



## REVIEW PAPER

# Technologies traditionnelles de transformation des graines de néré (*Parkia biglobosa* Jacq. R.Br.) en Afrique de l'Ouest : revue des principaux produits dérivés et contraintes de production.

COULIBALY/DIAKITE Mariam<sup>1,2</sup>, PARKOUDA Charles<sup>1</sup>, COMPAORE Sidbewendé Clarisse<sup>1</sup>, SAVADOGO Aly<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST), Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies (IRSAT), Département Technologie Alimentaire (DTA) 03 BP 7047 Ouagadougou, Burkina Faso.

<sup>2</sup> Université Joseph Ki-Zerbo, UFR/SVT Laboratoire de Biochimie et d'Immunologie Appliquée, Département de Biochimie-Microbiologie, 03 BP 7021 Ouagadougou, Burkina Faso.

**Auteur de Correspondance** : PARKOUDA Charles, CNRST/IRSAT/DTA 03 BP 7047 Ouagadougou 03 Email : [cparkouda@gmail.com](mailto:cparkouda@gmail.com)

Original submitted in on 9<sup>th</sup> June 2020. Published online at [www.m.elewa.org/journals/](http://www.m.elewa.org/journals/) on 31<sup>st</sup> August 2020  
<https://doi.org/10.35759/JABs.152.8>

## RESUME

Les graines de néré (*Parkia biglobosa*) sont transformées traditionnellement en Afrique de l'Ouest en des condiments fermentés sous différentes appellations : *soumbala* au Burkina Faso, *netétu* au Sénégal, *soumbara* en Guinée Conakry, *dawadawa* et *iru* au Nigéria, *afitin*, *iru* et *sonru* au Bénin. Ces produits sont caractérisés par la variabilité de leur qualité et des contraintes liées à leur production. La présente revue a pour objectif d'analyser les technologies traditionnelles utilisées pour la production de ces condiments fermentés à base de graines de néré et de faire ressortir les contraintes/difficultés de production de ces condiments. Les données ont été collectées à travers les documents physiques consultés (thèses et mémoires) et à partir des articles scientifiques et d'autres documents trouvés en ligne. Il en résulte que les technologies de production traditionnelle des condiments à base de graine de néré en Afrique de l'Ouest, incluent principalement selon les zones et les ethnies, une première cuisson des graines allant de 12-48 h, un décortilage manuel des graines cuites, une seconde cuisson des graines décortiquées et lavées variant de 1-4 h et enfin, une fermentation des cotylédons cuits allant de 24-120 h. Ces technologies ont également en commun, des contraintes majeures de pénibilités du processus de cuisson, du décortilage/lavage, de la consommation importante d'énergie, d'eau et de temps. Les données de cette revue ouvrent ainsi de nouvelles pistes de recherche pour l'amélioration des procédés traditionnels de transformation des graines de néré.

**Mots clés** : Graines de néré, condiment, *soumbala*, procédé, pénibilité.

## Traditional technologies for processing African locust bean seeds (*Parkia biglobosa* Jacq. R.Br.) in West Africa: review on the main derivatives and production constraints.

### ABSTRACT

African locust bean (*Parkia biglobosa*) seeds are traditionally transformed in West Africa into fermented condiments under different names: *soumbala* in Burkina Faso, *netetu* in Senegal, *soumbara* in Guinea Conakry, *dawadawa* and *iru* in Nigeria, *afitin*, *iru* and *sonru* in Benin. These products are characterized by the variability of their quality and the constraints linked to their production. The objective of this study is to analyze the traditional technologies used for the production of these fermented condiments and to highlight the constraints/difficulties associated to their production. The data were collected through the physical documents consulted (theses and dissertations) and from scientific articles and other documents found online. It appears that the traditional technologies used to produce *P. biglobosa* seeds based-condiments in West Africa, mainly include, according to the zones and ethnic groups, a first cooking of the seeds ranging from 12-48 h, a manual dehulling of the cooked seeds, a second cooking of the dehulled and washed seeds varying from 1-4 h and finally, a fermentation of the cooked cotyledons ranging from 24-120 h. These technologies have in common the major constraints of hardness of the process of cooking and dehulling/washing, significant consumption of energy, water and time. Data from this review opens research perspectives for the improvement of the traditional processing of *P. biglobosa* seeds.

**Keywords:** *P. biglobosa* seeds, condiment, *soumbala*, process.

### INTRODUCTION

*Parkia biglobosa*, communément appelé néré, est une espèce ligneuse alimentaire des parcs arborés à utilisation multiple appartenant au genre *Parkia* et à la famille des légumineuses dont l'importance est bien reconnue tant au niveau régional qu'international (Touré, 2018). Les fruits de *P. biglobosa*, en forme de gousses sont consommés non seulement pour leur pulpe farineuse et sucrée mais aussi et surtout pour leurs graines utilisées dans la préparation de condiments fermentés en Afrique de l'Ouest. Ces graines séchées font partie des graines les plus dures (Razzavi *et al.*, 2007). En Afrique de l'Ouest, la transformation des graines de néré en différents types de condiments fait appel à des technologies qui, pour la plupart sont basées sur des procédés traditionnels de production (De Meester *et al.*, 2004 ; Olaoye, 2010 ; Adejumo *et al.*, 2013 ; Touré, 2018). Ces technologies traditionnelles sont sujettes à beaucoup de contraintes (Sawadogo/Lingani *et al.*, 2004 ; Touré, 2013 ; Modupe *et al.*, 2017). Peu de données scientifiques regroupées existent cependant sur ces technologies de production et leurs contraintes. Leur connaissance serait capitale pour l'amélioration des technologies de transformation des graines de néré en ces condiments fermentés.

Le présent travail vise donc d'une part à répertorier et regrouper sous forme de revue, les technologies traditionnelles existantes dans la littérature sur la transformation des graines de néré en condiments, et d'autre part à relever les contraintes/difficultés liées à ces technologies. Ce travail exploratoire permettra de disposer de données fiables qui permettront de combler cette absence d'informations scientifiques regroupées sur ces technologies traditionnelles de fermentation de graines de néré en condiments et leurs contraintes. La méthodologie adoptée dans le cadre de ce travail a consisté à faire des revues bibliographiques sur les technologies traditionnelles et leurs contraintes. La recherche a été effectuée de juillet 2018 à Juillet 2019 au Bénin et au Burkina Faso. Elle s'est effectuée, d'abord à travers les documents physiques consultés (thèses et mémoires) disponibles dans les bibliothèques, ensuite à travers des articles scientifiques et d'autres documents trouvés en ligne grâce aux moteurs de recherche, Google, Google scholar, Agora, à l'aide des mots clés ou les groupes de mots suivants : *Parkia biglobosa* et graines, *Parkia biglobosa* et fermentation, *Parkia biglobosa*, Néré.

### Les technologies traditionnelles de transformation des graines de *Parkia biglobosa* en Afrique de l'Ouest et les principaux produits dérivés

En Afrique de l'Ouest, la transformation des graines de néré en différents types de condiments fermentés est une activité essentiellement féminine et traditionnelle (De Meester *et al.*, 2004 ; Touré, 2013 ; Touré, 2018). Ces technologies traditionnelles sont caractérisées par trois principales étapes : une première cuisson, un décorticage des graines cuites et une étape de fermentation (Sawadogo/Lingani *et al.*, 2004 ; Touré, 2013 ; Modupe *et al.*, 2017). Les techniques de fermentation varient d'un pays à un autre. Elles varient

également au sein d'un même pays en fonction des savoir-faire locaux (formation endogène, transmission ascendant/descendant, solutions locales faces aux contraintes, jeu des mariages et des alliances dans certaines localités), des habitudes alimentaires ou selon l'utilisation du produit à court ou à long terme (Ouoba, 2003 ; Olaoye, 2010 ; Adejumo *et al.*, 2013 ; Touré, 2018). Le diagramme général de production de ces condiments en Afrique de l'Ouest est représenté par la Figure 1.

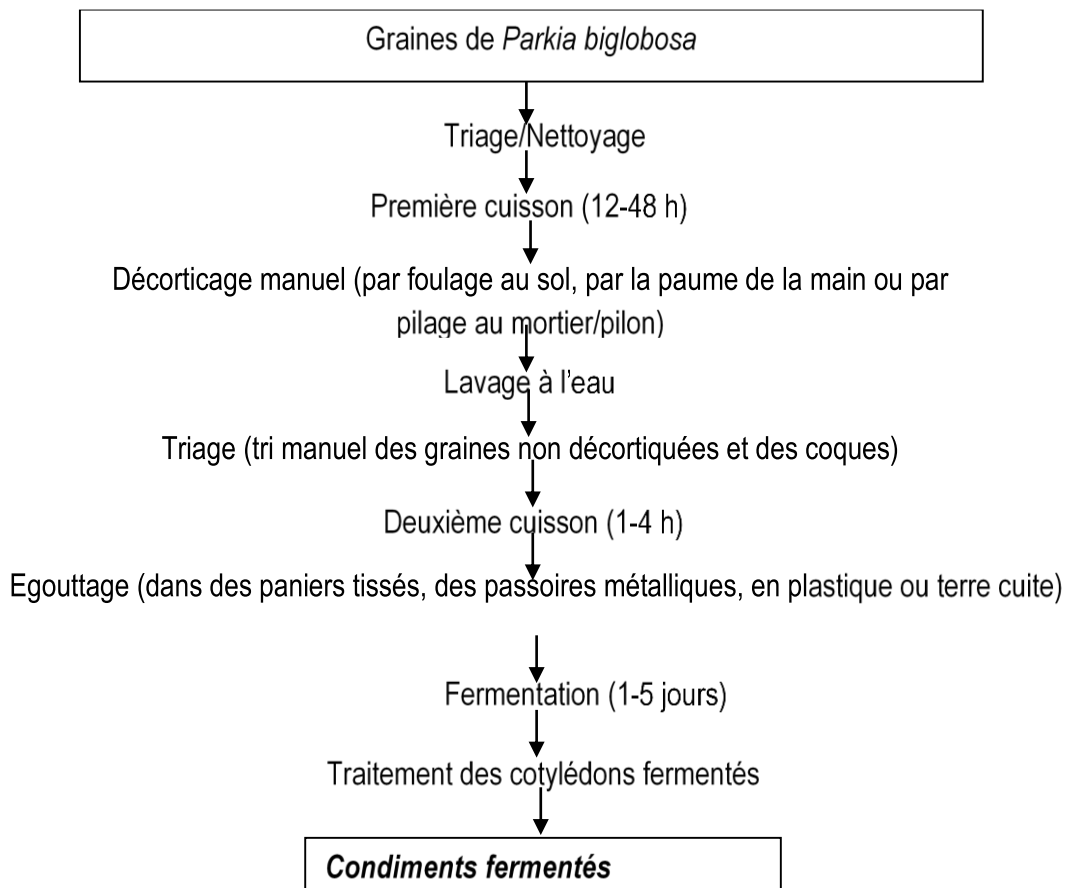


Figure 1 : Diagramme technologique général traditionnel de transformation des graines de néré en condiments fermentés en Afrique de l'Ouest.

**Transformation des graines de néré en soubala au Burkina Faso :** Au Burkina Faso, les graines de néré fermentées sont appelées *soubala* en langue Dioula (Figure 2) (De Meester *et al.*, 2004). Les diagrammes technologiques de production du *soubala* qui sont fonctions des localités ou des ethnies sont sensiblement les mêmes et s'alignent sur le diagramme général technologique de la Figure 1. En effet, les graines de

néré subissent une première cuisson allant de 24-40 h, une deuxième variant de 2-4 h, une fermentation des cotylédons de 2-3 jours et un pré-séchage au soleil suivit de la mouture ou non et la mise en boule des cotylédons fermentés avant le séchage final (De Meester *et al.*, 2004). De petites variances observées au niveau de ces diagrammes (Diawara *et al.*, 2004 ; Diakité, 2009 ; Somda *et al.*, 2014) concourent à l'optimisation de la

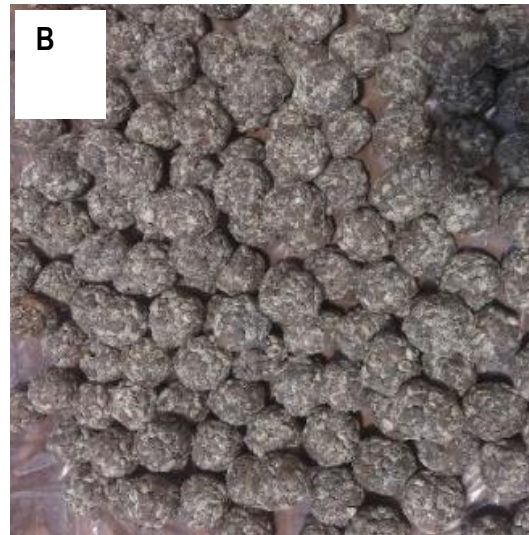
production du *soumbala* par la réduction du temps de cuisson, à faciliter le traitement des graines cuites et l'obtention d'un *soumbala* de meilleure qualité (Diakité, 2009). Ce sont notamment :

- le prétraitement des graines de néré avant la cuisson par pilage au mortier avec ajout ou non d'abrasif (cendre, sable) plus de l'eau pour effectuer le dépelliculage (Millogo, 2008 ; Diakité, 2009 ; Somda *et al.*, 2014 ; Diawara *et al.*, 2015) ou par trempage (4 h dans l'eau chaude) (Diakité, 2009) ;
- l'accélération de la fermentation des cotylédons à travers l'utilisation d'additif dans certaines localités, comme la farine de mil ou de maïs, la cendre et/ou des feuilles de mangues couvrant les cotylédons en fermentation (Sawadogo/Lingani *et al.*, 2004 ; Millogo, 2008 ; Diakité, 2009 ; Kronborg *et al.*, 2014) ;

- la fermentation des cotylédons en deux étapes dans certaines localités où la première dure 2 jours suivi d'un pré-séchage et d'une seconde fermentation qui dure 1 jour (Sawadogo/Lingani *et al.*, 2004) ;
- les ustensiles de fermentation sont notamment des paniers tissés ou des pots en argiles cuites perforés, couverts de sacs en jute ou en polypropylène, de film plastique ou de feuilles d'arbre ;
- les lieux de fermentation sont des endroits chauds du domicile tels que la cuisine, l'intérieur des maisons ou les toits des maisons en banco (Sawadogo/Lingani *et al.*, 2004) ;
- le traitement du *soumbala* pré-séché moulu ou en grain à la vapeur ou la torréfaction des grains de *soumbala* séché avant leur réduction en poudre, pour conférer un arôme agréable au *soumbala* et optimiser sa conservation (Diakité, 2009).



A : *soumbala* moulu mise en boules



B : *soumbala* grain mise en boules

Figure 2 : *soumbala* au Burkina Faso.

**Transformation des graines de néré en dawadawa et Iru au Nigéria :** La production traditionnelle de l'*iru* et du *dawadawa* au Nigéria suit dans l'ensemble le schéma général technologique de la Figure 1. Les graines de néré sèches, après leur lavage pour sélectionner les bonnes graines lors de la fabrication de l'*iru*, sont cuites à l'eau durant 1-2 jours avec ajout de cendre de bois ou 0,1 M de natron ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) pour faciliter la cuisson des cotylédons. La deuxième cuisson des cotylédons issus du décorticage et du lavage des graines cuites, s'effectue durant 1-2 h suivi d'un essorage dans un panier tissé, une passoire métallique ou en plastique. La fermentation intervient pour 2-5 jours (Olajide, 2014).

Pour la fabrication du *dawadawa* la première cuisson des graines de néré dure seulement 8 h, la seconde 1-2 h et la fermentation des cotylédons 24 h ou plus (Yisa *et al.*, 2018). Lors de la deuxième cuisson dans les deux cas de figure, aux cotylédons sont souvent ajoutés un ramollissant dénommé *kuru* (mélange de graines de tournesol et de kaun qui est un sel traditionnel contenant du carbonate de potassium et du bicarbonate de sodium) (Ajayi, 2014 ; Achi, 2005). Le décorticage des graines cuites est effectué par écrasement des graines dans la paumes des mains ou par foulage au sol ou encore par pilage au mortier/pilon, avec ou sans ajout de sable lavé. La fermentation s'effectue à l'air ambiant dans des

calebasses qui sont empilées les unes sur les autres recouvertes de paniers et de sacs de jutes (Akande, 2010 ; Ajayi, 2014 ; Yisa *et al.*, 2018). Le séchage, le salage et l'emballage dans des sachets en polyéthylène, sont des moyens de prolongation de la durée de conservation de ces condiments (Ajayi, 2014).

**Transformation des graines de néré en *afitin*, *iru* et *sonru* au Bénin :** L'*afitin*, l'*iru* et le *sonru* sont des condiments traditionnels produits au Bénin à partir des graines de néré, par différents groupes ethniques respectifs que sont les Fons, les Yorubas et les Baribas (Azokpota, 2006). Les diagrammes technologiques de production suivent le diagramme général de transformation des graines de néré en condiments fermentés. De façon générale, les graines de néré sèches sont cuites durant 12 h suivi de 30 min. de refroidissement avant le décorticage des graines cuites par foulage au pied dans la technologie des Fons et des Yorubas, ou au mortier-pilon dans le cas des Baribas. De la cendre ou du sable y est ajouté comme abrasifs dans tous les cas. Après le lavage des graines décortiquées, une solution de sol argileux est utilisée pour le triage afin d'éliminer par flottaison les graines non décortiquées. A la suite de ce triage, les cotylédons sont d'abord lavés à l'eau propre pour éliminer la solution argileuse et elles sont ensuite soumises à une seconde cuisson de 2 h environ avant de se prêter enfin à des techniques de fermentation en fonction du produit fini désiré (*iru*, *afitin*, *sonru*) (Azokpota *et al.*, 2006). La fermentation des cotylédons cuits de néré est effectuée en une seule étape durant 48 h dans des plats en plastique pour la production de l'*iru* et dans des

calebasses pour celle du *sonru* (Azokpota *et al.*, 2006). On trouve généralement ces deux condiments à l'état frais mais ils sont souvent séchés pour des marchés ciblés et pour être conservés (Azokpota *et al.*, 2011). Des additifs servant de ferments sont utilisés lors de la fermentation des cotylédons à savoir le *yanyanku* pour la production du *sonru*, l'*ikpiru*, et l'*iku-iru* pour celle de l'*iru* (Ahonoukoun, 2014). L'*ikpiru*, et l'*iku-iru* sont issus de la fermentation naturelle des graines d'*Hibiscus sabdariffa* (Agbobatinkpo, 2011 ; Azokpota, 2006). A l'instar des graines d'*Hibiscus sabdariffa*, d'autres graines telles que celles de *Gossypium hirsutum* ou encore d'*Adansonia digitata* sont utilisées pour la fabrication du *yanyanku* (Agbobatinkpo *et al.*, 2011). Ces ferments, en particulier le *yanyanku*, l'*ikpiru*, ont l'aptitude d'accélérer la fermentation des cotylédons de néré (Agbobatinkpo *et al.*, 2012). Pour la production de l'*afitin* (Figure 3), après 4 h de refroidissement, les cotylédons cuits de néré sont fermentés en deux étapes durant 24 h sans ajout d'additif, dans des paniers couverts de sacs de jute et/ou de polyéthylène (Azokpota *et al.* (2006). La première étape de cette fermentation dure 14-18 h avec les paniers couverts, tandis que la seconde dure 4-6 h à l'air ambiant (Ahonoukoun, 2014). Les cotylédons fermentés et légèrement broyés sont conditionnés frais dans les papiers-emballages réutilisés à Cotonou ou dans des feuilles végétales à Abomey et Bohicon (Azokpota *et al.*, 2011). Des méthodes traditionnelles de conservation de l'*afitin* font recours aux procédés de séchage solaire, de grillade des boules d'*afitin* et d'usage d'additifs tels que le sel, le piment, l'huile, l'ail, l'oignon, le poivre ou leur combinaison (Azokpota *et al.*, 2011).



Figure 3 : *afitin* au Bénin.

**Transformation des graines de néré en nététu au Sénégal :** Au Sénégal, la fabrication du nététu suit le schéma général technologique de la transformation des graines de néré en condiments. En effet, les graines de néré sèches subissent une première cuisson de 15-24 heures, une seconde cuisson d'environ 1 heure des cotylédons issus des graines cuites décortiquées et lavées, et une fermentation de ces cotylédons cuits durant trois à quatre jours. Les cotylédons fermentés sont salés, quelques fois saupoudrés de cendres tamisées avant d'être séchés au soleil durant au moins un jour (N'dir et al., 1997). Les trois nététu disponibles sur les marchés locaux du Sénégal, proviennent de la Casamance, de la Guinée Conakry et du Mali. (N'dir et al., 2000).

**Transformation des graines de néré en Soumbara en Guinée Conakry :** Le produit issu de la fermentation des graines de néré en Guinée Conakry est appelé *Soumbara* (Figure 4), en langue malinké (Touré, 2018). Les petites variantes du processus de production du *soumbara* notées sont fonction des zones de production, de la « recette » de chaque femme pour préparer le meilleur *soumbara*. Ces variantes sont souvent liées aux modes de fermentation des graines et de confection

des boules. La haute Guinée, principale zone de production de ce condiment, met sur le marché, du *soumbara* très apprécié non seulement par la population Guinéenne mais aussi par celles des pays voisins comme le Mali, la Côte d'Ivoire et le Sénégal (Touré, 2013 ; Touré, 2018). Le diagramme technologique d'ensemble de production du *soumbara* s'aligne sur le diagramme général de transformation des graines de néré en condiments fermentés en Afrique de l'Ouest. En effet, pour la produire le *soumbara*, les graines de *P. biglobosa* lavées et séchées sont mises en cuisson durant 16-18 h de temps avec ajout de la cendre de bois pour accélérer la cuisson. Les graines cuites sont décortiquées au mortier-pilon et lavées à l'aide d'unealebasse perforée, égouttées et les cotylédons mise en cuisson durant environ 1 h. Après un égouttage suivi du refroidissement des cotylédons, ils sont mis en fermentation durant 72 h dans desalebasses ou des canaris avant un pré-séchage au soleil suivi d'une cuisson à la vapeur de 30 min. A cette étape, deux possibilités s'offrent au cotylédons fermentés, ils sont soit séchés et réduits en poudre (*soumbara* en poudre), soit réduits en pâte à l'aide de mortier-pilon ou d'une meule avant d'être modelés et séchés à nouveau (Bâtonnets de *soumbara*) (Touré, 2013).



Figure 4 : soumbara moulu modelé en Guinée Conakry.

#### Les contraintes/difficultés des technologies traditionnelles de transformation des graines de néré :

Les technologies traditionnelles de transformation des graines de néré présentent quasiment les mêmes contraintes majeures en Afrique de l'Ouest. Le *soumbala*, l'*afitin*, l'*iru*, le *sonru*, le *dawadawa*, le *soumbara* et le *netétu* sont obtenus au bout d'un long et pénible processus de transformation (4-5 jours). Les contraintes des travaux sont liées à la pénibilité de la transformation (manuelle et demandant de l'effort physique), la durée de cuisson (12-48 h), la faible capacité de production due à l'utilisation d'équipements rudimentaires, la consommation très élevée de bois de chauffe et d'eau pour la cuisson (4,5-11,9 kg de bois de chauffe, et 19,01-61,71 litres d'eau par Kg de *soumbala* obtenu), l'hétérogénéité et la faible qualité du produit fini, la non maîtrise des Bonnes Pratiques d'Hygiène et de Fabrication dans la chaîne de production, la difficulté de conserver, l'absence d'emballage et la présentation peu attrayante (Diawara *et al.*, 2004; Diawara & Diasso, 2004; Millogo, 2008; Diakité, 2009; Diawara *et al.* 2015; Yisa *et al.*, 2018; Touré, 2018).

**La cuisson des graines de néré :** La cuisson des graines de néré constitue une étape contraignante en ce sens qu'elle est consommatrice de beaucoup d'énergie, de temps et d'eau (Diawara *et al.*, 2004; Diawara &

Diasso 2004 ; Diakité, 2009 ; Yisa *et al.*, 2018). En effet, les graines de néré sont ovoïdes, de couleur brunâtre à noirâtre brillante, à tégument dur et lisse qui est composé d'une coque qui protège l'amande et d'une pellicule épaisse recouvrant à son tour la coque dure. A l'état cru et sec, les graines de néré, font partie des graines les plus dures (Razzavi *et al.*, 2007) et difficiles à décortiquer (Akandé *et al.*, 2010) d'où l'application d'un prétraitement souvent thermique ou hydro-thermique aux graines afin de ramollir ou fragiliser la coque et faciliter le décorticage (Bup *et al.*, 2008). La cuisson à l'eau de ces graines s'effectue généralement dans des marmites en fonte avec des variations de temps plus ou moins considérables selon les pays, et les ethnies (12 à 48 h pour la première cuisson et 1-4 h pour la seconde) (De Meester *et al.*, 2004 ; Azokpota *et al.*, 2006, Diawara *et al.*, 2015). Le long temps de cuisson des graines de néré couplé à la demande importante de *soumbala* en milieu urbain au Burkina Faso selon Konkobo *et al.* (2004), conduisent certaines transformatrices à adopter des initiatives non recommandées qui permettent un gain de temps et d'énergie. Ce sont notamment l'ajout des produits qui accélèrent la cuisson des graines de néré tel que le carbure rapporté par Millogo (2008). La forte consommation de bois comme source d'énergie et d'eau dans les procédés traditionnels n'est pas favorable

à la promotion de la filière *soumbala* et concède un impact négatif sur l'environnement et la rentabilité économique de l'activité, notamment en milieu urbain (Diawara & Diasso, 2004).

**Le décortiquage des graines de néré :** Le décortiquage traditionnel des graines de néré cuites est manuel et très fastidieux (Diawara *et al.*, 2004 ; Hounhouigan *et al.*, 2004 ; Ahouansou *et al.*, 2006 ; Akandé *et al.*, 2010 ; Ahouansou, 2012). Il s'effectue par pilage au mortier/pilon, par foulage au pied, par frottement dans la paume des mains en fonction des localités. Selon Gutierrez *et al.* (2000), on peut comparer la force nécessaire au décortiquage de 30 kg de graines de néré à l'énergie dépensée lors d'une marche rapide et déhanchée d'environ 2 heures sous un soleil brûlant.

**La Fermentation :** La fermentation, l'une des opérations principales au cours de la production du *soumbala* et similaires, est tributaire des conditions changeantes de l'environnement conduisant à l'obtention des produits de qualité peu reproductible, très peu stable ou parfois l'échec de la fermentation occasionnant des pertes de produits (Gutierrez *et al.*, 2000 ; Azokpota *et al.*, 2006 ; Parkouda *et al.*, 2008). En effet, elle s'effectue à des temps et dans des contenants variés en fonction des localités et des ethnies comme précisé dans chaque technologie décrite. Ces contenants sont généralement des paniers tissés, des pots d'argiles ou canari en terre cuite perforée, des Calebasses, des plats en plastique,

couverts de sacs de jute ou en polypropylène ou encore avec du film plastique.

**Le séchage et la conservation du soumbala :** Le séchage passif et le stockage du *soumbala* au Burkina Faso, ont été soulignés par Parkouda *et al.*, 2004 comme étant des contraintes et limites du procédé traditionnel. En effet, le séchage solaire passif est une activité pénible car demande beaucoup d'attention et une grande disponibilité. Il en résulte un produit fini hétérogène du fait de la technique de séchage (convection naturelle, rayonnement naturel). Il est limité, lié à la période d'ensoleillement maximale et est tributaire du soleil. Il a l'inconvénient d'être lent ce qui donnerait le temps à certains microorganismes ubiquistes de contaminer et de se multiplier dans le produit. Il expose ainsi, le produit aux contaminations microbiologiques, les insectes ainsi que le dépôt des particules poussiéreuses. Les rayonnements solaires (rayons UV) détruisent également certains composants du produit fini tel que la vitamine C. Sawadogo/Lingani *et al.* (2004b) notent que la présence des Cocci et *Pediococcus spp* dans le *soumbala* séché, serait due à sa manipulation mais surtout à l'attraction des mouches pendant les opérations de séchage, de conditionnement et de vente. Sawadogo/Lingani *et al.* (2004a) indiquent que le séchage solaire est un point critique à maîtriser car modifie la qualité sanitaire du *soumbala* (fait passer les bactéries entérocoques de  $10^4$  à  $10^7$  CFU/g).

## RECOMMANDATIONS ET BESOIN DE RECHERCHE

Cette étude met en exergue principalement les contraintes de production liés aux technologies traditionnelles de production du *soumbala*. Il ressort de cette étude une nécessité d'optimisation des technologies afin d'améliorer les procédés de transformation et la qualité du *soumbala* produit. Ainsi nous recommandons que des axes de recherche d'optimisation soient orientés non seulement sur les procédés mais aussi sur des équipements de transformation en lien avec les contraintes de

production. Ces perspectives de recherche permettront la réduction de la consommation d'énergie, d'eau et de temps de travail, la mécanisation des procédés, la maîtrise adaptée de la fermentation, du séchage et du stockage des condiments en toute saison. Ces études d'optimisation doivent tenir compte des paramètres d'accessibilité et d'acceptabilité en tout point par les utilisateurs et aussi être respectueuses de l'environnement face au contexte de changement climatique

## CONCLUSION

La présente revue a permis de recenser les technologies traditionnelles de transformation des graines de *P. biglobosa* en Afrique de l'Ouest et les contraintes qui y sont associées. Ces technologies regroupent un ensemble de techniques et d'astuces technologiques issues du savoir-faire local et qui permettent d'influencer et de diversifier la qualité des condiments selon les régions et les ethnies. Ces technologies ont un ensemble de points communs. Elles présentent

néanmoins beaucoup de contraintes qui alourdissent le travail, limitent les capacités de production, augmentent le coût de production, jouent sur la qualité du produit fini et contribuent à endiguer l'épanouissement des femmes dans la filière de la transformation des graines de néré. Les résultats obtenus permettent d'orienter et de diversifier les recherches dans le sens de l'optimisation des technologies traditionnelles de transformation des graines de *P. biglobosa* en condiments fermentés.



## CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflits d'intérêts en relation avec cette revue de littérature.

## CONTRIBUTION DES AUTEURS

CDM a été responsable de la conception de la thématique, de la recherche bibliographique, de l'exploitation des données et de la rédaction du manuscrit. PC, CSC ont contribué à la rédaction du

manuscrit en fournissant de la documentation, des conseils et en corrigeant plusieurs fois le manuscrit. SA a été l'initiateur de cette idée de recherche, il a contribué à la rédaction et à l'amélioration du manuscrit.

## REMERCIEMENTS

CDM remercie le Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST) du Burkina Faso pour la prise en charge financière du voyage d'étude au Bénin. Les remerciements vont également au personnel

du Laboratoire de Biologie et de Typage Moléculaire en Microbiologie de la Faculté des Sciences et Techniques de Université d'Abomey-Calavi au Bénin pour l'accueil de CDM au cours de son voyage d'étude.

## REFERENCES

- Adejumo AA, Azeez IO, Geplly JJ, Oboite FO, 2013. Processing, utilization and challenges of African locust bean (*Parkia biglobosa*, Jacque Benth) 13 (1): 39 – 49
- Achi OK, 2005. Traditional fermented protein condiments in Nigeria. African Journal of Biotechnology 4 (13): 1612-1621.
- Agbobatinkpo BP, 2013. Caractérisation technologique et fonctionnelle du «*yanyanku*» et de «*l'ikpiru*», deux additifs traditionnels utilisés pour la production des condiments fermentés à base de néré au Bénin. Thèse de Doctorat, Université d'Abomey Calavi, Cotonou. 163 pp.
- Agbobatinkpo PB, Azokpota P, Akissoé N, Kayodé P, Gbadji RD, Hounhouigan DJ, 2011. Indigenous Perception and Characterization of *yanyanku* and *ikpiru*: Two Functional Additives for the Fermentation of African Locust Bean. Ecology of Food and Nutrition 50 :101–114.
- Agbobatinkpo BP, Dabade DS, Laleyè F, Akissoé N, Azokpota P, Hounhouigan DJ, 2012. Softening effect of *ikpiru* and *yanyanku*, two traditional additives used for the fermentation of African Locust Bean (*Parkia biglobosa*) seeds in Benin. International Journal of Biological and Chemical sciences 6 (3): 1281-1292.
- Ahonoukoun MZ, 2014. Etude comparative de la qualité microbiologique de l'*afitin* à base des graines de néré (*Parkia biglobosa*) obtenu en fermentation spontanée et avec des souches pures de *B. Subtilis*. Mémoire de Master, Université d'Abomey-Calavi (UAC), Cotonou. 80 pp.
- Ahouansou RH, 2012. Contribution à la mise au point et à l'optimisation des équipements de transformation agroalimentaire au Bénin : Cas de la décortiqueuse de néré et de la presse d'*afitin*. Thèse de Doctorat, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou. 285 pp.
- Ahouansou R, Sanya EA, Bagan G, 2006. Caractérisation physique et mécanique de la graine de néré (*Parkia biglobosa*). J. Rech. Sci. Univ. Lomé (Togo) Série A 8 (1): 131-138
- Akande FB, Adejumo OA, Adamade CA, Bodunde J, 2010. Processing of locust bean fruits: Challenges and prospects. African Journal of Agricultural Research 5 (17): 2268-2271.
- Azokpota P, Hounhouigan DJ, Nago MC, 2006. Microbiological and chemical changes during the fermentation of African locust bean (*Parkia biglobosa*) to produce *afitin*, *iru* and *sonru*, three traditional condiments produced in Benin. International Journal of food Microbiology 107: 304-309.
- Ajayi OA, 2014. Bacteriology and Qualitative Study of African Locust Bean (*Parkia biglobosa*). Open journal of Social Sciences 2 : 73-78.
- Azokpota P, 2005. Etude de la dynamique physico-chimique et microbiologique de la fermentation des grains de néré (*Parkia biglobosa*) pour la production de l'*afitin*, de l'*iru* et du *sonru*. Thèse de Doctorat, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Benin. 171 pp.
- Azokpota P, Mélaine SE, Houndenoukon DJ, Hounhouigan, Mathurin C, Nago, Jakobsen M, 2011. Evaluation of *yanyanku* processing, an additive used as starter culture to produce fermented food condiments in Benin. Journal of Food Processing and Preservation 35 (6): 813-821.

- Bup DN, Kapseu C, Tenin D, Kuitche A, Abi CF, Tchiegang C, 2008. Variation of the physical properties of sheanut (*Vitellaria Paradoxa Gaertn.*) kernels during convective drying. International Journal of Food Engineering 4(7):1-18.
- De Meester S, Diawara B, Diasso K, Kabore S, 2004. Production artisanale et commercialisation du soubala. In Valorisation technologique et nutritionnelle du néré ou *Parkia biglobosa* (Jacq.) benth : une espèce agroforestière, Diawara B, Jakobsen M (ed). DTA/IRSAT/CNRST Burkina Faso. 84-87 pp.
- Diakité M, 2009. Recherche et isolement des bactéries productrices de molécules bioactives dans deux condiments (*soubala* et *bi-kalga*) : cas des peptides NRPS (Non Ribosomal Peptide Synthétase). Mémoire de D.E.A, Université de Ouagadougou, Burkina Faso. 83 pp.
- Diawara B. and Diasso K, 2004. Bilan des matières dans le procédé traditionnel de production du *soubala*. In Valorisation technologique et nutritionnelle du néré ou *Parkia biglobosa* (Jacq.) benth : une espèce agroforestière, Diawara B, Jakobsen M (ed). DTA/IRSAT/CNRST Burkina Faso. 133-142 pp.
- Diawara B, Sawadogo/Lingani H, Parkouda C, Dawendé/Compaoré C, Kéré/Kando C, Amoakwé, 2015. Manuel de bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication (BPH/BPF) du *soubala* de graines de néré. IRSAT/DTA, DANIDA/SEEDFOODS. 84 pp.
- Gutierrez ML, Maizi P, Nago CM, Hounhouigan J, 2000. Production et commercialisation de l'*afitin* dans la région d'Abomey-Bohicon au Bénin. Un exemple d'intégration des femmes dans la filière du néré. Montpellier CERNA, CNEARC, CIRAD Librairie de CIRAd. 124 pp.
- Hounhouigan DJ, Ahouansou R, Madode Y, 2004. Test d'adaptation en station d'une décortiqueuse de néré pour la production de «*afitin*» au Bénin. Rapport de recherche PADSA. 10 pp.
- Konkobo/Yaméogo C, Kaboré S, Ouédraogo JB, Diawara B, 2004. Evolution des pratiques alimentaires et traditions culinaires ancestrales : le soubala, un condiment qui traverse le temps. In Valorisation technologique et nutritionnelle du néré ou *Parkia biglobosa* (Jacq.) benth : une espèce agroforestière, Diawara B, Jakobsen M (ed). DTA/IRSAT/CNRST : Burkina Faso. 89-96 pp.
- Millogo F, 2008. Analyse socio - économique de la production du *soubala* dans la région des Hauts - Bassins avec comparaison des types de production traditionnelle et semi moderne (ALTECH), Diplôme d'Ingénieur du Développement Rural. 63 pp.
- Modupe Ojewumi E, James Omoleye A, Adesola Ajayi A, 2017. Optimization of Fermentation Conditions for the Production of Protein Composition in *Parkia biglobosa* Seeds using Response Surface Methodology. International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973-4562 12 (22): 12852-12859.
- N'Dir B, Gningue RD, Keita N'deye G, Souane M, Laurent L, Cornelius C, Thonart P, 1997. Caractéristiques microbiologiques et organoleptiques du *nététu* du commerce, Cahiers Agricultures 6 : 299-104.
- N'Dir B, Lognay G, Wathelet B, Cornelius C, Marlier M, Thonart P, 2000. Composition chimique du *nététu*, condiment alimentaire produit par fermentation des graines du caroubier africain *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 4 (2): 101-105.
- Olaoye JO, 2010. Machinery Needs for Processing of Locust Bean Seeds in Nigeria. Proceedings of International Agricultural Engineering Conference 2010 : 53 – 62.
- Ouoba LII, 2003. Caractérisation génotypique, biochimique et activité antibactérienne des souches de *Bacillus ssp* en vue de la mise au point de starters pour la production contrôlée du *soubala*. PhD thesis, UFR/SVT, Université de Ouagadougou. 125 pp.
- Parkouda C, Diawara B, Ouoba LII, 2008. Technology and physico-chemical characteristics of *bikalga*, alkaline fermented seeds of *Hibiscus sabdariffa*. African Journal of Biotechnology 7 (7): 916-922.
- Parkouda C, Wereme A, Diawara, 2004. Séchage du *soubala*. In Valorisation technologique et nutritionnelle du néré ou *Parkia biglobosa* (Jacq.) benth : une espèce agroforestière, Diawara B, Jakobsen M (ed). DTA/IRSAT/CNRST: Burkina Faso. 157-162 pp
- Razzavi SMA, Amini MA, Rafe A, Emadzazadeh H, 2007. The physical properties of pistachio nut and its kernel as a function of moisture content and variety. Journal of Food Engineering 81: 226-235.
- Sawadogo/Lingani H, Diawara B, Cornelius C, Thonart P, 2004a. Fermentation contrôlée des graines de

- néré par inoculation : essai de production de *soumbala* avec le starter NTO1. In Valorisation technologique et nutritionnelle du néré ou *Parkia biglobosa* (Jacq.) benth : une espèce agroforestière, Diawara B, Jakobsen M (ed). DTA/IRSAT/CNRST : Burkina Faso. 125-132 pp.
- Sawadogo/Lingani H, Diawara B, Ganou L, Amua AWK, Halm M, Jakobsen M, 2004b. Fermentation naturelle des grains de néré : aspects microbiologiques et modification physico-chimiques. In Valorisation technologique et nutritionnelle du néré ou *Parkia biglobosa* (Jacq.) benth : une espèce agroforestière, Diawara B, Jakobsen M (ed). DTA/IRSAT/CNRST: Burkina Faso. 107-116 pp.
- Somda MK, Savadogo A, Tapsoba F, Ouédraogo N, Zongo C, Traoré A S, 2014. Impact of Traditional Process on Hygienic Quality of Soumbala a Fermented Cooked Condiment in Burkina Faso. Journal of Food Security 2 (2) : 59-64.
- Touré M, 2013. Les rapports de genre et la filière néré en Haute Guinée. Thèse de doctorat, Université Toulouse 2 Le Mirail, Toulouse. 279-292 pp.
- Touré M, 2018. Le néré, un arbre du patrimoine de la Haute Guinée. *Belgeo*, Revue belge de géographie ISSN : 2294-9135.
- Yisa MG, Fadeyibi A, Hafeez SA, 2018. Design, Fabrication and Testing of a Manually Operated Locust Bean Cubing Machine. Asian J. Applied Sci. 11 (2): 56-63.
- Kronborg M, Ilboudo JB, Bassolé IHN, Barfod AS, Ravn HW, Lykke AM, 2014. Correlates of Product Quality of Soumbala, a West African Non-timber Forest Product. Ethnobotany Research & Applications 12: 025-037.