

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 Agronomiques
Spécialité/Option : Production et Technologie Laitières
Département : Écologie et Génie de l'Environnement (EGE)

Fromage *BOUHEZZA* : Évaluation qualitative de la matière première et analyse sensorielle du produit fini

Présenté par :

BOUKAABENE Zeki

SAIHI Aya

TOUAIMIA Hadjer

Devant le jury composé de :

Mme. SLIMANI Atika (M.A.A)	Présidente	Université de Guelma
Dr. BOUDALIA Sofiane (M.C.B)	Encadreur	Université de Guelma
Mme. BENRBIHA Roumaila (M.A.A)	Examinatrice	Université de Guelma
Pr. Dr. CHEMMAM Mabrouk	Membre	Université de Guelma
Mr. BENTEBOULA Moncef	Membre	Université de Guelma
Pr. Dr. BENYOUNES Abdelaziz	Membre	Université de Guelma

Juin 2017

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

En second lieu, nous tenons à remercier notre encadreur Mr BOUDALIA Sofiane, son précieux conseil et son aide durant toute la période du travail.

Nous tenons ensuite à remercier Monsieur BOUSBIA Aissam pour son aide, sa gentillesse et sa grande disponibilité.

Nos remerciements sont adressés aux membres du Jury qui ont bien voulu accepter de juger ce modeste travail :

Mme SLIMANI Atika. qui nous a fait l'honneur de présider ce Jury.

Mme BENRBIHA Roumaila .qui a bien voulu examiner ce travail.

Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce travail

A la personne la plus chère a mon cœur : ma mère

Qui a attendu avec patience le fruit de sa bonne éducation et son dévouement.

A mon adorable père

Qui m'a supporté vaillamment pas a pas tout au long de ma vie.

A mes très chers frères Yassine, Réda et Mourad

Que Dieu les gardes pour moi.

A mon cher mari Mr. Aoued Lamin

Pour son soutien et compréhension

A mes très chères sœurs Lynda et Lemya

A mes très chères nièces Hadil, Aya, Houyem Djana et Maria

A mes très chers neveux Rayane, Adem, Joud et Ahmed

A mon frère Soussou

Un remerciement particulier et sincère pour tous vos aides et vos encouragements.

Vous avez toujours été présent. Veuillez trouver dans ce modeste travail ma reconnaissance pour tous vos efforts.

Sans oublier mes deux amies Sara et Rahma

Hadjer

Dédicace

Du profond de mon cœur je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers,

À la mémoire de mon père

Ce travail est dédié à l'esprit de mon père KAMEL j'espère que, du monde qui est sien maintenant, il apprécie cet humble geste comme preuve de reconnaissance de la part d'un fils qui a toujours prié pour le salut de son âme. Puis Dieu, le tout puissant, l'avoir en sa sainte miséricorde !

A Ma chère mère

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consentis pour mon instruction et mon bien-être.

Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.

Que ce modeste travail soit l'exactlyment de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices. Puisse Dieu, le très haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie...

A mon frère Kamel, ma sœur Nada

A mes grands pères Abdallah et Bachir

Sans oublier mon professeur du primaire Abd el Hadi Mirouh

Et Mes chers amis de l'équipe N.R.B Tamlouka

Zeki

Dédicace

Avant tout, je remercie le grand dieu qui nous a aidés à élaborer ce modeste Travail.

Je dédie également mes très chers parents qui m'ont guidé durant les moments les plus pénibles de ce long chemin, ma mère qui a été à mes côtés et ma soutenu durant toute ma vie, et mon père qui a sacrifié toute sa vie afin de me voir devenir ce que je suis, merci mes parents.

A mes chères sœurs : Ahlem et Fairouz

A mes chers frères

A tout ma famille,

A tous mes amis, chacun par son nom.

Et toute personne qui me connaît.

Aya

Résumé

Bouhezza est un fromage traditionnel Algérien, fabriqué et consommé dans la région *Chaouia*, au Nord Est d'Algérie, il est préparé avec du lait cru de la vache, de chèvre, de brebis ou de tous les trois. Ainsi sa fabrication exige la préparation d'un sac en peau animale entière de chèvre ou de brebis appelée *Chekoua*.

Trois différents types de fromages (neutre, moyennement piquant et piquant) ont été fabriqués d'une manière artisanale à partir d'un lait de trois espèces (vache, chèvre et brebis) collecté dans quatre régions au niveau national (Guelma, Souk Ahras, Tébessa et Djelfa), qui a subi déjà des analyses physicochimiques et bactériologiques.

Excepté le lait de chèvre qui a subi un mouillage, les deux autres types de lait (vache et brebis) répondent aux normes pour la majorité des critères analysés (physicochimiques et bactériologiques).

Aucune différence significative n'a été enregistrée concernant le rendement fromager après la transformation du lait de vache et de chèvre. Cependant, le rendement fromager pour le lait de brebis est significativement plus élevé ($p < 0.05$).

L'évaluation de la qualité organoleptique du fromage (vache, chèvre et brebis) réalisée grâce à une épreuve hédonique (échelle de 0 à 9) montre un faible degré d'acceptabilité, où un score ≥ 5 a été enregistré pour le fromage fabriqué à partir du lait de vache.

Des analyses fines supplémentaires sont nécessaires pour évaluer la qualité du fromage *Bouhezza*, ainsi que son prix de revient.

Mots clés : *Bouhezza*, fromage traditionnel, paramètres physico-chimiques, critères bactériologiques, évaluation sensorielle.

Abstract

Bouhezza is an Algerian traditional cheese, manufactured and consumed in the *Chaouia* area in the North-East of the country. It is manufactured with only cow's, goat's and ewe's milk or by their combination. Thus, its manufacture requires the preparation of a bag with the whole animal skin of goat or ewe called "*Chekoua*".

Three different types of cheeses (Neutral, moderately spicy and spicy) were made traditionally from a milk of three species (cow, goat and ewe) collected in four regions (Guelma, Souk Ahras, Tebessa and Djelfa), which already underwent physicochemical and bacteriological analyses.

Except the goat's milk which has been wetted, the other two types of milk (cow and ewe) answers the standards for all the analyzed criteria (physicochemical and bacteriological).

No significant difference was registered concerning the yield cheese maker after the transformation of the cow's and the goat's milk. However, the yield cheese maker for the milk of ewe is significantly higher ($p < 0.05$).

Sensory evaluation of cheese (cow, goat and ewe) realized out using a hedonic test (scale 0 to 9) shows a low degree of acceptability (a score ≥ 5 has registered for cheese made from the cow's milk).

Additional fine analyses are necessary to estimate the quality of the cheese *Bouhezza*, as well as its cost price.

Keywords: *Bouhezza*, traditional cheese, physicochemical parameters, bacteriological criteria, sensory evaluation.

الملخص

بوهزة هو جبن تقليدي جزائري، ينتج و يستهلك في منطقة الشاوية شمال شرق الجزائر، يتم تحضيره من حليب البقر و الماعز و النعاج أو من الثلاثة معا، حيث أن تحضيره يتطلب إعداد وعاء بجلد الماعز أو النعاج (الشكوى).

ثلاث أنواع من الجبن (عادي لاذع قليلا و حار)، صنعت بطريقة تقليدية من ثلاثة أنواع من الحليب (بقرة ماعز و نعاج) جمعت في أربعة مناطق (قالمة سوق أهراس تبسة و الجلفة)، التي خضعت مسبقا لتحاليل فيزيو كيميائية وبكتريولوجية.

باستثناء حليب الماعز الذي تم اخضاعه للتمييع، فان حليب البقر و النعاج يتماشى مع معايير التحاليل الذي خضع لها. لم يسجل أي اختلاف في ما يخص مردود دبة إنتاج الجبن بين حليب الأبقار و الماعز إلا أن مردود الجبن لحليب النعاج كان أعلى بكثير ($p < 0.05$).

بعد تقييم الجودة الحسية للجبن من خلال اختبار (مقياس 0-9) أظهر درجة قبول ضعيفة، و قد تبين أن الجبن المستخرج من حليب الأبقار سجل نتيجة ≤ 5 .

إلزامية تحليلات مفصلة لتقييم نوعية جبن بوهزة و تكلفته

الكلمات المفتاحية: بوهزة، جبن تقليدي، المعايير الفيزيوكيميائية، المعايير البكتريولوجية، التقييم الحسي.

Liste d'abréviations

(v/v)	Volume par volume
ANOVA	Analyse Sensorielles sur la Base d'une Analyse de Variance
AOC	Appellation d'Origine Contrôlée
BPL	Bonnes Pratiques du Laboratoire
Col.f	Coliforme fécaux
Col.t	Coliforme totaux
Ech	Echantillon
EST	Extrait Sec Total
F	Fromage
FAO	Food and Agriculture Organization
JORA	Journal Officiel de la République Algérienne
Lac	Lactose
MG	Matière Grasse
mS/cm	millisiemens par centimètre
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
PCA	Plate Count Agar
pH	potentiel Hydrogène
<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>
TB	Taux Butyreux
TP	Taux Protéique
UFC	Unité Forment de Colonies

Liste des figures

Figure	Titre	Page
1	Bases de la fromagerie	4
2	Méthodes de fabrication des principales préparations laitières traditionnelles en Algérie	5
3	Schéma représentatif des différentes étapes de préparation de la peau de chèvre	6
4	Schéma de fabrication du <i>Lben</i>	7
5	Diagramme simplifié de la fabrication contrôlée du fromage <i>Bouhezza</i>	8
6	Diagramme de fabrication de fromage <i>Bouhezza</i>	17
7	A-Barattage manuel du <i>Rayeb</i> ; B- Séparation de beurre	18
8	Analyses physico-chimiques du lait de vache, chèvre et brebis, collecté dans les régions de Guelma, Souk Ahras et Djelfa	26
9	Analyse de rendement fromager (fabriqué à partir du lait de vache, de chèvre et de brebis, collecté dans les régions de Guelma, Souk Ahras et Djelfa)	28
10	Analyses sensorielles du fromage <i>Bouhezza</i> produit à partir du lait de vache, chèvre et brebis, collecté dans les régions de Guelma, Souk Ahras et Djelfa pour deux attributs (Appréciation globale et Goût)	33
11	Analyses sensorielles du fromage <i>Bouhezza</i> produit à partir du lait de vache, chèvre et brebis, collecté dans les régions de Guelma, Souk Ahras et Djelfa pour deux attributs (Texture et Odeur)	34
12	Analyses sensorielles du fromage <i>Bouhezza</i> produit à partir du lait de vache, chèvre et brebis, collecté dans les régions de Guelma, Souk Ahras et Djelfa pour l'attribut (Couleur)	35

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
1	Composition moyenne en % du lait de vache, femme, brebis et chèvre	1
2	Description des échantillons de lait collecté et utiliser pour la fabrication du fromage <i>Bouhezza</i>	11
3	Caractéristiques bactériologiques du lait	27
4	Équation de prédiction de rendement fromager par espèce	30
5	Épreuve de notation hédonique, pour le fromage <i>Bouhezza</i> (avec 5 descripteurs)	32

Sommaire

Introduction	I
I- Rappels bibliographiques	
I.1. Le lait	1
I.1.1. Définition du lait	1
I.1.2. La composition du lait	1
I.1.3. Valeur alimentaire du lait	1
I.2. Principes de fromagerie	2
I.2.1. Définition du fromage	2
I.2.2. Technologie des fromages	3
I.2.3. Fromage traditionnel Algérien	4
I.2.3.1. Fromage traditionnel Algérien <i>Bouhezza</i>	5
I.2.3.2. <i>Chekoua</i> du fromage <i>Bouhezza</i>	5
I.2.3.3. <i>Lben</i>	6
I.2.3.4. Fabrication du <i>Bouhezza</i>	7
II- Matériels et Méthodes	
II.1. Région d'étude et plan d'échantillonnage	10
II.2. Caractérisation physico-chimique du lait cru	12
II.2.1. Potentiel Hydrogène (pH)	12
II.2.2. Dosage de la matière grasse, le lactose, l'extrait sec total	12
II.3. Caractérisation bactériologique du lait cru	12
II.3.1. Prélèvement du lait	12
II.3.2. Milieux de culture utilisés	12
II.3.3. Dénombrement des coliformes totaux et coliformes fécaux	13
II.3.4. Dénombrement des germes aérobies mésophiles	14
II.3.5. Identification de <i>clostridium</i> sulfito-réducteur	14
II.3.6. Dénombrement des <i>staphylocoques</i> présumés pathogènes	15
II.3.7. Dénombrement des <i>salmonelles</i>	15
II.4. Fabrication du fromage <i>Bouhezza</i>	16
II.5. Évaluation sensorielle du fromage	18
II.5.1. Choix de test : épreuve hédonique	18
II.6. Plan statistique	19

III- Résultats et Discussion

III.1. Évaluation de la qualité du lait cru pour les trois espèces	22
III.1.1. Évaluation Caractéristiques physico-chimiques	22
III.1.2. Caractéristiques bactériologiques	24
III.2. Rendement fromager	28
III.3. Analyses sensorielles du fromage « <i>Bouhezza</i> »	30
Conclusion	36
Références bibliographiques	37
Annexes	41

Introduction

Les produits traditionnels contribuent à garder l'identité nationale d'un peuple. Nous rencontrons des recettes traditionnelles transmises de génération à génération, en défiant le temps et l'espace. Parmi ces produits les fromages traditionnels sont devenus l'image de leur pays ou village d'origine, à titre d'exemple le roquefort et le camembert et tous les fromages d'Appellation d'Origine Contrôlée (AOC).

En Algérie, les fromages traditionnels sont peu nombreux, non entièrement recensés et aussi peu étudiés ; environ dix types de fromages sont connus dans les différentes régions du pays (**Aissaoui Zitoun et al., 2011**). Parmi ces fromages, on rencontre *bouhezza*, *mechouna* et *madghissa*, dans la région des *Chaouia*, *takammérite* et *aoules* dans le sud, *Igounanes* dans la région du Kabylie. Malheureusement plusieurs d'entre ces fromages sont en voie de disparition, pour différentes raisons dont l'indisponibilité fourragère, l'exode rurale et le changement des habitudes alimentaires. Nous ignorons le devenir de ces produits, mais il convient de faire tout ce qui est possible pour les connaître, maintenir leur existence et encourager leur fabrication. Ces fromages représentent un bien culturel avant d'être une ressource économique, qui doit être bien caractérisée et protégée (**Saoudi, 2012**).

Le fromage *Bouhezza* est connu depuis longtemps dans la région des *Chaouia* à l'est Algérien, une région qui regroupe principalement les Wilaya d'Oum El Bouaghi, Batna, Khenchla et Tébessa. Il est fabriqué à partir de laits de chèvre, de brebis, de vache ou de mélange (**Saoudi, 2012**). La fabrication de *Bouhezza* présente la particularité d'impliquer coagulation, égouttage, salage et affinage simultanément. Par ailleurs, les différentes étapes nécessaires à la fabrication ont lieu dans une outre confectionnée à partir de peau d'animaux, appelée « *Djeld* » ou « *Djeld Bouhezza* » ou « *Chekoua* » qui sert, à première vue de contenant et de média de filtrant pour l'égouttage (**Aissaoui Zitoun, 2014**).

L'objectif de cette étude vise à analyser le lait collecté dans quatre régions au niveau national (Guelma, Souk Ahrass Tébessa et Djelfa) de trois espèces (vache, chèvre et brebis) et utilisé dans la fabrication de fromage *Bouhezza*, et puis comparer le rendement fromager après la fabrication de *Bouhezza*.

Enfin, l'analyse sensorielle permet d'évaluer la qualité organoleptique du fromage.

I -Rappels bibliographiques

I.1. Le lait

I.1.1. Définition du lait

Le lait destiné à la consommation humaine a été défini en 1909 par le Congrès International de la répression des fraudes par la formule suivante : « le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non-surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum ».

Selon **Aboutayeb (2009)**, le lait est un liquide blanc, opaque, de saveur légèrement sucrée, constituant un aliment complet et équilibré, sécrété par les glandes mammaires de la femme et par celles des mammifères femelles pour la nutrition des jeunes.

I.1.2. La composition du lait

Le constituant principal du lait est l'eau avec, au moyenne, 902 g/L tandis que la matière sèche ne représente que 130 g/L (**Majdi, 2008**).

Le lait à une composition complexe, on retrouve principalement (**Dieng, 2001**) :

- ✚ *Les lipides (triglycérides)*
- ✚ *Les protéines (caséines, albumines, globulines)*
- ✚ *Les glucides, essentiellement le lactose*
- ✚ *Les sels (sels d'acide phosphorique, sels d'acide chlorhydrique, etc.)*

Tableau 1. Composition moyenne en % du lait de vache, femme, brebis et chèvre (**Jensen, 1995**).

Composants	Vache	Femme	Brebis	Chèvre
Protéines	3.4	1.0	2.9	5.5
Caséines	2.8	0.4	2.5	4.6
Lipides	3.7	3.8	4.5	7.4
Lactose	4.6	7.0	4.1	4.8
Minéraux	0.7	0.2	0.8	1.0

I.1.3. Valeur alimentaire du lait

Selon **Kont, 1999**, le lait est un aliment de très grande valeur. Ces connaissances seront confirmées par le développement de la chimie et de la nutrition. Parmi les nombreuses vitamines que contient le lait, trois méritent une attention particulière :

- ✚ La vitamine A (*croissance, protection de la peau et des muqueuses*),
- ✚ La vitamine D (*anti rachitique, meilleure fixation du calcium*),
- ✚ La vitamine B2 (*utilisation des glucides, protides, lipides*).

I.2. Principes de fromagerie

I.2.1. Définition de fromage

Dans la conception traditionnelle, le fromage est le résultats de la coagulation du lait par un ensemble d'enzymes coagulantes, connu sous le nom de présure, suivi de l'élimination partielle du lactosérum (l'égouttage), ce qui laisse subsister un caillé, lequel est à l'origine du fromage (**Eck et Gillis, 1997**).

Selon le *Codex alimentarius*, (**norme FAO/OMS A6**), le fromage est le produit affiné ou non affiné, de consistance molle ou semi-dure, dure ou extra-dure qui peut être enrobé et dans lequel le rapport protéines de lactosérum/caséine ne dépasse pas celui du lait, et qui est obtenu:

✚ par coagulation complète ou partielle des protéines du lait, du lait écrémé, du lait partiellement écrémé, de la crème, de la crème de lactosérum ou du babeurre, seuls ou en combinaison, grâce à l'action de la présure ou d'autres agents coagulants appropriés et par égouttage partiel du lactosérum résultant de cette coagulation, tout en respectant le principe selon lequel la fabrication du fromage entraîne la concentration des protéines du lait (notamment de la caséine), la teneur en protéines du fromage étant par conséquent nettement plus élevée que la teneur en protéines du mélange des matières premières ci dessus qui a servi à la fabrication du fromage et/ou

✚ par l'emploi de techniques de fabrication entraînant la coagulation des protéines du lait et/ou des produits provenant du lait, de façon à obtenir un produit fini ayant des caractéristiques spécifiques physiques, chimiques et organoleptiques.

Le fromage affiné est un fromage qui n'est pas prêt à la consommation peu après sa fabrication, mais qui doit être maintenu pendant un certain temps à la température et dans les conditions nécessaires pour que s'opèrent les changements biochimiques et physiques caractéristiques du fromage. Le fromage affiné aux moisissures est un fromage affiné où l'affinage est provoqué essentiellement par la prolifération de moisissures caractéristiques, dans la masse et/ou sur la surface du fromage. Le fromage non affiné dont le fromage frais est un fromage qui est prêt à la consommation peu de temps après sa fabrication.

I.2.2. Technologie des fromages

Selon **Brule *et al.* (1997)**, la transformation du lait en fromage comporte en général trois étapes :

✚ La coagulation : correspond à des modifications physicochimiques des micelles de caséines sous l'action d'enzymes protéolytiques et (ou) d'acide lactique, elles entraînent la formation d'un réseau protéique tridimensionnel appelé coagulum ou gel. La coagulation peut être réalisée soit par :

❖ *acidification* : qui peut conduire suivant les conditions, soit à un précipité de caséine, soit à la formation d'un gel. Si l'acidification est rapide, par adition d'un acide minéral ou organique, il ya floculation des caséines a pH 4,6 sous la forme d'un précipité plus ou moins granuleux dispersé dans le lactosérum. Par contre, une acidification progressive, obtenue soit par fermentation lactique, soit par hydrolyse de la gluconolactone, conduit à la fermentation d'un gel lisse homogène qui occupe entièrement le volume initial du lait.

❖ *action des enzymes* : un grand nombre d'enzymes protéolytiques d'origine animale, végétale ou microbienne, ont la propriété de coaguler le complexe caséinique. La présure, mélange de chymosine et de pepsine, secrétée dans la caillette des jeunes ruminants nourris au lait, est l'enzyme coagulante la mieux connue et son mécanisme d'action est bien établi.

✚ L'égouttage : se traduit macroscopiquement par une élimination progressive de lactosérum qui s'accompagne d'une rétraction et d'un durcissement corrélatif du gel (**Ramet, 1985**). Malgré son apparente simplicité, l'égouttage est un phénomène complexe dont les mécanismes sont encore peu connus. Il est admis généralement que le phénomène dans sa globalité résulte à la fois d'un processus actif appelé synérèse et de l'aptitude du gel à évacuer le lactosérum occlus. L'égouttage n'est pas une simple déshydratation, la plus grande partie des éléments solubles du lait (lactose, sels minéraux) et quelques fractions insolubles mineures (azote, matière grasse) sont en effet expulsées du gel conjointement à l'eau (**Ramet et Scher, 1997**).

Dans la plupart des fabrications, entre la 2^{ème} et la 3^{ème} étape, se situe l'opération de salage qui représente à la fois un complément d'égouttage et un facteur important de la maîtrise de l'affinage par action sur l'activité de l'eau (**Hardy, 1997**).

✚ L'affinage : se caractérise par des transformations biochimiques des constituants du caillé sous l'action des enzymes, pour la plupart d'origine microbienne (Eck et Gillis, 1997). Selon Choisy *et al.* (1997), le processus d'affinage correspond à une phase de digestion de composants du caillé. La coagulation et l'égouttage ont assuré la préparation d'un substrat, essentiellement constitué de caséines, de matière grasse et de lactose, en partie converti en lactate. Ce substrat est peuplé des micro-organismes et, au cours de l'affinage, ses constituants seront transformés sous l'action d'enzymes présentes à l'origine dans le caillé ou élaborées au cours même de l'affinage par synthèse microbiennes.

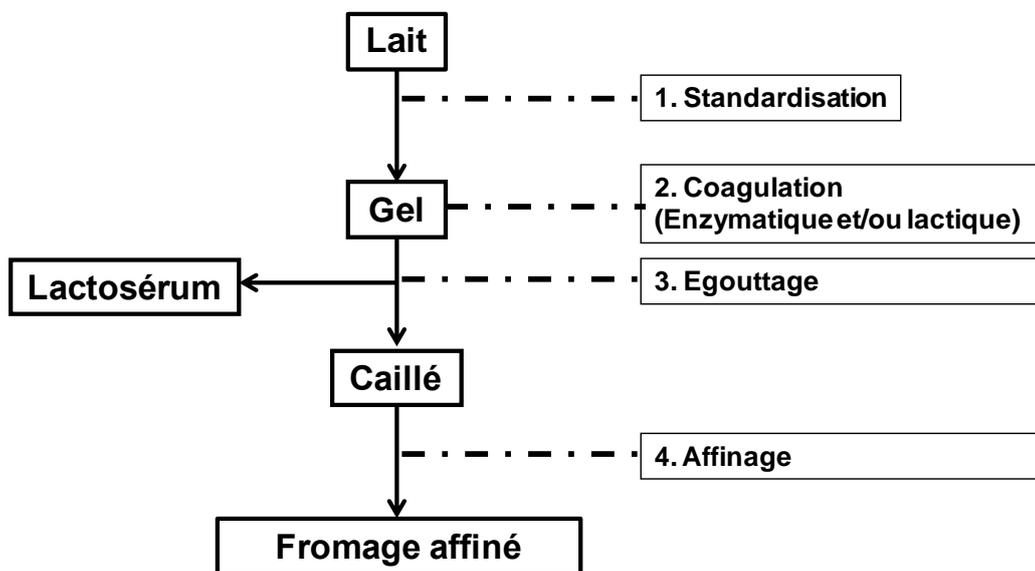


Figure 1. Bases de la fromagerie.

I.2.3. Fromage traditionnel Algérien

L'Algérie a une tradition bien établie sur les produits laitiers, transmise d'une génération à une autre, qui a un aspect important de la culture Algérienne. Le lait abondant durant certains moments de l'année, est facilement périssable et difficile à conserver, surtout dans les zones à climat très chaud. Dans n'importe quelle culture, il a été toujours traité pour augmenter la durabilité et la valeur nutritive pour une consommation domestique et au même temps de permettre la commercialisation du surplus (Bencharif, 2001).

Ces produits sont partie intégrante de l'héritage Algérien, et ont une grande importance, culturelle, médicinale et économique, ils ont été développés sur une longue période avec les compétences culinaires de femmes. En plus de la conservation des solides du lait pour plus longtemps à température ambiante, la fabrication de produits laitiers

traditionnels améliore la valeur alimentaire du lait. Les produits laitiers traditionnels Algériens importants qui ont la signification commerciale sont *Lben*, *Klila*, *Bouhezza* et *Jben*, (Lahssaoui, 2009).

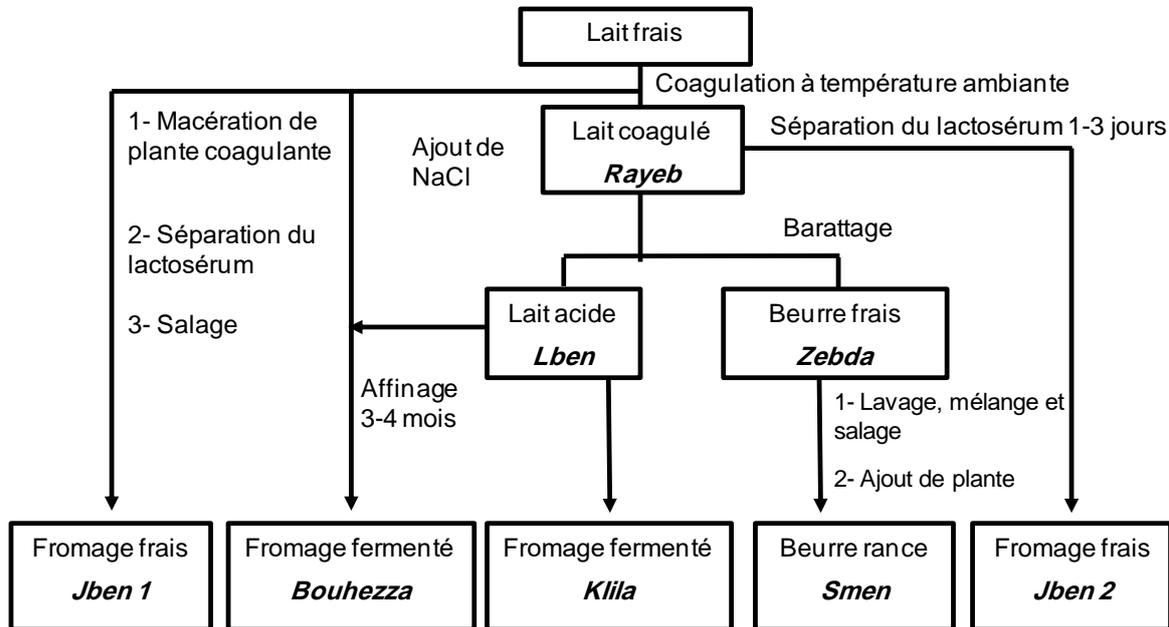


Figure 2. Méthodes de fabrication des principales préparations lactières traditionnelles en Algérie (Lahssaoui, 2009).

I.2.3.1. Fromage traditionnel Algérien « *Bouhezza* »

Bouhezza est un fromage traditionnel Algérien (Marino *et al.*, 2012) fabriqué et consommé de puis l'antiquité par les populations *Chaouia*, qui vivent dans la région d'Aurès (Nord Est d'Algérie) (Aissaoui Zitoun *et al.*, 2011; Aissaoui Zitoun *et al.*, 2012).

Bouhezza est caractérisé comme fromage fermier fermenté, à égouttage spontanée (Lahsaoui, 2009), préparé à l'origine avec du lait cru de vache, chèvre, brebis ou de leur mélange (Belbeldi, 2013), il est très répandu dans l'est Algérien plus précisément dans les régions de Oum Bouaghi, Khenchela, et dans certains régions de Batna (Lahsaoui., 2009).

La fabrication de *Bouhezza* est caractérisée essentiellement par la préparation de la *Chekoua*, et du *Lben* (Belbeldi, 2013).

I.2.3.2. *Chekoua* du fromage *Bouhezza*

La fabrication du fromage nécessite la confection de la peau d'animaux sous forme de *Chekoua* (Aissaoui Zitoun, 2014), la plus utilisée est celle de la chèvre (Belbeldi, 2013). Elle se présente comme un sac souple et humide, ayant la couleur de la peau de l'animal et se caractérise par une certaine perméabilité. En effet, elle joue à la fois le rôle

d'un séparateur de phase, c'est à travers les perforations naturelles de la peau que le lactosérum est exsudé et d'un contenant de la masse fromagère qui s'accumule au cours du temps (Aissaoui Zitoun, 2014).

Avant utilisation, la peau de chèvre nécessite un traitement approprié. Elle est laissée se putréfier à température ambiante environ 2 à 7 jours pour faciliter l'arrachage des poils ou de la laine. Après lavage avec l'eau, la peau est traitée principalement avec le sel et le genièvre avec possibilité d'incorporer aussi d'autres produits (tanins, romarin, semoule, orge) (Senoussi, 2013).

Ensuite, la peau est laissée au repos pendant presque une ou deux semaines pour éliminer l'odeur de putréfaction et la rendre plus solide. Après cette étape la peau doit être retournée, coté poils à l'intérieur et coté chair à l'extérieur, puis elle sera nouée et ficelée pour lui donner la forme de *Chekoua* (Saoudi, 2012).



Deux peau entières récupérées juste après abattage



Putréfaction durant 5 jours à température ambiante



Dépilage manuel, Lavage et rinçage à l'eau
Enduction des deux faces de chaque peau avec du sel et du genièvre moulu pendant une semaine



Retournement de la peau, découpe de chaque peau en deux morceaux similaires



Nouaison, couture de deux sacs par peau (4 sacs, petites chekouates)

Figure 3. Schéma représentatif des différentes étapes de préparation de la peau de chèvre (Senoussi, 2013).

I.2.3.3. *Lben*

Selon El Marnissi *et al.* (2013), le *Lben* est un lait fermenté écrémé traditionnel. Sa préparation débute par la coagulation en *Rayeb* (pendant 24h à 72 h selon la saison), le

Rayeb peut être consommé tel qu'il est ou subir un barattage et un écrémage dans une peau de chèvre ou de brebis *Chekoua*. L'écrémage est réalisé généralement le matin; le *Chekoua* est remplie à moitié de *Rayeb* Puis tendue par gonflement. Ensuite, la *Chekoua* est bien nouée et secouée vigoureusement durant une demi-heure. La formation des globules gras (beurre) est jugée par le changement du son qui se produit à l'intérieur de la *Chekoua*, pour aider l'agglomération des particules du beurre, l'eau est habituellement ajouté, chaude ou froide en fonction de la température du lait. Le beurre frais est retiré manuellement en une seule motte appelé *Zebda beldia* ou *Semnah* dans autres pays le petit lait restant selon ce procédés est appelle **LBEN** (**Benkerroum et Tamime, 2004**).

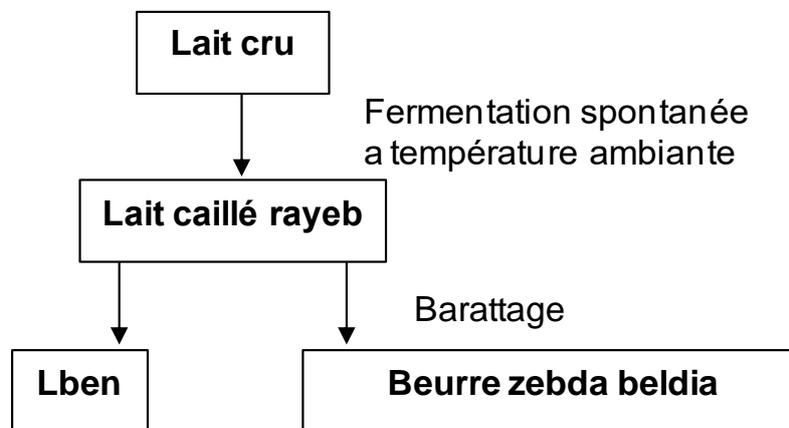


Figure 4. Schéma de fabrication du Lben (**Benkerroum et Tamime, 2004**).

I.2.3.4. Fabrication du Bouhezza

Essentiellement, la fabrication du fromage *Bouhezza* s'étale sur plusieurs mois dès le début du printemps (**Aissaoui Zitoun, 2014**) il débute de mars à juin (**Saoudi, 2012**). L'utilisation du lait de brebis est plus répandue dans les Wilaya de Batna et Khenchela. A nos jours, c'est le lait de vache qui est le plus utilisé car c'est le plus disponible (**Aissaoui Zitoun et al., 2011**).

La préparation du fromage se fait par l'introduction d'une quantité initiale de lait fermenté spontanément, baratté et écrémé et désigné par *Lben*. Cette quantité est complétée durant toute la période de fabrication par des ajouts successifs de *Lben* et/ou de lait cru (**Saoudi, 2012**). Le salage est réalisé dans le *Lben* avant son ajout dans la *Chekoua* à raison de 25 g/L. Une fois le *Lben* ou le lait est ajouté, le col de la *Chekoua* est noué puis une bonne homogénéisation de son contenu est réalisée par un léger pétrissage (**Aissaoui Zitoun et al., 2012**), puis la *Chekoua* est suspendue dans un endroit aéré, et à l'ombre et

bien entretenue au cours de la fabrication par des lavages réguliers à l'aide de l'eau avec raclage de sa surface externe (Aissaoui Zitoun et al., 2011).

Une fois le fromage est affiné un ajout de lait cru est réalisé pour ajuster l'acidité et la salinité du fromage. A la fin, le fromage est épicé avec la poudre de piment rouge piquant qui est mélangée avec une quantité du lait cru lors du dernier ajout et bien homogénéisé. L'addition de H'rissa, poivron noir, vinaigre, et colorants (généralement le rouge) est aussi possible (Aissaoui Zitoun, 2014).

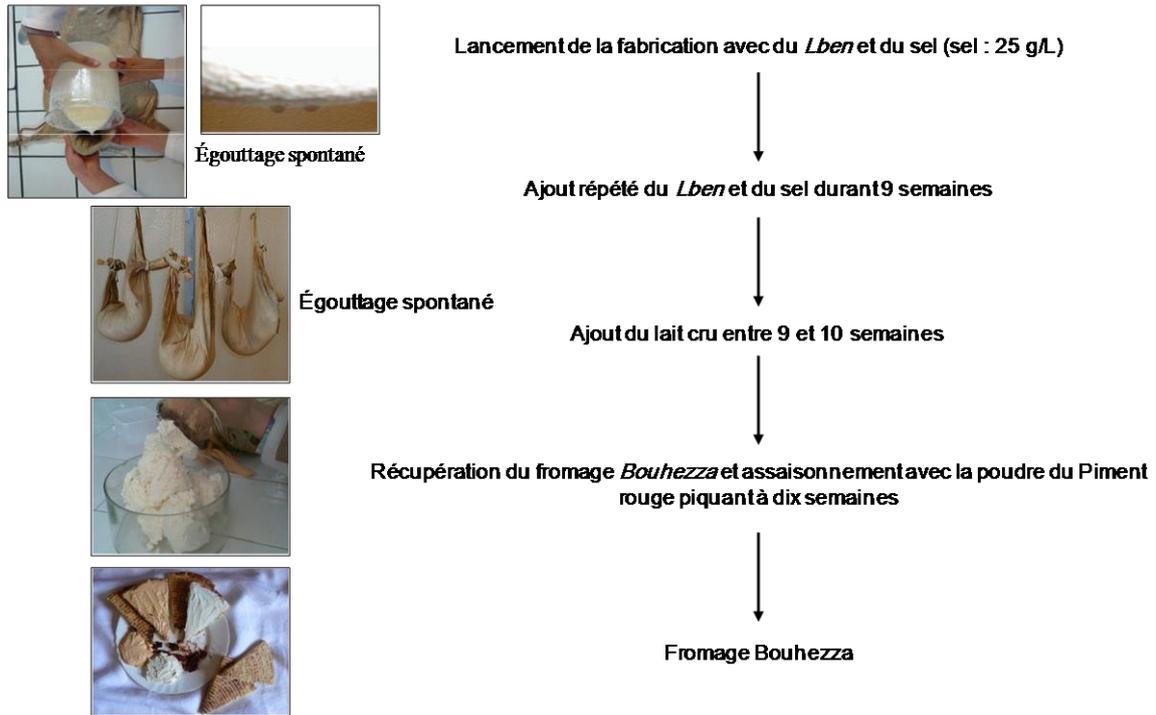


Figure 5. Diagramme simplifié de la fabrication contrôlée du fromage Bouhezza (Aissaoui Zitoun, 2014).

II - Matériel et méthodes

II-1 Région d'étude et plan d'échantillonnage

Pour réaliser cette étude nous avons utilisé 27 échantillons de lait cru de trois espèces (vache chèvre et brebis). Une description détaillée des échantillons ainsi que de leurs sites d'échantillonnages sont donnés par **le tableau 2**.

Chaque semaine, à partir du mois de Février 2017 jusqu'au mois de Avril 2017, et lors de chaque traite du matin, une quantité de 1,5-2 L est récupérée dans des flacons en verre préalablement autoclavés à une température de 121 °C sous une pression de 1 bar, pendant 15 min.

Les flacons sont remplis, en respectant les Bonnes Pratiques du Laboratoire (BPL), et les règles d'asepsie (désinfection des mains). Puis les flacons sont transportés au laboratoire de Biochimie de l'Université 8 Mai 1945-Guelma, dans une glacière.

Le volume de chaque échantillon est dispatché dans des flacons de 15-20 mL. Ces flacons sont utilisés pour des analyses :

- ✚ Microbiologiques (flore banale et flore pathogène) au niveau du laboratoire de microbiologie de l'Université de Guelma.
- ✚ Physicochimiques (densité, acidité, extrait sec totale,) au niveau du laboratoire central des laiteries (Laiterie SAFIA pour le lait de vache et la laiterie Beni Foughel pour le lait de brebis et ce celui de la chèvre).

Les essais de fabrication du fromage traditionnel *Bouhezza* ont été réalisés d'une manière artisanale pour les trois types de lait (brebis, chèvre et vache).

Tableau 2. Description des échantillons de lait collecté et utiliser pour la fabrication du fromage Bouhezza :

Espèce	N	Quantité (mL)		Coordonnées
Vache	1	1500	Commune de Sedrata, wilaya de Souk Ahras	36° 07' 42" Nord, 7° 31' 53" Est
	2	2000	Commune de Sedrata, wilaya de Souk Ahras	36° 07' 42" Nord, 7° 31' 53" Est
	3	1500	Commune de Sedrata, wilaya de Souk Ahras	36° 07' 42" Nord, 7° 31' 53" Est
	4	2000	Commune de Sedrata, wilaya de Souk Ahras	36° 07' 42" Nord, 7° 31' 53" Est
	5	1750	Commune de Guelma, wilaya de Guelma	36° 28' 00" Nord, 7° 26' 00" Est
	6	1500	Commune de Guelma, wilaya de Guelma	36° 28' 00" Nord, 7° 26' 00" Est
	7	1800	Commune de Sedrata, wilaya de Souk Ahras	36° 07' 42" Nord, 7° 31' 53" Est
	8	1500	Commune de Sedrata, wilaya de Souk Ahras	36° 07' 42" Nord, 7° 31' 53" Est
	9	1500	Commune de Sedrata, wilaya de Souk Ahras	36° 07' 42" Nord, 7° 31' 53" Est
Chèvre	1	1500	Ben Djerrah, wilaya de Guelma	36° 25' 56" Nord, 7° 22' 07" Est
	2	1500	Ben Djerrah, wilaya de Guelma	36° 25' 56" Nord, 7° 22' 07" Est
	3	2000	Ben Djerrah, wilaya de Guelma	36° 25' 56" Nord, 7° 22' 07" Est
	4	1750	Ben Djerrah, wilaya de Guelma	36° 25' 56" Nord, 7° 22' 07" Est
	5	1750	Ben Djerrah, wilaya de Guelma	36° 25' 56" Nord, 7° 22' 07" Est
	6	1500	Commune de Guelma, wilaya de Guelma	36° 28' 00" Nord, 7° 26' 00" Est
	7	2000	Commune de Guelma, wilaya de Guelma	36° 28' 00" Nord, 7° 26' 00" Est
	8	1500	Commune d'Ain Makhloof, wilaya de Guelma	36° 14' 36" Nord, 7° 15' 03" Est
	9	1500	Commune d'Ain Makhloof, wilaya de Guelma	36° 14' 36" Nord, 7° 15' 03" Est
Brebis	1	1500	Commune de Djelfa, wilaya de Djelfa	34° 40' 00" Nord, 3° 15' 00" Est
	2	1500	Commune de Djelfa, wilaya de Djelfa	34° 40' 00" Nord, 3° 15' 00" Est
	3	2000	Commune de Djelfa, wilaya de Djelfa	34° 40' 00" Nord, 3° 15' 00" Est
	4	1500	Commune de Tébessa, wilaya de Tébessa	35° 24' 19" Nord, 8° 06' 59" Est
	5	1750	Commune de Tébessa, wilaya de Tébessa	35° 24' 19" Nord, 8° 06' 59" Est
	6	1500	Commune de Tébessa, wilaya de Tébessa	35° 24' 19" Nord, 8° 06' 59" Est
	7	1500	Commune de Guelma, wilaya de Guelma	36° 28' 00" Nord, 7° 26' 00" Est
	8	2000	Commune de Sedrata, wilaya de Souk Ahras	36° 07' 42" Nord, 7° 31' 53" Est
	9	1500	Commune de Sedrata, wilaya de Souk Ahras	36° 07' 42" Nord, 7° 31' 53" Est

II-2 Caractérisation physico-chimique du lait cru

Les analyses physico-chimiques et bactériologiques sont réalisées selon les méthodes publiées dans le Journal Officiel de la République Algérienne (**JORA, 1998**).

II-2-1 Potentiel hydrogène (pH)

La mesure est réalisée à l'aide d'un pH mètre type HANNA pH 211. Après réglage de la température affichée sur le pH mètre, une électrode de mesure est introduite dans un bécher contenant une prise d'essai de quelques millilitres de lait pour qu'enfin, le pH soit directement lu sur le cadran de l'appareil.

II-2-2 Dosage de la matière grasse, le lactose, l'extrait sec total et des protéines

Le dosage des différents paramètres physicochimiques a été réalisé à l'aide d'un *Lactoscan* (MCC50) au niveau du laboratoire de la laiterie *Beni Foughal* (wilaya de Guelma) pour le lait de brebis et celui de chèvre ou au niveau du laboratoire de la laiterie *Safia* (wilaya de Guelma) pour le lait de vache.

Le *Lactoscan* est utilisé pour mesurer : la matière grasse, les protéines, le lactose, les minéraux, le point de congélation, l'eau ajoutée, l'extrait sec, la conductivité, la densité et la température du lait.

II-3 Caractérisation bactériologique du lait cru

II-3-1 Prélèvement du lait

Pour chaque espèce (vache, chèvre et brebis) 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 qu'elle soit effectuée dans de bonnes conditions d'hygiène.

II-3-2 Milieux de culture utilisés

Suivant les techniques employées et selon les souches à identifier, ci dessous les milieux de culture utilisés :

- *Le bouillon lactosé au pourpre de bromocresol (BCP)*
 - le dénombrement des coliformes totaux.
 - l'inhibition des microorganismes à Gram positive, elle est essentiellement due à l'action du Desoxycholate de sodium ou les citrates de sodium.

- la différenciation des entérobactéries, qui est fondée sur la capacité de ces germes à fermenter le lactose.

- ***Gélose à l'extrait de levure (Plate Count Agar PCA)***

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

- ***Gélose glucosé viande-foie***

Il est utilisé pour le dénombrement des spores de clostridium sulfito-réducteur, car :

- la peptone et le glucose (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 confirmée 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.

II-3-3 Dénombrement des coliformes totaux et coliformes fécaux

- **Ensemencement**

Il est réalisé en deux boîtes de pétri, chaque une est ensemencée par 1 mL de lactosérum dilué à 10^{-1} et l'autre à 10^{-2} , 13 mL de gélose désoxycholate préalablement

refroidi et maintenue à 44 °C est ajoutée, puis homogénéiser parfaitement le contenu jusqu'à la solidification.

- **Incubation**

Pour les coliformes totaux les boîtes sont incubées à 30 °C pendant 24 h.

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

II-3-4 Dénombrement des germes aérobies mésophiles

- **Ensemencement**

Il est réalisé sur deux boîtes de pétri chaque une estensemencée par 1 mL de lait dilué l'une à 10^{-3} et l'autre à 10^{-4} ensuite on ajoute 13 mL de gélose à l'extrait de levure [Plate Count Agar (PCA)] préalablement refroidie et maintenue à 44 °C, puis homogénéiser le contenu (faire des mouvements circulaires en dessinant des 8 sur la paillasse), et enfin, laisser solidifier la culture.

- **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.

II-3-5 Identification de *Clostridium* sulfito-réducteur

- **Ensemencement**

Dans un tube contenant 5 mL de lait préalablement pasteurisé au 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 20 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, enfin, une quantité de 2 mL de paraffine est ajoutée pour créer l'anaérobiose de la culture.

- **Incubation**

Le tube est incubé à 37 °C pendant 48 h.

- **Lecture**

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

II-3-6 Dénombrement des *staphylocoques* présumés pathogène

- **Ensemencement**

Une quantité de 19 mL de Giolitti / Contoni (milieu pour l'analyse des produits laitiers) et 10 gouttes de solution stérile de tellurite de potassium (K_2O_3Te) à 1% dans 25 tubes stériles, puis 1 mL de lait est inoculé après ensemencement et homogénéisation.

Une quantité de paraffine (2 à 3 cm de hauteur) est versée dans chaque tube pour créer l'anaérobiose de la culture.

- **Incubation**

Les tubes sont incubés 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.

II-3-7 Dénombrement des *salmonelles*

- **Ensemencement**

Un pré-enrichissement sur milieu SFB est effectué où, une quantité de 1 mL de lait (2 gouttes) à analyser est introduite dans 10 mL de bouillon SFB pour deux heures de temps.

Un ensemencement en surface d'un milieu gélosé *salmonella shigella* (SS) est réalisé, coulé dans une boîte de pétri.

- **Incubation**

Les tubes sont incubés à 37 °C pendant 24 h. ensuite, l'isolement sur milieu gélose pour (gélose SS) est effectué où une colonie est prélevée puis ensemencée en stries sur la surface de la gélose SS.

- **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.

II-4 Fabrication du fromage *Bouhezza*

Le fromage *Bouhezza* est fabriqué avec le lait de vache, de chèvre, et de brebis sa fabrication dure 8 jours. Le salage est fait dans le *Lben*. La quantité ajoutée est de moyenne 1 cuillère à soupe/L. La *Chekoua (BETANA)*, dans laquelle le *Lben* est introduit (une quantité de 3,6 à 3,8 L) est suspendue dans un endroit aéré et à l'ombre.

Une fois le fromage est affiné on ajout le lait cru (100 mL/4 L) pour ajuster l'acidité et la salinité du produit fini.

A la fin, le fromage est épicé avec un broyat de piment rouge nommé *Kalb el serdouk* finement moulu.

Puis conserver dans des bocaux en poterie/verre ou récipients alimentaire durant une période plus au moins longue (quelques semaines) à une température qui varie entre 4 °C et 8 °C.

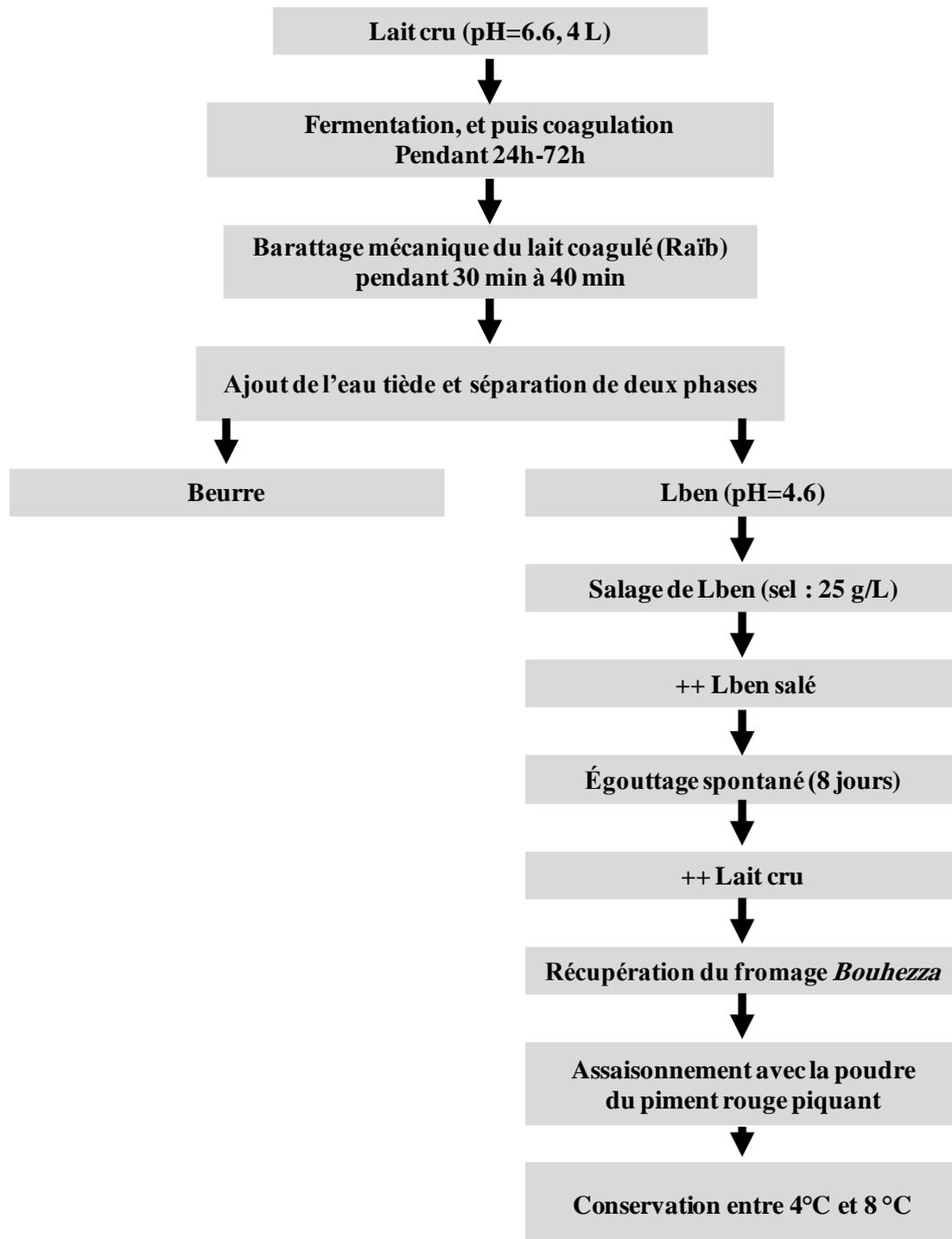


Figure 6. Diagramme de fabrication de fromage *Bouhezza*.

Durant cette étude, trois séries de fabrication de fromage *Bouhezza* ont été réalisés pour chaque type de lait :

- série 1 : fromage neutre,
- Série 2 : fromage moyennement piquant,
- Série 3 : fromage fortement piquant.

Lors de différents essais de fabrication nous avons vérifié les paramètres suivants :

✚ Durée de fermentation

Le lait cru est abandonné à lui-même, à température ambiante, jusqu'à sa coagulation spontanée. Celle-ci demande de 24 à 72 heures suivant la température et la saison. Ce lait caillé par fermentation naturelle est nommé *Rayeb* (ou raïb).

✚ Durée de barattage

C'est le temps nécessaire pour la fabrication du *Lben*, où le *Rayeb* doit être baratté pendant 30 à 40 min. L'addition de l'eau tiède (environ 10% (v/v)) permet de ramener la température au niveau adéquat pour rassembler les grains de beurre. Après extraction partielle du beurre traditionnel (*Zebda Beldia*), on obtient un liquide épais, le babeurre nommé *Lben*.



Figure 7. A- Barattage manuel du *Rayeb* ; B- Séparation de beurre

✚ Rendements en dérivés laitiers lactosérum beurre et fromage *Bouhezza* :

Après chaque série de fabrication, la quantité de lactosérum, beurre et fromage est mesurée afin de pouvoir calculer le rendement.

$$\text{Rendement réel de fromage (beurre ou lactosérum)} = \frac{\text{Le poids de fromage obtenu (kg)}}{\text{volume de lait (L)}} \times 100 \text{ (en kg/100 L)}$$

II-5 Évaluation sensorielle du fromage

II-5-1 Choix de test : épreuve hédonique

L'épreuve hédonique a été choisie pour pouvoir cerner les préférences des consommateurs finaux de produit. C'est un test simple à mettre en place et relativement peu coûteux, ce test « consommateurs » permet également de connaître le degré d'appréciation du fromage par les utilisateurs finaux.

○ *Choix du panel de dégustateurs*

Le test a été réalisé selon la procédure de **Seczyk et al., (2016)** ; où un panel a été randomisé et constitué de 20 personnes : 91% sont âgées moins de 30 ans et 9% entre 30 à 45 ans, de deux sexes (hommes et femmes), étudiants ou enseignants-chercheurs de l'université 8 Mai 1945 de Guelma.

L'épreuve de notation hédonique consiste à demander aux sujets d'évaluer leur appréciation du fromage sur une échelle de 1 (je déteste) à 9 (j'adore) pour 5 descripteurs spécifiques (appréciation globale, goût, texture, odeur et couleur).

L'appréciation globale est demandée en début de questionnaire pour se rapprocher au maximum des conditions réelles d'achat et éviter que le consommateur ne décompose les sensations. Des informations supplémentaires concernant le sexe, l'âge et la fréquence de consommation des fromages sont également demandées pour permettre la caractérisation de l'échantillon de population interrogée.

Le fromage est jugé acceptable (d'un point de vu hédonique) si au moins 50% de nos participants donnent un score supérieur ou égal à 6 (aime légèrement) (**Larissa Fernanda et al., 2012; Silva et al., 2011**).

Avant le début de test, tous les participants ont répondu à des questions par rapport à des éventuelles allergies alimentaires possibles aux composants du fromage (protéines de lait). Ensuite, le fromage (50 g) qui a été fraîchement préparé et placé dans des assiettes en plastique et présenté au panéliste pour la dégustation. Les participants ont ensuite répondu à des questionnaires (**Seczyk et al., 2016**).

Les questionnaires dûment remplis par les dégustateurs ont été retirées à la fin de l'évaluation et les données ont été organisées puis traitées.

II-6 Plan statistique

Les résultats de l'analyse physicochimique, ainsi que les résultats du rendement fromager sont exprimés sous forme des moyennes \pm SD (*Standard Deviation* = Ecart type). Les différences entre les différents paramètres font l'objet d'une analyse de variance (ANOVA) suivi d'une comparaison des moyennes (test de Dunnett ou test de Tukey) quand les conditions de normalité et d'homogénéité des variances sont respectées (test de Kolmogorov-Smirnov), et le cas échéant d'une analyse de variance non paramétrique (Kruskal-Wallis).

Une corrélation de Spearman entre les paramètres physicochimiques (taux protéique, butyreux et lactose) d'une part, et le rendement fromager (poids de fromage *Bouhezza* et le rendement proprement dit en "Kg/100 L de lait") de l'autre part a été réalisé dont le but de quantifier la liaison entre les paramètres étudiés de manière à mettre en évidence le sens de liaison et son intensité. Des régressions linéaires multiples sont effectuées pour expliquer les variations de rendement fromager (une équation par espèce). Elles prennent en compte successivement les teneurs en protéines en matière grasse et la teneur en lactose pour prédire le rendement en fonction de ces paramètres.

Pour les tests sensoriels, les résultats sont exprimés sous forme des moyennes \pm SEM (*Standard Error Mean*). L'analyse statistique des données a été analysée sur la base d'une analyse de variance (ANOVA) à deux facteurs "*note hédonique vs fromage, sexe*", on considérant « *le sexe* » et « *le fromage* » comme des variables indépendantes. Les interactions « *sexe* \times *fromage* » sont également reportées.

Les données ont été traitées grâce au logiciel Minitab [Minitab, Ltb., United Kingdom (Version 16)] et le logiciel SPSS [IBM®, SPSS Statistics (Version 20)]. Le seuil minimum de significativité retenu est $p < 0,05$.

III -Résultats et discussion

III-1 Évaluation de la qualité du lait cru pour les trois espèces

III-1-1 Caractéristiques physico-chimiques

Les résultats des différentes analyses effectuées sur des échantillons du lait de vache, chèvre et brebis sont regroupés dans la **figure 8**.

L'analyse physico-chimique du lait cru pour les trois espèces montre que le lait cru répond aux normes pour la majorité des critères analysés.

❖ Densité, mouillage et température

Selon les résultats illustrés dans la **figure 8**, la densité du lait se situe entre 1.031 ± 6.33 ; 1.022 ± 7.44 ; 1.033 ± 4.08 Kg/m³ pour le lait de vache, chèvre et brebis respectivement. Aussi, une différence significative a été enregistrée entre le lait des trois espèces, où la densité du lait de chèvre est la plus faible ($p < 0.05$). Cette différence est peut être due à un mouillage de lait qui a été enregistré dans six échantillons de lait de chèvre (6/9 échantillons).

La température se situe entre 17.10 et 19.47 °C, et aucune différence significative n'a été enregistrée entre le lait des trois espèces.

❖ Matière grasse

Les résultats représentés sur la **figure 8**, montrent que le taux butyrique est de 3.28% et 3.23% pour le lait de vache et de chèvre respectivement. Ces résultats sont très proches de celles citées dans la littérature (3.7% et 4.1% pour le lait de vache et de chèvre respectivement) (**Boudalia et al., 2016**) (**FAO, 2010**).

Cependant, le lait de brebis apparaît très maigre avec un taux butyrique de 1.82%. Cette différence significative ($p < 0.05$) n'est pas en concordance avec les données de la littérature, où le lait de brebis est considéré comme un lait gras (taux butyrique = 7.1%) (**FAO, 2010**).

❖ Extrait sec total (EST)

Les résultats illustrés dans la **figure 8** montrent que le lait de chèvre contient moins d'EST (6.61%), ce résultat est très inférieur à la norme (13.4%) et cela est peut être dû au mouillage enregistré dans la majorité de nos échantillons de lait de chèvre.

Aussi, ce taux est très inférieur à celui enregistré dans le lait de vache (8.55%) et le lait de la brebis (9.77%). Malheureusement, ces taux restent relativement faibles

par rapport aux normes (12.8% et 18.3% pour le lait de vache et le lait de brebis respectivement) (FAO, 2010).

❖ Lactose

Les résultats illustrés dans la **figure 8** montrent qu'il y a une différence significative le lait de chèvre (taux de lactose 2.97%) et les deux autres types de lait (4.70% et 4.30% respectivement) ($p < 0.05$).

Pour le lait de vache, *Jacquinot* déclare que la valeur moyenne de la teneur en lactose est 49 g/L. Donc les résultats obtenus sont légèrement inférieures aux normes (*Jacquinot, 1986*). Cette baisse de taux du lactose dans le lait de chèvre est aussi due au mouillage.

❖ Protéines

D'après les résultats illustrés dans la **figure 8**, on observe que la teneur en protéines totales du lait cru de vache se situe entre 2.75 à 4.15% [27.5-41.5 g/L]. Par rapport aux normes, les résultats obtenus sont inférieures pour quatre échantillons (4/9), et supérieures pour deux échantillons (2/9) [normes 30-36 g/L (*Snappe et al., 2010*)].

Concernant le lait de deux autres espèces, on a enregistré un taux protéique de 3.05% et 4.63% (chèvre et brebis respectivement), ces taux concordent bien avec les normes dans le cas du lait de chèvre (norme : 3.3%), et légèrement inférieures pour le lait de la brebis (5.7%) (FAO, 2010). Chez la brebis, et malgré ce taux protéique inférieur aux normes, il demeure tout de même supérieur au taux protéique dans le lait issu des deux autres espèces ($p < 0.05$).

❖ Conductivité

Le taux de conductivité est de 4.94 ± 0.75 mS/cm ; 4.55 ± 0.55 mS/cm ; 3.87 ± 0.19 mS/cm pour le lait de vache, de chèvre et de brebis respectivement. Ces valeurs sont en accord avec les données publiées par (*Amroun et Zerouki., 2014*) excepté pour le lait de brebis, où une baisse significative a été enregistrée ($p < 0.05$).

❖ Potentiel Hydrogène pH

Les résultats illustrés dans la **figure 8**, montrent que le pH est de 6.48 ± 0.19 ; 6.63 ± 0.08 ; 6.71 ± 0.24 pour le lait de vache, de chèvre et de brebis respectivement. Ces valeurs concordent avec les normes (FAO, 2010). Aussi, une différence

significative a été enregistrée entre le pH du lait de vache et celui de la brebis ($p < 0.05$), où le lait de la brebis semble être plus acide.

❖ Sels

D'après les résultats illustrés dans la **figure 8**, on observe que le taux de sels est de $0.70 \pm 0.13\%$; $0.50 \pm 0.14\%$; $0.73 \pm 0.02\%$ pour le lait de vache, de chèvre et de brebis respectivement. Une différence significative a été enregistrée entre le taux des sels dans le lait de vache et de brebis vs le lait de chèvre, où ce dernier type semble moins riche en sels.

❖ Point de congélation

Les résultats représentés sur la **figure 8**, montrent que le point de congélation est de -0.55 ± 0.11 °C ; -0.38 ± 0.13 °C ; -0.56 ± 0.03 °C pour le lait de vache, de chèvre et de brebis respectivement. Une différence significative a été également enregistrée, et le lait de chèvre à un point de congélation supérieur par rapport aux deux autres types de lait (vache et brebis).

Pour le lait de vache et le lait de brebis, ces valeurs concordent avec les normes, cependant, pour le lait de chèvre cette valeur est relativement inférieure par rapport aux normes (FAO, 2010).

III-1-2 Caractéristiques bactériologiques

Les résultats obtenus (**Tableau 3**) montrent que le lait de vache, chèvre et brebis 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 et Niar., 2011). Le dénombrement de cette flore pour les échantillons de lait cru a permis de constater une charge microbienne moyenne de 1.13×10^5 ; 0.87×10^5 ; 1.37×10^5 UFC/mL pour le lait de vache, chèvre et brebis respectivement, 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 (Bouadlia *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 proches aux valeurs publiées par Boudalia *et al.*, (2016).

Les *clostridium* sulfito-réducteurs étaient peu présents dans les prélèvements analysés et pour les trois espèces (vache, chèvre et brebis), avec des faibles concentrations (<50 UFC/mL) excepté pour lait de brebis (51 UFC/mL). Les moyennes des bactéries dénombrées étaient inférieures aux normes. Ces valeurs vont dans le même sens avec les résultats publiées par Boudalia *et al.*, (2016), cependant, dans une étude réalisé 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 et 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 des trois espèces.

L'absence totale des *salmonelles* pour l'ensemble des échantillons analysés, témoigne d'un bon état de santé des vaches.

Analyses physico-chimiques du lait

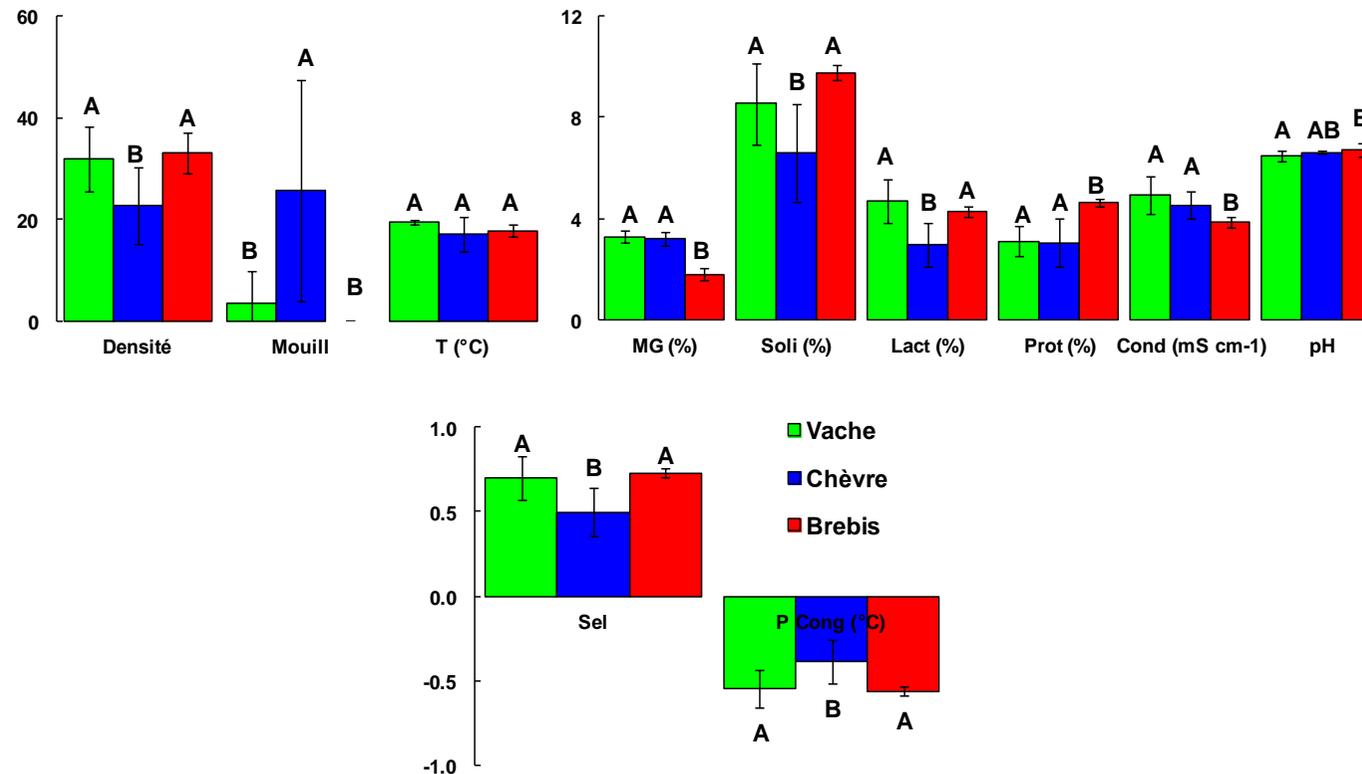


Figure 8. Analyses physico-chimiques du lait de vache, chèvre et brebis, collecté dans les régions de Guelma, Souk Ahras, Tébessa et Djelfa ($n=9$ /espèce). Les résultats sont exprimés en moyenne \pm SD. Les lettres apposées sur les diagrammes indiquent des différences significatives entre chaque lait et pour le même paramètre (Densité ; Mouill : taux de mouillage ; T : température ; MG : Matière Grasse ; Soli : Extrait Sec Total ; Lact : Lactose ; Prot : Protéines ; Cond : Conductivité ; Sel : Sels minéraux ; P. Cong : Point de congélation) ($p < 0,05$) (One-way ANOVA, Tukey en post-hoc).

Tableau 3. *Caractéristiques bactériologiques du lait.*

Flores (UFC/mL)	Espèces	N	Moy ± SD	Norme	Références
F.T.M.A (10^5)	Vache	9	1.13×10^5	10^5 UFC/mL	JORA, 1998
	Chèvre	9	0.87×10^5	10^5 UFC/mL	JORA, 1998
	Brebis	9	1.37×10^5	10^5 UFC/mL	JORA, 1998
Col.t. (10^5)	Vache	9	1.03×10^3	10^3 UFC/mL	JORA, 1998
	Chèvre	9	0.56×10^3	10^3 UFC/mL	JORA, 1998
	Brebis	9	1.12×10^3	10^3 UFC/mL	JORA, 1998
Col.f. (10^5)	Vache	9	1.02×10^3	10^3 UFC/mL	JORA, 1998
	Chèvre	9	0.96×10^3	10^3 UFC/mL	JORA, 1998
	Brebis	9	1.15×10^3	10^3 UFC/mL	JORA, 1998
Clostridium sulfito-réducteurs	Vache	9	27	50 UFC/mL	JORA, 1998
	Chèvre	9	13	50 UFC/mL	JORA, 1998
	Brebis	9	51	50 UFC/MI	JORA, 1998
S. aureus	Vache	9	Absence	Absence	JORA, 1998
	Chèvre	9	Absence	Absence	JORA, 1998
	Brebis	9	Absence	Absence	JORA, 1998
Salmonelles	Vache	9	Absence	Absence	JORA, 1998
	Chèvre	9	Absence	Absence	JORA, 1998
	Brebis	9	Absence	Absence	JORA, 1998

III-2 Rendement fromager

Les résultats illustrés dans la **figure 9** ci-dessous présentent les quantités des produits laitiers (lactosérum, beurre et fromage) suite à la transformation du lait issu de trois espèces en fromage traditionnel (*Bouhezza*).

Malgré que le volume initial du lait utilisé dans la fabrication du fromage est presque le même, une différence significative a été enregistrée après la transformation en termes de :

✚ *Volume de lactosérum récolté après l'égouttage* : il a été supérieur à trois litres excepté pour le lait de brebis, qui a donné le volume le plus faible ($p < 0.05$).

✚ *Quantité de beurre fabriquée après barattage* : elle a avoisiné les 0.24 kg pour le lait de brebis, contre une quantité inférieure au 0.15 kg pour le lait de vache et chèvre ($p < 0.05$).

✚ *Quantité de Bouhezza et rendement fromager* : le même profil des diagrammes a été observé, où le lait de brebis semble être le plus performant en terme de rendement fromager ($p < 0.05$) (**figure 9**).

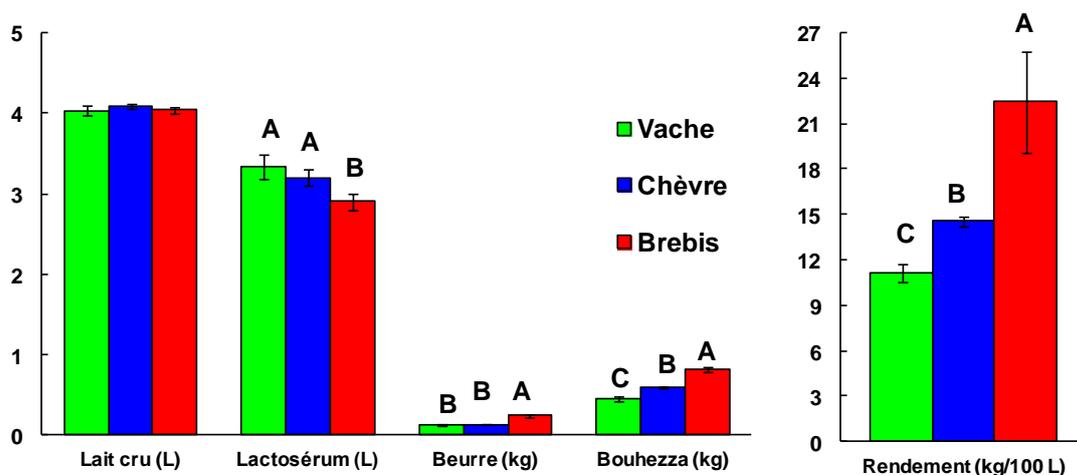


Figure 9. Analyse de rendement fromager (fabriqué à partir du lait de vache, de chèvre et de brebis, collecté dans les régions de Guelma, Souk Ahras, Tébessa et Djelfa ($n = 9/\text{espèce}$). Les résultats sont exprimés en moyenne \pm SD. Les lettres apposées sur les diagrammes indiquent des différences significatives entre chaque lait et pour le même paramètre ($p < 0,05$) (One-way ANOVA, Tukey en post-hoc).

✚ Liaison entre les paramètres physicochimiques et les paramètres d'aptitude fromagère du lait de vache : matrice de corrélation de Spearman :

Variables	MG (%)	Lactose (%)	Protéines (%)	Rend F (kg/100 L)
MG (%)	1			
Lactose (%)	-0.368	1		
Protéines (%)	-0.368	1.000	1	
Rend F (kg/100 L)	-0.503	0.158	0.158	1

Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification $\alpha=0.05$.

Le test de corrélation de Spearman (vu le nombre faible d'observation) entre les différents paramètres physico-chimiques étudiés et le rendement fromager du lait cru de vache a révélé une seule corrélation très hautement significative entre le Lactose et les protéines ($r = 1, p < 0.0001$).

✚ Liaison entre les paramètres physicochimiques et les paramètres d'aptitude fromagère du lait de la chèvre : matrice de corrélation (Spearman) :

Variables	MG (%)	Lactose (%)	Protéines (%)	Rend F (kg/100 L)
MG (%)	1			
Lactose (%)	0.017	1		
Protéines (%)	-0.083	0.983	1	
Rend F (kg/100 L)	0.843	-0.053	-0.158	1

Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification $\alpha=0.05$.

Résultat important pour le lait de la chèvre : corrélation positive entre MG et rendement ($r=0,843, p= 0,05$).

✚ Liaison entre les paramètres physicochimiques et les paramètres d'aptitude fromagère du lait de brebis : matrice de corrélation (Spearman) :

Variables	MG (%)	Lactose (%)	Protéines (%)	Rend F (kg/100 L)
MG (%)	1			
Lactose (%)	-0.581	1		
Protéines (%)	-0.261	0.346	1	
Rend F (kg/100 L)	-0.464	0.261	-0.158	1

Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification $\alpha=0.05$.

✚ Prédiction du rendement fromager par espèce

Des régressions linéaires multiples sont effectuées pour expliquer les variations de rendement fromager (une équation par espèce). Elles prennent en

compte successivement les teneurs en protéines en matière grasse et la teneur en lactose pour prédire le rendement en fonction de ces paramètres. Malheureusement aucune formule ne peut prédire le rendement de notre fromage pour le lait issu des trois espèces (**Tableau.4**).

✚ Équations de régression du rendement fromager établies à partir de la composition du lait

Tableau 4. Équation de prédiction de rendement fromager par espèce.

Espèces	Variable expliquée	Variab les explica tives	Équation de régression	Coefficient de déterminatio n r^2 (%)	Signification du modèle
Vache	Rend F	TP, TB, Lac	Rend F = 0.65- 0.06 MG -0,0004 Lac	38.8%	$p = 0.229$
Chèvre	Rend F	TP, TB, Lac	Rend F = 0.47+0.03 MG +0.017 Lac - 0.012 TP	63.7%	$p = 0.137$
Brebis	Rend F	TP, TB, Lac	Rend F = 1.47 - 0.0581 MG + 0.0271 Lac - 0.143 TP	68.8%	$p = 0.097$

III-3 Analyses sensorielles du fromage « *Bouhezza* »

Les résultats concernant les analyses sensorielles sont présentés dans le tableau ci-dessous (**Tableau 5**) et les **figures (10, 11, 12)**, sur les 20 participants 50% sont des femmes, elles ont un âge entre 18-30 ans, et 95% d'entre elles consomment du fromage au moins une fois par semaine.

Sur les 9 fromages fabriqués, 6 fromages ont un score supérieur ou égale à une note hédonique de 5 pour les cinq descripteurs (appréciation globale, goût, texture, odeur, couleur) respectivement. Cela indique que le fromage *Bouhezza* est accepté par notre paneliste excepté trois fromages : issus de lait de chèvre (F2, F3), et celui issu du lait de brebis (F2) (note hédonique <5). De plus, l'acceptation sensorielle du

produit testé dans cette étude est très proche à celle trouvée dans la publication de **Dal Bello et al. 2017**.

Dans la littérature, et chez l'Homme un dimorphisme sexuel concernant la perception du goût (surtout le sucré) a été mis en évidence dans plusieurs études (**Cooke, 2005**) (**Nicklaus et Schwartz ., 2008**) (**Drewnowski et al., 2012**) (**Hirschberg, 2012**). Aussi, des études montrent que les choix alimentaires varient selon le sexe en raison d'un dimorphisme sexuel pour les préférences gustatives, en particulier des goûts sucrés et salés.

Une analyse de variance pour essayer de mettre en évidence une différence inter sexe par rapport à la consommation de notre fromage a été réalisée, cependant et comme c'est montrée dans les **figures 10,11 et 12**, aucune différence significative n'a été enregistrée, cela est peu être du au faible nombre des participants du sexe masculin (n = 10) et du sexe féminin (n = 10).

Tableau 5. Épreuve de notation hédonique, pour le fromage Bouhezza (avec 5 descripteurs).

		Descripteurs	Appréciation globale	Goût	Texture	Odeur	Couleur	Moy±SEM
Note hédonique	Vache	F 1	5.90±0.81	5.25±0.87	6.25±0.82	7.75±0.78	6.45±0.86	6.32±0.82
		F 2	5.80±0.67	4.70±0.77	6.10±0.73	6.40±0.50	5.15±0.70	5.63±0.67
		F 3	4.45±0.72	4.70±0.71	5.65±0.85	5.55±0.85	4.70±0.81	5.01±0.78
	Chèvre	F 1	4.75±0.90	4.00±0.76	4.60±0.71	7.60±0.72	5.10±0.92	5.21±0.80
		F 2	4.20±0.73	3.45±0.66	4.65±0.64	5.35±0.79	4.30±0.83	4.39±0.73
		F 3	3.85±0.88	4.30±0.89	5.15±0.85	4.15±0.92	4.70±0.85	4.43±0.81
	Brebis	F 1	5.50±0.65	4.65±0.76	4.55±0.72	7.70±0.64	5.10±0.64	5.50±0.68
		F 2	4.80±0.74	4.60±0.88	4.70±0.67	5.20±0.76	5.60±0.81	4.98±0.77
		F 2	5.30±0.64	4.80±0.65	5.25±0.56	6.30±0.78	6.25±0.50	5.58±0.62

Les résultats sont exprimés en moyenne ± SEM (n = 20 sujets).

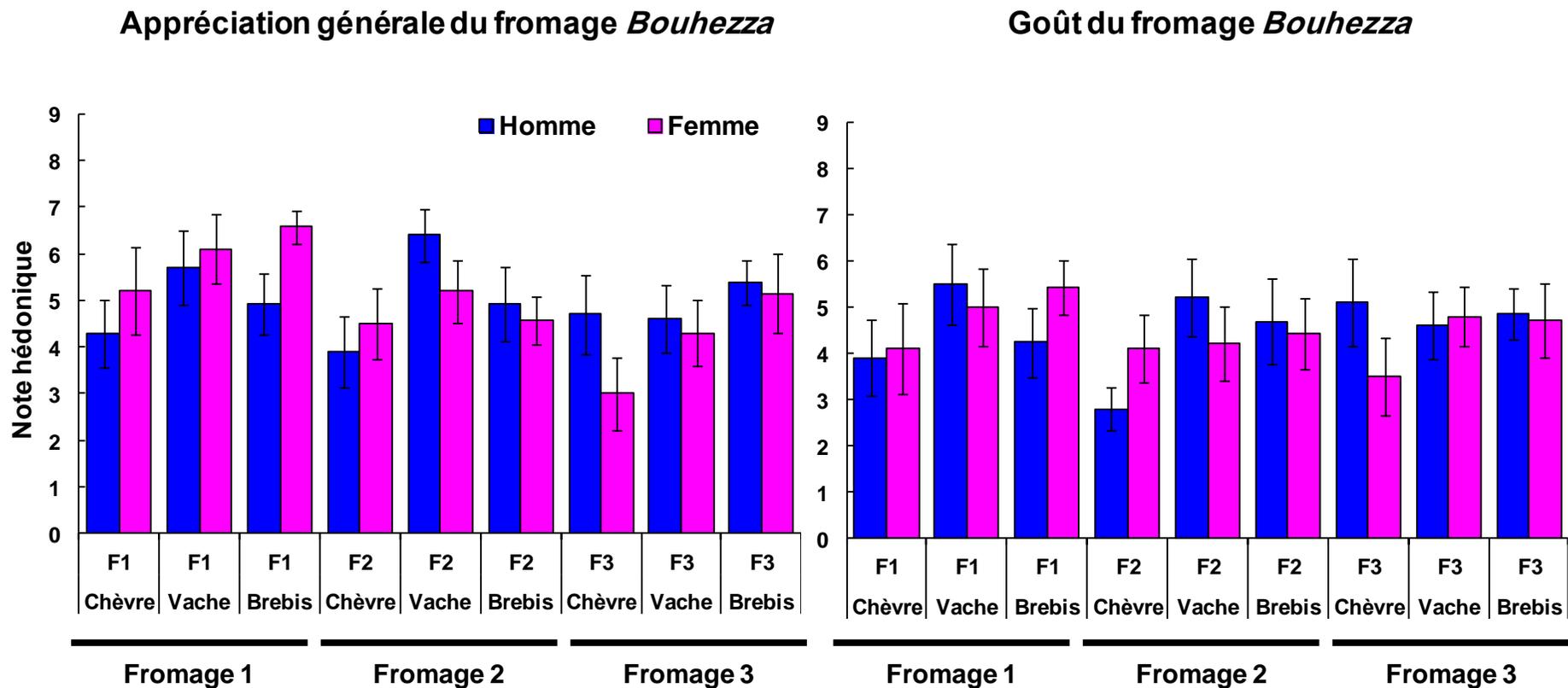


Figure 10. Analyses sensorielles du fromage *Bouhezza* produit à partir du lait de vache, chèvre et brebis, collecté dans les régions de Guelma, Souk Ahras, Tébessa et Djelfa ($n=9$ /espèce) pour deux attributs (Appréciation globale et Goût), avec un panel composé de 20 personnes ($n=20$ participant(e)s/10 hommes + 10 femmes). Les résultats sont exprimés en moyenne \pm SEM (Standard Error Mean) ($p < 0,05$) (ANOVA à deux facteurs, Dunett en post-hoc).

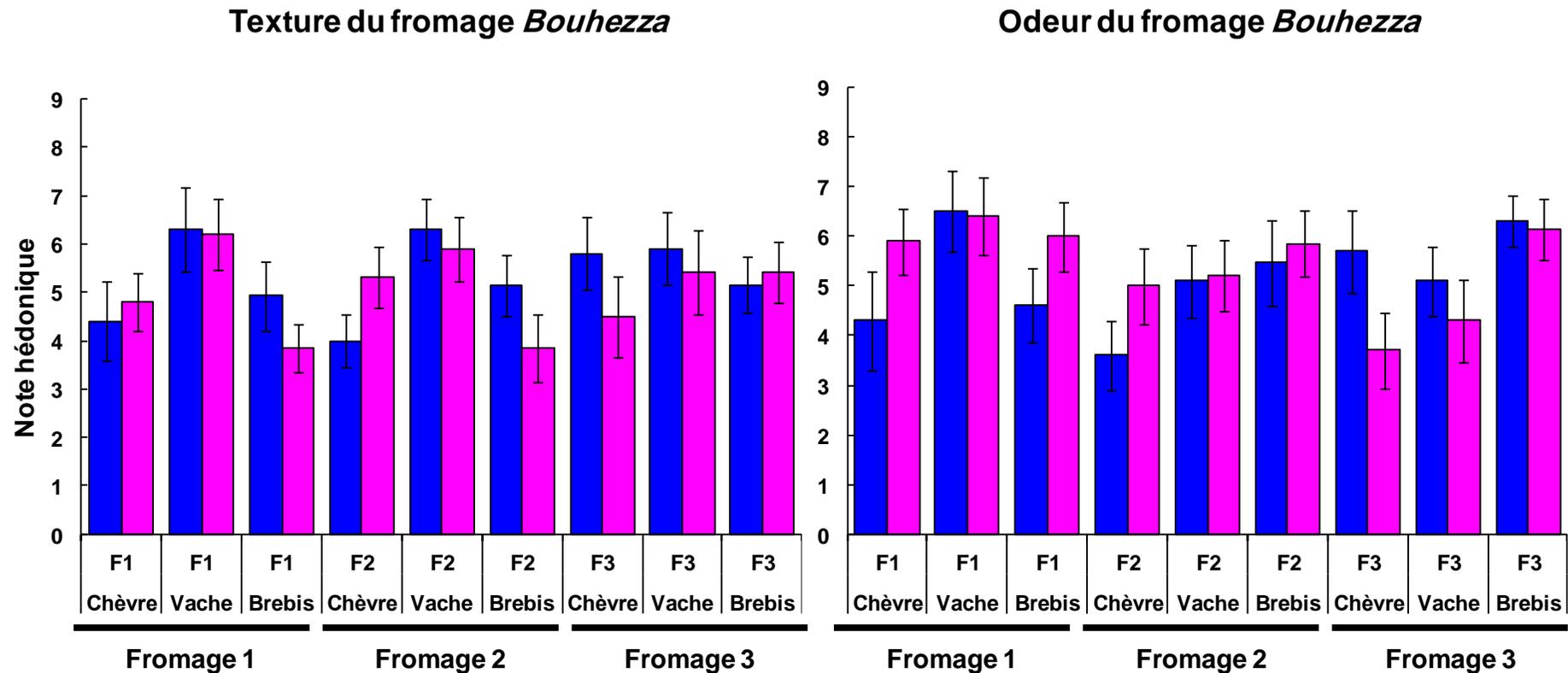


Figure 11. Analyses sensorielles du fromage *Bouhezza* produit à partir du lait de vache, chèvre et brebis, collecté dans les régions de Guelma, Souk Ahras, Tébessa et Djelfa ($n= 9/\text{espèce}$) pour deux attributs (Texture et Odeur), avec un panel composé de 20 personnes ($n=20$ participant(e)s/10 hommes + 10 femmes). Les résultats sont exprimés en moyenne \pm SEM (Standard Error Mean) ($p < 0,05$) (ANOVA à deux facteurs, Dunett en post-hoc).

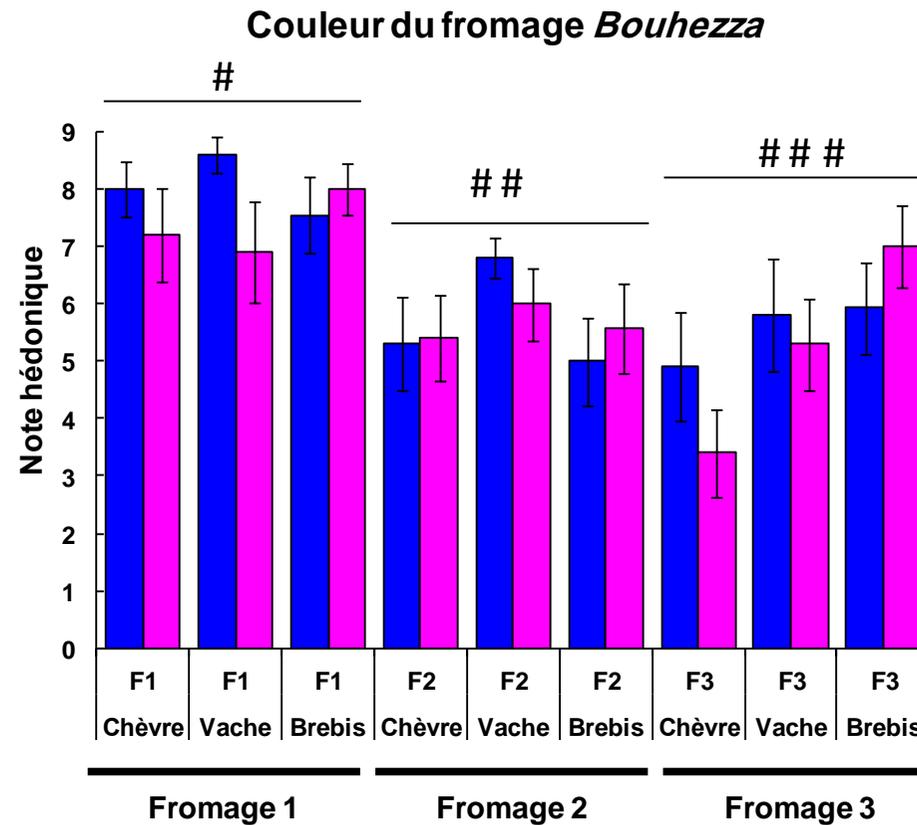


Figure 12. Analyses sensorielles du fromage *Bouhezza* produit à partir du lait de vache, chèvre et brebis, collecté dans les régions de Guelma, Souk Ahras, Tébessa et Djelfa ($n = 9/\text{espèce}$) pour l'attribut (Couleur), avec un panel composé de 20 personnes ($n = 20$ participant(e)s/10 hommes + 10 femmes). Les résultats sont exprimés en moyenne \pm SEM (Standard Error Mean). #, ##, ### indique une différence significative entre les trois types de fromage [neutre (Fromage 1), moyennement piquant (Fromage 2) et piquant (Fromage 3)] ($p < 0,05$) (ANOVA à deux facteurs, Dunett en post-hoc).

Conclusion

Les résultats obtenus lors des analyses physico-chimiques par lactoscan effectués sur le lait de brebis au niveau de laboratoire central de la laiterie Beni Foughel (Taux Butyrique 1.82%, EST = 9.77%, protéines = 4.63) s'opposent avec les résultats de rendement fromager qui ont été très élevés, cela est peut-être dû à un mauvais étalonnage de l'automate.

Concernant le lait de chèvre, les résultats montrent une très grande variabilité intra-échantillons, causée essentiellement par un ajout d'eau d'une manière intentionnelle ou non intentionnelle. Cette variabilité a été traduite par des résultats en dehors des normes. Cependant, pour le lait de vache, et pour l'ensemble des critères analysés, les résultats répondent quasiment aux normes.

Les laits crus de vache, chèvre et brebis testés présentent une qualité microbiologique relativement bonne, satisfaisante et sont acceptables du point de vue hygiénique, avec une absence d'une flore pathogène.

La fabrication de *Bouhezza* est lancée avec le *Lben* salé et terminée avec ajout du lait cru pour finaliser la maturation du fromage en corrigeant l'acidité et le taux de sel dans la pâte. Le produit final souvent épicé pour la consommation avec la poudre de piment rouge piquant, parfois non, se présente comme une pâte tartinable et blanchâtre. Le rendement fromager pour le lait de brebis est très supérieur au rendement fromager pour les deux autres espèces.

Après l'évaluation de la qualité organoleptique des trois types de fromage celui de la vache (Neutre) a été classé comme le fromage le plus satisfaisant (Gout, couleur et texture) pour la majorité des sujets.

Partant sur un taux de rendement équivalent à celui obtenu dans nos essais de fabrication de lait de brebis, la transformation fromagère nous semble très bénéfique et rentable pour l'éleveur, mieux que la commercialisation de ce lait comme lait cru. Cependant, une technico-économique est nécessaire pour vérifier cette hypothèse.

Références

Aboutayeb, R. 2011. Technologie du lait et dérivés laitiers. Disponible sur : <http://www.azaquar.com>. Consulté le 02.06.2017.

Aggad, H., Mahouz, F., Ahmed Ammar, Y., Kihal, M. 2009. Evaluation de la qualité hygiénique du lait dans l'ouest algérien, (160) 590-595.

Aissaoui Zitoun, O. 2014. Fabrication et caractérisation d'un fromage traditionnel algérien Bouhezza. Thèse de doctorat. INATAA (Université Mentouri Constantine, Algérie).

Aissaoui Zitoun, O., Benatallah, L., Ghennam, E.H., Zidoune, M.N. 2011. Manufacture and characteristics of the traditional Algerian ripened bouhezza cheese. Journal of Food, Agriculture & Environment, (9) 96-100.

Aissaoui Zitoun, O., Pediliggieri, C., Benatallah, L., Lortal, S., Licitra, G., Zidoune, M.N., Carpino, S. 2012. Bouhezza, a traditional Algerian raw milk cheese, made and ripened in goatskin bags. Journal of Food, Agriculture & Environment, (10) 289-295.

Amroun, T.T., Zerrouki, N. 2014. Characterization of biochemical composition of kabylian goat milk reared in a mountainous region in Algeria. Renc. Rech. Ruminants, 21.

Bachtarzi, N., Amourache, L., D 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.

Belbeldi, A. 2013. Contribution à la caractérisation du fromage Bouhezza: Contenu lipidique et vitamines. Mémoire de magister. INATAA (Université Mentouri Constantine, Algérie).

Bencharif, A. 2001. Stratégie des acteurs de la filière lait en Algérie : états des lieux et problématique. Options Méditerranéennes Série B. Etudes et Recherches, (32) 25-45.

Benkerroum, N., Tamime, A.Y. 2004. Technology transfer of some Moroccan traditional dairy products (Iben, jben and smen) to small industrial scale. Food Microbiology, (21) 399-413.

Boubendir, M., Hamidechi, MA., Mostakim, M., Elabed, S., Ibn Souda Koraici, S. 2011. Incidence de *Listeria* spp et autres bactéries psychotrophes dans le lait cru bovin dans le Nord Est Algérien, (162) 256-269.

Boudalia, S., Benati, D., Boukharouba, R., Chemakh, B., 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. Int. J. Agric. Res., (11) 77-83.

Brule, G., Lenoir, G., Remeuf, F. 1997. La micelle de caséine et la coagulation du lait. In Le fromage. Ed., Eck A., 3^{ème} édition Tec et DOC Lavoisier, Paris, pp 7-41.

Choisy, C., Desmazeaud, M.J., Gripon, J.C., Lambert, G., Lenoir, G. 1997. La biochimie de l'affinage. In Le fromage. Ed., Eck A., 3^{ème} édition Lavoisier Paris, Tec et TOC. pp 87.

Dal Bello, B., Torri, L., Piochi, M., Bertolino, M., Zeppa, G. 2017. Fresh cheese as a vehicle for polyunsaturated fatty acids integration: effect on physico-chemical, microbiological and sensory characteristics. Int J Food Sci Nutr.

Dieng, M. 2001. Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits caillés industriels commercialisés sur le marché DAKAROIS. Thèse Docteur Vétérinaire (Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaire de Dakar, Sénégal).

Drewnowski, A., Mennella, J., Johnson, S., Bellisle, F. 2012. Sweetness and Food Preferences. The Journal of Nutrition.

Eck, A., Gillis, J.C. 1997. Le fromage. Ed., Eck A., 3^{ème} édition Lavoisier, Paris, Tec et TOC.891p.

El Marnissi, B., Belkhou, R., El Ouali, Lalami A., Bennani, L. 2013. Caractérisation microbiologique et physicochimique du lait cru et de ses dérivés traditionnels Marocains (*Lben et Jben*). LES TECHNOLOGIES DE LABORATOIRE, (8) 33.

FAO (Food and Agriculture Organization), 2007. Lait et Produits Laitiers. Codex Alimentarius. *FAO and OMS, Rome*, 54 p.

FAO (Food and Agriculture Organization), 2010. Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Laits de consommation.

Ghazi, k., Niar, A. 2011. Qualité hygiénique du lait cru de vache dans les différents élevages de la wilaya de Tiaret (Algérie). TROPICULTURA, (29) 193-196.

Hamdi, TM., Naïm, M., Martin, P., Jacquet, C. 2007. Identification and molecular characterization of *Listeria monocytogenes* isolated in raw milk in the region of Algiers(Algeria). International Journal of Food Microbiolog, (116) 190-193.

Hamiroune, M., Berber, A., Boubekour, S. 2014. Qualité bactériologique du lait cru de vaches locales et améliorées vendu dans les régions de Jijel et de Blida (Algérie) et impact sur la santé publique, (158), 137-144.

Hardy, J. 1997. L'Activité de l'eau et le salage des fromages. In Le fromage. Ed., Eck A., 3^{ème} édition Tec et DOC Lavoisier, Paris. pp 78.

Hirschberg, A.L. 2012. Sex hormones, appetite and eating behaviour in women. Maturitas, (71) 248-56.<http://www.horizon.documentation.ird.fr>

Jacquinot, M. 1986. Le point sur les mini laiteries: petites unités industrielles de transformation du lait. Paris France.

Jensen, R. 1995. Handbook of milk composition-General description of milks, Academic Press, Inc:3 (919 pages).

JORADP. 1998. Spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires. N°35. <http://www.joradp.dz/HAR/Index.htm>

Kont, M. 1999. Le Lait et les Produits Laitiers. DAKAR-HANN (Sénégal).

Lahsaoui, S. 2009. Etude de procédé de fabrication d'un fromage traditionnel (klila). Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention de diplôme d'Ingénieur (Université El Hadj Lakhdar, Batna).

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

Majdi, A. 2008. Rapport de stage dans la société Lait et Dérivés SLD Beldi. Disponible sur : <http://www.memoireonline.com>. Consulté le 03.06.2017.

Marino, V.M., Belbeldi, A., La Terra, S., Manenti, M., Licitra, G., Carpino, S. 2012. Survey of fat soluble antioxidants, linolenic acid and conjugated linoleic acid

content of traditional Algerian Bouhezza cheese. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, (10) 186- 190.

Nicklaus, S., Schwartz, C. 2008. L'acquisition des préférences alimentaires : le cas du goût sucré. *Cah. Nutr. Diét.*, 43 : 2S47-2S51.

Ramet, J.P. 1997. L'égouttage du coagulum. In *Le fromage*. Ed., Eck A., 3^{ème} édition Tec et DOC Lavoisier, Paris. pp 43.

Ramet, J.P., Scher, J. 1997. Propriétés physiques du coagulum. In *Le fromage*. Ed., Eck A., 3^{ème} édition Tec et DOC Lavoisier, Paris. pp 331.

Saoudi, Z. 2012. Caractérisation microbiologique et de la protéolyse du fromage traditionnel algérien *Bouhezza* de ferme. Mémoire de magister. INATAA (Université Mentouri Constantine, Algérie).

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

Senoussi, A. 2013. Caractérisation microbiologique de la peau de chèvre utilisée dans la fabrication du fromage traditionnel Algérien Bouhezza. Mémoire de magister. INATAA (Université Mentouri Constantine, Algérie).

Silva, C., Carolina, A., Silva, P.M., Elisabeth, M., Areas, G., Alfredo, J. 2011. Sensory acceptability of raw and extruded bovine rumen protein in processed meat products. *Meat Science*, (88) 652-656.

Snappe, JJ., Lepoudere, A., Sredzinski, N. 2010. Protéines laitières.