

Cinquième article : Caractérisation physique et valorisation des amandes de trois espèces de courge (*Citrulus lanatus*, *Lagenaria siceraria* et *Cucumeropsis edulis*) produites au Bénin

Par : A. Salifou, C. Alidou, F. P. Tchobo et M.M. Soumanou

Pages (pp.) 37-45

Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) - Numéro 78 – Décembre 2015

Le BRAB est en ligne (on line) sur le site web <http://www.slire.net> et peut être aussi consulté sur le site web de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) <http://www.inrab.org>

ISSN sur papier (on hard copy) : 1025-2355 et ISSN en ligne (on line) : 1840-7099  
Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin



**Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)**

Centre de Recherches Agricoles à vocation nationale basé à Agonkanmey (CRA-Agonkanmey)

Service Informatique Scientifique et Biométrie (PIS-B)

01 BP 884 Recette Principale, Cotonou 01 - République du Bénin

Tél.: (229) 21 30 02 64 / 21 13 38 70 / 21 03 40 59 ; E-mail : [brabinrab@yahoo.fr](mailto:brabinrab@yahoo.fr) / [craagonkanmey@yahoo.fr](mailto:craagonkanmey@yahoo.fr)

## Caractérisation physique et valorisation des amandes de trois espèces de courge (*Citrulus lanatus*, *Lagenaria siceraria* et *Cucumeropsis edulus*) produites au Bénin

A. Salifou<sup>11</sup>, C. Alidou<sup>11</sup>, F. P. Tchobo<sup>11</sup> et M.M. Soumanou<sup>11</sup>

### Résumé

L'objectif de l'étude était d'évaluer les systèmes de transformation et d'utilisation, ainsi que l'apport nutritif de trois espèces de courges (*Citrulus lanatus*, *Lagenaria siceraria* et *Cucumeropsis edulus*) produites au Bénin. Ainsi, une enquête semi-structurée a été réalisée au sein des groupements de femmes transformatrices des graines de courge en produits dérivés dans la ville de Porto-Novo (Sud Bénin). Au total, 60 transformatrices ont été enquêtées. Après la caractérisation physique des graines, la valorisation des amandes des trois espèces de courges a été effectuée par les transformatrices, pour la production des beignets. Les résultats obtenus ont montré que la résistance minimale à la rupture des graines non décortiquées était 2 à 3 fois plus faible que celle à l'écrasement des amandes. La force de rupture des graines de *Citrulus lanatus* et de *Cucumeropsis edulus* était 2 fois plus élevée que celle de *Lagenaria siceraria*. Les analyses physico-chimiques ont révélé une différence significative ( $p < 0,05$ ) au niveau des teneurs en nutriments dans les beignets par rapport à la poudre de courge. Les teneurs en lipides, protéines, cendres et en sucres totaux des amandes, étaient comprises respectivement entre 49,51 et 52,15%, 18,46 et 31,41%, 4,46 et 4,68% puis 3,12 et 7,68%. Les résultats des tests sensoriels ont montré que 61,9% des dégustateurs ont préféré l'odeur des beignets frits et braisés qui doivent, de ce fait, être vulgarisés dans le volet de la promotion des produits à base de courge.

**Mots clés** : Courges, caractéristiques physiques, valorisation, beignets, Bénin.

### Physical characterization and valorization of three squash species (*Citrulus lanatus*, *Lagenaria siceraria* et *Cucumeropsis edulus*) kernels produced in Benin

### Abstract

The study aimed to evaluate the processing systems, uses, and nutrient intake of three species of squash (*Citrulus lanatus*, *Lagenaria siceraria*, *Cucumeropsis edulus*) produced in Benin. Thus, a semi-structured survey was conducted among groups of women who processed the seeds of squash in derivatives products in Porto-Novo (Southern Benin). A total of 60 producers were surveyed. After the physical characterization of seeds, the valorization of kernels was performed through fritters production. Obtained results showed that the minimum breaking resistance of unshelled seeds was 2 to 3 times lower than that to crush almonds. The breaking strength of seeds of *Citrulus lanatus* and *Cucumeropsis edulus* was twice higher than that of *Lagenaria siceraria*. The physicochemical analyzes revealed a significant difference ( $p < 0.05$ ) in the nutrient contents of fritters compared to those of squash powders. The contents of fat, protein, ash and total sugar of almonds, were respectively between 49.51 and 52.15%, 18.46 and 31.41%, 4.46 and 4.68% and 3.12 and 7.68%. The results of sensory analysis indicated that 61.9% of the tasters preferred the smell of fried and braised fritters which must, therefore, be popularized in the part of the promotion of derivate products from squash.

**Key words**: Squash, physical characteristic, valorization, fritters, Benin.

<sup>11</sup>MSc. Adam SALIFOU, Unité de Recherche en Génie Enzymatique et Alimentaire (URGEA), Laboratoire d'Etude et de Recherche en Chimie Appliquée (LERCA), Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC), Université d'Abomey-Calavi (UAC), 01 BP 2009, Cotonou, E-mail : [salifou\\_adams@yahoo.fr](mailto:salifou_adams@yahoo.fr), Tél. : (+229)97310936, République du Bénin

MSc. Cherif ALIDOU, URGEA/LERCA/EPAC/UAC, 01 BP 2009, Cotonou, E-mail : [chrifalidou@yahoo.fr](mailto:chrifalidou@yahoo.fr), Tél. : (+229)97254731, République du Bénin

Dr. Fidèle P. TCHOBO, URGEA/LERCA/EPAC/UAC, 01 BP 2009, Cotonou, E-mail : [fideletchobo@yahoo.fr](mailto:fideletchobo@yahoo.fr), Tél. : (+229)95724776, République du Bénin

Pr. Dr Ir. Mohamed M. SOUMANOU, URGEA/LERCA/EPAC/UAC, 01 BP 2009, Cotonou, E-mail : [msoumanoufr@yahoo.fr](mailto:msoumanoufr@yahoo.fr), Tél. : (+229)97 87 78 70, République du Bénin

## INTRODUCTION

Le marché mondial des oléagineux a connu un développement spectaculaire au cours des trente dernières années dans la production des graines, des huiles végétales et des tourteaux (FAO, 2007). Une grande partie de la production mondiale d'oléagineux provient des pays en développement. Parmi ceux-ci se retrouvent certaines espèces de cucurbitacées dont les courges. Il s'agit d'espèces végétales riches en protéines et pouvant constituer une solution alternative aux nombreux problèmes de malnutrition protéino-énergétique, comme rapportée par Ake (1984), Zoro Bi *et al.* (2003), Achu *et al.* (2005). Cependant, la présence dans ces graines des facteurs antinutritionnels, réduit la valeur nutritionnelle de ces protéines. Toutefois, selon Badifu, (2001) les traitements thermiques réduisent l'activité de ces facteurs antinutritionnels.

Au Bénin, la valorisation des oléagineux prend en compte quelques espèces végétales dont l'arachide, le coton, le soja et le palmier à huile. Toutefois, il existe d'autres oléagineux non conventionnels tels que les courges (*Citrullus lanatus*, *Lagenaria siceraria*, *Cucumeropsis edulus*), dont l'importance ne doit être négligée (Maloumbi, 2006). En effet, *Citrullus lanatus* est une plante potagère herbacée. Elle forme une liane rampante portant de longues vrilles. Les feuilles, de forme généralement triangulaire, sont transformées en vrilles permettant à la plante de s'accrocher et de grimper sur des supports variés. Sur le même pied, se retrouvent les fleurs mâles et fleurs femelles qui laissent place à de gros fruits ovales ou ronds (Erhirhie et Ekene, 2013). *Lagenaria siceraria* quant à elle est une plante annuelle, rampante ou grimpante, à longues tiges ramifiées munies de vrilles rameuses opposées aux feuilles. Le fruit charnu, de forme variable, sphérique ou allongé, souvent ressemblant à une bouteille ou à une amphore, avec une partie renflée et un col plus ou moins long. Elle est parfois consommée à l'état frais comme légume ou plus souvent utilisée à l'état sec pour fabriquer divers objets (Sharma *et al.*, 2012). *Cucumeropsis edulus* est une variété mieux appréciée par les producteurs et les consommateurs pour ses qualités organoleptiques. Cependant, cette variété présente de très faibles performances productives, combinées avec un cycle long (Achigan Dako *et al.*, 2006 ; Achigan Dako *et al.*, 2008). Les graines de ces différentes espèces sont seulement consommées et constituent une source de protéines, de matières grasses et d'énergie sur la côte du golfe de Guinée (Nigeria, Bénin, Togo, Ghana et Côte d'Ivoire). Toutefois, leur valorisation à l'échelle industrielle est encore embryonnaire. Ainsi, la présente étude vise à valoriser les graines de quelques espèces de Cucurbitacées cultivées au Bénin à travers la caractérisation physique et physicochimique des amandes, ainsi que la qualité nutritionnelle des produits dérivés.

## MATERIEL ET METHODES

Le matériel végétal utilisé pour la présente étude était essentiellement constitué des graines de trois espèces de courge (*Citrullus lanatus*, *Lagenaria siceraria* et *Cucumeropsis edulus*) récoltées sur le site expérimental du département de la Production et Santé Animale (PSA) de l'Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC) de l'Université d'Abomey-Calavi (UAC). Afin d'identifier les différents usages de ces espèces de courges en agroalimentaire, une enquête semi-structurée a été réalisée auprès des transformatrices de courges situées à Porto-Novo (Sud-Bénin). Au total, 60 transformatrices choisies pour leur aptitude et leur ancienneté ont été enquêtées. Ensuite, les différentes espèces de courges ont été transformées selon le diagramme technologique décrit à la figure 1.

La couleur des amandes a été déterminée à l'aide d'un chromamètre Minolta CR-400 (Konica Minolta Sensing, Inc., Osaka, Japan). La force de résistance des graines des trois espèces de courge (*Citrullus lanatus*, *Lagenaria siceraria* et *Cucumeropsis edulus*) a été effectuée au moyen d'un dispositif de mesure de dureté HARDNESS TESTA (Fujiharaseisakusho LTD, Tokyo, Japon).

La teneur en eau a été déterminée sur les échantillons de beignets produits à partir des amandes selon la méthode A.O.A.C (1984) 44-15A. La teneur en cendres totales a été déterminée par la méthode AOAC (1984) après l'incinération des échantillons de beignets à 550 °C pendant 12 h dans un four électrique. La teneur en matière grasses a été déterminée sur les différents échantillons de beignets suivant la méthode de Soxhlet (AOAC, 1984) après l'extraction à l'extracteur de Soxhlet. La distillation a été faite à l'aide d'un évaporateur rotatif sous vide dans un bain-marie à 60 °C. La teneur en sucres totaux a été déterminée par la méthode colorimétrique au phénol-sulfurique développée par Dubois *et al.* (1959). La teneur en protéines a été déterminée par la méthode de Kjeldahl (AOAC, 1984).

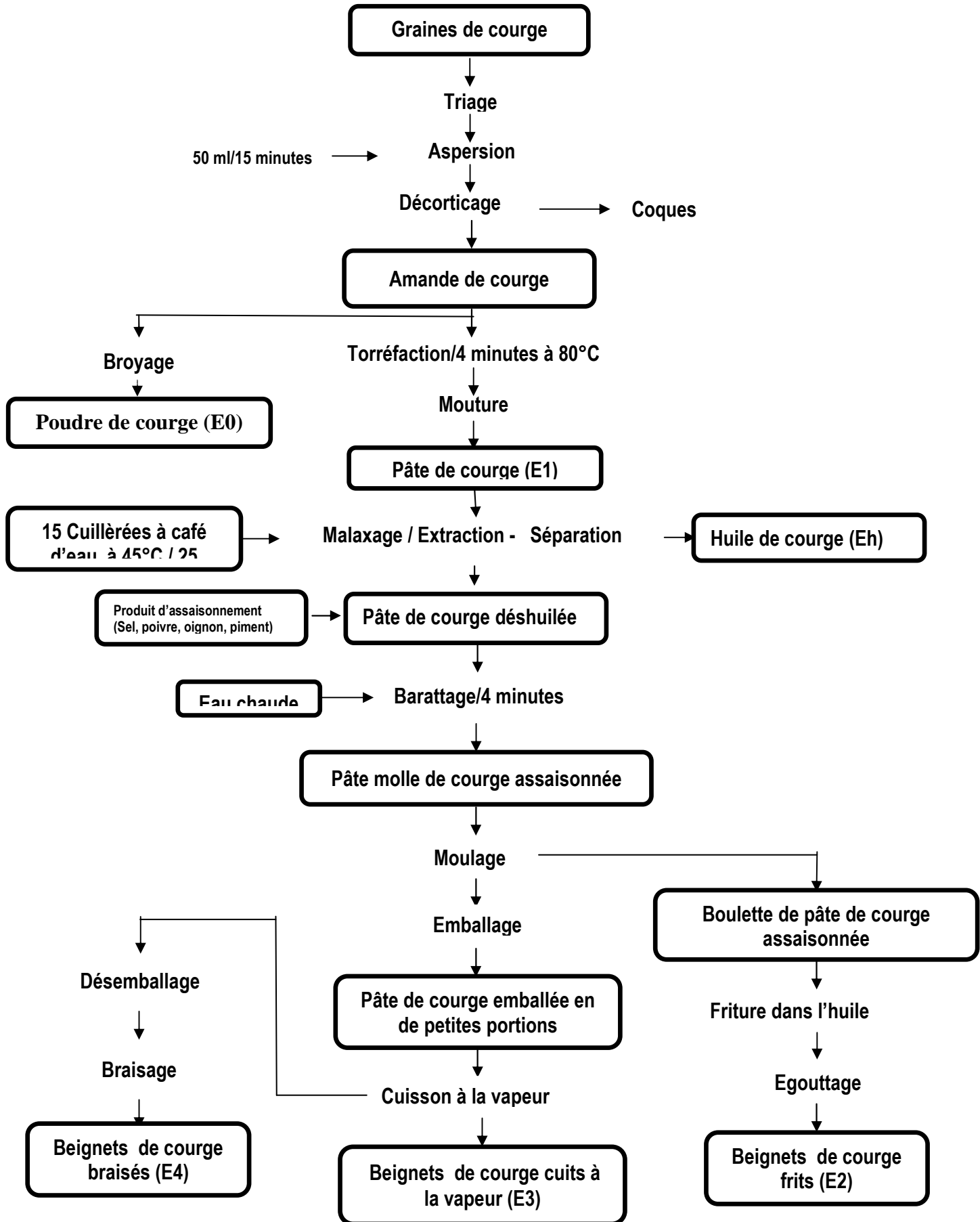


Figure 1. Production des différents types de beignets de courge

## RESULTATS ET DISCUSSION

### Perception des transformatrices sur les critères de qualité et d'appréciation des courges

Plusieurs variétés de courge étaient actuellement cultivées et utilisées pour diverses transformations au Bénin. Les différentes variétés de courge couramment utilisées ou non par les transformatrices ont été présentées dans le tableau 1. La variété kilonon « a » de l'espèce *Citrillus lanatus* était la plus utilisée. En effet, toutes les transformatrices interviewées utilisaient cette variété contre 16,67% d'utilisation pour la variété d'Aklamkpa « b » de l'espèce *Lagenaria siceraria* qui est utilisée par moment. Environ 83,33% des transformatrices interviewées n'ont pas une parfaite connaissance de l'utilisation de la variété Zohan « c » de l'espèce *Cucumeropsis edulus*.

Tableau 1. Différentes variétés de courge couramment utilisées ou non par les transformatrices

Nom des variétés de courges utilisées	Proportions des transformatrices (%)
<i>Citrillus lanatus</i> « a »	100
<i>Lagenaria siceraria</i> « b »	16,67
<i>Cucumeropsis edulus</i> « c »	0

Les critères d'appréciation de la qualité et l'aptitude des graines de courge transformées par les transformatrices enquêtées ont été présentés dans le tableau 2. Selon elles, la disponibilité, le cycle de reproduction, le coût des graines et le décorticage facile sont les quatre principaux critères d'appréciation de la qualité et de choix des graines. En effet, les réponses favorables des transformatrices interviewées pour les quatre critères ont été 100% pour la disponibilité des graines de courge, contre 96,67% pour le cycle rapide, 86,67% pour le faible coût d'achat et 66,67% pour la facilité de décorticage. Selon les transformatrices enquêtées, la variété de kilonon « a » de *Citrillus lanatus* répondait plus à tous ces critères. Ces résultats corroborent la conclusion de Salifou *et al.* (2015) selon laquelle l'espèce *Citrillus lanatus* est plus répandue et plus disponible. Du point de vue écoulement sur le marché local, des produits (beignets et huile) issus de la transformation de la variété *C. lanatus*, plus de 80% des transformatrices interrogées (25/30) ont avoué que les produits s'écoulaient plus vite sur le marché. De plus, elles font une marge bénéficiaire acceptable par rapport à la vente des graines non transformées. La principale raison évoquée par ces transformatrices est que ces produits malgré leur richesse en protéines coûtent moins chers par rapport aux produits d'origine animale telle que le lait, le wagashi ou warangashi, etc. Par conséquent, les transformatrices interviewées ont une parfaite connaissance sur les critères de choix pour apprécier la qualité des graines de courge à transformer. Il s'agit de la disponibilité, du cycle rapide, du faible coût d'achat et le décorticage facile des graines de courge. A travers la présente étude, la qualité protéique de ces produits est aussi liée à la variété de courge et les méthodes de transformations.

Tableau 2. Critères d'appréciation du choix kilonon « a » de courge (*C. lanatus*) avant transformation

Critères	Proportion des transformatrices (%)	Rang
Disponibilité	100	1 <sup>er</sup>
Cycle rapide	96,67	2 <sup>ème</sup>
Faible coût d'achat	86,67	3 <sup>ème</sup>
Facilité au décorticage	66,67	4 <sup>ème</sup>

### Méthodes endogènes de production des beignets de courge

Des résultats obtenus lors des investigations préliminaires sur la méthode de production des beignets au niveau des transformatrices, la méthode de séparation des matières grasses et l'intensité de production des beignets, ont montré que les beignets de courge étaient produits par des groupements spécialisés de femmes de Porto-Novo et avaient pour nom « Avlouda » en gongbé (une langue parlée au Sud-Bénin) et « Afobèbou ou Wanhinan ou Akaraegusi » en yoruba (une autre langue parlée au Sud-Bénin). La technique de production utilisée par ces transformatrices était empirique et transmise de génération en génération.

## Caractéristiques physiques des graines et amandes des cucurbitacées cultivées au Bénin

Les résultats de la détermination de la couleur, de la force de rupture des graines et de la résistance à l'écrasement des amandes de courge ont été présentés dans le tableau 3 en annexes. Les paramètres comme les couleurs des graines non décortiquées, différaient significativement ( $p < 0,05$ ) de ceux des amandes pour les deux années d'expérimentation. Les graines non décortiquées de *Cucumeropsis edulus* ont présenté une clarté ( $L^*$  variant de  $72,80 \pm 0,12$  à  $73,40 \pm 0,07$ ) plus élevée, avec une saturation en rouge ( $a^*$  variant de  $0,58 \pm 0,12$  à  $0,59 \pm 0,08$ ) et en jaune ( $b^*$  variant de  $13,76$  à  $13,78$ ) relativement plus faibles. La saturation en rouge faible a été aussi observée au niveau des amandes de *Cucumeropsis edulus*. Les graines de *Citrillus lanatus* et *Lagenaria siceraria* étaient naturellement plus colorées que celles de *Cucumeropsis edulus*.

La résistance minimale à la rupture des graines non décortiquées ( $35,2 \pm 2,10$  à  $33,82 \pm 4,40$  N) était inférieure dans l'ordre de 2 à 3 fois de celle des amandes ( $69,64 \pm 12,2$  à  $89,40 \pm 15,9$  N). Ce paramètre de rupture pour les graines de *Lagenaria siceraria* était significativement ( $p < 0,05$ ) différent de celui de *Citrillus lanatus* et *Cucumeropsis edulus*. La force de rupture des graines de *Citrillus lanatus* et *Cucumeropsis edulus* était 2 fois celle de *Lagenaria siceraria* (figure 2). Cet écart peut faciliter plus pour *Lagenaria siceraria*, la pénétration des rayons solaires lors du séchage des graines. Le séchage des graines peut être considéré comme un facteur pouvant influencer non seulement la force de rupture des graines non décortiquées mais aussi de leurs amandes. Les travaux de Aïssi *et al.* (2011), sur les graines de *Pentadesma butyraceae* ont montré que la résistance minimale à la rupture des graines bouillies ( $611,84 \pm 302$ ) a été supérieure à celle des graines torréfiées ( $582 \pm 247$ ). Cet écart peut s'expliquer par la forte densité des graines bouillies séchées et éventuellement par leur faible teneur en eau. De même, la résistance minimale des amandes de karité du Burkina trouvée par Yé et Destain (2004) a été de  $365 \pm 147$  N. La mesure de la force minimale à la rupture des amandes de karité collectées au Bénin a indiqué une valeur moyenne de  $399,26 \pm 115$  N (Ahouansou *et al.*, 2008). Les valeurs élevées de la force de rupture de ces matrices contrairement à la force de rupture des graines de courge peut être une indication indispensable pour la conception et l'optimisation d'équipements destinés pour le décortiquage de ces graines, mais aussi pour la transformation de leurs amandes.

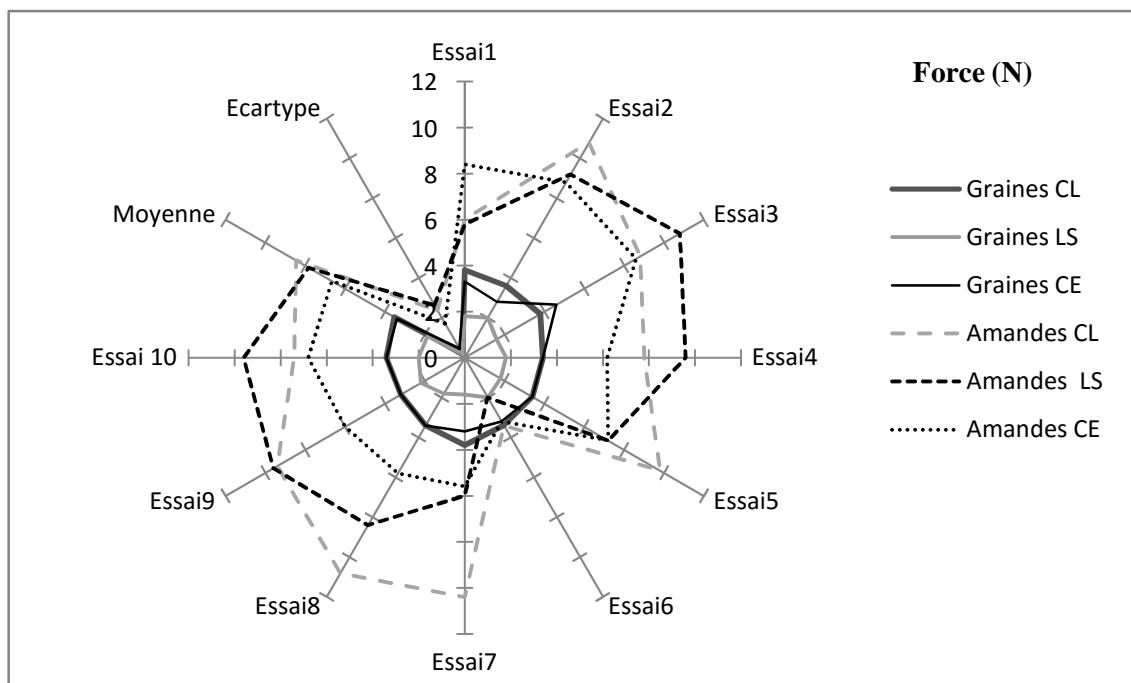


Figure 5. Relation entre la force de rupture des graines et de résistance à l'écrasement des amandes des trois espèces de courge.

### Effet de la torréfaction sur la couleur et l'épaisseur des amandes de courge

La comparaison des moyennes des paramètres de couleur et d'épaisseur des amandes torréfiées des différentes espèces de courge a montré une différence significative ( $p < 0,05$ ) entre la clarté  $L^*$  de *Citrillus lanatus* et celle de *Lagenaria siceraria* puis de *Cucumeropsis edulus* (tableau 4 en annexes).



Par contre la saturation au rouge  $a^*$  de *Cucumeropsis edulis* différait de façon significative ( $p < 0,05$ ) de celle de *Citrillus lanatus* et *Lagenaria siceraria* (tableau 4 en annexes). Ainsi, le décorticage des graines rend perceptible les modifications qui affectent les amandes au cours de la torréfaction. De plus, la torréfaction modifie considérablement l'épaisseur des amandes des différentes espèces de courge qui varie de 4,54 à 5,10 mm par rapport aux amandes non torréfiées dont les épaisseurs sont comprises entre 1,48 et 1,67 mm, soit environ 1/3 de la taille des amandes torréfiées. Le procédé conduisant à l'obtention de la poudre et la pâte de courge donne plus de 80% de taux de récupération. Un bon décorticage se caractérise par un taux de récupération compris entre 75 et 85% et que 90% des graines sont effectivement dépelliculées. Par contre, la diminution du taux de récupération constatée au cours de la réalisation de la pâte d'amande (E1) par rapport à la poudre (E0) est due à une réduction considérable de la teneur en eau lors de la torréfaction et des pertes lors de la mouture. En effet, la torréfaction permet de diminuer l'humidité et de précurer les produits (Maloumbi, 2006).

### Evaluation des éléments nutritifs des beignets produits

Les résultats obtenus lors de l'évaluation de la valeur nutritionnelle des beignets frits (E2), beignets cuits à la vapeur (E3) et dans les beignets obtenus par cuisson mixte (E4), réalisés à partir des graines des trois espèces de courges ont été présentés dans le tableau 5 en annexes. L'analyse de ces résultats montre une différence significative ( $p < 5\%$ ) au niveau de la composition des différents types de beignets obtenus, comparativement à celles obtenues dans la poudre de courge. Les beignets cuits à la vapeur et obtenus par cuisson mixte ont une teneur presque égale en huile et en protéines. Cependant, la teneur en protéines de ces échantillons est comprise entre 37,45 et 48,48%. Par contre, en tenant compte de la teneur en eau, les résultats obtenus indiquaient une différence significative ( $p < 0,05$ ) au niveau des beignets frits, cuits à la vapeur et obtenus par cuisson mixte. La teneur en eau des beignets frits était inférieure à celle des témoins, contrairement à celle des beignets cuits à la vapeur et obtenus par cuisson mixte, serait due au mode de cuisson.

### Profil d'évaluation sensorielle

Les résultats des tests sensoriels réalisés à travers trois critères d'appréciations (couleur; odeur et goût) à travers un panel de 42 dégustateurs ont été présentés sur la figure 3. Le goût et l'odeur des beignets frits et obtenus par cuisson mixte ont été les plus appréciés. Cependant, en tenant compte des résultats obtenus au niveau de l'acceptabilité ou du rejet des différents produits, aucun des dégustateurs n'a rejeté les produits cuits à la vapeur, avec une appréciation de l'échantillon obtenu par cuisson mixte pour sa couleur (figure 3). Au niveau de la saveur des beignets 61,9% des dégustateurs ont bien apprécié la saveur du beignet frit, contrairement aux beignets cuits à la vapeur et obtenus par cuisson mixte transformés à partir de *Citrillus lanatus* (figure 3).

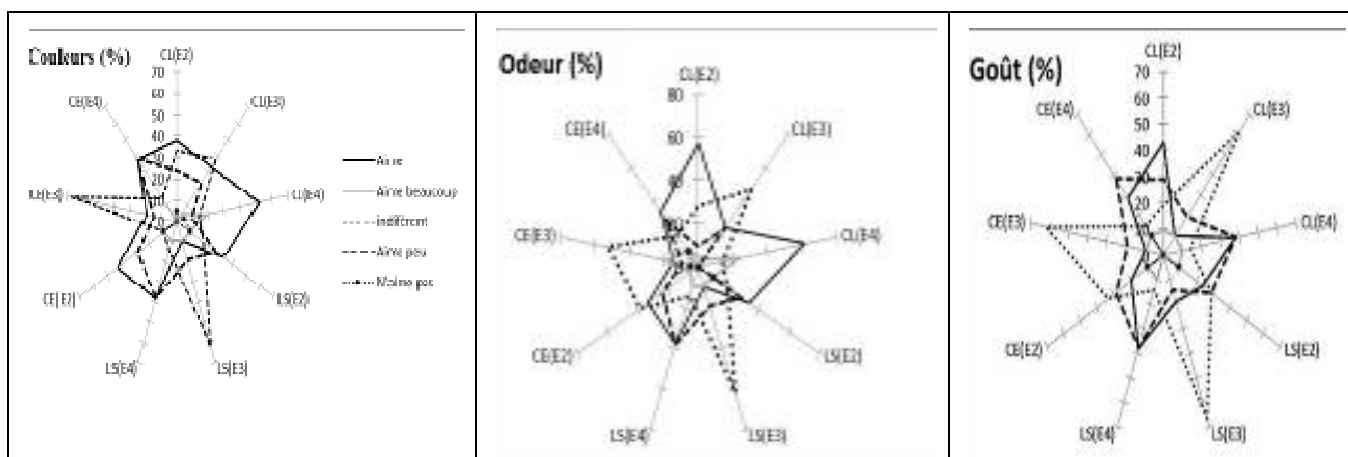


Figure 3. Profil d'évaluation sensorielle des types de beignets à base de courges

## CONCLUSION

Parmi les variétés de courge cultivées au Bénin *Citrillus lanatus* est la plus cultivée et plus disponible. Cette même variété est utilisée par les transformatrices à Porto-Novu pour la production des beignets. Ces transformatrices interviewées ont une parfaite connaissance des critères de choix (disponibilité, cycle de reproduction, coût des graines et décorticage facile) pour apprécier la qualité des graines de courge à transformer. Par ailleurs, toutes les transformatrices interrogées affirment que les graines de *Citrillus lanatus* sont plus disponibles sur le marché local et les beignets frits issus de la transformation

de ses graines s'écoulent plus vite sur le marché, et disposent d'une très bonne teneur en éléments nutritionnels. Ainsi, les méthodes appliquées aux graines de courges dans le processus de réalisation des beignets améliorent donc le potentiel nutritif du produit et apporte aussi de la valeur ajoutée, comparativement à la vente des amandes de courges.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Achu, M. B., E. Fokou, C. Tchiégang, M. Fotso, F.M. Tchouanguep, 2005: Nutritive value of some Cucurbitaceae oil seeds from different regions in Cameroon. *African Journal of Biotechnology*, 4: 13-29.
- Achigan, D. G. E., N. Fanou, A. Kouke, H. Avohou, S. R. Vodouhè, A. Ahanchede, 2006 : Evaluation agronomique de trois espèces de Egusi (Cucurbitaceae) utilisées dans l'alimentation au Bénin et élaboration d'un modèle de prédiction du rendement. *Biotechnologie Agronomie Société Environnement* 10: 121-129.
- Achigan-Dako, E. G., R. Fagbemissi, H. T. Avohou, R. S. Vodouhe, O. Coulibaly, A. Ahanchede, 2008 : Importance and practices of Egusi crops (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai, *Cucumeropsis mannii* Naudin and *Lagenaria siceraria* (Molina) Standl. cv. 'Aklamkpa') in sociolinguistic areas in Benin. *Biotechnologie Agronomie Société Environnement*. 12(4), 393-403. ISSN: 1370-6233. <http://www.scijournal.org/impact-factor-of-BIOTECHNOL-AGRON-SOC.shtml>. (IF = 0.457).
- Ahouansou, R. H., E. A. Sanya, G. Bagan, A. Foudjet, 2008 : Etude de quelques caractéristiques physiques des noix et amandes de karité produites au Bénin. *Science et Technique, Sciences Appliquées et Technologies*, 2 : 29-38.
- Aïssi, M. V., F. P. Tchobo, A. K. Natta, G. Piombo, P. Villeneuve, D. C. K. Sohounhloué, M. M. Soumanou, 2011 : Effet des prétraitements post-récolte des amandes de *Pentadesma butyracea* (Sabine) sur la technologie d'extraction en milieu réel et la qualité du beurre. *OCL*, 18 (6) : 384-392.
- AOAC, 1984: Official methods of analysis. 13<sup>th</sup> edition. Association of Official Analytical Chemist. Washington D. C.
- Badifu, G., 2001: Effect of processing on proximate composition, antinutritional and toxique contents of kernels from Cucurbitaceae species grown in Nigeria. *Journal of food composition and analysis*, 10(1):1232-1238.
- Codex Alimentarius Commission, 1999: Graisses et Huiles végétales, division 11, version abrégée FAO/WHO. Codex stan 20-1981: 23-1981.
- Erhirhie, E. O., Ekene, N. E., 2013: Medicinal Values on *Citrullus lanatus* (Watermelon): Pharmacological Review *International Journal of Research in Pharmaceutical and Biomedical Sciences*, 4 (4): 1305-1312.
- FAO, 2007 : Watermelon statistics. <http://faostat.fao.org/site/336/default.aspx> Consulté le 2 juin 2011. Caractéristiques physico-chimiques des huiles de trois espèces de Goussi cultivés au Bénin.
- Maloumbi, M. G., 2006 : Etude de la biodiversité des graines de quelques cucurbitacées d'Afrique Sub-saharienne: Mise au point d'une méthode de caractérisation de la fraction saponifiable. Thèse. Pp 21-34.
- Madrugá, M. S., Camara, F. S., 2000. The chemical composition of « multimistura » as a food supplement. *Food Chemistry*, (68) p.41-44
- Salifou, A., C. Alidou, F. P. Tchobo, M. M. Soumanou, 2015: Connaissances endogènes et importance des courges (Cucurbitacées) pour les populations autochtones productrices des graines au Bénin. *Journal of Applied Biosciences* 92:8639 – 8650.
- Sharma, S. K., R. Puri, A. Jain, M. P. Sharma., A. Sharma, S. Bohra, Y. K. Gupta, A. Saraya, S. Dwivedi, K. C. Gupta, M. Prasad, J. Pandey, N. P. Dohroo, N. Tandon, B. Sesikeran, A. K. Dorle, S. S. Handa, G. S. Toteja, S. Rao, K. Satyanarayana, V. M. Katoch, 2012: Assessment of effects on health due to consumption of bitter bottle gourd (*Lagenaria siceraria*) juice. *Indian Journal of Medical Research*, 135 (1):49-55.
- Yé, G. S., M. F. Destain, 2004 : Etude d'une presse à huile : Caractérisation technique des presses manuelles à karité existant au Burkina Faso et détermination de l'effort de concassage de l'amande de karité. Mémoire DEA. Sciences Agronomiques et Ingénierie biologique. Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, 75 p.
- Zoro Bi, I., K. K. Koffi., Y. Dje, 2003 : Caractérisation botanique et agronomique de trois espèces de cucurbits consommées en sauce en Afrique de l'ouest: *Citrullus sp.*, *Cucumeropsis mannii*, *Lagenaria siceraria*. *Biotechnologie Agronomie Société Environnement* 7:187-199.



## ANNEXES

Tableau 3. Paramètres couleur et résistance à la rupture des graines et amandes des cucurbitacées cultivées au Bénin

Echantillons		Couleurs								Résistance de la rupture (N) avec g = 10 N/kg en année	
		L* en année		a* en année		b* en année		ΔE* en année			
		1ère	2nde	1ère	2nde	1ère	2nde	1ère	2nde	1ère	2nde
Graines	CL	60,49 ±0,30a	60,65 ±0,02 a	5,05 ±0,05 a	5,05 ±0,05a	17,42 ±0,06 a	17,53 ±0,03a	36,79 ±0,13a	36,81 ±0,03a	35,20 ±2,10a	35,40 ±2,00a
	LS	57,85 ±2,25a	56,95 ±2,35 a	7,65 ±0,15 b	7,62 ±0,25b	18,58 ±1,12 a	18,38 ±1,22b	40,15 ±0,70b	40,34 ±0,92b	18,61 ±1,80b	18,60 ±1,70b
	CE	72,80 ±0,12b	73,40 ±0,07 b	0,59 ±0,08c	0,58 ±0,12c	13,76 ±0,25 b	13,78 ±0,22c	23,64 ±0,05c	23,65 ±0,06c	33,90 ±4,60a	33,82 ±4,40a
Amandes	CL	73,52 ±0,50b	73,32 ±0,72 b	3,45 ±0,05d	3,52 ±0,04d	15,63 ±0,11 c	15,68 ±0,04d	24,13 ±0,17d	24,23 ±0,54d	89,4 0±15,9 c	89,30 ±15,7 c
	LS	69,16 ±0,26b	69,04 ±0,32 b	2,95 ±0,01d	2,96 ±0,03 d	17,48 ±0,25 a	17,51 ±0,19a	28,73 ±0,00e	28,78 ±0,02e	84,80 ±16,5c	84,93 ±1,64c
	CE	70,75 ±0,48b	70,68 ±0,52 b	0,80 ±0,07e	0,82 ±0,05e	16,68 ±0,02 a	16,72 ±0,00a	26,27 ±0,14f	26,21 ±0,09 f	69,64 ±12,2d	69,80 ±13,2d

• CL« a » = graines de *Citrulus lanatus* ; LS« b » = graines de *Lagenaria siceraria* ; CE « c » = graines de *Cucumeropsis edulus*

• Les valeurs portant des lettres différentes dans la même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

Tableau 4. Comparaison des moyennes de l'effet de la température sur la couleur et épaisseur des amandes des trois espèces de courge cultivées au Bénin

Echantillons		Couleurs								Epaisseurs (mm)	
		L* en année		a* en année		b* en année		ΔE* en année			
		1ère	2nde	1ère	2nde	1ère	2nde	1ère	2nde	1ère	2nde
Amandes non torréfiées	CL	73,48±0,10a	73,42±0,62a	3,45±0,04a	3,52±0,11a	15,68±0,21a	15,63±0,04a	24,63±0,07a	24,91±0,34a	1,50±0,13a	1,48±0,02a
	LS	69,06±0,16a	69,14±0,31a	2,97±0,06a	2,96±0,08a	17,47±0,66b	17,52±0,17b	28,76±0,01b	28,76±0,12b	1,51±0,01a	1,50±0,03a
	CE	70,69±0,88a	70,64±0,62a	0,80±0,07b	0,82±0,05b	16,68±0,02b	16,72±0,00b	26,27±0,14c	26,21±0,09c	1,67±0,23b	1,63±0,10b
Amandes torréfiées	CL	53,52±0,03b	53,92±0,02b	6,24±0,15c	6,22±0,08c	17,28±0,11b	17,18±0,02b	43,93±0,10d	43,89±0,36d	4,60±0,09c	4,61±15,7c
	LS	59,16±0,26c	59,04±0,12c	5,15±0,02c	5,06±0,43c	17,48±0,25b	17,51±0,19b	32,11±0,02e	32,18±0,06e	4,54±0,15c	4,93±1,64c
	CE	58,75±0,43c	58,62±0,43b	1,59±0,37d	1,62±0,02d	16,68±0,02b	16,72±0,00b	29,88±0,16f	30,01±0,04f	5,04±0,12d	5,10±0,22d

Les valeurs portant des lettres différentes dans la même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%

• CL= graines de *Citrulus lanatus* ; LS= graines de *Lagenaria siceraria* ; CE = graines de *Cucumeropsis edulus*

Tableau 5. Composition biochimique et nutritionnelle des beignets produits

Espèces /Produits	Eau (%)		Cendres (%)		Matière grasse (%)		Matière protéique (%)		Sucres totaux(%)	
	1 <sup>ère</sup> Année	2 <sup>ème</sup> Année	1 <sup>ère</sup> Année	2 <sup>ème</sup> Année	1 <sup>ère</sup> Année	2 <sup>ème</sup> Année	1 <sup>ère</sup> Année	2 <sup>ème</sup> Année	1 <sup>ère</sup> Année	2 <sup>ème</sup> Année
CL(E0)	9,14± 0,14a	9,14±0,14a	4,15±0,07a	4,05±0,07a	49,82±0,09a	49,52±0,09a	18,44±0,03a	18,44± 0,03a	3,12±0,07a	3,14±0,03a
CL(E1)	8,50± 0,12a	8,50±0,12a	4,12±0,14a	4,02±0,14a	49,11±0,01a	49,15±0,21a	18,63± 0,27 a	18,63±0,27a	3,89±0,02b	7,86±0,07b
CL(E2)	5,16±0,08b	5,43±0,08b	4,76±0,21a	4,76±0,01a	14,41±0,09 c	14,51±0,03c	37,45± 0,59b	37,45±0,59b	3,81±0,19b	3,82±0,35b
CL(E3)	21,56±0,66c	21,46±0,62c	2,31±0,20a	2,87±0,09b	15,17±0,29c	15,17±0,21c	48,48±0,06c	48,51±0,0c	3,42±0,16a	3,39±0,23a
CL(E4)	9,85± 0,17a	9,85±0,17a	3,39±0,16a	3,29±0,76a	14,41±0,09c	14,40±0,09c	48,47±0,05c	48,37±0,15c	3,96±0,38b	3,93±0,54b
LS (E0)	6,13±0,20b	6,21±0,66b	4,46±0,08a	4,48±0,07a	52,15±0,71b	51,90±0,91b	27,48±0,76b	27,69±0,52b	7,66±0,04 b	7,68±0,90b
LS (E1)	8,52±0,02a	8,32±0,16a	4,10± 0,17a	4,18±0,24a	49,51±0,11a	49,45±0,01a	18,34±0,24a	18,63±0,21a	3,82±0,02b	3,86±0,07b
LS (E2)	5,06±0,08b	4,76± 0,22a	4,76±0,21a	4,76±0,21a	14,41±0,09c	14,51±0,03c	37,45±0,59 b	37,45±0,59 b	3,81±0,19b	3,82±0,35b
LS (E3)	21,56±0,66c	21,46±0,69c	2,31±0,20a	2,87±0,09b	15,18± 0,12c	15,17±0,22c	48,48±0,06c	48,46±0,66c	3,42±0,16a	3,39±0,23a
LS (E4)	9,77±0,12a	9,75±0,07a	3,32±0,12a	3,35±0,16a	14,04±0,09c	14,44±0,09c	48,47±0,05c	48,47± 0,05c	3,92±0,18b	3,63±0,54b
CE(E0)	9,13±0,03a	9,24±0,02a	4,62±0,26a	4,68±0,24a	49,45±1,93a	49,51±1,06a	31,21±0,69c	31,17±0,54c	4,12±0,66a	4,09±0,57a
CE(E1)	8,50±0,12a	8,51±0,02a	4,12±0,14a	4,12±0,04a	49,15±0,61a	49,25±0,11a	18,63±0,27a	18,53±0,28a	3,89±0,02b	7,86±0,07b
CE(E2)	5,26 ±0,08b	5,16±0,08b	4,76±0,21a	4,76±0,41a	14,41±0,09c	14,51±0,03a	37,45±0,59b	37,45± 0,59b	3,81±0,19b	3,82±0,24b
CE(E3)	21,56±0,66c	21,46±0,86c	2,31±0,20a	2,87±0,09b	15,17±0,22c	15,17±0,22c	48,48±0,06c	48,48± 0,06c	3,42±0,16a	3,37±0,21a
CE(E4)	9,85±0,17a	9,85±0,17a	3,39±0,16a	3,39±0,16a	3,38±0,86a	14,41±0,09c	14,14 ±0,89c	48,47±0,05c	3,96±0,38b	3,93±0,04b

CL= graines de *Citrus lanatus* ; LS= graines de *Lagenaria siceraria* ; CE = graines de *Cucumeropsis edulis* ; E0 = poudre ; E1=pâte ; E2=beignets frits ; E3=beignets cuits à la vapeur et E4 =beignets à cuisson mixte

• Les valeurs portant des lettres différentes dans la même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%