

Aptitude technologique de deux coagulants (Calotropaine et Papaïne) à la production du fromage peuhl produit au Bénin

Kowiou ABOUDOU^{1,3*}, Chérif ALIDOU¹, Sènan VODOUHE-EGUEH², Alice GOUGBE-SEMAKO¹,
Ginette Tadagbé SAGBOHAN¹ et Mohamed SOUMANOU¹

¹ Université d'Abomey-Calavi, Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi, Département de Génie de Technologie Alimentaire, Unité de Recherche en Génie Enzymatique et Alimentaire, 01 BP 2009 Cotonou 01, Bénin

² Université Nationale des Sciences, Technologies, Ingénierie et Mathématiques d'Abomey, Faculté des Sciences et Techniques de Dassa, Laboratoire de Biotechnologies, Ressources Génétiques et Amélioration des Espèces Animales et Végétale, 01 BP 14 Dassa, Bénin

³ Université de Liège, Unité des Sciences et Formulation des Aliments, Passage des Déportés 2, 5030 Gembloux, Belgique

(Reçu le 24 Octobre 2021 ; Accepté le 16 Décembre 2021)

* Correspondance, courriel : kowiou.aboudou@yahoo.fr

Résumé

Cette étude vise à évaluer l'aptitude technologique de deux coagulants (Calotropaine et papaïne) à la production du fromage peuhl. A cet effet, un litre de lait cru de vache a été coagulé par différentes quantités (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 et 40 g) de broyat de feuilles de *Carica papaya* et de *Calotropis procera* dans les conditions optimales. Les paramètres technologiques de production ainsi que les caractéristiques physicochimiques et sensorielles des fromages obtenus des meilleures doses des coagulants ont été déterminés. Les résultats ont montré que les meilleurs rendements allant de 28 à 30,66 % et de 24 à 25,5 % ont été obtenus respectivement à 14 et à 10 minutes pour le *Calotropis* puis 16 et à 13 minutes pour le *Carica*, avec utilisation des doses de 35 g et 40 g de broyat de chaque feuille respectivement. Avec l'utilisation de la dose 35 g et 40 g pour chacun des deux coagulant, les fromages obtenus par le *Carica* présentent des teneurs en protéines (42,59-43,42 %) et en lipides (38,38-38,97 %) significativement supérieures à celles des fromages obtenus par *Calotropis procera*. Aucune différence significative ($P > 5\%$) n'a été observée entre les teneurs en eau (61,70-63,58) et en cendres (3,18-4,98 %). L'analyse du profil sensoriel a révélé que les fromages produits à partir de 35 g de *Calotropis procera* (F35Calotropis) et de 35 g de *Carica papaya* (F35Carica) sont plus agréablement appréciés pour leurs couleurs et leurs goûts mais seules les textures des fromages produits à partir de 40g de *Calotropis procera* (F40Calotropis) et de 40 g *Carica papaya* (F40Carica) sont plus appréciées par 80 % des dégustateurs.

Mots-clés : *Calotropis procera*, *Carica papaya*, lait, fromage, qualité physicochimique et sensorielle.

Abstract

Technological aptitude of two coagulants (Calotropaine and papain) for the production of Peulh cheese produced in Benin

This study aims to assess the technological suitability of two coagulants (Calotropaine and papain) for the production of Fulani cheese. For this purpose, one liter of raw cow's milk was coagulated with different amounts (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 and 40 g) of ground leaf of *Carica papaya* and *Calotropis procera* under optimal conditions. The technological production parameters as well as the physicochemical and sensory characteristics of the cheeses obtained from the best doses of coagulants were determined. The results showed that the best yields ranging from 28 to 30.66 % and from 24 to 25.5 % were obtained respectively at 14 and 10 minutes for *Calotropis* then 16 and 13 minutes for *Carica*, with use of doses of 35 g and 40 g of ground material from each leaf respectively. With the use of the 35 g and 40 g dose for each of the two coagulants, the cheeses obtained by *Carica* have protein (42.59-43.42 %) and lipid (38.38-38.97 %) contents significantly higher than those of cheeses obtained by *Calotropis procera*. No significant difference ($P > 5\%$) was observed between water (61.70-63.58) and ash (3.18-4.98 %) contents. Analysis of the sensory profile revealed that cheeses produced from 35 g of *Calotropis procera* (F35*Calotropis*) and 35 g of *Carica papaya* (F35*Carica*) are more pleasantly appreciated for their colors and tastes but only the textures of cheeses produced from 40 g of *Calotropis procera* (F40*Calotropis*) and 40 g of *Carica papaya* (F40*Carica*) are more appreciated by 80 % of tasters.

Keywords : *Calotropis procera*, *Carica papaya*, milk, Cheese, physicochemical, sensorial quality.

1. Introduction

L'économie des pays africains au Sud du Sahara dont le Bénin, est essentiellement basée sur l'agriculture et l'élevage qui y tiennent une place de choix [1]. Parmi les produits d'élevage, le lait de vache a une grande importance socioéconomique. En effet, au Bénin, le lait de vache contribue à plus de 50 % aux revenus annuels des ménages peulh [2]. Du fait de sa forte teneur en eau et en éléments nutritifs, le lait subit une dégradation rapide sous l'effet des microorganismes dont les conditions de développement sont optimales dans les pays comme le nôtre. En l'absence d'une chaîne de froid, cette situation impose aux acteurs de la filière « lait » le développement des techniques de conservation ou de transformation plus ou moins adaptées au contexte socio-économique et environnemental [3]. Le lait est ainsi transformé en divers produits dérivés tels que le yaourt, le lait caillé et surtout le wagashi, un fromage à pâte molle à haute valeur nutritionnelle, obtenu par coagulation à chaud du lait frais entier, sous l'action de la calotropaine, une enzyme végétale de *Calotropis Procera* [2]. Le wagashi est le produit dérivé le plus répandu et le plus consommé [4]. Ce fromage constitue une importante source de protéines animales, notamment pour les populations à faibles revenus et pourrait valablement contribuer à la résolution des problèmes liés au déficit protéique dans les régimes alimentaires de ces populations [5]. Par ailleurs, l'utilisation d'extraits de *Calotropis procera* pour la production du fromage Peulh demeure essentiellement traditionnelle et basée sur les habitudes et l'expérience des transformatrices. Des propositions de technologie améliorée pour la préparation des extraits foliaires en vue d'améliorer le rendement de production du fromage Peulh ont été faites ces dernières années [6]. Ces auteurs recommandent une extraction fine suivie d'une décantation du jus des feuilles de *Calotropis procera*. Récemment, plusieurs auteurs ont rapporté que les concentrations d'extraits frais et secs de *Calotropis procera* affectent significativement le temps de coagulation, le rendement, et les propriétés organoleptiques du fromage [7]. En effet, au cours de la fabrication du fromage, il y a parfois surdosage du coagulant végétal

qui donne un goût amer au fromage. De nouvelles recherches sur cette problématique s'avèrent donc indispensables. Pour contribuer à l'amélioration des méthodes de production de wagashi, d'autres extraits végétaux sont utilisés comme coagulants. La calotropaine, principal coagulant utilisé dans la fabrication du fromage peuhl au Bénin, possède des propriétés semblables à celles de la papaine provenant de la plante *Carica papaya L* [8]. Les études réalisées sur la papaine ont porté principalement sur la production et la caractérisation du fromage à base du coagulant *Carica papaya*. Mais très peu d'études ont abordé l'influence des différentes doses de la papaine sur la qualité du fromage comparée à celle du fromage produit à partir de la calotropaine. C'est dans ce cadre que s'inscrit le présent travail dont l'objectif est d'évaluer l'aptitude technologique de deux coagulants (Calotropaine et papaine) et la qualité physicochimique et sensorielle des fromages peuhls produits.

2. Matériel et méthodes

Le matériel utilisé est constitué de lait frais de vaches de la traite du jour acheté dans la ferme de la Faculté des Sciences et Techniques (FSA) de l'Université d'Abomey-Calavi. Les échantillons de feuilles fraîches de *Calotropis procera* et de *Carica papaya L* ont été récoltés sur le Campus de l'Université d'Abomey-Calavi puis sont lavés et conservés à -5°C au laboratoire pour les différentes utilisations.

2-1. Préparation des extraits de coagulant

Pour la préparation du coagulant, les feuilles de *Calotropis procera* et de *Carica papaya* ont été récoltées, lavées, pesées, puis pilées dans un mortier propre. Les broyats issus des feuilles de *Calotropis procera* et de *Carica papaya* ont été mélangés avec une petite quantité de lait frais. Le mélange obtenu pour chaque broyat a été filtré à l'aide d'un tamis puis ajouté directement au lait sur le feu.

2-2. Préparation des fromages peuhls

La **Figure 1** présente les différentes étapes de la production des fromages. Ces derniers ont été préparés suivant la méthode modifiée de [2]. Après un préchauffage du lait au feu doux à 60°C pendant 5 à 10 minutes, le coagulant a été ajouté puis chauffé à la température de 95°C jusqu'à la formation du caillé surnageant le lactosérum. En effet, les quantités de feuilles de *calotropis procera* et de *Carica papaya* utilisées ont été variées entre 5 et 40 g par litre de lait. L'apparition en surface de la crème sous forme de mousse huileuse caractérise la coagulation. A cette étape, le feu est activé durant 2 à 3 minutes afin d'avoir une température de 100°C . Après la coagulation, le caillé a été versé à l'aide d'une louche dans des passoires pour subir l'égouttage, juste après le refroidissement. Le pain de fromage ainsi obtenu dans chaque passoire, est une pâte molle très hydratée, qui suinte pendant 1h30 à 2h. Enfin, les fromages ont été conservés au réfrigérateur à $+4^{\circ}\text{C}$.

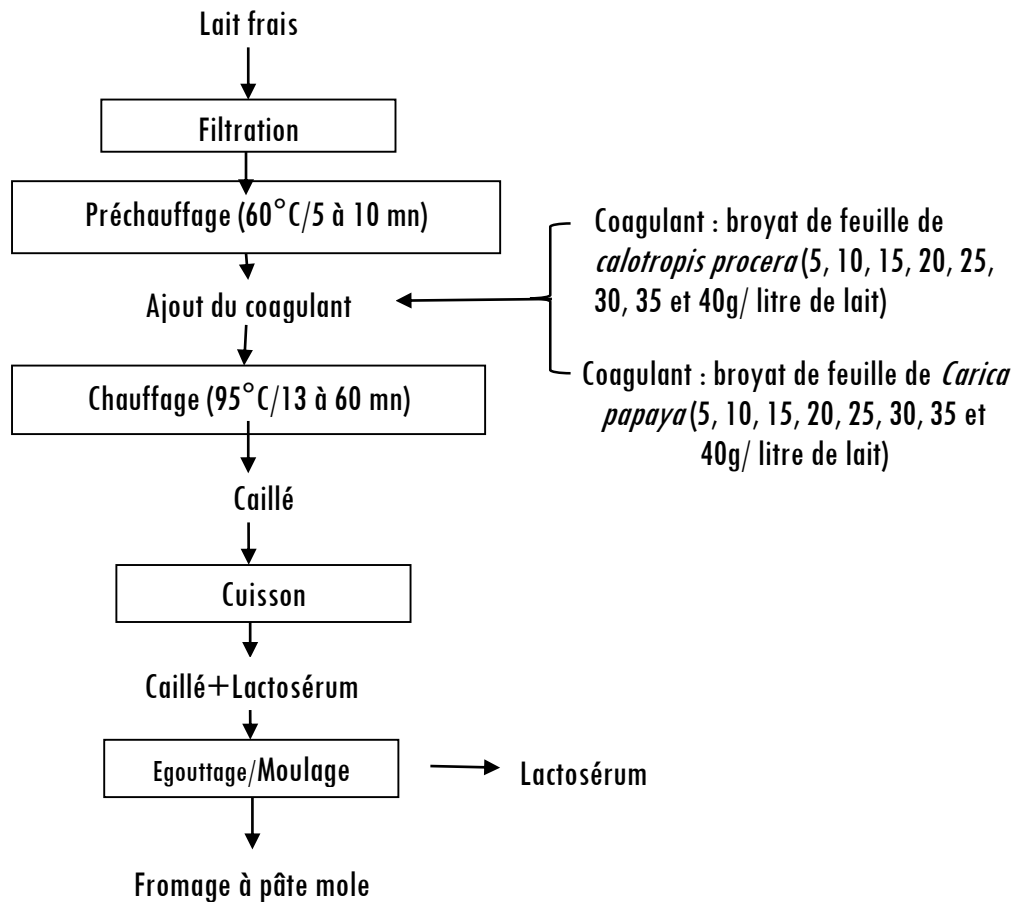


Figure 1 : Diagramme de production du fromage

2-3. Détermination des paramètres technologiques de production du fromage

Les quantités de lait, de feuilles de *C. papaya* et *C. procera* puis celle des fromages produits ont été pesées à l'aide d'une balance de précision. Le thermomètre à mercure gradué de -1 à 360 °C a été utilisé pour déterminer la température appliquée au cours des traitements thermiques. La durée de coagulation et celle de l'apparition du premier morceau de caillé ont été mesurées à l'aide d'un chronomètre. Le rendement de production du fromage a été déterminé en utilisant la **Formule** mathématique [2].

$$R = \frac{m_c}{m_l} \times 100 \quad (1)$$

Où m_c et m_l désignent respectivement les masses du caillé et du lait et R le rendement

2-4. Détermination des paramètres physicochimiques du lait et des fromages

Les teneurs en eau, en protéines et en cendres du lait de vache et des fromages ont été déterminées selon les méthodes standards [9]. Le pH et l'acidité titrable des échantillons du lait et de fromages ont été respectivement déterminés par l'utilisation du pHmètre Inolar 730 à électrodes en verres et par dosage titrimétrique suivant la norme de l'Association Française de Normalisation [9]. La densité (d) est le rapport du poids spécifique d'un corps (P_b) par le poids du même volume d'eau distillée (P_{eau}). Elle a été déterminée à l'aide d'un densimètre suivant la méthode de la référence [9].

2-5. Evaluation de la qualité organoleptique des différents fromages

Les échantillons de fromage produits avec les broyats de feuilles de *calotropis procera* et de *Carica papaya* ont été appréciés par un panel de 30 dégustateurs selon l'échelle d'appréciation décroissante suivante : (très agréable)-(agréable)-(ni agréable ni désagréable)-(désagréable)-(très désagréable). Les attributs aux paramètres organoleptiques tels que le goût, la couleur, l'odeur et la texture des échantillons de fromage appréciés ont été exprimés en pourcentage de l'effectif total des dégustateurs.

2-6. Analyses statistiques

Le traitement des données a été réalisé à l'aide du logiciel Microsoft Office Excel. Les logiciels SPSS v 16.0 et Minitab 14 ont été utilisés pour l'analyse statistique des données à travers la comparaison des moyennes et l'analyse de la variance (ANOVA) par le test de Student Newman Keuls. Le test a été considéré comme statistiquement significatif si $P < 0,05$.

3. Résultats et discussion

3-1. Caractéristiques physicochimiques du lait cru

Le **Tableau 3** présente les teneurs en eau (87,86 %), en cendres (8,19 %) et en protéines (36,58 %), ainsi que le pH, l'acidité et la densité du lait utilisé pour la production des fromages. L'analyse des résultats a révélé que la teneur en eau du lait analysé est en conformité avec la valeur recommandée par la norme [10]. Ces résultats corroborent les valeurs (76,4 à 86,9 %) obtenues par plusieurs auteurs à l'issue de la caractérisation physico-chimique de différentes variétés de lait de vache [11]. La teneur en cendres du lait analysé dans la présente étude est supérieure à celles rapportées par plusieurs auteurs (1,14 -5,74 %) [12, 13]. Ceci pourrait s'expliquer par la faible teneur en eau du lait étudié. Concernant la teneur en protéines du lait, la valeur obtenue est légèrement supérieure à celle rapportée (31,49 %) [12] et est similaire à celles des travaux de recherche sur l'amélioration technologique de la production du fromage peulh [13]. En effet, le rendement du lait en fromage dépend de sa teneur en protéines. Ainsi, la forte teneur en protéines obtenue pourrait conduire à l'obtention d'un meilleur rendement fromager. Quant aux résultats du pH, de l'acidité et de la densité du lait cru, les valeurs obtenues sont respectivement de 6,65, de 17,6 °D et de 1,04 g/cm³. Le pH et l'acidité du lait sont conformes à la norme AFNOR. De plus, la valeur du pH du lait est similaire à celles (6,6-6,62 ; 6,59-6,71 et 6,5-6,7) rapportées par plusieurs auteurs [13, 20, 21] pour les laits de vache et de chèvres. Par ailleurs, le pH n'est pas une valeur constante et peut varier selon le cycle de lactation et sous l'influence de l'alimentation. Dans le cas où le pH est inférieur à la norme, cela indique une acidification du lait, qui peut être due à un stockage inadéquat [1]. En effet, l'acidité du lait est un indicateur de la qualité du lait au moment de la livraison car elle permet d'apprécier la quantité d'acide produite par les bactéries [14]. La faible valeur obtenue pour l'acidité serait due aux conditions de production du lait. Pour la densité du lait, la valeur obtenue est supérieure à celle recommandée par la norme AFNOR [15].

Tableau 3 : Caractéristiques physicochimiques du lait

Ech	Teneurs en eau (%)	Teneurs en cendre (%)	Teneurs en protéine (%)	pH	Acidité (°D)	Densité (g/cm ³)
Lait de vache cru	87,86 ± 0,02	8,19 ± 0,01	36,58 ± 0,02	6,65 ± 0,01	17,6 ± 0,01	1,04 ± 0,03
Références	76,4 - 86,9 ¹¹	1,14 - 5,74 ^{12,13}	31,49 ^{12,13}	6,6-6,8 ¹¹	16 - 18 ¹¹	1,030 - 1,032 ¹¹

3-2. Caractéristiques technologiques des fromages peuhls

3-2-1. Durée de coagulation en fonction de la dose

La **Figure 2** présente les durées de coagulation du lait en fonction des doses de feuilles fraîches de *Calotropis procera* et de *Carica papaya* déterminées lors de la production des fromages peuhls.

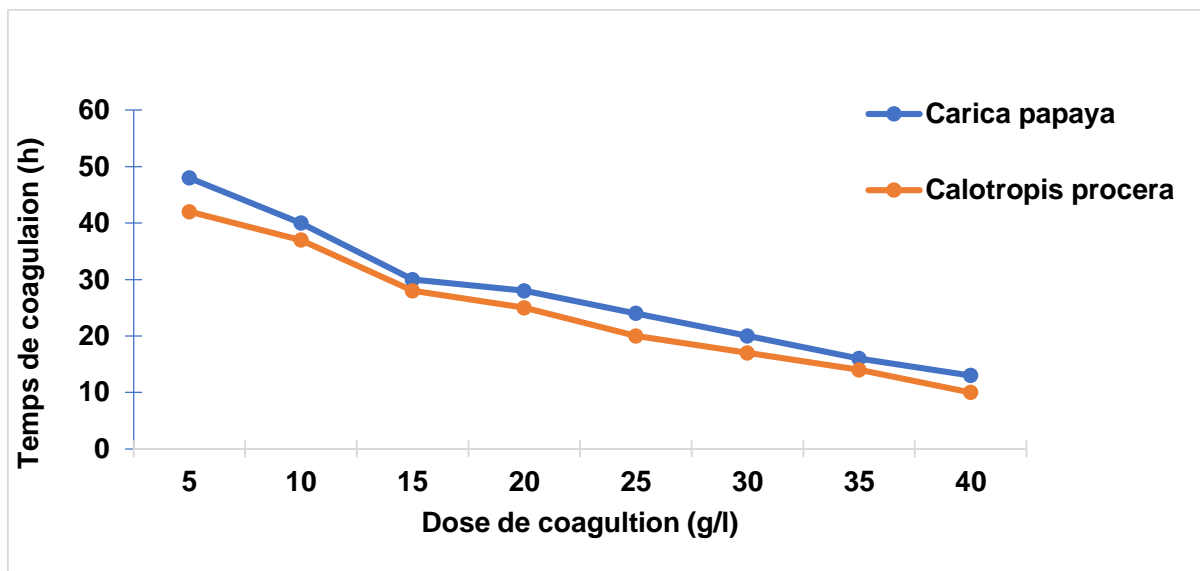


Figure 2 : Evolution de la durée de coagulation du lait en fonction des doses de feuilles fraîches de deux différents coagulants

L'analyse de la figure révèle que le temps de coagulation a varié significativement en fonction de la dose du coagulant quel que soit le type de coagulant utilisé. En effet, l'utilisation de 5, 10, 20 et 40 g de broyat de feuilles pour un litre de lait a permis de coaguler le lait respectivement en 48, 40, 28 et 13 minutes pour le papayer et en 42, 37, 25 et 10 minutes pour le Calotropis. On note que l'augmentation de la dose du broyat des feuilles de Calotropis ou du Carica s'accompagne d'une diminution du temps de coagulation. Plus la quantité du coagulant est faible, plus le temps de caillage est long. Ces résultats sont en accord avec ceux de certains auteurs [16] qui ont obtenu une coagulation en 25, 20, 16 et 14,5 minutes, respectivement avec l'utilisation de 3, 5, 7 et 10 g de broyat de feuilles de papayer pour un litre de lait. Les mêmes observations ont été faites par certains chercheurs, en évaluant l'effet de la dose de Calotropis procera sur le temps de

coagulation du lait. Statistiquement, une différence significative a été observée entre les durées de coagulation de chaque coagulant [17]. Le coagulant obtenu à partir des feuilles de *Calotropis procera* présenté une meilleure activité de coagulation comparativement à celle de *Carica papaya*. On peut retenir de cette étude que la durée optimale pour cailler le lait est obtenue à 14 et à 10 minutes pour le *Calotropis* et 16 et à 13 minutes pour le *Carica*, avec utilisation des doses de 35g et 40g de broyat de chaque feuille respectivement.

3-2-2. Rendement de production du fromage peuhl

Les rendements de production du fromage peuhl en fonction des doses de feuilles fraîches de *Calotropis procera* et de *Carica papaya* sont présentés par la **Figure 3**.

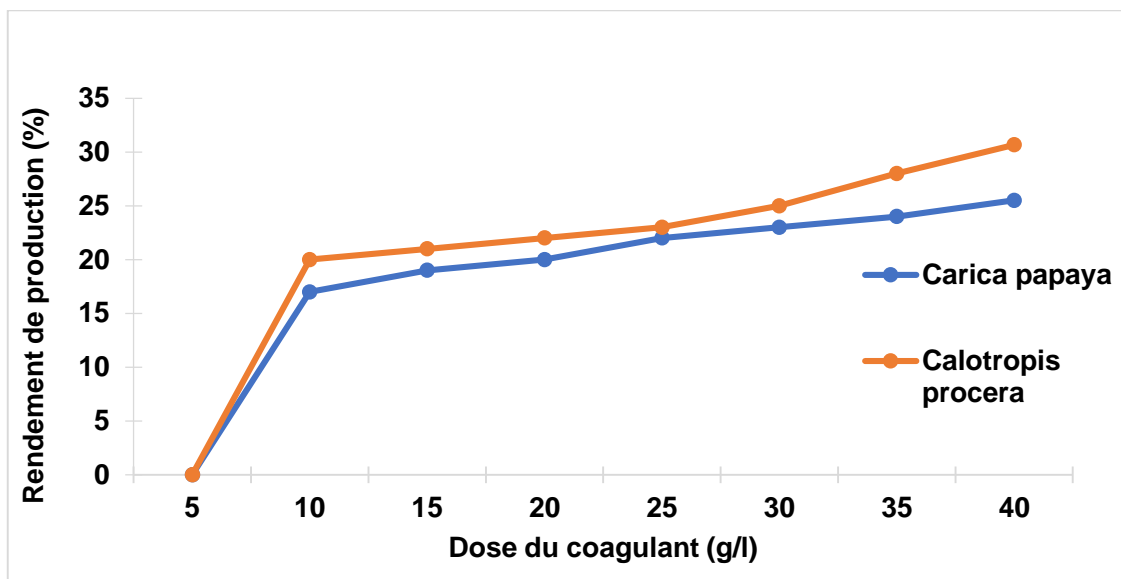


Figure 3 : Rendement de production du fromage peuhl en fonction des doses de feuilles fraîches de *Calotropis procera* et de *Carica papaya*

L'analyse de cette figure indique que les rendements de production du fromage peuhl ont varié de 0 à 30,66 % et de 0 à 25,5 % avec respectivement l'utilisation des doses de broyats de feuilles de *Calotropis procera* et de *Carica papaya* pour un litre de lait. L'augmentation des doses des broyats de feuilles de *Calotropis procera* et de *Carica papaya* améliore considérablement les rendements de production. Statistiquement, aucune différence n'a été observée entre les différents rendements obtenus en utilisant les broyats de feuilles de *Calotropis procera* et de *Carica papaya*. Les auteurs de [16] ont trouvé un rendement de 25 % au cours de leur étude sur la production du fromage frais traditionnel sénégalais, à partir du lait de vache, coagulé par la papaïne naturelle. Ces résultats sont inférieurs au rendement de 32,75 % [18], mais similaires à ceux allant de 28,62 à 29,02 % obtenus avec utilisation de 35 et 40 g/L du mélange feuille-tige de *Calotropis procera* [17]. Le rendement élevé (45 %) obtenu au cours de l'étude des possibilités d'amélioration de la qualité du fromage peuhl est largement supérieur à celui trouvé dans la présente étude [13]. Selon ces auteurs, l'amélioration du rendement de coagulation nécessite un broyage fin des feuilles de *Calotropis procera* qui libère tous les composés des tissus. Ce qui permet d'obtenir des extraits riches en éléments coagulants et plus efficaces. Les meilleurs rendements allant de 28 à 30,66 % et de 24 à 25,5 % ont été obtenus avec utilisation respective des doses de 35 g et 40 g de broyat de feuilles de *Calotropis procera* et de *Carica papaya* pour un litre de lait.

3-3. Caractéristiques physicochimiques des fromages

Les différents fromages sont produits à 14 et à 10 minutes pour le *Calotropis procera* et 16 et à 13 minutes pour le *Carica papaya*, avec utilisation des doses de 35 g et 40 g de broyat de chaque feuille respectivement. Le **Tableau 4** présente les caractéristiques physicochimiques des fromages.

Tableau 4 : Caractéristiques physicochimiques des fromages

Ech	Teneurs en eau (%)	Teneurs en cendre (%)	Teneurs en protéine (%)	Lipide (%)	pH	Acidité (% acide lactique)
F35Calotropis	61,70 ± 0,04a	3,54 ± 0,007a	40,82 ± 1,13a	35,71 ± 0,14a	6,6 ± 0,06a	0,30 ± 0,04a
F40Calotropis	62,50 ± 0,04a	3,18 ± 0,11a	40,48 ± 2,31a	36,06 ± 0,54a	6,5 ± 0,06a	0,32 ± 0,02a
F35Carica	63,1 ± 1,88a	4,54 ± 0,007a	42,59 ± 0,92b	38,97 ± 4,11b	6,75 ± 0,04a	0,35 ± 0,04a
F40Carica	63,58 ± 0,20a	4,98 ± 0,11a	43,42 ± 0,92b	38,38 ± 2,8b	6,7 ± 0,04a	0,36 ± 0,04a

Les valeurs portant des lettres différentes sur la même ligne sont significativement différentes au seuil de 5 %.

F35Calotropis : Fromage produit avec 35 g de Calotropis ; F40Calotropis : Fromage produit avec 40 g de Calotropis ; F35Carica : Fromage produit avec 35 g de Carica F40Carica : Fromage produit avec 40 g de Carica

Les teneurs en eau, en cendres, en protéines et en lipides des fromages ont varié respectivement de 61,70 à 63,58 %, de 3,18 à 4,98 %, de 40,48 à 43,42 % et de 35,71 à 38,97 %. Les teneurs en protéines et en lipides des échantillons de fromage obtenus par la coagulation au *Carica* sont significativement supérieures à celles des fromages obtenus par l'utilisation du *Calotropis*. Par contre, il n'existe aucune différence significative ($P > 5\%$) entre les teneurs en eau et en cendres des différents échantillons. Ces résultats corroborent les valeurs trouvées (65,23 et 66,13 %) pour les races borgou et de girolando [16] mais sont légèrement supérieurs à 55,63 % trouvé sur le fromage peuhl frais [12]. La teneur en eau peu élevée des fromages produits réduirait la durée de conservation des fromages frais. Par ailleurs, les différences observées entre les teneurs en protéines et en lipides seraient dues à l'activité coagulante des coagulants. Ces résultats sont supérieurs à 11,53 % [18] rapporté pour le fromage produit à partir du lait de vache coagulé par la papaïne au Sénégal. Quant aux teneurs en cendres des fromages produits, elles corroborent celle (4,7 %) rapportée par l'auteur de [13] et se rapproche de 2,8 % obtenu par l'auteur de [19]. Les différents fromages issus à partir des deux coagulants ont présenté un pH et une acidité compris respectivement entre 6,5 et 6,75 et 0,3 et 0,36 % acide lactique en moyenne. L'analyse des résultats n'a révélé aucune différence significative au seuil de 5 % entre les valeurs du pH ainsi que celles de l'acidité titrable des fromages issus des deux coagulants. Ces résultats sont supérieurs à ceux rapportés par plusieurs auteurs [20, 21] qui ont trouvé respectivement des pH de 6,35 et de 6,14-6,68 pour les fromages peuhl. Concernant l'acidité des fromages, les valeurs obtenues sont similaires à celles (0,2 et 0,3) rapportées par Kora [13] mais largement supérieures à celles (0,10-0,12) rapportées par les auteurs de [21, 22]. Ces faibles valeurs de l'acidité des fromages produits s'expliquent par la non prolifération de la flore lactique dans les fromages.

3-4. Caractéristiques organoleptiques des fromages

La **Figure 4** présente l'appréciation de la couleur, l'odeur, la texture et le goût des fromages produits. L'analyse des résultats révèle que les couleurs des fromages produits avec la dose de 35 g de *Calotropis procera* et de *Carica papaya* sont agréablement appréciées par 70 % des dégustateurs. Ces résultats sont en accords avec ceux des auteurs de [16] qui ont rapporté que l'augmentation de la dose du coagulant entraîne une diminution de la couleur. Ces auteurs ont notifié que plus la dose augmente, plus la couleur verdâtre des fromages s'intensifie. Les mêmes observations ont été faites pour le goût des différents échantillons de fromages. Par ailleurs, 80 % des dégustateurs ont trouvé très agréable la texture des fromages produits à partir de 40 g de *Calotropis procera* (F40Calotropis) et de *Carica papaya* (F40Carica). L'odeur très agréable est attribuée par 70 % des dégustateurs à tous les fromages. Les fromages produits à partir de 35 g de *Calotropis procera* (F35Calotropis) et de 35 g de *Carica papaya* (F35Carica) sont plus agréablement appréciés de par leurs couleurs et leurs goûts. Par contre, seules les textures des fromages produits à partir de 40 g de *Calotropis procera* (F40Calotropis) et de 40 g de *Carica papaya* (F40Carica) sont plus appréciées par 80 % des dégustateurs.

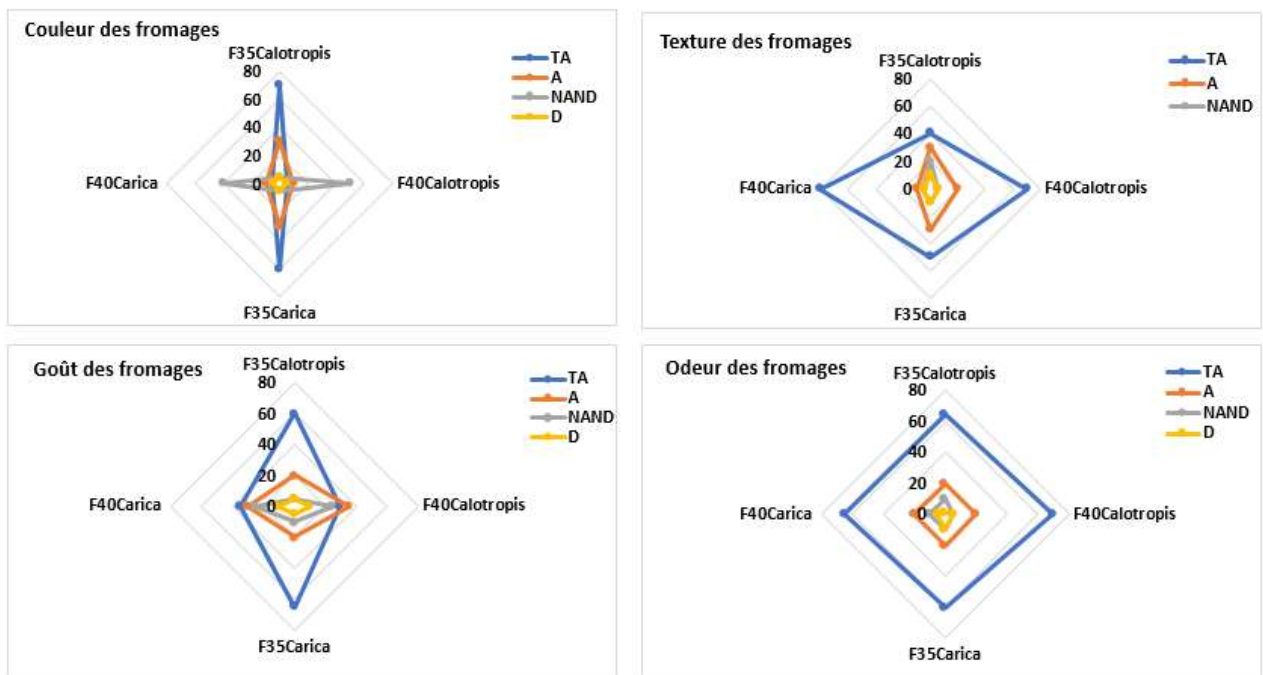


Figure 4 : Caractéristiques organoleptiques des fromages

F35Calotropis : Fromage produit avec 35 g de *Calotropis* ; *F40Calotropis* : Fromage produit avec 40 g de *Calotropis*; *F35Carica* : Fromage produit avec 35 g de *Carica*; *F40Carica* : Fromage produit avec 40 g de *Carica*

4. Conclusion

Les résultats ont montré que le *Calotropis procera* se révèle plus efficace dans la coagulation du lait que le *Carica papaya*. Les différents fromages obtenus à l'issue de cette étude présentent pratiquement les mêmes valeurs nutritionnelles à l'exception des teneurs en protéines et en lipides qui sont beaucoup plus élevées dans les fromages obtenus par l'utilisation *Carica papaya*. L'évaluation sensorielle réalisée a permis de conclure que les fromages produits à partir de 35 g de *Calotropis procera* (F35 Calotropis) et de 40 g de *Carica papaya* (F35 Carica) sont plus agréablement appréciés pour leurs couleurs et leurs goûts. Cette étude mérite d'être approfondie par la détermination des paramètres optimums d'utilisation du *Carica papaya* afin d'améliorer le rendement de coagulation pour l'obtention du fromage à partir de ce coagulant.

Références

- [1] - X. DIAO, P. HAZELL, D. RESNICK and J. THURLOW, The Role of Agriculture in Development : Implications for SubSaharan Africa. *IFPRI Research Report*, (2006) 29 p.
- [2] - J. DOSSOU, S. HOUNZANGBE-ADOTE and A. SOULE, Production et transformation du lait frais en fromage Peulh au Bénin : *Guide de bonnes pratiques, avec l'appui financier de la coopération française et du GRET*, (2006) 38 p.
- [3] - M. KÈKÈ, B. YÈHOUEËNOU, C. DE SOUZA and D. C. K. SOHOUNHLOUÉ, Evaluation of hygienic and nutritional quality of Peulh cheese treated by *Sorghum vulgare* (L) and *Pimenta racemosa* (Miller) extracts. *Scientific Study Res.* 10 (1) (2009) 29 - 46
- [4] - V. M. AISSI, M. M. SOUMANOU, H. BANKOLÈ, F. TOUKOUROU and C. A. DE SOUZA, Evaluation of hygienic and mycological quality of local cheese marketed in Benin, *Australian J. Basic. Appl. Sci.* 3 (3) (2009) 2397 - 2404
- [5] - O. A. ALALADE and J. A. ADENEYE, The effects of storage period on the chemical composition and coliform microfloral of wara cheese. *Int.J.Dairy Sci.* 1(2) (2006) 126 - 130
- [6] - K. A. S. KRA, R. M. MEGNANOU, S. J. SAKI, E. E. ACKPA and N. E. ASSIDJO, Amélioration du rendement de la technique traditionnelle de production fromagère Peulh par l'utilisation appropriée d'extraits foliaires de *Calotropis procera*, *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, 13 (2009) 213 - 223
- [7] - S. K. CHIKPAH, G. A. TEYE, M. TEYE and F. F. MAWULI, Effects of different concentrations of fresh and dried *Calotropis procera* (Sodom apple) extract on cow milk coagulating time, cheese yield and organoleptic properties of west african soft cheese (Wagashie), *European Scientific J.* 10 (27) (2014) 317 - 326
- [8] - P. SESSOU, S. FAROUGOU, P. AZOKPOTA, I. YOUSAO, B. YEHOUEËNOU, S. AHOUNOU, and D. CODJO KOKO SOHOUNHLOUE, Inventaire et analyse des pratiques endogènes de conservation du wagashi, un fromage traditionnel produit au Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 7(3) (2013) 938 - 952
- [9] - AOAC, Official Methods of Analysis, *Association of Official Analytical Chemist Inc: Virginia, USA*, 1990
- [10] - AFNOR, Contrôle de la qualité des produits laitiers - *Analyses physiques et chimiques*, 3 ème edition (1985) 321 p
- [11] - M. EGOUNLETY, M. EDEMA, B. YEHOUESSI and E. A. AHOUANSOU, Production et qualité du fromage Peulh (Waragashi) en République du Bénin. *Rapport de Recherche. DNSA/FSA/UNB*, (1994) 11 - 29
- [12] - O. R. H. SACRAMENTO, Contribution à l'amélioration de la conservation du Waragashi par l'effet combiné du séchage et de l'emballage sous vide ; *Thèse du diplôme d'ingénieur agronome, Université d'Abomey-Calavi, Bénin* (2008) 74 p.

- [13] - S. KORA, Contribution à l'amélioration de la technologie de production du fromage Peulh au Bénin. *Thèse d'ingénieur agronome ; Université d'Abomey-Calavi, Bénin* (2005) 105
- [14] - C. JOFFIN and J-N. JOFFIN, Microbiologie alimentaire. *Biologie et Technique*, 5ème édition, CRDP Aquitaine (2003) 25 p
- [15] - AFNOR, Contrôle de la qualité des produits laitiers - *Analyses physiques et chimiques*, 3 ème Edition, (1985) 321 p
- [16] - M. ABAKAR and M. NOUR, Essai de fabrication d'un fromage frais traditionnel sénégalais, à partir du lait de vache, coagulé par la papaine naturelle. *Mémoire de diplôme de master en Qualité des Aliments de l'homme, Université cheikh Anta Diop de Dakar, Ecole inter-Etats des sciences et médecine vétérinaires, Dakar* (2012) 46 p.
- [17] - R. C. B. AÏSSO, V. M. AÏSSI, I. A. K. YOUSAO and M. M. SOUMANOU, Caractéristiques physico-chimiques du fromage Peulh produit dans les conditions optimales de coagulation à partir du lait de deux races de vaches du Bénin. *Nature & Technologie*, (14) (2016) 37 - 43
- [18] - OE, OMOTOSHO, G, OBOH and EEJ IWEALA, Comparative Effects of Local Coagulants on the Nutritive Value, in vitro Multienzyme Protein Digestibility and Sensory Properties of Wara Cheese. *International Journal of Dairy Science*, (2011) 1 - 8
- [19] - A. J. YUNUSA, Quality characteristics of cheese produced from three breeds of cattle in Nigeria. *J. Enviro. and Agri. in Developing Countries* 3 (2011) 95 - 99
- [20] - I. R. BANKOLE, F. P TCHOBO, M. MAZOU, M. M. HODONOU, E. DURAND and G. A. ALITONOU, Plumeria Alba Latex as a New Plant Protease for Waragashi Cheese Production : A Comparative Assessment of Yield and Physicochemical and Textural Characteristics. *Journal of Food and Nutrition Sciences*, 7(5) (2019) 73 - 78
- [21] - S MATALLAH, F MATALLAH1 , I DJEDIDI, K N MOSTEFAOUI and R BOUKHRIS. Qualités physico-chimique et microbiologique de laits crus de vaches élevées en extensif au Nord-Est Algérien. *Livestock Research for Rural Development* 29 (11) (2017)
- [22] - S. ARROUM, K. ZMOULI, A. GADDOUR, I. FGUIRI, A. NAZIHA and T. KHORCHANI, Étude comparative des caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques du lait caprin en fonction du mode d'élevage. *CIHEAM*, (2016) 429 - 433