



GRET

REPUBLIQUE DU BENIN
Université d'Abomey-Calavi
Faculté des Sciences Agronomiques

PRODUCTION ET TRANSFORMATION DU LAIT FRAIS EN FROMAGE PEULH AU BENIN

Guide de bonnes pratiques



Version validée lors de l'atelier national du 14 juillet 2006

Avec l'Appui financier de la Coopération Française



GRET

REPUBLIQUE DU BENIN
Université d'Abomey-Calavi
Faculté des Sciences Agronomiques

PRODUCTION ET TRANSFORMATION DU LAIT
FRAIS EN FROMAGE PEULH AU BENIN

Guide de bonnes pratiques

Version validée lors de l'atelier national du 14 juillet 2006

Avec l'Appui financier de la Coopération Française

Sous la Coordination du Groupe de Recherche et d'Echanges Technologiques (GRET)
et du
Centre d'Appui au Développement de la FSA (CAD/FSA)

Rédaction effectuée par :

- DOSSOU Joseph ;
- HOUNZANGBE – ADOTE Sylvie
- SOULE Hamidou

Avec la collaboration de :

CHABI Bienvenue Ifagbemi

Illustration

Bienvenue Ifagbemi CHABI; Joseph DOSSOU ; HOUNZANGBE – ADOTE Sylvie

-

Photographie de couverture

Hamidou SOULE; Sylvie HOUNZANGBE – ADOTE

Remerciements

Ce guide a été rédigé par une équipe de chercheurs de la Faculté des Sciences Agronomiques (FSA) de l'Université d'Abomey-Calavi (UAC) composée de Joseph DOSSOU et Sylvie HOUNZANGBE-ADOTE avec la collaboration de MM. Hamidou SOULE et de Aimé TCOBO de la Direction de l'Elevage (DE) du Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche (MAEP).

L'équipe de rédaction remercie le Ministère Français des Affaires Etrangères pour son appui financier à travers le GRET (Groupe de Recherches et d'Echanges Technologiques représenté au Sénégal par Cécile BROUTIN et au Burkina Faso par Nathalie NICULESCU, ainsi que les professionnels de la filière lait (zootechniciens, vétérinaires, technologues, transformateurs/trices), consommateurs) qui ont participé à l'atelier de validation et/ou qui ont bien voulu nous recevoir et fournir des données lors des enquêtes et expérimentations qui ont précédé l'élaboration du présent document..

Résumé

Au Bénin, la technologie traditionnelle de production du fromage peulh appelé waragashi occupe une place importante dans la transformation artisanale du lait frais. A cet effet, plusieurs travaux de recherche ont été menés en vue d'améliorer sa technologie de production, de même que sa qualité microbiologique et chimique. Cependant, les résultats de ces différents travaux sont éparpillés dans de nombreux écrits. De plus, aucun document ne traite réellement de façon complète les études relatives à la production de waragashi. C'est pour combler une telle lacune que ce document a été élaboré. Il rassemble évalue et complète en illustrant au besoin, les informations disponibles sur la méthode traditionnelle de transformation du lait frais en waragashi.

Compte tenu de la nécessité de produire du fromage sain et adéquat, des fiches techniques pour une pratique de la collette du lait, de la production et de la conservation de ce fromage ont été proposées à la fin de ce document.

TABLE DES MATIERES

	Pages
REMERCIEMENTS	3
RESUME	4
TABLES DES MATIERES	5
LISTE DES ABREVIATIONS ET SIGLES	6
LISTE DES TABLEAUX	7
LISTE DES FIGURES	8
LISTE DES PHOTOS	8
INTRODUCTION	9
1. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	10
1.1. Production du lait	10
1.2. Qualité du lait	11
1.3. Valorisation du lait	12
1.3.1. Commercialisation du lait frais	12
1.3.2. Transformation du lait	13
1.4. <i>Calotropis procera</i> , coagulant végétal	15
2. TECHNOLOGIE DU FROMAGE PEULH	17
2.1. Traite du lait de vache	17
2.2. Collecte du lait	18
2.3. Filtration du lait	19
2.4. Coagulation du lait	20
2.4.1. Préparation du coagulant	20
2.4.2. Incorporation du coagulant	21
2.5. Egouttage et façonnage du fromage	22
2.6. Conservation du fromage peulh	23
2.6.1. Cuisson et coloration des fromages	23
2.6.2. Conservation du fromage blanc	24
2.6.3. Typologie du fromage peulh	25
2.6.4. Commercialisation du fromage peulh	26
2.6.5. Mode de consommation du fromage	26
2.7. Mesures d'hygiène en production du fromage peulh	26

3. FICHES DE BONNES PRATIQUES	28
3.1. Production du lait	28
3.2. Fabrication du fromage peulh	29
3.3. Conservation du fromage peulh	30
CONCLUSION	31
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	32

LISTE DES ABREVIATIONS

CIRAD	Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
DE	Direction de l'Élevage
FAO	Food and Agriculture Organization (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture)
FCFA	Franc de la Communauté Financière Africaine
FCIL	Fonds Canadien d'Initiatives Locales
INSAE	Institut National de la Statistique et d'Analyse Economique
MAEP	Ministère de l'Agriculture de l'Élevage et de la Pêche
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
PDEA	Projet de Développement de l'Élevage dans l'Atacora
PDEB	Projet de Développement de l'Élevage dans le Borgou

LISTE DES TABLEAUX

		Pages
Tableau 1	Cheptel bovin et Production nationale du lait	10
Tableau 2	Caractéristiques physico-chimiques du lait provenant de trois différentes races bovines	11
Tableau 3	Caractéristiques microbiologiques du lait provenant de trois différentes races bovines	12
Tableau 4	Variation du prix d'achat de lait en F CFA/litre dans 6 départements du Bénin en fonction des saisons	12
Tableau 5	Caractéristiques physico-chimique du fromage issu de trois différentes races bovines	15
Tableau 6	Caractéristiques microbiologique du fromage issu de deux types de coagulants	15
Tableau 7	Typologie des fromages	25
Tableau 8	Typologie du fromage peulh	26

LISTE DES FIGURES

		Pages
Figure 1	Diagramme technologique de fabrication du fromage peulh	18
Figure 2	Transport du lait à bicyclette	19
Figure 3	Stockage du lait	
Figure 4	Extraction du coagulant du lait	21
Figure 5	Diagramme de conservation du fromage à l'extrait de <i>Sorghum vulgaris</i>	23
Figure 6	Bonnes pratique de la traite du lait	27

LISTE DES PHOTOS

		Pages
Photo 1	<i>Calotropis procera</i> (coagulant végétal)	16
Photo 2	Technique de traite du lait frais	19
Photo 3	Filtration du lait	20
Photo 4	Préparation du coagulant	20
Photo 5	Incorporation du coagulant	21
Photo 6	Cuisson du fromage	22
Photo 7	Egouttage et Moulage du fromage	22
Photo 8	<i>Sorghum vulgaris</i>	24
Photo 9	Cuisson – coloration du fromage	24
Photo 10	Egouttage après coloration	24

INTRODUCTION

La stratégie de relance de l'économie béninoise priorisant l'approche filière suscite un regain d'intérêt particulier pour la production et la transformation du lait dans le cadre de la politique sectorielle du développement de l'élevage. Certes le Bénin n'est pas un grand producteur de bétail, mais la consommation nationale du lait de vache et de produits laitiers connaît de nos jours un essor considérable, y compris dans les régions côtières caractérisées par un élevage bovin faiblement développé.

Au plan économique, le revenu tiré du commerce mondial du lait et de ses dérivés équivaut à près de 2/3 de celui des céréales (Meyer et Denis, 1999). Au Bénin, en particulier, le rôle du lait dans l'alimentation et l'économie des communautés pastorales n'est plus à démontrer. Le lait contribue à plus de 50% aux revenus annuels des ménages peulh (Ogodja, 1988). Malgré son importance économique, alimentaire et nutritionnelle, ainsi que la hausse subséquente de sa consommation, le lait est encore produit en quantité marginale. Mais, l'une des contraintes majeures à la promotion de la filière est sa périssabilité. Environ 4 h après la traite, le lait commence par se détériorer. A cela s'ajoute le tabou peulh qui interdit le retour au campement du lait invendu, préalablement emporté au marché (Kees, 1996). Ainsi la transformation du lait en fromage peulh s'impose comme une alternative intéressante puisqu'elle augmente son aptitude à la conservation, facilite sa manutention et son transport et améliore le revenu tiré de sa production.

Cependant, en raison de son caractère empirique et peu reproductible et de son faible niveau de développement scientifique, la technologie traditionnelle de fabrication du fromage peulh demeure encore sous l'emprise peulh et sa diffusion n'excède guère les aires d'influence de cette ethnie. C'est pourquoi, en vue de promouvoir ce produit, la présente fiche technique vise comme objectifs spécifiques :

- faire le point des expériences et des acquis disponibles sur la technologie ;
- collecter des données techniques complémentaires ;
- proposer des méthodes plus élaborées pour la fabrication et la conservation du fromage peulh au Bénin ;
- Identifier les risques, les points critiques et les mesures préventives et élaborer des fiches de bonnes pratiques de production et de conservation du fromage peulh.

L'intérêt de cette fiche est d'abord pédagogique puisqu'elle capitalise et rend disponibles des connaissances endogènes et des acquis de recherche qui instruisent les communautés sur cette technologie. De ce fait elle est un outil d'information et de formation à l'usage des étudiants en technologie agro-alimentaire et disciplines connexes et de tous les acteurs de la filière lait. Par ailleurs, elle participe de la diffusion de la technologie fromagère en facilitant la compréhension de la méthode utilisée.

1. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1 Production du lait

Le plan stratégique opérationnel du Bénin pour le sous secteur de l'élevage vise le développement de la filière lait à travers l'accroissement de la production et de la transformation de cette denrée. L'état des lieux du secteur de l'élevage révèle des contraintes majeures qui handicapent la promotion de la filière lait (Dossou, 2004) ; parmi ces facteurs on note :

- la faible performance laitière des vaches de races locales qui ne produisent que 0,5 à 2 litres de lait en moyenne par jour,
- la faible disponibilité d'aliments appropriés pour le bétail, associée aux difficultés d'accès aux pâturages et la transhumance subséquente, surtout en saison sèche,
- un système d'élevage de prestige à caractère extensif basé sur le confiage et peu incitatif pour la production laitière.

Pourtant, le Bénin dispose d'un cheptel bovin estimé à 1 717 900 têtes en 2004 et qui connaît un accroissement d'un taux annuel d'environ 3,6% (MAEP, 2004). Ce cheptel est composé de taurins de races lagunaire, Borgou et Somba (31%), de zébus M'bororo, Goudali et Foulani blanc (7,7%), ainsi que des sujets issus de leur croisement (61,3%). La race Borgou (la plus performante des races locales) peut produire 2,5 l de lait en moyenne en élevage traditionnel et 4 litres en élevage moderne (FAO, 2003). Or selon certains travaux dont celui de Bawath et Amoussou (1998) et Kora (2005), le nombre de vaches traites chaque année représente environ 15% de l'effectif du cheptel bovin dans la sous région ouest-africaine et en particulier au Bénin. Sur cette base, la production laitière du Bénin est passée de 62 425 950 litres en 1997 à 85 109 920 litres en 2004 (DE, 2005). Le tableau 1 renseigne sur l'évolution du cheptel bovin et sa productivité laitière au Bénin.

Tableau 1 : Cheptel bovin et production nationale du lait

Années	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Effectifs bovin ¹	1 439 652	1 487 157	1 584 384	1 635 056	1 684 108	1 717 900
Effectif de vaches ¹	532 671	550 248	589 910	604 971	620 095	635 623
Production de lait (kg) ¹	71 324 679	73 678 220	78 988 981	81 005 580	83 030 699	85 109 920
Importation de lait ² (kg)	10 882 825	9 645 832	16 386 117	15 786 788	13 583 768	

¹ Source : DE /MAEP ; ² Source : INSAE (2003)

Malgré cette augmentation de la production, la demande nationale est loin d'être satisfaite et la valeur en devise du déficit comblé par les importations prend aujourd'hui des proportions insoutenables : ces importations de lait et de produits laitiers sont passées de 1,514 milliards en 1993 à 20 milliards FCFA en 2003. Pourtant, la consommation moyenne de lait au Bénin, encore faible voire alarmante, n'excède guère 20 kg par habitant et par an contre 34 kg en moyenne pour les pays en développement et 50 kg recommandé par l'OMS. Pour approcher ce seuil de consommation, il faudra accroître la production nationale du simple au triple. D'où

la volonté de l'état béninois de moderniser la production laitière. Ainsi un programme d'amélioration génétique axé sur la sélection en race pure, les croisements et la diffusion des animaux améliorés en milieu paysan vient d'être mis en place dans certaines fermes d'Etat, en l'occurrence les fermes de Kpinnou dans le Mono, de Bétécoucou dans les Collines et d'Okpara dans le Borgou. A Kpinnou en particulier, l'expérimentation des races laitières Gir et Girolando, d'origine brésilienne a permis d'obtenir une productivité de 10 à 15 litres de lait par jour. De même à l'Okpara, les hybrides issus du croisement Girolando-Borgou produisent en moyenne 6 à 7 litres de lait par jour.

De nombreuses autres initiatives ont été prises dans le cadre du Projet de Développement de l'Élevage dans l'Atacora (PDEA) et dans le Borgou (PDEB). L'introduction de paquets technologiques visant l'intensification de la production par l'amélioration de l'habitat de la santé et de l'alimentation des animaux par la supplémentation à base de sous-produits locaux est peu développée (Nyiransabiman, 2005). Ces programmes n'ont pu sortir le système d'élevage traditionnel de sa saisonnalité marquée par la pénurie de lait en saison sèche et le déplacement des animaux vers les zones de transhumance.

1.2 Qualité du lait

Les caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques du lait de certaines races de vaches utilisés pour fabriquer le fromage peulh ont été évaluées à la FSA (Kora, 2005) et résumées dans les tableaux 2 et 3.

Tableau 2 : Caractéristiques physico-chimiques du lait provenant de trois différentes races bovines.

Type de lait	Vache Borgou	Vache lagunaire	Vache Girolando
Densité (g/cm ³)	1,03	1,03	1,03
Teneur en eau (%)	80,73	83,64	87,58
pH	6,60	6,62	6,57
Acidité (% acide Lactique)	0,21	0,25	0,17
Protéine (% BS)	31,51	29,10	25,67
Lipide (% BS)	34,52	35,13	36,16
Glucide (% BS)	32,82	33,73	32,41
Cendres (% BS)	1,13	2,01	5,74

Source : Kora (2005)

De toutes les races étudiées, la race Girolando présente la plus faible valeur de protéine et la teneur en eau la plus élevée. Ceci se traduit par un rendement en fromage plus faible, soit 16 à 18 % contre 20 à 25 % pour les autres races. Par contre le lait de cette vache est de meilleure qualité microbiologique c'est-à-dire contient moins de germes que celui des autres races (tableau 3). Ceci est dû au respect des règles d'hygiène de la traite dans le cas de cette race.

Mais ces germes sont le plus souvent détruits au cours de la cuisson du fromage à une température voisine de 100°C.

Tableau 3 : Caractéristiques microbiologiques du lait provenant de trois différentes races bovines

Type de lait	Germes aérobie totaux (ufc)	Lactobacilles (ufc)	Entérobactériaceae (ufc)	Levures et moisissures (ufc)
Vache Borgou	6,5.10 ⁷	1,1.10 ⁶	5,3.10 ⁶	1,3.10 ⁷
Vache lagunaire	2,9.10 ⁷	2,2.10 ⁵	4,2.10 ⁷	6,0.10 ⁶
Vache Girolando	3,3.10 ³	1,8.10 ²	4,6.10 ²	4,1.10 ²

Source : Kora (2005)

1.3 Valorisation du lait

Les efforts déployés par l'état témoignent de la volonté de promouvoir la filière lait au Bénin. Il reste à mettre en place un système adéquat de valorisation de lait. Or à ce sujet, les travaux indiquent que dans les pays en développement les zones de production laitière sont souvent très éloignées des lieux de forte demande que sont les grandes agglomérations urbaines (FAO, 1988). Pour palier cette situation, la promotion de l'élevage périurbain a été expérimentée avec l'appui du CIRAD dans nombre de capitales africaines (CIRAD, 2001). Mais les problèmes de collecte efficace et de traitements adéquats préservant la sécurité sanitaire du lait restent encore à résoudre.

1.3.1 Commercialisation du lait frais

Dans les exploitations peulh, il revient à la femme la charge de commercialiser le lait, après avoir déduit la part réservée à l'autoconsommation. Environ 20 à 25% de lait sont généralement destinés à l'autoconsommation, mais cette quantité peut atteindre 75 à 80% en saison sèche ou pendant la transhumance lorsque la production du lait des vaches devient insignifiante. Le lait est vendu aux consommateurs ou aux fromagères (Gando, Bariba, Dendi, Wama). Le prix de vente du lait dépend de la saison et de la localité comme l'indiquent Bawath et Amoussou (1998) dans le tableau 4. En particulier dans les grandes villes du Sud (Cotonou, Porto-Novo, Ouidah), le lait peut se vendre à un prix majoré de 500 à 600 F CFA en moyenne.

Tableau 4 : Variation du prix d'achat de lait en F CFA/litre dans 6 Départements du Bénin en fonction des saisons.

Départements	Saison pluvieuse		Saison sèche	
	Zone rurale	Zone urbaine	Zone rurale	Zone urbaine
Atlantique	200	300	300	400
Atacora	75 à 100	100 à 150	100 à 150	200 à 250
Borgou	75 à 100	100 à 150	100 à 150	200 à 250
Mono (Grand-Popo)	150 à 200		150 à 200	
Plateau (Kétou)	100 à 150		100 à 150	
Collines (Dassa-Zoumé)	150 à 200	200	200	250

Source : Bawath et Amoussou (1998)

Selon Djegga (2003), le respect de la tradition contraint la femme peulh à brader son lait. En effet, le chauffage du lait et le retour au campement du lait invendu seraient interdits par les coutumes peulh parce que ces pratiques porteraient préjudice au développement harmonieux du troupeau (Kees, 1996). Dans ces conditions, la femme peulh cède le lait moins cher aux fromagères. Par contre, Nyiransabimana (2004) estime que le circuit de commercialisation du lait génère des revenus faibles ou importants selon l'acteur concerné, mais qui contribuent à la réduction de la pauvreté et fait vivre beaucoup de familles et des groupes défavorisés que sont les femmes

1.3.2 Transformation du lait

Au Bénin, le lait frais ainsi que le lait en poudre importé sont transformés en divers produits laitiers commercialisés et consommés sur toute l'étendue du territoire national. Le yaourt local (45%) et la crème de lait (55%) sont les formes de produits laitiers les plus fabriqués au Bénin, mais à partir du lait en poudre importé. A partir du lait pastoral, des techniques traditionnelles permettent d'obtenir notamment le fromage local, le lait caillé, le beurre et l'huile de beurre. Parmi les produits issus de la transformation du lait de vache, le fromage local peulh demeure le plus répandu et le plus consommé, tant en milieu rural qu'en milieu urbain. Il s'impose comme la meilleure forme de conservation du lait.

Historique et Origine du fromage peulh

Selon la tradition orale rapportée par d'Olivera (1985), les femmes peulh auraient remarqué qu'en période d'harmattan la coagulation du lait était très lente. Pour l'accélérer, ces femmes mettaient le lait auprès du feu. Par contre, elles constataient une accélération de la coagulation du lait dans lequel étaient immergées les feuilles de *Calotropis procera* servant à protéger le lait au cours de son transport dans laalebasse et sur la tête. Ces femmes auraient supposé que ce phénomène serait dû aux feuilles qu'elles mettaient dans le lait pour le stabiliser au cours du transport vers la maison. Selon la même source, le pionnier de la technologie du fromage peulh serait le premier éleveur qui a dû obtenir les graines de caillé en appliquant les feuilles de *Calotropis procera* au lait. Quant au nom, il doit son origine à un paysan baatonou qui se serait rendu à la ferme pour visiter son ami éleveur peulh. C'est là qu'il aurait avancé l'idée que les graines du caillé pourraient être regroupées et mises en forme ; d'où l'appellation « gassarou babarou » en baatonou, ce qui veut dire la boule de fromage. Le préfixe « wara » signifierait gâteau en baatonou. L'appellation authentique du fromage peulh serait donc « waragassarou babarou ». Ce que les mutations ethnolinguistiques ont transformé aujourd'hui en waragashi en baatonou, wagashi en dendi, woagashi ou gassiigué en peulh, etc. On peut donc affirmer que la technologie du fromage peulh a été innovée au Bénin même si de nos jours les origines de la fabrication de ce fromage n'ont pas fait l'objet d'études approfondies. La méthode de production intégrant la coagulation du lait par le *Calotropis procera* est pratiquée sur toute l'étendue du territoire béninois. Elle est aussi connue à l'ouest et au nord du Nigeria (Awohr et Egounlety, 1986 ; Waters – Bayer, 1988) ainsi que dans le nord du Togo. Une description de la fabrication par des peulhs de la région de Sokodé, Bassari au nord du Togo date de 1899 (Rühe, 1938)

Fromage peulh

Dans un guide pratique publié en 1994, Sanogo rassemble de précieuses informations sur la fromagerie artisanale au Mali, au Niger, en Algérie, au Burundi, en Ethiopie, en Tanzanie, au Rwanda et en Centrafrique. Cette étude a le mérite d'identifier et de documenter différents

procédés de fabrication et modes de consommation de fromages en Afrique. Cependant, elle ne comporte aucune information sur la fromagerie béninoise pourtant en pleine vitalité. Et c'est cette originalité de la technique béninoise de fabrication du fromage peulh qui suscite l'intérêt des chercheurs pour le développement de ce produit. Egounlety (1981) révèle dans un rapport d'enquête technologique sur la production du fromage dans le département du Borgou que les productrices ont une parfaite maîtrise de la technologie, mais la qualité microbiologique de la matière première et du produit fini est souvent insuffisante. En 1982, le même auteur a travaillé sur la stabilisation par traitement chimique et sur le conditionnement du waragashi. Il résulte de ces travaux que le traitement du fromage avec l'acide propionique à 10% et l'acide sorbique à 0,1% prolonge la durée de sa conservation au-delà de 20 jours, alors que les échantillons témoins présentent des signes visibles de détérioration seulement après une période d'entreposage de 9 jours. Ces traitements réduisent également la charge microbienne du fromage. Cependant, une évaluation organoleptique a démontré que l'acide sorbique confère un goût amer au fromage, l'acide propionique un goût sucré ; ce qui pourrait ainsi affecter l'acceptabilité du produit. Ces études, qui ont été conduites essentiellement au laboratoire, n'ont pas d'incidences améliorantes sur la technologie traditionnelle de fabrication de fromage.

Kees et *al.* (1994) ont élaboré un manuel illustré de fabrication du fromage peulh. Dans le souci de mieux connaître et de diffuser la technologie dans la sous région ouest africaine, ces auteurs ont publié un document de transfert de technologie traitant des possibilités de production artisanale du fromage peulh au Burkina Faso. La thèse de doctorat de Kees (1996) a mis l'accent sur le transfert de technologie du fromage peulh en Afrique. Différents aspects ont été abordés à savoir :

- point des acquis de la recherche ;
- importance économique du produit, circuits commerciaux existants et principaux acteurs dans la zone d'étude,
- mesures prospectives par rapport à la nécessité d'une amélioration quantitative et qualitative de la production du fromage et surtout les possibilités de transfert de la technologie dans d'autres pays de l'Afrique de l'ouest.

Des travaux plus récents visent surtout les améliorations technologiques du procédé et la conservation du fromage : Kèkè (2005) aborde la conservation du waragashi par injection d'une souche pure de lactobacilles plantarum ; il en résulte une augmentation de l'acidité du fromage limitant ainsi le développement de microorganisme pathogènes et le risque de toxoinfection. Mais cet auteur n'a pu mettre en évidence que le fromage fermenté ainsi obtenu répond au goût du consommateur. Capo-Chichi (2004) et Kora (2005) démontrent une plus importante activité coagulante au niveau du latex ; tandis que Elolo et *al.* (2005) ont comparé la réactivité de certains coagulants végétaux notamment la broméline, la calotropaine et la papaïne et ont observé que l'activité de ces enzymes débute plus lentement aux basses températures pour atteindre un optimum entre 60 et 70° C ; mais de ces trois enzymes, la calotropaine donne une meilleure qualité organoleptique avec un bon rendement fromager

Qualité du fromage peulh

L'évaluation de la qualité physico-chimique et microbiologique du fromage peulh donne les valeurs résumées dans les tableaux 5 et 6.

Tableau 5 : Caractéristiques physico-chimique du fromage issu de trois différentes races bovines

Variable	Vache Borgou	Vache lagunaire	Vache Girolando
Teneur en eau (%)	65,23	65,73	66,13
pH	6,4	6,4	6,5
Acidité (% acide Lactique)	0,17	0,17	0,14
Protéine (% BS)	36,26	36,03	33,65
Lipide (% BS)	43,30	44,44	45,60
Glucide (% BS)	15,08	15,27	13,44
Cendres (% BS)	5,33	4,23	7,29

Source : Kora (2005)

Les fromages issus du lait de vaches locales (Borgou et Lagunaire) ont des caractéristiques physico-chimiques identiques ; mais qui diffèrent de celles du fromage de vache brésilienne Girolando. Les teneurs en protéines et en glucides de ce dernier sont plus faibles ; mais sa teneur en cendres est significativement plus élevée.

Tableau 6 : Caractéristiques microbiologiques du fromage issu de deux types de coagulants

Type de coagulant	Germes aérobies mésophiles (UFC/g)	Lactobacilles (UFC/g)	Entéro bactéries (UFC/g)	Levures et moisissures (UFC/g)
Latex (<i>calotropis procera</i>)	$4,2.10^6$	$1,0.10^6$	$3,7.10^6$	$7,36.10^5$
Présure	$3,4.10^6$	$1,5.10^6$	$5,1.10^5$	$6,5.10^5$

Source : Kora (2005)

La charge microbienne du fromage varie en fonction du type de coagulant utilisé et surtout des manipulations et des possibilités de recontamination. A cet effet, il est recommandé de chauffer le fromage avant toute consommation.

1.4 *Calotropis procera*, coagulant végétal

Description de la plante

Calotropis procera, communément appelé pomme de Sodome est un arbuste à bois mou d'écorce épaisse et rugueuse et dont la hauteur ne dépasse pas 6 m (Kees, 1996) ; c'est une plante de la famille des Asclépiadacea, très répandue en Afrique de l'Ouest et de l'Est ainsi que dans les autres régions des tropiques (Irvine, 1961). On la rencontre également en Asie, notamment en Inde et au Pakistan. Il est caractérisé par de grandes feuilles épaisses et rigides de couleur verte, couvertes d'un velours dense de petites fibres blanches. Au Bénin, il se retrouve sur toute l'étendue du territoire national.

Le *Calotropis procera* est aussi connu sous des appellations diverses, à savoir : arbre à soie, plante à lait, ronstonnier, bois pétard, Mudar de grande taille (Berhaut, 1971 ; Capo Chichi, 2004). Cette plante a un comportement anthropophile, c'est-à-dire qu'elle suit l'homme dans

ses migrations grâce au mode de dissémination de ses graines. Ainsi, sa présence dans le désert indique souvent l'existence d'un site archéologique (Trivedi, 1995). La pharmacopée traditionnelle africaine et asiatique fait largement recours à cette plante dans le traitement de plusieurs maladies.



Photo 1 : *Calotropis procera* (coagulant végétal)

Propriétés coagulantes

Les propriétés coagulantes de *Calotropis procera* sont très intéressantes. Cette caractéristique de la plante a été diversement abordée par la littérature. Le *Calotropis procera* est utilisé comme coagulant dans la fabrication du fromage par les éleveurs peulh, en particulier au Bénin et au Nigeria. Ogundiwin et Oké (1983), Aworh et Nakai (1986), Aworh et Muller (1987) l'ont indiqué comme principal coagulant, utilisé dans la fabrication du fromage au Nigeria. Aworh et *al.* (1987, 1988) ont montré que l'activité de l'enzyme coagulante, la calotropaïne est plus intense à des températures élevées (65°C) qu'à des températures basses (35°C). L'optimum de l'activité coagulante est obtenu à un pH de 7 ou 8 (Aworh et *al.*, 1994). Egounléty et *al.* (1994) ont observé que malgré la teneur de *Calotropis procera* en substances toxiques (hétérosides cardiotoxiques, notamment la calotropine), aucun cas d'intoxication alimentaire due à la consommation du fromage n'a été rapporté à ce jour. Ce constat reste encore à élucider par la recherche scientifique. Les propriétés coagulantes des différentes parties du *Calotropis procera* (tige, feuilles, fruits, latex) ont été étudiées par Capo-Chichi (2004). Cet auteur observe une activité coagulante plus importante au niveau du latex. Dans la pratique, la majorité des transformatrices enquêtées (62%) par Egounléty (1994), utilisent, un mélange de tige et de feuilles broyées.

2 TECHNOLOGIE DU FROMAGE PEULH

La méthode de fabrication du fromage peulh utilise comme principales matières premières le lait de vache, le *Calotropis procera* et l'extrait de panicule de *Sorghum vulgare*. Le lait frais de vache est chauffé légèrement et coagulé à l'aide de *Calotropis procera*. Le coagulum obtenu, cuit, égoutté et moulé est présenté sur le marché sous des formes et tailles différentes.

Les ingrédients utilisés dans la préparation du fromage peulh sont :

- le sel qui permet de donner un goût au fromage ;
- les panicules de *Sorghum vulgare* (sorgho) utilisées pour la coloration du fromage.
- la potasse utilisée lors de la cuisson ou du traitement à l'extrait de panicule de sorgho. La potasse permet la fixation de la couleur rouge du colorant et la réduction de l'acidité du fromage,

Pour la fabrication d'1 kg de fromage déjà égoutté, il faut environ 5 litres de lait frais (Kees, 1996). La durée de fabrication dépend de la quantité de lait à traiter et varie, le plus souvent, entre 1 et 3 heures.

Le lait, après filtration est soumis à un préchauffage à 60°C environ pendant 5 minutes. Puis, on ajoute le coagulant (*Calotropis procera*). Ensuite, l'ensemble lait plus coagulant subit une cuisson à 95°C environ jusqu'à la formation du caillé surnageant par le lactosérum (ou petit lait). L'ensemble reste sur le feu pendant encore trois à cinq minutes avant d'être égoutté dans des passoires. La cuisson est arrêtée lorsque :

- le petit lait devient jaunâtre et transparent ;
- le caillé qui se trouvait au fond de la marmite, monte à la surface et est brisé en morceau.

Le diagramme technologique de fabrication du fromage Peulh est résumé à la figure 1.

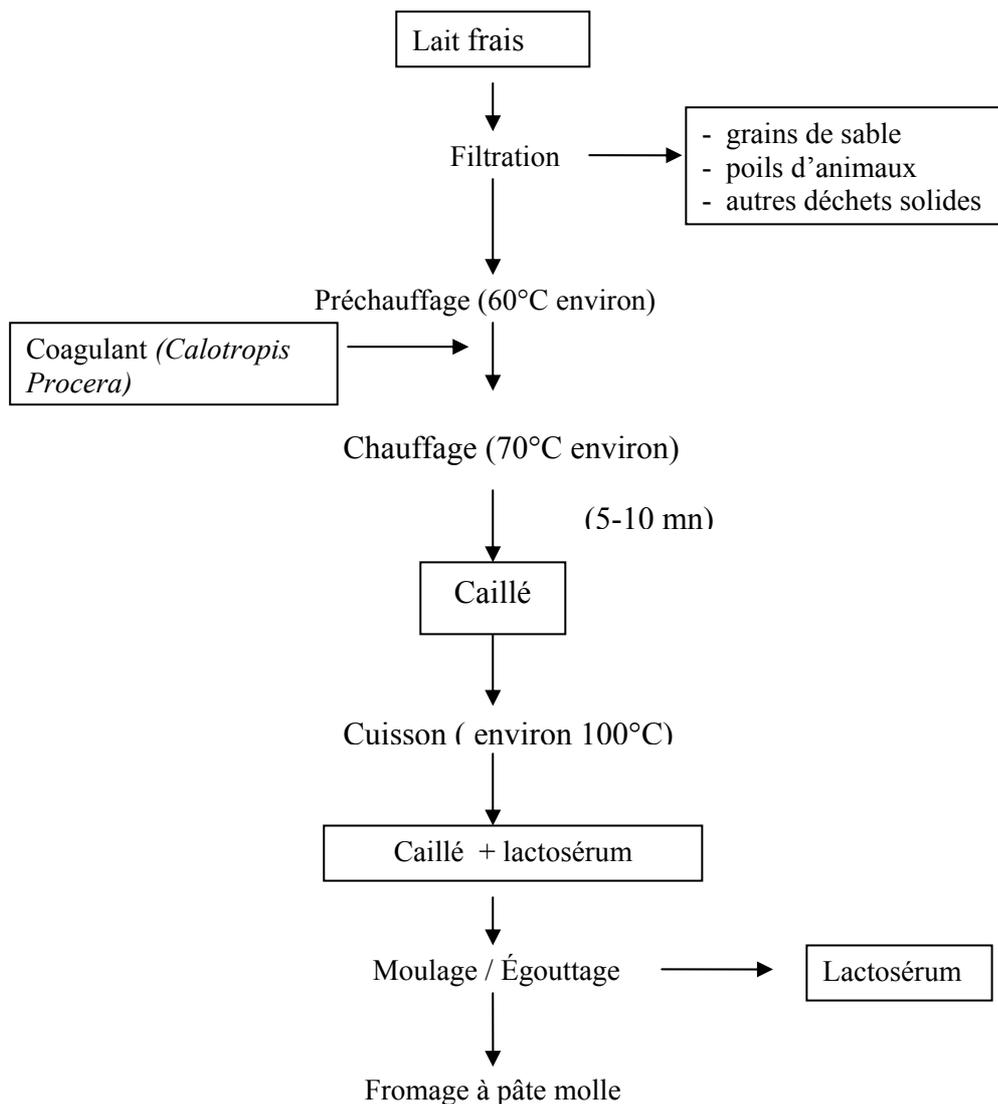


Figure1 : Diagramme technologique de fabrication du fromage peulh.

2.1 Lait de vache utilisé

Le lait de vache constitue la principale matière première utilisée dans la fabrication du fromage. Le lait destiné à la fabrication du fromage représente 30 à 80% de la quantité totale du lait traité dans la journée ; cette quantité est déterminée par la femme peulh, en fonction des besoins pour l'autoconsommation, de l'éloignement des lieux de vente et de l'importance de la demande en fromage peulh. Dans les campements peulh des communes de Dassa, Glazoué et Savè dans le département des Collines en particulier, la totalité du lait destiné à la vente est souvent transformé en fromage, compte tenu de l'éloignement de ces campements peulh des lieux de commercialisation et de la forte demande en fromage. Dans ces localités, la consommation du lait frais n'est pas ancrée dans les habitudes alimentaires des populations autochtones.



a



b

Photo 2a et b : Technique de traite du lait frais

2.2 Collecte et transport du lait

Lorsque le lait transformé provient de plusieurs campements peulhs, des problèmes de manutention, de transport et de stockage peuvent se poser. Il est recommandé, à cet effet,

- pour la collecte, l'utilisation de bidons plastiques ou en aluminium contrairement à la pratique traditionnelle;
- pour le transport, l'utilisation des bidons en aluminium ou en plastique de 30 à 50 litres. Ces bidons peuvent être transportés aisément sur bicyclette ou sur motocyclette (Figure 2)



Figure 2 : Transport du lait à bicyclette

2.3 Filtration du lait

Le lait trait doit être immédiatement filtré dans un bidon plastique préalablement stérilisé à l'eau chaude et séché. Pour la filtration, on utilise un entonnoir en plastique avec une toile filtrante (mousseline, percale, etc.) blanche et propre (photo 3). Le lait filtré doit être stocké dans des bidons en plastique ou en aluminium en attendant son utilisation (figure 3).



Photo 3 : Filtration et stockage du lait



Figure 3 : Stockage de lait

2.4 Coagulation du lait

2.4.1 Préparation du coagulant

Il existe plusieurs techniques traditionnelles d'extraction du coagulant (*Calotropis procera*) généralement utilisées par les productrices. La technique la plus recommandable consiste à laver les feuilles ou la tige, puis les piler dans un mortier ou à les broyer sur une meule de pierre propre. Le broyat est ensuite mélangé à une petite quantité de lait frais ou chaud. Le mélange obtenu est filtré avec un tamis puis ajouté au lait sur le feu. Cette méthode d'extraction est facile et rapide ; elle évite la coloration verte que les feuilles confèrent au fromage. La figure 4 présente le diagramme technologique d'extraction du coagulant de *Calotropis procera*.



a



b

Photo 4 a et b : Préparation du coagulant

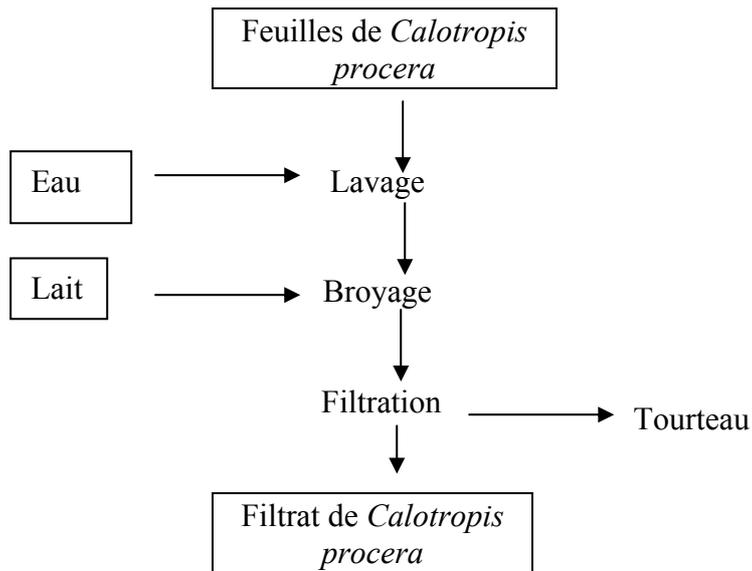


Figure 4 : Diagramme technologique d'extraction du coagulant du lait

2.4.2 Incorporation du coagulant

Après un chauffage du lait au feu doux pendant environ dix minutes, le coagulant est ajouté. La quantité de *Calotropis procera* utilisée est déterminée par les productrices et varie entre 7 et 12g par kilogramme de lait ; les résultats similaires ont été trouvés par Egounlety et *al.* (1994) qui indiquent 5 et 15 grammes par kilogramme de lait, tandis que Kees (1996), préconise l'utilisation de l'extrait tiré de 20g de feuille. Cependant, cette quantité peut varier suivant la partie du végétal considérée, la saison et la situation géographique de *Calotropis procera*. La coagulation se réalise après 20 à 25 minutes avec apparition en surface de la crème sous forme de mousse huileuse. A cet instant, on active le feu pour permettre au caillé formé de cuire jusqu'au moment où le petit lait devient jaune clair et transparent ; le coagulum tend à se replier sur lui-même. Il se découpe en petits morceaux et surnage le lactosérum.



a



b

Photo 5 a et b : Incorporation du coagulant



Photo 6 : Cuisson du fromage

2.5 Egouttage et façonnage du coagulum

Après la coagulation, le caillé formé est transféré à l'aide d'une louche dans des passoirs en plastique ou en osier tressé, posées sur de petits bols pour la séparation du lactosérum (photos 7 a et b). Le coagulum est façonné selon le type de moule utilisé par la productrice.

Le fromage ainsi obtenu est une pâte molle, humide (65 à 75% d'eau) et fragile. Il peut être retrempé dans le petit lait pour une conservation de courte durée.



a



b

Photo 7 a et b : Egouttage et moulage du fromage

2.6 Conservation et utilisation du fromage peulh

Lorsque le fromage blanc n'est pas encore vendu, il peut être conservé dans du lactosérum (petit lait) où il garde son humidité. La fromagère peut procéder à une coloration à chaud. Au niveau des consommateurs, les fromages achetés blancs ou rouges sont chauffés, salés dans l'eau et séchés au soleil. Au terme de ces traitements, les fromages séchés peuvent se conserver pendant 45 jours sans modification notable sur le plan organoleptique (Bawath et Amoussou, 1998)

2.6.1 Cuisson et coloration des fromages

Ces opérations consistent à teinter le fromage en rouge par utilisation de panicule de sorgho (*Sorghum vulgare*) ou de jeunes feuilles de teck (*Tectona grandis* L.) en vue de le rendre plus attrayant. Cette technique permet aussi une bonne conservation du produit.

La technique de coloration du fromage est résumé à la figure 5 : environ 15g de panicules de sorgho préalablement lavées sont immergés dans un litre d'eau dans une marmite en aluminium chauffée sur le feu. Les fromages blancs sont trempés dans la marmite. On ajoute du sel (10g/l) et de la potasse (3-4g/l). L'ensemble est cuit sur un feu doux pendant une dizaine de minutes à environ 95°C. La couleur du colorant (rouge), des feuilles de *Sorghum vulgare*, se fixe sur les fromages. Après coloration, les fromages sont exposés sur une passoire pour égouttage. Egouttés et séchés à l'air libre, les fromages se refroidissent, se durcissent et perdent jusqu'à 30% de leur poids (Djegga, 2004).

Les productrices ont indiqué également qu'en absence des panicules de sorgho, l'écorce de karité est utilisée pour les mêmes fonctions. Comme pour la panicule de sorgho, 55g de jeunes feuilles de teck sont triturés dans un litre d'eau. Et le même processus s'opère pour obtenir la coloration.

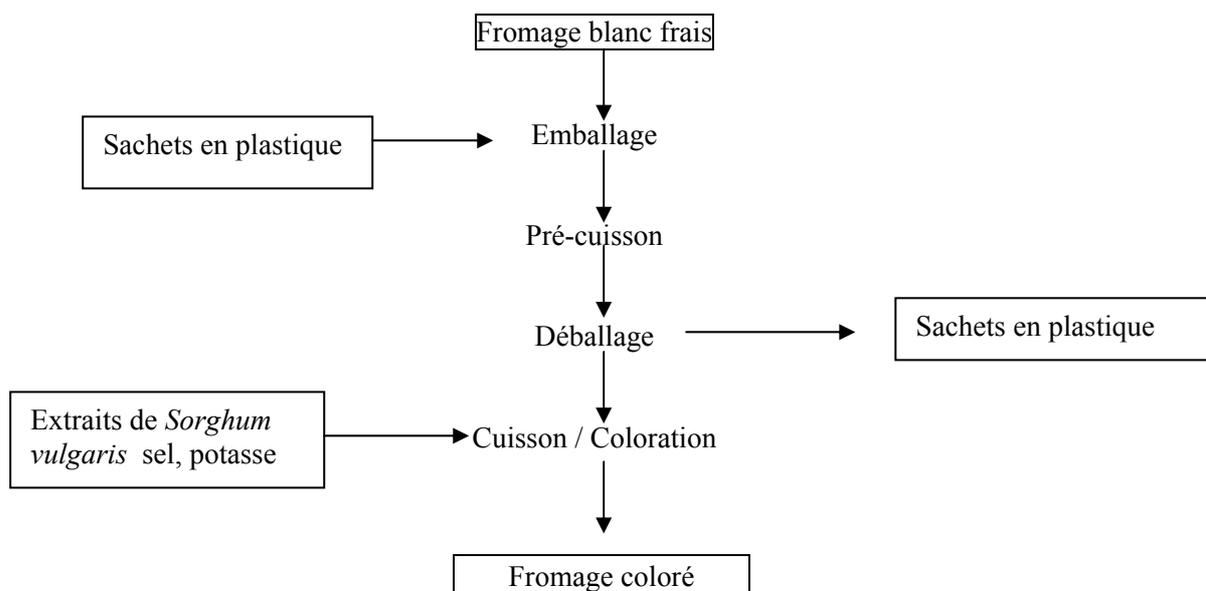


Figure 5 : Diagramme technologique de conservation du fromage peulh à l'extrait du panicule de *Sorghum vulgare*.

Remarques :

- les panicules de sorgho (photo 8a) et les jeunes feuilles de teck (photo 8b) peuvent subir une infusion au lieu d'un broyage ou d'une trituration ;
- le fromage teinté par les panicules de sorgho prend une couleur rouge bien rouge foncée tandis que celui teinté par les jeunes feuilles de teck est légèrement coloré en rouge orange (voir photo 10). Ceci explique la préférence portée sur la panicule de sorgho par les transformatrices ;
- Les fromages blancs emballés dans des sachets noirs de polyéthylène sont cuits avec ces sachets. La cuisson en emballage confère aux fromages la fermeté, la consistance et la résistance à l'émiettement lors de la coloration et de la manutention du produit.



Photo 8 a : *Sorghum vulgaris*



Photo 9 : Cuisson – coloration du fromage

Coloration par
feuille de teck



Coloration par des
panicules de sorgho

Photo 10 : Egouttage après coloration

2.6.2 Conservation du fromage blanc

Pour la conservation, le fromage est soit exposé au soleil sur le toit des maisons, soit fumé au feu de bois ou coupé en morceaux et frit dans l'huile. Cependant, ce dernier traitement entraîne un rancissement plus précoce que les autres.

Au niveau des productrices peulh, le fromage blanc, lorsqu'il n'est pas encore vendu, est conservé dans du lactosérum où il garde son humidité. Cette pratique est courante chez les femmes productrices peulh de Dassa et de Kpinnou.

2.6.3 Typologie du fromage peulh

La norme FAO/OMS modifiée en 2002 définit le fromage comme un produit frais ou affiné, solide ou semi solide, obtenu par coagulation du lait... grâce à l'action de la présure ou d'autres agents coagulants appropriés et par égouttage. Au regard de cette définition, on distingue trois étapes principales dans le processus de fabrication du fromage, notamment le caillage (la coagulation) du lait, l'égouttage et l'affinage du caillé (coagulum). La production du waragashi respecte ces étapes. C'est pourquoi Bawath et Amoussou (1998) affirment que le fromage peulh est bel et bien du fromage et non une usurpation de qualification tendant à mettre en valeur un produit qui n'est du fromage que de nom.

Une classification sommaire des différentes catégories de fromage a été réalisée par Sanogo (1994) et présentée dans le tableau 7. Dans cette classification, le fromage peulh peut s'insérer à deux niveaux, à savoir, parmi les fromages frais, à pâte molle lorsqu'il est à l'état brut non affiné et parmi les fromages à pâte pressée cuite lorsqu'il est de texture semi-dure après un processus d'affinage par traitement thermique aux extraits de plantes.

Tableau 7 : Typologie des fromages

Types de fromages	Caractéristiques	Exemples
Fromages frais	Egouttage peu poussé Humidité importante Sans affinage	Petit suisse Chèvre frais, minas, fromage peulh brut
Fromages affinés	Affinage	
Pâtes molles	Pas de pressage	Camembert, Fêta
Pâtes pressées non cuites	Caillé mixte, pressage	Saint paulin, Teleme
Pâtes pressées cuites	Caillé présure, brassage et chauffage du caillé. Pressage	Gruyère Fromage peulh coloré
Pâtes filées	Filetage du caillé	Oaxaca
Fromage très sec	Déshydratation poussée	Fromage sec de Chèvre, Fromage du pourtour du Sahara
Fromage fondu	Fusion de fromage	Cancoillotte, fromage à tartiner

Source : Sanogo (1994)

Les critères de typologie utilisés dans la littérature pour la classification des fromages peulh sont la couleur (rouge ou blanche) et la forme (ovale ou plate). Mais il convient de tenir compte de l'épaisseur et du diamètre des fromages ; ce qui donne la catégorisation suivante (Tableau 8) :

- les fromages petites pièces : ce sont des fromages à diamètre inférieur ou égal à 10 cm et d'épaisseur inférieure ou égale à 1,5 cm. Ils sont rencontrés dans le département des Collines, en particulier à Dassa ;
- Les fromages moyennes pièces : ils ont un diamètre compris entre 10 et 15 cm et une épaisseur entre 1,5 et 5cm. Cette catégorie de fromages est observée dans presque tous les départements du Bénin ;

- Les fromages grosses pièces : ce sont les fromages de diamètre supérieur à 15 cm et d'épaisseur supérieure à 5 cm. Ces fromages sont produits surtout dans les départements du Borgou, de l'Atacora, de l'Alibori et de la Donga.

Tableau 8 : Typologie du fromage peulh

N°	Désignation	Dimensions (cm)		Forme	Couleur	Origine
		Diamètre	Epaisseur			
1	Fromages petites pièces	< 10	≤ 1,5	plate	Rouge et blanche	Dassa (Collines)
2	Fromages moyennes pièces	10 - 15	1,5 - 5	ovale	blanche	Nord, Collines Mono
3	Fromages grosses pièces	> 15	> 5	ovale	rouge	Nord

2.6.4 Commercialisation du fromage peulh

Le fromage peulh se vend, en général par pièce et par catégorie de taille. L'une des caractéristiques de la fromagerie traditionnelle est la variation des prix du fromage. Les prix sont fixés de deux manières :

- les prix fixes indiqués par les fromagères peulh, qui ne peuvent faire l'objet d'aucune réduction ;
- les prix variables sujets à des marchandages plus ou moins longs chez d'autres fromagères, grossistes et revendeuses.

Des facteurs aussi bien subjectifs qu'objectifs sont à la base de cette variation de prix, notamment :

- la période d'achat : les saisons (bonne ou mauvaise), la journée (matinée ou soirée) ;
- le produit : la taille, le poids et l'aspect (attrait, propreté, couleur) ;
- lieu d'achat : au campement, au marché, au bord de la route, etc ;
- la vendeuse : fromagère, grossiste ou revendeuses ;
- l'habileté du client à négocier.

Les prix varient entre 75 - 150 F CFA (petites pièces), 400 et 600 F CFA (pièces moyennes) et 800 et 2000 F CFA (grosses pièces)

2.6.5 Mode de consommation du fromage

Le fromage peulh est exclusivement réservé à la consommation humaine. Il est consommé sous différentes formes : le fromage blanc ou coloré peut être salé et directement consommé ou encore avec un peu du piment. Il sert d'assaisonnement de sauces qui accompagnent différentes nourritures comme par exemple l'igname pilée, la pâte de maïs, l'akassa, le riz et bien d'autres. Le fromage peulh se mange en remplacement ou en complément de la viande, du poisson ou de l'œuf dans la sauce (KEES, 1996).

2.7 Mesures d'hygiène en production du fromage peulh

Les mauvaises conditions d'hygiène et de traite aboutissent à des pertes énormes de lait. Les recommandations suivantes concernent les techniques de travail et essentiellement les mesures d'hygiène à prendre à toutes les étapes de fabrication et de commercialisation du fromage, à savoir :

- hygiène des locaux : les bouviers doivent ramasser quotidiennement les bouses de vaches ; l'étable et l'atelier de transformation du lait doivent être nettoyés régulièrement avec de l'eau et désinfectés avec du grésyl ;
- hygiène des animaux : le troupeau bénéficie d'un bain constitué d'eau et de Nokalt (produit vétérinaire) utilisé contre les tiques et autres insectes.
- traite des animaux en bonne santé ;
- hygiène du matériel de traite : les mains des trayeurs, les trayons, les seaux et bidons de collecte doivent être soigneusement nettoyés avant la traite. La traite doit se faire à l'abri de la poussière et les pattes et la queue de la vache sont préalablement attachées (figure 5) ;
- hygiène de transformation : Il faut procéder au nettoyage systématique de tous les outils de transformation, au rinçage du fromage avec de l'eau propre, légèrement salée, à la protection du fromage contre des influences extérieures en le couvrant de toiles ou en les plaçant dans des caisses aérées recouvertes de toile moustiquaire, etc. ;
- hygiène corporelle : veiller strictement à la propreté du corps, des mains, des ongles taillés et des habits des opératrices et au port des gants et de coiffures appropriées.

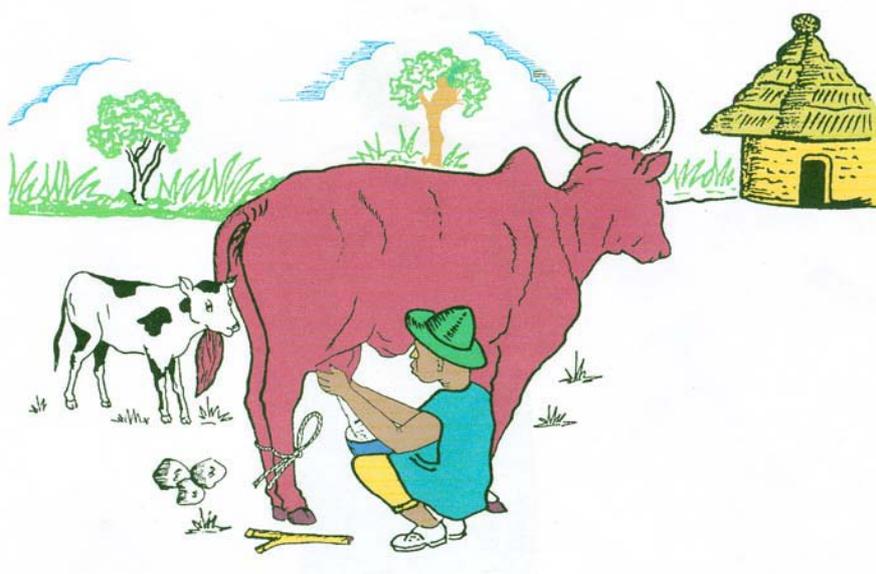


Figure 5 : Bonnes pratiques de la traite du lait
(Source : Anonyme, 2001)

3 FICHES DE BONNES PRATIQUES

Ces fiches sont élaborées par opération unitaire de la fabrication de fromage peuhl

3.1 Production de lait

Opérations	Nature du risque	Moyens de maîtrise	Eléments de surveillance
Entretien du Cheptel	Dangers microbiologiques - Agents infectieux provenant des animaux : zoonose (tuberculose, brucellose) et mammites. - Agents infectieux présents dans l'environnement ou les matières premières	Chauffer le lait avant la transformation pour les unités artisanales et semi industrielles (90°C au moins pendant 10 min.) - Zoonoses : consigne de la réglementation en vigueur. - Mammites : ne pas donner à la consommation de lait de tout animal présentant des signes de mammites.	Sensibiliser les éleveurs sur les questions de santé animale - Zoonoses : recommandations à élaborer en lien avec les autorités locales et les projets présents sur la zone de collecte. - Mammites : pratiquer régulièrement l'observation des mamelles et réaliser des tests de mammites.
	Danger chimique - Résidus d'intrants vétérinaires, de pesticides, de nitrates dans le lait.	- Intrants vétérinaires : respecter des délais d'attente préconisés par le spécialiste traitant ou sur la notice.	- Intrants vétérinaires : autant que possible réaliser les tests d'antibiotiques dans les centres de collectes ou les laiteries
Traite du lait	Dangers microbiologiques - Contamination due au manque ou au non respect des bonnes pratiques d'hygiène pendant la traite.	- Effectuer la traite sur une aire propre (spécifiquement réservée, aménagée pour la traite). - Attacher la queue et les pattes arrière de la vache.	- Surveillance visuelle de la propreté du lieu de traite, des pis, des mains et vêtements du trayeur, des ustensiles de traite.
	Dangers physiques - Paille, poils dans le lait - Ne pas traire le lait les 3 à 5 premiers jours et s'assurer que le lait à virer du jaune au blanc	- Nettoyer et désinfecter les mains. - Nettoyer les pis avec un tissu propre. - Ne pas conserver les trois premiers jets (au cas où pas de stimulation par le veau). - Nettoyer et désinfecter les ustensiles de traite	- Respect du délai
Transport du lait	Dangers microbiologiques - Contamination des bactéries provenant de l'environnement ou des contenants. - La température élevée pendant le transport favorise la multiplication des germes	- Respecter un temps de quatre heures entre la traite et la pasteurisation si le lait n'est pas réfrigéré. - Autant que possible utiliser des bonbonnes à larges ouvertures. - Nettoyer, désinfecter et sécher les récipients de transport. - Autant que possible désinfecter les contenant à la laiterie.	- S'assurer que les bidons sont désinfectés à la laiterie - Contrôler visuellement la propreté des bidons à la ferme.

Source : Adaptée à partir du Guide de bonnes pratiques d'hygiène, 2005 Burkina Faso

3.2 Technique de fabrication du fromage peuhl

Opérations	Nature du risque	Moyens de maîtrise	Eléments de surveillance
<i>Filtration du lait frais</i>	Dangers microbiologiques <ul style="list-style-type: none"> • Contamination du lait par le médium de filtration, les récipients ou l'air ambiant 	<ul style="list-style-type: none"> - Utiliser de récipients et de médium (toiles filtrantes) propres. - Utiliser de récipients (bidon) à petite ouverture - Fermer le lait dans les bidons après filtration et flambage 	<ul style="list-style-type: none"> - Vérifier l'état de propreté des récipients et toiles filtrantes - Vérifier l'étanchéité des couvertures des récipients.
<i>Préchauffage du lait</i>	Dangers microbiologiques <ul style="list-style-type: none"> - Persistance de la flore microbienne thermophile ou sporulée à cause de la faible température et la durée du traitement - Recontamination par des récipients malpropres 	<ul style="list-style-type: none"> - Respecter la durée de réchauffage à 20 minutes et la température à 63 – 65° C. - Utilisation de récipients propres. 	<ul style="list-style-type: none"> - Contrôler la durée de traitement à l'aide d'un chronomètre. - Vérifier la température à l'aide d'un thermomètre. - Vérifier l'état de propreté des récipients et matériels utilisés
<i>Coagulation du lait</i>	Dangers physiques <ul style="list-style-type: none"> - Surdosage de coagulant - Inhibition de l'activité du coagulant par surchauffage du lait 	<ul style="list-style-type: none"> - Détermination préalable des quantités de matières premières à utiliser. - Utilisation de dose précises de coagulant. - Contrôler la température de coagulation (60-65° C) 	<ul style="list-style-type: none"> - Vérifier le poids du lait et du coagulant à l'aide d'une balance. - Vérifier la dose de coagulant
<i>Cuisson du fromage</i>	Dangers physiques : Calcination du produit par excès de chauffage.	Cuisson au feu modéré après apparition du coagulum. .	Racler le fonds de la marmite, de temps en temps à l'aide d'une louche.
<i>Moulage</i>	Dangers microbiologiques Recontamination	Utilisation de moules propres	Vérifier l'état de propreté des moules
<i>Egouttage</i>	Dangers microbiologiques <ul style="list-style-type: none"> - Recontamination - Risque d'infection parasitaire et d'infestation par les insectes (mouches, fourmis) et rats. 	Utilisation de claies ajournée recouvertes de toiles mousseline ou de récipients	Conduire l'égouttage dans une enceinte close et propre

3.3 Technique de conservation du fromage peuhl

Opérations	Nature du risque	Moyens de maîtrise	Eléments de surveillance
<i>Emballages en sachets plastiques</i>	<p>Dangers microbiologiques Recontamination du fromage par le matériel d'emballage</p> <p>Danger chimique Diffusion de substance chimique dans le fromage</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Stérilisation préalable de l'emballage. - Utilisation d'emballage plastique pour contact alimentaire à chaud. 	<ul style="list-style-type: none"> - Stériliser l'emballage et emballer à chaud - Vérifier la qualité de l'emballage plastique avant utilisation. - Vérifier qu'il s'agit d'emballage pour contact alimentaire.
<i>Pré cuisson du fromage</i>	<p>Contamination chimique Migration de substance chimique de l'emballage du fromage</p>	Utilisation d'emballage pour contact alimentaire.	Vérifier la thermo résistance de l'emballage avant utilisation.
<i>Déemballage</i>	<p>Danger microbiologique Recontamination de fromage après retrait de l'emballage</p> <p>Dangers physiques Emiettement du fromage au cours des manipulations</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Port de gants Utilisation de récipients propres et secs. - Laver les mains. - Déemballage à l'abri de la poussière et des vents - Manipulation avec précaution. 	<ul style="list-style-type: none"> - Vérifier et respecter les mesures d'hygiène du personnel et du matériel de travail. - Eviter les frottements et les chocs mécaniques trop violents.
<i>Cuisson - coloration</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Risque de contaminations chimiques par surdose de colorant. - Risque d'intoxication par des glucosides cyanogéniques de la panicule de sorgho utilisée 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilisation de dose fixe. - Chauffage long et dans un récipient ouvert pour permettre l'évaporation des composés cyanogéniques 	<ul style="list-style-type: none"> - Vérifier la dose de colorant - Déterminer le résidu de composé cyanogénique de temps en temps au laboratoire.

CONCLUSION

Les études scientifiques confirment de plus en plus que le fromage peulh est un excellent produit alimentaire. Au Bénin, ce fromage demeure le principal produit issu de la transformation du lait frais. La vulgarisation de sa technologie de production passe obligatoirement par l'amélioration et l'adaptation des techniques traditionnelles de transformation qui se heurtent à la forte périssabilité du produit.

A cet effet, les actions d'amélioration à mener en perspective devraient concerner les conditions d'hygiène, les modes appropriés de conservation, de présentation et de distribution du produit, la qualité du fromage peulh et son adaptation à de nouvelles habitudes alimentaires de différentes catégories de consommateurs. Par ailleurs, l'optimisation de la production du coagulant extrait du *Calotropis procera* et sa valorisation industrielle pourraient faire l'objet d'une étude approfondie

BIBLIOGRAPHIE

1. Anonyme, 2001. Livret – Guide de production du Fromage peulh. Deuxième version, Edition NONVIMEY / FCIL ; 26p.
2. Amoussou A. R. & Bawath O., 1998. Etude bilan sur la fromagerie traditionnelle ; Possibilités et limites de la création d'une unité de fabrication artisanale de fromage. Rapport de consultation MDR, Cotonou. 134 pages.
3. Aworh O. C. & Egounléty M., 1986. Preliminary evaluation of effects of gas packaging on organoleptic and microbiological quality of warankasi. In: Nigerian Food Journal 4 (1), p 75 – 79.
4. Aworh O. C. & Muller H.G., 1987. Cheese making properties of vegetable rennet from Sodom apple *Calotropis procera*. Food chemistry, 26(1), 71-79 pp.
5. Aworh O. C. & Nakai, S., 1986. Extraction of milk enzyme from Sodom apple (*Calotropis procera*). A research note. In Journal of Food Science, Vol 51, n° 6, p. 1569 – 1570.
6. Berhaut J., 1971. Flore illustrée du Sénégal. Ministère du Développement Rural et Hydraulique, Direction des Eaux et Forêt. Vol. 1, Acanthacées à Avicenniacees, 628 p.
7. Capo-Chichi B. A. O., 2004. Propriétés coagulantes de *Calotropis procera* (AIT) et ses possibilités d'utilisation en industrie Agro- Alimentaire. Mémoire de DEA en microbiologie ; Université d'Abomey-Calavi/ Université de Ouagadougou. 50 pages
8. CIRAD, 2001. Marché urbains et développement laitier en Afrique Subsaharienne. Actes de l'atelier international. Montpellier, France. 233 pages.
9. Djègga Z. D., 2003. Production et Commercialisation du fromage traditionnel dans les communes de N'Dali Bembéréké et Gogounou. Mémoire de maîtrise, département de Géographie et d'Aménagement du territoire D. GAT/FLASH/Université d'Abomey-Calavi/ Bénin. 119p.
10. Dossou J., 2004. Amélioration de la technologie traditionnelle de fabrication du fromage peulh au Bénin. Proposition de recherche. DNSA/FSA/ Université d'Abomey-Calavi.
11. Egounléty M., 1981. Fabrication du "Woagashi" (Fromage pâte molle) en République du Bénin. Enquête technologique FSA/UNB 50p.
12. Egounléty M., 1982. Stabilisation du fromage pâte molle de l'Afrique de l'ouest par traitement chimique et emballage gazeux. Thèse d'Ingénieur Agronome, Faculté des Sciences Agronomiques, Université Nationale du Bénin, Abomey-Calavi, République du Bénin. 133p.
13. Egounléty M. Edema M., Yehouessi B. & Ahouansou E. A., 1994. Production et qualité du fromage Peulh (waragashi) en République du Bénin, Université Nationale du Bénin, DNSA. Rapport de Recherche, Abomey-Calavi, 30 – 33pp.
14. Elolo G. O. & Courdjo R. L. 2005. Propriétés physico-chimiques et réactivité comparées des agents coagulants végétaux dans la fabrication du fromage frais wagasi. J. Rec. Sci. Univ. Lomé (Togo) Série A, 7(1) : 159-164.
15. FAO, 1988. Le fromage ; Technique et Documentation Lavoisier, Paris France.
16. INSAE (Institut National de Statistique et d'Analyse Economique), 2003. Statistique du Commerce extérieur. Ministère du Plan.

17. Irvine F. R., 1961. Woody Plants of Ghana ; Oxford University Press, London.
18. Kees M., 1996. Le fromage peulh : facile à produire et bien apprécié, une technologie à vulgariser. Rapport de recherche GTZ, Université Eschborn, RFA. pp8-25
19. Kees M., Bio D., Guiwa C., Massim-Oulia A.; 1994. Manuel pour la fabrication du fromage peulh. Natitingou, Bénin
20. Kèkè M., 2005. Contribution à l'amélioration de la technologie de production du fromage peulh appelé warangashi. Mémoire de maîtrise ; Faculté des Sciences et Techniques (FAST)/ Université d'Abomey-Calavi (UAC).
21. Kora S., 2005. Contribution à l'amélioration de la technologie de production du fromage peulh au Bénin. Thèse d'ingénieur agronome. Université d'Abomey-Calavi, Bénin.
22. MAEP, 2004. Annuaire statistique du Ministère de l'Agriculture de l'Elevage et de la Pêche ; pp.31
23. Meyer C. & Denis JP., 1999. Elevage de la vache laitière en zone tropicale. Montpellier, Cirad, 314p.
24. Ogodja J. O., Hounsou-Vè G. & Dehoux J.P. ; 1991. Part I : Rôle et activité de la femme Peulh dans son ménage dans le sud Borgou au Bénin. Part II : Commercialisation du lait et des produits laitiers dans le sud Borgou en République du Bénin. Projet de Développement Pastoral intégré dans le Borgou. Parakou Bénin. p. 20.
25. Ogundiwin J. O. & Oké O. L., 1983. Factors affecting the processing of wara a Nigerian white cheese. In food chemistry 11:1-13.
26. d'Olivera T. E., 1985. Utilisation traditionnelle du lait et dérive en République Populaire du Bénin cas de la province du Borgou, DEAT ; Université Nationale du Bénin, 57 p.
27. Rùhe A., 1938. Die zubereitung und verwendung des käse in Africa. Ein beitrag zur kulturgeschichte der afrikanischen milch wirtschaft. In PLISSCKE, H. (Hrsg): Göttingen völker-kundliche studien. Leipzig, p. 168 – 191.
28. Sanogo M., 1994. Créer une petite fromagerie. Edition du GRET, p. 12-15.
29. Trivedi M. L. & SINGH R. S., 1995. Réduction in protein contents in few plants as indicator of air pollution. Pollution Research, 269 – 273.
30. Waters–Bayer A., 1988: Dairying by settled Fulani agropastoralists in central Nigeria. Farming systems and resource economics in the Tropics, Vol 4, Kiel.