclusion

Contrairement à une idée largement répandue, les propriétés insecticides et toxiques de *J. curcas* ne l'immunisent pas contre des attaques d'insectes pouvant avoir une incidence négative sur la productivité des plantations. En effet, plusieurs groupes d'insectes ont surmonté cette barrière de résistance naturelle de la plante. Ces ravageurs constituent à ce jour, un véritable problème pour les producteurs de cette denrée d'importance économique. L'inventaire de la faune de *J. curcas* a permis de recenser 32 ravageurs dont les principales espèces sont *A. africana*, *S. thraustica*, *Altica* sp., *L. vilosa*, *D. nr divisella*, *P. marginatus*, *N. viridula*, *C. dregei* et *R. dentipes*. Parmi celles-ci, les espèces *S. thraustica* et *A. africana* sont les plus abondantes. Fort heureusement, il existe des espèces de parasitoïdes et de prédateurs inféodées à plusieurs espèces de ravageurs de cette plante. La promotion de ces espèces utiles pourrait être faite dans le cadre du contrôle biologique des nuisibles du pourghère, méthode de contrôle durable et écologiquement saine de ces insectes. Le parasitoïde *S. nr hessei* étant rencontré dans toutes les parcelles prospectées avec de forts taux de parasitisme sur leur hôte, il serait souhaitable d'envisager l'utilisation de cette espèce en lutte

biologique contre *D. nr divisella*, le ravageur le plus redoutable des fleurs et des jeunes fruits verts de *J. curcas*. C'est en agissant ainsi que l'on pourrait soulager ces premiers producteurs engagés dans la production de *J. curcas* véritable moteur de développement.

La gestion écologiquement durable en utilisant des parasitoides contre *D. nr divisella* ne sera atteinte sans maîtriser les paramètres de reproduction et de développement de *D. nr divisella*

**III - PARAMETRES BIOLOGIQUES
DE *DENTICERA* NR *DIVISELLA* RAVAGEUR
DE FEUILLES, FLEURS ET FRUITS
DE *JATROPHA CURCAS* L.**

Introduction

L'étude portant sur l'entomofaune associée à la culture de *J. curcas* a montré que *D. nr divisella* est le plus redoutable ravageur causant des dégâts importants sur les feuilles, fleurs et fruits (Datinon *et al.*, 2013b). La gestion de ce redoutable ravageur est devenue une préoccupation majeure. Alors pour développer une stratégie efficace de lutte, il s'avère nécessaire de connaître sa biologie. Cela consiste à étudier essentiellement ces différents stades larvaires, la période d'oviposition, le cycle de développement de l'insecte et la fécondité de la femelle durant sa vie ainsi que les paramètres démographiques. Ainsi, la connaissance de ces paramètres est indispensable pour une lutte écologiquement durable contre ce ravageur.

1.-Développement de *D. nr divisella* au laboratoire

Il ressort de notre étude que le cycle de développement de *D. nr divisella* comprend les œufs, le stade larvaire, le stade chrysalide et le stade adulte. Les études conduites au laboratoire à la température moyenne de $27 \pm 1^\circ\text{C}$ et une humidité relative moyenne de $70 \pm 2\%$ ont permis la collecte des données sur la durée de chaque stade de développement de *D. nr divisella*. Les moyennes de ces durées sont consignées dans le tableau 17.

Tableau 17: Durée des différents stades du développement de *Denticera nr divisella*

Stades de développement (n)	Durée moyenne $\pm$ ES (Jours)
Œuf (500)	5,96 $\pm$ 0,85
Larves (526)	25,52 $\pm$ 3,14
Chrysalide (50)	11,51 $\pm$ 0,95
Durée totale (œuf-adulte)	43,0 $\pm$ 3,25

La ponte en grappe de 4 à 138 œufs par jour de la femelle est très variable. Le nombre total durant sa vie varie de 35 à 252 œufs. Les œufs, blanchâtres, de forme ovale à ronde (figure 11.1), sont déposés au crépuscule au niveau de l'apex et sur la face inférieure des jeunes feuilles du plant de *J. curcas*.

La durée de développement d'un œuf de *D. nr divisella* se définit comme la période allant du jour de ponte à la date d'éclosion de l'œuf. Ainsi, pour un échantillon de 500 œufs suivis, la durée de développement d'un œuf varie de 5 à 7 jours avec une durée moyenne de $5,96 \pm 0,85$ jours. Les larves qui émergent des œufs ont une durée de développement moyenne de $25,52 \pm 3,14$ jours.

L'étude a permis d'observer en outre que les larves se développent à travers 5 stades. Les durées de développement de chaque stade larvaire sont présentées dans le tableau 18 alors que la figure 11 (2 à 6) donne la morphologie de chaque stade larvaire.

Tableau 18: Durée moyenne des différents stades larvaires de *Denticera nr divisella*

Stades larvaire	Durée moyenne $\pm$ ES (Jours)
Stade 1 (L1)	3,65 $\pm$ 1,09
Stade 2 (L2)	7,29 $\pm$ 2,78
Stade 3 (L3)	6,24 $\pm$ 2,42
Stade 4 (L4)	4,57 $\pm$ 1,79
Stade 5 (L5)	3,75 $\pm$ 1,44

Premier stade larvaire (L1)

La larve néonate observée sur la figure 11 (2) est d'une couleur claire et possède une tête à capsule céphalique de couleur noire. Durant ce stade larvaire, la longueur totale moyenne du corps est 1,73 $\pm$ 0,08 mm, et celle de la capsule céphalique est égale à 0,27 $\pm$ 0,02 mm (tableau 19). La durée de développement des larves de stade 1 varie de 2 à 5 jours avec une durée moyenne de 3,65 $\pm$ 1,09 jours. La larve mue et augmente de taille et passe au stade larvaire 2.

Deuxième stade larvaire (L2)

La larve de stade 2 est d'une coloration vert clair avec une capsule céphalique plus grosse (0,47 $\pm$ 0,008 mm) que celle de la larve de stade 1 (figure 11). La larve de stade 2 (L2) mesure en moyenne 3,94 $\pm$ 0,11 mm. La durée du développement des larves de stade 2 (L1) est de 5 à 12 jours. La durée moyenne de ce stade est de 7,29 $\pm$ 2,78 jours.

Troisième stade larvaire (L3)

A ce stade, la larve se différencie des deux stades précédents par sa couleur brune, la présence d'une rayure longitudinale dorsale 11 (4) et sa taille. La longueur du corps de même que celle de la capsule céphalique croissent respectivement de 9,17 $\pm$ 0,24 mm et de 0,86 $\pm$ 0,03mm (tableau 19). La durée de développement de ce stade larvaire varie de 5 à 9 jours avec une moyenne de 6,24 $\pm$ 2,42 jours (tableau 19). Dans les derniers jours précédant sa mue, la larve retrouve une couleur vert-jaunâtre avant de passer au quatrième stade larvaire.

Quatrième stade larvaire (L4)

La longueur de la tête et du corps de la larve (L4) sont respectivement de $1,32 \pm 0,03$ mm et de $16,02 \pm 0,17$ mm (tableau 19). La larve L4 est plus grosse et sa couleur plus foncée que celle de la larve L3. Ce stade dure en moyenne $4,57 \pm 1,79$ jours (de 3 à 7 jours).

Cinquième stade larvaire (L5)

C'est le dernier stade larvaire. La larve (L5) a une capsule céphalique plus grosse que celle de la larve de stade 4 (L4). De couleur brune foncée est plus que celle de la larve L4 sur la figure 11 (6). La larve L5 est très mobile et s'alimente beaucoup plus que la larve (L4) avant de rechercher un endroit en formant un cocon en soies avant de se transformer en chrysalide.

Tableau 19: Longueurs moyennes céphaliques et du corps avec le poids moyens des différents stades larvaires de *Denticera nr divisella*

Stades larvaires	Longueur moyenne céphalique (mm)	Longueur moyenne du corps (mm)	Poids moyen de la larve (mg)
L1	$0,27 \pm 0,02$	$1,73 \pm 0,08$	$0,0001 \pm 0,000$
L2	$0,47 \pm 0,01$	$3,94 \pm 0,11$	$0,001 \pm 0,000$
L3	$0,86 \pm 0,03$	$9,17 \pm 0,24$	$0,003 \pm 0,0001$
L4	$1,32 \pm 0,03$	$16,02 \pm 0,17$	$0,007 \pm 0,0005$
L5	$1,48 \pm 0,07$	$16,7 \pm 0,11$	$0,049 \pm 0,0238$

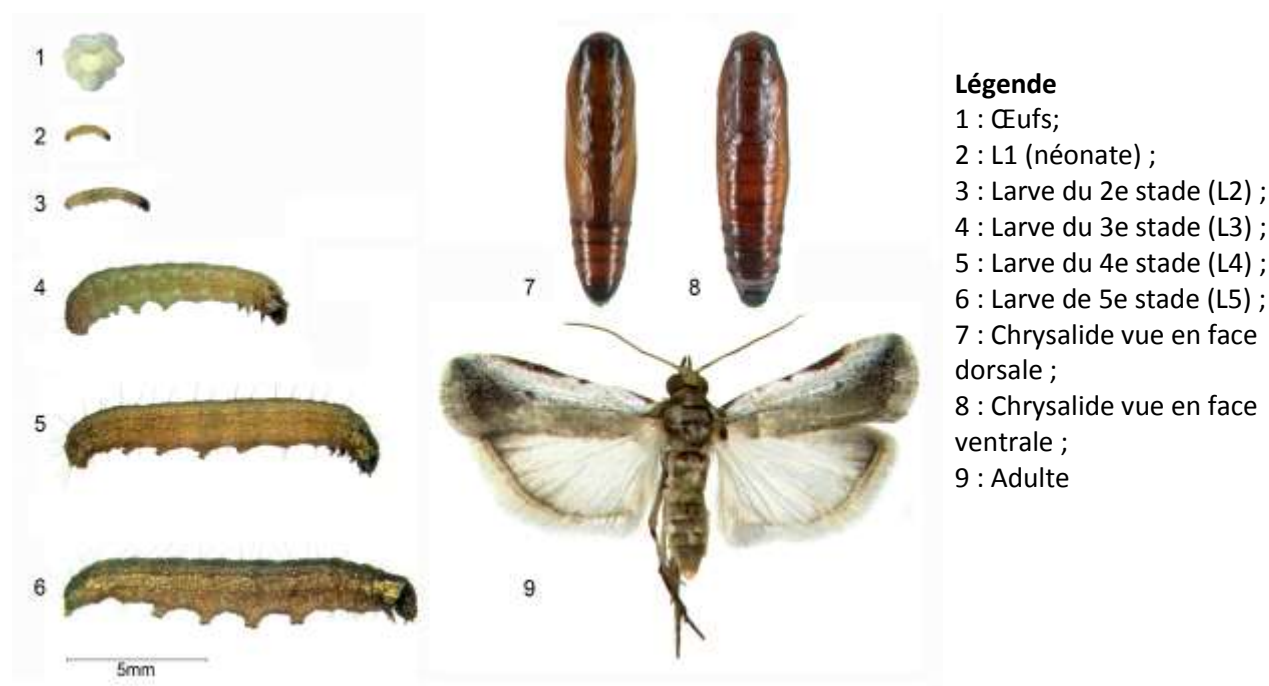


Figure 11: Différents stades de développement de *D. nr divisella*

Stade chrysalide

Au début de la nymphose, la larve L5 secrète une substance sous forme de soie de couleur blanche avec laquelle elle tisse des cocons sur les feuilles et sur le papier torchon disposé au fond des boîtes d'élevage au laboratoire. Après 3 à 4 jours, la chrysalide est bien formée. Elle a une couleur orange, d'un poids moyen de 36,88 mg et d'une taille comprise entre 0,6 et 0,9 cm avec une valeur moyenne de $0,8 \pm 0,09$ cm (figure 11). La durée du stade chrysalide est l'intervalle de temps entre le jour de sa formation et le jour de la sortie du cocon du jeune imago. Cette durée varie de 9 à 15 jours avec une moyenne de $11,51 \pm 0,95$ jours.

A la fin de cette période, le jeune papillon sort du cocon par sa tête. Le jeune papillon qui émerge est identique à l'insecte adulte.

Stade adulte (9)

L'adulte de *D. nr divisella* possède trois paires de pattes, une paire d'antennes, deux paires d'ailes dont une paire antérieure de couleur brune claire (avec une extrémité brun-foncée et une paire postérieure blanchâtre) et une paire d'yeux composés. Le mâle avec l'extrémité de l'abdomen pointue a une durée de vie moyenne de $5,59 \pm 1,13$ jours. Quant à la femelle, l'extrémité de leur abdomen est cylindrique. Leur durée moyenne de vie est de $7,0 \pm 1,30$ jours.

La figure 12 montre la corrélation entre la longueur du corps et la longueur céphalique au cours du développement des différents stades larvaires de *D. nr divisella*.

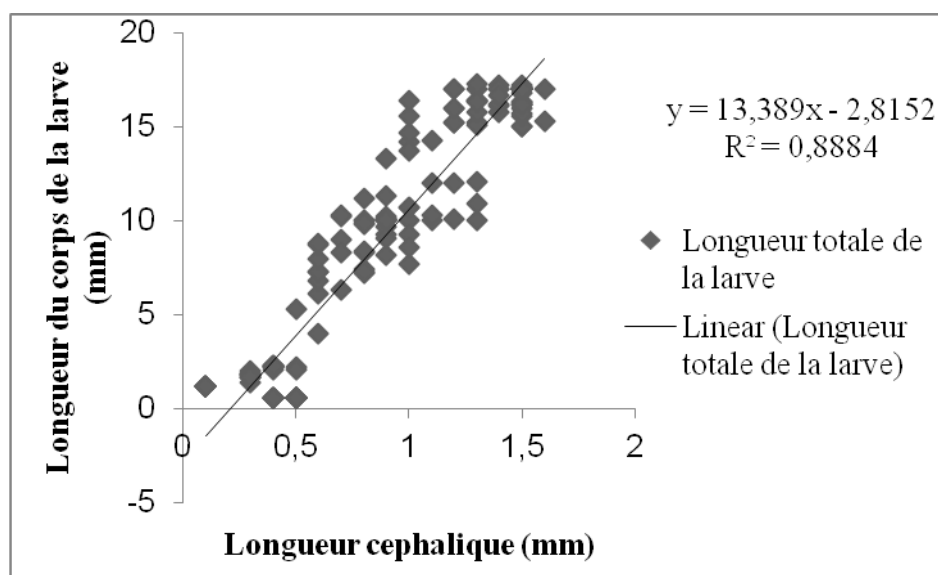


Figure 12: Corrélation entre la longueur céphalique et la longueur totale du corps des différents stades larvaires.

Il ressort de cette figure qu'il existe une corrélation positive entre la longueur du corps et la longueur céphalique au cours du développement des différents stades larvaires de *D. nr divisella* (figure 12). C'est-à-dire que la grosseur de la capsule céphalique augmente concomitamment à la longueur du corps de la larve suivant les stades.

2. Paramètres biologiques de *D. nr divisella*

Le Tableau 20 montre le développement imaginal de l'adulte de *D. nr divisella*. En effet, durant son cycle de vie, le mâle après l'émergence ne dure en moyenne que $5,59 \pm 1,13$ jours par contre la femelle mène une vie de $7,00 \pm 1,30$ jours et pond en moyenne $35,12 \pm 3,52$ œufs. Le sex-ratio est de 55%. Son cycle moyen de vie (Œuf-adulte) est de $42,99 \pm 3,25$ jours.

Tableau 20: Paramètres liés à la vie de *D. nr divisella*

Paramètres	Variables calculées (n=160)
Durée moyenne de vie des femelles (jours)	$7,00 \pm 1,30$
Sex-ratio (% femelles)	55%
Durée moyenne de pré-oviposition (jours)	$2,65 \pm 0,55$
Durée moyenne d'oviposition (jours)	$3,13 \pm 0,85$
Durée moyenne de post-oviposition (jours)	$0,67 \pm 0,49$
Fécondité moyenne (nombre d'œufs/femelle)	$35,12 \pm 3,52$

La femelle commence par pondre ses œufs à partir du 3^e jour après accouplement. La période d'oviposition est très courte et ne dure qu'au plus 5 jours. L'évolution de la ponte montre que le nombre d'œufs pondus par femelle et par jour baisse progressivement entre le 1^{er} et le 3^e jour de ponte pour atteindre sa valeur minimale le 3^{ème} jour après l'entrée en ponte. Du 3^{ème} au 5^{ème} jour, la ponte augmente de jour en jour jusqu'au 5^e jour. Du 4^e au 5^e, elles pondent beaucoup d'œufs mais elles meurent généralement au dernier jour de la ponte (Figure 13).

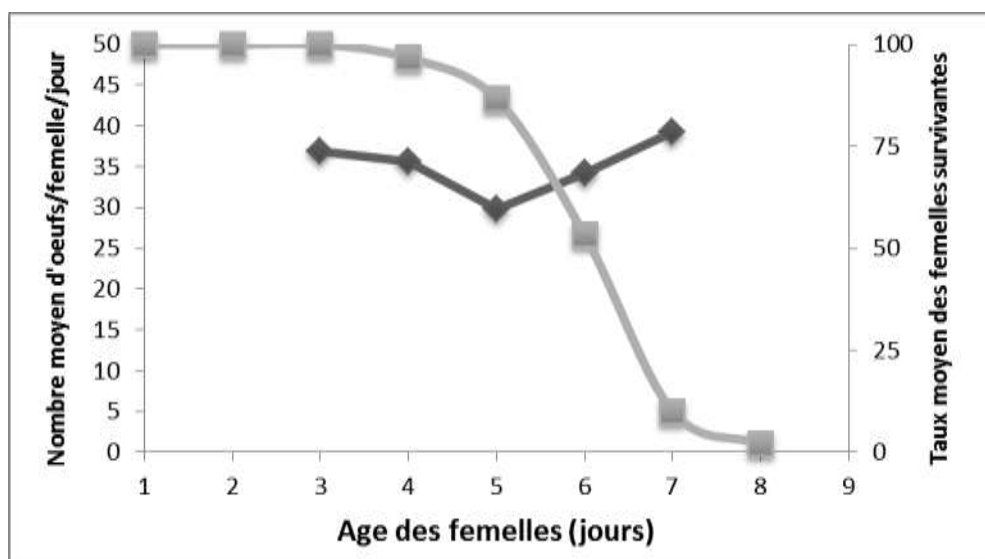


Figure 13: Evolution de la ponte journalière et le taux moyen de survie des femelles de *D. nr divisella*

En ce qui concerne les paramètres démographiques, le Tableau 21 montre que la population initiale de *D. nr divisella* s'accroît tous les 34,07 jours (T_g) et duplique après 7,02 jours (T_d). Le nombre de descendants par femelle étant de 47,77, la population initiale de *D. nr divisella* se multiplie par 34,01 (R_0) en une génération λ de 1,10 jour avec un sex-ratio de 55% et un taux d'accroissement intrinsèque naturel (r_m) de 0,10.

Tableau 21: Valeurs moyennes des paramètres démographiques de *D. nr divisella*

Paramètres	Valeur
Taux net de reproduction, (R_0)	34,01±2,42
Taux d'accroissement intrinsèque naturel, (r_m)	0,1± 0,01
Temps de duplication, (T_d)	7,02 ±1,02
Temps de génération, (T_g)	34,0 ± 1,97
Taux d'accroissement fini (λ)	1,10 ± 0,01
Sex-ratio (% de femelle)	55 %
Taux de survie au stade adulte.	67%

3. Discussion

Nos résultats sur les paramètres biologiques de ce lépidoptère principal ravageur des jeunes feuilles, des fleurs et des fruits du pourghère ont permis l'identification de ses stades de développement que sont: l'œuf, les chenilles, la chrysalide et l'adulte. De tous les stades, seuls les différents stades larvaires causent des dégâts observés sur *J. curcas*. Les résultats auxquels nous

sommes parvenus montrent que la durée du stade larvaire est plus longue que celle de tous les autres stades de développement de l'insecte.

Les résultats sur la biologie *D. nr divisella* sont originaux pour l'Afrique car c'est la première fois que de tels travaux y sont effectués. Ainsi nous sommes référés à l'étude faite par Sharma et Srivastava (2011) sur la biologie de *Pempelia morosalis* Saalm Üller (Lepidoptera : Pyralidae). En effet, nous avons fait une comparaison des nombres et durées des différents stades de développement de *D. nr divisella* avec les résultats des études menées en Inde principalement par Ambika (2005) et Sharma et Srivastava (2011) sur la biologie de *P. morosalis* montre une certaine ressemblance à *D. nr divisella*. En effet, les deux lépidoptères sont des pyrales de la sous famille des Phycitinae causant des dégâts sur les mêmes organes de *J. curcas*. D'après Ambika (2005) et Sharma et Srivastava (2011), dans les conditions de laboratoire à une température moyenne de $27 \pm 2^\circ\text{C}$ et une humidité relative de 75% les œufs de *P. morosalis* sont pondus en grappe de 5 à 15 et la durée moyenne de leur développement est de $5,94 \pm 0,55$ jours. En ce qui concerne la durée totale du stade larvaire de *P. morosalis*, les travaux de recherche de Sharma et Srivastava (2011) a montré une moyenne de 29,33 jours plus proche de $25,52 \pm 3,14$ jours obtenue dans la présente étude pour *D. nr divisella*. Dans nos conditions expérimentales, la durée du stade chrysalide de *D. nr divisella* varie de 10 à 14 jours avec une durée moyenne de $11,51 \pm 0,95$ jours. Ce qui est en conformité avec les valeurs obtenues pour *P. morosalis* par Ambika (2005) et Sharma et Srivastava (2011). Il en est de même pour la durée totale du cycle biologique de l'insecte c'est-à-dire la durée de développement de l'œuf à l'adulte. Selon Sharma et Srivastava (2011) la durée de développement de l'œuf à l'adulte est de 43,85 jours pour *P. morosalis*, alors que nos travaux ont révélé une durée moyenne de $43 \pm 3,25$ jours pour *D. nr divisella*. Le fait que les deux espèces sont de la famille des Pyralidae appartenant à une même sous-famille (celle des Phycitinae) et que les conditions d'étude de leurs paramètres biologiques soient les mêmes, expliquerait la similitude des résultats des travaux recherches.

Les paramètres démographiques étudiés notamment le taux intrinsèque d'accroissement naturel, le taux net de reproduction et le temps de duplication permettent d'avoir une connaissance complète sur la biologie de *D. nr divisella*, prélude à la mise en place de méthodes de lutte biologique efficace contre ce ravageur.

Conclusion

L'étude de la biologie d'un insecte et particulièrement d'un ravageur est une donnée importante dans la recherche des voies et moyens pour son contrôle. *D. nr divisella* est un ravageur qui s'attaque aux feuilles, fleurs et capsules du pourghère. Son développement de l'œuf à l'adulte passe par quatre stades. Le stade le plus long et le plus dangereux est le stade larvaire ou chenille. A la température moyenne de $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$ et à une humidité relative moyenne de $70 \pm 2\%$, ce stade dure en moyenne $25,52 \pm 3,14$ jours. La durée moyenne du cycle biologique est de $43,0 \pm 3,25$ jours.

Suivant les dégâts causés par ces larves durant leur développement du pourghère, les producteurs voudraient savoir si les ravageurs de *J. curcas* ou des cultures associées ne vont pas s'attaquer à *J. curcas* et vice versa surtout qu'il est recommandé d'associer *J. curcas* aux principales cultures vivrières afin de contribuer à la sécurité alimentaire.

IV - EFFETS DES ASSOCIATIONS CULTURALES SUR LES INSECTES RAVAGEURS DE *JATROPHA* *CURCAS*

Introduction

Les expériences de cultures associées au *J. curcas* ne sont pas nombreuses. Il est important de mesurer la pression parasitaire exercée par les ravageurs sur *J. curcas* en association avec les cultures vivrières. Cela est d'autant nécessaire surtout au Bénin où les cultures vivrières occupent seulement 24,1% des superficies cultivées (Agbo et Honkpehedji, 2009). Cette étude est à notre connaissance la première au Bénin à s'intéresser à l'impact des associations culturales entre *J. curcas* et les principales cultures vivrières pour la sécurité alimentaire en l'occurrence le maïs, le niébé et spécialement le manioc qui est une Euphorbiacée tout comme *J. curcas*. Il s'agit de déterminer l'impact de l'association de *J. curcas* avec ces cultures vivrières sur l'infestation des principaux ravageurs. Cette étude a été réalisée en comparant les infestations avec *J. curcas* lorsque cette culture est seule ou en association avec les 3 cultures vivrières, le manioc, le maïs ou le niébé.

La collecte des insectes ravageurs a été effectuée de façon hebdomadaire par plant de *J. curcas*. Les insectes ravageurs ont été comptés visuellement par plant. Les résultats obtenus sont présentés de façon suivante.

1. Impacts de l'association culturale sur les ravageurs de *Jatropha*

1.1. Densité de population des insectes ravageurs sur *Jatropha* en culture pure

La densité moyenne de population des espèces d'insectes ravageurs a varié de 0,17 à 0,85 par plant. La plus forte densité a été observée chez *D. nr divisella* avec 0.85 larves par plant, des ravageurs à la fois de jeunes feuilles, de fleurs et de fruits de *J. curcas* (figure 14.a). La plus faible densité a été observée chez le ravageur des fruits *C. dregei*, 0.17 adulte par plant (figure 14.f). Ensuite vient le défoliateur *A. africana* avec une densité moyenne de 0,43 adulte par plant (figure 14.c). Il est suivi de la mineuse *S. thraustica* avec une densité de 0,43 larve par plant (figure 14.b). En plus nous avons observé *Apion* sp. avec une densité moyenne de 0,40 adulte par plant (figure 14.e) suivi du défoliateur *L. vilosa* avec 0,38 adulte par plant (figure 14.d) et enfin la punaise *C. dregei* dont la densité moyenne est de 0,17 adulte par plant de *J. curcas* (figure 14.f).

En définitive, les espèces de ravageurs les plus importantes en culture pure de *J. curcas* sont : *D. nr divisella*, *A. africana*, *S. thraustica*, *Apion* sp. et *C. dregei*

1.2. Densité de population des insectes ravageurs sur *Jatropha* associé au manioc

La densité moyenne des espèces d'insectes observées sur *Jatropha* associé au manioc a varié de 0,086 à 1,28 par plant avec la plus forte densité observée chez *S. thraustica* et la plus faible chez *C. tomentosicollis* (figure 14). Par rapport à la culture pure de *Jatropha*, la densité moyenne de la mineuse *S. thraustica* est de 1,28 larves par plant contre 0,43 larves par plant en culture pure (figure 14.b). Les différences sont statistiquement significatives ($F=218,81$; $df=3$; $P<0,0001$). Ensuite vient le défoliateur *A. africana* avec une densité moyenne de 0,73 adulte par plant tandis que sa densité est de 0,47 adulte par plant en culture pure de *Jatropha* ($F=41,65$; $df=3$; $P<0,001$) (figure 14.c). Il est suivi de *D. nr divisella* avec une moyenne de 0,70 larve par plant par rapport à celle de *Jatropha* pure avec une moyenne de 0,85 larve par plant d'une différence hautement significative ($F=15,38$; $df=3$; $P<0,001$) (figure 14.a). En plus, nous avons le ravageur *L. vilosa* avec une densité moyenne de 0,51 adulte par plant tandis que sa densité est 0,38 adulte par plant en culture pure de *Jatropha* ($F=43,25$; $df=3$; $P<0,001$) (figure 14.d). Le ravageur *C. tomentosicollis* a été observé seulement sur les plants de *Jatropha* associés au manioc avec une densité moyenne de 0,086 adulte par plant (figure 14) (figure 14.g).

En définitive, les espèces de ravageurs les plus importantes en culture de *Jatropha* associé au manioc sont : *S. thraustica*, *D. nr divisella*, *A. africana*, *Apion* sp. et *L. vilosa* (figure 14).

1.3. Densité de population des insectes ravageurs sur *Jatropha* associé au maïs

La densité moyenne des espèces d'insectes observées sur *Jatropha* associé au maïs a varié de 0,37 à 0,73 par plant avec la plus forte densité observée chez *A. africana* et la plus faible chez l'insecte *C. dregei*. Les observations faites sur *Jatropha* associé au maïs ont montré que le défoliateur *A. africana* est la plus abondante avec une densité moyenne de 0,73 adulte par plant par rapport à la densité moyenne de 0,47 adulte par plant de *A. africana* observé sur *Jatropha* pure avec une différence hautement significative ($F=41,65$; $df=3$; $P<0,001$) (figure 14.c). En plus vient le ravageur *D. nr divisella* avec une densité moyenne de 0,61 larve par plant avec une différence hautement significative ($F=15,38$; $df=3$; $P<0,001$) par rapport à la densité moyenne de 0,85 larve par plant observé en culture pure de *Jatropha* (figure 14.a). Elle est suivie de la mineuse *S. thraustica* avec une densité de 0,61 larve par plant par rapport à sa densité de 0,43 larve par plant en culture pure de *Jatropha* avec une différence significative ($F=218,81$; $df=3$; $P<0,001$) (figure 14.b). En plus nous observons la densité

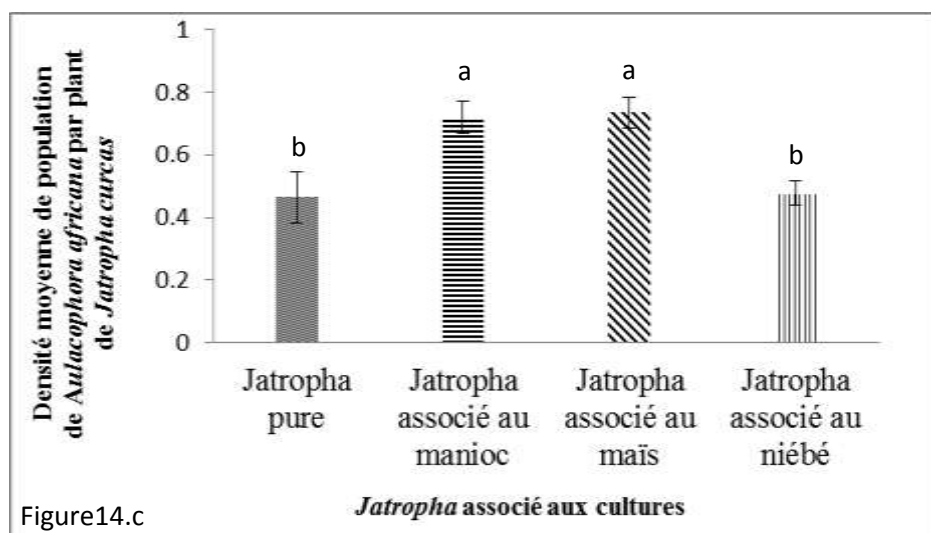
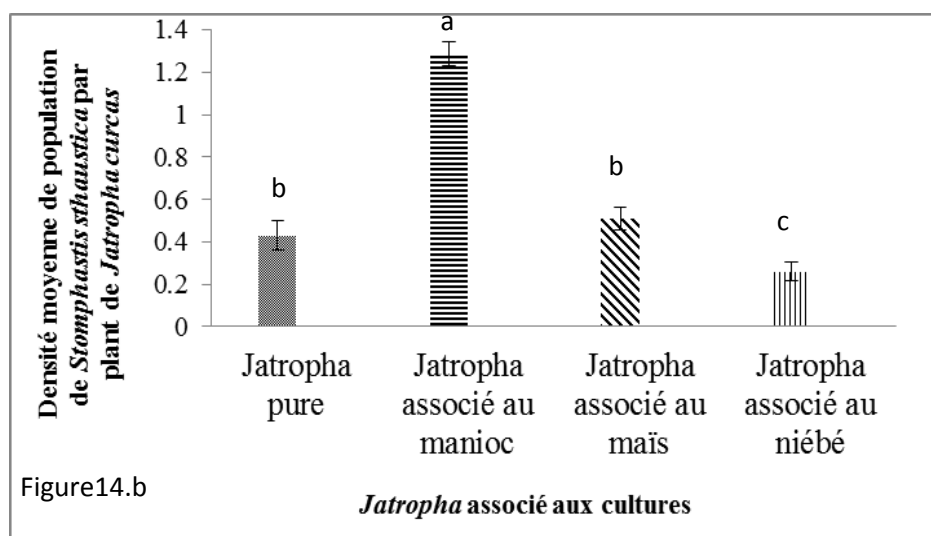
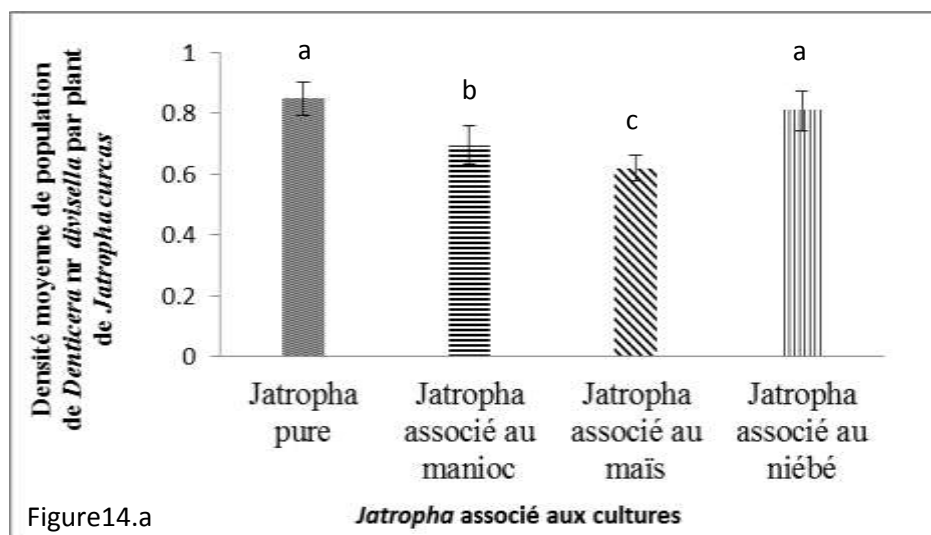
moyenne de population de *L. vilosa* qui est de 0,50 adulte par plant avec différence significative ($F=43,25$; $df=3$; $P<0,001$) par rapport à la densité moyenne de 0,38 adulte par plant observée en culture pure de *Jatropha* (figure 14.d). Quand le pourghère est associé au maïs, l'espèce *C. dregei* présente une densité moyenne de 0,36 adulte par plant par rapport à sa densité de 0,17 adulte par plant observée sur *Jatropha* pure avec une différence significative ($F=33,07$; $df=3$; $P<0,001$) (figure 14) (figure 14.f).

En définitive, les espèces de ravageurs les plus importantes retrouvées sur *Jatropha* associé au maïs sont : *A. africana*, *D. nr divisella*, *S. thraustica*, *Apion* sp., *L. vilosa* et *C. dregei* (figure 14).

1.4. Densité de population des insectes ravageurs sur *Jatropha* associé au niébé

Les densités moyennes des espèces d'insectes ravageurs observées sur *Jatropha* associé au niébé sont très variables. Celles-ci ont varié de 0,052 à 0,80 par plant avec la plus forte densité observée chez *D. nr divisella* et la plus faible chez *C. tomentosicollis*. Lorsque *Jatropha* est associé au niébé, les effectifs de *D. nr divisella* sont les plus importants présentent avec une densité moyenne de 0,85 larve par plant (figure 14.a). Les différences sont statistiquement significatives ($F=15,38$; $df=3$; $P<0,001$) par rapport à la densité de cette espèce en culture pure de *Jatropha*. Ensuite vient la mineuse *S. thraustica* avec une densité de 0,27 larve par plant. Les différences sont statistiquement significatives ($F=218,81$; $df=3$; $P<0,001$) par rapport à sa densité de 0,43 larve par plant en culture pure de *Jatropha* (figure 14.b). Le défoliateur *A. africana* suit avec une densité moyenne de 0,47 adulte par plant avec une différence hautement significative par rapport au *Jatropha* en culture pure ($F=33,07$; $df=3$; $p<0,001$) (figure 14.c). S'agissant du défoliateur *L. vilosa*, sa densité est de 0,27 adulte par plant avec une différence statistiquement significative ($F=43,25$; $df=3$; $P<0,001$) par rapport à la densité de 0,38 adulte par plant observée en culture pure de *Jatropha* (figure 14.d). Enfin, le ravageur *C. tomentosicollis* a une densité de 0,052 adulte par plant avec une différence statistiquement significative ($F=9,16$; $df=3$; $P<0,001$) par rapport à la densité nulle de cette espèce observée en culture pure de *Jatropha* (figure 14.g).

En définitive, les espèces de ravageurs les plus importantes en *Jatropha* associé au niébé sont : *A. africana*, *D. nr divisella* et *Apion* sp (figure 14).



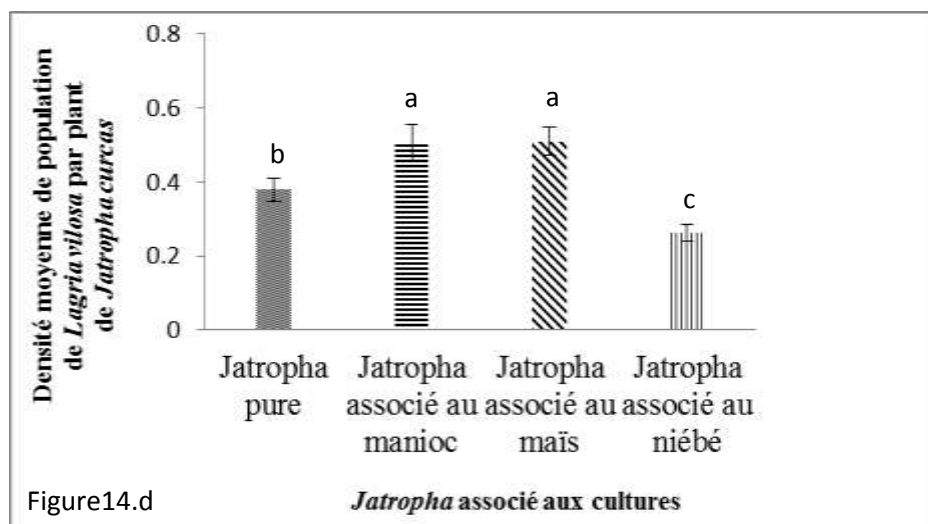


Figure14.d

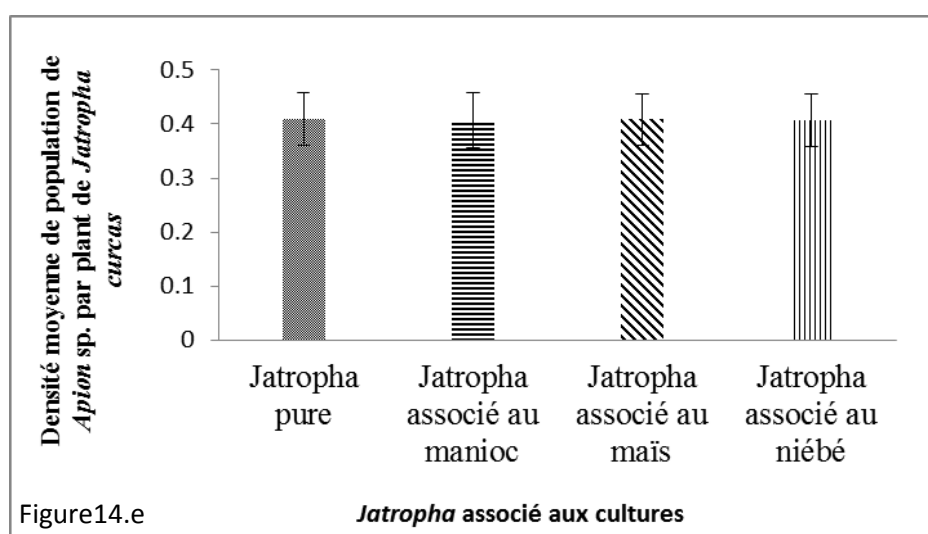


Figure14.e

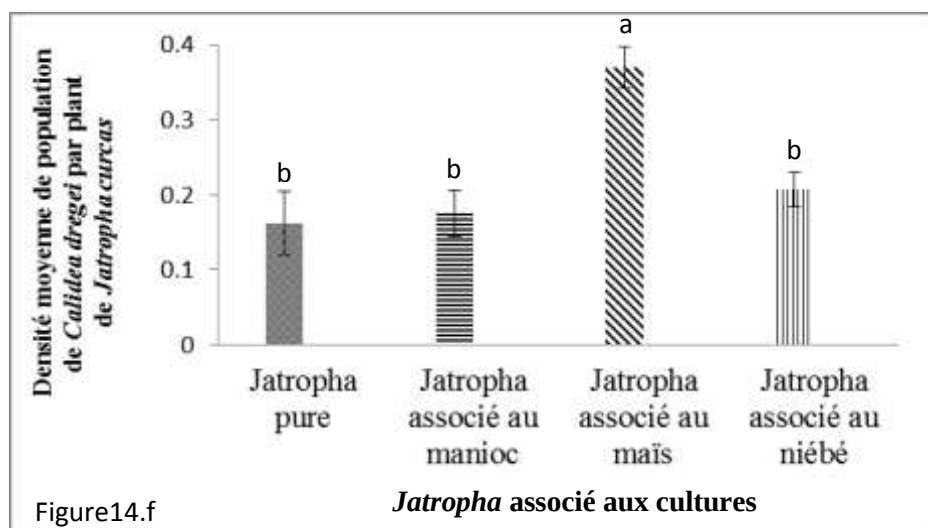
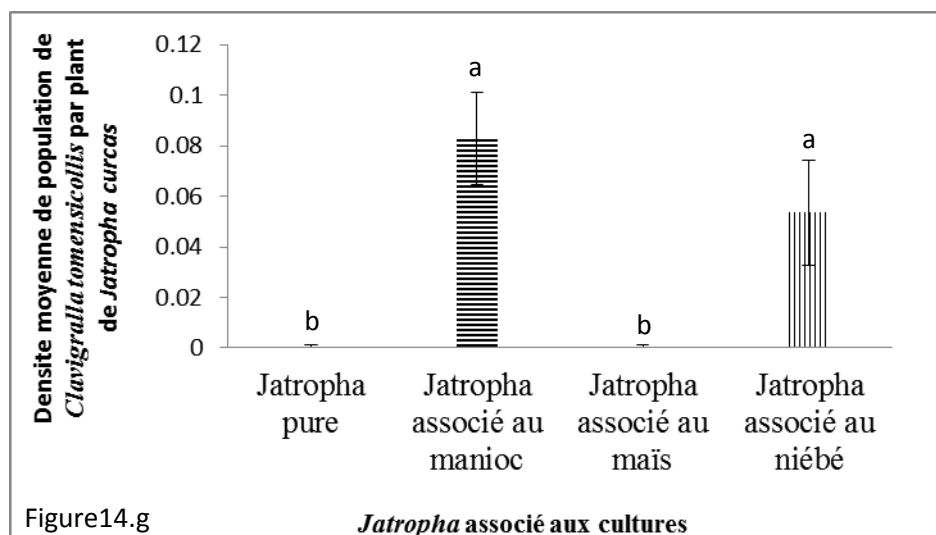


Figure14.f



Les barres surmontées d'une même lettre ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5% avec ANOVA suivi du test de SNK.

Figure 14: Impacts de l'association de *Jatropha curcas* avec le manioc, maïs ou niébé sur les différents ravageurs

Les insectes ravageurs observés sur *Jatropha* sont en fonction de la culture associée. Ainsi *Jatropha* associé au manioc et *Jatropha* associé au niébé sont favorables au développement des ravageurs par rapport aux densités des ravageurs observés sur *Jatropha* en culture pure et *Jatropha* associé au maïs.

2.- Fluctuations des effectifs de *A. africana* et de *D. nr divisella*, ravageurs majeurs de *J. curcas* dans les différentes associations culturales

A. africana est un important ravageur défoliateur observé en culture pure de *Jatropha*, en culture de *Jatropha* associé au manioc, au maïs ou au niébé. Il a été observé de façon constante sur les plants de *J. curcas*.

D. nr divisella est le seul ravageur causant des dégâts à la fois sur les jeunes feuilles, les fleurs et les jeunes fruits observé en culture pure de *Jatropha* et dans toutes les associations culturales de *Jatropha*. Il s'avère par conséquent nécessaire de suivre les fluctuations des effectifs de ces deux ravageurs majeurs en fonction des associations culturales mises en place. Les infestations de *A. africana* et de *D. nr divisella* sont décrites en suivant la phénologie des plants de *J. curcas* (figure 15).

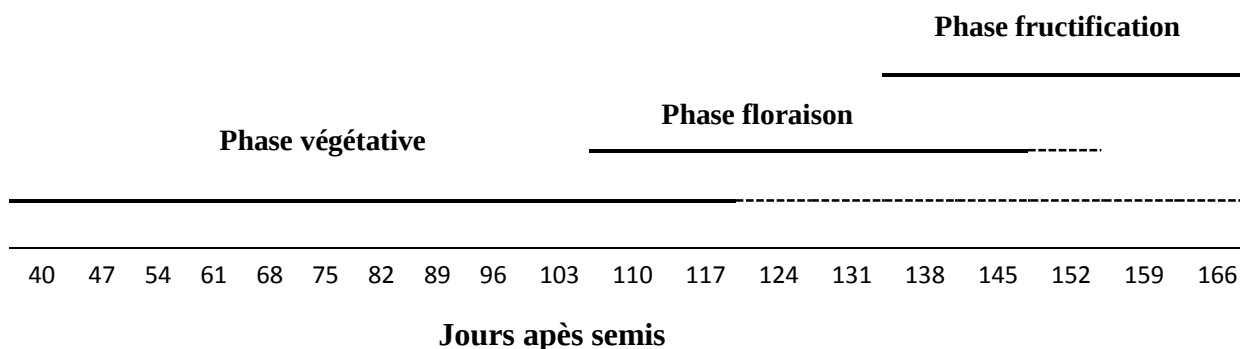


Figure 15: Phases phénologiques de la plante de *Jatropha curcas*

2.1-Fluctuations des effectifs de *Aulacophora africana* ravageur majeur sur *Jatropha* pure, *Jatropha* associé au manioc, au maïs ou au niébé

L'infestation de la culture pure de *Jatropha* a été tardive comparativement à celle du *Jatropha* associé au manioc. De 61e JAS jusqu'au 117e JAS, la culture pure a connu 2 pics l'un au 89e avec une densité moyenne de 1,3 adultes par plant et l'autre pic au 117e JAS avec une densité moyenne de 1,2 adultes par plant (figure 16). Ces périodes de fortes infestations correspondent à la phase végétative de *Jatropha*. Par contre du 124e au 166e JAS, le taux d'infestation de *A. africana* est en moyenne 0,70 adulte par plant. Ce faible taux est dû aux phases de floraison et de fructification où les feuilles tendres semblent être rares pour favoriser l'infestation de *A. africana*.

Lorsque *Jatropha* est associé au manioc, les attaques ont été observées de façon précoce au 40e JAS. De 40e au 166e JAS, nous avons connu 3 pics. Le premier pic observé au 47e JAS se situe pendant la phase végétative de *Jatropha*. Ensuite les densités de *A. africana* ont connu une instabilité caractérisée par des pics suivis de minimas entre le 131e et 166e JAS. Cette dernière période correspond à la formation des fruits.

Lorsque *Jatropha* est associé au maïs, l'infestation a été observée de façon précoce du 54e JAS jusqu'au 166e JAS. La forte infestation a été observée durant la période de 54e au 110e JAS avec 3 pics, le premier au 61e, le second au 82e JAS et le troisième au 103e JAS avec de densités moyennes respectives de 1,2, 1,3 et 1,80 individus par plant (figure 16). De 110e au 166e JAS correspond à la période de floraison et de fructification, la densité de *A. africana* a été réduite de façon presque constante avec une densité moyenne de 0,70 individu par plant (figure 16).

Lorsque *Jatropha* est associé au niébé, l'infestation a commencé de façon tardive au 61e JAS et les densités moyennes de *A. africana* sont pratiquement inférieures à celles de la culture pure. Le fait que les densités moyennes soient faibles par rapport à celles de la culture associée nous amène à dire que le niébé a un effet répulsif sur *A. africana* (figure 16).

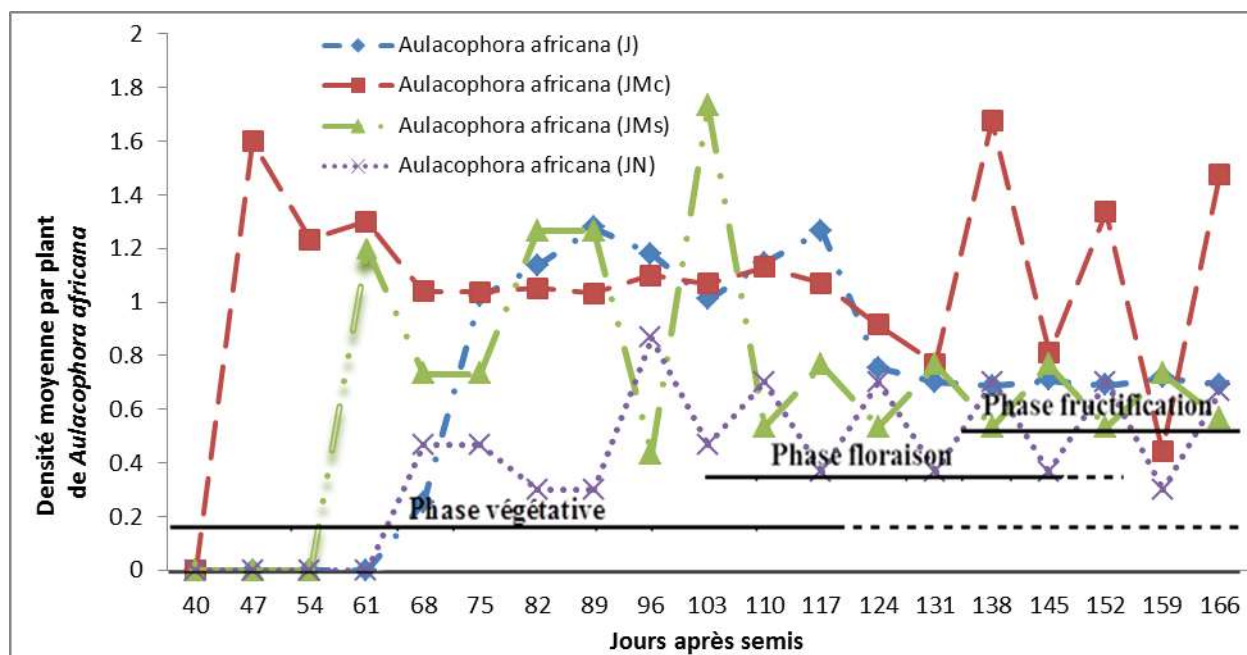


Figure 16 : Fluctuations des populations d'*Aulacophora africana* sur *Jatropha* pure (J), *Jatropha* associé au manioc (JMc), *Jatropha* associé au maïs (JMs) et *Jatropha* associé au niébé (JN)

2.2- Fluctuations des populations de *Denticera nr divisella* sur *Jatropha* en culture pure et *Jatropha* associé au manioc, au maïs ou au niébé

Les densités moyennes par plant de la population de *D. nr divisella*, l'un des ravageurs majeurs de *J. curcas* permet d'illustrer les fluctuations des effectifs des ravageurs sur *Jatropha*.

Les attaques de *D. nr divisella* ont été observées sur *Jatropha* pure au 75e JAS jusqu'au 166e JAS avec 3 pics. Le premier au 110e qui correspond à la phase végétative de *Jatropha* avec une densité 0,75 larve par plant. Ce qui confirme que *D. nr divisella* s'attaque aux jeunes plants de *Jatropha*. Ensuite vient le second pic au 131e JAS durant la phase de floraison avec une densité moyenne de 0,90 larve par plant de *J. curcas*. Enfin, le dernier pic d'infestations s'observe au 159e JAS qui correspondant à la phase de fructification de *J. curcas* avec une densité moyenne de 0,70 individu par plant.

Lorsque *Jatropha* est associé au manioc, l'infestation a commencé du 54e au 166e JAS avec 3 pics d'infestations. Le premier pic au 75e JAS a été observé durant la phase végétative avec une densité de 0,40 larve par plant, le second pic au 117e JAS pendant la phase de floraison avec une densité de 0,65 larve par plant. Il a été suivi du dernier pic au 145e JAS avec une densité moyenne de 0,72 larve durant la phase de fructification (figure 19). Le taux d'infestation de *D. nr divisella* observé sur *Jatropha* associé au manioc est faible par rapport au *Jatropha* pure.

Lorsque *Jatropha* est associé au maïs les attaques ont été observées de façon précoce le 54e JAS. De 54e au 166e JAS les infestations ont connu 3 pics. Les deux (2) pics pendant la phase végétative au 89e et 103e JAS et le dernier pic au 124e JAS à la phase de fructification avec la même densité de 0,72 larve par plant (figure 17). L'infestation de *Jatropha* associé au maïs montre que le maïs attire la population de *D. nr divisella* sur les plants de *Jatropha* pendant la phase végétative.

Lorsque *Jatropha* est associé au niébé, les attaques ont été observées de façon précoce au 61e JAS. De 75e JAS au 166e JAS, nous avons connu 3 pics. Le premier au 110e JAS pendant la phase végétative, le second au 131e JAS à la phase de floraison et le dernier au 159e JAS au cours de la phase de fructification avec des densités respectives de 0,75 ; 0,90 et 0,70 larves par plant de *J. curcas* (figure 17).

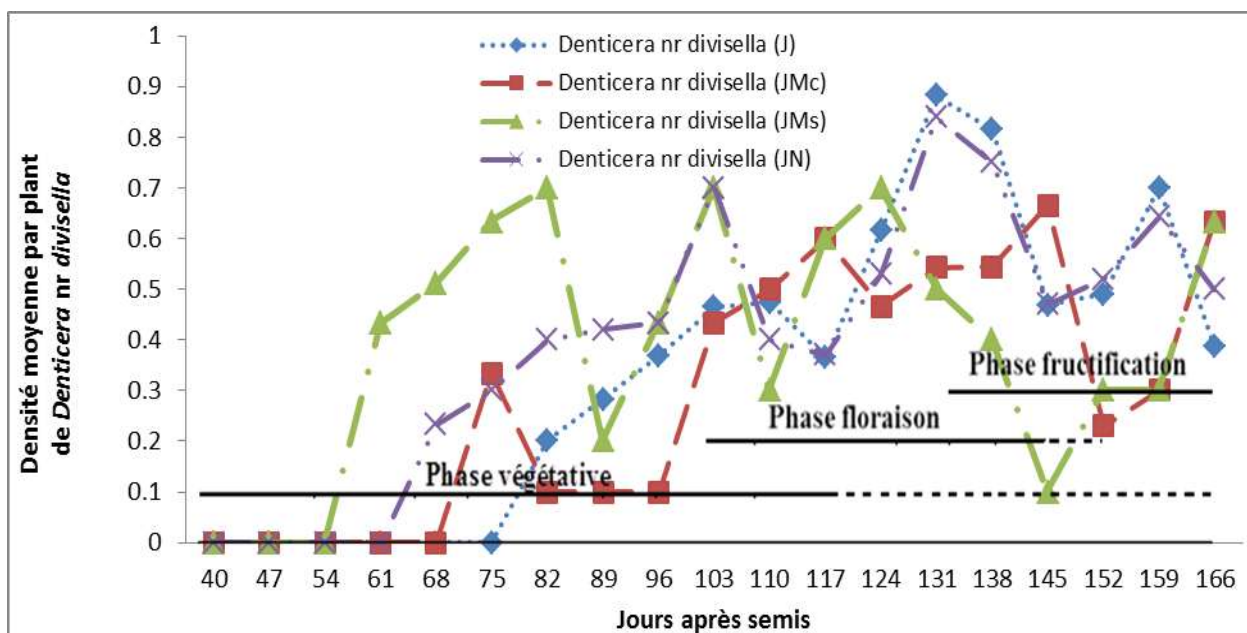


Figure 17: Fluctuations de populations de *Denticera nr divisella* sur *Jatropha* pure (J), *Jatropha* associé au manioc (JMc), *Jatropha* associé au maïs (JMs) et *Jatropha* associé au niébé (JN)

3. Densités de populations des ravageurs observés sur cultures vivrières associées au *Jatropha*

La densité de population des principaux ravageurs des cultures vivrières associées au *J. curcas* observés sont exprimés à travers les figures 18, 19 et 20 montrant les infestations des principaux ravageurs au niveau du manioc, maïs ou niébé associées au *J. curcas* ;

3.-1 Densité de population du ravageur sur manioc associé au *J. curcas*

La culture du manioc associé au *J. curcas* n'est infestée que par un seul ravageur, *Tanajoa mononychellus* avec une moyenne de $2,34 \pm 0,57$ (figure 18). Ce ravageur n'est observé que sur le manioc bien que les deux plantes associées soient de la famille des euphorbiaceae.

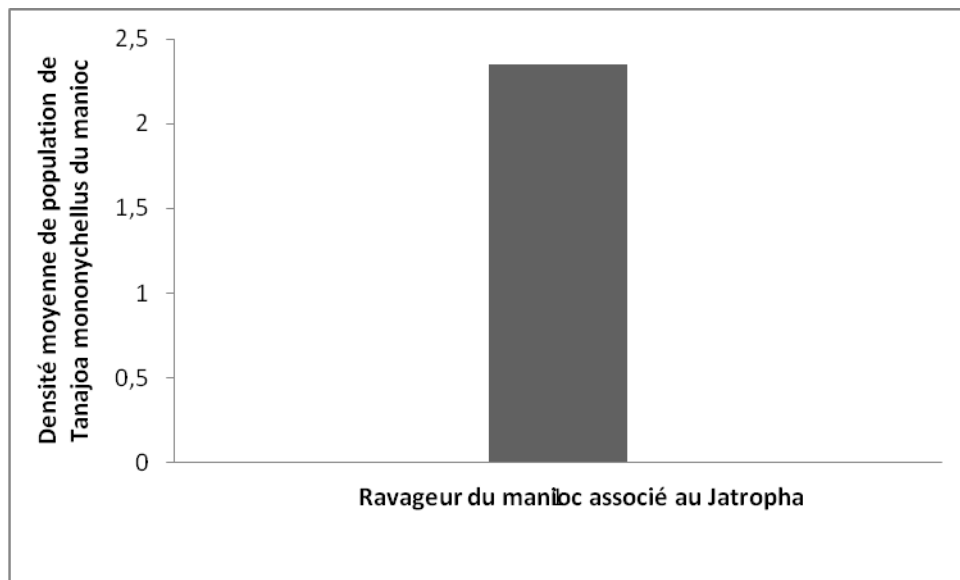


Figure 18: Impact de l'association du manioc avec *J. curcas* sur l'infestation du ravageur

3.-2 Densité de population du ravageur sur maïs associé au *J. curcas*

La culture du maïs associé au *J. curcas* est infestée par trois principaux ravageurs notamment *Apion* sp., *L. vilosa* et *S. calamitis* (figure 19). Les deux premiers ravageurs ont été observés sur *J. curcas* seul *S. calamitis* reste spécifique au maïs avec des moyennes de $0,24 \pm 0,09$, $0,28 \pm 0,08$ et $2,07 \pm 0,67$ respectivement pour *Apion* sp., *L. vilosa* et *S. calamitis* (figure 19).

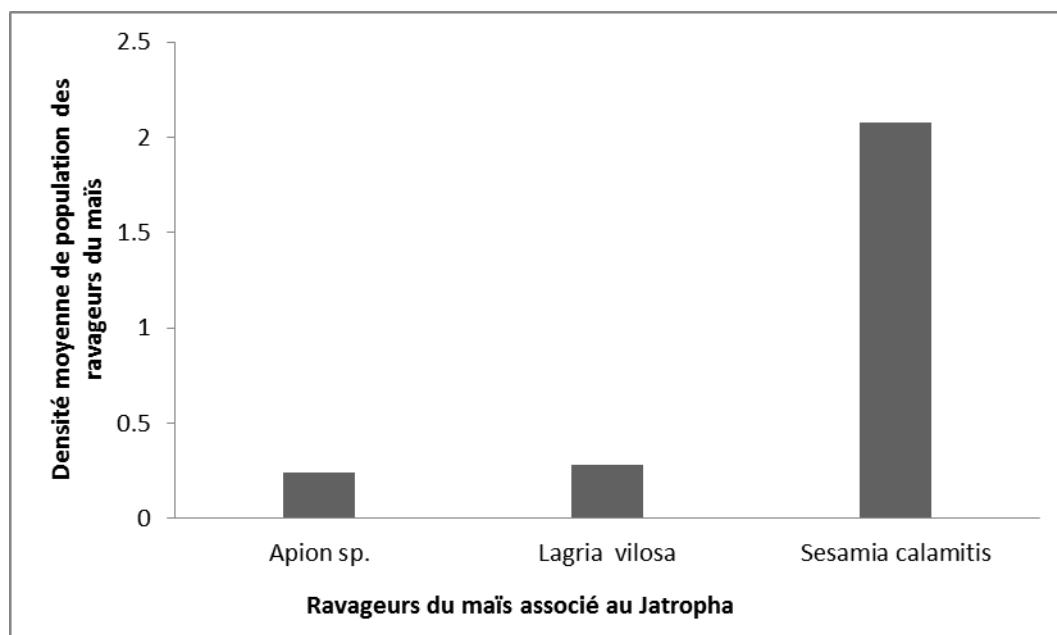


Figure 19: Impact de l'association du maïs avec *Jatropha* sur les infestations des différents ravageurs

3.-3 Densité de population du ravageur sur niébé associé au *J. curcas*

La culture du niébé associé au *J. curcas* est infestée par cinq principaux ravageurs. Il s'agit spécifiquement de *A. craccivira* avec une moyenne de $5,25 \pm 1,78$ adultes, vient *Ootheca mutabilis* (Sahib.) (Coleoptera, Galerucidae) avec $1,83 \pm 0,67$ adultes en moyenne, ensuite *M. sjostedti* avec moyenne de $11,21 \pm 2,43$ adultes suivi de *M. vitrata* de $1,72 \pm 0,78$ larves en moyenne, *Apion* sp. avec $0,87 \pm 0,23$ adulte et enfin *C. tomentosicollis* avec une moyenne $2,98 \pm 0,89$ adultes par plant (figure 20). *Apion* sp. et *C. tomentosicollis* sont les deux ravageurs qui ont été observés aussi sur *J. curcas* comme des ravageurs qui s'attaquent aussi bien au niébé et au *J. curcas* (figure 20).

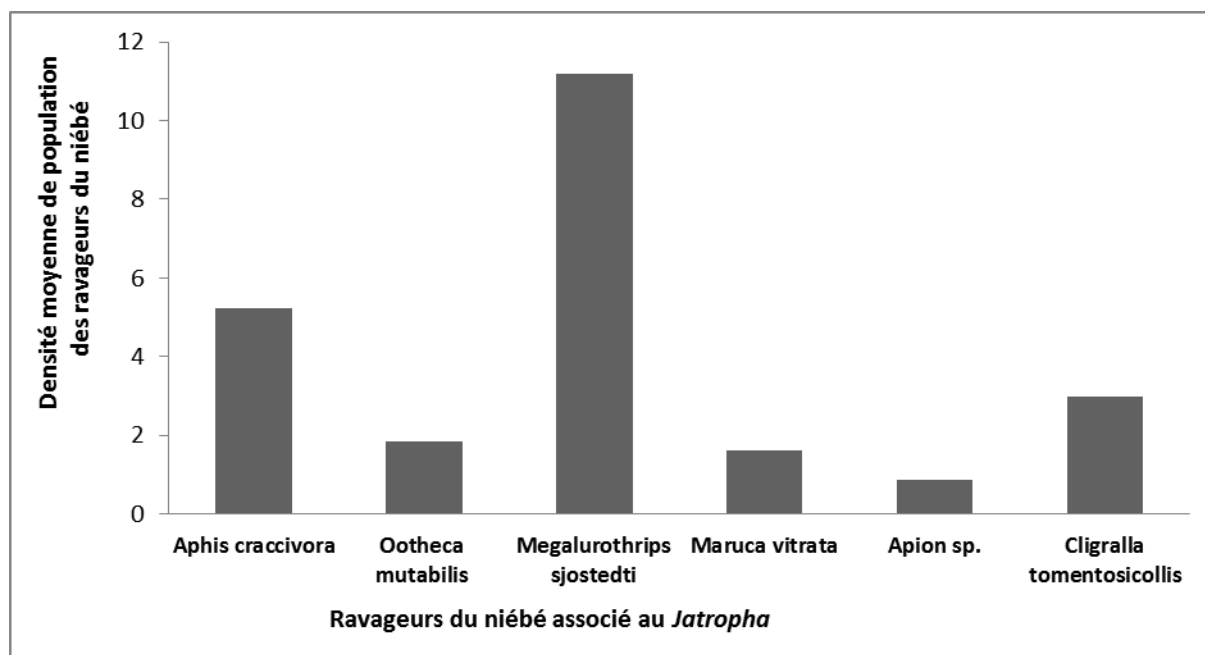


Figure 20: Impact de l'association du niébé avec *Jatropha* sur les infestations des différents ravageurs

4-. Effets d'associations culturales sur le développement des plants de *Jatropha curcas*

En situation d'associations culturales de *J. curcas* avec les trois cultures vivrières, nous notons que la croissance des plants de *J. curcas* associé au manioc ou au niébé est ralentie par rapport au *J. curcas* en culture pure et au *J. curcas* associé au maïs (tableau 22). La mesure de certains paramètres notamment le diamètre, la hauteur et l'envergure au bout de 5 mois après le semis a montré que les plants de *J. curcas* associés au niébé présentent un retard de croissance très remarquable par rapport aux autres plants de *J. curcas*.

Tableau 22: Influence des associations culturales sur la croissance des plants de *J. curcas* au 5e mois après le semis de *J. curcas*

Traitement	Croissance des plants		
	Hauteur ± ES	Diamètre ± ES	Envergure ± ES
<i>Jatropha</i> en culture pure	107,77±22,23 a	5,06±1,03 a	95,30±21,72 a
<i>Jatropha</i> associé au manioc	96,54±23,94 b	4,63±2,05 b	86,22±22,03 b
<i>Jatropha</i> associé au maïs	102,35±13,71 a	5,30±1,07 a	90,37±23,41 ba
<i>Jatropha</i> associé au niébé	63,94±22,12 c	3,97±1,01 c	50,52±12,23 c

Les moyennes suivies des mêmes dans chaque colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% ANOVA suivi du test de Student-Newman-Keuls) ; ES=Erreur standard

5. Effet des associations culturales sur les rendements moyens en grains de *Jatropha*

Les rendements moyens sont exprimés en kilogrammes de grains par plant de *J. curcas*. Les rendements moyens issus de la récolte des différentes cultures de *J. curcas* sont de $23,67 \pm 4,37$; $17,27 \pm 3,70$; $10,10 \pm 2,06$; $3,58 \pm 1,72$ respectivement en culture pure de *J. curcas*, en culture de *J. curcas* associé au maïs, au niébé et au manioc (figure 18). L'analyse de variance (Proc ANOVA) montre que les rendements des différentes cultures présentent une différence statistiquement significative ($F = 8,50$; $df = 3$ $P < 0,001$).

Les faibles rendements obtenus sont dus aux dégâts des ravageurs suivant les différentes associations. En effet les densités de populations des différents ravageurs varient en fonctions des cultures associées au *J. curcas*. Cela étant évident puisque certaines cultures semblent attirer les ravageurs sur les plants de *J. curcas*. Ce qui pourrait affecter les rendements observés.

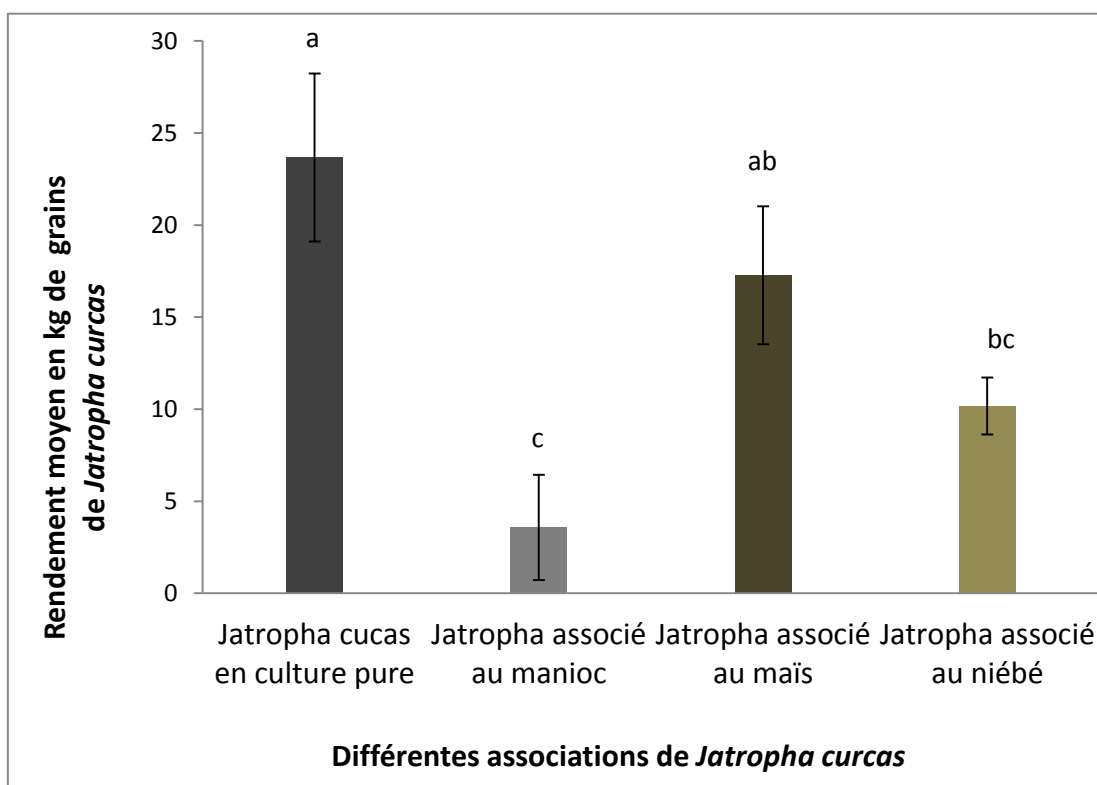


Figure 21: Rendements moyens en grains de *Jatropha curcas* dans les types de cultures
Les barres ayant les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes avec ANOVA au seuil de 5% suivi de test de SNK.

6.- Rendements du manioc, maïs ou niébé associés au *Jatropha curcas*

La productivité des cultures vivrières associées au *Jatropha* sont très faibles puisque les plants ne sont pas traités afin de suivre les infestations de chacun des ravageurs dans les parcelles.

- Le rendement moyen en tonnes (T) des tubercules du manioc en poids frais sur les parcelles de *J. curcas* associés avec le manioc est de $29,92 \pm 7,22$ T/ha pour 12 mois.
- Les rendements moyens en tonnes (T) des grains du maïs associé au *J. curcas* sont de $1,92 \pm 0,63$ T/ha pour la 1^e saison et $1,13 \pm 0,31$ T/ha pour la 2^e saison.
- Le rendement moyen en kilogrammes (kg) des graines du niébé au niveau du niébé associé au *J. curcas* est de $298 \pm 81,96$ kg/ha pour la 1^e saison et $225 \pm 58,35$ kg/ha pour la 2^e saison.

En définitive, les variations de rendements observés de la 2^e saison par rapport à la 1^e saison sont dues aux dégâts des différents ravageurs suivant les cultures associées et les saisons.

7.-Discussion

Les observations faites sur les associations culturales de *Jatropha* associé aux cultures vivrières pratiquées dans la zone d'étude ont montré que les ravageurs associés au *J. curcas* varient en fonction de la culture vivrière associée. La culture de *Jatropha* prend plus en plus de l'ampleur au Bénin et devient porteuse d'espoir pour la population agricole. Au Bénin où les cultures vivrières occupent 24,1% des superficies cultivées (Agbo et Honkpehedji, 2009), il est important que la promotion de la culture de *Jatropha* soit associée aux cultures vivrières. Ainsi, cette étude qui est à notre connaissance la première au Bénin s'est focalisée sur l'impact des associations culturales entre *Jatropha* et les principales cultures vivrières. Surtout les cultures vivrières les plus consommées pour la sécurité alimentaire (en l'occurrence le maïs, le niébé et spécialement le manioc qui est une Euphorbiacée tout comme *J. curcas*) sur l'activité des ravageurs des cultures impliquées et la croissance de *Jatropha* méritait d'être menée. Durant cette étude, les ravageurs observés notamment *A. africana*, *S. thraustica*, *L. vilosa*, *D. nr divisella*, *C. dregei* sont des insectes ravageurs associés au *Jatropha* et signalés par Fassinou (2009), Togbossy (2012) et Datinon *et al.* (2013) sur les plants de *J. curcas* au Bénin. Suivant toutes les observations faites sur *Jatropha*, la forte infestation du ravageur *A. africana* se situe pendant la phase végétative où les plants ont des feuilles tendres et un faible taux d'infestation durant les phases de floraison et de fructification. Pendant cette phase, où les feuilles tendres commencent par être rares ce qui ne favorise pas l'infestation de *A.*

africana. Ceci confirme que *A. africana* est un défoliateur. En effet, l'étude faite par Datinon *et al.* (2013) portant sur la diversité spécifique des ravageurs a montré que la présence de ce défoliateur était très remarquable en phase végétative sur les plants de *J. curcas*.

Dans les parcelles d'association de *Jatropha* avec manioc, il a été remarqué qu'une forte infestation du défoliateur *A. africana* pendant la phase de formation des fruits où les feuilles tendres malgré la rareté des pluies. Cela montre que le manioc attire la population de *A. africana* sur *Jatropha*. Nous avons constaté que la fluctuation de population de *A. africana* observée sur *Jatropha* associé au niébé est faible par rapport au *Jatropha* en culture pure. Cela pourrait signaler que le niébé repousse la population de *A. africana*.

Les forts taux d'infestations de *D. nr divisella* ont été observés pendant toutes les phases phénologiques de la plante. Le taux d'infestation de *D. nr divisella* observé sur *Jatropha* associé au manioc a été faible par rapport au *Jatropha* pure. Ce qui montre que le manioc développe un mécanisme qui attire la population de *D. nr divisella*. Le taux d'infestation élevé de *D. nr divisella* observé sur *Jatropha* associé au maïs par rapport au *Jatropha* pure pendant la phase végétative montre que le maïs développe un mécanisme attirant la population de *D. nr divisella*. Les plants de *Jatropha* pendant la phase végétative présente un faible taux observé sur *Jatropha* associé au maïs par rapport au *Jatropha* pure. La phase de fructification montre que le maïs émet une substance qui repousse la population de *D. nr divisella* pendant cette phase de *J. curcas*.

La présence de *Apion* sp. et de *C. tomentosicollis* sur *J. curcas* associé au maïs ou au niébé montre que ces ravageurs ont une gamme diversifiée d'hôtes de substitution. Généralement, les *Apions* occasionnent des dégâts sur des gousses du niébé dont les pertes pourraient atteindre 20% (Bournoville, 1976). Les *Apions* constituent un groupe diversifié qui s'attaquent aux diverses cultures (Bournoville, 1976). Ce qui confirme la présence de ce ravageur sur les fruits de *Jatropha*. La punaise *C. tomentosicollis* est un ravageur des gousses du niébé (Singh et Jackai, 1985 ; Tamò *et al.* 2002 ; Dabiré, 2005). La présence de ce ravageur sur les plantes hôtes autres que le niébé avait déjà été signalée par Dennis (1997) qui l'avait amené à le classer dans le groupe des punaises suceuses capables de changer de plantes hôtes durant toute l'année. Ces effets de l'association culturale ont été surtout remarquables par la forte densité des ravageurs observée sur *J. curcas* associé au maïs et *Jatropha* associé au manioc par rapport au *Jatropha* en culture pure. En effet, la forte densité observée montre que les plants du maïs et du manioc semblent attirer les ravageurs sur *Jatropha*. Ces nombreux ravageurs observés s'attaquant au *Jatropha* confirment les observations faites par

Regupathy et Ayysamy en (2011) et Piro et Hamel (2012) sur *Jatropha*. Alors nous pouvons affirmer que la culture de *J. curcas* est assujettie aux attaques de nombreux ravageurs préjudiciables à son développement. Il convient de continuer à inventorier les ravageurs sur *Jatropha* en association aux autres cultures afin de mieux connaître les effets de l'association culturale sur *Jatropha*.

Les associations culturales ont également eu un impact significatif sur les rendements en grains de *Jatropha*. En effet, les rendements en grains de *Jatropha* associé au manioc, au maïs ou au niébé ont été plus faibles par rapport à ceux de la culture pure de *Jatropha*. Les plus faibles rendements de *Jatropha* associé au manioc seraient dus aux densités élevées de ravageurs observés dans ce type d'association. Il faut aussi souligner que la compétition entre *J. curcas* et le manioc dans l'utilisation d'éléments nutritifs du sol ne saurait être exclue car les deux plantes sont toutes de la famille des Euphorbiacées. Quant au *Jatropha* associé au niébé, le faible rendement moyen en grains de *Jatropha* obtenu semble être dû au retard de croissance des plants de *Jatropha* associé au niébé. En effet, le niébé a la capacité de fixer l'azote atmosphérique et normalement cela devait accélérer la croissance des plants de *J. curcas*. Alors que nous venions de constater qu'une forte quantité de l'azote dans le sol peut affecter le développement des plants de *J. curcas*.

Pour *Jatropha* associé au maïs, le rôle d'attraction des ravageurs joué par le maïs sur *Jatropha* n'est pas sans effet sur son rendement relativement faible par rapport au rendement de *Jatropha* en culture pure. Par contre pour le faible rendement de *Jatropha* associé au niébé, il pourrait s'expliquer par l'effet de retard de croissance induit par le niébé sur *Jatropha*. Les faibles rendements des cultures vivrières sont dus aux attaques des insectes puis que ces cultures ne sont pas traitées afin de suivre la dynamique des populations des insectes associés.

Conclusion

La présente étude nous a permis de connaître les effets que l'on pourrait avoir en associations culturales de *J. curcas* avec le manioc, maïs ou niébé. En effet, il y a des effets qui ont été observés suivant les associations. Ainsi l'effet attractif ou repulsif a été constaté sur les parcelles de *J. curcas* associées au maïs ou au manioc sur certains ravageurs par rapport à la culture pure ou monoculture de *Jatropha*. Alors que pour *J. curcas* associé au niébé, nous notons l'effet additif sur les ravageurs par rapport à la culture pure de *Jatropha*. Egalement, il a été noté un effet inhibiteur sur la croissance des plants de *J. curcas* associé au niébé. Toutes ces variations de ravageurs ont eu des impacts sur le rendement de *J. curcas*.

Enfin ces effets ont des impacts sur les rendements de *Jatropha* associé aux cultures. Ainsi en association de culture, le manioc et le maïs attirent des ravageurs vers les plants de *Jatropha* alors que le niébé semé au même moment que *J. curcas* a un effet inhibiteur sur la croissance de *Jatropha*.

Les fluctuations de population de chaque insecte ravageur sur *Jatropha* varient en fonction de la culture associée. Toutes ces variations de ravageurs ont des impacts sur le rendement de *Jatropha*.

CHAPITRE IV : DISCUSSION GÉNÉRALE

Perception paysanne sur les contraintes liées à la culture de pourghère au Bénin

Dans cette étude, les résultats ont montré que les producteurs sont en majorité des analphabètes mais malgré leur niveau d'éducation ont assimilé les formations données par les agents de vulgarisation agricole sur la culture de *J. curcas*. Ce qui a permis à chaque producteur d'installer au moins 500 plants de pourghère. Cette volonté des producteurs témoigne l'importance qu'ils ont accordée à la culture de *J. curcas*. En effet, plus de 90% des agriculteurs ont confirmé que la production de *J. curcas* est une opportunité pour le monde rural. Malheureusement cette culture est confrontée à plusieurs contraintes en l'occurrence les insectes ravageurs et les maladies dont ils n'ont pas au préalable les connaissances endogènes. En effet, les résultats ont montré que les producteurs n'ont pas la connaissance de la plupart des insectes et maladies responsables de dégâts importants sur la culture du pourghère. Suivant les contraintes observées, *J. curcas* est très sensible aux adventices qui l'étouffent facilement surtout les jeunes plants. Ce qui confirme les études conduites par Barralis *et al.* (2008) et Munier-Jolain *et al.* (2008) qui ont montré que les adventices envahissent les cultures du pourghère et les conséquences sont imprévisibles. Selon l'enquête, les plants du pourghère sont sensibles aux insectes nuisibles qui causent des dégâts aux plants depuis la levée des plantules jusqu'aux graines. En effet, selon Shanker et Dhyania, (2006) les insectes comme *Stomphastis thraustica* Meyrick (Lepidoptera: Gracillariidae), des coléoptères phyllophages *Aphthona* spp. et *Aulocophora africana* Lucas (Coleoptera, Chrysomelidae), *Pempelia morosalis* Saalm Uller (Lepidoptera : Pyralidae) occasionnent des dégâts importants aux plants du pourghère. Egalement les études de Heller (1996) ont montré que le pourghère souffre de certaines maladies causées par les bactéries, les champignons, les nématodes. Ces résultats obtenus au Bénin viennent corroborer ceux de El-Badawi *et al.*, (1995) qui ont montré que le pourghère souffre des attaques de bactéries, de champignons, de nématodes et d'insectes qui sont préjudiciables à la production des graines de *J. curcas*. Cela confirme également les études conduites par Shanker et Dhyani (2006) et Smet (2011) portant sur l'évaluation des ravageurs de *J. curcas* qui ont montré que les plants de *J. curcas* souffrent de nombreux parasites et de maladies causant d'énormes pertes aux rendements. Il est donc nécessaire de faire un inventaire exhaustif des parasites de *J. curcas* afin de connaître les insectes nuisibles causant des dégâts importants à *J. curcas*. Egalement beaucoup de producteurs s'inquiètent sur les effets des associations culturales de pourghère avec les cultures vivrières. Etant donné que le pourghère est une culture pérenne, sa culture

doit être associée aux cultures vivrières pour permettre aux petits producteurs d'avoir de vivre et les plants de *J. curcas* pourraient bénéficier aussi des entretiens culturels des cultures vivrières. Il se pourrait aussi qu'il y ait des interactions des infestations des ravageurs entre les cultures. Ainsi des études préliminaires sur les contraintes liées à la production des graines s'avèrent nécessaires pour faire connaître aux producteurs la présence de ces nuisibles dans la culture du pourghère.

Entomofaune associée à *Jatropha curcas*

Notre étude a montré que les ravageurs ont surmonté la barrière de toxicité naturelle de *J. curcas*. Selon Nesseim *et al.* (2012) la toxicité lui permet de développer une résistance aux attaques des parasites. Alors que le pourghère est infesté par des ravageurs pouvant causer d'importants dégâts (El-Badawi *et al.*, 1995 ; Datinon *et al.*, 2013). En effet, les plus importants défoliateurs rencontrés sur *J. curcas* sont la mineuse *S. thraustica* et la chrysomèle *A. africana*. La présence de ces défoliateurs est très remarquable dans les plantations. Ces insectes causent d'importants dégâts aux plants en phase végétative. La mineuse *S. thraustica* de petite taille se nourrit de la cellulose des feuilles, formant des mines desséchées laissant place à des taches ressemblant à des symptômes de maladie. *A. africana* quant à lui réduit considérablement l'activité photosynthétique de la plante par la perforation des jeunes feuilles en pleine croissance surtout en cas de fortes attaques (Smet, 2011). L'envahissement des plants de pourghère par la cochenille du papayer *P. marginatus* avec ses dégâts très remarquables font inquiéter les producteurs de notre zone d'étude confirmant ainsi les observations de Regupathy et Ayyasamy (2011). Les recherches sur les ravageurs ont également montré que les avortements des fleurs, de jeunes fruits et la malformation des graines de *J. curcas* sont la cause de piqûres de certaines punaises notamment *C. dregei*, *N. viridula* et de *R. dentipes*. Les dégâts de ces punaises observés dans le cas de la présente étude corroborent ainsi les résultats de Omotoso (2005) et de Egbo, (2011). Le ravageur le plus redoutable observé dans les plantations de *J. curcas* est le papillon *D. nr divisella*, foreur de fleurs et de jeunes capsules et qui cause aussi des dégâts importants par la destruction des feuilles au niveau de l'apex et des inflorescences. Les femelles pondent des œufs sur les feuilles. Après l'éclosion, les jeunes larves tissent des soies qui recouvrent les bourgeons terminaux, les fleurs et les jeunes fruits de la plante. Les larves se nourrissent des jeunes feuilles de l'apex, des fleurs, avant de s'attaquer aux fruits verts pour détruire les graines. Elles perforent les tiges le long desquelles elles creusent des galeries (Shanker et Dhyani,

2006 ; Smet, 2011). Les dégâts occasionnés par cette espèce dans les cultures ont été estimés à environ 70 %.

La lutte biologique est considérée comme l'une des stratégies de lutte les plus efficaces pour réguler les populations des ravageurs. Au cours de l'inventaire des entomofaunes associés à *J. curcas*, des ennemis naturels ont été collectés sur une période de deux années consécutives sur les différents sites prospectés. Ces ennemis naturels constituent des agents de lutte biologique à exploiter pour réduire les taux d'infestations des nuisibles de la culture de *J. curcas*. Ainsi, des parasitoïdes inféodés à *D. nr divisella* ont été identifiés. Un total de 5 espèces de parasitoïdes larvaires de *D. nr divisella* ont été observées notamment *S. nr hessei*. Ce parasitoïde doté d'un taux de parasitisme élevé pouvant atteindre 63% mérite d'être étudié pour être utilisé comme agent de lutte biologique contre *D. nr divisella*, ravageur spécifique des euphorbiaceae dont les dégâts sont d'une importance économique en Afrique et dans le monde sur *J. curcas*. Il serait souhaitable d'approfondir les études bioécologiques relatives à *D. nr divisella* afin d'envisager une lutte biologique efficace en utilisant ce parasitoïde contre les chenilles de *D. nr divisella*. De nombreux prédateurs sont aussi observés au nombre de 8 notamment *Stegodyphus* sp., *C. sulphurea*, *E. troberti*, *D. erythrocephalus*, *Sphodromantis* sp., *R. albopilosus*, *Oecophylla* sp. et *Camponotus sericeus*. Ces résultats confirment ceux de Gabriel *et al.* (1988) qui ont montré que dans les plantations sévèrement attaquées par les insectes ravageurs un grand nombre de prédateurs comme *Stegodyphus* sp, *C. sulphurea* et *Sphodromantis* sp. sont en grand nombre pour contrôler les dégâts des ravageurs.

Biologie du développement de *D. nr divisella* au laboratoire

L'importance des dégâts causés par *D. nr divisella* nous a amené à faire l'étude des paramètres biologiques de cette pyrale *D. nr divisella*. Cette étude est d'ailleurs la première à s'intéresser à ce ravageur d'importance économique dans la production du pourghère. Les résultats issus des paramètres biologiques ont permis l'identification des stades de développement classique d'un Lépidoptère : l'œuf, les larves ou chenilles, la chrysalide et l'adulte. Parmi ces stades, ce sont les larves qui, en s'alimentant causent les dégâts observés sur les bourgeons terminaux, les fleurs et les fruits de *J. curcas*. Cela confirme les observations faites par Regupathy et Ayyanamy (2011) sur les ravageurs en constatant que le ravageur le plus redoutable observé dans les plantations de *J. curcas* est un microlépidoptère causant des dégâts sur les jeunes feuilles, fleurs et fruits. Il ne se nourrit que sur les plantes de la famille d'Euphorbiaceae (Singh et Harsh, 1996). En outre, cinq stades larvaires ont été

identifiés. Il ressort de nos résultats que la durée du stade larvaire est plus longue que celle de tous les autres stades de développement de l'insecte et c'est seulement à ce stade de développement que l'insecte s'alimente sur les fleurs, les capsules et aussi sur les jeunes feuilles de pourghère. Ainsi, ces larves sont capables de réduire considérablement le rendement en graines de pourghère destinées à la production de l'huile pour le biodiesel. Les paramètres étudiés permettent de connaître le taux intrinsèque d'accroissement naturel, le taux net de reproduction et le temps de duplication de *D. nr divisella* préluade à la mise en place d'une méthode de lutte biologique efficace contre ce ravageur. Après l'étude sur les paramètres démographiques de *D. nr divisella* et sa capacité intrinsèque de croissance dans les conditions optimales du laboratoire, le présent travail nous a permis de connaître la biologie de *D. nr divisella* afin de développer des méthodes de lutte efficace.

Effets des associations culturales sur les ravageurs associés au *Jatropha* en culture pure, *Jatropha* associé au manioc, au maïs ou au niébé

A l'issue des études menées sur les effets des associations culturales sur les ravageurs de *Jatropha*, il est conseillé de cultiver *J. curcas* en association surtout avec les cultures vivrières les plus pratiquées pour la lutte contre l'insécurité alimentaire.

Les effets de l'association culturale de *Jatropha* associé au manioc, au maïs ou au niébé ont montré que les ravageurs associés au *J. curcas* varient en fonction de la culture vivrière associée. Les ravageurs observés sont *A. africana*, *D. nr divisella*, *S. thraustica*, *L. vilosa*, *C. dregei*, *Apion* sp. et *C. tomentosicollis*. Cette étude, nous a permis en outre de recenser les ravageurs spécifiques à chaque culture et d'identifier les ravageurs transversaux pouvant causer des dommages à plusieurs cultures à la fois. A cet effet, *C. tomentosicollis* a été observé sur le niébé et le manioc. La punaise *C. tomentosicollis* est un ravageur des gousses du niébé (Tamò *et al.* 2002 ; Dabiré, 2005). La présence de ce ravageur sur les plantes hôtes autres que le niébé avait déjà été signalée par Dennis (1997) qui l'avait amené à le classer dans le groupe des punaises suceuses qui pouvaient changer de plantes hôtes durant toute l'année.

Les effets de l'association culturale ont montré que les ravageurs observés sont fonctions de la culture associée au *J. curcas*. Les observations faites sur *J. curcas* associé au manioc ou au maïs ont montré que le maïs et le manioc ont un effet attractif sur les ravageurs associés au *J. curcas*. En effet, selon Baumgart (2007), les cultures associées au *Jatropha* pourraient avoir des effets sur

les ravageurs comme le cas du piment qui a un effet répulsif sur les ravageurs associés au *Jatropha*

La forte infestation du ravageur *A. africana* pendant la phase végétative où les plants ont des feuilles tendres confirme que *A. africana* est un défoliateur. Il a été remarqué qu'une forte infestation de *A. africana* sur *Jatropha* associé au manioc pendant la phase de formation des fruits où les feuilles tendres sont rares. Cela montre que le manioc a un effet attractif sur la population de *A. africana*.

La forte infestation de *D. nr divisella* a été observée sur *Jatropha* pendant toute la phase phénologique de la plante. Ce qui confirme les observations faites par Datinon *et al.* (2013) que le ravageur *D. nr divisella* est un ravageur de feuilles, de fleurs et de fruits de *Jatropha*. Le taux d'infestation de *D. nr divisella* observé sur *Jatropha* associé au manioc a été faible par rapport au *Jatropha* pure. Ce qui montre que le manioc a un effet répulsif sur la population de *D. nr divisella*. Egalement le taux d'infestation élevé de *D. nr divisella* observé sur *Jatropha* associé au maïs par rapport au *Jatropha* pure pendant la phase végétative montre que le maïs a un effet attractif sur la population de *D. nr divisella* sur les plants de *Jatropha*.

L'association culturale a eu des impacts sur les rendements en grains de *Jatropha* associé au manioc, au maïs ou au niébé par rapport au *Jatropha* en culture pure. Ainsi le faible taux de rendement de *Jatropha* associé au manioc serait dû aux densités élevées de ravageurs observés dans l'association de *Jatropha* avec manioc. Cela pourrait être dû à la compétition entre *J. curcas* et le manioc dans l'utilisation des mêmes éléments nutritifs du sol. Cette compétition ne saurait être exclue car les deux plantes sont toutes de la famille des Euphorbiacées. En effet, le manioc et le maïs ont des effets attractifs sur certains ravageurs de *Jatropha*. Ce qui pourrait agir sur le rendement. Par contre pour le faible rendement de *Jatropha* associé au niébé, cela pourrait s'expliquer par l'effet de retard de croissance induit par le niébé sur *Jatropha*. Il faut noter aussi que les dégâts causés par la punaise *C. tomentosicollis* sur les fruits auraient eu des impacts négatifs sur la formation des graines par conséquent pourraient être la cause du faible rendement. Ces faibles rendements obtenus sont dus au fait que certaines cultures vivrières ont des effets attractifs sur certains insectes ravageurs. Ces insectes ravageurs ont causé des dégâts importants sur les graines de *Jatropha*. Ce qui affecte le rendement de façon négative et considérable. Alors il convient de développer des méthodes durables de lutte contre ces insectes ravageurs afin d'optimiser le rendement de *J. curcas*.

Enfin, la conclusion générale et les perspectives découlant de notre recherche sont les suivantes :

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Cette étude a montré que les producteurs avaient accordé une importance à la production de *J. curcas* car cette plante leur procure des revenus substantiels. Cependant presque tous les producteurs interrogés confirment que la culture de *J. curcas* est assujettie aux attaques de divers parasites depuis la levée jusqu'à la récolte des graines. Ils constituent par conséquent une contrainte majeure pour la culture du pourghère. Il convient d'inventorier les insectes ravageurs afin d'avoir une connaissance complète sur l'écologie des principaux ravageurs dans une perspective de mise en place de méthodes de gestion intégrée de ces nuisibles. Les résultats de cette étude ont permis de prouver que l'entomofaune associée à *J. curcas* était diversifiée. Elle comprend 32 espèces de ravageurs dont les plus importantes sont *A. africana*, *S. thraustica*, *Altica* sp., *L. vilosa*, *D. nr divisella*, *P. marginatus*, *N. viridula*, *C. dregei* et *R. dentipes*. Par conséquent, il faut développer des méthodes de contrôle durable et écologiquement saines contre ces insectes ravageurs afin de soulager ces problèmes rencontrés par les premiers producteurs du pourghère au Bénin. Fort heureusement, nos recherches ont permis d'identifier un parasitoïde local, *S. nr hessei* qui parasite les larves de *D. nr divisella*, le ravageur le plus redoutable s'attaquant à la fois aux bourgeons terminaux, aux fleurs et aux jeunes fruits même aux tiges du pourghère. Son taux de parasitisme pouvait atteindre 63%. Alors l'utilisation de cette espèce de parasitoïde comme agent de lutte biologique contre *D. nr divisella* permettra de réduire de façon considérable le taux d'infestation de ce ravageur. Pour ce faire, il faut connaître la biologie de *D. nr divisella* avant de mener une étude approfondie sur la biologie de ce parasitoïde. L'étude conduite sur la biologie de *D. nr divisella* a montré que l'insecte présente 5 stades larvaires et que la durée totale de développement des stades larvaires ($25,52 \pm 3,14$ jours) était la plus importante parmi tous les stades. Cela montre que les larves s'alimentent longtemps sur les plants de *J. curcas*. Alors elles causent des dégâts d'importance économique aux plants de *J. curcas*. Il s'avère nécessaire d'identifier parmi les stades larvaires de *D. nr divisella* le plus parasité par le parasitoïde *S. nr hessei*. La connaissance du stade *D. nr divisella* le plus parasité par *S. nr hessei* constituera une étape importante devant aboutir à une maîtrise de la production en masse du parasitoïde pour son lâcher dans les cultures du pourghère.

Les effets de l'association culturale de *Jatropha* associé au manioc, au maïs ou au niébé ont montré que les ravageurs associés au *J. curcas* varient en fonction de la culture vivrière associée. Cette étude, nous a permis en outre d'identifier la punaise *C. tomentosicollis* comme un ravageur spécifique au niébé pouvait causer de dommage à plusieurs cultures à la fois. En effet, *C. tomentosicollis* a été observé sur *Jatropha* associé au niébé et au manioc.

Aussi, la forte infestation du ravageur *A. africana* pendant la phase végétative où les plants ont des feuilles tendres confirme que *A. africana* est un défoliateur. Cependant il a été remarqué qu'une forte infestation de *A. africana* sur *Jatropha* associé au manioc pendant la phase fructification où les feuilles tendres sont rares. Cela montre que le manioc a un effet attractif sur la population de *A. africana*.

La forte infestation de *D. nr divisella* a été observée sur *Jatropha* pendant toute la phase phénologique de la plante confirme que *D. nr divisella* est un ravageur causant des dégâts sur *J. curcas* pendant les phases végétative, floraison et fructification de *Jatropha*. Le faible taux d'infestation de *D. nr divisella* observé sur *Jatropha* associé au manioc par rapport au *Jatropha* pure montre que le manioc a un effet répulsif sur la population de *D. nr divisella*. Également le taux d'infestation élevé de *D. nr divisella* observé sur *Jatropha* associé au maïs par rapport au *Jatropha* pure pendant la phase végétative montre que le maïs a un effet attractif sur la population de *D. nr divisella*.

L'association culturale a eu d'impacts sur les rendements en grains de *Jatropha* associé au manioc, au maïs ou au niébé par rapport au *Jatropha* en culture pure. Ce qui pourrait être la cause du faible rendement observé. Cela nous amène à dire que tous plants de *Jatropha* associé aux cultures sont attaqués par les ravageurs. Alors il convient de développer des méthodes de lutte contre les ravageurs afin d'avoir un meilleur rendement.

PERSPECTIVES

Malgré ces premiers essais encourageants, nous avons noté certains problèmes de recherche dont l'étude au laboratoire et en milieu paysan permettra d'apporter de solutions aux contraintes majeures des producteurs liées à la culture de *J. curcas*.

En perspectives, il conviendra de :

- Poursuivre l'inventaire des ravageurs de *J. curcas* et leurs ennemis naturels dans les différentes zones agro-écologique du Bénin. En effet il serait très intéressant de réaliser cette étude pour identifier tous les principaux insectes ravageurs et d'autres ennemis naturels agents potentiels de lutte biologique;
- Conduire des études approfondies sur la biologie de *S. nr hessei*, parasitoïde larvaire de *D. nr divisella*. Ces études s'avèrent nécessaire de connaître les stades de *D. nr divisella* les plus parasités et le mécanisme du parasitisme de *S. nr hessei*;
- Maîtriser l'élevage du parasitoïde, *S. nr hessei* afin de multiplier en masse les adultes pour faire des lâchers dans les plantations de *J. curcas*;

- Développer un dispositif de lâcher moins coûteux accessible aux producteurs et une bonne stratégie d'application facilement manipulable par les producteurs en milieu paysan ;
- Poursuivre l'étude des effets des associations culturales de *J. curcas* avec les principales cultures vivrières pour mieux comprendre les mécanismes influant les rendements.
- Rechercher et tester l'efficacité des biopesticides disponibles aux producteurs pour réduire le taux d'infestations des ravageurs majeurs de *J. curcas* avant la mise au point du dispositif de lâcher de *S. nr hessei* et de rechercher des parasitoïdes potentiels des autres ravageurs.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abreu F. (2008).** Alternative by-products from *Jatropha*. In: International Consultation on Pro-poor *Jatropha* Development. 10–11 April 2008, Rome. IFAD, 27p.
Available at: <http://www.ifad.org/events/jatropha/>
- Acker C.L., Giibitz G.M., Mittelbach M. and Trabi M. (1997).** Growth and reproduction of *J. curcas* In: Biofuels and Industrial Productions from *Jatropha curcas*. (Eds), DBV Graz, 2-18.
- Agbo S.J.A. et Honkpehedji R.N. (2009).** Analyse des déterminants de la production des cultures vivrières au Bénin: cas du maïs et de l'igname, Thèse d'Ingénieur statisticien économiste à l'Université Nationale du Bénin, 93p.
- Agboka K., Schulthess F., Tamò M., Hell K. and Vidal S. (2010).** The importance of *Mussidia nigrivenella* Ragonot (Lepidoptera: Pyralidae) as a post-harvest pest in different storage structures in Benin *Journal of Stored Products Research*, 46: 81-86.
- Aggarwal V.D. (1991).** Research on cowpea- *Striga* resistant at IITA. In: Sk kim (ed) combating *Striga* in Africa. Proceeding international workshop by IITA, ICRISAT and IDRC, 22-24 August, 1988, Ibadan, Nigeria, p. 90-95.
- Ahoton L.E., Quenum F. et Mergeai G. (.2011).** Evaluation agromorphologique et sélection des meilleures accessions de pourghère (*Jatropha curcas* L.) introduites au Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 5 (4) : 1619-1627.
- Ahohuendo B.C. et Sikirou R. (2005).** Effet des associations manioc-maïs et manioc-niébé sur la population de *Bemisia tabaci* (Gennadius) et le développement de la mosaïque du manioc (*Manihot esculenta* crantz) au sud du Bénin, *Annales des Sciences Agronomiques*, 7 (2) : 57-74.
- Alghali A.M. 1991.** The effects of some agrometeorological factors on fluctuation of the legume pod borer, *Maruca testulalis* Geyer (Lepidoptera: Pyralidae), on two cowpea varieties in Nigeria. *Insect Sci. Applic.*, 14(1): 55-59.
- Akpesse A.A., Kouassi P.K., Tano Y. et Lepage M. (2008).** Impact des termites dans les champs paysans de riz et de maïs en savane sub-soudanienne (Booro-Borotou, Côte-d'Ivoire). *Sciences & Nature*, 5 (2) :121-131.
- Alhmedi A., Haubruge E., Bodson B. and Francis F. (2007):** Aphidophagous guilds on nettle (*Urtica dioica*) strips close to fields of green pea, rape and wheat. *Insect Sci.*, (14): 419-424.
- Ambika S. (2005).** Pest complex of physic nut, *Jatropha curcas* (L.) and their management. MsC. Thesis, Tamilnadu Agricultural University Coimbatore, 67 p.

- Amoako-Atta B., Omoio E.O. et Kidega E.K. (1981).** Influence of maize, cowpea and sorghum intercropping systems on sites pod-borers infestations, *Sciences Applications*, (4): 47-57.
- Amsel H.G. (1961):** Die Microlepidopteren der Brandt'schen Iran-Ausbeute. 5. Teil. -Arkiv för Zoologi (N.S.), Stockholm (ser.2), 13 (17): 323-445
- Andres M.A. (1911).** Notes bibliographiques sur trois travaux lépidoptérologiques relatifs à la faune égyptienne. *Bulletin de la Société entomologique d'Égypte*, (2):87-97.
- Andrewartha H.G. and Birch L.C. (1954).** The Distribution and Abundance of Animals. University of Chicago Press, Chicago, 782 p.
- Aponte C.H. (1978).** Estudio de *Jatropha curcas* L. como recurso biotico, University Veracruz, Xalapa-Enríquez: Veracruz, Mexico, 78p.
- Arodokoun D.Y. (1996).** Importance des plantes- hôtes alternatives et les ennemis naturels indigènes dans le contrôle biologique de *Maruca testulalis* (Geyer). Thèse pour l'obtention du grade de philosophiae Doctor (Ph.D). Faculté des Sciences et de Génie. Université Laval. Québec, 167p
- Aroga R. and Coderre D. (2001).** Effects of temperature on the development and fecundity of *Diaperasticus erythrocephala* Olivier (Dermaptera: Forficulidae) *Insect Science and its Application* , 21 (2):161-167
- Assogbadjo A.E.G., Amadji R., Glèlè Kakaï A., Mama B., Sinsin B. et Van Damme P. (2009).** Evaluation écologique et ethnobotanique de *Jatropha curcas* L. au Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 3 (5) : 1065-1077.
- Atachi P., Desmidts M. et Durnez C. (1984).** Investigation sur les insectes parasites du niébé (*Vigna unguiculata* (L) Walp). Essais de la recherche Agronomique. Cotonou, Bénin, 37 p
- Atachi P. et Gnanvossou D. (1989).** Dynamique quantitative des populations animales: recherches préliminaires à une étude comparée des dynamiques de biomasses, d'effectifs et de productions chez *Maruca testulalis* (Geyer) (Lepidoptera : Pyralidae) en culture de niébé dans un agrosystème du sud Bénin. *Oecol. Applic.*, (03) :221-239.
- Baez M. (1998).** Mariposas de Canarias. Editorial Rueda, Alcorcon (Madrid), 216 p.
- Barralis G., Chadoeuf R. et Lonchamp J. (2008).** Longévité des semences de mauvaises herbes annuelles dans un sol cultivé. *Weed Research*, (28) : 407-418.

- Barros G.S.C., Silva A.P., Ponchio L.A., Alves L.R.A., Osaki M.Y and Enamo M. (2006).** Custos de produção de biodiesel no Brasil, Revista Política Agrícola Ano XV – N°. 3 – Jul./Ago./Set. , 12p.
- Baumgart S. (2007).** Working paper conference, Belize. in Expert Seminar on *Jatropha curcas* L. Agronomy and genetics, Wageningen, 47p.
- Bertrand M. and Doré T. (1988).** Comment intégrer la maîtrise de la flore adventice dans le cadre général d'un système de production intégrée ? *Innovations Agronomiques*, (3): 1-13
- Bhojvaid P.P. (2006).** Biofuels: towards a greener and secure energy future. Biofuels: towards a greener and secure energy future, 34p.
- Bichon L. (1981).** Le manioc. Développement et santé n° 35 : in Law K.N. Lapointe Valade J.L.M. Production, 25 p.
- Biswas, S.K.N. (2006).** Technology and business opportunities. in Proceedings of the biodiesel conference toward energy independence - focus of *Jatropha*, Hyderabad, India, June9–10. New Delhi, 46p.
- Bournoville R. (1976).** Enquête sur les insectes nuisibles à la luzerne en production de fourrage, Ann. Phytopatho, (5): 441-445.
- Brittaine R. and Lutaladio N. (2010).** *Jatropha*: a smallholder bioenergy crop the potential for pro poor development. *Integrated Crop Management*, 8, 96 p
- CIMMYT (1990).** Le potentiel maïsicole de l'Afrique Subsaharienne. Mexico, Mexique, CIMMYT 1990 : 30 villages de la zone soudanienne Sud, 77 p.
- CIMMYT (1991).** Réalités et tendances. Le maïs dans le monde: potentiel maïsicole de l'Afrique subsaharienne. CIMMYT 1989/90. Mexico. D. F. CIMMYT. 71p.
- CIRAD-AGROgeneration (2008).** *Jatropha curcas* L. Rapport de synthèse bibliographique, 118 p.
- Cownie P J (1993).** The maize giant in a changing Africa and its challenge for Cereal Science and Technology, In: Cereal Science and Technology. Impact on a Changing Africa (Eds. JRN Taylor, PJ Randal, JH Viljoen). CISR, Pretoria, pp. 31-52.
- Dabiré C.L.B. (2005).** Effet du stade de développement des gousses de niébé sur la biologie de la punaise suceuse *Clavigralla tomentosicollis* (Hemiptera: coreidae). *International Journal of Tropical Insect Science*, (25): 25-31.
- Dahniya M.T., Akoroda M.O., Alvarez M.N., Kainhaneh P.M., Ambe-Tumanteh J., Okeke J. E. and Jalloh A. (1994).** Development and dissemination of appropriate

- root crops packages to farmers in Africa. In: Ofori F. And Hahn S. K. (Eds) Proceedings of Ninth Symposium of the International Society for Tropical Root Crops, Wageningen (Netherlands), 2–9.
- Dajoz R. (1985).** Précis d'Ecologie. Ed. Bordas. Paris. 505 p.
- Dannon E.A., Tamò M., van Huis A and Dicke M. (2010).** Functional response and life history parameters of *Apanteles taragamae*, a larval parasitoid of *Maruca vitrata* *BioControl*, 55:363-378.
- Datinon B.D., Atachi P., Tamò M. and Downham M.C.A. (2009).** Effets des paramètres agro-météorologiques sur la dynamique des populations de *Maruca vitrata* Fabricius (Lepidoptera: Pyralidae) en culture du niébe, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. dans le Sud du Bénin, *Annales des Sciences Agronomiques*, 12 (1) : 67-84.
- Datinon B.D., Glitho A.I., Tamò M. and Amevoin K. (2013)a.** Perception of farmers on seed production constraints *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae). *Asian Journal of Applied Science*, 6 (2) 99-106.
- Datinon B.D., Glitho A.I., Tamò M., Amevoin K., Goergen G. and Douro Kpindou O.K. (2013)b.** Inventory of major insects of *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) and their natural enemies in southern Bénin, *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*, (8) 711-718.
- Dehgan B. and Webster G.L. (1979).** Morphology and infrageneric relationships of the genus *Jatropha* (Euphorbiaceae), in Publications in Botany, V. 74, Editor, University of California, 21p.
- Dennis S. H. (1997).** The Economic Importance of Insects of cowpea, the severity of damage Insects, Belhaven press, London, 28 p.
- Devi P., Naresh B. and Reddy M.S. (2008).** Studies on insect pests of *Jatropha*. *Indian J. Applied Entomol.*, 12: 42-47.
- Domergue M. et Pirot R. (2008).** *Jatropha curcas* L. Rapport de synthèse bibliographique. CIRAD. 34p
- Downham M.C.A., Tamò M., Hall D.R., Datinon B., Dahounto D. and Adetonah, J. (2002).** Development of sex pheromone traps for monitoring the legume podborer, *Maruca vitrata* (F.) (Lepidoptera: Pyralidae), pp 124-135. In: Challenges and opportunities for enhancing sustainable cowpea production. Proceedings of the World Cowpea Conference III held at the International Institute of Tropical Agriculture

- (IITA), Ibadan, Nigeria, 4 – 8 September 2000. Fatokun, C.A., Tarawali, S.A., Singh, B.B., Kormawa, P.M. and Tamò, M. (Eds.) IITA, Ibadan, Nigeria.
- Drummond O., Purcino A.A.C., Cuhna L.H.S., Veloso J.M. (1984).** Cultura do pinhao manso. Belo Horizonte: EPAMIG., 99 p.
- Dugje I.Y., Omoigui L.O., Ekeleme F., Kamara A.Y. et Ajeigbe H. (2009).** Production du niébé en Afrique de l'Ouest: Guide du paysan. IITA, Ibadan, Nigéria , 19 p.
- Egho E.O. (2011).** Effect of two agro-ecological zones on insect species of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) Walp during the late cropping season, Delta State, Southern Nigeria, *Agriculture and Biology journal North America*, 2 (3), 448 p.
- El-Badawi S.M., Adam S.E. and Hapke H.J. (1995).** Comparative toxicity of *Ricinus communis* and *Jatropha curcas* in Brown Hisech chicks. *Dtsch. Tierarztl. Wochenschr.*, 102:75–77.
- Emechebe A.M. and Lagoke S.T.O. (2002).** Recent advances in research on cowpea diseases, pp 94-123 in: Challenges and opportunities for enhancing sustainable cowpea production. Proceedings of the World Cowpea Conference III held at the International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigeria, 4-8 September 2000. Fatokun, C.A., Tarawali, S.A., Singh, B.B., Kormawa, P.M. and Tamò, M. (Eds.) IITA, Ibadan, Nigeria.
- Euler H. and Gorriz D. (2004).** Case Study "*Jatropha curcas*". Global Facilitation Unit for Underutilized Species (GFU) and Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ): Frankfurt, Germany, 63 p.
- Ezueh M.J. (1993).** Control of stored pest. In pest and vector management in the tropics. Ed Yaoudeowei A. and Service M. W., 250-259.
- Fakorede, M. A. B., Badu-Apraku, B., Kamara, A. Y., Menkir, A. and Ajala, S. O. (2003).** Maize revolution in West and Central Africa: An Overview. In Badu-Apraku, B., Fakorede, M. A. B., Ouedraogo, M., Carsky, R. J. and Menkir, A. (eds). Maize Revolution in West and Central Africa. Journal of Agricultural Extension Vol. 16 (1), June 2012 7 Proceedings of a regional maize workshop held at IITA-Cotonou, Benin Republic, 14-18 May 2001. Pp 116. WECAMAN/IITA.
- FAO. (2004).** FAOSTAT provides times-series and cross sectorial data relating to food and forestStat. Site Internet; <http://faostat.fao.org/default.aspx>
- FAO. (2008).** La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture (SOFA). Les biocarburants: perspectives, risques et opportunités, Division de la communication –

- FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italie, copyright@fao.org,
<http://www.fao.org/catalog/inter-e.htm>
- FAO. (2014).** Le maïs dans la nutrition humaine.
<http://www.fao.org/docrep/t0395f/T0395F03.htm>;
- Fassinou A. (2009).** Gestion des ravageurs de *Jatropha curcas* L. par l'utilisation d'extraits botaniques naturels dans la Commune de Zangnanado, Mémoire de Master à la Faculté des Sciences Techniques de l'Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 53p.
- Favre D. (1997).** Des Neurosciences aux Sciences de l'Éducation : contribution à une épistémologie de la variance. Thèse de Doctorat en Sciences de l'Éducation, Université Lyon 2, Presses Universitaires du Septentrion, 233 pages
- Ferrao J.E.M., Ferrao A.M.B.C., and Patricio M.T.S. (1982).** Purgueira da Ilha do Fogo. Composição da semente, algumas características da gordura., E.N. 14., Editor. Universidade Tecnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Secção de Agronomia Tropical, Lisbonne., p 14.
- Fernando J. (2006).** Revisão sobre *Jatropha curcas*, seus usos e seu potencial para produção de biodiesel em Moçambique. ICRAF/IIAM, TechnoServe, 76p.
- Gabriel D., Calcagnolo G., Tancini R.S, Dias Netto N., Petinelli Jr.A. and Araujo J.B.M. (1988).** Pests and natural enemies of *Jatropha curcas*. a, *Scutellera nobilis* inserting stylet *Biological*, 54: 17-20.
- Gadir A., Onsa T.O., Ali W.E.M. El-Badwi S.M.A. and Adam S.E.I. (2003).** Parative toxicity of *Croton macrostachys*, *Jatropha curcas*, *Piper abyssinica* seeds in Nubian goats. *Small Rum. Res.*, 48:61–67.
- Gandonou C. (2007).** Quelle est la situation des Agrocarburants en Afrique de l'Ouest ?
[Semences de la biodiversité](#), (Consultable sur le site:
http://www.grain.org/semences_files/note-66-fr.pdf).
- Gandonou C.B., Houmba L.N.R., Ahoton E., Desquilbet S., Fakambi K., Datinon B. et Marshall E. (2012).** Evaluation de la levée et de la croissance chez douze accessions de pourghère (*Jatropha curcas*) au Bénin. *Bulletin de la recherche Agronomique du Bénin*, (72) : 12-18.
- Gareth K. (1998).** Observations concerning the early stages of *Sciota (Denticaria) divisella* (Duponchel, 1824) (Lepidoptera: Pyralidae) in the Ebro Valley, north-east Spain. *The Entomologist's record and journal of variation*, 110: 182-183.

- GERES (2010).** Itinéraire technique expérimentale pour la production de graines de *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) en milieu paysan, 12 p.
- Gexsi (2008).** Global Market Study on *Jatropha*. Final Report. Prepared for the World Wide Fund for Nature (WWF). London/Berlin: Global Exchange for Social Investment.
- Godin V. and Spensley P. (1971).** Oils and Oilseeds. *TPJ Crop and Product Digest.*, 1: 107-110.
- Gokhale D. (2008).** *Jatropha*: Experience of Agro-Forestry & Wasteland Development Foundation, Nashik, India. in International Consultation on Pro-poor *Jatropha* Development. Rome: Syngenta International., 26p.
- Grimm C. and Guharay F. (1997)** Potential of entomopathogenous fungi for the biological control of true bugs in physic nut plantations in Nicaragua. In *Jatropha 97*. International Symposium on Biofuel and Industrial Products from *Jatropha curcas* and other Tropical Seed Plants. Managua, Nicaragua, p.16.
- Grimm P.C. and Maes J.M. (1997).** Pests and natural enemies of *Jatropha curcas*, *Rev Nicaraguense Entomol*, 39: 13-26.
- Haïdara A.O. (1996).** Valorisation d'une huile végétale tropicale : l'huile de pourghère. Mémoire de maîtrise ès sciences appliquées, génie chimique, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec (Canada), 126 p.
- Hampson G.F. (1896)..** The Fauna of British India, including Ceylon and Burma, Moths, Pyralidae., 4, 594 p.
- Heller J. (1996).** Physic nut *Jatropha curcas* L. In: International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops (Prom Underused Crops), 1:1- 66.
- Hell K., Cardwell K.F., Setamou M. and Poehling H.M. (2000).** Influence of storage practices of aflatoxin contamination in maize in four agro ecological zones of Benin West Africa. *J. Stored prod Res.*, 36: 365-382.
- Henning R., Sanankoua O. et Sidibé Y. (1996).** Production et utilisation de l'huile végétale comme carburant, rapport annuel de Projet. Ministère des mines de l'énergie et de l'hydraulique, Direction Nationale de l'Hydraulique et de l'Energie, Projet pourghère DHNE - GTZ: Bamako. *Chemico-Biol. Int.*, 139(1): 1-2
- Henning R.K. (2007).** Fuel Production Improves Food Production: The *Jatropha* Project in Mali. In: Biofuels and Industrial Products from *Jatropha curcas*. Edited by: G. M.

- Gübitz, M. Mittelbach & M. Trabi. Developed from the February 23–27 1977 Symposium “*Jatropha curcas* 97”, Managua, Nicaragua.
- Hodek P., Trefil P. and Stiborova M. (2002).** Flavonoids - Potent and versatile biologically active compounds interacting with cytochrome, 450 P.
- Houmba R.N. (2009).** Contribution à la caractérisation morphologique et agronomique de différentes provenances de *Jatropha curcas* du Bénin. Mémoire de fin de formation pour l’obtention du diplôme de licence en agronomie à l’université Africaine de Technologie et de Management GASA Formation, Cotonou, Bénin, 79p.
- Hounhouigan D.J., Massénon A., Nago C.M. et Mestres C. (1999).** Caractéristiques physico-chimiques et aptitudes agronomiques de quelques variétés de maïs produites au Bénin. *Annales des Sciences Agronomiques du Bénin*, (2) : 115-128.
- Houinsou, R. (1986).** Effets de l’association niébé-soja sur les infestations de certains borers du niébé, *Vigna unguiculata* (L) Walp dans le sud du Bénin, Mémoire d’Ingénieur agronome à la Faculté des Sciences Agronomiques de l’Université d’Abomey-Calavi, Bénin, 65p.
- IITA (2010).** 5th World cowpea conference. 27 Sept- 01 Oct 2010. Dakar, Senegal. <http://www.iita.org> consulté le 13/08/2011.
- Ikotun T. et Osiru D.S.O. (1990).** Les contraintes à la production du manioc en Afrique tropicale, un manuel de référence IITA; p. 3–13.
- Jackai L.E.N. and Adalla C.A. (1997).** Pest management practices in cowpea, pp. 240-259. In *Advances in cowpea research*, edited by B. B. Singh, D. R. Mohan Raj, K. E. Dashiell and L. E. N. Jackai. Copublication of International Institute Tropicale Agriculture (IITA) and Japan International research center for Agricultural Sciences (JIRCAS). IITA, Ibadan, Nigeria
- James B., Yaninek J., Neuenschwander P., Cudjoe A., Modder W., Echendu N. et Toko M. (2000).** Lutte contre les ravageurs du manioc. International Institute of Tropical Agriculture, Plant Health Management Division, Biological Control Center for Africa, Cotonou, Benin. *External factsheets* , 1-36.
- Jenning D.L. (1995).** Cassava. In Smartt J. et Simmonds N. W. (Eds), *Evolution of crop plants*, 2^{ème} édition; p. 128–132. Londre (Royaume-Uni): Longman Scientific and Technical.
- Jones N. and Miller J.H. (1992).** *Jatropha curcas*. A multipurpose species for problematic sites, L.r. series, Editor. World bank.

- Jongschaap R.E.E., Heuvelink E., Kempkes F.L.K. and Stanghellini C. (2002).** Pre-conference workshop *Jatropha* World: Role of *Jatropha curcas* in biofuels production; breeding and propagation. *Agronomie*, 22 (6) 687-694.
- Klimesch J. (1942).** Über Microlepidopteren-Ausbeuten von Zaton bei Gravosa (Suddalmatien). *Mitteilungen Munchener entomologischen Gesellschaft*, 32: 347-399
- Konaté S., Le Roux X., Verdier B. and Lepage M. (2003).** Effect of underground fungus-growing termites on carbon dioxide emission at the point- and landscape-scales in an African savanna. *Functional Ecology*, 17: 305-314
- Kossou D.K. (1989).** Evaluation des différents traitements du neem, *Azadirachta indica* (A.) Juss pour le contrôle de *Sitophilus zeamais* Motsch sur le maïs en post récolte. *Insects Sciences and its Application*, 10: 365 - 372.
- Kossou D.K. et Aho N. (1993).** Stockage et conservation des grains alimentaires tropicaux : principes et pratiques. Les Editions du Flamboyant, Benin., 125 p.
- Krause-Jensen, D.k.J., Mcglathery S., Ryxaari and Christensen. P.B. (1996).** Production within dense mats of the filamentous macroalga *Chaetomorpha linum* in relation to lightland nutrient availability. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 134: 207-216.
- Kumar A. and Sharma. S. (2008).** An evaluation of multipurpose crop for industrial uses-A review. *Ind. Crop. Prod.*, 28:1-10.
- Lagoke S.T.O., Parkinson V. and Agunbiade R.M. (1991).** Parasitic weeds and methods in Africa. In: Sk kim (ed) combating *Striga* in Africa. Proceeding international workshop by IITA, ICRISAT and IDRC, 22-24 August, 1988, Ibadan, Nigeria, p. 3-14.
- Larochas L. (1948).** Les huiles siccatives et l'industrie française, Le pourghère. *Oléagineux*, 3(6-7):321-328.
- Legendre B. (2008).** Technologies of human development, *Jatropha curcas* (Tabanani), note agronomique, 8 p.
- Makkar H.P.S., Blümmel M. and Becher K. (1997).** Studies on nutritive potential and toxic constituents of different provenances of *Jatropha curcas*. *Journal-of-agricultural-and-food-chemistry*, 45(8): 3152-3157.
- Maia A.H.N., Luiz A.J.B. and Campanhola C. (2000).** Statistical inference on associated fertility life table parameters using Jackknife technique: Computational aspects. *Journal Entomological*, 93 (2) : 511-518.
- Mattana M., Biassi E., Consonni R., Locatelli F., Vernnini C., Provera S. and Coraggio I. (2005).** Overexpression Osmiba enhances compatible solute accumulation and

- increase stress tolerance of *Arabidopsis thaliana* *Physiol plant*, 125: 212-223.
- MEPN. (2008)**, Programme d'action national d'adaptation aux changements climatiques du Bénin (ANA-Bénin), 81p.
- Minengu J.D.D. (2007)**. Paper working sessions. in Expert Seminar on *Jatropha curcas* L. Agronomy and genetics, Wageningen, 57p.
- Msikita W, Braima J, Nnodu E, Legg J, Wydra K, Ogbe F (2000)**. Disease control in cassava farms: IPM field guide for extension agents. International Institute of Tropical Agriculture (ed.), Wordsmiths Printers, Lagos, Nigeria, p. 15.
- Münch E. (1986)**. Die Purgiernuß (*Jatropha curcas* L.) - Botanik, Ökologie, Anbau. Diploma thesis, University Hohenheim, *Stuttgart*, 5: 73-109
- Münch E. and Kiefer J. (1986)**. Die Purgiernuss (*Jatropha curcas* L.); Diploma thesis, University of Hohenheim, 277 pages;
- Munier-Jolain N., Deytieux V., Guillemain J.P., Granger S. et Gaba S. (2008)**. Conception et évaluation multicritères de prototypes de systèmes de culture dans le cadre de la Protection Intégrée contre la flore adventice en grandes cultures, *Innovations Agronomiques*, 3 : 75-88
- Nago C.M. (1997)**. La transformation traditionnelle du maïs au Bénin : détermination des caractéristiques physico-chimiques des variétés en usage ; relation avec l'obtention et la qualité des principaux produits dérivés. Thèse de Doctorat d'Etat es-sciences. Université Paris-7. Denis Diderot, Paris France., 201 p.
- Nesseim T.D.T., Fillet M., Mergeai G., Dieng A. et Hornick J.L. (2012)**. Principes toxiques, toxicité et technologie de détoxification de la graine de *Jatropha curcas* L. (synthèse bibliographique), *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 16 (4), 531-540.
- Nielsen, S. S., Ohler, T. A., and Mitchell, C. A., (1997)**. Cowpea leaves for human consumption, utilization and nutrient composition. In: B. B. Singh, D. R. Mohan Raj, K. E. Dashiell and L. E. N. Jackai (eds), pp. 326-332. In *Advances in cowpea Research..* International Institute Tropical Agriculture. (IITA) and Japan International Research Center for Agricultural Sciences. (JIRCAS). IITA, Ibadan, Nigeria
- Okeyo-Owuor B.J., Oloo G.W. and Agwaro P.O. (1991)**. Natural enemies of the legume pod borer *Maruca testulalis* Geyer (Lepidoptera: Pyralidae) in small scale farming systems of western Kenya. *Insect Sci Applic.*, 12, No 1/2/3/: 35-42.
- Omotoso O.T. (2005)**. Comparative studies of the susceptibility of the pods of selected varieties of cowpea to *Riptortus dentipes* Fabricius and *Anoplocnemis curvipes* Fabricius (Heteroptera), *Applied Zoology & Environmental Biology*, 7: 106-111.

- ONASA (2004).** Evaluation de la production vivrière en 2003 et les perspectives alimentaires pour 2004 au Bénin. Situation par département., Vol. 2, 150 p.
- Patolia J., Jitendra C., Prakash A.R., Arup G., Chaudhary D.R. and Bhuva H.M. (2007).** Provenance trial for selection of high yielding *Jatropha curcas* on wastelands. in Expert Seminar on *Jatropha curcas* L. Agronomy and Genetics. Wageningen: Discipline of Phytosalinity, Central Salt and Marine Chemicals Research Institute.
- Pedune (1998).** Rapport d'activités 1997 - 1998 IITA / Coopération suisse de Développement de l'agriculture en milieu paysan pour les pratiques biologiques, 114 p.
- Peng R.K., Christian K. and Gibb K. (1995).** The effect of the green ant, *Oecophylla* (Hymenoptera: Formicidae), on insect pests of cashew trees in Australia. *Bull. Entomol. Res.*, 85: 279–284.
- Peredo C.L. (2002).** Description, Biology, and Maternal Care of *Pachycoris klugii* Burmeister (Heteroptera: Scutelleridae). *The Florida Entomologist*, 85 (3): 464-473.
- Pirot R. et Hamel O. (2012).** Les réalités du *Jatropha curcas* confrontées aux opportunités des mécanismes financiers liés au carbone (fantasme, aubaine ou réelle opportunité ?), Credit carbone pour l'agriculture, la Sylviculture, la Conservation et l'Action contre la Deforestation (CASCADe), UNEF, FFEM, CIRAD, Janvier, 32 p.
- Polaszek A., Evan G.A. and Bennett F.D. (1992).** *Encarsia formosa* (Gahan) (Hymenoptera: Aphelinidae), parasitoids of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). A preliminary guide to identification, *Bulletin of entomological research*, 82: 375-392.
- Prakash V., Green R.E., Pain D. J., Ranade S.P., Saravanan S., Prakash N., Venkitachalam R., Cuthbert R., Rahmani A.R. and Cunningham A.A. (2007).** Recent changes in populations of resident gyps vultures in India, *Journal of the Bombay Natural History Society*, 104:127-133
- Raval A. et Silvy C. (1999).** La lutte biologique II. Dossiers de l'Environnement de l'INRA n°19, Paris, 274p.
- RECA (2010).** La production de céréales et de niébé en Afrique de l'Ouest, et la place du Niger, Réseau National des Chambres d'Agriculture du Niger, Note d'information / Filière céréales n°1, 5 p.
- Regupathy A. and Ayyasamy R. (2011).** Ants in biofuel, *Jatropha* Ecosystem: pollination and phoresy, *Hexapoda*, 18:168-175.

- Rijssenbeek W.H.R., Jongschaap R., Lutzeyer H.J. and Venturi P. (2007).** Expert Meeting *Jatropha*. Brussels, 87p.
- Ristanovic D. (2001).** Mains (*Zea mays* L.). In Raemaekers, R.H. (2001). Agriculture en Afrique tropicale. Eds Geo Kint Graphics. Bruxelles, Belgique., p. 44-69.
- Rurema D.G., Atachi P., Tamò M., Downham M.C. et Datinon B.D. (2003).** Relation entre les infestations larvaires et les vols des adultes de *Maruca vitrata* (Fabricius) (Syn. : *M testulalis* geyer) (Lepidoptera: Pyralidae) dans les cultures de niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) sous l'attrait des phéromones. *Annales des Sciences Agronomiques du Bénin*, (6) 1 : 61-75.
- SAS Institute (2000).** SAS User's Guide Statistic, release 9.2, Cary, North Carolina, USA
- Saturnino H.M., Pacheco D.D. and Kakida J. (2005).** Cultura do pinhao-manso (*Jatropha curcas* L.); Cultivation of *Jatropha curcas* L. *Informe Agropecuario*. 26(229):, p. 44-78.
- Savi A.D. et Sodjinou E. (2005).** Analyse de l'efficacité des unités de production de cossettes de manioc au Bénin, 17 p.
- Schawerda K. (1909).** Ergänzungen zur Lepidopterenfauna Bosniens und der Herzegowina (II). *Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien*, 58:257-259.
- Shanker C. and Dhyani S.K. (2006).** Insect pests of *Jatropha curcas* L. and the potential for their management. *Curr. Sci.*, 91: 162-163
- Sharma R.P. and Srivastava C.P. (2011).** Assessment on Biological and Morphometric Parameters of *Jatropha* Leaf Webber Cum Fruit Webber, *Pempelia morosalis* (Saalm Uller) along with Associated Natural Enemies in Eastern Uttar Pradesh of India. *Journal of Entomology*, 8: 88-94.
- Silke N. (2010).** Inventory of problems in the cultivation of *Jatropha curcas* and *Melia volkensii* at Kiambere, Kenya. These of Doctorat, Lid Associatie Universitiet Gent, 118 p.
- Silvestre P. et Arraudeau M. (1983).** Le manioc: techniques agricoles et productions tropicales. Paris: Maisonneuve & Larose, 262 p.
- Sinev S.Yu. (1986).** Family Phycitidae. In: G. S. Medvedev (ed.), Keys to the Insects of the European Part of the USSR, 4 (3): 251-340.
- Singh M.P. and Harsh L.N. (1996).** *Denticera divisella* Duponchel (Pyralidae: Lepidoptera) infesting *Euphorbia antisyphilitica* in the arid zones. *Entomon*, 21 (3-4): 263-264.

- Singh S. R. and Jackai L.E.N. (1985).** Insect pests of cowpeas in Africa: their life cycle, economic importance and potential for control In Cowpea research, production and utilization, edited by S. R. Singh and K. O. Rachie. John Wiley & sons Chichester, UK, London, 317-331.
- Singh S.R. and Rachie K.O. (1985).** Cowpea research, production and utilization. John Wiley and Sons.. pp. 217- 231.
- Singh B.B. (1990).** Insect pests of cowpea. In: Singh, S. R. (ed.) Insect pests of tropical food legumes. John Wiley and Sons, Chichester, 43-89.
- Sinsin B., Assogbadjo E.A. and Mama A. (2008).** Rapport technique. Monographie et Ethnobotanique de *Jatropha curcas* (Euphorbiaceae) au Benin, 30 p.
- Smet J. (2011).** Evaluation de la pression parasitaire sur *Jatropha curcas*, Programme EESF-Energie Eau solidarité Foundiougne, 4p.
- Soares S.L., de Lima R., Bezerra L.A. and de Macedo B.E.N. (2007).** Root system characteristics of *Jatropha curcas* plants propagated through five methods. in Expert Seminar on *Jatropha curcas* L. Agronomy and genetics, 34 p.
- Solsoloy A.D. and Solsoloy T.S. (1997).** Pesticidal efficacy of formulated physic nut, *Jatropha curcas* L. oil on pests of selected field crop. in Biofuels and industrial products from *Jatropha curcas*, 87p.
- Staubmann R., Foidl G., Foidl N., Lafferty, R.M., Valencia Arbizu V.M. and Steiner W. (1997).** Production of Biogas from *J. curcas* Seeds Press Cake, in Biofuels and industrial Products from *Jatropha curcas*, M. Gubitz, Trabi, Editor. 1997., 123-131.
- Tamò M., Bottenberg H., Arodokoun D. and Adéoti R. (1997).** The feasibility of classical biological control of two major cowpea pests, pp. 259 -270. In: Advances in cowpea Research. Copublication of International Institute of Tropical Agriculture (IITA) and Japan International Institute Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS). Edited by Singh B.B., Mohanraj D.R., Dsahiell, K.E. & Jackai L.E.N. IITA, Ibadan, Nigeria
- Tamò M., Arodokoun D.Y., Zenz N. Tindo M., Agboton C. and Adeoti R. (2002).** The importance of alternative host plants for the biological control of two key cowpea insect pests, pod borer *Maruca vitrata* (Fabricius) and the thrips *Megalurothrips sjostedti* (Trybom), pp. 81-93. In Challenges and opportunities for Enhancing Sustainable Cowpea production. Editors C. A. Fatokun, S. A. Tarawali, B. B. Singh, P. M. Kormawa, and M. Tamò.

- Togbossy K.O. (2012).** Contribution à la connaissance de l'entomofaune associée à la culture du pourghère, *Jatropha curcas* L. (Euphorbiales: Euphorbiaceae) au Bénin. Thèse d'Ingénieur Agronome, Ecole Supérieure d'Agronomie(ESA), Université de Lomé, 7 p.
- Ullenberg A. (2007).** *Jatropha* à Madagascar - Rapport sur l'état actuel du secteur. Gesellschaft für technische Zusammenarbeit (GTZ) Madagascar., 32 p.
- Van der Vossen H.A.M. et Mkamilo G.S. (2007).** Ressources végétales de l'Afrique tropicale 14 oléagineux édition prota, p. 116-120.
- Vignon R. (2008).** Etude des techniques culturales de *Jatropha curcas* (Euphorbiaceae): cas des plantations expérimentales du setup dans la commune de Zagnanado. Mémoire de fin de formation pour l'obtention du diplôme de licence en agronomie. Université Africaine de Technologie et de Management (uatm/gasa formation), Cotonou, Bénin, 40 p.
- Walsingham L. and Hampson G.F. (1896).** On Moths collected at Aden and in Somaliland. Proceedings of the Zoological Society of London, 64: 257-283.
- Webster N. and Deghan P. (1979).** *Jatropha curcas*. *Jatropha*. Genus. 170 species. 2 Subgenus. Curcas. *Jatropha curcas* 6 section, 53p.
- Zante P. (2007).** Compte-rendu de mission au Kenya, Unité Mixte de Recherche (URM) et Laboratoire d'études des Interactions Sol-Agrosystème-Hydrosystème (LISAH), SupAgro-Institut Scientifique de Recherche Agronomique(INRA)-Institut de Recherche pour le Développement(IRD), Place Viala, 34060 Montpellier Cedex 01 (France), 34p.
- Zitari, S. (2008).** Etude des valeurs nutritives de certaines ressources alimentaires utilisées dans l'alimentation des animaux. Mémoire de Master. Université de Sousse, pp. 86-116.

ANNEXES

ANNEXE I : Liste des publications

A ce jour, certains de travaux de la these ont été publiés dans les journaux internationaux et d'autres sont en cours d'être soumis et présentés au cours de plusieurs colloques internationaux:

Articles publiés pour la thèse

1. **Datinon B.D., Glitho A.I., Tamò M. and Amevoin K. (2013)a.** Perception of farmers on seed production constraints *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae). *Asian Journal of Applied Science* 6 (2) 99-106.
2. **Datinon B.D., Glitho A.I., Tamò M., Amevoin K., Goergen G. and Douro Kpindou O.K. (2013)b.** Inventory of major insects of *Jatropha curcas* l. (Euphorbiaceae) and their natural enemies in southern Bénin, *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*, (8) 711-718.

Article en cours de soumission, séminaires, atelier et conférences

1. **Datinon B.D., Glitho A.I., Amevoin K., Adebisi K. D. and Tamò M. (2014).** *Denticera nr divisella* Duponchel (1842) (Lepidoptera: Pyralidae), a pest of leaves, flowers and fruits of *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae): Damage and biological parameters;
2. **Datinon B.D. (2012).** Contribution au développement de la filière *Jatropha* au Bénin, Réalisations et défis du développement de filières *Jatropha* au Benin, au Birkinia, au Mali et au Sénégal, Atelier de lancement du Projet JatroREF, 7-9 Février 2012, Ouagadougou au Burkina faso;
3. **Datinon B.D. (2010).** Contraintes parasites liées à la culture du pourghère, *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) au Bénin, 21-24 Octobre à Grand-Popo à l'atelier de pré-validation de l'étude de faisabilité pour la production de biocarburant et élaboration de la stratégie de leur promotion au Bénin par le Ministère de l'Energie et des Mines du Bénin ;
4. **Datinon B.D. (2009).** Entomofaune, écologie et approche de gestion durable des principaux insectes ravageurs de *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) au Bénin, 2^e Conférence Internationale sur les biocarburants : facteur d'inécurité ou moteur du développement, sur l'Enjeux et perspectives des biocarburants pour l'Afrique, organisé par le 2iE, le CIRAD et le MMEC, 10,11 et 12 novembre 2009 à Ouaga au Burkina Faso.

ANNEXE II: Outils utilisés lors de la collecte des données

Questionnaire d'enquête des attaques entomologiques appréciées par les producteurs

Consentement verbal

Bonjour, je m'appelle et je suis en train de conduire une enquête avec les producteurs de *Jatropha* dans le cadre d'une étude approfondie sur les contraintes liées à la production des graines du projet *Jatropha* IITA-CIRAPIP, un programme visant à étudier le développement de la chaîne de valeur de biocarburant à base de *Jatropha* au Bénin. Ce programme est exécuté en collaboration avec le Groupe Energies Renouvelables, Environnement et Solidarités (GERES). L'enquête consiste à vous poser une série de questions sur les activités développées par le programme. Ces questions portent sur les contraintes liées à la production des graines. Ceci permettra de connaître la perception des producteurs sur les dégâts que causent les ravageurs aux cultures de *Jatropha*. L'enquête porte aussi sur les informations telles que leur indice sur le rendement et l'existence des produits phytosanitaires traditionnels contre les insectes ravageurs de *Jatropha*. Vos réponses sont strictement confidentielles. Ce n'est pas nécessaire de donner votre nom. Les résultats de l'enquête vont nous aider à la connaissance du complexe des insectes ravageurs de *Jatropha* afin de développer les méthodes durables de lutte contre ces ravageurs qui causent des pertes énormes à la production des graines de *Jatropha*. Aimerez-vous prêts participer à l'enquête en répondant nos questions ?

Nom de l'enquêteur : ----- Code enquêteur |____|

Date de l'entrevue :

Références GPS de la maison/ferme du répondant

Latitude :

Longitude :

Altitude :

Heure :

Date :

Indicateur :

I. IDENTIFICATION

N°	Rubriques	Modalités	Inscrire la réponse
1.1	Nom et prénom de l'enquêté	F: H:	
1.2	1. Département	1= Atlantique ; 2= Zou ; 3 = Mono; 4 = Couffo ; 5=Collines ; 6= Ouémé ;	
1.3	2. Communes	1= Tori ; 2= Djidja ; 3= Ouinhi ; 4= Zagnanado ; 5=Covè etc.	
1.4	3. Arrondissement		
1.5	4. Village		
1.6	5. Hameau ou quartier		
1.7	6. Numéro de téléphone de l'enquêté		

II. GENERALITES

N°	Rubriques	Modalités	Inscrire la réponse
2.1	Age de l'enquêté	Inscrire l'âge en années	
2.2	Niveau d'instruction	0=Aucune ; 1=Alphabétisation ; 2=Primaire ; 3=Secondaire ; 4=Universitaire, 5= Autre à préciser	
2.3	Combien d'années aviez-vous fréquenté ?		
2.4	Etes-vous mariés?	0= Non ; 1= Oui	
2.5	Si oui, combien d'enfants aviez-vous ?		
2.6	Quelle est votre activité principale	1 = Agriculture ; 2= Commerce ; 3= Transformation ; 4= Artisanat ; 5= Autre à préciser	
2.7	Pourquoi est-elle considérée comme principale?	1= Temps consacré élevé ; 2= Rapporte plus de revenu ; 3= Autre à préciser.	
2.8	Quelle est votre activité Secondaire ?	1 = Transformation ; 2= Commerce ; 3=	

		Agriculture ; 4=Artisanat ; 5=Autre	
2.9	Nombre d'années d'expérience dans la production agricole	Inscrire le nombre d'années	
2.10	Appartenez-vous à un groupement ou association ?	0= Non ; 1= oui	
2.11	Si oui quel est le nom de l'association ou groupement ?		
2.12	Aviez-vous bénéficiés d'encadrement ?	0=Non ; 1=Oui	
2.13	Si oui par quel organe ou structure ?	1= GERES ; 2= GRSTER ; 3=JSF ; 4= CeRPA ; 5= FSA ; 6= Autre	

III. CONNAISSANCES DU PRODUCTEUR SUR LA PLANTE *JATROPHA*

N°	Rubriques	Modalités	Inscrire la réponse
3.1	Connaissez-vous la plante de <i>Jatropha</i>	1=Oui ; 0=Non	
3.2	L'aviez-vous une fois cultivée ?	1=Oui ; 0=Non	
3.3	si oui, précisez l'année de la première plantation		
3.4	pourquoi la cultivez-vous ?	1= Utilisable pour son huile ; 2= Haie ; 3= Vêture médicinale ; 4= Sous demande de structure d'encadrement (préciser) ; 5= Autre (préciser)	
3.5	Aviez-vous reçu une formation sur la production de <i>Jatropha</i> ?	1=Oui ; 0=Non	
3.6	Si oui, préciser le structure qui a organisé la formation	1= GERES ; 2= GRSTER ; 3=JSF ; 4= CeRPA ; 5= FSA ; 6= Autre	
3.7	Quelles utilisations faites-vous du <i>Jatropha</i> ?	1= Vente commerciale ; 2= Utilisations médicinales ; 3= Clôture ; 4= Autre	
3.8	Quelle superficie de <i>Jatropha</i> aviez-vous emblavée ?	Nombre de kanti : Nombre d'hectare :	

IV. PRODUCTION DE PEPINIÈRES

N°	Rubriques	Modalités	Inscrire la réponse
4.1	Faites-vous de pépinières pour <i>Jatropha</i> ?	1=Oui ; 0=Non	
4.2	Quelles sont les contraintes auxquelles vous êtes confrontées dans la réalisation des pépinières de <i>Jatropha</i> ?	1= Déterrement des graines semées par les ravageurs 2= Coupure des jeunes plants 3= Destruction des graines; 4= Destruction des feuilles 5= Autres (spécifier) _____	

V. LES ADVENTICES (les mauvaises herbes qui étouffent les plants)

N°	Rubriques	Modalités	Inscrire la réponse
5.1	Êtes-vous dérangés par les mauvaises herbes dans vos champs de <i>Jatropha</i> ?	1=Oui ; 0=Non	
5.2	Comment se manifestent-elles?	1= Etouffées les plants; 2= Détruit les plants 2= Autre	
5.3	Quels sont leurs noms locaux?	1. 2.	
5.4	Comment luttez-vous contre ces adventices?	1. Lutte mécanique (enlèvement manuel etc.) ; 2. Lutte chimique (utilisation des herbicides à préciser) ; 3. Enfouissement de tourteaux de neem ; 4. Autre à préciser	
5.5	Cette (ces) mesure (s) est-elle efficace ?	1= Oui ; 0=Non	
5.6	Si non, que proposeriez-vous ?		

VI. AU NIVEAU DES RACINES AU COLLET DU PLANT DE *JATROPHA*

N°	Rubriques	Modalités	Inscrire la réponse
6.1	Avez-vous des dessèchements des plants ?	1= Oui ; 0= Non	
6.2	Avez-vous la curiosité de le déraciner ?	1= Oui ; 0= Non	
6.3	si oui qu'aviez-vous constaté après déracinement?		
6.4	Pouvez-vous nous dire les symptômes observés au collet des plants de <i>Jatropha</i> ?	1= Dessèchement 2= Pourriture 3= Autre	
6.5	Comment luttez-vous contre ces dommages ?	1= Lutte mécanique (enlèvement manuel etc.) ; 2= Lutte chimique (produits à préciser) ; 3= Enfouissement de tourteaux de neem ; 4= Autre à préciser	
6.6	Cette mesure est-elle efficace ?	1= Oui ; 0= Non	

VII. AU NIVEAU DES TIGES ET BRANCHES DU PLANT DE *JATROPHA*

7.1	Avez-vous constaté des dégâts sur les tiges de <i>Jatropha</i> ? Si oui lesquels ?	1= Perforation des tiges ; 2= Plants de <i>Jatropha</i> tombés ; 3= Dommages occasionnés sur les tiges; 4= Autre	
7.2	Quels sont les dégâts observés sur les tiges de <i>Jatropha</i> ?	1= Destruction des parties tendres; 2= Chute de la tige 3= Perforation de la tige 4= Autre	
7.3	Pouvez-vous nous dire la cause ?	1= Insectes 2= Larves 3= Autre	
7.4	Avez-vous constaté des dégâts sur les branches	1=Oui ; 0=Non	
7.5	Quels sont les dégâts observés sur les branches de	1= Destruction des parties tendres; 2= Destruction des apex ;	

	<i>Jatropha</i> ?	3= Section des branches ; 4= Destruction des feuilles, 5= Autre	
7.6	Pouvez-vous nous dire la cause ?	1= Insectes 2= Larves 3= Autre	
7.7	Quelles mesures de lutte utilisez-vous ?	1= Lutte physique (arrachage) ; 2= Lutte chimique (utilisation des pesticides) ; 3= Lutte biologique (pesticides botaniques à préciser) ; 4= Autre à préciser	
7.8	Cette mesure est-elle efficace	1=Oui ; 0=Non	

VIII. AU NIVEAU DES INFLORESCENCES DU PLANT DE *JATROPHA*

N°	Rubriques	Modalités	Inscrire la réponse
8.1	Avez-vous constaté des dégâts sur les inflorescences de <i>Jatropha</i>	1=Oui ; 0=Non	
8.2	Quels sont les dégâts observés?	1= Destruction des inflorescences; 2= Pourritures des inflorescences; 3= Chute des inflorescences ; 4= Autre	
8.3	Quels sont les parties attaquées	1 = Boutons floraux ; 2= Autres	
8.4	Pouvez-vous nous dire la cause des dégâts ?	1= Insectes ; 2= Rongeurs ; 4= Autre	
8.5	Pouvez nous dire comment les dégâts s'observent ils ?	1= Présences des insectes ; 2= Présence des excréments ; 3= Perforations ; 4= Taches	
8.6	Quelles mesures de lutte utilisez-vous ?	1= Lutte physique (arrachage) ; 2= Lutte chimique (produit utilisé) ; 3= Lutte biologique (pesticides botaniques à préciser) ; 4= Autre à préciser	
8.7	Cette mesure est-elle efficace ?	1=Oui ; 0=Non	

IX. AU NIVEAU DES FLEURS DU PLANT DE *JATROPHA*

N°	Rubriques	Modalités	Inscrire la réponse
9.1	Avez-vous constaté des dégâts sur les fleurs de <i>Jatropha</i>	1=Oui ; 0=Non	
9.4	Pouvez-vous nous dire comment identifier les dégâts ?	1= Présences des insectes ; 2= Présence des excréments ; 3= Perforations des fleurs; 4= Destruction des fleurs 5= Avortement des fleurs; 6=Taches sur les fleurs 7= Autre	
9.5	Quels sont les ravageurs les plus nuisibles des inflorescences et fleurs dans votre champ de <i>Jatropha</i> ?	1= Insectes ; 2= Larves ; 3= Rongeurs ; 4= Autre	
9.6	Quels sont leurs noms en langue locale (indiquer la langue)		
9.7	Quelles mesures de lutte utilisez-vous ?	1= Lutte physique (arrachage) ; 2= Lutte chimique (produit utilisé) ;	

		3= Lutte biologique (pesticides botaniques à préciser) ; 4= Autre à préciser	
9.8	Cette mesure est-elle efficace ?	1=Oui ; 0=Non	

X. AU NIVEAU DES CAPSULE DU PLANT DE *JATROPHA*

10.1	Avez-vous constaté des dégâts sur les capsules de <i>Jatropha</i>	1=Oui ; 0=Non	
10.2	Quels sont les ravageurs les plus nuisibles des capsules dans votre champ de <i>Jatropha</i> ?	1= Insectes 2= Larves 3= Rongeurs 4= Autre	
10.3	Pouvez-vous nous dire comment identifier les dégâts ?	1= Perforations des capsules; 2= Pourrissement des capsules; 3= Déformations des capsules; 4= Taches ; 5= Présence des excréments 6= Autre	
10.4	Quelles mesures de lutte utilisez-vous ?	1= Lutte physique (arrachage) ; 2= Lutte chimique (produit utilisé à préciser) ; 3= Lutte biologique (pesticides botaniques à préciser) ; 4= Autre	
10.5	Cette mesure est-elle efficace ?	1=Oui ; 0=Non	

XI. MALADIES DES PLANTS DE *JATROPHA*

N°	Rubriques	Modalités	Inscrire la réponse
11.1	Avez-vous des cas de mortalité des plants?	1= oui ; 0=Non	
11.2	Si oui à quel moment de la plante sont-elles observées?	1= Jeunes plant ; 2= Arbuste ; 3= Autre ;	
11.3	Avez-vous des flétrissements ou dessèchements des plants?	1= oui ; 0=Non	
11.4	Si oui, pouvez nous dire comment cela se manifeste –il ?		
11.5	A quel niveau s’observe t-on ces problèmes ?	1= Racines; 2= Collet ; 3= Tige ; 3= Feuilles ; 4= Tout le plant Autre (Précisez)	
11.6	Pouvez nous dire comment les dommages s’observent ils ?		
11.7	Quelles mesures de lutte utilisez-vous ?	1= Lutte physique (arrachage) ; 2= Lutte chimique (produit utilisé) ; 3= Lutte biologique (extraits botaniques à préciser) ; 4= Autre à préciser	
11.8	Cette mesure est-elle efficace ?	1=Oui ; 0=Non	

XII. PHOTOS : MALADIES ET INSECTES RECONNUS PAR LES PRODUCTEURS

N°	Rubriques	Modalités	Inscrire la réponse
12.1	Maladies et insectes causant des dégâts reconnus par les producteurs sur photos Présentées	Ecrivez les numéros des photos choisies	
12.2	Pouvez nous dire leurs noms locaux	Préciser la langue parlée 1= Fon 2= Nago 3= Autre	

XIII. RECOLTE ET POST-RECOLTE

N°	Rubriques	Modalités	Inscrire la réponse
13.1	Combien de récoltes faites-vous en un an ?	Inscrivez le chiffre correspondant	
13.2	Quelle est la quantité moyenne récoltée en une fois ?	Inscrivez la quantité correspondante en unités locales, puis faites la conversion en Kg.	
13.3	Après la récolte, après combien de temps procédez-vous au décapsulage	1= En même temps ; 2= Après 1 jour ; 3= Après 2 jours ; 4= Après 3 jours ; 5= Après plus de trois jours	
13.4	Après décapsulage, pendant combien de temps séchez-vous les graines ?	1= 1 jour ; 2= jours ; 3= 3 jours ; 4= plus de 3 jours	
13.5	Après séchage, comment conservez-vous les graines ?	1= Dans les sacs de jute uniquement ; 2= Dans les sacs de jute en couches intercalées avec les feuilles de neem séchées ; 3= Dans les bidons ; 4= Dans les bassines ; 5= Autre	
13.6	Pendant combien de temps conservez-vous les graines avant la vente ?	1= Quelques jours ; 2= 1 semaine ; 3= 2 à 3 semaines ; 4= 1 mois ; 5= 2 à 3 mois ; 6= Plus de 3 mois	
13.7	Pourquoi une telle durée de stockage ?	1= Attente de la montée des prix ; 2= Insuffisance de la quantité récoltée ; 3= Besoins urgents d'argent ; 4= Autre	
13.8	Y a t-il des attaques des graines en cours du stockage	1=Oui ; 0=Non	
13.9	Si oui, attaque par les insectes ?	1=Oui ; 0=Non	
13.10	Si oui, attaque par des moisissures?	1=Oui ; 0=Non	
13.11	Si oui, attaque par les rongeurs ?	1=Oui ; 0=Non	
13.12	Quelles sont les dispositions prises pour la conservation ?	1= Conservation avec feuilles de neem séchées ; 2= Conservation dans des abris hors sols ; 3= Conservation avec des insecticides et pesticides ; 4= Autre	

Merci de votre participation !

1.2. Entomologiques et Agronomiques

Date : /_ /_ / Jours Après Semis (JAS) : / Site :

Numéros Des plants	Données sur les ravageurs de la plante et leurs ennemis naturels																							
	Nombre d'organes de la plante					Nombre d'organes attaqués					Ravageurs (Rg)					Prédateurs(Pr)					Parasitoïdes (Pa)			
	Tig	Bra	Feui	Flrs	Frui	Tig	Bra	Feui	Flrs	Frui	Rg1	Rg2	Rg3	Rg4	Rg5	Pr1	Pr2	Pr3	Pr4	P5	Pa1	Pa2	Pa3	Pa4
1																								
2																								
3																								
4																								
5																								
6																								

Tig = tige ;

Bra=Branche ;

Feui=Feuilles ;

Flrs=Fleurs ;

Frui=Fruits ;

Rg : ravageurs

Pr = Prédateurs

Pa : parasitoïdes

Rg1 :

Rg4 :

pr1 :

Pr4 :

Pa1 :

Pa4 :

Rg2 :

Rg5 :

Pr2 :

Pr5 :

Pa2 :

Rg3 :

Pr3

Pa3 :

1.3. Fiche de collecte des données entomologiques et pathologiques

Date: /_ / / _/_ / _ /_ / Temps: Trt : / _ /

Nom : insectes nuisibles, ennemis naturels ou maladies	Nb. insectes nuisibles, ennemis naturels ou plants malades par peuplement						No mbre total	Moy.
	1	2	3	4	5	6		
Insectes nuisibles ou ravageurs								
1								
2								
3								
4								
5								
6								
Ennemis naturels ou parasitoïdes								
1								
2								
3								
4								
5								
6								
Maladies (indiquer la présence ou l'absence de symptômes pour chaque affection observée)								

