

Analyse des pratiques endogènes de production et de conservation du fromage de soja produit au Bénin

Tadagbé Ginette SAGBOHAN¹, Kowiou ABOUDOU^{1,2}, Alice GOUGBE¹,
Mahouton Siméon Parfait NOUKPOZOUNKOU¹, Chérif ALIDOU¹
et Mansourou Mohamed SOUMANOU^{1*}

¹ Université d'Abomey-Calavi, École Polytechnique d'Abomey-Calavi, Département de Génie de Technologie Alimentaire, Laboratoire d'Etude et de Recherche en Chimie Appliquée (LERCA), Unité de Recherche en Génie Enzymatique et Alimentaire, 01 BP 2009 Cotonou 01, Bénin

² Institut National des Recherches Agricoles du Bénin, Programme des Technologies Agricoles et Alimentaires, Porto-Novo, 01 BP 128, PTAA - INRAB

(Reçu le 08 Février 2024 ; Accepté le 11 Mars 2024)

* Correspondance, courriel : msoumanoufr@yahoo.fr

Résumé

L'objectif général de cette étude était d'analyser les pratiques endogènes de production et de conservation du fromage de soja au Bénin. A cet effet, une enquête a été réalisée auprès de deux cent quarante cinq (245) acteurs de production du fromage de soja dans 10 localités du Bénin. Les données relatives aux variétés de soja, aux coagulants et aux technologies de production et de conservation du fromage de soja ont été collectées et analysées suivant les méthodes standards. Les résultats ont montré que les variétés TGX 1910-14F (76 %) et TGX 1987-10F (24 %) sont les plus utilisées pour la production du fromage. L'analyse des pratiques de production a permis d'identifier trois principales technologies de production du fromage de soja. Il s'agit de la technologie de production du fromage sans dépelliculage (TSD : 90,70 %) suivie de la technologie avec dépelliculage par voie sèche (TDS : 6,97 %) et de la technologie avec dépelliculage par voie humide (TDH : 2,33 %). De même, 60 % et 34,09 % des producteurs utilisent respectivement le lactosérum de soja et le *guissin* de 24 h, 48 h et de 72 h tandis que 5,91 % des producteurs utilisent le Sulfate d'alumine. Les productrices enquêtées (100 %) ont rapporté que le temps de fermentation des coagulants influence significativement le rendement et la qualité du fromage. 81,36 % des productrices et consommateurs interviewés conservent le fromage de soja par friture, 15,27 % par cuisson journalière suivie de 3,37 % qui préfèrent le conserver par séchage. La durée de conservation des fromages conservés par la friture et la cuisson journalière n'exède pas trois jours. Au plan sensoriel, les fromages de soja produits avec les coagulants guissin et lactosérum ont été agréablement appréciés pour leur texture comparativement au fromage de soja produit avec alum. La maîtrise des conditions de coagulation et de conservation s'avère donc nécessaire pour améliorer le rendement et la qualité du fromage de soja produit au Bénin.

Mots-clés : *fromage de soja, coagulants, pratiques endogènes, méthode de conservation.*

Abstract

Analysis of endogenous production and conservation practices of soy cheese produced in Benin

The objective of this study was to analyze the endogenous production practices and conservation of soy cheese in Benin. For this purpose, a survey was carried out with two hundred and forty five (245) soy cheese producers in 10 localities in Benin. Data relating to soy varieties, coagulants and soy cheese production and preservation technologies were collected and analyzed using standard methods. Results showed that the varieties TGX 1910-14F (76 %) and TGX 1987-10F (24 %) are the most used for cheese production. The analysis of production practices helped to identify three main technologies for soy cheese production. These include cheese production technology without removal of the hulls (TSD : 90.70 %), cheese production with hulls removal using dry method (TDS : 6.97 %) and finally the technology involving hulls removal by soaking in water (TDH : 2.33 %). About, 60 % and 34.09 % of producers use soy whey and 24-hour, 48-hour and 72-hour *guissin* respectively, while 5.91 % of producers use alumina sulfate. The producers surveyed (100 %) reported that the fermentation time of the coagulants significantly influences the yield and quality of the cheese. 81.36 % of producers and consumers interviewed preserve soy cheese by frying, 15.27 % by daily cooking, and then 3.37 % who prefer to preserve it by drying. The shelf life of cheeses preserved by frying and daily cooking does not exceed three days. About sensory characteristics, soy cheeses produced with the coagulants *guissin* and lactoserum were pleasantly appreciated for their taste, aroma and texture compared to soy cheese produced with alum. Mastering the coagulation and preservation conditions will be of great importance in the improvement of soy cheese quality produced in Benin.

Keywords : *soycheese, coagulants, endogenous practices production, preservation methods.*

1. Introduction

Le soja (*Glycine max (L.) Merrill*) de la famille des fabacées, est l'une des légumineuses les plus cultivées dans le monde. Originaire d'Asie de l'Est, il constitue le principal oléo-protéagineux qui joue un rôle très capital dans la sécurité alimentaire et nutritionnelle des populations [1]. Au Bénin, sa production est en forte expansion et est passée de 2702 tonnes en 2000 à 253954 tonnes en 2020 [2]. Le soja est essentiellement riche en protéines (30 à 40 %), en lipides (20 %) et en glucide (35 %) [3]. Il représente aujourd'hui la matière première de base de nombreux produits alimentaires au Bénin (farine de soja, afiti de soja, huile de soja, lait de soja, yaourt de soja et fromage de soja) [4]. Communément appelé *Amon soja*, le fromage de soja (*Tofu*) représente la principale source de protéines la plus consommée au Bénin et sa demande a connu une forte augmentation ces dernières années [5]. Obtenu après la coagulation du lait de soja, le fromage est une source importante de protéines, de lipides, des acides aminés essentiels et des teneurs non négligeables en minéraux en isoflavones et en saponines [6, 7]. En dépit de son importance, le fromage de soja produit dans les conditions actuelles se conserve peu sur une courte durée [8]. En effet, la production du fromage de soja est à l'échelle artisanale avec une variation des technologies utilisées d'une transformatrice à autre. Plusieurs auteurs ont également rapporté que la nature du coagulant et les variétés de soja constituent des facteurs qui affectent le rendement et la qualité du produit final [9, 10]. De plus, le choix du coagulant a une influence significative sur les propriétés physicochimiques, texturales et organoleptiques (arôme) du fromage de soja [11]. Des facteurs tels que la variété de soja, la méthode de transformation et le type et la concentration de coagulant ont été rapportés comme influençant le rendement, la qualité et la texture du fromage de soja [12]. Il convient alors de trouver une meilleure technologie permettant d'obtenir un fromage de soja doté de très bonnes caractéristiques nutritionnelle et organoleptique et stable sur une longue durée de conservation. Très

peu de travaux ont été réalisés sur les technologies de production du fromage de soja et les différents coagulants utilisés. La mise au point des technologies appropriées de production d'une bonne qualité de fromage de soja s'avère nécessaire. C'est dans ce cadre que s'inscrit la présente étude qui vise à analyser les techniques traditionnelles de production et de conservation du fromage de soja au Bénin.

2. Matériel et méthodes

2-1. Zone d'étude

Une prospection a été faite dans tous les départements du Bénin afin d'identifier les localités de forte production et consommation du fromage de soja à enquêter. Ainsi, l'enquête a été menée pendant (03) trois mois dans dix localités (Cotonou, Abomey-calavi, klouékanmè, Zogbodomey, Bohicon, kandi, Parakou, Djougou, Dassa-Zoumè et Natitingou) du Bénin (*Figure 1*).



Figure 1 : Zone d'étude

2-2. Échantillonnage

La taille d'échantillon des enquêtés a été déterminée par la méthode de [13] suivant la **Formule** :

$$Ni = 4Pi(1-Pi) d^2 \tag{1}$$

Ni étant le nombre total d'individus enquêté dans la localité I, Pi le taux d'individus (acteurs de la filière fromage de soja) dans chaque zone a enquêtée au cours de la prospection dans les localités I et *d* la marge d'erreur fixée à 0,05. La répartition des acteurs enquêtés par localité est présentée par le **Tableau 1**.

Tableau 1 : Répartition des acteurs enquêtés par localité

Localités	Nombre de personnes enquêtées			Total
	Producteurs	Commerçants	Consommateurs	
Cotonou	12	5	-	17
Abomey-Calavi	13	7	-	20
Klouékanmè	15	5	-	20
Zogbodomey	26	10	15	51
Bohicon	28	12	15	43
Dassa	17	4	-	21
Glazoué	15	3	-	18
Parakou	10	6	-	16
Natitingou	9	3	-	13
kandi	11	4	-	15
Total	156	59	30	245

2-3. Collecte des données

La collecte des données a été réalisée en deux phases. Au cours de la première phase exploratoire, les zones de production du fromage de soja ont été identifiées. Un sondage préliminaire a été organisé avec les personnes ressources en guise de prétest dans le but de réajuster le questionnaire pour l'enquête proprement dite. La deuxième phase a permis de recenser les informations relatives aux caractéristiques sociodémographiques, aux technologies de production du fromage de soja, aux variétés de soja utilisées, aux différents coagulants utilisés pour le caillage du lait et aux techniques de conservation du fromage de soja. Afin d'apprécier la qualité des fromages vendus par les productrices, (45) quarante-cinq échantillons de fromage de soja ont été collectés auprès des productrices dans les zones de forte production et de consommation de fromages en fonction du type de coagulant et de la technologie utilisée.

2-4. Évaluation de la qualité sensorielle

Les fromages de soja produits avec différents technologies et coagulants ont été soumis à des tests hédoniques pour déterminer leur acceptabilité. L'évaluation sensorielle des fromages a été réalisée auprès de 30 consommateurs (hommes et femmes) identifiés et interviewés de façon aléatoire sur les lieux de production et de vente. Les consommateurs ont été enfin invités à évaluer les attributs couleur, goût, texture et acceptation globale. L'acceptabilité de chaque échantillon a été testée suivant une échelle hédonique à 9 points [14]. Des valeurs numériques ont été attribuées aux différentes catégories (1-9) de l'échelle, en affectant 1 pour extrêmement désagréable et 9, pour extrêmement plaisant.

2-5. Analyses statistiques

Les données issues de cette enquête ont été traitées à l'aide du logiciel Sphinx 4.5. Des statistiques descriptives simples à travers le calcul des effectifs et des pourcentages ont été réalisées.

3. Résultats et discussion

3-1. Caractéristiques sociodémographiques des transformatrices de fromage de soja

Le **Tableau 2** présente les caractéristiques sociodémographiques des transformatrices/commerçantes du fromage de soja enquêtés au Bénin. La transformation du fromage de soja est une activité essentiellement féminine (99,53 %). Sur un total de 215 transformateurs enquêtés, 214 et 01 étaient respectivement de sexe

féminin et masculin. L'étude a révélé que 73,95 % des personnes enquêtées étaient des analphabètes et 26,05 % étaient instruites parmi lesquels 85,71 % ont un niveau d'étude primaire. Les enquêtés sont regroupés sous le statut marié (88,37 %), veuves (6,51 %) et célibataire (3,72 %) tandis que l'âge minimal, moyen et maximal des transformateurs enquêtés était respectivement de 23, 35 et de 66 ans. Les acteurs qui pratiquent plus la transformation du fromage en soja étaient dans les classes d'âges comprises entre 35 (37,67 %) et 55 ans (29,3 %). Concernant la religion, plus d'un tiers (1/3) des transformatrices enquêtées (35 %) pratique la religion catholique, 28,66 % adoptent les religions traditionnelles, 15,33 % sont des protestantes méthodistes contre 10 % des enquêtées qui pratiquent autres religions non précisées. Les religions islamique et christianisme céleste sont pratiquées respectivement par 5,67 % et 5,33 % des enquêtés et sont minoritaires. Les productrices interviewées sont constituées de 14,88 % de l'ethnie Goun, 17,21 % de Yorouba et de 27,44 % de Fon qui sont les plus représentées (**Figure 2**). De même, 55 % des femmes enquêtées témoignent avoir choisi la transformation du fromage de soja comme étant une activité génératrice de revenu et 40 % pour subvenir au besoin de la famille. La transformation du soja en fromage représente la principale activité pratiquée par 65,4 % des acteurs enquêtés constitués principalement des femmes. Ces résultats corroborent ceux de [15]. qui ont rapporté que la transformation des produits agricoles est principalement réalisée par les femmes. C'est une activité génératrice de revenus et permet ainsi aux femmes de subvenir aux besoins de leurs enfants. Cependant, 45,12 % des productrices étaient des transformatrices de soja en fromage depuis 5 à 10 ans et elles sont majoritaires, tandis que les transformatrices ayant moins de 5 ans d'expérience représentent 24,19 % de la population enquêtée. On peut alors retenir qu'au Bénin, les acteurs qui exercent dans le secteur de la transformation du soja en fromage sont majoritairement des jeunes femmes qui ont un faible niveau d'instruction, mais qui ont capitalisé au moins six années d'expérience. Cette observation pourrait être justifiée par l'importance qu'occupe la consommation du fromage de soja dans les habitudes alimentaires des béninois.

Tableau 2 : Caractéristiques sociodémographiques des enquêtés

	Sexe		Statut matrimonial				Ages (ans)						Niveau d'instruction			
	Masculin	Féminin	Mariés	Célibat aires	Divorcés	Veufs	[15-25[[25-35[[35-45[[45-55[[55-65[[65-75[Analphabète	Primaire	Secondaire	Supérieur
	0,47	99,53	88,37	2,79	0,93	7,91	7,44	13,95	37,67	29,30	10,23	1,40	73,95	85,71	12,50	1,79
Total	100 %		100 %				100 %						100 %			

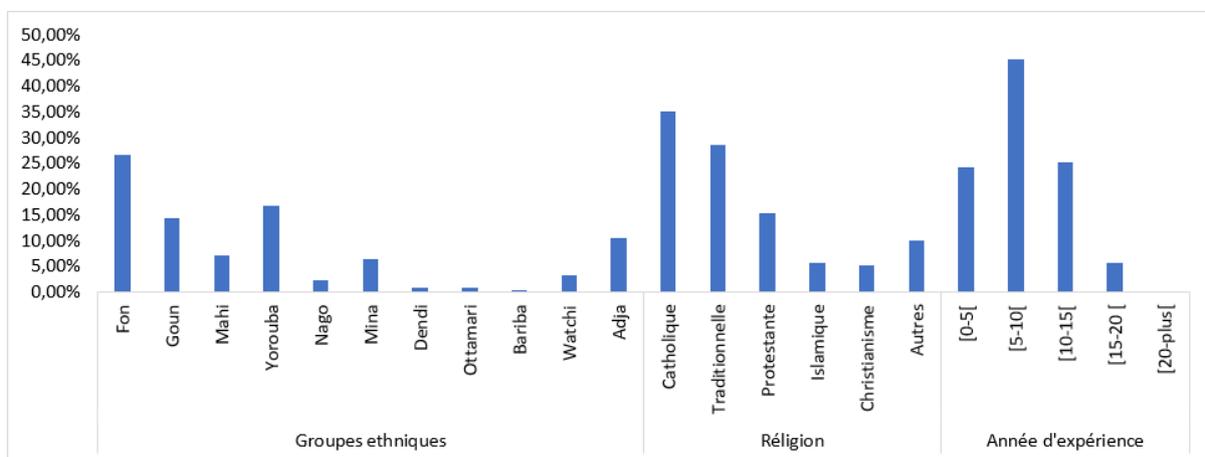


Figure 2 : Groupe ethniques, religion et année d'expérience des enquêtés

3-2. Variétés de soja utilisées pour la production du fromage au Bénin

Les variétés de soja utilisées par les femmes productrices du fromage sont présentées sur la **Figure 3**. Cent pourcent (100 %) des productrices utilisent les variétés locales (Jupiter, TGX 1987-10F, TGX 1910-10F, TGX 1910-14F, TGX 1830-20E, TGX 1951-3F, TGX 1987-62F, Jenguma, TGX 1448-2D) pour la production du fromage de soja. Les variétés TGX 1910-14F (76 %) et TGX 1987-10F (24 %) sont les plus utilisées pour la production du fromage. Selon 80% des enquêtés, la variété TGX 1910-14F est la mieux adaptée à la production du lait. Par ailleurs, les variétés TGX1987-10F, et TGX 1910-14F sont plus rentables en terme de production du fromage de soja pour 70,45 % des enquêtés. Elles constituent également les variétés locales les plus cultivées à cause de leur préférence par les femmes transformatrices [16]. Environ 45,45 % des producteurs interviewés rapportent que le choix des variétés dépend du rendement élevé en fromage, suivi de 38,18 % qui préfèrent choisir les variétés en se basant sur le bon rendement en lait (**Figure 4**). En effet, certains auteurs ont rapporté que la variété locale TGX présente une bonne grosseur et constitue un facteur de préférence des transformateurs [16]. Une enquête menée par la FAO, a révélé que toutes les variétés de soja cultivées au Bénin peuvent servir à la production du fromage de soja notamment les variétés TGX qui donnent un bon rendement en fromage que les autres [8]. De plus les travaux menés par la FSA dans le cadre du projet Semence Soja a montré que la variété TGx 1987-10F fait partir des 5 variétés de soja les mieux adaptés à la production du lait et du fromage de soja à cause de sa forte teneur en protéine et sa forte capacité d'absorption d'eau au cours de la transformation [17].

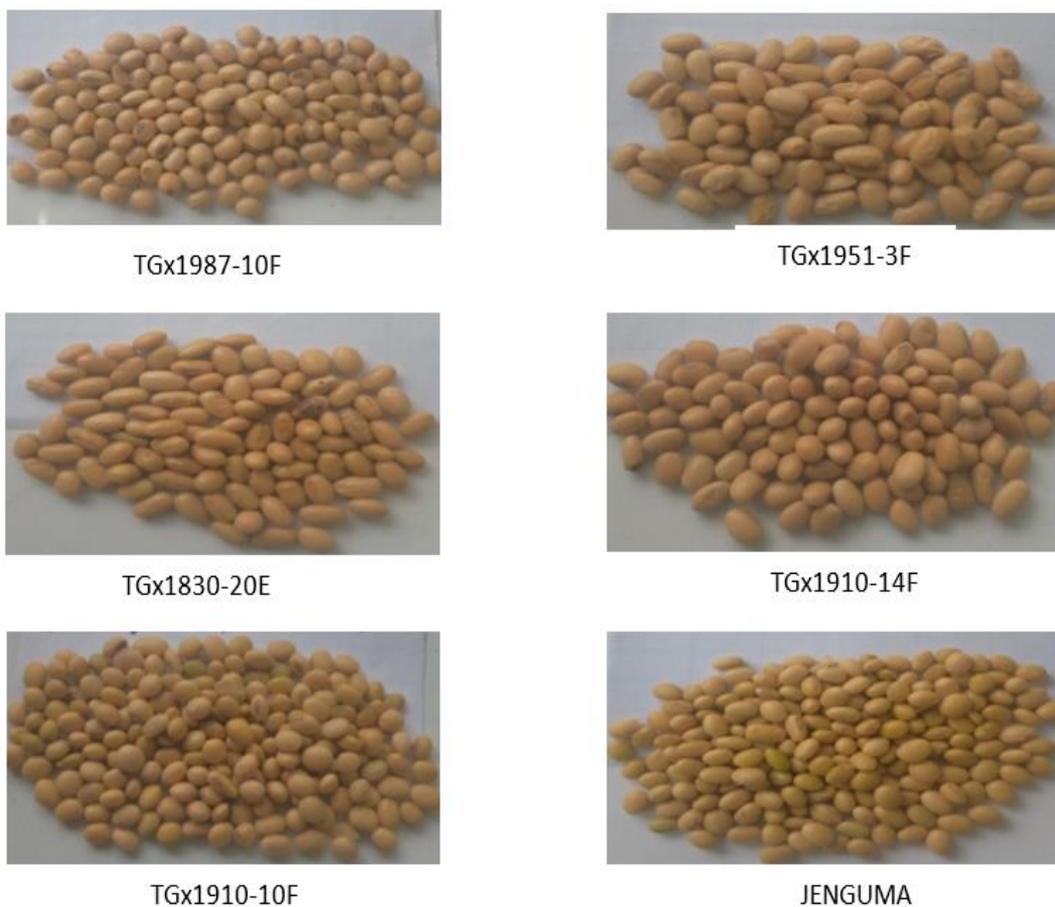


Figure 3 : Variétés de soja utilisées dans la production du fromage de soja au Bénin

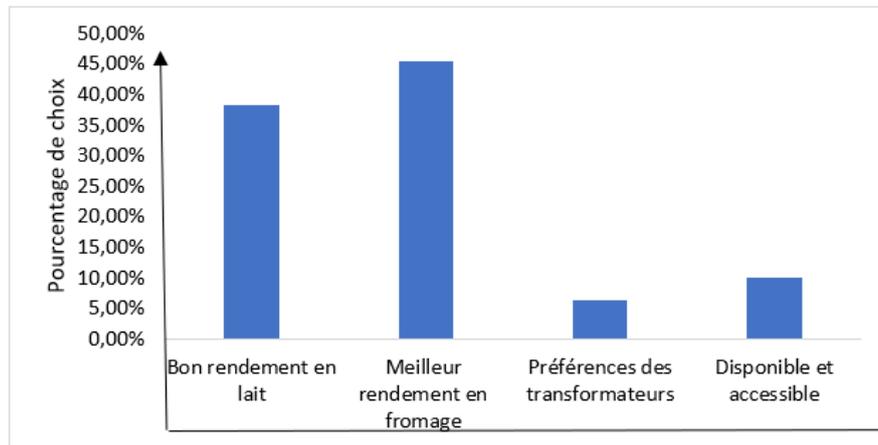


Figure 4 : Critères de choix des variétés de soja utilisées par les transformatrices

3-3. Technologies de production du fromage de soja au Bénin

Les techniques de production du fromage de soja sont présentées sur la **Figure 5**. L'analyse des résultats a montré une variabilité entre les techniques de production utilisées par les producteurs du fromage de soja. Cette variabilité de technique dépend de la technologie de production utilisée, et de la nature du coagulant. L'étude a permis d'identifier trois principales technologies de production du fromage de soja. Il s'agit de la technologie de production du fromage sans dépelliculage (TSD) pratiquée par 90,70 % ; suivie de la technologie avec dépelliculage par voie sèche (TDS) : 6,97 %) et de la technologie avec dépelliculage par voie humide (TDH) utilisée par 2,33 %. Dans les zones enquêtées, 90,70 % des productrices trempent les graines de soja avant mouture sans dépelliculage et 2,33 % avec dépelliculage puis 6,97 % des transformatrices concassent et dépelliculent avant trempage et mouture (Figure 5). Selon les travaux antérieurs, la forme de production la plus pratiquée est la technologie de production du fromage sans dépelliculage, car elle permet de gagner du temps [8], mais est à la base d'indigestion et du goût peu apprécié des consommateurs. En effet, la durée de trempage (2h à 5h) pratiquée par les transformatrices est largement inférieure au temps de trempage (de 8-12h) recommandée par une étude réalisée par Houssou & Dansou [18] en 2022 et qui permet d'éliminer les facteurs antinutritionnels qui sont responsables du goût du haricot et de la flatulence et susceptibles de réduire la biodisponibilité, l'absorption, et la fonction de ces minéraux [19]. Selon les transformatrices, la couleur attrayante du fromage de soja est liée aux opérations unitaires du processus de fabrication. En effet, le processus de fabrication impliquant le concassage et dépelliculage avant trempage et mouture (TDS) permet d'obtenir un fromage de soja de couleur très attrayante et dont le goût est très apprécié par les consommateurs, comparativement au fromage issu des autres processus. Les recherches ont montré que la teneur en protéines et en huile de soja décortiqué est plus élevée que le soja entier [20]. De plus, l'utilisation du soja décortiqué pour produire le fromage de soja améliore non seulement la qualité du fromage de soja mais facilite également l'extraction des protéines de soja [21]. Le dépelliculage élimine certaines enzymes indésirables, baisse l'amertume et réduit le temps de cuisson via l'élimination des polysaccharides.

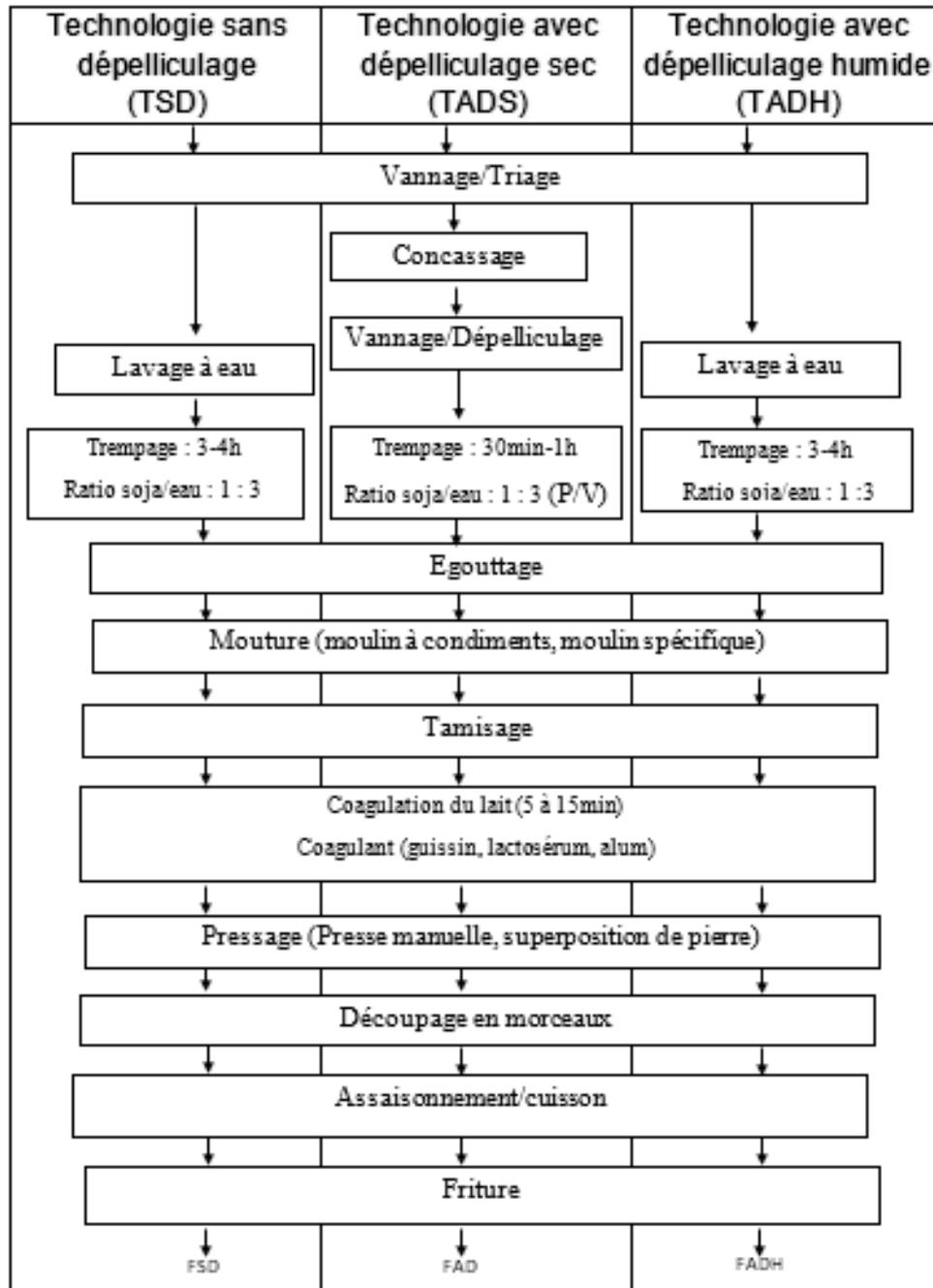


Figure 5 : Récapitulatif des technologies de production du fromage de soja au Bénin

3-4. Coagulants utilisés pour la production du fromage de soja

Les coagulants qui caillent le lait de soja sont présentés sur la Figure 6. Le *guissin* (surnageant fermenté d'amidon de maïs), le *lactosérum de soja fermenté* et *l'alum* sont les principaux coagulants utilisés par les transformatrices. 60 % des femmes productrices enquêtées utilisent le lactosérum de soja, 39,09 % utilisent le guissin et 5,91 % se contentent de l'alum (**Figure 7**) qui sont tous des produits fermentés excepté l'alum. Les producteurs ne maîtrisent pas le niveau de fermentation du *guissin* et du *lactosérum de soja*. En effet, 99 % des producteurs enquêtés affirment qu'ils ne maîtrisent pas la dose et le niveau de fermentation des coagulants, ils en mettent jusqu'à disparition totale du lait et ils arrêtent dès que le lactosérum est totalement jaune. Les productrices utilisent les coagulants fermentés de 24h, 48h et 72h, la quasi-totalité des enquêtés

affirment qu'à partir de 72 h voir 96 h de fermentation ces coagulants sentent mauvais et affectent le goût du fromage. Par ailleurs un coagulant non fermenté ou trop fermenté affecte la qualité organoleptique et physicochimiques du fromage, ainsi, quand le degré d'acidité requis n'est pas atteint, la coagulation est mauvaise et donc la qualité du fromage est médiocre, une acidité trop forte affecte également la qualité du fromage (fromage acide). Environ 80 % des transformatrices affirment que le goût, l'arôme et la texture du fromage sont affectés par le coagulant utilisé. En effet, les différents types de coagulants impactent sur les caractéristiques physicochimiques et sensorielles du fromage [22]. La durée de conservation, la teneur en protéines, la qualité et la quantité du fromage produit sont affectées par le type de coagulant utilisé [23]. Le goût du fromage de soja est également influencé par la nature et la dose du coagulant utilisé [12], qui constitue le paramètre le plus déterminant dans la production du fromage de soja. Les attentes des consommateurs sont satisfaites pour le goût du fromage de soja produit avec le *guissiñ*. En général, les transformatrices ne sont presque jamais certaines à l'avance de la qualité du produit qui sera obtenu : aujourd'hui le fromage est bien tendre et apprécié, demain le fromage est pâteux et friable. Cela implique le développement d'une technique améliorée de fabrication du fromage de soja plus tendre et ayant une texture moelleuse. Des recherches sont donc nécessaires afin de trouver l'acidité qui pourra donner une meilleure qualité du fromage. Les critères de choix des coagulants de fromage de soja sont représentés sur la **Figure 8**. L'analyse de cette figure montre que 50 % des productrices choisissent les coagulants pour leur bonne aptitude à la coagulation suivit de 30 % qui préfèrent ces coagulants à cause de leur accès et leur disponibilité.

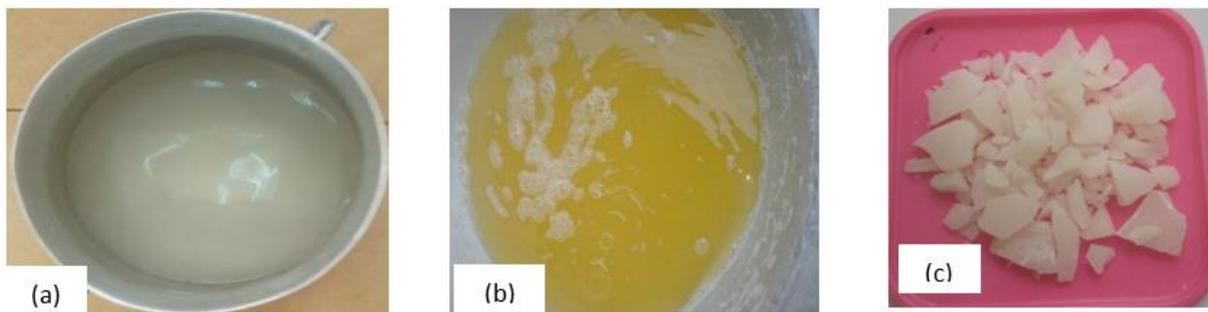


Figure 6 : *Coagulants du lait de soja utilisés par les transformateurs (a) Guissiñ, (b) lactoserum fermenté, (c) alum*

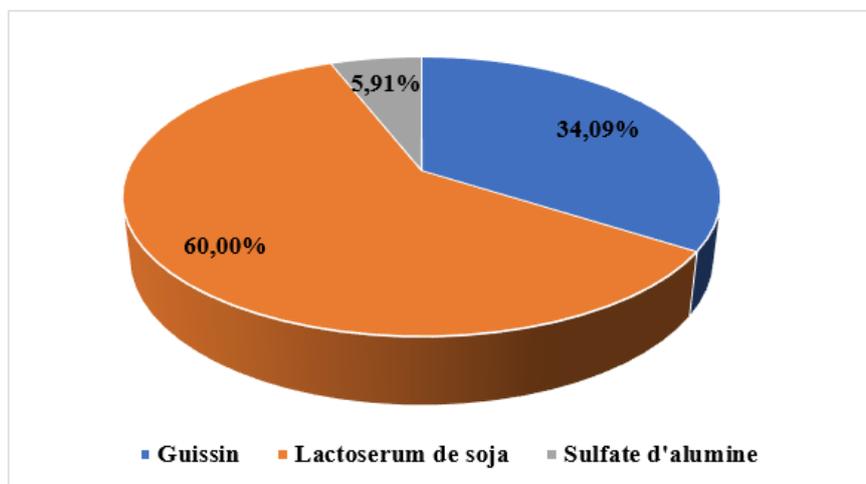


Figure 7 : *Différents types de coagulants utilisés au Bénin dans la production du fromage de soja*

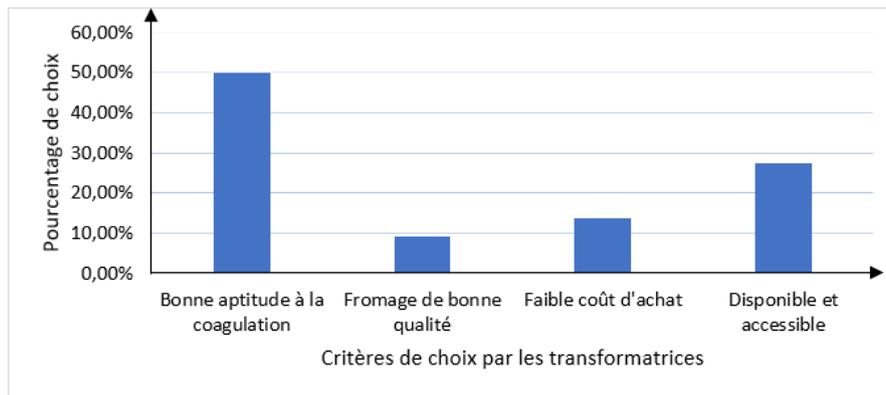


Figure 8 : Critères de choix des coagulants de fromage de soja utilisés par les transformateurs

3-5. Conservation des fromages de soja

Les méthodes de conservation des fromages de soja sont présentées par la **Figure 9**. 81,36 % des productrices et consommateurs interviewés conservent le fromage de soja par friture, 15,27 % par cuisson journalière suivie de 3,37 % qui préfèrent le conserver par séchage. Selon les productrices, après le découpage et l'assaisonnement à chaud, les tranches de fromages sont immergées en grande quantité dans l'huile chaude pour la friture. Mais la grande quantité introduite dans l'huile ainsi que l'épaisseur variables (13,97 à 27,09 mm) des fromages découpés ne permettent pas à l'huile de bien frire les fromages. De même, la température de friture varie d'une productrice à une autre. Par ailleurs, pour ne pas avoir un fromage avec une texture dure et une épaisseur réduite, moins appréciée par les consommateurs, les productrices préfèrent une friture rapide donnant des fromages avec des teneurs en eau très élevées qui malheureusement réduit le temps de conservation du produit. Une autre méthode de conservation relevée chez les productrices consiste à tremper et chauffer journalièrement le fromage de soja (cuisson journalière) dans de l'eau épicée. Cette méthode semble très contraignante pour les productrices puisqu'elles doivent quotidiennement reprendre le processus. Enfin, la troisième méthode que constitue le séchage traditionnel en milieu rural, se fait en découpant les fromages en de fines tranches, qui sont ensuite disposées sur des grilles et mises au feu ou au soleil. Et dans ce cas précis il est difficile de contrôler la température, tantôt excessive tantôt basse. Selon chaque productrice, le temps de séchage varie de 18 à 24h pour le solaire et de 4 à 6h au feu), entraîne le plus souvent la détérioration à l'intérieur du fromage au point d'altérer la qualité du produit fini. Un autre inconvénient observé est la faible protection des fromages lors du séchage; en effet, les fromages séchés ou exposés sont soumis aux intempéries susceptible d'entraîner des contaminations microbiologiques et physiques. Malgré la durée de conservation (1 à 2 mois) les fromages ainsi séchés ne sont pas de bonne qualité. La durée et les limites de conservation du fromage de soja au Bénin sont consignées dans le **Tableau 3**. La friture permet de conserver le fromage généralement pendant 24 à 48h et le séchage au-delà d'un mois. Toutefois, le procédé de séchage artisanal comporte insuffisances, dont une perte importante d'énergie, un temps de séchage élevé et une altération de la qualité organoleptique du fromage séché. Parmi ces méthodes de conservation, la friture malgré ses insuffisances à savoir est la non maîtrise de température, la durée de friture et l'épaisseur des fromages avant friture, se révèle comme le procédé le plus pratiqué par les enquêtés, mais nécessitant des améliorations. La plus pratiquée par les enquêtés et au vu des différentes insuffisances que présente cette méthode de conservation notamment la non maîtrise de la température, la durée de friture et l'épaisseur des fromages avant friture une amélioration de cette technique s'avère donc nécessaire.

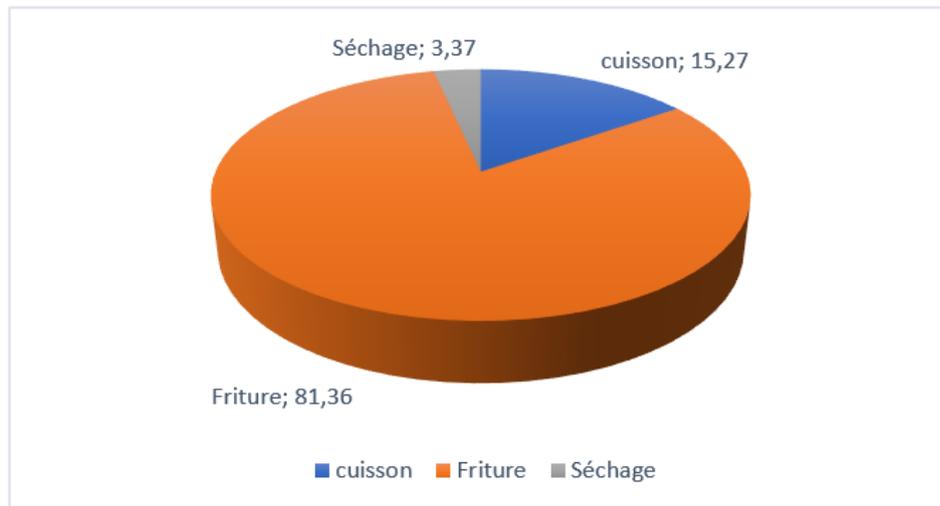


Figure 9 : Méthodes de conservation des fromages de soja

Tableau 3 : Durée et limites de conservation du fromage de soja au Bénin

Technologie de conservation	Durée	Limites/ Contraintes
Cuisson journalière	24 h	<ul style="list-style-type: none"> - Fromages avec une teneur en eau élevée - Chauffage journalier (Trop contraignant) - Altération de la qualité du fromage - Courte durée de conservation (24h) <ul style="list-style-type: none"> - Altération de la qualité
Friture	24 h à 48 h	<ul style="list-style-type: none"> - Non maîtrise des conditions de friture - Fromages avec une teneur en eau élevée - Limiter par les aléats climatiques (la pluie) - Non maîtrise de la température de séchage
Séchage artisanal	30 jours	<ul style="list-style-type: none"> - Perte importante d'énergie - Longue durée de séchage (12-48h) - Altération de la qualité organoleptique du fromage séché

3-6. Perception des enquêtés sur la durée de conservation du fromage de soja

Les enquêtés consomment le fromage dans un intervalle de 24 h, au risque de tremper et chauffer (cuisson journalière) dans de l'eau épicée avant la consommation. Ainsi, les femmes transformatrices qui n'arrivent pas à vendre la totalité de leur stock de fromage le jour même de la production, trempent le reste des fromages dans de l'eau épicée et salée, les chauffent et les fritent à nouveau. Selon les transformatrices, cela donne l'impression d'une nouvelle production par contre les consommateurs trouvent ces fromages trop durs et trop salés. Les fromages cuits sur plusieurs jours perdent leur saveurs, deviennent friables et regorgent plus d'eau. La forte teneur en eau du fromage est le premier facteur de détérioration évoqué par tous les acteurs (productrices et consommateurs) de la chaîne de valeur du fromage de soja enquêtés. Plusieurs autres facteurs notamment la composition biochimique entre autre la teneur élevée en protéines, la technologie adoptée (dépelleçulage ou non des graines), les pratiques d'hygiène au cours de la transformation et les conditions de conservation influencent significativement la vitesse de détérioration du fromage de soja. En effet, 71,1 % des enquêtes ont révélé que le fromage cuit quotidiennement est caractérisé par une forte teneur en eau et une courte durée de conservation (moins de 2 jours) comparativement aux fromages frit et séché qui ont présenté une faible teneur en eau et une longue durée de conservation

(≥ 2 jours et ≥ 2 mois respectivement). Selon les consommateurs, le fromage de soja frit conservé pendant plus de deux jours développe une odeur et perd ses valeurs organoleptiques. Par ailleurs, les consommateurs n'apprécient pas les fromages séchés par la méthode artisanale, ils les trouvent trop durs, leur réhydratation n'est pas facile et leur qualité trop faible. Par contre, il existe des techniques pour la conservation du fromage de soja frais. Ces techniques sont méconnues de la majorité des consommateurs. En effet, pour la conservation du fromage de soja, il est conseillé de mettre des tranches dans des bouteilles vides de mayonnaise préalablement stérilisées. Une fois le couvercle refermé sur le fromage de soja, il faut procéder à la pasteurisation pendant 30 minutes. Le fromage frais ainsi conservé peut être maintenu pendant un mois.

3-7. Caractéristiques organoleptiques des fromages de soja collectés dans les zones enquêtées

La **Figure 10** présente la couleur, la texture, le goût, l'arôme et l'appréciation globale des fromages de soja collectés en fonction du type de coagulant et de la technologie utilisés. Les fromages de soja produits avec le lactoserum ont été agréablement appréciés pour sa texture (76,67 %) comparativement au fromage de soja produit avec alum. Les dégustateurs ont différemment apprécié les attributs des différents fromages collectés. Excepté la couleur du fromage de soja (63,33 %), 73,33 % des dégustateurs ont désagréablement apprécié le goût, l'arôme produit avec le coagulant alum. Ces résultats sont en accord avec ceux de Gopalakrishnan [24] qui ont rapporté que les coagulants à base de sel permettent de produire du fromage de soja avec une texture légèrement cassante.



Figure 10 : *Caractéristiques sensorielles des fromages collectés selon le type de coagulant et de la technologie utilisés*

4. Conclusion

Cette étude a permis d'identifier les différents coagulants et les principales techniques de production du fromage de soja au Bénin. Les résultats ont montré que les productrices de fromage de soja utilisent trois (03) technologies à savoir : la technologie de production du fromage sans dépelliculage (TSD : 90,70 %) suivie de la technologie avec dépelliculage par voie sèche (TDS : 6,97 %) et de la technologie avec dépelliculage par voie humide (TDH : 2,33 %). Les résultats ont montré que les variétés TGX 1910-14F (76 %) et TGX 1987-10F

(24 %) sont les plus utilisées pour la production du fromage. Le lactosérum de soja (60 %) le *guissin* (34,09 %) et le sulfate d'alumine (Alum) (5,91 %) sont les coagulants utilisés pour cailler le lait de soja. Une variabilité entre les techniques de production du fromage de soja et les différents coagulants a été observée. Les fromages issus de la technologie avec dépelliculage sec avec du guissin sont les plus appréciés et présentent une forte teneur en protéine. Mais la non maîtrise de la dose de ces coagulants et la faible qualité du fromage constituent un véritable problème et affecte la bonne coagulation et la tendreté du fromage donc sa qualité. La maîtrise des conditions de coagulation s'avère donc nécessaire pour améliorer la qualité du fromage de soja produit au Bénin.

Références

- [1] - C. KPEAVOUN, F. OKRY, F. SANTOS and D. J. HOUNHOUGAN, "Efficacité technique des producteurs de soja du Bénin", *Annales des sciences agronomiques*, 22 (1) (2018) 93 - 110
- [2] - DSA/MAEP, "La Direction de la Statistique Agricole DSA du Ministère de l'Agriculture de l'Elevage et de la Pêche", (2022) 48 - 49 p.
- [3] - L. Q. DU, "New Technology of Tofu Production", 1st ed.; *Chemical Industry Publishing House* : Beijing, China, (2018) 1 - 64 p.
- [4] - P. A. HOUSSOU, P. Y. ADEGBOLA, K. A. A. DJINADOU, H. Y. DJIVOH, G. F. CRINOT, V. DANSOU, A. B. HOTEJNI and C. M. TODOHOUE, "Évaluation technologique et financière de la production de fromage à base de soja à petite échelle au Bénin". *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, 32 (2018) 273 - 285
- [5] - D. KONNON and J. AHOUEYA, "Etat des lieux sur la filière soja au Bénin et identification de ses chaînes de valeurs ajoutées (CVA) porteuses". Rapport provisoire, GIZ & MAEP/Bénin, (2017) 133 p.
- [6] - F. H. CAO, X. J. LI, S. Z. LUO, D. D. MU, X. Y. ZHONG, S. T. JIANG, Effects of organic acid coagulants on the physical properties of and chemical interactions in tofu. *LWT-Food Science and Technology*, 85 (2017) 58 - 65
- [7] - Y. ZHU, Z. WANG & L. ZHANG, Optimization of lactic acid fermentation conditions for fermented tofu whey beverage with high-isoflavone aglycones. *LWT-Food Science and Technology*, 111 (2019) 211 - 217
- [8] - FAO, "Bonnes pratiques de transformation du soja en fromage. Technologies and practices for small agricultural producers". GIZ - Competitive African Cotton Initiative, Bénin. ID 7858, (2013) 6 p.
- [9] - M. A. H. CHINA and G. A. AMADI, "Utilization and Standardization of Fermented Maize Waste Liquor as a Coagulant for Tofu Production and Its Effect on Tofu Quality". *Asian Food Science Journal*, 20 (9) (2021) 149 - 158 ; Article no.AFSJ.72274
- [10] - W. PANYANTHITIPONG and Y. PUECHKAMUT, "Qualities of Tofu Powder as Affected by Soybean Variety, Coagulant and Drying Method". *Kasetsart J. (Nat. Sci.)*, 42 (2008) 156 - 162
- [11] - Y. SHI, Y. YANG, W. PIEKOSZEWSKI, J. ZENG, H. GUAN, B. WANG, L. LIU, X. ZHU, F. CHEN and N. ZHANG, Influence of four different coagulants on the physicochemical properties, textural characteristics and flavour of tofu. *International Journal of Food Science and Technology*, (2019) doi:10.1111/ijfs.14357
- [12] - V. A. OBATOLU, "Effect of different coagulants on yield and quality of tofu from soymilk", *European Food Research and Technology*, 226 (2008) 467 - 472
- [13] - P. DAGNELIE, "Statistiques théoriques et appliquées, statistique descriptive et base de l'inférence statistique", Boecklet Larcier S.A, Brussels, (1998) 517 p.
- [14] - J. NDIFE, I. IMADE and S. UBBOR, "Production and quality evaluation of soy cheese (tofu) using selected coagulant". *Journal of sustainable agriculture and the environment*, 1 (2) (2019) 212 - 224
- [15] - C. AHOANGNINO, T. MARTIN, P. EDORH, S. BIO-BANGANA, O. SAMUEL, L. ST-LAURENT, S. DION and B. FAYOMI, "Characterization of health and environmental risks of pesticide use in 258, market-gardening in the rural city of Tori-Bossito in Benin", West Africa. *Journal of Environmental Protection*, 3 (2012) 241 - 248

- [16] - K. KOUNOUÉWA, M. H. HOUNHOUGAN and A. ADEGBIDI, " Evaluation des préférences variétales des acteurs de la chaîne de valeur fromage de soja au Bénin : cas des communes de N'dali, Bassila, Glazoué, Djidja, Zagnanado" *Revue Internationale des Sciences Appliquées*, 3 (2018) 21 - 25
- [17] - PROSESS (Projet Semence Soja), "Compte rendu de Réunion du Comité de Pilotage et Technique de ProSeSS", (2018) 5 - 6 p.
- [18] - P. A. F. HOUSSOU and V. DANSOU, "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, (2022) 9 p.
- [19] - S. E. RICKARDK and L. U. THOMPSON, "Interactions and biological effects of phytic acid". *Antinutrients and Phytochemicals in Food*, (662) (1997) 294 - 312 p.
- [20] - H. ZHANG, Y. Z. JIANG, G. H. XU, D. S. SUN, L. J. LIU, S. K. DONG, "Study on the difference of protein and fat content under soybeanpeeling condition". *New Agric*, 15 (2019) 29 - 32
- [21] - J. CUI and G. ZHAO, "Preparation of high fiber content soymilk and tofu using dehusked soybean". *Food Science Technology*, 32 (2016) 164 - 169
- [22] - F. ACHACHLOUEI, J. HESARI and A. DAMIRCHI, "Production and characterization of a functional Iranian white brined cheese by replacement of dairy fat with vegetable oils. *Food Science and Technology International*, 19 (5) (2013) 389 - 398
- [23] - G. V. AWOLOLA, O. O. OLUWANIYI, A. SOLANKE, O. O. DOSUMU and A. Q. SUIAB, "Toxicity assessment of natural and chemical coagulants using brine shrimp (*Artemia salina*) bioassay", *International Journal of Biological and Chemical Science*, 4 (3) (2010) 633 - 641
- [24] - L. GOPALAKRISHNAN, K. DORIYA, DEVARAI and D. KUMARA, "Moringa oleifera : A review on nutritive importance and its medicinal application. *Food Science and Human Wellness*, 5 (2016) 49 - 56