

COMMUNICATION N°3

Valorisation de la coque des noix cajou par la fabrication de briquettes combustibles après extraction du baume. (2015). In : Adjanooun A., Ahoyo-Adjovi N.R., Djègo J.G., Dossou R., Mensah G.A. (Editors), *Actes de l'Atelier Scientifique National Spécial du Programme de Productivité Agricole en Afrique de l'Ouest (PPAAO-Bénin), Abomey-Calavi, 23 – 25 novembre 2015, Dépôt Légal N° 8693 du 26 mai 2016, 2^{ème} trimestre – ISBN : 978-99919-2-269-0 Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin, p. 419.* Hounyevou Klotoe A., **Padonou S.W.**, Olou D.B, Ahounou J.L.



République du Bénin

Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche

Secrétariat Général du Ministère

Institut National des Recherches Agricoles du Bénin



Actes de l'Atelier Scientifique National Spécial du Programme de Productivité Agricole en Afrique de l'Ouest (PPAAO-Bénin)

Abomey-Calavi les 23, 24 et 25 novembre 2015



Editeurs

Dr Ir. ADJANOHOUN Adolphe
Dr Ir. AHOYO ADJOVI Nestor René
Dr DJEGO Julien Gaudence
MSc. Ir. DOSSOU Romuald
Dr Ir. MENSAH Guy Apollinaire

**Actes de l'Atelier Scientifique National Spécial
du Programme de Productivité Agricole en
Afrique de l'Ouest
(PPAAO-Bénin)**

Abomey-Calavi les 23, 24 et 25 novembre 2015

**Dr Ir. ADJANOHOUN Adolphe
Dr Ir. AHOYO ADJOVI Nestor René
Dr DJEGO Julien Gaudence
MSc. Ir. DOSSOU Romuald
Dr Ir. MENSAH Guy Apollinaire**

Comité scientifique :

Dr Ir. ADJANOHOOUN Adolphe	Maître de Recherche (CAMES), Fertilité des sols et nutrition des plantes
Dr Ir. AHOYO ADJOVI Nestor R.	Chargé de Recherche (CAMES), Agroéconomie
Pr. Dr BABAMOOUSSA Lamine	Professeur titulaire des Universités (CAMES), Biologie moléculaire
Dr Ir. BIAOU Gauthier	Maître de Conférences des Universités (CAMES), Agroéconomie
Dr DJEGO DJOSSOU Sylvie	Maître Assistant des Universités (CAMES), Zoologie et Ecologie animale
Dr DJEGO Gaudence Julien	Maître de Conférences des Universités (CAMES), Botanique et Ecologie végétale
Dr Ir. DJINADOU IGUE Kouboura A.	Chargée de Recherche (CAMES), Agrosociologie et Genre et Développement
Pr. Dr Ir. GLELE KAKAÏ Romain Lucas	Professeur titulaire des Universités (CAMES), Foresterie, Biométrie et Biomathématique
Pr. Dr Ir. HOUNHOUGAN Djidjoho Joseph	Professeur titulaire des Universités (CAMES), Sciences alimentaires
Dr Ir. IGUE Mouïnou	Maître de Recherche (CAMES), Agropédologie
Dr Ir. MENSAH GuyApollinaire	Directeur de Recherche (CAMES), Zootechnie et Faune
Dr Ir. SIKIROU Rachidatou	Maître de Recherche (CAMES), Phytopathologie

Comité Technique:

Dr Ir. ADJANOHOOUN Adolphe
Dr DJEGO DJOSSOU Sylvie
Dr DJEGO GaudenceJulien
Dr Ir. MENSAH GuyApollinaire

Editeurs :

Dr Ir. ADJANOHOOUN Adolphe
Dr Ir. AHOYO ADJOVI Nestor René
Dr DJEGO Julien Gaudence
MSc. Ir. DOSSOU Romuald
Dr Ir. MENSAH Guy Apollinaire

Dépôt légal N° 8693 du 26 mai 2016, 2^{ème} trimestre – ISBN: 978-99919-2-269-0

Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin

TABLE DES MATIERES

PRÉFACE.....	6
LISTE DES AUTEURS.....	7
AGROFORESTERIE ET HORTICULTURE	9
Renforcement des capacités des pépiniéristes pour la production de plants greffés d'anacardiers dans les zones productrices d'anacarde au Bénin.....	10
Vulgarisation des techniques de gestion et d'entretien des plantations d'anacardiers dans les communes de Tchaourou, Parakou, N'Dali, Bembèrèkè, Sinendé, Nikki, Kalalé et Pèrèrè.....	12
Expérience de Partenariat Public-Privé pour le renforcement de la capacité de production de plants greffés d'anacardiers au Bénin	17
Evaluation des paramètres agronomiques à sept mois après plantation (MAP) de variétés améliorées de bananiers plantains introduites au Bénin.....	21
ECONOMIE ET SOCIOLOGIE RURALE.....	45
Caractérisation des systèmes de production à base de maïs pratiqués dans chaque zone agro-écologique du Bénin	46
Répertoire des systèmes de production à base de maïs selon le genre dans les zones agro-écologiques du Bénin	66
Analyse de la perception paysanne et rentabilité financière des technologies post-récolte de riz mises au point au Bénin	113
Incidence de l'hétérogénéité variétale sur la rentabilité financière et économique de la culture d'Ananas comosus ((L.) Merrill) en plantation monospécifique en République du Bénin	120
Estimation et décomposition de l'inefficacité économique des producteurs de maïs au Bénin : Une approche de fonction de distance directionnelle.....	127
Déterminants et probabilités d'adoption de quatre variétés hybrides chinoises de maïs par les acteurs au Bénin.....	139
PRODUCTIONS ANIMALE ET HALIEUTIQUE	147
Incorporation du tourteau de coprah, de la farine et du son de maïs pour le grossissement des juvéniles de <i>Macrobrachium vollehovenii</i> (Herklots, 1857) en captivité	148
Vulgarisation de la technique de production des alevins monosexes de tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>) de bonne qualité dans le département de l'Atlantique.....	166
Valorisation du résidu de transformation de pomme cajou dans la provende pour l'alimentation des lapins en croissance	167
Inventaire des aliments et pratiques de nourrissage et de rationnement des tilapias et poissons chats africains ou silures noirs d'élevage au Bénin	173
Évaluation de l'indice de consommation et de la digestibilité alimentaire des aliments à base de produits et sous-produits de maïs chez l'aulacode d'élevage	186
Caractéristiques de la carcasse de coquelets nourris avec des aliments à base de quatre variétés de maïs au Bénin	193
Valorisation de deux variétés de maïs (blanc et jaune) dans l'alimentation des larves et alevins du tilapia <i>Oreochromis niloticus</i> en élevage.	197

PRODUCTION ET PROTECTION VÉGÉTALE	205
Performance de quatre variétés de maïs (<i>Zea mays L.</i>) hybrides chinoises sous la pression des maladies au sud, centre et nord Bénin	206
Effet de la combinaison des champignons mycorhyziens, des rhizobactéries PGPR et du « Chitosane » sur la croissance et le rendement en grains du maïs (<i>Zea mays L.</i>)	224
Efficacité des herbicides Topstar et Tripro sur les adventices du riz dans les départements du Mono et du Couffo au sud-ouest du Bénin	235
Contrôle des mauvaises herbes en riziculture au moyen du Garil (herbicide de post-levée) et du Topstar (herbicide de prélevée) dans les départements du Borgou et de l'Alibori au nord-est du Bénin	236
Rentabilité financière et contrôle des adventices en riziculture non irriguée de bas-fond par Trichlorpyr (72 g/l) + Propanil (360 g/l) et Pendiméthaline (400 g/l) au Nord-Ouest du Bénin.	237
Diversité et distribution des nématodes parasites d'ananas (<i>Ananas comosus</i>) au centre et au sud-ouest du Bénin	243
GESTION INTÉGRÉE DE LA FERTILITÉ DU SOL	253
Gestion de la toxicité ferreuse du riz avec des variétés tolérantes et la fertilisation en silice au Sud-Bénin	254
Réponse de l'ananas à la fertilisation minérale: Cas du Sud-Bénin	268
Performances agronomiques de l'engrais organique « AgroBio » sur quatre variétés de tomate de la sous-région Ouest-Africaine dans les conditions du Sud-Bénin	273
Effet de la fertilisation minérale sur la productivité et la résistance du riz à la pyriculariose causée par <i>Magnaporthe grisea</i> (Herbert) Barr au Nord-Bénin	280
Aptitude climatique et état de fertilité des sols des différentes zones agroécologiques pour la production du maïs au Bénin	293
Amélioration de la germination et de la croissance en serre du maïs par la combinaison de rhizobactéries PGPR à un dérivé de la chitine, le Chitosane	316
AMÉLIORATION GÉNÉTIQUE ET SÉLECTION	331
Performances technologiques de quatre variétés de maïs hybrides chinoises introduites au Bénin	332
Performances agronomiques de quelques variétés de maïs hybrides introduites au Bénin	339
Performances agronomiques des variétés de riz de bas fonds de type NERICA et de type hybride tolérants la submersion au Bénin et leur adaptabilité en fonction du type de submersion	344
Evaluation de la tolérance de quelques variétés de riz de bas-fonds à la submersion au stade de plantule	350
Evaluation préliminaire agro-morphologique de quelques variétés de tomate améliorée dans les conditions agro-écologiques du Sud Bénin	353
Diversité morphologique des cultivars locaux et variétés améliorées de maïs (<i>Zea mays L.</i>) au centre et au nord du Bénin	362
Sélection variétale participative et promotion des variétés de riz tolérant l'inondation dans les zones agro-écologiques du Bénin	375
Sélection participative des variétés améliorées de maïs dans les différentes zones agro-écologiques du Bénin	380
Genetic diversity of cultivated maize (<i>Zea mays</i>) accessions from Benin	397

TRANSFORMATION ET POST-RÉCOLTE	411
Comparaison de quelques techniques d'extraction pour l'amélioration de la production et de la qualité du jus de pommes d'anacarde	412
Valorisation de la coque des noix cajou à travers l'extraction du baume de cajou et l'utilisation du résidu de pressage comme brique combustible	419
Transformation thermochimique des coques déchets d'anacarde en gaz, charbon et biocarburant	424
Production du vinaigre à partir de la pomme cajou.....	431
Comparaison de quelques techniques d'extraction pour l'amélioration de la production et de la qualité du jus de pommes d'anacarde	438
Caractérisation technologique et nutritionnelle des cultivars locaux et des variétés améliorées de maïs (<i>Zea mays L.</i>) cultivés au Sud-Bénin.....	445
Evaluation des performances d'un séchoir hybride pour le séchage du yèkè-yèkè et du gambali-lifin (farine de maïs décortiquée et dégermé) au Bénin	450
Technologie de production du yèkè-yèkè enrichi au soja (<i>Glycine max</i>), au niébè (<i>Vigna unguiculata</i>) ou au voandzou (<i>Voandzou subterranea</i>).....	455
Amélioration de la technologie traditionnelle de production du gambari-lifin	467
Effet de la méthode de battage et de séchage sur la qualité de riz décortiqué	478
Evaluation technico-économique de la performance de l'utilisation de deux modèles de kits d'étuvage du riz au Bénin	485
Evaluation des pertes en riz paddy dues aux pratiques de post-récolte au Sud-Bénin	491
CHANGEMENT CLIMATIQUE.....	497
Changements climatiques et gestion des ressources pastorales en zone agropastorale dans la commune de Banikoara au nord-est du Bénin	498
Détection des changements climatiques dans la commune de Banikoara au nord-est du Bénin	510

PREFACE

Le Programme de Productivité Agricole en Afrique de l'Ouest (PPAAO), conçu par la Communauté Economique des Etats de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO), coordonné par le Conseil Ouest et Centre Africain pour la Recherche et le Développement Agricoles (CORAF/WECARD) avec le financement de la Banque Mondiale, est mis en œuvre dans treize (13) des quinze (15) pays de l'espace CEDEAO à travers quatre (04) composantes. Deux (02) des quatre (04) composantes sont essentiellement axées sur la génération, la diffusion et l'adoption des innovations dans un contexte de changement climatique.

Au Bénin, le PPAAO est coordonné par le Programme Cadre d'Appui à la Diversification Agricole (ProCAD). Il appuie la filière maïs, la filière riz, la filière ananas, la filière anacarde et la filière produits aquacoles. Dans ce cadre, le PPAAO a financé des projets de recherche-développement et des projets de pré vulgarisation des innovations, mis en œuvre par les institutions composantes du Système National de Recherches Agricoles (SNRA).

La capitalisation des acquis des différents projets de recherche-développement et de pré vulgarisation est nécessaire. C'est ce qui justifie l'organisation les 23, 24 et 25 novembre 2015 à Abomey-Calavi de l'Atelier Scientifique Spécial PPAAO.

L'Atelier Scientifique Spécial PPAAO, qui a réuni quatre-vingt-neuf (89) personnes dont 24,72% de femmes provenant de treize (13) institutions, a permis (i) d'analyser de façon critique, par les chercheurs du SNRA, les résultats de recherche obtenus, (ii) de décider des thèmes à présenter au Comité Régional de Recherche et de Développement (CRRD) et (iii) de capitaliser les acquis de recherche sous forme d'actes.

Ainsi, le présent document, intitulé « Actes de l'Atelier Scientifique National Spécial du Programme de Productivité Agricole en Afrique de l'Ouest (PPAAO-Bénin) », présente sur 521 pages, les 52 communications présentées. Ces présentations sont réparties comme suit : le maïs avec dix-huit (18) communications, le riz avec onze (11) communications, les cultures maraîchères avec deux (02) communications, l'ananas avec trois (03) communications, l'anacarde avec huit (08) communications, le bananier-plantain avec une (01) communication, la viande avec une (01) communication, le poisson avec trois (03) communications et cinq (05) communications sur des thèmes transversaux tels la socio-économie et les changements climatiques.

J'adresse mes sincères compliments à toutes les personnes morales et physiques qui, à un titre ou à un autre, de près ou de loin, ont contribué à l'élaboration du présent document très fourni. Mes remerciements vont surtout au Directeur Scientifique de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) et à toute son équipe qui ont organisé et conduit tout le processus depuis l'appel à communications jusqu'à l'édition du document. J'abrite l'espoir que ce document contribuera à l'avancée de la science.

Bertin ADEOSSI,
Coordonnateur du ProCAD

LISTE DES AUTEURS

1.	ABOH A. B.	51.	COFFI A. D. N. E.	101.	OLOUKOI L.
2.	ACHIGAN DAKO E.	52.	D'ALMEIDA A. F. M.	102.	PADONOU E.G
3.	ADANDONON A.	53.	DAGBENONBAKIN G.	103.	PADONOU S. W.
4.	ADANDONON A.	54.	DAKE J.	104.	POMALEGNI S. C. B.
5.	ADEGBOLA Y. P.	55.	DAN C.	105.	SABAI K.
6.	ADEGUELOU R. K.	56.	DANSOU V.	106.	SAGBOHAN J.
7.	ADJANOHOOUN A	57.	DEDEHOUANOU H.	107.	SAÏDOU A.
8.	ADJE C	58.	DJENONTIN J. P.	108.	SAVADOGO K.
9.	AFFOKPON A.	59.	DJIVOH H.	109.	SEIDOU H.
10.	AGBANGLA C.	60.	DOSSOU J.	110.	SEMASSA A. J.
11.	AGBESSI L	61.	DOSSOUMOU E.	111.	SENON V.
12.	AGBOBATINKPO B.P.	62.	GANDJI H.	112.	SENOUVO A. M. P.
13.	AGBODJATO N.A.	63.	GANGBE L.	113.	SIE M.
14.	AGLINGLO L.	64.	GAOUEF.	114.	SIKIROU R.
15.	AGNOUN Y.	65.	GBENOU J. D.	115.	SILUE D.
16.	AGOSSOU K.	66.	GODJO T.	116.	SINA H.
17.	AHISSOU H.	67.	GUEDOU M. S. E.	117.	SINGBO A. G.
18.	AHOHUENDO B.C	68.	HINVI J. C.	118.	SINSIN B.
19.	AHOUNENOU J.	69.	HLASSAME A.	119.	SODJINOU E.
20.	AHOUNOU J-L.	70.	HOUNDONOUGBO F.	120.	SODJINOU M.
21.	AHOYO ADJOVI N.	71.	HOUNGBO E.	121.	TAGUTCHOU J.-P.
22.	AÏHOU K.	72.	HOUNKPEVI D.	122.	TAÏWO N.
23.	AÏSSAN A. N.	73.	HOUNMENOUC.	123.	TEKA O.
24.	AKAKPO C.	74.	HOUSSOU P. A. F	124.	TENTE B.
25.	AKISSOE N.	75.	IDRISSOU TOURE M.	125.	TOSSOU C. C.
26.	AKONDE F-X	76.	IGUE A. M.	126.	TOSSOU Y. C. N.
27.	AKPODJI C. M. M. R.	77.	IHEMEHEME U.E.	127.	VENUPRASAD R.
28.	ALLAGBE C. M.	78.	KAMIROU C. S.	128.	VODOUHE M.
29.	AMADJI G.L.	79.	KANMADOZO C	129.	YACOUBOU M.
30.	AMAGNIDE A.	80.	KODJO S	130.	YALLOU C. G.
31.	ANATO V.	81.	KOGBETO M-J	131.	YEDOMONHAN H.
32.	ANIHOUVI V.B.	82.	KOTCHONI S.	132.	YEHOUENOU E.
33.	APLOGAN D.	83.	KOUKE R.	133.	ZANDJANAKOU-TACHIN M.
34.	ASSANI R.	84.	KUIVON DOHOU S.	134.	ZOCLI B.
35.	ASSOGBA KOMLAN F.	85.	LALEYE P.		
36.	ASSOGBA S.	86.	LOKOSSOU B.		
37.	ATCHADE T. G.S.	87.	MALIKI R.		
38.	ATTA M.	88.	MENSAH A. C. G.		
39.	AZELOKONON O.	89.	MENSAH G. A		
40.	BABA-MOUSSA L.	90.	METOHOU R.		
41.	BADOU A.	91.	MONGBO L. R.		
42.	BELLO I.	92.	MOUSSIBAOU O. S.		
43.	BELLO S.	93.	NAQUIN P.		
44.	BERTIN P.	94.	N'DJOLOSSE K.		
45.	BOKONON-GANTA A.H.	95.	NONFON R. C.		
46.	BOUKARI A.S.	96.	NOUMAVO P.A.		
47.	CAPO-CHICHI D. B. E.	97.	NOURATOU B.		
48.	CHABI R.B.	98.	OGOOWALE E.		
49.	CHIKOU A.	99.	OKE L. D. J O.		
50.	CHRYSOSTOME C.	100.	OLOU D.		

Valorisation de la coque des noix cajou à travers l'extraction du baume de cajou et l'utilisation du résidu de pressage comme brique combustible

A. Hounyevou Klotoé, S. W. Padonou et J. L. Ahounou

Programme Technologies Agricole Alimentaire, Centre de Recherches Agricoles d'Agonkanmey, Institut National des Recherches Agricoles du Bénin - Auteur de correspondant : Agossou HOUNYEVOU KLOTUE, E-mail : klotagos2@gmail.com.

Résumé

Le cajou est cultivé essentiellement pour sa noix dont l'amande est utilisée dans l'alimentation humaine. C'est un important pourvoyeur de devises à cause de son importance dans les transactions commerciales internationales. Au Bénin, les grandes entreprises transformatrices de la noix cajou en amandes sont souvent confrontées à la difficulté de gestion des coques qu'elles ne parviennent pas à valoriser totalement. Cependant, cette coque contient un liquide corrosif appelé baume de cajou (cashew nut shell liquid ou CNLS) utile dans divers domaines industriels. Comme ce baume peut fournir un revenu additionnel au transformateur de noix, le produit résiduel après l'extraction du baume peut aussi être utilisé. Par conséquent, des chercheurs de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) ont mené des travaux de valorisation des coques de noix cajou à travers l'extraction du baume cajou à l'aide d'une presse à huile palmiste puis la production de briquettes combustibles à partir du tourteau de pressage à la suite de sa carbonisation avec un four métallique à charbon fabriqué durant l'étude. L'évaluation technique de cette extraction du baume a permis d'évaluer la capacité horaire de la presse qui a été de 186,10 kg/h et le rendement à l'extraction du baume qui a été de 33,33%. Les briquettes obtenues étaient de forme cylindrique, de diamètre $33,5 \pm 0,05$ mm, de longueur $68,4 \pm 0,21$ mm et de masse moyenne de $55,61 \pm 1,89$ g. Les caractéristiques de ces équipements et le pouvoir calorifique inférieur des briquettes sont en cours d'évaluation.

Mots clés : coque de noix cajou, presse à huile palmiste, baume, four à charbon, brique.

INTRODUCTION

La noix de cajou ou anacarde est le fruit de l'anacardier (*Anacardium occidentale*) et son amande comestible constitue le principal produit de cette plante. Au Bénin, l'anacarde est la deuxième culture d'exportation après le coton (Tandjiekpon, 2010) et représente 8% de la valeur totale des exportations en 2008, 7% du PIB agricole et 3% du PIB national. Cette performance est due à l'intérêt que lui portent les producteurs et autres opérateurs économiques. D'une part, cet intérêt se traduit par l'accroissement des superficies des plantations d'anacardières qui sont passées de 165.000 ha en 1998 à 191.000 ha en 2007 (PSRSA, 2010). L'aire géographique de cette production s'étend du Sud (Abomey dans le département du Zou) au Nord (Gamia dans le département du Borgou). D'autre part, les exportations de noix brutes d'anacarde du Bénin vers le marché international (Chine, Indonésie, Vietnam, Union Européenne, etc.) ont beaucoup évolué ces dernières années, en passant de 19.174 tonnes en 1997 à 69.357 tonnes en 2006 (PSRSA, 2010). Outre l'exportation des noix brutes, l'anacarde produit au Bénin fait aussi l'objet de transformation locale. Selon Tandjiekpon (2010), environ 1.800 tonnes de noix sont transformées par an par les industries modernes et par les méthodes traditionnelles (FBSPL, 2008). Les méthodes traditionnelles de transformation sont différentes de celles utilisées industriellement car elles utilisent le caractère inflammable du baume contenu dans la coque. Au niveau des industries modernes, les noix cajou subissent dans la plupart des cas un traitement à la vapeur qui permet de ramollir leur coque, de faciliter leur décorticage manuel pour ne pas abîmer les amandes extraites. Le traitement industriel des noix de cajou génère plusieurs sous-produits tels que les coques, les pellicules débarrassées de l'amande et même le baume. En effet, la coque, l'amande et le baume représentent respectivement environ 50%, 25% et 25% de la masse de la noix brute (Rajapakse et al. 1977; Ramanan et al. 2008; Santos and Magalhães 1999). Les sous-produits issus du traitement des noix de cajou sont aussi valorisés sous diverses formes. Les coques étant de la biomasse solide, sont utilisées en combustion directe comme combustibles dans les fours, les chaudières ou foyers, combustibles gazeux après leur gazéification et enfin transformées en charbon et en huile après leur pyrolyse. Quant au baume de cajou ou CNSL (Cashew Nut Shell Liquid), il est extrait des coques de cajou par divers procédés chimiques ou mécaniques. C'est une huile essentielle qui est dense, visqueuse qui, après traitement, est utilisée dans divers domaines industriel et artisanal comme peinture (Lubi et Thachil, 2000), protection des métaux, isolant électrique, garniture de freins, pesticides, insecticides (Behrens, 1996), anti-émulsionnant, solvant (Ettien, 2010), etc. Malgré l'existence de ces différents procédés de valorisation de la coque à travers le monde, au Bénin, les grandes entreprises transformatrices de noix cajou en amandes sont encore confrontées à la difficulté de gestion des coques qu'elles ne parviennent pas à valoriser totalement. Aussi, la présente étude se propose t-elle de développer une technologie appropriée pour la valorisation des coques de cajou à la travers l'extraction du baume puis la production de briquettes combustibles à partir des tourteaux de coques issues de l'extraction du baume.

MATERIELS ET METHODES

Matériels

Les coques de noix de cajou utilisées au cours de cette expérimentation ont été collectées à Parakou au niveau de l'usine de traitement de noix cajou en amande dénommée NAD & Co Industries. Pour l'extraction du baume cajou, une presse à vis continue (Expeller) de puissance 15 CV développée pour l'extraction d'huile palmiste a été utilisée pour le pressage à froid des coques de noix cajou (Figure 1). Concernant la production de briquettes de coques de noix cajou, le matériel utilisé est constitué de charbon du tourteau de cajou issu de l'extraction du baume et l'amidon de manioc comme liant. Quant aux équipements, un four métallique pour transformer le tourteau de coque en charbon et une presse manuelle à leviers pour le compactage des briquettes ont été aussi utilisés (Figure 2 et 3). La presse à huile palmiste est composée d'une trémie, d'une cage de pressage à l'intérieur de laquelle tourne une vis sans fin. Le four métallique est composé de deux sections cylindriques et d'un couvercle conique. Il est muni de six cheminées dont quatre à sa base et deux au sommet (Figure 2). La presse manuelle à leviers est constituée de deux plateaux dont l'un amovible à 16 pistons et le second immobile à 16 moules, d'un châssis et deux leviers dont l'un pour actionner le plateau de pistons et l'autre pour éjecter les briquettes cylindriques après leur compactage (Figure 3).



Figure 1. Presse à vis continue (Expeller)



Figure 2. Carbonisateur



Figure 3. Presse manuelle à leviers

Méthodes

Extraction du baume cajou et mise au point des briquettes

A ce stade, 100 kg de coque de noix cajou ont été traitées à l'aide de la presse à vis continue et le baume extraite a été recueilli. Ce traitement a été répété 3 fois. Après le chargement du carbonisateur à l'aide de tourteaux de coque cajou suivi de la pose de son couvercle, le feu a été allumé à quatre endroits proches des cheminées de la base. Ensuite le four a brûlé pendant plusieurs minutes jusqu'à ce que les parois inférieures deviennent très chaudes. A cet instant, la base du four a été recouverte de terre afin de boucher toutes les orifices de passage de l'air. En raison de l'absence de l'air, le tourteau chargé s'est carbonisé et le charbon de coque de cajou est ainsi obtenu.

Pour la mise au point des briquettes, le tourteau de coque de cajou issu du pressage a été transformé en charbon avec l'utilisation du carbonisateur. Après son refroidissement, le charbon ainsi obtenu a été moulu finement à l'aide d'un moulin à meules pour céréales. L'amidon de manioc a été utilisé comme liant dans la proportion de 95% de poudre de charbon de coque de cajou et 5% d'amidon de manioc en plus de l'eau. Le mélange ainsi obtenu après malaxage a été introduite dans les moules de la presse manuelle à leviers puis compacter par l'action des pistons de la plaque mobile de l'équipement. Ainsi, 16 briquettes cylindriques sont produites par compactage. Une fois éjectées des moules, les briquettes sont séchées au soleil pendant 20 jours.

Caractérisation des briquettes

Après séchage, les caractéristiques physiques et thermiques des briquettes ont été déterminées. Il s'agit des dimensions des briquettes (diamètre et la hauteur), de la densité, du taux d'humidité et du taux de combustion. Les briquettes produites étant de forme cylindrique, leur diamètre et leur hauteur ont été mesurés à l'aide d'un pied à coulisse sur un échantillon de 20 briquettes prises au hasard. Le volume et le poids des briquettes ont été évalués afin de déterminer leur densité. Sur un échantillon de 20 briquettes, le poids a été pris avec une balance de laboratoire de précision 10^{-4} ; tandis que le volume moyen des briquettes a été calculé d'après leurs dimensions. La valeur moyenne de la densité a été obtenu à partir de 3 series de mesures sur chaque briquette. Le taux d'humidité a été déterminé suivant la méthode AOAC, (1984) N°27.005 à partir de 5 g de l'échantillon de briquette moulue. Ce taux a été déterminé par pesée différentielle après passage à l'étuve à 105°C pendant 24 heures.

Le taux de combustion étant la masse de combustible consommé (les briquettes de coques de noix de cajou) pour une minute de combustion (www.aprovecho.org), alors le test d'ébullition de l'eau a été utilisé. Ainsi, 3 litres d'eau contenue dans une marmite en aluminium ont été portés à ébullition par la combustion de 1,5 kg de briquettes de coque de cajou produites par l'utilisation d'un foyer cloporte carré et puis l'évaluation de la quantité de briquettes consommée. Ce test d'ébullition a été comparé à celui réalisé avec du charbon de bois comme combustible solide dans les mêmes conditions.

RESULTATS ET DISCUSSION

Extraction du baume et briquettes produites

La capacité horaire de la presse à vis continue (Expeller) pour l'extraction du baume a été de 186,10 kg/h avec un rendement à l'extraction de 33,33%. Des briquettes à base de 95% de charbon de coque de noix de cajou et 5% d'amidon de manioc comme liant ont été produites à basse pression (Figure 4). Ces briquettes de forme cylindrique, une fois séchées, sont bien fermes et sans odeur.



Figure 4. Briquette à 5% d'amidon + 95% de charbon de coque de noix cajou

Caractéristiques physiques et taux de combustion des briquettes

D'après les résultats obtenus, les briquettes produites sont de forme cylindrique et mesurent $33,5 \pm 0,05$ mm de diamètre et $68,4 \pm 0,21$ mm de long. Elles ont une masse de $55,61 \pm 1,89$ g et une densité de 910 kg/m^3 . Ce taux de combustion est de $0,05 \text{ kg/mn}$ pour les briquettes utilisées avec un taux d'humidité de $3,59\%$ contre $0,07 \text{ kg/mn}$ pour le charbon de bois avec un taux d'humidité de $3,45\%$ (Figure 5). Cet essai a aussi prouvé que les briquettes produites à base de charbon de coque de noix de cajou brûlent autant que le charbon de bois dont la production est l'une des causes de la déforestation au Bénin.



Figure 5. Test de combustion des briquettes

CONCLUSION

La valorisation des coques de noix de cajou par l'extraction du baume d'une part et la production de briquettes combustibles avec utilisation d'un liant tel que l'amidon de manioc d'autre part est possible. La promotion de ces deux technologies permettra d'améliorer non seulement les revenus des transformateurs industriels de noix de cajou en amandes mais aussi d'assainir l'environnement de leurs usines. Cette valorisation des coques de noix de cajou peut procurer d'autres avantages tels que la réduction significative de l'utilisation du charbon de bois d'où la réduction de la déforestation, puis la création d'emplois nouveaux pour ceux qui veulent s'investir dans la production de ces briquettes afin de les mettre à la disposition des ménages béninois.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient très sincèrement le PPAO-Bénin pour avoir financé la présente étude.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AOAC., 1984. Official Methods of Analysis. 13th edition Washington, pp. 56-132.
- Behrens R., 1996. Cashew as an Agroforestry Crop, Tropical Agriculture. Margraf Verlag, Weikersheim, Germany.
- Ettien A., 2010. Pré-étude de valorisation énergétique de coques d'anacarde. Mémoire de Master. 38 p.
- Foretell Business Solutions Private Limited, 2008. Cashew handbook. A global perspective. First Edition, 261 p.
- Lubi M. C. & Thachil E. T., 2000. Cashew nut shell liquid (CNSL)- a versatile monomer for polymer synthesis. International journal of polymeric materials. 39(2):123-153.
- PSRSA, 2010. Plan Stratégique de Relance du Secteur Agricole. DPP/MAEP. 112 p.
- Rajapakse R. A., Gunatillakeand P. A. & Wijekoon K. B., 1977. A Preliminary study on processing of cashew-nuts and production of cashew nut shell liquid (CNSL) on a commercial scale in Sri Lanka. J.Ntn.Sci.Coun.Sri Lanka. 5 (2):117-124.
- Santos M. L. & Magalhães G. C., 1999. Utilisation of Cashew Nut Shell Liquid from *Anacardium occidentale* as Starting Material for Organic Synthesis: A Novel Route to Lasiodiplo-din from Cardols. J. Braz. Chem. Soc. 10(1):13-20.
- Tandjiékpon A., 2009. La filière anacarde au Bénin: Problématique, enjeux sociaux, économiques, environnementaux et perspectives. Formation internationale en gestion durable des forêts et certification forestière (03 au 13 Mars 2009 au Bénin). ASDI & SSC-Forestry. 32 diapositives. www.anacardium.info/.../Communication__anacarde_SSC_Forestry2009

Ramanan V. M., Lakshmanan E., Sethumadhavan R. & Renganarayanan S., 2008. Performance prediction and validation of equilibrium modeling for Gasification of cashew nut shell char. Brazilian Journal of Chemical Engineering. 25(03):585-601.

<http://www.aprovecho.org>, consulté le 30 juin 2015.