



The 1st International Conference on Local Resource Exploitation

www.lorexp.org / info@lorexp.org
REF: LOREXP_2021_A1226 Pages: 603–622



Développement de fromages frais enrichis aux ananas ou carottes et analyse économique

Development of fresh cheeses enriched with pineapple or carrots and economic analysis

Rodrigue Poutong Tchassém¹, Cédric Kamdem Fotso¹ and Yvette Jiokap Nono^{1,*}

¹ Département de Génie Chimique et Environnement, IUT, Université de Ngaoundéré-CAMEROUN, B.P. 455.

* Correspondant Author : jiokapnonoy@yahoo.fr

RÉSUMÉ :

Le développement de la filière laitière au Cameroun est aujourd'hui l'une des priorités du Gouvernement. Le présent travail est consacré au développement d'une technique de fabrication de fromages frais par coagulation exclusivement lactique, additionnés de carottes ou d'ananas et de valoriser le lactosérum en boisson non alcoolisée. Les bactéries lactiques utilisées sont celles employées dans la fabrication du yaourt. Le lait en poudre reconstitué et pasteurisé a été coagulé à 38 °C pendant 5 h avant égouttage. Les fromages frais obtenus ont été additionnés de drêches de carottes ou d'ananas avec un taux d'incorporation variant de 0 à 10 %, tandis que les lactosérums recueillis ont été additionnés des extraits liquides de carotte ou d'ananas à un taux variant entre 0 et 25 %. Les résultats d'analyse sensorielle des fromages frais enrichis montrent que l'incorporation de 5 % est la plus appréciée, avec une préférence pour les fromages aux ananas, tandis que les incorporations de 25 % et de 15 % ont été les plus appréciées pour les boissons aux ananas et aux carottes respectivement. Un bilan de matière montre que 100 litres de lait fournissent 49,8 kg de fromage aux ananas et 75,92 kg de boisson aux extraits d'ananas, nécessitant 34,49 kg d'ananas. Et, partant de 100 L de lait, on obtient 47,22 kg de fromage aux carottes et 65,62 kg de boisson aux extraits de carottes, nécessitant 50,43 kg de carottes. Une étude économique pour une structure produisant mensuellement 60 kg de fromages frais aux ananas avec la boisson au lactosérum et extraits d'ananas, permet de dégager un bénéfice mensuel de 131 034 FCFA pour un seuil de rentabilité de 410 521 FCFA. Pour une unité produisant mensuellement 60 kg de fromages frais aux carottes avec la boisson au lactosérum et aux extraits de carottes, les chiffres respectifs sont de 81 421 FCFA et de 363 297 FCFA.

Mots Clés : Fromage frais, Boisson au lactosérum, Ananas, Carottes, Texture, Profitabilité.

ABSTRACT:

The development of the dairy sector in Cameroon is today one of the Government's priorities. This work is devoted to the development of a technique for manufacturing fresh cheeses by exclusively lactic coagulation, with the addition of carrots or pineapples and valorization of whey as a non-alcoholic drink. The lactic acid bacteria used are those used in the manufacture of yogurts. The reconstituted and pasteurized milk powder was coagulated at 38 °C for 5 h before draining. The fresh cheeses obtained were added with carrot or pineapple seeds with an incorporation rate varying from 0 to 10 %, while the whey collected was added with liquid extracts of carrot or pineapple at a rate varying between 0 and 25 %. The results of the sensory analysis of the enriched fresh cheeses show that the incorporation of 5 % is the most appreciated, with a preference for pineapple cheeses, while the incorporations of 25 % and 15 % were the most appreciated for pineapple and carrot drinks respectively. A material balance shows that 100 liters of milk provides 49.8 kg of pineapple cheese and 75.92 kg of pineapple extract drink, requiring 34.49 kg of pineapple. And, from 100 L of milk, 47.22 kg of carrot cheese and 65.62 kg of carrot extract drink are obtained, which requires 50.43 kg of carrots. An economic study for a structure producing monthly 60 kg of fresh pineapple cheese with the whey and pineapple extract drink, shows a monthly profit of 131,034 FCFA for a breakeven point of 410,521 FCFA. For a unit producing monthly 60 kg of fresh carrot cheese with the whey and carrot extract drink, the respective figures are 81,421 FCFA and 363,297 FCFA.

Keywords: Fresh cheese, Whey drink, Pineapple, Carrots, Texture, Profitability.

1. INTRODUCTION

Le gouvernement du Cameroun, pour les dix prochaines années, met un accent particulier sur le développement des filières porteuses de croissance et créatrices d'emplois, notamment la filière laitière. C'est pourquoi les nouvelles Politiques sur l'agriculture et l'élevage mettent l'accent sur l'accroissement des investissements dans l'agro-industrie et la gestion efficiente de leurs produits. De tous les secteurs de la filière laitière, le secteur de la fromagerie, reste néanmoins très peu représenté au Cameroun (Jiokap Nono et al., 2001), du fait entre autres, des coûts élevés des matières premières mises en jeu, mais aussi, du faible pouvoir d'achat des populations et surtout de la non-connaissance de ce produit dont la vente pourrait améliorer les revenus des transformateurs (Jiokap Nono et al., 2006)). Un fromage est un produit fermenté ou non, affiné ou non, obtenu à partir des matières d'origine exclusivement laitières (lait, lait partiellement ou totalement écrémé, babeurre) utilisées seules ou en mélange et coagulées en tout ou en partie avant égouttage et après élimination partielle de la phase aqueuse (Jeantet et al., 2008). Le coagulum est obtenu par acidification par les bactéries lactiques ou par un acide minéral et/ou l'action d'une enzyme.

Le niveau de la production laitière au Cameroun a été estimé en 2019 par MINEPIA/PRODEL à 275 000 tonnes. Toutefois, cette production reste faible et ne permet pas de couvrir les besoins nationaux. En effet, de 1995 à 2005 par exemple, le Cameroun a importé au total 87 727 tonnes de lait (toutes catégories confondues) avec près de la moitié (49,6 %) consacrée à l'importation de lait en poudre, représentant 335 000 000 de litres de lait (ACDIC, 2006), soit 324 612,4 tonnes de lait liquide. Par conséquent, pour accompagner le Gouvernement dans sa politique d'intensification de la production laitière locale, il semble important de développer des nouveaux produits dans ce secteur afin non seulement d'augmenter le niveau de consommation, mais aussi, d'accroître l'intérêt des populations pour les produits laitiers made in Cameroon et d'encourager les éleveurs à produire davantage.

Par ailleurs, les pertes post-récolte enregistrées dans la filière fruits et légumes peuvent être résorbées par leur traitement en vue de leur incorporation dans les produits laitiers. Les carottes et les ananas, très prisés par les populations et constituant une source de fibres et de vitamines, peuvent être utilisés à cet effet. Les productions nationales de ce légume et de ce fruit s'élèvent respectivement à moins de 6700 et à 348 340 tonnes en 2019 (FAOSTAT, 2021). De nombreux travaux ont été présentés en production fromagère, des études économiques sur la production de fromage affiné dans l'Adamaoua-Cameroun ont été effectuées (Jiokap Nono et al., 2006) mais il existe peu d'informations sur l'acceptabilité des fromages frais à coagulation exclusivement lactique, incorporés de fruits ou de légumes ainsi que sur l'évaluation de la rentabilité d'une structure de production de ces fromages.

Nous nous proposons dans ce travail de produire un fromage à pâte fraîche, incorporé de carotte ou d'ananas, en mettant exclusivement en jeu les bactéries lactiques impliquées dans la fabrication du yaourt et communément utilisées par les producteurs locaux dans la transformation du lait. Après évaluation du degré d'appréciation des différents produits obtenus, une analyse économique est conduite.

2. MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1. Matériaux biologiques utilisés

Le matériel biologique utilisé se compose de lait en poudre entier 26 % (Pologne), de ferment lyophilisé pour yaourt de marque Yalacta, composé de *Lactobacillus delbrueckii* subsp *bulgaricus* et *Streptococcus salivarius* subsp *thermophilus*, de lait stérilisé UHT demi écrémé (Lactalis International SNC, France).

2.2. Outils et appareillage de laboratoire

Ils se composent principalement d'un texturomètre BROOKFIELD LRFA Texturometer Analyser (Type LFRA 4500, Numéros de série : TD1115) qui nous permet de mesurer la force de pénétration de divers produits solides. Nous avons utilisé un pH mètre HANNA Instruments checker model HI 98103, une étuve pouvant fonctionner à des températures de 30 à 105 °C (Town San & Mercer fabriqué par CROYDON), un réfrigérateur (WESTPOINT, WPS-360-X), une armoire thermorégulatrice (AQUA LYTIC) pour la conservation des produits, une plaque à gaz utilisé pour la pasteurisation, une balance de précision au centième et des mousselines de faible porosité pour l'égouttage du coagulum. Par ailleurs, des thermomètres et du petit matériel de laboratoire (spatule, bocaux en plastiques, louche, éprouvettes, béciers etc.) ont été nécessaires.

2.3. Fabrication de fromage frais

Le lait entier en poudre a été reconstitué avec de l'eau tiède à 140 g/L, suivi d'une filtration, puis il a été pasteurisé à 95 °C pendant 2 minutes, et ensuite rapidement refroidi à 40 °C à l'aide de l'eau froide contenant des glaçons. Le lait à 40 °C a ensuite étéensemencé par des bactéries lactiques (*Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*) à raison de 2,5 % (v/v). Les coagulums obtenus ont été réfrigérés à 4 °C. Cette méthode de fabrication du fromage a été décrite par Goudedranche et al. (2001), Jeantet et al. (2008) et O'connor, (1993).

Des études préliminaires ont permis de déterminer la température et le temps optimaux d'incubation de 38 °C et de 5h respectivement. Une certaine quantité de fromage frais obtenu a été utilisée pour la supplémentation en ananas ou en carottes. Une évaluation de l'influence du taux d'incorporation du fruit ou du légume dans le fromage, sur l'appréciation du produit final a été effectuée.

2.4. Production de jus d'ananas et de carottes

L'ananas et la carotte ont été traités séparément comme décrit par Mohamed et al. (2014) et Demir et al. (2007). Ils ont été triés, lavés, épluchés, broyés au mixeur Multitrio (Type AV41BOR830 – 19048) et chauffés 15 minutes à 100 °C. Pour l'ananas, le mélange a été pressé à l'aide d'un presseur manuel (type Juicer), de manière à obtenir le jus d'ananas tandis que pour la carotte, le mélange a été homogénéisé avec du jus de citron vert (5 g/100 g) avant d'être, comme pour l'ananas, pressé pour obtenir du jus de carotte. Les résidus solides de pressage (drêches) obtenus dans les deux cas, ont servi pour les incorporations dans les fromages.

2.5. Analyse physico-chimique

Elles ont été conduites sur les matières premières et sur les produits finis. Les déterminations de la matière sèche (dans une étuve à 105 °C) et de l'acidité titrable (exprimée en degré Dornic) ont été effectués selon la méthode AFNOR (1900). Le pH et le degré Brix ont été respectivement mesurés à l'aide d'un pH-mètre HANNA Instruments checker modèle HI 98103 et d'un réfractomètre de marque ATAGO. Le rendement en fromage en pourcentage, a été calculé d'après l'équation 1.

$$\eta(\%) = \frac{Mf}{Mlu} \times 100 \quad (1)$$

Où Mf et Mlu sont la masse de fromage et la masse de lait utilisées.

2.6. Mesure des propriétés texturale

Les différents coagulums issus de la coagulation ont été conservés à 4 °C pendant 24 h puis égouttés pendant 3h (Codex Alimentarius, 1978). Les coagula ont été à nouveau réfrigérés pendant 24 h à 4 °C avant d'évaluer leurs propriétés texturales en mesurant la force de pénétration à l'aide d'un analyseur de texturomètre Brookfield LRFA (Type LFRA 4500, TD1115). La douille utilisée est présentée sur la Figure 1.



Figure 1 : Douille utilisée pour l'analyse texturale.

2.7. Analyse sensorielle

L'analyse sensorielle a été réalisée par un test hédonique sur une échelle de 1 à 3, où 3 représente la meilleure appréciation. Les produits à analyser ont été soumis à deux reprises aux panélistes, dans un ordre différent à chaque tour, et ont été effectuées sur le fromage frais pur et les fromages incorporés à divers taux, ainsi que sur les boissons à base de lactosérum additionnées d'extraits liquides de carotte ou d'ananas, à divers taux. Les analyses sur les produits finis à base de carottes et à base d'ananas n'ont pas été effectuées

le même jour, de manière à ne pas fausser les appréciations des panélistes. Le panel était composé de 31 personnes formées, dont 17 hommes et 14 femmes sélectionnés parmi les populations Bini et Dang dans l'arrondissement de Ngaoundéré 3^{ème} (Cameroun) et ayant subi un entraînement oral. La moyenne d'âge des personnes constituant le panel était de 23 ans. La formation a été faite de manière à familiariser les personnes sélectionnées au vocabulaire spécifique à l'évaluation sensorielle et correspondant au type de fromages et boissons analysées. En particulier, des explications orales ainsi que des exemples pratiques (notamment la technique de remplissage de la fiche d'analyse sensorielle) ont été effectuées. Nous expliquons aux panélistes, les séquences à suivre lors des tests, les conditions dans lesquelles, ils doivent être effectués.

Pour les fromages frais, les descripteurs utilisés ont été la couleur, la texture (fermeté), le goût et l'appréciation générale tandis que pour les boissons, les descripteurs étaient la couleur, l'acidité, le goût et l'appréciation générale. Après examen de chaque échantillon, les panélistes ont eu à inscrire leur note, sur une échelle de 1 à 3, indiquant leur degré d'appréciation des échantillons selon les différents critères énumérés plus haut.

2.8. Evaluation économique

L'analyse économique qui a été conduite correspond à une structure qui traiterait 100 litres de lait par jour afin de produire du fromage frais aux ananas et la boisson au lactosérum et aux extraits liquides d'ananas correspondante, ou alors à une structure traitant la même quantité journalière de matière première (100 litres lait) mais pour produire du fromage frais aux carottes et la boisson correspondante. L'établissement du tableau d'exploitation est effectué sur la base des enquêtes du marché et du bilan de matière sur les différents procédés mis en jeu. Le compte de résultats du système a ensuite été établi afin de dégager le seuil de rentabilité. Le seuil de rentabilité est calculé selon l'équation 2.

$$\text{Seuil de rentabilité} = \frac{\text{Chiffre d'affaire HT} \times \text{Coûts fixes}}{\text{Chiffre d'affaire HT} - \text{Coûts variables}} \quad (2)$$

Par la suite, les temps de début de rentabilité pour les deux unités de production ont pu être calculés en fonction de la valeur ajoutée mensuelle. De même, l'indice de sécurité a été calculé d'après l'équation 3.

$$\text{Indice de sécurité} = \frac{\text{Chiffre d'affaire HT} - \text{Seuil de rentabilité}}{\text{Chiffre d'affaire HT}} \quad (3)$$

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Procédés de production et bilans de matières.

Les Figures 2 et 3 présentent les procédés de production des fromages frais et des jus respectivement, en même temps avec les bilans de matières. Les Figures 4 et 5 présentent les techniques de production des drêches et jus d'ananas et de carottes, respectivement. Le Tableau 1 donne le résultat d'extraction de jus et des drêches des ananas et des carottes, tandis que le Tableau 2 présente le récapitulatif des résultats de production de fromages frais enrichis et des boissons correspondantes.

Tableau 1 : Bilans de matières sur les unités de production des jus et drêches de carottes et d’ananas.

	Masse de Jus (kg)	Masse de Drêches (kg)
Masse de fruit (Ananas) (100 kg)	51,21	25,99
Masse de légume (Carottes) (100 kg)	18,56	70,20
Perte de matière (%)	30,23	3,81

Le Tableau 1 indique une perte importante de 30,23 % de matière dans les épiluchures d’ananas comparée à la perte sur la ligne de production des drêches de carottes. Cette différence est essentiellement liée à la structure propre de chaque matériau. L’ananas a une peau coriace et épaisse, tandis que les carottes ne sont recouvertes que d’une fine pellicule.

Tableau 2 : Bilans de matières sur les unités de production de fromage frais et d’extraits de carottes et d’ananas.

	Fromages frais aux ananas	Boisson au lactosérum et extrait d’ananas	Fromages frais aux carottes	Boisson au lactosérum et extrait de carottes
Poudre de lait	14		14	
Lait reconstitué (l)	100		100	
Fromage frais (kg)	44,86		44,86	
Lactosérum (kg)		52,98		52,98
Jus d’ananas (kg)		17,66		9,36
Drêches d’ananas (kg)	5		2,4	
Sucre (kg)		5,88		3,68
Pertes (%)	-	0,78	-	0,61
Masses Finales (kg)	49,86	75,92	47,26	65,62

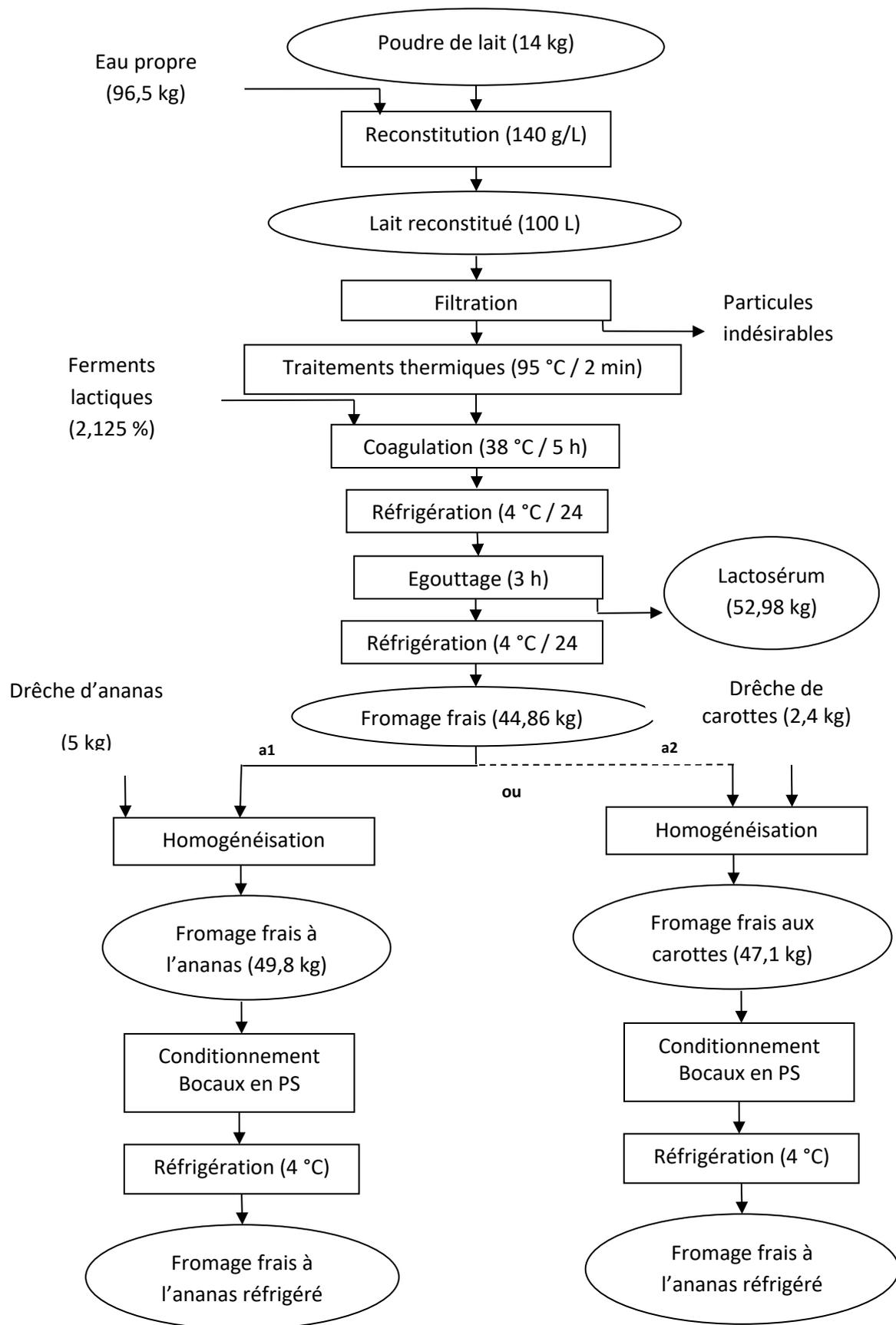


Figure 2 : Bilan de matière de production des fromages frais enrichis. a1 : Taux d’incorporation de 10 % ; a2 : Taux d’incorporation de 5 %.

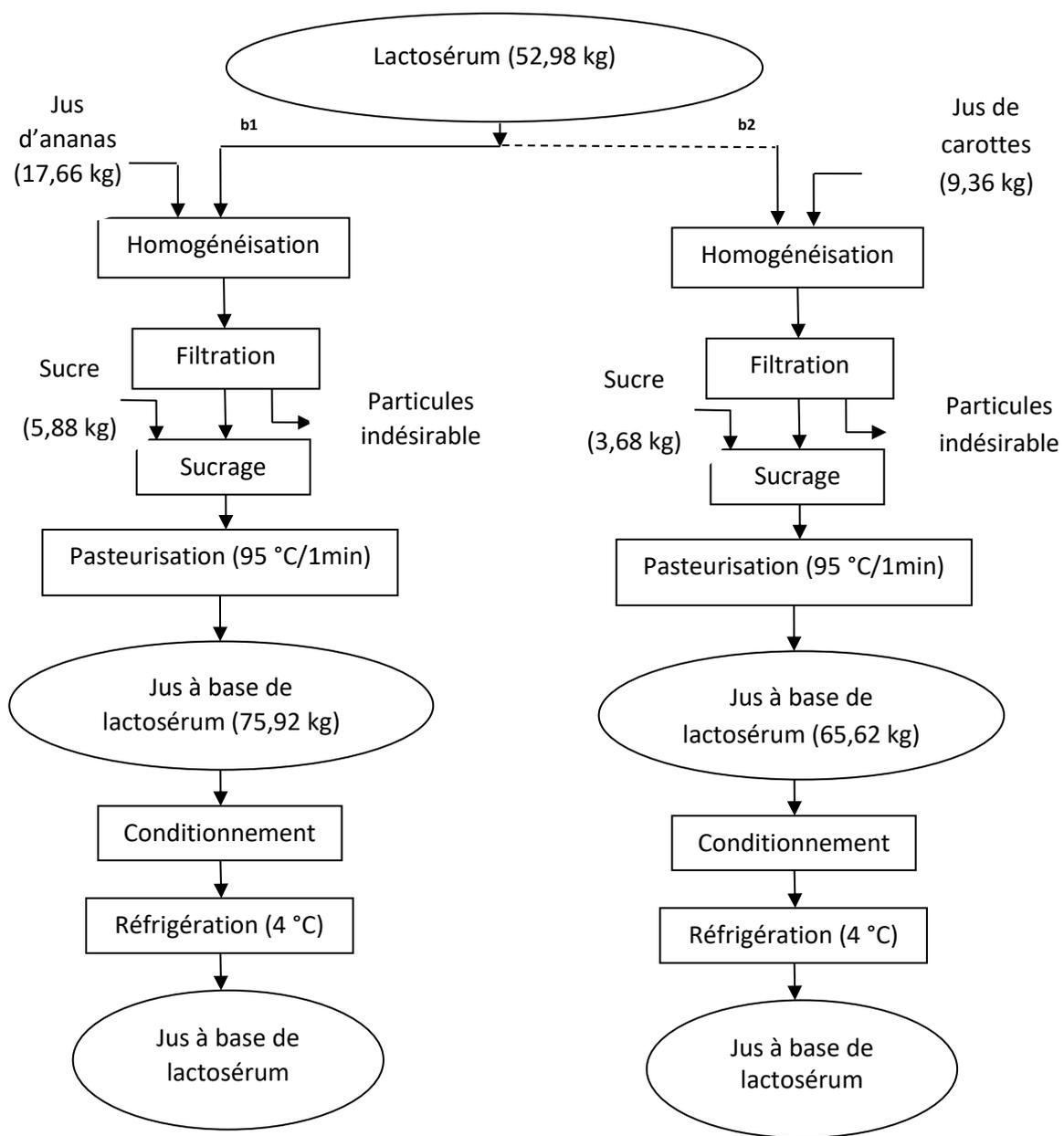


Figure 3 : Bilan de matière de production de jus à base de lactosérum. b1 : Taux d’incorporation de 25 % ; b2 : Taux d’incorporation de 15 %.

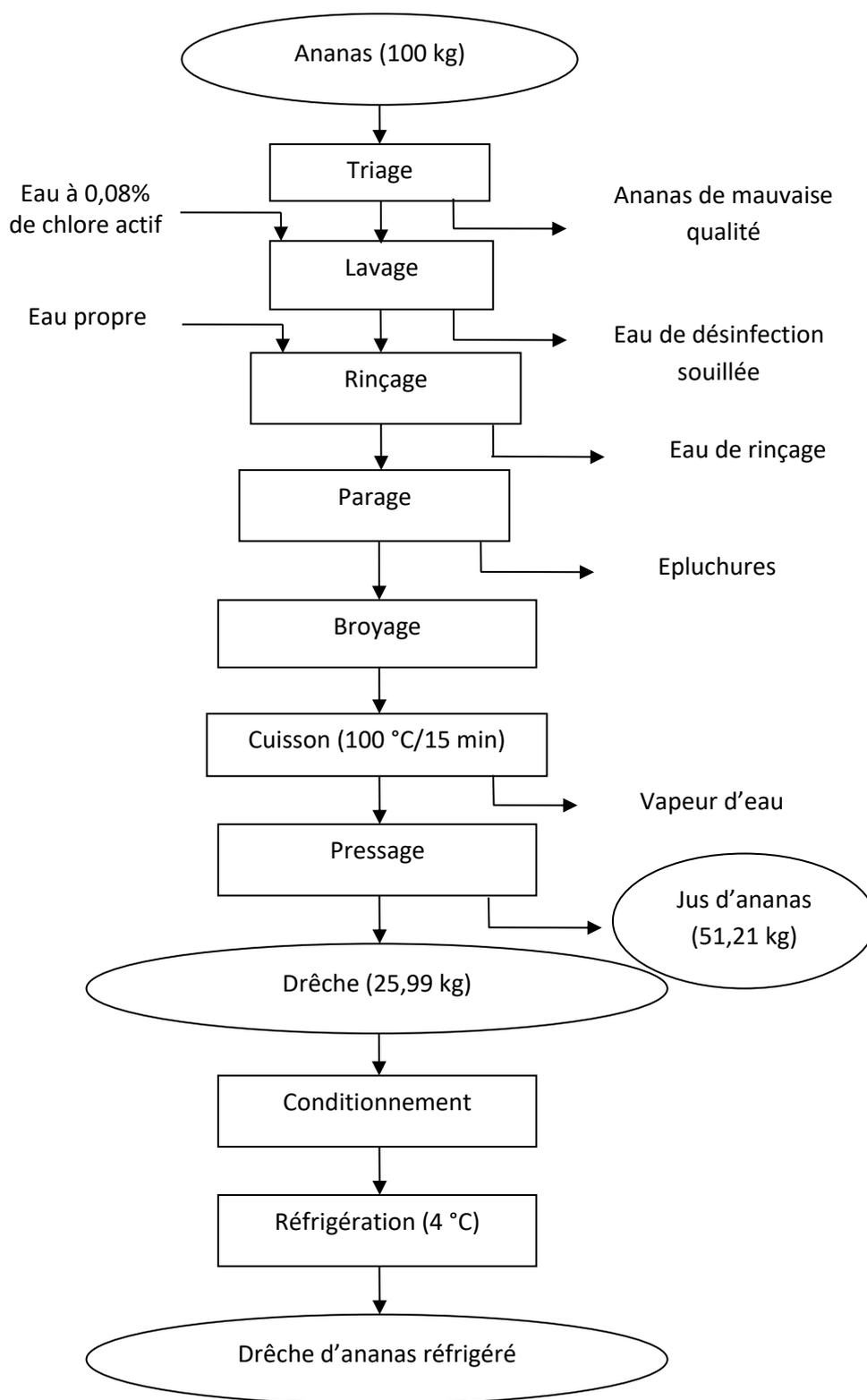


Figure 4 : Bilan de matière du procédé de production de drêches d’ananas.

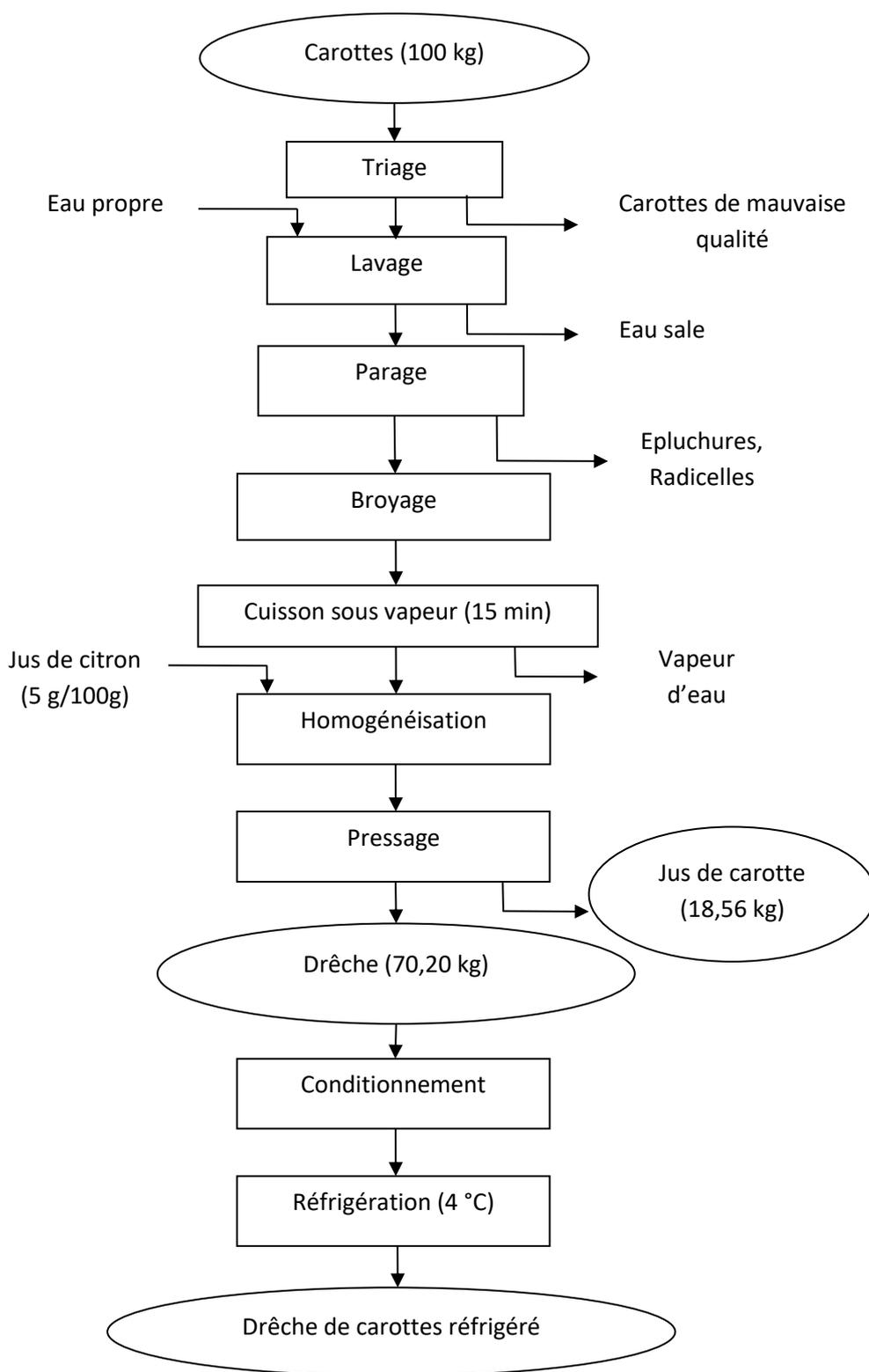


Figure 5 : Bilan de matière du procédé de production de drêches de Carottes.

3.2. Résultats d’analyses physico-chimiques des produits présentés pour évaluation sensorielle

Le Tableau 3 présente les caractéristiques des fromages obtenus, en fonction du taux d’incorporation des fruits.

Tableau 3 : Caractéristiques physico chimiques des fromages frais enrichis et des boissons

	Fromage frais enrichi aux ananas			Fromage frais enrichi aux carottes		
Taux d'incorporation (%)	0 %	5 %	10 %	0 %	5 %	10 %
Humidité (%)	77,02 ± 0,44	73,69 ± 0,23	71,75 ± 0,41	77,02 ± 0,44	75,82 ± 0,72	73,94 ± 0,78
Force de déformation Maximale (N)	2,21 ± 0,1	2,11 ± 0,09	2,17 ± 0,06	2,21 ± 0,1	1,85 ± 0,08	1,99 ± 0,06
	Jus additionné d'ananas			Jus additionné de carottes		
Taux d'incorporation (v/v)	0 %	15 %	25 %	0 %	15 %	25 %
° Brix	7,05 ± 0,45	13 ± 0,43	14,5 ± 0,38	7,05 ± 0,45	13,4 ± 0,4	13,5 ± 0,49
pH	4,66 ± 0,23	4,61 ± 0,32	4,54 ± 0,25	4,66 ± 0,23	4,63 ± 0,15	4,61 ± 0,31

Le Tableau 3 montre une diminution de l'humidité des fromages frais avec l'augmentation du taux d'incorporation. Ce résultat s'explique par le fait que les drêches apportent une matière sèche supplémentaire et ces drêches au départ, sont moins humide que le fromage frais nature. Cependant, on constate que l'incorporation n'a pas d'effet important sur la force de pénétration. La distance parcourue par la sonde du texturomètre de 5 mm, ne permettrait pas d'apprécier l'impact de la présence des drêches dans la masse. En ce qui concerne les boissons, l'addition d'extraits a pour effet d'abaisser le pH de la boisson, et le phénomène est plus important en présence de l'extrait d'ananas dont l'acidité est plus élevée que celle de l'extrait de carotte. C'est d'ailleurs l'une des différences fondamentales entre les fruits et les légumes.

3.5. Évaluation sensorielle

Les descripteurs tels que la couleur, la texture (aptitude à être tartiner) et le goût ont été analysés sur les fromages, ensuite, une appréciation générale a été attribuée aux fromages par taux d'incorporation.

Le Tableau 4 donnent un aperçu des conclusions de l'analyse sensorielle des fromages.

Tableau 4 : Synthèse des scores moyens des fromages enrichis selon les descripteurs.

Fromage enrichi	Taux d'incorporation	Descripteurs			
		Couleur	Texture	Goût	Acceptabilité Générale
Fromage aux ananas	0 %	(1,61 ±0,84) ^b	(2,48 ±0,72) ^a	(1,45 ±0,72) ^c	(1,61 ±0,80) ^b
	5 %	(2,23 ±0,49) ^a	(1,77 ±0,62) ^b	(2,00 ±0,52) ^b	(2,10 ±0,53) ^a
	10 %	(2,23 ±0,80) ^a	(2,00 ±0,77) ^b	(2,48 ±0,76) ^a	(2,45 ±0,76) ^a
With carrots	0 %	(1,84 ±0,93) ^a	(2,61 ±0,71) ^a	(1,94 ±0,85) ^a	(2,07 ±0,85) ^a
	5 %	(2,07 ±0,51) ^a	(1,84 ±0,63) ^b	(2,07 ±0,91) ^a	(2,26 ±0,72) ^a
	10 %	(2,00 ±0,93) ^a	(1,58 ±0,67) ^b	(2,03 ±0,91) ^a	(1,94 ±0,89) ^a

Moyenne ± écart type ; les valeurs avec des lettres différentes dans la même ligne diffèrent significativement ($p < 0,05$) comme déterminé par le test à plages multiples de Duncan ($n = 3$).

Il ressort du Tableau 4 que, par rapport au fromage frais nature, tous les fromages frais enrichis aux ananas, ont un score général supérieur et sont donc mieux appréciés par les panélistes. En 2001, Jiokap Nono et al mentionnaient que le fromage nature est en général peu apprécié par les consommateurs africains. Toutefois, la meilleure appréciation de la texture a été enregistrée sur les fromages naturels. L'appréciation générale des fromages avec adjonction d'ananas, selon les panélistes, repose majoritairement sur le goût de ces fromages. La couleur y contribue également, mais pas de manière significative au seuil de 5 %. Le fait que l'appréciation soit fortement liée au goût vient confirmer que l'ananas est un fruit tropical très apprécié par les consommateurs. Quant aux fromages additionnés de carottes, les résultats ne montrent pas de différence significative au seuil de 5 %, avec les fromages frais naturels. De tous les fromages, la note la plus élevée a été attribuée aux fromages à l'ananas au taux d'incorporation de 10 %. Le goût étant le descripteur sur lequel les panélistes s'appuient le plus, on peut considérer l'ananas comme le complément le plus adapté au fromage frais. Sur le plan économique, les fromages à 5 et 10 % présentent le même degré d'appréciation au seuil de 5 %. Par conséquent, le choix d'utiliser un taux de 5 % permet de réduire les coûts d'approvisionnement et donc le coût de production du fromage ; ce choix est appuyé par le fait que en termes de couleur, les fromages à 5 et 10 % ne montrent pas de différence significative entre eux, au seuil de 5 %. Par ailleurs ils sont mieux appréciés, en terme de couleur, par rapport aux fromages frais naturels. La meilleure supplémentation des fromages frais nature est donc celle qui apporterait 5 % d'ananas ou 5 % de carottes. Les Figures 6 et 7 présentent les diagrammes radars de l'évaluation sensorielle.

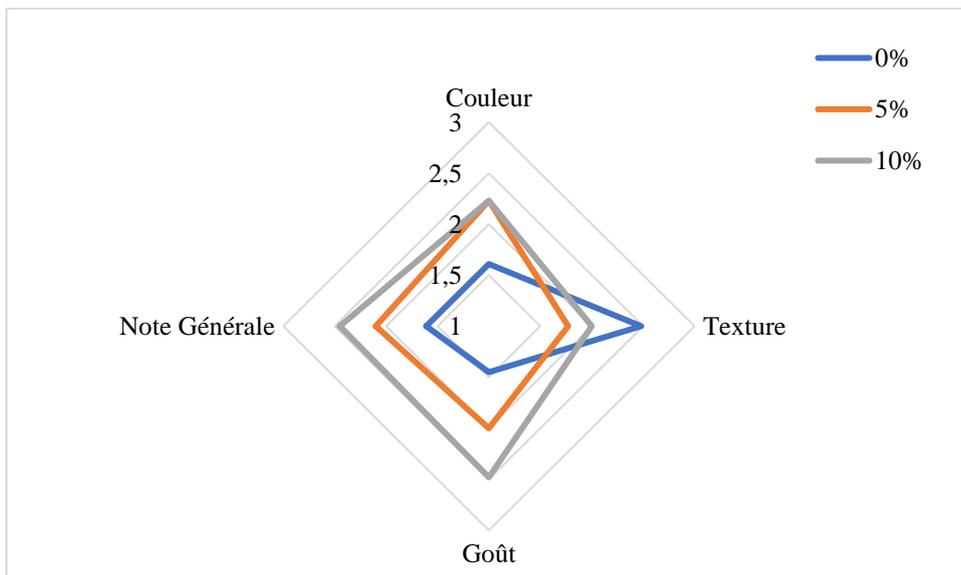


Figure 6 : Profil d’appréciation des fromages aux ananas

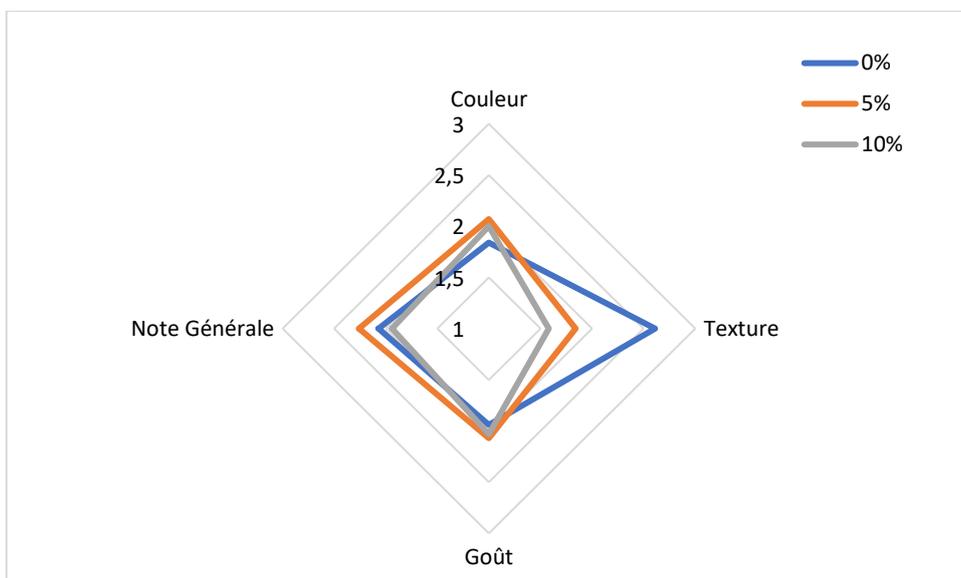


Figure 7 : Profil d’appréciation des fromages de carottes

En ce qui concerne les boissons aux extraits d’ananas et de carottes, les taux d’incorporation de 25 et 15 % ont été retenus après analyses, et les résultats sont présentés sur le Tableau 5 et les Figures 8 et 9. Dans la sélection finale des boissons, un poids important a été donné à la couleur de la boisson.

Tableau 5 : Récapitulatifs des notes attribuées aux jus analysés selon les descripteurs.

	Taux d'incorporation	Couleur	Acidité	Goût	Appréciation générale
Jus additionnés d'ananas	0 %	(1,61 ± 0,80)c	(2,06 ± 0,81)b	(1,84 ± 0,89)b	(1,84 ± 0,82)b
	15 %	(2,13 ± 0,34)b	(2,48 ± 0,72)a	(2,29 ± 0,46)a	(2,26 ± 0,85)a
	25 %	(2,61 ± 0,80)a	(1,77 ± 0,72)b	(1,94 ± 0,89)ab	(1,90 ± 0,74)ab
Jus additionnés de carottes	0 %	(1,71 ± 0,97)b	(2,35 ± 0,83)a	(2,15 ± 0,85)a	(2,05 ± 0,70)a
	15 %	(2,10 ± 0,59)ab	(1,83 ± 0,73)b	(1,74 ± 0,63)a	(1,74 ± 0,63)b
	25 %	(2,29 ± 0,82)a	(1,42 ± 0,50)c	(1,42 ± 0,67)b	(1,42 ± 0,67)b

*Ces résultats sont donnés pour un seuil de signification de 5 %. Les valeurs qui, par descripteur, sont cotées par la même lettre sont considérées ne pas avoir de différence significative au niveau de leur degré d'appréciation.

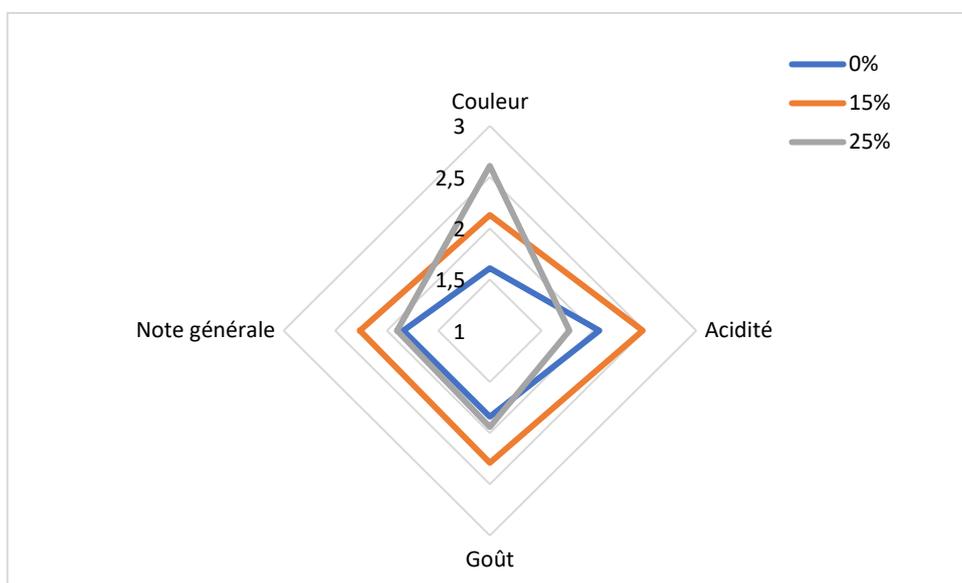


Figure 8 : Profil d'appréciation des boissons au lactosérum et aux extraits d'ananas.

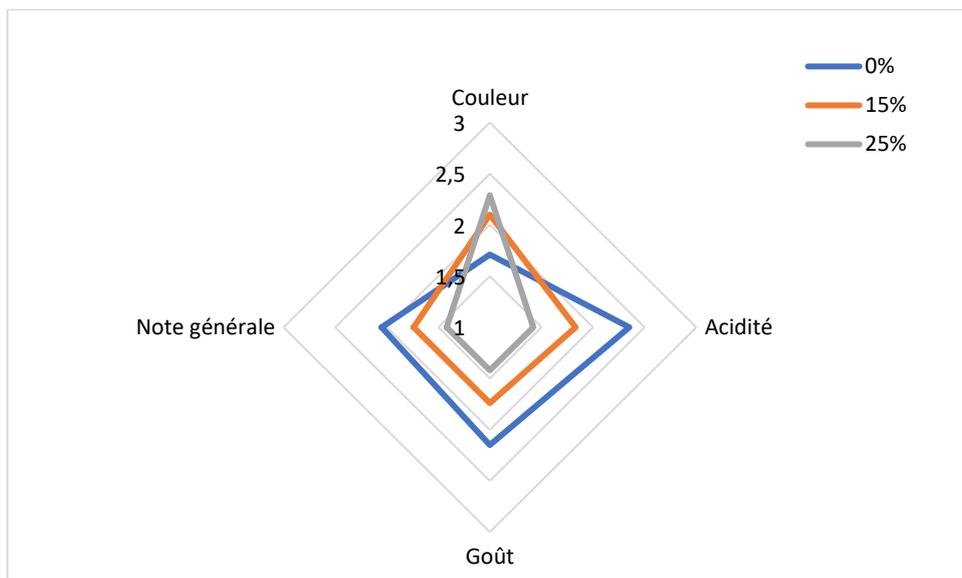


Figure 9 : Profil d'appréciation des boissons au lactosérum et aux extraits de carottes

3.6. Analyse économique

Le Tableau 6 présente l'évaluation du coût d'investissement associé au matériel, tandis que les Tableaux 7 et 8 montrent qu'un profit annuel de 1 572 408 FCFA peut être obtenu pour une production mensuelle de 60 kg de fromages additionnés d'ananas et 96 kg de boisson aux extraits d'ananas contre un profit annuel de 977 052 FCFA pour une production mensuelle de 60 kg de fromages aux carottes et 83 kg de boisson aux extraits de carottes. Ce profit peut être réduit avec une réduction des coûts fixes et une augmentation de la production.

Tableau 6 : Matériel nécessaire pour la production des fromages frais et de jus enrichis

Nature	Durée de vie (année)	Quantité	Prix unitaire (F CFA)	Montant total (F CFA)
Bouteille de gaz (36 kg)	10	1	80 000	80 000
Plaque à gaz	10	1	30 000	30 000
Balance	10	1	30 000	30 000
Cocottes minutes (25 m l)	2	2	25 000	50 000
Table de travail	5	4	10 000	40 000
Bâche filtration	0,5	2	1 000	2 000
Cuves en acier inox (25 l)	10	2	12 000	24 000
Louche en acier inox	2	2	3 000	6 000
Louche en bois	2	2	1 500	3 000
Thermomètre	2	2	3 000	6 000
Bassines (50 l)	10	2	5 000	10 000
Eprouvette (50 mL)	2	2	5 000	10 000
Eprouvette (10 mL)	2	2	2 500	5 000
Incubateur	10	2	60 000	120 000
Réfrigérateur	10	1	120 000	120 000
Armoire thermorégulatrice	10	1	120 000	120 000
Mousselines de filtration	0,5	10 m ²	1 000	10 000
Cordes d'attaches	0,5	7.5 m	300	2 250
Presse	2	1	20 000	20 000
Bâtiments et bureaux	5	1	1 500 000	1 500 000
Autres	5	-	-	100 000
Total				2 288 250

Après évaluation du coût d'investissement initiale, nous établissons le tableau d'exploitation mensuel. Ce dernier est présenté par les Tableaux 7 et 8.

Tableau 7 : Bilan d'exploitation mensuel fromages et jus additionné d'ananas

Nature	Charges (FCFA)	Produits (F CFA)
<u>Matière première</u>	88.221	Seuil de rentabilité
Poudre de lait : $17,79 \text{ kg} \times 4\,000 \text{ FCFA} = 71\,160$		
Transport du lait : 2 000 FCFA		Fromage à l'ananas (5 %)
Ananas : $46,87 \text{ kg} \times 300 \text{ FCFA} = 14\,061 \text{ FCFA}$		$60 \text{ kg} \times 8\,000 \text{ FCFA} = 480\,000 \text{ FCFA}$
Transport des ananas: 1 000 FCFA		Jus à l'ananas (25 °%)
		$96 \text{ kg} \times 800 \text{ F CFA} = 76\,800 \text{ FCFA}$
<u>Matières consommables</u>	84 020	
Ferments lactiques : $2,841 \times 500 = 1\,420 \text{ FCFA}$		
Eau : $5 \text{ m}^3 \times 364 \text{ FCFA} = 1\,820 \text{ FCFA}$		
Electricité : $100 \text{ kWh} \times 95 \text{ FCFA} = 9\,500 \text{ FCFA}$		
Gaz : $10 \text{ kg} \times 5\,400 = 54\,000 \text{ FCFA}$		
Papier Aluminium : $2 (30 \text{ m}) \times 3\,000 = 6\,000 \text{ FCFA}$		
Conditionnement fromage : $120 (0,01 \text{ m}^2 \times 0,05 \text{ m}) \times 70 = 8\,400$		
Conditionnement du jus : $96 \text{ kg} \times 30 = 2\,880 \text{ FCFA}$		
Transport :	5 000	
<u>Autres services</u>	35 000	
Location bâtiment : 35 000		
<u>Charge du personnel</u>	150 000	
1 Directeur : 90 000 FCFA		
1 Technicien : 35 000 FCFA		
1 Agent de sécurité : 25 000 FCFA		
<u>Taxes</u>	15 000	
<u>Autres dépenses :</u>	15 000	
Petit équipement de travail : 5 000		
Imprévues : 10 000		
<u>Dépréciation des équipements</u>	33525	
<u>Résultat : 556 800 – 425 766 = 131 034</u>		
	556 800	556 800

Tableau 8 : Bilan d'exploitation mensuel fromages et jus additionnés de carottes

Nature	Charges (FCFA)	Produits (F CFA)
<u>Matière première</u>	127.824	Seuil de rentabilité
Poudre de lait : 17,79 kg × 4 000 FCFA = 71 160		
Transport du lait : 2 000 FCFA		Fromage aux carottes (5 %)
Carottes : 67,08 kg × 800 FCFA = 53 664 FCFA		60 kg × 8 000 FCFA = 480 000 FCFA
Transport des carottes: 1 000 FCFA		Jus aux carottes (15 %)
		83 kg × 800 F CFA = 66 400 FCFA
<u>Matières consommables</u>	83 630	
Ferments lactiques : 2,841 × 500 = 1 420FCFA		
Eau : 5 m ³ × 364 FCFA = 1820 FCFA		
Electricité : 100 kWh × 95 FCFA = 9 500 FCFA		
Gaz : 10 kg × 5400 = 54 000 FCFA		
Papier Aluminium : 2 (30 m) × 3000 = 6 000 FCFA		
Conditionnement fromage : 120 (0,01 m ² × 0,05 m) × 70 = 8 400 FCFA		
Conditionnement du jus : 83 kg × 30 = 2 480 FCFA		
Transport :	5 000	
<u>Autres services</u>	35 000	
Location bâtiment : 35 000		
<u>Charge du personnel</u>	150 000	
1 Directeur : 90 000 FCFA		
1 Technicien : 35 000 FCFA		
1 Agent de sécurité : 25 000 FCFA		
<u>Taxes</u>	15 000	
<u>Autres dépenses :</u>	15 000	
Petit équipement de travail : 5 000		
Imprévues : 10 000		
<u>Dépréciation des équipements</u>	33525	
<u>Résultat : 546 400– 464 979 = 81 421</u>	546 400	546 400

Les résultats différentiels des produits additionnés de carottes et d'ananas sont présentés par les Tableaux 9 et 10.

Tableau 9 : Tableau mensuel de résultat différentiel des fromages et jus additionnés d’ananas

Nature		Montants	Différences	Pourcentages (%)
	Chiffre d’affaire		556800	100
	Matières premières	88 221		
	Matières consommables	84 020		
Charges variables (CV)	Transport	2 500		
	Autres dépenses	5 000		
	Total	179 741	- 179 741	32,28
Marge sur coût variable (M/CV)			377 059	67,72
	Autres services	35 000		
	Charges personnel	150 000		
	Taxes	15 000		
Charges fixes (CF)	Autres dépenses	10 000		
	Dépréciation des équipements	33525		
	Transport	2 500		
	Total	246 025	- 246 025	44,19
Résultat			131 034	23,53

Tableau 10 : Tableau mensuel de résultat différentiel des fromages et jus additionnés de carottes

Nature		Montants	Différences	Pourcentages (%)
	Chiffre d’affaire		546 400	100
	Matières premières	127 824		
	Matières consommables	83 630		
Charges variables (CV)	Transport	2 500		
	Autres dépenses	5 000		
	Total	218 954	- 218 954	40,07
Marge sur coût variable (M/CV)			327 446	59,93
	Autres services	35 000		
	Charges personnel	150 000		
	Taxes	15 000		
Charges fixes (CF)	Autres dépenses	10 000		
	Dépréciation des équipements	33 525		
	Transport	2 500		
	Total	246 025	- 246 025	45,03
Résultat			81 421	14,90

En utilisant les équations 2, le seuil de rentabilité pour une telle structure est de 363 297 F CFA pour les produits additionnés d’ananas contre 410 521 FCFA pour les produits additionnés de carottes. Soit un délai de récupération du capital investi de 2 mois et 24 jours pour les produits additionnés d’ananas contre 5 mois et 2 jours pour les produits additionnés de carottes. Ainsi, comme l’ont également souligné Jiokap Nono et

al. (2001) lors de l'évaluation économique d'une unité de production de fromages type Saint Paulin, la valorisation du lactosérum joue un rôle important, voire capital dans la rentabilité des chaînes de transformation du lait en fromages.

En utilisant les équations 3, l'indice de sécurité obtenu pour les produits additionnés d'ananas est de 0,35 contre une valeur de 0,25 pour les produits aux carottes. Le projet mettant en jeu des produits additionnés d'ananas est de meilleure rentabilité comparé à celui mettant en jeu les produits additionnés de carottes.

4. CONCLUSION

L'objectif de la présente étude était de définir un procédé de fabrication de fromages à pâte fraîche par coagulation exclusivement lactique additionnés d'ananas ou de carottes de définir le mode de valorisation du lactosérum et faire une évaluation économique de l'unité de production. L'étude de faisabilité d'un projet de mise sur pied d'une unité de production de ces produits à l'échelle semi industrielle indique un profit annuel de 1 572 408 FCFA pour une production mensuelle de 60 kg de fromage additionné d'ananas et de 96 kg de jus aux extraits d'ananas, contre 97 .052 FCFA pour 60 kg de fromages additionné de carottes et 83 kg de jus correspondant. Nous constatons qu'il est effectivement possible de produire du fromage frais sur la base d'une coagulation exclusivement lactique et que ces fromages peuvent être additionné d'ananas et de carottes et être très appréciés par les consommateurs locaux, tout en constituant une activité rentable. Il faudrait globalement, pour la capacité de production définie, moins de 5 mois pour que l'activité de production avec des ananas ou les carottes, devienne rentable. Les retombées de cette étude sont, entre autres, la diversification de la gamme de produits laitier par l'apport de produits nouveau, la promotion de la production et la consommation du lait et des fruits et légumes au niveau national par la mise à disposition de produits attrayants et intéressants les consommateurs, la réduction des coûts de production des fromages à l'échelle local, la réduction des importations de produits laitiers, la contribution au développement économique du pays.

5. REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le Ministère de l'Enseignement Supérieur de la République du Cameroun pour son soutien financier à travers le Compte du Fonds Spécial pour la modernisation de la recherche dans les Universités d'Etat (Décret Présidentiel N_2009/121 du 8 avril 2009).

6. CONFLITS D'INTÉRÊT

Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêt.

7. RÉFÉRENCES

- ACDIC, 2006. Filière laitière au Cameroun, 69p.
- AFNOR, 1980. Lait et produits laitiers - Méthodes d'analyse.
- Codex Alimentarius, 1978. CODEX STAN, International Food Standards. General standard for cheese, CXS 283-1978, 6p.
- Daviau C., Pierre A., Famelart M.H., Goudédranche, H., Jacob, D., Garnier, M., and Maubois J.L., 2000. Characterisation of whey drainage kinetics during soft cheese manufacture in relation with the physicochemical and technological factors, pH at renneting, casein concentration and ionic strength of milk. INRA, EDP. *Sciences Lait*, **80**, 417–432.
- Demir N., Bahceci K.S and Acar J., 2007. The Effect of Processing Method on the Characteristics of Carrot Juice. *Journal of Food Quality*, **30**(5), 813–822.
- Goudedranche H., Camier-caudron B., Gassi J.Y. et Schuck P., 2001. Procédés de transformation fromagère : F 6305, Techniques de l'ingénieur.
- Jeantet R., Croguennec T., Schuck P. et Brulé G., 2008. Science des aliments : Technologie des produits alimentaires, **2**, Lavoisier TEC & DOC, Lassay-les-châteaux (France), 456p.
- Jiokap Nono Y., Libouga D.G., Ngongang D., Ramet J.P., Parmentier M., 2006. Feasibility of cheese production and whey valorization in the Adamawa Province of Cameroon. *African Journal of Biotechnology*, **5**(6), 517–522.
- Jiokap Nono. Y., Nuadje G. B., Raoult-wack A. L. et Giroux F., 2001. Comportement de certains fruits tropicaux traités par déshydratation imprégnation par immersion dans une solution de saccharose. *Fruits*, **56** (2), 75–83.
- Mohamed S., Hounhouigan M., Linnemann A.R. and Van Boekel M., 2014. Effect of Processing on the Quality of Pineapple Juice. *Food reviews international*, **30**(2), 112–133.
- O'Connor C.B., 1993. Traditional cheesemaking manual. ILCA (International Livestock Centre for Africa), Addis Ababa, Ethiopia. ISBN 92–9053–2734, 50p.