



Réf : ...../UAMOB/FSNVST/DSA/2022

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

### EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV      Filière : sciences alimentaires

Spécialité : Agroalimentaire et contrôle de qualité

Présenté par :

*AISSANI Karima & TAMOURT Louiza*

### *Thème*

**Caractérisation de deux types de fromage élaborés à partir du kéfir**

Soutenu le: 07 / 7 /2022

Devant le jury composé de :

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
<i>TABCHOUCHE .N</i>	<i>MCB</i>	<i>Univ. Bouira</i>	<i>Présidente</i>
<i>MOHAMMEDI .S</i>	<i>MAA</i>	<i>Univ. Bouira</i>	<i>Promotrice</i>
<i>MAZRI .C</i>	<i>MCA</i>	<i>Univ. Bouira</i>	<i>Examinatrice</i>

Année universitaire : 2021/2022

## *Remerciement*

*Avant tout, je remercie Allah, le tout puissant, de m'avoir donné, la santé, la volonté et la patience pour mener à terme ce travail. J'exprime mes profonds remerciements à Madame Saliha Mohammedi assistante professeur à l'université de Bouira . Je suis Vraiment chanceuse de vous avoir comme promotrice, pour sa grande disponibilité, son écoute et son suivi tout au long de ce travail. Ainsi que pour sa patience et sa compréhension des situations diverses et variées tout au long de l'élaboration de ce travail. Je vous serai reconnaissante pour le reste de ma vie. Mes remerciements vont également aux membres de jury d'avoir accepté d'évaluer ce travail, au présidente Madame : TABCHOUCHE NESRINE et Examinatrice Madame : MAZRI CHAFIAA l'université de Bouira d'avoir accepté de lire et de juger ce travail qu'il trouve ici l'expression de mes sincères sentiments de gratitude et de respect. Un mes remerciements spécial et chaleureux à la doctorante Madame HOURIA BEN HAMICHE pour l'aide permanente qu'ils m'ont apportée tout au long de ma pratique au laboratoire d'avoir pris de son temps pour m'aider dans le cadre de ce travail.*

*Aux personnels du laboratoire de la répression de la fraude de Sour El Ghozlane pour leur aide et leur gentillesse durant notre période de stage. A toutes celles et ceux qui nous ont soutenues et aidés, de près ou de loin, dans l'élaboration de ce modeste travail. L'expression de notre reconnaissance .Mes remerciements vont également à mes enseignants qui m'ont accompagné pendant mon cursus universitaire.*



## *Dédicaces*

*Avec l'aide d'ALLAH le tout puissant, ce travail fut accompli et je le dédie à :*

*A ma très chère mama NOUARA qui s'est toujours sacrifiée pour mon éducation, qui ma entourée de son amour et de son affection, je la remercie et je n'oublierai jamais son soutien moral dans les moments les plus difficiles, que dieu la protège.*

*A mon très cher papa AHMED qui peut être fier de trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Je le remercie d'être pour moi un exemple de persévérance, de foi en l'avenir, et d'ambition .A mes chères sœurs, IMENE et mon âme ASSIA . A mes chers frères ABD EL HAMID ,NACER EDDINE ,KAMEL EDDINE et HAMZA .A ma belle-soeur LYNDA . A mon ange NELYA.A mes chers cousins et cousines et toute la famille AISSANI A mes chères DYHIA , THILELLI ,NIHAD, WISSEM, LEILA, CELIA ,LEILIA . A mon cher ami HAMID et dada KACEM . A mon magnifique binôme LOUIZA qui a partagé tous mes hauts et bas tout le long de mon parcours universitaire, je t'adore. A toute la promotion de l'agroalimentaire et contrôle de qualité 2021-2022 à l'université de Bouira .*

*A tous ceux qui ont croisé de près ou de loin mon chemin et qui m' ont permis d'arriver là où je suis .*

**MIYA KARIMA**

## ***Dédicaces***

*Avant tous je remercie **Allah**, le tout puissant pour m'avoir donné, le courage, la patience, la volativité pour affronter tous les obstacles, qui se sont hissés au travers de mon chemin d'études.*

*Avec un énorme plaisir, un cœur ouvert je dédie ce travail*

### ***A Ma très chère Mère***

*Durant des années, tu as fait preuve de courage et de générosité, prête à tous les sacrifices pour faire de moi ce que je suis. Tu m'as élevé dans l'honneur, la droiture et la dignité. A toi maman, ma lumière dans les sentiers ténébreux, je te dédie ce travail en gage de mon amour sans bornes, en espérant que tu sois toujours fière de moi.*

*Puisse dieu le tout puissant, te procure santé, bonheur et longue vie afin que je puisse te combler à mon tour.*

### ***A Mon très cher père***

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices consentis pour mon instruction et mon bien être. Tu as été pour moi durant toute ma vie le père exemplaire, l'ami et le conseiller.*

*Je te dois ce que je suis aujourd'hui et ce que je serai demain et je ferai toujours de mon mieux pour rester ta fierté et ne jamais te décevoir. Je te dédie ce modeste travail pour tes encouragements, ta présence tu étais ma motivation et mon idole. Merci d'être papa. Qu'ALLAH le plus puissant te préserve, t'accorde la santé, et te protège de tout mal.*

### ***A mes très chères frères :Amar et Said***

*Aucune dédicace ne saurait exprimer ma considération pour les sacrifices, votre générosité extrême et le soutien moral que vous avez consentis pour mon bien être. Que ce travail soit un témoignage De mon affection sincère. Je vous le dédie pour tous les moments de joie et de taquineries que nous avons passées ensemble. Je prie Dieu, le tout puissant de vous accorder santé, bonheur et succès.*

### ***A mon binôme Karima.***

*A mes chères **ancls** et **tantes** Karima, Akila, Malika et mes cousines Ouazna et Lahna*

*Ames mieuheure amies Kenza et sa maman, Messaoud, Messaoud, Zina, Dalila, tiziri, thylelli, Houda Vous êtes les plus belles, gentilles, et merveilleuses amies que j'ai connu. Merci pour tous les bons moments.*

***Louiza***

### Introduction

Les fromages sont des aliments fermentés à base de lait et ont une grande importance nutritionnelle pour l'homme en raison de leur composition protéique et haute teneur en calcium, ainsi les nutriments tels que les lipides, lactose, vitamines insolubles (Monteiro et *al.*, 2011).

Par ailleurs, les fromages sont des produits favorables à l'ajout de probiotique et prébiotique car ils sont très bien acceptés par le consommateur et ils ont dans leur caractéristique ; pH, matière grasse, acidité, humidité favorable à leur addition (Komatsu et *al.*, 2008),

Parmi les aliments fonctionnels, il ya les probiotiques, ceux qui peuvent être associé à un risque réduit de maladies chroniques dégénérative et non transmissibles (Food Ingrédients Brasil, 2011) ; elles doivent être non pathogènes, résistants à la technologie de traitement, entreposage et stockage ; résistants à l'estomac ; à l'acidité et l'alcalinité de la bile. De plus ils doivent produire des substances antibactériennes.

Le kéfir est un lait fermenté acidifié, légèrement gazéifié, de couleur blanchâtre et de consistance crémeuse, d'origine caucasienne, qui a été largement utilisé dans le traitement de la tuberculose, les tumeurs et les troubles gastro-intestinaux. Dès leur enfance, Les habitants du Caucase boivent le Kéfir comme de l'eau et vivent en moyenne jusqu'à l'âge de 110 ans, c'est la seule région au monde où les habitants atteignent cet âge en étant en bonne santé (Koçak et *al.*, 1981; Rosi, 1978). Le kéfir, doit sa particularité et son goût spécifique à une association de bactéries lactiques, de bactéries acétiques et de levures ; ainsi, le docteur Jones professeur en diététique et nutrition à l'Université Mc Gill de Montréal (Canada), cite le Kéfir comme exemple d'aliment fonctionnel de type probiotique (Jones, 2002) qui apporte des bénéfices tels que la modulation du microbiote intestinal du système immunitaire et augmentation de l'absorption des minéraux

Le kéfir représente un des laits fermentés, dont l'importance dans la nourriture humaine est grande, en plusieurs pays. De nombreuses recherches ont mis en évidence l'intérêt de sa consommation.

Dans ce contexte général, notre travail porte essentiellement sur l'élaboration des deux fromages frais a partir du kéfir du lait de vache et du lait de chèvre ainsi que leur caractérisations physicochimique microbiologique et sensorielle.

## **I. Lait et kéfir du lait**

### **1. Définition du lait**

Le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum». C'est la définition qui a été donnée au lait à l'occasion des congrès internationaux de la répression des Fraudes à Genève en 1908 (Alais, 1975).

Le Codex Alimentarius (1999), le définit comme un liquide produit par les glandes mammaires des mammifères femelles, destiné à l'alimentation humaine. Selon (Deforges et al., 1999), le lait cru est un lait non chauffé au-delà de 40°C ni soumis à un traitement non thermique d'effet équivalent notamment du point de vue de la réduction de la concentration en micro-organismes.

### **2. Composition du lait**

Le lait est une source importante d'énergie alimentaire, de protéines et de graisses de haute qualité et contient des éléments clés. Les besoins alimentaires nécessaires pour le calcium, le magnésium, le sélénium, la riboflavine, la vitamine B12 et l'acide pantothénique peuvent tous être satisfaits en grande partie par le lait. Le lait et les produits laitiers sont des repas sains qui ajoutent de la variété à l'alimentation des légumes. Les enfants des communautés qui consomment très peu de matières grasses et qui ont peu accès à d'autres repas d'origine animale peuvent grandement bénéficier du lait de vache (FAO, 2017).

### **3. Les caractéristiques du lait**

#### **3.1. Caractéristiques organoleptiques**

##### **a. Aspect**

Le lait est un liquide opaque en générale, avec une couleur blanche porcelaine mat due à la diffusion de la lumière par les micelles colloïdales. La coloration peut être perturbée par divers facteurs. Par exemple : une matière grasse particulièrement riche peut parfois lui donner une teinte jaunâtre, surtout lorsque la matière grasse est riche en carotène. À l'inverse, humide ou dégraissé, le produit apparaît légèrement bleuté (Jacquet et Thévenot, 1961).

### **b. Odeur**

Le lait n'a pas vraiment d'odeur spécifique, mais il absorbe facilement les odeurs environnantes, principalement les graisses fixatrices d'odeurs (Jaquet et Thévenot, 1961). L'odeur du lait est un indicateur important de sa qualité. La présence d'odeurs désagréables dans le lait reflète des problèmes de manipulation et de stockage du lait. Les odeurs sont classées selon qu'elles sont absorbées ou développées. Peut absorber les odeurs de la nourriture ou d'autres sources, l'odeur qui en résulte peut être d'origine microbienne ou chimique (Vignola *et al.*, 2002).

### **c. Saveur**

Une saveur douce ,légèrement sucrée et agréable :tous ca veux dire une saveur normale d'un bon lait ,principalement en raison de la présence de matières grasses et de lactose. La saveur du lait se compose du goût et de l'odorat(Vignola,2002). Le goût du lait frais ordinaire est agréable. Le lait chauffé (pasteurisé, bouilli ou stérilisé) a un goût légèrement différent du lait cru (Thieulin et Vuillaume, 1967).

### **d. Viscosité**

Les particules émulsionnées aux colloïdes et dissoutes ont un impact significatif sur la viscosité du lait, ce qui en fait une caractéristique complexe. Les facteurs les plus importants qui influent sur la viscosité du lait sont la concentration de matière grasse et de caséine. Les facteurs technologiques influent également sur la viscosité. Comme les qualités rhéologiques et la perception de la qualité par le consommateur sont étroitement liées, la viscosité est un aspect crucial de la qualité du lait. En conséquence, un consommateur d'Europe centrale a une opinion très favorable du lait condensé avec une consistance élevée (filiforme). Il combine une viscosité élevée avec un pourcentage élevé de composants du lait (Rheotest, 2010).

## **3.2. Caractères physico-chimiques du lait de chèvre et du lait de vache :**

La masse volumique et la densité, le point de congélation, le point d'ébullition et l'acidité, le pH sont des principales propriétés physico-chimiques utilisées dans l'industrie laitière (Amiot *et al.*, 2002 cité par Ghaouas, 2011).

### **a. pH**

Le pH donne des détails précis sur la fraîcheur du lait. Le pH du lait de vache frais est d'environ 6,7. Si des bactéries lactiques sont présentes, une partie du lactose du lait sera convertie en acide lactique, ce qui augmentera la quantité d'ions hydronium ( $H_3O^+$ ) présents dans le lait et abaissera son pH. Le lait de chèvre a un pH qui varie de 6,45 à 6,90 (Remeuf *et al.*, 1989). Le pH du lait ordinaire varie de 6,6 à 6,8. Les anions citriques et phosphoriques sont la cause de cette légère acidité (Veinoglou *et al.*, 1982).

### **b. Acidité**

L'acidité titrable indique le niveau d'acide lactique formé à partir du lactose. L'acidité du lait de chèvre et du lait de vache reste assez stable pendant la lactation. Il oscille entre 0,16 et 0,17 % de lactate (Veinoglou *et al.*, 1982). L'acidité titrable, exprimée en Dornica ( $^{\circ}D$ ), de 15 à 18 $^{\circ}D$ . L'acidité naturelle caractéristique du lait frais est produite par la transformation du lactose en acide lactique par divers micro-organismes (CIPC lait, 2011).

### **c. Densité**

La masse volumique d'un liquide est une grandeur sans dimension qui exprime le rapport entre la masse d'un volume donné de liquide considéré et la masse de ce même volume d'eau. Il a fluctué entre 1,028 et 1,034. Elle doit être supérieure ou égale à 1,028 à 20 $^{\circ}C$ . A 20 $^{\circ}C$ , le lait en vrac de produits laitiers a une densité de 1,032. Le lait écrémé a une densité supérieure à 1,035. Le lait écrémé et le lait liquide peuvent avoir une densité normale (Vierling, 2008). La densité du lait de chèvre est relativement stable (Veinoglou *et al.*, 1982). La densité moyenne des chèvres est de 1.030, ce qui est comparable au lait : 1.030 à 1.035.

### **d. Point de congélation**

Le point de congélation du lait est l'une de ses propriétés physiques les plus constantes. Si l'on considère le rendement d'une seule vache, la moyenne se situe entre -0,54 $^{\circ}C$  et -0,55 $^{\circ}C$  (Mathieu, 1998). La mesure de ce paramètre permet d'évaluer la quantité d'eau pouvant être ajoutée au lait. Un mouillage de 1 % entraîne une élévation du point de congélation d'environ 0,0055 $^{\circ}C$  (Goursaud, 1985). Le lait gèle à - ,55 $^{\circ}C$ . C'est la caractéristique la plus constante du lait et ses mesures sont utilisées pour détecter le mouillage. Suspecter l'ajout d'eau si le point de congélation est supérieur à -0,53 $^{\circ}C$  (Mahaut *et al.*, 2000).

### **e. Point de l'ébullition**

La température à laquelle une substance ou une solution atteint son point d'ébullition est égale à la pression appliquée. Ainsi, tout comme le point de congélation, la présence de matériaux solubilisés affecte le point d'ébullition. C'est un peu plus élevé que le point d'ébullition de 100,5 °C (Amiot et *al.*, 2002).

### **3.3. les caractéristiques microbiologiques**

Les aliments comme le lait ont une durée de conservation extrêmement courte. En effet, la richesse et la fragilité du lait en font un environnement idéal pour de nombreux micro-organismes, y compris les moisissures, les levures et les bactéries qui prolifèrent rapidement. Son pH est presque neutre, ce qui le rend très facilement altéré par les micro-organismes et les enzymes (Gosta, 1995).

#### **a. Flores microbiennes du lait**

Les micro-organismes du lait se divisent en deux grandes catégories selon leur importance : la flore indigène ou originale et la flore contaminante. La flore pathogène et la flore altérante sont deux sous-catégories de cette dernière (Vignola, 2002)

##### **➤ Flore originelle**

Lorsque le lait est libéré par le pis d'un animal en bonne santé, il contient très peu de microorganismes. Il devrait y avoir moins de 500 UFC. Ces qualités organoleptiques du lait cru sont en grande partie le résultat de sa flore naturelle (Fotou et *al.*, 2011). Les produits chimiques inhibiteurs appelés "lacténines" empêchent les germes d'entrer dans le lait cru, mais leur protection ne dure qu'environ une heure. Le lait cru provenant d'animaux malades peut contenir d'autres bactéries, dont la plupart sont pathogènes et nocives pour la santé humaine (Guiraud, 2003).

##### **➤ Flore d'altération**

Une flore d'altération peut provoquer des défauts sensoriels de goût, d'arôme, d'apparence ou de texture et raccourcir la durée de vie des produits laitiers. Parfois, certains micro-

organismes nuisibles peuvent également causer des maladies. Grands genres identifiés comme flore d'altération : coliformes, certaines levures et moisissures (Essalhi, 2002).

➤ **Les coliformes**

En microbiologie alimentaire, les bactéries *Enterobacteriaceae* fermentent le lactose à 30°C et produisent des gaz appelés <coliformes>. Cependant, en très grand nombre, les bactéries coliformes peuvent provoquer une intoxication alimentaire. Le nombre de coliformes a longtemps été considéré comme un indicateur de contamination fécale. Comme les *Enterobacteriaceae* totales, elles sont un bon indicateur de la qualité de l'hygiène (Guiraud, 2003).

➤ **Levure et moisissures**

- **Les levure** :est un groupe hétérogène de champignons microscopiques qui, à un certain stade de leur développement, émergent sous forme de cellules individuelles et se reproduisent par bourgeonnement ou fission (Dutum, 1995).
- **Les moisissures**: sont aussi des champignons microscopiques qui poussent sur des substances inertes ou en décomposition. Certains, comme *Penicillium*, sont utilisés dans la fabrication du fromage. Cependant, de nombreuses autres espèces sont préoccupantes en raison de leur capacité à produire des mycotoxines .par exemple, les aflatoxines produites par *Aspergillus flavus* sont transportées dans le lait (INRA, 2002).

➤ **Flore pathogène**

Les bactéries pathogènes qui contaminent le lait et les produits laitiers peuvent être d'origine endogène, qui est causée par les rejets mammaires de l'animal malade, ou d'origine exogène, qui est causée par un contact direct avec les troupeaux infectés, contributions de l'environnement (eau), ou par des humains ,par exemple :salmonelles, listeria ,brucella ,bactéries toxigènes ( Brisabois et *al.*, 1997).

## 4. Capacité technologiques des bactéries lactiques

### 4.1. Aptitude acidifiante

L'acidification est la propriété métabolique la plus recherchée pour l'industrie alimentaire. Il se comporte comme processus de fermentation des glucides pour produire de l'acide lactique (Mäyrä-Mäkinen et Bigret, 2004 ; Monnet *et al.*, 2008).

Des conséquences physicochimiques et microbiologiques peuvent survenir traverser (Béal et *al.*, 2008 ; Monnet et *al.*,2008):

- ✓ L'accumulation d'acide lactique contribue à la saveur des aliments fermentés ;
- ✓ Diminuer progressivement le pH du milieu et de la matrice alimentaire ;
- ✓ Limiter les risques de développement et de détérioration de la flore pathogène Produit final;
- ✓ Instabilité des micelles de caséine, coagulation du lait et participation à la synérèse.
- ✓ Pour un ferment donne, il s'agit de permettre une vitesse d'acidification élevée et/ou d'atteindre un niveau d'acidité finale prédéfinie. Le niveau d'acidité dépend des spécifications du produit, lesquelles vont conditionner le choix des souches.

### 4.2. Aptitude protéolytique

Le mécanisme protéolytique qui sous-tend le fonctionnement de la fermentation est capable d'hydrolyser les protéines pour répondre à tous les besoins en acides aminés. Bactéries démontrer de nombreuses possibilités pour leurs machines enzymatiques la façon dont la fraction azotée est utilisée. Habituellement, Lactobacilli présente un comportement. protéolytique plus prononcé que les lactocoques (Donkor et *al.*,, 2007; Monnet et *al.*, 2008).

### 4.3. Aptitude aromatisant

De nombreux produits chimiques aromatiques, y compris l'acétolactate, acétaldéhyde, diacétyl, acétoïne, 2,3-butanediol, éthanol, acétate, formiate, et d'autres, peuvent être produits par les bactéries lactiques. principalement composé de lactose, de citrate et d'acides aminésgraisse également. Cette caractéristique est cruciale lorsquela création de fromages

frais, de crèmes et de beurre, dont le parfum primaire provient de laits fermentés, est lié à cette activité microbienne (Bourgeois et Larpent, 1996; Gerrit et *al.*, 2005; Cholet, 2006).

#### 4.4. Aptitude texturale

La consistance et la rhéologie des produits transformés sont fortement influencées par la capacité des bactéries lactiques à produire des exopolysaccharides (EPS). Les yogourts sont fabriqués avec le *Lb. delbrueckii ssp. bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* produisant EPS afin d'améliorer la texture, prévenir la synergie, et augmenter la viscosité des produits finaux. Pour la structure et la viscosité des produits laitiers fermentés, l'utilisation d'EPS produit par les souches *Lc. lactis ssp. cremoris* semble particulièrement prometteur (Leroy et De Vuyst, 2004; Ho et *al.*, 2007).

## II. Le kéfir du lait

### 1. Définition

Une boisson lactée, légèrement gazéifiée avec des taux faibles en alcool visqueuse appelée kéfir, ce dernier est un mot d'origine turque « keyf » qui veut dire la sensation de bien-être (Leite et *al.*, 2013) et qui vient du Caucase (Len-Glen et *al.*, 2013).

Le kéfir est un produit laitier obtenu par fermentation du lait avec des grains de kéfir et ; et grâce à sa composition riche et diversifiée ce produit est considéré comme un antimicrobien (Santos et *al.*, 2005), et anticancérogène (Nagira et *al.*, 2002) avec plusieurs autres effets thérapeutiques à condition d'une consommation régulière. En tant que produit de fermentation, le kéfir a certains composants chimiques principaux tels que l'acide lactique, l'acétaldéhyde, le diacétyle, l'acétone, l'éthanol, le dioxyde de carbone et des acides gras libres, par exemple acétique, propénoïque, butyrique, hexanoïque, et a les propriétés suivantes caractéristiques : pH avoué 4,0 ; alcool de 0,5% à 2 % ; la teneur en matière grasse dépend du type de lait utilisé ; le goût est acide et légèrement levure ( Sokolinska et *al.*, 2008) .

Le kéfir contenait également des composés tels que des vitamines, des minéraux, des substances essentielles acides aminés, peptides bioactifs, exopolysaccharides et bactériocines (Golli et *al.*, 2019). La symbiose microbienne mélange de bactéries lactiques, de bactéries acétiques et de levure dans le grain de kéfir fait que le kéfir a un goût acido-alcoolique. . Les principaux facteurs qui influencent la qualité finale du kéfir sont microbiologiques diversité des grains de kéfir, le rapport grain/lait, l'incubation, l'agitation et les conditions de stockage

(Leite et *al.*,2012) .Le kéfir a des caractéristiques qui permettent d'augmenter de viscosité due aux interactions avec les constituants du lait (Araujo et *al.*, 2020).

## 2. Définition du kéfir selon Codex Alimentarius

Culture de départ préparée à partir de grains de kéfir, de *Lactobacillus* kéfir et d'espèces des genres *Leuconostoc*, *Lactococcus* et *Acetobacter* poussant dans une forte relation spécifique. Les grains de kéfir constituent à la fois des levures fermentant le lactose (*Kluyveromyces marxianus*) et des levures ne fermentant pas le lactose (*Saccharomyces unisporus*, *Saccharomyces cerevisiae* et *Saccharomyces exiguus*).

## 3. Origine et historique

Bien qu'il n'y ait aucune trace de l'origine exacte de la première production de grains de kéfir Littérature(Guzel-Seydim et *al.* 2010),, il est produit depuis des siècles dans les montagnes du nord Caucase (Lopitz-Otsoa et *al.* 2006).Les grains de kéfir sont des associations symbiotiques, Implantation spontanée dans une zone géographique précise : le Caucase, mais la première Mélangez les légendes des grains de kéfir et les méthodes de préparation utilisées par les anciens peuples de la région et réalité, rapports scientifiques inexistantes (Kemp ,1984 ;Pidoux 1984). En fait, le premier les médecins russes publient des publications où ils rapportent que "la boisson est prête Tatars qui vivaient dans le Caucase dans les temps anciens. ils l'obtiennent en restant Parfois leur lait de vache, de chèvre ou de brebis, en fûts de cuir ou de chêne Ils y ont ajouté des fragments d'estomac de mouton ou de veau. veau. Le lait acidifié et aigri était consommé et remplacé par du lait frais qui subissait les mêmes modifications à son tour. Les cuves réservées à cet usagen'étaient jamais nettoyées. Une croute spongieuse et jaunâtre a été découverte sur la paroi interne des outrespar les Tartares, qui divisée et séchée, fut à l'origine des « grains de Kéfir ». Ces montagnards testèrent leur découverte dans le lait et ils s'aperçurent que les grains assuraient la fermentation et se multiplient. La boisson fut alors, nommée « Kéfir » (Leroi et *al.*,2001).

Les granules de kéfir sont des grumeaux gélatineux et irréguliers de tailles variables (varie entre 0,3 et 3,5) cm), insoluble dans l'eau et la plupart des solvants. A l'état frais, elles sont blanches et rappellent " Inflorescences de "popcorn" ou de "chou-fleur" **figure 1** . A l'état sec, elles sont Les microbes du kéfir, dont la vitalité dépend des conditions de séchage et protection des aliments (Loretan et *al.* 2003).Dans le lait, les grains grossissent et blanchissent (Plessas et *al.*, 2007). Après une fermentation continue, les grains de kéfir peuvent être

décomposés en La nouvelle génération a les mêmes caractéristiques que Laoliang(Gao *et al.* 2012). elles sont Il est principalement composé de protéines et de polysaccharides et contient une microflore complexe. puisque Les grains de kéfir sont capables de métaboliser le lactose et peuvent être utilisés pour la fermentation Le lactosérum, un déchet riche en lactose, coûte négligeable (Hirota 1987).



**Figure 1 :** Grains de kéfir (Arroum, 2017)

#### **4. Production et formation des graines du kéfir**

Les données bibliographiques basé sur la production traditionnel du kéfir reste insuffisantes car le mécanisme exacte de la formation de ces grains sont inconnu. Les grains sont reproduits par fragmentation selon (Koroleva,1988).Après le processus de fermentation, les grains peuvent être récupérés, réutilisés, et cultivés, souvent sur de longues périodes avec une légère augmentation du biomasse (Guzel-Seydim *et al.*, 2011). Cette augmentation dépend des conditions d'incubation ,taux, température ,temps et de type des grains.

Les grains du kéfir du lait ne sont pas exactement pareils ,iles sont tous blanchâtres avec des formes différentes, ils sot défini selon (Jamotte ,1974),comme des « petites masses ridées a consistance gélatineuse de grosseur variable ;et selon Guzel *et al* (2000) ,ces graines considéré comme des "petites masses blanches élastiques, en forme de chou-fleur",mais les grains les plus connus sont « ronds » qui ont une forme du chou-fleur, et aussi ceux qui ressemble aux « feuilles » qui se présente sous forme plus allongée, avec des parties plus fines et plus plates, ou enroulées sur elles-mêmes et qui se déroulent en les étirant (Marshall *et al* 1984).

## 5. Composition des grains du kéfir

Selon Abraham et Antoni (1999), les micro-organismes constituent près de 0,9 % de la masse (humide) du grains de kéfir. Les données de composition chimique des particules de kéfir montrent substances constituées principalement d'eau et d'une fraction non aqueuse contenant principalement des sucres et protéines. La teneur en humidité des grains de kéfir varie entre 80 % et 90 % de leur poids, tandis que les fractions polysaccharidiques et protéiques étaient comprises entre 36 % et 54 % et 28 % et 28 %, respectivement. 35 % de matière sèche (Ottogalli et al 1973 ; Garrote et al 2001). La base des grains de kéfir contient un polysaccharide spécial qui n'a jamais été isolé d'un autre substrat, d'où le nom de kéfirane.

Le kéfirane est un hétéropolysaccharide hydrosoluble ayant la particularité de se gélifier en présence d'alcool (Mukai et *al.* 1991). C'est un composé en proportions égales de D-glucose et de D-galactose, principalement produit par *Lactobacillus kefirianofaciens* (Lopitz-Ostsoa et al., 2006 ; Zajšek et al.,2011). Le kéfirine représente environ 25 % de la masse sèche du grain de kéfir (Pogacic et al.,2013) et ne sera pas le seul composant de la base de grain de kéfir qu'il produit d'origine microbienne (Abraham et De Antoni ,1999). Dans leurs travaux sur la caractérisation des protéines des grains de kéfir, ces auteurs ont mis en évidence des protéines présentes dans les grains qui, du fait de leur poids moléculaire élevé, ne peuvent être issues des protéines du lait ou de leur dégradation. En dehors du sucre et des protéines, les grains de kéfir ont une faible teneur 4% et 6% de matière sèche en matière grasse et en cendres respectivement ( Stepaniak et Fetlinsk 2003).

## 6. Microflore des grains de kéfir

Selon Gomes et al. (2020), les granulés de kéfir peuvent être définis comme un agrégat de levures et bactéries lactiques et acétiques qui se multiplient en symbiose et sont enfermées dans la matrice de Kefiran. Le kéfir n'est pas encore entièrement compris, en raison de la complexité cellulaire de ses grains (Oliveira, 2016) et de sa la composition peut varier selon l'origine des granulés (Santos, 2012). Bien que la composition microbiologique des grains de kéfir diffère, les genres bactériens les plus courants sont: *Lactobacillus*, *Acinetobacter*, *Enterobacter* et *Pseudomonas*, tandis que les levures sont :*Candida*, *Saccharomyces*, *Dipodascaceae* et *Aspergillus* (Gomes et *al.*, 2020 ; Alves (2020), des études ont pu isoler et identifier 359 espèces de bactéries et de levures à partir des granulés de kéfir d'origine brésilienne, où l'on trouve principalement des bactéries lactiques, suivies de levures et de bactéries acides acétique. De nombreuses bactéries contenues dans les grains de kéfir ont des

propriétés probiotiques, de plus, il a toujours la possibilité d'ajouter d'autres micro-organismes à sa composition, le kéfir a donc été considéré comme un probiotique complet (Dias et *al.*, 2020).

## **7. Préparation de kéfir du lait**

Il existe deux méthodes principales pour la préparation de kéfir, ces méthodes consistent sur l'utilisation de lait quelque soit le type et l'origine (chèvre, vache brebis ...).

La première méthode est la méthode artisanale basé sur l'inoculation du lait par certaine quantité des grains de kéfir avec une fermentation durée d 28 à 24h avec une température de 20-25 °C, tandis que la 2ème méthode qui est une méthode commerciale implique l'inoculation de lait avec des cultures pures isolées de kéfir (Leil et *al.*, 2013) ;après fermentation les grains seront séparés du produit final(guzel-sydim et *al.*,2011)(Rosa et *al.* ,2017 ; Azizkani et al.,2021.) ;en fin les grains de kéfir sont récupérés et réutilisés.

## **8. Caractéristiques de kéfir**

### **8.1. Caractéristiques physicochimiques du kéfir**

#### **a. Caractéristiques physiques**

Du côté physique, le kéfir est une boisson laitière fermentée rafraîchissante, naturellement gazéifiée avec un goût légèrement acide. L'activité des bactéries lactiques conduit principalement à l'acidification du lait. Les bactéries lactiques se caractérisent en effet par la propriété de produire de l'acide lactique à partir de sucre, disponible sous la forme de lactose dans le lait. Elles fermentent les sucres presque exclusivement en acide lactique. En fait, dans le lait et à température ambiante, les lactocoques se développent rapidement et produisent rapidement de l'acide lactique. Ainsi, dans ces conditions, ils abaissent le pH à environ 4,6 en 15 à 20 heures. Ce pour cela que (Kolvera,1988) leur attribue le rôle d'acidifiant dans la fermentation du kéfir.

La prolongation de la période d'incubation de 24 à 48 et 72 heures diminue significativement le pH de 11,83 et 20,42% respectivement. En effet, le pH du kéfir est le résultat de l'accumulation des acides organiques (l'acide lactique principalement), produits du catabolisme du lactose par les bactéries lactiques du kéfir (Suriasih et *al.*,2020).

#### **b. Composition chimique du kéfir**

La composition et les propriétés du kéfir ainsi que la concentration des composants bioactifs dépendent également du type de lait mais aussi du type de la culture appliquée. Le

kéfir a une saveur distincte en raison de la présence de divers composés produits au cours du processus de fermentation (Farnworth ,2005). L'acidelactique est le principal métabolite produit; Les autres métabolites importants sont le dioxyde de carbone et l'éthanol à de faibles concentrations et composants aromatiques, tels que l'acétaldéhyde et l'acétone(GuzelSeydim et *al.*,2011; Pogacic et *al.*,2013); les peptides bioactifs, les vitamines, les exopolysaccharides

et les bactériocines (Bergmann et *al.*,2010 ; Pogačić et *al.* ,2013). Ces composés peuvent agir indépendamment ou en combinaison pour fournir les nombreux effets bénéfiques sur la santé attribués à la consommation de kéfir (Farnworth ,2005). Concernant la composition chimique du kéfir, l'eau est le composant majeur d'environ 90% suivie des sucres (6%), matière grasse (3,5%), protéines (3%) et les cendres (0,7%) (Sarkar, 2008)

- **Acides lactiques**

L'acide lactique du kéfir est presque exclusivement sous la forme de son isomère L(+), forme la plus assimilable par l'organisme humain. Les teneurs en acide lactique communément citées pour le kéfir, et confirmées par les mesures de lactose, sont comprises entre 6 et 10 g/l. Il semblerait cependant qu'elles puissent être beaucoup plus élevées : une teneur de 15 g/l. Ces teneurs sont dans l'ensemble, comparables à celles d'un yaourt (Veronique ,2008).

Le kéfir peut contenir des quantités relativement élevées d'acide acétique, 0,9 g/l alors que celle d'un yaourt est de 0,2 g/l. Ce composé contribue probablement à la perception "acide" du kéfir (Veronique ,2008).

- **Lactose**

La quantité de lactose restant après fermentation varie de 20 g/l à 35 g/l. D'autre en mesurent toutefois une quantité moindre dans un kéfir traditionnel : 14 g/l (Veronique, 2008). Malgré la présence de lactose résiduel, le kéfir peut, être consommé sans problème par les personnes intolérantes au lactose. A quantités égales, le lactose ingéré par l'intermédiaire de kéfir est effectivement mieux digéré et mieux toléré par l'homme adulte que celui ingéré par la consommation de lait (Hertzler et Clancy ,2003). Cette amélioration, de la digestion et de la tolérance au lactose proviendrait de la libération, dans le tube digestif, de  $\beta$ -galactosidase microbienne (Veronique, 2008 , Sabir et *al.*,2010) rapportent que les taux d'acide lactique et d'exopolysaccharides produits les bactéries lactiques du kéfir étaient de 8,1 - 17,4 et 17,3 - 378 mg/ml respectivement.

- **Protéines, matière grasse et acide linoléique conjugué**

Les teneurs en protéines, en MG et en acide linoléique conjugué (CLA) du kéfir sont essentiellement déterminées par celles du lait utilisé. Durant la fermentation, la digestibilité des protéines s'améliore grâce à la protéolyse et à l'action de coagulation des acides (Rosa et al. 2017) et leur digestibilité seraient équivalentes à celles des laits caillés (Veronique, 2008). Le profil en acides aminés dépend essentiellement du profil du lait d'origine utilisé comme substrat de fermentation (Ferreira, 2010). C'est ainsi que (Ismail et al., 2011) ont rapporté que le kéfir est particulièrement riche en proline (52,19%); cystine(11,34); et serine (8,12%) des acides aminés libres dans la culture de kéfir. Cependant, des travaux de recherche ont montré les acides aminés du kéfir étudié contenant par ordre décroissant : lysine (376 mg/ 100g); isoleucine (262 mg/100 g); phénylalanine (231 mg/ 100 g); valine (220 mg/100 g); thréonine (183mg/100 g); méthionine (137 mg/100 g); and tryptophane (70 mg/100 g) Liutkevicius et Sarkinas,(2004).

La teneur en MG du kéfir dépend aussi du choix du lait utilisé : entier, demi-écrémé ou écrémé. Elle diminue toutefois après la fermentation lactique. Du kéfir préparé à partir d'un lait à 3,5% de MG affiche un taux compris entre 3,0 % et 3,1 % (Veronique 2008). La teneur du lait en isomères t9, t11 du CLA est augmentée après fermentation par des grains de kéfir (Guzel-seydim Z et al. 2006), car les *Lactobacillus* principalement *Lb. acidophilus* présente dans les grains de kéfir utilise l'acide linoléique qui est le produit de la lipolyse de la MG du lait pour synthétiser le CLA et qui est ensuite convertie par hydrogénation et isomérisation en isomères (Vieira C et al. 2015). Cette composante isomérique du CLA ne représente toutefois qu'une petite fraction de l'ensemble des isomères du CLA (Veronique 2008).

- **Alcool et CO<sub>2</sub>**

La teneur en éthanol et en CO<sub>2</sub> du kéfir dépend du procédé de fabrication appliqué (Farnworth, 2005). Elle est plus élevée dans le kéfir traditionnel que dans le kéfir industriel. Un lait acidifié à partir de grains a une teneur en éthanol comprise entre 0,1 % et 0,3 %. La teneur en alcool dans les kéfirs industriels atteint par contre au maximum 0,04 % (Veronique 2008). Pour un lait acidifié à partir de grains de kéfir, le taux de CO<sub>2</sub> est compris entre 0,08 % et 0,2 %. Il peut toutefois être beaucoup plus élevé : 3 % de CO<sub>2</sub> ont été mesurés dans un lait acidifié à partir de grains argentins (Veronique 2008). L'éthanol et le dioxyde de carbone donnent au kéfir son effet stimulant et caractéristique effervescent (Ismail et al. 2011).

### c. Caractéristiques microbiologiques

Le kéfir possède une flore diversifiée et complexe, prédominante, comprenant des espèces définies et non définies de levure et de bactérie et en quantités variables. Il contient des bactéries bénéfiques y compris diverses espèces de lactobacilles, de lactocoques, de leuconostocs et d'acétobactéries et de levures (Ottles et Cagindi, 2003). Alors les composants de Kéfir tels que diverses souches de lactobacilles et de levures peut agir comme un probiotique. La composition microbienne du kéfir est considérée comme une communauté symbiotique et varie considérablement en fonction de la source de lait, de la teneur en matières grasses, de l'origine des grains de kéfir, des paramètres de fermentation et d'autres facteurs (Farag et al., 2020). Cette variabilité est devenue problématique dans la poursuite d'une description « générique » des micro-organismes présents dans le kéfir.

Les méthodes traditionnelles basées sur la culture pour étudier le microbiote du kéfir ont été progressivement déplacées vers des approches métagénomiques ciblées et non ciblées (Brianda et al., 2022). Différents travaux ont étudié les espèces microbiennes dans le kéfir à l'aide d'une analyse séquentielle à haut débit (Nalbantoglu et al. 2014 ; Korsak et al. 2015 ; Walsh et al. 2016). La composition microbienne du grain de kéfir est constituée de 65 à 90 % de bactéries de la famille des Lactobacillaceae, avec des membres des genres *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc* et *Acetobacter*, et des levures complétant la portion restante (Bourrie et al., 2016 ; Bengoa et al., 2019). Ces souches représentent la majorité de la population bactérienne dans le grain mais seulement 20 % dans la boisson fermentée finale ; les 80 % restants sont constitués de *L.kefiri*, suggérant un changement de composition majeur au cours de la fermentation du lait (Shen et al., 2018 ; Blasche et al., 2021). Pendant la fermentation, le pH du kéfir varie de 3,0 à 5,0 en raison de fortes concentrations d'acides organiques ; étant donné ce pH acide, il est clair que le kéfir fournit un environnement qui améliore la dominance des espèces résistantes aux acides (Kim et al., 2019).

Dobson et al. (2011) ont également détecté des membres de la famille des bactéries *Pseudomonadaceae*, *Enterobacteriaceae* et *Clostridiaceae*. Les levures identifiées dans le kéfir comprennent des membres de *Candida*, *Debaryomyces*, *Kazachstania*, *Kluyveromyces*, *Pichia*, *Saccharomyces*, *Torulaspora* et d'autres espèces (Rosa et al., 2017 ; Farag et al., 2020).

Des preuves solides suggèrent que le microbiote du kéfir dépend de la zone géographique d'origine, des conditions de fermentation et surtout de la source de lait (Farag et al., 2020).

#### **d. Caractéristiques sensorielles**

Les qualités organoleptiques du kéfir sont associées aux modifications chimiques, résultant de l'activité microbienne des grains; elles dépendent de la composition de ses grains et du processus de fermentation et de maturation ( Otles et Cagindi ,2003). En outre, le type et le volume du lait affectent ses propriétés (Altay et *al.*,2013). Contrairement aux autres laits fermentés, le kéfir se caractérise par sa saveur spécifique typique des levures, une consistance crémeuse et une sensation en bouche pétillante provenant de constituants tels que l'acide acétique, l'éthanol et le CO<sub>2</sub>. De telles propriétés reposent sur des processus de fermentation menés par des levures, des bactéries lactiques et acides acétiques et d'autres microorganismes contenus dans les grains du kéfir (Arslan ,2015).

#### **9. Les bienfaits et effets probatiques du kéfir**

Selon la littérature, de nombreux bienfaits d'une consommation régulière de kéfir ont déjà été trouvés(Silva *et al.*, 2020), ces bénéfiques sont liés aux micro-organismes ayant une fonction probiotique, aux activités des exopolysaccharides et à la peptides générés au cours du processus de fermentation (Dias et *al.*, 2020).Parmi les avantages, on peut citer la thérapie diététique, oncologie comparative, nutrition humaine (Silva et *al.*, 2020), amélioration de l'activité intestinale, en plus d'être une option pour consommation pour les intolérants au lactose (Gomes et *al.*, 2020),réduction du cholestérol et propriétés anti tumorales, contrôle de la glycémie, activité antioxydante, antiallergique et anti-inflammatoire(Dias et *al.*,2020) vitesse accrue cicatrisation, inhibition d'enzyme de conversion de l'angiotensine et amélioration de la réponse du système immunitaire (Gonçalves et *al.*, 2018).

### **III. Les fromages**

#### **1. Définition**

Selon la norme (Codex STAN 283-1978), le fromage est un produit affiné ou immature, de consistance molle ou semi-dure, dure ou extra-dure, pouvant être enrobé, dans lequel le rapport protéine de lactosérum/caséine ne pas dépasse celle du lait. Il est obtenu par la coagulation totale ou partielle du lait par l'action de la présure ou d'autres coagulants appropriés, et par l'évacuation partielle du lactosérum résultant de la coagulation ; ou par l'utilisation de techniques de fabrication impliquant la coagulation du lait et/ou des produits

laitiers, pour obtenir un produit fini avec des propriétés physiques, chimiques et organoleptiques correspondant aux définitions ci-dessus (Eck, 1997).

## 2. Méthode générale de fabrication du fromage

Selon Brewer et al. (1997), il existe quatre étapes principales dans la transformation du lait en fromage, qui peuvent être précédées d'opérations de standardisation du lait, qui comprennent l'ajustement du pH de la présure pour favoriser la coagulation du lait, l'ajout de minéraux, la réduction de la teneur en lactose, l'ajustement de la matière grasse et /ou de teneur en protéines(Vignola,2002), les laits n'ayant pas les mêmes capacités de transformation fromagère, ils présentent un certain nombre de propriétés différentes qui limitent leur capacité de déstabilisation, nécessaire au passage du liquide au solide (Jeantet et *al.*, 2006). La transformation du lait en fromage comporte en générale quatre étapes (Brule et *al.*, 1997) :

- ✓ La coagulation: modification physico- chimique entraînant la formation d'un gel sous l'action d'acide lactique et/ou enzymes ;
  
- ✓ L'égouttage: séparation d'une partie de lactosérum qui conduit à l'obtention du caillé ;
- ✓ Le salage: par incorporation du sel sur le caillé de fromage;
- ✓ L'affinage: est la transformation biochimique des constituants du caillé sous l'action d'enzymes, pour la plupart d'origine microbienne (Eck, 1987).

A l'exception des fromages frais, tous les autres types de fromages subissent une maturation biologique plus ou moins prononcée, destinée à développer leur saveur, tout en modifiant leur aspect, texture et leur consistance . Le processus d'affinage correspond à une phase de digestion enzymatique des composants du caillé .La coagulation et l'égouttage ont assuré la préparation d'un substrat essentiellement constitué de caséine, de matière grasse et de lactose, partiellement convertie en lactate. Ce substrat est peuplé de microorganismes et, au cours de l'affinage, ces constituants seront transformés sous l'action d'enzymes présentes à l'origine dans le caillé ou élaborées au cours même de l'affinage par synthèse microbienne (Choisy et *al.*, 1997).Au cours de l'affinage, il y a dégradation plus ou moins poussée de la caséine mais aussi des matières grasses. L'oxygène, l'humidité et la température d'entreposage jouent un rôle très important dans la maturation des fromages (Guiraud, 2003).

### 3. Coagulation du lait

La fabrication du fromage nécessite une phase de coagulation du lait, qui permet d'expulsion plus ou moins, une grande partie de l'eau et de matière soluble (le sérum). On obtiendra ainsi un caillé ou fromage non affiné (Lenoir et *al.*, 1983).

La coagulation correspond à une modification physico-chimique des micelles de caséine sous l'action d'enzymes protéolytiques et \ou d'acide lactique. Celles-ci entraînent la formation d'un réseau protéique tridimensionnel appelé coagulum ou gel. Les mécanismes proposés dans la formation du coagulum diffèrent totalement suivant que ces modifications sont induites par acidification ou par action d'enzymes coagulantes ou encore par l'action combinée des deux (Eck et Gillis, 1990).

#### a) Coagulation par voie acide

L'acide lactique d'origine bactérienne ;transforme le lactose en acide lactique ce qui on appelle coagulation acide (par vois acide) ;cette production d'acide provoque la diminution du ph du lait désigné a la fabrication du fromage ;ce qui déclenché la solubilisation du phosphate et du calcium colloïdal ;qui est un composant fondamentale pour la stabilité de micelles de caséine qui vont associer entre elles pour forme un gel cassant très fiable et peu élastique (Mietton, 1995). La floculation de caséine se produit à pH 4,6 sous forme de précipité plus ou moins granulaire dispersé dans le lactosérum si l'acidification est accélérée par l'ajout d'acide minéral ou organique. Au contraire, une acidification progressive obtenue par fermentation lactique ou par hydrolyse de la gluconolactone produit un gel homogène et lisse qui remplit entièrement le volume initial.

Selon Carole et Vignola (2002), un lait riche en protéines formera un caillé lactique plus ferme ;la teneur en protéines donc influence sur la coagulation.

#### b) Coagulation par voie enzymatique

La coagulation enzymatique est assurée par un grand nombre d'enzymes protéolytiques, d'origine animale, végétale ou microbienne, ayant la propriété de coaguler le lait. Il faut aussi tenir compte de leur grande activité protéolytique non spécifique supplémentaire qui leur permet d'hydrolyser les caséines  $\alpha$  et  $\beta$  avec libération de peptides (Mietton, 1995).

Si cette hydrolyse est trop élevée, il peut en résulter une baisse du rendement fromager, une texture molle et l'apparition de goûts anormaux. La présure est une enzyme protéolytique provenant de la caillette du veau non sevré. Cette enzyme correspond à deux fractions actives: l'une mineure (20 %), constituée par la pepsine ; l'autre majeure (80 %), est représentée par la

chymosine qui est le coagulant le plus utilisé (Eck, 1990). En pratique, la coagulation du lait peut se caractériser par trois paramètres : le temps de floculation, la vitesse de raffermissement et la fermeté maximale du gel (Caron *et al.*, 1997).

### c) Coagulation mixte

Résultat de l'action conjuguée de la présure et de l'acidification lactique. Dans la pratique industrielle, un gel mixte peut être obtenu selon deux techniques:

- ✓ Soit emprésurant un lait au cours de l'acidification, la coagulation est alors généralement, plus rapide et le gel ainsi obtenu offre des caractères intermédiaires entre un gel présure et un gel lactique.
- ✓ Soit en laissant s'acidifier naturellement un caillé emprésuré, ce qui permet à ce dernier d'acquérir progressivement les caractères lactiques (Veisseyre, 1979).

## 4. Les différents types de fromage

Il n'existe pas de classification simple rationnelle et universelle des fromages, en raison de sa grande diversité. Les fromages se différencient entre eux selon des caractères spécifiques liés à la flore microbienne, au mode de coagulation et d'égouttage sans oublier l'espèce animale d'où le lait provient (David et Forte, 1998). Les différents types de fromage sont:

- ✓ Les fromages frais ou à pâtes fraîches ;
- ✓ Les pâtes molles à croûte fleurie et à croûte lavée ;
- ✓ Les pâtes persillées
- ✓ Les pâtes pressées non cuites et cuites ;
- ✓ Les pâtes dures ;
- ✓ Les pâtes filées ;
- ✓ Les fromages fondus

### 4.1. Les fromages frais

#### 4.1.1. Définition du fromage frais

Le fromage frais est une pâte très humide, peu minéralisée, c'est le produit d'une coagulation lente à dominance acide, obtenue grâce à l'action des bactéries lactiques combinée ou non à celle d'une faible quantité de présure (1 à 5 ml/100 L de lait) et un temps d'incubation long. Ces fromages ont une grande diversité selon le degré d'égouttage du coagulum et la teneur en

matière grasse du lait mis en œuvre. Leur teneur en protéines et en calcium quel que soit le type de fromage frais leur confère une qualité nutritionnelle importante (Mahaut et *al.*, 2000).

#### **4.1.2. Les types du fromage frais en algerie**

##### **a. Jben**

Jben est un fromage traditionnel frais obtenu par acidification spontanée à température ambiante, 24 à 72 heures selon la température, comme celle menant à Rayeb. Traditionnellement, le fromage Jben est fabriqué avec du lait cru de brebis ou de chèvre, acidification spontanée et coagulation avec la coagulant d'origine végétale dans les fleurs du cardon (Nuoani, 2009).

##### **b. Fromage frais affiné**

- **Bouhezza**

Bouhezza est un fromage fermier fermenté à égouttage libre produit à l'origine par du lait de chèvre, mais actuellement il est fabriqué par bovin, il est largement répandu dans l'Est de l'Algérie (Mekentichi, 2003). Lors du l'affinage, du sel et du Lben seront ajoutés au contenu de Chekoua. Au stade de la dégustation, le fromage est mélangé avec du paprika, le fromage Bouhezza a une forte acidité caractéristique (Aissaoui Zitoun et *al.*, 2006).

##### **c. Fromage frais extra dure**

- **Klila**

En Algérie, le Klila est un fromage traditionnel rural populaire fabriqué à partir de lait cru ou de chèvre non pasteurisé. Ce fromage est fabriqué en stockant du lait dans des bocaux propres à une certaine température, généralement deux jours; après avoir chauffé le Lben à 40-50°C pendant 15 minutes, séparer le lactosérum du coagulum à travers une mousseline. Le fromage obtenu est mangé sous cette forme ou séché au soleil pour un stockage à long terme (Mahamedi et *al.*, 2015 ; Mechai et *al.*, 2014).

### III. Matériel et Méthodes

#### Objectif

Le présent travail a été réalisé grâce à la collaboration des deux laboratoires; le laboratoire régional de contrôle de la qualité et de la répression des fraudes de Sour El Ghozlane (Bouira) et laboratoire de biochimie de la faculté SNVST de l'Université de Bouira.

L'étude porte sur de l'utilisation de grains de kéfir pour la fabrication de fromage frais à partir du kéfir lait de chèvre et kéfir du lait de vache.

#### 1. Matériel

##### 1.1. Matériel biologique

###### a. Le lait

Deux types de lait ont été utilisés : lait de vache et lait de chèvre

###### ✓ Collecte du lait

- **Le lait cru de vache:** les échantillons du lait cru de vache proviennent de deux petites fermes différentes l'une est située à M'Chedallah et l'autre à Sour el Ghozlane (wilaya de Bouira) .
- **Le lait de chèvre :** l'échantillon du lait cru de chèvre a été collecté auprès d'une petite ferme située dans la région de Tazemalt wilaya de Béjaia.

Tous les échantillons collectés sont rapidement transférés au laboratoire et maintenus à la réfrigération jusqu'à leur analyse et ou leur utilisation pour la fabrication du fromage .

Tous les échantillons du lait proviennent des animaux qui n'ont subi aucun traitement d'antibiotique pendant au moins 10 jours.

###### a. Les grains de kéfir

Les grains de kéfir sont fournis gracieusement d'un médecin de la wilaya d'Alger et rapidement sont conservés à -18°C jusqu'à leur utilisation.



**Figure 2:** aspect des grains de kéfir (original,2022)

### **1.2. Ustensiles**

Les ustensiles nécessaires utilisés sont énumérés en (annexe 1)

### **1.3. Matériel de laboratoire**

Nous avons utilisé un matériel usuel du laboratoire (annexe 1)

### **1.4. Les Produits chimiques et réactifs**

Touts les produits et réactifs utilisés sont décrits en (annexe 2)

Conformément aux méthodes officielles du journal officiel Algérien, les analyses comportent essentiellement:

- ✓ La détermination du pH
- ✓ La détermination de l'acidité titrable
- ✓ La détermination de la densité
- ✓ La détermination de la matière sèche
- ✓ La détermination de la viscosité
- ✓ La détermination du taux de la matière grasse
- ✓ La détermination du taux de cendre

## **2. Les analyses physico-chimiques du lait de vache et de lait de chèvre**

Plusieurs tests physico-chimiques ont été réalisés pour la vérification de la conformité du lait utilisé.

**a. Détermination du pH**

A l'aide d'un pH-mètre, préalablement étalonné ; la mesure est réalisée par immersion du bout de l'électrode dans un volume de 10 ml (AOAC, 1990).

**b. Détermination de l'acidité titrable**

Un volume de 10 ml de est prélevé à l'aide d'une pipette et versé dans un bécher. L'échantillon est titré par une solution de soude (0,1 N) en présence de quelques gouttes le phénolphaléine à 1% jusqu'à l'apparition d'une couleur rose persistante(AOAC, 1990).

La mesure de l'acidité titrable, est exprimée en °D, est la quantité d'acide lactique contenue dans un litre de lait. Elle est déterminée par la formule:

$$(D^{\circ}) = V (\text{NaOH}) \times 10$$

**AT:** Acidité titrable.

**V:** le volume de NaOH en ml

**c. Détermination de la densité**

La densité du lait est une grandeur sans dimension qui désigne le rapport entre la masse d'un volume donné de lait à 20°C et la masse du même volume d'eau. Le lait est homogénéisé puis versé dans l'éprouvette tenue inclinée en évitant la formation de la mousse. Puis le thermo-lactodensimètre est soigneusement plongé dans l'éprouvette en le retenant dans sa descente jusqu'à avoir sa position d'équilibre, en notant qu'il doit flotter librement dans le lait (ne toucher ni le fond ni les parois de l'éprouvette) (Annexe 3). La lecture de la densité brute est réalisée dès que l'équilibre est établi au niveau supérieur du ménisque d'affleurement du lait sur de la tige (AFNOR, 1986).

**d. Détermination de la teneur en matière sèche**

Un volume 5 ml du lait est introduit dans une capsule et/ou boîte de pétri en verre séchée et préalablement peser avec couvercle. Cette manipulation a été faite en deux fois (en double) pour chaque échantillon, les capsules ont été placées dans une étuve réglée à 103 °C ±2 pendant 1 heure jusqu'à l'évaporation de l'eau, en répétant la pesée jusqu'à l'obtention d'un poids constant (AOAC, 1990).

**(Poids de capsule + extrait sec) – poids de la capsule vide**

$$\text{MS\%} = \frac{\text{-----}}{\text{-----}} * 100$$

**Prise d'Essai**

**e. Détermination du taux de cendres**

Une prise d'essai de 5g de lait est introduite dans un creuset en silice dont le poids à vide est connu puis placer le un creuset au four à 550°C pendant 4h jusqu'à la disparition complète des particules charbonneuses. Placer la capsule dans le dessiccateur et laisser refroidir à la température puis on le pèse.

Le taux de cendres, exprimée en pourcentage, est égale à :

(Poids creuset+cendre) - creuset vide

$$\text{Taux de cendres \%} = \frac{\text{-----}}{\text{-----}} * 100$$

Prise d'essai

**f. Détermination de la teneur en matière grasse**

Une prise d'essai de 10g est introduite dans un bécher puis mélanger avec 15 ml d'eau distillée et 30 ml d'acide chlorhydrique (HCl) .Le bécher a été est mis sur une plaque chauffant jusqu'avoir une ébullition pendant 30 min.Le contenu du bécher est ensuite filtré à l'aide d'un papier filtre disposé. Après plusieurs lavages à l'eau distillée chaude jusqu'à élimination de chlorures, le papier filtre est séché puis est introduit dans une cartouche soumise à l'extracteur. La matière grasse est ainsi extraite par l'hexane(JO.N°04 01.03.2016).

Le taux de la matière grasse est exprimée en pourcentage est égale à :

(Poids de matraque après l'extraction – le poids de matraque vide)

$$\text{MG \%} = \frac{\text{-----}}{\text{-----}} * 100$$

La prise d'essaie

**g. Détermination de la viscosité**

Pour déterminer la viscosité du lait , on a utilisé le viscosimètre à chute de bille(figure 3). Le concept de base est de chronométrer le temps de chute d'une bille soumise à son propre poids dans un tube incliné à angle variable rempli du lait. Rotation à 180° du tube, permettant ainsi de démarrer immédiatement un nouveau test. Trois mesures sont effectuées puis un temps moyen de chute est retenu. Une formule de conversion permet de transformer le temps mesuré en valeur de viscosité (AOAC, 1990).

Le calcul de la viscosité se fait comme suite :

$$\mu = \frac{2}{9} \cdot g \frac{r^2(\rho_1 - \rho_2)}{vh} * t$$

Où:  $\mu$  : viscosité en  $\text{kg m}^{-1} \text{s}^{-1}$ ,  $\rho_1$  : densité de la bille (  $\text{g/cm}^3$ ),  $\rho_2$  : densité du lait (  $\text{g/cm}^3$ ),  
 $V$  : volume de lait,  $t$  : temps , $h$  : la hauteur (cm) , $g$  : 9,80 N/kg



**Figure 3 : Détermination de la viscosité (originale, 2022)**

### **3. Caractérisation du kéfir**

#### **3.1. Activation des grains de kéfir**

Selon (Weschenfeleder et *al.*,2011), la méthode traditionnelle de production de kéfir du lait consiste à inoculer directement les grains de kéfir dans le lait . Le lait peut être entier, écrémé, , il doit avoir subi un traitement thermique équivalent à la pasteurisation (85°C / 3 min) refroidi à une température de 20°C à 25 °C puisensemencé avec 2% à 10 % de grain de kéfir.1g de grains de kéfir est cultivé dans 200ml de lait de vache cru pendant 24 à 48 h à la température ambiante 25°C, puis les grains frais sont récupérés et lavés à l'eau stérile; ce processus étant nécessaire pour maintenir la viabilité des grains.

#### **3.2. Les analyses physico-chimiques du kéfir**

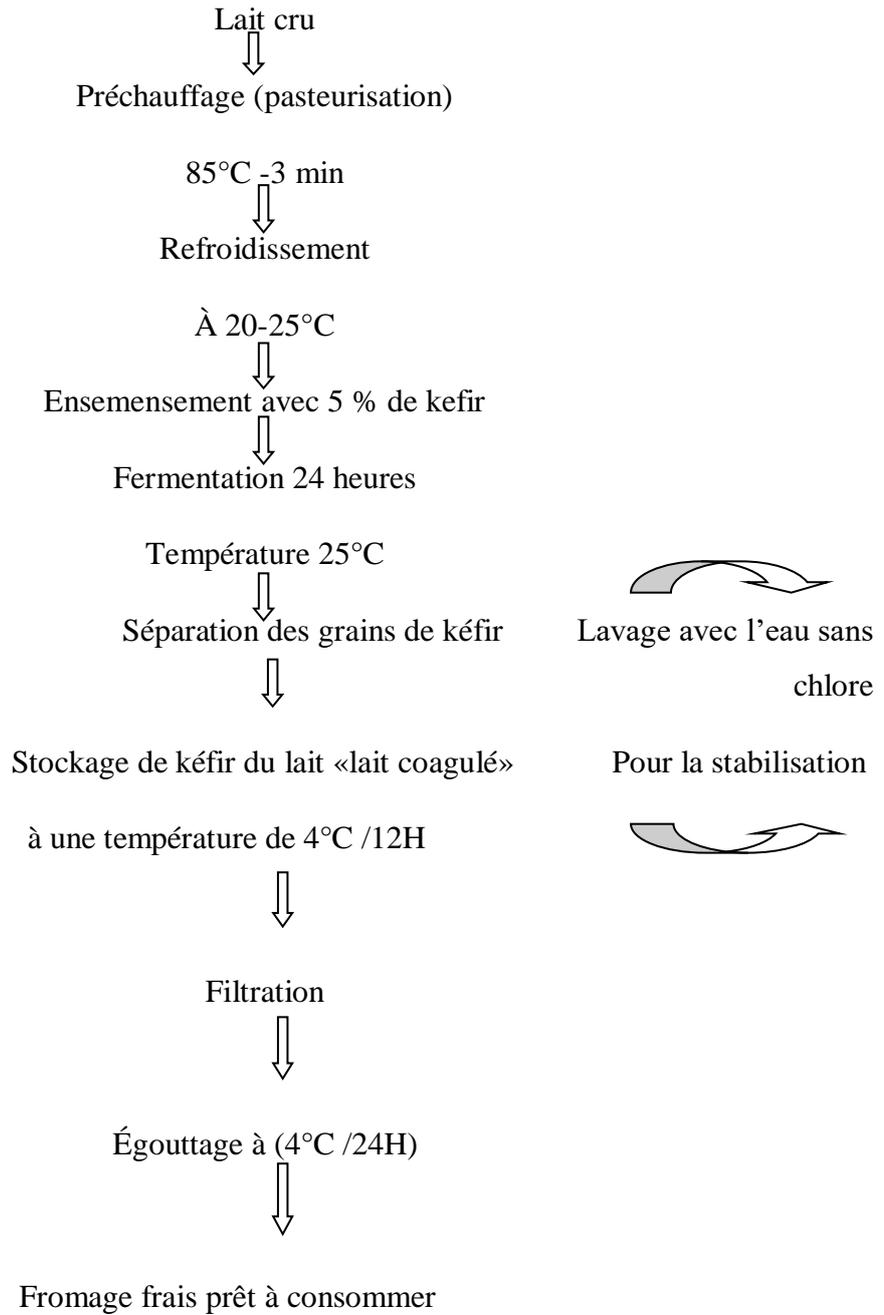
Les analyses comportent essentiellement:

- ✓ La détermination du pH
- ✓ La détermination de l'acidité titrable
- ✓ La détermination de la densité
- ✓ La détermination de la matière sèche
- ✓ La détermination du taux de la matière grasse

#### **3.3. Procédé de fabrication du fromage**

Les étapes de fabrication du fromage frais sont décrit en figure 3 :

- ✓ La coagulation du lait
- ✓ La filtration et séparation des grains
- ✓ Egouttage et conservation



**Figure 3 :** Diagramme de fabrication du fromage frais à base de kéfir du lait

### 3.4. Coagulation du lait

#### a. Préparation du coagulant et incorporation du coagulant (grains de kéfir frais )

Après un préchauffage du lait au feu doux à 85°C pendant environ 3 minutes puis refroidi à 25°C et mis dans des bocaux en verre , les grains de kéfir frais sont ajouté ,à raison

de 5% , sont mélangés avec une spatule, et couvrir par des compresse stériles. La coagulation s'est réalisée pendant 20 et 24 heures dans un étuve réglé 25°C. le kéfir se caractérise par l'apparition d'une couche plus au moins jaune en surface d'une texture particulière, proche de celle d'un yaourt non brassé (Otlés et Cagindi, 2003 ;Weschenfelder et *al.*, 2011).



**Figure 4:** Etapes de lavage et la pesé des grains de kéfir frais (Originale, 2022)



**Figure 5 :** Etapes d'incorporation du coagulant (originale, 2022)

### **b. Filtration et séparation des grains**

Après la coagulation, le caillé a été transféré à l'aide d'une cuillère dans une passoire pour séparer les grains et le caillé(figure 6). Après la récupération des grains ; le kéfir du lait a été transféré dans des bocaux en verre et laissé stabiliser pendant 12h à + 4°C (Otlés et Cagindi, 2003 ;Weshenfelder et *al.*, 2011).

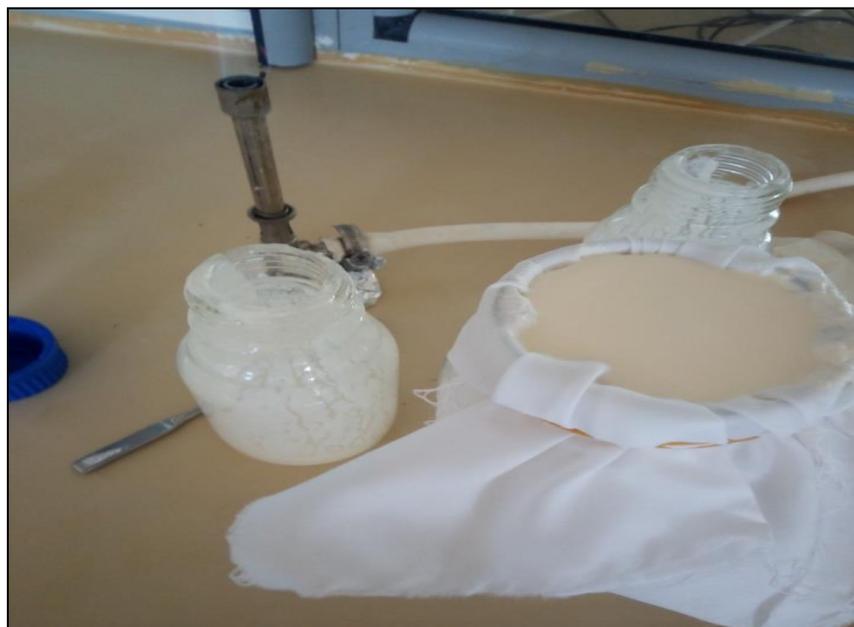


**Figure 6** : Etape de filtration de kéfir du lait

(originale , 2022)

### c. Egouttage et conservation

Le kéfir du lait a été transféré à l'aide des flacons Duran dans des passoires contiennent des tissus fins stériles pour subir l'égouttage (**Figure 7**) pendant 24 heures à 4°C. Les fromages obtenu ont été conservés au réfrigérateur à +4°C pour une durée de consommation qui ne dépasse pas les 10 jours (Otlés et Cagindi, 2003 ;Weshenfelder et *al.*, 2011) .



**Figure 7** : l'égouttage (originale ,2022)

#### 4. Contrôle de la qualité des deux types du fromage

Des analyses physico-chimiques et microbiologiques ont été réalisés pour la vérification de la qualité du produit fini (fromage frais).

##### 4.1. Analyses physico-chimiques du fromage et le lactosérum

Les mêmes paramètres avec les mêmes méthodes sont utilisés pour le lait. Néanmoins, la détermination de la teneur de la matière grasse est réalisée par la méthode de Folch.

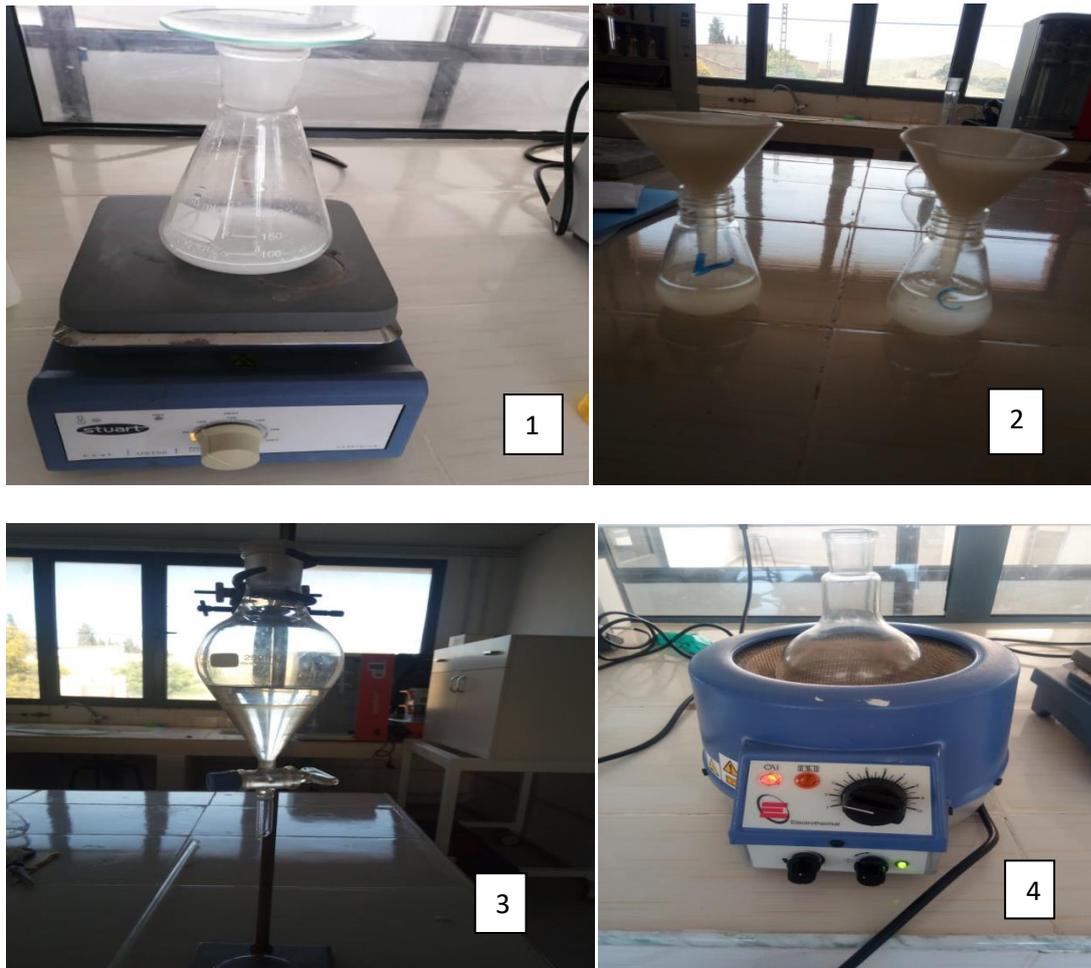
##### Fromage

###### a. Détermination de la matière grasse

C'est une technique basée sur une extraction à froid par le chloroforme associé au méthanol. Le mode opératoire consiste à introduire dans un bécher une prise d'essai de 5 g de fromage, puis mélangé avec 30 ml de méthanol. Le mélange est soumis à l'agitation pendant une heure. puis un volume de 60 ml de chloroforme est ajouté au contenu du bécher et remis à nouveau sous agitation pendant une heure. Le contenu du bécher est ensuite filtré à l'aide d'un papier filtre, ensuite le filtrat a été introduit dans une ampoule à décanter en ajoutant 0,2 V de NaCl en solution à 0,7 %. La phase inférieure (organique) est récupérée dans un ballon et passée à l'évaporateur rotatif à 50°C, afin d'éliminer partiellement le solvant et avoir un extrait concentré en matière grasse (Folch et *al.*,1957) (**Figure 8**).

La teneur en matière grasse totale de l'échantillon a été calculée ainsi:

$$\text{MG\%} = \frac{\text{Poids du ballon après extraction} - \text{poids du ballon vide}}{\text{Prise d'essai}} \times 100$$



**Figure 8** : Détermination de la matière grasse (**originale** , 2022)

**b. Détermination de l'extrait sec dégraissé (ESD)**

Selon (Mathieu,1998) , l'extrait sec dégraissé (ESD) est calculé par la soustraction de la teneur de la matière grasse de l'extrait sec total (EST) :  $ESD = EST - MG$

**c. Détermination du rendement fromager**

Le rendement fromager présente un grand intérêt en industrie fromagère ,car il reflète globalement comment a été réalisé la répartition quantitative des constituants du lait lors de l'égouttage. Il nécessite un taux élevé en extrait sec et plus précisément en protéines (caséine) et des concentrations élevées en matière grasse (;AOAC, 1990; Naoani,2009) ).

Il est obtenu selon la formule ci-dessous (**Vignola, 2002**) :

Masse de fromage(g)

Rendement = -----\*100

Volume de lait (ml)

### Le lactosérum

Les mêmes protocoles décrits pour le lait, kéfir et fromage ont été réalisés:

détermination du pH , détermination de l'acidité titrable et la détermination du taux de cendres.

## 5. Analyses microbiologiques du fromage

### 5.1. Préparation des échantillons

Préparation de la solution mère (SM) et des dilutions décimales, peser 10 g de l'échantillon puis ajouter 90 ml de TSE ou d'eau physiologique .Les dilutions décimales jusqu'à la dilution  $10^{-5}$ (JORA N°38 2014).

### 5.2. Préparation des boîtes de pétri

Une quantité de milieu de culture MRS et M17 coulé dans des boîtes de pétri stériles et laissé refroidir pour qu'ils seront prêts à utiliser (annexe 4).

### 5.3. Dénombrement de la flore lactique totale

Pour le dénombrement de la flore originelle du lait, différents milieux sont utilisés : le milieu MRS est recommandé pour la culture de Lactobacillus, Pediococcus et Leuconostoc). et le milieu M17 (est recommandé pour la culture de Lactococcus, Streptococcus, Enterococcus et Pediococcus (Guiraud, 1998).

### 5.4. Incubation :

Pour le milieu M17 : Incuber à  $37 \pm 1$  °C pendant 48 heures pour le dénombrement de Streptococcus thermophilus. Incuber à  $30 \pm 1$  °C pendant 48 heures pour les lactocoques mésophiles. pour MRS :Incuber à 30 ou 37°C pendant 2 à 3 jours, suivant le cas. Après incubation des boîtes , nous avons calculés le nombre de colonies UFC en appliquant la formule suivante:

**Nombre ufc/ml= Nombre de colonies \* 1/V \*1/d**

V : le volume d'ensemencement et d : est la dilution prise en comptes (Guiraud, 2003)

## **6. Analyse sensorielle**

Le test a été réalisé selon la procédure de (Seczyk et *al.*, 2016) ; où un panel a été randomisé et constitué de 23 personnes : sont âgées entre 30 à 50 ans, de deux sexes (hommes et femmes), étudiants à l'université ou membre de la famille en distribuant une fiche sensorielle (annexe5) .L'épreuve de notation hédonique consiste à demander aux sujets d'évaluer leur appréciation du fromage .Le fromage est jugé acceptable d'un point de vu hédonique si au moins 50% des participants donnent un score supérieur (Silva et *al.*, 2011; Larissa Fernanda et *al.*, 2012) .

#### **IV. Résultats et discussion**

##### **1. Caractéristiques physico-chimiques du lait**

Les résultats obtenus sont récapitulés dans le tableau 1

**Tableau 1** : Les paramètres physicochimiques du lait

Paramètres	Ph	Acidité °D	Matière sèche %	Taux cendres %	MG%
lait de vache	6,74 ±0	18,5±0,5	16,01± 2,41	0 ,61± 0,05	16,9 ± 2,2
Lait de chèvre	6,03 ±0	16,5±0,5	16,3 ± 0,3	0,97± 0 ,05	35,95 ± 0,95

##### **1.1. pH**

Les valeurs moyennes du pH du lait de chèvre est 6.03 et du lait de vache est 6.74, ces résultats sont comparables à ceux rapportés par (Sina, 1992 ; REMEUF, 1994 ; Hanzen , 2010). D'après (Hanzen, 2010) et ( Remeuf, 1994 ;), le pH du lait de chèvre se caractérise par des valeurs allant de 6.45 à 6.90 et le pH du lait de vache à 20°C oscille entre 6.5 et 6.7.

##### **1.2. Acidité titrable**

D'après (CIPC lait, 2011), l'acidité naturelle, celle qui caractérise le lait frais est de 15 à 18°D. D'après (Park et *al.*, 2006 ;Al Hadj et *al.*, 2010), le lait de chèvre avec une acidité de 14-18 D° et le lait de vache est plus acide que le lait de chèvre avec une valeur de 15-17 D° les valeurs moyennes relatives à l'acidité du lait de chèvre est 16,5±0,5 D° et le lait de vache 18.5±0,5 D.

##### **1.3. Densité**

D'après (FIL-AFNOR, 1986), la densité de lait est comprises entre 1.032 et 1.035. D'après (Park et *al.*, 2006 ;Al Hadj *al.*, 2010) ; Amer Mezian, 2008). La densité du lait de chèvre oscille entre 1.027 et 1.035 et la densité du lait de vache oscille entre 1.028 et 1.033.

Les valeurs moyennes relatives à la densité du lait de chèvre est 1,031±0 et la vache est 1,028±0. D'après nos résultats les valeurs enregistrées sont conformes aux résultats comparativement à ceux de : (FIL-AFNOR., 1986) et (Park et *al.*, 2006 ;Al Hadj *al.*, 2010).

#### **1.4. Matière sèche**

Au cours de notre travail on a trouvé une différence entre la matière sèche des laits, avec une matière sèche de lait de vache de 13,6% à 18,42 % dont la moyenne  $16,01 \pm 2,41\%$  et celle du lait de chèvre entre 16% et 16,6 dont la moyenne  $16,3 \pm 0,3\%$  donc le lait de chèvre prend le dessus avec une matière sèche extrême de 16,6. Les résultats révèlent que lait est riche en matière sèche, caractéristique très intéressante pour la fabrication du fromage, (la norme CE) exige que Ms soit plus 12% ( Directive 2001/114/CE du Conseil).

Cependant, cette valeur est supérieure à celle rapportée par (Labioui et *al.*, 2009) estimée à 11,75% et à celle de (Mathieu, 1998) qui à rapporté une teneur de 12,33 %. Cela est dû à la qualité de l'eau et sa quantité disponible pour les animaux. la teneur en eau du lait augmente et donc sa matière sèche diminue (Madjour ,2014).

#### **1.5. Matière minérale**

La valeur moyenne de taux de cendre de lait de vache et de chèvre analysé est respectivement de l'ordre ( $0,61 \pm 0,05\%$  et  $0,97 \pm 0,05\%$ ). il ressort que le lait de chèvre est plus riche en minéraux que le lait de vache.

La composition minérale est variable selon les espèces, les races, le moment de lactation et les facteurs zootechniques et l'état sanitaire de l'animal (Remeuf, 1994). D'après (Yagil ,1985), le taux de sels minéraux du lait varie dans une large gamme de mesure, selon l'apport alimentaire, il est plus faible dans le lait d'animaux déshydratés. Le lait de chèvre est légèrement riche en potassium, calcium, magnésium, chlore et fer que le lait vache (Elamin et Wilcox, 1992) et au stade de lactation (Farah, 1993).

#### **1.6. Viscosité**

Les valeurs moyennes obtenus de la viscosité sont égale à :  $1,93 \pm 0,04$  Cp pour lait de vache et  $1,56 \pm 0,124$  Cp pour lait de chèvre.

Selon Ait amer Meziane (2008), la viscosité du lait de vache est entre se 2 et 2,2 Cp et celle du lait de chèvre est entre 1,8et 1,9 Cp ; le lait de vache et le lait de chèvre sont légèrement moins visqueux

#### **1.7. La matière grasse**

D'après (Maud Socie, 2006 ; Hanzen Ch, 2010 ; Kon S.K, 1959 ; Dauzier L, 1994). Dans le lait, le taux de la matière grasse varie entre 40-50 g/l. D'après (Bocquier et *al.*, 2001), qui sont de 37 g/l et 42 g/l pour le lait de vache et de chèvre respectivement. Dans notre travail on a noté que ; la moyenne relative à la matière grasse du lait de chèvre est  $35,95 \pm 0,95$  g/l et  $16,9 \pm 2,2$  g/l .D'après nos résultats les valeurs enregistrées sont inférieures comparativement à celles indiquées par de : (Maud Socie , 2006 ; Hanzen, 2010 ; Kon S.K, 1959 ; Dauzier L, 1994)et la valeur du lait de chèvre proche à celles indiquées (Caja, 2001), la valeur du lait de vache inférieure à celles indiquées (Bocquier, 2001).

## 2. Caractéristiques physico-chimiques de kéfir du lait

Les résultats obtenus sont récapitulés dans le tableau 2

**Tableau 2** : Les paramètres physicochimiques du kéfir lait

Paramètres	pH	Acidité	Matière sèche	Taux cendres	MG
lait de vache	$3,70 \pm 0,692$	$0,25 \pm 0,05$	$10,14 \pm 1,64$	$1,26 \pm 0,04$	$6,03 \pm 0,89$

### 2.1 pH

La moyenne relative de pH de kéfir du lait vache est égale à  $3.70 \pm 0,692$ . Ces résultats sont proches à ceux indiqués par de García et al.(2006) et qui ont constaté que le pH tombe à 4,24 au cours des premières 24 h de fermentation. Après 24 h, la valeur de pH est réduit produit du kéfir à partir de lait de vache.

### 2.2 Acidité titrable

Les résultats se situent entre 0,2g (2°D)et 0,3g(3°D) d'acide lactique/ 100 ml ;dont la moyenne est  $0,25 \pm 0,05$ .

Selon Cabral (2014), cette acidité se produit en raison du processus de fermentation des bactéries a lactiques qui métabolisent les molécules formant le lactose en acide lactique, donnant l'acidité caractéristique du produit. Selon la législation brésilienne sur, cette valeur doit être inférieure à 1,0 g d'acide lactique/100ml (Leites Fermentados Brasil ,2007).

### 2.3 Matière sèche

Selon Stepaniak et al.(2003) , Le kéfir du lait contient une teneur faible de la matière sèche de 6%.

La moyenne relative à la matière sèche de kéfir du lait de est  $10,14 \pm 1,64\%$ . les valeurs enregistrées sont un peu supérieurs comparativement à ceux indiqués par (Stepaniak et *al.*, 2003).

### 2.4 Matière grasse

la valeur moyenne de la MS de kéfir du lait de est  $6,03 \pm 0,89\%$  et ils sont un peu supérieurs à ceux indiqués par Stepaniak et al.,(2003) .D'après les mêmes auteurs. Le kéfir du lait contient une teneur faible en matière grasse de 4%.

### 2.5 Cendres

La moyenne relative aux cendres de kéfir du lait de est  $1,26 \pm 0,04\%$ .Le kéfir du lait contient une teneur faible en cendres de 4%, les valeurs enregistrées sont un peu inférieures comparativement à ceux indiqués par (Stepaniak et *al.*, 2003) , mais également proche à ceux de Sakar (2008).

## 3. Caractéristiques physico-chimiques de kéfir du fromage

Les résultats obtenus sont récapitulés dans le tableau 3

**Tableau 3:** Les paramètres physicochimiques du lait

Paramètres	Ph	Acidité	Matière sèche	taux cendres	MG	ESD	Rendement
<b>lait de vache</b>	$4,01 \pm 0,496$	0,04	$29,28 \pm 0,04$	$1,4 \pm 0,06$	16,15	$13,13 \pm 0,4$	38%
<b>Lait de chèvre</b>	$4,47 \pm 0,0535$	0,055	$29,93 \pm 0,35$	$1,11 \pm 0,18$	14,6	$15,15 \pm 1,75$	55,16%

### 3.1. Fromage au lait de vache

#### a. pH

Le résultat 4,01 est similaire à ceux trouvés par Sousa (2014), rapporte un pH égale à 3.71 à 4.03 pour un fromage frais .

**b. Acidité titrable**

L'acidité du fromage au kéfir est égale à 0,06%, elle se rapproche des résultats rapportés par Vieira (2009) qui est égale à 0,07%.

**c. Matière sèche**

Selon Argenta et al.(2016), la teneur en matière sèche obtenu est égale à 31,68 % , les mêmes des résultats sont obtenus MS est égale à 29,28 %.

**d. Cendres**

Les valeurs obtenus ( $1,4\pm 0,06\%$ ) sont similaires ont à ceux donne par Soares(2014) ,ils variaient de 2,17 à 3,05% .mais aussi supérieurs à ceux de (Sarkar, 2007) avec une valeur de 0,7% est rapportes.

**e. Matière grasse**

La teneur de la matière grasse obtenue est égale à  $16,15\pm 0\%$  .

Selon Renner et *al.*, 1986 ; Hallé et al., 1994), le taux de la matière grasse dans le kéfir du fromage de vache est égale à 3,5% , hors que (Perotto et *al.*,2017 a signalé 18,16%.

D'aprèsces résultats, les valeurs enregistrées sont très loin à celles indiquées par (Renner et *al.* , 1986; Hallé et *al.*, 1994) ,contrairement sont proche à ceux indiquées par (Perotto et *al.*,2017).

**f. Extrait sec dégraissé**

Dans notre travail, la teneur moyenne en extrait sec dégraissé égale à  $13,13\pm 0,4\%$

Selon législation brésilienne, le taux minimum d'extrait sec dégraissé de tout les fromages frais au kéfir égal à 8,4% (BrésiL, 2006).

**g. Rendement du fromage**

Un rendement fromager égal à 38% est obtenu , ce pourcentage reflète la qualité et en particulier les protéines , de caséine.

### **3.2. Fromage au lait de chèvre**

#### **3.2.1. pH**

D'après (Sousa ,2017 ;Magalhaes et *al.*, 2011), le pH variaient de 3.71 à 4.03. d'un fromage frais de kéfir (Longkey et *al.*,2013) ont démontré que le pH du kéfir diminuait à mesure que le niveau de grain de kéfir augmente; le niveau de grain de kéfir 5%, ont produit du kéfir avec un pH de 4,40. Des résultats similaires à ceux trouvés dans notre travail dont la moyenne relative trouvé est égale à  $4,41 \pm 0,496$ .

#### **3.2.2. Acidité titrable**

L'acidité du fromage au kéfir trouvée était égale à  $0,055 \pm 0,005$ , presque proche à rapportée par (Vieira, 2009) qui est égale à 0,07%.

(Hassan et *al.*,2014) produisant du kéfir avec un niveau d'acide de 0,76% avec l'ajout de 3,5% de grains de kéfir.(Lengkey et al., 2014) ont suggéré que le meilleur kéfir pourrait être produit par l'ajout de 10 % de grains de kéfir avec une période d'incubation de 16 heures et l'acidité est de 1,476%

Le pourcentage de la valeur de l'acide lactique est inférieur à celui recommandé par le Codex Alimentarius Norme (Codex Stan 243-2003) au moins 0,6 %.

Le pourcentage inférieur d'acide lactique trouvé dans le présent l'expérience est probablement due au temps d'incubation plus 12 heures. Les bactéries lactiques présentes dans le milieu vont continuer à croître en reformant les composants nutritifs. Le résultat final des activités des bactéries lactiques est acide lactique. Par conséquent, plus la période d'incubation est longue plus le nombre d'acide lactique produit est élevé.

#### **3.2.3. Matière sèche**

Selon Sousa(2014), la teneur en matière sèche obtenu est entre à 26,47 % et 33,54%, des résultats sont proches à celles de notre recherche dont la moyenne relative trouvée égale à  $29,93 \pm 0,35$  % est dans l'intervalle donnée par Sousa(2014).

#### **3.2.4. Les cendres**

La teneur moyenne en cendres du kéfir du fromage trouvée égale à (1,11%) des résultats similaires ont été signale par (Argenta et al.,2016) et (Soares ,2014) qui varient de 0,85% à 3,05 % .

### **3.2.5. Matière grasse**

Dans notre travail, la teneur de la matière grasse obtenue dans le fromage au kéfir du lait de chèvre est égale à 14,6 %.

Selon Back et al (2011), le taux de la matière grasse dans le kéfir du fromage de chèvre varie entre 12.98 et 12.28%. D'après ces résultats, les valeurs enregistrées sont supérieures à celles indiquées par (Back et al., 2011).

### **3.2.6. Extrait sec dégraissé**

La teneur moyenne en extrait sec dégraissé est égale à  $15,15 \pm 1,75\%$ , le taux minimum d'extrait sec dégraissé de tous les fromages frais au kéfir est égal à 8,4% (Brésil, 2006).

### **3.2.7. Rendement du fromage**

Nous avons obtenu un rendement fromager égal à 55,16 %

## **4. Caractéristiques physico-chimiques de lactosérum**

### **4.1. Fromage de lait de vache et chèvre**

#### **4.1.1. pH**

Dans notre travail la valeur de pH de lactosérum du fromage au lait de vache est égale à  $6,805 \pm 0$ , ainsi pour le fromage au lait de chèvre est égale à  $3,335 \pm 0$ . Selon (NTE INEN 2594, 2011), le pH de lactosérum varie entre 6,8 et 6,4 est un lactosérum doux.

#### **4.1.2. Acidité titrable**

Selon nos résultats, la moyenne de l'acidité titrable de lactosérum du fromage frais au kéfir du lait est égale à  $0,165 \pm 0,015\%$  et pour celui préparé au lait de chèvre est égale à  $0,185 \pm 0,015\%$ . D'après (NTE INEN 2594, 2011), l'acidité du fromage frais au kéfir qui ne dépasse pas 16% est un lactosérum doux.

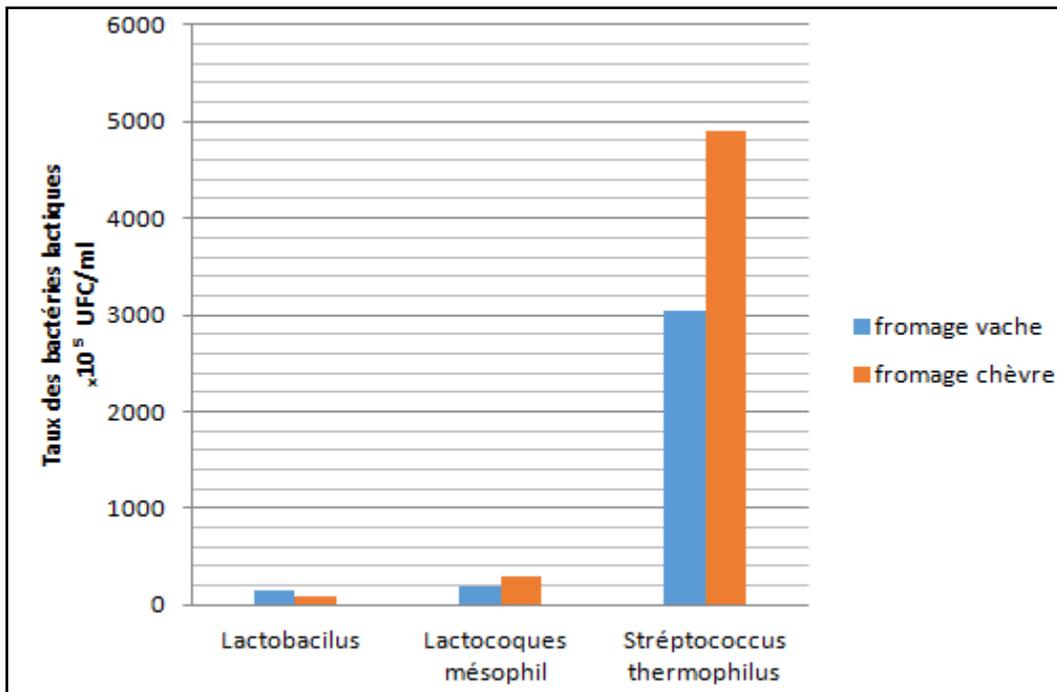
#### **4.1.3. Cendres**

La valeur moyenne est égale à  $0,016 \pm 0,02\%$ , et pour celui préparé par le lait de chèvre est égale à  $0,1945 \pm 0,0055$  au-delà le taux de cendres ne doit pas dépasser 0,7% selon (NTE INEN 2594, 2011).

## **5. Caractéristiques microbiologiques du fromage**

### **5.1. Dénombrement des bactéries lactiques :**

Le nombre de la flore lactique totale pour les deux fromages est illustré par la figure 9



**Figure 9:** dénombrement des bactéries lactiques

➤ **Lactobacilles**

Selon Boullouf (2015), les numérations des lactobacilles dans les échantillons du fromage frais sont relativement importantes avec des valeurs entre  $1,7 \times 10^5$  UFC/ml et  $1,16 \times 10^5$  UFC/ml, ces valeurs sont proches à nos résultats ;  $15 \times 10^7$  UFC/ml,  $91 \times 10^5$  UFC/ml pour le fromage au kéfir du lait de vache et le fromage au kéfir du lait de chèvre respectivement.

➤ **Streptocoques lactiques**

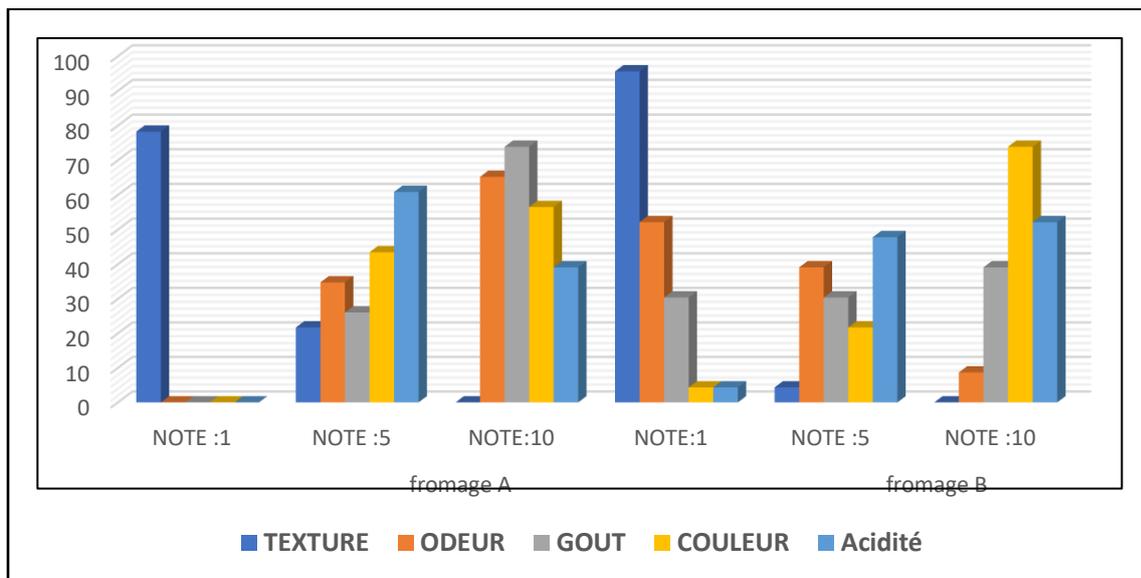
Selon Boullouf (2015), le dénombrement des streptocoques lactiques a montré une charge, varient entre  $1,6 \times 10^5$  et  $2,72 \times 10^5$  UFC/g de fromage. Cette charge est variée selon la durée d'affinage de fromage et atteint  $4,36 \times 10^5$  UFC/g à 70 jours d'affinage (Aissaoui zitoun et al., 2011), les valeurs se situent dans l'intervalle signalé par Boullouf (2015) ;  $305 \times 10^6$  à  $49 \times 10^7$  UFC/ml pour le fromage au kéfir du lait de vache et le fromage au kéfir du lait de chèvre respectivement.

➤ **Les lactocoques mésophiles**

Selon Boullouf (2015), la charge varie entre  $0.579 \cdot 10^5$  et  $11.4 \times 10^5$  UFC/ml, les valeurs trouvées dans notre travail sont dans l'intervalle trouvé par (Boulahrouf, 2005) ; les valeurs se situent dans l'intervalle signalé par Boullouf (2015) ;  $185 \times 10^5$  UFC/ml et  $299 \times 10^5$  UFC/ml pour le fromage au kéfir du lait de vache et le fromage au kéfir du lait de chèvre respectivement .

## 6. Analyses sensorielles

La **figure 10** montre les statistiques des analyses sensorielles des deux fromages



**Figure 10** : Résultats de l'analyse sensorielle du deux fromages frais

**Produit A** : (fromage au kéfir a base du lait de vache)

**Produit B** : (fromage au kéfir a base du lait de chèvre)

Les analyses sensorielles ont montrés :

La texture : Les deux fromages présentent une texture lisse ,78,26% pour le produit A et 95,65% pour le produit B .

L'odeur : le produit B présente 52,175 des personnes qui ont noté que l'odeur est forte et 39,13% ont noté une odeur moyenne ;contrairement produit A qui présente une odeur légère avec un rapport de 73,91% et 26,09% qui est le rapport d'une odeur moyenne.

Le gout est très bon pour le produit A avec une valeur de 73,91%, et acceptable pour le produit B avec une valeur 30,43%

La couleur : la couleur est très bonne pour les deux produits avec un pourcentage de 56,52% pour le fromage A et 73,91% pour le fromage B.

L'acidité : On général l'acidité est marquée comme étant neutre pour les deux produits A et B.

A la lumière de ces résultats sensorielles , il ressort que le produit A (fromage au kéfir a base du lait de vache) est le meilleur par rapport au produit B . mais apparemment les goûts sont indiscutables pour les deux fromages.

## **Conclusion générale**

L'étude porte sur de l'utilisation de grains de kéfir à un taux de 5% pour la fabrication de fromage frais à partir du kéfir lait de chèvre et kéfir du lait de vache. des deux fromages frais a partir du kéfir du lait de vache et du lait de chèvre ainsi que leur caractérisations physicochimique microbiologique et sensorielle.

La stratégie reposait sur l'établissement d'une analyse physicochimique comparative des deux types de lait utilisés, les deux types de kéfir obtenus ainsi, les deux fromages obtenus après égouttage.

Les tests physico-chimiques des laits utilisés ont montré tous les paramètres mesurés ont révélé une composition proche à celle rencontrée dans littérature.

Les analyses microbiologiques montrent que les deux types fromages sont riches en flore lactique, en particulier le *Lactobacillus kefir*, qui permet de lutter contre certaines bactéries pathogènes et protège ainsi contre les infections, donc le kéfir est un véritable antibactérien ce qui fait le fromage au kéfir est l'un des probiotique les plus riches.

L'analyse sensorielle a démontré une texture crémeuse du deux fromages et de gout très appréciée pour le fromage de kéfir du lait de vache par rapport du chèvre.

( Annexe 1)

**Ustensiles**

Les ustensiles nécessaires utilisés sont entre autres :

- Tamis pour filtrer le lait coagulé
- Bocaux en verre
- Compresse stériles utilisé pour couvrir les bocaux
- Élastiques
- Cuillère en plastique
- Tissu fin stérile utilisé pour l'égouttage du fromage
- Portes mangé pour conserver le fromage

**Matériel de laboratoire**

- Le thermomètre
- PH-mètre
- Balance analytique de précision
- Chauffe ballon
- étuve et autoclave
- bec benzène
- Eprouvettes \*
- pipettes (5 ,(10,20 et 50 ml)
- des béchers
- des creusés
- des capsules en verre
- boîtes de pétri en verre en plastique
- Ampoule à décompter
- Dessiccateur
- Four à moufle maintenue à 550°C
- Réfrigérateur
- Plaque chauffante
- Agitateur électrique avec barreau magnétique
- compteur des colonies
- Erlenmeyer

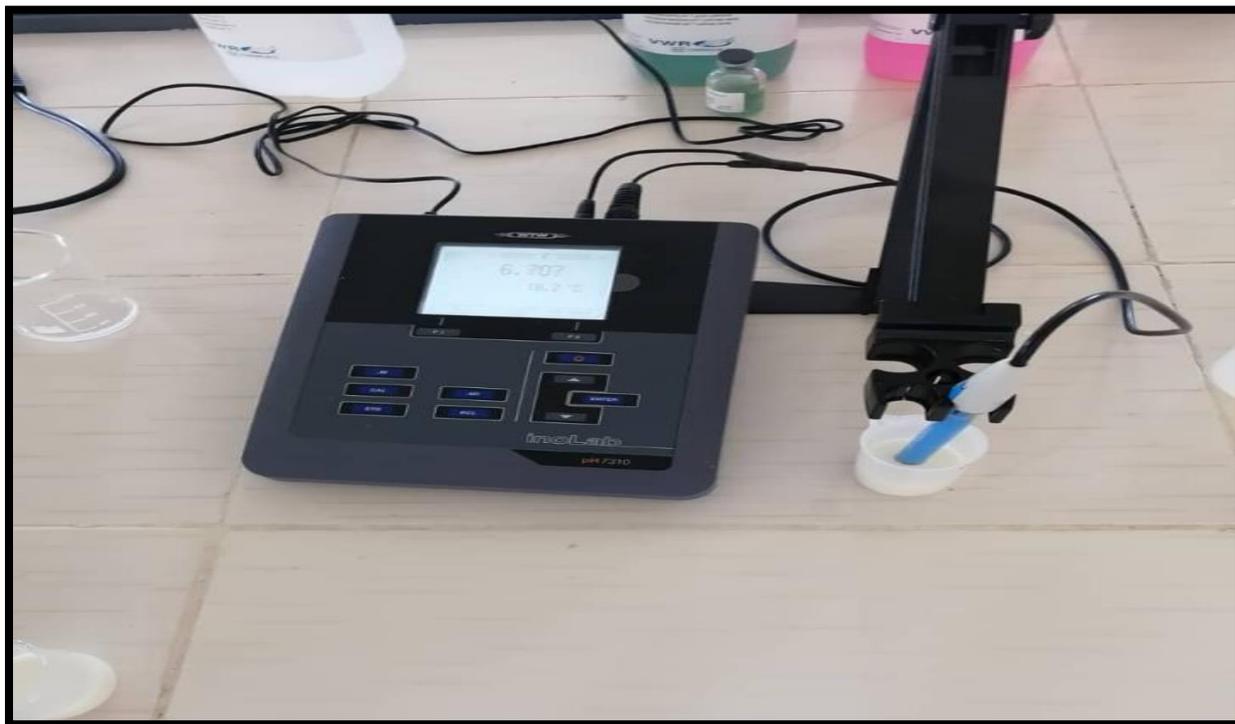
**(Annexe 2)**

- fioles jaugées
- flacons Duran
- Spatules en inox
- Marmite
- Milieux de cultures MRS , M17
- Papier filtre
- Entonnoirs
- Appareil Soxhlet

**Les Produits chimiques et réactifs**

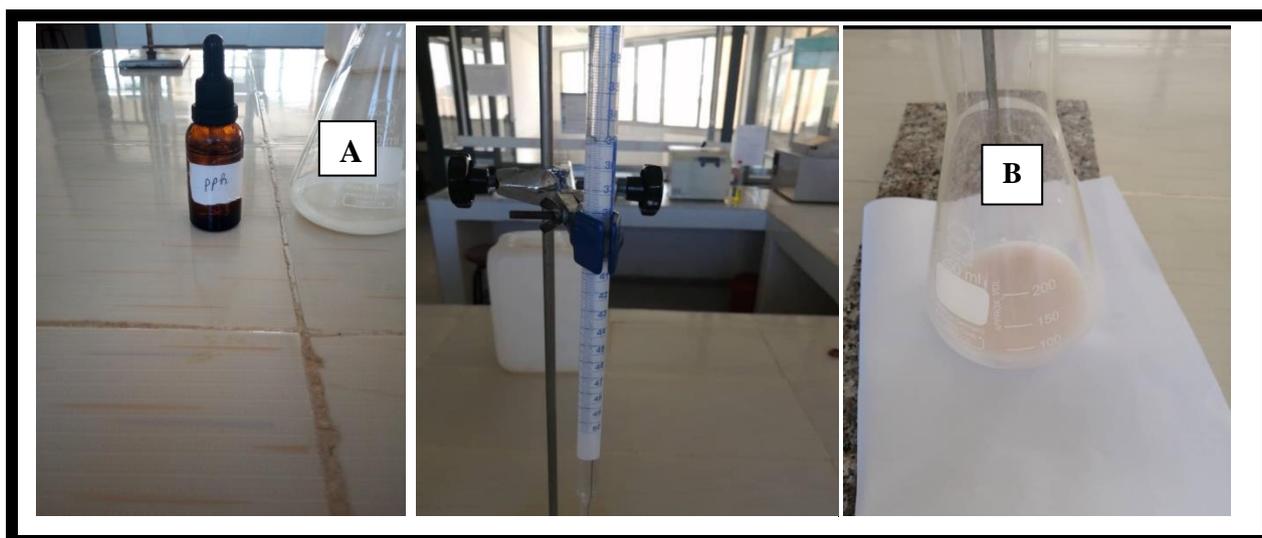
- phénolphtaléine à 1%
- soude Dornic (NaOH)
- L'eau distillée
- NaCl
- Chloroforme
- Méthanol
- Alcool

(Annexe 3)



**Photo n°1** : Les différentes étapes pour dosage de pH (par pH mètre)

(Photo originale. 2022).



«Erlenmeyer A : lait témoin, Erlenmeyer B : Après titration (virage au rose) »

**Photo n°2** : Les différentes étapes pour la détermination de l'acidité titrable

(Photo originale 2022).

(Annexe 4)



**Photo n°3** : Etapes de détermination de la densité à l'aide d'un Lactodensimètre

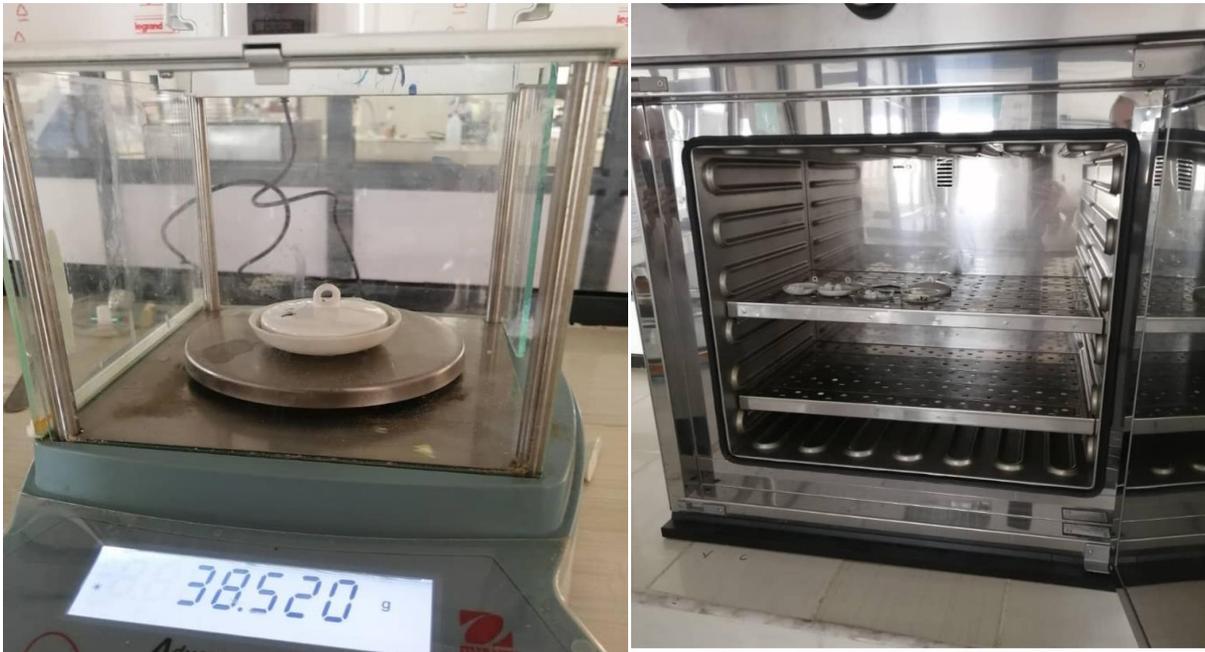
(Image originale ; 2022.)



**Photo n°4** : Etapes de détermination de la densité à l'aide d'un Lactodensimètre

(Image originale ; 2022.)

(Annexe 5)



**Photo n°5:** Etape de détermination de taux de la matière sèche

(Image originale ; 2022)



**Photo n°5:** Etapes de détermination de taux de cendres

(Image originale ;2022)

(Annexe 6)



**Photo n°6** : Etape de détermination de matière grasse avec la méthode de soxhelet

**(Image originale ; 2022)**

### Fiche d'analyse sensorielle

---

Nom:

Date:

Age:

Deux types de fromages frais vous sont présentés, veuillez les déguster et donner une note de 1 à 10 selon les critères suivants:

Texture : 1 lisse , 10 rugueux

Odeur : 1 fort , 5 moyenne , 10 légères

Gout : 1 acceptable, 5 bonne , 10 très bonnes

Couleur : 1 non satisfaisante, 5 acceptable, 10 très bonne

Acidité : 1 acide , 5 neutre , 10 acceptable

**NB** : Veuillez rincer la bouche après chaque dégustation .

Caractéristique	Fromage frais A	Fromage frais B
Texture		
Odeur		
Gout		
Couleur		
Acidité		

**Photo n°7** : Fiche d'analyse sensorielle

## Liste des figures

<b>Figure 1 :</b> Grains de kéfir .....	9
<b>Figure 2:</b> aspect des grains de kéfir.....	21
<b>Figure 3 :</b> Détermination de la viscosité .....	24
<b>Figure 3 :</b> Diagramme de fabrication du fromage frais à base de kéfir du lait.....	25
<b>Figure 4:</b> Etapes de lavage et la pesé des grains de kéfir frais .....	26
<b>Figure 5 :</b> Etapes d'incorporation du coagulant.....	27
<b>Figure 6 :</b> Etape de filtration de kéfir du lait .....	28
<b>Figure 7 :</b> l'égouttage.....	28
<b>Figure 8 :</b> Détermination de la matière grasse.....	29
<b>Figure 9:</b> dénombrement des bactéries lactiques.....	39
<b>Figure 10 :</b> Résultats de l'analyse sensorielle du deux fromages frais.....	40

## *Liste des tableaux*

**Tableau 1** : Les paramètres physicochimiques du lait.....32

**Tableau 2** : Les paramètres physicochimiques du kéfir lait.....34

**Tableau 3**: Les paramètres physicochimiques du lait.....39

## Liste des abréviations

EST : Extrait Sec Total

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne

ESD : Extrait sec dégraissé

MG : Matière Grasse.

AFNOR: Association Française de Normalisation

FAO: Food and Agriculture Organisation

MRS : Man–Rogosa–Sharp

UFC : Unité Formant Colon

Cp : centpoise

D° : Degré Dornic

## Références bibliographique

### A

A Kök-Taş, T.; Seydim, A.C.; Ozer, B.; Guzel-Seydim, Z.B. Effects of different fermentation parameters on quality characteristics of kefir. *J. Dairy Sci.* 2013, 96, 780–789.

AFNOR., 1993. Contrôle de la qualité des produits alimentaires : lait et produits laitiers: analyses physicochimiques. Paris La Défense : AFNOR, 4e éd., 581.

Alves, V. (2020). Desenvolvimento de bebida fermentada com kéfir de água em extrato vegetal hidrossolúvel de coco (cocos nucifera L.) com adição de inulina.

Anfiteatro, D. N. Kefir! A probiotic gem cultured with probiotic jewels. Kefir Grains! The complete essential manual, 39 p., 2009.

AOAC, 2000, Official Methods of Analysis International, 17th Edn, Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.

AOAC, ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Méthodes officielles d'analyse. 16.éd. Arlington :AOAC,2005.

Araújo, J.C, Ribeiro, N. M., Bezerra, K. C. B., & Landim, L. A. D. S. R. (2020). Desenvolvimento de kefir em leite de coco babaçu. *Research, Society and Development*, 9(11), e3559119891-e3559119891

Argent, AB ; Oliveira, LR;2 ; Alves, FF ; Drapeau, AMT ; 4 ; Meira, SMM Développement du fromage de chèvre frais Minas additionné de bactéries probiotiques. *Revista Thema*, n.3, v.13, p.8 –16, 2016.

Avaliação físico-química, microbiológica e sensorial. 2014. 121 f. Dissertação (Mestrado) -

### B

Back, D. Développement du fromage frais probiotique Mina à teneur réduite en lactose. Sainte-Marie, 2011. 100 pages Dissertation (Master) – Université Fédérale de Santa Maria, Centre des Sciences Rurales, Rs, 2011.

Bactéries lactiques : aspects fondamentaux et technologiques / H. de Roissart, F. M. Luquet,

coordonnateurs ,1994.

Batinkov E.L., 1971. [Use of milk and kefir in peptic ulcerof the stomach and duodenum].

Bouichou El houssein,(2009) :Contribution à l'évaluation des pratiques frauduleuse dans le lait à la réception ,diplôme d'ingénieur en zotechnologie ; mémoire online .

BRASIL. (2007). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 46 de 23 de outubro de 2007. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 24 de out. 2007

BRASIL. Instrução normativa nº. 68 de 12 de dezembro de 2006. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais FísicoQuímicos, para Controle de Leite e Produtos Lácteos. Diário Oficial [da] república Federativa do Brasil. Brasília, DF, 14 dez. 2006.

BRÉSIL. Ministère de l'agriculture, de l'approvisionnement et de la réforme agraire. Instruction normative n° 37 du 31 octobre 2000 Règlement technique sur l'identité et la qualité du lait de chèvre. Journal officiel de la République fédérative du Brésil, Brasilia, 31octobre2000.

BRÉSIL. Ministère de l'agriculture, de l'approvisionnement et de la réforme agraire. Instruction normative n° 68 du 12 décembre 2006. Méthodes officielles d'analyses physico-chimiques pour le contrôle du lait et des produits laitiers. Journal officiel de la République fédérative du Brésil, Brasilia, 12 décembre 2006.

BRÉSIL. Résolution n° 466 du 12 décembre 2012. Approuver les lignes directrices et les normes réglementaires pour la recherche impliquant des êtres humains.

*e*

Cabral , N. de S. M. Kefir Sabor Chocolate: Caracterização Microbiológica E Físico-Química. 2014. 84 f. TCC (Graduação) - Curso de Nutrição, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2014.

Ciência e Tecnologia do Ceará, Limoeiro do Norte, 2014.

Codex Alimentarius. 2003. Codex Standard for Fermented Milk (Codex Stand 243-2003) CCNEA document (CA/NEA 13/7/6)

Curso de Tecnologia de Alimentos, Campus Limoeiro do Norte, Instituto Federal de Educação.

## D

Dauzier L., Dulor J.P, 1994 : la lactation (document de travail), Laboratoire de zootechnie. Ecole nationale supérieur agronomique. Montpellier, 37-69.

De Man, J.C., Rogosa, M., and Sharpe, M.E. 1960. A medium for the cultivation of lactobacilli. J. App. Bacteriol., 23, (1): 130-135.

De Roissart, H. et Luquet, F.M. 1994. Les bactéries lactiques. Uriage, Lorica, France, vol. 1. pp. 1-286

Dertli E and Çon AH 2017 Food Science and Technology 851

Dias, W. C., de Oliveira Martins, A. D., & Moreira Júnior, S. (2020). KEFIR: Características e benefícios. Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, 1(7), 22-42.

Dias, W. C., de Oliveira Martins, A. D., & Moreira Júnior, S. (2020). KEFIR: Características e benefícios. Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, 1(7), 22-42

Dias, W. C., de Oliveira Martins, A. D., & Moreira Júnior, S. (2020). KEFIR: Características e benefícios. Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, 1(7), 22-42.

Dimitreli, G.; Antoniou, K.D. Effect of incubation temperature and caseinates on the rheological behaviour of kefir. Procedia Food Sci. 2011, 1, 583–588

Dutcosky , SD Food Sensory Analysis. 3. éd. tour. et ampli. –Curitiba : Champagnat, 2013.

## E

El Amine F.M. and Wilcox C.J. (1992). Milk Composition of Majaheim camels. Journal of Dairy Science, 75, 3155-3157.

Erdogan FS, Ozarslan S, Guzel-Seydim ZB, and Taş TK 2019 Food Research International 115 813

Erdogan FS, Ozarslan S, Guzel-Seydim ZB, and Taş TK 2019 Food Research International 115 813

## F

Farah Z. (1993). Composition and characteristics of camel milk. *Journal of Dairy Research*, 60, 603-626.

Folch .J, Lees.M and Sloane Stanley. G.H., *Fedexztion Proc .*, 13,209(1957).

§

G. Fontan, S. Martinez, I. Franco, J. Carballo, Microbiological and chemical changes during the manufacture of kefir made from cows' milk, using a commercial starter culture, *International Dairy Journal*, 16 ( 2006) 762-767

Garcia Fontan, M. C., Martinez, S., Franco, I., & Carballo, J. (2006). Microbiological and chemical changes during the manufacture of kefir made from cows' milk, using a commercial starter culture. *International Dairy Journal*, 16, 762–767. doi:10.1016/j. idairyj.2005.07.004

Garrote, G. L.; Abraham, A. G.; D Antoni, G. L. Preservation of kefir grains, a comparative study. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, v. 30, p. 77-84, 1997.

Golli BE, Timoumi ER, Koroit M, Bacha H and Abid-Essefi S 2019 *Toxicon* 15 2534

Gomes, F.O., da Silva, M. D. C. M., de Sousa, P. B., Freitas, T. K. T., Silva, D. J. S., & Araújo, R. S. D. R. M. (2020). Avaliação físico-química de uma bebida à base de kefir saborizada com pequi. *Brazilian Journal of Development*, 6(3), 10755-10762.

Gonçalves, I. F., Martins, E. M. F., Silva, V. R. O., & de Oliveira Martins, A. D. (2018). Efeito de yacon na aceitação sensorial de kefir e viabilidade de bactérias lácticas na bebida.

Gul O, Mortas M, Atalar I, Dervisoglu M, and Kahyaoglu T 2015 *J. Dairy Sci.* 98 17.

#

Hallé, C., F. Leroi, X. Dousset and M. Pidoux, 1994. Les kéfirs : des associations bactéries lactiques levures. In Roissart, De H., Luquet, F.M. (Eds.), *Bactéries lactiques: Aspects fondamentaux et technologiques*. Vol. 2. Uriage, France, Lorica, pp: 169-182

Hanzen Ch., 2010 : lait et production laitiere 1 er doctorat, faculté de mdécine vétérinaire, université de liège.

Haque, A.; Richardson, R.K.; Morris, E.R. Effect of fermentation temperature on the rheology of set and stirred yogurt. *Food Hydrocoll.* 2001, 15, 593–602.

Hassan, F. A. M., H. M. Abbas, A. M. Mona, A. E. Gawad, & A. K. Enab. 2014. Goats dairy products as a potentially functional food. *Life Science Journal* 11:648-657.

Hertzler, S. R., and S. M. Clancy. 2003. Kefir improves lactose digestion and tolerance in adults with lactose maldigestion. *J. Am. Diet. Assoc.* 103:582–587

Instruction normative n° 46 du 23/10/2007 / MAPA - Ministère de l'agriculture, de l'élevage et de l'approvisionnement. BRESIL (DOU 24/10/2007)

7

Irigoyen, A.; Arana, I.; Castiella, M.; Torre, P.; Ibáñez, F.C. Microbiological, physicochemical, and sensory characteristics of kefir during storage. *Food Chem.* 2005, 90, 613–620.

Irigoyen, A.; Ortigosa, M.; Torre, P.; Ibáñez, F.C. Influence of different technological parameters in the evolution of pH during fermentation of kefir. *Milk Sci. Int.* 2003, 58, 631–633

Ismaeil, A.A., Ghaly, M.F. and El-Nagar, A.K. 2011. Some physicochemical analysis of kefir produced under different fermentation conditions. *Journal of Scientific and Industrial Research* 70: 365 – 372.

8

Jones P.J., 2002. Clinical nutrition: 7. Functional foods – more than just nutrition. *Can. Med. Assoc. J.*, 166, 1555-1563.

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 74

κ

Koçak.C and Gürsel. A, "Kefir", *Gıda*, vol. 6, no. 4, Aug. 198

Kon S.K. (1959): influence du traitement thermique et de la lumière sur la composition et la qualité du lait, revue générale des questions laitières, janvierFévrier 1959,381-382.

Kwak H.S, Park S.K, D.S. KIM, Biostabilization of kefir with a nonlactose-Fermenting Yeast.*Journal of Dairy Science*, Vol.79 (1996) N°6.

λ

Labioui H, Laarousi E, Benzakour A, El yachioui M, Berny E, et Ouhssine M., (2009). Étude physico-chimique et Microbiologique de laits crus. Bull. Soc. Pharm.Bordeaux, 2009,148.P :716.

Labioui H., Elmoualdi L., Benzakour A., El yachioui m., Berny E.H et Ouhssine M., 2009.

Larissa Fernanda, V.R., Fabiana, R.S., Ana Carolina, C.S. 2012. Sensory profile and preference mapping of orange cakes with addition of prebiotics inulin and oligofructose. Food Science and Technology, (48) 37-42.

Larparent J.P., 1997. Microbiologie alimentaire, Techniques de laboratoire. Tech et Doc Lavoisier, Paris, France .

Lecoq R., 1965. Manuel d'analyses alimentaires et expertises usuelles. Doin, Paris, France.

Leite AMO, Leite DCA, Aguila EMD, Alvares TS, Peixoto RS, Miguel MAL, Silva JT, and Paschoalin VMF 2012 J. Dairy Sci. 96 4959.

Lengkey H.A.W, Siwi JA, Balia RL 2013 Lucrări Științifice-Seria Zootehnie 59 1316

Lengkey, H. A. W. & R. L. Balia. 2014. The effect of starter dosage and fermentation time on pH and Lactic acid production. Biotechnology in Animal Husbandry 30: 339-347. <https://doi.org/10.2298/BAH1402339L>



Magalhaes KT, Pereira GV, Campo CR, Rosane GD 2011. Brazilian kefir: structure, microbial communities and chemical composition. Brazilian Journal of Microbiology 42: 693-702.

Marshall V., COLE W., 1984. Studies on kefir. Bull. Int. Dairy Fed. XIII: 179p.

Mathieu J. (1998). Ecole nationale des industries du lait et des viandes de la Roche-Sur Foron .Initiation à la physico-chimie du lait. Edition. Tec et Doc. Lavoisier, Paris. Pp : 12- 210.

Maud Socie, 2006 : L'importance du colostrum pour l'agneau nouveau-né, Conférence d'octobre 2006.

Medjour A. (2014). Etude comparative des caractéristiques physico-chimiques du lait collecté à partir de chamelles (*Camelus dromedarius*) conduites selon deux systèmes d'élevage (extensif et semi-intensif). Mémoire de magister en biologie, Université Mohamed Khider de Biskra, Algérie.

Motaghi, M., Mazaheri, M., Moazami, N., Farkhondeh, A., Fooladi, M.H., and Goltapeh, E.M. 1997. Short Communication: Kefir production in Iran. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 13: 579- 581

η

Nagira .T et al., Suppression of UVC-induced cell damage and enhancement of DNA repair by the fermented milk, kefir, *Cytotechnology*, 40 (2002) 125-137

-Nouania., Dako E., Morsli A., Belhamiche N., Belbraouet S., Bellal M M .,Dadie A., (2009).Characterization of the purified coagulant extracts derived from artichoke flowers (*Cynarascolumus*) and from the fig tree latex (*Ficuscarica*) in light of their use in the manufacture of traditional cheeses in Algeria. *J. Food Technol.*, 7: 20-29.*Nutrition*, 39p: 1-13.

NTE INEN 2594. (2011). Suero de Leche Liquido. Ecuador.

ο

Oliveira, A. F. (2016). Estudo da viabilidade da produção de biofilmes de kefir e suas interações com extratos de açaí (*Euterpe oleracea Martius*) e de gérmen de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) (Doctoral dissertation, Tese (Universidade Federal do Amapá).

Oliveira, A. F. (2016). Estudo da viabilidade da produção de biofilmes de kefir e suas interações com extratos de açaí (*Euterpe oleracea Martius*) e de gérmen de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) (Doctoral dissertation, Tese (Universidade Federal do Amapá)

Oliveira, A. F. (2016). Estudo da viabilidade da produção de biofilmes de kefir e suas interações com extratos de açaí (*Euterpe oleracea Martius*) e de gérmen de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) (Doctoral dissertation, Tese (Universidade Federal do Amapá)

Ortaga Bolaños, 2014. Elaboración de dos bebidas, fermentadas con gránulos de Kéfir en agua y leche, para corroborar si son bebidas probióticas según la Norma INEN 2395-2011

Otles, S.; Cagindi, O. Kefir: A probiotic dairy composition, nutritional and therapeutic aspects. *Pak. J. Nutr.* 2003, 2, 54–59

ρ

Pintado, M.E.; Da Silva, J.A.L.; Fernandes, P.B.; Malcata, F.X.; Hogg, T.A. Microbiological and rheological studies on Portuguese kefir grains. *Int. J. Food Sci. Technol.* 1996, 31, 15–26.

## 2

Quintaes K. D. Kéfir: A bebida russa que promete ajuda para quem tem pressão alta. Revista Vida e Saúde, v. 72, p. 16-33, 2010.

## R

Remeuf, 1994. Relations Entre les caractéristiques physico-chimiques et aptitudes fromagères des laits. Spéciale qualité du lait", Recueil de Médecine Vétérinaire. Vol. 170. 359- 365 p.

Renner, E. and Renz-Schaven, 1986. Nahrwerttabellen für milch und milchprodukte. Verlag B. Renner. Köhner K. G. Gieben, Germany.

Rosi.J : microorganismi del kefir: i fermenti lattice Sei. Tech. Lattiero-Casearia, 29: 291-305,1978

Safonova T, Iatsuk GV, Iurkov IA.1979. Effect of Different Types of Feeding on the Fatty Acid Makeup on the Blood Serum in Premature Infants. Journal of Microbiological Methods. 6, 44-49.

## S

Santos .A , San Mauro, M.Sanchez, J.M. Torres and D.Marguina , The antimicrobial properties of different strains of Lactobacillus spp. Isolated from kéfir, System and Applied Microbiology, 26 (2003) 434-437

Santos, A. V. D. (2012). Desenvolvimento de produtos lácteos fermentados por grãos de kefir com teor de colesterol reduzido e saborizados com frutas tropicais

**Sarkar S. (2008):**Biotechnological innovations in kefir production: a review. Br Food J 110, 283–295.

Sarkar, S. Potential of kefir as a dietetic beverage- a review. British Food Journal, v.109, p. 280-290, 2007.

Seczyk, L., Swieca, M., Gawlik-Dziki, U. 2016. Effect of carob (*Ceratonia siliqua* L.) flour on the antioxidant potential, nutritional quality, and sensory characteristics of fortified durum wheat pasta. Food Chem, (194) 637-42.

Shiomi .M., Sasaki. K., Aibara. K. (1982) : Antitumor activity in mice of orally administered polysaccharide from Kefir grain. Japan. J. Med. Sci. Biol., 35, 75-80.

Silva, I. Z., & Weschenfelder, S. (2020). Caracterização físico-química e sensorial em queijo de kefir com e sem condimentos. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, 75(2), 83-93.

Silva, M. V., Nascimento, E. C. D. S., do Nascimento Ferreira, E. C., e Galucio, V.C. A. (2020b). Análise de crescimento do kefir em polpa de açaí. *Revista Saber Científico*, 9(2), 1-10

Silva, M.V. Nascimento, E. C. D. S., do Nascimento, E.Ferreira . C. Galucio, V. C. A. (2020b). Análise de crescimento do kéfir em polpa de açaí. *Revista Saber Científico*, 9(2), 1-10

Soarez, CDM ; Évaluation du lait cru de chèvre, cru congelé, fromage Minas frais et lactosérum pour différentes périodes de temps. Sainte-Marie, 2014. 72 pages Dissertation (Master) – Université Fédérale de Santa Maria, Centre des Sciences Rurales, RS, 2014.

Sokolinska DC, Dancow R, and Pikul J 2008 *Acta Sci. Pol. Tech.* 7 637

Sousa, PB; Queijo petit-suisse kefir aromatizado com goiaba inulina: preparo e avaliação físico-química, microbiológica e sensorial. Limoeiro Norte, 2014.119fls. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, 2014.

Sperotto .L, Oliveira .EV, Ferreira, Graisse, Santos. FB, Silva, Machado.KR; Santos.RC, Moreira.RA. Desenvolvimento de queijo cremoso com kefir: Análises sensoriais e físico-químicas. *Revista Eletrônica Biociências, Biotecnologias e Saúde*, n. 18, p. 60-68, 2017.

Stepaniak L, Fetliński A (2003) Kéfir. W: *Encykolpedia of dairy Sciences* (red. H. Roginski, JF Fuquay, PF Fox).

## 7

Tamime A.Y., 2002. Microbiology of starter cultures. In: *Dairy microbiology handbook* (Robinson R.K.). 3e Ed., John Wiley and Sons, Inc., New York ,1-16 p

Urdaneta .J, Barrenetxe .P , A. ARANGUREN, F. IRIGOYEN, F. MARZO, C. IBÀNEZ, Intestina beneficial effects of kefir-supplemented diet in rats, *Nutrition Research* ,27 (2007) 653-658.

1

Vieira, A; Buriti, F; da Silva, LMF; do Egito, AS; dos Santos, KMO (2009). Características físico-químicas e avaliação sensorial de queijo minas frescal caprino potencialmente probiótico. João Pessoa: EMEPA-PB

Vignola C., 2002. Science et technologie du lait : transformation du lait. Français : Montréal Presses Internationales Polytechnique. ISBN 2-553-01029-X. 393

Vinderola.C.G et al., Immunomodulating capacity of kefir, Journal of Dairy Research, 72 (2005) 195- 202

Vopr .pitan.,30(4), 98-91.Cité par : Farnworth, 1999

2

Watt, B.; Merrill, AL Composition des aliments : crus, transformés, préparés. Washington DC: Consumer and Food Economics Research, 1963.

Weschenfelder, S. et al. Caracterização físico-química e sensorial de kefir tradicional e derivados. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 63, n. 2, p. 473-480, 2011. DOI: 10.1590/S0102- 09352011000200027

3

Yagil., 1985 .The Desert camel; comparative physiological adaptation. Ed. KARGER, Berlin, Allemagne. 8p.

3

Zourari A. & Anifantakis E.M. (1988). Le kéfir - Caractères physico-chimiques, microbiologiques et nutritionnels. Technologie de production. Lait 68, 373-392

Zourari, A.; Anifantakis, E. M. Le kefir caracteres physico-chimiques, microbiologiques et nutritionnels. Technologie de production. Une revue. Le Lait, v. 68, p. 373-392, 1988

## الملخص

يعتبر الحليب من بين الاغذية التي لا يمكن الاستغناء عنها، لاحتوائه على عناصر مهمة من الفيتامينات و الاملاح، مثل الكالسيوم و فيتامين د ال، لذا قاموا بإنتاج مختلف مشتقات الحليب كالجبن بأنواعه و الياوورت وذلك بغرض التنوع في الاشكال و الاذواق، في مذكرتنا حاولنا انتاج جبن طازج بواسطة الكفير، الذي هو عبارة عن حبات بيضاء يتزايد حجمها و تتضاعف عند وضعها في الحليب، حيث لها القدرة على تخثير الحليب عند اخضاعه لشروط محيطية معينة، وهذا الاخير يعتبر وافي من عدة امراض . حيث يعتبر مضاد للبكتيرية مضاد حيوي أيضا وهناك دراسات أثبتت ان شربه بطريقة منتظمة يقي من السرطان، لذا قمنا باستغلال فوائده القيمة من اجل صناعة جبن منزلي طازج النافع حيث جمع بين فوائد الحليب و الكفير في ان واحد

### :الكلمات المفتاحية

الجبن, الكفير, الحليب المخمر ,البكتيريا اللبنية و بروبيوتيك,حليب

## Résumé

Le lait est l'un des produits alimentaires indispensable pour la santé humaine et surtout pour les enfant ,parc qu'il contient des éléments importants comme la vitamine D et le calcium, ils ont donc produit des divers dérivés du lait comme le yaourt et les fromages ,dans le but avoir un lait avec différentes formes et goûts. Dans notre travaille on a essayé de produire un fromage frais au kéfir, ce dernier représente sous forme des graines blanche qui grandissent et se multiplier lorsqu'elles sont placées dans le lait ce qui on appelle le kéfir du lait ou Ce dernier a une capacité coagulante a la présence de certaine condition ;

Ce kéfir est considéré comme un antioxydant, antimicrobien et sa consommation d'une manière régulière donne une prévention contre le cancer.

Nous avons donc utilisé ses avantages pour fabriquer un fromage frais qui combine entre les bienfaits du lait et celles de kéfir au même temps.

**Mots clé :** Kéfir, lait, Fromage, probiotique, bactéries lactiques

## **Abstract**

Milk is one of the essential food products for human health and especially for children, as it contains important elements such as vitamin D and calcium, so they have produced various milk derivatives such as yogurt and cheeses, in order to have a milk with different shapes and tastes.

In our work we tried to produce a fresh kefir cheese, the latter represents in the form of white seeds that grow and multiply when placed in the milk what is called the kefir of the milk or The latter has a coagulant capacity has the presence of certain condition;

This kefir is considered an antioxidant, antimicrobial and its consumption of a regular way gives prevention against cancer

So we used its advantages to make a fresh cheese that combines the benefits of milk and kefir.

**Key word** : Kéfir ,Milk , Cheese, probiotic , lactic acid, bacteria lactic

## SOMMAIRE

Liste des Abréviations

Liste des Figures Liste des tableaux

Synthèse bibliographique

Introduction .....1

### I.Lait et kéfir du lait

1. Définition du lait.....	2
2. Composition du lait.....	2
3. Les caractéristiques du lait .....	2
1. Caractéristiques organoleptiques.....	3
a. Aspect.....	3
b. Odeur.....	3
c. Saveur .....	3
d. Viscosité.....	3
2. Caractères physico-chimiques du lait de chèvre et du lait de vache.....	3
a. pH.....	3
b. Acidité.....	4
c. Densité.....	4
d. Point de congélation.....	4
e. Point de l'ébullition.....	5
3. les caractéristiques microbiologiques.....	5
a. Flores microbiennes du lait.....	5
b. Flore originelle .....	5
c. Flore d'altération.....	5
d. Les coliformes.....	6
e. Levure et moisissures.....	6
f. Flore pathogène.....	6
4. Capacité technologiques des bactéries lactiques.....	6
4.1 Aptitude acidifiante .....	6
4.2 Aptitude protéolytique.....	7

4.3 Aptitude aromatisant.....	7
4.4 Aptitude texturale.....	7
II. Le kéfir du lait .....	8
1. Définition .....	8
2. Définition du kéfir selon Codex Alimentarius.....	8
3. Origine et historique.....	9
4. Production et formation des graines du kéfir.....	10
5. Composition des grains du kéfir.....	10
6. Microflore des grains de kéfir.....	11
7. Préparation de kéfir du lait.....	11
8. Caractéristiques de kéfir .....	12
8.1 Caractéristiques physicochimiques du kéfir.....	12
a. Caractéristiques physiques.....	12
b. Composition chimique du kéfir.....	13
c. Caractéristiques microbiologiques.....	14
d. Caractéristiques sensorielles.....	14
9. Les bienfaits et effets probiotiques du kéfir .....	15
III. Les fromages.....	16
1. Définition.....	16
2. Méthode générale de fabrication du fromage.....	16
3. Coagulation du lait.....	17
a) Coagulation par voie acide.....	18
b) Coagulation par voie enzymatique .....	18
c) Coagulation mixte.....	18
d. Les différents types de fromage.....	18
4.1 Les fromages frais.....	19
4.1.1. Définition du fromage frais.....	19
4.1.2. Les types du fromage frais en algerie .....	19
a. Jben.....	19
b. Fromage frais afini.....	19
• Bouhezza.....	20
c. Fromage frais extra dure.....	20
• Klila.....	20

## Partie expérimentale

IV. Matériel et Méthodes.....	21
Objectif.....	21
1. Matériel.....	21
1.1 Matériel biologique.....	21
a. Le lait .....	21
b. Les grains de kéfir .....	21
1.2 Ustensiles.....	22
1.3 Matériel de laboratoire.....	22
1.4 Les Produits chimiques et réactifs.....	22
2. Les analyses physico-chimiques du lait de vache et de lait de chèvre.....	22
a. Détermination du pH .....	22
b. Détermination de l'acidité titrable.....	23
c. Détermination de la densité.....	23
d. Détermination de la teneur en matière sèche.....	23
e. Détermination du taux de cendres.....	24
f. Détermination de la teneur en matière grasse.....	24
g. Détermination de la viscosité.....	25
3. Caractérisation du kéfir.....	25
3.1 Activation des grains de kéfir.....	25
3.2 Les analyses physico-chimiques du kéfir.....	26
3.3 Procédé de fabrication du fromage.....	26
3.4 Coagulation du lait.....	27
a. Préparation du coagulant et incorporation du coagulant (grains de kéfir frais)..	27
b. Filtration et séparation des grains .....	28
c. Égouttage et conservation.....	29
4. Contrôle de la qualité du deux types du fromage .....	29
4.1. Analyses physico-chimiques du fromage et le lactosérum.....	29
✚ Fromage.....	29
a. Détermination de la matière grasse.....	29
b. Détermination de l'extrait sec dégraissé (ESD).....	31
c. Détermination du rendement fromager.....	31
✚ Le lactosérum.....	31

a. Détermination de ph, acidité et cendres.....	31
5. Analyses microbiologiques du fromage.....	31
5.1 Préparation des échantillons.....	31
5.2 Préparation des boîtes de pétri .....	32
5.3 Dénombrement de la flore lactique totale.....	32
5.4 Incubation.....	32
6. Analyse sensorielle .....	32
V. Résultats et discussion.....	33
1. Caractéristiques physico-chimiques du lait.....	33
2. Caractéristiques physico-chimiques de kéfir du lait.....	35
3. Caractéristiques physico-chimiques de kéfir du fromage .....	35
3.1 Fromage au lait de vache .....	35
3.2 Fromage au lait de chèvre.....	37
4. Caractéristiques physico-chimiques de lactosérum .....	38
4.1 Fromage de lait de vache et chèvre .....	39
5. Caractéristiques microbiologiques du fromage.....	39
5.1 Dénombrement des bactéries lactiques .....	39
6. Analyses sensorielles .....	41
Conclusion .....	42
Références	
Annexe	