

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة محمد بوضياف - المسيلة
Université Mohamed Boudiaf - M'Sila

FACULTE SCIENCES
DEPARTEMENT DES SCIENCES
AGRONOMIQUES
N° : 57/DSA/2022



DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE
ET DE LA VIE
FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES
OPTION : PRODUCTION ET NUTRITION
ANIMALE

**Mémoire présenté pour l'obtention
du diplôme de Master Académique**

Par : CHIKHAOUI Mehdi

Intitulé

Contribution à l'étude de la qualité du lait de vache
dans la wilaya de M'sila.

Le jury est composé de :

Mr. MIMECHE Fateh	Prof.	Université Med BOUDIAF- M'SILA	Président
Mme. MAHMOUDI Souhila	MCA	Université Med BOUDIAF - M'SILA	Rapporteur
Mr. BERBEUH Med. Hafed	MCA	Université Kasdi Merbah OUARGLA	Co- Rapporteur
Mr. TIAIBA AMMAR	MCB	Université Med BOUDIAF- M'SILA	Examineur

Année Universitaire : 2021 /2022

Remerciements

Avant tout, je remercie ALLAH le tout puissant qui m'a donné le courage, la volonté et la patience pour faire ce modeste travail.

Ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de Madame **MAHMOUDI S.** maître de conférences A au département de sciences agronomiques, Université Med. Boudiaf de M'sila. Je la remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant la préparation de ce mémoire.

Je tiens à remercier chaleureusement les membres du jury : Monsieur **MIMECHE F.** Professeur au département des Sciences Agronomiques, Université Med. Boudiaf de M'sila et Monsieur **TIAIBA A.** maître de conférences B au département de sciences agronomiques, Université Med. Boudiaf de M'sila de m'avoir fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire, de me consacrer du temps et de porter leur jugement expert sur ce modeste travail.

Je tiens à remercier Mr. **BERBEUH MH.** MCA à l'Université Kasdi Merbah Ouargla Co-Rapporteur.

L'ensemble du personnel administratif ainsi que tous les enseignants du département de sciences agronomiques, Université Med. Boudiaf de M'sila trouve ici mes remerciements les plus chaleureux.

Un très grand merci au staff de laboratoires de département de sciences agronomiques, Université Med. Boudiaf de M'sila : Yassine, Chahra, Merzaka, Amina, Samiya, Wassila, Hichem, Asma pour leur disponibilité et leur soutien.

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

Dédicaces

A ma mère

Tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte

A mon très cher père

Mon père, j'ai tellement souhaité aujourd'hui que tu me vois lever mon chapeau et voir ton sourire qui me comble de joie Mon père, tu es la vie, il n'y a pas de vie après toi. Mon cher père " Chikhaoui Makhlouf ", que Dieu lui fasse miséricorde.

A mes frères et A mes chères sœurs ...

Vous avoir à mes côtés représente un bonheur pour moi. Que vous trouvez le témoignage de mon amour et ma profonde admiration et qu'Allah vous protège et vous prête la bonne santé et une longue vie

A mes frères, mes fidèles amies et mes camarades de l'école

A tous mes amies et mes collègues de la promotion 2017/2022

Mehdi

Résumé

Le présent travail consiste à une comparaison de la qualité physico-chimique et microbiologique de trois laits de vache crus de provenances différentes (Ouled Madhi, Ouled Mansour et Hammam Dhalaa) collectés par la laiterie «Hodna lait ». Pour ce faire, des analyses physico-chimiques et microbiologiques ont été réalisées en considérant les paramètres suivants : le pH, l'acidité titrable, le taux de matière grasse, l'extrait sec total, la flore totale, les coliformes fécaux, les Clostridium sulfite réducteurs. L'aptitude de transformation du lait en yaourt a été déterminée et les analyses physico-chimiques et microbiologiques des yaourts ont été faites. L'ensemble des laits analysés présentent des caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques proches. Dans l'ensemble les laits analysés présentent une qualité microbiologique médiocre. Le lait de vache à une bonne aptitude de transformation en yaourt influencée par la température d'incubation, le taux et le temps d'incorporation de caroube.

Mots clés : Lait, yaourt, qualité, physico-chimique, microbiologique

ملخص

هذا العمل عبارة عن مقارنة الجودة الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية لثلاثة ألبان بقر نيئة من مصادر مختلفة (أولاد ماضي وأولاد منصور وحمام الضلعة) جمعتهما ملبنة «حليب الحضنة». ولهذا الغرض، أجريت تحليلات فيزيائية - كيميائية وميكروبيولوجية مع مراعاة المعايير التالية: ، الأس الهيدروجيني، الحموضة القابلة للمعايرة، محتوى الدهون، المستخلص الجاف الكلي، البكتيريا الإجمالية، القولونيات البرازية، كلوستريديوم. تم تحديد قابلية الحليب لتصنيع الزبادي وتم إجراء التحليلات الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية للزبادي. جميع الألبان التي تم تحليلها لها خصائص فيزيائية وكيميائية وميكروبيولوجية متشابهة. بشكل عام، فإن الحليب الذي تم اختياره رديء الجودة الميكروبيولوجية. يتمتع حليب البقر بقدرة جيدة على تصنيع الزبادي متأثراً بدرجة حرارة الحضان ومعدل ووقت دمج الخروب.

الكلمات الرئيسية: حليب، زبادي، جودة، فيزيائي كيميائي، ميكروبيولوجي

Abstract

The present work consists of a comparison of the physico-chemical and microbiological quality of three raw cow milks from different sources (Ouled Madhi, Ouled Mansour and Hammam Dhalaa) collected by the dairy «Hodna milk». For this purpose, physico-chemical and microbiological analyses were carried out taking into account the following parameters: pH, titratable acidity, fat content, total dry extract, total flora, faecal coliforms, Clostridium sulfite reducers. The processing capacity of milk into yogurt was determined and the physico-chemical and microbiological analyses of yogurt were performed. All the analyzed milks have similar physico-chemical and microbiological characteristics. Overall, the milk tested is of poor microbiological quality. Cow's milk has a good processing capacity in yogurt influenced by the incubation temperature, the rate and time of carob incorporation.

Keywords: Milk, yogurt, quality, physico-chemical, microbiological

Liste de tableaux

Tableau 1 : Composition de 100 mL de lait de grand mélange dont la densité est de 1,032.....	7
Tableau 2 : Composition minérale du lait de vache.....	10
Tableau 3 : Constantes physiques usuelles du lait de vache.....	11
Tableau 4 : Correspondance pH et degrés Dornic.....	12
Tableau 5 : Flore originelle du lait.....	14
Tableau 6 : Composition chimique et valeur énergétique des yaourts pour 100 g du produit.	18
Tableau 7 : Recette d'un yaourt brassé à la poudre de caroube.....	29
Tableau 8 : Analyses microbiologiques de yaourt.....	30
Tableau 9 : Caractéristiques des exploitations bovines visitées.....	31
Tableau 10 : Résultats des analyses microbiologiques de lait UFC/ml.....	39
Tableau 11 : Résultats des analyses microbiologiques (UFC/ml) des yaourts au caroube et témoins du lait de vache.....	42

Liste de figures

Figure 1 : Production laitière mondiale en 2020 (millions de tonnes).....	5
Figure 2 : Structure d'un globule de matière grasse.....	9
Figure 3 : Schéma représentant les principales étapes de la fabrication d'un yaourt.....	19
Figure 4 : Carte géographique de la wilaya de M'sila et lieux d'échantillonnage.....	21
Figure 5 : Diagramme de fabrication du yaourt brassé.....	29
Figure 6 : Détermination du pH du lait de vache.....	33
Figure 7 : Acidité du lait de vache issu des trois fermes.....	34
Figure 8 : Teneurs en matière grasse du lait de vache.....	35
Figure 9 : Teneurs en protéines du lait.....	36
Figure 10 : Extrait sec total dans différents échantillons du lait de vache %.....	37
Figure 11 : Teneurs en lactose du lait de vache %.....	38
Figure 12 : pH des yaourts préparés à base du lait de vache.....	40
Figure 13 : Taux de matière sèche des yaourts %.....	41
Figure 14 : Résultats des analyses bactériennes lactiques dans incubation 45°C.....	43
Figure 15 : Résultats des analyses bactériennes lactiques dans incubation 40°C.....	44

Liste des abréviations

- % : pourcentage
- h : heure.
- Cm : Centimètre
- L : Litre.
- FAO: Food Agriculture Organisation of the United Nation.
- g/l : grammes par litre
- ml : millilitre.
- °C : Degré Celsius.
- pH : potentiel hydrogène.
- °D : Degré Dornic.
- Cal : Calorie.
- g : gramme.
- mg : milligramme.
- vit : vitamine.
- EST : extrait sec total
- MS : matière sèche
- UFC :unité formant colonie
- VF : viande et foie
- T° : température

Table des matières

Remerciements

Dédicaces

Résumés

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction..... 1

Chapitre 1 : Le lait de vache

1.1. Origine et diversité des bovins.....	2
1.2. Elevage des bovins.....	2
1.3. Le lait de vache	4
1.3.1. Définition	4
1.3.2. Production et consommation du lait de vache	4
1.3.2.1. Dans le monde	4
1.3.2.2. En Algérie.....	5
1.3.3. Composition du lait de vache	6
a. Eau	7
b. Glucides	7
c. Protéines	7
d. Matière grasse	8
e. Vitamines et sels minéraux	9
1.3.4. Caractéristiques du lait de vache	10
1.3.4.1. Caractéristiques physiques	10
a. pH	11
b. Acidité	11
c. Densité	13
1.3.4.2. Caractéristiques microbiologiques	13

a. Flore native	13
b. Flore de contamination	15
1.3.5. Facteurs de variation de la composition du lait	16
1.3.6. Valeur nutritionnelle	17
1.3.7. Transformation du lait en yaourt	18

Chapitre 2 : Matériel et méthodes

2.1. Inspection des élevages et échantillonnage du lait.....	20
2.1.1. Enquête	21
2.1.1. Echantillonnage du lait	22
2.2. Analyses physico-chimiques	22
2.2.2. Mesure de la teneur en matière sèche totale	22
2.2.3. Dosage de la matière grasse (méthode acido-butyrométrique)	23
2.3. Analyses microbiologiques	25
2.3.1. Recherche et dénombrement de la flore mésophile totale (FMAR).....	25
2.3.2. Recherche et dénombrement des coliformes totaux	26
2.3.3. Recherche et dénombrement des coliformes fécaux.....	26
2.3.4. Recherche et dénombrement de clostridium sulfito-réducteur.....	26
2.3.5. Recherche et dénombrement de <i>Staphylococcus aureus</i>	27
2.3.6. Recherche et dénombrement des levures et moisissures.....	28
2.4. Aptitude du lait à la transformation en yaourt.....	28
2.4.1. Préparation des yaourts.....	28
2.4.2. Analyses physico-chimiques des yaourts.....	30
2.4.3. Analyses microbiologiques.....	30

Chapitre 3 : Résultats et discussion

3.1 Résultats de l'enquête.....	31
3.2 Analyses physico-chimiques du lait	33
3.2.1 pH	33
3.2.2 Acidité.....	34
3.2.3 Taux de matière grasse.....	34
3.2.4 Teneurs en protéines du lait.....	35
3.2.5 Extrait sec total du lait.....	36
3.2.6 Détermination de lactose du lait.....	38
3.3 Analyses microbiologiques du lait de vache.....	38

3.4 Analyses physico-chimiques du yaourt.....	40
3.4.1 pH.....	40
3.4.2 Matière sèche.....	41
3.5 Les Analyses microbiologique du yaourt.....	41
3.6 Bactéries lactiques.....	42
Conclusion	45
Références bibliographiques	

Introduction

La filière lait en Algérie connaît certaine évolution en matière de production. Elle est passée de 1 milliard de litres en 1997 à 1,9 milliard en 2004 et 2,1 milliards de litres en 2005. Durant la campagne 2019/2020 la production nationale du lait avoisine 3,38 milliards de litres avec un taux de croissance de 3 % par rapport à la campagne précédente dont la production nationale du lait est de 3,28 milliards de litres (MADR, 2021).

L'Algérie est un pays de tradition laitière. Le lait et les produits laitiers occupent une place importante dans le régime alimentaire des algériens, quel que soit leur revenu. On estime que le lait a compté pour 65,5 % dans la consommation de protéines d'origine animale, devançant largement la viande (22,4 %) et les œufs (12,1 %). En regard de son contenu en énergie métabolisable, le lait présente une forte concentration en nutriments (Transaction d'Algérie, 2010 In Ali Saoucha, 2017).

En Algérie le lait et ses dérivés constituent une denrée de grande consommation. Ils sont consommés sous forme de lait reconstitué ou de lait recombinaison, de yaourt, de lait caillé ou de fromage. La moyenne de la consommation du lait est estimée à 120 L par habitant en 2013. A titre de comparaison, cette moyenne est respectivement de 83 l/an/habitant pour la Tunisie et de 64 l/an/habitant pour le Maroc (Kacimi et Hassani, 2013 ; Ali Saoucha 2017).

L'objectif de ce travail est d'évaluer d'une part les qualités physico-chimique et microbiologique du lait de vache issue de trois fermes distribuées dans la Wilaya de M'sila et d'autre part leur aptitude à la transformation en yaourt.

Ce mémoire est subdivisé en deux parties : la première est une bibliographie qui porte sur des généralités sur le lait de vache alors que la deuxième est une partie pratique qui décrit le matériel et les méthodes utilisés dans ce travail ainsi que les principaux résultats obtenus.

Chapitre 1

Le lait de vache

1.1. Origine et diversité des bovins

L'Aurochs (*Bos primigenius*), éteint en 1627 en Pologne dans la forêt de Jaktorów, se distribuait à l'origine dans la zone paléarctique entre les 60^e et 30^e parallèles nord, sauf en Inde où il descendait plus au Sud. Dans une aire zoogéographique si vaste, avec une multiplicité de biotopes favorable à l'expression de la variation, dont la plus évidente est celle du format, ou bien encore le polymorphisme du cornage de nombreuses formes ou sous espèces existaient, elles sont à l'origine des bovins domestiques actuels (Guintard et al., 2009).

La domestication de l'Aurochs a été polycentrique avec deux grands foyers de domestication : *Bos p. primigenius* fut domestiqué au Nord du Croissant fertile, produisant le bœuf (*Bos taurus taurus*) et *Bos p. namadicus* le fut plus à l'Est dans le Croissant fertile ou bien dans le bassin de l'Indus, pour aboutir au zébu (*Bos t. indicus*). La forme africaine est plus proche du *Bos p. primigenius*, même si les études génétiques récentes permettent de la différencier. Elle aurait influencé, de façon marginale, les races européennes (Guintard et al., 2009).

1.2. Elevage des bovins

L'élevage bovin assure d'une part une bonne partie de l'alimentation humaine par la production laitière et la production de la viande rouge et d'autre part, il constitue une source de rentabilité pour les producteurs et les agriculteurs (Bouras, 2015).

En Algérie, le cheptel bovin est passé de 1 560 000 têtes en 2003 à plus de 1 909 000 têtes en 2013 soit une augmentation de plus de 18 %. Le nombre de vaches laitières en 2013 représente plus de 1 million de têtes dont près de 30 % sont des vaches de races exogènes surtout laitières. Sur le plan géographique le cheptel bovin est concentré essentiellement dans la région de l'Est qui prédomine avec environ 59 % de l'effectif bovin national suivie du Centre et de l'Ouest avec respectivement 22 % et 14 %, et le Sud avec seulement 5 % (Belhadia, 2020).

L'effectif total du cheptel bovin est estimé à plus de 1,816 millions de têtes en 2018. Les vaches laitières dominent avec un effectif de 942 828 têtes, soit 51,9 % du total suivies par les génisses avec 12,1%, les veaux et les velles (produits de régénération du cheptel) avec près de 23% et les taureaux qui totalisent 3,8 %. Le cheptel bovin en Algérie a enregistré une baisse de 12,7 % en 2018 par rapport à l'année 2016 à cause des mauvaises conditions climatiques qui sont responsables de la diminution de l'offre fourragère et de la réduction de nombre d'éleveurs spécialisés dans l'élevage bovin (MADR, 2022).

Selon la dénomination officielle du Ministère de l'agriculture 3 types d'élevage représenté par le type de races exploitées :

- L'élevage bovin laitier moderne ou BLM constitué de races laitières introduites ou races de haut rendement
 - L'élevage bovin amélioré ou BLA ; constitué de races croisées issues des différents croisements obtenus depuis l'ère coloniale et après l'indépendance.
 - L'élevage bovin local ou BLL ; constitué des sujets de races locales ou populations locales
- Evolution des effectifs bovins en Algérie en millier de têtes (Belhadia, 2020).

1.3. Le lait de vache

1.3.1. Définition

Le lait destiné à la consommation a été défini en 1908 au cours du congrès international de la répression des Fraudes à Genève comme étant :

« 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 du colostrum » (Pougheon, 2001).

Le lait cru est celui qui n'a pas subi de pasteurisation, de stérilisation, de thermisation, ou de microfiltration. Un lait cru n'a jamais excédé de température de 40 °C c'est -à- dire proche de la température du corps animal. La consommation du lait cru a cessé principalement dans les milieux urbains occidentaux, après la découverte de la pasteurisation en 1864, mais elle s'est maintenue dans les milieux ruraux (Cauty et Perreau, 2011 in Djemmal et Temime, 2020).

1.3.2. Production et consommation du lait

1.3.2.1 Dans le monde

En 2020, la production mondiale de lait poursuit sa croissance et a atteint 906 millions de tonnes, soit une hausse de 33 % par rapport à 2007. La production mondiale de lait de vache suit la même tendance, et elle dépasse cette année les 734 millions de tonnes (FranceAgriMer, 2021).

La production de lait de vache représente 81 % de la production mondiale de lait, le lait de bufflonne 15 %, et les autres types de laits (chèvre, brebis et chamelle) représentent 4 %. La proportion de lait de vache diminue légèrement depuis une dizaine d'années, puisqu'elle était de 84 % en 2007 (FranceAgriMer, 2021) (Figure 1).

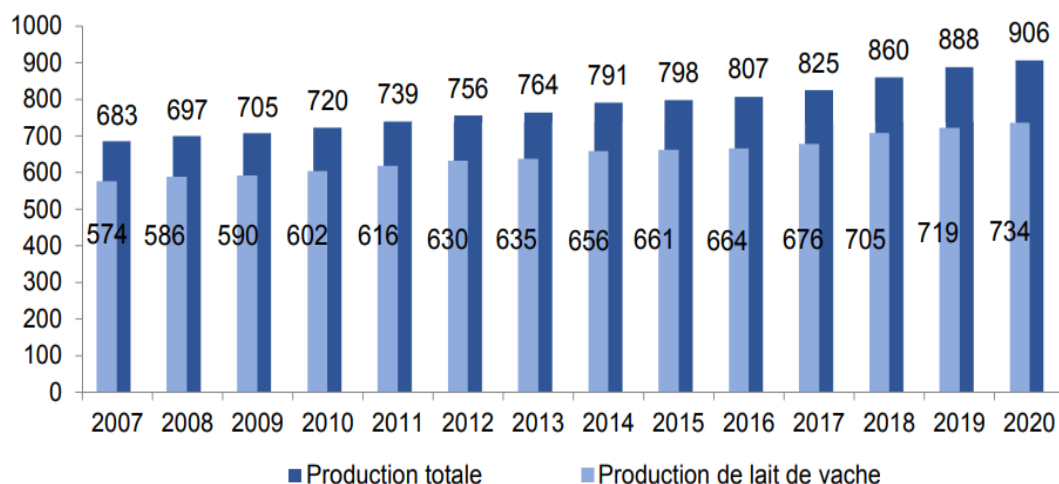


Figure 1 : Production laitière mondiale en 2020 (millions de tonnes) (FranceAgriMer, 2021)

Les Etats-Unis restent les premiers producteurs de lait de vache au monde, et assurent 13,4 % de l’approvisionnement mondial. L’Inde affiche une production d’un niveau similaire (12,8 % de la production mondiale). Cependant, sa filière laitière est encore peu structurée et la production reste, en majorité, destinée à la consommation domestique. Le Brésil, l’Allemagne, la Chine, la Russie et la Nouvelle-Zélande assurent chacun entre 4 et 5 % de la production mondiale, mais présentent des profils de structuration de leurs filières très différents. Si la production chinoise est majoritairement consommée (FranceAgriMer, 2021).

1.3.2.2 En Algérie

La filière lait connaît certaine évolution en matière de production. Elle est passée de 1 milliard de litres en 1997 à 1,9 milliard en 2004 et 2,1 milliards de litres en 2005. Durant la campagne 2019/2020 la production nationale du lait avoisine 3,38 milliards de litres avec un taux de croissance de 3 % par rapport à la campagne précédente dont la production nationale du lait est de 3,28 milliards de litres (MADR, 2021).

La consommation moyenne du lait des Algériens est de 130 litres de lait/hab/an, estimée à 150 litres en 2015, l’Algérie est le plus important consommateur de lait dans le Maghreb. La consommation nationale a atteint 6 milliards de litres de lait en 2015, la production nationale

étant limitée à 3,4 milliards de litres, dont 900 millions de lait cru. C'est donc près de 2,5 milliards de litres de lait qui est ainsi importé, majoritairement sous forme de poudre de lait, au titre de l'année 2015, l'Algérie a importé plus de 43 % de sa consommation de lait en poudre (Chemma, 2017).

Les principaux producteurs et transformateurs du lait en Algérie sont :

- **Giplait** : est une société algérienne qui assure la production de trois millions litres de laits de vaches par jour. Il compte un complexe disposant de grande laiterie à Alger et plusieurs filiales implantées dans les différentes régions de l'est, l'ouest et le sud.
- **Hodna** : Hodna Lait, est une société laitière algérienne créée en 1999 et sise dans la zone industrielle du chef-lieu de la wilaya de M'sila.
- **Loya** : est le premier lait entier en poudre à être fabriqué et distribué par le Groupe Promasidor.
- **Soummam** : est une entreprise laitière algérienne créée en 1993.
- **Tchin Lait** : est une laiterie moderne, construite sur une superficie totale de 3.000m². Implantée, à l'entrée de la ville de Béjaia, Tchin-Lait produit et commercialise le lait longue conservation UHT (Ultra Haute Température) sous le label Candia.
- **Tifra lait** : est créée en 1987 à Tizi-Ouzou en Algérie sous le statut d'entreprise familiale, elle devenue en 2004 une Sarl passant au stade d'industrie agroalimentaire de renommée dépassant les frontières. Produit plusieurs lait écrémés et des laits fermentés.
- **Waniss** : localisée à Ouled Slimane en Algérie, est spécialisée dans transformation et la production laitière. Production des laits fermentés Leben et Raib.
- **Safilait** : à Aïn Smara, Constantine, fabrique une large gamme de lait de vache, boissons lactées au jus de fruits, lait fermenté, lait caillé, etc.

1.3.3 Composition du lait de vache

Le lait est une source importante de protéines de très bonne qualité, riches en acides aminés essentiels, tout particulièrement en lysine qui est par excellence l'acide aminé de la croissance. Ses lipides, caractérisés par rapport aux autres corps gras alimentaires par une forte proportion d'acides gras à chaîne courte, sont beaucoup plus riches en acides gras saturés qu'en

acides gras insaturés. Ils véhiculent par ailleurs des quantités appréciables de cholestérol et de vitamine A ainsi que de faibles quantités de vitamine D et E (Favier, 1985) (Tableau 1).

Tableau 1 : Composition de 100 mL de lait de grand mélange dont la densité est de 1,032 (Vierling, 2003).

Composants	Teneurs en grammes	Valeurs extrêmes
Eau	90.50	90-91
Dérivés azotés	3.44	3.18-3.82
1. protéines :	3.27	
Caséine	2.71	
Protéines solubles	0.56	
2. azote non protéique	0.17	
Matière grasse	3.7	3.4-4.2
lipides neutres	3.6	
lipides complexes	< 0.05	
composés liposolubles	< 0.05	
Glucides	4.8	4.6-5.1
lactose	4.7	
Minéraux	0.8	0.7-0.9
Gaz dissous	5 % volume du lait	
Extrait sec total	12.8 g	12.5-13

a) Eau :

L'eau est le principal constituant et le plus important du lait (87 %) (Debry, 2001).

b) Glucides :

Ils représentent près de 4,8 g pour 100 g. La quasi-totalité des glucides est sous forme de lactose hydraté. Une très faible partie est sous forme de polysides libres ou de glucides combinés (Vierling, 2003).

c) Protéines :

Les nombreuses protéines du lait peuvent être classées en deux groupes distincts : les caséines et les protéines du lactosérum. Sur la totalité des matières azotées du lait, représentant 32 à 35 g pour 1 L, il y a environ 5 % des substances azotées qui sont non protéiques et appelées

NPN. Ces dernières rassemblent des structures de faible masse moléculaire (< 500 Da) comme l'urée (0,25 g/L), des intermédiaires métaboliques (acide orotique) et des acides aminés libres (Lafitedupont, 2011).

Le lait de vache contient 3,2 à 3,5 % de protéines réparties en deux fractions distinctes (Ghaoues, 2011) :

- Les caséines qui précipitent à pH 4,6, représentent 80 % des protéines totales,
- Les protéines sériques solubles à pH 4,6, représentent 20 % des protéines totales.

d) Matière grasse :

La matière grasse est présente dans le lait sous forme de globules gras de diamètre de 0,1 à 10 µm et est essentiellement constitué de triglycérides (98 %) (Figure 2). La matière grasse du lait de vache représente à elle seule la moitié de l'apport énergétique du lait. Elle est constituée de 65 % d'acides gras saturés et de 35 % d'acides gras insaturés (Jeantet et al., 2008). Elle renferme :

- Une très grande variété d'acides gras (150 différents) ;
- Une proportion élevée d'acides gras à chaînes courtes, assimilés plus rapidement que les acides gras à longues chaînes ;
- Une teneur élevée en acide oléique (C18 :1) et palmitique (C16 :0) ;
- Une teneur moyenne en acide stéarique (C18 :0)

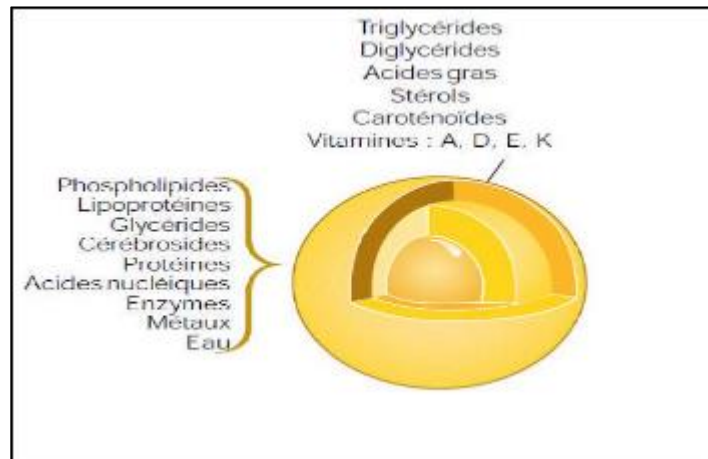


Figure 2 : Structure d'un globule de matière grasse (Amiot et al., 2002).

e) Vitamines et sels minéraux :

Les vitamines du lait les plus abondantes sont A, D, B2, mais on retrouve à un faible taux de la vitamine C.

On classe les vitamines en deux grandes catégories :

- Les vitamines hydrosolubles : la richesse de lait en vitamine B est régulièrement élevée quel que soit la saison et le régime alimentaire.
- Les vitamines liposolubles : A, D, E, K, qui leurs taux dépendent de nombreux facteurs notamment alimentaires. Le lait renferme un taux élevé de vitamine A lorsque le rationnement des animaux est riche en herbes fraîches (fourrage vert) (Wolter, 1997).

La matière minérale et saline du lait, d'environ 9 g/l, répartis de manière complexe est fondamentale d'un point de vue nutritionnel et technologique. En effet, le lait contient tous les éléments minéraux indispensables à l'organisme et notamment, le calcium et le phosphore. Les matières minérales ne se sont pas exclusivement sous la forme de sels solubles (molécules et ions) ; une partie importante se trouve dans la phase colloïdale insoluble (micelles de caséines).

Les principaux macro-éléments rencontrés dans le lait sont, le calcium, le phosphore, le magnésium, le potassium, le sodium et le chlore (Pougheon, 2001) (Tableau 2).

Tableau 2 : Composition minérale du lait de vache (Jeantet et al., 2008).

Eléments minéraux	Concentration (mg.kg-1)
Calcium	1043-1283
Magnésium	97-146
Phosphate inorganique	1805-2185
Citrate	1323-2079
Sodium	391-644
Potassium	1212-1681
Chlorure	772-1207

Les minéraux dans le lait sont très divers. Certains sont en concentration plus importante, de l'ordre du gramme par litre : ce sont le calcium (minéral d'importance majeure dans le lait), le phosphore, le magnésium, le sodium, le potassium et le chlore. D'autres sont présents à raison de moins d'un milligramme : il s'agit du fer, du zinc, de l'iode, du cuivre, du molybdène, du sélénium et du fluor (Leclercq, 1999).

1.3.4. Caractéristiques du lait de vache

A. Caractéristiques physiques

La composition du lait est caractérisée par une grande complexité dans la nature et la forme de ses composants, de point de vue physique, le lait présente une hétérogénéité, puisque certains composants sont dominants de point de vue quantitatif, ce sont l'eau, la matière grasse, les protéines et le lactose ; les composés mineurs sont représentés par les matières minérales, les enzymes et les vitamines. Les propriétés physiques comme la densité absolue, la viscosité, la tension superficielle et la chaleur spécifique dépendent de l'ensemble des constituants (Mathieu, 1998) (Tableau 3).

Tableau 3 : Constantes physiques usuelles du lait de vache (Luquet, 1985).

Constantes	Valeurs
pH (20°C)	6,5 à 6,7
Acidité titrable (°D)	15 à 18
Densité	1,028 à 1,036
Température de congélation (°C)	(-0,51) à (-0,55)
Point d'ébullition (°C)	100,5

a) pH et acidité :

Le pH du lait de vache est compris entre 6,6 et 6,8. Cette acidité naturelle est due à la caséine par ses groupements phosphoriques, aux substances minérales (phosphates....) et aux acides organiques (citrates...). L'acidité développée ensuite est due à l'acide lactique et aux autres acides provenant de la dégradation microbienne du lait. Elle fait baisser le pH entre 4 et 5. La mesure de l'acidité développée en raison de la présence de l'acide lactique est exprimée en degrés Dornic pour la France (1 °D = 10 mg d'acide lactique dans 100 g de lait, soit 0,01 % d'acide lactique). Le degré Soxhlet utilisé à l'étranger équivaut à 2 degrés Dornic. La détermination est obtenue à l'aide de soude titrée en présence de phénolphtaléine (Vierling, 2003)

Les valeurs de pH_i et d'acidité donnent des indications fondamentales pour l'industrie laitière (Tableau 4).

Tableau 4 : Correspondance pH et degrés Dornic (Vierling, 2003).

Type de lait	pH	Dergres dornic
Lait frais normal de vache	6,6-6,8	16-19
Lait pathologique (mammite), lait mouillé.	$\geq 6,9$	≤ 15
Lait ne supportant pas :		
- la stérilisation à 110 °C	6,4	20
-l'ébullition	6,3	22
- la pasteurisation à 72 °C	6,1	≥ 24
Lait flocculant à la température ordinaire	5,2	55-60
Lactosérum de fromagerie (frais)	6,5	9-13

Exprimée en degrés DORNIC, elle correspond à une quantité d'acide lactique que l'on neutraliserait avec de la soude N/9 en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré, de telle sorte que 1°D équivaldrait à 0,1 g d'acide lactique par litre de lait. Un tel dosage ne renseigne pas sur la quantité d'acide lactique dans le lait mais sur son acidité globale qui repose sur l'ensemble de ses constituants acides et sur sa teneur en matière sèche. L'acidité titrable est

soumise à la norme NF-V04-206 de janvier 1969. Elle doit être comprise entre 15 et 18°D (Cazet, 1982).

b) Densité :

La densité du lait à 15 °C varie de 1.028 à 1.035 pour une moyenne de 1.032. Chacun des constituants agit sur la densité du lait, étant donné que la matière grasse est le seul constituant qui possède une densité inférieure de 1 (Vignola, 2002).

La densité du lait de vache est comprise entre 1030 et 1033 à une température de 20 °C, à des températures différentes, il faut effectuer une correction. La densité est mesurée par le thermo-lacto-densimètre (Alais, 1984 In Boulaouad et Belouahri, 2019).

c) Point de congélation :

Le point de congélation du lait est l'une de ses caractéristiques physiques les plus constantes. Sa valeur moyenne, si l'on considère des productions individuelles de vache, se situe entre -0,54 °C et - 0,55°C (Mathieu, 1998). La mesure de ce paramètre permet l'appréciation de la quantité d'eau éventuellement ajoutée au lait. Un mouillage de 1% entraîne une augmentation du point de congélation d'environ 0,0055°C (Goursaud, 1985).

B. Caractéristiques microbiologiques :

a) Flore native :

La flore originelle des produits laitiers se définit comme l'ensemble des microorganismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis, les genres dominants sont essentiellement des mésophiles (Vignola, 2002).

Le lait contient peu de microorganismes (moins de 1 000 germes/ml), lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions, à partir d'un animal sain. Il s'agit essentiellement des germes saprophytes de pis et des canaux galactophores : microcoques, streptocoques lactiques, lactobacilles (Tableau 5) (Guiraud, 2004 In Bensizerara, 2021).

D'autres micro-organismes peuvent se trouver dans le lait lorsqu'il est issu d'un animal malade : ils sont généralement pathogènes et dangereux au point de vue sanitaire. Il peut s'agir d'agents de mammites, c'est-à-dire d'infections du pis (streptocoques pyogènes, corynebactéries pyogènes, staphylocoques). Il peut s'agir aussi de germes d'infection générale qui peuvent passer dans le lait en l'absence d'anomalies du pis : (*Brucella* agent de la fièvre de Malte ; exceptionnellement *Mycobacterium* agent de la tuberculose, *Bacillus anthracis* agent du charbon, et quelques virus).

Les germes banaux du pis ne présentent pas de danger sanitaire mais peuvent se développer abondamment dans le lait. Les autres peuvent être responsables de maladies ou d'intoxications graves qui sont généralement limitées par la surveillance vétérinaire des animaux producteurs (Vierling, 2003).

Tableau 5 : Flore originelle du lait (Vignola, 2002).

Microorganismes	Pourcentage (%)
<i>Micrococcus</i> sp	30-90
<i>Lactobacillus</i>	10-30
<i>Streptococcus</i> ou <i>Lactococcus</i>	<10
Gram négatif	<10

b) Flore de contamination :

Un certain nombre de bactéries sont capables de résister aux traitements thermiques usuels utilisés dans le but d'assainir ou de conserver le lait. Elles sont dites thermorésistantes (Guiraud, 2003). Leur développement ultérieur peut altérer les produits et, parfois, être dangereux pour la santé. On distingue :

- La flore thermorésistante totale, définie comme la flore résiduelle après un traitement à 63 °C pendant 30 minutes ou un traitement équivalent tel que la pasteurisation HTST (High Temperature Short Time 72 °C pendant 15 secondes).
- La flore moyennement thermorésistante, qui n'est pas détruite par chauffage à 75 °C pendant 12 secondes.
- La flore fortement thermorésistante, qui n'est pas détruite par chauffage à 80 °C pendant 10 minutes. Elle comprend notamment des spores bactériennes, dont beaucoup nécessitent des températures supérieures à 100 °C pour être inactivées.

Cette flore est apportée dans le lait par le sol, les ensilages, les fèces et les résidus dus à l'insuffisance de nettoyage et de désinfection des matériels en contact avec le lait (Mourgues et al., 1983).

Le lait se contamine par des apports microbiens d'origine divers :

- Fèces et téguments de l'animal : Coliforme, Entérocoques, Clostridium, éventuellement Entérobactéries pathogènes de type Salmonella ou Shigella.
- Sol : Streptomyces, Listeria, bactérie sporulée et spores fongique.
- Litière et aliments : flore banale variées, en particulier Lactobacilles, *Clostridium butyrique* (ensilage).
- Air et eau : flore diverse dont Pseudomonas, bactéries sporulé.

- Equipement de traite, de stockage et de transport : Microcoques, levures et flore lactique avec Lactobacilles, Streptocoques lactiques

. - Manipulateurs : Staphylocoque dans le cas de la traite manuelle, aussi des germes provenant de contamination fécale.

- Vecteur divers, insectes en particulier : flore de contamination fécale (Guiraud, 1998).

1.3.5 Facteurs de variation de la composition du lait

Le lait constitue une matière première dont la composition n'est pas fixe. Ce caractère rend donc l'utilisation de cette matière première assez difficile, diminue les rendements et modifie les caractères organoleptiques des produits finis (Stoll, 2003 In Bouzid, et Labidi, 2016).

Le stade de lactation influe la composition du lait. L'évolution des principaux composants du lait est inversée par rapport à l'évolution de la quantité produite durant toute la période de lactation. Les teneurs en matière grasse et protéines sont maximales au cours des premiers jours de lactation, minimales durant le deuxième et le troisième mois de lactation et s'accroissent ensuite jusqu'à la fin de lactation avec une diminution de la production laitière (Pougheon et Goursaud, 2001).

L'alimentation n'est pas un des principaux facteurs de variation du lait mais elle est importante car elle peut être modifiée par l'éleveur. Une réduction courte et brutale du niveau de l'alimentation se traduit par une réduction importante de la quantité de lait produite et une baisse variable du taux protéique mais la mobilisation des graisses corporelles entraîne une augmentation très importante du taux butyreux associée à une modification de la composition en matière grasse (augmentation de la part des acides gras à chaînes longues) (Pougheon et Goursaud, 2001).

1.3.6. Valeur nutritionnelle

Le lait constitue la source unique de lactose dans la nature (Debry, 2001). La présence du lactose dans le tube digestif favorise l'implantation d'une flore de putréfaction, il favorise également l'assimilation du calcium et des matières azotées.

La valeur protéique du lait est excellente grâce à un très bon équilibre en acides aminés indispensables et à une bonne digestibilité des acides aminés. En plus de leur intérêt nutritionnel, indique que le lait a un rôle fonctionnel important de protection contre les agressions grâce à la fourniture des composants protéiques (immunoglobuline) (Debry, 2001).

Les corps gras sont la meilleure source d'énergie, ils confèrent au lait entier la moitié de sa valeur énergétique qui est environ 48 %, ils constituent la forme de mise en réserve de l'énergie. Le coefficient d'utilisation digestif "CUD" des lipides est de l'ordre de 95. La matière grasse laitière est le véhicule des vitamines liposolubles (Luquet, 1986).

Le lait est à peu près le seul aliment qui puisse répondre de façon équilibrée à la plupart des besoins nutritionnels de l'homme. Pour un enfant de 5 ans par exemple, un demi-litre de lait peut couvrir quotidiennement environ :

- 25 % des besoins caloriques
- 40 % des besoins protéiques
- 70 % des besoins en calcium et en vitamines B₂
- 30 % des besoins en vitamines A et en vitamines B₁ (Hamama, 1996).

1.3.7 Transformation du lait en yaourt

« La dénomination "yaourt" ou "yoghourt" est réservée au lait fermenté obtenu, selon les usages loyaux et constants, par le développement des seules bactéries lactiques thermophiles homofermentaire spécifiques dites *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*, qui doivent êtreensemencées simultanément et se trouver vivantes dans le produit fini, a raison d'au moins 10 millions de bactéries par gramme rapportées a la partie lactée. La quantité d'acide lactique libre contenue dans le yaourt ou yoghourt ne doit pas être inférieure à 0,7 gramme pour 100 grammes lors de la vente au consommateur » (Codex Alimentarius [norme n°A-11 (1975)] et la législation française [Décret n°88-1203 du 30 décembre (1988) relatif aux laits fermentés et au yaourt ou yoghourt]).

Le tableau 6 représente la composition chimique et la valeur énergétique de quelques types de yaourt.

Tableau 6 : Composition chimique et valeur énergétique des yaourts pour 100 g du produit (Cidil et Inra, 2009).

	Valeur énergétique (Kcal)	Protéines (g)	Lipides (g)	Glucides (g)	Calcium (mg)	Sodium (mg)	Potassium (mg)	P (mg)
Yaourt nature	48	4,15	1,2	5,2	174	57	201	114
Yaourt au lait entier	68	3,8	3,5	5,3	171	56	206	112
Yaourt nature 0%	39	4,2	traces	5,4	164	55	180	100
Yaourt nature sucré	83	3,8	1,1	14,5	160	52	195	105
Yaourt brassé nature	88	3,75	1,65	14,5	140	50	190	110
Yaourt brassé aux fruits	103	3,1	2,7	16,5	140	45	180	100
Yaourt au lait entier aux fruits	84	3,6	traces	17,2	140	45	180	100

Le schéma ci-après représente la chaîne de fabrication du yaourt ferme (Figure3) :

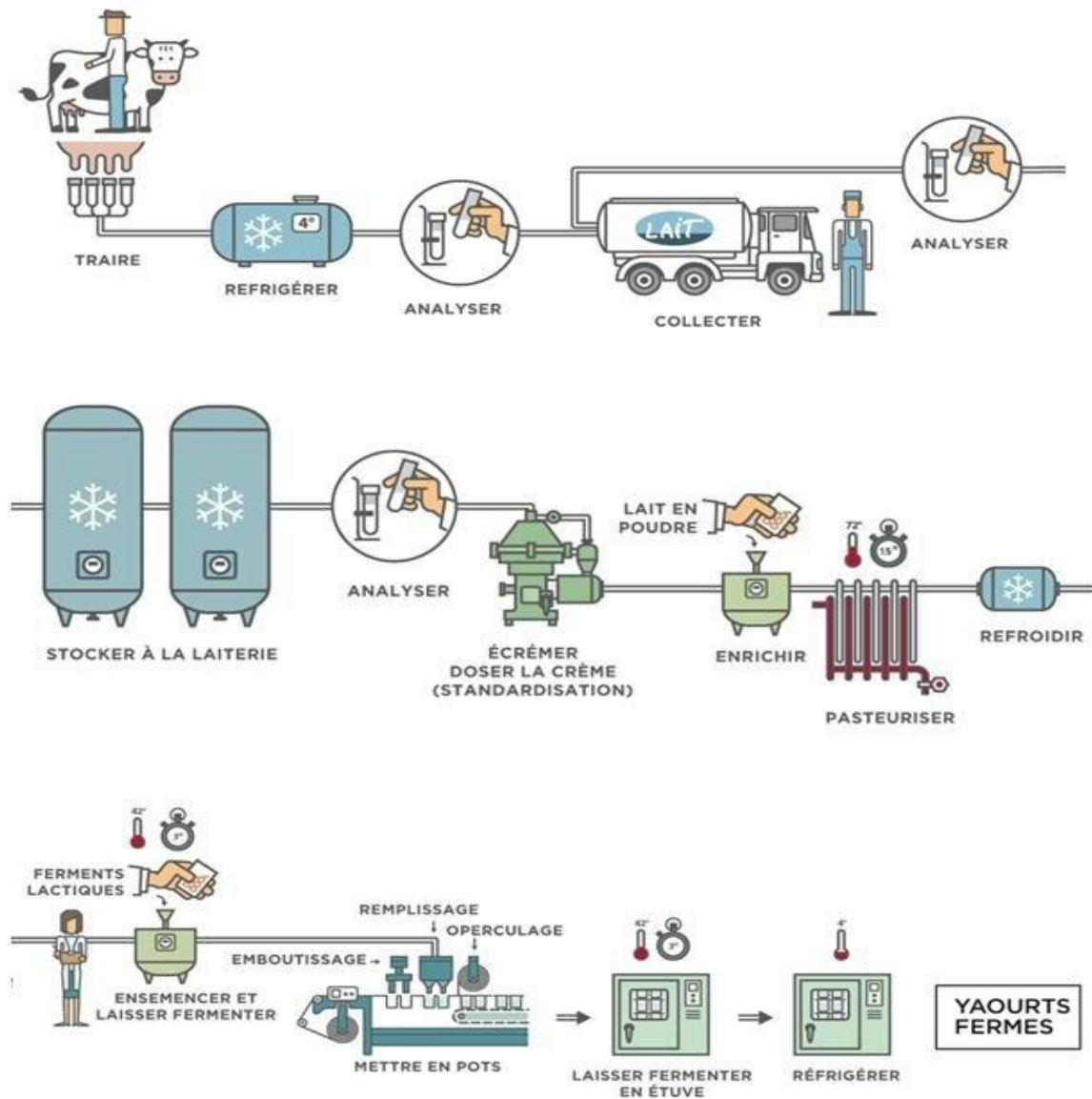


Figure 3 : Schéma représentant les principales étapes de la fabrication d'un yaourt

Chapitre 2

Matériel et méthodes

Le présent travail, visant l'évaluation de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait de vache produit dans la Wilaya de M'sila et du yaourt, s'est déroulé entre le début du mois de mai et la fin du mois de juin dans les laboratoires de département d'agronomie de l'Université Mouhamed Boudiaf de M'sila et le laboratoire des analyses physico-chimiques et microbiologiques de la laiterie d'Elhodna de M'sila.

2.1 Inspection des élevages et échantillonnage du lait

Les échantillons du lait de vache analysés proviennent des communes de Hammam Dhalaa, d'Ouled Mansour et d'Ouled Madhi, Wilaya de M'sila (Figure 4). Trois fermes, réparties dans ces communes, ont été visitées (deux fois) pour l'inspection des élevages et l'échantillonnage du lait.



Figure 4 : Carte géographique de la wilaya de M'sila et lieux d'échantillonnage

2.1.1 Enquête

Trois fermes réparties dans les communes de Hammam Dhalaa (ferme 1) et d'Ouled Mansour (ferme 2) et d'Ouled Madhi ont fait l'objet de cette étude. Pour recueillir des informations relatives à la conduite d'élevage et aux performances techniques, un questionnaire (Annexe 1) a été établi et rempli lors d'un premier passage dans ces fermes. Il englobe l'étude de plusieurs variables relatifs à la pratique d'élevage du bovin (Les bâtiments d'élevage, l'effectif du bovin, les races, la composition des troupeaux, production du lait, conduite alimentaire et l'hygiène représenté par le type et la fréquence de nettoyage de l'animal et des étables).

2.1.1 Echantillonnage du lait

La collecte des échantillons est faite juste après la traite matinale afin de déterminer la qualité physico-chimique et microbiologique du lait. Les échantillons sont réfrigérés (dans une glacière) pour éviter l'effet de la température lors du transport vers le laboratoire. Trois échantillons ont été prélevés pour les analyses : un pour les analyses physico-chimiques et l'autre pour les analyses microbiologiques. Un autre échantillon a été prélevé pour la fabrication du yaourt.

2.2 Analyses physico-chimiques

Les paramètres retenus pour les analyses physico-chimiques sont : pH, acidité, extrait sec total, densité, matière grasse et protéines.

Nous avons utilisé un Lactoscan pour faire les analyses physico-chimiques du lait de vache. Le Lactoscan est un instrument qui permet de déterminer les paramètres de qualité les plus importants dans différents types de lait et de dérivés du lait.

Il convient aux fermes, aux laiteries ou aux laboratoires. Il est utilisé pour la détermination des matières grasses (FAT), des solides non gras (SNF), des protéines, du lactose, des sels, de la teneur en eau, de la température (°C), du point de congélation, du pH, de la conductivité et de la densité dans un seul échantillon, directement après la traite, lors de la collecte ou pendant le traitement. C'est un instrument portable grâce à l'adaptateur.

2.2.2 Mesure de la teneur en matière sèche totale

La matière sèche du lait est le produit résultant de la dessiccation par évaporation d'une certaine quantité du lait (AFNOR, 1985). Cette méthode gravimétrique consiste à :

- Sécher les creusets vides à l'étuve à 103 ± 1 °C pendant 30 min.
- Refroidir et peser les creusets vides.
- Dans les creusets séchés, introduire 5 ml du lait à l'aide de la pipette et peser.
- Mettre ensuite les creusets dans l'étuve pendant 24 h pour les sécher.
- Refroidir les creusets dans le dessiccateur (30 min) puis les peser.

- La matière sèche du lait exprimée en pourcentage de masse, est égale à :

$$MS (\%) = \frac{M1 - M0}{M} \times 100$$

Où :

M1 : Masse en grammes, du creuset et du résidu après dessiccation et refroidissement.

M0 : Masse en grammes, du creuset vide.

M : Masse de la prise d'essai en gramme.

2.2.3 Dosage de la matière grasse (méthode acido-butyrométrique)

- **Définition**

La méthode acido-butyrométrique est une technique conventionnelle qui lorsqu'elle est appliquée à un lait entier de teneur en matière grasse moyenne et de masse volumique moyenne à 20 °C (27 °C dans les pays tropicaux) donne une teneur en matière grasse exprimée en grammes pour 100 g de lait ou 100 ml de lait (AFNOR, 1985).

- **Principe**

Après dissolution des protéines par addition d'acide sulfurique, séparation de la matière grasse du lait par centrifugation, dans un butyromètre. La séparation étant favorisée par l'addition d'une petite quantité d'alcool amylique. Obtention de la teneur en matière grasse (en grammes pour 100 g ou 100 ml de lait) par lecture directe sur l'échelle du butyromètre

- **Mode opératoire**

a-Préparation du butyromètre à la prise d'essai

- A l'aide d'une pipette ou d'un système automatique, mesurer 10 ml d'acide sulfurique et les introduire dans le butyromètre,
- Retourner doucement trois ou quatre fois le récipient contenant l'échantillon préparé,

- Prélever immédiatement à la pipette 11ml de lait et le verser dans le butyromètre sans mouiller le col de celui-ci de façon qu'il forme une couche au-dessus de l'acide,
- A l'aide d'une pipette ou d'un système automatique mesurer 1ml d'alcool iso-amylque et l'introduire dans le butyromètre sans mouiller le col du butyromètre ni mélanger les liquides,
- Bien boucher le butyromètre sans perturber son contenu.

b-Dissolution des protéines

Agiter et retourner le butyromètre jusqu'à ce que son contenu soit complètement mélangé, et jusqu'à ce que les protéines soient entièrement dissoutes.

c-Centrifugation

Placer immédiatement le butyromètre dans la centrifugeuse GERBER, amener la centrifugeuse à la vitesse requise (1200 tr/mn) en 2 minutes.

d- Lecture

- Placer le butyromètre dans un bain d'eau à $65^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ pendant 2 à 3 minutes,
- Enlever le butyromètre du bain d'eau, le bouchon étant toujours ajusté vers le bas, ajuster soigneusement le bouchon pour amener l'extrémité inférieure de la colonne grasse avec le minimum de mouvement de cette colonne devant le repère le plus proche ,
- Noter le trait de repère correspondant à l'extrémité inférieure de la colonne de matière grasse puis en ayant soin de ne pas bouger celle-ci, aussi rapidement que possible noter le trait de repère au haut de la colonne de matière grasse coïncidant avec le point le plus bas du ménisque

2.3 Les analyses microbiologiques

L'appréciation de la qualité microbiologique du lait et des produits laitiers constitue un outil essentiel à l'évaluation de l'application des règles de bonne pratique et au respect des règles d'hygiène générales aussi bien à la ferme qu'à l'usine, cela afin d'établir la conformité aux normes (Lamontagne et al., 2002 In Mahmoudi, 2009). Dans ce travail nous avons suivi les protocoles AFNOR (1986) In Charif (2018) pour les analyses microbiologiques.

2.3.1. Recherche et dénombrement de la flore mésophile totale

A partir des dilutions décimales allant de 10^{-1} à 10^{-3} mettre aseptiquement 1 ml dans une boîte de pétrie vide et stérile. Compléter ensuite avec environ 15 ml de gélose PCA (plate count agar), faire ensuite des mouvements circulaires en forme 8 pour homogénéiser le mélange. Laisser se solidifier sur la paillasse puis incuber les boîtes à 30 °C pendant 72 h.

Retenir les boîtes contenant un nombre de colonies compris entre 30 à 300, les résultats sont exprimés en UFC (unité formant colonie) par ml :

$$X=N.1/D. 1/V$$

Où :

X : nombres des bactéries /ml de produit.

N : nombre de colonie.

D : la dilution considérée est de 10^{-1}

V : volumeensemencé (1 ml)

2.3.2 Recherche et dénombrement des coliformes totaux

Ce sont des Entérobactéries, non sporulées, aérobies ou anaérobies facultatives, caractérisées par leur capacité de fermenter le lactose avec production du gaz après 48 h d'incubation à 37 °C (Leclerc, 1996).

1 ml de chaque dilution (10^{-1} , 10^{-2} et 10^{-3}) est introduit dans une boîte de Pétri vide est coulé par une couche de milieu désoxycholate. L'incubation a eu lieu à 37 °C pendant 24 à 48 h.

Les coliformes totaux apparaissent en masse sous formes de petites colonies de couleur rouge et de 0,5 mm de diamètre. Le nombre de colonies trouvé sera multiplié par l'inverse de la dilution correspondante.

2.3.3 Recherche et dénombrement des coliformes fécaux

En plus des caractères précités pour les coliformes totaux, *Escherichia coli* a la capacité de se multiplier à 44 °C et de produire de l'indole. L'incubation a eu lieu à 44 °C pendant 24 à 48 h.

2.3.4 Recherche et dénombrement de clostridium sulfito-réducteur

Les clostridies sont des bactéries sulfito-réductrice, anaérobies strictes, à gram positif, immobiles, sporulées, thermo- résistantes et fermentent le lactose avec production de gaz. Leur recherche est réalisée sur gélose VF (viande et foie) additionnée de sulfite de sodium et d'alun de fer. La présence de ces germes se manifeste par la réduction du sulfite de sodium en présence d'alun de fer en sulfure en donnant des colonies noires.

Leur recherche consiste à :

- Introduire 5 ml de la solution mer dans deux tubes à essai vide et stériles ;
- Ensemencé 1 ml dans un troisième tube contenant 4 ml d'eau physiologique ;
- Les trois tubes sont incubés dans un bain-marie réglé à 80 °C pendant 10 min ;
- Après un refroidissement immédiat sous l'eau de robinet (l'intérêt du choc thermique est de détruire les formes végétatives) ;
- Incuber à (37 °C) pendant 72 h.
- La première lecture est faite après 24 h d'incubation pour éviter les erreurs qui pourraient avoir lieu après 48 et 72 h.
- Les colonies de clostridium sulfito-réducteur apparaissent entourer d'un halo noire et les résultats sont exprimés en nombre de spores dans 1 ml de produit.

2.5.5 Recherche et dénombrement de *Staphylococcus aureus*

Les staphylocoques sont les bactéries aérobies-anaérobies facultatives, en forme de Cocci, à gram positif, immobiles et asporulés. Leur recherche est basée sur l'utilisation du milieu d'isolement et de dénombrement qui est la gélose de Baird Parker (BP) (Debuyser, 1996).

0,1 ml de solution mère étalé à l'aide d'une pipette pasteur transformée en râteau à la surface du milieu BP coulé préalablement dans une boîte de Pétri. L'incubation a eu lieu à 37 °C pendant 48h.

L'apparition de colonies noires, brillantes, convexes et entourées d'une zone transparente indique la présence de *S. aureus*.

2.3.6 Recherche et dénombrement des levures et moisissures

Les champignons inférieurs (levures et moisissures) prolifèrent sur les produits acides et causent des défauts de fabrication se traduisant par des altérations qui touchent à la qualité de produit (qualité nutritionnelle et organoleptique). L'intérêt de recherche et dénombrement de cette flore est de savoir si le traitement thermique appliqué et les conditions de conservation de l'aliment sont rigoureux et répondent aux normes.

0,1 ml de la solution mère est étalé à la surface d'une boîte de Pétrie contenant le milieu Sabouraud. L'incubation a eu lieu à 25 °C pendant 5 jours.

Les levures forment des colonies rondes, lisses, légèrement bombées, opaques et parfois pigmentées, mais plus volumineuses que celle des bactéries. Par contre, les colonies des moisissures sont veloutées et plus grandes. Les résultats sont exprimés en nombre de germe par ml du produit.

2.4 Aptitude de transformation du lait en yaourt

2.4.1 Préparation des yaourts

La préparation de yaourts est réalisée à l'échelle de laboratoire en respectant le diagramme de fabrication d'un yaourt brassé (Tableau 7 et Figure 5) (Charif, 2018).

Tableau 7 : Recette d'un yaourt brassé à la poudre de caroube.

Recette	lait (ml)	sucres (g)	Ferments (g)	poudre de caroube (g)
Yaourt témoin	200	0	0,06	0
10 g de la poudre de caroube	200	0	0,06	10
20 g de la poudre de caroube	200	0	0,06	20

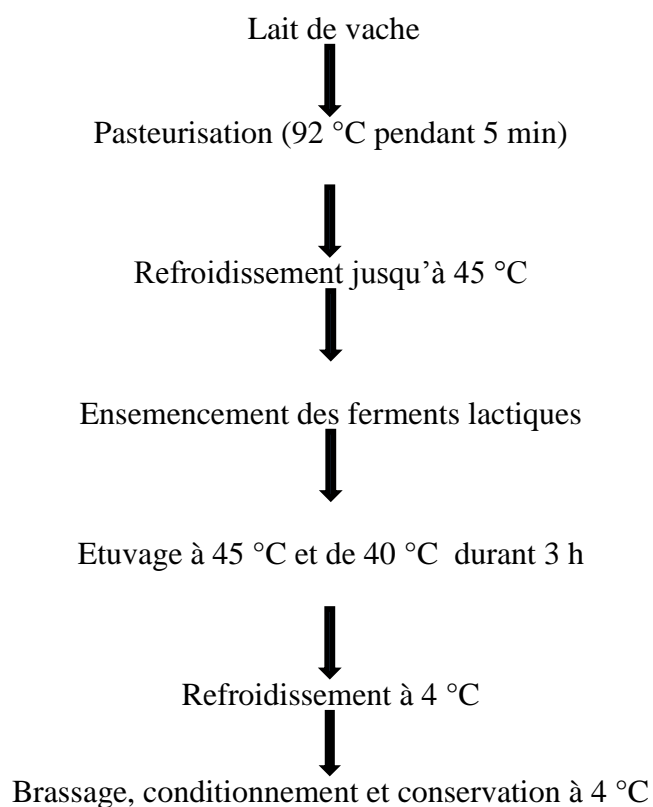


Figure 5 : Diagramme de fabrication du yaourt brassé (Chibane, 2008 In Charif, 2018).

2.4.2 Analyses physico-chimiques des yaourts

Les analyses physico-chimiques des yaourts (pH, acidité, extrait sec total, matière grasse) ont été réalisées en utilisant les mêmes protocoles utilisés pour les analyses physico-chimiques du lait.

2.4.3. Analyses microbiologiques

Dans le cas des produits solides, introduire aseptiquement 25 grammes de produit à analyser dans un flacon stérile contenant au préalable 225 ml de diluant TSE, homogénéiser pendant 6 à 8 minutes selon la texture de produit. Cette suspension constitue alors la dilution mère (DM) qui correspond donc à la dilution 1/10 ou 10^{-1} . A partir de cette dilution réaliser les autres dilutions jusqu'à 10^{-7} .

Le tableau 8 résume l'ensemble des germes recherchés et dénombrés dans les différents yaourts préparés.

Tableau 8 : Analyses microbiologiques de yaourt (Charif, 2018)

Germes recherchés	Milieu utilisé	T° d'incubation	Durée d'incubation
Coliformes totaux	désoxycholate	37 °C	24 à 48h
Coliformes fécaux	désoxycholate	44 °C	24h
Levures et moisissures	OGA	25 °C	5 jours
Germes totaux	PCA	30 °C	3 jours
Flore lactique :			
<i>Streptococcus thermophilus</i>	M17	37 °C	24 h

Chapitre 3

Résultats et discussion

3.1 Résultats de l'enquête

Les caractéristiques des exploitations enquêtées sont représentées dans le tableau 9. Les trois exploitations visitées ont un statut familiale ou propriétaire. Les éleveurs sont formés (stage et technicien) et leur âge varie entre 47 et 55 ans. Il apparait que l'élevage du bovin dans la région étudiée est pratiqué beaucoup plus par des éleveurs âgés que par des jeunes.

Tableau 9 : Caractéristiques des exploitations bovines visitées

Paramètres	Ferme 1	Ferme 2	Ferme 3
Date de création de l'exploitation	2018	2017	2017
Subvention étatique	Oui	Oui	oui
Sexe	Homme	Homme	Homme
Age de l'exploitant (ans)	55	47	50
Formation de l'exploitant	Oui stage	Oui stage	Oui technicien
Statue juridique	Propriétaire	Propriétaire	Propriétaire
Main d'œuvre	10	40	5
Races	Holstein/montbéliarde	Holstein/montbéliarde /normande	Holstein/montbéliarde/ pie rouge
Effectif	290	85	380
Production laitière l/an	Environ 1095000	Environ 255500	Environ 730000
Alimentation :			
- paille	Oui	Oui	Oui
-concentré (Kg)	4	1	4
- pâturage	Non	Non	Non
Bâtiment d'élevage	Hangar simple en béton	Hangar simple en béton	Hangar simple en béton
Hygiène à la traite	Bonne	Bonne	Bonne
Hygiène des locaux	Bonne	Passable	Bonne
Etat de l'animal	Bonne	Bonne	Bonne

Ferme 1 : Ouled Mansour, Ferme 2 : Hammam Dhalaa, Ferme 3 : Ouled Madhi

Dans la première ferme les races exploitées sont Holstein et montbéliarde, et l'effectif total est de 290 vaches. Les races exploitées dans la deuxième ferme sont Holstein, montbéliarde et normande soit 85 vaches alors que dans la troisième ferme les races sont Holstein, montbéliarde et pie rouge et nombre des vaches est de 380. Nous observons que les deux races (Holstein et montbéliarde) sont exploitées dans les trois fermes visités

La production moyenne du lait est de 1095000 litres/an, de 255500 litres/an et de 730000 litres/an dans la première, la deuxième et la troisième ferme respectivement. La différence de quantité de lait entre eux est due au régime alimentaire et au nombre de vaches. Nous observons que malgré l'effectif plus élevé dans la ferme 3, la ferme 1 enregistre la production laitière la plus élevée.

Selon les informations données par les éleveurs, la quantité moyenne de concentré distribuée dans la première ferme est de 4 kg/j/vache et dans la deuxième ferme 1 kg/j/vache et la troisième ferme 4 kg/j/vache. On peut noter selon la déclaration des éleveurs que la quantité de concentré distribuée varie selon le niveau de production et le stade de lactation de la vache. Ces éleveurs ajoutent de la paille dans la ration.

Les trois fermes sont construites en béton, La nature des matériaux influe beaucoup sur le confort des animaux. Pour les deux fermes, le sol n'est pas isolé, il est en terre battue ce qui rend le nettoyage difficile.

Les étables des exploitations enquêtées dans le présent travail sont éclairées et aérées. Les bouses sont évacuées chaque 7 à 10 jour. Les trois éleveurs nettoient leurs étables une fois par an afin d'éliminer la litière sèche et la réduction de la charge de la poussière.

Les trois fermes utilisent des machines de traite. Le nettoyage du matériel de traite se fait par l'eau javellisée dans les trois exploitations et le lait est conservé dans un tank. La traite se fait à environ 6 h matin.

3.2 Analyses physico-chimiques du lait

3.2.1 pH

Les résultats d'analyses du pH de différents échantillons du lait de vache prélevé des trois fermes bovine visitées (Ferme 1 : Ouled Mansour, Ferme 2 : Hammam Dhalaa, Ferme 3 : Ouled Madhi) sont présentés dans la figure 06.

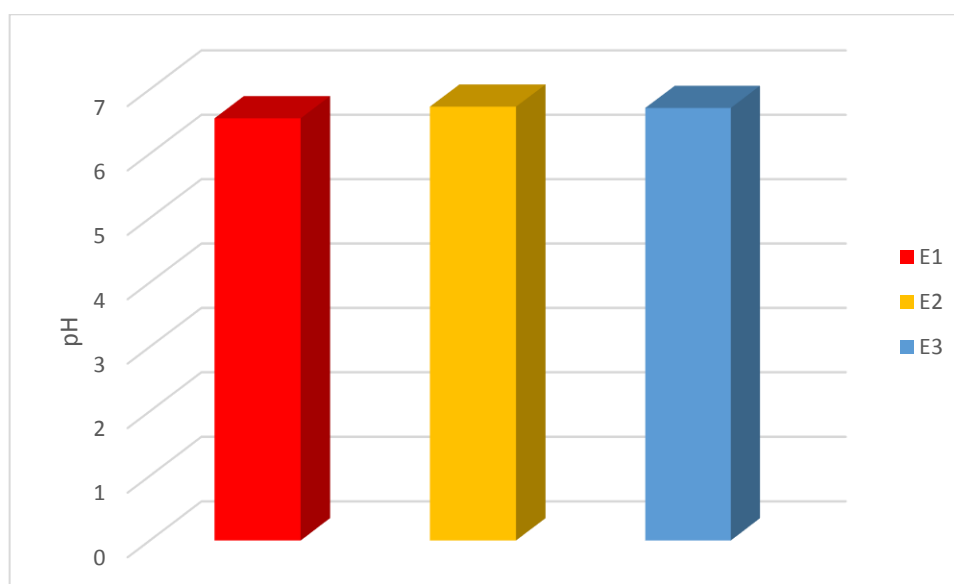


Figure 6 : Détermination du pH du lait de vache

Il ressort de cette figure que les valeurs du pH du lait issu des trois fermes E1, E2 et E3 sont très proches, comprises entre 6,55 et 6,73, ce qui correspond à un lait frais et normal.

Nos résultats sont en concordance avec l'intervalle de pH standard du lait frais et normal soit 6,6- 6,8 (Normes AFNOR).

L'analyse du pH est très importante car elle nous renseigne sur la fraîcheur du lait. Les valeurs du pH sont significatives particulièrement en ce qui concerne la stabilité du lait, par exemple la stabilité à la chaleur (Amiot et al., 2002 ; Yakoubi et Derrouiche, 2016).

3.2.2 Acidité

Les résultats de l'acidité des laits de vache varient entre 15 D° et 16 D° (Figure 7). Ces valeurs sont conformes aux valeurs rapportées dans le JORA (1998) (15 °D-17 °D) et aux valeurs rapportées par Amiot et Lapionte-vignol (2002) In Boulaouad et Belouahri (2019).

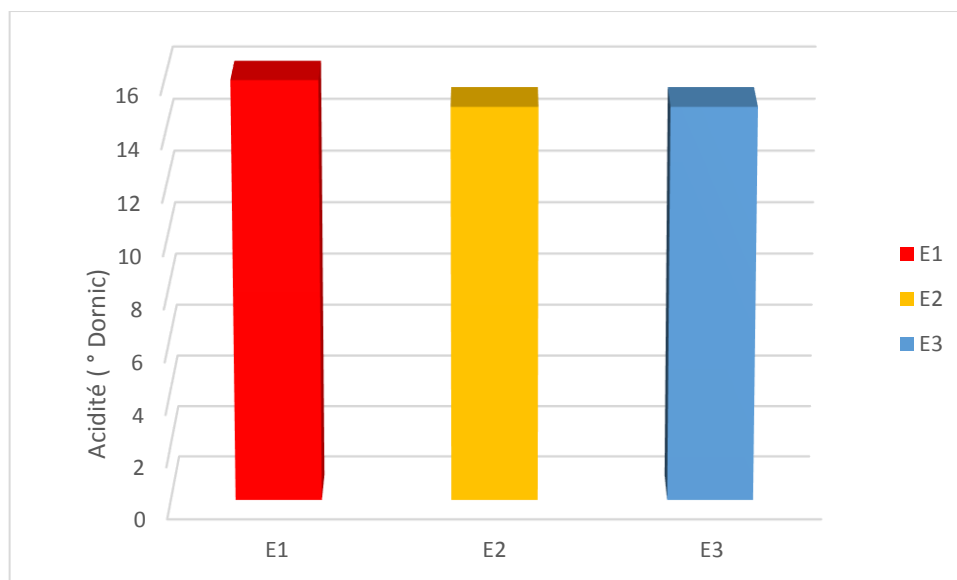


Figure 7 : Acidité du lait de vache issu des trois fermes

D'après Labioui (2009), le pH et l'acidité dépendent de la teneur en caséine, en sels minéraux et on ions, mais aussi des conditions hygiéniques lors de la traite, de la flore microbienne totale et de son activité métabolique. Soutenance

Ces résultats confirment en partie ceux de la partie de l'enquête où nous avons observé des bonnes conditions d'hygiène au niveau des élevages visités

3.2.3 Taux de matière grasse

Les analyses de la matière grasse des différents échantillons de lait ont conduit à l'obtention des résultats rapportés dans la figure 8.

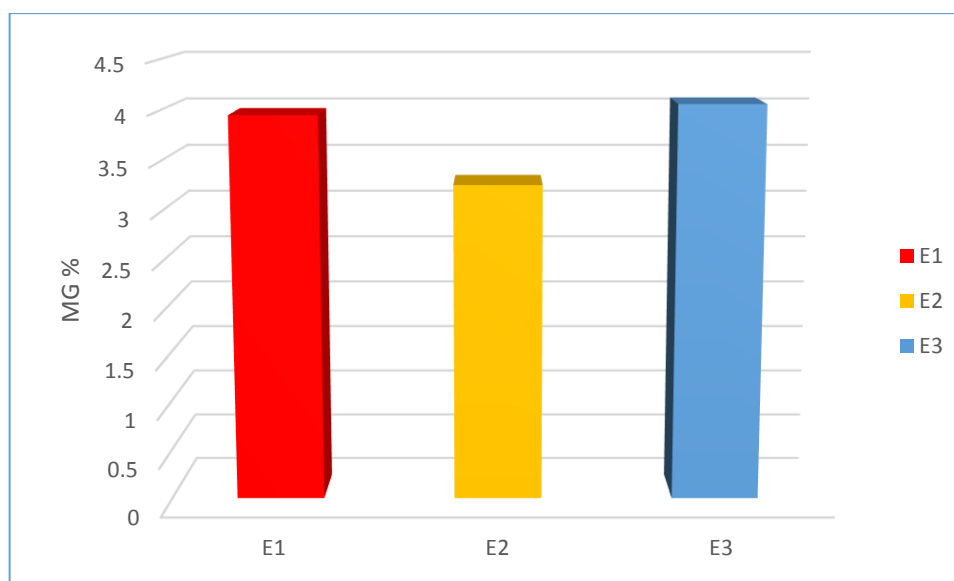


Figure 8 : Teneurs en matière grasse du lait de vache

Selon les résultats de la figure 8, les taux de matière grasse des trois échantillons du lait analysés sont entre 30 et 40 g/l. Les taux butyreux du lait de vache issu de quatre fermes de la Wilaya de M'sila enregistrés par Ali Saoucha (2017) soit 22 à 33 g/l sont inférieurs à nos résultats.

La diminution de la quantité de matière grasse peut être due à l'alimentation, à la race des bovins, stade de lactation et à l'âge des vaches. Un lait ayant un taux de 35g/l de matière grasse est de bonne qualité et la limite minimale tolérée est de 27g/l (Lederer, 1983 In Yakoubi et Derrouiche, 2016).

3.2.4 Teneurs en protéines du lait

Les teneurs en protéines dans les échantillons du lait issu des trois fermes visitées sont comprises entre 30 g/l et 32 g/l avec une moyenne de 31 g/l et sont proches aux normes rapportées par le JORA (1998) (31 g/l et 33g/l) (Figure 9).

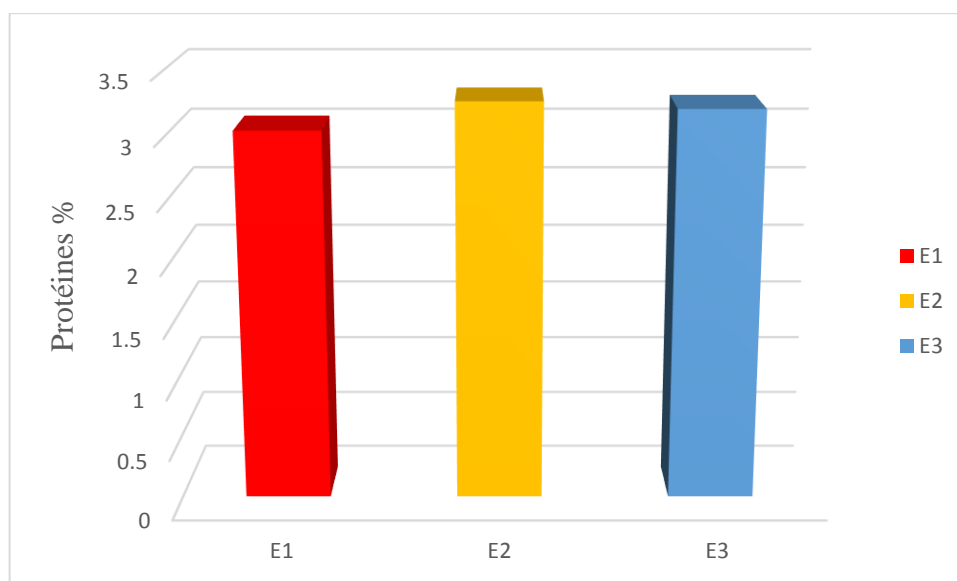


Figure 9 : Teneurs en protéines du lait

Nos résultats sont proches à ceux trouvés par d'autres chercheurs soit une moyenne qui varie de 30 g/l à 35 g/l (Decndia et al., 2007; Zahradeen et al., 2007 In Boulaouad et Belouahri, 2019).

3.2.5 Extrait sec total du lait

La figure 10 indique les résultats de détermination de l'extrait sec total des différents échantillons de lait prélevés.

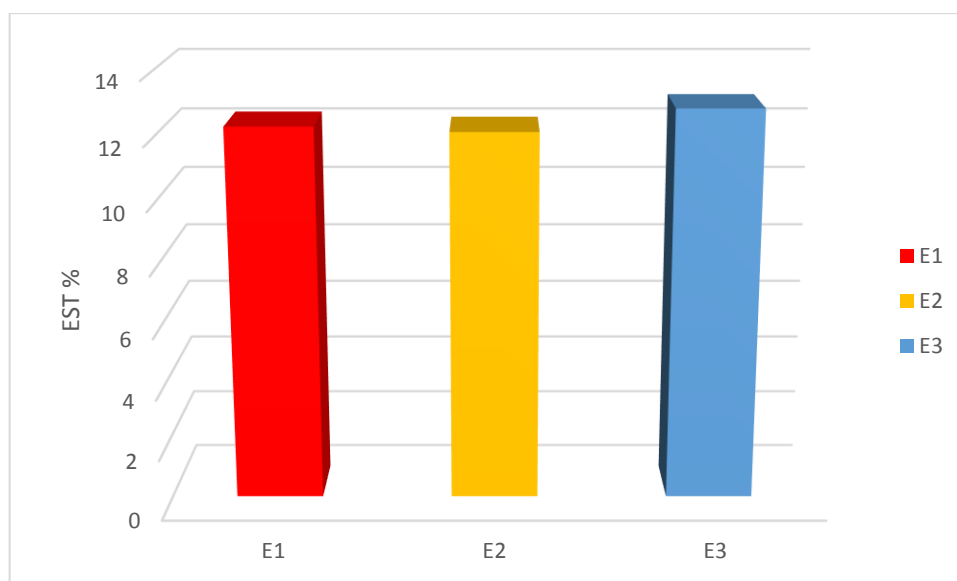


Figure 10 : Extrait sec total dans différents échantillons du lait de vache %

Les résultats illustrés dans la figure 10 ne montrent pas de différences entre les valeurs moyennes de l'extrait sec total des laits E1 et E2, mais pour E3 il existe une différence par rapport aux autres.

Nos résultats d'extrait sec total sont conformes aux normes AFNOR « 120- 125 g/l ». Cela indique probablement un bon rationnement de ces vaches et /ou leurs rations qui sont enrichies par d'autres aliments concentrés (céréales) (Yakoubi et Derrouiche, 2016).

Les taux d'extrait sec total proches sont t'expliqués par la conduite d'élevage similaire dans les trois fermes surtout l'alimentation.

Selon Vignola (2002), les principaux facteurs de variation sont liés soit à l'animal (facteurs génétiques, stade de lactation, état sanitaire ...) soit au milieu et à la conduite d'élevage (saison, climat, alimentation).

3.2.6 Détermination de lactose du lait

Les teneurs en lactose dans le lait de vache illustrées par la figure 11, montrent que l'échantillon E2 enregistre le taux le plus élevé à savoir en moyenne 4,58 %, contrairement à l'échantillon E1 qui enregistre une teneur légèrement faible soit 4,21 %.

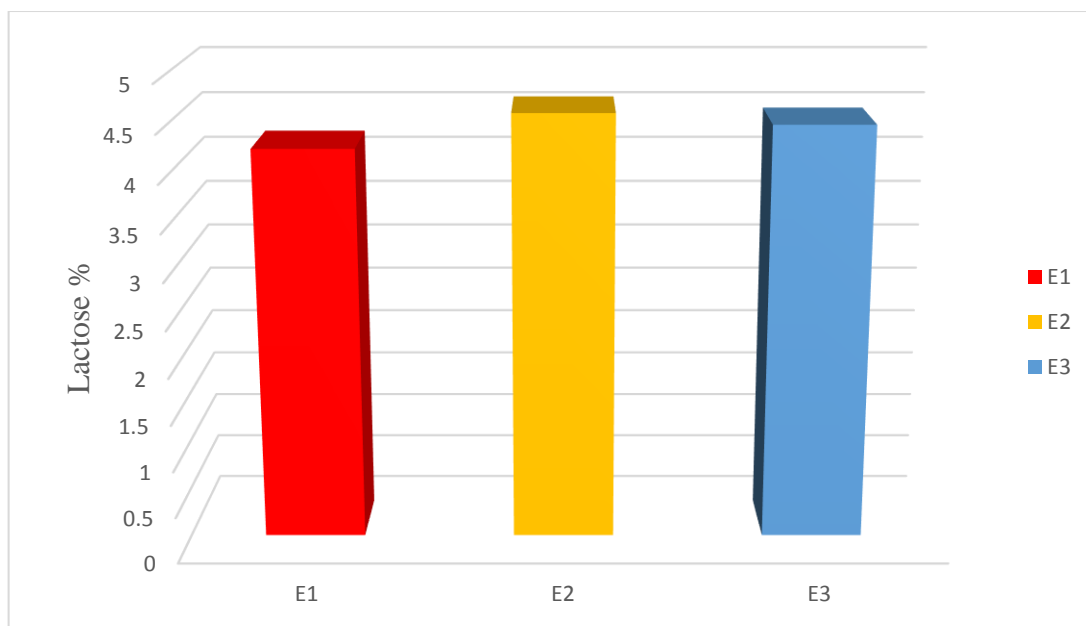


Figure 11 : Teneurs en lactose du lait de vache %

Nos résultats des teneurs en lactoses dans les différents échantillons du lait analysés sont comparables à ceux enregistrés par Ali Saoucha (2017).

3.3 Analyses microbiologiques du lait de vache

La qualité microbiologique du lait de vache issue de trois fermes dans la Wilaya de M'sila a été évaluée. Les résultats obtenus sont regroupés dans les tableaux ci-après.

Tableau 10 : Résultats des analyses microbiologiques de lait UFC/ml

Germes	GT	CT	CF	Entéro	Clostri
E1	$2,5 \cdot 10^8$	$2,7 \cdot 10^7$	$5,4 \cdot 10^5$	$3 \cdot 10^7$	ABS
E2	10^7	$8 \cdot 10^4$	$2,5 \cdot 10^2$	$3 \cdot 10^4$	ABS
E3	$3 \cdot 10^6$	$1,6 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^2$	$4,5 \cdot 10^4$	ABS
Standard JORA	10^5	10^3	50	10^5	50

GT : germes totaux, CT : coliformes totaux, CF : coliformes fécaux, Entéro : entérobactérie, Clostri : clostridium

Il ressort des résultats du tableau 10 que la qualité microbiologique de tous les échantillons du lait sont médiocres. Le nombre de germes mésophiles totaux, de coliformes totaux et fécaux dépassent les normes JORA.

Selon la littérature, le lait collecté sous des conditions hygiéniques convenables, sa flore totale ne dépasse pas 10^3 à 10^4 UFC/ml (Calvo et Olano, 1992), ainsi la réglementation nationale s'accorde sur le fait qu'une charge supérieure à 10^5 UFC/ml signifie une contamination importante (Aggad et al., 2009).

L'absence de Clostridium indique une bonne santé de la vache et une bonne hygiène de la traite (Aggad et al., 2009).

3.4 Analyses physico-chimiques du yaourt

La qualité physico-chimique des yaourts à base du lait de vache a été évaluée. Les résultats obtenus sont regroupés dans les figures et les tableaux ci-après.

3.4.1 pH

À travers les résultats de la figure 12 représentant les valeurs du pH des yaourts analysés, nous constatons que ces valeurs sont proches.

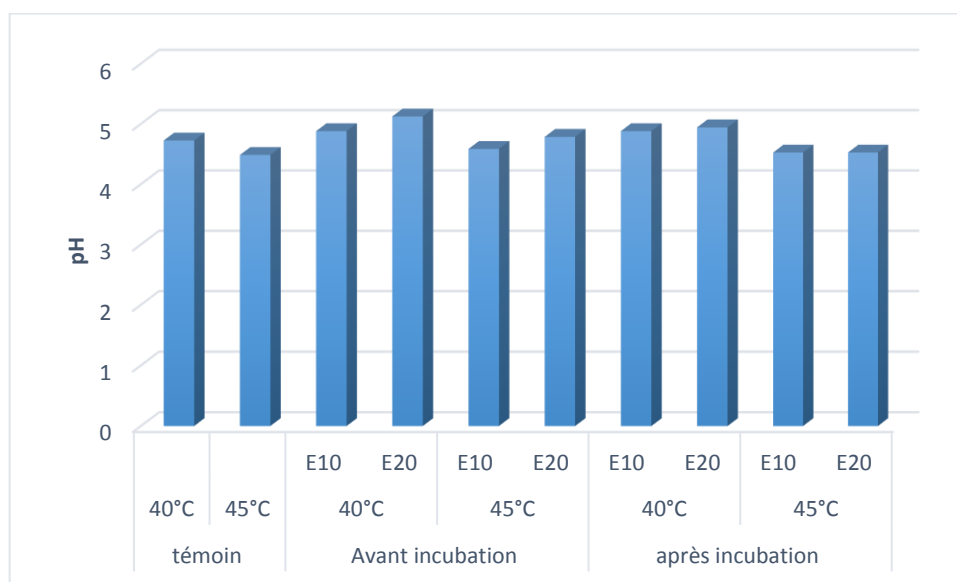


Figure 12 : pH des yaourts préparés à base du lait de vache

La baisse du pH peut s'expliquer par la croissance des bactéries lactiques favorisant l'acidification du milieu, ce qui entraîne une baisse du pH (Malonga, 1985 In Ali Saoucha 2017).

3.4.2 Matière sèche

D'après les résultats de la figure 13, nous constatons que la teneur en matière sèche est plus élevée dans les yaourts contenant de la poudre de caroube que dans le yaourt témoin.

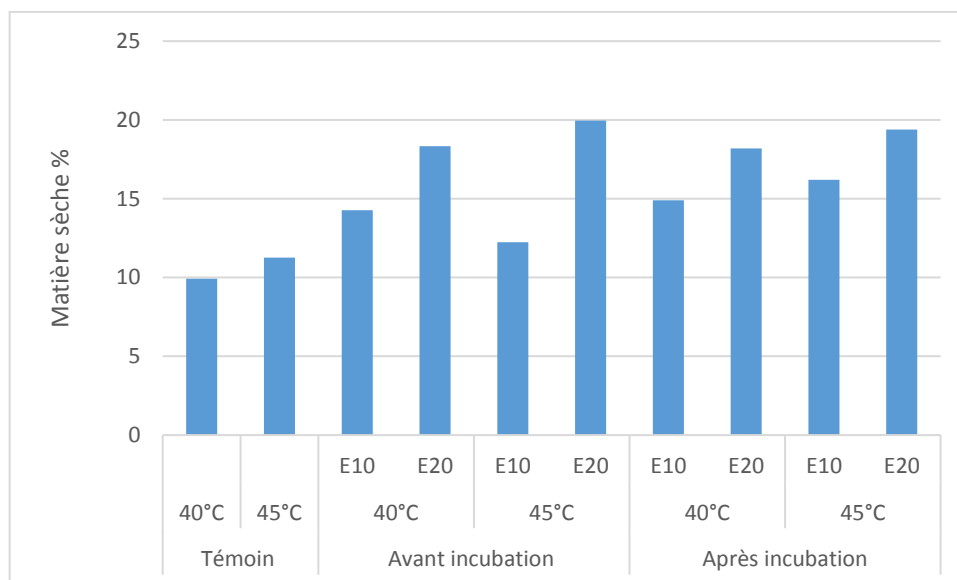


Figure 13 : Taux de matière sèche des yaourts %

Des résultats de tableau 19, nous constatons que le taux en matière sèche augmente avec l'augmentation de la proportion de caroube ajoutée au yaourt à savoir 9.93 à 19.96 % pour les yaourts témoin et à 12 % de caroube (E20 avant incubation 45 °C).

3.5 Les Analyses microbiologique du yaourt

Des résultats des analyses microbiologiques donnés par le tableau 11, il apparaît que les yaourts préparés sont de très bonne qualité hygiénique.

Tableau 11 : Résultats des analyses microbiologiques (UFC/ml) des yaourts au caroube et témoins du lait de vache

Germes	Yaourt au lait de vache	Norme JORA (1998)
<i>Staphylococcus aureus</i>	ABS	ABS
Levures	ABS	<100
Moisissures	ABS	ABS
Entérobactéries	ABS	ABS

Nous constatons une absence totale des staphylocoques et des entérobactéries. Ces résultats montrent l'efficacité du traitement thermique du lait pour l'élimination des formes bactériennes végétatives et des levures et moisissures ainsi que la maîtrise de processus de fabrication et le respect des conditions d'hygiène.

3.6 Bactéries lactiques

Les résultats de dénombrement de bactéries lactiques dans les différents échantillons du yaourt préparés sans (témoin) et à base de caroube sont représentés dans les figures 14 et 15.

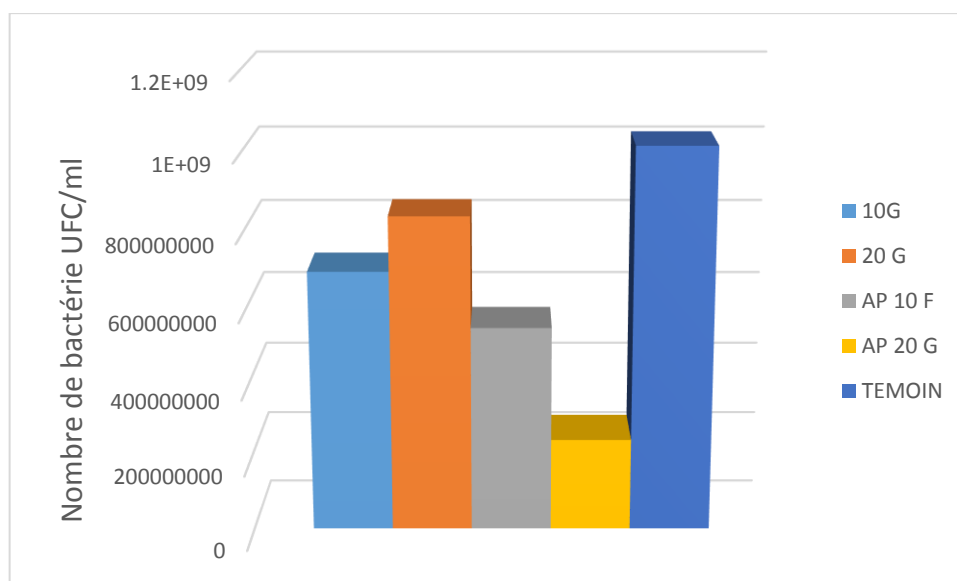


Figure 14 : Résultats des analyses bactéries lactiques (incubation 45 °C).

(10G : avant incubation, 20G : avant incubation, AP10G : après incubation, AP20G : après incubation)

Les résultats des dénombrements sur milieu M17 montrent que le yaourt témoin comporte le nombre le plus élevé de flores caractéristiques du yaourt (*Streptococcus thermophilus*) tandis que le yaourt à 10 % caroube après incubation à 45 °C contient le nombre le plus faible.

Les résultats des dénombrements des bactéries lactiques sur milieu M17 montrent que le yaourt à 5 % caroube avant incubation à 40 °C comporte le plus grand nombre des flores caractéristiques du yaourt (*Streptococcus thermophilus*) tandis que le yaourt témoin contient le nombre le plus faible.

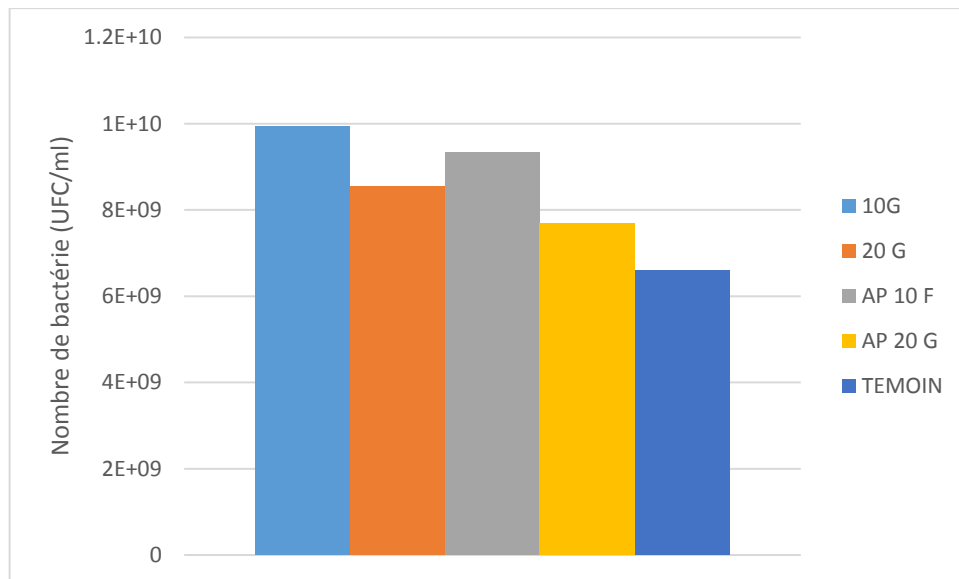


Figure 15 : Résultats des analyses bactéries lactiques (incubation 40 °C).

(10G : avant incubation, 20G : avant incubation, AP10G : après incubation, AP20G : après incubation)

Conclusion

A l'issue de ce travail qui a porté sur l'inspection de trois fermes bovines dans la Wilaya de M'sila (Ouled Madhi, Ouled Mansour et Hammam Dhalaa), l'évaluation de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait issu de ces fermes et la détermination de son aptitude à la transformation en yaourt nous pouvons conclure ce qui suit :

Dans les trois fermes visitées les races communes exploitées sont Holstein et montbéliarde. La conduite d'élevage est la même pour ces fermes.

La qualité physico-chimique et microbiologique du lait est influencée par la race, l'alimentation, les pratiques d'élevage et les conditions climatiques. Les caractéristiques physico-chimiques (pH, acidité, matière grasse, protéines, lactose, extrait sec total) et microbiologiques des échantillons du lait analysés sont proches.

La qualité microbiologiques des échantillons du lait étudiés est médiocre où la charge microbienne dépasse les standards. Ces résultats sont en relation avec les faibles conditions d'hygiène au niveau de ces exploitations.

Le lait de vache à une bonne aptitude à la transformation en yaourt influencée par la température d'incubation, le taux et le temps d'incorporation de caroube.

A la fin, il est souhaitable d'effectuer des analyses sur un nombre d'échantillon plus élevé suivi par une étude statistique, afin de déterminer la qualité du lait cru de vache dans la Wilaya de M'sila.

Références bibliographiques

- AFNOR. 1980. Association Française de Normalisation. Lait : détermination de la matière sèche. nf vo4 207, in afnor (ed), recueil de normes française .laits et produits laitiers .méthodes d'analyse. Paris : normalisation française. 33-34 pp.
- Aggad H., Mahouz F., Ahmed Ammar Y., Kihal M. 2009. Evaluation de la qualité hygiénique du lait dans l'ouest algérien. Revue Méd. N° 16012, Oran: 591-593.
- Alais C. 1984. Science du lait, Principe des techniques laitières. 3ème édition. Paris. 807p.
- Ali Saoucha C. 2017. Qualités physico-chimique et microbiologique et aptitude de transformation du lait (vache et chèvre) en yaourt. Mémoire de master. Production et nutrition animale. Université Med. Boudiaf de M'sila.
- Amiot J. 2002. Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait In Vignola C.L. Science et technologie du lait – transformation du lait. 600p.
- Belhadia MA. 2020. Elevage Bovin. Cours pour 3ème année licence Production Animal. Université Hassiba Benbouali de CHLEF. 36p
- Bensizerara, 2021. Qualité physico-chimique et microbiologique du lait de vache pasteurisé au cours de la chaîne de production. Mémoire de master. Université Larbi Ben M'hidi d'Oum El-Bouaghi. 49 p.
- Boulaouad N. et Belouahri K. 2019. Evaluation de la qualité physico-chimique du lait de vache de la région de Bordj El Ghedir (Bordj Bou Arreridj). Mémoire master. Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi Bordj Bou Arreridj. 52p.
- Bouras A. 2015. Contribution à la connaissance des systèmes d'élevage bovin dans la région d'Ouargla. Master en Agronomie. Université Kasdi Merbah, Ouargla. 83p
- Bouزيد A. et Labidi H. 2016. Caractérisation physico-chimique et organoleptique du lait des espèces laitières dans la région du Souf (Wilaya d'El Oued). Mémoire de master. Université Echahid Hamma Lakhdar -El Oued. 102 p
- Cauty I. et Perreau GM. 2009. La conduite du troupeau bovin laitier. Ed. France Agricole. 334p.
- Charif R. 2018. Qualités physico-chimique et microbiologique et aptitude à la transformation du lait de chèvre. Mémoire de master. Université Mohamed Boudiaf - m'sila. 75 p.
- Chemma N. 2017. La problématique de la sécurité alimentaire en Algérie : une méta analyse du secteur laitier. Revue les cahiers du POIDEX. N° 7 : 43-61.
- Chibane H. 2008. Aptitudes technologiques de quelques variétés communes de dattes : Formulation d'un yaourt naturellement sucré et aromatisé. Thèse de doctorat. Technologie alimentaire. Université M'Hamed Bougara de Boumerdès. Algérie. 203p.
- Cidil et Inra. 2009. Du lait aux produits laitiers. Ed. Cidil. Paris. 19p.
- Debry G. 2001. Lait, nutrition et santé. Edition Tec et Doc Lavoisier, Paris.
- Djemmal et Temime, 2020. Étude comparative de la qualité de lait de vache livré aux trois laiteries : Ramdy, la vallée et DBK. Mémoire de master. Université Akli Mohand Oulhadj – Bouira. 67 p.

- Favier JC. 1985. Composition du lait de vache : 2 Laits de consommation. Cahiers de Nutrition et de Diététique. 20 (5). 355-363.
- FranceAgriMer. 2021. Facteurs de compétitivité sur le marché mondial des produits laitiers. Données 2020. 39p.
- Ghaoues S. 2011. Evaluation de la qualité physico-chimique et organoleptique de cinq marques de laits reconstitués partiellement écrémés commercialisés dans l'est Algérie. Mémoire de magister en science alimentaire. Université frères Mentouri Constantine. 130p.
- Goursaud J. 1985. Composition et propriétés physico-chimiques. In : Laits et produits laitiers vache, brebis, chèvre. Tome 1 : Les laits de la mamelle à la laitière. Luquet F.M. Edition Tec et Doc Lavoisier, Paris.
- Guintard C., Mangin J.-P. et Lignereux Y. 2009. Origine et diversité des Bovinés – Domestications et représentations : l'exemple de la philatélie. 31p. <https://www.researchgate.net/publication/274315120>
- Guiraud JP. 1998. Microbiologie alimentaire. Ed Dunod, Paris. 4-152 p.
- Guiraud J.P. 2004. Pratique des normes en microbiologie alimentaire. Edition AFNOR. 95p.
- Guiraud JP. 2003. Microbiologie alimentaire. Ed. Dunod. Paris. 136-139p.
- Jeanet R., Croguennec T., Mahaut M., Schuck P., Brulé G. 2008. Lait fermenté et desserts lactés. In : les produits laitiers. Ed. Lavoisier, Tech et Doc. Paris. 57 p.
- J.O.R.A. Journal de la république algérienne. N° 35 du 27 MAI 1998.
- Labioui L., Elmoualdi A., Benzakour M., Elyachioui E., Berny M., Ouhssine. Étude physicochimique et microbiologique de laits crus. Bulletin de la Société de pharmacie de Bordeaux. 2009. (148). 7-16.
- Lafitedupont A. 2011. Les différents laits et leur complexité. Les protéines du lait de vache : aspect nutritionnel et allergie alimentaire. Thèse de docteur en pharmacie. Université de Limoges. 146p.
- Lamontagne M., Champagne CP., Reizt-Ausseau J., Moineau S., Lamoureux L. 2000. Exploitation de l'activité β -galactosidase de culture de bifidobactéries en vue d'enrichir des produits laitiers en galacto-oligosaccharides. Mémoire de maîtrise. Université de Laval, Canada
- Lederer J. 1983. Encyclopédie moderne de l'hygiène alimentaire. Tome II. 2ème Ed. Nauwelaerts. Paris. 32 P.
- Luquet FM. 1985. Lait et les produits laitiers : Lait de vache, Brebis, Chèvre. Paris. Ed : Tec et Doc, Lavoisier. 233-280pp.
- Leclercq A. 1999. Intérêt nutritionnel du lait pour l'Homme. Thèse de doctorat vétérinaire, Faculté de médecine, Créteil. 58p
- Mahmoudi S. 2009. Extraction, caractérisation et application d'un succédané d'emprésurage extrait d'artichaut (*Cynara scolymus*) pour la fabrication du fromage type EDAM.
- Malonga M. 1985. Etude de la fabrication des yaourts en République Populaire du Congo. Essais d'amélioration. Thèse Med.Vet. : Clermont Ferrand .84p.
- MADR. 2022. Ministère de l'agriculture et de développement rural. Service statistique
- Mathieu J. 1998. Initiation à la physicochimie du lait. Guides Technologiques des IAA. Edition Lavoisier Tec et Doc, Paris.

- Mourgues R., Deschamps N., Auclair J. 1983. Influence de la flore thermorésistante du lait cru sur la qualité de conservation du lait pasteurisé exempt de décontaminations post-pasteurisation. *International d'Airy journal*, 63. 391-404 p.
- Pougheon S. 2001. Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière. Thèse doctorat d'état en médecine vétérinaire, université Paul Sabatier de Toulouse. France. 102p.
- Pougheon S. et Goursaud J. 2001. Le lait et ses constituants caractéristiques physicochimiques. In : Debry G. lait, nutrition et santé. Tec & doc, paris. 342 p.
- Stoll W. 2003. Vaches laitières : l'alimentation influence la composition du lait. *RAP Agri*. N° 15/2003, vol. 9, Suisse.
- Vierling E. 2003. Aliment et boissons. Filières et produits. *Sciences des aliments*
- Vignola C. 2002. Science et Technologie du Lait Transformation du Lait. Edition Presses Internationales Polytechnique, Canada.
- Wolter S. 1997. Hand book of milk. Ed. Composition academic press. San Diego. 30p.
- Yakoubi N. et Derrouiche T. 2016. Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et microbiologique du lait de vache collecté dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Mémoire de master. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 101P.