

**AMELIORATION DU RENDEMENT DE LA TECHNIQUE
TRADITIONNELLE DE PRODUCTION FROMAGERE PEULH PAR
L'UTILISATION APPROPRIEE D'EXTRAITS FOLIAIRES DE
CALOTROPIS PROCERA**

**K. A. S. KRA^{1*}, R-M. MEGNANOU¹, S. J. SAKI¹, E. E. Ackpa¹ et
N. E. ASSIDJO²**

¹Laboratoire de Biotechnologies, Université de Cocody – Abidjan, 22 B. P. 582
Abidjan 22 (Côte d'Ivoire)

²Laboratoire de Nutrition et de Technologie Alimentaire, Direction de la
formation et de la recherche Génie Chimique et Agro Alimentaire, Institut
National Polytechnique Félix Houphouët Bobigny (INP – HB) B.P. 1313
Yamoussoukro (Côte d'Ivoire).

(Reçu le 22 Février 2009, accepté le 02 Juin 2009)

* Correspondance et tirés à part, e-mail: gleleromain@yahoo.fr

RÉSUMÉ

La technique fromagère Peulh qui permet la transformation du lait frais de vache en fromage ainsi que son rendement de production ont été améliorés. Des extraits brut, centrifugé, bouilli, et décanté obtenus par traitement physique et mécanique spécial des feuilles de *Calotropis procera* (*Asclepiadaceae*), ont été testés et ont conduit à des fromages aux caractéristiques variables. La couleur du fromage est blanchâtre pour E₂, E₃ et E_d et verdâtre pour E₁. Sa texture est grumeleuse pour E₃, ferme pour E_d et très ferme dans le cas de E₂. D'après le test de l'ANOVA de Fischer, l'extrait E₁ a donné le rendement de production le plus élevé (45 %) tandis que E₃ a le plus bas rendement (35 %). E₂ et E_d ont enregistré respectivement 44,2 et 43,9 %. La variabilité de ces caractéristiques est liée essentiellement au type de traitement permettant d'obtenir l'extrait. Il modifie la qualité et la quantité des composants actifs des extraits en les rendant plus disponibles et leur permet une meilleure action sur la caséine du lait. L'extrait E_d facile à obtenir et dont les fromages présentent de bonnes caractéristiques est particulièrement recommandé aux éleveurs pour la coagulation du lait à défaut de centrifugation.

Mots-clés : *Calotropis procera*, extrait foliaire, fromage peulh, activité coagulatrice des extraits.

ABSTRACT

Improvement of yield of the traditional technique of peulh cheese maker production by the appropriate use of leaves extracts of *calotropis procera*

The technique of Peulh cheese maker which permit the transformation of cow fresh milk to cheese as well as yield production were improved. Crude, centrifuge, boiled and settle extracts obtained by special physical and mechanical treatments of leaves of *Calotropis procera* (*Asclepiadaceae*) were tested and led to cheeses in the variable characteristics. Cheese colour is whitish for E₂, E₃ and E_d and greenish for E₁. The texture is lumpy for E₃, firm for E_d and very firm in the case of E₂. According to the ANOVA test of Fischer, the extract E₁ gave the highest yield of production (45 %) where as E₃ has the lowest yield (35 %). E₂ and E_d registered respectively 44,2 and 43, 9 %. The variability of these characteristics is essentially connected to the type of treatment permitting to obtain the extract. He modifies the quality and the quantity of active constituents of extracts by giving them more available and permits their better action on casein in milk. The extract E_d easy to obtain and whose cheese present good characteristics will be particularly recommended to the breeders for the coagulation of milk for lack of centrifugation.

Keywords : *Calotropis procera*, leave extract, Peulh cheese, curdle activity of extracts.

I - INTRODUCTION

La politique d'autosuffisance en viande de bœuf des années 1980 en Côte d'Ivoire a permis l'installation de plusieurs fermes agro pastorales à travers tout le pays. De nombreux projets agro pastoraux ont été initiés avec succès grâce à des organismes de soutien tels que la Coopération Technique Allemande (GTZ ou Deutsche Gesellschaft fur Zusammenarbeit), le Centre International de Recherche sur l'élevage en zone subhumide au Burkina Faso (CIRDES), la Banque Africaine de Développement (BAD), etc. [1]. Ces projets, en s'adressant à la jeunesse rurale déscolarisée ont fortement contribué à l'émergence d'une nouvelle activité économique à caractère hautement social. Ils ont offert une réelle opportunité de développement en diffusant un modèle performant d'intégration de l'élevage à l'agriculture [2, 3]. Ainsi, le cheptel bovin ivoirien a connu un essor important. La production laitière est passée de 12 000 tonnes / an dans les années 1980, à environ 26 000 tonnes / an en 1999 [1, 4]. Malheureusement, l'ensemble de ces éleveurs éprouve aujourd'hui d'énormes difficultés à écouler leur production laitière ou à réaliser sa conservation ou sa

transformation surtout en période pluvieuse [5]. Et pourtant, il existe dans la sous région comme au Bénin ou au Burkina Faso une méthode traditionnelle simple de transformation du lait en fromage appelé « fromage Peulh » surtout que selon [4], la valorisation du lait en fromage assurera la rentabilité globale des projets laitiers en Côte d'Ivoire. La technique de transformation utilise des extraits foliaires de *Calotropis procera* (*Asclepiadaceae*) W. Aiton 1811 [6, 7]. Les feuilles de cette plante sont d'ailleurs connues pour leurs propriétés coagulatrice [6, 8], médicinale [9], antifongique [10], bactéricide [11].

La fabrication du fromage, généralement réservée aux femmes, revêt un double intérêt économique et nutritionnel :

- elle offre une valeur ajoutée à la production laitière par la vente des produits fabriqués [7].
- le caillé obtenu, source de protéine animale, peut très bien améliorer l'alimentation des paysans en milieu rural [12].

La méthode de fabrication, seulement pratiquée dans le Nord de la Côte d'Ivoire, reste encore rudimentaire et son rendement est relativement faible (37-40 %) [7, 8]. La présente étude s'est fixée pour objectif d'améliorer le rendement de production de ce fromage en exploitant les performances des extraits foliaires de *Calotropis procera* obtenus par une technologie de production améliorée.

II - MATÉRIEL ET MÉTHODES

II-1. Prélèvement du lait

500 mL de lait frais de vache N'daman (2^e parturition) sont prélevés aseptiquement dans des pots de traie, à la ferme moderne de « Lobakro » petite localité situé à 5 km de Yamoussoukro (centre de la Côte d'Ivoire). Ce lait, transporté au laboratoire dans une glacière contenant des carboglaces (entre +4 et +8 °C), est mélangé à différents extraits foliaires de *Calotropis procera* pour l'obtention de fromage.

II-2. Préparation des extraits de *Calotropis procera*

100 g de feuilles fraîches (13 à 15 feuilles jeunes d'âge) sont prélevées sur une plante de *Calotropis procera* dans le jardin botanique de l'Ecole Supérieure d'Agronomie (ESA). Elles sont lavées à l'eau distillée et écrasées finement avec du sable fin dans un mortier en porcelaine. La pâte obtenue est pressée à l'aide d'un presseur (Pers, Paris, France). Le jus de pression est filtré sur un filtre micropore (4 µm) grâce à une pompe de filtration à moteur (Elnor 350 C, Paris, France). L'extrait brut E₁ obtenu est partagé en trois lots de volumes égaux. Le premier lot est centrifugé à 6000 tr/min pendant 30 minutes. Son surnageant constitue l'extrait E₂. Le second lot est bouilli à 100 °C pendant 30 minutes, puis centrifugé à 6000 tr/min pendant 30 minutes. Le surnageant obtenu constitue

l'extrait bouilli E_3 . Quant au troisième lot, il est laissé décanter librement pendant 8 heures. Le surnageant obtenu est l'extrait E_d . L'ensemble de ces opérations est traduit par le diagramme de la **Figure 1**. Les différents extraits foliaires de *Calotropis procera* (E_1 , E_2 , E_3 et E_d) obtenus sont ensuite utilisés pour préparer le fromage.

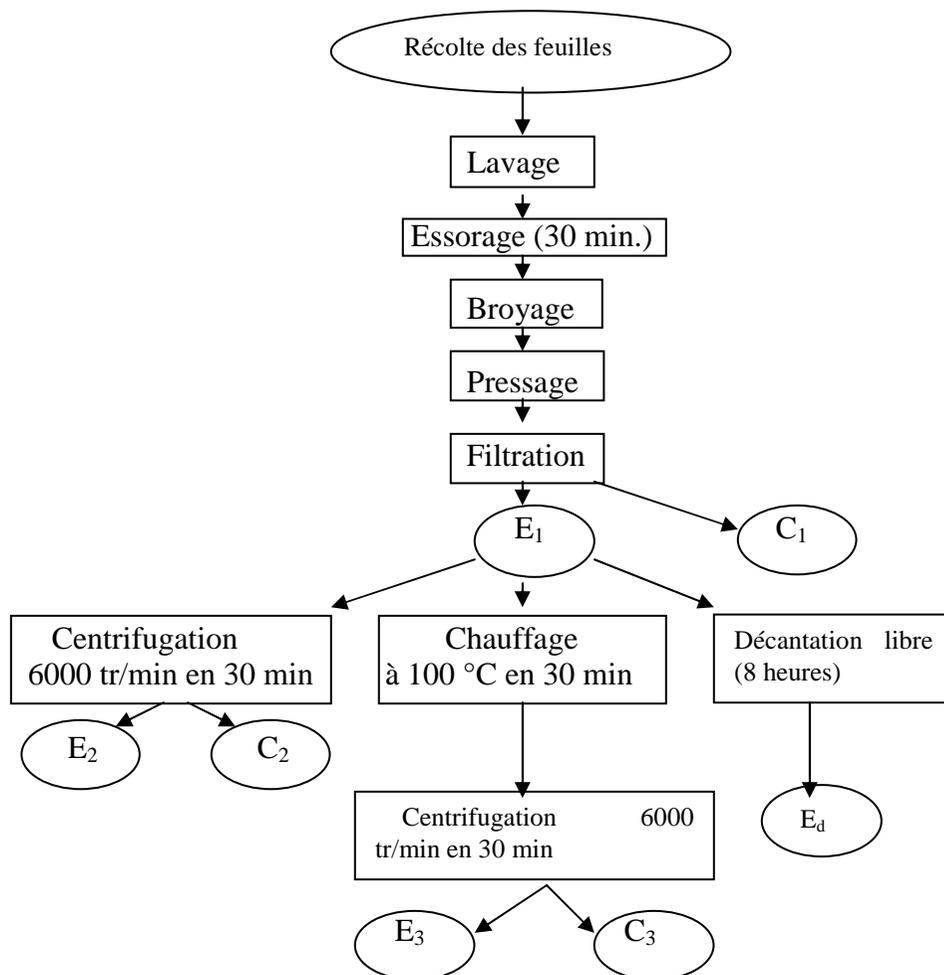


Figure 1: Diagramme de préparation des extraits de feuilles de *Calotropis procera*

E_1 : extrait brut

E_2 : extrait brut centrifugé à 6000 tr/min pendant 30 min

E_3 : extrait brut bouilli à 100 °C pendant 30 minutes et centrifugé à 6000 tr/min pendant 30 min

E_d : extrait brut décanté pendant 8 heures

C_1 : tourteaux

C_2 : culot issu de l'extrait brut centrifugé à 6000 tr/min pendant 30 minutes

C_3 : culot issu de l'extrait brut bouilli et centrifugé à 6000tr/min pendant 30 minutes

C_d : culot issu de l'extrait brut décanté pendant 8 heures.

Préparation du fromage

A 10 mL de lait préalablement pesés dans un Becher, sont ajoutés des volumes variables (1 à 5 mL) d'extraits foliaires (E_1 , E_2 , E_3 , E_d) de *Calotropis procera*. Le mélange est chauffé lentement et progressivement dans un bain marie (El 131, France) équipé d'un thermomètre électronique, jusqu'à la prise en masse du lait. La température est alors relevée dès que la surface du lait devient lisse. Le coagulum est laissé chauffer pendant 5 minutes puis renversé sur un tissu blanc. Il est essoré, pressé et pesé.

Détermination des caractéristiques physiques des fromages obtenus

- Le pH des différents extraits foliaires (E_1 , E_2 , E_3 et E_d) de *Calotropis procera* a été déterminé suivant la méthode AFNOR 1980 [13].
- La température de prise en masse du lait a été relevée sur le thermomètre incorporé au bain.
- Le rendement de coagulation est déterminé en rapportant la masse du coagulum essoré et pressé à la quantité de lait prélevé (10 mL) suivant la formule :

$$\text{Rdt}(\%) = \frac{\text{Masse de fromage}}{\text{Masse de lait frais}} \quad (1)$$

- Les caractéristiques organoleptiques (texture et couleur) ont été obtenues grâce à la méthode définie par [14].

III - RÉSULTATS

Les rendements de coagulation du lait évoluent en allure de courbe de Gauss, avec le volume des différents extraits. Ce qui révèle des rendements optimums à 2 mL pour les extraits E_1 (45 %), E_2 (44,2 %) et E_d (43,9 %) tandis qu'il est atteint à 3,6 mL pour l'extrait E_3 (35 %) (**Figure 2**).

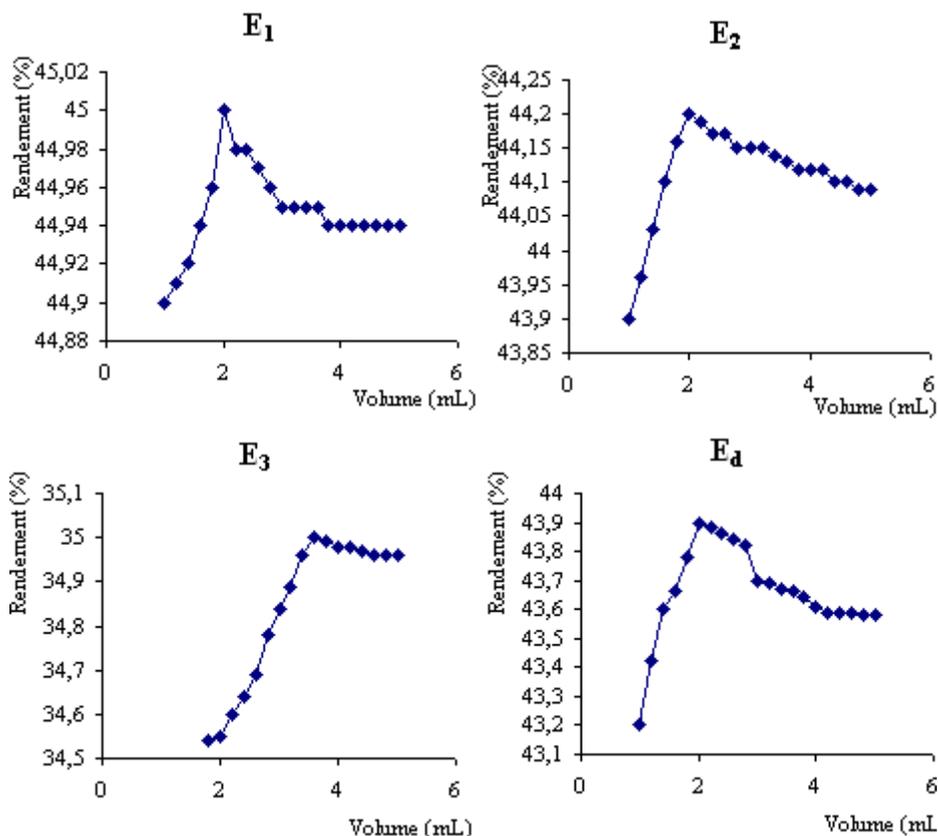


Figure 2 : Evolution du rendement de coagulation du lait en fonction du volume d'extrait de feuilles de *Calotropis procera*

L'évolution en allure de Gauss du rendement de coagulation en fonction de la température de chauffage, révèle des températures variables d'un extrait à l'autre. En effet, l'extrait E₃ enregistre la plus forte température optimale (88 °C) et E₁ la plus faible (31 °C). Les autres extraits E₂ et E_d conduisent respectivement aux températures optimales de 39 °C et 43 °C (**Figure 3**).

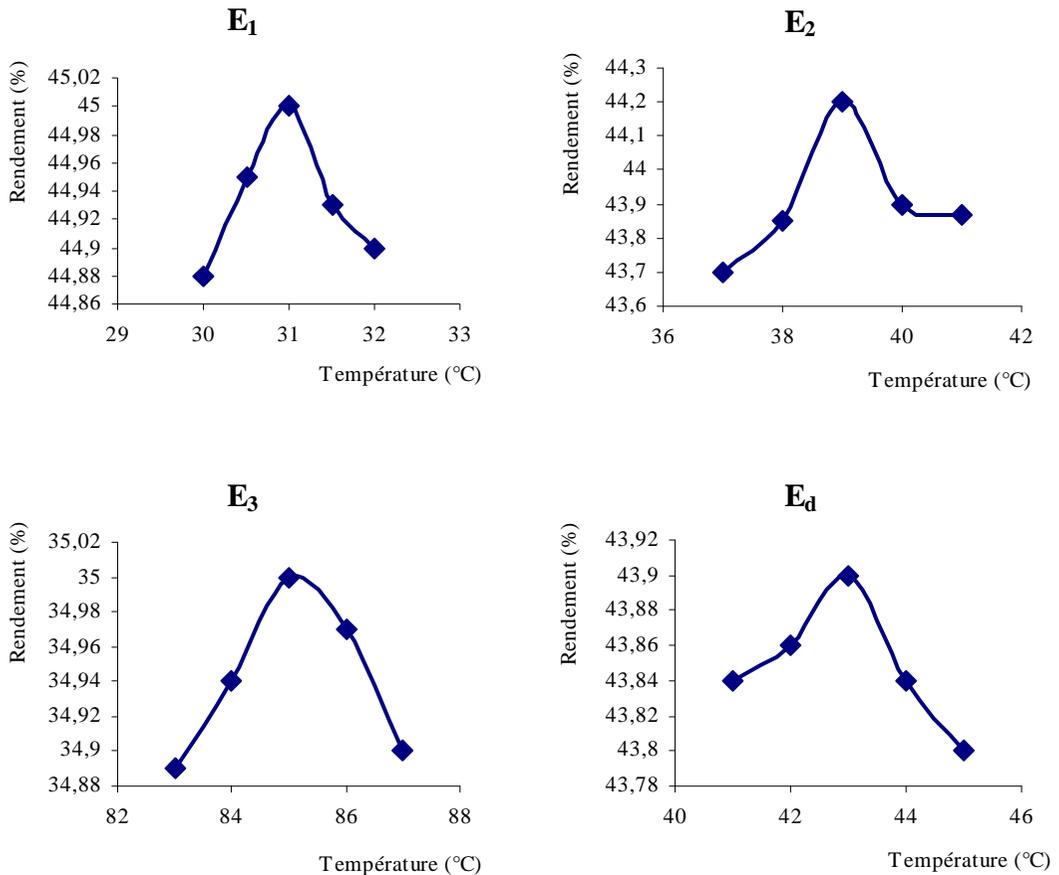


Figure 3 : Evolution du rendement de coagulation du lait en fonction de la température de chauffage du mélange d'extrait – lait

Les caractéristiques organoleptiques des fromages préparés varient d'un extrait à un autre. En effet, les fromages obtenus à partir des extraits E₂, E₃ et E_d présentent une couleur blanchâtre alors que celui de l'extrait E₁ est verdâtre.

En ce qui concerne la texture, celle des fromages issus d'extrait E₂ est très ferme alors qu'elle est ferme pour les fromages obtenus avec E₁ et E_d. Quant au fromage de l'extrait E₃, sa texture est grumeleuse avec un pH de 4,58 qui est beaucoup plus acide que celui des autres extraits (*Tableau*).

Tableau : *Caractéristiques organoleptiques et physiques des fromages en fonction des extraits de Calotropis procera*

	E ₁	E ₂	E ₃	E _d
pH	5,60	5,90	4,58	5,80
T. op. (°C)	31	39	88	43
Rdt. op. (%)	45	44,2	35	43,9
Couleur	Verdâtre	Blanchâtre	Blanchâtre	Blanchâtre
Texture	Ferme	Très Ferme	grumeleux	Ferme

T. op. = Température optimale ; *Rdt. op.* = Rendement optimal

IV - DISCUSSION

Les fromages obtenus à partir des différents extraits (E₁, E₂, E₃ et E_d) de feuilles de *Calotropis procera* présentent des caractéristiques organoleptiques (texture et couleur) variables qui pourraient s'expliquer par la composition de ces extraits [16, 17]. Les extraits E₃ en effet, conduisent à des fromages grumeleux. Ce qui serait lié à leur acidité (pH = 4,58) d'une part [17, 18], et à la dénaturation des enzymes coagulantes par ébullition de l'extrait à température élevée (88 °C) du mélange lait extrait d'une autre part [16, 19]. Les autres extraits E₁, E₂ et E_d ont des pH plus élevés ; ce qui favoriserait l'obtention de fromages plus homogènes et fermes [16, 19].

En ce qui concerne la couleur des fromages, sa variation pourrait s'expliquer par la présence de chlorophylle dans les extraits E₁. Cette situation serait responsable de la coloration verdâtre du fromage résultant, rendant celui-ci peu apprécié des consommateurs [12].

La couleur blanchâtre des fromages obtenus à partir des extraits E₂, E₃ et E_d est identique à celle des fromages traditionnels Peulhs. Leur texture est proche de celle des fromages industriels à pâte molle [12].

La variabilité des rendements de coagulation s'expliquerait par la réduction de la teneur des extraits en enzymes coagulantes due aux traitements de ceux-ci par centrifugation (E₂), par chauffage (E₃) et par décantation (E_d) [16]. En effet, la coagulation obtenue avec l'extrait brut E₁ donne un meilleur rendement (45 %), tandis que les autres extraits ayant été traités à partir de E₁, donnent des rendements inférieurs. Ces rendements restent néanmoins supérieurs à celui du fromage Peulh traditionnel généralement inférieur à 39 % [7]. Cette différence s'expliquerait par l'absence d'un broyage minutieux et fin des feuilles en technologie traditionnelle. Ce qui ne permet pas de libérer le maximum d'éléments coagulants. En effet, selon [12], les feuilles

sont seulement frottées entre les mains pour recueillir le jus brut qui est par la suite mélangé au lait en des proportions non identifiées. Or notre étude montre qu'il existe un optimum de rendement pour un mélange extrait – lait donné. La concentration d'éléments coagulants dans le mélange influence le rendement de coagulation dans une limite de proportion des mélanges [16].

L'amélioration du rendement de coagulation nécessite donc 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. Toutefois, à cause des chlorophylles libérées qui donnent aux fromages une coloration verte peu appréciée des consommateurs [12], il serait plus indiqué d'utiliser le surnageant centrifugé ou décanté de feuilles broyées et délayées, étant donné que ces procédés donnent des rendements respectifs de 44,2 et 43,9 % statistiquement proches de celui de E₁ (45 %). Toutefois l'obtention de l'extrait E₂ n'étant pas accessible à la majorité des fabricants de fromages traditionnels, l'extrait E_d qui est plus facile à produire se révèle comme étant le mieux indiqué pour la fabrication fromagère traditionnelle. En effet, la couleur et la texture du fromage qui en sont issu sont en conformité avec celles des fromages à pâte molle vendus dans le commerce. De plus son rendement est significativement supérieur à celui du fromage Peulh traditionnel qui est inférieur à 40 % [7].

Cependant, l'utilisation de l'extrait E_d requiert des conditions optimales de préparation. En effet, d'après les résultats obtenus (Figure 1 et 2), le volume optimal devra être de 2 mL pour 10 mL de lait frais et la température optimale de chauffage du mélange est de 43,9 °C. Cette température est d'ailleurs en conformité avec celle recommandée en fromageries industrielles [16]. Ce qui n'est pas le cas pour le fromage traditionnel Peulh obtenu à 70 °C [12]. Température qui, selon [17, 18], dénaturerait les enzymes coagulantes. Lesquelles enzymes seraient responsables de la texture homogène et lisse des fromages [15].

V - CONCLUSION

L'augmentation de la production laitière en Côte d'Ivoire impose de trouver des voies et moyens de transformation et de conservation de cette production afin d'aider les éleveurs qui produisent le lait et de soutenir la politique de développement agropastoral. L'utilisation dans le lait frais d'extraits foliaires de *Calotropis procera* préalablement préparés pour fabriquer du fromage, contribue à satisfaire en milieu rural cet impératif de production laitière. Notre étude, en utilisant des moyens techniques modernes de laboratoire, a permis la production fine d'extrait de feuilles de *Calotropis procera*. Ces extraits, mélangés au lait à des quantités variables, ont permis d'améliorer le

rendement de production du fromage Peulh traditionnel dans une proportion statistiquement significative de 5 % en moyenne. Il est passé de 39 % avec la méthode traditionnelle à 45 % maximum avec l'extrait brut E₁ de notre préparation mais avec un fromage coloré par la chlorophylle. Les autres extraits centrifugée E₂ et décanté E_d ont donnés des résultats satisfaisants de 44,2 et 43,9 % respectivement avec de bons résultats organoleptiques (couleur blanchâtre et texture très ferme et ferme). Quant à l'extrait bouilli E₃, le rendement de coagulation du lait est plus faible (35 %) et est inférieur au rendement de fabrication traditionnelle. Au vu de ces résultats, il est recommandé aux éleveurs, d'effectuer une extraction fine du jus des feuilles de *Calotropis procera* avant leur mélange au lait. La décantation de ce jus brut leur donnera un extrait qui peut réaliser de meilleurs résultats de coagulation.

RÉFÉRENCES

- [1] - MINAGRA – Caisse Française de Développement, BDPA/CIRAD – EMVT, Côte d'Ivoire, (1997) 16 – 46
- [2] - G. TACHER et L. LETENNEUR, In “Approche des échanges par zones sous régionales”, *Rev. Elev. Med. Vét. Pays Trop.*, 53 (2000) 27 – 36.
- [3] - B. FAYE et V. ALARY INRA, *Pro. Anim.*, 14 (2001) 3 – 13
- [4] - C. BAUDOUX, Projet laitier Sud de la Coopération Technique Belge (CTB), [http:// www.btcctb.org](http://www.btcctb.org). (2004)
- [5] - K. S. KRA, UFR Biosciences, Université de Cocody, Côte d'Ivoire, Mémoire de DEA en Biotechnologie et Science des Aliments (1998) 1 – 50
- [6] - J. BERHAUT, Flore illustrée du Sénégal, Dakar, Sénégal, Ministère du Développement Rural, Direction des Eaux et Forêts, Tome 1 (1971) 742
- [7] - M. KEES, C. BIO, GUIWA et O. A. MASSIM, In Atelier régional d'échanges d'expériences sur la production et la commercialisation du fromage en pastoral, Bénin, Natitingou, du 15 au 19 Juillet (1996) 1 – 20
- [8] - O. C. AWORH and H. G. MULLER, *Food Chem.*, 26 (1987) (1): 71 – 79
- [9] - S. DEWAN and H. SANGRULA, *J. of Ethnophar.*, 73 (2000) (1-2): 307 – 311
- [10] - P. SHARMA and J. D. SHARMA, *Fitoterapia School of Envir. Sci.*, 71 (2000) (1): 77 – 79.

- [11] - D. RAHEEM, N. SURI and P. E. SARIS, *Inter. J. of Food Sci. and Tech.*, 42 (2007) 220 – 223.
- [12] - J. DOSSOU, A. S. HOUNZAGBE et H. SOULE, Faculté des Sciences Agronomiques / GRET, Bénin, (2006) 1 – 33
- [13] - AFNOR, Recueil de Normes Françaises, Lait et produits laitiers, methodes d'analyse NF V 04-385, Imprimerie J. Brard, (1980) 222 - 223.
- [14] - G. KONAN, C. NINDJIN, G. N. AGBO, D. OTOKORE, *Agro. Afri.*, (Spécial N°4) (2003), 15 – 28
- [15] - G. BRULE, J. LENOIR et F. REMEUF, in “*Techniques et Documentations*”, (Lavoisier) 3^e édition, France, (1997) 7 – 38
- [16] - C. BUGAUD, S. BUCHIN, X. NOEL, L. TESSIER, S. POCHE, B. MARTIN et J. F. CHAMBA, *Le lait*, 81(2001) 593 – 601
- [17] - I. H BEN, M. HASSOUNA, A. BOUAOBOUS et R. EL OUNI, *Industries Alimentaires et Agricoles*, ISSN 0019-9331, CODEN IALAAQ, vol. 120 N°6, (2003) 10 – 15
- [18] - J. P. RAMET et F. WEBER, *Le lait*, 59 (1980) 1 – 13