

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE MICROBIOLOGIE
ET DE BIOCHIMIE

N° :....



DOMAINE : SCIENCES DE LA
NATURE ET LA VIE

FILIERE : SCIENCES ALIMENTAIRES

OPTION : NUTRITION ET SCIENCES
DES ALIMENTS

Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique

Par : KHARFI Nadjat Asma

LAKEL Souad

Intitulé

**Optimisation et caractérisation de
la qualité physicochimique et
microbiologique d'une boisson
lactée**

Soutenu devant le jury composé de :

Dr. BELBAHI Amine

Université de M'sila

Président

Dr. HAMMOUI Yasmina

Université de M'sila

Rapporteur

Dr. MADI Nadia

Université de M'sila

Examineur

Année universitaire : 2018/2019

Remerciements

Nous tenons à remercier le Dieu de nous avoir donné la volonté et le courage pour réaliser ce modeste travail.

*Nous exprimons notre profonde reconnaissance à notre promotrice **Mme HAMMOUI Yasmina** d'avoir accepté de nous encadrer, pour son suivi, ses encouragements, ses conseils précieux, ses orientations, nous aimons particulièrement souligner ses qualités humaines, son savoir-faire, s'appuie moral et sa disponibilité*

*Nos remerciements les plus chaleureux à **Mr BELBAHI Amine** d'avoir accepté de présider le jury ; pour son entière disponibilité durant les deux ans de master pour ses conseils précieux et ses encouragements.*

*On présente nos respectueux remerciement à **Mme MADI Nadia** d'avoir accepté d'examiner et d'apporter ses appréciations sur notre travail.*

On remercie infiniment les membres du laboratoire de biochimie et Microbiologie qui nous ont soutenu, et grâce à leur disponibilité et à leur bonne humeur.

A toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

KHARFI.N.A & LAKEL.S

Dédicaces

Je dédie ce modeste mémoire à : Mes très chers parents qui ont toujours été de cœur avec moi. Je ne saurais jamais vous remercier assez. Que dieu vous gardent longtemps avec nous. Trouvez en ce modeste travail un début de récompense de vos sacrifices.

A mes frères Amine et Adel et ma sœur Doha que je les aime beaucoup et qui m'ont soutenu et entouré tout au long de cette période.

A mes tantes, mes oncles, mes grands-parents, mes cousins et cousines, spécialement (Lina, Bader-Eddine, Anes).

A mon : binôme Souad.

A mes amis : Ikhlas, Hadjer, Fatima, Fatiha, Maroua, Ikram, Fatima Zahra.

A tous ceux qui m'ont soutenu et aidé pour la réalisation de ce modeste travail et tous ceux qui me sont chers.

A tout la promotion de NSA 2019.

Nadjat Asma

Dédicaces

Je dédie ce modeste mémoire à : Mes très chers parents qui ont toujours été de cœur avec moi. Je ne saurais jamais vous remercier assez. Que dieu vous gardent longtemps avec nous. Trouvez en ce modeste travail un début de récompense de vos sacrifices.

A mon frère Hassan et mes sœurs Rania et Ahlam que je les aime beaucoup et qui m'ont soutenu et entouré tout au long de cette période. A mes tantes, mes ancêtres, mes grands-parents, mes cousins, et cousines spécialement (Zahra, Manar, Hanni).

A mon binôme Nadjat Asma.

A mes amis khadidja, Afnan, Maroua, Ikram, Fatima Zahra. A tous ceux qui m'ont soutenu et aidé pour la réalisation de ce modeste travail et tous ceux qui me sont chers. A tout la promotion de NSA 2019.

Souad

Résumé

Dans ce présent travail, une optimisation de formulation par “plan de mélange” d’une boisson lactée a été réalisée. Une caractérisation de la qualité physico–chimique et microbiologique a été appliquée pour le lait de chamelle ainsi que pour les boissons lactées préparées. En appliquant le modèle “Extreme Vertices” six formulations ont été proposées. A partir des résultats obtenus, la formulation optimale était la 5^{ème} recette “R₅”, qui avait enregistré un pH de 3,49 ; une acidité de 0,56g/100ml, ainsi qu’une teneur en matière grasse de 13,5g/l. La recette “R₅” avait enregistré une teneur en protéine de 23,17mg Eq. Albumine/100ml, une teneur en caroténoïdes de 1,81mg Eq. β -carotène/100ml, et une teneur de 10,26mg Eq. Vitamine C /100ml pour la vitamine C. Les résultats d’analyse microbiologique avaient confirmés une qualité hygiénique acceptable des boissons lactées. L’étude de l’effet de conservation sur la qualité microbiologique et physico-chimique des boissons lactées préparées et conservées à 4°C, selon deux points de contrôle, à savoir “+5J” et “+15J” après leurs préparations, a été réalisé.

Mots clés : Lait de chamelle, boisson lactée, optimisation, plan de mélange, qualité physico-chimique, qualité microbiologique.

Abstract

In this study, a formulation of Dairy drinks has been optimized and performed by “mixture design”. A characterization of the physicochemical and microbiological quality was applied for camel milk as well as for prepared Dairy drinks. Applying the " Extreme Vertices " model, six formulations have been proposed. From the results obtained, the optimal formulation was the 5th recipe " R5 ", which had recorded a pH of 3.49; an acidity of 0.56g / 100ml, as well as a fat content of 13.5g / l. The " R5 " recipe had a protein content of 23.17mg Eq. Albumin / 100ml, a carotenoid content of 1.81mg Eq. β -carotene / 100ml, and a content of 10.26mg Eq. Vitamin C / 100ml for Vitamin C. The microbiological test results confirmed an acceptable hygienic quality of Dairy drinks. The study of the effect of preservation on the microbiological and physicochemical quality of Dairy drinks prepared and stored at 4 ° C, according to two control points, namely "+ 5D" and "+ 15D" after their preparations, was realized.

Key words: Camel milk, milk drink, optimization, mixing plan, physicochemical quality, microbiological quality.

المخلص

في هذا العمل تم اجراء تحسين للوصفة عن طريق " تصميم الخليط " للمشروب الحليبي المحضر. تم تحديد الجودة الكيميائية والفيزيائية لحليب الناقة وكذلك المشروبات الحليبية. بتطبيق نموذج "القمم القصوى" تم اقتراح ست وصفات. انطلاقا من النتائج المتحصل عليها تم انتقاء الوصفة الخامسة كوصفة مثالية "و5 " حيث تم تسجيل "3,49" ككمون هيدروجيني و0,56غ/100مل " كحموضة بالإضافة الى "13,5" غ/ل كمادة دهنية. وقد سجلت الوصفة الخامسة أيضا تركيز بروتين يقدر ب 23,17 مغ/100مل مكافئ للزلال و"1,81 مغ/100مل" من تركيز الكاروتينويد المكافئ للبيتا كاروتين و"10,26 مغ/100مل" من تركيز الفيتامين ج المكافئ للفيتامين ج. حيث اكدت نتائج التحاليل الميكروبيولوجية أن المشروبات الحليبية مقبولة صحيا. دراسة تأثير الحفظ على الجودة الميكروبيولوجية والفيزيائية والكيميائية للمشروبات الحليبية المحضرة المحفوظة في 4 درجات مئوية، وفقا لنقطتي تحكم هما " +5 أيام " و" +15 يوما " بعد تحضيرها.

الكلمات المفتاحية: حليب الناقة، المشروب الحليبي، التحسين، تصميم الخليط، الجودة الفيزيائية والكيميائية، الجودة الميكروبيولوجية.

Liste des figures

Figure 1	La procédure de la préparation de la boisson lactée	09
Figure 2	Représentation des mélanges à trois constituants à l'aide d'un triangle équilatéral	12
Figure 3	Un exemple de triangle équilatéral représentant une formule de boisson lactée à base des trois ingrédients utilisés	14
Figure 4	Les étapes de préparation traditionnelle du sirop de datte	16
Figure 5	Le montage présentant le procédé utilisé pour la préparation de la boisson lactée	17
Figure 6	Schéma illustrant les étapes de la préparation de la boisson lactée.	18
Figure 7	Représentation par un diagramme ternaire du taux d'humidité et du taux des cendres des recettes formulées	30
Figure 8	Représentation par un diagramme ternaire de pH et d'acidité des recettes formulées	31
Figure 9	Représentation par un diagramme ternaire, de la teneur en protéines et de la teneur en matière grasse des formulations	32
Figure 10	Représentation par un diagramme ternaire de la teneur en caroténoïdes et de la teneur vitamine C des formulations	33

Liste des tableaux

Tableau 1	Une comparaison de la composition minérale du lait de chamelle et celle du lait de vache	05
Tableau 2	Les microorganismes recherchés dans le lait de chamelle et dans la boisson lactée et leurs milieux d'ensemencement, ainsi que leurs durées d'incubation	15
Tableau 3	Les proportions des six formules de boissons lactées préparées, proposées en appliquant le plan de mélange "Extreme Vertices-Polyèdre Convexe"	19
Tableau 4	Les quantités d'ingrédients utilisés dans la préparation de 300ml de boisson lactée, pour chaque formule	19
Tableau 5	Récapitulatif des résultats d'analyses physico-chimiques de lait de chamelle	24
Tableau 6	Récapitulatif des résultats d'analyses microbiologiques de lait de chamelle	24
Tableau 7	Les résultats d'analyses microbiologiques de la boisson lactée durant la préparation et durant la conservation, des six recettes formulées	26
Tableau 8	Les résultats de l'évaluation de pH, d'acidité, de taux d'humidité et de taux de cendres des recettes formulées, lors de la préparation la boisson	28
Tableau 9	Les résultats de la teneur des boissons lactées formulées en matière grasse, en protéines, en caroténoïdes et en vitamine C, lors de leurs préparations et durant leurs conservations	29

Liste des abréviations

% : pourcentage.

°C : degré Celsius.

ABS : absence.

ANOVA : analyses de la variance.

g : gramme.

JMP : John's Machintosh Project.

l : litre.

min : minute.

ml : millilitre.

NAOH : hydroxyde de sodium.

nm : nanomètre.

OGA : gélose à l'oxytetracycline.

P : probabilité.

PCA : plant count agar.

pH : potentiel d'hydrogène.

tr/min : tour par minute.

UFC : unité formant colonie.

UI : unité international.

VF : viande-foie.

VRBG : violet red bile glucose agar.

VRBL : violet red bile lactose agar.

Table Des Matières

Remerciements	
Dédicace	
Résumé	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction	01
<i>Chapitre I : synthèse bibliographique</i>	
I.1. Lait de chamelle	03
I.1.1. La production et l'importance économique du lait de chamelle	03
I.1.2. Les atouts de la valorisation du lait de chamelle	03
I.1.3. La composition du lait de chamelle	04
I.1.4. Les propriétés organoleptiques	05
I.1.5. Les propriétés nutritionnelles	06
I.1.6. La qualité microbiologique du lait de chamelle	06
I.1.7. Propriétés thérapeutiques et médicinales	06
I.2. La boisson lactée	07
I.2.1. Généralités sur la boisson lactée	07
I.2.2. Intérêts technologiques et économiques du mélange lait/ jus de fruits	07
I.2.3. Intérêts nutritionnels et thérapeutiques de la boisson lactée	07
I.2.4. La procédure de la préparation industrielle de la boisson lactée	08
I.2.5. La stratégie d'innovation	10
I.2.6. La planification expérimentale en agroalimentaire	10
I.2.7. Généralités sur les plans d'expériences	10
I.2.7.1. Le plan de mélange	11
<i>Chapitre II : Matériel et méthodes</i>	
II. Matériel et méthodes	13
II.1. La contrainte fondamentale des plans des mélanges	14
II.2. Collecte du lait	14
II.3. Les analyse microbiologique de la matière première –lait de chamelle– et de la boisson lactée préparée	15
II.4. La préparation des ingrédients	15

II.5.	La procédure de la préparation de la boisson lactée	16
II.6.	Les analyses physico-chimiques de la matière première et de la boisson lactée	20
II.6.1.	Le taux d'humidité et taux des cendres	20
II.6.2.	Mesure du potentiel d'hydrogène (pH)	21
II.6.3.	Dosage de l'acidité titrable	21
II.6.4.	Dosage de protéine	22
II.6.5.	Dosage de la teneur en matière grasse	22
II.6.6.	Dosage de la teneur en caroténoïdes	23
II.6.7.	Dosage de la teneur de vitamine C	23
II.7.	Analyses statistiques des données	23

Chapitre III : Résultats et discussions

III.1.	Les résultats d'analyses physico-chimiques et microbiologiques lait de chamelle (la matière première)	24
III.2.	Les résultats d'analyses microbiologiques de la boisson lactée	26
III.3.	Les résultats d'analyses physico-chimiques de la boisson lactée	27
III.3.1.	Le taux d'humidité et de taux des cendres	27
III.3.2.	Le pH et l'acidité	27
III.3.3.	La teneur en protéine et la teneur en matière grasse	28
III.3.4.	La teneur en caroténoïde et la teneur en vitamine C	28
III.4.	Les résultats d'optimisation de formulation par les plans de mélanges	30
III.4.1.	Le taux d'humidité et le taux des cendres	30
III.4.2.	Le pH et l'acidité	31
III.4.3.	La teneur en protéines et la teneur en matière grasse	32
III.4.4.	La teneur en caroténoïdes et la teneur en vitamine C	32
	Conclusion	34
	Références bibliographiques	
	Annexe	

INTRODUCTION

Introduction

Le lait est un aliment hautement nutritif vu sa richesse en glucides, lipides, vitamines et en sels minéraux. Le lait de chamelle, une fois fermenté, est l'aliment le plus consommé par les populations des régions arides et semi-arides du globe (**Bezzalla et Gouttaya, 2003**).

La chamelle produit un lait particulièrement riche et équilibré en nutriments de base, il renferme une composition physico-chimique relativement proche de celle du lait de bovin. toutefois, il se caractérise par une teneur plus au moins élevée en "vitamine C" et en "niacine", ainsi que par la présence des taux relativement importants en lysozyme (une enzyme qui est impliqué dans la défense contre les infections bactériennes) ; en lactoperoxydase (une enzyme a des propriétés antioxydantes et antimicrobienne) ; en lactoferrine (une glycoprotéine de la famille des transferrines est considéré comme un antimicrobienne, antifongique, antioxydante, anticancéreuse) et en bactériocines, produites par les bactéries lactiques (**Siboukeur, 2007**).

Le lait de chamelle, longtemps inexploré, a fait l'objet dernièrement de plusieurs travaux ayant met en évidence ses activités biologiques variées. Il a été testé efficacement comme anti-hypertensif. En outre, le lait de chamelle a été recommandé pour les enfants allergiques au lait de bovin. En le comparant à d'autres espèces caprines et ovines, le lait de chamelle présente des aptitudes limitées pour une transformation technologique, particulièrement, pour la préparation industrielle du beurre et du fromage ; ce qui est considéré comme un facteur limitant. Bien que, une importante production quantitative et qualitative de ce lait, a été enregistrée dans quelque pays d'Afrique, du Golf et en Algérie (Ghardaïa), qui a engendré la création de laiteries spécialisée en lait de chamelle et les produits qui en dérivent (**Boudjnah, 2012**).

Actuellement, les boissons préparées à base du mélange de fruits et de produits laitiers, nommées "boissons lactées" bénéficient d'une attention considérable ; en vue de leurs multiples avantages, elles sont délicieuses, nutritives et utiles pour lutter contre les carences nutritionnelles dans les régions où l'accès à des sources variées de nutriments est presque inaccessible (**Cano et Arnao, 2004**).

Cherchez à mieux organiser des expériences, qui accompagnent une recherche scientifique ou des études industrielles, et surtout à ne faire que les bonnes expériences, celles qui vont apporter la meilleure information, rends la tache de choix d'expériences compliquée (**Goupy, 2006**). Ainsi, une optimisation de nombre d'expériences par une approche pratique et informatisée, selon un modèle mathématique a été appliquée ; il s'agit "des plans d'expériences". Ils sont applicables à de nombreuses disciplines et à l'échelle industrielle. "Les

Introduction

plans d'expériences'' permettent d'obtenir un maximum de renseignements avec un minimum d'expériences (Issaadi et Nedjai, 2016).

“Les plans de mélange” sont l’un des types “des plans d’expériences”, qui convient aux produits alimentaires nécessitant plus d’un ingrédient, car les proportions des ingrédients dans le mélange et leurs niveaux dépendent les uns des autres, et la somme de tous les composants est toujours égale à “un” ou “100%” (Iop *et al.*, 1999).

Le présent travail a pour objectifs :

- Préparation d’une boisson lactée à base de jus d’orange, de lait de chamelle, de la pectine (extraite de la pomme) et de sirop de datte.
- Optimisation de la formulation par “plan de mélange”, en utilisant le modèle “Extreme Vertices”.
- Caractérisation de la qualité physico-chimique et microbiologique de la boisson lactée et de lait de chamelle.
- Etude de l’effet de la conservation de la boisson à 4°C, sur sa qualité physico-chimique et microbiologique, a été évalué en fixant deux points de contrôles, le premier était “cinq jours après la préparation (+5J)”, et le deuxième était de “quinze jours après la préparation (+15J)” des boissons.

SYNTHÈSE
BIBLIOGRAPHIQUE

I.1. Le lait de chamelle

Le lait de chamelle, comme celui des autres mammifères, a une composition complexe riche en nutriments, ce qui permet aux jeunes chamelons de couvrir leurs besoins énergétiques et nutritifs pendant la première étape de leurs vies (**Sbouï et al., 2009**). Le lait de chamelle a une composition en macro- et micronutriments proche de celle de lait de vache, néanmoins avec quelques particularités qui ne caractérisent que le lait de chamelle (**Bengoumi et Faye, 2015**).

I.1.1. La production et l'importance économique du lait de chamelle

Une production fructueuse du lait de chamelle encourage l'installation d'activités économiques dans le système périurbain, grâce à la mise en place des réseaux adaptés à la distribution de cet aliment, ayant des exigences particulières en matière de température et autres ; et cela grâce à l'acquisition de nouveau matériel de traite (traite mécanique) ; d'un matériel de conservation adéquat et performant. Aussi l'implantation d'un suivi vétérinaire performant de l'animal dès sa naissance, et l'installation des services techniques associés ainsi que l'amélioration des pratiques d'élevage, sont d'importantes exigences (**Faye, 2011**).

La production moyenne journalière du lait de chamelle durant les trois premiers mois de lactation de l'animal, dans un bon pâturage, est entre 4 à 5 litres. Dans des conditions plus favorables, la production journalière atteint 8 à 10 litres (**Bernus, 1992**).

En Algérie 245 000 têtes de camelins sont élevés entre les régions steppiques (75%) et les régions sahariennes (25%), sachant que 20 millions de têtes de camelins sont recensées à l'échelle mondiale (**Ben aïssa, 1989**) élevées, en grande partie, en mode semi nomade (**Adamou, 2008**).

La chamelle étant une importante entité de l'écosystème désertique, il possède une tolérance exceptionnelle aux conditions hostiles des régions arides et désertiques comme les températures élevées, les radiations solaires, le manque d'eau, les terrains sableux, et même en présence d'une qualité médiocre de la végétation. Ainsi dans telles conditions, la chamelle arrive toujours à produire du lait et de la viande, ce qui rend les coûts de son élevage relativement faibles en comparant aux bovins /ovins (**Hammadi, 2003**).

I.1.2. Les atouts de la valorisation du lait de chamelle

Le lait de chamelle représente un important atout économique et nutritionnel, vu son renforcement de la diversification des produits alimentaires proposés, non seulement du lait pasteurisé ou du lait fermenté, mais aussi du yaourt et du fromage (**Boudjenah et al., 2011 ; Ahmed, 2011**).

A noter que le lait de chamelle lyophilisé, était produit par la technologie laitière, par contre celui stérilisé “UHT” est techniquement difficile à produire vu le manque de stabilité thermique du lait de chamelle durant le procédé industriel (Laleye *et al.*, 2008).

Le lait de chamelle est réputé pour sa qualité diététique et médicinale, c’est un lait hypo-allergène (Shabo *et al.*, 2005), riche en acides gras insaturés (Konuspayeva *et al.*, 2008) ; ayant des propriétés tonifiantes vue sa richesse en vitamine C (Farah *et al.*, 1992) ; il a également des propriétés antidiabétiques (Agrawal *et al.*, 2005) et anti-infectieuses (El Sayed *et al.*, 1992). Ces qualités associées à sa relative rareté, font du lait de chamelle un produit coûteux.

I.1.3. La composition du lait de chamelle

Des travaux antérieurs ont montré que le lait de chamelle est plus pauvre en matière sèche et en matière protéique que celui de la vache, ce qui peut être due au type d’alimentation des animaux et aux conditions environnementales, ainsi qu’au stade de lactation (Sboui *et al.*, 2009). La composition du lait de chamelle a été considérée comme la moins stable comparée à celle des autres espèces. La variation de la composition du lait de chamelle peut être attribuée à plusieurs facteurs, comme la localisation géographique, la qualité de pâturage, la race de l’animal, le stade et le rang de lactation (Souid *et al.*, 2013).

- **Les protéines**

La teneur du lait de chamelle en protéines varie entre 27g/l et 40g/l. Le rapport entre les protéines de lactosérum et la caséine est de 0,4 (les protéines de lactosérum sont hypoallergéniques en les comparant à la caséine, avec une digestion rapide et une meilleure absorption) qui sont plus élevés que celui du lait de vache qui est de 0,2 (Kappeler, 1998). La teneur moyenne en caséine et en protéines lactosériques dans un litre du lait de chamelle varie, respectivement, entre 1,9% et 2,3% et entre 0,7% et 1,0% (Farah, 1996 ; Merzouk *et al.*, 2013) ; ce qui le rend une source importante de protéines, d’énergie pour les habitants du désert (Yagil *et al.*, 1998 ; Kappeler, 1998 ; Azza *et al.*, 2007).

- **La matière grasse**

La teneur du lait de chamelle en matière grasse est plus faible que celle du lait de vache. La matière grasse du lait de chamelle est sous forme de globules gras de très petites tailles (de 1,2µm à 4,2µm), elles restent en suspension même après 24 heures de repos du lait, contrairement à celles du lait de vache. Par ailleurs, la matière grasse du lait de chamelle apparaît liée aux protéines, ce qui explique la difficulté de baratter le lait de chamelle afin d’obtenir du beurre, en outre sa teneur en acide gras insaturés et en acide gras volatiles est plus importantes que celle du lait de vache (Chethouna, 2011).

- **Les vitamines**

Le lait de chamelle contient moins de vitamines que le lait de vache (**Sawaya et al., 1984 ; Farah et al., 1992 ; Mehaia, 1994**). Par contre, il se distingue par sa richesse en “vitamine C”, ayant une teneur qui peut atteindre 37,4 mg/l, supérieure à celle du lait de bovin et celle du lait humain (**Farah et al., 1992**). A l’instar du lait bovin et humain, le lait de chamelle contient peu de “vitamine B12” et le taux en “vitamine A” varie en fonction du régime alimentaire.

- **Les glucides**

Le lactose est le glucide majoritairement présent dans le lait de chamelle (**Mahboub et al., 2012**). C’est le constituant le plus rapidement ciblé par les microorganismes, qui le transforme en acide lactique. Le lait de chamelle contient environs 4,8% du lactose, sa teneur varie entre 2,5 et 5,6%. Elle varie légèrement durant la période de lactation (**Mahboub et al., 2012**).

- **L’eau**

La teneur du lait de chamelle en eau, varie en fonction de sa disponibilité dans l’alimentation de l’animal. Pendant la période de sécheresse, elle atteint sa valeur maximale (91%). D’une manière générale, elle est présente dans le lait en quantité suffisante pour couvrir les besoins du chamelon (**Siboukeur, 2011**).

- **Les sels minéraux**

La composition minérale du lait de chamelle (**tableau 1**) est plus riche en éléments minéraux (Ca, Mg, Na, et K) que celle du lait de vache (**Sbouï et al., 2009**). La densité du lait de chamelle variée de 1,026 à 1,035 ; le pH est entre 6,2 et 6,5 (**Kula, 2016**).

Tableau 1 : Une comparaison de la composition minérale du lait de chamelle et celle du lait de vache (**Kula, 2016**).

Type du lait	Les sels minéraux					
	Na	K	Ca	Mg	Zn	Cu
Lait de chamelle (g/l)	0,47	0,43	1,65	0,07	0,02	0,3
Lait de vache (g/l)	0,43	1,50	1,00	0,07	0,02	0,23

Na : sodium ; K : potassium ; Ca : calcium ; Mg : magnésium ; Zn : zinc ; Cu : cuivre.

I.1.4. Les propriétés organoleptiques

Le lait de chamelle est de couleur blanche opaque avec une légère odeur sucrée et un goût vif et parfois salé. La couleur du lait est due à sa teneur importante en matière grasse ; alors que les changements de goût sont dus au type de fourrage et à la disponibilité d'eau (**Kula, 2016**).

I.1.5. Les propriétés nutritionnelles

Le lait de chamelle présente des teneurs importantes et équilibrées en nutriments de base. Sa matière grasse est caractérisée par une richesse en acide gras mono-insaturés à longue chaîne (acide stéarique et oléique).

Le lactose est le sucre principal dans le lait. Le lait de chamelle contient des teneurs importantes en vitamines et en minéraux qui font de lui un véritable aliment à finalité diététique (Siboukeur, 2012).

I.1.6. La qualité microbiologique du lait de chamelle

Divers microorganismes peuvent être retrouvés dans le lait de chamelle cru, les plus présents sont les bactéries, les levures, les moisissures, les virus et divers protozoaires. Ils diffèrent notamment par leur taille et leur niveau de complexité (Laithier *et al.*, 2012). La répartition de ces microorganismes, se fait selon leur importance, ainsi on trouve deux grandes classes : la flore indigène et la flore contaminante (Lapointe-Vignola, 2002).

A. La flore indigène

C'est l'ensemble des microorganismes retrouvés dans le lait dès sa sortie des glandes mammaires, dont la flore mésophile est la plus abondante. Ces microorganismes sont influencés par l'alimentation de l'animal, et spécifique à sa race (Lapointe-Vignola, 2002).

B. La flore contaminante

La flore contaminante est l'ensemble des microorganismes additionnés accidentellement au lait, allant de la collecte jusqu'à la consommation (Lapointe-Vignola, 2002). Dans la flore contaminante, on trouve "une flore d'altération" responsable de détérioration de la qualité gustative et olfactive du produit laitier. Les principaux genres responsables d'altération sont *Pseudomonas sp.*, *Proteus sp.*, *Escherichia*, *Enterobacter*, *Bacillus sp.*, *Clostridium sp.*, et certaines levures et moisissures (Lapointe-Vignola, 2002). Autres microorganismes, considérés comme "pathogènes", responsables de toxi-infections alimentaires, sont *Salmonella sp.*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, *Yarcinia enterocolitica*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni*, *Shigella sonnei* et certaines moisissures (Lapointe-Vignola, 2002).

I.1.7. Propriétés thérapeutiques et médicinales

Le lait de chamelle est apprécié traditionnellement pour ses propriétés anti-infectieuses, anticancéreuses et antidiabétiques. Une partie de ces propriétés ont été attestées par de nombreuses études. Le lait de chamelle présente des propriétés immunostimulantes ayant un rôle dans le contrôle des processus tumoraux (Yagil et Van Creveld, 2000).

L'amélioration du statut glycémique des diabétiques traités avec du lait de chamelle serait due, à leur contenance d'une quantité non négligeable d'insuline (52 UI/l) l'équivalent de 1.8044 mg/l. Cependant, l'insuline présent dans le lait de chamelle, résiste à l'acidité de tractus digestif, et ainsi il se retrouve intacte dans l'intestin où il sera absorbé, par contre l'insuline présent dans le lait d'espèces bovine ou ovine, est neutralisé au niveau de l'estomac sous l'effet d'acidité (Agrawal *et al.*, 2005).

I.2. La boisson lactée

I.2.1. Généralités sur la boisson lactée

Le jus lacté est une boisson à base du concentré de fruits auquel on ajoute du lait écrémé en poudre, additionné de sucre et de stabilisants. Outre la valeur nutritionnelle qu'il apporte (protéines du lait et vitamines du jus) (Codex STAN 247, 2005).

I.2.2. Intérêts technologiques et économiques du mélange lait/ jus de fruits

Ce mélange de différents ingrédients offre un produit nutritif et sain vue sa composition en éléments fonctionnels, il présente également des caractéristiques gustatives appréciées par le consommateur (Djouadi et Chekroune, 2013). La boisson lactée est un produit innovant par rapport à la technologie de conception employée, par rapport aux types des mélanges préparés en utilisant une gamme variée d'ingrédients. Ainsi, l'acidité du jus de fruit est adoucie par l'incorporation de lait, cela permet d'avoir un produit fini avec une texture homogène, et une qualité organoleptique équilibrée et appréciée. Le jus, le concentré ou la pulpe de fruit utilisée dans la préparation de la boisson lactée, est obtenu par des procédés adaptés permettant de conserver les caractéristiques organoleptiques, ainsi que la composition nutritionnelle de cet ingrédient, une fois additionné au lait (Codex STAN 247, 2005).

I.2.3. Intérêts nutritionnels et thérapeutiques de la boisson lactée

La valeur nutritionnelle d'une boisson est déterminée par la qualité de sa composition et par la diversité des ingrédients naturels incorporés. L'addition de jus de fruit dans la préparation de la boisson offre une composition nutritionnelle riche en vitamines, en minéraux et en pigments naturels tel que les flavonoïdes, ayants des propriétés anti-oxydantes recherchées vue leur rôle dans la prévention de certaines maladies.

De l'autre côté, le lait est un édifice physicochimique d'une grande complexité comprenant plus de cinquante constituants. Aliment indispensable à la croissance, l'intérêt nutritionnel du lait tient à la qualité de ses protéines en raison de leur profil d'acides aminés, de ses lipides, de ses vitamines et de ses minéraux, en particuliers sa richesse en calcium. Ce mélange de jus et de lait, étant agréable, rafraichissant et riche en eau avec de faible valeur

énergétique, fourni une composition nutritionnelle et fonctionnelle très riche (**Djouadi et Chekroune, 2013**).

I.2.4. La procédure de la préparation industrielle de la boisson lactée

La boisson lactée, est préparée selon le diagramme présenté dans la **figure 1**. La procédure de sa préparation est détaillée ci-dessous :

A. Le mélange des ingrédients

Une fois que le lait est standardisé (si besoin) ; le jus ou la pulpe de fruit est extraite. Ainsi, la préparation de la boisson lactée est entamée, les d'ingrédients sont incorporés et le pH de mélange est compris entre 2,4 et 3,9 ; ce qui confère un goût agréable au mélange. Un prétraitement thermique de la préparation était fait à 30°C sous une agitation en continue, afin d'assurer une bonne homogénéisation ainsi qu'une bonne dissolution des ingrédients à savoir le sucre, le lait, de la pectine, ainsi que le concentré/le jus ou la pulpe de fruit (**Benchabane et al., 2012**).

B. Le traitement thermique

Après l'obtention d'une préparation homogène, cette dernière est pasteurisée à une température comprise entre 70°C et 85°C pendant 5 à 20 secondes, avant de la refroidir rapidement. Le contrôle de couple : température de traitement thermique/temps de traitement, est important pour une pasteurisation efficace, produisant une boisson avec une qualité hygiénique sûr, tout en gardant ses caractéristiques organoleptiques. Ce traitement thermique se fait sous une agitation ininterrompue pour éviter tout dépôt de particules au fonds de la cuve de pasteurisation (**Benchabane et al., 2012**).

C. Refroidissement

Le refroidissement doit être rapide et sous agitation jusqu'à l'atteinte d'une température inférieure à 10°C, le produit ainsi obtenu est conservé à 4°C (**Benchabane et al., 2012**).

D. Conditionnement

Le contenant d'un aliment est le premier élément de produit ayant un contact avec le consommateur. Il protège l'aliment, lui permet une plus longue durée de conservation (**Gosta, 1995**). Le contenant de l'aliment utilisé est opaque, imperméable au gaz, à l'eau et à la lumière, sans saveur ni odeur. Le produit fini est mis dans des pots scellés, et entreposé dans un réfrigérateur à 4°C, à l'abri de la lumière jusqu'à sa caractérisation (**Benchabane et al., 2012**).

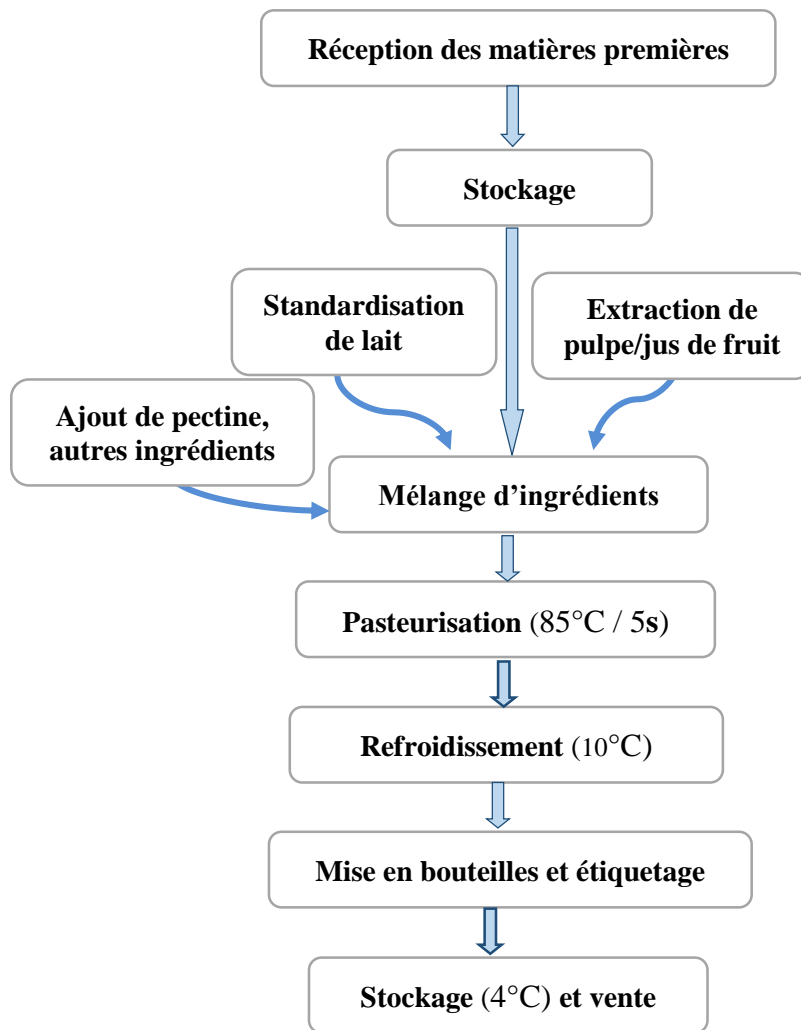


Figure 1 : la procédure de la préparation de la boisson lactée.

I.2.5. La stratégie d'innovation

Confrontées à des enjeux économiques considérables, les sociétés productrices se livrent une compétition féroce à une échelle continentale pour gagner des parts de marché. L'innovation constitue l'un des outils stratégiques majeurs pour séduire le consommateur (industriel ou grand public) et améliorer ainsi la rentabilité de l'entreprise. Par ailleurs, l'apparition de plus en plus d'une réglementation plus rigoureuse renforce encore ce besoin d'innovation et conduit à un rythme d'évolution rapide de nouveaux produits tant au niveau de leurs constitutions qu'au niveau des procédés utilisés pour leur préparation (**Aubry et Schorsch, 1999**).

I.2.6. La planification expérimentale en agroalimentaire

Pour améliorer un produit existant sur le marché, ou pour créer un nouveau, l'industrie agroalimentaire accorde de plus en plus une place importante à l'organisation des essais expérimentaux. La démarche traditionnelle pas à pas était basée sur le savoir-faire et le bon sens de l'expérimentateur. Cela engendrait de nombreux essais et un temps considérable pour atteindre parfois des résultats difficilement exploitables (**Sabre, 2006**). Cependant, les exigences du client sur le plan qualité et goût d'une part, et la course des entreprises vers des réductions des coûts de développement d'autre part, nécessitent l'utilisation d'une approche scientifiquement rigoureuse, qui est "les plans d'expériences" (**Sabre, 2006**).

I.2.7. Généralités sur les plans d'expériences

Un plan d'expérience consiste en une mise en œuvre organisée d'un ensemble d'unités expérimentales de manière à révéler les effets de différents traitements (**Giroux et Girard, 2009**). La méthode expérimentale choisie doit faciliter l'interprétation et l'exploitation des résultats, et minimiser le nombre des essais sans toutefois sacrifier la qualité des résultats attendus. L'objectif principal se résume en "obtenir un maximum d'information avec un minimum d'expérience" (**Tinsson, 2010**), et ainsi de répondre aux questions posées en proposant des méthodes mathématiques permettant d'organiser un nombre réduit d'essais dont les résultats sont exploitables (**Sabre, 2006**).

Il consiste à faire varier simultanément les niveaux d'un ou de plusieurs facteurs, qui sont des variables discrètes ou continues, à chaque essai (**Faucher, 2006**).

Il existe plusieurs types de plans d'expérience, qui peuvent être toutefois regroupés en grandes familles, les suivantes :

- **Les plans factoriels complets ou fractionnaires à deux niveaux ;
- **Les plans factoriels à plus de deux niveaux ;
- **Les plans en blocs complet ou incomplets ;
- **Les plans de surface de réponse ;
- **Les plans de mélange ;
- **Les plans optimaux.

Chacun de ces plans, diffère selon ses propriétés, permet de résoudre certains problèmes particuliers. On peut cependant diviser les plans d'expériences en deux grandes catégories :

- Les plans pour étudier (estimer et comparer) les effets des paramètres.
- Les plans pour résoudre les paramètres afin d'atteindre un optimum (**Faucher, 2006**).

I.2.7.1. Le plan de mélange

Les facteurs d'étude des "plans de mélanges" sont les proportions des constituants du mélange. Or, ces constituants ne sont pas indépendants les uns des autres. La somme des proportions d'un mélange est toujours égale à "un" ou à "100%". La proportion du dernier constituant est imposée par la somme de la proportion de premier composé. C'est la raison pour laquelle "les plans de mélanges" sont traités à part. Ils sont caractérisés par de nombreuses contraintes qui peuvent peser sur le choix des proportions des constituants.

Par exemple, la proportion d'un produit doit être au moins de " $x \%$ ", ou ne peut excéder une valeur donnée. En fonction de ces contraintes la planification de l'étude est modifiée et elle doit être adaptée à chaque cas (**Goupy, 2000**).

Si l'on note " x_i " la proportion de constituant " i ", la somme des proportions de tous les constituants du mélange doit satisfaire à la relation :

$$\sum_{i=1}^{i=n} x_i = 100\%$$

La proportion de chaque constituant est comprise entre 0 et 100 % (ou 0 et 1). Lorsqu'on augmente la proportion de l'un des constituants, la proportion des autres diminue pour que la somme de toutes les teneurs reste égale à "un" ou à "100%".

⇒ La Conception de “Extreme Vertices Design–le Polyèdre Convexe”

La conception d’un plan de mélange “Extreme Vertices”, formalisé pour la première fois par (McLean et Anderson, 1966), c’est un système de contraintes défini par des contraintes individuelles explicites, inférieures et supérieures, qui affectent les variations des proportions des constituants. Ainsi, le mélange couvre uniquement une sous-partie ou un espace plus petit dans le domaine expérimental (Wangkananon *et al.*, 2018).

⇒ La représentation géométrique des mélanges

Un triangle équilatéral est utilisé pour représenter “un plan de mélange” appliqué pour un produit contenant trois constituants. Les produits purs sont aux sommets du triangle équilatéral. Les mélanges binaires sont représentés par les côtés du triangle.

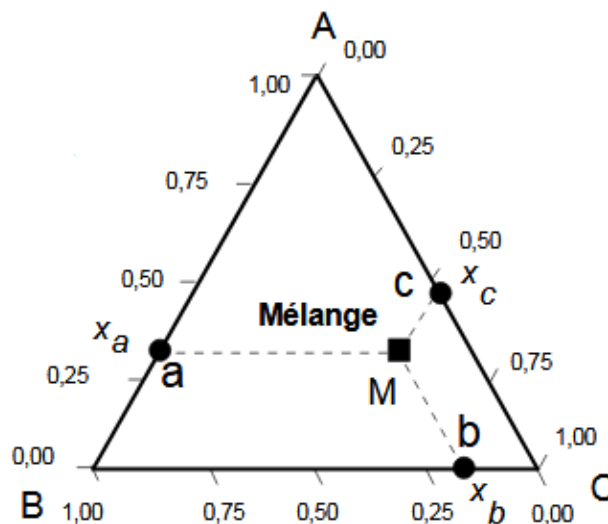


Figure 2 : Représentation des mélanges à trois constituants à l’aide d’un triangle équilatéral (Goupy, 2006).

Chaque côté de triangle équilatéral est gradué de 0 à 1. Le côté “AB” est gradué pour “le produit A” ; le côté “BC” est gradué pour “le produit B”, et le côté “CA” est gradué pour “le produit C”. Un point “M” dans le domaine expérimentale représente un mélange ternaire. Les compositions de chaque produit se lisent sur les coté de triangle (Goupy, 2006).

⇒ Modèles mathématiques des plans de mélanges

Les modèles mathématiques appliqués aux plans de mélanges prennent en compte la contrainte fondamentale des plans de mélanges (Goupy, 2006). Dans le présent travail, le modèle mathématique utilisé pour le mélange à trois constituants est de deuxième degré.

$$y = b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3$$

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Ce présent travail réalisé dans le laboratoire pédagogique de département de Biochimie et de Microbiologie ; est fondé sur la préparation d'une boisson lactée à base de lait de chamelle. Une optimisation de formulation à été réalisée en appliquant "des plan de mélanges", qui est l'un de plusieurs types "des plans d'expériences" ; ainsi les propriétés physico-chimiques et microbiologiques des boissons préparés ont été évaluées. L'optimisation de formulation consiste à la préparation des boissons lactées avec différentes proportions d'ingrédients qui sont, le lait de chamelle, la pectine extraite de pomme verte, le jus d'orange et le sirop de datte. En appliquant "le plan de mélange", une contrainte de préparation s'impose à savoir, la somme des proportions de tous les composants est toujours égale à "un" ou "100%".

Le modèle "Extreme Vertices-Polyèdre Convexe" étant un parmi plusieurs modèles de "plans des mélanges" était appliqué, lui aussi implique des limites inférieure et supérieure dans le domaine expérimentale. Six recettes (formules) avec de différentes proportions d'ingrédients, ont été préparées. Les boissons, une fois préparées et caractérisées en suivant des analyses physico-chimiques et microbiologiques, sont conservées à 4°C. Une étude d'effet de la conservation sur les propriétés physico-chimiques et microbiologiques de la boisson lactée était réalisée selon deux points de contrôles fixés, le premier était "cinq jours après la préparation (+5J)", et le deuxième était de "quinze jours après la préparation (+15J)" des boissons.

II.1. La contrainte fondamentale des plans de mélanges

“Les plans des mélanges” s’appliquent dans le domaine agroalimentaire, dans le cas de formulation de produit à base de trois constituants ou plus. Dans la présente étude, soit “ X_1 ” est la proportion du premier constituant (jus d’orange), “ X_2 ” est la proportion du second constituant (lait de chamelle). “ X_3 ” est la proportion de troisième ingrédient (pectine / sirop de datte). L’ensemble des constituants, cités, du mélange est égale à “un” ou “100 %”. Pour tenir compte de la contrainte fondamentale des mélanges un triangle équilatéral est utilisé, et les ingrédients sont aux sommets du triangle équilatéral (**figure 3**).

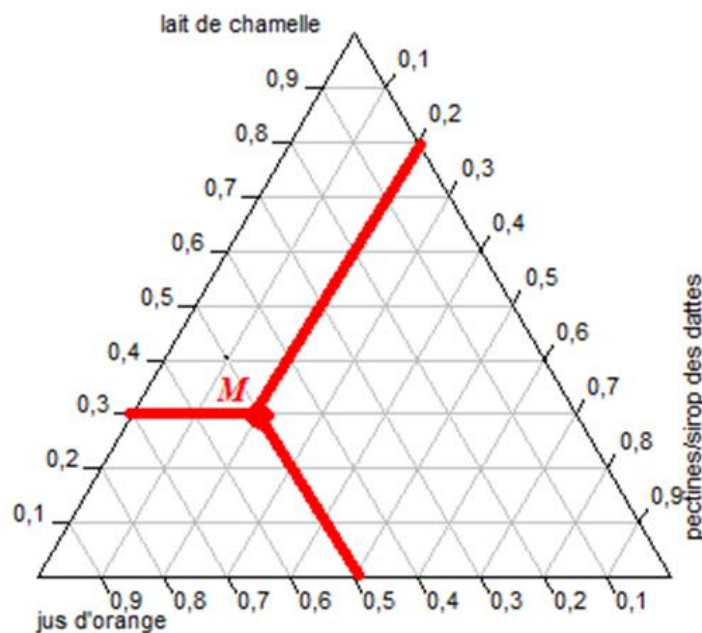


Figure 3 : Un exemple de triangle équilatéral représentant une formule de boisson lactée à base des trois ingrédients utilisés.

L’équation linéaire de modèle mathématique du mélange est la suivante :

$$\sum_{i=1}^{i=n} x_{\text{jus d'orange}} + x_{\text{lait de chamelle}} + x_{\text{pectine et sirop des dattes}} = 1$$

II.2. Collecte du lait

Le lait de chamelle utilisé dans la préparation de la boisson lactée, était collectée au niveau de la région de “Boussaâda-Maarif” de la wilaya de M’sila. Le lait est transportés aussitôt au laboratoire dans une glacière, puis conservés à 4°C jusqu’à son utilisation.

II.3. Les analyse microbiologique de la matière première –lait de chamelle– et de la boisson lactée préparée

a) La matière première –le lait de chamelle

L'analyse microbiologique du lait, réalisée dès son arrivé au laboratoire, permet de vérifier la présence des microorganismes (**tableau 2**), leur nombre et leur pré-identification dans le lait, qui sont des facteurs révélant la qualité hygiénique de produit collecté. Elle indique également si l'animal producteur du lait est en bon état de santé, et si la traite a été faite dans des conditions hygiéniques.

b) La boisson lactée préparée

L'analyse microbiologique des produits alimentaires est indispensable pour vérifier et assurer une bonne qualité hygiénique de produit une fois consommé.

L'analyse microbiologique de la matière première (lait de chamelle) et de la boisson lactée, à était réalisée, au laboratoire. L'analyse est entamée par la préparation d'une série de déluitions ; en prélever 1ml d'échantillon (lait ou boisson lactée), mélangé avec 9ml d'eau physiologique, est ainsi la première dilution 10^{-1} est obtenue. Ainsi la préparation des dilutions continue jusqu'à l'obtention de la dilution 10^{-4} . La préparation les dilutions était effectuée dans des conditions aseptiques.

Tableau 2 : Les microorganismes recherchés dans le lait de chamelle et dans la boisson lactée et leurs milieux d'ensemencement, ainsi que leurs durées d'incubation.

Milieu utilisé	Bactérie recherché	Ensemencement	Incubation (heures/°C)	
			Durée	Température
PCA	Flore aérobie mésophile totale (FAMT)	Profondeur	48	30
VRBL	Coliformes totaux (CT)	Profondeur	24	37
Chapman	Staphylococcus aureus	Surface	48	37
Désoxychocolate	Coliformes	Surface	48	37
VRBG	Entérobactérie	Profondeur	24	37
Hektoen	Entérobactérie pathogènes (salmonelle)	Surface	48	37
Viande Foie	Clostridium Sulfito-réducteur	Profondeur	48	46
OGA	Levures et moisissures	Profondeur	120	25

II.4. La préparation des ingrédients

A. La préparation de la pectine

La pomme verte était utilisée dans ce travail, pour extraire de la pectine qui joue le rôle d'un agent stabilisant entre les deux phases de la boisson lactée, à savoir le jus d'orange et le lait de chamelle.

1kg de pommes lavées, coupées en petits cubes est trempées dans 1 litre d'eau en entier (sans épluchage et sans enlever les pépins), le mélange est apporté à ébullition. Après, les morceaux de pommes ont été cuits à feu moyen jusqu'à ce qu'ils soient sous forme de compote.

Dans la suivante étape, l'eau de cuisson a été récupérée suite à une filtration à travers un linge propre, sans application de pression sur les morceaux de pommes cuits.

Après 24 heures de filtration, l'eau de cuisson récupérée contenant de jus de pommes ; était bouillie de nouveau, puis 120ml de jus citron lui-était ajouté. Cependant le mélange était ramené à ébullition jusqu'à qu'il soit épais (après environ 20 minutes d'ébullition). Ainsi la pectine est obtenue. Le rendement d'extraction de la pectine est assez faible, sachant que pour 1kg de pomme utilisée, que 100ml à 150ml de pectine est obtenue au final.

B. La procédure de la préparation de sirop de datte

Le sirop de datte utilisé dans la formulation de la boisson lactée, était préparé en suivant la figure 4, ci-dessous.

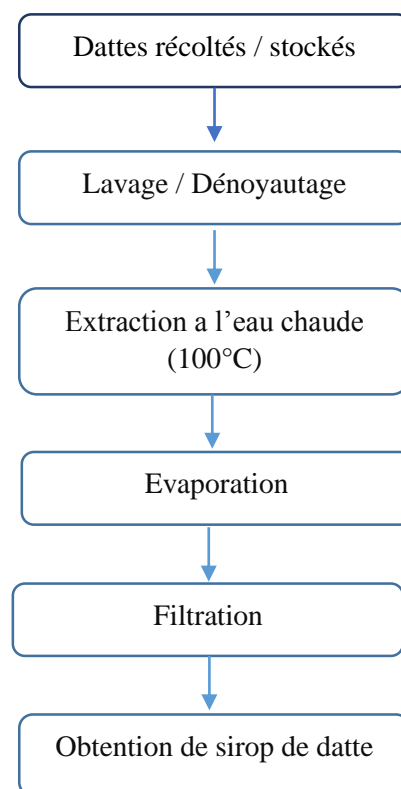


Figure 4 : Les étapes de préparation traditionnelle du sirop de datte.

II.5. La procédure de la préparation de la boisson lactée

Après avoir assuré la présence de propres conditions de travail, le lait de chamelle avait été réchauffé à une température comprise entre 35°C et 40°C, en utilisant un montage adapté à la préparation (**figure 5**). Ensuite, le lait était filtré puis refroidi à la température ambiante. L'étape suivante, consistait à l'ajout de la pectine au lait refroidi sous agitation pour homogénéisation, après le mélange est chauffé jusqu'à 74°C (**figure 6**).

Dans la dernière étape de jus d'orange pressé et frais est ajouté au mélange précédant sous agitation, avec application immédiat d'un traitement thermique jusqu'à l'atteinte d'une température à cœur de la préparation de 91°C, ainsi cette température était maintenue durant 25 minutes pour pasteuriser la préparation. La boisson lactée préparée est refroidie puis filtrée.



Figure 5 : Le montage présentant le procédé utilisé pour la préparation de la boisson lactée.

Les étapes de la préparation de la boisson lactées sont résumées dans la **figure 6**, ci-dessous.

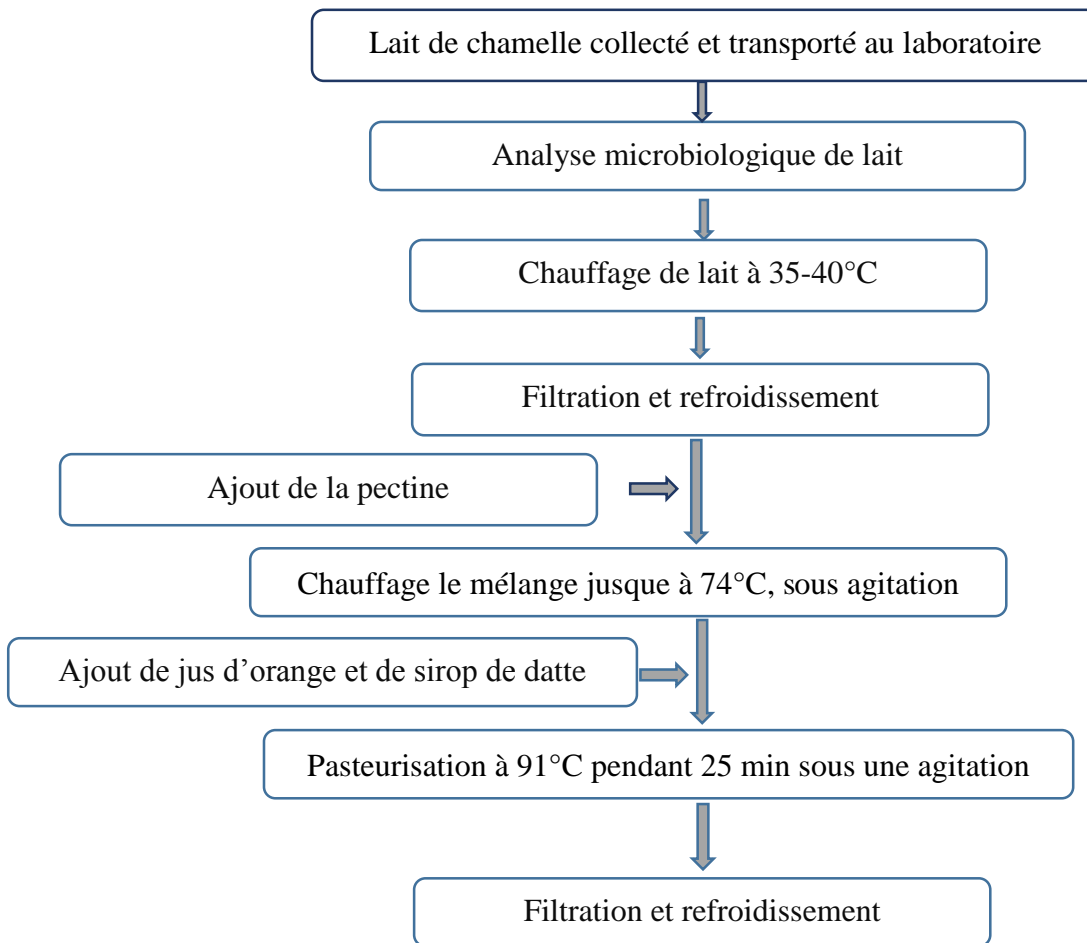


Figure 6 : Schéma illustrant les étapes de la préparation de la boisson lactée.

Une partie des boissons lactées formulées (six formules à différentes proportions d'ingrédients ont été réalisées) a été soumise à une évaluation physico-chimique et microbiologique juste après leur préparation pour chaque formulation, le reste des boissons était répartie dans trois flacons en verre ambrés pour chaque formule (chaque flacon contenait 100ml de boisson), ces derniers seront conservés dans un réfrigérateur à 4°C. Ensuite des analyses physico-chimiques et microbiologiques vont être appliqués aux boissons conservées selon deux points de contrôles fixés, le premier était “cinq jours après la préparation (+5J)”, et le deuxième était de “quinze jours après la préparation (+15J)” des boissons.

Les six formulations de boissons lactées, à différentes proportions d'ingrédients, étaient préparées en appliquant “un plan de mélange” sous contrainte qu'est “Extreme Vertices-Polyèdre Convexe”, à l'aide de logiciel JMP (SAS, 2008) sont indiquées dans le **tableau 3**, ci-dessous.

Tableau 3 : Les proportions des six formules de boissons lactées préparées, proposées en appliquant le plan de mélange “Extreme Vertices-Polyèdre Convexe”.

Formulation	Les limites inférieures et supérieures fixées des proportions		
	Jus d'orange (0,4-0,8)	Lait de chamelle (0,3-0,5)	Pectine / sirop de datte ¹ (0,1-0,3)
Formule N°1	0,4	0,3	0,3
Formule N°2	0,4	0,5	0,1
Formule N°3	0,6	0,3	0,1
Formule N°4	0,5	0,4	0,1
Formule N°5	0,5	0,3	0,2
Formule N°6	0,4	0,4	0,2

¹Le sirop de datte représente 1/3 du mélange pectine/sirop de datte.

Les quantités d'ingrédients utilisés dans la préparation de 300ml de la boisson lactée, pour chaque formule en suivant les proportions proposées par le plan de mélange, présentés dans le **tableau 3**, sont dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4 : Les quantités d'ingrédients utilisés dans la préparation de 300ml de boisson lactée, pour chaque formule.

Formulation	Les formules avec les proportions réalisées pour 300ml			
	Jus d'orange (ml)	Lait de chamelle (ml)	Pectine / Sirop de datte (ml)	
Formule N°1	120	90	60	30
Formule N°2	120	150	20,10	9,90
Formule N°3	180	90	20,10	9,90
Formule N°4	150	120	20,10	9,90
Formule N°5	150	90	40,20	19,80
Formule N°6	120	120	40,20	19,80

II.6. Les analyses physico-chimiques de la matière première et de la boisson lactée

L'étude physicochimique était réalisée pour la matière première (le lait de chamelle) ainsi que pour le produit fini (la boisson lactée). Cette analyse était effectuée afin de vérifier la stabilité du produit, après la préparation et au cours de la conservation à 4°C et afin de garantir les caractéristiques organoleptiques souhaitées de ce produit.

II.6.1. Le taux d'humidité et taux de cendre

A. Taux d'humidité

Le taux humidité a été déterminé selon le protocole suivant : une quantité de 2g de boisson lactée était séchée dans une étuve ventilée à $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ jusqu'à l'obtention d'un poids constant. Les résultats exprimés en pourcentage, sont calculés selon la formule suivante :

$$\text{Taux d'humidité (\%)} = \frac{P_f - P_s}{P_f - P_0} \times 100$$

D'où :

P₀ : poids de creuset vide (g).

P_f : poids de creuset contenant l'échantillon, avant séchage (g).

P_s : poids de creuset contenant l'échantillon, après séchage (g).

B. Taux des cendres

Les cendres totales sont le résidu de composés minéraux qui reste après l'incinération d'un échantillon contenant des substances organiques d'origine animale, végétale ou synthétique (Salghi, 2006). Le taux des cendres est évalué selon la méthode décrite par (Leterme *et al.*, 2006).

La matière sèche obtenue après déshydratation d'un produit est composée de substances minérales, mais aussi de substances organiques. Il s'agit de molécules complexes constituées majoritairement des éléments C, H, O et N.

Un traitement thermique à 500°C durant 2 heures dans un four à moufle était appliqué pour l'échantillon déshydraté récupéré après la réalisation de test d'humidité, ainsi une destruction et une élimination totale de la matière organique été faite. Il reste ainsi dans le creuset que les sels minéraux sous forme de cendres blanchâtres. Le creuset récupéré était pesé **masse (P_{s'})**.

Les résultats exprimés en pourcentage, sont calculés selon la formule suivante :

$$\text{Taux des cendre (\%)} = \frac{P_{s'} - P_0}{P_f - P_0} \times 100$$

II.6.2. Mesure du potentiel d'hydrogène (pH)

La mesure de pH était réalisée selon la méthode décrite par (Dutta *et al.*, 2006) en utilisant un pH mètre. Une prise d'essai de 25ml de boisson lactée était bien homogénéisée, ensuite l'électrode était plongée dans l'échantillon de la boisson lactée ; après stabilisation de la valeur affichée sur le pH-mètre, on note la valeur obtenue. La mesure est faite en trois essais pour chaque recette.

II.6.3. Dosage de l'acidité titrable

Le dosage de l'acidité, consiste à doser l'acide lactique avec la soude (NaOH), en présence de phénolphtaléine comme un indicateur coloré ayant un point de virage de couleur en rose pâle à un pH de 8,2 selon la réaction suivante :



Acide lactique Soude Lactate de soude Eau

Le dosage de l'acidité ; consiste à ajouter quelques gouttes de phénolphtaléine (1%) à 10ml d'échantillon de boisson lactée, centrifugé préalablement à 2500 tours/minutes pendant 5 minutes ; le mélange est immédiatement titré par la solution de NaOH (0,1N) jusqu'à l'apparition d'une couleur rose pâle, et le volume équivalent correspond au volume de NaOH utilisé pour titrer la totalité d'acide lactique présent dans l'échantillon.

L'acidité titrable est calculée selon (Friedrich, 2001), à partir l'équation suivant :

$$\text{Acidité titrable} \left(\frac{\text{g}}{100\text{ml}} \right) = \frac{(V)(N)(\text{meq. wt})}{1000}$$

Ou :

V : Volume du NaOH utilisé pour le titrage ;

N : Normalité de la solution NaOH (0,1N) ;

Meq.wt : Coefficient du standard (il est de 64 pour l'acide citrique).

II.6.4. Dosage de la teneur en protéine

La teneur de la boisson lactée en protéines solubles était évaluée par la méthode colorimétrique de “Bradford” par l’absorption du colorant “bleu de Coomassie”. Ce réactif rouge/brun à l’état libre est convertie en forme bleue caractéristique du complexe formé entre les groupements NH_3^+ des protéines et ceux de réactif (**Bradford, 1976**).

0,1ml d’échantillon de la boisson lactée était prélevé, ensuite 2ml de réactif de bleu de Coomassie (0,1N) était ajouté à l’échantillon, suivit d’une agitation.

Ensuite, le mélange réactionnel était mit à l’obscurité durant 30 minutes, suivis par la lecture de son absorbance à 612nm. Une courbe d’étalonnage servant de référence, préparée dans les mêmes conditions réactionnel est réalisée avec le sérum d’albumine de l’œuf et les résultats sont exprimés en mg équivalent d’albumine pour 100ml de boisson lactée.

II.6.5. Dosage de la teneur en matière grasse

La teneur de la boisson lactée en matière grasse était évaluée selon la méthode gravimétrique de Röse-Gottlieb (**Laiterie, 1958**).

En premier, l’échantillon de la boisson lactée était mélangé soigneusement pour une bonne répartition de la matière grasse, un prétraitement à 40°C peut être appliqué. Après l’échantillon sera refroidi.

10ml d’échantillon de la boisson lactée bien homogène est introduit dans un bêcher, suivait d’ajout de 2ml d’ammoniaque. Une fois que la préparation était soigneusement mélangée, elle est introduite dans une ampoule à décanter. Ensuite 10ml d’alcool éthylique est ajouté au mélange et l’ampoule à décanter était scellée par un bouchon de liège pour mélanger le contenu.

L’étape suivante consistait à l’ajout de 25ml d’éther éthylique, suivait d’un mélange manuel de la préparation tout en évitant la formation de mousse. Ensuite 25ml d’éther de pétrole est introduit dans l’ampoule à décanter et le tout était mélangé de nouveau, en le secouant et en le renversant à plusieurs reprises.

Ensuite, le mélange obtenus était laissé au repos durant 2 heures au moins, jusqu’à ce que la couche de l’éther/éther de pétrole soit complètement séparée de la couche aqueuse.

Après avoir décanté, la totalité de la partie inférieure, la couche supérieure était récupérée et pesée (m_1). La manipulation sera ainsi répétée jusqu’à épuisement.

Le contenu de la matière grasse récupérée, est ensuite évaporé dans un bain marie à 77°C puis à 100°C. Après évaporation de solvants utilisés, le contenu était séché dans une étuve à 105°C durant 15min, pour une évaporation totale.

Au final le contenu était refroidi et pesé (m_2).

La teneur de la boisson lactée en matière grasse était déterminée selon la relation suivante (Laiterie, 1958) :

$$L(\text{g/l}) = \frac{(m_2 - m_1) \times 1000}{10}$$

Où :

L : teneur en matière grasse (g/l).

m₁ : poids du bêcher vide,

m₂ : poids du bêcher après évaporation.

10 : prise d'essai de la boisson lactée (10 ml).

II.6.6. Dosage de la teneur en caroténoïdes

La méthode utilisée pour l'extraction des caroténoïdes est celle décrite par (Meléndez-Martínez *et al.*, 2007). Les caroténoïdes sont extraits à partir de 5ml de boisson lactée, homogénéisée avec 5ml d'hexane. Le mélange était centrifugé à 3000 tours /minutes pendant 30min. Après le surnageant était récupéré et ainsi l'extrait est prêt pour le dosage.

L'absorbance de l'extrait était mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre à 450nm et la teneur en caroténoïdes est exprimée en mg équivalent de β-carotène pour 100ml de la boisson lactée, en se référant à la courbe d'étalonnage décrite dans l'annexe.

II.6.7. Dosage de la teneur de vitamine C

La teneur en vitamine C de la boisson lactée été déterminée par la méthode spectrophotométrique ; en utilisant du permanganate de potassium. L'absorbance est mesurée à 530 nm. (Elgailani *et al.*, 2017).

0,1ml de la boisson lactée était prélevé et transféré dans un tube à essai, en présence de 10ml de KMnO₄ (100µg/ml). Le contenu est ainsi bien mélangé et laissé au repos pendant 5minutes. Ensuite la lecture de l'échantillon a été fait à 530nm (Elgailani *et al.*, 2017).

Une courbe d'étalonnage de l'acide l'ascorbique a été établie dans des conditions similaire que celles de l'échantillon et les résultats sont exprimés en mg équivalant d'acide ascorbique pour 100ml de la boisson lactée.

II.7. Analyses statistiques des données

Pour évaluer l'effet des différentes proportions d'ingrédients utilisées dans la préparation des six boissons lactée, sur leurs propriétés physico-chimiques, ainsi que l'effet de la conservation des boissons sur les même propriétés ; une analyse statistique par analyse de la variance à un facteur (one-way ANOVA) suivit par le test de comparaisons multiples de Tukey ($P < 0.05$) était réalisés en utilisant le logiciel XLSTAT (Addinsoft, 2016).

RÉSULTATS ET
DISCUSSIONS

III.1. Les résultats d'analyses physico-chimiques et microbiologiques lait de chamelle (la matière première)

L'évaluation de la qualité physico-chimique ainsi que la qualité hygiénique de la matière première utilisée dans la préparation de la boisson lactée, à savoir le lait de chamelle ; est une étape primordiale avant de valider son utilisation dans la préparation de produit fini.

En conséquence la boisson lactée pourra être produite à base d'ingrédients de qualité sûre, selon les critères établis en ce qui concerne la salubrité des aliments, tout en gardant sa valeur nutritive.

Avant l'incorporation de lait de chamelle dans la préparation de la boisson lactée, sa qualité physico-chimique et microbiologique était évaluée, et les résultats obtenus d'analyse physico-chimique sont présentés dans le **tableau 5**, ci-dessous.

Tableau 5 : Récapitulatif des résultats d'analyses physico-chimiques de lait de chamelle.

Analyse physico-Chimique	pH	Acidité ¹	Humidité ²	Cendres ²	Matière grasse ³	Protéine ⁴	Vitamine C ⁵
	6,45 ± 0,03	0,07 ± 0,01	80 ± 0,00	8,75 ± 0,88	27,33 ± 7,51	14,60 ± 0,02	15,06 ± 0,03

¹Les résultats sont exprimés en : (g/100ml) ; ²Les résultats sont exprimés en : (%)

³Les résultats sont exprimés en : (g/L) ; ⁴Les résultats sont exprimés en : (mg Eq. Albumine/100ml).

⁵Les résultats sont exprimés en : (mg Eq. Vitamine C/100ml).

Les résultats obtenus d'analyses microbiologiques de lait de chamelle, sont présentés dans le **tableau 6**, ci-dessous.

Tableau 6 : Récapitulatif des résultats d'analyses microbiologiques de lait de chamelle.

Les dilutions	Microorganismes responsables d'altération de lait de chamelle (UFC/ml)							
	FAMT	Coliforme totaux	Coliformes	<i>Staphylococcus aureus</i>	Entérobactérie	Entérobactérie pathogène	Clostridium sulfito-réducteur	Levures et moisissures
10 ⁻¹	6	79	Abs	Abs	18	Abs	Abs	Abs
10 ⁻²	3	42	Abs	Abs	9	Abs	Abs	Abs
10 ⁻³	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
10 ⁻⁴	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs

Selon les résultats présentés dans le **tableau 5**, le pH du lait de chamelle est de 6,45. Cette valeur est moyennement faible par rapport au pH rapporté par **Mosbah (2017)**, qui est de 6,57. L'acidité de lait de chamelle est de 0,07g/100ml, elle est faible on la comparant à celle rapportée par **Sboui et al., (2009)** qu'est de 1,72g/100ml. La variation en pH et en acidité, enregistrée pour le lait de chamelle, pourrait être due en premier à la qualité de pâturage.

Le taux d'humidité du lait de chamelle est de 80% une valeur plus élevée que celle rapportée par **Mal et al., (2006)** qui est de 88,55%. Le taux de cendres est de 8,75%.

La teneur de lait de chamelle en matière grasse est de 27,33g/l, c'est une faible teneur on la comparant à celle rapportée par **Rahli (2015)** qu'est de 40,2g/l.

Le lait de chamelle a une particularité dans sa composition, qui est sa richesse en "vitamine C", sa teneur en cette vitamine est trois à cinq fois plus élevée que dans le lait bovin (**Farah et al., 1992 ; Stahl et al., 2006 ; Siboukeur, 2007**). Le lait de chamelle de la région de "Boussaâda-Maarif" de la wilaya de M'sila contenait 15,06mg Eq. Vitamine C/100ml (**tableau 5**).

Par ailleurs, la teneur de lait de chamelle en protéine est égale à 14,60mg Eq. Albumine/100ml, cette valeur est inférieure à celle apportée par **Sboui et al. (2009)** qu'est de 341mg/100ml.

Les résultats des analyses microbiologiques effectuées pour vérifier la qualité hygiénique de lait de chamelle, présentés dans le **tableau 6**, avait montrés la présence de la *flore totale aérobie mésophile*, de *Coliformes totaux* et des *Entérobactéries*, alors que les *Coliformes* n'ont pas été détectés. Les microorganismes recherchés, responsables de toxico-infections alimentaires, qui sont *Staphylococcus aureus*, *Clostridium sulfito réducteur*, et *Entérobactérie* pathogène n'ont pas été observés. Les levures et les moisissures n'ont pas été observées également dans le lait de chamelle analysé.

La présence de la *flore totale aérobie mésophile* est probablement due au manque des conditions d'hygiène lors de la traite manuelle de la chamelle par son propriétaire, la présence de *Coliforme totaux* et d'*Entérobactérie* est un indicateur de contamination fécale. Sachant que le transport s'est fait dans de bonnes conditions, et une fois que le lait est arrivé au laboratoire, il était conservé à 4°C jusqu'à son utilisation.

III.2. Les résultats d'analyses microbiologiques de la boisson lactée

Les résultats d'analyses microbiologiques effectués aux boissons lactées formulées lors de leurs préparations, et durant leurs conservations à 4°C selon deux points de contrôles, le premier était “cinq jours après la préparation (+5J)”, et le deuxième était de “quinze jours après la préparation (+15J)” des boissons, sont présentés dans le **tableau 7**, ci-dessous.

Tableau 7 : Les résultats d'analyses microbiologiques de la boisson lactée durant la préparation et durant la conservation, des six recettes formulées.

Les recettes et les germes recherchés	FAMT	Coliformes totaux	Staphylococcus aureus	Coliformes	Entérobactérie	Entérobactérie pathogènes	Clostridium Sulfito-réducteur	Levures et moisissures
R ₁ (+0J)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
R ₁ (+5J)	+	Abs	Abs	+	Abs	Abs	Abs	Abs
R ₁ (+15J)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
R ₂ (+0J)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
R ₂ (+5J)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
R ₂ (+15J)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
R ₃ (+0J)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
R ₃ (+5J)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
R ₃ (+15J)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
R ₄ (+0J)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
R ₄ (+5J)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
R ₄ (+15J)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
R ₅ (+0J)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
R ₅ (+5J)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
R ₅ (+15J)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
R ₆ (+0J)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
R ₆ (+5J)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
R ₆ (+15J)	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs

Les résultats obtenus pour l'analyse microbiologique réalisée aux boissons lactées lors de leurs préparations, et durant leurs conservations à 4°C, sont illustrés dans le **tableau 6**.

On avait noté l'absence de la croissance des microorganismes recherchés, tel que les *Coliformes totaux*, les *Entérobactéries* et les *Clostridium sulfito-réducteurs* qui sont des indicateurs d'une contamination fécale; on avait observé également l'absence des *Staphylocoques aureus*.

L'absence de ces microorganismes était enregistrée pour toutes les boissons lactées analysées juste après leurs préparations et durant la conservation. On avait noté également l'absence des levures et des moisissures pour les six formulations de la boisson lactée.

Une complète absence a été enregistrée pour la *flore totale aérobie mésophile* et pour les *Coliformes* dans les six recettes après la préparation, alors qu'une croissance apparaît durant le 5^{ème} jour de conservation pour la première recette "R₁ (+5J)". Cela est probablement dû à la présence d'une contamination durant l'incubation ou durant la conservation de produit à 4°C.

L'absence des microorganismes pathogènes, peut être attribuée à la nature de la composition du lait de chamelle, qui renferme des enzymes tel que "la lactoferrine" et "des lysozymes" ayant une capacité d'inhibition de la croissance bactérienne (Farah, 1993).

L'absence des microorganismes recherchés peut aussi être due à l'efficacité du traitement thermique (pasteurisation à 91°C) appliqué sur la boisson lactée durant la procédure de sa préparation. Ces résultats montrent que les six formulations préparées de la boisson lactée présentent une qualité hygiénique acceptable et stable, lors de la préparation et durant la conservation des boissons à 4°C jusqu'à 15 jours. Cela confirme le respect des pratiques hygiéniques durant le processus de préparation de la boisson lactée au niveau de laboratoire.

III.3. Les résultats d'analyses physico-chimiques de la boisson lactée

L'évaluation physico-chimique des six formulations de boisson lactée préparées ; à été faite par la mesure des paramètres suivants : le pH, l'acidité, le taux d'humidité et le taux de cendres, et cela après la préparation des boissons et durant leurs conservation selon deux points de contrôles, le premier était "cinq jours après la préparation (+5J)", et le deuxième était de "quinze jours après la préparation (+15J)" des boissons. Les résultats sont regroupés dans le **tableau 8**, ci-dessous.

III.3.1. Le taux d'humidité et le taux des cendres

La boisson lactée formulée a un apport hydrique notable qui permet d'assurer une partie considérable des besoins journaliers en eau et en minéraux indispensables pour l'organisme, particulièrement, le calcium, le potassium et le sodium. Selon les résultats présentés dans le **tableau 8**, le taux d'humidité et le taux des cendres évalués pour les six formulations après leurs préparation et durant leurs conservations, varient sans différence significative ($p < 0,05$).

III.3.2. La mesure de pH et de l'acidité

Le pH avec l'acidité font partie des paramètres les plus importants dans l'évaluation de la qualité des denrées alimentaires transformées. Selon les résultats présentés dans le **tableau 8**, on avait remarqué que pour la "deuxième formulation", le pH augmentait durant la conservation avec une différence significative ($p < 0,05$), allant de 3,59 lors de sa préparation "R₂ (+0J)" jusqu'à 4,07 lors de deuxième point de contrôle "R₂ (+15J)".

Concernant l'acidité (**tableau 8**) une importante augmentation était notée pour la troisième recette avec une différence significative ($p < 0,05$), allant de 0,46 lors de sa préparation "R₃ (+0J)" jusqu'à 0,95 lors de deuxième point de contrôle "R₃ (+15J)"; sachant que la troisième formulation contient une importante proportion de jus d'orange, qui est de "0,6".

Tableau 8 : les résultats de l'évaluation de pH, d'acidité, de taux d'humidité et de taux de cendres des recettes formulées, lors de la préparation la boisson lactée.

Recettes/ points de contrôle	Paramètres			
	pH	Acidité (g/100ml)	Humidité (%)	Cendres (%)
R ₁ (+0J)	3,37 ± 0,03 ^{ij}	0,17 ± 0,00 ^j	60 ± 0,00 ^f	29,16 ± 5,89 ^a
R ₁ (+5J)	3,32 ± 0,03 ^{ik}	0,37 ± 0,00 ^{gh}	70,5 ± 2,12 ^{def}	18,88 ± 0,55 ^{abc}
R ₁ (+15J)	3,24 ± 0,05 ^k	0,76 ± 0,04 ^b	76,5 ± 2,12 ^{bcde}	12,45 ± 3,12 ^{cde}
R ₂ (+0J)	3,59 ± 0,03 ^{de}	0,24 ± 0,02 ^{ij}	67,5 ± 3,54 ^{ef}	24,03 ± 1,36 ^{ab}
R ₂ (+5J)	3,97 ± 0,07 ^b	0,35 ± 0,05 ^{ghi}	76,5 ± 2,12 ^{bcde}	16,71 ± 1,13 ^{bcd}
R ₂ (+15J)	4,07 ± 0,02 ^a	0,41 ± 0,01 ^{fgh}	78,5 ± 2,12 ^{abcde}	9,29 ± 4,30 ^{cde}
R ₃ (+0J)	3,52 ± 0,02 ^{ef}	0,46 ± 0,02 ^{efg}	77,5 ± 3,54 ^{abcde}	20,06 ± 6,98 ^{abc}
R ₃ (+5J)	3,43 ± 0,02 ^{ghi}	0,72 ± 0,02 ^{bc}	81,5 ± 2,12 ^{abcd}	6,73 ± 0,69 ^{de}
R ₃ (+15J)	3,51 ± 0,01 ^{efg}	0,95 ± 0,07 ^a	85 ± 7,07 ^{abc}	11,80 ± 0,98 ^{cde}
R ₄ (+0J)	3,71 ± 0,02 ^c	0,18 ± 0,01 ^j	82,5 ± 3,54 ^{abc}	6,06 ± 0,26 ^{de}
R ₄ (+5J)	3,73 ± 0,03 ^c	0,50 ± 0,01 ^{def}	82,5 ± 3,54 ^{abc}	5,75 ± 0,18 ^{de}
R ₄ (+15J)	3,65 ± 0,02 ^{cd}	0,31 ± 0,01 ^{hi}	88,5 ± 2,12 ^a	5,64 ± 0,13 ^e
R ₅ (+0J)	3,49 ± 0,03 ^{fgh}	0,56 ± 0,01 ^{de}	85 ± 0,0 ^{abc}	4,99 ± 0,42 ^e
R ₅ (+5J)	3,41 ± 0,01 ^{hi}	0,60 ± 0,05 ^{cd}	87 ± 1,41 ^{ab}	5,75 ± 0,91 ^{de}
R ₅ (+15J)	3,48 ± 0,02 ^{fgh}	0,78 ± 0,02 ^b	88,5 ± 2,12 ^a	5,95 ± 1,34 ^{de}
R ₆ (+0J)	3,51 ± 0,02 ^{fg}	0,71 ± 0,05 ^{de}	87 ± 2,12 ^{cde}	6,57 ± 3,73 ^{bcde}
R ₆ (+5J)	3,46 ± 0,02 ^{fgh}	0,76 ± 0,01 ^b	80 ± 1,41 ^{abcd}	10,62 ± 0,18 ^{cde}
R ₆ (+15J)	3,51 ± 0,02 ^{efg}	0,71 ± 0,01 ^{bc}	87 ± 1,41 ^{ab}	6,57 ± 0,57 ^{de}

Les résultats sont rapportés en moyenne ± écart type les lettres similaire (a-j) dans la même colonne se réfèrent aux moyennes qui n'ont pas des différences significatives selon le Test ANOVA suivait par le Test de Tukey ($p < 0,05$).

III.3.3. La teneur en protéine et la teneur en matière grasse

Les produits laitiers constituent une source de protéine de haute qualité. Les résultats de l'évaluation de la teneur en protéine des boissons lactées formulées (**tableau 9**), durant leurs préparations et durant leurs conservations, avait montrée une variation non significative ($p < 0,05$).

La matière grasse est l'un des composants les plus importants dans l'industrie laitière. Les résultats de la teneur de la boisson lactée en matière grasse présentés dans le **tableau 9**, indiquent que les formulations produites présentent des variations non significatives ($p < 0,05$) durant leurs préparations ainsi que durant leurs conservations.

III.3.4. La teneur en caroténoïde et la teneur en vitamine C

Les caroténoïdes sont des pigments liposolubles de couleur orange à jaune, présent dans plusieurs fruits, ayant une importance organoleptique et nutritionnelle, ainsi qu'un pouvoir antioxydant.

D'après les résultats obtenus, présentés dans le **tableau 9**, on avait remarqué que les variations de la teneur des boissons lactées en caroténoïdes, est plus en moins stable sans aucune différence significative ($p < 0,05$).

L'acide ascorbique – "vitamine C" – est un composé antioxydant sensible, sa dégradation est souvent responsable des changements cruciaux dans la stabilité et la qualité des produits alimentaires transformés, pendant leur stockage, limitant ainsi leur durée de conservation (Zulueta *et al.*, 2010).

L'analyse statistique confirme une importante réduction de la teneur des boissons lactées en vitamine C (**tableau 9**), durant la conservation avec une différence significative ($p < 0,05$). La "troisième recette", contenant une proportion "de jus d'orange de 0,6", avait enregistré une teneur en vitamine C lors de sa préparation "R₃ (+0J)" de 11,59 mg Eq. Vitamine C/100 ml. Après quinze jours de conservation "R₃ (+15J)", la teneur en "vitamine C" enregistrée était diminuée significativement jusqu'à 9,26 mg Eq. Vitamine C/100ml ($p < 0,05$).

Tableau 9 : Les résultats de la teneur des boissons lactées formulées en matière grasse, en protéines, en caroténoïdes et en vitamine C, lors de leurs préparations et durant leurs conservations. Les résultats sont rapportés en moyenne \pm écart type les lettres similaire (a-j) dans la même colonne se réfèrent au moyennes qui n'ont pas des différences significatives selon le Test ANOVA suivait par le Test de Tukey ($p < 0,05$).

Recettes / points de contrôle	Paramètres			
	Matière grasse ¹	Protéine ²	Caroténoïde ³	Vitamine C ⁴
R ₁ (+0J)	/	/	/	/
R ₁ (+5J)	45,00 \pm 7,07 ^a	38,62 \pm 0,03 ^{bcd}	1,70 \pm 0,002 ^{defg}	12,62 \pm 0,03 ^b
R ₁ (+15J)	40,00 \pm 0,00 ^a	35,32 \pm 0,01 ^{cde}	1,37 \pm 0,005 ^{defg}	12,33 \pm 0,02 ^{bc}
R ₂ (+0J)	24,04 \pm 2,12 ^b	/	/	/
R ₂ (+5J)	13,50 \pm 2,12 ^b	49,38 \pm 0,02 ^{ab}	1,29 \pm 0,008 ^{efg}	14,01 \pm 0,03 ^a
R ₂ (+15J)	15,00 \pm 1,41 ^b	50,24 \pm 0,06 ^a	3,71 \pm 0,036 ^c	10,98 \pm 0,05 ^{cdef}
R ₃ (+0J)	17,50 \pm 3,54 ^b	41,37 \pm 0,03 ^{abc}	2,59 \pm 0,028 ^{cde}	11,59 \pm 0,03 ^{bcd}
R ₃ (+5J)	15,50 \pm 2,12 ^b	34,29 \pm 0,18 ^{cdef}	10,89 \pm 0,079 ^a	9,80 \pm 0,03 ^{fgh}
R ₃ (+15J)	16,50 \pm 2,12 ^b	18,09 \pm 0,08 ^{hij}	3,33 \pm 0,046 ^{cd}	9,26 \pm 0,00 ^{gh}
R ₄ (+0J)	14,00 \pm 1,41 ^b	30,52 \pm 0,04 ^{cdefg}	6,93 \pm 0,021 ^b	14,87 \pm 0,03 ^a
R ₄ (+5J)	22,50 \pm 2,12 ^b	28,02 \pm 0,02 ^{defgh}	2,28 \pm 0,047 ^{cdef}	9,27 \pm 0,05 ^{gh}
R ₄ (+15J)	150,00 \pm 2,83 ^b	24,87 \pm 0,03 ^{efghi}	1,00 \pm 0,023 ^{efg}	9,39 \pm 0,04 ^{gh}
R ₅ (+0J)	13,50 \pm 0,71 ^b	23,17 \pm 0,02 ^{ghi}	1,81 \pm 0,013 ^{cdefg}	10,26 \pm 0,01 ^{efg}
R ₅ (+5J)	12,50 \pm 2,12 ^b	17,79 \pm 0,04 ^{hij}	0,73 \pm 0,008 ^{efg}	10,48 \pm 0,05 ^{defg}
R ₅ (+J15)	12,50 \pm 0,71 ^b	23,76 \pm 0,06 ^{fgh}	0,97 \pm 0,01 ^{efg}	11,75 \pm 0,03 ^{bcd}
R ₆ (+0J)	20,00 \pm 2,83 ^b	33,93 \pm 0,04 ^{cdefg}	0,79 \pm 0,011 ^{efg}	8,81 \pm 0,03 ^h
R ₆ (+5J)	17,00 \pm 1,41 ^b	17,02 \pm 0,10 ^{ij}	0,11 \pm 0,003 ^{fg}	12,34 \pm 0,05 ^{bc}
R ₆ (+J15)	13,50 \pm 0,71 ^b	11,27 \pm 0,03 ^j	0,55 \pm 0,006 ^g	10,57 \pm 0,02 ^{defg}

¹Les résultats sont exprimés en : g/l.

²Les résultats sont exprimés en : mg Eq. Albumine/100ml.

³Les résultats sont exprimés en : mg Eq β -carotène /100ml.

⁴Les résultats sont exprimés en : mg Eq. Vitamine C/100ml.

III.4. Les résultats d'optimisation de formulation par les plans des mélanges

L'intégration du concept "optimisation" dans ce présent travail, avait permis de produire différentes boissons lactées présentant d'optimales propriétés physico-chimiques par "les plans des mélanges".

L'application de "Extreme Vertices–Polyèdre Convexe", l'un des modèles "des plans des mélanges", ayant des contraintes inférieures et supérieures dans le domaine expérimental, avait proposé six formulations, contenant différentes proportions d'ingrédients sélectionnés.

Les résultats ci-présents, représentent l'effet des différentes proportions d'ingrédients utilisées dans la préparation des boissons lactées, sur les propriétés physico-chimiques de ces boissons.

III.4.1. Le taux d'humidité et le taux des cendres

A. Le modèle mathématique du taux d'humidité

$$Y = (-144) * \text{Jus d'orange} + (-239) * \text{Lait de chamelle} + (-741.5) * (\text{Pectines/Sirop des dattes}) + (\text{Jus d'orange} * \text{Lait de chamelle}) * 1000 + (\text{Jus d'orange} * (\text{Pectines/Sirop des dattes})) * 1625 + (\text{Lait de chamelle} * (\text{Pectines/Sirop des dattes})) * 1075.$$

B. Le modèle mathématique de taux des cendres

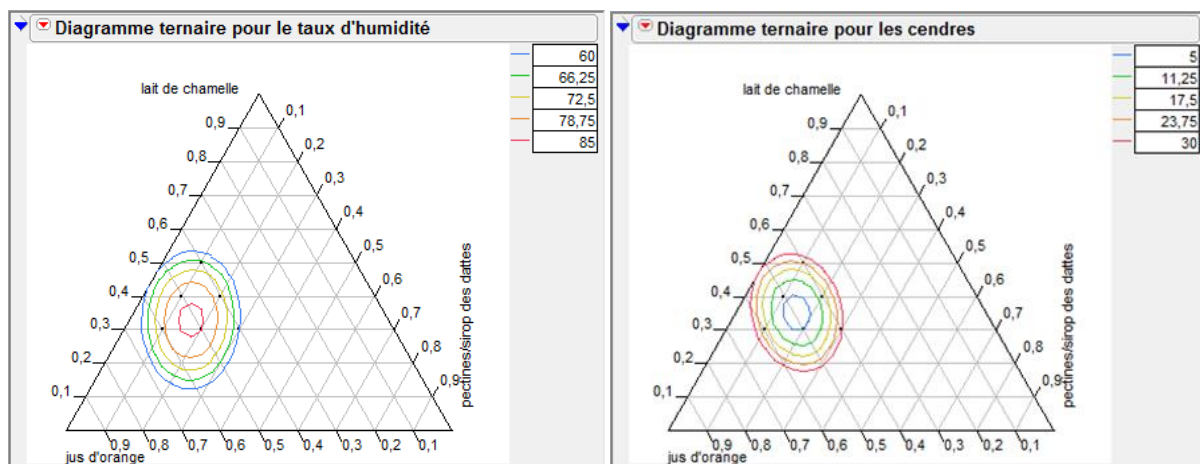
$$Y = 378.64 * \text{Jus d'orange} + 483.39 * \text{Lait de chamelle} + 896.94 * (\text{Pectines/Sirop des dattes}) + (\text{Jus d'orange} * \text{Lait de chamelle}) * (-1598.5) + (\text{Jus d'orange} * (\text{Pectines/Sirop des dattes})) * (-1962) + (\text{Lait de chamelle} * (\text{Pectines/Sirop des dattes})) * (-1212.5).$$


Figure 7 : Représentation par un diagramme ternaire, du taux d'humidité et de taux des cendres des recettes formulées.

Le taux d'humidité et le taux des cendres de "formula predites" (**figure 7**), selon le modèle "Extreme Vertices" sont de 60% à 85% et de 5% à 30%, respectivement. A partir de diagramme ternaire les valeurs optimales occupent une partie importante dans le domaine experimental, correspondant à 85% pour le taux d'humidité. Le taux des cendres était de 5%, ces valeurs prédites sont identiques aux valeurs empirique de la 5^{ème} recette "R₅".

III.4.2. Le pH et l'acidité

A. Le modèle mathématique du pH

$$Y = 0.64 * \text{Jus d'orange} + (-0.46) * \text{Lait de chamelle} + 2 * (\text{Pectines/Sirop des dattes}) + (\text{Jus d'orange} * \text{Lait de chamelle}) * 15 + (\text{Jus d'orange} * (\text{Pectines/Sirop des dattes})) * 4.5 + (\text{Lait de chamelle} * (\text{Pectines/Sirop des dattes})) * 3.5.$$

B. Le modèle mathématique d'acidité

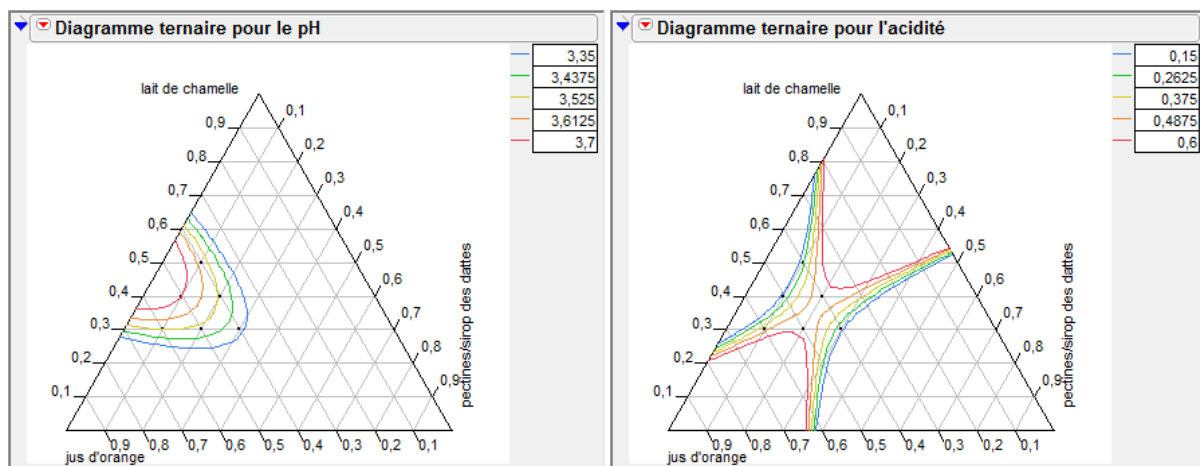
$$Y = 3.30 * \text{Jus d'orange} + 3 * \text{Lait de chamelle} + (-20.30) * (\text{Pectines/Sirop des dattes}) + (\text{Jus d'orange} * \text{Lait de chamelle}) * (-16) + (\text{Jus d'orange} * (\text{Pectines/Sirop des dattes})) * 25 + (\text{Lait de chamelle} * (\text{Pectines/Sirop des dattes})) * 33.$$


Figure 8 : Représentation par un diagramme ternaire de pH et d'acidité, des recettes formulées.

Les valeurs prédites de pH et de l'acidité des formulations préparées (**figure 8**) sont respectivement, entre 3,35 et 3,70 et entre 0,15g/100ml et 0,6g/100ml. A partir de diagramme ternaire des deux paramètres, les valeurs optimales se situent de plus dans le domaine experimental, correspondent à 3,52 pour le pH, qui est identique au résultat empirique de la 3^{ème} recette "R₃".

La valeur prédite de l'acidité était de 0,26g/100ml, qui est proche de la valeur empirique de la 2^{ème} recette (0,24g/100ml).

III.4.3. La teneur en protéines et la teneur en matière grasse

A. Le modèle mathématique de la teneur en protéine

$$Y = 160.5 * \text{Jus d'orange} + 295.5 * \text{Lait de chamelle} + (-512) * (\text{Pectines/Sirop des dattes}) + (\text{Jus d'orange} * \text{Lait de chamelle}) * (-900) + (\text{Jus d'orange} * (\text{Pectines/Sirop des dattes})) * 475 + (\text{Lait de chamelle} * (\text{Pectines/Sirop des dattes})) * 575.$$

B. Le modèle mathématique de la teneur en matière grasse

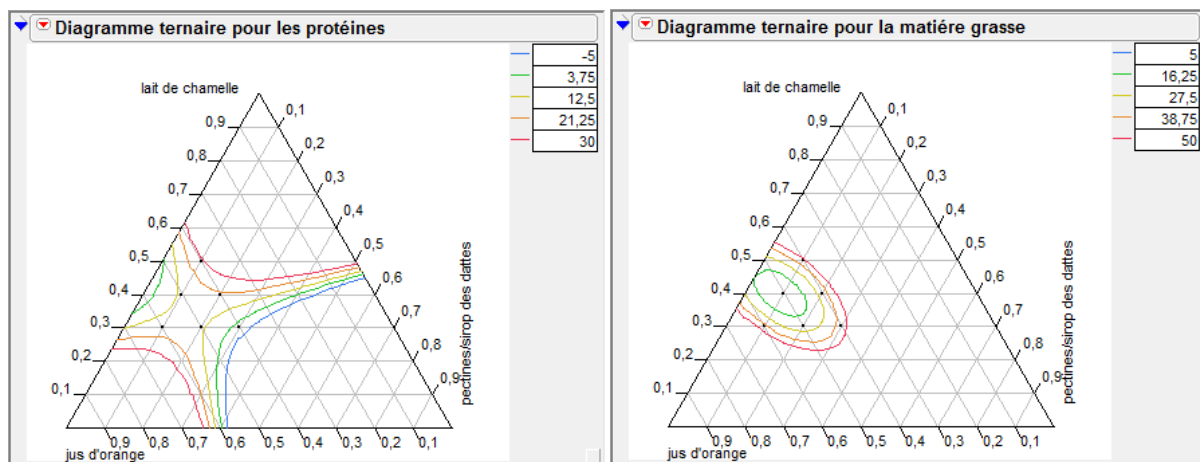
$$Y = 735.17 * \text{Jus d'orange} + 1063.17 * \text{Lait de chamelle} + 693.07 * (\text{Pectines/Sirop des dattes}) + (\text{Jus d'orange} * \text{Lait de chamelle}) * (-3503) + (\text{Jus d'orange} * (\text{Pectines/Sirop des dattes})) * (-1949) + (\text{Lait de chamelle} * (\text{Pectines/Sirop des dattes})) * (-1360).$$


Figure 9 : Représentation par un diagramme ternaire, de la teneur en protéines et de la teneur en matière grasse des formulations.

D'après les résultats présentés dans la **figure 9**, la valeur prédite pour la teneur en protéines était entre 5 et 30mg Eq. Albumine/100ml. La valeur prédite pour la teneur en matière grasse était entre 5 et 50g/l. Le domaine expérimental indique que les valeurs optimales étaient de 12,5mg Eq. Albumine/100ml pour la teneur en protéines, qui est proche de la valeur empirique de la 5^{ème} recette "R₅" (23,173mg Eq. Albumine/100ml). Pour la teneur en matière grasse, la valeur optimale était de 27,5g/l, correspondant à la valeur empirique de la 2^{ème} Formulation "R₂".

III.4.4. La teneur en caroténoïdes et la teneur en vitamine C

A. Le modèle mathématique des caroténoïdes

$$Y = (-85.09) * \text{Jus d'orange} + (-139.24) * \text{Lait de chamelle} + 107.96 * (\text{Pectine/Sirop des dattes}) + (\text{Jus d'orange} * \text{Lait de chamelle}) * 504.5 + (\text{Jus d'orange} * (\text{Pectine/Sirop des dattes})) * (-60.5) + (\text{Lait de chamelle} * (\text{Pectine/Sirop des dattes})) * (-87).$$

B. Le modèle mathématique de la vitamine C

$Y = (-123.27) * \text{Jus d'orange} + (-316.57) * \text{Lait de chamelle} + (-314.77) * (\text{Pectine/Sirop des dattes}) + (\text{Jus d'orange} * \text{Lait de chamelle}) * 885 + (\text{Jus d'orange} * (\text{Pectine/Sirop des dattes})) * 433 + (\text{Lait de chamelle} * (\text{Pectine/Sirop des dattes})) * 895.$

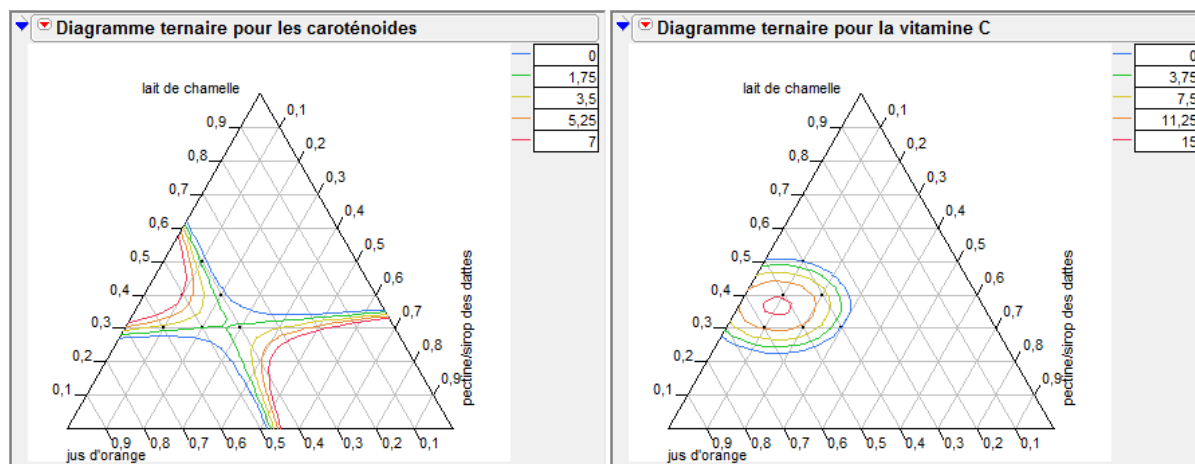


Figure 10 : Représentation par un diagramme ternaire de la teneur en caroténoïdes et la teneur en vitamine C, des formulations.

Les valeurs prédites pour la teneur en caroténoïdes et la teneur en vitamine C (**figure 10**) varient, respectivement, entre 0 et 7mg Eq. β -carotène/100ml ; et de 0 à 15mg Eq. Vitamine C/100ml. La valeur optimale pour la teneur en caroténoïdes est de 1,75mg Eq. β -carotène/100ml, proche de la valeur empirique de la 5^{ème} recette. La valeur optimale pour la vitamine C est de 11,25mg Eq. Vitamine C/100ml, proche de la valeur empirique de la 3^{ème} recette “R₃”.

A partir des résultats obtenus, représentés dans les différents diagrammes ternaires, il était constaté que la formulation la plus optimale, est la 5^{ème} recette “R₅”, qui arrive à contenir les valeurs optimales des paramètres évalués dans le domaine expérimental.

CONCLUSION ET
PERSPECTIVE

Les résultats obtenus ont montrés une diminution de pH accompagnée par une augmentation d'acidité ; une diminution de la teneur en protéines et de la teneur en vitamine C durant la conservation des boissons lactées. Une qualité hygiénique acceptable du lait de chamelle et de la boisson lactée a été confirmée par les résultats d'analyse microbiologique.

L'effet des différentes proportions d'ingrédients utilisées dans la préparation des boissons lactées, sur leurs propriétés physico-chimiques, avait montré que la formulation ayant les propriétés physico-chimiques les plus optimales, est la 5^{ème} recette "R₅", qui arrive à contenir les valeurs optimales des paramètres évalués dans le domaine expérimental.

En perspectives, intégrer le concept "sensoriel" dans l'optimisation de formulation est un important paramètre ayant un effet notable sur la qualité globale de la boisson lactée. Egalement, incorporer plus de trois ingrédients dans la préparation de la boisson est très souhaitable. Il est aussi intéressant de trouver une alternative aux traitements thermiques pour allonger la durée de conservation des produits.

RÉFÉRENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

- Adamou, A. (2008).** L'élevage camelin en Algérie: quel type pour quel avenir?. *Science et changements planétaires/Sécheresse*, 19(4): 253-260.
- Addinsoft, (2016).** XLSTAT V. 2016.04. 32525: Data Analysis and Statistics Software for Microsoft Excel, Addinsoft Paris.
- Agrawal, R.-P., Sahani, M.-S., Tuteja, F.-C., Ghouri, S.-K., Suchitra, S.-D., (2005).** Hypoglycemic activity of camel milk in chemically pancreatectomized rats—An experimental study. *International Journal of Diabetes in Developing Countries*, 25(3): 75-79.
- Ahmed, I., Ahmed, M., Eshraga, A., Eissa1, A., Elgasim, A.-Y., Babiker, E.-B., (2011).** Physicochemical, microbiological and sensory characteristics of yoghurt produced from camel milk during storage. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry (EJEAFCHE)*,10(6): 2305-2313.
- Aubry, J., Schorsch, G., (1999).** "Formulation." *Présentation générale. Techniques de l'Ingenieur. Traité de Génie des Procédés*, Doc. J2-110. France.
- Azza, M.-K., Salama, O.-A., EL-Saied, K.-M., (2007).** Changes in amino acids profile of camel milk protein during the early lactation. *International Journal of Dairy Science*, 2 (3), 226-234.
- Ben-aissa, (1989).** Le dromadaire en Algérie. *Options Méditerranéennes*, 2: 19-28.
- Benchabane, A., Kechida, F., Belaloui, D., Aoudjit, R., Ould El hadj, M.-D., (2012).** Valorisation de la datte par la formulation d'une boisson à base de lait et de jus d'orange. *Algerian Journal of Arid Environment "AJAE"*, 2(1).
- Bengoumi, M., Faye, B., (2015).** Production laitière cameline au Maghreb. *La Lettre de Veille du CIHEAM-CIHEAM Watch Letter*, (35) :4p.
- Bernus, E., (1992).** "Le lait de chamelle."
- Bezzala, F., Gouttaya, A., (2013).** Etude de la qualité microbiologique du lait camelin collecté localement en mi-lactation Master Académique. Ouragla, Université kasdi Merbah Ouargla.
- Boudjenah, S., Louis, L.-C., Moulti-Mati, F., Saliha, S.-A., (2011).** Comparative study of milk clotting activity of crude gastric enzymes extracted from camels' abomasum at different ages and commercial enzymes (rennet and pepsin) on bovine and camel milk. *Emirates Journal of Food & Agriculture (EJFA)*, 23(4), 301-310.

- Boudjnah, S., (2012).** Aptitudes à la transformation du lait de chamelle en produits dérivés: effet des enzymes coagulantes extraites de caillettes de dromadaires .Thèse de Doctorat en Biochimie. Tizi ousou, Université Mouloud Mammeri de Tizi ousou. 98p.
- Bradford, M.-M., (1976).** A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical biochemistry*, 72(1-2): 248-254.
- Cano, A., Arnao, B., (2004).** Actividad antioxidante hidrofílica y lipofílica y contenido en vitamina c de zumos de naranja comerciales: relación con sus características organolépticas lipophilic and hydrophilic antioxidant activity and vitamin c content of commercial orange juices: correlation with organoleptic parameters actividade antioxidante hidrofílica e lipofílica e contido en vitamina c de zumos de laranja comerciais: relación coas características organolépticas. *cyta-journal of food*, 4(3): 185-189.
- Chethouna, F., (2011).** Etude des caractéristiques physico-chimiques, biochimiques et la qualité microbiologique du lait camelin pasteurisé, en comparaison avec le lait camelin cru. Mémoire de Magistère en Microbiologie appliquée, Ouargla, Université Kasdi Merbah Ouargla.
- Codex, Stan 247 (2005).** Norme Générale Codex pour les Jus et les Nectars de Fruits. P :1-19.
- Djouadi, L., Chekroun, S., (2013).** Etude de l'effet de la temperature de conservation sur l'evolution de quelque substance bioactive et l'activité anti oxydante d'une boisson au lait. Mémoire pour l'obtention du diplôme de master en industrie laitiere. Bejaia, Université de Abderahman Mira Bejaia , 38p.
- Dutta, D., Dutta, A., Raychaudhuri, U., Chakraborty, R., (2006).** Rheological characteristics and thermal degradation kinetics of beta-carotene in pumpkin puree. *Journal of food engineering*, 76(4): 538-546.
- El Sayed, I., Ruppanner, R., Ismail, A., Champagne, C.-P., (1992).** Antibacterial and antiviral activity of camel milk protective proteins. *Journal of Dairy Research*, 59(2): 169-175.
- Elgailani, I.-E.-H., Gad-Elkareem, M.-A.-M., Noh, E.-A.-A., Adam, O.-E.-A., Alghamdi, A.-M.-A., (2017).** Comparison of two methods for the determination of vitamin C (ascorbic acid) in some fruits. *American Journal of Chemistry*, 2(1): 1-7.
- Farah, Z., (1993).** Composition and characteristics of camel milk. *Journal of Dairy Research*, 60(4): 603-626.

- Farah, Z., (1996).** Camel milk properties and products, Swiss, Centre for Development Cooperation in Technology and Management. ISBN:3-908001-52-8.
- Farah, Z., Rettenmaier, R., Atkins, D., (1992).** Vitamin content of camel milk. International Journal for Vitamin and Nutrition Research, 62(1): 30-33.
- Faucher, J. (2006).** Les plans d'expériences pour le réglage de commandes à base de logique floue. pour l'obtention du doctorat en Genie Electrique et Automatique. Toulouse France, Institut National Polytechnique de Toulouse, 157p. No d'ordre : 2371.
- Faye, B., (2011).** Valorisation des produits camelins dans les zones désertiques: un atout essentiel pour la sécurité alimentaire.
- Friedrich, J.-E., (2001).** Titratable activity of acid tastants. Current Protocols in Food Analytical Chemistry(1): G2. 1.1-G2. 1.7.
- Giroux, M., Girard G., (2009).** Favoriser la position d'apprentissage grâce à l'interaction superviseur-supervisé. Pédagogie médicale, 10(3): 193-210.
- Gosta B., (1995).** Lait longue conservation. In manuel de transformation du lait. Ed: Tétra
- Goupy, J. (2000).** Modélisation par les plans d'expériences. Techniques de l'ingénieur. Mesures et contrôle, (R275): 271-223.
- Goupy, J. (2006).** Plans d'expériences, Ed. Techniques Ingénieur.
- Hammadi, M., (2003).** Caractérisation, modulation nutritionnelle et implication du système IGF dans la fonction de reproduction chez la chamelle (*Camelus dromedarius*), Ph. D. FUSA GX Belgique.
- Iop, S., Silva, R., Beleia, A., (1999).** Formulation and evaluation of dry dessert mix containing sweetener combinations using mixture response methodology. Food Chemistry, 66(2): 167-171.
- Issaadi, k., Nedjai, k., (2016).** Optimisation par les plans d'expériences, des paramètres d'encapsulation d'un antihypertenseur dans des polymères biodégradables. pour l'obtention du Master en Science et Technologie du Médicament. Bejaia ,Université Abderahman Mira,60p.
- Kappeler, S., (1998).** Compositional and structural analysis of camel milk proteins with emphasis on protective proteins. Doctoral Thesis Swiss, ETH Zurich.
- Konuspayeva, G., Lemarie, E., Faye, B., (2008).** Fatty acid and cholesterol composition of camel's (*Camelus bactrianus*, *Camelus dromedarius* and hybrids) milk in Kazakhstan. Dairy Science & Technology, 88(3): 327-340.
- Kula, J., Tegegne, D., (2016).** Medicinal values of camel milk. International Journal of Veterinary Science and Research, 2(1): 018-025.

- Laiterie, F.-I.,** (1958). La détermination de la matière grasse dans le lait liquide normal par la méthode gravimétrique de Röse-Gottlieb (Standard International). *Le Lait* 38(377).
- Laithier, C., Tormo, H., Bonnes, A., Doutart, E., Morge, S.,** (2012). Importance relative des réservoirs de microflores et des pratiques associées sur l'aptitude acidifiante du lait de chèvre. *rencontres autour des recherches sur les ruminants*, 241-244.
- Laleye, L., Jobe, B., Wasesa, A.,** (2008). Comparative study on heat stability and functionality of camel and bovine milk whey proteins. *Journal of Dairy Science* 91(12): 4527-4534.
- Lapointe-Vignola, C.,** (2002). *Science et technologie du lait: transformation du lait*, Presses Inter Polytechnique.
- Leterme, P., Buldgen, A., Estrada, F., Londono, A.,** (2006). Mineral content of tropical fruits and unconventional foods of the Andes and the rain forest of Colombia. *Food Chemistry*, 95(4): 644-652.
- Mahboub, N., Slimani, N., Siboukeur, O., Mati, A.,** (2012). Effect of storage on enzymatic activity of coagulant extracted from aged abomasums camels prepared without mucous. *Revue des Bio ressources*, 2(1): 13-13.
- Mal, G., Dande, S.-S., Jain, V.-K., Sahani, M.-S.,** (2006). Therapeutic value of camel milk as a nutritional supplement for Multiple Drug Resistant (MDR) tuberculosis patients. *Israel j. Vet. Med.*, 61(3-4): 88-94.
- McLean, R., Anderson, V.,** (1966). Extreme vertices design of mixture experiments. *Technometrics*, 8(3): 447-454.
- Mehaia, M.-A.,** (1994). Vitamin C and riboflavin content in camels milk: effects of heat treatments. *Food Chemistry*, 50(2):153-155.
- Meléndez-Martínez, A. J., Britton, G., Vicario, I.M.,** (2007). Relationship between the colour and the chemical structure of carotenoid pigments. *Food Chemistry*, 101(3): 1145-1150.
- Merzouk, Y., Chahrour, W., Zarour, K., Zergui, A.,** (2013). Physico-chemical and microbiological analysis of Algerian raw camel's milk and identification of predominating thermophilic lactic acid bacteria. *Journal of Food science and Engineering*, 3(2): 55.
- Mosbah, S., Boudjneh-Haroun, S., Dahia, M., Boual, Z., Siboukeur, O.,** (2017). Qualité microbiologique du lait de chamelle (*Camelus Dromedarius*) élevée en système semi intensif dans la localité de Ghardaïa (Sud d'Algérie.). *Bioressources*.43-52

- Rahli, F., (2015).** Valorisation du lait de chamelle par l'exploitation des potentialités technologiques des bactéries lactiques isolées localement . these pour l'obtention du doctorat en Microbiologie Appliquée ,Oran ,Université d'Oran,139p.
- Sabre, R., (2006).** Planification expérimentale en agroalimentaire. Techniques de l'Ingenieur 1005(1): 1-17.
- Salghi, R., (2006).** Cours d'analyse physico-chimique des denrées alimentaires.GPEE, ensa, Maroc.
- Sawaya, W., Khalil, J., (1984).** Chemical composition and nutritional quality of camel milk. Journal of Food Science, 49(3): 744-747.
- Sboui, A., Khorchani, T., Belhadj, O., Djegham, M., (2009).** Comparaison de la composition physicochimique du lait camelin et bovin du Sud tunisien; variation du ph et de l'acidité à différentes températures. Afrique science: revue internationale des sciences et technologie ,5(2) :.293-304
- Siboukeur, A., (2011).** Etude de l'activité antibactérienne des bactériocines (type nisine) produites par Lactococcus lactis sub sp lactis, isolée à partir du lait camelin. Magister en Biologie Option: Microbiologie Appliquée . Ouargla ,université de kasdi merbah ouragla.
- Siboukeur, A., Siboukeur, O., (2012).** Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques du lait de chamelle collecté localement en comparaison avec le lait bovin.
- Siboukeur, O., (2007).** Etude du lait camelin collecté localement: caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques; aptitudes à la coagulation. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques. Alger Algérie, Université INA El-Harrach.
- Souid, W., S. Boudjenah, et al. (2013).** Etude de l'Activité Antibactérienne de la Nisine Contre Pseudomonas Fluorescens. Algerian Journal of Arid Environment ,258(1625): 1-10.
- Stahl, T., Sallmann, H-P., Duehlmeier, R., Wernery, U., (2006).** Selected vitamins and fatty acid patterns in dromedary milk and colostrum. Journal of Camel Practice and Research, 13(1): 53-57.
- Tinsson, W., (2010).** Plans d'expérience: constructions et analyses statistiques, Springer Science & Business Media, 535p . ISBN: 3642114717 / 9783642114717.
- Wangkananon, W., Phuaksaman, C., Koobkokkruad, T., Natakankitkul, S., (2018).** An Extreme Vertices Mixture Design Approach to Optimization of Tyrosinase Inhibition Effects.Engineering Journal ,22(1): 175-185.
- Yagil, R., Van-Crevelde, C., (2000).** Medicinal use of camel milk. Fact or Fancy: Proceedings of the 2nd International Camelid Conference on" Agro-economics of Camelids by

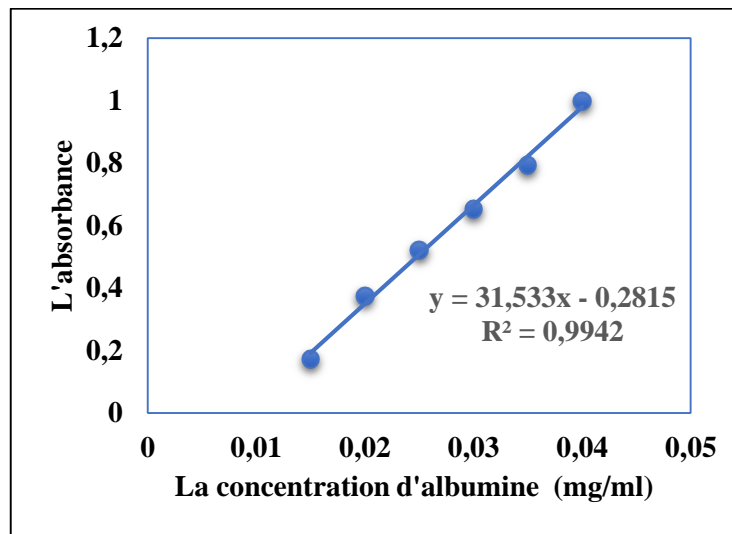
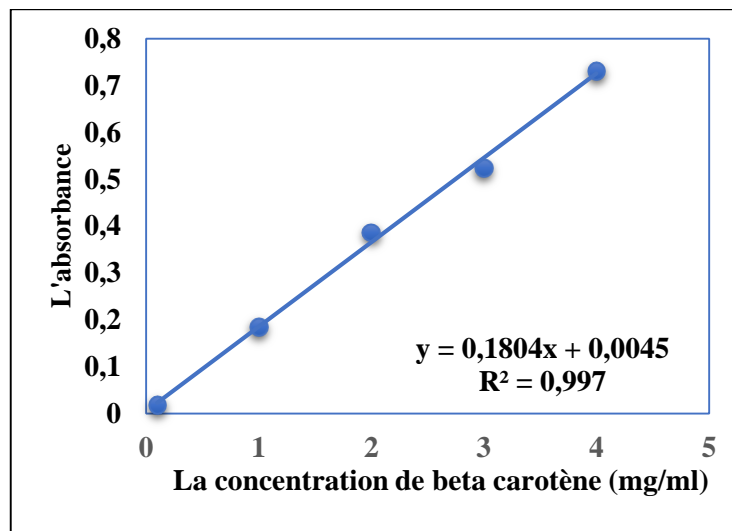
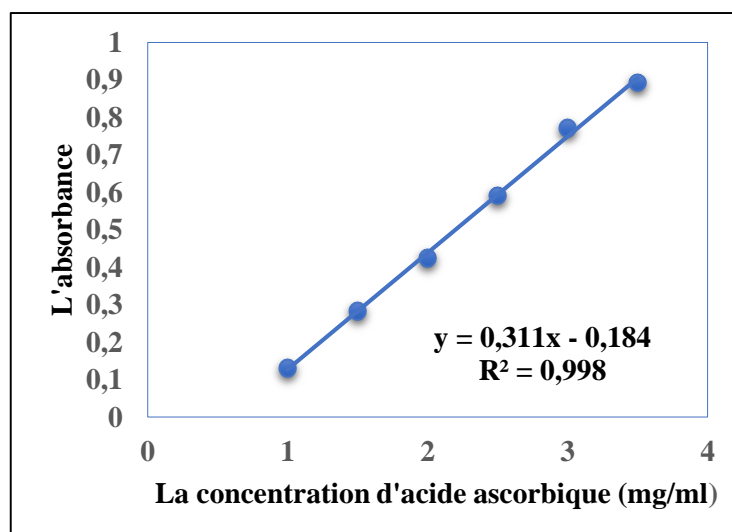
Références bibliographiques

Yagil and others” , Almaty,8-12/09/2000. Kazakhstan. Asian Journal of Dairy and Food Research, pp.83-91.

Yagil, R., Zagorski, O., Van Creveld, C., Saran, A., (1998). Science and camel's milk production: some keys for nutrition and marketing Colloques-CIRAD.

Zulueta, A., Esteve, M.J., Frigola, A., (2010). Ascorbic acid in orange juice–milk beverage treated by high intensity pulsed electric fields and its stability during storage. Innovative food science and emerging technologies 11(1): 84-90.

ANNEXE

Annexe 01 : Courbe d'étalonnage des protéines.**Annexe 02** : Courbe d'étalonnage de caroténoïde.**Annexe 03** : Courbe d'étalonnage d'acide ascorbique.

Résumé

Dans ce présent travail, une optimisation de formulation par "plan de mélange" d'une boisson lactée a été réalisée. Une caractérisation de la qualité physico-chimique et microbiologique a été appliquée pour le lait de chamelle ainsi que pour les boissons lactées préparées. En appliquant le modèle "Extreme Vertices" six formulations ont été proposées. A partir des résultats obtenus, la formulation optimale était la 5^{ème} recette "R₅", qui avait enregistré un pH de 3,49 ; une acidité de 0,56g/100ml, ainsi qu'une teneur en matière grasse de 13,5g/l. La recette "R₅" avait enregistrée une teneur en protéine de 23,17mg Eq. Albumine/100ml, une teneur en caroténoïdes de 1,81mg Eq. β-carotène/100ml, et une teneur de 10,26mg Eq. Vitamine C /100ml pour la vitamine C. Les résultats d'analyse microbiologique avaient confirmés une qualité hygiénique acceptable des boissons lactées. L'étude de l'effet de conservation sur la qualité microbiologique et physico-chimique des boissons lactées préparées et conservées à 4°C, selon deux points de contrôle, à savoir "+5J" et "+15J" après leurs préparations, a été réalisé.

Mots clés : Lait de chamelle, boisson lactée, optimisation, plan de mélange, qualité physico-chimique, qualité microbiologique.

Abstract

In this study, a formulation of Dairy drinks has been optimized and performed by "mixture design". A characterization of the physicochemical and microbiological quality was applied for camel milk as well as for prepared Dairy drinks. Applying the "Extreme Vertices" model, six formulations have been proposed. From the results obtained, the optimal formulation was the 5th recipe "R₅", which had recorded a pH of 3.49; an acidity of 0.56g / 100ml, as well as a fat content of 13.5g / l. The "R₅" recipe had a protein content of 23.17mg Eq. Albumin / 100ml, a carotenoid content of 1.81mg Eq. β-carotene / 100ml, and a content of 10.26mg Eq. Vitamin C / 100ml for Vitamin C. The microbiological test results confirmed an acceptable hygienic quality of Dairy drinks. The study of the effect of preservation on the microbiological and physicochemical quality of Dairy drinks prepared and stored at 4 ° C, according to two control points, namely "+ 5D" and "+ 15D" after their preparations, was realized.

Key words: Camel milk, milk drink, optimization, mixing plan, physicochemical quality, microbiological quality.

الملخص

في هذا العمل تم اجراء تحسين للوصفة عن طريق " تصميم الخليط " للمشروب الحليبي المحضر. تم تحديد الجودة الكيميائية والفيزيائية لحليب الناقة وكذلك المشروبات الحليبية. بتطبيق نموذج "القمة القصوى" تم اقتراح ست وصفات. انطلاقا من النتائج المتحصل عليها تم انتقاء الوصفة الخامسة كوصفة مثالية "و 5" حيث تم تسجيل "3,49" ككمون هيدروجيني و0,56غ/100مل" كحموضة بالإضافة الى "13,5" غ/ل كمادة دهنية. وقد سجلت الوصفة الخامسة أيضا تركيز بروتين يقدر ب "23,17" مغ/100مل مكافئ للزلال و"1,81" مغ/100مل" من تركيز الكاروتينويد المكافئ للبيتا كاروتين و"10,26" مغ/100مل" من تركيز الفيتامين ج المكافئ للفيتامين ج. حيث اكدت نتائج التحاليل الميكروبيولوجية أن المشروبات الحليبية مقبولة صحيا. دراسة تأثير الحفظ على الجودة الميكروبيولوجية والفيزيائية والكيميائية للمشروبات الحليبية المحضرة المحفوظة في 4 درجات مئوية، وفقا لنقطة تحكم هما " +5 أيام " و "+15 يوما" بعد تحضيرها.

الكلمات المفتاحية: حليب الناقة، المشروب الحليبي، التحسين، تصميم الخليط، الجودة الفيزيائية والكيميائية، الجودة الميكروبيولوجية.