

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة 8 ماي 1945 قالمة
Université 8 Mai 1945 Guelma
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers



Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences Alimentaires
Spécialité/Option : Production et Transformation Laitières
Département : Écologie et Génie de l'Environnement (EGE)

Caractérisation rhéologique d'un fromage traditionnel (*Klila*)

Présenté par :

BOUKHEMIS Bochra

CHIAOUI Anissa

DERRAS Yousra

Devant le jury composé de :

Dr. BOUSBIA Aissam

Dr. BOUDALIA Sofiane

Dr. MEZROUA Lyamine

Président

Encadreur

Examineur

Université 8 Mai 1945, Guelma

Université 8 Mai 1945, Guelma

Université 8 Mai 1945, Guelma

Juin 2023

Remerciements

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

"يَرْفَعُ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ"

سورة المجادلة، آية 11

Au nom d'Allah, le miséricordieux qui nous a donné courage et patience et nous a permis d'accomplir ce travail honorable.

Nos vifs remerciements à tous les membres du jury pour avoir accepté de juger ce travail :

Dr. BOUSBIA Aïssam pour l'honneur qu'il nous fait en acceptant de présider le jury. Et nous le remercions pour son rôle durant notre formation, pour tout ce que vous avez apporté à nous tout au long de nos années d'études. Dr. MEZROUA Lyamine pour avoir accepté d'examiner ce travail. Nous tenons à lui exprimer Notre haute considération et respect.

Nous remercions aussi au Pr. Dr. BENHAMZA Mohamed El Hocine directeur du laboratoire d'Analyses Industrielles et Génie des Matériaux (LAIGM) de l'université 8 Mai 1945, Guelma, de nous avoir ouvert son laboratoire.

Nous exprimons nos sincères remerciements et notre gratitude à notre cher et Compétent enseignant Boudalia Sofiane.

Un grand merci à Madame Najah, la technicienne du laboratoire pédagogique, Madame Bousaadia, et à monsieur Touati.

Et enfin nous remercions tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

*Tout d'abord, merci à **Dieu** qui m'a permis d'atteindre cette étape honorable de ma vie, et par sa grâce, j'écris maintenant ces mots. Je dédie ce fruit de ma réussite :*

À mon honneur, ma fierté

Ma traduction pour tout ce qui est beau dans ma vie, la lumière de mes ténèbres et le réconfort de ma solitude, à celle qui a consacré sa vie à moi et à ma sœur qui a passé sa jeunesse pour notre bonheur. A celle qui nous a élevé et nous a tout donné. A ma mère. Je suis fière d'être votre fille, Tu es la personne la plus spéciale dans ma vie, et je tenais à te dédier ces mots d'amour et de gratitude. Depuis le premier jour où j'ai posé les yeux sur toi, tu as été mon roc, ma source de force et d'inspiration. Tu m'as appris tant de choses et tu as été là pour moi à chaque étape de ma vie.

Maman, ton amour inconditionnel a illuminé mon chemin et m'a donné la confiance nécessaire pour affronter les défis. Tu as toujours été là pour me soutenir, me réconforter et me guider lorsque j'avais besoin de conseils. Tu as su sécher mes larmes et partager mes joies, faisant de chaque moment un souvenir précieux.

*Que Dieu te protège et prolonge ta vie et perpétue ton amour, contenu et cœur battant pour moi. Merci d'être ma mère, **Soraya** ♥*

À ma chère sœur Mona

Mon âme, mon amie et la gardienne de mes secrets, à la moitié de mon sourire et à la moitié de ma vie à ma chère sœur Mona.

À mon mari Bilal

Mon compagnon, mon épaule quand je m'effondre et mon soutien quand je suis fatiguée. Merci de votre soutien continu pour moi et d'être resté à mes côtés dans mes pires circonstances.

À mon cher oncle Nadir

*La prunelle de mes yeux, à sa femme et ses filles : **Kawthar, Zina, Rahaf** et **Omaïma**.*

*À ma tante et ma deuxième mère **Akila** et à ma chère grand-mère **Zina**.*

*À leurs âmes pures, mon grand-père **Issa** et mon oncle **Kamal**.*

*À la mère de mon mari **Nacira**, et au père de mon mari **Rachid**.*

*À **Fatima, Asmaa, Islam** et **Oussama**.*

*À mes chères amies **Anissa, Youssra** et **Nour**.*

*À mon superviseur **Boudalia Sofiane***

Bochra

Dédicaces

J'ai le grand honneur de dédier ce modeste travail :

A ma vie et sa lumière :

À la personne qui m'a donné vie et protection. La personne qui m'a élevé moi et mes frères et sœurs sans avoir besoin d'aide, elle était la mère et le père, elle était le soutien et la protectrice, elle était la chaleur dans les nuits froides, la joie dans la tristesse. Ma chère mère, peu importe ce que tu dis je n'atteindrai jamais les mots pour te décrire.

Que Dieu prolonge ta vie et te soutienne dans ma vie. Ma chère mère **HOURIA** ♥

A mes chers frères

A mon très cher frère Halim

Et mon frère Hakim et son fils

A mes chères sœurs

Malika, Dalal et ses fils (Anis et Hakima), Samia et ses fils (Thiziri et Rafik). Et à toutes mes sœurs et leurs fils, et aux enfants de ma chère grande sœur Akram, Eyad, doursaf et

Adem

Je vous réserve une place dans mon cœur et mes pensées

A mes amies

Laila et Bouchra et Nour et Youssra et Aya

À mon superviseur **Boudalia Sofiane.**

ANISSA

Dédicace

J'ai le grand honneur de dédier ce modeste travail :

À mes très chers parents,

*pour leur sacrifice, leurs soutiens moral et financier et affectif tout
au long de mon parcours scolaire ♥,*

A mes chers frères

Abd raouf et Mounsef

A mes chères sœurs

Alima, Assia et ses enfants Ilef, Sanad

et à toute ma famille sans exception

À mon fiancé Raïd

pour son accompagnement et son soutien indéfectible.

A mes amies

Bouchra, Anissa, Abir et Amira

Abd rahmen

À tous qui m'aiment, À tous ceux que j'aime

Je dédie ce travail

Yousra

Résumé

Klila est un fromage traditionnel Algérien, fabriqué et consommé dans la région *Chaouia*, au Nord-Est de l'Algérie. Il est préparé avec du lait cru de la vache, de chèvre, de brebis, ou de tous les trois. Deux échantillons ont été fabriqués d'une manière artisanale à partir d'un lait de vache collecté dans la région de Guelma, qui a déjà subi des analyses microbiologiques. Puis le fromage a été analysé pour déterminer ses propriétés microbiologiques, couleurs et rhéologiques.

L'analyse microbiologique du lait cru de vache a montré que les échantillons analysés répondent aux normes avec des valeurs satisfaisantes et acceptables du point hygiénique et une absence d'une flore pathogène. De plus, le fromage *Klila* présente des propriétés microbiologiques satisfaisantes et des indices de couleurs qui reflètent une couleur blanche attirante. La caractérisation rhéologique montre que le fromage étudié a un comportement visqueux, d'amincissement par cisaillement, ce qui signifie que le fromage *Klila* a un comportement de rhéofluidification.

Les données de cette étude peuvent contribuer à améliorer le processus de fabrication du fromage à petite échelle. Des études complémentaires sont nécessaires pour déterminer la durée de conservation du fromage *Klila*, ainsi que la qualité nutritionnelle du lait et du fromage.

Mots clés :

Klila, fromage traditionnel, critères bactériologiques, couleurs, paramètres rhéologiques, rhéofluidification.

Abstract

Klila is a traditional Algerian cheese made and consumed in the Chaouia region, in the north-east of Algeria. It is prepared with raw milk from cows, goats, sheep, or all three. In this study, two samples were made in an artisanal way from cow's milk collected in the Guelma region, which has already undergone microbiological analyses. Then the cheese was analyzed to determine its microbiological, color, and rheological properties.

The microbiological analysis of raw cow's milk showed that the samples analyzed met the standards with satisfactory and acceptable values of the hygienic point and an absence of pathogenic flora. In addition, *Klila* cheese has satisfactory microbiological properties and a high whiteness index (WI). The rheological characterization shows that *Klila* cheese has a viscous behavior and is thinning by shearing, which means that *Klila* cheese has a shear-thinning behavior.

Data from this study can help improve the small-scale cheese-making process. Further studies are needed to determine the shelf life of *Klila* cheese as well as the nutritional quality of milk and cheese.

Keywords:

Klila, traditional cheese, bacteriological analysis, colors, rheological parameters, shear thinning.

الملخص

الكليلة هي جبنة جزائرية تقليدية، تُصنع وتستهلك في منطقة الشاوية في شمال شرق الجزائر. يتم تحضيره بحليب الأبقار أو الماعز أو الأغنام أو بمزجهم الثلاثة. في هذه الدراسة تم صنع عينتين من الجبن بطريقة تقليدية باستخدام حليب البقر الذي تم جمعه في منطقة قالمة، و الذي خضع لتحليلات ميكروبيولوجية. بعدها تم تحليل الجبن لتقييم خصائصه الميكروبيولوجية واللونية والريولوجية.

من خلال نتائجنا، أظهر التحليل الميكروبيولوجي لحليب البقر الخام أن العينات مطابقة للمعايير بقيم مرضية ومقبولة من الجانب الصحي وغياب الميكروبات المسببة للأمراض. بالإضافة إلى ذلك، تتمتع جبنة الكليلة بخصائص ميكروبيولوجية مرضية ومؤشرات لونية تعكس اللون الأبيض الجذاب. يوضح التوصيف الريولوجي أن الجبن المدروس له سلوك لزج، يخفف عن طريق القص، مما يعني أن جبن كليلا لديه سلوك ترقق.

يمكن أن تساعد النتائج المستمدة من هذه الدراسة في تحسين عملية صنع الجبن على نطاق صغير. هناك حاجة إلى مزيد من الدراسات لتحديد العمر الافتراضي لجبن الكليلة، فضلاً عن الجودة الغذائية للحليب والجبن.

الكلمات المفتاحية

الكليلة، جبن تقليدي، معايير الميكروبيولوجية، ألوان، معايير ريولوجية، ترقق القص.

Liste d'abréviations

%	Pour cent
(v/v)	Volume par volume
°C	Degré Celsius
BPL	Bonnes Pratiques du Laboratoire
cm	Centimètre
Col.f	Coliforme fécaux
Col.t	Coliforme totaux
Ech	Echantillon
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
g/l	gramme par Litre
G'	Module de conservation
G''	Module de perte
H	Heure
Hz	Hertz
JORA	Journal Officiel de la République Algérienne
kg	kilo gramme
kg /m³	kilogramme par mètre cube
l	Litre
Lac	Lactose
MG	Matière Grasse
min	Minute
ml	Millilitre
mm	Millimètre
N	Nombre
η*	Viscosité complexe
Pa	Pascal
PCA	Plate Count Agar
<i>S. aureus</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
SD	Standard Déviation
SEM	Standard Error Mean
SFB	Selenite F Broth
SS	Milieu gélosé <i>salmonella shigella</i>
Tc	Température de transition
UFC	Unité Forment de Colonies
VRBL	<i>Violet Red Bile Lactose Agar</i>

Indice des figures

Figure	Titre	Page
1	Carte montrant la zone de prélèvement. Carte créée à l'aide de QGIS gratuit et open source.	13
2	Diagramme de fabrication du fromage traditionnel <i>Klila</i>	14
3	Dénombrement des coliformes totaux et fécaux	18
4	Dénombrement de la flore aérobique mésophile totale	19
5	Recherche et dénombrement des Staphylocoques	20
6	Recherche des Salmonelles	21
7	Recherche et dénombrement des Clostridium sulfato-réducteurs	22
8	Colorimètre Konica Minolta modèle CR-410 (laboratoire pédagogique, université 8 Mai 1945, Guelma)	23
9	Rhéomètre dynamique CVO-100-901 (laboratoire d'Analyses Industrielles et Génie des Matériaux (LAIGM), université 8 Mai 1945, Guelma)	24
10	Propriétés rhéologiques du fromage <i>Klila</i> : Shear rate : taux de cisaillement En fonction de déformation (A) ; En fonction de fréquences (B). Viscosité en fonction du gradient de vitesse (viscosité en échelle linéaire) (C) ; Viscosité en fonction du gradient de vitesse (viscosité en échelle logarithmique) (D) ; G' : Module élastique, G'' : Module visqueux.	30

Liste des tableaux

Tableau	Titre	page
1	Description des échantillons de " <i>Klila</i> " étudiés	13
2	Caractéristiques bactériologiques du lait et du fromage <i>Klila</i>	27
3	Paramètres de couleur (moyenne \pm SD) de fromages de type <i>Klila</i> obtenus à partir de lait de vache	28

Sommaire

Résumé	I
Abstract	II
المخلص	III
Liste d'abréviation	IV
Introduction générale	1
1. Rappels bibliographiques	3
1.1. Le lait.....	4
1.1.1. Définition	4
1.1.2. Composition du lait.....	4
1.2. Le fromage traditionnel Klila	7
1.2.1. Définition	7
1.2.2. Procédé de fabrication	7
1.2.3. Modes de consommation	8
1.3. Techniques d'analyses classiques des fromages	10
2. Matériels et méthodes.....	12
2.1. Présentation de la zone d'étude	13
2.2. Caractérisation bactériologique du lait cru	14
2.3. Caractérisation bactériologique du fromage.....	17
2.4. Analyses physiques	22
2.4.1. Couleur.....	22
2.4.2. Rhéologie	24
2.1 Présentation des données et traitement statistique.....	24
3. Résultats et discussion.....	25
3.1. Caractéristiques bactériologiques du lait et du fromage.....	26
3.2. Caractérisation physique du fromage	28
3.2.1. Couleurs	28
3.2.2. Rhéologie	28
4. Conclusion générale	31
Références bibliographiques.....	33

Introduction générale

Considéré comme l'un des premiers aliments consommés par l'Homme dès la phase de lactation. Le lait joue aujourd'hui un rôle majeur dans notre alimentation quotidienne car il est riche en molécules bioactives, minéraux, en vitamines, ainsi qu'en sucres, graisses et protéines ([Leksir et al., 2019](#)).

À l'échelle industrielle, la compréhension de la composition complexe du lait, avec son organisation structurelle des composés et leurs propriétés physicochimiques, est essentielle pour maîtriser la transformation du lait en produits obtenus par divers procédés à l'échelle industrielle ([Lapointe-Vignola, 2002](#)).

Dans le même sens les aliments traditionnels sont considérés comme un élément essentiel du patrimoine culturel de chaque nation transmis de génération en génération, et empreinte de connaissances ancestrales. Les produits laitiers et les fromages traditionnels font partie de ce patrimoine, offrant à la fois un riche héritage culturel et une ressource économique pour les petits producteurs, et spécialement dans les régions reculées ([Boudalia et al., 2020](#)).

En Algérie, comme ailleurs dans le monde, la consommation de produits laitiers est liée à l'élevage depuis des siècles, les produits sont fabriqués au moyen de procédés artisanaux anciens, en utilisant du lait ou des mélanges de lait de différentes espèces, tels que le lait camelin, bovin, ovin ou caprin ([Shori, 2017](#)) ([Boudalia et al., 2016](#)) ([Bousbia et al., 2017](#)) ([Leksir and Chemmam, 2015](#)). Il existe une très grande variété de produits laitiers artisanaux du terroir qui se différencient par leur goût, leur consistance, et leur processus de fabrication qui diffère d'une région à l'autre. Les plus connus sont le Djben, Bouhezza, Klila, M'chouna, Medghessa, Igounenes, Takemerit et Aoules ([Zidoune, 2017](#)).

Parmi ces fromages, le Klila est un produit fermenté empiriquement en plusieurs régions d'Algérie de l'est à l'ouest (Oum El Bouaghi, Tebessa, Annaba, Souk Ahrass, Tlemcen...). C'est le métier de fromage traditionnel le plus populaire, et sa production artisanale est encore utilisée aujourd'hui ([Benlahcen et al., 2017](#); [Leksir et al., 2019](#)). Le traitement consiste à chauffer modérément du « *Lben* », obtenu par barattage d'un lait fermenté, (lait fermenté) jusqu'à ce qu'il devienne caillé, puis égoutté dans de la mousseline. Le fromage obtenu est consommé frais ou après séchage. Cependant, une fois séché, et puis réhydraté pour pouvoir l'inclure comme ingrédient dans les différentes recettes ([Guetouache and Guessas, 2015](#)) ([Mennane et al., 2007](#)).

La rhéologie est l'étude de la déformation et de l'écoulement de la matière. Le terme vient du mot grec « rheos » qui signifie « couler ». Elle est particulièrement importante dans l'industrie alimentaire, notamment pour utiliser pour définir la consistance de différents produits en fonction de la viscosité (épaisseur, non glissant) et de l'élasticité (collant, structure) ([Muthukumarappan and Swamy, 2017](#)). Les propriétés rhéologiques du fromage sont celles qui déterminent sa réponse à la contrainte ou à la déformation, telle qu'appliquée, par exemple, lors de la compression, du cisaillement ou de la coupe. Dans la pratique, ces contraintes et déformations sont appliquées au fromage pendant la transformation (e.g. portionnement, tranchage, déchiquetage et râpage) et la consommation (tranchage, étalement, et mastication). Les propriétés rhéologiques comprennent des caractéristiques intrinsèques telles que l'élasticité, la viscosité et la viscoélasticité qui sont principalement liées à la composition, à la structure et à la force des attractions entre les éléments structuraux du fromage ([O'Callaghan and Guinee, 2004](#)).

Afin de comprendre la structure du fromage *Klila*, l'objectif de ce travail vise à : *i*). analyser le lait de vache collecté dans la région de Guelma. *ii*). retracer le procédé de fabrication d'une manière artisanale. *iii*). analyser l'évolution de ses indices de couleur. *iv*). étudier ses caractéristiques rhéologiques.

1. Rappels bibliographiques

1.1. Le lait

1.1.1. Définition

Le lait est un liquide alimentaire naturellement nutritif et complexe en composition. Il présente une teinte blanche foncée et une acidité légèrement modérée. Son odeur est douce et neutre. Le lait provient des mamelles des mammifères, parmi lesquels les chèvres, les vaches, les chameaux, et d'autres espèces importantes ([Vilain, 2010](#)). Généralement, lorsqu'on évoque le lait sans précision, il s'agit du lait de vache. Toutefois, si l'on fait référence à un lait spécifique autre que celui de la vache, il convient de mentionner le terme "lait" suivi de l'animal responsable de sa production ([Michelet, 2012](#)).

1.1.2. Composition du lait

a). Eau

Tous les animaux nécessitent une grande quantité d'eau, et le lait contient une proportion significative d'eau, soit environ 88,6% de sa composition totale ([Guetouache et al., 2014](#)). La régulation de cette quantité d'eau est assurée par la production de lactose par les cellules sécrétoires de la glande mammaire. L'eau présente dans le lait se trouve sous deux formes : l'eau libre, qui constitue environ 96% du volume total, et l'eau liée, qui représente environ 4% de la matière sèche du lait ([O'Callaghan et al., 2019](#)).

b). Lipides

La matière grasse est la principale source d'énergie dans le lait ([Guetouache et al., 2014](#)). Elle est présente sous forme d'une émulsion de globules sphériques dont le diamètre varie de 1,5 à 10 millièmes de millimètre ([MacGibbon and Taylor, 2006](#)). Néanmoins, la matière grasse présente dans le lait peut se dégrader à des vitesses variables, principalement en raison des processus d'oxydation qui peuvent survenir pendant le stockage ou l'utilisation du lait.

La composition lipidique du lait est principalement constituée de différents triglycérides, qui représentent environ 98,3% de la fraction lipidique. Ces triglycérides sont composés de trois acides gras associés à une molécule de glycérol. En plus de cela, les autres lipides présents dans le lait incluent des mono- ou diglycérides, des acides gras libres, des phospholipides, du cholestérol, des sphingomyélines, des cérébrosides, des gangliosides, des caroténoïdes et des vitamines liposolubles ([Ul Haq, 2020](#)).

c). Protéines

La teneur en protéines est le critère le plus important pour évaluer la valeur nutritionnelle, commerciale, technologique et biologique du lait. En effet, une quantité plus élevée de protéines dans le lait est généralement associée à un meilleur rendement lors de la fabrication du fromage, établissant ainsi une corrélation directe entre la quantité de protéines et la qualité du lait. Les composants azotés du lait sont classés en deux groupes : les protéines, avec 95% des protéines totales du lait, et les composés non protéiques appelés azote non protéique ([Ul Haq, 2020](#)). Par conséquent, il existe deux types de protéines dans le lait.

✓ *Protéines qui se forment dans la mamelle*

Dans l'industrie fromagère, la coagulation du lait est un processus essentiel, et la caséine est l'une des protéines principales qui y contribue. Elle existe sous différentes formes, notamment la caséine alpha (α), la caséine bêta (β) et la caséine kappa, qui sont insolubles dans l'eau. La caséine est un élément clé dans la formation du caillé lors de la production de fromage ([Nickerson, 1995](#)).

✓ *Protéines du lactosérum*

Les protéines contenues dans le lait sont hydrosolubles, ce qui signifie qu'elles peuvent se dissoudre facilement dans l'eau. Elles ont également la particularité de se précipiter en présence d'acides et de chaleur. Les principales protéines hydrosolubles présentes dans le lait sont la lactoglobuline bêta (β), les lactalbumines alpha (α), l'albumine sérique et les immunoglobulines (Rosario et al, 2010). Toutefois, la quantité de ces protéines peut varier selon :

- * *La race et la sélection génétique.*
- * *L'alimentation animale.*
- * *Le statut et le stade de lactation.*
- * *Les saisons de l'année* ([Nickerson, 1995](#)).

d). Glucides (lactose)

Le lait contient environ 5% de lactose, un disaccharide hautement soluble qui se trouve en solution. Lors de la fabrication du fromage, lorsque l'eau du lait se sépare sous forme de lactosérum du caillé, elle emporte avec elle une quantité équivalente de lactose. Seule une petite fraction de l'eau et du lactose du lait (généralement environ 5%) est finalement retenue dans le fromage. Cependant, le lactose joue un rôle crucial dans le processus de fabrication du fromage, car il sert de substrat pour la fermentation par les bactéries

lactiques, qui le convertissent en acide lactique. La petite quantité de lactose résiduel présente dans le fromage nouvellement fabriqué a également un impact sur l'affinage, qui varie en fonction des bactéries lactiques qui fermentent ce lactose résiduel et des voies de fermentation qu'elles empruntent ([Phelan et al., 1999](#)) ([Fox et al., 2017](#)).

Le lait contient une quantité équivalente à environ 5% de lactose, un disaccharide hautement soluble qui se trouve en solution. Pendant le processus de fabrication du fromage, lorsque l'eau du lait se sépare sous forme de lactosérum du caillé, une quantité équivalente de lactose est également emportée avec elle. Finalement, seule une petite fraction de l'eau et du lactose d'origine (environ 5%) est conservée dans le fromage. Néanmoins, le lactose sert de substrat pour la fermentation par les bactéries lactiques dans le processus de fabrication du fromage en. Ces dernières transforment le lactose en acide lactique. De plus, la quantité résiduelle de lactose présente dans le fromage fabriqué peut influencer l'affinage en fonction des bactéries lactiques qui fermentent ce lactose résiduel et des voies de fermentation qu'elles empruntent ([Phelan et al., 1999](#)) ([Fox et al., 2017](#)).

e). Sels minéraux

Les sels minéraux sont présents dans le lait sous forme dissoute ou associée à la caséine. Parmi les sels minéraux importants, on retrouve le phosphore, le magnésium, le calcium, et bien d'autres. Ils jouent un rôle essentiel dans la composition nutritionnelle du lait ([Lapointe-Vignola, 2002](#)).

f). Vitamines

Le lait contient une grande variété de vitamines, notamment les vitamines liposolubles telles que la vitamine A, la vitamine D et la vitamine E. Ces vitamines sont dissoutes dans la matière grasse du lait, et leur concentration peut varier en fonction de la saison, avec une légère augmentation pendant la période de pâturage (printemps-été). Cependant, pendant l'écémage du lait, une partie de ces vitamines peut être perdue, car elles sont associées à la fraction lipidique qui est séparée lors de ce processus ([Guétouache et al., 2014](#)).

Le lait contient également des vitamines hydrosolubles qui se trouvent dans le sérum ([Guétouache et al., 2014](#)). Il est particulièrement riche en vitamines B telles que la vitamine B1, B2, B3, B5, B6, B7, B9 et B12. En revanche, la quantité d'acide ascorbique (vitamine C) présente dans le lait frais est faible, et elle est souvent détruite lors du processus de pasteurisation en contact avec l'air ([Guétouache et al., 2014](#)).

1.2. Le fromage traditionnel *Klila*

1.2.1. Définition

Le *Klila* est un fromage traditionnel originaire du sud de l'Algérie ([Park and Haenlein, 2006](#)) ([Kurmann et al., 1992](#)). Il s'agit d'un fromage frais ou très dur (contenant 7,0-9,1% d'eau sous forme de granulés) obtenu par coagulation modérée du *lben*. Les granulés sont ensuite séchés dans une étamine, et le fromage obtenu est consommé tel quel à l'état frais ou ajouté aux préparations culinaires traditionnelles ([Leksir et al., 2019](#)).

1.2.2. Procédé de fabrication

a). Matière première

La fabrication du fromage *Klila* est un héritage culinaire régional qui est principalement associé aux régions de l'est de l'Algérie. Il est fabriqué à partir de lait collecté dans des cuves de traite et stocké pour sa conservation. Étant donné que la conservation du surplus de lait est difficile et pour éviter les pertes, il est transformé en fromage *Klila* ([Leksir et al., 2019](#)) ([Benamara et al., 2022](#)) ([Kalam Saleena et al., 2023](#)).

b). Fermentation

Le lait, qu'il provienne de chèvres, de vaches ou de moutons, est versé quotidiennement dans un bol spécifique pour subir une fermentation précoce. La température de fermentation varie en fonction de la saison, allant de 20°C à 35°C, et le bol est placé près d'un feu ou sous un tissu dans un endroit chaud pendant une journée ([Hadeef et al., 2023](#)). Il est important de noter que le lait de chaque espèce n'est jamais mélangé et doit être fermenté séparément, conformément aux pratiques traditionnelles ([Benamara et al., 2022](#)).

c). Barattage

La technique utilisée pour extraire le beurre du caillé consiste à agiter le mélange avec une baratte, ce qui donne du *lben*, un mélange de lait écrémé aigre et d'eau. Les méthodes de barattage peuvent varier selon les régions ([Leksir et al., 2019](#)). Pour assurer une bonne agitation, il est recommandé de ne pas remplir la baratte à plus de la moitié de son volume total, et cela indépendamment de l'espèce animale à l'origine du lait ([Benamara et al., 2022](#)).

d). Chauffage

Pour fabriquer le fromage Klila, le lben est chauffé à une température d'environ 55 à 60 °C, ne dépassant pas 60 °C. Ce processus peut prendre environ 10 minutes. Lorsque la température souhaitée est atteinte, le chauffage est interrompu. Pendant cette étape de chauffage, un liquide verdâtre apparaît et des masses élastiques se forment. Le liquide, appelé sérum, est ensuite retiré à l'aide d'une louche et filtré à travers un chiffon fin, tel qu'une mousseline.

e). Egouttage

Pour cette étape, le caillé obtenu est laissé reposer jusqu'à ce qu'il se solidifie, puis il est pressé (généralement avec une pierre lourde) pour former un disque ferme où les grains sont bien rassemblés. Le liquide restant est évacué en une journée. Ensuite, le disque est coupé en cubes et ceux-ci sont séchés au soleil. Le processus de séchage est considéré comme terminé lorsque les cubes sont complètement durs, car s'ils ne le sont pas, ils risquent de pourrir prématurément ([Leksir and Chemmam, 2015](#)) ([Leksir et al., 2019](#)).

f). Conservation

Le fromage *Klila*, une fois obtenu, est stocké dans une peau de mouton ou de chèvre séchée, appelée "*mazwed*". Les morceaux séchés et durcis de *Klila* peuvent être facilement conservés pendant plus d'un an et sont souvent réduits en poudre au moment de l'utilisation. En revanche, le fromage frais ne doit être conservé que pendant une semaine maximum et il est généralement stocké dans des pots en argile ([Leksir and Chemmam, 2015](#)) ([Leksir et al., 2019](#)).

1.2.3. Modes de consommation

a). Consommation de fromage « Klila » par nos ancêtres

Le fromage "*Klila*" peut être consommé frais ou sec. Dans une étude menée dans les villages des hauteurs des Aurès en Algérie en 1937, il a été constaté que le lait était consommé sous différentes formes telles que le lait de chèvre, le caillé "*Rayeb*", le "*Lben*", le fromage séché et le beurre rance. Pendant cette période, la consommation de viande était très faible et elle était rarement cuite, sauf lors des fêtes rituelles comme les naissances, les circoncisions et les mariages. L'apport en protéines était principalement assuré par les produits laitiers tels que le lait fermenté et le fromage sec, ainsi que par la graisse de mouton utilisée pour préparer les bouillons de couscous. De plus, une autre enquête a conclu que l'alimentation des populations rurales des Aurès n'a pas connu de changements

significatifs au cours des 40 dernières années. Elle est caractérisée par une prédominance de céréales, avec une consommation de couscous et de galettes, et une faible consommation de viande, compensée par la consommation de lait fermenté et de fromage sec pour pallier la carence de protéines animales ([Leksir et al., 2019](#)).

Bellakhdar a décrit la diététique des nomades du Sahara, mettant en avant leur utilisation d'aliments riches en calories, faciles à conserver, disponibles et occupant un faible volume. Ces choix alimentaires sont destinés à réduire la charge des nomades lors de leurs déplacements, ainsi que celle des enfants et des cavaliers qui les accompagnent ([Bellakhdar, 2008](#)). Les nomades du Sahara utilisent des aliments riches en calories, facilement transportables dans des sacs malléables résistants à la chaleur. Ces aliments secs sont moulus à l'aide de mortiers en bois ou broyés à la pierre, comme les céréales moulues, le fromage sec en poudre, les dattes broyées, etc. Ils sont ensuite utilisés dans différentes préparations qui ne nécessitent pas de cuisson. Les Berbères savent tirer parti de leur climat chaud et sec en utilisant des aliments légers et énergétiques pour minimiser la charge de leurs déplacements.

b). Incorporation du fromage "Klila" dans les préparations culinaires

Au fil des dernières décennies, le fromage a connu une popularité croissante et une importance commerciale accrue dans l'industrie alimentaire en raison de son utilisation comme ingrédient. En tant que produit laitier polyvalent, il peut être utilisé directement dans une variété de plats culinaires, de produits alimentaires formulés et de plats préparés ([Guinee and Kilcawley, 2004](#)). Dans ces différentes utilisations, le fromage apporte des contributions essentielles en termes de structure, de texture, de saveur, de cuisson et/ou de valeur nutritionnelle des aliments. Les poudres de fromage et les fromages fondus ont traditionnellement occupé une place prépondérante en tant qu'ingrédients clés dans ces applications ([Lucey, 2008](#)). En effet, le fromage peut également être utilisé dans la fabrication d'une variété de produits alimentaires déshydratés, tels que des fromages secs et des poudres de fromage. Par rapport aux fromages naturels, ces produits offrent une plus grande stabilité et une facilité accrue dans les formulations alimentaires. De plus, ils peuvent être conçus pour offrir une large gamme de profils de saveurs, permettant ainsi une plus grande diversité culinaire.

c). "Klila" séchée

Le fromage "Klila" peut être apprécié à la fois frais et séché, et il est largement utilisé dans de nombreux plats traditionnels. En le faisant sécher, il peut atteindre une texture semblable à de la pierre, un processus qui dure de 2 à 15 jours selon la saison. Une fois séché, il peut être conservé pendant plusieurs années à température ambiante. Traditionnellement, il est enveloppé dans des pots en poterie ou dans des sacs en peau de chèvre ou de mouton pour le préserver.

1.3. Techniques d'analyses classiques des fromages

Aujourd'hui, pour analyser le fromages, ainsi que d'autres produits laitiers, plusieurs méthodes conventionnelles sont utilisées, l'analyse physico-chimique est la plus utilisée pour déterminer la composition des aliments (ex. humidité, cendres, lipides, protéines, glucides) et d'autres composés alimentaires tels que les vitamines, les composés bioactifs dont les polyphénols, les caroténoïdes, les acides organiques, les nucléosides et les nucléotides, phytostérols, teneur en eau et additifs alimentaires (ex. colorants alimentaires, édulcorants, conservateurs et antioxydants) ([Melini and Melini, 2021](#)) ([Wu, 2021](#)). La plupart d'entre eux ont été publiés et soutenus par des organisations internationales ([AOAC, 1995](#)).

L'analyse microbiologique est largement utilisée pour évaluer les agents pathogènes alimentaires, les micro-organismes d'altération ainsi que les micro-organismes de qualité alimentaire (ex. *Lactobacillus* spp. et *Bifidobacterium* spp.) ([Moradi et al., 2021](#)). La technique la plus courante est le dénombrement total viable après ensemencement et le suivi de la croissance des micro-organismes sur des boîtes avec milieux sélectifs ([Jasson et al., 2010](#)). D'autres approches méthodologiques, telles que le test immuno-enzymatique (ELISA) et la réaction en chaîne par polymérase (PCR) caractérisées par leur rapidité, leur mobilité, leur haute sensibilité et leur faible limite de détection peuvent être largement utilisées ([Tramuta et al., 2022](#)) ([Xu et al., 2022](#)).

En plus des analyses microbiologiques, souvent associées à une consommation de temps et à des coûts élevés, d'autres méthodes instrumentales sont largement utilisées pour évaluer les paramètres texturaux liés à la rhéologie (par exemple, la viscosité et l'élasticité) ([Chen and Opara, 2013](#)). Ces méthodes étudient le comportement viscoélastique non linéaire de la microstructure des aliments et la relation entre la contrainte et la structure/déformation du matériau sous différents processus chimiques, physiques et autres ([Wang et al., 2019](#)).

Un autre paramètre qui peut affecter de manière significative la qualité et l'acceptabilité des aliments est la couleur ([Brühl and Unbehend, 2021](#)). Évaluation instrumentale à l'aide d'un colorimètre basé sur le système d'espace colorimétrique CIELAB, qui détermine la couleur exacte du produit alimentaire dans un espace tridimensionnel à l'aide de trois coordonnées définies par L* (luminosité ; 0 = noir, 100 = blanc), a* (rouge-vert ; +a = rouge, -a = vert) et b* (jaune-bleu ; +b = jaune, -b = bleu). De plus, d'autres paramètres tels que la saturation (C*) et la teinte (h*) peuvent également être obtenus à partir de a* et b* ([Milovanovic et al., 2020](#)). L'évaluation des couleurs peut également être effectuée au moyen d'évaluateurs formés et qualifiés ou d'études de consommation ([Boudalia et al., 2020](#)). Ils fournissent un score hédonique subjectif pour la couleur, qui est souvent affectée par plusieurs facteurs, tels que les conditions de test, l'éclairage, les tons de couleur, la formation des évaluateurs, les caractéristiques culturelles et la difficulté à trouver des correspondances entre les normes et les échantillons testés ([Tomasevic et al., 2021](#)) ([Hassoun et al., 2023](#)).

2. Matériels et méthodes

2.1. Présentation de la zone d'étude

Pour pouvoir réaliser ce projet de Master, un échantillon de lait cru ont été collecté dans la région de Ben Arar dans la périphérie d'Ain Makhlouf (Guelma) a été utilisé (Figure 1).



Figure 1 : Carte montrant la zone de prélèvement. Carte créée à l'aide de QGIS gratuit et open source.

De plus, deux échantillons de *Klila* fraîche ont été utilisés pour les analyses. La fabrication du fromage traditionnel *Klila* a été réalisée d'une manière artisanale à partir de lait cru de vache (Figure 2).

La collecte des échantillons a été effectuée en respectant les bonnes pratique de laboratoire (BPL) et les règles d'asepsie, en utilisant des boîte en plastique à usage unique et en se désinfectant les mains. Les échantillons ont ensuite été transportés au laboratoire dans une glacière maintenue à une température de 4°C (Tableau 1).

Tableau 1: Description des échantillons de "*Klila*" étudiés

Echantillon	Date de réception	Provenance
Lait de vache	5 mars 2023	Ain Makhlouf
Klila de vache	13 mars 2023	Wilaya de Sedrata
Klila de vache	26 avril 2023	Wilaya de Sedrata

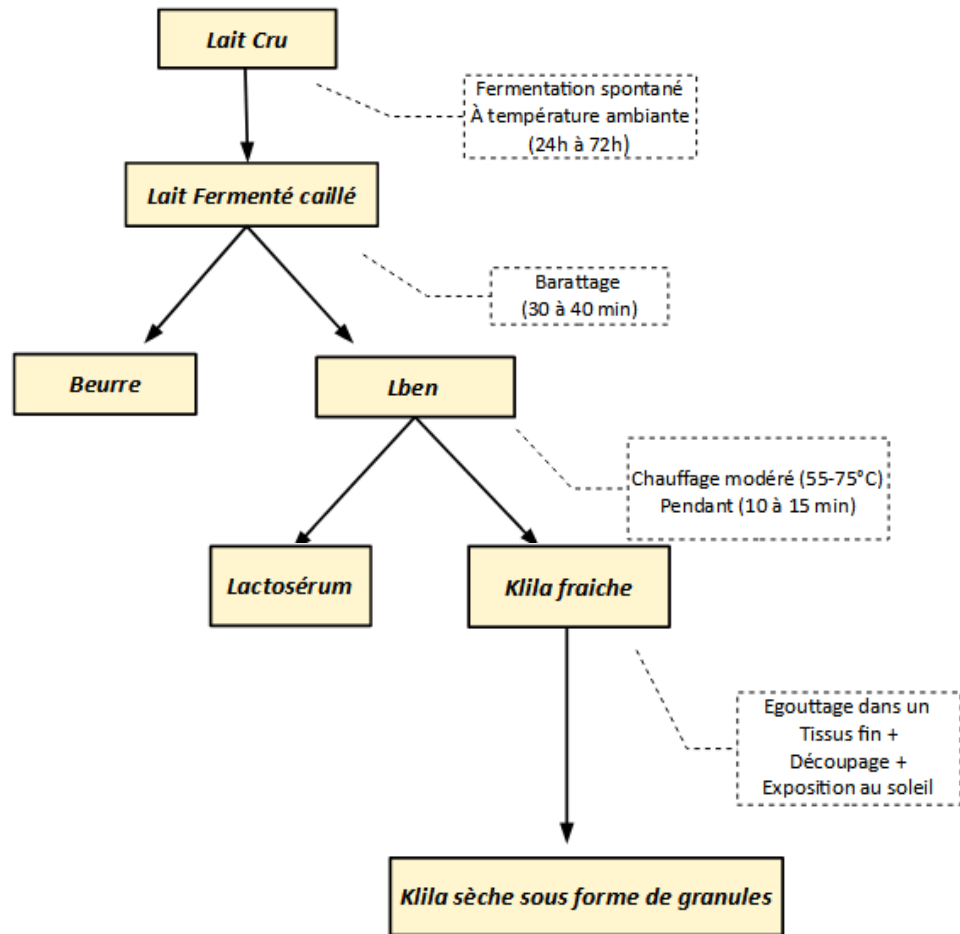


Figure 2: Diagramme de fabrication du fromage traditionnel *Klila*

2.2. Caractérisation bactériologique du lait cru

Le lait a été prélevé dans le respect des Bonnes Pratiques du Laboratoire (BPL), et les règles d'asepsie (désinfection des mains). Aussi, des conseils de traite ont été donnés pour chaque éleveur afin que la traite soit effectuée dans de bonnes conditions d'hygiène.

✚ Préparation des dilutions décimales

La réalisation d'une dilution décimale à partir d'une suspension mère, telle que du lait, peut être nécessaire pour faciliter l'examen bactériologique et abaisser les charges de micro-organismes qui peuvent être présents dans l'échantillon.

○ **Ensemencement**

- Prépare une série de tubes à essai stériles étiquetés de 10^{-1} à 10^{-6}
- Après avoir agité l'échantillon, il convient de répartir 1 ml de la suspension mère (lait) de manière aseptique dans un tube à vis stérile. Ce tube doit contenir 9 ml de diluant (Tryptone sel), Cette étape permet d'effectuer une dilution de l'échantillon également appelée dilution 10^{-1} .

- Prélever ensuite, 1 ml de la première dilution et le mettre dans un autre tube de tryptone sel (à raison de 9 ml), pour avoir la dilution 10^{-2} .

- Ainsi de suite jusqu'à la dernière voulue 10^{-6} .

Milieux de culture utilisés

En fonction de la technique employée et selon les souches à identifier, voici ci après les milieux de culture utilisés :

○ *Gélose a l'extrait de levure (Plate Count Agar PCA)*

Tryptone sel apporte les substances nutritives, les facteurs vitaminiques de l'extrait de levure et le glucose favorisent la croissance des bactéries aérobies mésophiles à dénombrer.

○ *Gélose glucosé viande-foie*

Utilisé pour le dénombrement des spores de clostridium sulfato-réducteur, car :

- le glucose et la peptone (source d'énergie) favorisent le développement des germes anaérobies.

- l'amidon favorise la germination des spores.

- les germes anaérobies réduisent le sulfite en sulfure qui en présence de fer, provoque le noircissement des colonies par formation de sulfure de fer.

○ *Gélose Chapman au mannitol*

Permet le dénombrement des staphylocoques pathogènes :

- la forte concentration en chlorure de sodium inhibe la croissance de la plupart des bactéries autre que les staphylocoques.

- la fermentation du mannitol, mise en évidence par le virage au jaune de l'indicateur pH (rouge de phénol), permet d'orienter le diagnostic.

- la mise en évidence des staphylocoques pathogènes devra être confirmé par la recherche de la coagulase et éventuellement de la désoxyribonucléase et de la phosphatase.

○ *Selenite F Broth SFB*

Il est utilisé pour l'enrichissement sélectif des salmonelles, car :

- La teneur en sélénite permet d'assurer l'inhibition des microorganismes autres que les salmonelles et notamment des coliformes et des entérocoques.

- Le phosphate disodique contribue à assurer le maintien du pH et à réduire la toxicité du sélénite afin d'augmenter la capacité de récupération du milieu.

Dénombrement des coliformes totaux et coliformes fécaux

○ *Ensemencement*

Transférer 1 ml de chaque dilution dans une boîte pétrie stérile. Ajouter 12 ml de VRBL.

Mélanger bien la gélose avec l'inoculum par des mouvements circulaires en forme de (8).
Laisser refroidir, puis ajouter encore 4 ml de VRBL.

- **Incubation**

Pour les coliformes totaux les boîtes sont incubées à 37°C pendant 24 à 48 h.

Pour les coliformes fécaux les boîtes sont incubées à 44 °C pendant 24 à 48 h.

- **Lecture**

Les colonies apparaissent en couleur rouge foncé de 0,5 mm de diamètre. Les colonies sont comptées et ramenées aux nombres de germes par mL en tenant compte de la dilution.

Dénombrement de la flore Aérobie Mésophile Totale (FMAT)

- **Ensemencement**

Transférer 1 ml de chaque dilution dans une boîte pétrie stérile. Ajouter 12 ml de PCA.

Mélanger bien la gélose avec l'inoculum par des mouvements circulaires en forme de (8).

Laisser refroidir, puis ajouter encore 4 ml de PCA.

- **Incubation**

Les boîtes de pétri sont incubées à 30 °C pendant 48 h.

- **Lecture**

Elle se fait par comptage des colonies pour chaque boîte de pétri.

Dénombrement des staphylocoques présumés pathogène

- **Ensemencement**

Transférer 1 ml de chaque dilution dans une boîte pétri contenant la gélose Chapman, et puis il faut bien étaler.

- **Incubation**

Les boîtes sont incubées à 37 °C pendant 48 h.

- **Lecture**

La culture de staphylocoques est indiquée par la formation d'un précipité noir entourée d'un précipité blanc et d'un halo d'éclaircissement ou le noircissement total du tube.

Dénombrement des salmonelles

- **Ensemencement**

- Un pré-enrichissement : introduire dans des tubes stériles contenant 9 ml d'eau peptonnée 0,1 ml de la suspension mère.

- Un Enrichissement dans 20 ml de bouillon sélénite, introduire 2 ml du liquide pré-enrichi.

- Isolement sur gélose SS : À la surface de la boîte de Pétri contenant le milieu SS, étaler 0,1 ml de la solution enrichie.

- **Incubation**

- Pré-enrichissement les tubes incubés à 37°C pendant 18h.
- Enrichissement les tubes incubés à 37°C pendant 24h
- Isolement sur gélose SS les boîtes incubées à 37°C pendant 24h.

- **Lecture**

Les salmonelles apparaissent incolores et transparentes avec des colonies de petite taille (2 à 4 mm de diamètre). Les résultats sont exprimés par la présence ou l'absence de germe.

 **Dénombrement des Clostridium sulfitoréducteurs**

- **Ensemencement**

Les dilutions préparées sont introduites dans un bain-marie à 80°C pendant 10 min (conditions favorables) un choc thermique à l'eau froide (conditions défavorables) est réalisé afin de détruire la forme végétative et l'activité des spores, puis 15 ml de gélose glucosé viande-foie est introduite «ensemencement en profondeur» avec quatre gouttes de l'Alun de fer et 10 gouttes de sulfite de sodium.

- **Incubation**

Les tubes sont incubés à 46°C pendant 48 h.

- **Lecture**

Les Clostridium sulfito-réducteur apparaissent sous forme de grosses colonies noires ayant un diamètre supérieur à 0,5 mm.

2.3. Caractérisation bactériologique du fromage

Afin de faciliter l'évaluation bactériologique et baisser les charges de micro-organismes qui peuvent être présents dans l'échantillon, une quantité de 10 g de fromage "Klila" fraîche est dispersée dans un volume d'eau distillée. Des dilutions décimales de 10^{-1} à 10^{-6} ont été préparées.

Les mêmes protocoles utilisés pour évaluer la qualité microbiologique du lait ont été utilisés pour l'évaluation bactériologique du fromage (Figures 3, 4, 5, 6 et 7). Les analyses microbiologiques pratiquées dans ce travail de Master ont été réalisées selon les protocoles publiés dans le Journal Officiel de la République Algérienne ([JORA., 2017](#)).

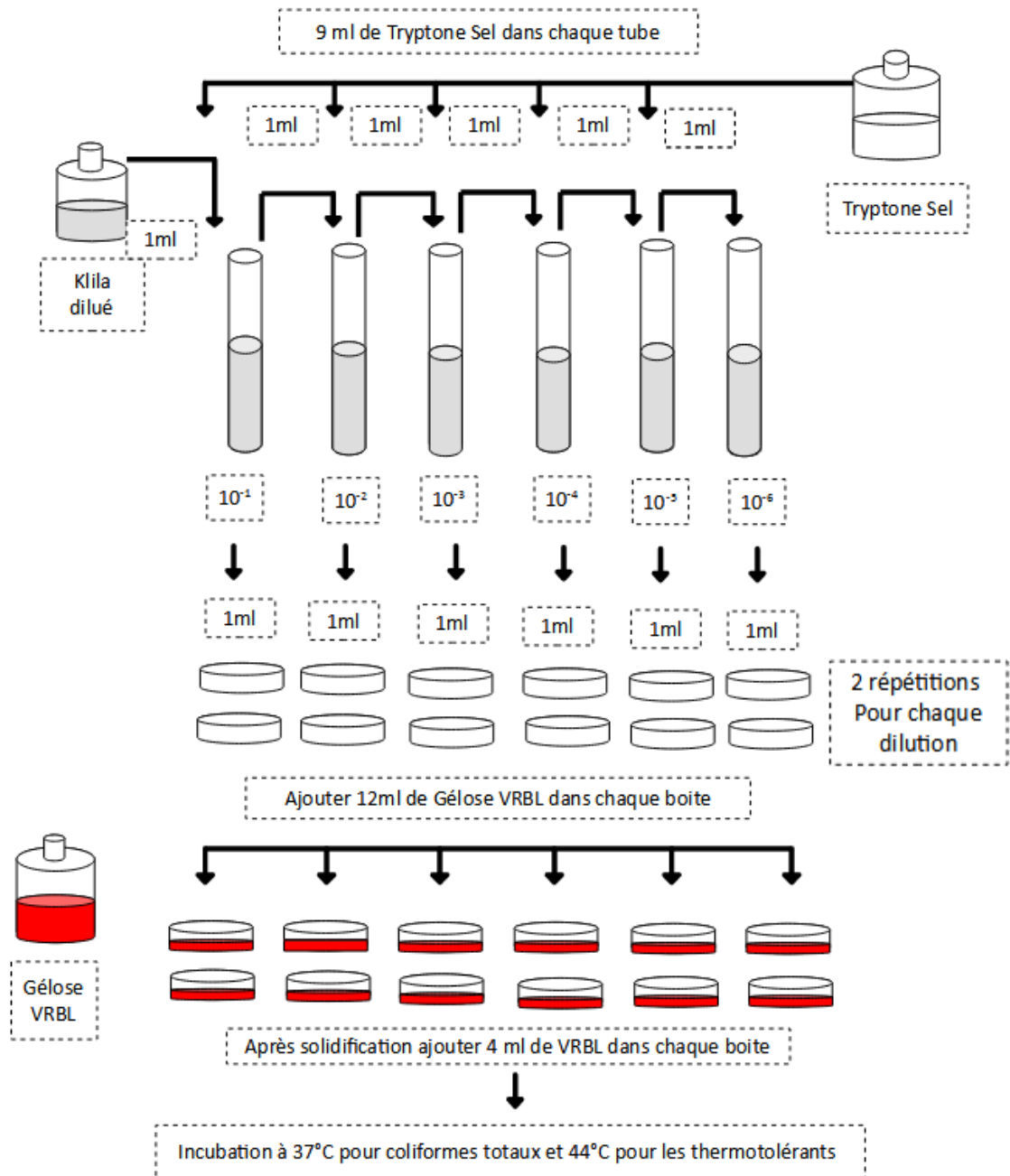


Figure 3: Dénombrement des coliformes totaux et fécaux

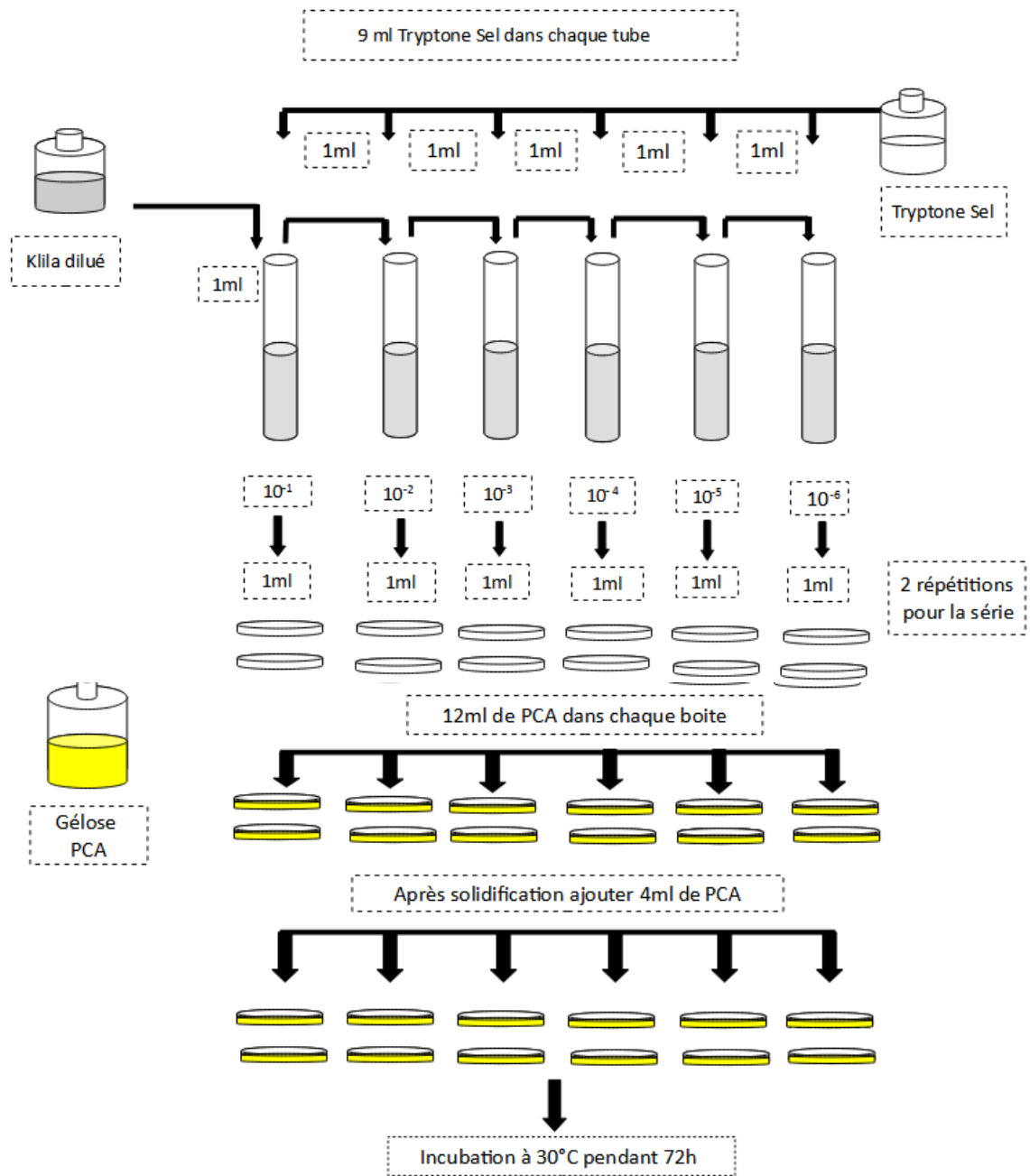


Figure 4: Dénombrement de la flore aérobie mésophile totale

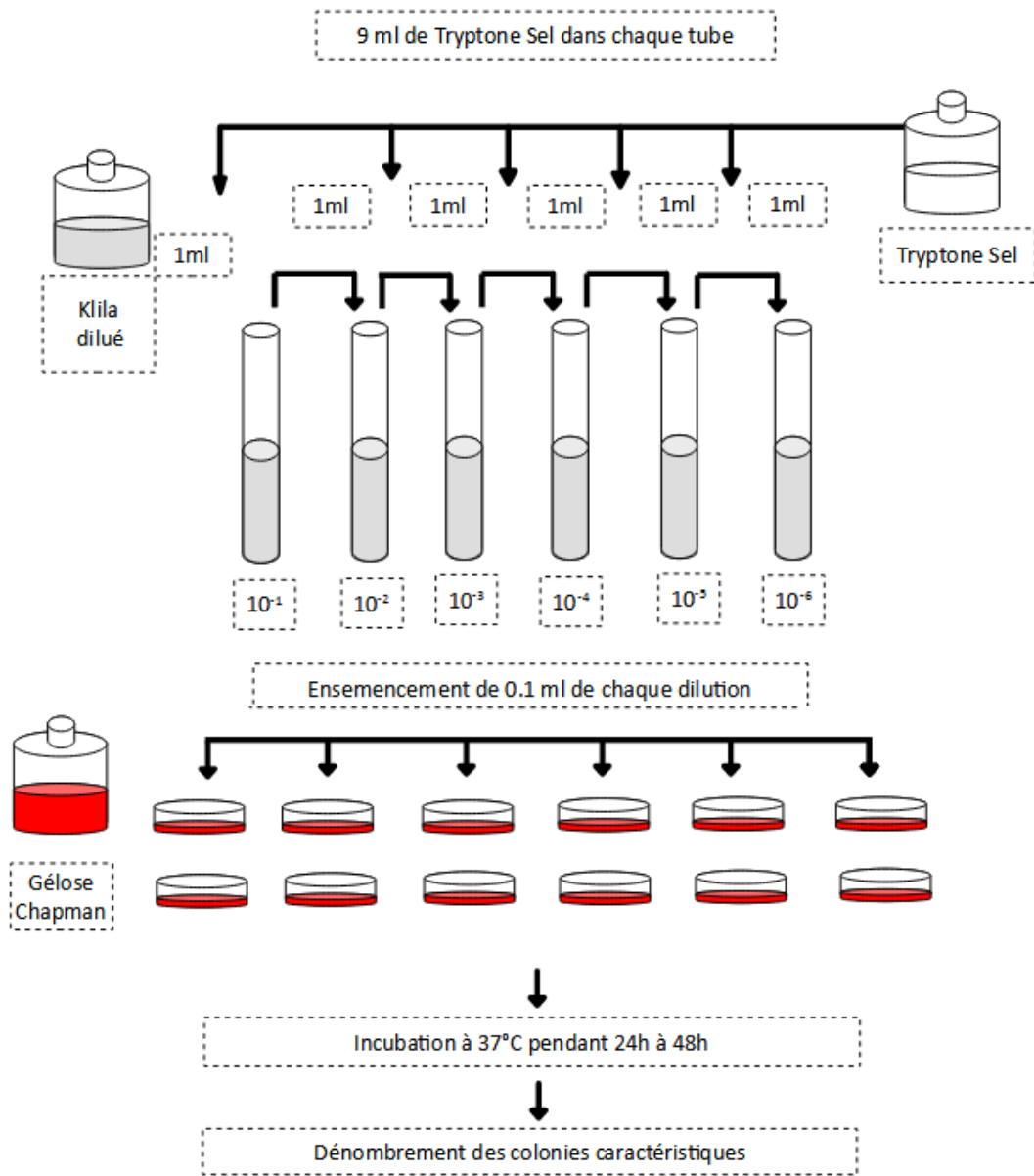


Figure 5 : Recherche et dénombrement des Staphylocoques

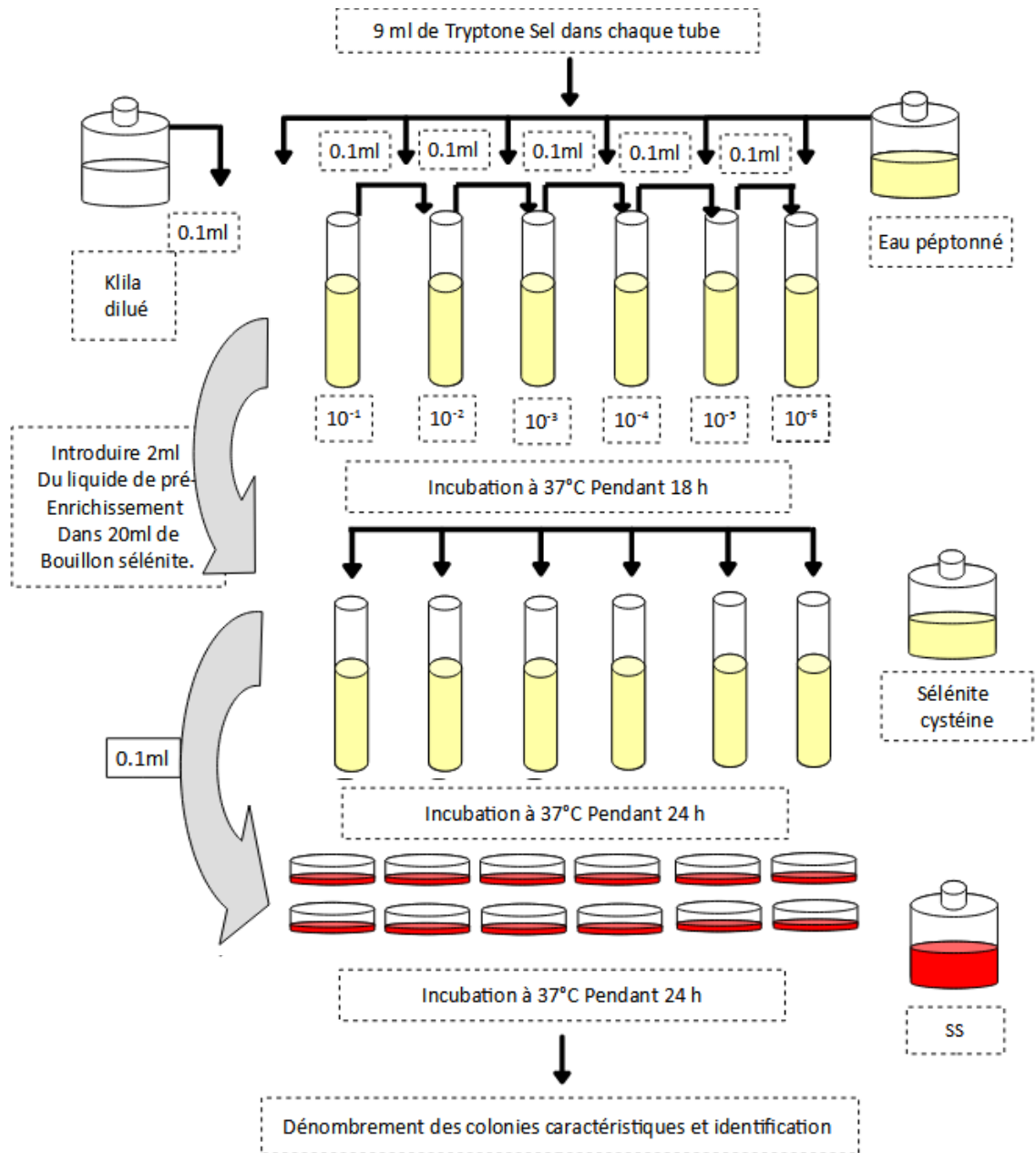


Figure 6: Recherche des Salmonelles

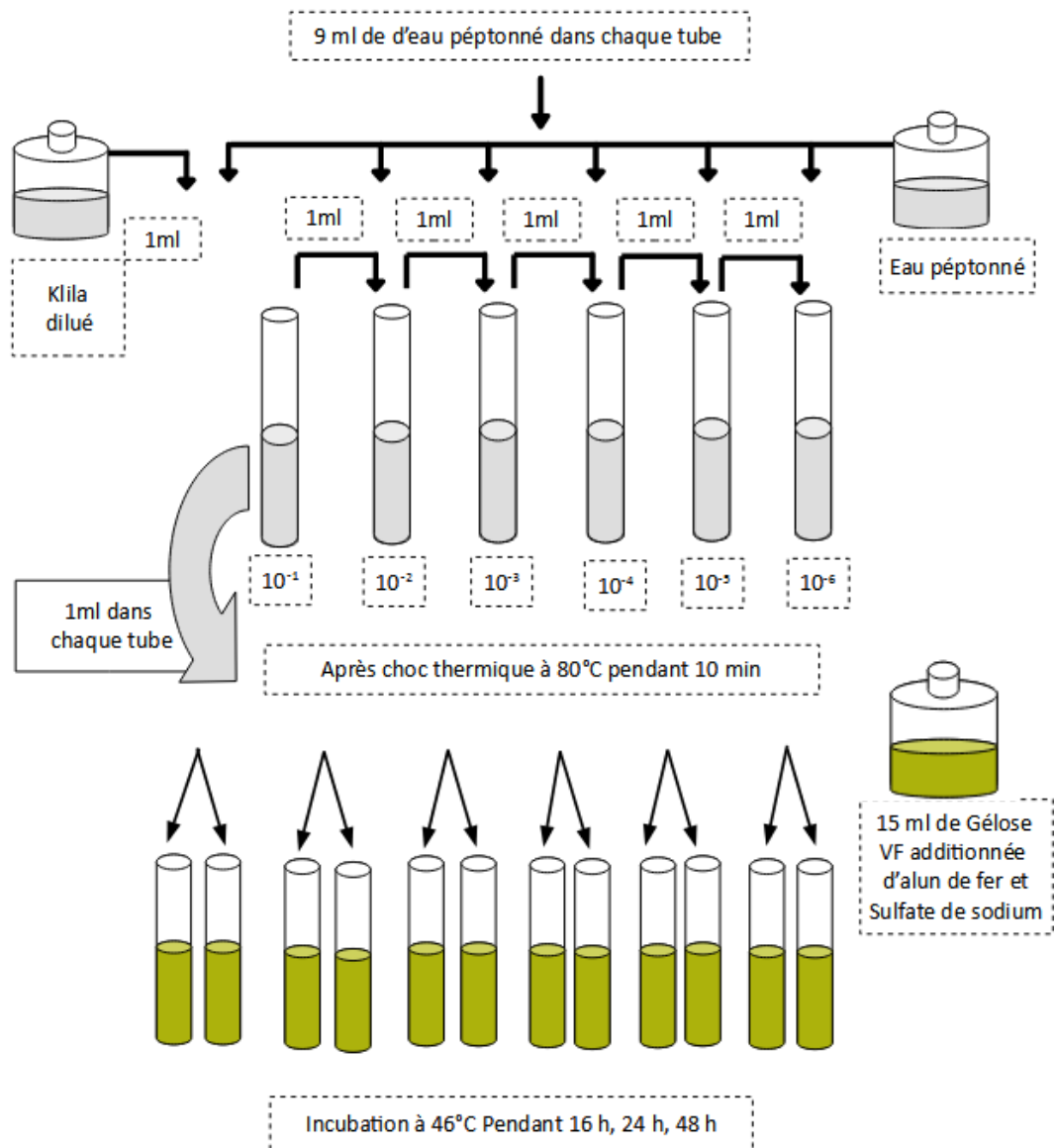


Figure 7: Recherche et dénombrement des *Clostridium* sulfato-réducteurs

2.4. Analyses physiques

2.4.1. Couleur

La couleur est une sensation visuelle complexe qui peut être quantifiée en trois grandeurs simples : la luminance ou la clarté, la chrominance ou la teinte et la saturation. La teinte est déterminée par la longueur d'onde de la couleur, la luminance est déterminée par le pourcentage de lumière réfléchié par l'objet coloré, tandis que la saturation mesure l'indice de pureté de la couleur. La colorimétrie est utilisée pour mesurer la couleur de manière objective. L'espace couleur $L^*a^*b^*$ (appelé aussi CIELAB), est actuellement l'un des plus utilisés pour mesurer la couleur des objets dans divers domaines. Cet espace est trois

dimensions, où L^* représente la luminance, a^* représente la gamme de l'axe rouge-vert et b^* représente la gamme de l'axe jaune-bleu ([Robertson, 1977](#)). Dans notre étude, la couleur a été déterminée de manière instrumentale, à l'aide d'un colorimètre Konica Minolta modèle CR-410 avec un illuminant D65 (KONICA MINOLTA, Tokyo, Japon) selon la méthode approuvée par l'AACC 14-22.01 ([AACC, 2010](#)). Des échantillons de fromage ont été placés dans l'accessoire de matériau pâte et la couleur a ensuite été mesurée. Les résultats sont exprimés sur le système d'espace colorimétrique ([Robertson, 1977](#)) pour L^* (clarté ; 0 = noir, 100 = blanc), a^* (rouge-vert ; +a = rouge, -a = vert) et b^* (jaune-bleu ; +b = jaune, -b = bleu). Le colorimètre a été calibré avant le début de la mesure sur un carreau standard blanc ($L^*= 98,45$, $a^*= -0,10$, $b^*= -0,13$). D'après [Güler et al. \(2021\)](#) les valeurs de l'indice de blancheur (WI), de l'angle de teinte (h°) et de la saturation (C) ont été calculées selon les formules ci-après :

$$WI=100-\sqrt{(100-L)^2+a^2+b^2}$$

$$h^\circ = \arctan \left(\frac{a}{b} \right)$$

$$C = \sqrt{a^2 + b^2}$$



Figure 8 : Colorimètre Konica Minolta modèle CR-410 (laboratoire pédagogique, université 8 Mai 1945, Guelma)

2.4.2. Rhéologie

La rhéologie traite de la relation entre trois variables: la déformation (strain), la contrainte (stress) et le temps. Des mesures rhéologiques dynamiques (oscillation à petit angle) ont été effectuées à l'aide d'un rhéomètre à contrainte contrôlée (CVO-100-901, Malvern Instruments, Inc, Westborough, MA, USA). L'échantillon a été placé sur la plaque inférieure et n'a pas été perturbé pendant 2 minutes pour permettre la relaxation, puis la plaque supérieure a été mise en contact avec l'échantillon. Initialement, un test de balayage de contrainte a été effectué entre 0,02 et 300 Pa à une fréquence de 1 Hz pour déterminer la région viscoélastique linéaire. Les paramètres mesurés comprenaient le module de conservation (G'), le module de perte (G''), la viscosité complexe (η^*) et la température de transition (T_c). La température de croisement, en tant qu'indice de la température de fusion du fromage, a été déterminé comme le point où $\tan \delta$, l'angle de phase, était égal à 1 ($G' = G''$).



Figure 9 : Rhéomètre dynamique CVO-100-901 (laboratoire d'Analyses Industrielles et Génie des Matériaux (LAIGM), université 8 Mai 1945, Guelma)

2.1 Présentation des données et traitement statistique

Les résultats de l'analyse sériqye sont exprimés sous forme des moyennes \pm SD (*Standard Deviation* = Ecart type). Une analyse descriptive des données a été réalisée grâce au logiciel Minitab [Minitab, Ltb., United Kingdom (Version 16)].

3. Résultats et discussion

3.1. Caractéristiques bactériologiques du lait et du fromage

Les résultats obtenus (Tableau 2) montrent que le lait de vache contient une flore totale assez proche par rapport aux normes nationales et internationales. Les germes dénombrés sont considérés comme des indicateurs de la qualité globale du lait et des pratiques hygiéniques lors de la traite et l'entreposage.

La flore mésophile aérobie totale est un bon indicateur, qui renseigne sur la qualité hygiénique du lait cru ([Ghazi and Niar, 2011](#)). Le dénombrement de cette flore pour les échantillons de lait cru a permis de constater une charge microbienne moyenne de 1.29×10^5 UFC/mL, cette valeur indique une qualité satisfaisante du lait cru au regard des normes requises qui sont de 10^5 UFC/mL. Ces données concordent avec les valeurs d'analyses bactériologiques du lait de vache cru collecté dans la région de Guelma et publiées par [Boudalia et al. \(2016\)](#).

Les coliformes indiquent en général une contamination fécale et leur nombre est généralement proportionnel au degré de pollution produit par des matières fécales ([Aggad et al., 2010](#)). La moyenne des dénombrements de ces bactéries d'origine fécale était très proche des valeurs publiées par [Boudalia et al. \(2016\)](#).

Les *clostridium* sulfite-réducteurs étaient peu présents dans les prélèvements analysés, avec des faibles concentrations (<50 UFC/mL). Les moyennes des bactéries dénombrées étaient inférieures aux normes. Ces valeurs vont dans le même sens avec les résultats publiés par [Boudalia et al. \(2016\)](#), cependant, dans une étude réalisée dans les régions d'Alger et Blida, ([Hamdi et al., 2007](#)), ont constaté que parmi 153 échantillons de lait de vache recueillis dans des fermes 2,61% ont été contaminés. Dans le même sens, ([Boubendir et al., 2011](#)), ont détecté un taux de contamination de 5,76% sur le total des échantillons analysés. Contrairement aux études de : [Ghazi and Niar \(2011\)](#); [Hamiroune et al. \(2014\)](#) et [Bachtarzi et al. \(2015\)](#) dans d'autres régions en Algérie. Aucune contamination par *Staphylococcus aureus* n'a été enregistrée dans cette étude. Ces résultats nous renseignent de la qualité hygiénique très satisfaisante et apte à la consommation ou à la transformation pour le lait de vache. L'absence totale de *salmonelles* dans les échantillons analysés témoigne d'un bon état de santé des vaches.

Les caractéristiques microbiologiques du fromage *Klila* sont présentées dans le tableau 2. Le fromage Klila est fabriqué à partir du lait cru, plusieurs études ont montré que le fromage produit à partir de lait cru contient une grande variété de microflore, y compris des bactéries bénéfiques, en particulier des bactéries lactiques, qui contribuent à une production de saveurs

intense et forte ([Casalta et al., 2009](#)). Ces résultats ont été attribués à plusieurs microbiotes indigènes, tels que *Lactococcus* spp., *Lactobacillus* spp., *Leuconostoc* spp. et *Enterococcus* spp. De plus, la microflore indigène, en particulier les bactéries lactiques, peut contrôler la prolifération de nombreux pathogènes bactériens contaminants et ainsi protéger les fromages du risque microbiologique, rendant les fromages au lait cru supérieurs en termes de sécurité microbiologique, par rapport aux fromages fabriqués à partir de lait pasteurisé ([Yoon et al., 2016](#)).

Dans la littérature, plusieurs études ont évalué les paramètres microbiologiques du fromage frais en Algérie ([Derouiche and Zidoune, 2015](#)) ([Lahrech et al., 2018](#)) ([Leksir and Chemmam, 2015](#)) et ailleurs dans le monde ([Mutwedu et al., 2018](#)) ([Bedia and Yasin, 2018](#)) ([Buffa et al., 2001](#)) ([Little et al., 2008](#)) ([Hadrya et al., 2012](#)) ([Rhiat et al., 2011](#)) ([Sánchez-Gamboa et al., 2018](#)). En comparaison avec cette étude, [El Marnissi et al. \(2013\)](#) ont montré des résultats inférieurs aux nôtres pour le fromage de vache cru "Jben" de la province du Maroc avec une FMAT moyenne de 7×10^6 ucf/g contre $385,79 \times 10^6$ ucf/g, *S. Aureus* 21,2 ucf/g contre $0,1 \times 10^4$ ucf/g, mais un nombre plus élevé de coliformes totaux : $3,5 \times 10^5$ ucf/g contre $0,48 \times 10^4$ ucf/g. De plus, les résultats recueillis pour l'analyse microbiologique du fromage artisanal "Chihuahua" ont indiqué que d'autres facteurs peuvent affecter le nombre de coliformes de manière significative, comme les saisons d'échantillonnage. [Sánchez-Gamboa et al. \(2018\)](#) ont signalé un nombre plus élevé de coliformes (7,58 log UFC/mL) dans le fromage produit pendant l'été par rapport aux autres saisons.

Tableau 2 : Caractéristiques bactériologiques du lait et du fromage Klila

	Flores (UFC/mL)	Moy \pm SD	Norme	Références
Lait	F.T.M.A (10^5)	1.29×10^5	10^5 UFC/mL	(JORA., 2017)
	Col.t. (10^5)	1.08×10^3	10^3 UFC/mL	(JORA., 2017)
	Col.f. (10^5)	1.00×10^3	10^3 UFC/mL	(JORA., 2017)
	Clostridium sulfito-réducteurs	25	50 UFC/mL	(JORA., 2017)
	<i>S. aureus</i>	Absence	Absence	(JORA., 2017)
	Salmonelles	Absence	Absence	(JORA., 2017)
Fromage	F.T.M.A (10^5)	1.12×10^5	10^5 UFC/mL	(JORA., 2017)
	Col.t. (10^5)	1.07×10^3	10^3 UFC/mL	(JORA., 2017)

	Col.f. (10^5)	1.05×10^3	10^3 UFC/mL	(JORA., 2017)
	Clostridium sulfito-réducteurs	18	50 UFC/mL	(JORA., 2017)
	S. aureus	Absence	Absence	(JORA., 2017)
	Salmonelles	Absence	Absence	(JORA., 2017)

Moy : moyenne ; SD : *Standard Deviation*.

3.2. Caractérisation physique du fromage

3.2.1. Couleurs

Les indices de couleur peuvent servir à catégoriser le fromage sur l'échelle du blanc mieux que seulement L^* ([Ramirez-Navas and Rodriguez de Stouvenel, 2012](#)). Les résultats de l'indice de blancheur (WI), les valeurs de saturation de la couleur (h°), ainsi que l'intensité (Chroma, C) sont présentés dans le tableau 3. Juste après l'égouttage, l'humidité élevée des fromages avec de la saumure a entraîné une valeur L^* ($89,36 \pm 1,02$), comme l'a rapporté [Kaya \(2002\)](#). L'indice de blancheur (WI) est de $85,29 \pm 0,71$, ce qui probablement du à la masse grasse du fromage qui est répartie de manière homogène. Ces données sont proches de celles rapportées par [Miloradovic et al. \(2018\)](#) (Tableau 3).

Tableau 3 : Paramètres de couleur (moyenne \pm SD) de fromages de type *Klila* obtenus à partir de lait de vache

	L^*	a^*	b^*	WI	h°	C
1	89	-1,26	9,69	85,29	-0,13	9,77
2	88,71	-1,32	9,89	84,93	-0,13	9,98
3	88,56	-1,28	9,88	84,83	-0,13	9,96
4	88,57	-1,33	9,93	84,80	-0,13	10,02
5	90,63	-1,78	9,91	86,25	-0,18	10,07
6	90,71	-1,81	9,85	86,34	-0,18	10,01
Moy	89,36	-1,46	9,85	85,41	-0,15	9,97
SD	1,02	0,25	0,08	0,71	0,03	0,10

Moy : moyenne ; SD : *Standard Deviation*.

3.2.2. Rhéologie

Les résultats de l'analyse rhéologique sont présentés dans figure 10. Dans cette étude, la rhéologie, mesure la réponse du fromage au stress (contrainte mécanique), et d'après les courbes de viscosité (A et B), on a enregistré une baisse en fonction de l'augmentation de taux de cisaillement (force de déformation). Ceci montre que le fromage étudié a un comportement

d'amincissement par cisaillement, ce qui signifie que le fromage *Klila* a un comportement de rhéofluidification, cela se réfère spécifiquement à sa capacité à devenir plus fluide et à s'écouler lorsqu'il est soumis à une force de cisaillement. Des résultats similaires ont été observés pour le fromage fondu, les sauces, et la mayonnaise ([Bansal et al., 2022](#)) ([Yilmaz et al., 2011](#)). Ce comportement de fluidification par cisaillement peut être dû à la floculation-défloculation des gouttelettes d'huile et à la dégradation structurelle des composants utilisés dans la fabrication de ce type de produits ([Morais et al., 2014](#)).

Les deux modules G' et G'' représentent l'évolution de la déformation du fromage (déformation entre 1 et 30). La diminution des G' et G'' pour le fromage Klila peut être due à des phénomènes protéolytiques principalement déterminés par l'activité de la plasmine ([Tidona et al., 2021](#)). [Lamichhane et al. \(2019\)](#) ont montré une dégradation de la β -caséine dans la Mozzarella à faible humidité, probablement causée par l'activité de la plasmine. Dans le même sens, la diminution de la teneur en calcium et la variation d'équilibre de sa forme colloïdale à soluble sont également associées à une faiblesse du réseau de para-caséines, et à une réduction de la fermeté ou de l'élasticité rhéologique du fromage ([Kern et al., 2019](#)) ([Kern et al., 2018](#)).

De la littérature, la viscosité donne une indication sur la résistance globale des matériaux; elle diminue avec l'augmentation de la fréquence, suggérant un démêlage permanent du polymère à des fréquences plus élevées. [Patel et al. \(2022\)](#) ont suggéré que les matériaux qui sont incapables de récupérer leurs jonctions de perte à des fréquences plus élevées montrent une diminution de la résistance au fil du temps. Des résultats similaires ont été rapportés pour le yaourt étuvé à faible teneur en matières grasses stabilisé par de la pectine à faible teneur en méthoxy, et de la pulpe de fruit de jujube indien ([Patel et al., 2022](#)) ([Khubber et al., 2021](#)). Le fromage klila a un comportement visqueux (car c'est un aliment faible en gras). Un G' inférieur (énergie de stockage) peut entraîner des problèmes de décantation à long terme du produit, ce qui aura également un effet négatif sur les préférences des consommateurs.

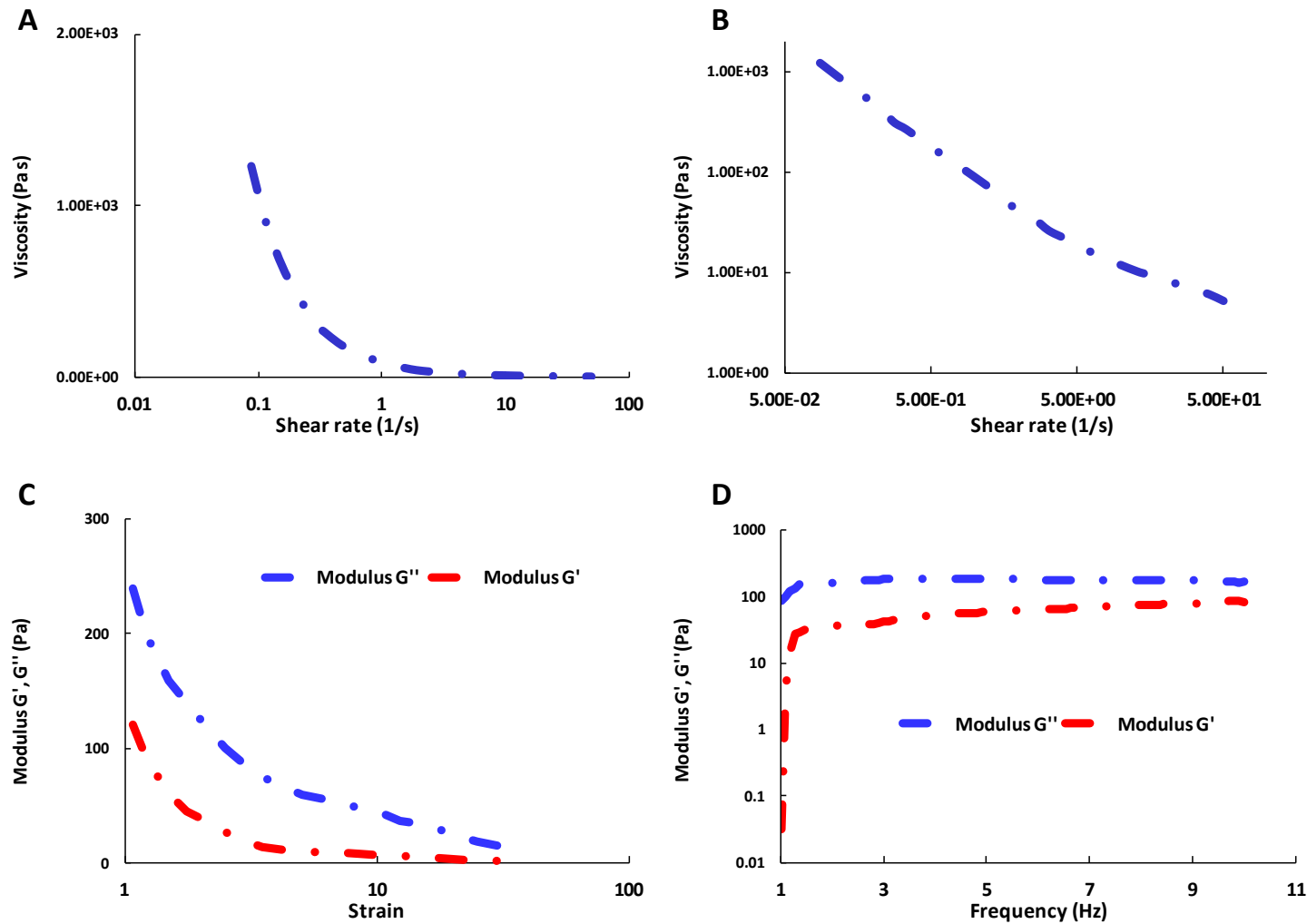


Figure 10: Propriétés rhéologiques du fromage *Klila* : Shear rate : taux de cisailment En fonction de déformation (A) ; En fonction de fréquences (B). Viscosité en fonction du gradient de vitesse (viscosité en échelle linéaire) (C) ; Viscosité en fonction du gradient de vitesse (viscosité en échelle logarithmique) (D) ; G' : Module élastique, G'' : Module visqueux.

4. Conclusion générale

La fabrication du fromage traditionnel *Klila* à partir du lait de vache cru est considérée comme une activité économique pour les petits éleveurs dans plusieurs régions en Algérie. L'analyse microbiologique du lait cru de vache, et pour l'ensemble des critères microbiologiques analysés, répondent aux normes avec des valeurs satisfaisantes et acceptables du point hygiénique, et une absence d'une flore pathogène. Le fromage *Klila* fabriqué à partir de lait de vache présente des propriétés microbiologiques satisfaisantes et des indices de couleurs qui reflètent une couleur blanche attirante.

La caractérisation rhéologique montre que le fromage étudié a un comportement visqueux, d'amincissement par cisaillement, ce qui signifie que le fromage *Klila* a un comportement de rhéofluidification. Les données de cette étude peuvent contribuer à améliorer le processus de fabrication du fromage à petite échelle. Des études complémentaires sont nécessaires pour déterminer la durée de conservation du fromage *Klila*, ainsi que la qualité nutritionnelle du lait et du fromage. En se basant sur les résultats obtenus, il semble que la transformation du lait en fromage et la production de *Klila* soit plus avantageuse et rentable pour l'éleveur par rapport à la vente de lait cru. Néanmoins, il est nécessaire de réaliser une étude technico-économique afin de vérifier cette hypothèse.

Références bibliographiques

- AACC (2010). AACC Approved methods of analysis. 11th Ed. American Association of Cereal Chemists International, St. Paul. <http://methods.aaccnet.org/toc.aspx>. Accessed (June 15th, 2023).
- Aggad, H., Bridja, M., Aek, B., Benaouali, M., and Djebli, A. (2010). Some quality aspects of pasteurized milk in Algeria. *World J. Dairy Food Sci* 5, 21-24.
- AOAC (1995). Official methods of analysis of AOAC International (16th edn). Elsevier.
- Bachtarzi, N., Amourache, L., and Dehkal, G. (2015). Quality of raw milk for the manufacture of a Camembert -type soft cheese in a dairy of Constantine (eastern Algeria). *International Journal of Innovation and Scientific Research* 17, 34-42
- Bansal, V., Kanawjia, S. K., Khetra, Y., Debnath, A., and Deshmukh, G. (2022). Steady and dynamic rheological properties of cheese dip: Effect of milk proteins, fat and cheddar cheese. *Measurement: Food* 8, 100066. <https://doi.org/10.1016/j.meafao.2022.100066>
- Bedia, Ş., and Yasin, T. (2018). Some properties of fresh and ripened traditional akcakatik cheese. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources* 38, 110.
- Bellakhdar, J. (2008). Hommes et plantes au Maghreb: éléments pour une méthode en ethnobotanique, Lulu. com.
- Benamara, R. N., Benahmed, M., Ibri, K., Moussa Boudjemaa, B., and Demarigny, Y. (2022). Algerian extra hard cheese of Klila: a review on the production method, and microbial, organoleptic, and nutritional properties. *Journal of Ethnic Foods* 9, 41. 10.1186/s42779-022-00157-0
- Benlahcen, K., Mahamedi, A., Djellid, Y., Sadeki, I., and Kihal, M. (2017). Microbiological characterization of Algerian traditional cheese “Klila”. *Journal of purity, utility, reaction and environment* 6, 1-9. 10.18805/ajdfr.DR-224
- Boubendir, A., Hamidechi, M., Mostakim, M., El Abed, S., and Ibsouda Koraichi, S. (2011). Incidence de *Listeria* spp. et autres bactéries psychrotrophes dans le lait cru bovin dans le Nord Est Algérien. *Revue de Medecine Veterinaire* 162, 265.
- Boudalia, S., Benati, D., Boukharouba, R., Chemakh, B., and Chemmam, M. (2016). Physico-chemical Properties and Hygienic Quality of Raw and Reconstituted Milk in the Region of Guelma-Algeria. *International Journal of Agricultural Research* 11, 77-83. 10.3923/ijar.2016.77.83
- Boudalia, S., Boudebbouz, A., Gueroui, Y., Bousbia, A., Benada, M., Leksir, C., Boukaabene, Z., Saihi, A., Touaimia, H., AïT-Kaddour, A., and Chemmam, M. (2020). Characterization of traditional Algerian cheese “*Bouhezza*” prepared with raw cow, goat and sheep milks. *Food Science and Technology* 40, 528-537. <https://doi.org/10.1590/fst.35919>
- Bousbia, A., Boudalia, S., Chelia, S., Oudaifia, K., Amari, H., Belkheir, B., and Hamzaoui, S. (2017). Analysis of factors affecting consumer behavior of dairy products in Algeria: A case study from the region of Guelma.
- Brühl, L., and Unbehend, G. (2021). Precise Color Communication by Determination of the Color of Vegetable Oils and Fats in the CIELAB 1976 (L*a*b*) Color Space. *European Journal of Lipid Science and Technology* 123, 2000329. <https://doi.org/10.1002/ejlt.202000329>

- Buffa, M., Guamis, B., Royo, C., and Trujillo, A. J. (2001). Microbiological changes throughout ripening of goat cheese made from raw, pasteurized and high-pressure-treated milk. *Food Microbiology* 18, 45-51. <https://doi.org/10.1006/fmic.2000.0372>
- Casalta, E., Sorba, J.-M., Aigle, M., and Ogier, J.-C. (2009). Diversity and dynamics of the microbial community during the manufacture of Calenzana, an artisanal Corsican cheese. *International journal of food microbiology* 133, 243-251. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2009.05.022>
- Chen, L., and Opara, U. L. (2013). Approaches to analysis and modeling texture in fresh and processed foods – A review. *Journal of Food Engineering* 119, 497-507. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.06.028>
- Derouiche, M., and Zidoune, M. N. (2015). Caractérisation d'un fromage traditionnel, le Michouna de la région de Tébessa, Algérie. *Livestock Research for Rural Development* 27.
- El Marnissi, B., Belkhou, R., and Bennani, L. (2013). Caractérisation microbiologique et physicochimique du lait cru et de ses dérivés traditionnels Marocains (Lben et Jben). *Les technologies de laboratoire* 8.
- Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., and McSweeney, P. L. H. (2017). Cheese: Structure, Rheology and Texture. In "Fundamentals of Cheese Science" (P. F. Fox, T. P. Guinee, T. M. Cogan and P. L. H. McSweeney, eds.), pp. 475-532. Springer US, Boston, MA. 10.1007/978-1-4899-7681-9_14
- Ghazi, k., and Niar, A. (2011). Qualité hygiénique du lait cru de vache dans les différents élevages de la Wilaya de Tiaret (Algérie). *TROPICULTURA* 29, 193-196.
- Guetouache, M., and Guessas, B. (2015). Characterization and identification of lactic acid bacteria isolated from traditional cheese (Klila) prepared from cows milk. *African Journal of Microbiology Research* 9, 71-77. <https://doi.org/10.5897/AJMR2014.7279>
- Guetouache, M., Guessas, B., and Medjekal, S. (2014). Composition and nutritional value of raw milk. *J Issues Biol Sci Pharm Res* 2350, 1588. <http://dx.doi.org/10.15739/ibspr.005>
- Guinee, T., and Kilcawley, K. (2004). Cheese as an ingredient. In "Cheese: Chemistry, physics and microbiology", Vol. 2, pp. 395-428. Elsevier.
- Güler, Z., Türkmen, D., and Dursun, A. (2021). Different scalding duration in hot whey influencing chemical, biochemical, physical, microstructural, textural and sensorial characteristics of brine-type cheese. *LWT* 145, 111312. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111312>
- Hadef, S., Idoui, T., Sifour, M., Genay, M., and Dary-Mourrot, A. (2023). Screening of Wild Lactic Acid Bacteria from Algerian Traditional Cheeses and Goat Butter to Develop a New Probiotic Starter Culture. *Probiotics and Antimicrobial Proteins* 15, 387-399. 10.1007/s12602-022-10000-2
- Hadrya, F., El Ouardi, A., Hami, H., Soulaymani, A., and Senouci, S. (2012). Évaluation de la qualité microbiologique des produits laitiers commercialisés dans la région de Rabat-Salé-Zemmour-Zaer au Maroc. *Cahiers de nutrition et de diététique* 47, 303-307. <https://doi.org/10.1016/j.cnd.2012.06.001>
- Hamdi, T. M., Naïm, M., Martin, P., and Jacquet, C. (2007). Identification and molecular characterization of *Listeria monocytogenes* isolated in raw milk in the region of Algiers

- (Algeria). *International journal of food microbiology* 116, 190-193. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2006.12.038>
- Hamiroune, M., Berber, A., and Boubekeur, S. (2014). Bacteriological quality of raw milk from local and improved cows in the region of Jijel and Blida (Algeria) and impact on public health. *Ann. Méd. Vét* 158, 137-144.
- Hassoun, A., Jagtap, S., Garcia-Garcia, G., Trollman, H., Pateiro, M., Lorenzo, J. M., Trif, M., Rusu, A. V., Aadil, R. M., Šimat, V., Cropotova, J., and Câmara, J. S. (2023). Food quality 4.0: From traditional approaches to digitalized automated analysis. *Journal of Food Engineering* 337, 111216. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2022.111216>
- Jasson, V., Jacxsens, L., Luning, P., Rajkovic, A., and Uyttendaele, M. (2010). Alternative microbial methods: An overview and selection criteria. *Food Microbiology* 27, 710-730. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2010.04.008>
- JORA. (2017). Arrêté interministériel du 2 Moharram 1438 correspondant au 4 octobre 2016 fixant les critères microbiologiques des denrées alimentaires. Available on : <https://www.joradp.dz/HFR/Index.htm>.
- Kalam Saleena, L. A., Phing, P. L., Gan, R.-Y., Al-Nabulsi, A., Osaili, T., Kamal-Eldin, A., and Ayyash, M. (2023). Fermented dairy products from Middle Eastern and Northern African (MENA) countries: Insight on production and physiochemical characteristics. *International Dairy Journal* 141, 105614. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2023.105614>
- Kaya, S. (2002). Effect of salt on hardness and whiteness of Gaziantep cheese during short-term brining. *Journal of Food Engineering* 52, 155-159. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(01\)00098-X](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(01)00098-X)
- Kern, C., Bähler, B., Hinrichs, J., and Nöbel, S. (2019). Waterless single screw extrusion of pasta-filata cheese: Process design based on thermo-rheological material properties. *Journal of Food Engineering* 260, 58-69. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2019.04.015>
- Kern, C., Weiss, J., and Hinrichs, J. (2018). Additive layer manufacturing of semi-hard model cheese: Effect of calcium levels on thermo-rheological properties and shear behavior. *Journal of Food Engineering* 235, 89-97. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.04.029>
- Khubber, S., Chaturvedi, K., Thakur, N., Sharma, N., and Yadav, S. K. (2021). Low-methoxyl pectin stabilizes low-fat set yoghurt and improves their physicochemical properties, rheology, microstructure and sensory liking. *Food Hydrocolloids* 111, 106240. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106240>
- Kurmann, J. A., Rasic, J. L., and Kroger, M. (1992). Encyclopedia of fermented fresh milk products: an international inventory of fermented milk, cream, buttermilk, whey, and related products, Springer Science & Business Media.
- Lahrech, A., Hamidi, M., Choukri, A., and Ancer, B. (2018). Microbiological quality of milk and cheese of Arbia goat: coagulation with *Cynara cardunculus*. *Livestock Research for Rural Development* 30
- Lamichhane, P., Sharma, P., Kennedy, D., Kelly, A. L., and Sheehan, J. J. (2019). Microstructure and fracture properties of semi-hard cheese: Differentiating the effects of primary proteolysis and calcium solubilization. *Food Research International* 125, 108525. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108525>

- Lapointe-Vignola, C. (2002). Science et technologie du lait: transformation du lait, Presses inter Polytechnique.
- Leksir, C., Boudalia, S., Moujahed, N., and Chemmam, M. (2019). Traditional dairy products in Algeria: case of Klila cheese. *Journal of Ethnic Foods* 6, 7. 10.1186/s42779-019-0008-4
- Leksir, C., and Chemmam, M. (2015). Contribution on the characterization of Klila, a traditional cheese in east of Algeria. *Livestock Research for Rural Development* 27.
- Little, C. L., Rhoades, J. R., Sagoo, S. K., Harris, J., Greenwood, M., Mithani, V., Grant, K., and McLauchlin, J. (2008). Microbiological quality of retail cheeses made from raw, thermized or pasteurized milk in the UK. *Food Microbiology* 25, 304-312. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2007.10.007>
- Lucey, J. A. (2008). Some perspectives on the use of cheese as a food ingredient. *Dairy Science & Technology* 88, 573-594. 10.1051/dst:2008010
- MacGibbon, A. K. H., and Taylor, M. W. (2006). Composition and Structure of Bovine Milk Lipids. In "Advanced Dairy Chemistry Volume 2 Lipids" (P. F. Fox and P. L. H. McSweeney, eds.), pp. 1-42. Springer US, Boston, MA. 10.1007/0-387-28813-9_1
- Melini, V., and Melini, F. (2021). Chapter 1 - Compositional and nutritional analysis. In "Innovative Food Analysis" (C. M. Galanakis, ed.), pp. 1-39. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819493-5.00001-7>
- Mennane, Z., Khedid, K., Zinedine, A., Lagzouli, M., Ouhssine, M., and Elyachioui, M. (2007). Microbial characteristics of Klila and Jben traditional Moroccan cheese from raw cow's milk. *World Journal of Dairy & Food Sciences* 2, 23-27.
- Michelet, T. (2012). Fabrication des fromages-Dangers, règlements et normes. <https://doi.org/10.51257/a-v1-f9000>
- Miloradovic, Z., Miocinovic, J., Kljajevic, N., Tomasevic, I., and Pudja, P. (2018). The influence of milk heat treatment on composition, texture, colour and sensory characteristics of cows' and goats' Quark-type cheeses. *Small Ruminant Research* 169, 154-159. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.09.012>
- Milovanovic, B., Djekic, I., Miocinovic, J., Djordjevic, V., Lorenzo, J. M., Barba, F. J., Mörlein, D., and Tomasevic, I. (2020). What Is the Color of Milk and Dairy Products and How Is It Measured? *Foods* 9, 1629. <https://doi.org/10.3390/foods9111629>
- Moradi, M., Molaei, R., and Guimaraes, J. T. (2021). A review on preparation and chemical analysis of postbiotics from lactic acid bacteria. *Enzyme and Microbial Technology* 143, 109722. <https://doi.org/10.1016/j.enzmictec.2020.109722>
- Morais, G. G., Oliveira, W. P., and da Rocha-Filho, P. A. (2014). Influence of Mixing Speed in Liquid Crystal Formation and Rheology of O/W Emulsions Containing Vegetable Oils. *Journal of Dispersion Science and Technology* 35, 1551-1556. 10.1080/01932691.2013.868315
- Muthukumarappan, K., and Swamy, G. J. (2017). Chapter 10 - Rheology, Microstructure, and Functionality of Cheese. In "Advances in Food Rheology and Its Applications" (J. Ahmed, P. Ptaszek and S. Basu, eds.), pp. 245-276. Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100431-9.00010-3>

- Mutwedu, V. B., Ayagirwe Rodrigue Basengere, Y., Mugumaarhahama, G. B., Barume, A., Matendo, R., Bisimwa, E., Karume, K., Zihahirwa, B. A., and Mushagalusa, G. (2018). Effets des techniques de transformation sur la qualité du fromage blanc traditionnel «Mashanza» produit au Sud-Kivu, RD Congo. *Journal of Animal & Plant Sciences* 38, 6097-6111.
- Nickerson, S. C. (1995). Milk production: Factors affecting milk composition. In "Milk Quality" (F. Harding, ed.), pp. 3-24. Springer US, Boston, MA. 10.1007/978-1-4615-2195-2_2
- O'Callaghan, D. J., and Guinee, T. P. (2004). Rheology and Texture of Cheese. In "Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology" (P. F. Fox, P. L. H. McSweeney, T. M. Cogan and T. P. Guinee, eds.), Vol. 1, pp. 511-540. Academic Press. [https://doi.org/10.1016/S1874-558X\(04\)80080-0](https://doi.org/10.1016/S1874-558X(04)80080-0)
- O'Callaghan, T. F., Sugrue, I., Hill, C., Ross, R. P., and Stanton, C. (2019). Chapter 7 - Nutritional Aspects of Raw Milk: A Beneficial or Hazardous Food Choice. In "Raw Milk" (L. A. Nero and A. F. De Carvalho, eds.), pp. 127-148. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-810530-6.00007-9>
- Park, Y. W., and Haenlein, G. F. W. (2006). Overview of Milk of Non-Bovine Mammals. In "Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals", pp. 3-9. <https://doi.org/10.1002/9780470999738.ch1>
- Patel, G., Murakonda, S., and Dwivedi, M. (2022). Steady and dynamic shear rheology of Indian Jujube (*Ziziphus mauritiana* Lam.) fruit pulp with physiochemical, textural and thermal properties of the fruit. *Measurement: Food* 5, 100023. <https://doi.org/10.1016/j.meafoo.2022.100023>
- Phelan, J. A., Renaud, J., and Fox, P. F. (1999). Some Non-European Cheese Varieties. In "Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology: Volume 2: Major Cheese Groups" (P. F. Fox, ed.), pp. 421-465. Springer US, Boston, MA. 10.1007/978-1-4615-2800-5_14
- Ramirez-Navas, J. S., and Rodriguez de Stouvenel, A. (2012). Characterization of Colombian quesillo cheese by spectrophotometry. *Vitae* 19, 178-185.
- Rhiat, M., Labioui, H., Driouich, A., Aouane, M., Chbab, Y., Mennane, Z., and Ouhsine, M. (2011). Étude bactériologique comparative des fromages frais marocains commercialisés (Mahlabats) et des fromages fabriqués au laboratoire. *Afrique Science: Revue Internationale des Sciences et Technologie* 7.
- Robertson, A. R. (1977). The CIE 1976 color-difference formulae. *Color Research & Application* 2, 7-11.
- Sánchez-Gamboa, C., Hicks-Pérez, L., Gutiérrez-Méndez, N., Heredia, N., García, S., and Nevárez-Moorillón, G. V. (2018). Seasonal influence on the microbial profile of Chihuahua cheese manufactured from raw milk. *International Journal of Dairy Technology* 71, 81-89. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12423>
- Shori, A. B. (2017). Camel milk and its fermented products as a source of potential probiotic strains and novel food cultures: A mini review. *PharmaNutrition* 5, 84-88. <https://doi.org/10.1016/j.phanu.2017.06.003>
- Tidona, F., Alinovi, M., Francolino, S., Brusa, G., Ghiglietti, R., Locci, F., Mucchetti, G., and Giraffa, G. (2021). Partial substitution of 40 g/100 g fresh milk with reconstituted low heat skim milk powder in high-moisture mozzarella cheese production: Rheological and water-related properties. *LWT* 137, 110391. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110391>

- Tomasevic, I., Djekic, I., Font-i-Furnols, M., Terjung, N., and Lorenzo, J. M. (2021). Recent advances in meat color research. *Current Opinion in Food Science* 41, 81-87. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2021.02.012>
- Tramuta, C., Decastelli, L., Barcucci, E., Ingravalle, F., Fragassi, S., Lupi, S., and Bianchi, D. M. (2022). Detection of Peanut Traces in Food by an Official Food Safety Laboratory. *Foods* 11, 643. <https://doi.org/10.3390/foods11050643>
- Ul Haq, M. R. (2020). Cow Milk. In " β -Casomorphins: A1 Milk, Milk Peptides and Human Health" (M. R. Ul Haq, ed.), pp. 1-16. Springer Singapore, Singapore. 10.1007/978-981-15-3457-7_1
- Vilain, A. C. (2010). Qu'est-ce que le lait? *Revue Française d'Allergologie* 50, 124-127. <https://doi.org/10.1016/j.reval.2010.01.032>
- Wang, Q., Shi, A., and Shah, F. (2019). 18 - Rheology instruments for food quality evaluation. In "Evaluation Technologies for Food Quality" (J. Zhong and X. Wang, eds.), pp. 465-490. Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814217-2.00018-4>
- Wu, L. (2021). Chapter 7 - Analysis of food Additives. In "Innovative Food Analysis" (C. M. Galanakis, ed.), pp. 157-180. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819493-5.00007-8>
- Xu, L., Yang, F., Dias, A. C. P., and Zhang, X. (2022). Development of quantum dot-linked immunosorbent assay (QLISA) and ELISA for the detection of sunset yellow in foods and beverages. *Food Chemistry* 385, 132648. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132648>
- Yilmaz, M. T., Karaman, S., Cankurt, H., Kayacier, A., and Sagdic, O. (2011). Steady and dynamic oscillatory shear rheological properties of ketchup-processed cheese mixtures: Effect of temperature and concentration. *Journal of Food Engineering* 103, 197-210. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.10.016>
- Yoon, Y., Lee, S., and Choi, K.-H. (2016). Microbial benefits and risks of raw milk cheese. *Food Control* 63, 201-215. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.11.013>
- Zidoune, M. N. (2017). Fabrication et caractérisation d'un fromage traditionnel algérien «Bouhezza».