

RESEARCH ARTICLE

EVALUATION DES PERTES EN STOCK DE GRAINES DE NIEBE TRAITÉ AU CHAMP AVEC DES EXTRAITS AQUEUX DE PLANTES AU NORD-OUEST DU BENIN

*Bello, S., Babalakoun, O.A., Coulibaly, K.A. and Zoundjihekpon J.

¹Centre de Recherches Agricoles Centre, Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (LDC/INRAB), BP 112 Savè, République du Bénin

²Laboratoire de Génétique Ecologique (LGE), Faculté des Sciences et Techniques, Université d'Abomey-Calavi (FAST/UAC), 01 BP 4521 Cotonou, République du Bénin

³Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR/IFRA) de Katibougou

Accepted 28th July 2019; Published Online 31st August 2019

ABSTRACT

The present study allowed evaluating efficacy of five plants' water extracts with insecticidal and or repellent effects, applied in vegetation against pea beetles, on damages of six cowpea cultivars seeds stocked in gourd and canary with ash. It involved six producers of three villages of the commune of Djougou located in the northwest of Benin. Water extracts were made with *Hyptis suaveolens*, *Azadirachta indica*, *Manihot esculenta*, *Thevetia neriifolia* and *Cymbopogon nardus*. The experimental design is the model of Fisher with five repetitions. Collected data are the weight and the number of damaged seeds of cowpea which were observed at 30 days after storage, expressed as the percentage of initial values putted into storage. They were submitted to the two ways, namely cultivar with six levels and water extract with six levels, analysis of variance. Results indicated that the use of water extracts allowed reducing very very significantly ($p < 0.0001$) pea beetles damages on cowpea seeds. Water extracts of *Thevetia neriifolia* is the most effective. Cultivar Katché peha was the less attacked, followed by Katché sôwôho and Katché Sénégal. Cultivars Kpodjiguèguè and Katché peha nan soôrii are moderately attacked while Toura pera has been the most attacked. A pest management against cowpea pea beetles based on the using of botanical water extracts and the varietal resistance may be considered.

Key words: Botanical Pesticide, Conservation, Cultivar, Pea Beetle, Weight.

INTRODUCTION

Le niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) est une légumineuse à graines la plus importante en Afrique tropicale qui fournit 78% de la production mondiale [Singh, 1992 ; Quin, 1997]. Qualifié de viande de pauvres [Alzouma, 1995], le niébé est une légumineuse à graines préférée par les consommateurs pour ses nombreux usages dans l'alimentation humaine [Kpatinvoh, 2016]. Plusieurs études ont montré l'ampleur des pertes post-récolte des cultures au niveau mondial. Chaque année, un tiers de la production alimentaire destinée à la consommation humaine dans le monde est perdue ou gaspillée, atteignant 1,3 milliards de tonnes par an [Banque Mondiale, 2011]. En Afrique subsaharienne, les pertes alimentaires par habitant seraient de 120 à 170 kg [FAO, 2012]. Au Sénégal, au Ghana et au Burkina Faso, respectivement 2,5%, 8% et 25% de pertes globales par rapport à la production potentielle sont enregistrées sur les légumineuses au nombre desquels figurent le niébé, dans les maillons récolte, transport, stockage, séchage, battage/décorticage, vannage et transformation. Au vu de l'importance du niébé dans les stratégies de lutte contre la faim, les chefs d'états et de gouvernement de l'Union Africaine se sont engagés lors du sommet de Malabo de « réduire de moitié, le niveau des pertes post-récolte d'ici l'an 2025 », une prise de conscience dont la mise en œuvre requiert une connaissance plus précise du niveau actuel des pertes post-récolte [Insah, 2014; Insah, 2015 ; Diop, 2016].

*Corresponding author: Bello, S.,

Centre de Recherches Agricoles Centre, Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (LDC/INRAB), BP 112 Savè, République du Bénin.

Au Bénin, le faible rendement du niébé obtenu en milieu paysan est dû à des contraintes au nombre desquelles figurent l'inexistence d'une filière organisée, les maladies, les mauvaises herbes, les mauvaises pratiques culturales, les insectes nuisibles et le faible potentiel de production de certaines variétés cultivées [Abadassi, 1997 ; Kossou, 2001 ; Kpangon, 2002]. Les pertes post-récolte enregistrées sont de plus en plus croissantes, car les technologies traditionnelles de stockage et de transformation mises en œuvre sont généralement inadéquates avec des risques d'infestation des produits stockés [Fandohan, 2003]. En effet, *Callosobruchus maculatus* est un insecte ravageur qui s'attaque aux graines de niébé en stock, entraînant une dégradation rapide des récoltes. Les pertes provoquées par cet insecte dans les grands systèmes agricoles post-récolte de stockage du niébé sont considérables. Elles sont évaluées à environ 2,4% de perte annuelle par tonne de gousse en stockage [Kpatinvoh, 2016 ; Alzouma, 1987]. La lutte chimique a toujours été la principale mesure adoptée pour réduire l'incidence des infestations au champ et les contaminations post-récolte. Cependant, l'application à des concentrations élevées de ces produits chimiques synthétiques dans une perspective de contrôle post-récolte des denrées alimentaires augmente le risque de résidus toxiques dans les produits alimentaires [Hammer, 1999 ; Soumanou, 2016] avec pour conséquences, les risques de nocivité pour l'homme et les animaux. Ainsi, l'une des préoccupations majeures dans ces systèmes agricoles post-récolte est le remplacement progressif des pesticides de synthèse par des substances naturelles moins polluantes, moins toxiques et moins coûteuses. Les moyens traditionnels de conservation dont dispose le paysan,

notamment l'utilisation de sable, de la cendre de bois ou diverses parties de plantes à effet insectifuge et ou insecticide sont aussi efficaces, mais seulement pour la protection de petits stocks destinés essentiellement au semis. De plus en plus, les travaux de recherche portent sur l'amélioration des formes d'utilisation d'organes de plantes tels que les feuilles et les extraits volatiles ou non volatiles, qui permettent de mieux renforcer leur activité insecticide [Isman, 1994]. Dans la commune de Djougou située au Nord-Ouest du Bénin, les producteurs de niébé réunis au sein de l'Organisation des Ruraux pour une Agriculture Durable (ORAD), ont exprimé le besoin d'approches de solutions aux faibles rendements des cultivars de niébé cultivés, dus entre autres aux attaques de nuisibles et le souhait de mettre au point des méthodes de lutte alternatives à base de pesticides botaniques. Leur vision était d'identifier les variétés locales performantes au champ et en stock et des méthodes de lutte contre les ravageurs du niébé à base de pesticides botaniques. Certains cultivars de niébé manipulés par les producteurs dans cette région du Bénin ont déjà fait l'objet de tests de comportement phytosanitaire au champ avec des traitements d'extraits aqueux de neem (*Azadirachta indica*), de citronnelle (*Cymbopogon nardus*), de *Thevetia neriifolia*, de *Manihot esculenta* et d'*Hyptis suaveolens* pour le contrôle de thrips, de pucerons et de punaises [Bello, 2018 ; Bello, 2018 ; Bello, 2018].

Les résultats de ces études ont été relativement satisfaisants et ont débouché sur des perspectives d'élaboration de méthodes de lutte à base de pesticides biologiques d'origine botanique contre les ravageurs du niébé en stock. Dans cet élan, des recommandations pourront être faites sur l'utilisation de ces types de pesticides en végétation et en stock afin d'éviter des pertes pré-récolte et post-récolte de cette culture. C'est dans ce contexte que la présente étude a été conduite dans le but d'évaluer les pertes en stock avec différents conteneurs, de graines de niébé issues de l'application au champ de six extraits aqueux de plantes sur six cultivars de niébé contre les ravageurs de végétation.

MATERIEL ET METHODES

Matériel

Localisation et caractéristiques agro-écologiques de la zone D'étude : La présente étude a été conduite dans la commune de Djougou qui s'étend sur une superficie de 3966 km² et fait partie des quatre communes qui composent le département de la Donga. Elle est limitée au Nord par les communes de Kouandé et de Péhunco, au Sud par la commune de Bassila, à l'Est par les communes de Sinendé, de N'dali et de Tchaourou situées dans le département du Borgou et à l'Ouest par les communes de Ouaké et de Copargo (figure 1). La ville de Djougou Centre, chef-lieu du département de la Donga et de la commune, est située à environ 450 km au nord de Cotonou. Dans cette commune, trois villages à savoir Passari, Kpayèroun et Kpafoungou ont été retenus pour l'étude. Le climat est de type soudano-guinéen avec une saison de pluies d'avril à octobre et une saison sèche d'octobre à mars. La moyenne annuelle de précipitations est comprise entre 1200 mm et 1300 mm, avec des variations entre 1000 mm et 1500 mm d'eau pour 75 à 140 jours de pluie. En début de saison pluvieuse, la région connaît périodiquement le passage d'ouragan soufflant de l'Est vers l'Ouest. Les sols, de texture argilo-sableuse ou latéritique, gravillonnaire ou caillouteux, sont globalement favorables à l'agriculture. La superficie

cultivable représente 35,7% de la superficie de la commune. La commune de Djougou a un relief de plateau parsemé de collines de faibles dénivellations. La végétation de la commune est dominée par des savanes arborées et arbustives dont 37182 ha de forêts classées sous aménagement. Néanmoins, des reliques non négligeables de forêts claires et de forêts denses sont observées par endroits. La commune est traversée et arrosée par quatre (04) cours d'eau importants à savoir : Donga, Affon, Momongou et Daringa sur une longueur totale de 21 km [PDC, 2015].

Cultivars de niébé étudiés : L'étude agro-morphologique a porté sur six (06) des cultivars locaux de niébé les plus préférés dans la commune de Djougou en général et particulièrement dans les trois villages retenus dans la zone d'étude (tableau 1). Ils sont dénommés Katché péha, Katché sôwôho, Katché péha nan sôorii, Kpodjiguèguè, Toura pera et Katché Sénégal.

Plantes insecticides testées : Cinq (05) plantes à effet insectifuge et ou insecticide ont été testées. Ce sont *Hyptis suaveolens* (photo 1), *Thevetia neriifolia* (photo 2), *Cymbopogon nardus* ou citronnelle (photo 3), *Manihot esculenta* ou manioc (photo 4) et *Azadirachta indica* ou neem (photo 5).

- ***Manihot esculenta* :** Le manioc (*Manihot esculenta*) est une plante utilisée comme " culture piège " en culture du niébé, pour réduire de manière significative le nombre de thrips floraux et d'insectes suceurs de gousses [23].
- ***Thevetia neriifolia* :** *Thevetia neriifolia* est une plante à latex blanc qui est considérée comme une plante toxique dont les racines, les feuilles, les graines et le latex sont utilisés. D'un point de vue écologique, *Thevetia neriifolia* est considéré comme une plante à effet insecticide [23].
- ***Hyptis suaveolens* (Linn.) Poit:** *Hyptis suaveolens* (Linn.) Poit. est une plante annuelle originaire de l'Inde, appartenant à la famille des Labiaceae. D'odeur aromatique, elle est rencontrée de nos jours dans les zones tropicales et semi-arides. L'extrait aqueux de feuilles d'*Hyptis suaveolens* possède des propriétés insectifuge ou insecticide très puissants [24, 25, 26, 27, 28].
- ***Azadirachta indica* A. Juss:** *Azadirachta indica* A. Juss. appelé neem ou margousier est une plante de la famille des Méliacées et de l'ordre des Méliales [29]. Le neem pousse bien sous climats semi-aride à semi-humide, supporte même des climats aux précipitations inférieures à 500 mm et montre peu d'exigence vis-à-vis du sol [30]. Cette plante possède des propriétés répulsives, insecticide et insectifuge [28, 31, 32, 33]. Le neem (margousier) est une plante à effet insecticide naturel très efficace contre une large éventail de ravageurs des cultures. Il est très peu toxique pour l'homme et n'est pas nocif à l'environnement. La préparation d'une solution aqueuse à base de margousier est peu coûteuse [34]. Les extraits aqueux de neem (*Azadirachta indica*) et d'*Hyptis suaveolens* servent à lutter contre les parasites du niébé [11, 35, 36].
- ***Cymbopogon nardus*:** *Cymbopogon nardus* appartient à la famille des Poacées. Elle est une touffe d'herbe qui est cultivée à une grande échelle, en particulier dans les régions tropicales et subtropicales avec une distribution sans restriction dans les régions montagneuses, les plaines et les zones arides [37]. En Afrique centrale, la

citronnelle est le plus souvent plantée aux alentours des maisons, car son odeur repousse les moustiques [26, 27, 28, 37, 38]. Les producteurs ont estimé, au regard de leurs savoirs techniques endogènes, que les extraits aqueux de ces plantes peuvent être utilisés à titre de pesticides biologiques d'origine botanique pour lutter contre les ravageurs du niébé en végétation.

Matériels techniques : Les différents matériels utilisés sont constitués d'une loupe pour l'observation des bruches (photo 6), d'un appareil de photographie numérique pour la prise de vues, d'un compteur manuel à quatre chiffres, de gourdes et de canaris (photo 7) qui ont été les types de containers habituellement utilisés par les producteurs pour le stockage des graines de niébé et qui ont été donc testés.

Méthodes

Echantillonnage et choix des villages: L'étude a été conduite dans les trois villages ci-dessus cités qui ont été retenus sur la base de la participation de certains ménages aux activités de l'organisation des Ruraux pour une Agriculture Durable (ORAD), qui travaille en synergie avec les Laboratoires Hors Murs et le Laboratoire de Génétique Ecologique depuis quelques années. Dans chacun des villages, deux producteurs membres de cette organisation avaient été choisis pour abriter les essais.

Dispositif expérimental et conduite de la culture du niébé au champ: Le dispositif expérimental adopté est celui d'un dispositif de Fisher à six traitements représentant les extraits aqueux des cinq espèces de plantes ci-dessus cités et un traitement témoin sans produit, pour chacun des six (06) cultivars de niébé. Cinq (05) répétitions de l'essai ont été installées auprès de six producteurs répartis dans les trois villages sous forme de blocs éclatés. Les parcelles élémentaires mesurent 24 m², à raison de 8 m de long et 3 m de large et sont séparés par une allée de 2 m. Le niébé a été semé en mai suite à une pluie survenue la veille, et après un défrichage des parcelles expérimentales à l'aide d'un coupe-coupe, suivi d'un labour manuel à la daba. Le semis en ligne a été effectué aux écartements de 0,80 m entre lignes et de 0,60 m entre poquets ou plants. Deux à trois graines ont été semées par poquet et démarrées à un plant par poquet. Au cours du démarrage, les plants manquants étaient remplacés. Les sarclages ont été réalisés le 22 juin 2015 à la houe, soit au 25^{ème} Jours Après Semis (JAS).

Préparation des solutions d'extraits aqueux: Les feuilles de ces plantes sont récoltées dans les champs des producteurs de niébé qui ont proposé le test de leurs effets insectifuge et ou insecticide. Les extraits aqueux étaient préparés la veille des pulvérisations des parcelles de niébé. Pour chaque espèce de plante, 10 litres d'eau additionnés à cinq (05) fois l'équivalent en poids de feuilles ont servi à obtenir les formulations d'extraits aqueux. Les quantités de biomasse fraîche de feuilles de neem (*Azadirachta indica*), de manioc (*Manihot esculenta*), de *Thevetia neriifolia* et de feuilles et tiges d'*Hyptis suaveolens* étaient retenues de commun accord avec les producteurs selon leur pratique dominante. Ces quantités correspondantes à la superficie de 24 m² représentant la surface de chaque parcelle élémentaire et à l'hectare sont présentées au tableau 2. Les feuilles pesées ont été par la suite pilées dans un mortier jusqu'à l'obtention d'une pâte plus ou moins homogène placée dans un récipient.

Le mortier est rincé et la solution de pâte résiduelle est versée sur la pâte. Le contenu du récipient est bien remué après y avoir ajouté 62,5 g de savon " palmida " à titre d'adjuvant pour les cinq répétitions de traitements d'extrait aqueux pour pulvériser sur 120 m². Le mélange obtenu est couvert et déposé dans un endroit assez ombragé. Le jour du traitement, soit 24 heures après, le mélange est remué avant d'être filtré et utilisé. La solution obtenue est subdivisée en cinq (05) parties égales pour traiter chaque parcelle de 24 m² lors de la pulvérisation. Cette dose est appliquée pour chaque cultivar. Pour chaque type d'extrait aqueux de plantes, les doses appliquées ont été diluées dans 833 l d'eau à l'hectare.

Application des extraits aqueux de plantes en végétation : Les applications d'extraits aqueux de plantes insecticides étaient réalisées six fois au cours du cycle végétatif du niébé. Les traitements phytosanitaires ont démarré en phase de croissance végétative du niébé, après l'émission d'une grande quantité de feuilles observées à 28 JAS. A partir de cette date, les applications ont été réalisées à une fréquence hebdomadaire à 28, 35, 42, 49, 56 et 63 JAS. Les pulvérisations étaient réalisées tôt le matin à partir de 10 heures pour valoriser l'effet de la rosée matinale sur l'absorption de la bouillie à travers les stomates des plants de niébé et éviter la dégradation du produit aux heures chaudes de la journée.

Paramètres mesurés

Identification des ravageurs du niébé en stock: Pour mieux observer et identifier les ravageurs de stock, un mois après la récolte, trois échantillons de 100 g de graines ont été prélevés au hasard par cultivar de niébé. Les graines ont été conservées et suivies pendant un mois, de la période allant du 14 septembre au 14 octobre 2015. A la fin, les ravageurs apparus ont été observés, identifiés et classés suivant leur genre/espèce, ordre, famille et statut.

Estimation des pertes liées aux dégâts des ravageurs en stock : Pour mieux apprécier les dégâts des ravageurs en stock, un mois après la récolte, trois échantillons de 100 g de graines sont prélevés au hasard par traitement et au niveau des témoins, pour chaque cultivar. Selon les pratiques de conservation adoptées par les producteurs et en fonction des cultivars testés, six gourdes et six canaris ont été utilisées pour apprécier l'effet de chaque type de container pour chaque cultivar. Après séchage de chaque échantillon, ils étaient stockés dans les gourdes, mais au niveau des canaris, de la cendre a été ajoutée jusqu'à ras au bord des canaris. Ainsi, le taux de perte de poids de matière sèche des graines est déterminé par le comptage et le pesage. Cette méthode a permis de mieux apprécier la perte de matière sèche comparativement à la Méthode de Poids Volumique Standard (MPVS) [39, 40]. Les dégâts de ravageurs en stock étaient exprimés en pourcentage de pertes en poids initial [41]. Les pourcentages de graines attaquées (Na en %) et leurs pertes de poids (Pgr en %), sont calculés respectivement par les équations suivantes :

$$Na (\%) = Na \times 100 / Nt \text{ et } Pgr (\%) = Pgr \times 100 / Pt$$

Où Na = nombre de graines attaquées, Nt = Na + Ns ; Pt = Pa + Ps ; Ns = nombre de graines saines ; Pa = poids de graines attaquées ; Ps = poids de graines saines. Les graines ont été conservées pendant un mois après la récolte.

Analyses statistiques des données: Les données étaient saisies dans un classeur Excel. Les dégâts de bruches sur les gousses de niébé étaient exprimés en pourcentage par le nombre de gousses de niébé attaquées sur le nombre total de gousses de niébé. Les variables « pourcentage de graines attaquées (Na en %) » et « perte de poids des graines (Pgr en %) » étaient soumises d'une part à une analyse statistique de la variance à trois facteurs (cultivar, extrait aqueux et conteneur) suivant le modèle linéaire général pour la détermination de la probabilité de signification au seuil de 5%. Elles ont été soumises d'autre part au test de comparaison des moyennes avec le test de Tukey au seuil de 5% au moyen des logiciels statistiques Minitab 16 et Statistix 8.0. Le facteur cultivar a les six (06) niveaux suivants : Katché péha, Katché sôwôho, Katché péha nan sôorii, Kpodjiguèguè, Toura pera et Katché Sénégal. Le facteur extrait aqueux a les six (06) niveaux suivants : témoin, *Hyptis suaveolens*, *Manihot esculenta*, *Azadirachta indica*, *Thevetia neriifolia* et *Cymbopogon nardus*. Le facteur conteneur a les deux (02) niveaux suivants : gourde et canari.

RÉSULTATS

Ravageurs des graines identifiés en stock : Deux ravageurs de graines ont été identifiés en stock, appartenant à l'ordre des Coléoptères avec une (01) famille, deux (02) genres et deux (02) espèces (tableau 3). Ce sont les coléoptères phytophages *Bruchidius atrolineatus* et *Callosobruchus maculatus* Fabricius qui avaient respectivement une importance mineure et majeure.

Effets des extraits aqueux et des types de containers sur les pertes en stock : Les nombres et pourcentages de graines attaquées au bout de 30 jours de stockage dépendent du type de cultivar, du traitement et du type de container. Les niveaux de pertes enregistrées au bout de 30 jours de conservation exprimées en proportions moyennes de nombre de graines (Na) et de poids de graines (Pa) des cultivars en fonction des types de containers pour les traitements à base d'extraits aqueux sont présentés au tableau 4a. Les pertes enregistrées à 30 jours après stockage exprimées en proportions moyennes du nombre de graines (Na) et de poids de graines (Pa) des cultivars pour les traitements à base d'extraits aqueux, indifféremment pour les types de containers sont présentées au tableau 4b. Les résultats d'analyse de variance présentés aux tableaux 4a et 4b montrent que les facteurs cultivar, traitement à base d'extraits aqueux de *Thevetia neriifolia*, de *Manihot esculenta*, d'*Hyptis suaveolens*, d'*Azadirachta indica* et de *Cymbopogon nardus* et le type de container ont eu chacun des effets simples très très hautement significatifs ($p < 0,0001$) avec des niveaux d'interaction très très hautement significatifs ($p < 0,0001$) au seuil de 5% sur les niveaux de pertes observées en stock. Des différences significatives ont été observées entre les valeurs moyennes de pertes en stock obtenues avec les cultivars, les traitements et les types de containers. L'analyse des pertes, selon le traitement d'extrait aqueux et le cultivar, par type de container est décrite ainsi qu'il suit.

En canari: Les traitements d'extraits aqueux étaient par ordre d'importance décroissant des pertes en pourcentage (%) du nombre de graines (Na), les suivants : (i) témoin avec 13%, (ii) *Manihot esculenta* avec 6%, (iii) *Azadirachta indica* avec 4,33%, (iv) *Hyptis suaveolens* avec 4%, (v) *Cymbopogon nardus* avec 2,50%, et (vi) *Thevetia neriifolia* avec 1,50% (tableau 4a).

L'ordre des traitements d'extraits aqueux par ordre d'importance décroissant des pertes en pourcentage (%) de poids (Pa) est le suivant : (i) témoin avec 10%, (ii) *Hyptis suaveolens* avec 10,50%, (iii) *Manihot esculenta* avec 9%, (iv) *Azadirachta indica* avec 7%, (v) *Cymbopogon nardus* avec 4%, et (vi) *Thevetia neriifolia* avec 3% (tableau 4a). En confondant tous les traitements, les variétés peuvent être classées par ordre d'importance décroissant des pertes en pourcentage (%) du nombre de graines (Na) comme ci-après : (i) Toura pera avec 10%, (ii) Katché pera nan sôorii avec 7%, (iii) Katché Sénégal avec 5%, (iv) Kpodjiguèguè avec 4%, (v) Katché sôwôho avec 3,50%, et enfin (vi) Katché péha avec 1,50% (tableau 4a). Sur cette même base, le classement des variétés sur la base des pertes en pourcentage (%) de poids (Pa) est le suivant : (i) Toura pera avec 15%, (ii) Katché Sénégal avec 13,50%, (iii) Katché pera nan sôorii avec 9%, (iv) Kpodjiguèguè et Katché sôwôho avec 7%, et (v) enfin Katché péha avec 1,33% (tableau 4a).

En gourde : Les traitements sont par ordre d'importance décroissant des pertes en pourcentage (%) du nombre de graines (Na), les suivants : (i) témoin avec 9%, (ii) *Manihot esculenta* avec 2%, (iii) *Hyptis suaveolens* avec 1,17%, (iv) *Azadirachta indica* avec 1%, (v) *Cymbopogon nardus* avec 0,83%, et (vi) *Thevetia neriifolia* avec 0,17% (tableau 4a). L'ordre des traitements est par ordre d'importance décroissant des pertes en pourcentage (%) de poids (Pa), le suivant : (i) témoin avec 13%, (ii) *Manihot esculenta* avec 2,17%, (iii) *Hyptis sp.* avec 1,83%, (iv) *Azadirachta indica* avec 1,67%, (v) *Thevetia neriifolia* avec 1,33%, et (vi) *Cymbopogon nardus* avec 0,83% (tableau 4a). En confondant tous les traitements, les variétés peuvent être classées par ordre d'importance décroissant des pertes en pourcentage (%) du nombre de graines (Na) comme ci-après : (i) Toura pera avec 4%, (ii) Kpodjiguèguè avec 3%, (iii) Katché pera nan sôorii avec 2,16%, (iv) Katché sôwôho avec 2,16%, (v) Katché Sénégal avec 2%, et enfin (vi) Katché péha avec 0,66% (tableau 4a). Sur cette même base, le classement des variétés sur la base des pertes en pourcentage (%) de poids (Pa) est le suivant : (i) Katché sôwôho avec 5,5%, (ii) Toura pera avec 5%, (iii) Kpodjiguèguè avec 4,33%, (iv) Katché pera nan sôorii avec 3,16%, (v) Katché Sénégal avec 2,50%, et enfin (vi) Katché péha avec 0,33% (tableau 4a).

Catégorisation des cultivars selon les niveaux de pertes et le type de container

Avec le canari : Les cultivars peuvent être répartis en quatre groupes en fonction du nombre de graines attaquées. Le premier groupe est constitué du cultivar Toura pera avec un nombre moyen de graines attaquées (Na) inférieur à 10 graines attaquées et un pourcentage de graines attaquées (Pa) supérieur à 15%. Le second groupe comprend les cultivars Katché péha nan sôorii et Katché Sénégal avec un nombre moyen de graines attaquées (Na) compris entre cinq (05) et sept (07) graines et des pourcentages de graines attaquées variables de 9,17 à 13,50%. Le troisième groupe est constitué des cultivars Katché sôwôho et Kpodjiguèguè avec un nombre moyen de graines attaquées inférieur à quatre (4) graines et des pourcentages de graines attaquées (Pa) respectifs de 5,50% et de 6,83%. Enfin, le dernier et quatrième groupe est constitué du seul cultivar Katché péha avec un nombre moyen de graines attaquées (Na) inférieur à deux (02) graines et un pourcentage de graines attaquées de 1,33%.

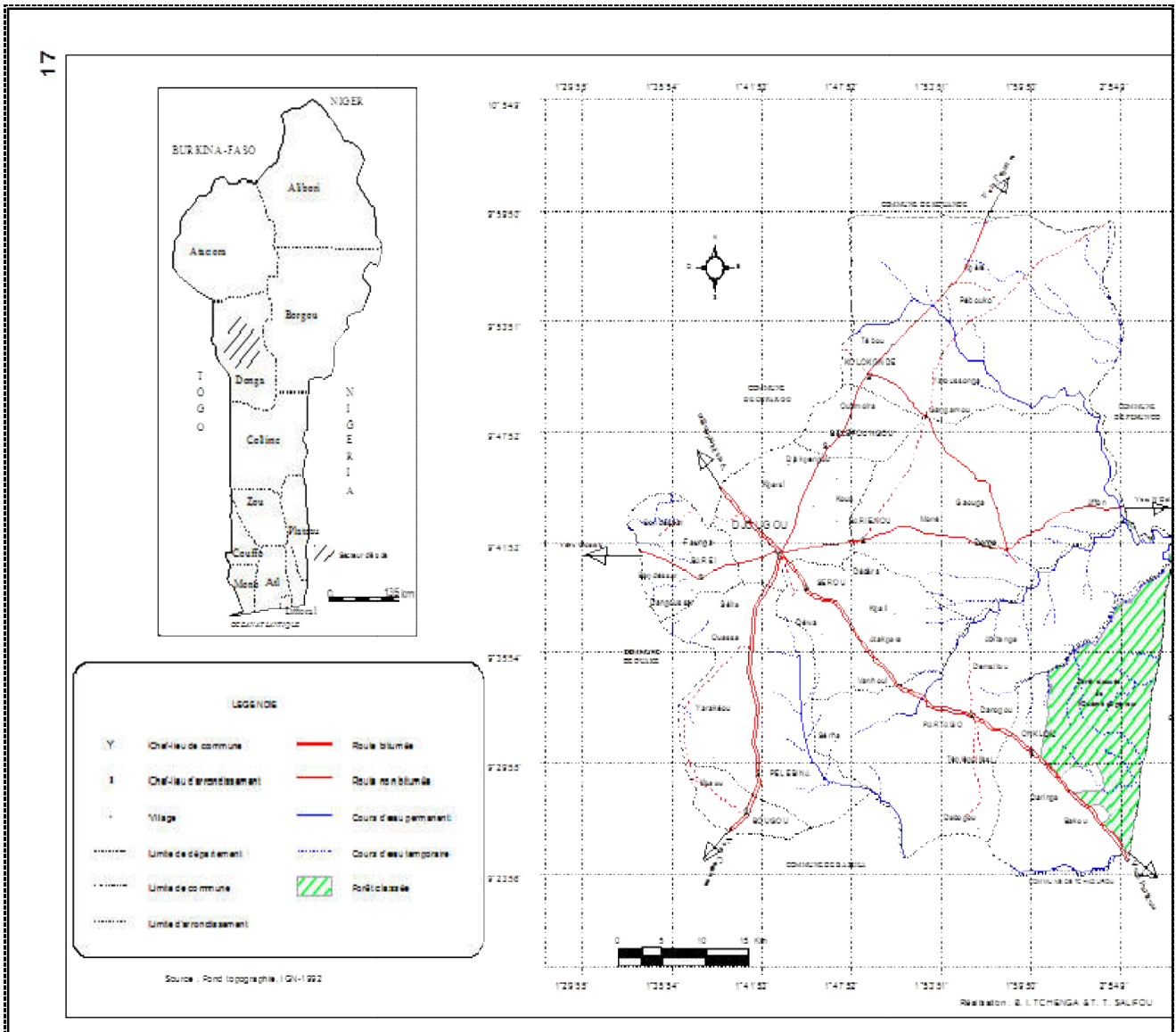


Figure 1. Carte administrative du Bénin montrant la localisation géographique de la commune de Djougou (Source : Fond topographie IGN, 1992)

Tableau 1. Noms locaux des cultivars et villages d'appartenance des producteurs détenteurs ayant pris part à l'étude [22]

N° d'ordre	Nom local	Nom abrégé	Villages d'appartenance des producteurs
1	Katché péha	KPG	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kpayèroun ▪ Kpafoungou
2	Katché sôwôho	KSÔ	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kpayèroun ▪ Kpafoungou
3	Katché péha nan sôorii	KPN	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kpayèroun ▪ Kpafoungou
4	Kpodjiguèguè	KPODJI	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kpayèroun ▪ Kpafoungou
5	Toura pera	TOURA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Passari ▪ Kpayèroun ▪ Kpafoungou
6	Katché Sénégal	KSEN	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kpayèroun ▪ Kpafoungou

Tableau 2. Quantités de feuilles et tiges fraîches utilisées pour la préparation des extraits aqueux des cinq (05) espèces de plantes

Plantes testées	Quantité (g) de feuilles utilisée pour traiter 24 m ²	Dose (kg/ha)
<i>Hyptis suaveolens</i>	400 (avec tiges)	167
<i>Manihot esculenta</i>	400	167
<i>Azadirachta indica</i>	300	125
<i>Thevetia nerifolia</i>	250	104
<i>Cymbopogon nardus</i>	300	125



Photo 1. Plant d'Hyptis suaveolens



Photo 2. Plant de Thevetia neriifolia



Photo 3. Plant de Cymbopogon nardus (citronnelle)



Photo 4. Plant de Manihot esculenta (manioc)



Photo 5. Plant d'Azadirachta indica (neem/mangousier)



Photo 6. Loupe manuelle à trois agrandissements superposables utilisée pour l'observation et le comptage des punaises



Photo 7. Types de gourdes et de canaris, containers utilisés par les producteurs et testés pour le stockage du niébé

Tableau 3. Noms scientifiques, types, ordres, familles et statuts des ravageurs de stock identifiés

N°	Noms scientifiques	Types de ravageurs	Ordres	Familles	Statuts
1	<i>Bruchidius atrolineatus</i>	Phytophage	Coleoptera	Bruchidae	Mineur
2	<i>Callosobruchus maculatus</i> Fabricius	Phytophage	Coleoptera	Bruchidae	Majeur

Tableau 4a. Pertes relatives de graines en nombre (Na) et en pourcentages (%) de poids des cultivars de niébé par traitement et type de container au bout de 30 jours de conservation

Containers	Cultivars Traitements	Na						Pa						Moyennes	
		KPG	KSÔ	KPN	KPODJI	TOURA	KSEN	KPG	KSÔ	KPN	KPODJI	TOURA	KSEN	Na	Pa
Canari	Témoin	4,97	14,88	17,39	13,54	18,86	12,87	4,04	26,07	22,52	21,86	27,14	19,45	13,00a	19,83a
	<i>Hyptis s.</i>	1,86	1,49	4,23	2,31	10,29	4,23	1,50	2,96	6,48	4,05	15,52	35,62	3,67cde	10,50bc
	<i>Manihot e.</i>	2,61	3,27	8,70	2,77	12,86	7,35	2,11	6,39	11,62	4,84	19,12	11,48	5,67c	8,83bcd
	<i>Azadirachta i.</i>	1,24	2,23	4,78	3,38	11,43	5,51	1,00	4,40	6,48	5,89	17,13	8,71	4,33cd	6,83bcde
	<i>Thevetia n.</i>	0,62	0,74	2,90	1,85	4,29	2,76	0,50	1,49	3,96	3,25	6,69	4,43	1,50efg	2,83cde
	<i>Cymbopogon n.</i>	0,88	1,04	5,80	2,31	4,71	2,76	0,71	2,08	7,83	4,05	7,35	4,43	2,50def	4,00cde
Moyenne Cultivar * traitement		1,50ef	3,50cde	6,67b	3,83cd	9,83a	5,33bc	1,33d	6,83bcd	9,17abc	6,83bcd	15,17a	13,50ab		
Gourde	Témoin	3,73	8,93	11,59	13,54	12,85	7,35	2,72	17,44	15,33	19,42	16,80	9,26	9,00b	13,00ab
	<i>Hyptis s.</i>	0,62	1,49	1,88	2,31	2,14	1,10	0,45	3,15	2,58	3,51	2,91	1,41	1,17fg	1,83de
	<i>Manihot e.</i>	1,24	2,23	1,45	1,23	4,29	1,84	0,90	4,69	1,99	1,88	5,78	2,35	1,67efg	2,17de
	<i>Azadirachta i.</i>	0,62	1,49	0,87	1,23	3,00	1,47	0,45	3,19	1,20	1,88	4,06	1,88	1,00fg	1,67de
	<i>Thevetia n.</i>	0,25	0,30	0,43	0,62	1,43	0,55	0,18	4,60	0,60	0,94	1,95	0,71	0,17g	1,33de
	<i>Cymbopogon n.</i>	0,50	1,04	0,43	1,54	1,71	2,02	0,36	2,22	0,60	2,35	2,33	2,58	0,83fg	0,83e
Moyenne Cultivar * traitement		0,6667f	2,1667def	2,17def	3,00de	3,83cd	2,00def	0,33d	5,50cd	3,17cd	4,33cd	5,00cd	2,50cd	3,71	6,14
CV (%)														29,95	60,59
Source de variation		Conteneur	Traitement	cultivar	Conte.* Traitement	Conte* cultivar	Trait.* Cultivar	Conteneur	Traitement	Cultivar	Conte* Traitement	Conte.* Cultivar	Trait* Cultivar		
ddl		1	5	5	5	5	25	1	5	5	5	5	25		
Probabilité		0,0000	0,0000	0,0000	0,0231	0,0000	0,0005	0,0000	0,0000	0,0001	0,2418	0,0060	0,0650		

Les moyennes d'une même colonne ou d'une même ligne suivies de différentes lettres sont significativement différentes au seuil de 5% Na = nombre de graines attaquées en pourcentage ; Pa = Poids de graines attaquées en pourcentage

Tableau 4b. Pertes relatives de graines en nombre (Na) et en pourcentages (%) de poids des cultivars de niébé par traitement au bout de 30 jours de conservation

Cultivars Traitements	Moyennes Traitement*Cultivar							Pa						
	Na							Pa						
	KPG	KSÔ	KPN	KPODJI	TOURA	KSEN	KPG	KSÔ	KPN	KPODJI	TOURA	KSEN		
Témoin	3,5efgh	11abc	14ab	13ab	15a	9,5bcd	3cde	21,5a	18abc	20ab	21,5a	14abcde		
<i>Hyptis s.</i>	0,5h	1h	2,5fgh	2gh	6defg	2,5fgh	0,5e	2,5cde	4bcde	3,5cde	8,5abcde	18abcd		
<i>Manihot e.</i>	1,5gh	2,50fgh	4,5efgh	1,5gh	8cde	4efgh	1e	5bcde	6abcde	2,5cde	12abcde	6,5abcde		
<i>Azadirachta i.</i>	0,5h	1,5gh	2gh	2gh	7cdef	3fgh	0,5e	3,5cde	3,5cde	3cde	10,5abcde	4,5bcde		
<i>Thevetia n.</i>	0h	0h	1h	0,5h	2,5fgh	1h	0e	2,5cde	1,5e	1,5e	3,5cde	2de		
<i>Cymbopogon n.</i>	0,5h	1h	2,5fgh	1,5gh	2,5fgh	2gh	0e	2de	3,5cde	3cde	4,5bcde	3cde		
Grande moyenne	3,71							6,14						
CV (%)	29,95							60,59						
Source de variation	Conteneur	Traitement	cultivar	Conte* raitement	Conte* cultivar	Trai* Culti var	Conteneur	Traitement	Cultivar	Conte* Traitement	Conte* Variété	Traitement* Cultivar		
ddl	1	5	5	5	5	25	1	5	5	5	5	25		
Probabilité	0,0000	0,0000	0,0000	0,0231	0,0000	0,0005	0,0000	0,0000	0,0001	0,2418	0,0060	0,0650		

Les moyennes suivies de différentes lettres sont significativement différentes au seuil de 5% KPG : Katché péha ; KSÔ : Katché sôwôho ; KPN : Katché péha nan sôorii

Par ailleurs, en occultant l'efficacité des extraits aqueux, le cultivar Katché péha a présenté moins de graines attaquées avec le traitement témoin.

Avec la gourde: Tous les cultivars ont présenté moins de graines attaquées. En effet, le test de Tukey effectué pour la comparaison des moyennes au seuil de 5% a révélé l'inexistence de différences significatives ($p < 0,05$) entre certains cultivars. La discrimination des moyennes présente trois (03) groupes. Le premier groupe est constitué des cultivars Toura pera avec un nombre moyen de graines attaquées (Na) inférieur à cinq (05) graines et un pourcentage de graines attaquées (Pa) de 5%. Le second groupe est constitué des cultivars Katché sôwôho, Katché péha nan soôrii, et Katché Sénégal avec un nombre moyen de graines attaquées (Na) compris entre deux (02) et trois (03) graines et des pourcentages de graines attaquées respectifs de 5,50 ; 4,33 et 3,16%. Le troisième et dernier groupe est constitué du cultivar Katché péha avec un nombre moyen de graines attaquées équivalent à une (01) graine et un pourcentage de graines attaquées (Pa) de 0,33%.

DISCUSSION

Efficacité des pratiques de stockage-conservation des cultivars de niébe: L'application en végétation des extraits aqueux de *Thevetia neriifolia*, de *Azadirachta neriifolia*, de *Maniot esculenta*, d'*Hyptis suaveolens* et de *Cymbopogon nardus* a permis de réduire significativement les attaques des graines de niébé par les bruches en stock. Ce résultat peut être imputé aux traitements phytosanitaires appliqués en végétation et ou à la faible sensibilité des variétés aux attaques de bruches en stock. L'utilisation de canari avec de la cendre, comparativement à la gourde, a permis de réduire significativement les dégâts des bruches. Cette observation peut s'expliquer par le fait que des matériaux pulvérulents tels que la cendre remplissent les vides entre les graines et constituent une barrière à la progression des femelles de *Callosobruchus maculatus* qui cherchant à pondre ou créent des microclimats qui empêchent la ponte des bruches, une assertion soutenue par Jooste *et al.* [42] qui ont avancé que les matériaux fins tels que les gourdes et les canaris auraient un rôle abrasif sur les insectes et entraîneraient leur déshydratation.

Les pratiques d'utilisation de canaris et de gourdes pour le stockage de graines de niébé ont montré une efficacité relative et peuvent constituer des stratégies alternatives pour la conservation des graines destinées aux fins de semence et d'autoconsommation. Ces pratiques avaient été identifiées au sein des ménages producteurs de niébé dans la région du Nord-Est du Bénin où l'auto-renouvellement, l'achat et l'échange de semences assuraient la gestion et le maintien des semences de cultivars de niébé. En plus de l'usage de canaris et de gourdes, les récipients utilisés pour atteindre ce but comprennent aussi les bidons, les jarres et les sacs. Plus exactement, la cendre faisait partie des produits utilisés pour la conservation [Bello, 2005 ; Baco, 2008 ; Bello, 2005]. La maîtrise des ravageurs, la pénibilité des opérations culturales et les pertes post-récolte en situation d'utilisation ou non de produits insecticides constituent quatre contraintes importantes affectant la production du niébé dans les villages d'étude, des constatations faites par [Bello, 2005 ; Baco, 2008 ; Bello, 2005]. Ces mêmes difficultés étaient perçues par [Nouhohéflin, 2003] qui ont observé que dans les départements des Collines et du Couffo, «

la production du niébé est influencée entre autres par la disponibilité en main-d'œuvre et l'utilisation d'extraits de plantes à effet insecticide ».

Aptitude à la conservation des graines des différents cultivars : Les niveaux de pertes exprimées en pourcentages du nombre de graines et en pourcentages du poids de graines attaquées par les bruches en stock peuvent être considérés comme un critère pour apprécier l'aptitude à la conservation des cultivars. Ainsi, le cultivar Katché péha vient en première position, suivi de Katché sôwôho en deuxième position, de Katché Sénégal en troisième position, de Kpodjiguèguè en quatrième position, puis de Katché péha nan soôrii en cinquième position et enfin de Toura pera en sixième position (tableau 5). Na (%) et Pa (%) désignent respectivement les pertes en pourcentage (%) de nombres de graines et en pourcentage (%) de poids de graines (^o): Le classement par ordre d'importance est effectué en fonction des différences significatives déterminées avec le test de Tukey au seuil de 5% et présentées aux tableaux 4a et 4b. Dans ce contexte, le cultivar Katché péha paraît très performant, suivi dans une moindre mesure de Katché sôwôho et de Katché Sénégal. Cependant, les cultivars Kpodjiguèguè et Katché péha nan soôrii sont moyennement performants devant Toura pera qui ne l'est que faiblement.

Efficacité des traitements à base d'extraits aqueux contre les bruches : *Callosobruchus maculatus* et *Bruchidius atrolineatus* sont les deux espèces de bruches identifiées dans les lots de niébé stockés. Ce résultat confirme ceux de Alzouma [1987] et de Ouédraogo *et al.* [1991] qui ont rapporté que les insectes qui attaquent les graines de niébé en stock en Afrique de l'Ouest sont essentiellement les bruches. La présence de ces deux espèces de bruches au Burkina Faso était rapportée par [Ouédraogo, 1991 ; Ouédraogo, 1981 ; Sanon, 2005]. Les dégâts occasionnés par ces ravageurs incluent les pertes quantitatives en termes de poids et qualitatives consistant en perforations, déjections d'insectes et réduction du pouvoir germinatif. Les niveaux d'attaques évalués en stock sont fonction du niveau d'infestation initiale à la récolte, tel que rapporté par [Glitho, 1990 ; Seck, 1992 ; Ouédraogo, 1996 ; Sanon, 2006] qui avaient observé que « les infestations des gousses par les déprédateurs ont lieu depuis le champ et que le développement des larves dans les cotylédons des graines se poursuivait en cours de stockage. Décolé [Décolé, 1994] précisait que l'infestation commence généralement aux champs et se poursuit durant le séchage et la récolte qui peut durer près de 45 jours. Ils sont aussi en rapport avec la durée et les techniques de stockage [Seck, 1992]. Les niveaux de pertes observés en 30 jours, très bas et qui témoignent de l'efficacité des extraits aqueux s'explique par le cycle de développement des bruches, qui comportant quatre stades à savoir : œuf, larve, nymphe et adulte, est bouclé en cinq (05) semaines environ [Expertise pour le Développement du Sahel, 2008]. Ce résultat traduit la mortalité des bruches, du moins de la 1^{ère} génération, au terme de cette période au cours de laquelle l'évaluation des pertes a été faite. En classant les extraits aqueux suivant leur efficacité par ordre d'importance décroissante selon les deux formes de pertes à savoir le nombre de graines (Na en %) et le poids de graines (Pa en %) et suivant le type de container, l'extrait à base de *Thevetia neriifolia* vient en tête, suivi de celui à base de *Cymbopogon nardus*, de celui à base de *Azadirachta indica*, de celui à base d'*Hyptis suaveolens*, et enfin de celui à base de *Manihot esculenta* (tableau 6). Le classement peut être basé aussi sur la redondance des noms

d'extraits aqueux suivant les deux formes de pertes et les deux types de containers, assimilée à la fréquence la plus élevée pour le nombre de répétitions attendu sur les quatre cas. Les résultats d'efficacité des extraits aqueux précisent les points de vue de [Zehrer, 1987 ; Maïga, 1987 ; Van Huis, 1991 ; Dabiré, 1992 ; Nuto, 1995] relatifs à la recommandation de l'utilisation d'extraits ou d'organes de plantes à effets insecticide et ou insectifuge, mais aussi d'huiles végétales et de substances inertes telles que la cendre, le sable fin, l'argile, le sel, la chaux éteinte, etc. Le souhait des producteurs de la zone d'étude d'appréhender l'efficacité des extraits aqueux étudiés relève d'un vieux vœu pieu des agriculteurs d'après [Kpatinvoh, 2016] qui ont rapporté que « l'usage des plantes indigènes dans la conservation des récoltes était pratiqué avant même l'apparition des insecticides de synthèse ».

Conclusion et perspectives: L'étude a permis d'évaluer l'aptitude à la conservation face aux attaques de bruches en stock, des cultivars de niébé traités au champ avec des extraits de plantes insecticides. Les résultats obtenus viennent compléter ceux de Baco *et al.* [2008] et de Baco *et al.* [2003], outre l'évaluation de la diversité variétale, sur les aspects relatifs aux pratiques de gestion et les stratégies de maintien au champ et au sein du ménage, de la diversité biologique agricole du niébé au Nord-Est du Bénin. Les extraits végétaux de *Thevetia neriifolia*, de *Cymbopogon nardus*, d'*Azadirata indica*, d'*Hyptis suaveolens* et de *Manihot esculenta* ont montré dans cet ordre, les niveaux d'efficacité décroissante contre les bruches qui occasionnent de sévères pertes de graines de niébé en stock, comparativement au témoin. Ils peuvent être donc utilisés comme une méthode de lutte agro-bio-écologique alternative dans le cadre de la protection du niébé contre les ravageurs en stock. En substitution ou en complément à la lutte chimique à dose réduite, ils permettront tout en assurant une meilleure disponibilité des récoltes de niébé dans le temps, de limiter les risques de nocivité pour la santé humaine et animale inhérents à l'utilisation des pesticides chimiques de synthèse. Dans cet élan, l'ajout de la cendre dans le cadre de l'utilisation de canaris et de gourdes sont à promouvoir également pour leur qualité de matière et ou de substance biologique d'origine naturelle. Toutefois, l'usage à petite échelle de ces méthodes biologiques, destinées le plus souvent aux petites quantités de semence et rarement pour l'autoconsommation domestique, constituent leurs limites essentielles à lever. Le comportement relativement résistant des cultivars Katché peha et Katché sôwôho, suivies dans un ordre d'importance décroissant des quatre autres cultivars, Katché Sénégal, Kpodjiguèguè, Katché pera nan sôorii et Toura pera mérite une attention particulière. Ils doivent être pris en compte dans un programme d'amélioration variétale intégrant la caractérisation génétique moléculaire. En complément aux résultats relatifs à l'efficacité des extraits aqueux contre les ravageurs du niébé obtenus en végétation, les résultats de la présente étude devront être valorisés dans le cadre de la mise au point d'un plan de gestion intégrée durable, basé sur des traitements phytosanitaires calendaires arrimée au rythme d'apparition des ravageurs et indiquant la séquence d'application alternée des biopesticides en rapport avec la résistance ou la sensibilité des cultivars testés.

Remerciements

Les auteurs du présent article remercient les Laboratoires « Hors Murs » à travers l'association « Biodiversité, Echanges et Diffusion d'Expériences (BEDE) » qui a financé et mis en œuvre conjointement avec le Laboratoire de Génétique

Ecologique (LGE) de la Faculté des Sciences et Techniques (FAST) de l'Université d'Abomey-Calavi (UAC), l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) et l'Organisation des Ruraux pour une Agriculture Durable (ORAD), les travaux de recherche en milieu réel dont les résultats ont été valorisés dans le cadre de cette publication.

REFERENCES

- Anand P. and Rao J. 1996. Botanical pesticides in agriculture, 4th Ed, London. Academic Press.
- Abadassi J. 1997. "Contraintes de la production du maïs et du niébé au Bénin," Rapport de recherche FSA/UNB.
- Alzouma, I. 1987. Reproduction et développement de *Bruchidius atrolineatus* (Pic.) (Coleoptera: Bruchidae) aux dépens des cultures de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. (Légumineuse: Papilionacée) dans un agrosystème sahélien au Niger. Thèse de doctorat, Univ. de Tours.
- Alzouma, I. 1995. Connaissance et contrôle des coléoptères Bruchidae ravageurs des légumineuses alimentaires au Sahel : Sahel Integrated Pest Management (IPM)/Gestion Phytosanitaire Intégrée," *Revue Institut CILSS du Sahel*, no 1.
- Anonyme, "Rapport d'activité de la commission d'évaluation des pertes dans les denrées stockées créé à l'issue du Congrès de Marseille sur la protection des cultures tropicales, 'Agronomic Tropical Nogent, vol. 24, no 9, 872-876, 1969.
- Baco, M. N., Ahanchédé, A., Bello, S., Dansi, A., Vodouhè, R., Biao G. et J. P. 2013. Lescure, "Evaluation des pratiques de gestion de la diversité variétale du niébé (*Vigna unguiculata*) : une tentative méthodologique expérimentée dans le village de Sori au Bénin, 'Cahiers d'agriculture, Caa070166 » R1. <http://www.cahiersagricultures.fr/>. (IF en = 0,597), 2008.
- Baco, N., Adam, A., Dansi, A. A. et Glèlè, A. P., Gestion communautaire des ressources phytogénétiques en zones arides et semi-arides en Afrique subsaharienne : cas des ignames et du niébé au Bénin, Abomey-Calavi, Bénin, INRAB/IPGRI, 2003.
- Banque Mondiale, 2011. Missing food. The case of Postharvest Grain Losses in Sub-Saharan Africa. Report number 0371-af.
- Bello S. et M. N. Baco, 2015. "Importance, typologie des détenteurs et taxonomie locale de la diversité variétale du niébé au Nord-Est du Bénin," *Annales des Sciences Agronomiques*, volume spécial, 19, n° 2C (troisième partie), pp. 337-366.
- Bello, S., "Test de quelques approches méthodologiques d'évaluation de la diversité des ressources phytogénétiques : application au niébé, Mémoire de DEA, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi (Bénin), 2005.
- Bello, S., Babalakoun, A.O., Zoudjihékpon J. et Coulibaly, K. A, 2018. 'Diversité de l'entomofaune du niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walpers) au Nord-Ouest du Bénin,' *J. Appl. Biosci.*, vol. 2, no 132, pp. 13424-13438, 2018.
- Bello, S., Babalakoun, O. A., Zoundjihékpon, J. et Coulibaly, K. A. 2018. Efficacité d'extraits aqueux de plantes pour le contrôle des pucerons en culture de niébé de différents cultivars au Nord-Ouest du Bénin, Rapport technique de recherche, FAST/UAC.
- Bello, S., Zoundjihékpon, J., Babalakoun O. A. et K. A., 2018. Coulibaly, Efficacité d'extraits aqueux de plantes pour le

- contrôle des thrips en culture de niébé (*Vigna unguiculata* L. Walpers) de différents cultivars au Nord-Ouest du Bénin, Soumis pour publication aux Annales des Sciences Agronomiques de l'Université de Parakou sous le Numéro d'identification du Manuscrit : SNA181008-01, 30 p.
- Bello, S., Zoundjihékpou, J., Babalakov, O. A., et Coulibaly, K. A. 2018. Efficacité d'extraits aqueux de plantes pour le contrôle des punaises sur des cultivars de niébé (*Vigna unguiculata* L. Walpers) au Nord-Ouest du Bénin. Rapport technique de recherche, FAST/UAC.
- Boeke, S., Baud, C., Loon, V. J., Kossou, D. Huis A. Van and M. Dicke, 2004. "Efficacy of plants extracts the cowpea beetle, *Callosobruchus maculatus*," *International Journal of Pest Management*, vol. 50, no 4, pp. 251-258.
- Dabiré, C. 1992. "Les méthodes traditionnelles de protection des stocks de niébé au Burkina Faso. Sahel PV-Info, vol 42, pp. 7-13.
- Décolé, S. B. N., Manuel de stockage et de conservation des céréales et des oléagineux," Cellule Centrale d'Appui Technique PADER II, Atelier Autrichien de Développement (EWA) Aide au Développement Gembloux (ADG). Document financé par la Coopérative Autrichienne, Coopération Autrichienne pour le Développement, Fonds Belge de Survie, 1999.
- Diop A. D., Sangaré S. K., S. N. Ouédraogo et Ouédraogo S. J. 2016. Réduction des pertes post-récolte au Sahel et en Afrique de l'Ouest : un enjeu majeur pour la sécurité alimentaire, Institut du Sahel (INSAH), CILSS, bulletin d'information.
- Expertise pour le Développement du Sahel (EDS), Fiche technique de conservation de niébé avec les sacs pics (Triple ensachage). Référence bibliographique : Manuel de formation des techniciens du Projet de l'Université Purdue sur le Stockage Amélioré du Niébé, 2008.
- Fandohan, P., Hell K. and Marasas, W. F. O. 2003. "Infection of maize by *Fusarium* species and contamination with fumonisin in Africa," *African Journal of Biotechnology*, vol 2, pp. 510-579.
- FAO, 2012. Gaspillages dans le monde, ampleur, causes et prévention. Division des infrastructures rurales et des agro-industriels.
- Glitho, I. A., Les bruchidae ravageurs de *Vigna unguiculata* Walp. En zone Guinéenne. Analyse de la diapause chez les mâles de *Bruchidius atrolineatus* (Pic.), Thèse de doctorat, Univ. de Tours, 1990.
- Guèyé, M. T., Seck, D., Wathelet J.P. et Lognay, G. 2011. "Lutte contre les ravageurs des stocks de céréales et de légumineuses au Sénégal et en Afrique occidentale : synthèse bibliographique". *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, vol. 15, no 1, pp. 183-194.
- Hammer, K. A., Carson C. F. and Ridley, C. V. 1999. Antimicrobial activity of essential oils and other plants extract, *Journal of applied microbiology*, vol. 86, pp. 985-990.
- Hmamouchi, M., Plantes alimentaires, aromatiques, condimentaires médicinales et toxiques au Maroc, CHIEM. 1995.
- INSAH, 2014. Etude prospective sur les pertes post-récolte en Afrique de l'Ouest : cas de quelques pays côtiers et du Sahel.
- INSAH, 2015. Pertes post-récolte et sécurité alimentaire dans trois pays du Sahel et de l'Afrique : Burkina Faso, Ghana et Sénégal.
- Isman, M. B. 1994. Botanical Insecticides and Antifeedants: New Sources and Perspectives. *Pesticide Research Journal*, vol 6, no 1, pp. 11-19.
- Jackai, L. E. N. 1983. 'Efficacy of insecticides application at different times of day against the legume pod borer, *M. testulalis* (GEYER) (Lepidoptera, Pyralidae),' *Protection Ecology*, vol 5, pp. 245-251.
- Joost, G., Rüdiger, H. et Otto, M., Manuel sur la manutention et la conservation des grains après récoltes, Ed GTZ, Eschbom, 1996.
- Kerharo, J. et Adam, J. G. 1974. Pharmacopée sénégalaise traditionnelle (plantes médicinales et toxiques), Edition Vigot Frères, Paris.
- Ketoh, K. G., Koumaglo H. K. and Glitho, I. A. 2005. "Inhibition of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) development with essential oil extracted from *Cymbopogon schoenanthus* L. Spreng (Poaceae), and the wasp *Dinarmus basalis* (Rondani) (Hymenoptera: Pteromalidae)," *Journal of Stored Products Research*. Vol. 41, pp. 363-371.
- Kossou, D. K. 1989. 'Evaluation des différents produits du neem *Azadirachta indica* A. Juss pour le contrôle de *Sitophilus zeamais* Motsch sur le maïs en post-récolte". *Insect Sci. Applic.*, vol. 10, no. 3, pp. 365-372.
- Kossou, D. K. 2006. Evaluation de l'activité insecticide de deux plantes *Hyptis suaveolens* (Linn) et *Khaya senegalensis* (A. Juss) sur les insectes ravageurs du niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp.)," *Sciences & Nature*, vol. 4, no 1, pp. 17-26.
- Kossou, D. K., Gbèhounou, G., Ahanchédé, A., Ahojuendo, B., Bouraïma Y. and Van Huis, A. 2001. "Indigenous cowpea production and protection practices in Benin," *Insects sciences application*, vol 21, n° 2, pp. 150-153.
- Kpangon, H. 2002. Impact socio-économique de l'adoption des nouvelles technologies du niébé sur la réduction de la pauvreté : cas du département des collines (Bénin), Thèse d'Ingénieur Agronome, FSA/UAC.
- Kpatinvoh, B., Adjou, E. S., Dahouenon-Ahoussi, E., T. Konfo, R. C., Atrevey B. C. et Sohounhloou, D. 2016. 'Problématique de la conservation du niébé (*Vigna unguiculata* (L), Walp) en Afrique de l'Ouest : étude d'impact et approche de solution," *Journal of Animal & Plant Sciences*, vol. 31, no 1, pp. 4831-4842.
- Lim, G. S., Dale, G. B., "Neem pesticide in rice: potential and limitation". IRRI Publ. 1984.
- Maïga, S. D. 1987. 'Inventaires des méthodes traditionnelles de conservation du niébé (*Vigna unguiculata*) au Niger". In "Légumineuses alimentaires en Afrique". Colloque, Niamey, Montmagny, pp. 274-280.
- Nouhohéflin, T., Impact de l'adoption des nouvelles technologies de niébé sur l'amélioration et la distribution des revenus dans les sous-préfectures de Savè et de Klouékanmè. Thèse d'ingénieur en Agronomie, FSA, UNB, 2003.
- Nuto, Y., Synergistic action of cooccurring toxins in the root bark of *Zanthoxylum zanthoxyloides* (Rutaceae) against the cowpea beetle *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). Thesis of Ph.D., S.U.N.Y. Syracuse, New York, 1995.
- Ouédraogo P. A. et J. 1981. Huignard, "Polymorphism and ecological reaction in *Callosobruchus maculatus* in Upper Volta. *Series entomologica*, vol. 19, pp. 175-184.
- Ouédraogo, A. P., Le déterminisme du polymorphisme imaginal chez *Callosobruchus maculatus* (Fab.), Coléoptère Bruchidae. Importance des facteurs climatiques

- sur l'évolution des populations de ce Bruchidae dans un système expérimental de stockage des graines de *Vigna unguiculata* (Walp.)". Thèse de doctorat d'Etat, 1991.
- Ouedraogo, P. A., Sou, S., Sanon, A., Monge, J. P., Huignard, J., Tran B. and Credlang, P. F. 1996. "Influence of temperature and temperature and humidity on population of *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) and its parasitoid *Dinarmus basalis* (Pteromalidae) in two climatic zones of Burkina Faso". *Bull. Ent. Research*, vol. 86, pp. 695-702.
- Panthenius, C. U., Etat des pertes dans les systèmes de stockage du maïs au niveau des petits paysans dans la région maritime au Togo. Fiche technique GTZ, 1988.
- PDC, 2015. Plan de Développement Communal) de Djougou. Monographie de Djougou, Cotonou, Bénin, Afrique Conseil, République du Bénin.
- Quin, F. M., Introduction. In: B. B. Singh, D. R. Mohan Raj, K. E. Dashiel and L. E. N. Jackai (Eds.), *Advances in cowpea research*, IITA-JIRCAS, Ibadan, Nigeria, pp. 9-15, 1997.
- Radwanski S. A. and Wickens, G. E. 1981. "Vegetative fallows and potential value of the neem tree in the tropics". *Econ. Botany*, vol. 35, no 4, pp. 398-414.
- Rocha, S. F. A., Ming, L. C. M. and Marques, O. M. 2000. "Influence de cinq températures de séchage sur le rendement et la composition de l'huile essentiel de *Cymbopogon Jowitt winterianus*". *Revista Brasileira de plantas medicinales, Botucatu*, vol 3, pp. 73-78.
- S. Tchibozo, "Information sur quelques plantes insectifuges et nématicides de l'Afrique tropicale : note technique". *Bulletin de la Recherche Agronomique*, pp. 18-26, 1996.
- Safowora, A. 1982. "Medicinal plants and traditional medicine in African". Spectrum books Ltd. Ibadan.
- Sanon, A., Dabiré, C., Ouedraogo A. P. and Hignard, J. 2005. "Field occurrence of Bruchid Pests of Cowpea and Associated Parasitoids in a Sub Humid Zone of Burkina Faso: Importance on the Infestation of two cowpea varieties at harvest", *Plant Pathology Journal*, vol 4, n° 1, pp. 14-20.
- Sanon, A., Ilboudo, Z., C.L.B. Dabiré, R.C.H. Nébié, O.I. Dicko, J.P. Monge, 2006. "Effects of *Hyptis spicigera* Lam. (Labiatae) on the behaviour and development of *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae), a pest of stored cowpeas". *International Journal of Pest Management*, vol. 52, n° 2, pp. 117-123. DOI: 10.1080/09670870600619890
- Schmutterer, H. 1990. "Properties and potentials of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica* A. Juss.", *Annual Review of Entomolgy*, vol. 35, pp. 271-297.
- Schmutterer, H. 1995. "The neem tree source of unique natural pesticides for integrated pest management". *Medicine Industry and other Purposes*, vol. 20, pp. 250-696.
- Seck, D. 1992. "Importance économique et développement d'une approche de lutte intégrée contre les insectes ravageurs des stocks de maïs, mil et niébé en milieu paysan". *Proceeding 2^{ème} séminaire sur la lutte intégrée contre les ennemis des cultures vivrières dans le Sahel, Bamako (Mali)*, 2-4 janvier, pp. 328-355.
- Singh B. B. and Singh, R. S. 1992. "Breeding for bruchid resistance in cowpea". *IITA research*, vol. 5, 120-140.
- Soumanou, M. M. and Adjou, E. S. 2016. "Sweet Fennel (*Ocimum gratissimum*) Oils". In: Preedy V.R. (Ed.), *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety*. Academic Press, Elsevier Inc, pp. 765-773.
- Van Huis, A. 1991. "Biological methods of bruchid control in the tropics: A review". *Insect science and its application*, vol. 12, no 1, pp. 87-102.
- Youdeowei, A., La pratique de la lutte intégrée en production maraîchère. Guide de vulgarisation de la lutte intégrée-4'. In : Ministère de l'alimentation et de l'agriculture (MOFA) du Ghana, Direction des services pour la réglementation et la protection des végétaux (PPRSD), en collaboration avec l'Agence allemande pour la coopération technique (deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit-GTZ) et CTA : Centre technique de coopération agricole et rurale (éds.), 2004.
- Zehrer, W. 1987. "Méthodes traditionnelles de stockage du niébé (*Vigna unguiculata*) au Togo". In « *les légumineuses Alimentaires en Afrique* ». Colloque, Niamey, Montmagny, pp. 296-299, 1987.
