

## Stabilisation du fromage de soja (*Amonsoja*) à travers l'amélioration de la technologie de transformation au Bénin

Thibaut Ulrich Makosso Antoine Allavo<sup>1,2</sup>, Paul Ayihadji Ferdinand Houssou<sup>1</sup>, Mahoutin Etienne Gbewadinou<sup>1</sup>, Valère Dansou<sup>1,2</sup>, Abel Bodéhousse Hotegni<sup>1</sup>, Franck Hongbété<sup>2</sup>

<sup>(1)</sup>Institut National des recherches Agricoles du Bénin (INRAB). Programme Technologies Agricole et Alimentaire (PTAA) du Centre de Recherches Agricoles d'Agonkanmey (CRA-Agonkanmey). BP 128 Porto Novo (République du Bénin). E-mail : maallavo1@gmail.com

<sup>(2)</sup>Université de Parakou. Faculté d'Agronomie. Département de la Nutrition et des Sciences Alimentaires. BP 123 Parakou (République du Bénin)

Reçu le 10 octobre 2023, accepté le 24 septembre 2023, publié en ligne le 30 décembre 2023

DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/rafea.v6i4.2>

### RESUME

**Description du sujet.** Le fromage de soja (*Amonsoja*) est l'un des produits dérivés du soja très apprécié par la population béninoise. Du fait de sa teneur élevée en eau, il est difficile de le conserver pendant une longue période dans les conditions usuelles de stockage.

**Objectif.** L'étude vise à stabiliser le fromage de soja (*Amonsoja*) à travers l'amélioration du procédé et l'équipement de transformation.

**Méthodes.** Dix kg de graines de soja de la variété TGX 1910-14F étaient traités pour produire du *Amonsoja* séché en utilisant quatre technologies de séchage : le séchage traditionnel (ST), le séchage avec le séchoir ATESTA (SAT), le séchage avec le séchoir à convection forcée (SCF) et le séchage avec le séchoir BOSCH (SB). Les analyses physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles étaient effectuées sur les *Amonsoja* séchés obtenus.

**Résultats.** La durée de séchage avec SAT ( $6 \pm 0,5$  heures) était significativement inférieure ( $p < 0,05$ ) à la durée de séchage du *Amonsoja* avec ST, SCF et SB. Aucune différence significative ( $p < 0,05$ ) n'a été observée pour le rendement du *Amonsoja* pour les quatre (4) modes de séchage. L'évaluation sensorielle a montré que *Amonsoja* séché avec SAT (60,00 %) et SCF (33,33 %) était le plus apprécié à cause de sa couleur attrayante et texture croustillante par rapport aux autres *Amonsoja* séchés. Les teneurs en eau, pH, l'acidité titrable, la teneur en cendres et en huile étaient respectivement en moyenne de  $88,45 \pm 2,39$  % ;  $6,4 \pm 0,22$  % ;  $0,35 \pm 0,06$  % ;  $4,01 \pm 0,82$  % et  $25,93 \pm 3,77$  %. Au plan microbiologique, *Amonsoja* séché avec le séchoir ATESTA permettait d'avoir des *Amonsoja* séchés de qualité sanitaire meilleure par rapport aux trois autres *Amonsoja* séchés.

**Conclusion.** Le séchage de fromage de soja (*Amonsoja*) à l'aide du séchoir ATESTA peut être recommandé pour la transformation du soja en fromage.

**Mots-clés :** Fromage de soja, opération unitaire, séchoir amélioré, qualité, Bénin

### ABSTRACT

#### Stabilization of Soy Cheese (*Amonsoja*) through improved processing technology in Benin

**Subject Description.** Soy cheese (*Amonsoja*) is one of the soy-derived products highly appreciated by the population of Benin. Due to its high-water content, it is challenging to preserve it for an extended period under usual storage conditions.

**Objective:** The study aims to stabilize soy cheese (*Amonsoja*) through the improvement of the processing method and equipment.

**Methods.** Ten kilograms of soybean seeds of the TGX 1910-14F variety were processed to produce dried *Amonsoja* using four drying technologies: traditional drying (ST), drying with the ATESTA dryer (SAT), forced convection drying (SCF), and drying with the BOSCH dryer (SB). Physicochemical, microbiological, and sensory analyses were conducted on the obtained dried *Amonsoja*.

**Results.** The drying time with SAT ( $6 \pm 0.5$  hours) was significantly shorter ( $p < 0.05$ ) than the drying time of *Amonsoja* with ST, SCF, and SB. No significant difference ( $p < 0.05$ ) was observed in the yield of *Amonsoja* for the four (4) drying methods. Sensory evaluation showed that *Amonsoja* dried with SAT (60.00%) and SCF (33.33%) was the most preferred due to its attractive color and crispy texture compared to the other dried *Amonsoja*. The average moisture content, pH, titratable acidity, ash content, and oil content were respectively

88.45±2.39%, 6.4±0.22%, 0.35±0.06%, 4.01±0.82%, and 25.93±3.77%. Microbiologically, *Amonsoja* dried with the ATESTA dryer resulted in dried *Amonsoja* with better sanitary quality compared to the other three dried *Amonsoja*.

**Conclusion.** Drying soy cheese (*Amonsoja*) using the ATESTA dryer can be recommended for the transformation of soy into cheese.

**Keywords:** Soy Cheese, Unit Operation, Improved Dryer, Quality, Benin

## 1. INTRODUCTION

D'origine asiatique, le soja (*Glycine max* L.) est une légumineuse très utilisée pour ses valeurs nutritionnelles (Kpenavoun *et al.*, 2018). Rienke et Joke (2005) ont rapporté que le soja est cultivé pour ses graines oléagineuses, riches en protéines (40 %). Au Bénin, le soja est une légumineuse qui entre de plus en plus dans les habitudes alimentaires des populations sous diverses formes (Konnon et Ahouéya, 2017). Cette légumineuse est fréquemment transformée en milieu rural et urbain en plusieurs produits dérivés en l'occurrence le fromage de soja (OCDE et FAO, 2016 ; Houssou et Dansou, 2022). Cette transformation du soja est une activité génératrice de revenus pratiquée majoritairement par des femmes, et aboutissant à l'obtention d'un fromage à texture molle et une humidité relativement élevée. Mais la contrainte majeure rencontrée par ces femmes est la faible durée de conservation du fromage produit. En effet, le fromage produit ne peut se conserver que pendant 3 jours si et seulement s'il est frit à l'huile ou immergé dans l'eau salée.

Une étude récente conduite par Houssou *et al.* (2021) a montré que le fromage de soja peut être aussi conservé sur de longue durée par la technique de séchage. Mais très peu de transformatrices s'y intéressent à cause de sa pénibilité. Le suivi technologique réalisé par ces auteurs auprès des transformatrices a montré que les contraintes majeures auxquelles sont confrontées ces actrices sont le temps élevé du séchage à la vapeur sèche et de torréfaction, la détérioration rapide et la faible capacité du dispositif de séchage utilisé, de même que la faible qualité sanitaire des fromages de soja (*Amonsoja*) séchés obtenus. En effet, les matériels et équipements utilisés pour le séchage du *Amonsoja* sont précaires et peu performants avec une durée de séchage relativement longue de 10 à 12 heures.

Face à ces contraintes, il est donc important que la recherche puisse travailler à améliorer la technologie existante en vue de proposer aux acteurs une technologie appropriée pour la stabilisation du *Amonsoja*. L'objectif de l'étude est de stabiliser *Amonsoja* à travers l'amélioration du procédé et la proposition de séchoir approprié. L'intérêt de cette étude est de proposer un séchage alternatif efficace et moins coûteux pour la stabilisation du *Amonsoja*.

## 2. MATERIEL ET METHODES

### 2.1. Matériel

#### Matériel végétal

La variété de soja TGX 1910-14F a été utilisée, car elle est l'une des variétés répondant aux qualités recherchées pour la transformation soja en fromage (MAEP, 2016 ; Houssou *et al.* 2018).

#### Caractéristiques des séchoirs testés

Trois types de séchoirs améliorés ont été utilisés pour les tests de séchage du *Amonsoja*. Ces trois séchoirs se présentent comme suit :

(i) Séchoir ATESTA muni d'un dispositif de panneau solaire (Figure 1) : est un séchoir à gaz de forme verticale. Il est fabriqué en tôle ordinaire sous forme d'une caisse et surmonté d'une cheminée. L'intérieur comporte : une isolation en bois et contre-plaqué ; une succession de sept (07) claies de séchage fait en grillage de carreaux de 1 cm ; un brûleur de gaz situé à la partie inférieure et un aspirateur qui aspire du bas vers le haut, la chaleur produite par le brûleur de gaz tout en évacuant l'humidité de l'intérieur vers l'extérieur. L'aspirateur est alimenté par une source solaire PV (batterie solaire, module solaire PV, contrôleur de charge, etc.).

(ii) Séchoir solaire à convection forcée (Figure 2) : est un séchoir solaire fabriqué en tôle d'acier ordinaire avec une isolation interne en bois et contre-plaqué, ce séchoir est surmonté d'un capteur de chaleur (plexiglas) en forme de charpente qui sert en même temps de toiture et protège le produit lors de séchage contre les contaminants de l'environnement. Il possède trois compartiments, dont deux qui servent de séchage et un pour le système de ventilation. Le système de ventilation est composé d'un ventilateur en Courant Continu, d'une batterie solaire et d'un module solaire photovoltaïque. La chaleur emmagasinée dans les compartiments de séchage est mélangée à l'air fourni par le ventilateur pour évacuer l'humidité du produit à sécher vers l'extérieur. L'intérieur de ce séchoir est peint en noir pour mieux capter la chaleur.

(iii) Séchoir BOSH (Figure 3) : est un séchoir électrique fabriqué en composite de plastique avec une série successive de 12 plateaux de séchage. Ce séchoir est doté d'une résistance chauffante à Courant Alternatif et d'un système de ventilation

monté en dessous de la résistance chauffante. Le système de ventilation permet de diffuser la chaleur produite par la résistance dans l'ensemble du système. L'humidité s'échappe par la partie supérieure de ce séchoir.



**Figure 1.** Photo d'un séchoir ATESTA muni d'un panneau solaire



**Figure 3.** Photo d'un séchoir BOSH

## 2.2. Méthodes

### Production de *Amonsoja* et Test de séchage

Le *Amonsoja* a été produit selon le diagramme technologie décrit par Gbewadinou (2022) (Figure 5). Ensuite, *Amonsoja* frais obtenu a été découpé en de petites tranches de tailles inférieures ou égales à 0,5 cm d'épaisseur. La longueur et la largeur étaient respectivement de 3 cm et 1,5 cm. Sur chaque plateau, les tranches de *Amonsoja* ont été disposées

(iv) Dispositif de séchage traditionnel (Figure 4) : est un système de séchage constitué d'une poêle et d'un grillage traditionnel. Les *Amonsoja* sont disposés sur le grillage au fond de la poêle puis recouverts par un plateau, l'ensemble est déposé sur un foyer traditionnel à bois.

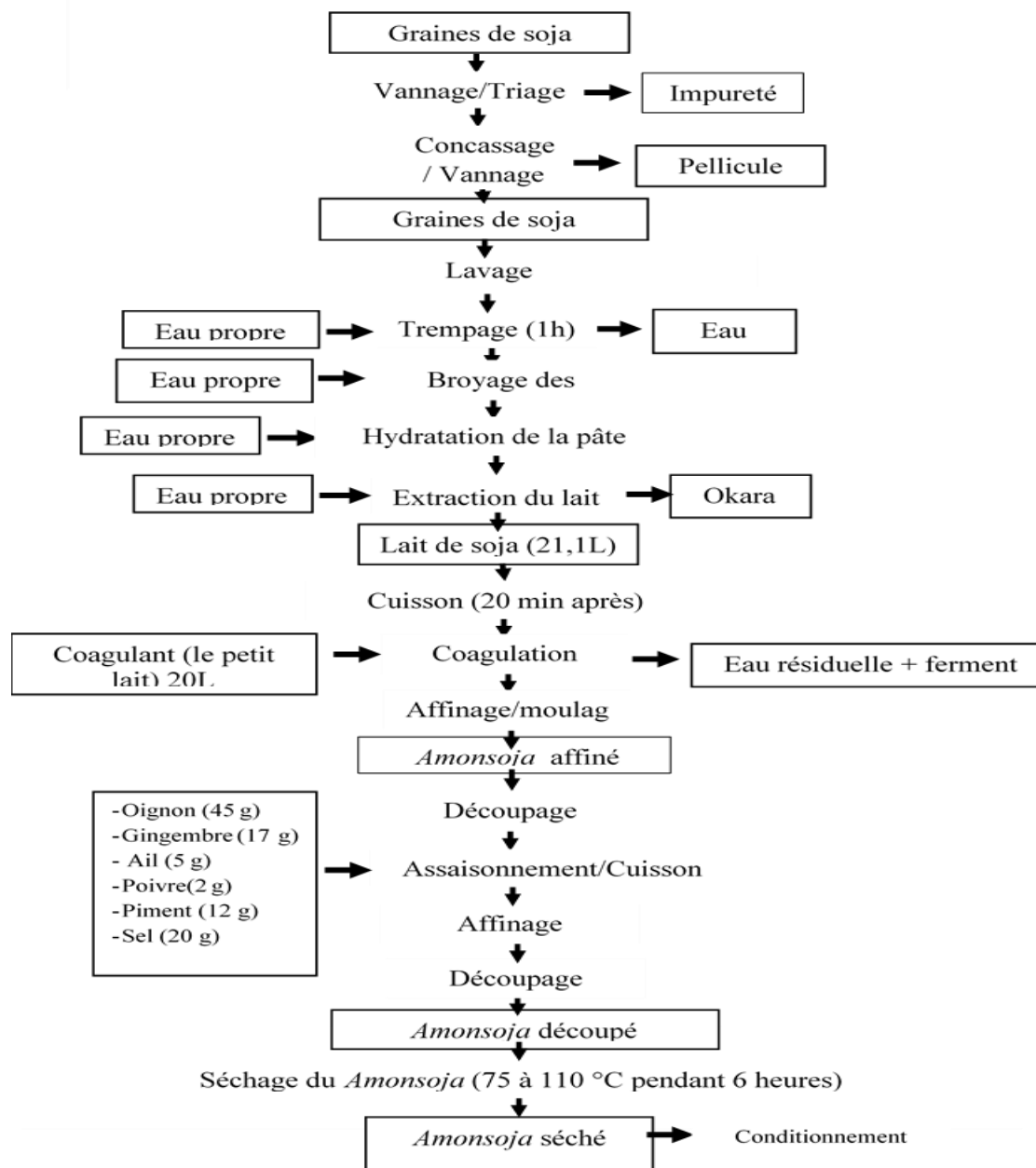


**Figure 2.** Photo d'un séchoir Hybride



**Figure 4.** Photo du dispositif traditionnel de séchage du *Amonsoja*

en couches mince et régulière afin de favoriser un séchage rapide et homogène. Les quatre séchoirs ont été chacun remplis de 2 kg de *Amonsoja* frais. Les essais de séchage ont été répétés trois fois pour chaque type de séchoir. Au cours du séchage, les données relatives à la quantité de produit initial et final, la durée de séchage ont été déterminées.



**Figure 5.** Diagramme technologique de production de *Amonsoja* séché

Source : Gbewadinou, 2022

#### Détermination des paramètres physico-chimiques et microbiologiques des *Amonsoja* séchés

Les teneurs en eau, en lipides et en cendres des *Amonsoja* séchés ont été déterminées respectivement par thermogravimétrie, par extraction au Soxhlet et par gravimétrie selon la méthode AOAC (1990). Quant au pH et l'acidité titrable, les échantillons de *Amonsoja* ont été évalués suivant la méthode modifiée de Nout *et al.* (1989).

Les échantillons prélevés (*Amonsoja*) ont été évalués en recherchant par des méthodes standards, les paramètres microbiologiques de qualité. Les germes aérobies mésophiles et les entérobactéries ont été

recherchés respectivement selon la méthode spécifiée par les normes ISO 4833-1 : 2013 et 21528-2 : 2017. Le dénombrement des colonies blanches ou colorées, lisses et crémeuses de levures et des moisissures sous forme poudreuse a été effectué après 5 jours d'incubation à 25 °C selon la norme ISO 21527-1-2 : 2008. Les *staphylococcus aureus* ont été dénombrés suivant la méthode décrite par la norme ISO 6888-2 : 2021.

#### Détermination de la qualité sensorielle du *Amonsoja* séché issu des différents séchoirs

L'évaluation sensorielle a été réalisée suivant les méthodes de base pour l'évaluation sensorielle des aliments développée par WATTS *et al.* (1991). Les

différents échantillons de *Amonsoja* obtenus après séchage ont été soumis simultanément à un panel de 30 dégustateurs. Au cours des séances de dégustation, chaque dégustateur a reçu environ 10 g de chaque échantillon de *Amonsoja* dans un plat jetable préalablement codé. Les échantillons ont été évalués en utilisant une fiche d'évaluation sensorielle conçue pour permettre à chaque dégustateur de donner une appréciation pour chaque paramètre évalué. Les critères de qualité tels que la couleur, l'arôme, le goût, la texture et l'acceptabilité générale ont été considérés. Une échelle hédonique à cinq niveaux a été utilisée pour l'appréciation de chaque critère.

### Analyses statistiques des données

Le tableur Excel 2019 a été utilisé pour le calcul des moyennes et fréquences. Le logiciel SPSS Statistics 23 a été utilisé pour la comparaison des moyennes des *Amonsoja* séchés obtenus à partir des différents séchoirs.

**Tableau 1.** Performances techniques des différents séchoirs

| Type de séchoir             | Quantité de <i>Amonsoja</i> frais (kg) | Quantité de <i>Amonsoja</i> séché (kg) | Rendement (%)           | Durée de séchage (h)    | Type d'énergie |
|-----------------------------|--|--|-------------------------|-------------------------|----------------|
| Séchoir à Convection Forcée | 2,00±0,50                              | 0,71±0,22                              | 35,95±0,31 <sup>a</sup> | 20,00±1,00 <sup>a</sup> | Solaire        |
| Séchoir ATESTA              | 2,00±0,30                              | 0,69±0,05                              | 34,73±0,49 <sup>a</sup> | 6,00±0,50 <sup>b</sup>  | Gaz            |
| Séchoir BOSCH               | 2,00±0,05                              | 0,71±0,01                              | 35,75±0,35 <sup>a</sup> | 48,00±0,00 <sup>c</sup> | Electrique     |
| Séchoir traditionnel        | 2,00±0,00                              | 0,69±0,01                              | 34,64±0,60 <sup>a</sup> | 10,00±1,5 <sup>d</sup>  | Biomasse       |

Les moyennes portant les lettres différentes dans la même colonne sont significativement différentes au seuil de 5 %.

### 3.2. Qualité sensorielle du *Amonsoja* séché avec différents séchoirs

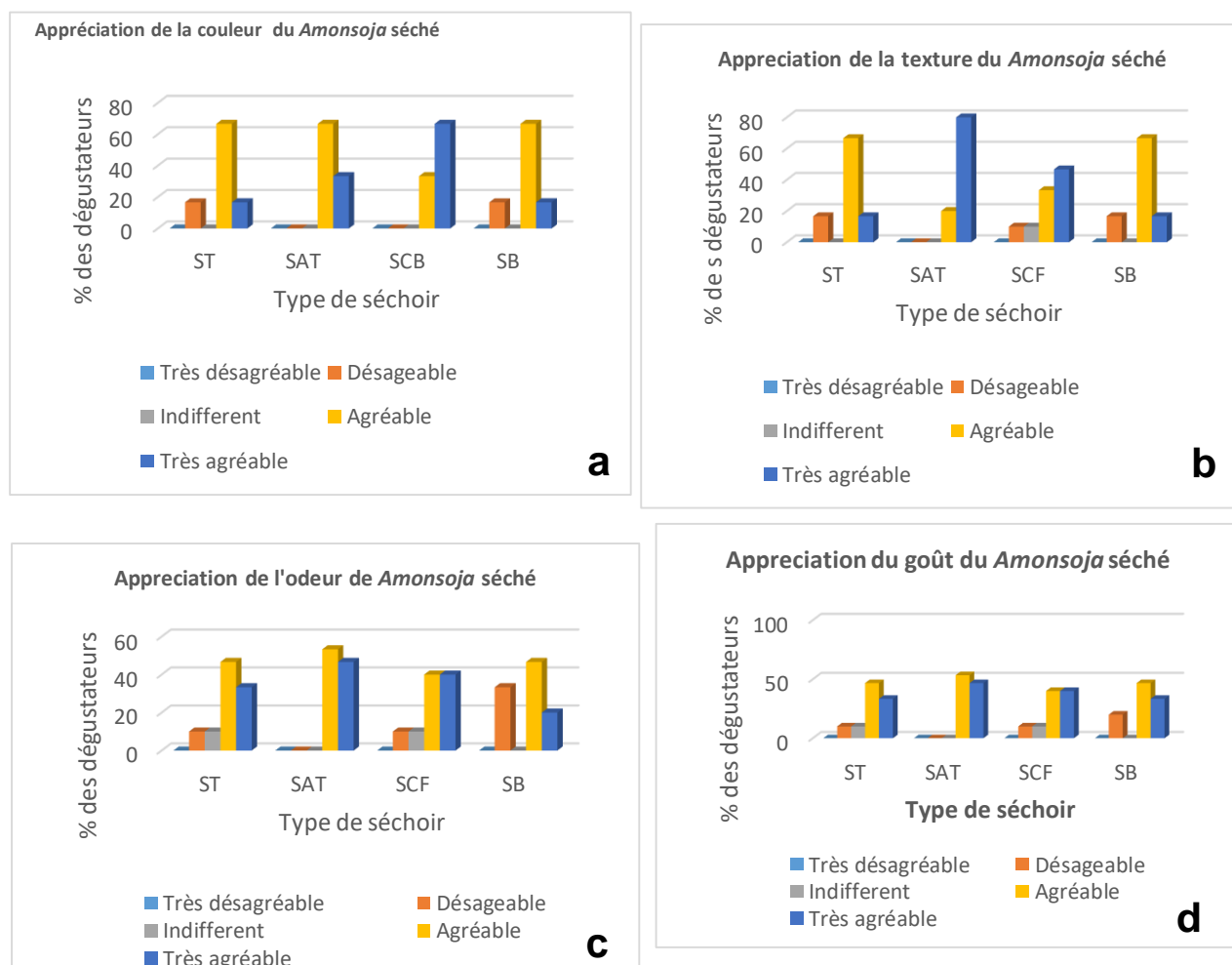
La qualité sensorielle des *Amonsoja* séchés avec les quatre types de séchoirs testés a été évaluée suivant les critères de qualité tels que la couleur, la texture, l'odeur, le goût et l'appréciation globale. Les résultats obtenus pour l'acceptabilité générale ont montré que *Amonsoja* séché avec le séchoir ATESTA (60,00 %) et le séchoir à Convection Forcée (53,33 %) était les plus appréciés à cause de sa couleur attrayante et texture croustillante par rapport aux fromages séchés avec séchoir BOSCH (0 %) et traditionnel (3,33 %) qui ont une couleur sombre et moins croustillante. En considérant

## 3. RÉSULTATS

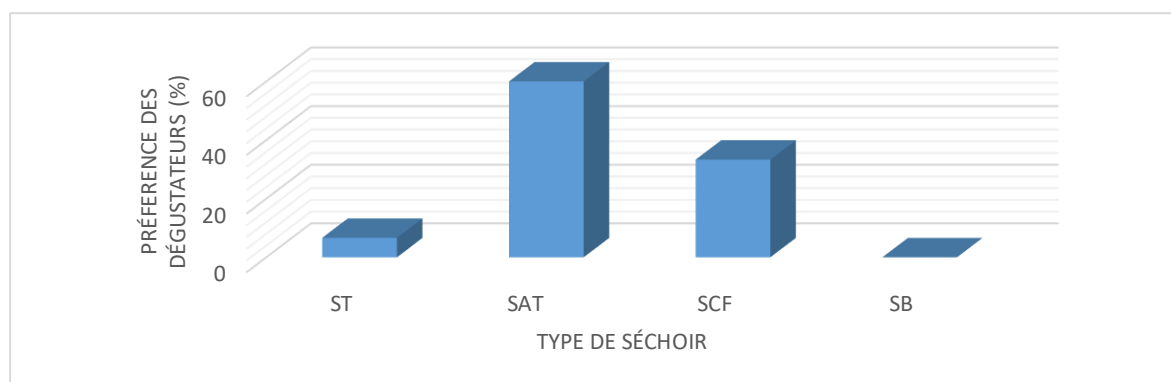
### 3.1. Performances techniques des quatre types de séchoirs testés

Les résultats obtenus ont montré que le rendement au séchage était de 34,73±0,49 % ; 35,95±0,31 % ; 35,75±0,35 % et 34,64±0,60 % respectivement pour le séchoir ATESTA, le séchoir à Convection Forcée, le séchoir BOSCH et le séchoir traditionnel (Tableau 1). L'analyse statistique de ces résultats a montré qu'aucune différence significative n'a été observée entre ces rendements ( $p > 0,05$ ). Concernant le temps de séchage, l'analyse de ce tableau indique que la durée de séchage du *Amonsoja* séché avec le séchoir ATESTA est significativement ( $p < 0,05$ ) inférieure aux durées de séchage du *Amonsoja* séché avec les autres séchoirs. Il ressort aussi de ce tableau 1 que la durée de séchage varie significativement ( $p < 0,05$ ) d'un séchoir à un autre.

l'odeur, *Amonsoja* séché avec le séchoir ATESTA était le plus apprécié (46,67 % des dégustateurs) pour son odeur très agréable devant *Amonsoja* séché avec le Séchoir à Convection Forcée (40,00 % des dégustateurs), le Séchoir BOSCH (20,00 %) et le Traditionnel (33,33 %) (Figure 6c). Sur la figure 6d, il a été observé que le niveau d'appréciation du goût des quatre *Amonsoja* séchés avec les quatre séchoirs était similaire. Toutefois, *Amonsoja* séché avec le séchoir à Convection Forcée vient en tête avec une appréciation très agréable (66,67 % des dégustateurs) suivi du *Amonsoja* séché avec le séchoir ATESTA (53,33 % des dégustateurs) et du *Amonsoja* séché avec le séchoir Traditionnel (16,67 % des dégustateurs) puis du *Amonsoja* séché avec le séchoir BOSCH (3,33 %).



**Figure 6.** Pourcentage d'appréciation des différents critères de qualité (couleur, texture, odeur et goût) du *Amonsoja* séché produit en utilisant différents séchoirs



**Figure 7.** Préférence des *Amonsoja* séchés

#### Caractéristiques physico-chimique et microbiologique des *Amonsoja* séchés issus des différents séchoirs

Dans le Tableau 2 est présenté les caractéristiques physico-chimiques du *Amonsoja* séché avec les quatre types de séchoirs. La teneur en matière sèche du *Amonsoja* séché avec le Séchoir ATESTA (SAT) (88,45 %) et celle du Séchoir à Convection forcée (SCF) (86,39 %) sont similaires et ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %. Mais

ces teneurs en matière sèche sont supérieures ( $p < 0,05$ ) à ceux des fromages séchés avec le Séchoir Traditionnel (ST) et le Séchoir BOSCH (SB). La même observation a été faite en ce qui concerne le pH des différents échantillons de *Amonsoja* séché. Ainsi, aucune différence significative n'a été observée entre le pH de SAT et SCF de même pour

ST (6,19) et SB (6,28). La même tendance a été obtenue en considérant la teneur en huile des *Amonsoja* avec les quatre types de séchoir. Pour ce qui concerne l'acidité titrable, il a été observé une différence significative ( $p < 0,05$ ) entre SAT et les restes des échantillons avec SAT présentant la plus petite valeur, soit 0,28 %. Les résultats de la teneur

en cendre des échantillons ont révélé que *Amonsoja séché* par la méthode artisanale présente une teneur en cendre supérieure (ST=5,23 %) à celle relevé au niveau des autres échantillons de *Amonsoja* produit et séché par la méthode améliorée tous séchoirs confondus soient 3,54 %, 3,66 %, 3,60 % relevés respectivement pour SAT, SCF et SB.

**Tableau 2.** Caractéristiques physico-chimiques des *Amonsoja* séchés

| Type de séchoir | Matière sèche (%)       | pH                      | Acidité titrable (%acide lactique) | Cendres (% BS)         | Lipides (% BS)          |
|-----------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|------------------------|-------------------------|
| <b>SAT</b>      | 88,45±0,56 <sup>a</sup> | 6,69±0,01 <sup>a</sup>  | 0,28±0,01 <sup>b</sup>             | 3,54±0,01 <sup>b</sup> | 28,25±0,21 <sup>a</sup> |
| <b>SCF</b>      | 86,38±0,24 <sup>a</sup> | 6,435±0,02 <sup>a</sup> | 0,32±0,00 <sup>a</sup>             | 3,66±0,06 <sup>b</sup> | 29,73±0,17 <sup>a</sup> |
| <b>SB</b>       | 84,55±1,27 <sup>b</sup> | 6,28±0,01 <sup>b</sup>  | 0,36±0,00 <sup>a</sup>             | 3,60±0,20 <sup>b</sup> | 21,42±0,18 <sup>b</sup> |
| <b>ST</b>       | 82,89±0,45 <sup>b</sup> | 6,185±0,02 <sup>b</sup> | 0,42±0,02 <sup>a</sup>             | 5,23±0,15 <sup>a</sup> | 24,34±0,19 <sup>b</sup> |

Les moyennes portant les lettres différentes dans la même colonne sont significativement différentes au seuil de 5%.

**Légende :** **SAT** : Séchoir ATESTA ; **SCF** : Séchoir à Convection Forcée ; **SB** : Séchoir BOSCH ; **ST** : Séchoir Traditionnel.

L'analyse microbiologique a montré que la charge des staphylocoques et des levures et moisissures dénombrées dans *Amonsoja* séché issu du séchoir traditionnel (ST) est supérieure à la norme béninoise alors que *Amonsoja* séchés issus du SAT, SCF, SB sont conformes à la norme (Tableau 3). Concernant les Germes aérobies mésophiles, seul *Amonsoja* séché issu du SAT est conforme à la norme béninoise. Enfin, *Amonsoja* séchés issus de SCF et SB ne sont pas conformes à la norme en considérant les entérobactéries. Il ressort des résultats microbiologiques obtenus que la qualité du *Amonsoja* séché avec le séchoir ATESTA est meilleure par rapport aux trois autres *Amonsoja* séchés.

**Tableau 3.** Qualité microbiologique des *Amonsoja* séchés

| Fromage séché                                     | Staphylocoques (UFC/g) | Germes aérobies mésophiles (UFC/g) | Levures et moisissures (UFC/g) | Entérobactéries (UFC/g) |
|---|------------------------|------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| ST  | 18.10 <sup>3</sup>     | >3.10 <sup>5</sup>                 | >15.10 <sup>4</sup>            | <10                     |
| SAT   | <10                    | 180                                | <400                           | <10                     |
| SCF   | <10                    | >3.10 <sup>5</sup>                 | <100                           | >15.10 <sup>4</sup>     |
| SB  | <10                    | >3.10 <sup>5</sup>                 | <100                           | 4.10 <sup>5</sup>       |
| Critères Microbiologiques (Norme Béninoise, 2021) | <10 <sup>2</sup>       | <3.10 <sup>5</sup>                 | <10 <sup>3</sup>               | <10 <sup>2</sup>        |

#### 4. DISCUSSION

Les trois séchoirs testés (séchoir ATESTA, séchoir à convection forcée et séchoir BOSCH) ont permis de sécher *Amonsoja* jusqu'à une teneur inférieure à 12 %. Bien que ces séchoirs ne présentent aucune différence significative par rapport au rendement en *Amonsoja* séché, la durée de séchage a varié significativement d'un séchoir à une autre. La durée

du séchage avec le séchoir ATESTA est de six (6) heures et est significativement inférieure à la durée de séchage des autres séchoirs améliorés (à convection forcée, BOSCH et traditionnel). Cette différence observée peut être liée à l'efficacité de la source d'énergie du séchoir ATESTA (gaz) qui est constante par rapport à la biomasse et l'énergie

solaires utilisées respectivement pour le séchoir traditionnel et le séchoir à convection forcée comme type d'énergie. En outre, le séchoir ATESTA dispose d'une isolation thermique qui permet de concentrer et de conserver la chaleur à l'intérieur dudit séchoir. Enfin, bien que la durée de séchage liée à l'utilisation du séchoir à convection forcée soit relativement longue, la transformatrice ne paye rien en termes du coût d'énergie et constitue un avantage comparatif par rapport aux deux autres types de séchoirs testés. La qualité du *Amonsoja* séché avec le séchoir SAT est meilleure par rapport aux autres types de séchoir.

En effet, les résultats de l'évaluation organoleptique des panélistes ont montré que *Amonsoja* séchés issus du séchoir ATESTA (SAT) et du séchoir à convection forcée (SCF) jouissent de la plus grande acceptabilité à cause surtout de la couleur et de la texture des *Amonsoja*. Les consommateurs sont toujours à la recherche d'un *Amonsoja* séché croustillant, présentant peu d'odeur de soja, moyennement épicée et présentant une couleur très peu sombre. L'aspect couleur confirme les résultats de Dossou *et al.* (2016) qui stipulent après des tests de dégustations réalisés sur le fromage peuhl séché que les consommateurs préfèrent des fromages à coloration claire. Par ailleurs, l'odeur du *Amonsoja* séché avec la méthode traditionnelle n'avait pas été acceptée des dégustateurs surtout à cause de l'odeur de la fumée qui y est due à l'utilisation du bois comme combustible. En ce qui concerne la qualité physico-chimique, *Amonsoja* séché issu du SAT présente les meilleures valeurs physico-chimiques recherchées. Cela peut s'expliquer par la rapidité du processus de séchage et confirme les conclusions de l'étude menée par PAFASP (2017) stipulant que le séchoir ATESTA réduit le temps de séchage par rapport au séchage au soleil et améliore la qualité du produit séché. Cela confirme également les résultats de Boroze (2011) qui affirme qu'en classifiant les indicateurs suivant les critères prioritaires que sont la qualité et le coût, il est recommandé d'utiliser le séchoir ATESTA. Quant à la qualité microbiologique, les échantillons de *Amonsoja* issu du séchoir ATESTA présentent une très bonne qualité microbiologique comparativement aux autres échantillons, car tous les séchoirs testés protègent mieux *Amonsoja* au cours du séchage contre les contaminations environnementales. De même, les différents *Amonsoja* séchés sont conformes aux critères microbiologiques de la Norme béninoise (2021) portant sur le fromage de soja. Ce résultat est en lien avec les résultats de l'étude de Carboni (2016) qui stipule après une étude réalisée sur le séchage de la mangue que la qualité des mangues séchées obtenues dans les séchoirs ATESTA répond aux standards d'hygiène et de production et est conforme aux protocoles de qualité HACCP.

## 5. CONCLUSION

L'évaluation des différents séchoirs pour le séchage du *Amonsoja* frais a montré que les trois séchoirs testés sont meilleurs par rapport à la pratique de séchage traditionnel. Toutefois, le séchoir ATESTA a permis de sécher *Amonsoja* plus rapidement par rapport aux autres séchoirs. De même, la qualité du *Amonsoja* séché avec le séchoir ATESTA est meilleure par rapport aux trois autres *Amonsoja* séchés. Ainsi, l'utilisation du séchoir ATESTA testé dans cette étude peut être proposée aux transformatrices pour la stabilisation du *Amonsoja* frais par le séchage.

Afin de rendre *Amonsoja* produit au Bénin viable et compétitif sur les marchés, cette étude mérite d'être approfondie: (i) La détermination de la durée limite de consommation (DLC) du *Amonsoja* séché; (ii) La détermination de la teneur en protéine des différents échantillons de *Amonsoja* séché; (iii) L'étude des conditions de réhydratation du *Amonsoja* séché.

## Remerciements

Les auteurs remercient le groupement de femmes "Chilo" spécialisé dans la transformation de soja en *Amonsoja* séché pour leur participation active à la présente étude.

## Références

- AOAC, 1990. *Official Methods of Analysis*. 15th edition. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD.
- Boroze T., 2011. *Outil d'aide à la conception de séchoirs pour les produits agricoles tropicaux*. Thèse de doctorat : Université de Lomé, 236 p.
- Carboni S., 2016. Étude d'impact des actions du CEAS en matière d'innovations techniques : le cas de la mangue séchée. *Les cahiers du CEAS*, 40 p.
- Dossou J., Montcho J., Londji S., Atchouke G. & Odjo S., 2016. Procédé Amélioré De Conservation Et De Stabilisation Du Fromage Peuhl Par l'effet Combiné Du Traitement Thermique Et Du Conditionnement Sous Vide. *European Scientific Journal*, 12(36), 1857 – 7881. Doi: 10.19044/esj.2016.v12n36p189
- Gbewadinou E., 2022. *Amélioration de la technologie de production du fromage de soja (amon soja) séché au Bénin*. Mémoire de fin de formation pour l'obtention du diplôme de Master Professionnel. Ecole Polytechnique de l'Université d'Abomey Calavi, 79 p.
- Houssou P., 2021. *Enquête auprès des acteurs de la filière soja en vue de déterminer les exigences qualités sur le lait et fromage de soja*. Bénin, 42 p.
- Houssou P., Adegbola P., Djinadou K., Djivoh Y., Crinot G., Hotegni B., Dansou V. & Todohoue C., 2018. Évaluation technologique et financière de la production de fromage à base de soja à petite échelle au Bénin. *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, 32, 273–285.
- Houssou P. A. F. & Dansou V., 2022. *Guides de Bonnes Pratiques d'Hygiènes et de Fabrication de fromage à base*



*de soja au Bénin. Document Technique et d'Informations (DT&I).* ProQUAL/GIZ, ProQUAL/PTB, ANM Bénin, 19 p.

Konnon D., Ahoueya J. 2017. *Etat des lieux sur la filière soja au Bénin et identification de ses chaînes de valeurs ajoutées (CVA) porteuses.* Rapport provisoire, GIZ & MAEP/Bénin, 133 p.

Kpenavoun C. S., Okry F., Santos F. & Hounhouigan D. J., 2018. Efficacité technique des producteurs de soja au Bénin. *Annales des sciences agronomiques*, 22, 93-110.

MAEP (Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche), 2016. *Catalogue Béninois des Espèces et Variétés végétales (CaBEV).* INRAB/DPVPPAAO/ProCAD/MAEP & CORAF/WAAPP, 339 p.

Nout R., Hounhouigan J.D. & Boekel T.V., 2003. *Les aliments : Transformation, conservation et qualité.* Margraf Publishers GmbH, Allemagne, 280 p.

OCDE/FAO, 2016. *L'agriculture en Afrique subsaharienne : Perspectives et enjeux de la décennie à venir*, Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2016-2025, Éditions OCDE, Paris. DOI: [http://dx.doi.org/10.1787/agr\\_outlook-2016-5-fr](http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2016-5-fr).

PAFASP, 2017. *Guide de la transformation de la mangue par le séchage au Burkina Faso.* Projet d'appui à la commercialisation de mangue séchée et de noix de cajou transformée, Burkina Faso, 54 p.

Rienke N. & Jokes N., 2005. *La culture du soja et d'autres légumineuses.* Agrodok10, 76 p.

Watts B., Ylimaki G., Jeffery L. & Elias L. 1991. *Méthodes de base pour l'évaluation sensorielle des aliments.* Ottawa, Ont., CRDI, 145 p.