



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique



Université Mouloud Mammeri de TIZI- OUZOU

Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques

Département des sciences agronomiques

Mémoire

De fin de cycle

En vue de l'obtention du Diplôme de master académique en science alimentaire

Spécialité: Agroalimentaire et contrôle de qualité

Thème

**Etude comparative de la qualité physicochimique du lait
issu de deux régions différentes et son influence sur le
fromage type camembert**

Présenté par :

- **BERREHAL Dihia**

Président : Mr Bengana M. Maître de conférence à l'UMMTO.

Promotrice : Mme Remane Benmalleem Y. Maître assistante à l'UMMTO.

Examinatrice : Mme Bentayeb Ait Lounis S. Maître assistante à l'UMMTO.

2019/2020

Remerciement

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes sincères remerciements à ma promotrice, **Mme Remane Benmalle Y.** Maître assistante chargée de cours au département sciences agronomiques de L'UMMTO pour son aide la plus précieuse, son apport constructif, ses encouragements, ses conseils, sa grande disponibilité et surtout sa modestie qui est aussi grande que son mérite.

Nos remerciements les plus vifs vont aux membres de jury de m'avoir honoré par leurs présence, à :

Mr Bengana M. Maître de conférence à l'UMMTO, d'avoir accepté de présider le jury.

Mme Bentayeb Ait Lounis S. Maître assistante à l'UMMTO, d'avoir consacré son précieux temps afin de juger ce modeste travail.

Mes remerciements s'adressent aussi au personnel de l'unité **EURL STLD « Société de transformation du lait et dérivés »** Tizi-Ouzou qui ont rendu possible mon stage pratique. Pour leur orientation et accueil sympathique lors des journées passées en stage. Plus spécialement au responsable du laboratoire et responsables de productions, pour leur disponibilité, leur conseils et pour leurs savoir-faire qu'ils ont su partager avec moi.

Je saisis également cette occasion pour adresser mes profonds remerciements à **M^{lle} BENAMARA L.** doctorante à l'UMMTO, pour ses conseils, son aide et sa précieuse contribution.

Enfin nous exprimons nos remerciements à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Au nom du bon Dieu tout puissant qui m'a donné le courage et la patience afin de réaliser ce modeste travail, que je dédie à :

À MES CHERS PARENTS

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

A mes grands parents maternels et paternels

À mes chers oncles, tantes, à mes chers cousins et cousines

A ma tante bien aimé Liza, pour son soutiens ses conseils et son accompagnement durant mon travail.

À mes très chères amies Lydia, Assia, et Anies

A mes camarades de la promotion Technologie Agroalimentaire et Contrôle de qualité 2019/2020.

A tous ceux qui m'ont soutenu de près ou de loin

A tous ceux que j'ai omis de citer

Veillez trouver dans ce travail l'expression de mon respect le plus profond et mon affection la plus sincère.

DIHIA

Liste des abréviations**Liste des tableaux****Liste des figures**

Introduction générale	1
------------------------------------	---

Partie bibliographique**Chapitre I: Le lait**

I.1. Définition	03
I.2. Composition chimique	03
I.2.1. Les protéines du lait	04
I.2.1.1 Les protéines sériques	05
I.2.1.2. La micelle de caséine	05
I.2.2. Les lipides	06
I.2.3. Le lactose	06
I.2.4. Les sels minéraux	07

Chapitre II: Les fromages

II.1. Généralités sur les fromages	08
II.1.1. Histoire	08
II.1.2. Définition	08
II.1.3. Composition de certains fromages	09
II.2. Classification	10
II.2.1 Classification selon la voie technologique	10
II.2.2. Diversité des fromages	11

Chapitre III: Le Camembert

III.1. définition	12
III.2. Les ingrédients	12
III.2.1. Le lait	12
III.2.2. La présure	12
III.2.2.1. La chymosine	12
III.2.2.2 La pepsine	13
III.2.3. Ferments lactiques	13
III.2.4. Les ferments fongiques	13
III.2.5. Les sels	14

III.3. Étapes clés de la fabrication des fromages	14
III.3.1. La coagulation	14
III.3.1.1. La coagulation acide	15
III.3.1.2. Coagulation enzymatique	16
III.3.1.3. La coagulation mixte	18
III.3.2. L'égouttage	18
III.3.3. L'affinage	19
III.4. Diagramme de fabrication de fromage à pâte molle type camembert	20

Partie expérimentale

Chapitre IV : matériel et méthodes

IV.1. Objectif de l'étude	21
IV.2. Description du plan De l'étude	21
IV.3. Présentation de la laiterie STLD	22
IV.4. Diagramme de fabrication des fromages type camembert à l'unité STLD	23
IV.5. Présentation de la région de Fréha	24
IV.6. Présentation de la région de Baghlia	25
IV.7. Enquête auprès des collecteurs de l'entreprise STLD	26
IV.8. Matériel	26
IV.9. Méthodes d'analyses physicochimiques	27
IV.9.1. Prélèvement et préparation des échantillons	27
IV.9.2. Analyses physicochimique du lait	27
IV.9.2.1. Test aux antibiotiques	27
IV.9.2.2. Détermination de la teneur en Matière grasse du lait	28
IV.9.2.3. Dosage des protéines du lait	28
IV.9.2.4. Détermination de teneur du lait en lactose et son point de congélation.	28
IV.9.2.5. Détermination de la matière sèche totale et la matière sèche non grasse	28
IV.9.2.6. Détermination de l'acidité	29
IV.9.2.7. Détermination de la densité	29
IV.9.2.8. Aptitude à la coagulation	29
IV.9.3. Analyses physicochimique du camembert	30
IV.9.3.1. Détermination de la matière sèche total des fromages «EST »	30
IV.9.3.2. Détermination de la teneur en matière grasse MG des fromages.....	31

IV.9.3.3. Détermination du G/S.....	31
IV.9.3.4. Mesure du Ph	31
IV.9.3.5. Mesure du rendement fromager	31
IV.10. Etude statistique	32

Chapitre V : Résultats et Discussion

V.1. Test aux antibiotiques	33
V.2. Effet de quelques pratiques d'élevage sur la composition physicochimique du lait et son aptitude à la coagulation	33
V.2.1. Variation de la matière grasse	35
V.2.2. Variation des Protéines.....	36
V.2.3. Variation du lactose.....	37
V.2.4. Variation de l'extrait sec dégraissé « ESD »	38
V.2.5. Variation de l'acidité dans le lait	39
V.2.6. Variation de la densité dans le lait	40
V.2.7. Variation du point de congélation « PDC »	41
V.2.8. Variation du temps de prise	42
V.3. Effet de la composition du lait des deux régions sur la qualité physicochimique des fromages type camembert	43
V.3.1. Variation de l'extrait sec total	44
V.3.2. Variation de la matière grasse	46
V.3.3. Variation du Gras sur sec « G/S »	47
V.3.4. Variation du pH	48
V.3.5. Variation du Rendement	49

Conclusion et perspectives.....	51
--	-----------

Références bibliographiques

Annexes

AFNOR: Association Française de Normalisation

AT: Azote Total

CMP: Caséino-Macro Peptide

ddl: degré de liberté

ESD : Extrait Sec Dégraissé

ESM : Erreur Standard à la Moyenne

EST : Extrait Sec Total

FAO: Food Agriculture Organization

G/S: Gras sur Sec

H : Humidité

H.R.E.D : Humidité Rapporté à l'Extrait Dégraissé

J.O.R.A: Journal Officiel de la République Algérienne.

LMR: Limite Maximale de Résidus

MAT: Matière Azotée totale

MG : Matière Grasse

MS : Matière Sèche

N : Normalité

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

P. : Pénicillium

P: Probabilité

PCC: Phosphate de Calcium Colloïdale

PDC: Point De Congélation

PRO: Protéine

SAU: Surface Agricole Utilisée

STLD: Société de Transformation du Lait et Dérivés

TMG: Teneur en Matière Grasse.

Tableau I: Composition moyenne du lait de vache (Alais et al., 2008).....	04
Tableau II: Composition de certaines variétés de fromages sélectionnés (pour 100g) (Fox et al., 2015)	09
Tableau III: Classification selon la voie technologique (Lapointe-Vignola, 2002)	10
Tableau IV: Caractéristique du cheptel des principaux collecteurs des deux régions	26
Tableau V: Analyse statistique des paramètres physicochimiques du lait des deux régions	34
Tableau VI: Analyse statistique des paramètres physicochimique des fromages type camembert.....	44

Figure 1. Composition globale du lait de vache avec le détail de sa composition minérale (Jeantet et al., 2007)	03
Figure 2. Micelle de caséine observée au microscope électronique à balayage (Dalgleish et al., 2004).....	05
Figure 3. Structure en éponge de la micelle de caséine (Dalgleish et Corredig, 2012).....	06
Figure 4. Dynamique de la micelle de caséine sous différentes contraintes physicochimiques du milieu (Gaucheron, 2005).....	07
Figure 5. La diversité des fromage (McSweeney et al., 2017).....	11
Figure 6. Formation d'un caillé présure par action de la présure sur les caséines du lait (Ronez, 2012).....	17
Figure 7. Diagramme de fabrication du camembert (Jeantet et al., 2007).....	20
Figure 8. Schéma récapitulatif des principales étapes de notre étude	21
Figure 9. Diagramme de fabrication d camembert au sein du FERMIER.....	23
Figure 10. cartographie de la région de fréha (Google Maps,2020).....	24
Figure 11. Cartographie de la région de Baghlia (Google Maps, 2020).....	25
Figure 12. Mesure du temps de coagulation par la méthode de Berridge modifier par Collin et al., (1977)	30
Figure 13. Variation de la teneur en matière grasse du lait de la région de Fréha et de la région de Baghlia	34
Figure 14. Variation de la teneur en protéines dans le lait de la région de Fréha et le lait de la région de Baghlia.....	36
Figure 15. Teneur en lactose du lait de la région de Fréha et de la région de Baghlia.....	37
Figure 16. Variation de l'extrait sec dégraissé dans le lait de la région de Fréha et le lait de la région de Baghlia.....	38
Figure 17. Acidité du lait de la région de Fréha et de la région de Baghlia	39
Figure 18. Densité du lait de la région de Fréha et de la région de Baghlia	40
Figure 19. Point de congélation du lait de la région de Fréha et de la région de Baghlia.....	41
Figure 20. Temps de prise du lait de la zone de Fréha et de la zone de Baghlia.....	42
Figure 21. Variation de l'extrait sec total dans les fromages des différents types de lait.....	44
Figure 22. Variation de la matière grasse dans les fromages des différents types de lait.....	44
Figure 23. Variation du rapport G/S dans les fromages des différents types de lait.....	47
Figure 24. Variation du pH au troisième jour d'affinage dans les fromages des différents types de lait.....	48
Figure 25. Variation du rendement dans les fromages de différents types de lait.....	49

Introduction

Le lait et les produits laitiers représentent l'un des aliments élémentaires pour toutes les catégories d'âge de la population, en raison de leurs composantes biologiques, qui est à la base de la promotion et le maintien d'une alimentation rationnelle des populations (Michaelidou, 2008 ; Pereira, 2014). Ce qui a fait que la production mondiale de lait a augmenté de 1.6 % en 2018, atteignant 838 Mt (FAO, 2019).

L'Algérie est le premier consommateur de lait au Maghreb, avec près de 3 milliards de litres par an soit une moyenne de 120L/hab/an (Kirat, 2007). Cet aliment occupe une place prépondérante dans la ration alimentaire des algériens, cela est dû aux traditions alimentaires, à la valeur nutritive du lait, à sa substitution aux viandes relativement chères et au soutien de l'Etat (El Hassani, 2013).

Le lait, matière première de l'industrie laitière, fait l'objet de différentes biotransformations en produits dérivés, ayant des propriétés sensorielles et nutritionnelles meilleures que celles du produit de départ. Les fromages constituent le groupe de produits laitiers le plus nombreux et le plus diversifié, fournissant des nutriments précieux: des protéines, des vitamines et des minéraux de hautes qualités dans l'alimentation humaine (Chang et chow, 2007).

Le camembert est une variété de fromage internationale majeure, fabriquée dans de nombreux pays autour du monde (Mane et McSweeney, 2020). Il est l'un des produits laitiers populaires qui a un court temps de maturation, une haute valeur nutritionnelle et la plus large consommation (Leclercq-Perlat et al., 2013 ; Lee et Bae, 2018). Outre le goût unique, des études récentes ont révélé un effet bénéfique de la consommation du *camembert* sur la santé humaine, notamment: la suppression de l'activité de la nitrate réductase qui empêche la conversion en nitrite toxique (Firmesse et al., 2008). Les fromages fermentés comme le camembert pourraient être consommés quotidiennement sans augmenter l'athérosclérose (Schlienger et al., 2014).

L'intégration du lait local dans le circuit de la production au niveau des laiteries connaît une évolution encourageante. Son utilisation comme matière première dans la fabrication de nombreux produits dérivés du lait est tributaire de sa qualité (physique, chimique et hygiénique) qui est souvent instable et douteuse (Bachtarzi et al., 2015). L'un des problèmes rencontrés par les industries laitières est relatif à la variabilité de la matière première utilisée dans les fabrications de fromages à pâte molle type camembert ce qui ne facilite pas la tâche des industriels.

Afin de connaître l'origine de ces fluctuations, on a réalisé une étude pratique au sein de la laiterie EURL STLD « société de transformation du lait et dérivés » à Tizi-Ouzou, sur des laits issus de deux régions différentes. Dans le but de déterminer l'effet de la région sur la qualité physicochimique de la matière première. Ainsi que, l'incidence de la composition des laits issus de ces deux régions et leurs mélanges sur la qualité du produit fini.

Partie bibliographique

Chapitre I

Le lait

I.1. Définitions

Le lait est un liquide biologique produit par les glandes mammaires des mammifères. C'est un aliment de premier choix dans l'alimentation de l'homme de par sa teneur équilibrée en protéines, glucides et lipides et son apport en calcium. Selon le dictionnaire Larousse, « 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 de leurs petits ». Le Congrès International de la Répression des Fraudes tenu à Genève en 1908 avait défini le lait comme « 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 ».

I.2. Composition chimique

La composition du lait varie selon les espèces animales mais aussi selon différents facteurs tels que la race, les stades et nombre de lactation, l'alimentation de l'animal et les facteurs environnementaux tels que le climat et les régions (Walstra et Jeness, 1984). Le constituant majeur du lait est l'eau, la matière sèche représente 125 à 130 g/L pour le lait de vache.

La composition du lait est caractérisée par une grande complexité aussi bien dans la nature que dans la forme de ses constituants. L'eau du lait se présente sous 2 formes : l'eau libre (96%) et l'eau liée aux constituants chimiques du lait (4%). La composition détaillée du lait de vache est représentée dans la figure 1 et le tableau I.

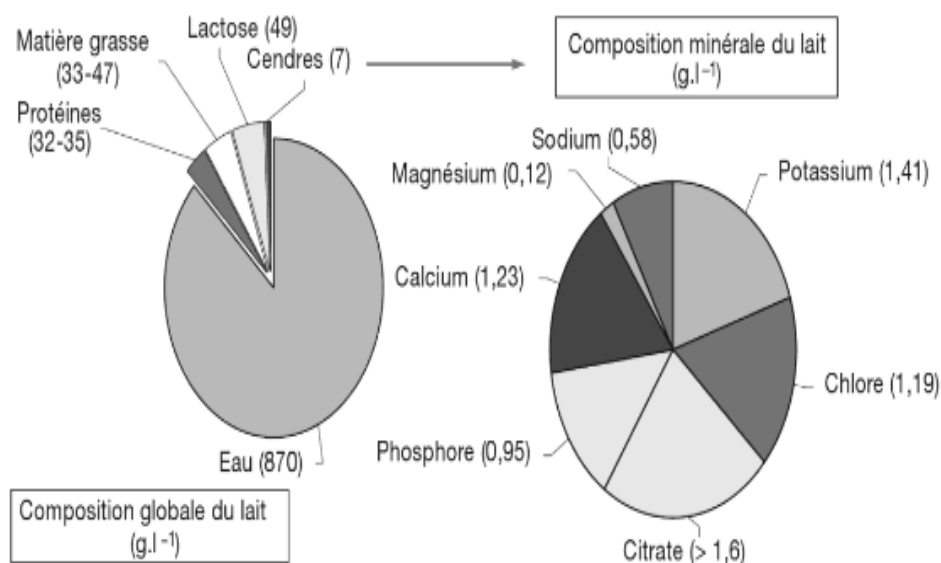


Figure 1. Composition globale du lait de vache avec le détail de sa composition minérale (Jeantet et al., 2007).

Tableau I: Composition moyenne du lait de vache (Alais et al., 2008).

Les constituants	Composition (g/L)	Etat physique des composants
Eau	905	Eau libre (solvant) plus eau liée (3.7%)
Glucides (lactose)	49	Solution
Lipides	35	Emulsion des globules gras (3 à 5µm)
Matière grasse proprement dite	34	
Lécithine (phospholipides)	0.5	
Lipides insaponifiable (stéroïls, carotènes, tocophérol)	0.5	
Protides	35	Suspension micellaire phosphocaséinate de calcium (0.08 à 0.12 µm)
Caséines	27	Solution (colloïdale)
Protéines solubles (globuline, albumines)	2.5	
Substances azotées non protéiques	1.5	
Sels	9	Solution ou état colloïdale
Acide citrique (en acide)	2	
Acide phosphorique (H ₃ PO ₄)	2.6	
Chlorure de sodium (NaCl)	1.7	
Constituants divers (vitamine, enzymes, gaz dissous)	Traces	
Extrait sec total	127	
Extrait sec non gras	92	

I.2.1. Les protéines du lait

Les protéines du lait peuvent être subdivisées en 2 groupes : les protéines sériques (ou protéines solubles) et les micelles de caséines qui sont des structures sphériques constituées par des associations de monomères de caséines et de minéraux.

I.2.1.1 Les protéines sériques

Les protéines sériques représentent approximativement 15 % de l'azote total du lait. Elles ont la particularité de rester solubles à pH 4,6 à 20 °C contrairement aux caséines. Elles peuvent être précipitées par l'acide trichloroacétique à 10 %. Les protéines majeures du lactosérum sont la β -lactoglobuline et l' α -lactalbumin (Ado, 2017).

I.2.1.2. La micelle de caséine

La micelle de caséine est une structure, sphérique dont le diamètre moyen est de l'ordre de 150 à 200 nm (figure 2).

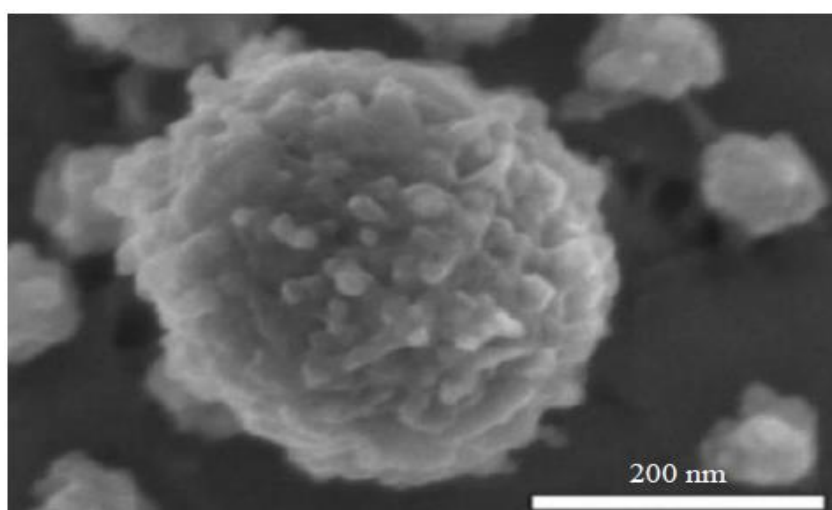


Figure 2. Micelle de caséine observée au microscope électronique à balayage (Dalglish et al., 2004).

Elle est composée de 92 à 94% de caséines et 6 à 8% de minéraux. Les caséines, sont au nombre de 4 : les caséines α s1, α s2, β et κ .

La formation et l'organisation de la micelle de caséine implique des liaisons de nature hydrophobe et des liaisons électrostatiques entre les caséines. Les liaisons résultant de l'affinité entre les groupements phosphoséryls et les ions calcium et magnésium interviennent aussi (Brulé et al., 1997). La structure et les propriétés de la micelle de caséine ont été largement étudiées en raison de son rôle déterminant dans les propriétés physico-chimiques du lait et des produits laitiers. La structure de la micelle de caséine est représentée dans la figure 3.

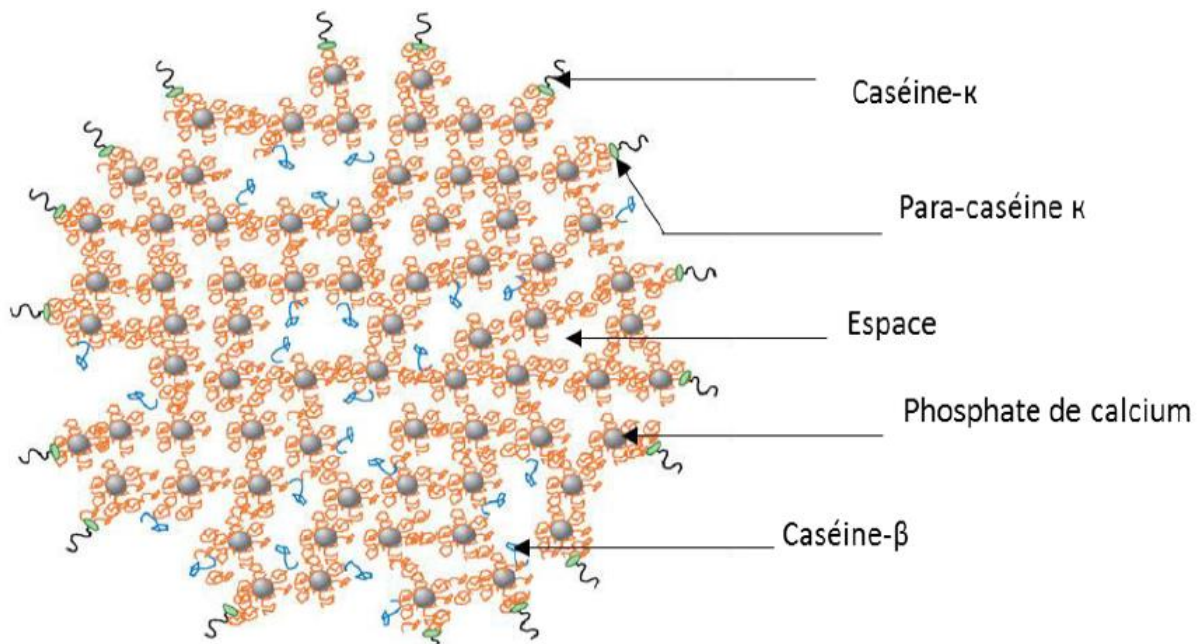


Figure 3. Structure en éponge de la micelle de caséine (Dalglish et Corredig, 2012)

I.3.2. Les lipides

Le lait de vache contient 3 à 5 % de matière grasse. La matière grasse du lait est un mélange complexe de triacylglycérols (98 %). Elle se présente sous forme de globules gras, qui sont des structures sphériques dont le cœur est riche en triacylglycérols et la membrane constituée d'une bicouche de phospholipides reposant sur une monocouche (Lopez et al., 2010).

I.3.3. Le lactose

Le lactose est le principal glucide dans le lait de la plupart des mammifères. Le lait ne contient que des traces d'autres sucres, y compris du glucose (50 mg / l) et du fructose et de la glucosamine, de la galactosamine et de l'acide N-acétyl neuraminique comme composants des glycoprotéines et des glycolipides. La teneur en lactose du lait de vache varie selon la race de la vache, les animaux individuels, l'infection du pis (mammite) et le stade de lactation. La concentration de lactose diminue progressivement et significativement pendant la lactation. La concentration de lactose dans le lait est inversement proportionnelle aux concentrations de lipides et de protéines (Fox et al., 2015).

Selon le même auteur, Le lactose joue un rôle important dans le lait et les produits laitiers:

- C'est un constituant essentiel dans la production de produits laitiers fermentés.

- Il contribue à la valeur nutritive du lait et de ses produits; cependant, de nombreuses personnes ont une capacité limitée ou nulle à digérer le lactose à l'âge adulte, ce qui entraîne une intolérance au lactose.
- Elle affecte la texture de certains produits concentrés et surgelés.
- Il est impliqué dans les changements induits par la chaleur dans la couleur et la saveur des produits laitiers hautement chauffés.
- Ses changements d'état (amorphe ou cristallin) ont des implications majeures sur la production et la stabilité de nombreux produits laitiers déshydratés.

I.3.4. Les sels minéraux

Les sels minéraux sont des éléments mineurs dans la composition du lait (9 g/l), ils sont des éléments clés de la stabilité de la micelle de caséine. L'élément majeur de ce groupe est le calcium avec une concentration moyenne de 1200 mg/l. Les minéraux du lait sont répartis entre sa phase aqueuse et sa phase micellaire (Brulé et al., 1974 ; Gaucheron, 2005). L'équilibre minéral du lait peut être affecté par certains facteurs et entraîne des changements de la structure de la micelle et de l'état physique du lait (Figure 4).

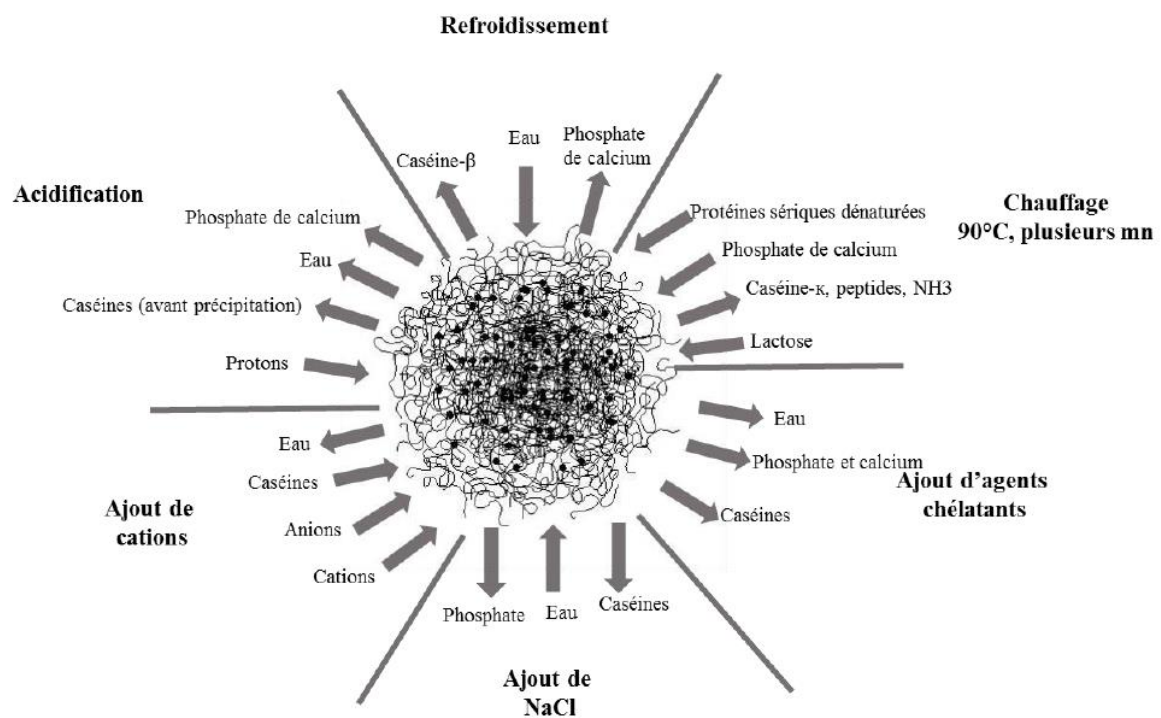


Figure 4. Dynamique de la micelle de caséine sous différentes contraintes physicochimiques du milieu (Gaucheron, 2005).

Chapitre II

Les fromages

II.1. Généralités sur les fromages

II.1.1. Histoire

Le fromage est le nom générique d'un groupe de produits alimentaires à base de lait fermenté, produits dans une grande variété de saveurs et de formes à travers le monde. Depuis ses modestes débuts, simplement comme moyen de conserver les constituants du lait, le fromage a évolué pour devenir un aliment de haute cuisine aux qualités épicuriennes, en plus d'être très nutritif. On pense que le fromage a évolué dans le «Croissant fertile» entre les fleuves Tigre et Euphrate, en Irak, il y a environ 8 000 ans (Fox et al., 2017).

Avant le développement de la poterie (~ 5000 av.J.-C.), le stockage du lait dans des sacs en peaux d'animaux était probablement courant. Les estomacs d'animaux abattus ont fourni des contenants prêts à l'emploi et faciles à sceller; s'il est conservé dans de tels récipients, le lait extrait les enzymes coagulantes (appelées présures) du tissu gastrique, conduisant à sa coagulation pendant l'espace de rangement. La présure est devenue le principal mécanisme de coagulation du lait dans la fabrication du fromage; la plupart des variétés de fromage modernes et environ 75% de la production mondiale totale de fromage sont produits par ce mécanisme (Fox et al., 2017).

Il existe probablement environ 2 000 variétés de fromage nommées, dont la plupart ont une production très limitée. Les principales familles sont le cheddar, le néerlandais, le suisse et les pâtes filées (par exemple, la mozzarella), qui représentent ensemble la grande majorité de la production totale de fromage (Fox et al., 2015).

II.1.2. Définition

Le fromage est le produit frais ou affiné, solide ou semi-solide, dans lequel le rapport protéines de lactosérum/caséine n'excède pas celui du lait, (FAO, 1995). Obtenu:

- par coagulation du lait, lait écrémé, lait partiellement écrémé, crème de lactosérum ou babeurre, seul ou en combinaisons, grâce à l'action de la présure ou d'autres agents coagulants appropriés, et par égouttage partiel du lactosérum résultant de cette coagulation;

- par l'emploi de techniques de fabrication entraînant la coagulation du lait et/ou des matières obtenues à partir de lait, présentant des caractères physiques, chimiques et organoleptiques similaires à ceux du produit défini plus haut.»

II.1.3. Composition de certains fromages

Bien que la plupart des fromages traditionnels aient une teneur en matières grasses assez élevée, ils sont de riches sources de protéines et dans la plupart des cas de calcium et de phosphore et ont des propriétés anticariogènes (Fox et al., 2015). Certaines données de composition typiques sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau II. Composition de certaines variétés de fromages sélectionnés (pour 100g) (Fox et al., 2015).

Type de fromage	eau (g)	Protéine (g)	Matière grasse (g)	Cholestérol (mg)	Energie (KJ)
Brie	48.6	19.3	26.9	100	1.323
Camembert	50.7	20.9	23.1	75	1.232
Cheddar	36.0	25.5	34.4	100	1.708
bleu danois	45.3	20.1	29.6	75	1.437
Edam	43.8	26.0	25.4	80	1.382
Emmental	35.7	28.7	29.7	90	1.587
Fromage frais	77.9	6.8	7.1	25	469
Gouda	40.1	24.0	31.0	100	1.555
Gruyère	35.0	27.2	33.3	100	1.695
Mozzarella	49.8	25.1	21.0	65	1.204
Parmesan	18.4	39.4	32.7	100	1.8880
Ricotta	72.1	9.4	11.0	50	599
Roquefort	41.3	19.7	32.9	90	1.552
Stilton	38.6	22.7	35.5	105	1.701

II.2. Classification

II.2.1 Classification selon la voie technologique

Tableau III: Classification selon la voie technologique (Lapointe-Vignola, 2002).

Critères de classification	Classes associées à chaque critère			
Coagulation	lactique	Mixte	Présure	
Egouttage	Lent		Pressé non cuite	Cuite non pressé Pressé cuit
Affinage	Sans affinage			
	Croute fleurie			
		Croute lavée		
		Persillée		
		Affinage dans la masse sans couverture		
HRED	Pâte fraîche	pâte molle	pâte semi-ferme	Pâte ferme ou dure
Exemple de fromage	Chèvre frais	brie	mozzarella	Cheddar
	Cottage	camembert	cantonner	Emmental
	Petit suisse	feta	bleu de brebis	Gouda

La valeur HRED « Humidité Rapporté à l'Extrait Dégraissé » se calcule de la façon suivante:

$$\text{HRED} = \frac{H\%}{(100 - \%MG)} \times 100\%$$

Où H désigne l'humidité et MG la matière grasse

- Pâte fraîche : HRED > à 80%
- Pâte mole : 67% < HRED < 80%
- Pâte semi-ferme : Entre 62% < HRED < 67%
- Pâte ferme : 50% < HRED < 62%
- Pâte dure : HRED < 50%

II.2.2. Diversité des fromages

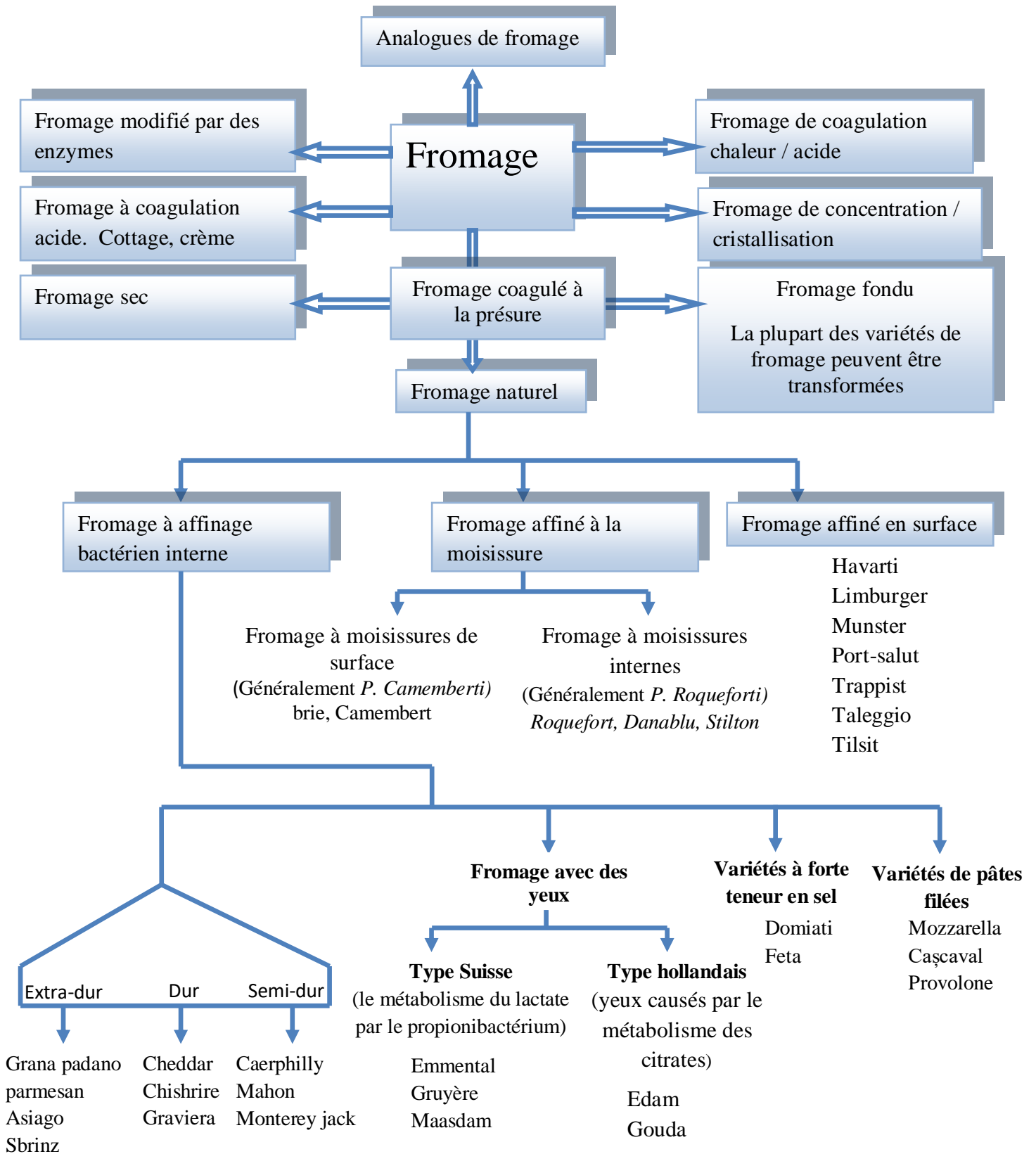


Figure 5. La diversité des fromage (McSweeney et al., 2017).

Chapitre III

Le Camembert

III.1. Définition

Le camembert est un fromage originaire de la région de Camembert du nord de la France c'est le fromage à pâte molle le plus connu au monde, affiné en surface (Bae et al., 2020). Il se présente sous la forme d'un cylindre plat ou de morceaux dudit cylindre. La pâte a une couleur allant du blanc cassé au jaune pâle et une texture molle mais non friable, affinée de la surface au centre du fromage. Les trous de gaz sont généralement absents, mais la présence de quelques ouvertures et fissures est acceptable. Une croûte molle, entièrement recouverte de moisissures blanches mais présentant parfois des taches de couleur rouge, brunâtre ou orange, se développe (Codex Alimentarius, 2007).

III.2. Les ingrédients

III.2.1. Le lait

Le lait est la matière première destinée à la fabrication fromagère. Une connaissance approfondie de sa composition, de sa structure et de ses propriétés physico-chimiques est indispensable. Cela aide à la compréhension des transformations du lait et des produits obtenus lors des différents traitements industriels (Gaucheron, 2004).

III.2.2. La présure

La dénomination « présure » est réservée à l'extrait coagulant commercial obtenu à partir de caillettes de jeunes bovins nourris au lait (Lenoir et al., 1985).

La présure qui est utilisée sous forme de liquide est en réalité, un mélange de deux enzymes bien distincts. Les deux enzymes existent en proportion différente suivent l'âge de l'animale, sont la chymosine et pepsine.

III.2.2.1. La chymosine

La chymosine est la principale composante de la présure. D'après Mahaut et al., (2003), la chymosine est une endo-peptidase appartenant au groupe des protéases acides aspartates, est sécrétée sous forme inactive. Selon Boudier et Luquet, (1981), la chymosine est sécrétée dans la caillette animale sous une forme inactive qui est transformée par la suite en enzyme active par un processus auto-catalytique par les ions H⁺, elle a une activité coagulante énorme. Elle est stable à pH 5,3-6,3, inactive à pH voisin de 7,5 et dénaturée à pH 8, son activité est affaiblie à température ambiante (20 à 35°C) et inhibée à 65°C, sa température optimale est de 42°C (Cuveillier, 1999).

III.2.2.2 La pepsine

D'après Cuveillier, (1999), la pepsine est sécrétée par la caillette en quantité importante après le sevrage des bovidés, elle est stable à pH 5 à 5,5 et instable à un pH 2, elle est thermosensible à plus de 50°C et complètement dénaturée à 70°C.

Les teneurs en chymosine et en pepsine bovine sont étroitement dépendantes de l'âge de l'animal. La pepsine à l'inverse de la chymosine a un effet protéolytique prédominant par rapport à celui coagulant qui est généralement médiocre (Ramet, 1997).

III.2.3. Ferments lactiques

Les ferments lactiques laitiers constituent un groupe diversifié de bactéries. Ces dernières, par leur activité acidifiante, conditionnent pour une grande part l'aptitude du lait à la coagulation et l'aptitude du caillé à l'égouttage. Elles déterminent également les principales caractéristiques organoleptiques du produit fini (Lapointe-Vignola, 2002 ; Mietton et al., 1994).

On peut distinguer deux grandes classes de levains :

- Les mésophiles : Les cultures mésophiles fournies à l'industrie laitière sont composées de bactéries acidifiantes productrices d'acide lactique et de bactéries dites aromatisantes fermentant les citrates. *Lactococcus lactis*, *Lactococcus cremoris* et *Leuconostoc cremoris* sont très utilisés (Canteri, 2006).
- Les thermophiles : On différencie les levains thermophiles des mésophiles par leur aptitude à la croissance à des températures supérieures à 40°C. Parmi ces bactéries on rencontre des espèces des genres *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Pediococcus* (Canteri, 2006).

III.2.4. Les ferments fongiques

➤ Levures: Elles sont représentées généralement par les genres: *Geotrichum candidum*, *Kluyveromyces lactis*, *Candida lipolytica*. On les rencontre surtout à la surface des fromages où elles jouent des rôles variés : désacidification des pâtes par la consommation d'acide lactique, formation d'éthanol et des produits secondaires par fermentation du lactose, estérification, action protéolytique et lipolytique (Mahaut et al., 200).

➤ Moisissures : *Penicillium camemberti* est la moisissure la plus importante des fromages Camemberts due à ses multiples rôles. Ses spores sont ajoutées volontairement au lait pendant la fabrication fromagère ou vaporisées à la surface du caillé démoulé. *P. camemberti* apparaît en surface un peu plus tard que les levures, soit après 6 à 7 jours d'affinage. Grâce à leurs capacités

à métaboliser le lactate et à générer de l'ammoniac, les levures et *P. camemberti* contribuent à la neutralisation de la pâte du fromage. Cette neutralisation laisse place au développement d'une microflore bactérienne aérobie, halophile et acido-sensible à la surface du fromage (Guizani et al., 2002; Molimard et Spinnler, 1996).

III.2.5. Les sels

L'addition du chlorure de calcium et du phosphate mono-calcique à raison de 0,2g/L a pour but de favoriser l'équilibre salin et d'améliorer la coagulation. Ainsi l'enrichissement de la pâte en chlorure de sodium (NaCl) à raison de 1,7 à 2,5% apporte le goût caractéristique du fromage et agit sur l'activité de l'eau superficielle (Schuck et al., 2000).

III.3. Étapes clés de la fabrication du fromage

La transformation du lait en fromage comporte, trois étapes principales : la coagulation, l'égouttage et l'affinage.

III.3.1. La coagulation

La coagulation du lait correspond à une déstabilisation de l'état micellaire originel de la caséine. Les micelles de caséine doivent leur stabilité à deux facteurs: la charge de surface, le degré d'hydratation. (FAO, 1995)

La coagulation du lait résulte d'un changement irréversible du lait de l'état liquide à l'état semi solide appelé gel ou coagulum (Cecchinato et al., 2012). Il s'agit de l'étape la plus importante pour réussir un fromage, en effet, Les caractéristiques physicochimiques du gel conditionnent l'aptitude à l'égouttage et les caractéristiques finales du fromage (Hsieh et Pan, 2012).

Les mécanismes de la formation du coagulum diffèrent totalement suivant que ces modifications sont induites par acidification ou par action d'enzymes coagulantes (Lefebvre-Cases et al., 1998).

Dans les techniques fromagères classiques, les deux modes de coagulation ne sont pas utilisés séparément, la coagulation est en fait mixte. Les fromages de type pâtes fraîches et pâtes molles à caractère lactique (Camembert traditionnel) ont une coagulation à caractère mixte mais à large dominante acide (Ronez, 2012).

III.3.1.1. La coagulation acide

La coagulation par voie acide est provoquée par le ferment lactique qui transforme le lactose en acide lactique (Lapointe-Vignola, 2002). La micelle de caséine est stable au pH normal du lait et à température ambiante mais l'acidification du lait peut conduire à différents résultats suivant les conditions utilisées (Le Feunteun, 2007). Si l'acidification est rapide, par addition d'un acide minéral ou organique, il y a floculation des caséines à 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 formation d'un gel lisse homogène qui occupe entièrement le volume initial du lait (Thomas et al., 2008). L'acidification du lait induit de nombreux changements des propriétés physicochimiques dans la matrice. La charge des particules, leur composition minérale et protéique, leur hydratation et donc leur taille varient durant la chute du pH (Famelart et al., 1996 ; Fox et al., 1998).

- De pH initial ~ 6.8 à pH = 6,0-5,8: Cette phase est principalement caractérisée par un début de solubilisation du phosphate de calcium colloïdal (PCC) et par une réduction d'hydratation des micelles de caséines. Notons également que la charge négative de surface des micelles diminue puisque le pH baisse (Le Feunteun, 2007). A la fin de cette étape, l'hydratation des micelles a diminué d'environ 15% (Famelart et al., 1996 ; Vetier et al., 2000), causant une réduction du diamètre moyen des particules d'environ 10 nm (Alexander et Dalgleish, 2004). Ce phénomène est généralement attribué à « l'aplatissement » des caséines k en surface des micelles par attraction électrostatique (Famelart et al., 1996 ; Vetier et al., 2000).
- De pH = 6,0-5,8 à 5,2-5,0 : La solubilisation du phosphate de calcium devient plus rapide, à pH ~ 5,1 tout le PCC initialement contenu dans les micelles a été relargué (Famelart et al., 1996 ; Gastaldi et al., 1996). Compte tenu de son importance dans la structure des micelles de caséines, les particules changent nécessairement de structure interne durant cette phase. Cette étape de « transition structurale » serait d'ailleurs la cause de l'augmentation de l'hydratation qui est observée dans ce même intervalle (Famelart et al., 1996).
- De pH = 5,2-5,0 à pH ~ 4,6 : la taille des agrégats augmente doucement autour de pH ~ 5,2, puis croit très rapidement à partir de pH ~ 5,0, indiquant le début de la phase d'agrégation (Alexander et Dalgleish, 2004 ; Mellema et al., 2000). Dans le même temps l'hydratation chute de nouveau par renforcement des interactions inter-protéines jusqu'à

la neutralisation globale des charges à pH ~ 4,6, c'est-à-dire au pH isoélectrique des caséines (Famelart et al., 1996; Gastaldi et al., 1996; Vetier et al., 2000).

III.3.1.2. Coagulation enzymatique

La coagulation enzymatique du lait implique une modification des micelles de caséine via une protéolyse limitée par des protéinases sélectionnées, appelées présures, suivie d'une agrégation induite par le calcium des micelles modifiées par la présure. Les micelles de caséine sont stabilisées par la caséine κ , qui représente 12 à 15% de la caséine totale, elle est située principalement à la surface des micelles de telle sorte que sa région N-terminale hydrophobe réagit de manière hydrophobe avec l' α s1- sensible au calcium, les caséines α s2 et β . Tandis que sa région hydrophile C-terminale fait saillie dans l'environnement aqueux environnant, stabilisant les micelles par une charge de surface négative et une stabilisation stérique (Fox et al., 2015).

L'enzyme coagulante la plus utilisée en technologie fromagère est la chymosine. Son action a été longuement étudiée et est relativement bien connue. Elle comporte 3 principales étapes:

- La phase enzymatique qui correspond à l'hydrolyse de la caséine κ et à la libération du caséino-macro peptide (CMP). L'hydrolyse de la caséine par la chymosine se fait au niveau de la liaison peptidique Phe105-Met106 située entre la zone hydrophobe et la zone hydrophile de la protéine. Il résulte de cette hydrolyse, la production de 2 segments : la paracaséine κ (segment N-Terminal 1-105) qui est hydrophobe et le CMP (segment C-terminal 106-169) qui est hydrophile. La paracaséine κ reste accrochée à la micelle tandis que le CMP est libéré dans le lactosérum (Dalglish et Corredig, 2012; Sandra et al., 2007; Walstra et al., 2006).
- La libération du CMP entraîne une diminution de la charge de surface des micelles et diminue leurs forces répulsives et leur état d'hydratation. Lorsque 80 à 90 % de la caséine κ est hydrolysée, les micelles de caséine ne sont plus stables (Dalglish, 1980; Fox et al., 1998; Sandra et al., 2007). A ce stade, les micelles de caséine se rapprochent et les interactions hydrophobes provoquent une liaison entre les particules. Une augmentation du calcium ionique permet cependant une agrégation à des niveaux plus bas de libération du CMP. L'ajout d'ions calcium, en abaissant le pH du lait et en diminuant la charge de surface des micelles (en masquant les résidus d'acides aminés chargés négativement) facilitent l'agrégation des micelles de caséine (Sandra et al., 2007;

Udabage et al., 2001). Des quantités de calcium dépassant 10 ml vont cependant conduire à une augmentation des charges positives à la surface des micelles, ce qui augmentera les répulsions électrostatiques et conduira à la formation de gels faibles (Udabage et al., 2001).

- La structure interne de la micelle et la présence de phosphate de calcium colloïdal devient de plus en plus importantes lorsque les réarrangements inter-particulaires se produisent et que les micelles commencent à « fusionner » (Dagleish et Corredig, 2012). Une perte partielle de calcium colloïdal peut réduire les interactions électrostatiques entre les micelles de caséine et accélérer la gélification. Les liaisons qui interviennent dans la formation du gel sont des liaisons de type électrostatique et hydrophobe (Dagleish, 1980 ; Dagleish et Corredig, 2012).

La figure 6 résume les principales étapes de la coagulation enzymatique.

Les calciums ioniques et micellaires jouent un rôle déterminant dans la réticulation et la fermeté du gel car ils interviennent dans la formation des liaisons inter-micellaires (Daviau et al., 2000 ; Sandra et al., 2012).

La fermeté du gel présure dépend du nombre de liaisons créées, alors que le temps de coagulation semble ne pas être affecté par une concentration de protéine jusqu'à 4 fois la quantité initiale de micelles (Sandra et al., 2012). Ces étapes sont complétées par la réticulation du gel, phase au cours de laquelle, le gel se restructure et s'organise. De nouvelles liaisons électrostatiques et hydrophobes s'établissent entre les micelles de caséines modifiées. Cette phase correspond au durcissement du gel et à la synérèse (Banks et Horne, 2003).

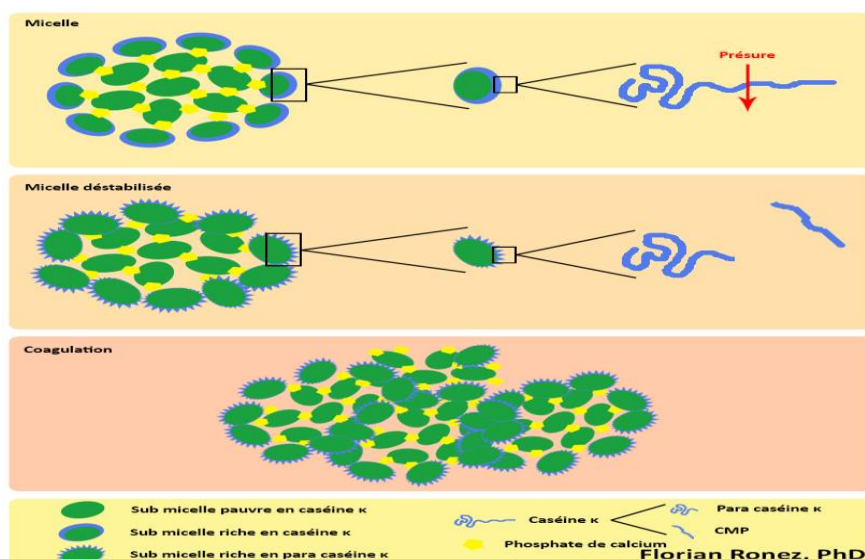


Figure 6. Formation d'un caillé présure par action de la présure sur les caséines du lait (Ronez, 2012).

III.3.1.3. La coagulation mixte

Elle résulte de l'action conjuguée de la présure et de l'acidification. La multitude de combinaisons conduisant à différents états d'équilibres spécifiques est à l'origine de la grande diversité des fromages à pâte molle et à pâte pressée non cuite (Mahaut et al., 2003).

III.3.2. L'égouttage

La synérèse est un phénomène biochimique et physicochimique suivant lequel un caillé formé soit par voie enzymatique soit par voie lactique se contracte continuellement et expulse spontanément le lactosérum. L'égouttage permet d'accélérer la synérèse puis de séparer le lactosérum du caillé. Lors de cette étape, la plus grande partie des éléments solubles sont éliminés dans le lactosérum. On peut considérer qu'il s'agit d'une déshydratation partielle du caillé.

Le caillé a donc une composition variable selon la technique d'égouttage utilisée. L'égouttage a par conséquent une grande incidence sur le type de fromage qu'on cherche à produire. Si l'exsudation intervient avant, pendant ou après l'acidification la structure du caillé sera différente.

- Dans un caillé de type lactique, l'acidification se produit normalement avant le rapprochement des caséines, le caillé très déminéralisé se contracte peu et s'égoutte faiblement, la perméabilité reste élevée mais la porosité diminue au cours de l'égouttage.
- Dans un caillé type présure, l'acidification se produit surtout après le rapprochement des caséines, le gel est donc très minéralisé et la cohésion et l'organisation de la structure augmente, au cours de l'égouttage la porosité et la perméabilité diminuent.
- Dans un caillé de type mixte, la structure qui est d'abord de type présure acquiert de la perméabilité pendant l'acidification, ce qui favorise la poursuite de la synérèse (Lapointe-Vignola, 2002).

Selon Edima, (2007) l'expulsion du lactosérum hors du gel est favorisée par des facteurs mécaniques :

- Le découpage du caillé qui augmente les surfaces d'exsudation.
- Le brassage qui consiste à agiter modérément dans le lactosérum les grains du caillé obtenus après découpage afin de maintenir libres les surfaces d'exsudation.

III.3.3. L'affinage

L'affinage correspond à une digestion enzymatique des constituants du caillé égoutté qui lui conférera à la fin une texture et une saveur caractéristique selon le type de fromage recherché. Plusieurs types de dégradations s'effectuent simultanément ou successivement dans un caillé en voie de maturation. Il y a donc la fermentation du lactose, l'hydrolyse des protéines et la dégradation de la matière grasse. Toutes ces transformations que subit le substrat font évoluer sa texture et sa saveur, qui atteindront un degré optimal après une certaine période d'affinage. Les principaux agents d'affinages sont les enzymes qui proviennent principalement du lait, de l'agent coagulant et des microorganismes (Lapointe-Vignola, 2002).

Selon le même auteur, les Conditions d'affinages Camembert :

- Pâte humide, pouvant être acide.
- Température d'affinage entre 8 et 12°C.
- Temps d'affinage de 3 à 5 semaines.
- Humidité relative de la salle entre 85 et 90%.

Ferments spécifiques et caractéristiques du fromage

- Le ferment c'est le *P. Camemberti*.
- Duvet blanc en surface.
- Lipolyse et protéolyse qui débutent en surface.
- Pâte devenant coulante en fin d'affinage.
- Saveur de champignon, de noisette devenant ammoniacale en fin d'affinage

III.4. Diagramme de fabrication de fromage à pâte molle type camembert

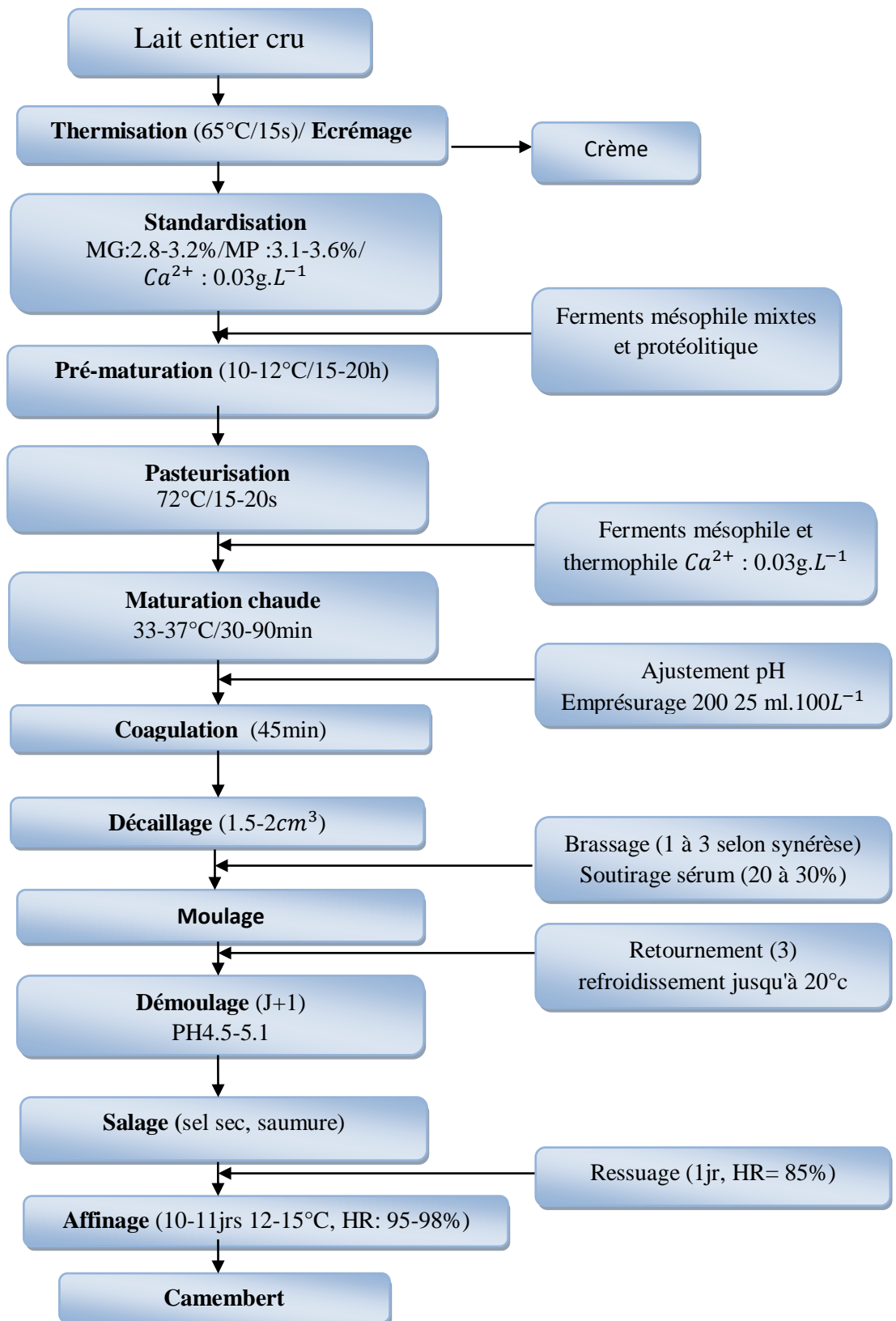


Figure 7. Diagramme de fabrication du camembert (Jeantet et al., 2007).

Partie pratique

Chapitre IV

Matériel et méthodes

IV.1. Objectif de l'étude

➤ Cette étude est réalisée dans le but de déterminer l'influence de la région sur la qualité physico-chimique du lait de vache et son aptitude à la coagulation, ainsi que, son effet sur le fromage à pâte molle type camembert

IV.2. Description du plan de l'étude

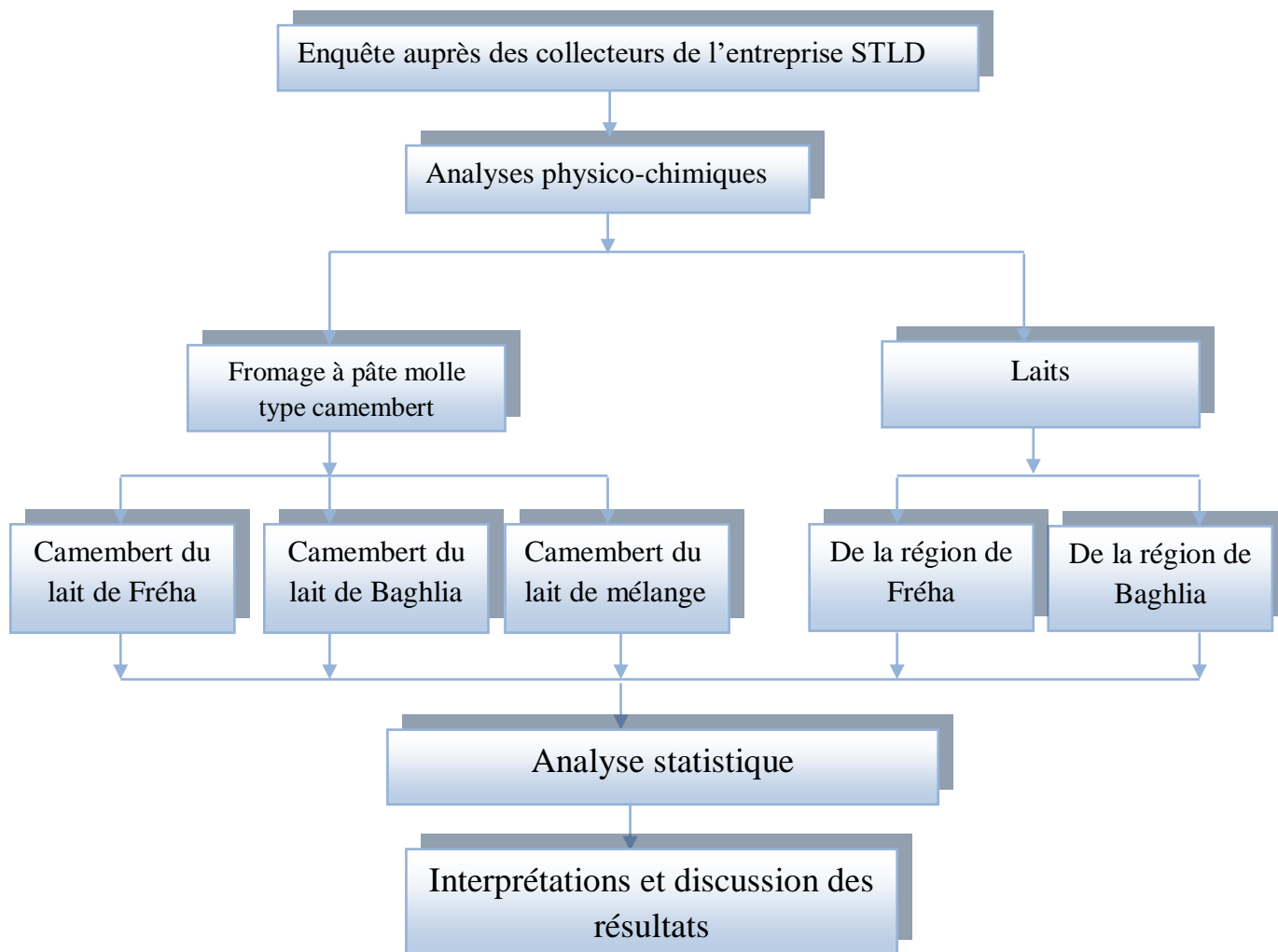


Figure 8. Schéma récapitulatif des principales étapes de notre étude

IV.3. Présentation de l'unité STLD

EURL STLD est une entreprise qui intervient dans la transformation de lait. Elle a été créée le 16 avril 2004, c'est une entreprise à caractère privé sise à la zone d'activité Draa Ben Khedda, Tizi-Ouzou. L'unité compte un effectif de 104 employés compétents, ambitieux et qualifiés et bien formés aux pratiques indispensables dans une industrie agro-alimentaire.

La laiterie a pour fonction de produire une large gamme de produits à partir du lait cru collecté par des éleveurs locaux, environ 70000 litres sont transformés par jour.

Principaux produits

- Fromage à pâte molle de type camembert à base de lait de vache
- Fromage à pâte molle de type camembert à base de lait de chèvre
- Fromage à pâte pressée non cuite
- Lait pasteurisé conditionné entier
- Lait pasteurisé conditionné à 0% de matière grasse
- Lait fermenté conditionné (lben)
- Beurre

Le lait réceptionné provient de 13 collecteurs issus de deux régions principales: la région de Tizi Ouzou (Fréha) en premier lieu et Boumerdes (Baghlia) en deuxième lieu. Il est acheminé au moyen des camions citernes isothermes qui assurent un transport à une température de 4 à 6°C.

Le lait ne subit aucune standardisation, la production des fromages à pâte molle de type camembert produit au niveau de la laiterie STLD se fait uniquement avec le lait cru.

IV.4. Diagramme de fabrication des fromages type camembert à l'unité STLD

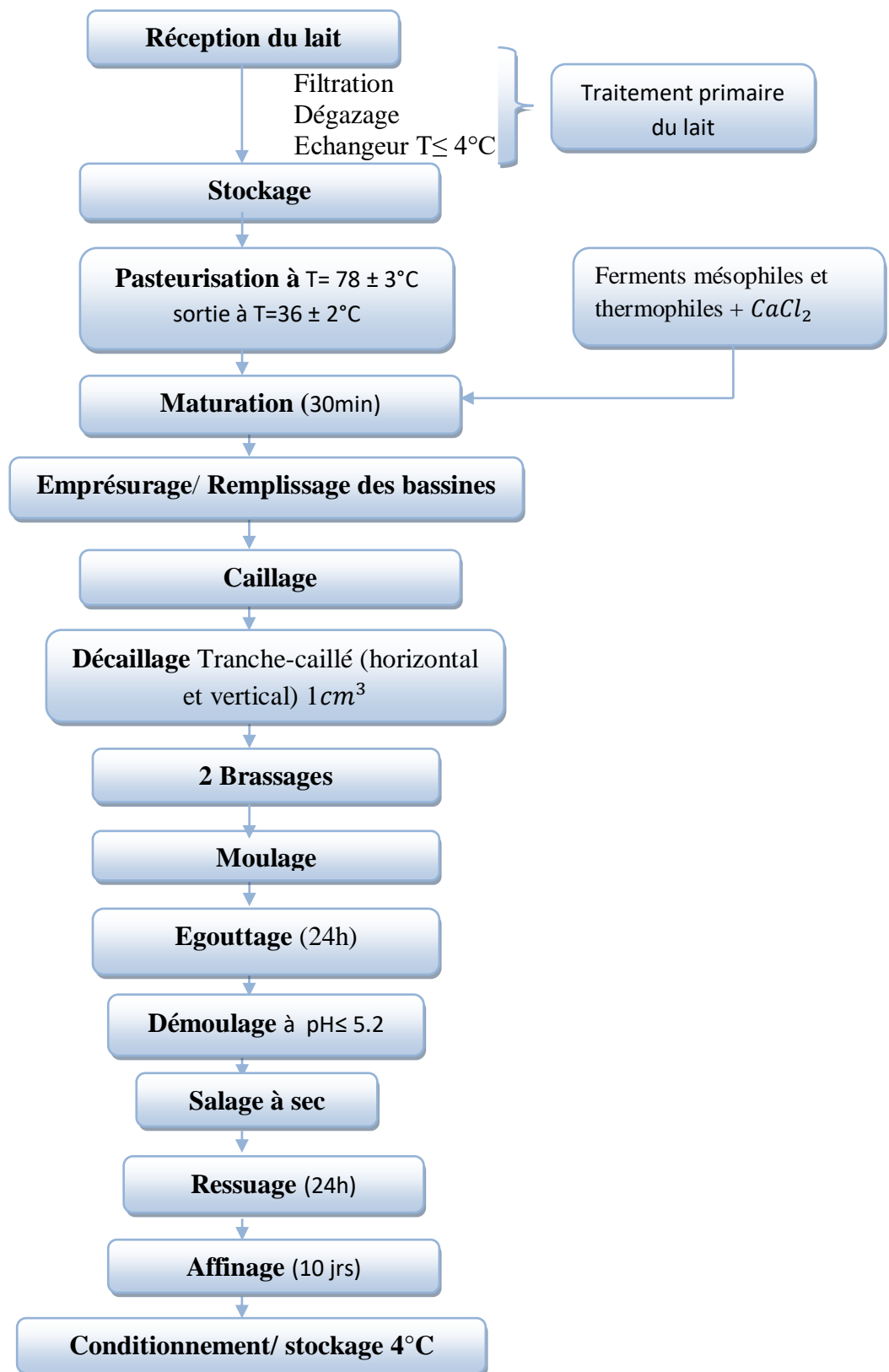


Figure 9. Diagramme de fabrication du camembert au sein du FERMIER

IV.5. Présentation de la région de Fréha

La wilaya de Tizi-Ouzou est distante de 100 km de la capitale à l'Est. Son potentiel foncier agricole limité est de 295 793 hectares avec 80% des terres en pente supérieures à 12%. La zone de Fréha dispose d'une SAU de 6 788 ha qui représente 7% de la SAU de la wilaya de Tizi-Ouzou. la production laitière est passée de 82 millions de litres en 2009 à 145 millions de litres en 2014, soit une évolution de plus de 76%.

Cette région est considérée comme leader au niveau de la Wilaya de Tizi-Ouzou en matière de la production de lait (21% du lait collecté), la production laitière moyenne de l'élevage bovin laitier a atteint 15 litres/vache/jour (Si-tayeb et al., 2015).

IV.5.1. Situation géographique

La commune de Fréha s'étend sur 68,55 km² et se situe dans la vallée du haut Sébaou à 35 km du chef-lieu de la wilaya. Elle est limitée au nord par la commune d'Aghribs, au sud par Mékla, à l'est par Azazga et à l'ouest par Timizart. L'altitude moyenne de la commune est de 350 m (kabli, 2018). La situation géographique de la région est représentée dans la figure 10 .



Figure 10. Cartographie de la région de fréha (Google Maps,2020)

Ce même auteur cite que le territoire de la commune présente une géographie à double aspect à savoir :

- Les plaines : Elles représentent 73% du territoire de la commune situées sur la vallée de Oued Sebou.
- Les montagnes (collines) : Elles représentent 27% du territoire de la commune.

IV.5.2. Le climat

Le climat de la commune est méditerranéen avec des hivers très froids et des étés très chauds. $T < 10^{\circ}$ en hiver et supérieur à 35°C en été. Les précipitations moyenne sont de 866mm dans la région (Mouhaouche et Nait Kaci, 2017).

IV.6. Présentation de la région de Baghlia

La wilaya de Boumerdès est distante de 45 Km d'Alger. Sa superficie agricole utile est de 65 738 hectares. La surface irriguée est de 12 400 hectares (Abdous et Belkhef, 2019). La Daïra de Baghlia se situe à l'extrémité orientale de la wilaya de Boumerdes, elle s'étend sur les trois (03) communes suivantes: Baghlia, Sidi Daoud et Taouerga, sur une superficie de 14 295 Ha.

IV.6.1. Situation géographique

La daïra de Baghlia est limitée au nord par la mer Méditerranéenne, Au Sud par les communes de Nacéria, de Sidi Naamane et de Tadmaït (Wilaya de Tizi-Ouzou), A l'Est par les communes de Dellys, Ben Choud et d'Afir, A l'Ouest par les communes de Djinet et Ouled Aissa (Raked et Guettouche, 2007). La situation géographique de la région est représentée dans la figure 11. Du point de vue géographique la zone de Baghlia regroupe trois ensembles naturels bien distincts :

- Une bande littorale au nord, à vocation agricole, très fertile, mais très restreinte ;
- Une vallée épousée par Oued Sébaou, à vocation agricole ;
- Oued Sébaou calice la zone en deux unités montagneuses, très accidentés, occupant la majeure partie de la zone.



Figure 11. Cartographie de la région de Baghlia (Google Maps, 2020).

IV.6.2. Le climat

Le climat est méditerranéen, le mois de janvier est le mois le plus pluvieux avec 130,49 mm, alors que le mois le plus sec est celui de juillet avec une valeur de 1,81 mm (Raked et Guettouche, 2007).

IV.7. Enquête auprès des collecteurs de l'entreprise STLD

Pour cette enquête, le personnel de la laiterie Le FERMIER nous a fourni les coordonnées de leurs principaux collecteurs. Par la suite, des appels téléphoniques ont été effectués, dans les quelles nous avons demandé quelques informations concernant leurs types d'élevages, type d'alimentation et les principales caractéristiques de leurs cheptel qui sont résumées dans le tableau IV.

Tableau IV. Caractéristiques du cheptel des principaux collecteurs des deux régions

Régions	Collecteurs	Cheptel	Races		Alimentation	Type d'élevage
			Dominantes	Marginales		
Fréha	Collecteur n°01	41 vaches laitières	Montbéliarde	Normande	-aliments vache laitière (concentré) - soja	-dans des étables -paturent rarement
	Collecteur n°02	26 vaches laitières	Montbéliarde Fléckvieh Prim'Holstein		Bista VL18	-Paturage majorité du temps -Etable en hiver.
Baghlia	Collecteur n°01	1500 vaches laitières	Montbéliarde Fléckvieh Prim'Holstein	Normande Simmental	-aliments vache laitière (concentré) -son d'avoine (Khortane)	Dans des étables (pas de paturage)
	Collecteur n°02	337 vaches laitières	Montbéliarde Prim'Holstein		Aliment qoba la 15 (concentré)	70% dans des étables

IV.8. Matériel (Annexe 01)

IV.9. Méthodes d'analyses physicochimiques

IV.9.1. Prélèvement des échantillons

- ❖ Prélèvement du lait : Afin de réaliser les analyses physicochimiques telles que la densité, l'acidité, les tests aux antibiotiques, ainsi que, sa composition et les aptitudes à la coagulation fromagère. Nous avons prélevé 1 litre de lait à la réception provenant de chacune des régions étudiées d'une manière aléatoire, cette opération c'est répétée 5 fois à des jours différents (10 échantillons de lait au total 5 pour chaque régions).
- ❖ Prélèvement des échantillons de fromage : Pour chaque type de lait (lait de Baghlia, lait de Fréha, lait de mélange) on a réalisé 2 préparations dans des jours différents, donc au total 6 préparations. Ensuite, on a prélevé 3 échantillons de chaque type de fromage au troisième jour de la production de manière aléatoire. (18 échantillons au total, 6 pour chaque type de camembert).

IV.9.2. Analyses physicochimique du lait

IV.9.2.1. Test aux antibiotiques

Principe : Les antibiotiques sont largement utilisés dans la production animale à des fins différentes telles que le traitement de la maladie, prévention et amélioration de l'efficacité alimentaire, ce qui conduit à la présence de leurs résidus dans les denrées alimentaire (Rama et al., 2017). La Consommation de lait contaminé par des résidus d'antibiotiques au-dessus de la limite maximale de résidus (LMR) provoque une toxicité pour l'homme et le développement de super-bactéries qui conduit à l'échec de l'antibiothérapie et menace la vie humaine (Rahman et al., 2020).

En industries laitières, les conséquences peuvent être désastreuses, Les résidus entravent toute maturation de ferments lactiques, au cours de la transformation, engendrant ainsi des pertes économiques énormes (Boultif, 2015). Pour cela un test antibiotique est indispensable pour déterminer la qualité sanitaire du lait cru à la réception. Le test se fait avec le « β -star combo » qui est un test rapide permettant de détecter en une seule étape la présence d'antibiotiques bêta-lactames et tétracyclines dans les laits de vache. Ces antibiotiques comptent parmi les familles d'antibiotiques les plus utilisées dans le monde pour le traitement du bétail. (**Annexe 02**)

IV.9.2.2. Détermination de la teneur en Matière grasse du lait

Principe: Le principe de cette méthode est basé sur la dissolution du produit à doser (excepté la matière grasse) par l'acide sulfurique à 91%. Sous l'influence d'une force centrifuge et grâce à l'adjonction d'une faible quantité d'alcool isoamylique, la matière grasse se sépare en couche claire dont les graduations du butyromètre révèlent le taux.

Le dosage de la matière grasse du lait est réalisé selon la méthode conventionnelle acido-butyrométrique, de Gerber : norme NF, V 04-210 AFNOR, (2000), elle est exprimée en g/l de lait. (**Annexe 03**)

IV.9.2.3. Dosage des protéines du lait

Principe: La teneur en protéines du lait est déterminée par dosage de l'azote, elle est réalisée en appliquant la méthode de Kjeldhal selon la norme : NF V04-211 AFNOR, (1971).

Le principe est basé sur la transformation de l'azote organique en azote minéral par destruction de la matière organique sous l'effet de l'acide sulfurique concentré. L'azote minéral présent sous forme de sulfate d'ammonium est transformé sous forme d'ammoniac par une solution d'hydroxyde de sodium puis entraîné par la vapeur d'eau. L'ammoniaque est piégée dans une solution d'acide borique et finalement titré par une solution d'acide sulfurique de normalité connue. Le coefficient de 6,38 permet la transformation de la quantité d'azote déterminée en poids de protéines. (**Annexe 04**)

IV.9.2.4. Détermination de la teneur du lait en lactose et son point de congélation.

Principe: On effectue des prélèvements à la réception de lait (flacon de 180ml) de chaque région afin d'analyser sa composition notamment sa teneur en lactose et déterminer son point de congélation. Cette analyse se fait par le moyen de LACTOSTAR qui est un analyseur de lait complètement automatique pour analyser le lait rapidement et avec précision, ce dernier est étalonné selon les méthodes de références. (**Annexe 05**)

IV.9.2.5. Détermination de la matière sèche totale et la matière sèche non grasse

Principe : L'extrait sec total est déterminé à l'aide d'un dessiccateur infrarouge. Le principe consiste à sécher l'échantillon par l'émission de radiations infrarouges et à contrôler en continu le poids à l'aide d'une balance intégrée, méthode AFNOR (1970). Il est exprimé en pourcentage pondérale du résidu obtenu après dessiccation (**Annexe 06**)

L'extrait sec dégraissé (ESD) est déterminé en faisant la différence entre l'extrait sec total (EST) et la matière grasse (MG).

Calcule

$$\text{ESD} = \text{EST} - \text{MG}$$

IV.9.2.6. Détermination de l'acidité titrable

Principe: Le lait frais ne contient qu'environ 0.002% d'acide lactique, en se développant, les bactéries lactiques vont former de l'acide lactique par fermentation du lactose, cette acidité conduit à la dénaturation des protéines. L'analyse de l'acidité titrable mesure tous les ions H^+ disponibles dans le milieu qu'ils soient dissociés ou non (Lapointe-Vignola, 2002).

Cette analyse a pour but de déterminer par titrage la concentration molaire en ions H_3O^+ dans un échantillon de lait. Cette concentration est exprimée en "degrés Dornic". Il s'agit d'un titrage acido-basique. L'acide lactique est neutralisé par une solution d'hydroxyde de sodium NaOH (à 0.1N) en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré (AFNOR, 1969). (Annexe 07)

IV.9.2.7. Détermination de la densité

Principe: La densité est le rapport des masses d'un volume de lait et d'un même volume d'eau à 20°C. Cette masse résulte des diverses densités des constituants du lait : eau, matière grasse, protéines, sucres, etc. La quantité de ces différents constituants n'étant pas constante, la densité du lait est donc variable.

La densité est mesurée à l'aide d'un thermo-lactodensimètre selon la norme NF V04-204 AFNOR, (2004). Etalonné de manière à donner (par simple lecture du trait correspondant au point d'affleurement) la densité de l'échantillon de lait à analyser. (Annexe 08)

IV.9.2.8. Aptitude à la coagulation

Principe: L'aptitude à la coagulation des différents laits prélevés, est évaluée par la détermination du temps de coagulation selon un procédé de Berridge modifié par Collin et al., (1977) dont le principe est basé sur l'addition de 1 ml de la solution enzymatique à 10 ml de lait expérimental, préalablement ramenés à 30°C, l'intervalle de temps compris entre l'ajout de la solution enzymatique et l'apparition des premiers flocons visibles sur la paroi interne des tubes en verre est définis comme le temps de coagulation. Chaque échantillon de lait doit subir au

minimum 3 essais pour pouvoir apprécier le temps de coagulation (Benmalle, 2012). (**Annexe 09**)

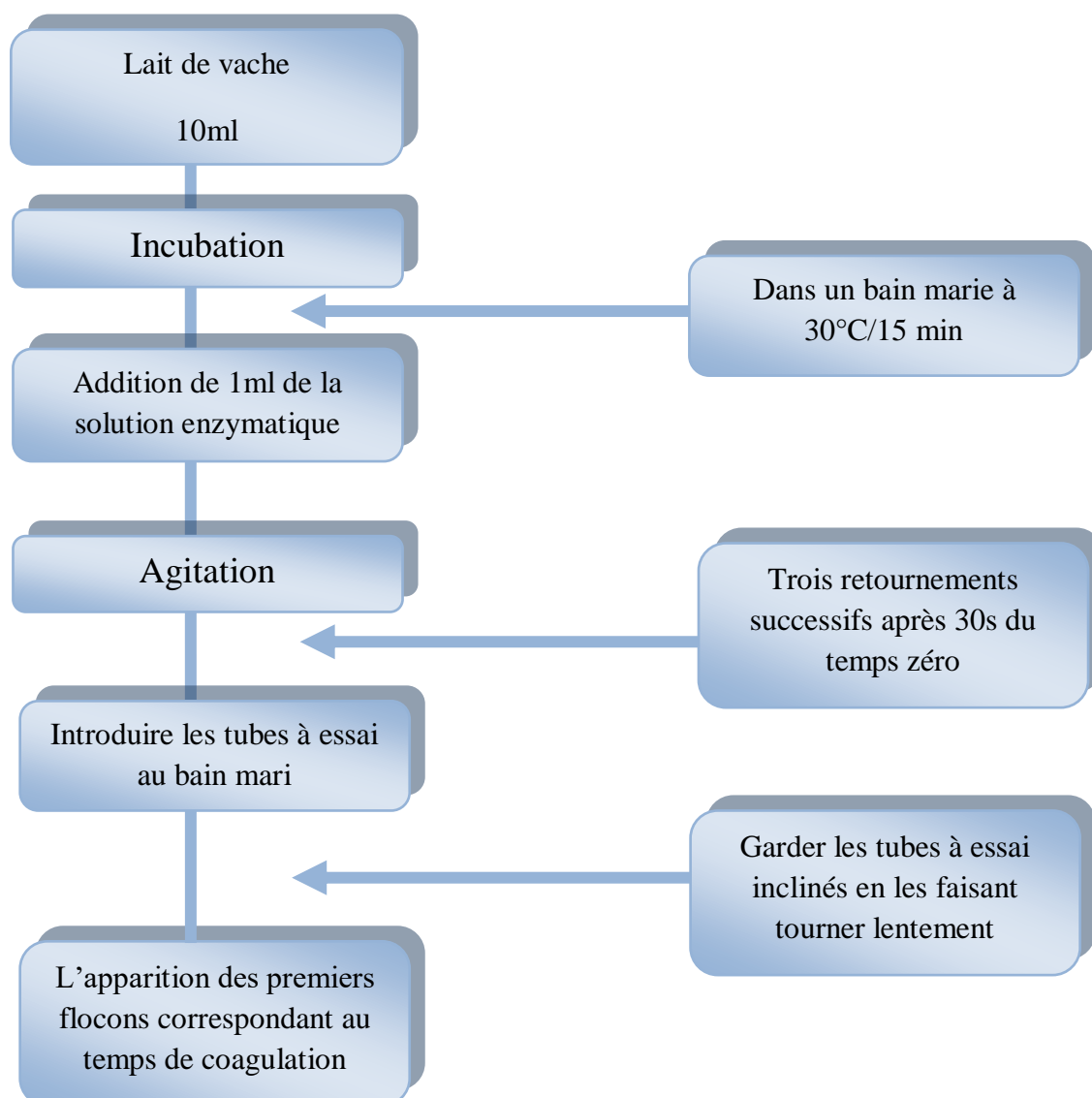


Figure 12. Mesure du temps de coagulation par la méthode de Berridge modifier par Collin et al., (1977)

IV.9.3. Analyse physicochimique du camembert

IV.9.3.1. Détermination de la matière sèche des fromages « EST »

Principe: Il consiste à faire évaporer l'eau d'une prise d'essai afin de déterminer par la pesée la quantité de matière sèche restante après dessiccation totale de la prise d'essai. Selon la méthode de J.O.R.A. (2014). (**Annexe 06**)

IV.9.3.2. Détermination de la teneur en matière grasse MG des fromages

Principe: La méthode utilisée pour la détermination de la teneur en matière grasse du camembert est la méthode acido-butyrométrique de Van-Gulik, (J.O.R.A., 2014). Qui est une technique basée sur la dissolution des protéines par addition d'acide sulfurique 62.9% et séparation de la matière grasse par centrifugation en présence d'alcool iso amylique. (**Annexe 10**)

IV.9.3.3. Détermination du Gras sur Sec « G/S »

Principe : La mention G/S peut figurer sur l'étiquette du fromage, ce rapport est un bon indicateur de composition et de texture des camemberts, il est exprimé en pourcentage (%). Il nous permet de vérifier la conformité de nos échantillons en matière grasse et en matière sèche.

Calcule :

$$G/S = \frac{\text{matiere grasse (\%)}}{\text{matiere seche (\%)}} \times 100$$

IV.9.3.4. Mesure du pH

Principe: Le pH renseigne précisément sur l'état de fraîcheur du camembert. S'il y a une action des bactéries lactiques, une partie du lactose du camembert sera dégradée en acide lactique, ce qui entraîne une augmentation de la concentration des ions hydronium dans le produit. (**Annexe 11**)

IV.9.3.5. Mesure du rendement fromager

Principe : Le rendement fromage ou le rendement de la transformation du lait en fromage est l'expression mathématique de la quantité de fromage obtenue à partir d'une quantité donnée de lait, l'unité de mesure est (kg/100kg) (Matiere, 2014).

On peut calculer le rendement fromager et brut par la formule suivante

$$\text{Rendement} = \frac{\text{poids de fromage au démoulage}}{\text{poids de lait mis en œuvre}} (\text{kg}/100 \text{ Kg})$$

IV.10. Etude statistique

- Les résultats des paramètres physicochimiques des laits ainsi que ceux des fromages sont présentés sous forme de moyennes \pm l'erreur standard à la moyenne.
- Les résultats individuels ont été enregistrés puis groupés sur une base de données Excel puis traités par le logiciel *R* version 3.6.1 (Ihaka R. et Gentleman R., 1993).
- les tests de normalité et d'homogénéité des variances ont été appliqués pour vérifier une série d'observation.
- La comparaison de la moyenne pour les deux groupes de lait et les trois groupes de fromages ont été faite comme suit :
 - Si la normalité et l'homogénéité sont vérifiées, on utilise un test paramétrique de l'ANOVA pour les fromages et le test de student pour les laits.
 - Si la normalité et l'homogénéité ne sont pas vérifiées, on utilise un test non paramétrique qui est le test de Kruskal-wallis pour les fromages (trois moyennes) ou wilcoxon pour le lait (deux moyennes)
- Calcul du degré de significativité entre les valeurs moyennes, la significativité est défini pour une probabilité p avec un risque de 5%.

On considère :

- Si $p < 0.001$: La différence est hautement significative (HS) ***
- Si $p < 0.01$: La différence est très significative (TS) **
- Si $p < 0.05$: La différence est significative (S) *
- Si $p > 0.05$: La différence est non significative (NS)

Chapitre V

Résultats et Discussion

V.1. Test aux antibiotiques

Les tests aux antibiotiques réalisés sur le lait de la région de Fréha et ceux de la région de Baghlia ont révélé que ces laits sont dépourvus de résidus. Ces résultats sont conformes aux normes du J.O.R.A, (1993) qui a indiqué que le lait ne doit pas contenir de résidus antiseptiques, antibiotiques et pesticides. Cela est probablement dû au respect des bonnes pratiques d'élevage par les éleveurs ainsi qu'au respect du délai d'attente. Selon Sander et al., (2011) l'antibiothérapie exige une stratégie d'utilisation adaptée aux besoins sanitaires de l'élevage après un passage en revue de l'ensemble des options de contrôle des infections (vaccination, biosécurité, pratiques zootechniques, etc.) assurant la meilleure prévention.

V.2. Effet de quelques pratiques d'élevage sur la composition physicochimique du lait et son aptitude à la coagulation

L'analyse statistique des paramètres physicochimiques du lait effectué à l'aide du test de student et/ou wilcoxon par le moyen du logiciel R, nous a permis d'étudier l'effet des pratiques d'élevage des deux régions sur la composition du lait et son aptitude à la coagulation.

Tableau V: Analyse statistique des paramètres physicochimiques du lait des deux régions.

Variables	Lait de Fréha $\bar{X} \pm \text{ESM}$	Lait de Baghlia $\bar{X} \pm \text{ESM}$	ddl	P-value
Matière Grasse (g/l)	28.86 ± 0.83	33.66 ± 1.15	4	P= 0.0113
Protéines (g/l)	31.6 ± 0.62	32.44 ± 0.26	4	P=0.2653
Lactose (g/l)	40.18 ± 0.70	42 ± 0.34	4	P=0.06092
Matière sèche non grasse (g/l)	76.51 ± 1.08	79.46 ± 0.70	4	P= 0.05719
Acidité (°D)	16.75 ± 0.25	16.75 ± 0.47	3	P=1
Densité	1027.7 ± 0.17	1028 ± 0.25	3	P=0.3769
PDC (°C)	-0.446 ± 0.02	-0.427 ± 0.006	4	P=1
Temps de prise (s)	183.32 ± 6.55	157.1 ± 5.51	39	P= 0.009628

En rouge, les paramètres correspondant aux valeurs de probabilités significative (significative $p < 0.05$ ou très significative $p < 0.01$) ; ddl: degré de liberté; p : probabilité ; \bar{X} : moyenne ; ESM : erreur standard à la moyenne.

La comparaison entre les laits des deux régions présentée dans le tableau V, nous indique que l'effet des pratiques d'élevages sur le temps de prise est très significatif ($p < 0,01$) en faveur de la région de Baghlia. Ainsi que nous constatons un effet significatif ($P < 0.05$) sur les teneurs en matière grasse dans les laits des deux régions.

V.2.1. Variation de la matière grasse

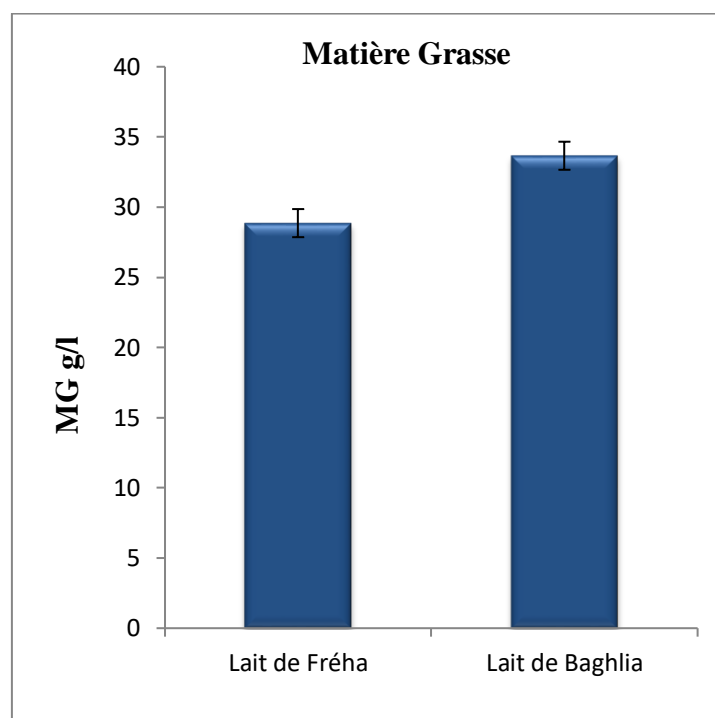


Figure 13. Variation de la teneur en matière grasse du lait de la région de Fréha et de la région de Baghlia.

À partir de la figure 13, nous remarquons que le lait issu de la région de Baghlia est plus riche en matière grasse laitière avec une moyenne de 33.66 ± 1.15 g/l comparé au lait de la région de Fréha qui contient en moyenne 28.86 ± 0.83 g/l de matière grasse. Cette différence est significative ($P = 0.0113$).

La moyenne de la matière grasse des échantillons de lait de la région de Baghlia est conforme aux valeurs enregistrées par Sébédio, (2008) qui estime que le lait de vache contient entre 30 g/l à 50 g/l de matières grasses. Tandis que la teneur de matière grasse des échantillons de la région de Fréha est inférieure à ces mêmes valeurs. Pour Debry, (2001) la teneur de matières grasse est de 36-45g/l, ainsi que le J.O.R.A, (1993) a défini la limite minimum de 34g/l.

La variation du taux de matière grasse entre les laits des deux régions peut être expliquée par le type d'élevage adopté dans ces régions. On note que la région de Fréha est caractérisée par un accès au pâturage dans la majorité du temps, compte à la région de Baghlia, elle a adopté un système d'élevage en confinement (sans pâturage). Selon Walker et al., (2004) il existe des

différences significatives entre les systèmes de production laitières en pâturage et ceux basés sur la ration totale mélangée, conduisant à des différences de composition de matière grasse laitière entre les deux.

Ainsi cette variation est probablement due à l'alimentation des vaches laitières. On peut citer par ce fait que les vaches de la région de Fréha sont alimentées la majorité du temps par pâturage, tandis que l'alimentation des vaches de la région de Baghlia se repose essentiellement sur les aliments de vaches laitières (soja, avoine). En effet, selon Sarairi et Hamama, (2006), le taux butyreux semble le plus variable des caractéristiques physico-chimiques du lait, à l'égard de sa très forte corrélation à la teneur en fourrages et à la nature des fibres et des concentrés utilisés dans les rations pour vaches laitières. Une alimentation riche en cellulose à l'origine d'acide acétique favorise l'augmentation du taux butyreux (Cauty et Perreau, 2009). De nombreux auteurs montrent qu'un régime alimentaire basé sur l'herbe entraîne la baisse des taux de Protéine et de MG du lait (Sarari et al., 2008).

Cette différence de teneur en matière grasse est peut-être due aux caractéristiques du cheptel des éleveurs de chaque région qui est formé majoritairement par les races suivantes : Montbéliarde, Fléckvieh, Prim'Holstein mais à des proportions variables et inconnue. En outre, la variation de la teneur en matières grasses est attribuée à la génétique et à l'état physiologique de différentes races de vache (Hoden et Coulon, 1991). Ainsi, qu'il a été observé que la race de vache avait un effet significatif sur les compositions du lait de vache notamment la matière grasse du lait variant considérablement (Adesina, 2012)

II.2.2. Variation des Protéines

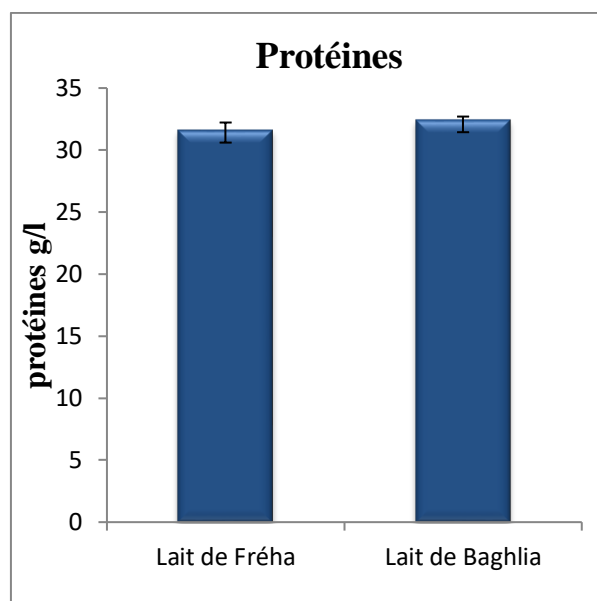


Figure 14. Variation de la teneur en protéines dans le lait de la région de Fréha et le lait de la région de Baghlia.

Nous remarquons à partir de la figure 14 que le lait de la zone de Baghlia présente une teneur en protéines légèrement plus élevée que celle de la région de Fréha avec une moyenne de 32.44 ± 0.26 g/l et 31.6 ± 0.62 g/l respectivement, bien que cette différence est non significative ($P=0.2653$).

Nos résultats correspondent aux résultats trouvés par Saraiiri et al., (2005) pour qui les teneurs en protéines varient de 29.7 à 33.7 g/l. En revanche, ils sont inférieurs aux normes du J.O.R.A (1998) qui a défini le seuil minimum des protéines dans le lait de 34g/l, ainsi que celles de l'AFNOR (1986) dont le taux de protéines est de 34-36 g/l.

On peut éventuellement expliquer la variation du taux de protéines entre les deux régions par le type d'alimentation adoptée, de nombreux auteurs montrent qu'un régime alimentaire basé sur l'herbe entraîne la baisse des taux de Pro et de MG du lait rapporté par Saraiiri et al., (2008), ces derniers montrent qu'un régime à base de blé a induit un accroissement modéré du taux en Pro du lait de vache par rapport à un régime à base d'herbe conservée ou pâturée.

Les caractéristiques du cheptel, leurs stades physiologiques et la variation génétique des vaches pourraient être la source de la variation des protéines dans les laits des deux régions. Les

résultats de Agabriel et al., (1990) confirment le rôle prépondérant du stade physiologique des animaux, de leur alimentation et de leur niveau génétique, comme facteurs de variation du taux protéique du lait.

La faible quantité de protéines dans la composition du lait récolté au niveau de ces deux régions, serait due au défaut de la conduite d'élevage ou à la pauvreté de la ration en énergie (Coulon et Rémond, 1991).

II.2.3. Variation du lactose

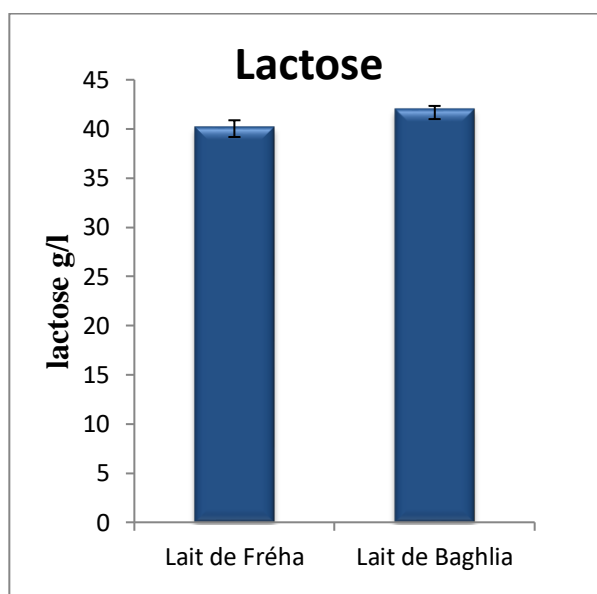


Figure 15. Teneur en lactose du lait de la région de Fréha et de la région de Baghlia.

À partir de la figure 15, nous remarquons que le lait de la zone de Baghlia présente une teneur en lactose plus élevée que celle de la région de Fréha avec une moyenne de $42\text{g/l} \pm 0.34$ et $40.18\text{g/l} \pm 0.70$ respectivement. Cette différence est non significative ($p=0.06092$).

Ces résultats correspondent parfaitement avec Labioui et al., (2009) qui déterminent l'intervalle normal de lactose dans un lait cru de 40 à 50 g/l. en revanche ils ne correspondent pas à l'intervalle normal de lactose donné par AFNOR, (1986), qui est entre 47 et 52g/L.

Cette variation de teneur en lactose dans le lait des deux régions peut probablement s'expliquer par la variation de la race des vaches laitières du cheptel. On tient à souligner le fait que les proportions des races utilisées sont inconnues, ainsi que le stade de lactation ce qui pourrait avoir des répercussions sur la teneur en lactose. En effet, Selon Fox et al., (2015) la

teneur en lactose du lait de vache varie selon la race de la vache, les animaux individuels, l'infection du pis (mammite) et le stade de lactation.

Selon les mêmes auteurs la concentration en lactose est inversement proportionnelle aux concentrations de lipides et de protéines. Ce qui n'est pas le cas dans notre étude, car nous remarquons à partir des résultats obtenus, que le lait de la région de Baghlia est plus riche en MG et en protéine comparé au lait de la région de Fréha, cependant, la teneur en lactose reste tout de même plus élevée dans le lait de Baghlia.

II.2.4. Variation de l'extrait sec dégraissé « ESD »

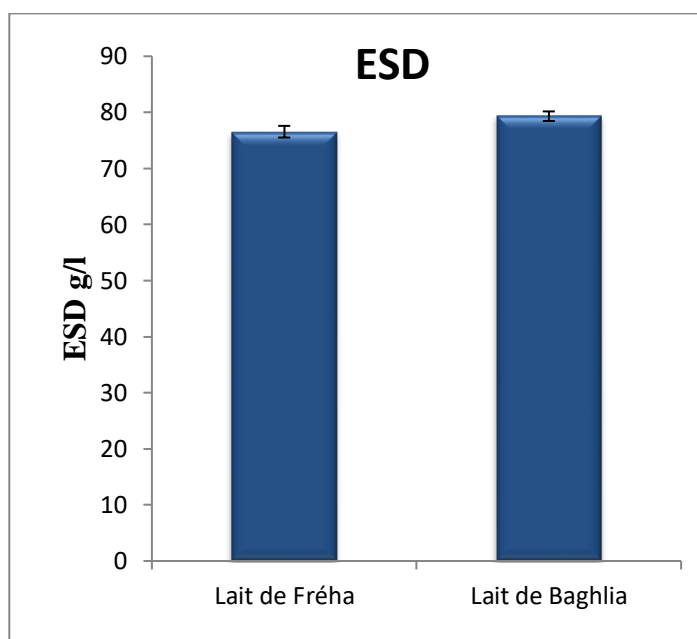


Figure 16. Variation de l'extrait sec dégraissé dans le lait de la région de Fréha et le lait de la région de Baghlia.

À partir de la figure 16, nous constatons que la teneur en matière sèche non grasse du lait de la région de Baghlia est supérieure à celle du lait de la région de Fréha avec une moyenne de 79.46g/l±0.70 et 76.51g/l±1.08 respectivement. La différence elle est non significative (P=0.05719)

Ces résultats sont en accord avec les résultats obtenus par Kouidri et al., (2019) qui varient entre 80.72g/l±3.99 et 90g/l±2.95 de matière sèche non grasse. Ces teneurs sont inférieures aux normes AFNOR, (1970) qui varient de 87 – 90 g/l.

Les variations des taux de l'ESD dépendront des variations du lactose et de protéine du lait, selon les données rapportées par Da Cruz et al., (2014) l'extrait sec dégraissé est composé essentiellement de la protéine brute, le lactose et les teneurs en minéraux du lait, le lactose correspond à 52% d'extrait sec dégraissé. Ce qui expliquerait le taux élevé de l'ESD dans le lait de la région de Baghlia par rapport à la région de Fréha.

II.2.5. Variation de l'acidité dans le lait

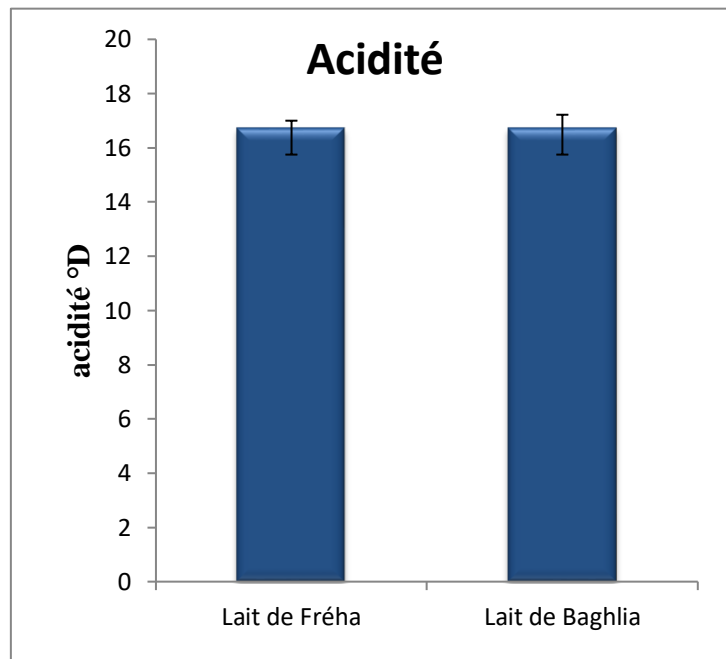


Figure 17. Acidité du lait de la région de Fréha et de la région de Baghlia.

Nous remarquons à partir de la figure 13, que les valeurs en acidité Dornic sont identiques pour la région de Fréha ainsi que celle de Baghlia avec une moyenne de 16.75°D et une ESM de 0.25°D et 0.47°D respectivement.

La norme nationale de l'acidité selon le J.O.R.A, (1993) est entre 14 et 18°D pour le lait pasteurisé, on peut dire que nos échantillons sont conformes. L'acidité du lait peut être un indicateur de sa qualité au moment de la livraison car elle permet d'apprécier la quantité d'acide produite par les bactéries ou les éventuelles fraudes (Aggad et al., 2009).

Ces résultats sont probablement dus à la bonne qualité microbiologique des laits des deux régions, ainsi qu'au respect des bonnes conditions de manutention et de transport de ces laits. En

effet, Selon Mathieu, (1998), l'acidité dépend des conditions hygiéniques lors de la traite, de la flore microbienne totale et son activité métabolique et de la manutention du lait.

On note aussi que le pH et l'acidité dépendent de la teneur en caséine, en sels minéraux et en ions (Alais, 1984). Ce qui pourrait éventuellement dire que les valeurs basses d'acidité de nos échantillons sont peut-être dues à sa composition.

II.2.6. Variation de la densité dans le lait

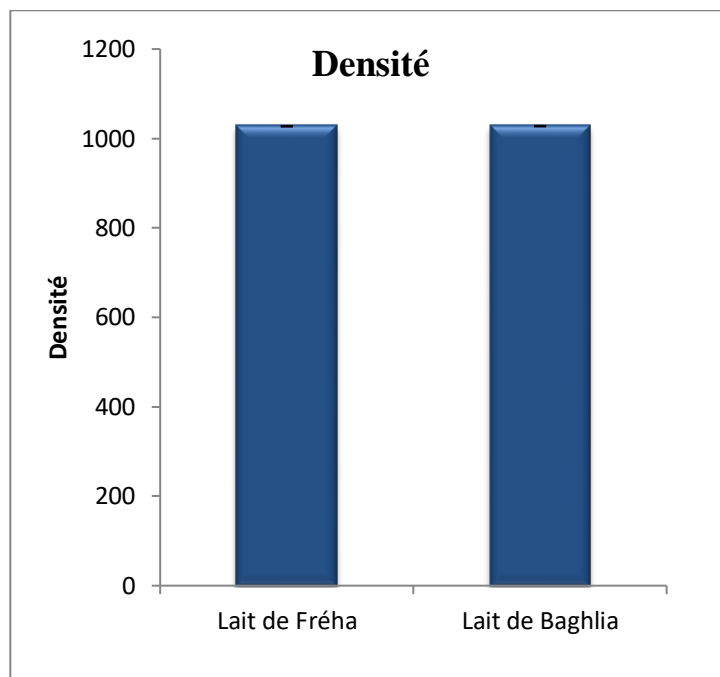


Figure 18. Densité du lait de la région de Fréha et de la région de Baghlia.

À partir de la figure 18, nous constatons que la densité du lait de la région de Baghlia est supérieure à celle du lait de la région de Fréha avec une moyenne de 1028 ± 0.25 et de 1027.7 ± 0.17 respectivement. La différence est non significative ($P=0.3039$)

Les résultats obtenus ne sont pas conformes aux valeurs publiées dans le J.O.R.A (1993) qui sont de 1030 à 1034, ce qui est en accord avec les valeurs indiquées par Veisseyre, (1975). Cependant, les résultats de la région de Baghlia correspondent aux normes exigées par la laiterie du fermier qui sont de 1028 à 1030 ainsi qu'aux normes définies par AFNOR, (1986) et Pointurier, (2003) qui sont de 1028 à 1035 contrairement au lait de la région de Fréha.

Nous remarquons que les résultats obtenus sont en contradiction avec O'Brien et al., (2001), qui ont trouvé que la densité du lait de vache varie selon la richesse en matière sèche et elle est inversement proportionnelle au taux de matière grasse. À partir de nos résultats précédents déterminants la composition des laits des deux régions, nous constatons que le lait de la région de Baghlia est plus riche en MG mais sa densité est plus élevée que celle du lait de la région de Fréha. Selon Alais, (1984), la densité du lait varie selon la proportion d'éléments dissous ou en suspension, et elle est inversement proportionnelle au taux de matières grasses. Suite à cela on peut soupçonner que le lait de la région de Fréha peut être additionné de liquide afin d'augmenter les quantités mais néanmoins ce lait reste conforme aux normes exigées par l'entreprise.

II.2.7. Variation du point de congélation « PDC »

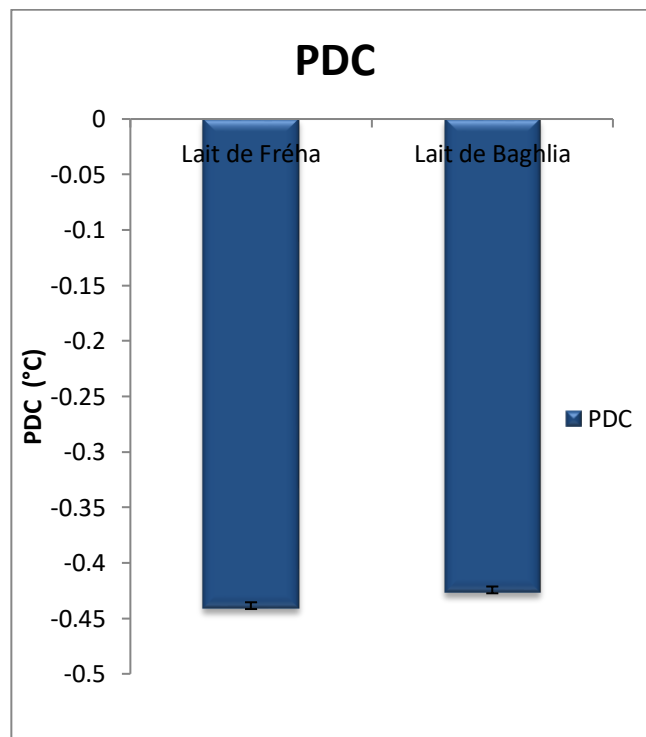


Figure 19. Point de congélation du lait de la région de Fréha et de la région de Baghlia.

À partir de la figure 19, nous remarquons que le lait de la zone de Baghlia présente un point de congélation plus élevé que celui de la région de Fréha avec une moyenne de $-0.427^{\circ}\text{C} \pm 0.006$ et $-0.446^{\circ}\text{C} \pm 0.02$ respectivement. Cette différence est non significative.

On peut supposer que les variations du point de congélation existantes au sein des deux régions sont dues à la région de production ou aux races de vaches laitières utilisées ainsi qu'à leur alimentation. En effet, Selon Amariglio, (1986) le point de congélation n'est pas une valeur constante, la moyenne se situe à $-0,55^{\circ}\text{C}$, mais il faut tenir compte des légères fluctuations dues aux variations saisonnières, à la race de la vache, ainsi à la région de production. L'acidification du lait ou l'addition de sels minéraux abaisse le point de congélation. Cependant, l'amplitude des variations est faible dans une même espèce (Codou, 1997).

En revanche, nos valeurs pour les deux régions sont beaucoup plus élevées que la moyenne du PDC qui est de $-0,55^{\circ}\text{C}$. Selon Codou, (1997) les variations extrêmes sont, comprises entre $-0,55$ et $-0,575$ quelle que soit la période de lactation. Le mouillage par addition d'eau provoque une augmentation du point de congélation (compris entre 0°C et $-0,53^{\circ}\text{C}$) on peut donc affirmer que les deux régions additionnent de l'eau (mouillage) dans le lait.

II.2.8. Variation du temps de prise

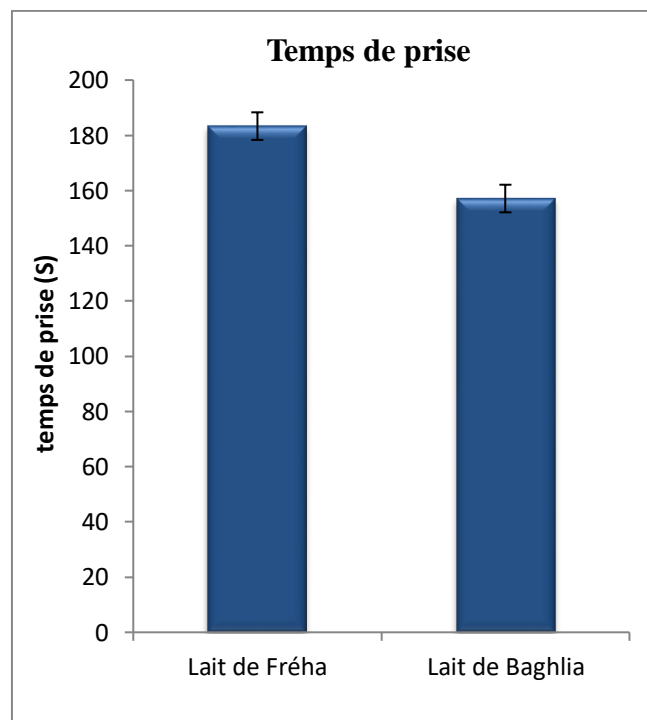


Figure 20. Temps de prise du lait de la zone de Fréha et de la zone de Baghlia.

Nous constatons à partir de la figure 20, que le lait de la zone Fréha prend plus de temps pour débiter la coagulation que le lait de la zone de Baghlia avec une moyenne de $183.32\text{s} \pm 6.55$ et de $157.11\text{s} \pm 5.65$ respectivement, cette différence est très significative ($p=0.009628$).

Cela est probablement dû à la différence de composition des laits et à la richesse du lait de Baghlia en matière grasse (différence significative). En effet, selon les résultats obtenus par Yabrir et al., (2015) le temps de prise dépend beaucoup plus de la matière grasse et de l'extrait sec total que de l'acidité. Seuls l'extrait sec total et la matière grasse sont bien corrélés avec la coagulation, plus le lait est riche en ces deux composants, plus le gel est ferme et moins longs seront les temps de prise et de coagulation. En outre, selon Hurtaud et al., (2005) le globule gras du lait est susceptible par sa taille et ses propriétés physico chimiques de modifier l'aptitude fromagère du lait et les qualités technologiques des fromages

Les variations du temps de prise obtenues peuvent être expliquées par la variation des teneurs de protéines dans les laits des deux régions, selon les résultats de Hurtaud et al., (1995) l'augmentation de la teneur en caséines du lait a eu un effet positif sur la fermeté du caillé. Une élévation de 4 à 5% de la teneur en protéines du lait sans addition de CaCl_2 augmenterait la tension du caillé de 25 à 30%.

Les résultats des temps de prise obtenus, pourraient éventuellement être affectés, par les variations de composition des laits dues au stade physiologique des vaches laitières. selon Coulon et al., (2005) les variations des constituants du lait sont à l'origine d'un effet fort du stade physiologique sur la coagulation du lait et sur les rendements fromagers.

On peut aussi supposer l'effet de l'alimentation et de la maîtrise du système d'élevage sur les variations de temps de prise. En effet, Coulon et al., (1988) ont montré qu'il existait d'importantes variations de la composition chimique et de l'aptitude à la coagulation du lait (mesurée par le temps de coagulation). Ces variations semblaient en relation avec la maîtrise du système d'élevage et plus particulièrement de l'alimentation (Martin et Coulon, 1991).

II.3. Effet de la composition du lait des deux régions sur la qualité physicochimique des fromages type camembert

L'analyse statistique des paramètres physicochimiques des camemberts issus du lait de la région de Baghlia et la région de Fréha ainsi que leurs laits de mélange est effectuée à l'aide du test ANOVA et/ou Kruskal-Wallis par le moyen du logiciel R, nous a permis d'étudier l'effet de la composition du lait sur la qualité physicochimique des trois essais de camemberts.

Tableau VI : Analyse statistique des paramètres physicochimiques des fromages type camembert.

Variable	Camembert du lait de Fréha $\bar{X} \pm \text{ESM}$	Camembert du lait de Baghlia $\bar{X} \pm \text{ESM}$	Camembert du lait de mélange $\bar{X} \pm \text{ESM}$	ddl	P
EST(%)	48.69 ± 0.28	51.93 ± 1.03	49.61 ± 0.42	5	P=0.010
MG (%)	24.5 ± 0.5	26.91 ± 1.05	26.58 ± 0.3	5	P= 0.0545
G/S (%)	50.31 ± 1.06	51.76 ± 1.43	56.76 ± 2.3	5	P=0.0438
Ph	5.27 ± 0.05	5.26 ± 0.05	5.22 ± 0.04	5	P=0.803
Rendement (kg/100kg)	10.145 ± 0.75	10.35 ± 0.15	10 ± 0.04	1	P=0.156

En rouge, les paramètres correspondant aux valeurs de probabilité significativité (significative $p < 0.05$). ddl: degré de liberté; p : probabilité; \bar{X} : moyenne ; ESM : erreur standard à la moyenne.

La comparaison entre les camemberts issus du lait de la région de Baghlia, la région de Fréha et de leur lait de mélange présentée dans le tableau VI nous indique que l'effet de la composition de lait sur le produit fini est significatif ($p < 0,05$) sur l'extrait sec total et le rapport de gras sur sec.

II.3.1. Variation de l'extrait sec total

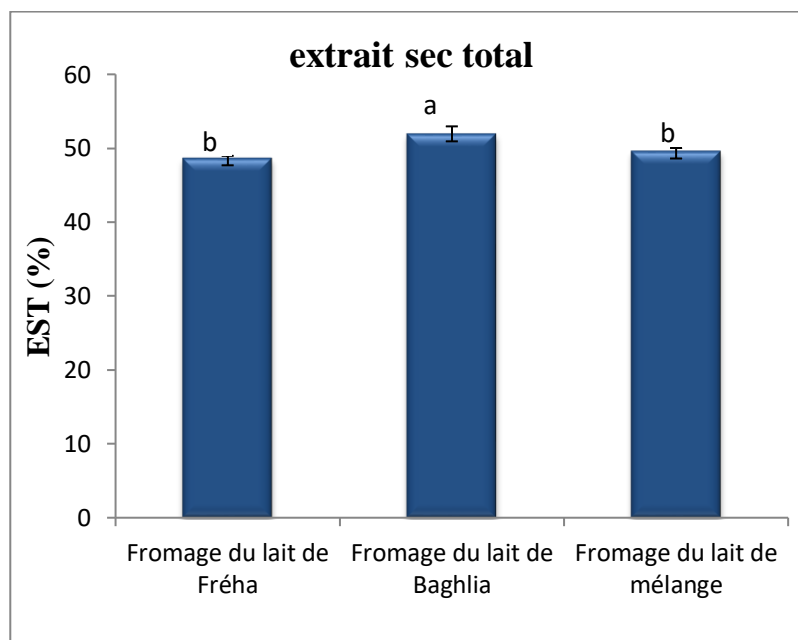


Figure 21. Variation de l'extrait sec total dans les fromages des différents types de lait.

A partir de la figure 21, nous constatons que la teneur en extrait sec total du fromage du lait de la région de Baghlia est d'une moyenne de $51.93\% \pm 1.03$ qui est supérieure aux autres camemberts issus du lait de Fréha et du lait de mélange avec des moyennes de $48.69\% \pm 0.28$ et $49.61\% \pm 0.42$ respectivement. Cette différence est significative ($P < 0.01$)

On constate que la différence significative est du côté du camembert issu du lait de Baghlia, cela peut s'expliquer par la composition du lait de cette région, qui est plus riche en matière grasse ($p < 0,05$) en protéines, en lactose et en extrait sec dégraissé par rapport à celui de la région de Fréha.

Nos résultats correspondent à l'intervalle trouvée par Molimard et al., (1994) qui situent les teneurs en matière sèche des fromages entre 45,2 et 50,6%. Néanmoins, le fromage du lait de Baghlia présente une teneur un peu plus élevée. Ceci est probablement dû à l'absence de la standardisation du lait.

Ces variations trouvées dans nos échantillons pourraient être dues à la composition du lait. En effet, Selon Alais (1975), la teneur en extrait sec dépend d'une part de la composition initiale du lait et d'autre part de la manière dont sont effectués la coagulation et l'égouttage. Etant donné qu'on a établi le même procédé de fabrication cela peut éliminer l'effet de la technologie fromagère sur l'extrait sec des camemberts des deux régions. Cependant, l'exsudation du lactosérum peut varier selon la cohésion du caillé obtenu qui est peut-être influencée par la composition du lait. Selon Fredot, (2009) l'élimination du lactosérum entraîne une forte augmentation de la teneur en matière sèche du fromage.

Les variations du taux de matière sèche dans nos échantillons sont probablement dues au salage. D'après Raynaud et al., (2018) les fromages les plus secs sont aussi les plus salés.

La variation de la matière sèche peut être due au régime alimentaire des vaches laitières adopté par les éleveurs, en effet, Verdier-Metz et al., (2009) ont démontré l'effet du régime sur la teneur en matière sèche des fromages en particulier les fromages à pâte molle ($P < 0,05$).

II.3.2. Variation de la matière grasse

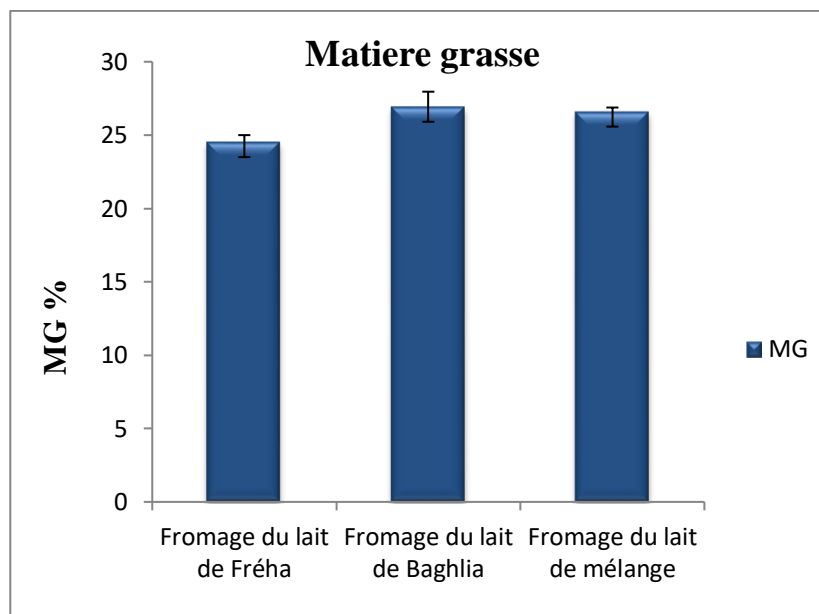


Figure 22. Variation de la matière grasse dans les fromages des différents types de lait.

Nous remarquons à partir de la figure 22, que le camembert issu du lait de la zone de Baghlia présente une teneur en MG proche de celle du lait de mélange avec une moyenne de $26.91\% \pm 1.05$ et $26.58\% \pm 0.3$ respectivement, ces dernières sont supérieures à celle du fromage de la région de Fréha qui a une moyenne de $24.5\% \pm 0.5$. Cette différence est non significative ($P=0.0545$)

Ces résultats sont dans l'intervalle trouvée par Adamska et al., (2017) qui est de 13,07% à 33,81% pour les teneurs en MG des échantillons type *Camembert*.

Cependant nos résultats sont supérieurs à ceux de Batty et al., (2019) qui ont trouvé que les teneurs en MG varient selon la recette de production entre $22.92\% \pm 0,53$ à $23,66\% \pm 0,65$, ceci peut être expliquer par l'absence de l'étape de standardisation du lait de vache.

La différence de variation de teneur en MG dans nos échantillons de camembert est non significative, néanmoins, cette dernière pourrait être due à la composition du lait de vache, car nous remarquons que la teneur en MG du lait de la région de Baghlia est supérieure ($p < 0,05$) à celle du lait de la région de Fréha, ce qui pourrait expliquer les teneurs basses en MG du camembert issu de cette dernière région.

On peut expliquer la différence non significative des MG des laits dans les produits finis par le fait que les MG du lait se sont associées aux protéines lors de la coagulation ainsi que par les pertes de matières dans le lactosérum. En effet, De Sousa Campos et al., (2020) ont souligné les pertes de graisse dans le lactosérum à des teneurs différentes selon le procédé utilisé.

II.3.3. Variation du Gras sur sec « G/S »

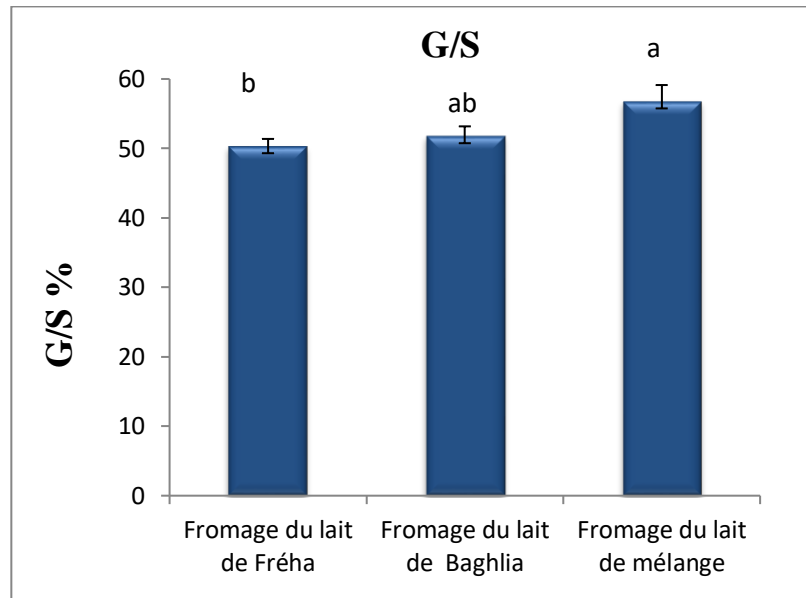


Figure 23. Variation du rapport G/S dans les fromages des différents types de lait

à partir de la figure 23, nous remarquons que les valeurs du rapport G/S varient de manière significative ($p=0.0438$) entre les trois fromages. Le rapport le plus élevé est identifié au niveau du fromage du lait de mélange avec une valeur de $56.76\% \pm 2.3$, suivi par le fromage du lait de Baghlia qui présente une moyenne de $51.76\% \pm 1.43$ et enfin le lait de Fréha avec une moyenne de $50.31\% \pm 1.06$.

Les résultats du rapport des camemberts des laits issus de la région de Baghlia et de la région de Fréha sont conformes à l'intervalle rapporté par Galli et al., (2019) qui est de 45 à 55%, ainsi qu'aux valeurs données par Raynaud et al., (2018), qui varient de 48 à 52 %. En revanche, le rapport G/S du camembert issu du lait de mélange est supérieur à ces résultats.

On constate une différence significative entre le camembert issu du lait de Fréha et le lait de mélange. Cela peut s'expliquer par les écarts de teneurs en matière grasse et matière sèche des deux camemberts. En effet, les teneurs en matière grasse du camembert du lait de mélange sont

plus élevées que celles du lait de Fréha, en revanche la matière sèche est presque identique. Ce qui a fait que le rapport G/S du camembert du lait de Fréha est moins élevé que celui du lait de mélange.

En moyenne, les fromages issus du lait des vaches au pâturage ont été plus riches en matières sèches (+0,9 %) et plus gras (+2,2 % de G/S) (Verdier-Metz et al., 2009). Ce qui est en contradiction avec nos résultats.

II.3.4. Variation du pH

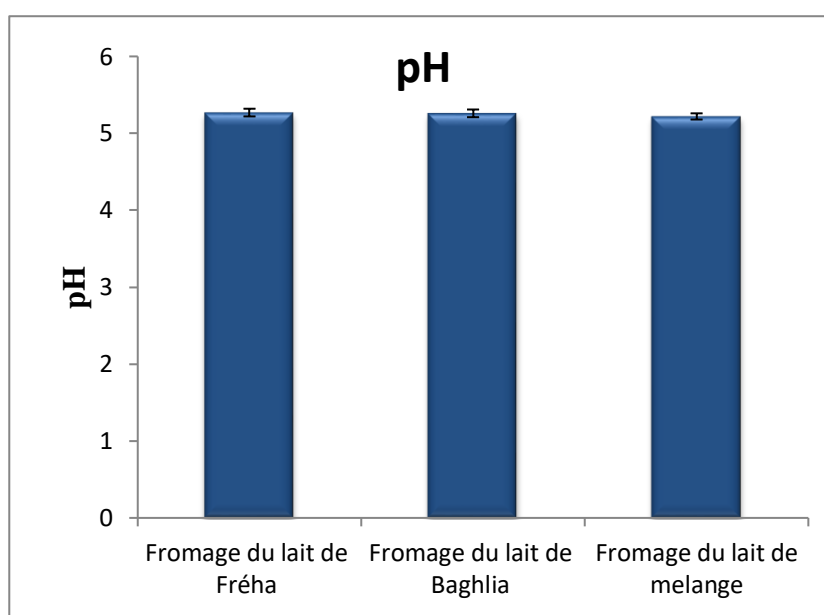


Figure 24. Variation du pH au troisième jour d'affinage dans les fromages des différents types de lait

À partir de la figure 24, nous remarquons que les valeurs de pH au troisième jour d'affinage sont très proches entre les trois types de fromage. Le pH du camembert du lait de mélange a une valeur moyenne de 5.22 ± 0.04 , qui est légèrement inférieure à celle des fromages issus du lait de Fréha et du lait de Baghlia, qui ont une moyenne de 5.27 ± 0.05 et 5.26 ± 0.05 respectivement. Cette différence est non significative ($P = 0.803$).

Les valeurs de pH de nos échantillons sont supérieures au résultat de Mane et McSweeney, (2020), qui ont trouvé que le pH des camemberts au deuxième jour de maturation a une valeur de 4.99 ± 0.09 . Ainsi qu'ils ne correspondent pas à l'intervalle de pH de la première semaine obtenu par Bae et al., (2020) qui varient de 4,92 à 4,97.

Cependant ces valeurs de pH sont proches à la valeur de 5.2 trouvée par Vassal et al., (1986), selon les mêmes auteurs le pH est un facteur majeur pour l'amollissement de la pâte, cette valeur de 5.2 permet d'obtenir une pâte très souple.

Dans le camembert, l'augmentation de pH pendant la maturation est associée à l'assimilation de l'acide lactique et désamination des acides aminés par la moisissure (Mei et al., 2015), ce qui pourrait expliquer l'élévation des valeurs de pH dans nos échantillons (maturation précoce).

Ces résultats sont probablement dû au type de sel utilisé au sein de la laiterie, en effet, selon Bae et al., (2020), le type de sel ainsi que sa concentration a des influences majeures sur la protéolyse et les changements de pH entraînant un ramollissement de l'intérieur.

II.3.5. Variation du Rendement

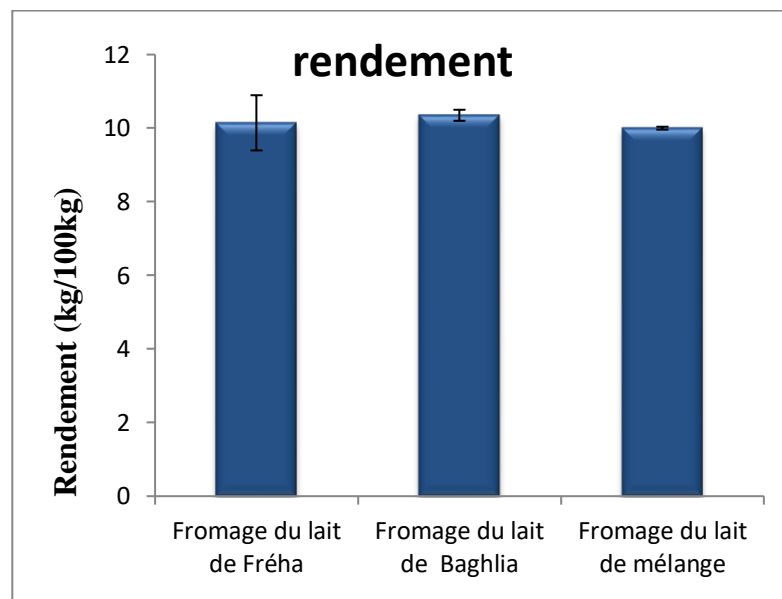


Figure 25. Variation du rendement dans les fromages de différents types de lait

Nous remarquons à partir de la figure 25, que le rendement fromager est plus élevé pour les fromages issus du lait de Baghlia avec une moyenne de 10.35 ± 0.15 kg/100kg, suivi par celui de la région de Fréha avec une valeur de $10.145 \text{ kg/100kg} \pm 0.75$ et $10 \text{ kg/100kg} \pm 0.04$ pour le rendement des fromages issu du lait de mélange. Cette différence est non significative ($P=0.156$).

Ces valeurs de rendement du camembert sont inférieures à l'intervalle donné par Gebreyowhans et al., (2020) qui variait de 12,70 à 14,92 kg / 100 kg. Cela est probablement dû à la composition des laits issus des deux régions. En effet, selon Damián et al., (2008) le rendement en fromage dépend des composants du lait, en particulier des matières grasses, protéines totales et caséines. Ce qui est en parfait accord avec nos résultats obtenus sur la composition des laits.

On pourrait expliquer la baisse de rendement par les valeurs de matière sèche qui sont plus élevées que les intervalles donnés par d'autres auteurs. Selon Maubois et al., (1970), la teneur en matière sèche du fromage joue le plus grand rôle sur le rendement. En outre, on pourrait augmenter d'avantage le rendement des fromages, en contrôlant la technologie fromagère en misant sur la réduction de matière sèche.

Les taux de protéines et de matière grasse élevés dans les échantillons lait de la région de Baghlia pourraient éventuellement expliquer nos résultats de rendement fromager. Selon Collin et al., (1992) le taux butyreux et la teneur en protéines permettent d'expliquer 77% des variations du rendement fromager frais, mesuré 1 j après transformation. On peut aussi supposer que la qualité de la matière grasse du lait est à l'origine de cette différence. Selon Hurtaud et al., (2005) les laits à gros globules ont conduit à des rendements fromagers plus importants.

Le procédé de fabrication peut également avoir une influence sur le rendement (De Sousa Campos et al., 2020). L'agitation contribue à la fermeté, et lorsqu'elle est effectuée à la vitesse et au temps appropriés, peut également contribuer à la réduction du rendement excessif de la masse de fromage composant. Ainsi selon Maubois et al., (1970), les relations existantes entre les composants du lait de fabrication et le rendement en fromage peuvent être masquées par des différences d'égouttage dues à des facteurs bactériologiques ou technologiques non contrôlés.

Conclusion

Conclusion

L'industrie laitière en Algérie fait face à des problèmes divers liés à la transformation du lait en produits dérivés, parmi l'une des principales raisons de ses fluctuations, nous pouvons citer les variations de compositions de lait de vaches, réceptionné aux niveaux des unités de transformation. A travers cette étude, nous avons tenté d'expliquer l'origine des fluctuations et l'instabilité de la matière première, ainsi que, son incidence sur la qualité physicochimique des fromages à pâte molle type camembert.

Durant la période du stage pratique réalisé au niveau de la Laiterie EURL STLD « Société de Transformation du Lait et Dérivés » de Draa Ben Kheddaa, communément appelée « LE FERMIER », nous avons pu réaliser une comparaison entre le lait de deux régions différentes (région de Fréha et région de Baghlia), dans le but de déterminer l'effet de la région sur la qualité physicochimique de ce dernier. Par la suite, nous avons établi une comparaison entre les fromages types camembert issu du lait de ces deux régions étudiées, ainsi que, leurs mélanges qui constitue la matière première habituellement utilisée par cette laiterie « Le fermier ».

Les résultats obtenus ont fait l'objet d'une étude statistique par le logiciel R, ils ont révélé que le temps de prise des deux laits varie très significativement ($p < 0,01$) entre ses deux régions, ainsi que, la présence d'un effet significatif ($p < 0,05$) sur les teneurs en matière grasse dans les laits des deux régions. Ces différences sont en faveur de la région de Baghlia.

Les constituants du lait des deux régions s'avèrent inférieurs aux normes du J.O.R.A et celle de l'AFNOR, (1986). Cependant, ils correspondent aux normes exigées par la laiterie LE FERMIER. La densité basse et les valeurs des points de congélation élevés qui ne correspondait pas aux normes recommandés par le J.O.R.A, nous laisse suspecter que ces laits ont été additionnés d'eau (dilution).

La comparaison faite sur les fromages à pate molle type camembert, a affirmé que l'origine du lait avait un impact sur la qualité physicochimique du produit fini. Nos résultats révèlent une différence significative ($p < 0,05$) sur l'extrait sec total et le rapport de G/S entre les trois fromages (Fréha, Baghlia, mélange), malgré le fait qu'ils ont été produits en suivant le même procédé de fabrication et sans standardisation. Néanmoins, la composition physicochimique des trois camemberts correspond aux résultats publiés par d'autres auteurs, malgré la qualité des laits

qui était déficiente à l'égard de la législation. Cependant, le rendement est inférieur aux normes données.

Dans l'avenir, cette étude pourrait être reprise et complétée par d'autres analyses approfondies. Ainsi, on préconise comme perspectives, L'étude de la fraction caséiques des laits des deux régions « Fréha et Baghlia » ainsi qu'une étude de l'aspect nutritionnel et/ou sensoriel des fromages à pate molle type camembert issu de ses trois laits.

Références

- Abdous, S. A., & Belkhelfa, K. (2019). *Caractéristiques physiques et chimiques des sols sous vignes traitées* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- Adamska, A., Rasińska, E., Rutkowska, J., & Antoniewska, A. (2017). Fatty acid profile of commercial Camembert-and Brie-type cheeses available on the Polish market. *CyTA-Journal of Food*, 15(4), 639-645.
- Adesina, K. (2012). Effect of breed on the composition of cow milk under traditional management practices in Ado-Ekiti, Nigeria. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 16(1), 55-49.
- Ado, R. I. (2017). *Etude de la coagulation du lait par l'extrait de feuilles de Calotropis procera en réponse au contexte laitier dans la région de Maradi au Niger* (Doctoral dissertation).
- AFNOR, (1969). Lait - Détermination de l'acidité titrable. Norme NF V04-206.
- AFNOR, (1970). Lait - Détermination de la matière sèche NF V04-207.
- AFNOR, (1971). Lait –Détermination de la teneur en azote – Méthode de Kjeldahl. Norme NFV 04-211.
- AFNOR, (1986). Contrôle de qualité des produits laitiers, Paris, AFNOR, 220p.
- AFNOR, (2000). Lait - Détermination de la teneur en matière grasse - Méthode acido-butyrométrique NF V 04-210
- AFNOR, (2004). Lait - Détermination de la masse volumique (méthode de routine)NF V04-204
- Agabriel, G., Coulon, J. B., Marty, G., & Cheneau, N. (1990). Facteurs de variation du taux protéique du lait de vache: Etude dans des exploitations du Puy-de-Dôme.
- Aggad, H., Mahouz, F., Ahmed Ammar, Y., & Kihal, M. (2009). Evaluation de la qualité hygiénique du lait dans l'ouest algérien. *Rev Méd Vét*, 160, 590-595.
- Alais, C. (1975). *Science du lait: principes des techniques laitières*. Sep.
- Alais, C. (1984). La micelle de caséine et la coagulation du lait. *Science du lait: Principes des techniques laitières*. Paris: Ed. Sepaic,.
- Alais, C. (1984). Produits laitiers divers. *Science du Lait: Principe des techniques laitières, 4ème ed.*, Paris: Edition SEPAIC, 723-764.

- Alais, C., Linden, G., & Miclo, L. (2008). *Biochimie alimentaire* (pp. 260-p). Dunod.
- Alexander, M., & Dalgleish, D. G. (2004). Application of transmission diffusing wave spectroscopy to the study of gelation of milk by acidification and rennet. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 38(1-2), 83-90.
- Amariglio, S. (1986). *Contrôle de la qualité des produits laitiers: 0 analyses physiques et chimiques*. Afnor-itsv.
- BACHTARZI, N., AMOURACHE, L., & DEHKAL, G. (2015). Qualité du lait cru destiné à la fabrication d'un fromage à pâte molle type Camembert dans une laiterie de Constantine (Est algérien)[Quality of raw milk for the manufacture of a Camembert-type soft cheese in a dairy of Constantine (eastern Algeria)].
- Bae, H. C., Nam, J. H., Renchinkhand, G., Choi, S. H., & Nam, M. S. (2020). Physicochemical changes during 4 weeks ripening of Camembert cheeses salted with four types of salts. *Applied Biological Chemistry*, 63(1), 1-12.
- Banks, J. M., & Horne, D. S. (2003). CHEESES| Chemistry of Gel Formation.1056-1062
- Batty, D., Waite-Cusic, J. G., & Meunier-Goddik, L. (2019). Influence of cheese-making recipes on the composition and characteristics of Camembert-type cheese. *Journal of dairy science*, 102(1), 164-176.
- Boudier, J., & Luquet, F. (1981). Dictionnaire laitier. 2eme éd. *Techniques et Documentation*. Lavoisier, Paris, 220p.
- Boultif, L. (2015). Détection et quantification des résidus de terramycine Et de pénicilline dans le lait de vache Par chromatographie liquide haute performance.
- Brulé, G., Lenoir, J., & Remeuf, F. (1997). La micelle de caséine et la coagulation du lait. *Le Fromage, Lavoisier Tec & Doc, Paris*, 7-41.
- Brulé, G., Maubois, J. L., & Fauquant, J. (1974). Étude de la teneur en éléments minéraux des produits obtenus lors de l'ultrafiltration du lait sur membrane. *Le Lait*, 54(539-540), 600-615.
- CANTERI G. (2006). Les agents de transformation du lait ; In : « le fromage » ECK A. et GILLIS J.C. (2006), Edition technique et documentation, 3ème édition, Tec et Doc, Lavoisier, Paris.

- Cauty, I., & Perreau, J. M. (2009). *La conduite du troupeau bovin laitier*. France Agricole Editions.
- Cecchinato, A., Penasa, M., Gotet, C. C., De Marchi, M., & Bittante, G. (2012). Factors affecting coagulation properties of Mediterranean buffalo milk. *Journal of dairy science*, 95(4), 1709-1713.
- Chang, S. J., & Chow, C. K. (2007). Fatty acids in fermented food products. *Fatty Acids in Food and Their Health Implications*, 317-334.
- Codex Alimentarius. (2007). Lait et produits laitiers. Rome: FAO/OMS.
- CODOU, L. (1997). Etude des fraudes du lait cru: mouillage et écrémage; mémoire de doctorat, université Cheikh Anta Diop–Dakar. *Sénégal*, 5, 18.
- Colin, O., Laurent, F., & Vignon, B. (1992). Variations du rendement fromager en pâte molle. Relations avec la composition du lait et les paramètres de la coagulation. *Le Lait*, 72(3), 307-319.
- Collin, J. C., & JC, C. (1977). ETUDE DE LA METHODE DE MESURE, SELON BERRIDGE, DU TEMPS DE COAGULATION DU LAIT ADDITIONNE D'UNE SOLUTION ENZYMATIQUE.
- Congrès international pour la répression des fraudes alimentaires et pharmaceutiques. Geneve., Geneva (Switzerland) Société universelle de la croix-blanche, G. (1909). *Compte-rendu des travaux du 1er Congrès international pour la répression des fraudes alimentaires et pharmaceutiques*. Genève: Impr. I. Soullier.
- Coulon, J. B., & Rémond, B. (1991). Réponses de la production et de la composition du lait de vache aux variations d'apports nutritifs.
- Coulon, J. B., Delacroix-Buchet, A., Martin, B., & Pirisi, A. (2005). Facteurs de production et qualité sensorielle des fromages. *INRAE Productions Animales*, 18(1), 49-62.
- Coulon, J. B., Roybin, D., Congy, E., & Garret, A. (1988). Composition chimique et temps de coagulation du lait de vache: facteurs de variations dans les exploitations du pays de Thônes. *Productions animales*, 1(4), 253-263.
- Cuveillier, G. F. (1999). Réacteurs enzymatiques à enzymes libres. *Biotechnologie. Ed. Lavoisier*, 401-425.

- Da Cruz, A. M., De Castro, E. V., Barbosa, F. J. M., Dos Santos, H. D., De Souza, J. F., Arrivabene, M., ... & Dias, F. E. F. (2014). Milk Quality of Dairy Cattle Bred in Ceará, Northeast of Brazil. *Journal of Animal Science Advances*, 4(6), 897-903.
- Dalgleish, D. G. (1980). A mechanism for the chymosin-induced flocculation of casein micelles. *Biophysical Chemistry*, 11(2), 147-155.
- Dalgleish, D. G., & Corredig, M. (2012). The structure of the casein micelle of milk and its changes during processing. *Annual review of food science and technology*, 3, 449-467.
- Dalgleish, D. G., Spagnuolo, P. A., & Goff, H. D. (2004). A possible structure of the casein micelle based on high-resolution field-emission scanning electron microscopy. *International Dairy Journal*, 14(12), 1025-1031.
- Damián, J. P., Sacchi, I., Reginensi, S., De Lima, D., & Bermúdez, J. (2008). Cheese yield, casein fractions and major components of milk of Saanen and Anglo-Nubian dairy goats. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 60(6), 1564-1569.
- Daviau, C., Famelart, M. H., Pierre, A., Goudédranche, H., & Maubois, J. L. (2000). Rennet coagulation of skim milk and curd drainage: effect of pH, casein concentration, ionic strength and heat treatment. *Le Lait*, 80(4), 397-415.
- de Sousa Campos, S. A., Assumpção, G. M. P., de Abreu, L. R., & Pinto, S. M. (2020). Yield of cheese type Camembert with addition of protein extenders with and without mass stirring. *Caderno de Ciências Agrárias*, 12, 1-11.
- Debry, G. (2001). *Lait, nutrition et santé*. Tec & Doc.
- Edima, H. C. (2007). *Carnobacterium maltaromaticum: caractéristiques physiologiques et potentialités en technologie fromagère* (Doctoral dissertation, Institut National Polytechnique de Lorraine).
- El Hassani, S. K. (2013). La Dépendance Alimentaire en Algérie: Importation de Lait en Poudre versus Production Locale, Quelle Evolution?. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 4(11), 152.
- Famelart, M. H., Lepsant, F., Gaucheron, F., Le Graet, Y., & Schuck, P. (1996). pH-Induced physicochemical modifications of native phosphocaseinate suspensions: Influence of aqueous phase. *Le lait*, 76(5), 445-460.

- FAO. (2019). chapitre 7 Lait et produits laitiers. PERSPECTIVES AGRICOLES DE L'OCDE ET DE LA FAO 2019-2028 © OCDE/FAO 2019. P 197.
- Firmesse, O., Alvaro, E., Mogenet, A., Bresson, J. L., Lemée, R., Le Ruyet, P., ... & Corthier, G. (2008). Fate and effects of Camembert cheese micro-organisms in the human colonic microbiota of healthy volunteers after regular Camembert consumption. *International journal of food microbiology*, 125(2), 176-181.
- Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., & McSweeney, P. L. (2017). *Fundamentals of cheese science*. New York: Springer US.
- Fox, P. F., McSweeney, P. L., & Paul, L. H. (1998). *Dairy chemistry and biochemistry* (No. 637 F6.). London: Blackie Academic & Professional.
- Fox, P. F., Uniacke-Lowe, T., McSweeney, P. L. H., & O'Mahony, J. A. (2015). Chemistry and biochemistry of cheese. In *Dairy chemistry and biochemistry* (pp. 499-546). Springer, Cham.
- Fredot, E. (2009). Lait et produits laitiers. *Connaissance des aliments. Ed Tech. Doc. Lavoisier*, 9-65.
- Galli, B. D., Baptista, D. P., Cavalheiro, F. G., Negrão, F., Eberlin, M. N., & Gigante, M. L. (2019). Peptide profile of Camembert-type cheese: Effect of heat treatment and adjunct culture *Lactobacillus rhamnosus* GG. *Food research international*, 123, 393-402.
- Gastaldi, E., Lagaude, A., & De La Fuente, B. T. (1996). Micellar transition state in casein between pH 5.5 and 5.0. *Journal of Food Science*, 61(1), 59-64.
- Gaucheron, F. (2004). Minéraux et produits laitiers, Tec et Doc, Lavoisier. 494-783.
- Gaucheron, F. (2005). The minerals of milk. *Reproduction Nutrition Development*, 45(4), 473-483.
- Gebreyowhans, S., Zhang, S., Pang, X., Yang, B., Wang, T., Wu, Z., ... & Lv, J. (2020). Changes in texture, composition and sensory characteristics of Camembert cheese made from a mixture of goat milk and cow milk during ripening. *International Journal of Dairy Technology*, 73(3), 604-615.
- Guizani, N., Kasapis, S., Al-Attabi, Z. H., & Al-Ruzeiki, M. H. (2002). Microbiological, physicochemical, and biochemical changes during ripening of camembert cheese made of pasteurized cow's milk. *International Journal of Food Properties*, 5(3), 483-494.

- Hoden, A., & Coulon, J. B. (1991). Maîtrise de la composition du lait: influence des facteurs nutritionnels sur la quantité et les taux de matières grasses et protéiques (1).
- Hsieh, J. F., & Pan, P. H. (2012). Proteomic profiling of the coagulation of milk proteins induced by chymosin. *Journal of agricultural and food chemistry*, 60(8), 2039-2045.
- Hurtaud, C., Richoux, R., Couvreur, S., Delaby, L., & Peyraud, J. L. (2005). Régimes alimentaires et taille des globules gras des vaches laitières: effet sur la production laitière, l'aptitude fromagère et les propriétés thermofonctionnelles des emmentals. *Rencontres autour des recherches sur les ruminants*, 371-374.
- Jeanet, R., Croguennec, T., Mahaut, M., Schuck, P., & Brulé, G. (2007). *Les produits laitiers*.
- Kabli, N. (2018). *Caractérisation des exploitations bovines laitières dans la Wilaya de Tizi-Ouzou (Cas de Fréha)* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- Kirat, S. (2007). *Les conditions d'émergence d'un système d'élevage spécialisé en engraissement et ses conséquences sur la redynamisation de l'exploitation agricole et la filière des viandes rouges bovines: cas de la Wilaya de Jijel en Algérie*. CIHEAM-IAMM.
- Kouidri, A., Meribai, A., Nouani, A., Mohand Bellal, M., Zebib, B., & Merah, O. (2019). Effect of feed supply on milk yield and lipid composition in Algerian dairy cows. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 25(1), 134-140.
- Labioui, H., Elmoualdi, L., Benzakour, A., El Yachioui, M., Berny, E., & Ouhssine, M. (2009). Etude physicochimique et microbiologique de laits crus. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 148, 7-16.
- Lapointe-Vignola, C. (2002). *Science et technologie du lait: transformation du lait*. Presses inter Polytechnique.
- Le Feunteun, S. (2007). *Diffusion de sondes moléculaires mesurée par RMN à gradient de champ pulsé: Application à l'étude de l'évolution de la structure des systèmes caséiques au cours de la formation des gels* (Doctoral dissertation).
- Leclercq-Perlat, M. N., Picque, D., & Corrieu, G. (2013). 21. Camembert cheese: processing and ripening. *of cheese in health*, 299.
- Lee, J. S., & Bae, I. (2018). Quality characteristics, changes in physiochemical properties and functional properties of camembert cheese containing red ginseng powder. *Korean journal for food science of animal resources*, 38(1), 64.

- Lefebvre-Cases, E., Gastaldi, E., Vidal, V., Marchessau, S., Lagaude, A., Cuq, J. L., & De La Fuente, B. T. (1998). Identification of interactions among casein gels using dissociating chemical agents. *Journal of Dairy Science*, *81*(4), 932-938.
- Lenoir, J., Lamberet, G., Schmidt, J. L., & Tourneur, C. (1985). La maîtrise du bioréacteur fromage. *Biofutur*, (41), 13-p.
- Lopez, C., Madec, M. N., & Jimenez-Flores, R. (2010). Lipid rafts in the bovine milk fat globule membrane revealed by the lateral segregation of phospholipids and heterogeneous distribution of glycoproteins. *Food Chemistry*, *120*(1), 22-33.
- Mahaut, M., Jeantet, R., & Brulé, G. (2000). *Initiation à la technologie fromagère*. Editions Tec & Doc.
- Mahaut, M., Jeantet, R., & Brulé, G. (2003). *Introducción a la tecnología quesera* (No. Q02-05). Acribia.
- Mane, A., & McSweeney, P. L. (2020). Proteolysis in Irish farmhouse Camembert cheese during ripening. *Journal of Food Biochemistry*, *44*(1), e13101.
- Martin, B., & Coulon, J. B. (1991). Aptitude à la coagulation du lait de vache: influence de l'alimentation. Etude réalisée dans 6 exploitations du Pays de Thônes (Haute-Savoie). *Productions animales*, *4*(3), 209-217.
- Mathieu, J. (1998). *Initiation à la physicochimie du lait*. Lavoisier Tec & Doc.
- MATIERE, P. (2014). Guide méthodologique.
- Maubois, J. L., Ricordeau, G., Mocquot, G., Dupont, J. Y., Gervais, E., & Barbier, N. (1970). Étude des rendements en fromagerie de Camembert et de Saint-Paulin. *Le lait*, *50*(497), 351-373.
- McSweeney, P. L., Ottogalli, G., & Fox, P. F. (2017). Diversity and classification of cheese varieties: an overview. In *Cheese* (pp. 781-808). Academic Press.
- Mei, J., Guo, Q., Wu, Y., Li, Y., & Yu, H. (2015). Study of proteolysis, lipolysis, and volatile compounds of a Camembert-type cheese manufactured using a freeze-dried Tibetan kefir co-culture during ripening. *Food Science and Biotechnology*, *24*(2), 393-402.

Mellema, M., Heesakkers, J. W. M., Van Opheusden, J. H. J., & Van Vliet, T. (2000). Structure and scaling behavior of aging rennet-induced casein gels examined by confocal microscopy and permeametry. *Langmuir*, 16(17), 6847-6854.

Michaelidou, A. M. (2008). Factors influencing nutritional and health profile of milk and milk products. *Small Ruminant Research*, 79(1), 42-50.

Mietton, B., Desmazeaud, M., De Roissart, H., & Weber, F. (1994). Transformation du lait en fromage.

MINISTERE DE L'ECONOMIE. Arrêté interministériel du 29 safar 1414 correspondant au 18 aout 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation. Journal Officiel de la république Algérienne n°69 du 27 octobre 1993, p17.

MINISTERE DU COMMERCE. Arrêté du 14 Safar 1435 correspondant au 17 décembre 2013 rendant obligatoire la méthode de détermination de la teneur en matière grasse dans le fromage. Journal Officiel de la république Algérienne n°67 du 12 novembre 2014, p22.

MINISTERE DU COMMERCE. Arrêté du 5 Safar 1435 correspondant au 8 décembre 2013 rendant obligatoire la méthode de détermination de la teneur totale en matière sèche des fromages et des fromages fondus. Officiel de la république Algérienne n°25 du 04 mai 2014, p22.

MINISTERE DU COMMERCE. Arrêté interministériel du 13 chaabane 1419 correspondant au 02 décembre 1998 relatif aux spécifications technique des laits en poudre et aux conditions et modalité de leur présentation. Journal Officiel de la république Algérienne n°94 du 16 décembre 1998, p23.

Molimard, P., & Spinnler, H. E. (1996). Compounds involved in the flavor of surface mold-ripened cheeses: Origins and properties. *Journal of dairy science*, 79(2), 169-184.

Molimard, P., Lesschaeve, I., Bouvier, I., Vassal, L., Schlich, P., Issanchou, S., & Spinnler, H. E. (1994). Amertume et fractions azotées de fromages à pâte molle de type camembert: rôle de l'association de *Penicillium camemberti* avec *Geotrichum candidum*. *Le Lait*, 74(5), 361-374.

Mouhaouche, F., & Nait Kaci, N. (2017). *Contribution à la recherche des phlébotomes contaminés par des leishmanies dans la Wilaya de Tizi-Ouzou (Fréha)* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).

- O'Brien, B., Meaney, W. J., McDonagh, D., & Kelly, A. (2001). Influence of somatic cell count and storage interval on composition and processing characteristics of milk from cows in late lactation. *Australian journal of dairy technology*, 56(3), 213.
- Pereira, P. C. (2014). Milk nutritional composition and its role in human health. *Nutrition*, 30(6), 619-627.
- Pereira, P. C. (2014). Milk nutritional composition and its role in human health. *Nutrition*, 30(6), 619-627.
- Pointurier, H. (Ed.). (2003). *La gestion matières dans l'industrie laitière*. Éditions Tec & Doc.
- Rahman, M., Hassan, M., & Chowdhury, S. (2020). Determination of Antibiotic Residue in Milk and Assessment of Human Health Risk in Bangladesh.
- Raked, H., & Guettouche, M. S. (2007). *Utilisation d'un systèmes d'informations géographiques (SIG) pour une optimisation de la gestion de l'occupation du sol. Cas de la viticulture dans la Daïra de Baghlia (W. Boumerdès)* (Doctoral dissertation).
- Rama, A., Lucatello, L., Benetti, C., Galina, G., & Bajraktari, D. (2017). Assessment of antibacterial drug residues in milk for consumption in Kosovo. *journal of food and drug analysis*, 25(3), 525-532.
- Ramet, J. P. (1997). Les Agents de la transformation du lait. *Le fromage*. Paris, Ed. Tech. and Doc. Lavoisier, 165-172.
- Raynaud, S., Lefrileux, Y., Morge, S., Pétrier, M., Allut, G., Barral, J., ... & Robert, C. (2018). Qualité des fromages fermiers lactiques: locaux et maîtrise de l'affinage (LACTAFF). *Innovations Agronomiques*, 63, 1-21.
- Remane-Benmalem Y. (2012). Thèse de magister : Influence de quelques paramètres de production (numéro de lactation, stade de lactation et race) sur la qualité du lait et ses aptitudes fromagères. École nationale supérieure agronomique el-harrach – Alger.
- Ronez, F. (2012). *Exploration fonctionnelle et valorisation industrielle de la protéine de choc thermique bactérienne Lo18* (Doctoral dissertation, Dijon).
- Sanders, P., Bousquet-Mélou, A., Chauvin, C., & Toutain, P. L. (2011). Utilisation des antibiotiques en élevage et enjeux de santé publique.

Sandra, S., Alexander, M., & Dalgleish, D. G. (2007). The rennet coagulation mechanism of skim milk as observed by transmission diffusing wave spectroscopy. *Journal of Colloid and Interface Science*, 308(2), 364-373.

Sandra, S., Ho, M., Alexander, M., & Corredig, M. (2012). Effect of soluble calcium on the renneting properties of casein micelles as measured by rheology and diffusing wave spectroscopy. *Journal of Dairy Science*, 95(1), 75-82.

Schlienger, J. L., Paillard, F., Lecerf, J. M., Romon, M., Bonhomme, C., Schmitt, B., ... & Bresson, J. L. (2014). Effect on blood lipids of two daily servings of Camembert cheese. An intervention trial in mildly hypercholesterolemic subjects. *International journal of food sciences and nutrition*, 65(8), 1013-1018.

Schuck, P., Mahaut, M., Jeantet, R., & Brulé, G. (2000). *Les produits industriels laitiers*.

Sébédio, J. L. (2008). La matière grasse laitière. Introduction. *Sciences des Aliments*, 28(1-2), 5-11.

Si-Tayeb, H., Mouhous, A., & Cherfaoui, L. M. (2015). Caractérisation de l'élevage bovin laitier en Algérie: cas de la zone de Fréha à Tizi-Ouzou. *Livestock Research for Rural Development*, 27(7).

Sraïri, M. T., & Hamama, A. (2006). Qualité globale du lait cru de vache au Maroc, concepts, état des lieux et perspectives d'amélioration. *Transfert de technologie en agriculture*, 137, 1-4.

Sraïri, M. T., El Jaouari, M., Kuper, M., & Le Gal, P. Y. (2008, May). Effets du suivi zootechnique sur les performances de production et la rentabilité des élevages de bovins laitiers en périmètre irrigué au Maroc. In *Economies d'eau en systèmes irrigués au Maghreb* (pp. 7-p). Cirad.

Sraïri, M. T., Hasni Alaoui, I., Hamama, A., & Faye, B. (2005). Relations entre pratiques d'élevage et qualité globale du lait de vache en étables suburbaines au Maroc.

Thomas, C. R. O. G. U. E. N. N. E. C., Romain, J. E. A. N. T. E. T., & Gérard, B. R. U. L. É. (2008). *Fondements physicochimiques de la technologie laitière*. Lavoisier.

Udabage, P., McKinnon, I. R., & Augustin, M. A. (2001). Effects of mineral salts and calcium chelating agents on the gelation of renneted skim milk. *Journal of Dairy Science*, 84(7), 1569-1575.

- Vassal, L., Monnet, V., Le Bars, D., Colette, R. O. U. X., & Gripon, J. C. (1986). Relation entre le pH, la composition chimique et la texture des fromages de type Camembert. *Le lait*, 66(4), 341-351.
- Veisseyre, R. (1975). Technologie du lait: constitution, recolte, traitement et transformation du lait 3.
- Verdier-Metz, I., Buchin, S., Hurtaud, C., Bérodiér, F., Pradel, P., Montel, M. C., ... & Coulon, J. B. (2009). Effet de l'alimentation des vaches sur les caractéristiques sensorielles des fromages selon les types de technologie (pâte molle, pressée ou pressée demi-cuite). *Renc. Rech. Ruminants*, 16, 135-138.
- Vetier, N., Banon, S., Ramet, J. P., & Hardy, J. (2000). Casein micelle hydration and fractal structure of milk aggregates and gels. *Lait*, 80(2), 237-246.
- Walker, G. P., Dunshea, F. R., & Doyle, P. T. (2004). Effects of nutrition and management on the production and composition of milk fat and protein: a review. *Australian Journal of Agricultural Research*, 55(10), 1009-1028.
- Walstra, P., & Jenness, R. (1984). *Dairy chemistry & physics*. John Wiley & Sons.
- Walstra, P., Wouters, J. T. M., & Geurts, T. J. (2006). Chapter 11 Cooling and freezing. *Dairy Science and Technology; Taylor & Francis Group, LLC: Boca Raton, FL, USA*, 297-307.
- Yabrir, B., Mostefaoui, A., Hakem, A., Titouche, Y., Gaucheron, F., & Mati, A. (2015). Amélioration des paramètres de coagulation du lait recombiné de vache par coupage avec du lait ovin. *Livestock Research for Rural Development*, 27, 2.

FAO, (1995). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Chapitre 6 : Fromages [en ligne]. Rome: FAO. Disponible sur : <http://www.fao.org/3/t4280f/T4280F0f.htm>. Consulté le 02/09/2020

Google Maps. Baghlia [en ligne]. Disponible sur : <https://www.google.com/maps/place/Baghlia/@36.7958754,3.8170629,12z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x128ddc7200bb71cf:0xe5c881ecf6ef7729!8m2!3d36.8180081!4d3.8592419> consulté le 10-10-2020.

Ihaka R. et Gentleman R. (1993). R-3.6.1 for Windows (32/64 bit). [Logiciel]. En ligne: <https://cran.r-project.org/bin/windows/base/old/3.6.1/R-3.6.1-win.exe> consulté le 11-09-2020.

Google Maps. Fréha [en ligne]. Disponible sur : <https://www.google.com/maps/place/Freha/@36.7601999,4.1815724,12z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x128da69d49af10f3:0x8c360ea1b18e3e51!8m2!3d36.7568882!4d4.316034>. consulté le 10-10-2020.

Larousse, (s.d.). Encyclopédie LAIT [en ligne]. disponible sur <https://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/lait/64403> consulté le 01-09-2020.

Annexes

Annexe 1**Matériels****Appareillage et autres matériels :**

- Thermolactodensimètre
- Lactostar
- Bain marie
- Centrifugeuse
- Butyromètres
- Dessiccateur
- Balance
- pH mètre
- béta-star combo
- tubes a essaies
- burette
- Béchers
- Pipettes graduées
- Poire à pipette
- Pompe à pipette
- matras de Kjeldahl
- minéralisateur kjeldahl
- fiole
- tests antibiotique « β -star combo »

Produits chimique et réactifs

- hydroxyde de sodium NaOH
- phénolphtaléine
- alcool isoamylique (3 methyle-betanol)
- acide sulfurique à 62.9%
- acide sulfurique à 91%
- acide sulfurique concentré
- présure
- sulfate de cuivre
- sulfate de potassium
- sélénium en poudre pure
- lessive de soude à 33% (d=1.33)
- eau distillé
- acide borique à 4%
- indicateur de tashiro

Annexe 02

Test aux antibiotique

La recherche de résidus antibiotique dans le lait se fait par le test de « β -star combo»

Mode opératoire : verser du lait dans le flacon en plastique fourni, ajouter la bandelette de test et laisser incuber pendant 5 minutes. La lecture du résultat se fait soit visuellement ou par le biais d'un lecteur électronique.

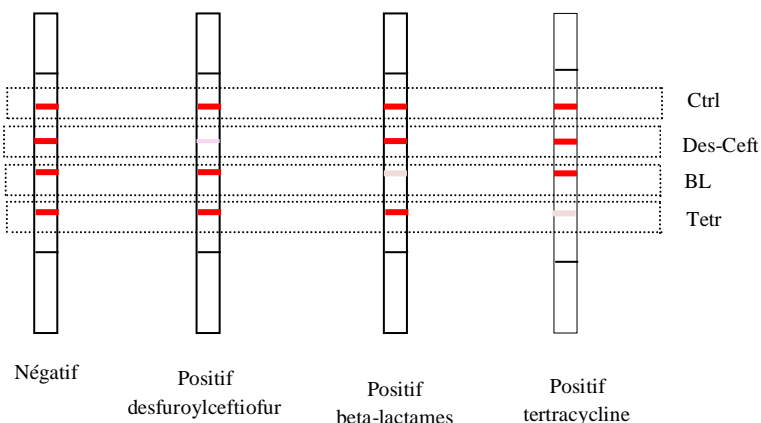


Figure 1.Schéma d'interprétation du test antibiotique

Annexe 03

A. Dosage de la matière grasse du lait par la méthode (acido-butyrométrique) de GERBER selon la norme NF, V 04-210 AFNOR, (2000)

Mode opératoire : On introduit 10 ml d'acide sulfurique à 91% dans le butyromètre à lait auquel on ajoute 11 ml d'échantillon du lait et 1 ml d'alcool iso amylique et on ferme avec un bouchon. Ensuite, on agite soigneusement jusqu'à dissolution des protéines par action de l'acide sulfurique. On place le butyromètre dans un bain marie à 80°C, pour favoriser la dissolution complète des protéines. Par la suite on additionne 1 ml d'alcool isoamylique et on remplit d'acide sulfurique jusqu'au trait repère de l'échelle du butyromètre, puis on homogénéise et on centrifuge pendant 5 minutes dans une centrifugeuse à température de 65°C (350 tr/min à l'extérieur et 1100tr/min à l'intérieur).

Résultat :

$$\text{TMG} = \text{A} - \text{B}$$

TMG : Teneur en matière grasse (%).

A : Valeur lue sur le butyromètre à la limite supérieure de la couche de matière grasse formée.

B : Valeur lue sur le butyromètre à la limite inférieure de la couche de matière grasse formée.

Annexe 4

Dosage de la matière azotée totale selon la méthode de KJELDAHL selon la norme NF, V 04-211 AFNOR, (1971)

Mode opératoire

- A. Minéralisation : Dans un matras KJELDAHL, introduire 5 ml de lait. Ajouter 15 à 20 ml d'acide sulfurique concentré, environ 2g de catalyseur composé de 100g de sulfate de potassium, 10g de sulfate de cuivre pur et 1g de sélénium en poudre pur, après homogénéisation laisser pendant 3 heures dans le minéralisateur jusqu'à obtention d'une solution limpide sous chauffage modéré, puis fort en évitant de surchauffer les parois du matras.
- B. Distillation et dosage de l'ammoniac** : Après refroidissement, le minéralisât est récupéré avec précaution dans une fiole de 100 ml avec de l'eau distillé. Transvaser 20 ml du minéralisât dilué dans un ballon additionné de 20 ml de lessive de soude à 33% (d=1,33), plus 80 ml d'eau distillé.
- Placer le ballon dans le dispositif de distillation.
 - Placer l'allonge qui termine le dispositif dans un bécher de 200ml contenant 20ml d'acide borique à 4% et 2 gouttes d'indicateur (TASHIRO)

Après distillation titrer le distillat avec de l'acide sulfurique à N /50 (d= 1,83).

2. Expression des résultats :

Les résultats sont exprimés en pourcentage de matière sèche (M.S) de façon suivante :

$$N(g) = X \cdot 280 \cdot y \cdot (100/Y) \cdot (100/A)$$

Où : **X** : densité de la burette (ml).

Y : prise d'essai (5ml).

A : volume du minéralisât 20ml.

Y : Constante (10-6)

La teneur en **M.A.T. (%MS) = N(g) \cdot (6,25/ M.S) \cdot 100**

Annexe 05**Détermination du taux de lactose et point de congélation à l'aide du Lactostar**

Mode opératoire : Après avoir étalonné l'appareil selon les méthodes de références recommandées, nous faisons introduire la sonde de Lactostar dans le lait à une température proche de 20°C, les valeurs lactose, point de congélation sont lues directement sur l'afficheur de Lactostar.



Figure 2. Photo du LACTOSTAR (Original)

Annexe 06**Détermination de la matière sèche du lait et du fromage selon la norme NF V04-207 AFNOR (1970)**

Mode opératoire : Dans une capsule séchée et tarée, on introduit 3g de l'échantillon lait à l'aide d'une pipette graduée, ou 5g de fromage qu'on étale bien sur toute la surface de la capsule. Puis fermer le couvercle du dessiccateur et lancer la dessiccation à une température de 105°C. La teneur en extrait sec totale s'affiche directement dans l'appareil.

Résultat : la valeur s'affiche sur l'écran de l'appareil en pourcentage



Figure 3. Dessiccateur (photo originale)

Annexe 07

Détermination de l'acidité titrable du lait AFNOR, (1969)

Mode opératoire : On introduit dans un bécher 2 ml de lait cru auxquels on ajoute 2 à 3 gouttes d'indicateur coloré (phénolphtaléine), puis on titre avec la solution NaOH (à 0.1N) jusqu'à l'apparition d'une coloration rose

Expression du résultat: L'acidité titrable est donnée par la formule suivante :

$$AT = V \times 10$$

Où AT: acidité titrable

V : volume en millilitre de la solution d'hydroxyde de sodium (0.11 N)

(1 D° = 0.1 g d'acide lactique par litre de lait, 1D° = 0.1 ml de la soude N/9)

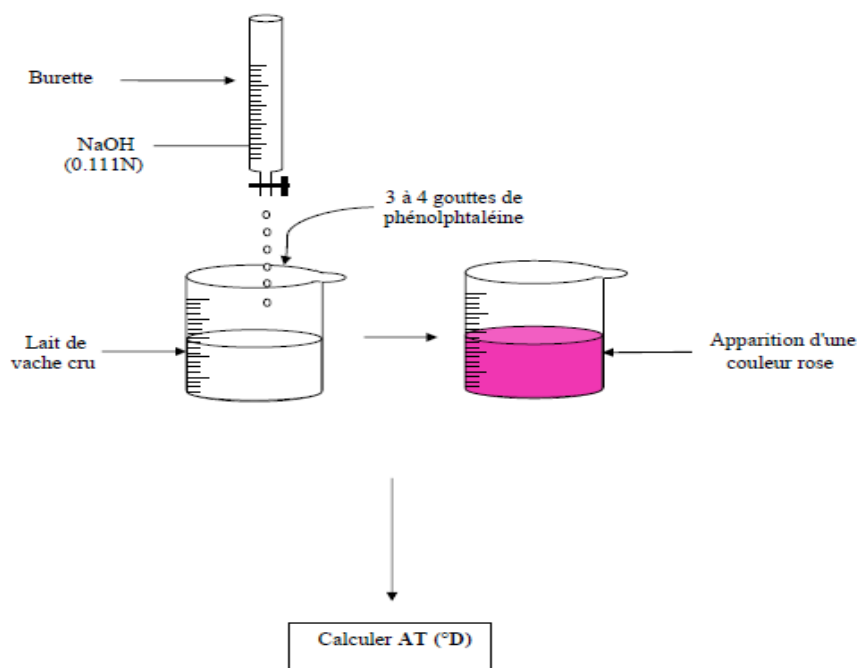


Figure 4. Schéma de mesure d'acidité

Annexe 08

Détermination de la densité NF V04-204 AFNOR, (2004)

Mode opératoire: Le lait est versé dans l'éprouvette de 250 ml, tenue inclinée afin d'éviter la formation de mousse ou des bulles d'air. Le lactodensimètre est plongé

verticalement dans l'éprouvette. Après sa stabilisation, on lit la valeur de densité sur l'échelle à la surface du lait.

Expression du résultat: Le lactodensimètre donne une valeur exacte à une température de 20° C

Elle est ramenée à 20°C par la formule suivante :

Densité corrigée = densité lue \pm 0,2 (température du lait - 20°C)

- Si la $T^\circ > 20$ $D = D^\circ + 0.2 (T^\circ - 20^\circ C)$
- Si la $T^\circ < 20$ $D = D^\circ - 0.2 (T^\circ - 20^\circ C)$
- Si la $T^\circ = 20$ la densité reste la même

T° : température lue sur le lactodensimètre.

D° : densité lue sur le lactodensimètre

Annexe 09

Aptitude à la coagulation

Préparation de la solution enzymatique

Dans notre étude nous avons utilisé l'enzyme commerciale (345/1400). Nous avons mélangé la présure dans 5l d'eau distillé, par la suite une dilution de 1/100 a été effectuée (1ml de solution enzymatique dans 99ml d'eau distillé).

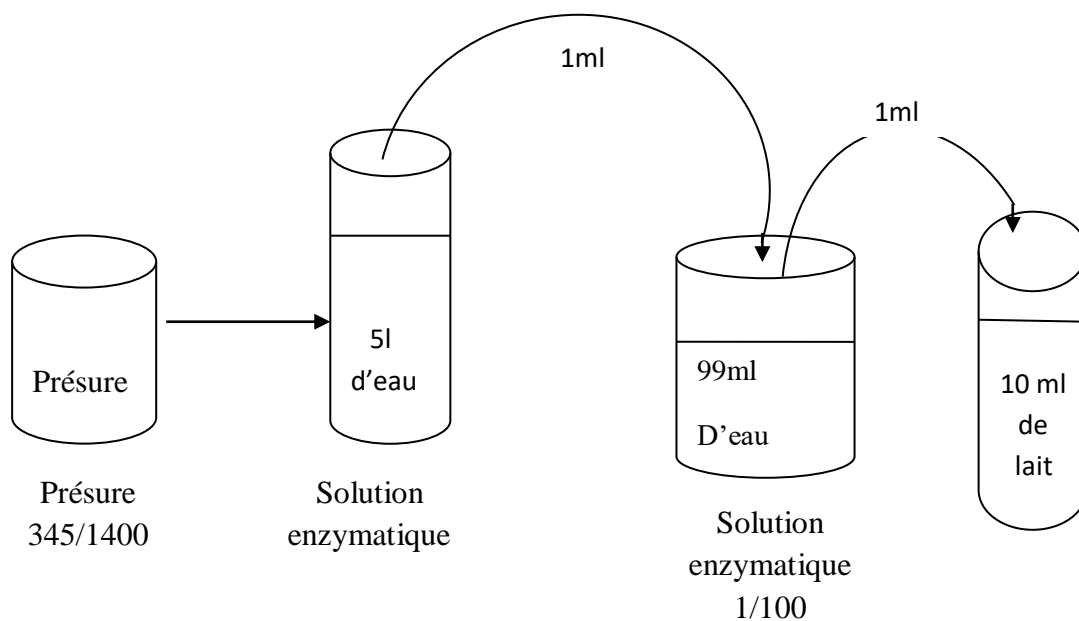


Figure 5. Préparation de la solution enzymatique ainsi que des dilutions effectuées.

Annexe 10

Dosage de la matière grasse du fromage par la méthode acido-butyrométrique de Van Gulik selon la norme J.O.RA. n°67-2014.

Méthode : On dépose 3 g de l'échantillon (camembert) dans un butyromètre à fromage auquel on ajoute de l'acide sulfurique à 62.9% jusqu'à ce que l'échantillon soit immergé, puis on place le butyromètre dans un bain marie à 80°C, pour favoriser la dissolution complète des protéines. Par la suite on additionne 1 ml d'alcool iso amylique et on remplit d'acide sulfurique jusqu'au trait repère de l'échelle du butyromètre, puis on homogénéise et on centrifuge pendant 5 minutes dans une centrifugeuse à température de 65°C (350 tr/min à l'extérieur et 1100tr/min à l'intérieur).

Résultat :

$$MG = A - B$$

MG : Teneur en matière grasse (%).

A : Valeur lue sur le butyromètre à la limite supérieure de la couche de matière grasse formée.

B : Valeur lue sur le butyromètre à la limite inférieure de la couche de matière grasse formée.

Annexe 11

Détermination du pH du fromage

Mode opératoire : On étalonne le pH-mètre à l'aide de deux solutions tampons (acide et basique), par la suite la sonde du pH mètre est plongée au cœur du camembert, une fois que la valeur devient stable on fait la lecture.

À chaque détermination du pH, on retire l'électrode, on la rince avec de l'eau distillée et on la fait sécher.

Résumé

Dans le but d'apporter une contribution à la détermination des fluctuations liés à la transformation du lait en fromage, nous avons effectué une étude comparative entre le lait de deux régions (Fréha et Baghlia), en étudiant sa qualité physico-chimique et son incidence sur la qualité des fromages à pâtes molles type camembert, issu du lait de ses deux régions ainsi que leurs mélange, au niveau de la laiterie «Le FERMIER» de Draa Ben Khedaa. Les résultats obtenus ont révélé que le temps de prise des deux laits varie très significativement ($P=0.0096$) entre le lait de ces deux régions ; ainsi que, la présence d'une différence significative ($P=0.013$) sur les teneurs en matière grasse entre les laits. Ces différences sont en faveur de la région de Baghlia. Les autres paramètres du lait tel que les protéines, le lactose, l'acidité, la densité, PDC, ESD ne montrent aucune différence significative. Cependant, ces paramètres s'avèrent inférieurs aux normes en vigueur, une addition d'eau a été suspectée. Les résultats de comparaison entre les trois camemberts, n'ont pas montré de différence significative pour la MG, le pH et le rendement. En outre, l'extrait sec total et le rapport G/S ont révélé une différence significative ($P=0.01$, $P=0.0438$) respectivement. La composition physicochimique des trois camemberts corrobore avec les résultats publiés par d'autres auteurs.

Mots clés : Lait, camembert, coagulation, composition du lait, qualité physico-chimique.

Abstract

With the aim of contributing to the determination of fluctuations linked to the transformation of milk into cheese, we have carried out a comparative study between the milk of two regions (Fréha and Baghlia), studying its physico-chemical quality and its impact on the quality of soft cheeses such as Camembert from the milk of these two regions as well as their mixture at the dairy "Le FERMIER" of Draa Ben Khedaa. The results obtained revealed that the setting time of the two milks varies very significantly ($P=0.0096$) between the milk of these two regions, as well as the presence of a significant difference ($P=0.013$) on the fat content between the milks. These differences are in favour of the Baghlia region. Other milk parameters such as protein, lactose, acidity, density, PDC, ESD do not show any significant difference. However, these parameters are lower than the current standards, an addition of water was suspected. Comparison results between the three pie charts did not show any significant difference in MG, pH and yield. In addition, the total dry matter and the fat/dry matter ratio showed a significant difference ($P=0.01$, $P=0.0438$) respectively. The physicochemical composition of the three pie charts corroborates with results published by other authors.

Key words: camembert, coagulation, milk, milk composition, physico-chemical quality.

ملخص

بهدف المساهمة في تحديد التقلبات المرتبطة بتحويل الحليب إلى جبن ، قمنا بإجراء دراسة مقارنة بين حليب منطقتين (فريجة وبغلية) ، من خلال دراسة جودته الفيزيائية والكيميائية وأثره على جودة الأجبان الطرية من نوع الكمامبير المصنوع من حليب المنطقتين وكذلك مزجها في ألبان "الو فيرمي" في درع بن خدة. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن زمن ضبط الحليبين يختلف معنويًا ($P = 0.0096$) بين لبن هاتين المنطقتين ، وكذلك وجود فرق معنوي ($P = 0.013$) على محتوى الدهن. بين الحليب. هذه الخلافات لصالح منطقة بغلية. لا تظهر المعلمات الأخرى للحليب مثل البروتين واللاكتوز والحموضة والكثافة و PDC و ESD أي فرق كبير. ومع ذلك ، تم العثور على هذه المعايير لتكون أقل من المعايير الحالية ، وكان يشتبه في إضافة الماء. لم تظهر نتائج المقارنة بين الكمامبيرات الثلاثة فرقًا كبيرًا في MG ودرجة الحموضة والعائد. بالإضافة إلى ذلك ، أظهر المستخلص الجاف الكلي ونسبة الدهون / الجافة فرقًا معنويًا ($P = 0.01$ ، $P = 0.0438$) على التوالي. يتوافق التركيب الفيزيائي الكيميائي للكمامبيرات مع النتائج التي نشرها مؤلفون آخرون.

الكلمات المفتاحية : الحليب ، الكمامبير ، الجودة الفيزيائية الكيميائية ، تركيبة الحليب، التخثر.