

République Algérienne Démocratique et Populaire
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

En vue de l'obtention du Diplôme de Master Académique en
Sciences Alimentaires
Spécialité: Agroalimentaire et Contrôle de la Qualité
Thème

Étude comparative sur la qualité nutritionnelle et physico-chimique de deux types de camembert : artisanal et industriel

Réalisé par : ACHOUCHE Souhila.

BEN HABBOUCHE Thanina.

Devant le jury:

Président :	Mr Bengana M.	Maitre de conférences à l'UMMTO.
Promotrice :	Mme Remane Benmallel Y.	Maître assistante à l'UMMTO.
Examinatrice :	Mme Lammi-Mefidene S.	Maître de conférences à l'UMMTO.

Année Universitaire 2020/2021

Remerciements

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude et nos sincères remerciements à notre promotrice, **Mme Remane Benmalle Y.** Maitre 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 aux membres de jury de nous avoir honoré par leurs présence, à :

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

Mme LAMMI-MEFIDENE S. Maître de conférences « B » à UMMTO, d'avoir consacré son précieux temps afin de juger ce modeste travail.

Mes remerciements s'adressent aussi au personnel de la laiterie-fromagerie « LE SEMEUR » Tizi-Ouzou de nous avoir ouvert ses portes et donné l'opportunité de réaliser ce travail. 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 nous.

Nos vifs remerciements vont vers AIT ABDELMALLEK Arezki et Fahima pour leurs accueil chaleureux à la maison, leurs soutien et le temps qu'ils ont bien voulu consacrer en nous tenons compagnie au cours de notre travail et surtout d'avoir toujours été transparents avec nous et fort sympathiques.

Nos remerciements s'adressent aussi au personnel du laboratoire pédagogique de physico-chimie de département agronomie (UMMTO) en particulier Mme CHAOUCHI D, à la directrice et au personnel du laboratoire d'analyse de produits alimentaires « ANALAB » à Akbou et à Mr BENALIA M l'ingénieur de laboratoire au département Nutrition et technologie à l'ENSA.

Nos sentiments de reconnaissance et nos remerciements vont aussi à toute personne ayant participé de près ou de loin, directement ou indirectement 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 :

A MES TRES CHERS PARENTS « Hamid » et « Zohra »

Aucune dédicace ne pourra exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices consentis pour mon éducation, mon

Instruction et mon bien être, la bienveillance avec laquelle ils m'ont toujours entourée et le soutien qu'ils n'ont jamais cessé de m'apporter

*A mes chères sœurs **Lamia, Sabrina, Souad***

*A mon cher frère **Karim***

A mes grands-parents maternels et paternels

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

*A mes très chères amies **Lina, Zahra, Sarah, Chahira, Katia, Dihia, Massilea, Yasmine, Kenza, Sylia***

*Et mes amis **Aghiles, Ferhat, Akli, Mohammed***

*Particulièrement à ma meilleure amie « **Sarah** » pour son soutien, encouragements et ses conseils*

*Ma chère binôme « **Thanina** »*

A mes camarades de la promotion technologie agroalimentaire et contrôle de qualité 2020/2021

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

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

Souhila

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 :

A MES CHERS PARENTS « Mouhand » et « Djouher »

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel

Et ma considération pour les sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation, mon instruction et mon bien être.

A mes chères sœurs *Fetta, Samia, Keltouma, Nassima*

A mes chers frères *Ouamar, Lekrim, Ghiles, Khaled*

A mes grands-parents maternels et paternels

A mes chers oncles, tantes, à mes chers cousins et cousines particulièrement à *Naima* pour son soutien, encouragements et ses conseils

A mes chères ami(e)s *Zahia, Zahra, Lina, Souhila, Sylia, Tafat, Sonia, Meziane, Amir, Mouhamed*

Ma chère binôme « *Souhila* »

A mes camarades de la promotion technologie agroalimentaire et contrôle de qualité 2020/2021

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

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

Thanina

Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction.....	01

Partie bibliographique

Chapitre I: Le lait

I.1. Définition.....	03
1.2. Définition réglementaire	03
I.2.Composition du lait	03
I.3.Qualité nutritionnelles du lait	04
I.4.Les facteurs de variations de la composition du lait.....	09
I.4.1.Facteurs intrinsèques	09
I.4.1.1.Stade de lactation.....	09
I.4.1.2.Age ou numéro de lactation.....	09
I.4.1.3.La race	10
I.4.1.4.État sanitaire	11
I.4.1.5.Facteur génétique.....	11
I.4.1.1.Stade de lactation.....	11
I.4.2.Facteurs extrinsèques	11
I.4.2.1.Alimentation	11
I.4.2.2.Saison et le climat	12
I.5.Caractéristiques physico chimique du lait	12
I.6.Caractéristique microbiologique	13
I.6.1.Flore indigène ou originelle.....	13

I.6.2.Flore de contamination	14
------------------------------------	----

Chapitre II: Fromages et camembert

II.1. Généralité sur les fromages	15
II.1.1.Définition	15
II.1.2 Classification des fromages.....	15
II.2.Camembert	17
II.2.1.Historique	17
II.2.2.Définitions.....	17
II.2.2.1.Définition du fromage à pâte molle.....	17
II.2.2.2.Définition du Camembert.....	17
II.2.3.Composition et valeur nutritionnelle.....	18
II.2.3.1.Composition	18
II.2.3.2.Valeur nutritionnelle	19
II.2.4. Auxiliaires technologiques.....	20
II.2.4.1 Flore lactique.....	20
II.2.4.2. Flore fongique	21
II.2.4.3. Présure	21
II.2.4.4. Les sels	21
II.2.5. les étapes clés de fabrication de fromage à pâte molle de type Camembert	22
II.2.5.1. Préparation du lait	22
II.2.5.2. Pasteurisation	23
II.2.5.3. Emprésurage	23
II.2.5.4. Maturation	24
II.2.5.5. Coagulation	24
II.2.5.5.1. Coagulation lactique.....	24

II.2.5.5.2. Coagulation enzymatique.....	25
II.2.5.6. Moulage.....	25
II.2.5.7. Égouttage.....	25
II.2.5.8. Salage	26
II.2.5.9. Affinage.....	26

Partie expérimentale

Chapitre I: Matériel et méthodes

I.1. Objectif.....	28
I.3. Description du plan d'étude.....	28
I.3. Présentation des unités.....	29
I.3.1. Laiterie-fromagerie « Le Semeur »	29
I.3.2. Fromagerie artisanale « Saint Amour».....	30
I.4. Profil de l'entreprise	31
I.4.1. Laiterie-fromagerie « Le Semeur » et la fromagerie «Saint Amour».....	31
I.5. Description du produit fini	31
I.6. Le diagramme de fabrication des Camemberts	32
I.6.1. Camembert « Le Semeur »	32
I.6.2. Camembert « Saint Amour ».....	34
I.7. Méthodes d'analyses physicochimiques.....	35
I.7.1. Prélèvement des échantillons.....	35
I.7.2. Les analyses physicochimiques du lait cru.....	35
I.7.2.1. Détermination de l'acidité Dornic	35
I.7.2.2. Détermination de la matière grasse du lait par la méthode acidobutyrométrique	36
I.7.2.3. Détermination de la densité	36
I.7.2.4. Détermination de la matière sèche totale et la matière sèche dégraissée	36

I.7.2.5. Détermination du taux de lactose et des protéines	36
I.7.2.6. Détermination de la composition en acide gras du lait.....	37
I.7.2.6.1. Extraction de la matière grasse du lait.....	37
I.7.2.6.2. Préparation des esters méthyliques du lait.....	38
I.7.2.6.3. Détermination de la teneur en acide gras par chromatographie en phase gazeuse (CPG) du lait.....	39
I.7.3. Analyses physico-chimique du camembert	40
I.7.3.1. Mesure du pH	40
I.7.3.2. Détermination de la teneur en matière grasse du fromage par la méthode acido-butyrométrique de Van Gulick.....	41
I.7.3.3. Détermination de l'extrait sec total du fromage (EST)	41
I.7.3.4. Détermination du Gras sur Sec « G/S ».....	41
I.7.3.5. Détermination de la teneur en chlorure de sodium (NaCl)	42
I.7.3.6. Détermination de la teneur en protéine du fromage par la méthode de Kjeldahl	43
I.7.4. Détermination de la composition en acide gras du lait et du camembert	46
I.7.4.1. Extraction de la matière grasse du camembert	46
I.7.4.2. Préparation des esters méthyliques du camembert	47
I.6.4.3. Détermination de la teneur en acide gras par chromatographie en phase gazeuse (CPG) du camembert	47

Chapitre II: résultats et discussion

II.1. Résultats d'analyses physicochimiques du lait	48
II.1.1. Variation des Protéines.....	48
II.1.2. Variation du lactose.....	50
II.1.3. Variation de l'extrait sec total	51
II.1.4. Variation de l'extrait sec dégraissé	52
II.1.5. Variation de densité du lait.....	53

II.1.6.Variation de l'acidité du lait.....	55
II.1.7.Variation de la matière grasse et des profils en acides gras	56
II.1.8.Variation de profils en acides gras	58
II.1.8.1. Composition en acides gras du lait.....	58
II.1.8.2.Variation des acides gras saturés.....	60
II.1.8.3.Variation des acides gras insaturés.....	62
II.2. Résultats d'analyses physicochimiques du camembert	64
II.2.1.Variation de l'extrait sec total	64
II.2.2.Variation de pH	66
II.2.3.Variation des protéines.....	67
II.2.4.Variation de chlorure	69
II.2.5.Variation du Gras sur sec « G/S ».....	71
II.2.6. Variation de la matière grasse	72
II.2.7.Variation des profils en acides gras.....	74
II.2.7.1.Composition en acides gras du camembert	74
II.2.7.1.1.Variation des acides gras saturés (AGSCMC, AGSLC)	75
II.2.7.1.2.Variation des acides gras insaturés (AGMI, AGPI)	76
Conclusion	78
Références bibliographiques	
Annexes	
Résumé	

µg: Micro gramme

AC: Artisanal camembert

AFNOR : Association française de normalisation

AGMI : Acide gras mono-insaturé

AgNO₃ : Nitrate d'argent

AGPI : Acide gras polyinsaturé

CLA : Conjugated linoleic acid

CMP: Caséine-macro-peptide

CPG : Chromatographie en phase gazeuse

EMAG : Ester méthylique d'acide gras

ESD : Extrait sec dégraissé

EST : Extrait sec total

G/S: Gras/sec

GMP: glycomacropéptide

HR : Humidité relative

IC: Industrial camembert

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne.

Kcal : Kilo calorie

M : Concentration molaire

Met : Methionine.

MGL : Matière grasse laitière

N : Normalité

NaCl : Chlorure de sodium

NaOH : Hydroxyde de sodium

nm : nanomètre

p : Pénicillium

P/S : AGPI / AGS

Phe : Phénylalanine

SARL : Société à responsabilité limitée

SC : Saison de contrôle

TB : Taux butyreux

TP : Taux protéique

UFC/ml : unité formant colonie/millilitre

v/v : Volume/volume

Figure 1. Classification des fromages basée sur la technologie et les caractéristiques microbiologiques	16
Figure 2. Principales transformation des composants du lait lors de la préparation du fromage	27
Figure 3. Schéma récapitulatif des principales étapes de notre étude.....	28
Figure 4. Situation géographique de la laiterie « Le Semeur ».....	29
Figure 5. Situation géographique de la fromagerie « Saint Amour »	30
Figure 6. Le camembert « Le Semeur ».....	32
Figure 7. Le camembert « Saint Amour »	32
Figure 8. Diagramme de fabrication du camembert « LE SEMEUR»	33
Figure 9. Diagramme de fabrication du camembert «Saint-Amour ».....	34
Figure 10. Extraction de la matière grasse du lait.....	38
Figure 11. Esters méthyliques d'acides gras.....	39
Figure 12. Dosage du NaCl du camembert	43
Figure 13. Minéralisation de l'azote protéique du camembert	44
Figure 14. distillation	45
Figure 15. Dosage de l'azote total	45
Figure 16. Extraction de la matière grasse du Camembert	47
Figure 17. Variation de la teneur en protéines du lait Semeur et du lait Ouacif.....	49
Figure 18. Variation de la teneur en lactose du lait Semeur et du lait Ouacif	50
Figure 19. Variation de l'extrait sec total du lait Semeur et du lait Ouacif.....	51
Figure 20. Variation de l'extrait sec dégraissé du lait Semeur et du lait Ouacif	53
Figure 21. Variation de la densité du lait Semeur et du lait Ouacif.....	54
Figure 22. Variation de l'acidité é du lait Semeur et du lait Ouacif	55
Figure 23. Variation de la teneur en matière grasse du lait Semeur et du lait Ouacif	56
Figure 24. Variation des acides gras saturés du lait Ouacif et du lait Semeur.....	60

Figure 25. Variation des différents acides gras saturés du lait Ouacif et du lait Semeur	61
Figure 26. Variation des acides gras insaturés du lait Ouacif et du lait Semeur.....	62
Figure 27. Variation des différents acides gras insaturés du lait Ouacif et du lait Semeur	63
Figure 28. Variation de l'extrait sec total dans le camembert « Le Semeur » et dans le camembert « Saint Amour »	65
Figure 29. Variation du pH dans le camembert « Le Semeur » et dans le camembert « Saint Amour ».....	66
Figure 30. Variation des protéines dans le camembert « Le Semeur » et dans le camembert « Saint Amour »	68
Figure 31. Variation de chlorure dans le camembert « Le Semeur » et dans le camembert « Saint Amour »	69
Figure 32. Variation du rapport G/S dans le camembert « Le Semeur » et dans le camembert « Saint Amour »	71
Figure 33. Variation de la matière grasse dans le camembert « Le Semeur » et dans le camembert « Saint Amour »	72
Figure 34. Variation des acides gras saturés du camembert Saint amour et Le Semeur	75
Figure 35. Variation des acides gras insaturés du camembert Saint amour et Le Semeur	76

Tableau I : Composition moyenne du lait de vache	04
Tableau II: Divers types de matières grasses du lait de vache	06
Tableau III: principaux acides gras de la fraction lipidique du lait de vache	07
Tableau IV: Production laitière, durée de lactation et composition du lait des principales races bovines	10
Tableau V: Le type d'aliments et leur effet sur la composition chimique du lait	12
Tableau VI: Caractéristiques physico chimique moyenne du lait	13
Tableau VII : Les genres dominants de la flore indigènes	14
Le tableau VIII : La composition du camembert pour 100g du produit frais	19
Tableau IX: Profil de Laiterie-fromagerie « Le Semeur » et de la fromagerie « Saint Amour »	31
Tableau X: Fiches techniques comportant des données relatives aux produits finis.....	32
Tableau XI : Les conditions opératoires appliquées pour l'analyse des esters méthyliques.....	40
Tableau XII : Analyse statistique des paramètres physicochimiques des laits	48
Tableau XIII : Analyse statistique de la composition en acides gras de la matière grasse du lait	59
Tableau XIV : Analyse statistique des paramètres physicochimiques des fromages type camembert.....	64
Tableau XV: Analyse statistique de la composition en acides gras de la matière grasse du camembert.....	74

Introduction

Introduction

Le lait est un composant majeur de notre diète quotidienne, il occupe une place stratégique dans notre alimentation et constitue une source importante équilibrée en nutriments de base (protéines, glucides et lipides), en vitamines et en minéraux, notamment en calcium alimentaire (**Fernane, 2017**).

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). Cet aliment occupe une place prépondérante dans la ration alimentaire des algériens, puisqu'il apporte la plus grande part des protéines d'origine animale (**Mansour, 2018**).

La wilaya de Tizi-Ouzou, région pourtant montagneuse et à faible sole fourragère, est parmi les wilayas les plus productrices de lait au niveau national, elle est classée à la deuxième place en Algérie en matière de collecte de lait et à la 5ème place pour la production. La production laitière régionale a, quant à elle, atteint 120 905,94 millions de litres en 2020 avec un effectif 30 949,00 de vache laitières exploitées (**DSA, 2021**).

Le fromage est un produit laitier important et fait partie d'une alimentation équilibrée en raison de sa richesse en nutriments essentiels (**WALTHER et al., 2008**). Il existe environ 2000 variétés de fromages dans le monde, dérivants d'une vingtaine de types élaborés selon une technique de base commune. Parmi ces variétés, on trouve le camembert qui est un fromage à pâte molle (**MAHAUT et al., 2000**).

Comme c'est le cas pour la plupart des fromages, le camembert a une valeur énergétique élevée (en raison de sa teneur élevée en matières grasses) et contient des protéines, des acides aminés, du calcium, du phosphore et des vitamines (A, B, E), qui contribuent tous à sa valeur nutritionnelle. . D'autre part, il a une teneur élevée en acides gras saturés, en cholestérol et en sels, tous considérés comme négatifs d'un point de vue nutritionnel (**Preedy et al., 2013**).

Notre étude a été réalisée sur deux types de camembert produits dans la région de

Tizi-Ouzou, l'un artisanal à base de lait cru (Ouacif) et l'autre industriel à base de lait pasteurisé (Semeur), qui montre l'effet de la qualité du lait et des procédés de fabrication des fromages et leur comparaison sur le plan physico-chimiques et nutritionnelle.

Notre travail comporte deux parties :

Dans la première, nous avons réalisé une étude bibliographique (généralité sur le lait, le fromage et sur le camembert).

Dans la seconde, nous avons réalisé une étude expérimentale qui comporte les parties suivantes :

- Matériels et méthodes utilisés dans ce travail;
- Résultats des analyses physicochimiques et de la composition des profils en acides gras du lait et du camembert;
- Discussion des résultats obtenus
- Conclusion et perspectives.

Partie bibliographique

Chapitre I

Le lait

I.1.Définitions

I.1.1.Définition alimentaire

Le lait est la sécrétion mammaire normale d'animaux de traite obtenue à partir d'une ou de plusieurs traites, sans rien y ajouter ou en soustraire, destiné à la consommation comme lait liquide ou à un traitement ultérieur (**CODEX STAN 206-1999**).

I.1.2.Définition réglementaire

Le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum (**Moral Micheal, 2011**).

Selon **le JORA, (1993)** la dénomination «lait» est réservée exclusivement au produit de la sécrétion mammaire normale, obtenue par une ou plusieurs traites, sans aucune addition ni soustraction et n'ayant pas été soumis à un traitement thermique.

I.2.Composition du lait

Les composants du lait s'y trouvent sous différents états physiques : solution vraie (lactose, albumine, globuline), émulsion (matières grasses), suspension colloïdale (caséine), etc.

Le tableau n° I donne la composition moyenne des éléments majeurs de lait de vache (Protéines, glucides, lipides et sels minéraux) et plusieurs éléments mineurs (vitamines, oligoéléments, lécithines, enzymes...).

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

Les constituants	Composition (g/L)
Eau	905
Glucides (lactose)	49
Lipides	35
Matière grasse proprement dite	34
Lécithine (phospholipides)	0.5
Insaponifiable (stéroïls, carotènes, tocophérol)	0.5
Protides	34
Caséine	27
Protéines solubles (globulines, albumines)	2.25
Substances azotées non protéiques	1.5
Sels	9
De l'acide citrique (en acide)	2
De l'acide phosphorique(P ₂ O ₃)	2.6
Du chlorure de sodium (NaCl)	1.7
Constituants divers (vitamines, enzymes, gaz dissous)	Traces
Extrait sec total	127
Extrait sec non gras	92

I.3. Qualité nutritionnelles du lait

Le lait contient des nutriments essentiels et une source importante d'énergie alimentaire, de protéines de haute qualité et de matières grasses. Le lait peut apporter une contribution significative aux besoins nutritionnels recommandés en calcium, magnésium, sélénium, riboflavine, vitamine B12 et acide pantothénique. Le lait et les produits laitiers sont des aliments nutritifs et leur consommation permet de diversifier les régimes à base de plantes. Le lait d'origine animal peut jouer un rôle important dans l'alimentation des enfants dont les populations ne bénéficiant que d'un très faible apport en lipides et ayant un accès limité aux autres aliments d'origine animale (FAO, 2010).

Le lait contient presque tous les éléments nutritifs nécessaires à la croissance. Un litre de lait d'origine bovine contient environ 50g de lactose, 32g de protéines et 40g de matières grasses. Le potentiel énergétique de lait est respectivement de 2720 kJ, 2090 KJ, 1460 KJ suivant qu'il est entier, demi entier ou écrémé (**Jeantet et al, 2008**).

I.3.1.Protéines

Les protéines sont des éléments essentiels au bon fonctionnement des cellules vivantes et elles constituent une part importante du lait et des produits laitiers (**Vignola, 2002**).

Qualitativement, les protéines du lait ont une efficacité nutritionnelle élevée, ils ont l'avantage de posséder une bonne valeur biologique, un bon équilibre en acides aminés (AA) indispensable et une digestibilité très élevée (90 à 96 % pour leur coefficient de digestibilité apparente). Les caséines sont pauvres en AA soufrés, ce qui est compensé par la richesse en lactoglobulines et en lactalbumine. Toutefois, ces deux dernières protéines constituent la peau du lait que l'on chauffe et sont éliminés quand le lait est filtré. Les AA soufrés deviennent, donc, le facteur limitant. Comme tous les autres aliments d'origine animale, le lait de vache est riche en lysine. Celle-ci est, en revanche, rapidement dénaturées et, particulièrement, lors de l'ébullition (**Benyahia Mostafeoui et Lamri-Senhadji, 2020**).

I.3.2.Matière grasse

La matière grasse laitière est caractérisée par :

- Une majorité d'acides gras saturés : 60 à 70 %.
- Une minorité d'acides gras insaturés 30 à 35 %.
- Un faible rapport P/S, c'est-à-dire le rapport des acides gras polyinsaturés sur les acides gras saturés; (**Boutonnier, 2006**).

Le tableau n° II montre les divers types de la matière grasse du lait de vache

Tableau II: Divers types de matières grasses du lait de vache (**Boutonnier, 2006**).

Composants		Teneur (1) %	
Substances lipidiques	Glycérides	Triglycérides	96
		Di glycérides	2
		Monoglycéride	0.1
	Glycérophospholipides et sphingolipides		1
	Cérides		0.03
	Stérides		0.04
Substances non lipidique et liposoluble (2)	Acides gras libres		0.15
	Substances insaponifiables : Cholestérol et autres composés		0.4
(1) En grammes pour 100 grammes de matières grasses totales.			
(2) 0.6 % au total.			

Les acides gras (AG) sont les constituants majeurs des lipides du lait, on y trouve des phospholipides 1% et notamment des sphingolipides et des composés liposolubles tels que la vitamine liposoluble A, D, E, K. Plus de 400 acides gras différents constituent la matière grasse laitière (MGL) avec des degrés de saturation et de longueurs de chaînes très différentes et variés. La MGL se distingue notamment par sa richesse en acides gras saturés à chaînes courtes et moyenne (13% dans le lait), sa richesse exceptionnelle en acide myristique (entre 9 et 12% des AG totaux), ces acides gras mono-insaturés dont l'acide oléique (30% des AG totaux) mais aussi ces CLA (Acides gras à chaîne conjugués) (**Soustere et al., 2011**).

Les matières grasses laitières constituent une des principales sources d'acides gras dans l'alimentation humaine. Elles sont composées en moyenne de 70% d'acides gras saturés (AGS), 26% d'acide gras mono-insaturés (AGMI) et de 4% d'acides gras polyinsaturés (AGPI) (**Fretin, 2016**).

Les principaux acides gras de la fraction lipidique du lait de vache a été montré dans le tableau n° III.

Tableau III: Principaux acides gras de la fraction lipidique du lait de vache (Alais et al., 2008).

Catégories		Nombre d'atomes de carbones	Proportion (% du total)	État physiques à 20°C
1. Acides gras saturés CH ₃ -(CH ₂) _{n-2} -COOH A. Volatils solubles B. Volatils insolubles C. fixes	Butyrique	C ₄	3 à 4 (tr)	Liquide
	Caproïque	C ₆	2 à 5 (tr)	Liquide
	Caprylique	C ₈	1 à 1.5 (tr)	Liquide-
	Caprique	C ₁₀	2	solide
	Laurique	C ₁₂	3	Solide
	Myristique	C ₁₄	11	Solide
	Pentadécanoïque	C ₁₅	1.5	Solide
	Palmitique	C ₁₆	25 à 30	Solide
	Stéarique	C ₁₈	12	Solide
	Arachidique	C ₂₀	0.7	Solide solide
	2. Acides gras insaturés A. Monoènes CH ₃ -(CH ₂) _z -CH=CH-(CH ₂) _y -COOH	Palmitoléique	C ₁₆	2
Oléique		C ₁₈	23	Liquid-solide
Vaccénique (trans)		C ₁₈	2 à 3	solide
B. Polyinsaturés non conjugués -CH ₂ -CH=CH-CH ₂ -CH=CH-CH ₂ ---COOH	Linoléique	C ₁₈	2	Liquide
	α-Linoléique	C ₁₈	0.5	Liquide
	arachidonoiique	C ₂₀	0.3	liquide
C. Polyinsaturés conjugués -CH ₂ -CH=CH-CH=CH-CH=CH-CH ₂ --- COOH	Diène	C ₁₈	0.8	Liquide
	Triène et tétraène	C ₁₈	Tr	liquide

(tr):traces.

I.3.3.Lactose

Le lactose apporte de l'énergie et représente environ 30% de la valeur calorique du lait. C'est un glucide lent intéressant en alimentation humaine vis-à-vis des problèmes liés à l'hyperconsommation de sucre rapides. Il renforce l'absorption intestinale de nombreux minéraux, en particulier de calcium. Il favorise par ailleurs la croissance de bactéries lactiques bénéfique dans le colon. Le lactose est en pratique la seule source de galactose, qui est un constituant des tissus nerveux (Ellies-Oury, 2014).

I.3.4. Vitamines

On distingue d'une part les vitamines hydrosolubles (vitamines du groupe B et vitamine C) en quantité constantes, et d'autre part les vitamines liposolubles (A, D, E et K) en quantité variables dépendant de facteurs exogènes (race, alimentation,...).

- La vitamine A ou rétinol est active dans la transmission de la lumière par la rétine de l'œil, joue un rôle dans la protection de la peau et des muqueuses et une action sur la croissance.

- La vitamine B₁ : ou thiamine intervient dans de nombreuses réactions de métabolisme intermédiaire et sa carence est responsable du béri béri.

- La vitamine B₂ ou riboflavine entre dans la composition d'un co-enzyme transporteur d'hydrogène, le FAD.

- La vitamine B₁₂ ou cobalamine : La quantité contenue dans un litre du lait couvre 100% les besoins journaliers;

- La vitamine D ou Calciférol est la vitamine antirachitique. Elle intervient sur le métabolisme du calcium et du phosphore.

- La vitamine E a une activité antioxydante (Jeanat, 2008).

I.3.5. Minéraux

Le lait et les produits laitiers sont les principales sources alimentaire de calcium et phosphore, pour lesquels ils couvrent plus de la moitié de nos besoins journaliers.

Ce sont des éléments plastiques intervenants dans l'ossification, et leur apport est crucial pour les sujets jeunes et âgés.

Les minéraux, entièrement apportés par notre alimentation, ont un rôle structural et fonctionnel. Ils sont souvent impliqués dans des mécanismes physiologiques (régulation nerveuse ou enzymatique, contraction musculaire, etc.).

Le lait apporte de nombreux minéraux. Les plus importants sont :

- Le calcium : 1.2 g/l.

- Le phosphore : 0.9 g/l;
- Le potassium : 1.5 g/l;
- Le magnésium : 0.13 g/l;
- Le chlore : 1.2 g/l (**Jeanat, 2008**).

I.4. Les facteurs de variations de la composition du lait

La composition chimique du lait et ses caractéristiques technologiques varient sous l'effet d'un grand nombre de facteurs, liés à l'animal ou au milieu (**Coulon et al, 1991**).

I.4.1. Facteurs intrinsèques

I.4.1.1. Stade de lactation

Au cours de la lactation, les quantités de matière grasse, de matières azotées et de caséines évoluent de façon inversement proportionnelle à la quantité de lait produite. Les taux de matière grasse et de matières azotées, élevés au vêlage, diminuent au cours du premier mois et se maintiennent à un niveau minimal pendant le deuxième mois. Ils amorcent ensuite une remontée jusqu'au tarissement. L'amplitude de variation est généralement plus importante pour le taux butyreux que pour le taux protéique.

Par ailleurs, les caractéristiques des laits sécrétés par les animaux âgés, en outre, les deux taux, protéique et butyreux, ont tendance à diminuer au cours des lactations successives (**Meyer et Dennis., 1999**).

I.4.1.2. Age ou numéro de lactation

On peut considérer que l'effet de l'âge est très faible : sur les quatre premières lactations, on observe une diminution du TB (taux butyreux en g /kg) de 1% et du taux protéique de 0.6% (**Debry, 2001**).

I.4.1.3.La race

On trouve de fortes laitières dans toutes les races, de même que les populations bovines réputées les plus fortes laitières présentent souvent des individus très faiblement doués sous ce rapport. D'ailleurs pour juger de l'aptitude laitière d'une race, il convient de l'observer dans son pays d'origine, particularité importante dont la haute portée n'échappera à personne. Cependant il convient de faire remarquer que quelques races ont une renommée particulière sous ce rapport. En première ligne on peut placer les hollandaises, qui donnent de 25 à 35 et même 40 litres de lait par jour, puis les vaches flamandes qui donnent de 20 à 25 litres et même 35 litres, les normandes, qui donnent en moyenne, 22 litres par jour, les schwitz, qui donnent un rendement moyen de 12 litres, puis vient la race bretonne, donnant de 5 à 8 litres par jour, ensuite viennent les races choletaise, d'Ayr, bressane, charolaise, mancelle, etc (**Larbaletrier, 2015**).

Le tableau n° IV montre la production laitière, durée de lactation et composition du lait des principales races bovines.

Tableau IV: Production laitière, durée de lactation et composition du lait des principales races bovines (extrait de l'institut de l'Élevage, 2015, lactation brutes, toutes lactations).

Vaches	Nombre de résultats	Production laitières (kg)	Durée de lactation (Jours)	TB (g /kg)	TP (g/kg)
Prim'Holstein	1 706 420	9352	348	39	31.8
Montbéliarde	439 609	7079	308	38.7	32.9
Normande	217 642	6488	322	42.1	34.6
Abondance	23 412	5390	298	36.9	33.3
Brune	17 344	7367	338	41.6	34.2
Simmental	16 938	6159	302	39.9	33.7
Française					
Pie rouge de plaines	10 221	7779	330	42.5	33.2
Tarentaise	7816	4190	280	36.6	32.3
Jersiaise	5829	5071	324	55.4	38.4
Salers	1315	39	219	34.3	32.2

I.4.1.4.État sanitaire

L'infection mammaire perturbe le fonctionnement de la glande et modifie la composition du lait. La prolifération bactérienne déclenche une réaction inflammatoire de défense entraînant des lésions et modifications des tissus. L'altération et la destruction des cellules de l'épithélium sécrétoire et l'augmentation des perméabilités vasculaires et tissulaires facilitent le passage de constituants du sérum sanguin dans le lait (**Brulé et al 2008**).

I.4.1.5.Facteur génétique

Il existe indéniablement des variabilités de composition entre les espèces et les races mais les études de comparaison ne sont pas faciles à mener, car les écarts obtenus lors des contrôles laitiers sont la combinaison des différences génétiques et des conditions d'élevage. Généralement les races les plus laitières présentent un plus faible taux de matières grasses et protéiques or le choix d'une race repose sur un bilan économique global. C'est pourquoi un éleveur a tendance à privilégier les races qui produisent un lait de composition élevée. Il existe ainsi une variabilité génétique intra race élevée, c'est pourquoi une sélection peut apporter un progrès (**Debry, 2010**).

I.4.2.Facteurs extrinsèques

I.4.2.1.Alimentation

L'alimentation joue un rôle important ; elle permet d'agir à court terme et de manière différente sur les taux de matière grasse et de protéines. En effet, selon **Coulon et Hoden, (1991)** le taux protéique varie dans le même sens que les apports énergétiques. Il peut aussi être amélioré par des apports spécifiques en acides aminés (lysine et méthionine). Le taux butyreux(TB) dépend à la fois de la part d'aliment concentré dans la ration, de son mode de présentation et de distribution (finesse de hachage, nombre de repas, mélange des aliments).

En règle générale, pour un même stade de lactation, les taux butyreux et protéiques du lait ne varient pas entre des vaches de même race conduites au pâturage ou recevant une ration en bâtiment (**Soulat, 2021**).

Le tableau n° V montre les types d'aliments et leur effet sur la composition chimique du lait.

Tableau V: Les types d'aliments et leur effet sur la composition chimique du lait (Soulat, 2021).

Le pâturage	Les fourrages conservés	Les compléments concentrés et/ou supplémentation lipidique
<p>Les taux butyreux et protéiques semblent moins influencés par la composition botanique de la prairie que par le stade de développement de l'herbe :</p> <p>Lorsque celle-ci devient sénescente, les valeurs du TB et du TP diminuent. Certaines techniques, comme le pâturage tournant, permettent de maintenir la disponibilité d'herbe sur pied à un stade jeune et de limiter ainsi les diminutions du TB et du TP du lait au cours de la période de pâturage</p>	<p>La nature du fourrage (maïs, herbe, etc.) et son mode de conservation (sec, ensilé, etc.) influencent peu le TB, le TP et le taux de lactose. La quantité de caséines dans le lait varie en fonction de la composition de la ration distribuée. Par exemple, elle augmente avec l'apport de luzerne dans une ration à base de foin et d'ensilage de maïs</p>	<p>L'apport de concentrés ou d'oléagineux (lin, tournesol ou colza) semble conduire à une réduction du TB mais n'a pas d'effet sur le TP, en particulier lorsque les vaches sont au pâturage.</p> <p>L'apport important d'AG polyinsaturés par la supplémentation lipidique peut inhiber la synthèse des lipides au niveau de la mamelle, entraînant une réduction du TB. Une quantité trop importante de lipides dans la ration peut également entraîner une diminution de la quantité de matière sèche ingérée et de l'apport énergétique, avec pour conséquence la diminution du taux protéique</p>

I.4.2.2.Saison et le climat

À partir des travaux réalisés par **Couloun et al. (1991)**, il a été montré que la production laitière est maximale au mois de juin et minimale en décembre. A l'inverse, les taux butyreux et protéique du lait sont les plus faibles en été et les plus élevés en hiver.

I.5.Caractéristiques physico chimique du lait

Le lait de vache est blanc jaunâtre, à saveur sucrée, agréable, à odeur faible, sa réaction est alcaline; il est facilement coagulable (**Larbaletrier, 2015**).

Les Caractéristiques physico chimique moyenne du lait sont montrées dans le tableau n° VI.

Tableau VI: Caractéristiques physico chimique moyenne du lait (**FAO, 1995**).

Constantes	moyennes	Valeurs extrêmes
Énergie (Kcal/litre) (MJ/litre)		587-876 2454-3662
Densité du lait entier à 20°C	1.031	1.028-1.033
PH à 20°C	6.6	6.6-6.8
Acidité titrable (°Dornic)	16	15-17
Point de congélation (°C)	-	-0.520-0.550
Chaleur spécifique du lait entier à 15°C	0.940	-
Viscosité du lait entier à 20°C (centipoises)	2.2	-
Conductivité électrique à 25°C (siemens)	45×10^4	$40-50 \times 10^4$
Point d'ébullition (°C)	-	100.17-100.15

I.6. Caractéristiques microbiologiques

Le lait et les produits laitiers peuvent contenir des micro-organismes pathogènes pour l'homme et être des agents de transmission des maladies contagieuses. Ces germes dont les origines sont variées (mamelle, environnement, homme...) peuvent être à l'origine de toxi-infections alimentaires en infectant l'organisme du consommateur (Jeantet et al., 2008).

I.6.1. Flore indigène ou originelle

Lorsque le lait provient d'un animal sain et qu'il est prélevé dans des conditions aseptiques il devrait contenir moins de 5000 UFC/ml. La flore indigène des produits laitiers se définit comme l'ensemble des micro-organismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis. Ces microorganismes, plus ou moins abondants, sont en relation étroite avec l'alimentation, la race et d'autres facteurs sont principalement mésophiles (Vignola, 2008).

Les genres dominants de la flore indigènes du lait sont montrés dans le tableau VII

Tableau VII : Les genres dominants de la flore indigènes (VIGNOLA, 2002).

Micro-organismes.	Pourcentage(%)
Micrococcus	30-90
Lactobacillus	10-30
Streptococcus ou Lactococcus	<10
Gram-	<10

I.6.2. Flore de contamination

La flore de contamination est l'ensemble des micro-organismes ajoutés au lait, de la récolte jusqu'à la consommation. Elle peut se composer d'une flore d'altération, qui causera des défauts sensoriels ou qui réduira la durée de conservation des produits, et d'une flore pathogène capable de provoquer des maladies chez les personnes qui consomment ces produits laitiers. L'ensemble des micro-organismes qui s'ajoutent au lait extrait du pis de vache, sont considérés comme une flore de contamination, d'altération et pathogène. . Les principaux micro-organismes de contamination sont *Clostridium* sp, *Staphylococcus aureus*, Coliformes, *Salmonella*, *Yersinia* ... (Anonyme 1, 2021).

Chapitre II
Les Fromages et
camembert

II.1. Généralité sur les fromages

II.1.1. Définition

Le fromage est le produit affiné ou non affiné, de consistance molle ou semi dure, dure ou extra-dure qui peut être enrobé dans lequel le rapport protéines de lactosérum/caséine ne dépasse pas celui du lait (**Codex STAN 283-1978**).

Ce sont des produits issus de la coagulation des protéines du lait, sous l'action des ferments lactiques présents naturellement dans le lait et/ou d'enzymes comme la présure. Ils peuvent être affinés ou non. La pâte fraîche est la base de tout fromage au début de fabrication avant le début des fermentations et bien sûr de l'affinage (**Cauty et al., 2009**).

Le fromage est le produit obtenu par la coagulation du lait suivi d'un égouttage du coagulum. Il est essentiellement constitué d'un gel de caséine retenant les globules gras et une partie plus au moins importante de la phase aqueuse du lait (**FAO, 1995**).

La dénomination « Fromage » est réservée au produit fermenté ou non, affiné ou non, obtenu à partir des matières d'origine exclusivement laitière suivantes : lait, lait pareillement ou totalement écrémé, crème, matière grasse, babeurre, utilisées seules ou en mélange et coagulées en tout ou en partie avant égouttage ou après élimination partielle de la partie aqueuse. La teneur minimale en MS du produit doit être de 23g pour 100g de fromage (**Dudez et Gret, 2017**).

II.1.2 Classification des fromages

On divise généralement les fromages en deux grandes sections : ceux à pâte *molle* et ceux à pâte ferme, catégories qui sont, elles-mêmes, subdivisées en fromages *fraîs* et fromages *affinés* pour la première, et fromages presses et fromages cuits et *pressés* pour la seconde catégorie (**Larbaletier, 2015**).

La classification des fromages est montrée dans la figure n°1

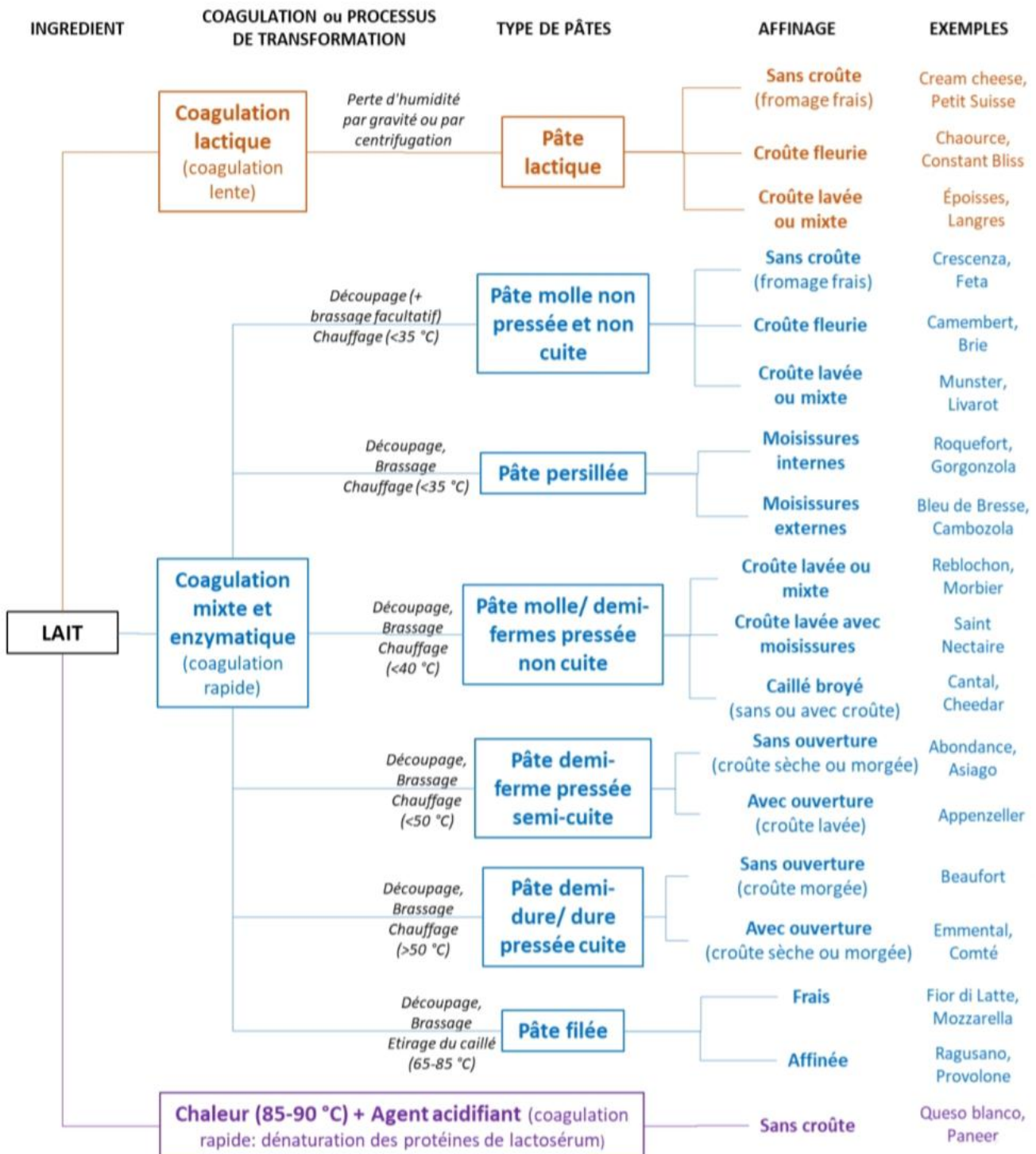


Figure 1. Classification des fromages basée sur la technologie et les caractéristiques microbiologiques (Khoté, 2021)

II.2. Camembert

II.2.1. Historique

Le Camembert de Normandie « au lait cru et moulé à la louche » est une petite histoire, inlassablement contées. Tout bon français a lu est parfois retenu qu'il fut « inventé » par une fermière de camembert, Marie Harel, que conseilla un prêtre réfractaire ayant trouvé refuge, en 1791, au manoir de Beaumontel. Il arrivait de Brie, région depuis longtemps de grande réputation fromagère. D'essai en essai, en se fondant certainement sur des vieilles traditions locales ne demandant qu'à être respectivement bousculés, elle aurait mis au point les fromages, alors sans nom, dont, la recette dut perpétuer par sa fille et son gendre, Victor Paynel.

Le camembert a pu rester un bon fromage local mais un sort heureux ajouta à l'effort paysan. En 1850, la mise en service de la ligne de chemin de fer Paris-Lisieux-Caen permet d'expédier les fromages à Paris en quelques heures. Une dizaine d'années plus tard, Napoléon III, se régala de camembert lors de la l'inauguration de la ligne Paris-Grand ville (**Delpal, 2003**).

Harel, Marie et son gendre Thomas Paynel, ont repris le flambeau et l'ont poussé plus loin en mettant sur le marché le nouveau fromage, de plus en plus populaire (**Boisard, 2003**).

II.2.2. Définitions

II.2.2.1. Définition du fromage à pâte molle

Les pâtes molles constituent une vaste famille de fromages aux technologies de fabrication très diversifiées et originales de France pour le plus grand nombre. Cette famille regroupe aussi bien des produits traditionnels représentés par de nombreux fromages d'appellation d'origine, que des produits industriels plus modernes qui ont été développés plus récemment par ce secteur de l'industrie fromagère qui s'est avéré le plus innovant et le plus concurrentiel (**Eck et Gillis, 2006**).

II.2.2.2. Définition du Camembert

Le Camembert est un fromage à pâte molle, affiné en surface principalement par des moisissures, il se présente sous la forme d'un cylindre plat ou de morceaux du dit cylindre. La pâte a une couleur allant du blanc cassé au jaune pâle et une texture molle (lorsqu' on appuie

dessus avec le pouce) 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 STAN, 2007**).

II.2.3.Composition et valeur nutritionnelle

II.2.3.1.Composition

La composition du camembert est montrée dans le tableau n° VII

Le tableau VIII : La composition du camembert pour 100g du produit frais (Anonyme 2, 2021).

Composition	Quantité
Energie	267 Kcal
Protéines	20.4 g
Glucides	1.22 g
Eau	55.4 g
Lipides	20.2 g
Dont acide Gras saturés	13.7 g
- Acide butyrique	- 0.627 g
- Acide caproïque	- 0.426 g
- Acide caprylique	- 0.283 g
- Acide caprique	- 0.645 g
- Acide laurique	- 0.77 g
- Acide myristique	- 2.35 g
- Acide palmitique	- 5.95 g
- Acide stéarique	- 2.05 g
Dont acide Gras monoinsaturés	5.03 g
Dont acide Gras polyinsaturés	0.581 g
- Acide gras Oméga 3	- 0.11282 g
- Acide gras Oméga 6	- 0.3051 g
- Acide gras Oméga 9	- 3.62 g
Sodium	670 mg
Minéraux dont :	
- Magnésium	- 21.3 mg
- Phosphore	- 261 mg
- Potassium	- 91.2 mg
- Calcium	- 245 mg
- Manganèse	- 0.1 mg
- Fer	- 0.4 mg
- Cuivre	- 0.1 mg
- Zinc	- 2.5 mg
- Sélénium	- 5 µg
- Iode	- 19.4 µg
Vitamines dont :	
- Vitamine A - Rétinol	- 246 µg
- Vitamine D / chloécalciférol	- 0.765 µg
- Vitamine E / tocophérol	- 0.44 mg
- Vitamine K1	- 3.1 µg
- Vitamine B2 / riboflavine	- 0.64 mg
- Vitamine B3 / PP niacine	- 1.46 mg
- Vitamine B5 / acide panthothénique	- 0.33 mg
- Vitamine B6 / pyridoxine	- 0.2 mg
- Vitamine B12 / cobalamine	- 0.85 µg

II.2.3.2. Valeur nutritionnelle

Comme la plupart des fromages, le camembert a une valeur énergétique élevée (en raison de sa haute teneur en matières grasses) et contient des protéines, des acides aminés, du calcium, du phosphore et des vitamines (A, B, E qui contribuent toutes à sa valeur nutritionnelle. D'autre part, il a une teneur élevée en acides gras saturés, en cholestérol (75 mg /100g) et en sels qui sont tous considéré comme négatifs d'un point de vue nutritionnel (Preedy, 2014).

II.2.4. Auxiliaires technologiques

II.2.4.1 Flore lactique

Tout au long de la transformation du lait, la microflore lactique a un double rôle. Par leur activité acidifiante (fermentation lactique), conditionnent pour une grande part l'aptitude du lait à la coagulation, l'aptitude du gel et du caillé à la coagulation et la composition finale du fromage. Elle assure également l'inhibition de microflore indésirables et orientent l'activité des microflores durant l'affinage, en association avec le chauffage en cuve qui précède l'acidification sous presse et, par leurs activités protéolytiques, elles participent à la formation de composés riches en saveur et en arômes (Montel, 2005). On peut utiliser deux types de flore lactique :

➤ **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* et *Pediococcus* (Canteri, 2006).

Chapitre II

II.2.4.2. Flore fongique

Dans la flore fongique on peut trouver :

➤ **Les levures**

Geotrichum candidum : comme *P. camemberti*, colonise la pâte molle du camembert depuis sa surface. Plutôt acidophile, il contribue à la neutralisation du caillé et combat les moisissures indésirables comme les Mucors. Il libère également des composés soufrés qui participent à l'arôme si typique du camembert (**Martin, 2014**).

➤ **Les moisissures**

Penicillium camemberti : La moisissure utilisée pour la préparation des fromages à pâte molle et croûte fleurie (Camembert, Brie, etc.). Le rôle essentiel de penicillium au cours de l'affinage des pâtes, réside dans son aptitude à consommer l'acide lactique et, de ce fait, à désacidifier les caillés, mais, en outre, il libère des enzymes, ce qui modifie l'évolution des saveurs et des arômes des différents fromages (**Bourgeois et Larpent, 1989**), et permet ainsi la prolifération en surface des microcoques (**Guizani, 2002**).

II.2.4.3. Présure

La présure est un liquide sécrété par l'estomac de jeunes ruminants non sevrés contenant une enzyme protéolytique qui catalyse l'hydrolyse de la caséine en deux fragments :

-Un fragment hydrophile qui passe dans le lactosérum.

-Un fragment hydrophobe qui coagule lorsque le pH atteint 6.6 ce qui forme un gel.

La présure est, la plupart du temps extraite de la caillette de veau par macération dans de l'eau salée pendant 4-5 jours à 30 °C. On obtient alors une solution brunâtre que l'on filtre puis que l'on déshydrate ou que l'on laisse sous forme d'extrait liquide. Il existe différents types de présure variables selon leur force c'est-à-dire selon le nombre de litre de lait coagulé à 35 °C en 45 minutes (**Fredot, 2012**).

II.2.4.4. Les sels

Les sels participent directement ou indirectement au développement de la saveur du fromage, soit en masquant le goût de composants indésirables, soit en agissant comme exhausteur pour d'autres substances aromatiques, soit encore par son intervention sur

l'équilibre général des réactions enzymatiques aboutissant à l'apparition de composés sapides significatifs de la typicité du produit, il abaisse aussi l'activité de l'eau, en modifiant sa disponibilité pour la croissance des microorganismes ou pour les réactions biochimiques.

Il participe à l'élaboration de la propriété texturale par la déshydratation qu'il provoque lors de sa migration et par les modifications des propriétés des protéines à la surface des fromages (Gaucheron, 2003).

II.2.5. les étapes clés de fabrication de fromage à pâte molle de type Camembert

Les fromages à pâte molle de type camembert sont fabriqués à partir du lait cru ou pasteurisé. Les différentes étapes technologiques sont la coagulation par des coagulants et une acidification, le décaillage, le moulage, le salage et l'affinage (Béranger, 2009).

II.2.5.1. Préparation du lait

➤ Nature de la matière première

- Lait cru

Le lait cru de bonne qualité ne doit contenir aucune trace de débris et de sédiments, ne doit pas avoir de saveur étrangère et de couleurs et d'odeurs anormales, ne doit contenir qu'un faible nombre de bactéries, il doit être exempt de produits chimiques (par exemple, antibiotiques, détergents) et avoir une composition et une acidité normales. La qualité du lait cru est le principal facteur qui détermine la qualité des produits laitiers. (FAO, 2020).

- Lait pasteurisé

Le lait frais pasteurisé est chauffé à 72 °C pendant 15 secondes, ou à 63 °C pendant 30 minutes. La pasteurisation a pour but d'éliminer tous les germes pathogènes présents dans le lait (Seminel, 2015).

Remeuf et al., (1991), soulignent que la fromageabilité du lait c'est à dire l'aptitude à la transformation du lait en fromage est dépendante d'un certain nombre de paramètres (figure n°1) dont :

- Sa composition chimique (richesse en caséines)
- Son comportement vis-à-vis de l'enzyme coagulante la présure

- Son aptitude au développement des bactéries lactiques (présence de résidus d'antibiotiques)
- Enfin, sa charge microbienne et la nature de sa microflore.

➤ La standardisation

Lorsque le lait est collecté à la ferme, il doit être immédiatement refroidi. Ce lait cru est transféré dans un camion-citerne isotherme et livré à la fromagerie non pasteurisé. Les niveaux de matières grasses et de protéines du lait peuvent être ajustés pour créer un produit uniforme avec le rendement le plus élevé possible, dans un processus connu sous le nom de standardisation (**Tunick, 2013**).

➤ L'homogénéisation

L'homogénéisation à haute pression s'applique dans différentes technologies fromagères afin d'obtenir une meilleure répartition de la matière grasse dans le fromage, une amélioration de la texture des produits finis, de limiter des pertes des matières dans les lactosérums lors de l'égouttage, d'améliorer la rétention en eau et d'accélérer l'affinage (dont la lipolyse) (**Roustel, 2010**).

II.2.5.2. Pasteurisation

La pasteurisation a pour objectif la destruction des microorganismes contenus dans le lait, notamment les microorganismes pathogènes, afin de faciliter l'action des ferments lactiques ajoutés lors de l'ensemencement (**Raiffaud, 2017**).

II.2.5.3. Emprésurage

Lorsque la diminution du pH était jugée suffisante autour de 6,1 et 6,5 pendant 40 min, le lait est emprésuré à raison de 0,25 ml à 0,4 ml de présure par litre de lait. La solution est bien homogénéisée et maintenue à une température d'environ 35°C jusqu'à obtention d'un gel. (Environ de 1h15min à 7h30min) (**Hamdaoui et al., 2021**).

II.2.5.4. Maturation

C'est l'étape d'introduction de la flore lactique sélectionnée qui va participer, d'une part, à la coagulation du lait (en provoquant l'acidification), et d'autre part, à l'affinage du fromage (rôle dans l'activité protéolytique).

Le camembert se caractérise par une croissance multicouche complexe de la flore de surface au cours du processus de maturation. Dans les premiers jours de maturation, des levures apparaissent à la surface. Une couche de 200 à 400 mm de *Geotrichum candidum* colonise alors la surface du fromage, suivie en trois semaines par une troisième couche, *Penicillium camemberti* (anciennement *P. caseicolum*, *P. caseicola*, *P. candidum* et *P. album*), 450-600 mm d'épaisseur (Tamime, 2007).

II.2.5.5. Coagulation

La coagulation du lait conduit à la formation d'un gel. Pour la fabrication des fromages à pâte molle, cette coagulation est dite mixte puisqu'elle résulte à la fois d'une acidification par les bactéries lactiques et de l'action d'enzymes coagulantes telles que la présure. En effet, la température du milieu (28 à 35 °C) et le pH de l'emprésurage (6,3 et 6,4) permettent à la fois l'action des enzymes et le développement des bactéries lactiques. Il existe cependant des fabrications à caractère mixte mais à dominance lactique (ex. Epoisses) ou à dominance enzymatique (ex. Pont l'Evêque) (Cholet, 2006).

II.2.5.5.1. Coagulation lactique

Sous l'action des bactéries lactiques, le lait s'acidifie progressivement. Cette acidification entraîne une neutralisation des charges négatives portées par les caséines. Dans le même temps se produit une déminéralisation progressive des micelles qui se désintègrent en sous-unités.

Lorsque le pH est voisin de 5, la charge des submicelles est très réduite et la précipitation s'amorce. (Point isoélectrique de la caséine), la neutralisation des charges est complète; les micelles de caséine flocculent et se soudent formant au repos un gel homogène qui emprisonne le lactosérum et occupe entièrement le volume du lait. Au cours de la déminéralisation du complexe phosphocaséinate de calcium, le calcium colloïdal migre dans le sérum (FAO, 1995).

II.2.5.5.2. Coagulation enzymatique

En fromagerie, le lait est coagulé par action de la présure. Cette coagulation enzymatique est divisée en trois étapes:

- l'hydrolyse enzymatique proprement dite, elle est en général réalisée par l'addition de présure qui contient deux enzymes, dont la plus active dans les conditions d'utilisation est la chymosine. Cette enzyme hydrolyse la caséine κ à la liaison peptidique Phe 105-Met106. Cette hydrolyse conduit à une fraction insoluble de para caséine et une fraction soluble contenant les solutés du lait et la partie hydrophile de la caséine κ appelée glycomacropeptide (GMP) ou caséines nomacropeptide (CMP);
- l'agrégation de la fraction micellaire qui est induite par la réduction d'hydratation et de charge des micelles : celle-ci débute au pH du lait à environ 80% d'hydrolyse;
- la réticulation du gel, pendant laquelle le gel acquiert une fermeté croissante (**Gaucheron, 2003**).

II.2.5.6. Moulage

A un certain stade du processus de fabrication (juste après coagulation), le caillé est transféré dans des moules de forme et de taille caractéristiques. Le but principal du moulage est de permettre au caillé de former une masse continue ; le moulage du caillé à haute teneur en humidité se produit facilement sous leur propre poids, mais le pressage est nécessaire pour le fromage à faible teneur en humidité. Il est important que le caillé soit chaud pendant le pressage, en particulier pour les caillés à faible teneur en humidité (**Fox, 2016**).

Le démoulage des fromages est réalisé lorsque l'acidité lactique du caillé atteint des valeurs de 9,5 à 11 % (p/p) et un pH de 4,5 à 4,9 (**Sebbane et al, 2021**).

II.2.5.7. Égouttage

L'égouttage dépend de la qualité et la conservation du fromage. A l'origine, le caillé se contracte et se sépare spontanément du petit-lait. On peut le forcer par des techniques de brassage, tranchage et pressage (**Bourre, 2010**).

II.2.5.8. Salage

En fabrication des pâtes molles, le salage s'effectue à sec (Saupoudrage à la main ou à la machine) ou en saumure par immersion dans un bain généralement saturé en sel.

La prise de sel se fait par diffusion et donne lieu à un gradient de concentration centripète qui tend vers l'équilibre (1.5 à 2%) en 3 jours pour un camembert salé à sec et 7 à 8 jours pour le même fromage salé en saumure.

Le salage permet :

- La maîtrise du développement des micro-organismes,
- Révélé la saveur propre du fromage, réparti dans la pâte ou saupoudré à la volée,
- Donner au caillé l'aspect et le goût final du fromage (**Bourre, 2010**).

II.2.5.9. Affinage

L'affinage est le processus ultime de fabrication du fromage. Cette opération a lieu dans une pièce appelée hâloir, Elle est maintenue à une température et à une hygrométrie bien précises Elle est de plus maintenue dans l'obscurité pour éviter l'action néfaste des ultraviolets sur le goût des produits finis (**Fournier, 2007**).

Les principales transformations des composants du lait lors de la préparation du fromage sont représentées dans la figure n°2.

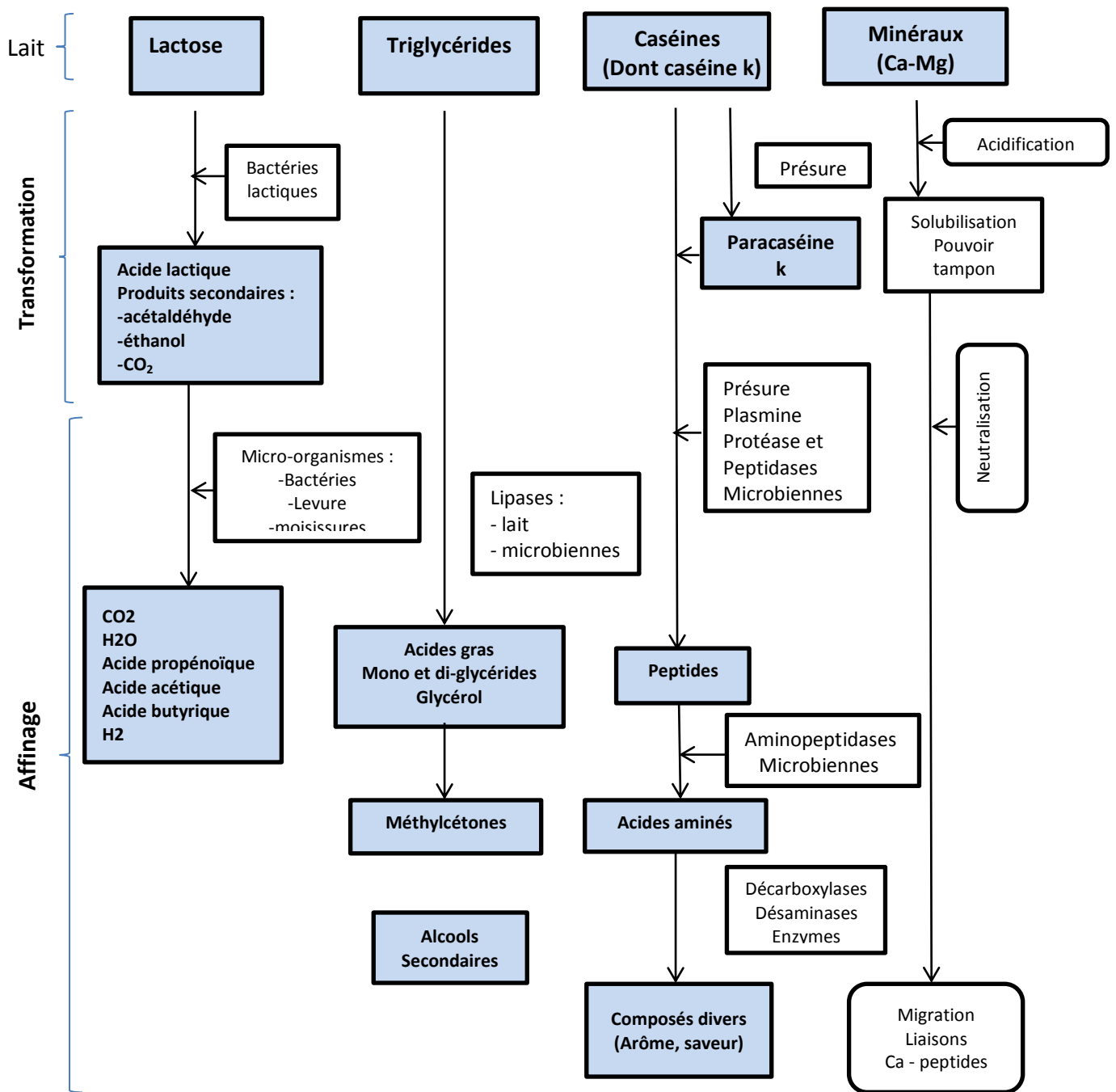


Figure 2. Principales transformation des composants du lait lors de la préparation du fromage Gaudédranche, (2001)

Partie pratique

Chapitre I

Matériel et méthodes

I.1. Objectif

- Notre étude a été réalisée sur deux types de camembert produits dans la région de Tizi-Ouzou, l'un artisanal à base de lait cru (Ouacif) et l'autre industriel à base de lait pasteurisé (Semeur), et vise à analyser l'effet de quelques facteurs de production (la qualité du lait et procédés de fabrication des fromages) en les comparant sur le plan physico-chimiques et nutritionnelle.

I.2. Description du plan d'étude

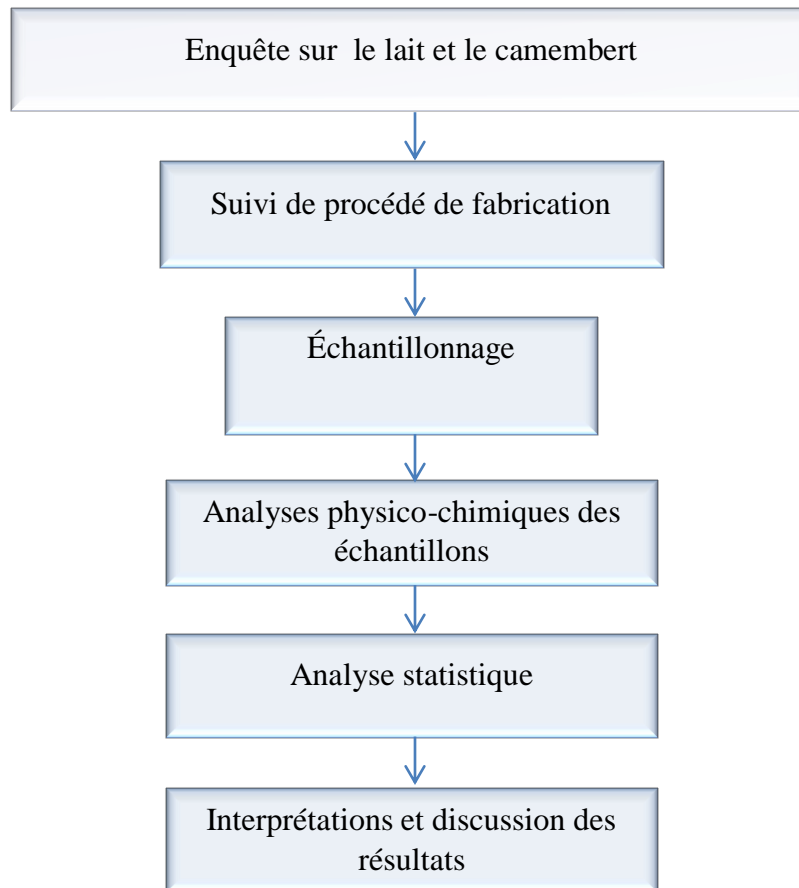


Figure 3. Schéma récapitulatif des principales étapes de notre étude

I.3. Présentation des unités

I.3.1. Laiterie-fromagerie « Le Semeur »

L'unité de transformation ayant fait objet de cette étude est la SARL « Le Semeur ». Une laiterie et fromagerie à responsabilité limitée créée en 2012 et mise en activité le 01 /06/2017. Cette unité se trouve dans la zone d'activité de TALA ATHMANE. Elle se situe à l'est de Tizi-Ouzou et s'éloigne de cette dernière de 11 Km.

Elle dispose d'une gamme variée de produits à base de 100% lait d vache, parmi lesquels, figure le fromage à pâte molle type Camembert, objet de notre étude.

L'unité compte 52 employés. Elle a une capacité de production d'environ 70 000 Litres du lait par jour et 5000 Pièces de fromage à pâte molle par jour.

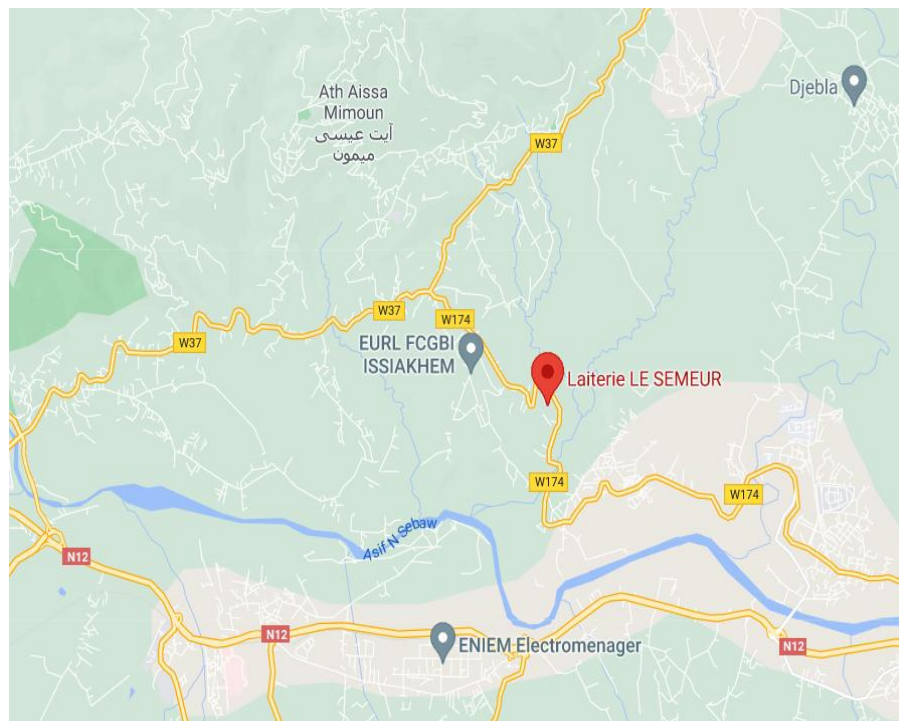


Figure 4. Situation géographique de la laiterie « Le Semeur »

I.3.2. Fromagerie artisanale « Saint Amour »

« Saint amour », c'est une fromagerie créée par deux éleveurs de la famille AIT ABDELMALEK en 2000, située au sommet de la montagne dans la commune d'Ouacif Dans le village de Bou Abderrahmane.

C'est une fromagerie artisanale, de transformation et de production de plusieurs produits laitiers (fromages, yaourt..), et autres produits comme les différentes confitures (figue sèche, lait, figuier de barbarie ...). L'activité de cette unité commence par l'élevage du cheptel caprin (40 têtes) et finie par la commercialisation des produits.

Il n'y a pas de distributeur spécifique pour la commercialisation de ces produits, ainsi c'est le propriétaire lui-même qui en assure la distribution d'autant plus qu'il dispose de moyens de transport appropriés à ces produits.

Les fromages sont principalement commercialisés sur la ville d'Alger, sous le nom de Saint Amour. Ils sont les fournisseurs de l'hôtel « SOFITEL » principalement, de restaurant Algérois « UNIVERSITE », hôtel restaurant « MESQUELIL » et de différents magasin, ils ont exposé à l'ambassade de France, Portugal, USA, Venezuela, chili et Suisse.

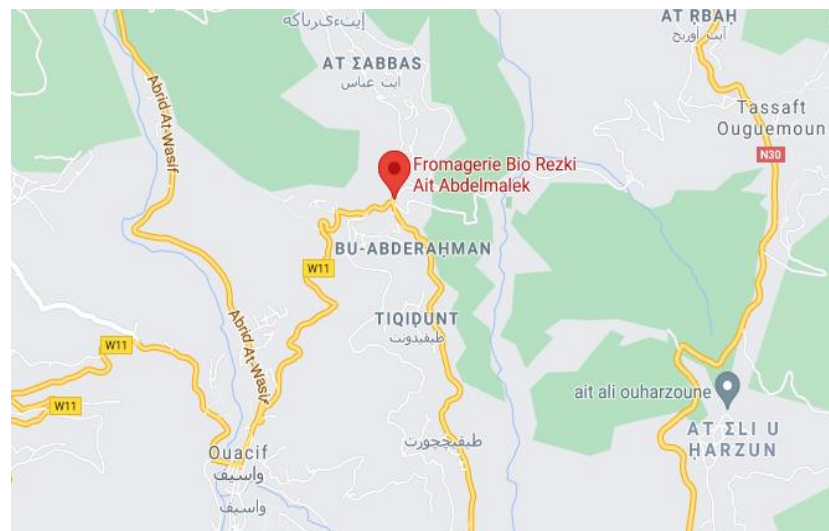


Figure 5. Situation géographique de la fromagerie « Saint Amour »

I.4. Profils des entreprises

Laiterie-fromagerie « Le Semeur » et la fromagerie «Saint-Amour»

Tableau IX: Profil de Laiterie-fromagerie « Le Semeur » et de la fromagerie « Saint Amour »

	Laiterie-fromagerie « Le Semeur »	fromagerie « Saint Amour»
Raison sociale	SARL LAITERIE LE SEMEUR	/
Forme juridique	SARL	/
Début d'activité	01/06/2017	09 /2001
Siège social	Zone d'activité TALA ATHMANE Tizi Ouzou.	village de Bou Abderrahmane, commune Ait Ouacif, Tizi Ouzou
Production	Lait pasteurisé Lait fermenté Lait caillé Fromage à pâte molle : Camembert Crème fraiche Beurre	Fromages : frais, fondu, double et triple crème, demi-frais, Mi vache et mi chèvre, Saint Marcelin, Tommes de chèvre et de vache, Reblochon, Fromage affiné aux herbes et aux épices Camembert Beurre Yaourts Lait caillé et le petit lait
Distribution	Lait : Wilaya de Tizi-Ouzou, Produits laitiers : Presque toutes les wilayas du pays	Principalement sur la ville d'Alger.

I.5. Description du produit fini

Le camembert « Le Semeur » et « Saint Amour » sont destinés à tous les consommateurs excepté les nourrissons. Ils sont consommés à froid et commercialisé à travers le territoire national.



Figure 6. Le camembert « Le Semeur »



Figure 7. Le camembert « Saint Amour »

La description des camemberts étudiés est indiquée dans le tableau X

Tableau X: Fiches techniques comportant des données relatives aux produits finis.

	Camembert Le Semeur	Camembert « Saint Amour »
Description	Boîtes en carton en 250g (min) à 270g (max), 125 (min) à 150 (max), galette ≥ 1	250g
Composition	Lait, ferment, pénicillium	Lait, yaourt fermier, présure
Emballage - Interne - Externe	Papier perforé cellulosique Boîtes en carton	Papier perforé cellulosique
Durée de conservation	6 semaines à partir de la date de fabrication	6 mois à partir de la date de fabrication
Condition de stockage	Entre 8 à 10 °C	Entre 8 à 10 °C
Condition de distribution	Dans des camions réfrigérés	Dans des glacières contenant des plaques de réfrigération

I.6. Le diagramme de fabrication des Camemberts

I.6.1. Camembert Le Semeur

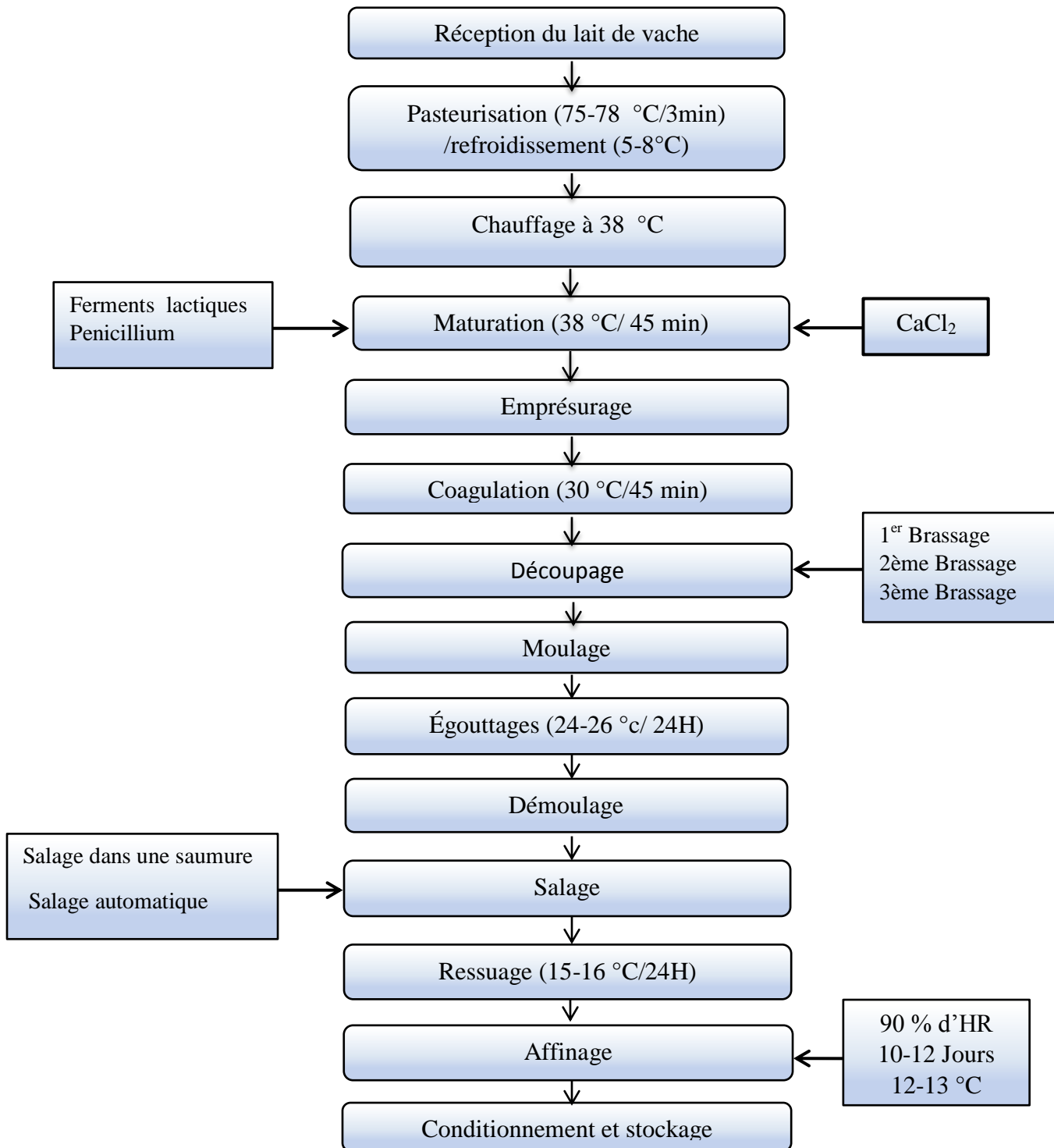


Figure 8. Diagramme de fabrication du camembert « LE SEMEUR»

I.6.2. Camembert « Saint Amour »

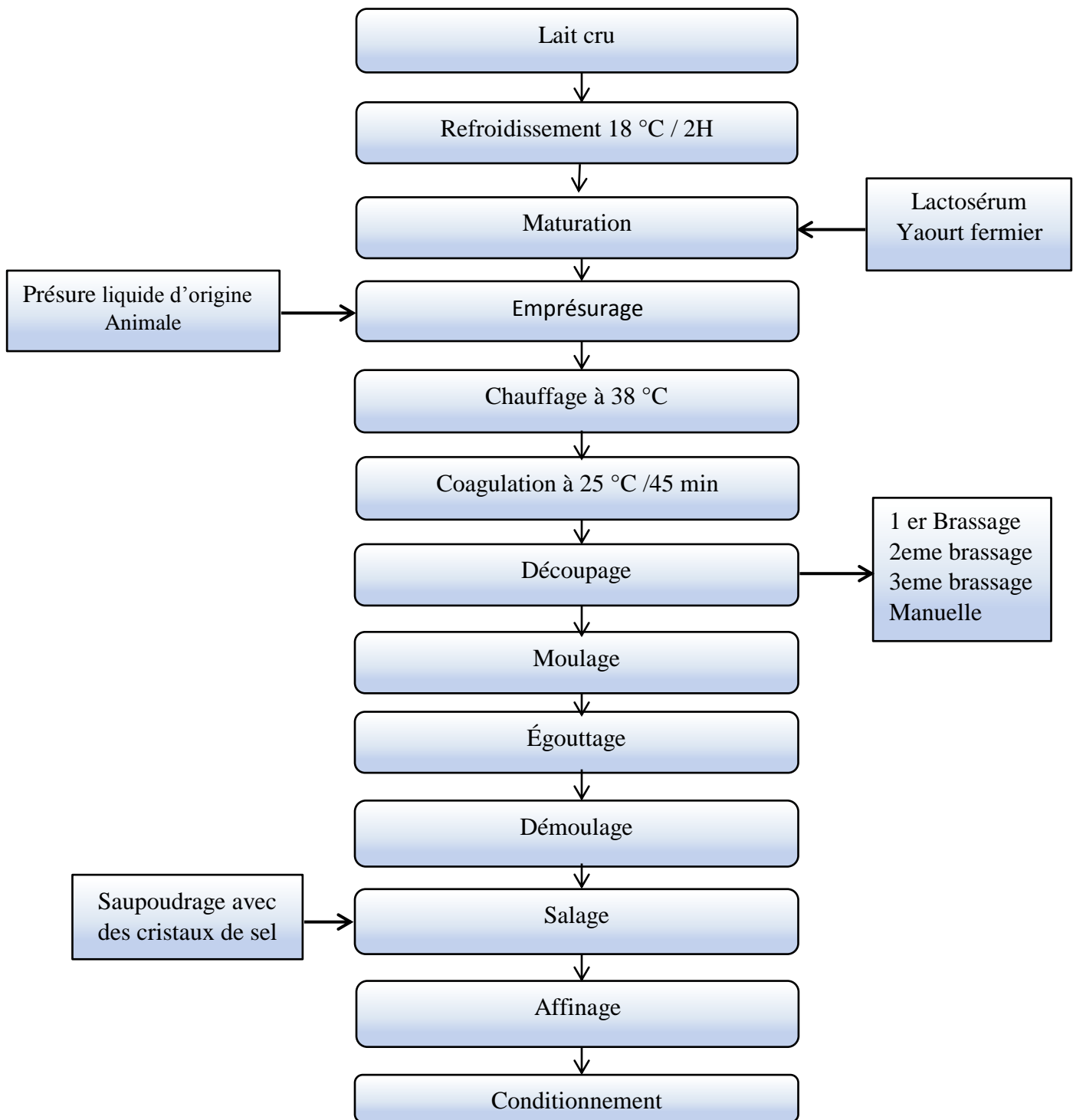


Figure 9. Diagramme de fabrication du camembert «Saint -Amour »

I.7. Méthodes d'analyses physicochimiques

I.7.1. Prélèvement des échantillons

❖ Prélèvement de lait

Prélèvement de 03 échantillons du lait de volume 1 litre chacun de la fromagerie Saint Amour qui provient de la région Ouacif et de la laiterie Le Semeur qui proviennent de Ouaguenoun, Freha, Azeffoun, Ouadhia, Ait Aissa Mimoune et Thala Athmane afin de réaliser les analyses physicochimiques : l'acidité, densité, matière grasse, protéines, lactose, EST, ESD, les profils en acides gras et les tests antibiotiques. Les échantillons de lait sont transportés et gardés sous froid au laboratoire du département d'Agronomie UMMTO avant d'effectuer les différents tests.

❖ Prélèvement des échantillons du fromage

Prélèvement de 3 échantillons à partir de 3 lots de productions différentes du camembert « Saint-Amour » et « LE SEMEUR » pour effectuer des analyses physicochimiques et les profils en AG. Les échantillons sont transportés et gardés sous froid avant les différents tests.

I.7.2. Les analyses physicochimiques du lait

I.7.2.1. Détermination de l'acidité Dornic

Principe

L'acidité a été déterminée par la technique de titration. Pour cela, 10 ml de lait cru ont été prélevés et versés dans un bécher. Trois à 4 gouttes phénolphtaléine ont été ajoutées au lait cru et le mélange a été homogénéisé.

La titration a été faite à température ambiante par ajout gouttes à gouttes de la solution de NaOH de 0,1N jusqu'au virage au rose [15, 16 °D]. L'acidité a été exprimée

en degré Dornic (1°Dornic correspond à 0,1g d'acide lactique) (MAÏWORÉ, 2018). (Annexe 02)

I.7.2.2. Détermination de la matière grasse du lait par la méthode acidobutyrométrique

Principe

La teneur en matière grasse est déterminée par la méthode acidobutyrométrique de Gerber. Dans cette technique les protéines du lait sont dissoutes par l'acide sulfurique, les matières grasses résistantes à l'action de l'acide sulfurique, sont séparées par centrifugation à chaud en présence d'alcool isoamylique (3-méthyl-1-butanol). La matière grasse, moins dense, se rassemble en une couche claire et transparente (Tir, 2015). La lecture directe des graduations détermine la quantité de matière grasse en g/L (Sbouï, 2009). (Annexe 03)

I.7.2.3. Détermination de la densité

Principe

La mesure de la densité est réalisée à l'aide d'un thermo-lacto- densimètre. Le principe consiste à plonger le densimètre dans une éprouvette de 100 ml rempli de lait à analyser, lorsqu'il se stabilise, une lecture directe donne le résultat (Tir Elhadj, 2015).

La densité normale du lait de vache se situe autour de 1030 à 1035. Elle varie selon la richesse en matière sèche et est inversement proportionnelle au taux de matière grasse (AGGAD, 2009). (Annexe 04)

I.7.2.4. 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 à 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 (AFNOR, 1970).

L'extrait sec dégraissé (ESD) est déterminé en faisant la différence entre l'extrait sec total (EST) et la matière grasse (MG) (Abdoune, 2003). (Annexe 05)

Calcul

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

Avec :

EST : extrait sec total

ESD : extrait sec dégraissé

MG : matière grasse

I.7.2.5. Détermination du taux de lactose et des protéines

Principe

Les teneurs en matières grasses du lait, le point de congélation (°C), la teneur en protéines, en lactose et en minéraux ont été mesurés à l'aide d'un analyseur numérique Lactostar Gerber funk. Il suffit de mettre une quantité de (12 à 20 ml) de l'échantillon dans un Erlenmeyer. Ensuite, nous sortons la sonde à vide dans notre échantillon et la lisons au bout de 15 secondes (Hadeb et al, 2021). (Annexe 06).

I.7.2.6. Détermination de la composition en acide gras du lait

I.7.2.6.1. Extraction de la matière grasse du lait par centrifugation

Principe

Pour l'analyse des acides gras, la crème a été séparée du lait écrémé par centrifugation (1700 x g, 4°C, 20 min), puis centrifugée (13000 x g, 20°C, 10 min) pour

séparer la graisse. Une fraction de graisse liquide a été obtenue par chauffage à 60°C pendant 10 min et centrifugation (13 000 x g, 40°C, 10 min) (Larsen *et al.*, 2013).

Mode opératoire :

- Verser les échantillons du lait dans des flacons avec la même quantité.
- Mettre les flacons dans la centrifugeuse réglée à 1 700 à 20 °C pendant 20 min.
- Transférer la crème obtenue dans des godets puis la mettre à centrifugation à 13 000 à 20 °C pendant 10 min.
- Après centrifugation, chauffer la crème obtenue dans un bain-marie réglé à 60 °C pendant 10 min.
- Centrifuger la crème chauffée dans la centrifugeuse réglée à 13 000 à 40 °C pendant 10 min.
- Pipeter la matière grasse liquide obtenue dans les tubes à vis



Figure 10. Extraction de la matière grasse du lait

I.7.2.6.2. Préparation des esters méthyliques du lait

Principe

L'estérification est un mécanisme à catalyse acide qu'il est possible d'employer pour former des EMAG à partir d'acides gras. Les acides gras peuvent être naturellement présents dans l'échantillon de corps gras analysé. La formation d'EMAG à l'aide de ce mécanisme est communément appelée méthylation. À nouveau, une grande quantité de méthanol et l'absence d'eau sont des conditions préalables à la formation quantitative d'EMAG (Anonyme 03, 2021).

Mode opératoire

- Prélever 1 ml hexane contenant 50 à 100 mg de matière grasse pure et les mettre dans un tube à vis
- Ajouter 200 μ l NaOH 2N dans du méthanol. Bien boucher. Agiter 10 secondes.
- Porter au bain marie à 50 °C pendant 20 secondes. Agiter. Laisser refroidir.
- Ajouter 200 μ l HCl méthanolique 2 N afin d'éviter l'introduction d'agents alcalins dans la colonne.
- Agiter. Laisser décanter. Recueillir la couche supérieure (phase exanoïque) qui contient les esters méthyliques.



Figure 11. Esters méthyliques d'acides gras

I.7.2.6.3. Détermination de la teneur en acide gras par chromatographie en phase gazeuse (CPG) du lait

Principe

La méthode de choix est la séparation par CPG qui sépare les esters méthyliques des acides gras obtenus par transméthylation de l'extrait lipidique total. Cette méthode a pu être étendue à la séparation des formes isomères des acides gras à longue chaîne grâce au développement de nouveaux matériaux de remplissage des colonnes, de colonnes capillaires et de systèmes de détection amplifiés (**Greenfield et Southgate, 2007**).

Tableau XI : Les conditions opératoires appliquées pour l'analyse des esters méthyliques :

Chromatographe	Chromopack CP 9002
Détecteur	FID (250°C)
Injecteur	SPLIT 1/100 (250 °C)
Gaz vecteur	Azote
Colonne capillaire	DB 23 (50% cyanopopyl)
Longueur	30 m
Diamètre intérieur	0,32 mm * 0.25 UM
Epaisseur	0,25 µm
Injecteur	250 °C
Détecteur	260 °C
Four	150 °C-----4 °C : min 230 °C (10min)
Quantité injectée	01 µl
Vitesse du papier	0,5 cm/mn

I.7.3. Analyses physico-chimique du camembert**I.7.3.1. Mesure du pH****Principe**

Le pH est une mesure de l'acidité ionique du produit à analyser, on le mesure habituellement à l'aide d'un pH-mètre.

Le pH est mesuré à l'aide d'une électrode de pénétration de type aiguille de 3 mm de diamètre enfoncée au voisinage immédiat de chaque puits résultant de l'enfoncement de l'aiguille ou dans le puits même dans le cas de l'utilisation de la lame. Le pH est par conséquent mesuré au même endroit de la pâte (Vassal *et al.*, 1986). (Annexe 07)

I.7.3.2. Détermination de la teneur en matière grasse du fromage par la méthode acido-butyrométrique de Van Gulick

Principe

Après dissolution des protéines du fromage (3g) par addition d'acide sulfurique (10 ml), la matière grasse a été séparée par centrifugation dans un butyromètre de Van Gulik. Cette séparation est favorisée par addition d'une petite quantité d'alcool isomylique.

Obtention de la teneur en matière grasse par lecture directe sur l'échelle du butyromètre (JORA, 2014). (Annexe 08)

I.7.3.3. Détermination de l'extrait sec total du fromage (EST)

Principe : le même principe que celui présenté pour le lait. (Annexe 09)

I.7.3.4. 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.

Calcul :

$$G/S (\%) = MG / EST \times 100$$

Avec :

G/S : rapport matière grasse et extrait sec du « Camembert » exprimé en (%)

MG : teneur en matière grasse du « Camembert » exprimé en (%)

ES : teneur en extrait sec du « Camembert » exprimé en (%)

I.7.3.5. Détermination de la teneur en chlorure de sodium (NaCl)

Principe

La détermination de la teneur en NaCl est réalisée selon la méthode de Mohr. C'est un dosage par précipitation en milieu neutre. Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent (0,1N) en présence de chromate de potassium (10%) (Yabrir, 2019).

Mode opératoire

- Peser 10g de fromage râpé dans un Erlen Meyer.
- Ajouter 15ml d'eau chauffée à 55-65 C°.
- Agiter à l'aide d'un agitateur magnétique.
- Ajouter 25ml d'eau pour disperser le fromage.
- Compléter à 100 ml avec de l'eau distillée.
- Transférer 50ml de la solution en filtrant dans un Erlen de 250ml.
- Ajouter 1ml de chromate de potassium à 10%.

- Titrer la solution avec nitrate d'argent AgNO_3 à 0.1M jusqu' à l'apparition d'une couleur rouge brique persistante pendant 30 secondes.

Expression des résultats

La teneur en sel est calculée de la manière suivante :

$$\text{Ts}\% = \frac{N \times \text{Eq. NaCl}}{m \times 10}$$

Où :

Ts : Teneur en sel exprimée en %

N : Normalité d' AgNO_3 (0.1N)

V (ml) : Volume en ml d' AgNO_3 utilisé pour le titrage

Eq.g (NaCl) : Equivalent grammes de NaCl égal à 58.5

m: Prise d'essai en g.

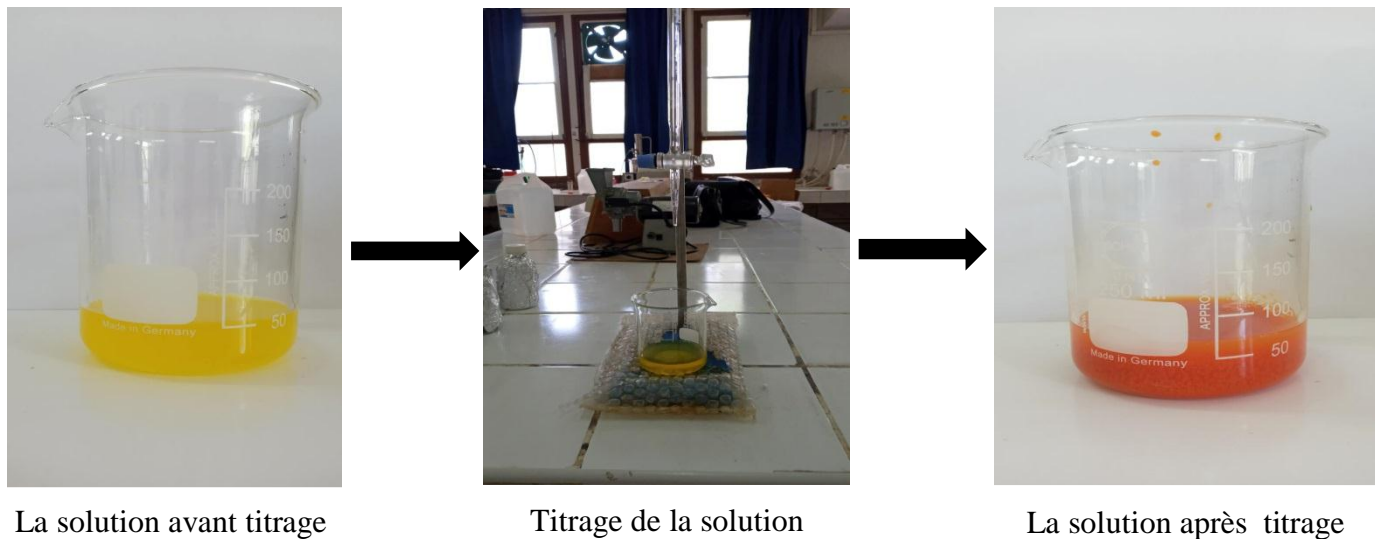


Figure 12. Dosage du NaCl du camembert

I.7.3.6. Détermination de la teneur en protéine du fromage par la méthode de Kjeldahl

Principe

L'azote protéique a été analysé par la méthode de Kjeldahl qui repose sur la minéralisation complète des molécules organiques à chaud en présence d'acide sulfurique concentré et la distillation de l'ammoniaque obtenu après alcalinisation. La teneur en protéines a été obtenue juste après par conversion du taux d'azote total en taux protéique (Hamidi et al., 2020).

Mode Opératoire

A : Minéralisation

- Introduire dans un ballon Kjeldhal ou matras :
 - . La prise d'essai (mélanger 10 g de sulfate de cuivre cristallisé et 100 g de Sulfate de potassium) ;
 - . 15 à 17 ml d'acide sulfurique concentré ;
- Agiter et placer les matras sur le dispositif de chauffage sous une hotte d'absorption des vapeurs ;
- Augmenter le chauffage jusqu'à douce ébullition du mélange acide ;
- Prolonger le chauffage 30 minutes après décoloration du mélange acide ;
- Laisser refroidir et boucher pour éviter tout contact avec les vapeurs ammoniacales présentes dans le laboratoire.

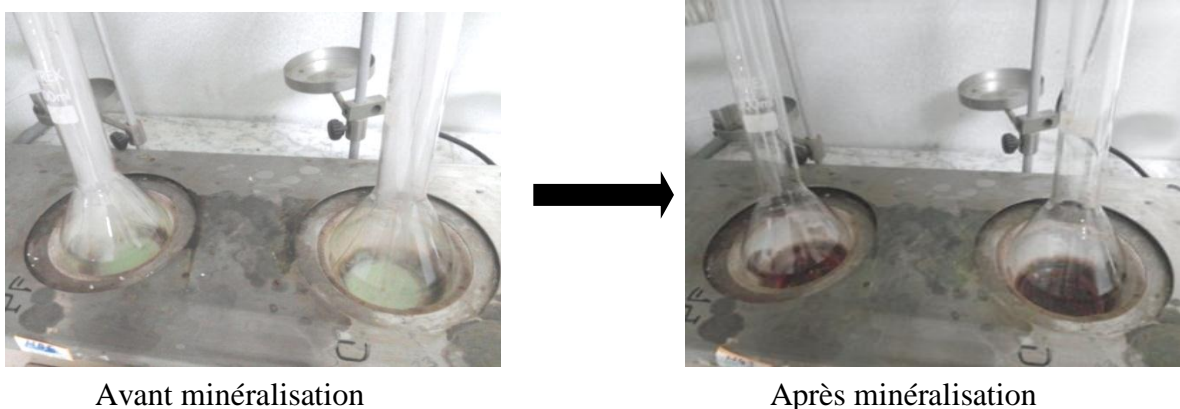


Figure 13. Minéralisation de l'azote protéique du camembert

B : distillation

- Addition de 30 à 50 ml d'eau distillée tout en rinçant les matras,
- Alcaliniser le contenu du matras avec 55 à 65 ml de soude concentrée (20 à 30 ml pour le fromage) et adapter aussitôt à l'appareil de distillation,
- L'allonge du réfrigérant est ajustée de façon à ce qu'elle plonge au fond d'un bêcher dans lequel sont introduits 10 ml de solution d'acide borique avec un indicateur coloré,
- L'entraînement de l'ammoniac commence presque aussitôt et se fait très rapidement et l'indicateur contenu dans le bêcher vire à sa teinte alcaline.



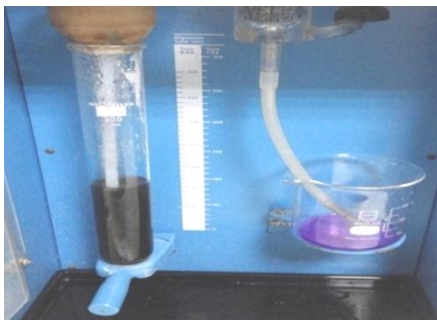
Avant distillation



Après distillation

Figure 14. Distillation**C : Titrage**

Titrer avec de l'acide sulfurique 0,1 N jusqu'au virage de l'indicateur à sa teinte acide.



Avant titrage



Après titrage

Figure 15. Dosage de l'azote total

Expression des résultats

Le teneur en protéine est obtenu par conversion du taux d'azote total en taux protéique.

I.7.3.7.Détermination de la composition en acide gras du camembert

I.7.3.7.1.Extraction de la matière grasse par la méthode de Folsh

Principe

Ces méthodes font appel à un mélange binaire composé d'un bon solvant des lipides (chloroforme, hexane, etc) et d'un solvant plus polaire qui permet de rompre les liaisons lipides-protéines (méthanol, isopropanol, etc). L'extraction est réalisée à froid. L'extrait lipidique est toujours purifié. Dans la méthode de Folch le mélange solvant est composé de chloroforme/méthanol (2:1, v/v). L'extrait est purifié par lavage de la phase organique avec une solution saline (NaCl, 0,73%) (Théodet *et al.*, 1991).

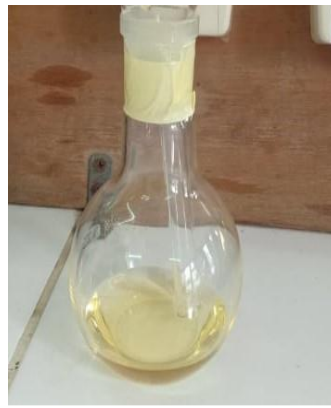
Mode opératoire

- Peser 25g du fromage (Camembert)
- Ajouter 75ml du mélange chloroforme/méthanol (2:1 v/v) dans un Erlenmeyer de 250 ml
- Mélanger pendant 45 mn avec agitateur magnétique
- Filtrer le mélange
- Extraire à nouveau la phase solide 1 ou 2 fois avec le même volume de l'extractant
- Combiner les phases liquides dans une ampoule à décanter
- Ajouter 35 ml de solution de NaCl saturée
- Agiter le mélange
- Après une séparation de phases, filtrer ensuite sécher la phase chloroforme avec du sulfate de Sodium anhydre

- Filtrer à nouveau
- Peser le ballon rodé
- Mettre la phase chloroformique dans le ballon
- Peser à nouveau le ballon + phase chloroformique
- Passer au Rotavapor (Température : 40°C)
- Peser à nouveau le ballon rodé avec la phase lipidique uniquement
- Déduire le poids de la phase lipidique (poids ballon + phase lipidique – poids ballon vide)



Séparation des deux phases



Récupération de la phase chloroformique



Récupération de la MG

Figure 16. Extraction de la matière grasse du Camembert

I.7.3.7.2. Préparation des esters méthyliques du camembert

Principe : le même principe que le lait.

I.7.3.7.3. Détermination de la teneur en acide gras par chromatographie en phase gazeuse (CPG) du camembert

Principe : le même principe que le lait.

Chapitre II

Résultats et Discussion

II.1. Résultats d'analyses physicochimiques du lait

L'analyse statistique des résultats du lait Ouacif et du lait Semeur est effectuée par le logiciel R et ils sont représentés dans le tableau XII.

Tableau XII : Analyse statistique des paramètres physicochimiques des laits.

Paramètres	Lait Semeur $\bar{X} \pm \text{ESM}$	Lait Ouacif $\bar{X} \pm \text{ESM}$	P-value
Protéine (g /l)	31,43 \pm 0,84	33,63 \pm 1,86	0,3668
LACTOSE (g /l)	40,66 \pm 1,04	44,76 \pm 1,67	0,1198
EST (g/l)	115,16 \pm 0,57	123,30 \pm 0,68	0,0009
ESD (g /l)	82,83 \pm 0,40	84,30 \pm 1,82	0,507
Densité	1028,93 \pm 0,52	1029,13 \pm 0,52	0,7994
Acidité (D°)	15,66 \pm 0,33	14,66 \pm 0,33	0,101
MG (g/l)	32,33 \pm 0,33	39 \pm 1,15	0,0217

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

La comparaison entre les laits présentée dans le tableau XII, nous indique une différence significative entre le lait Ouacif et le lait Semeur dans la matière grasse ($p=0.0217$) et de l'EST ($p=0.0009$).

II.1.1.Variation des Protéines

La variation de la teneur en protéine du lait Semeur et du lait Ouacif est exprimée dans la figure n°17.

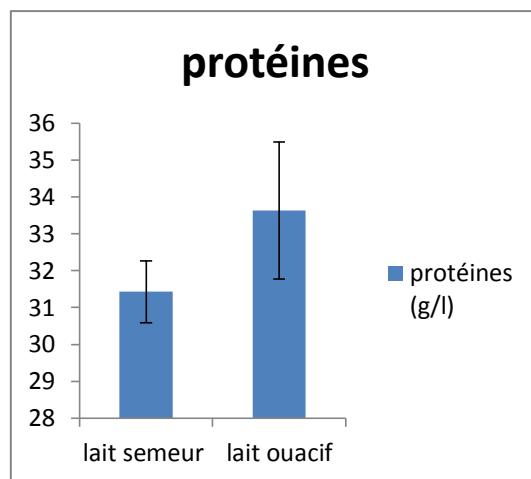


Figure 17. Variation de la teneur en protéines du lait Semeur et du lait Ouacif

A partir de l'histogramme, nous remarquons que le lait Ouacif présente une teneur en protéines plus élevée que le lait Semeur avec une moyenne $33,63 \pm 1,86$ g/l et $31,43 \pm 0,84$ g/l respectivement. Cette différence est non significative ($p=0,3668$).

Ces résultats correspondent parfaitement avec les résultats de **Soulat, (2021)** qui a déterminé que le taux protéique moyen (TP) dans un lait de vache est de 32g/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.

Cette variation non significative de teneur en protéines peut probablement s'expliquer par la variation de la race des vaches laitières du cheptel. En effet, Selon **Mekhaneg, (2020)** le taux protéique du lait de la race Montbéliarde $33,05 \pm 0,21$ est supérieur à celui des Holstein $32,9 \pm 1,24$, avec un écart de 0.6 g/l, d'un point de vue statistique cette différence est non significative.

Ainsi cette variation est probablement due au type de l'alimentation adoptée, selon **Kaouche-Adjlane et al. (2017)** le niveau d'apports énergétiques constitue le principal facteur de variation du taux protéique du lait, et l'apport de certains acides aminés essentiels peut aussi entraîner une augmentation du taux protéique. Les rations à base d'ensilage d'herbe conduisent à des taux de matières grasses et de protéines légèrement inférieurs à ceux obtenus avec des rations à base de foin (ou d'ensilage de maïs) (**Ragot, 2011**).

On peut expliquer éventuellement cette variation par l'effet de la saison, selon **Sassi et al. (2019)** le lait produit en automne est plus riche en protéine que les laits des autres saisons (33.14 g/l contre 32.69, 32.69 et 31.91 g/l pour le printemps, l'été et l'hiver respectivement). Ainsi, les résultats obtenus par **Kalandi et al. (2015)** la MP est de 42,5 g/l en saison froide est de 38,77 g/l en saison chaude, indiquent que la concentration du lait cru en MP diminuait significativement en saison chaude. La matière protéique du lait a été influencée significativement ($P < 0.05$) par la saison de contrôle (SC) (**Hachana et al. 2018**).

II.1.2. Variation du lactose

Les variations de la teneur en lactose trouvées dans nos analyses pour les deux laits sont représentées dans la figure n°18.

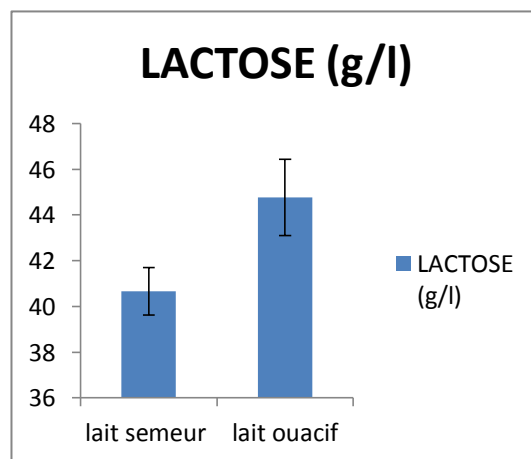


Figure 18. Variation de la teneur en lactose du lait Semeur et du lait Ouacif

Nous remarquons que le lait Ouacif présente une teneur en lactose plus élevée que le lait Semeur avec une moyenne de 44.76 ± 1.04 et $40,66 \pm 1.04$ respectivement. Cette différence est non significative ($p = 0.1198$).

Ces résultats correspondent parfaitement avec **Labioui et al. (2009)** qui déterminent l'intervalle normal du lactose dans un lait cru de 40 à 50 g/l. En revanche, ils ne correspondent pas à la valeur moyenne du lactose donné par FAO, 1995 qui est de 48 g/l.

Cette variation de la teneur en lactose dans les deux laits peut probablement s'expliquer par l'influence du stade de lactation. En effet, selon **Kuhn et al. (1980)** la teneur en lactose est aussi influencée par le stade de lactation ; la synthèse du lactose débute avant la mise bas en quelques jours.

Ainsi cette variation est probablement due au numéro de lactation. La teneur en lactose diminue avec l'âge et le nombre de lactations **Miglior et al. (2006)**. L'augmentation de l'âge au vêlage entraîne chez les primipares une diminution de lactose de 0,3% entre un vêlage à 20 mois ou 52 mois (**Welper et Freeman, 1992**).

Cette différence de teneur en lactose est peut-être due aux conditions climatiques car l'augmentation de la température peut avoir un effet défavorable sur la richesse du lait. Les vaches qui se trouvent dans un milieu chaud produisent un lait moins riche en matières grasses, en matières azotées et en lactose. Les animaux les moins productifs sont les plus résistants au stress thermique (**Meyer et Denis, 1999**).

Ces variations trouvées dans nos échantillons pourraient être dues au type de l'alimentation adoptée aux vaches laitières. Selon **Stahel et al. (2014)** montrent que la teneur en lactose diminue dans le lait avec des apports protéiques très bas notamment au niveau de l'histidine.

II.1.3. Variation de l'extrait sec total

Les résultats de variation de la teneur en Extrait sec total du lait Ouacif et du lait Semeur sont représentés dans la figure n° 19.

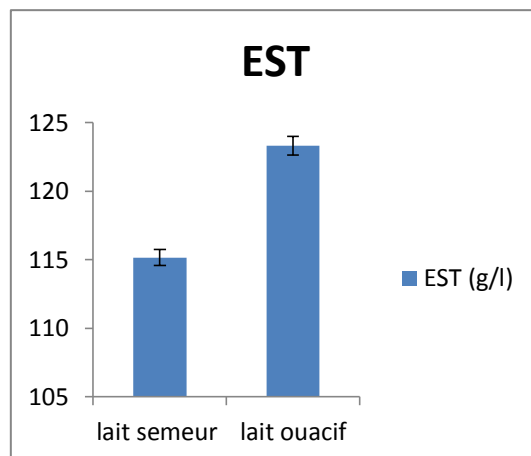


Figure 19. Variation de l'extrait sec total du lait Semeur et du lait Ouacif

Nous constatons que la teneur en extrait sec total du lait Ouacif est supérieure à celle du lait Semeur avec une moyenne de $123.30\text{g/l} \pm 1.82$ et $115.16\text{ g/l} \pm 0.57$ respectivement. Cette différence est très hautement significative ($P=0,0009$).

D'après nos résultats les valeurs enregistrées sont conformes aux normes indiquées par **FIL-AFNOR., (1986)** qui recommandent une teneur en EST comprise entre 102 et 125 g/l, et inférieures à celles indiquées par **FAO, (1995)** qui sont de 128 g/l.

On constate que l'ESD du lait Ouacif est supérieur à celui du Semeur, cela peut s'expliquer par sa composition, qui est plus riche en matière grasse, en protéines, en lactose et en extrait sec dégraissé. Selon **Coulon et al. (1991)** l'augmentation de l'EST est en relation direct avec le TP et le TB qui sont eux-mêmes fonction de l'alimentation.

Ces valeurs basses sont probablement dues à la saison, selon **Berrabeh, (2014)** la saison influe d'une façon significative sur la variation de l'extrait sec total, les taux d'extrait sec total sont supérieurs pendant la période printanière avec une valeur moyenne de 11,96%, par contre, ils sont inférieurs pendant la période estivale avec un taux moyen de 11,54% d'extrait sec total. Ces variations peuvent être expliquées par l'effet de la photoperiode, la durée de jour longue pouvant agir négativement sur la richesse du lait en matières utiles.

Selon le même auteur, l'extrait sec total du lait varie d'une région à l'autre, le taux maximal de l'extrait sec total du lait analysé est marqué dans la région de M'sila avec un taux moyen de 11,91%, par contre sa valeur minimale est marquée dans la région de Boussaâda avec une moyenne de 11,72%. Ces variations peuvent être expliquées par le type de rationnement et cultures fourragères mise en place dans chaque région.

On peut éventuellement expliquer cette variation par l'alimentation. En effet, selon les résultats obtenus par **Meribai, (2015)** la variation de l'extrait sec total en fonction de l'alimentation, indiquent que ce dernier est très influençable par l'alimentation ($p < 0,01$).

Le numéro de lactation n'a pas d'effet significatif sur la matière sèche au cours des trois stades de lactation, dans ce sens l'augmentation ou la diminution de l'extrait sec total est en relation directe avec la variation du taux protéique et du taux butyreux. (**Remane Benmalem et al. 2016**).

II.1.4.Variation de l'extrait sec dégraissé

La variation de la teneur en extrait sec dégraissé du lait Semeur et du lait Ouacif est exprimée dans la figure n°20.

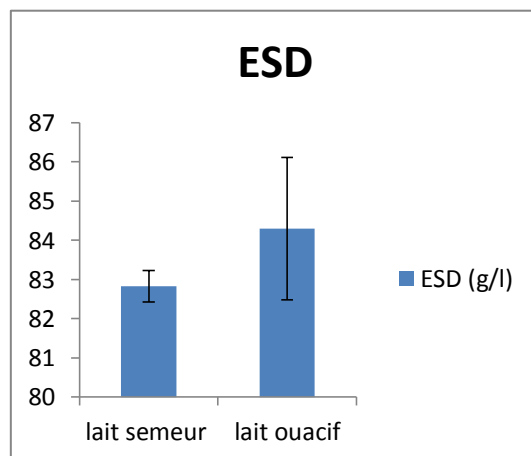


Figure 20. Variation de l'extrait sec dégraissé du lait Semeur et du lait Ouacif

Nous constatons que la teneur en matière sèche non grasse du lait Ouacif est supérieure à celle du lait Semeur avec une moyenne de 84.83g/l±0.40 et 82.30g/l±1.82 respectivement. La différence elle est non significative (P=0.507).

Les valeurs obtenues dans notre étude sont proches à celles enregistrées par **Lariane et Ouamara, (2019)** qui sont de 82-86 g/l, mais, elles sont inférieures aux normes de **FAO, (1995)** qui sont de 91g/l, et à celle indiquée par **Debouz et al. (2014)** qui est de 94,47 g/l.

En outre, nos résultats peuvent être justifiés par les résultats d'étude de **Tir et al. (2015)** qui sont de 87.49, g/l qui a démontré que cette faible teneur en ESD signifie que le lait étudié est dilué.

Les variations des taux de l'ESD dépendront des variations du lactose et de protéines du lait, selon **Ramet, (1985)** l'extrait sec dégraissé correspond à l'ensemble des composants de la matière sèche à l'exception des matières grasses. L'extrait sec dégraissé est composé essentiellement de la protéine brute, le lactose et les teneurs en minéraux du lait **Da Cruz et al. (2014)**. Ce qui expliquerait le taux élevé de l'ESD dans le lait Ouacif par rapport au lait Semeur.

II.1.5.Variation de densité du lait

La variation de la densité des laits analysés est consignée dans la figure n° 21.

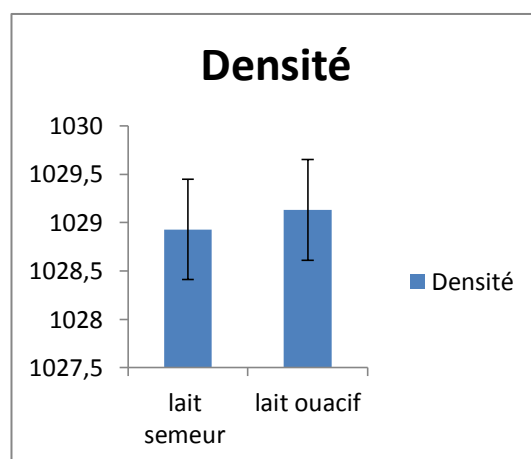


Figure 21. Variation de la densité du lait Semeur et du lait Ouacif

Nous constatons que la densité du lait Ouacif est supérieure à celle du lait de Semeur avec une moyenne de 1029.13 ± 0.25 et de 1028.93 ± 0.52 respectivement. La différence est non significative ($P=0.7994$).

Ces résultats correspondent à la valeur moyenne de la densité du lait étudié par **Tir et al. (2015)** qui est de 1029 et aux valeurs extrêmes données par le **FAO, (1995)** qui sont de 1028 à 1033. En revanche ne sont pas conformes aux valeurs publiées dans le **J.O.R.A, (1993)** qui sont de 1030 à 1034.

La variation de la densité entre les deux laits, peut être due aux plusieurs facteurs. Selon **Kalandi et al. (2015)** la faible densité du lait individuel pourrait être due à des facteurs tels que la teneur en MS, MG, l'augmentation de la température et l'alimentation.

La variation de la densité du lait peut s'expliquer par la variation de la teneur de la matière sèche et de la matière grasse du lait. Selon **Latry, (1997)** deux facteurs de variation opposés déterminent la densité : la concentration des éléments dissous et en suspension (solide non gras) et la proportion de matière grasse. La densité varie proportionnellement à la concentration des éléments dissous et en suspension mais varie de façon inverse à la teneur en grasse, C'est ainsi qu'un écrémage peut provoquer l'augmentation de la densité d'un lait malgré qu'il est mouillé. Généralement l'addition d'eau au lait, qui est une pratique frauduleuse illicite, est fréquemment rencontrée dans les périodes de basse lactation où les contrôles du lait cru à la réception sont malheureusement moins sévères **Hachana et al. (2018)**. En outre, selon **Sboui et al. (2016)** a rapporté que la densité dépend de la teneur en

matière sèche qui est fortement liée à la fréquence de l'abreuvement. Plus la teneur en solide non gras est élevée plus la densité du produit laitier sera élevée (**vignola, 2002**).

Ainsi cette variation est probablement due à l'alimentation des vaches laitières, selon **Gaddour et al. (2013)** la variation de la densité peut s'expliquer par l'influence de la température et de la teneur en matière solide non grasse, donc, de la nature de la nourriture que prennent les animaux.

II.1.6.Variation de l'acidité du lait

La variation de l'acidité du lait Semeur et du lait Ouacif est exprimée dans la figure n°22.

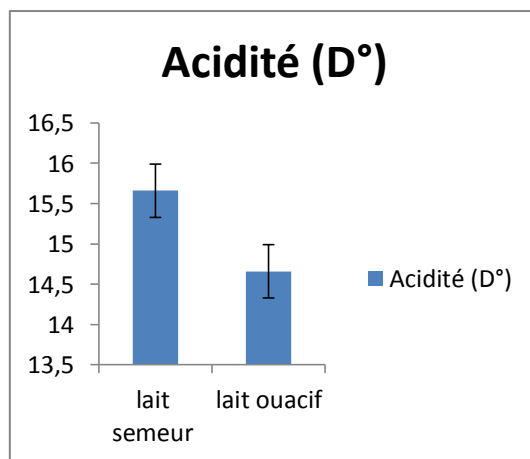


Figure 22. Variation de l'acidité é du lait Semeur et du lait Ouacif

Nous constatons que l'acidité du lait Semeur est supérieure à celle du lait Ouacif avec une moyenne de $15.66^{\circ}\text{D} \pm 0.33$ et de $14.66^{\circ}\text{D} \pm 0.33$ respectivement. La différence est non significative ($P=0.101$).

Ces résultats correspondent parfaitement avec **Zeihner et al. (2020)** qui déterminent l'intervalle normal de l'acidité de $14-16^{\circ}\text{D}$. Et sont conformes à celles de l'étude **FAO, (1995)** qui varient de $15-17^{\circ}\text{D}$, mais, ces valeurs sont inférieures aux normes **J.O.R.A, (1993)** qui sont de 18°D .

Selon **Zeihner et al. (2020)** l'acidité permet d'évaluer le degré de fraîcheur du lait. 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).

Cela est probablement dû à la composition du lait, selon **vignola, (2002)** dès sa sortie du pis de la vache, le lait démontre une certaine acidité. Cette acidité est due principalement à la présence de protéines, surtout les caséines et la lactalbumine, de substances minérales telles que les phosphates et d'acides organiques, le plus souvent l'acide citrique. On l'appelle l'acidité apparente ou acidité naturelle du lait.

Ces résultats sont probablement dus à la bonne qualité microbiologique des deux laits, ainsi qu'au respect des bonnes conditions de manutention et de transport de ces laits, selon **Maiworé et al. (2018)** l'acidité élevée serait due à une concentration microbienne importante apportée lors de la traite. A cela peut également s'ajouter le manque de système de réfrigération car, lorsque le lait n'est pas refroidi immédiatement et que la température ambiante est élevée, il peut s'acidifier. 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 (Mathieu, 1998).

II.1.7. Variation de la matière grasse et des profils en acides gras

La variation de la teneur en matière grasse du lait Semeur et du lait Ouacif est exprimée dans la figure n°23.

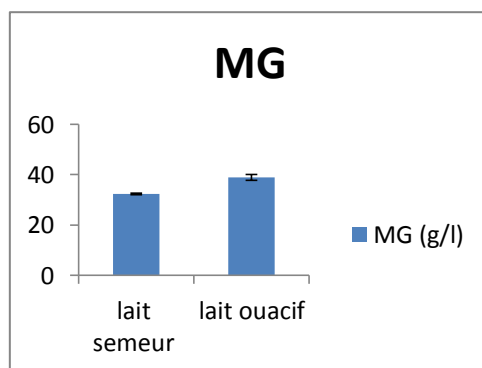


Figure 23. Variation de la teneur en matière grasse du lait Semeur et du lait Ouacif

Nous constatons que la teneur en matière grasse du lait Ouacif est supérieure à celle du lait Semeur avec une moyenne de 39g/l \pm 1.15 et 32.33.16g/l \pm 0.33 respectivement. Cette différence est significative (P=0,0217).

Les moyennes de la matière grasse des deux laits sont conformes aux valeurs enregistrées par **Sébedio, (2008)** qui estime que le lait de vache contient entre 30 g/l et 50 g/l de la matière grasse laitière et aux normes indiquées par le **J.O.R.A, (1993)** qui définit le seuil minimum de MG pour le lait de 34g/l, et de 28 g/l pour le lait entier pasteurisé.

Ces variations peuvent être expliquées par le type d'élevage adopté, dans lequel y a adaptation soit d'un système d'élevage traditionnel soit en confinement. Selon **Chilliard, (2007)** les rations à base d'herbe, pâturée ou conservée dans de bonnes conditions, modifient le profil des AG du lait dans un sens potentiellement favorable, comparées aux rations riches en concentrés et / ou en ensilage de maïs.

Ainsi cette variation est probablement due à l'alimentation des vaches laitières, on note que les vaches laitières de Ouacif sont alimentées aux pâturages tout au long de l'année quant aux vaches laitières produisant le lait destiné à la fromagerie « Le Semeur », qui se repose sur le pâturage et aussi sur les aliments de vaches laitières (Soja, maïs...). Selon **Chilliard, (2007)** l'alimentation est un moyen naturel et économique permettant aux éleveurs de moduler fortement et rapidement la composition des AG du lait, notamment via l'apport des suppléments lipidiques dans la ration. Toutefois, la part des suppléments lipidiques dans l'alimentation des vaches laitières reste modeste dans les élevages laitiers et ce sont les variations de la nature et des proportions respectives des fourrages (et notamment de l'herbe pâturée) et des aliments concentrés riches en glucides et en protéines qui jouent un rôle déterminant pour les variations de la composition en AG des laits de grand mélange.

Cette différence de teneur en matière grasse est peut-être due aux caractéristiques du cheptel des éleveurs, il est à noter que l'élevage familial de Ouacif est formé par les races suivantes : Holstein canadienne, Race croisée, Brune des Alpes, Fleckvieh autrichienne et lait collecté par la laiterie le semeur est formé majoritairement par la race locale et la race croisée. 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**).

Cette variation peut dépendre aussi de la traite, qui se fait soit manuellement soit à l'aide des machines et cela en fonction du nombre des vaches. Selon **Marnet et Billon, (2010)** les conditions de traite peuvent affecter le réflexe d'éjection du lait des animaux et entraîner une rétention de la matière grasse (gros diamètre des globules gras) et la seule évacuation d'un lait pauvre en matière grasse (faible diamètre des globules gras). Les

modifications du rythme de traite auront des effets importants sur les taux et sur la sensibilité du lait à la lipolyse. Aussi les matériels utilisés pour l'assurer. Selon les mêmes auteurs, les conduites de traite, la collecte du lait par la machine et son stockage à la ferme représentent d'autres sources de variation de cette qualité de la matière grasse, qu'il ne faut pas négliger. En outre, Si la stimulation à la traite affecte surtout la quantité de matière grasse récupérée et un peu le diamètre des globules gras, les conduites et la machine à traire ont plutôt un rôle sur la qualité physique de la matière grasse à travers la fragilisation des globules gras et leur sensibilité accrue à la lipolyse.

Selon les mêmes auteurs, l'intervalle de la traite entraîne un accroissement de la production laitière (10 à 25 %) et abaisse en général le taux butyreux (0,3 à 1 %).

On peut éventuellement expliquer cette variation par l'effet de la saison, selon **Kalndi, (2015)** la concentration du lait cru en MG diminuait significativement en saison chaude, sa concentration passe de 50,52 g/l en saison froide à 39,99 g/l en saison chaude.

II.1.8. Variation de profils en acides gras

II.1.8.1. Composition en acides gras du lait

Le lait de vache contient en moyenne 40 g de matières grasses par kg, plus de 95% étant sous forme de triglycérides. Les AG constitutifs de ces triglycérides se caractérisent par une très grande diversité de longueur de chaîne carbonée, de niveaux d'insaturation, de configuration géométrique des doubles liaisons, et par la présence d'AG ramifiés (**Enjalbert, 2016**). Le tableau XIII, illustre les variations de la composition en acides gras du lait Ouacif et du lait Semeur.

Tableau XIII : Analyse statistique de la composition en acides gras de la matière grasse du lait.

AG	$\bar{X} \pm \text{ESM}$ lait Ouacif (%)	$\bar{X} \pm \text{ESM}$ lait Semeur (%)	p-value
C4:0	1,85 ± 0,43	1,35 ± 0,13	0,36
C6:0	1,77 ± 0,32	1,23 ± 0,07	0,23
C8:0	1,00 ± 0,23	0,76 ± 0,07	0,7
C10:0	1,84 ± 0,42	1,71 ± 0,14	0,79
C12:0	2,07 ± 0,35	2,24 ± 0,16	0,69
C14:0	9,16 ± 0,36	9,11 ± 0,35	0,93
C15:0	1,29 ± 0,05	1,20 ± 0,09	0,48
C16:0	27,74 ± 0,54	26,63 ± 2,20	0,66
AGSCMC	45,66 ± 2,06	44,46 ± 2,97	0,34
C17	0,91 ± 0,03	0,88 ± 0,09	0,78
C18	12,50 ± 0,86	11,08 ± 0,44	0,23
C20	1,30 ± 0,10	1,25 ± 0,06	0,7
AGSLC	13,80 ± 0,86	12,33 ± 0,41	0,22
AGS	58,46 ± 4,21	56,79 ± 2,86	0,76
C14:1	0,89 ± 0,19	0,78 ± 0,06	0,65
C16:1	1,23 ± 0,07	0,98 ± 0,40	1
C17:1	0,39 ± 0,02	0,42 ± 0,06	0,75
C18:1	27,23 ± 0,81	28,20 ± 1,21	0,54
C20:1	0,37 ± 0,02	0,38 ± 0,08	0,89
AGMI	30,12 ± 0,77	30,77 ± 1,36	0,7
C18:2	2,37 ± 0,17	2,54 ± 0,15	0,7
C18:3	0,61 ± 0,05	0,33 ± 0,02	0,02
AGPI	2,98 ± 0,22	2,87 ± 0,17	0,71
AGI	33,11 ± 1,00	33,64 ± 1,47	0,78

II.1.8.2. Variation des acides gras saturés

La variation des acides gras saturés du lait Semeur et du lait Ouacif est exprimée dans la figure n°24.

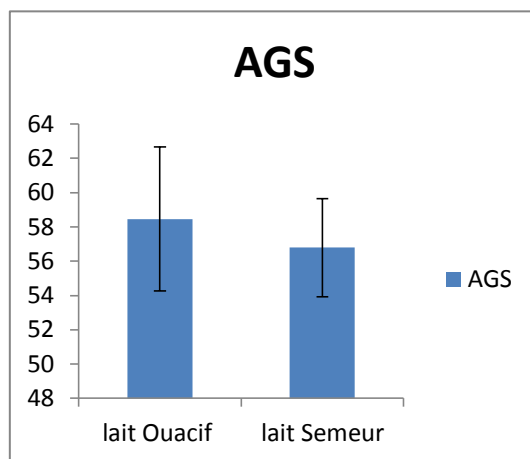


Figure 24. Variation des acides gras saturés du lait Ouacif et du lait Semeur

Nous remarquons que la teneur en acides gras saturés est élevée dans le lait Ouacif $58,46 \pm 4,21$ par rapport au lait Semeur $56,79 \pm 2,86$. Cependant, les résultats de l'analyse statistique montre que cette différence est non significative ($P=0,76$).

Ces résultats sont inférieurs à la valeur indiquée par **Jeantet, (2008)** qui est de 60%.

La matière grasse laitière n'a pas toujours eu une très bonne réputation chez l'adulte, en raison de sa richesse en acides gras saturés. Pourtant, les connaissances scientifiques récentes indiquent que les acides gras saturés ne sont pas « mauvais » et ont eux aussi des fonctions très importantes. Depuis l'acide butyrique (C4:0) pour son rôle protecteur dans le cancer du côlon jusqu'aux acides gras plus longs comme l'acide myristique (C14:0) pour l'acylation spécifique des protéines, ces acides gras saturés sont actifs et très utiles à la vie cellulaire. Les acides gras saturés assurent une part importante de l'apport énergétique, et sont aussi constituants des triglycérides de réserve, des glycérophospholipides et des sphingolipides (structure des membranes, myéline...) (**Leymarios, 2010**).

On observe que ces acides gras saturés sont constitués de tout le panel de longueurs de chaînes. On trouve des acides gras à courtes, à moyennes et à longues chaînes.

La variation des différents acides gras saturés (AGSCMC et AGSLC) du lait Semeur et du lait Ouacif est exprimée dans la figure n°25.

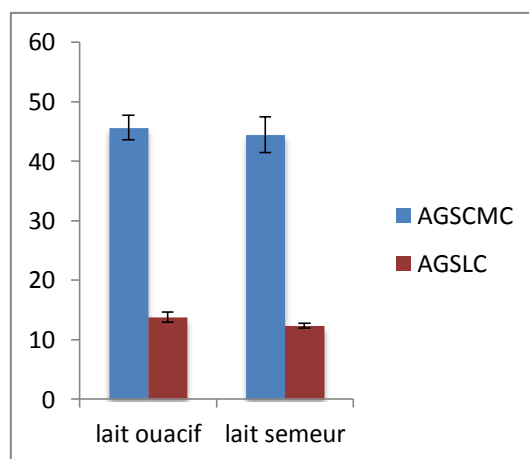


Figure 25. Variation des différents acides gras saturés du lait Ouacif et du lait Semeur

On trouve des différences non significatives entre les différents acides gras saturés du lait Ouacif et du lait Semeur, pour les AGSCMC (acides gras saturés courtes moyennes chaînes) ($P= 0,34$) et ($p= 0,22$) pour les AGSLC (acides gras saturés à longues chaînes).

La teneur du lait Semeur en AGSCMC est inférieure à celle du lait Ouacif avec une moyenne $45,66 \pm 2,06$ et $44,46 \pm 2,97$ respectivement. Nous remarquons que les teneurs en acides gras qui constituent ce groupe (C4:0, C6:0, C8:0, C10:0, C12:0, C14:0, C15:0, C16:0, C17:0) ne présentent pas des différences significatives entre les deux laits. On remarque que les acides gras à courtes chaînes ont des teneurs basses dont les plus abondants sont l'acide Butyrique (C4:0) avec une moyenne de $1,85 \pm 0,43$ et $1,35 \pm 0,13$, l'acide caprique (C10:0) avec une moyenne de $1,84 \pm 0,42$ et $1,71 \pm 0,14$ respectivement pour le lait Ouacif et lait Semeur.

Pour les acides gras saturés à moyennes chaînes, leurs teneurs sont élevées, et les plus abondants sont l'acide palmitique (C16:0) avec une moyenne de $27,74 \pm 0,54$ et $26,63 \pm 2,20$ et l'acide myristique (C14:0) avec une moyenne de $9,16 \pm 0,36$ et $9,11 \pm 0,35$ respectivement pour le lait Ouacif et le lait Semeur.

La teneur du lait Ouacif en AGSLC ($13,80 \pm 0,86$) est supérieure à celle du lait Semeur ($12,33 \pm 0,41$). On remarque que le C18:0 et le C20:0 qui constituent ce groupe ne présentent pas des différences significatives entre les deux laits. On note que l'acide stéarique (C18:0) est le plus abondant dans ce groupe avec une moyenne de $12,50 \pm 0,86$ et $11,08 \pm 0,44$ respectivement pour le lait Ouacif et le lait Semeur.

II.1.8.3. Variation des acides gras insaturés

La variation des acides gras insaturés du lait Semeur et du lait Ouacif est exprimée dans la figure n°26.

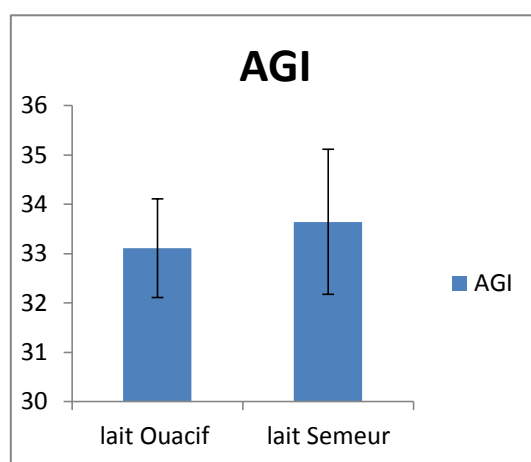


Figure 26. Variation des acides gras insaturés du lait Ouacif et du lait Semeur

Nous remarquons que la teneur en acides gras insaturés du lait Ouacif $33,11 \pm 1,00$ est inférieure à celles lait Semeur $33,64 \pm 1,47$. Cependant, les résultats de l'analyse statistique montre que cette différence est non significative ($P=0,78$).

Nos résultats sont supérieurs à ceux indiqués par **Ellies-Oury, (2014)** qui détermine une valeur de 30 % des acides gras insaturés dans la matière grasse laitière.

Les acides gras insaturés sont très variés, ils sont supposés à être bénéfique pour la santé humaine. L'effet positif des acides gras mono insaturés et des poly-insaturés sur la santé est de diminuer les risques de maladies cardiovasculaires et du cholestérol, le renforcement du système immunitaire et le bon fonctionnement des fonctions physiologiques (fertilité, vision, etc) (**Soulat, 2021**).

La variation des différents acides gras insaturés (AGMI et AGPI) du lait Semeur et du lait Ouacif est exprimée dans la figure n°27.

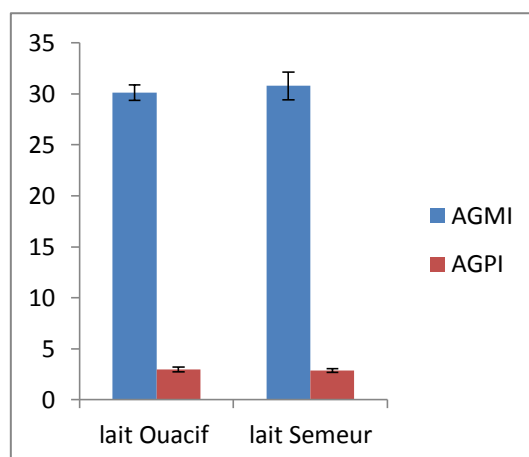


Figure 27. Variation des différents acides gras insaturés du lait Ouacif et du lait Semeur

On trouve des différences non significatives entre les différents acides gras insaturés du lait Ouacif et du lait Semeur, pour les AGMI (acides gras mono-insaturés) ($P=0,7$) et ($p=0,71$) pour les AGPI (acides gras poly-insaturés).

La teneur du lait Semeur en AGMI est légèrement supérieure à celle du lait Ouacif avec une moyenne $30,77 \pm 1,36$ et $30,12 \pm 0,7$ respectivement. Nous remarquons que les teneurs en acides gras qui constituent ce groupe (C14:1, C16:1, C17:1, C18:1, C20:1) ne présentent pas des différences significatives entre les deux laits. On trouve une quantité importante d'acide oléique (C18:1 n-9) avec une moyenne de $27,23 \pm 0,81$ et $28,20 \pm 1,21$ respectivement pour le lait Ouacif et lait Semeur. Selon **Legrand, (2008)** l'acide oléique constitue un point positif indiscutable pour le lait. En effet, cet acide gras est un constituant de nombreux types de lipides et en particulier des triglycérides de dépôt (Tissu adipeux) qu'il maintient à l'état fluide à la température du corps, grâce à son instauration, et aussi est le précurseur de dérivés à des longues chaînes, constituants des structures cérébrales et précisément de la myéline.

Selon **Fretin, (2016)** les AGPI de la série oméga 3 (Principalement l'acide linoléique (C18 :3 n-3) et oméga 6 (Principalement l'acide linoléique C18 :2 n-6) sont dits essentiels puisque l'homme ne peut pas les synthétiser.

La teneur en AGPI du lait Ouacif ($2,98 \pm 0,22$) est supérieure à celle du lait Semeur ($2,87 \pm 0,17$). Pour les constituants de ce groupe on constate une différence significative ($P=0,02$)

dans le C18:3, en revanche, le C18:2 ne présente pas une différence significative ($P=0.7$) entre les deux laits. On note que l'acide linoléique (C18:2 n-6) est le plus abondant dans ce groupe avec une moyenne de $2,37 \pm 0,17$ et $2,54 \pm 0,15$ respectivement pour le lait Ouacif et lait Semeur. Selon **Béranger et Bonnemaire, (2008)** les régimes riche en herbe verte conduisent aussi à une modification de la composition des matières grasses du lait : les proportions en acides gras poly-insaturés (C18 :2 et C18 :3) augmentent significativement.

II.2. Résultats d'analyses physicochimiques du camembert

Les résultats des analyses physicochimiques des camemberts « LE SEMEUR » et « Saint Amour » sont présentés dans le tableau XIV. Ils représentent les teneurs en différents paramètres recherchés dans les échantillons analysés.

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

Paramètres	$\bar{X} \pm \text{ESM}$ camembert Le Semeur	$\bar{X} \pm \text{ESM}$ camembert Saint amour	P- value
EST %	$47,74 \pm 1,29$	$50,29 \pm 0,62$	0,178
PH	$5,06 \pm 0,084$	$5,52 \pm 0,082$	0,017
protéine %	$23,11 \pm 1,03$	$21,09 \pm 1,36$	0,307
chlorure %	$0,92 \pm 0,088$	$0,83 \pm 0,068$	0,455
G/S %	$45,35 \pm 1,02$	$57,67 \pm 4,55$	0,107
MG %	$21,66 \pm 0,88$	$29 \pm 2,29$	0,07

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

La comparaison entre les camemberts « Le Semeur » et « Saint Amour » est présentée dans le tableau n°08 nous indique qu'il y a une différence significative ($p=0,017$) dans le pH.

II.2.1. Variation de l'extrait sec total

La figure n° 28 résume la teneur moyenne en EST des deux camemberts

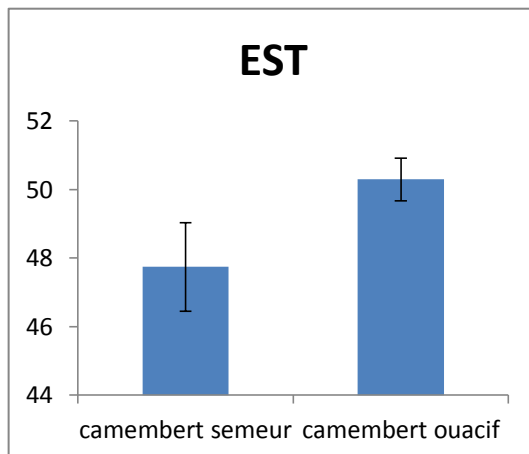


Figure 28. Variation de l'extrait sec total dans le camembert « Le Semeur » et dans le camembert « Saint Amour ».

Nous constatons que la teneur en extrait sec total du Camembert Saint Amour est supérieure à celle du Camembert Le Semeur avec une moyenne de $50,29\% \pm 0,62$ et $47,74\% \pm 1,29$ respectivement. La différence est non significative ($P=0.178$).

Nos résultats sont supérieurs à la norme de **CODEX STAN 208, (1999)** qui a défini la valeur de l'extrait sec des pâtes molles de 40%. Cependant, la valeur de l'EST du Camembert Saint Amour correspond à celle trouvée par **Bachouche et Guessas, 2018** qui est de 50 %.

Cette variation de la teneur en extrait sec dans nos échantillons du Camembert peut s'expliquer par les pertes des constituants du lait dans le lactosérum. A partir des résultats d'analyses physicochimiques effectués sur le lactosérum récupéré dans la partie égouttage lors de la fabrication du fromage type Camembert par **Amiar et Baiche, (2015)** ont démontré que la densité du lactosérum des différentes productions est élevé (>1.023) et se rapproche de celle du lait (1.029); ceci signifie une perte des constituants du lait. Le lactosérum est caractérisé par sa richesse en matière sèche représentant 67.02% des éléments nutritifs originaires du lait **Lachebi et al. (2018)**.

Ces résultats sont probablement dus à l'exsudation du lactosérum. Selon **Fredot, (2009)** l'élimination du lactosérum entraîne une forte augmentation de la teneur en matière sèche du fromage.

On peut éventuellement expliquer ces variations dans nos échantillons par le processus technologique d'élaboration du Camembert. Selon **Sebbane et al., (2021)** La matière sèche a augmenté pendant la maturation avec des différences entre les étapes et les types de fromages. Les valeurs vont de 39,40 % (AC) et 40,89 % (IC) au premier jour, à 50,09 % (AC) et 49,51% (IC) au 12 ème jour d'affinage. En outre, la teneur en EST augmente au cours de l'affinage, ces résultats s'expliquent par le fait que les constituants de la matière sèche essentiellement la MG et les protéines se concentrent au cours de l'affinage (**Halzoun, 2015**).

Ainsi, ces variations peuvent être dues à l'humidité relative. Selon **Riahi, (2006)** l'humidité relative agit indirectement sur la teneur en matière sèche au cœur du fromage.

Le régime alimentaire des vaches laitières adopté par les éleveurs peut être l'un des facteurs de variation de la matière sèche, 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.2.2.Variation de pH

Les variations du pH des camemberts analysés sont consignées dans la figure n° 29.

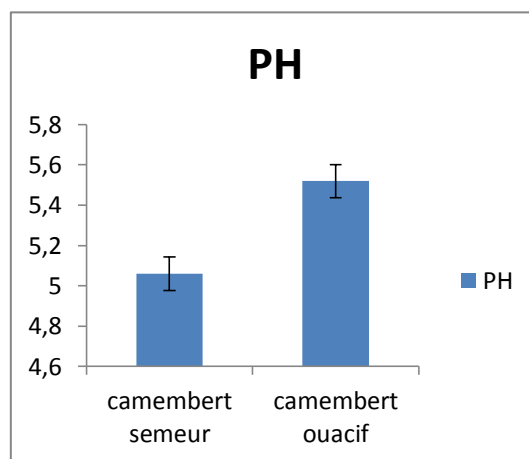


Figure 29. Variation du pH dans le camembert « Le Semeur » et dans le camembert « Saint Amour »

Nous constatons que la valeur de pH du Camembert Saint Amour est supérieure à celle du Camembert Le Semeur avec une moyenne de $5,06 \pm 0,084$ et $5,52 \pm 0,082$ respectivement. La différence est significative ($P=0.017$).

La valeur de pH du camembert Le Semeur est dans l'intervalle trouvé par **Aloun et Hamadache, (2019)** qui est de 4.78 à 5.12 et elle est conforme à valeurs indiquées par la fromagerie. Tandis que la valeur de pH du camembert Saint Amour est supérieure à ces mêmes valeurs.

Selon **Vassal et al. (1986)** le pH est le paramètre qui influe le plus sur la texture, même à l'intérieur du fromage. Il s'avère important de noter que le pH est lié à la qualité du fromage : un pH de 5.0 correspond à un fromage de bonne qualité alors qu'un pH supérieur à 5.2 correspond à un fromage qui se détériore plus rapidement qu'un fromage avec pH plus bas (**Alais, 1984**).

Cette variation du pH peut probablement s'expliquer par le type de lait et temps d'affinage. Selon **Abdelli et chouggar, (2018)** le test statistique a révélé que les deux facteurs (type de lait et temps d'affinage) influençant sur l'évolution de pH avec une p-value= 0.0037.

On peut éventuellement expliquer ces variations par l'action des moisissures. Les évolutions de pH ont surtout lieu en surface suite à l'action des microorganismes désacidifiants qui s'y développent **Raynaud et al. (2018)**. En effet, selon **Law, (2012)** au cours de l'affinage, la flore de surface, et notamment *Geotrichum* puis *Penicillium*, métabolise l'acide lactique entraînant un gradient de pH entre la croûte et le cœur du fromage. . Ce gradient est amplifié par la formation d'ammoniac comme produit azoté final de la dégradation des protéines sous l'action de désaminases (**Ribadeau-Dumas, 1984**).

Ces résultats sont probablement dus au type du sel utilisé par les deux fromageries, en effet, selon **Bae et al. (2020)** le type du sel ainsi que sa concentration a des influences majeures sur la protéolyse et les changements de pH, ainsi que sur la croissance des moisissures en surface.

II.2.3.Variation des protéines

La variation de la teneur en protéines du camembert Saint-Amour et du camembert Le Semeur est exprimée dans la figure n°30.

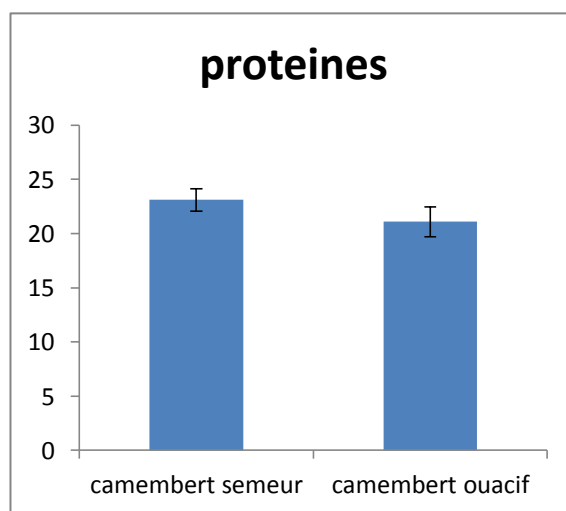


Figure 30. Variation des protéines dans le camembert « Le Semeur » et dans le camembert « Saint Amour »

Nous constatons que la teneur en protéines du Camembert Le Semeur est supérieure à celle du Camembert Saint Amour avec une moyenne de $23,11 \pm 1,03$ et $21,09 \pm 1,36$ respectivement. La différence est non significative ($P=0.307$).

Ces valeurs de protéines des deux Camemberts sont proches à la valeur indiquée par **FAO, (1995)** qui est de 22 g. En revanche, sont supérieures à celle indiquée par **Kowalski et Le Toux, (2013)** qui est de 20g.

La différence de variation de teneur en protéines dans nos échantillons de camembert est non significative, néanmoins, cette dernière pourrait être due à la composition du lait de départ, nous remarquons que la teneur en protéines du lait Ouacif est supérieure à celle du lait Semeur, mais, dans les résultats du fromage on trouve que, la teneur en protéines du camembert issu du lait Semeur est supérieure à celle issu du lait Ouacif. On note que le lait Semeur est pasteurisé, et la pasteurisation dénature les protéines solubles du lait. Selon **Jeantet, (2012)** l'ensemble des protéines solubles laitières présentent des températures de dénaturation comprises entre 65 et 75 °C, ceci peut s'expliquer par l'ajustement en protéines par l'industrie. Selon **Collin, (2015)** le taux protéique a un effet majeur sur le comportement des laits à la coagulation, notamment en ce qui concerne la vitesse d'organisation et la fermeté du gel. Ceci justifie pleinement sa standardisation en fromagerie industrielle.

La variation de la teneur en protéines dans nos Camemberts est peut être due à l'influence de la dose de la présure ajoutés lors de l' emprésurage sur la protéolyse. Selon **Ribadeau, (1984)** la protéolyse du fromage était nettement influencée par la dose de présure utilisée. Dès 48 h, la teneur en azote soluble était plus élevée dans les fromages fabriqués avec 60 ml de présure (NS/NT = 13,5 %) que dans ceux fabriqués avec 7,5 ml (NS/NT = 7,2 %).

On peut éventuellement expliquer la variation de la teneur en protéines entre les deux camemberts par l'action de la présure. Selon **Cundy, et al. (2017)** La présure dénature les protéines du lait, en les séparant du petit lait (liquide) pour former des grumeaux (lait caillé) qui subissent un nouveau traitement afin de fabriquer le produit fini.

On peut aussi expliquer cette différence par les pertes des protéines lors de décallage. Selon **Benaissa, (2018)** les protéines du lactosérum constituent 20 % de la totalité des protéines contenues dans le lait.

II.2.4.Variation de chlorure

La figure n° 31 présente la teneur en chlorure du camembert Saint-Amour et du camembert Le Semeur.

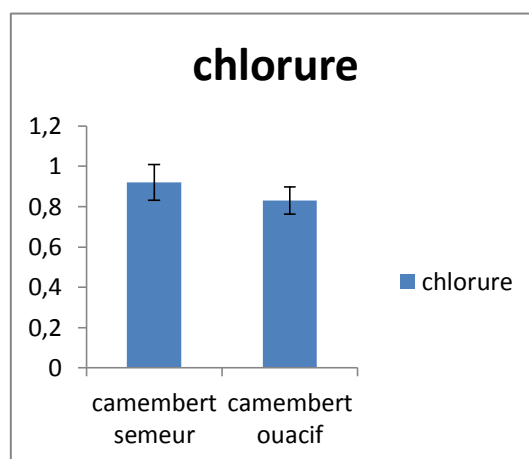


Figure 31. Variation de chlorure dans le camembert « Le Semeur » et dans le camembert « Saint Amour »

Nous constatons que la teneur en Chlorure du Camembert Le Semeur est supérieure à celle du Camembert Saint Amour avec une moyenne de $0,92 \pm 0,088$ et $0,83 \pm 0,068$ respectivement. La différence est non significative ($P=0.455$).

Nos résultats sont inférieurs à ceux indiqués par **Kothe, (2021)** avec une teneur de 1.45% et de **El-Amine, (2018)** dans une autre étude où la teneur en NaCl est de 1.9%.

Cette variation de la teneur en sel est peut être due à l'humidité du camembert. Selon **Mansour, (1972)** la teneur en sel est approximativement proportionnelle à l'humidité du fromage.

Ces basses teneurs en chlorure de sodium dans nos échantillons du Camembert peuvent s'expliquer par la composition du fromage, on note que nos deux fromages sont riches en matière grasse. Un facteur conditionnant la prise de sel est la teneur en matière grasse du fromage; son augmentation ralentit la pénétration du sel **FAO, (1985)**. Ceci explique surtout la basse teneur du camembert Saint Amour.

On peut éventuellement expliquer cette variation par la diffusion du sel à l'intérieur du fromage. Selon **Forge, (1977)** il se produit dans certains fromages un trouble de la diffusion du sel ce qui entraîne une concentration en chlorure de sodium trop faible au cœur du fromage. La taille des pores de la matrice fromagère, qui gouverne à la fois la diffusion du NaCl et la diffusion inverse d'eau, la viscosité apparente de la phase aqueuse des fromages, les tortuosités de la matrice fromagère et aussi l'eau liée aux protéines sont les principaux facteurs qui influencent la diffusion du sel vers le fromage (**Boisard, 2012**).

Ces résultats sont probablement dus à la technique du salage adopté par les deux fromageries. L'absorption du sel par le camembert industriel est liée à la saumure. Selon **Chamba, (1988)** l'absorption du sel dépend de la durée du saumurage et des caractéristiques de la saumure : concentration en sel, degré de vieillissement et température. L'agitation de la saumure étant un moyen de maintenir constantes les caractéristiques de la saumure en contact avec le fromage. La maîtrise de chacun de ces facteurs permet d'assurer un salage efficace et régulier. En effet, selon **Ndob et al. (2015)** une modification de la nature ou de la concentration de la saumure au cours de la fabrication entraîne une modification de la concentration des sels dans le fromage, ce qui modifie localement les propriétés physico-chimiques.

Le salage à sec est adopté pour le camembert artisanal qui est liée à la quantité et aux caractéristiques du sel. Selon **FAO, (1985)** la quantité du sel reçue par le fromage dépend de la masse de sel collée initialement à la surface. Lorsqu'elle est très humide capte beaucoup de

cristaux de sel, et le moment du salage à sec doit donc être fixé avec précision et la granulométrie du sel soit définie et parfaitement régulière.

II.2.5. Variation du Gras sur sec « G/S »

Les variations du Gras sur sec trouvées dans les deux camemberts sont représentées dans la figure n°32.

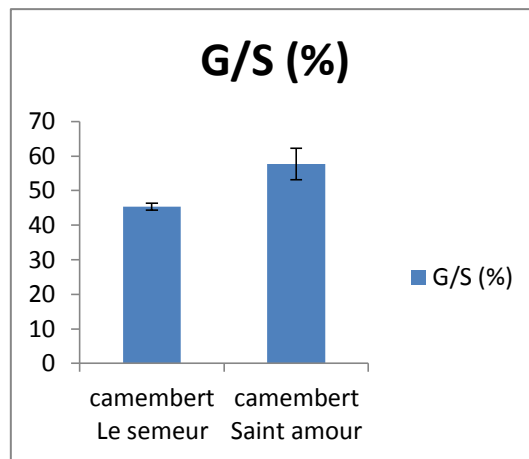


Figure 32. Variation du rapport G/S dans le camembert « Le Seneur » et dans le camembert « Saint Amour »

Nous remarquons que le rapport G/S dans le camembert Saint Amour est supérieur à celui du camembert Le Seneur avec une moyenne de $57,67\% \pm 4,55$ et $45,35\% \pm 1,02$ respectivement. La différence est non significative ($P= 0,107$).

Ces résultats correspondent avec ceux de **Gérard, (2005)** qui détermine un seuil minimum de 45% de matières grasses sur l'extrait sec dans le camembert.

La forme et la teneur en matière grasse ($G/S = 100 \times \text{teneur en matière grasse} / \text{teneur en extrait sec}$) conditionnent le degré d'affinage et la saveur du camembert (**Goudedranche et al. 2001**). En effet, Selon **Eck et Gillis, (2006)** le taux de la matière grasse dans l'extrait sec contribue directement aux propriétés organoleptiques notamment l'onctuosité qui se caractérise par le toucher gras d'un produit. Le bon choix de la matière première et le respect de la technique de fabrication permettent l'obtention de produits dans une large gamme de textures : de fluide à ferme et de tartinable à tranchable. Donc on peut expliquer cette variation par la composition du lait en matière grasse et en matière sèche car nous remarquons que la teneur de ces dernières pour le lait Ouacif est supérieure à celles du lait Seneur.

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 explique les teneurs élevées du G/S du camembert Saint-Amour par rapport à celui Le Semeur.

II.2.6. Variation de la matière grasse

Les variations de la matière grasse pour les deux camemberts sont représentées dans la figure n°33.

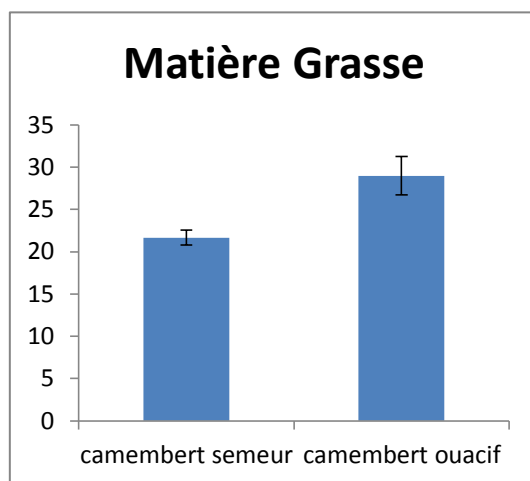


Figure 33. Variation de la matière grasse dans le camembert « Le Semeur » et dans le camembert « Saint Amour »

Nous remarquons que le camembert issu du lait Ouacif présente une teneur en MG supérieure à celle du camembert issu du lait Semeur avec une moyenne de 29% ± 2,29 et 21,66% ± 0,88 respectivement. Cette différence est non significative (P=0,07).

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

Les teneurs en MG des camemberts sont inférieures à celle de l'étude **FAO, (1995)** qui est de 45 % et au seuil minimum défini par **CODEX STAN 276, (1973)** qui est de 30%. En revanche sont en contradiction avec **Sebbane et al. (2021)** qui ont trouvés que le taux de matière grasse au dernier jour d'affinage atteint 25.99% pour le camembert artisanal et 28,75% pour le camembert industriel.

La différence 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 Ouacif est supérieure ($p < 0,05$) à celle du lait Semeur, ce qui pourrait expliquer les teneurs basses en MG du camembert Semeur.

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, selon **Guichard et al. (2012)**, les globules gras sont inclus dans la matrice des caséines dans un camembert.

On peut éventuellement expliquer cette variation de la matière grasse par les pertes de ces dernières dans le lactosérum. En effet, Selon **Coulon et al. (2005)** il en résulte un comportement à la coagulation par la présure (formation d'un réseau lâche et fragile), se traduisant par l'obtention d'un caillé moins ferme (- 33 %), avec des pertes de matière grasse importantes dans le lactosérum de fromagerie. Dans la fabrication des fromages à pâte molle, il faut estimer les pertes inévitables à 5 grammes de matière grasse par kilogramme de lait Employé (**Maubois et al. 1970**).

La standardisation peut être aussi l'un des facteurs de variation de la MG, Selon **Froc, (2007)** le lait destiné à la fabrication du Camembert est standardisé à 27 grammes par litre de matière grasse.

La différence non significative des MG des deux camemberts sont probablement dues à la lipolyse au cours de l'affinage, Selon **Guizani et al. (2002)** la quantité de matière grasse, exprimée sur une base sèche, variait relativement peu au cours du processus d'affinage tant à la surface qu'au centre du caillé. La relative constance de la teneur en matière grasse peut être attribuée à la faible réaction de lipolyse qui a lieu à la surface des fromages affinés par moisissure. Ainsi, il a été avancé que dans les fromages affinés en surface, tels que le camembert, la lipolyse ne touche que 3 à 5% de la graisse totale.

II.2.7. Variation des profils en acides gras

II.2.7.1. Composition en acides gras du camembert

Le tableau XV, illustre les variations de la composition en acides gras du camembert Saint amour et Le Semeur.

Tableau XV: Analyse statistique de la composition en acides gras de la matière grasse du camembert.

	$\bar{X} \pm \text{ESM}$ camembert Saint amour	$\bar{X} \pm \text{ESM}$ camembert Le Semeur	p-value
C4	1,06 ± 0,24	1,31 ± 0,39	0,62
C6	1,03 ± 0,22	1,38 ± 0,16	0,27
C8	0,56 ± 0,14	0,82 ± 0,17	0,32
C10	1,19 ± 0,29	1,67 ± 0,38	0,37
C12	1,70 ± 0,22	2,28 ± 0,56	0,42
C14	8,45 ± 0,78	8,55 ± 0,82	0,93
C15	1,18 ± 0,02	1,05 ± 0,04	0,09
C16	26,63 ± 0,85	26,07 ± 0,62	0,63
AGSCMC	42,7 ± 1,90	43,95 ± 2,17	0,688
C17	0,88 ± 0,14	0,79 ± 0,15	0,71
C18	16,24 ± 0,79	14,29 ± 2,23	0,48
C20	1,23 ± 0,13	1,21 ± 0,04	0,91
AGSLC	17,47 ± 0,83	15,51 ± 2,19	0,473
AGS	60,17 ± 1,65	59,46 ± 2,05	0,8
C14:1	0,53 ± 0,05	0,82 ± 0,17	0,24
C16:1	1,28 ± 0,09	1,50 ± 0,19	0,39
C17:1	0,54 ± 0,17	0,65 ± 0,24	0,72
C18:1	27,03 ± 0,86	26,56 ± 2,33	0,86
C20:1	0,32 ± 0,09	0,24 ± 0,00	0,65
AGMI	29,18 ± 0,61	29,96 ± 2,41	0,93
C18:2	2,90 ± 0,04	5,39 ± 0,68	0,1
C18:3	0,80 ± 0,04	0,86 ± 0,03	0,37
AGPI	3,71 ± 0,00	6,26 ± 0,65	0,1
AGI	33,23 ± 0,38	35,22 ± 2,30	0,47

D'après le tableau n° XV les teneurs moyennes d'AG obtenues ne présentent pas de variations significatives entre les 2 types de camembert, ces valeurs sont relativement comparables à celles trouvées par **Frétin et al. (2017)** qui ont réalisé une étude comparative sur des fromages issus du lait pasteurisé et du lait cru. Par ailleurs les proportions d'acide oléique sont nettement supérieures à celles observées par les mêmes auteurs, ainsi que la proportion du groupe d'acides gras polyinsaturés qui a atteint en moyenne $6,26 \pm 0,65$ dans le camembert industriel, en revanche pour le camembert artisanal cette teneur ne dépasse pas 3,71.

II.2.7.1.1. Variation des acides gras saturés (AGSCMC, AGSLC)

La figure n°34 présente la variation de la teneur en acides gras saturés du camembert Saint-Amour et du camembert Le Semeur

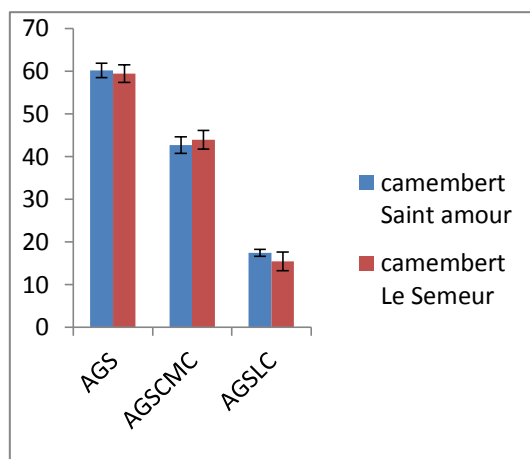


Figure 34. Variation des acides gras saturés du camembert Saint-Amour et Le Semeur

Nous remarquons que la teneur en acides gras saturés du camembert Saint-Amour $60,17 \pm 1,65$ est supérieure à celle du camembert Le Semeur $59,46 \pm 2,05$. Cependant, les résultats de l'analyse statistique montrent que cette différence est non significative ($P=0,8$).

On observe des différences non significatives entre les différents acides gras saturés du camembert Saint-Amour et du camembert Le Semeur, pour les AGSCMC ($P=0,688$) et ($p=0,473$) pour les AGSLC.

Les acides gras les plus dominants sont représentés par l'acide myristique (C14:0) avec une moyenne $8,45 \pm 0,78$ et $8,55 \pm 0,82$, et l'acide palmitique (C16:0) avec une moyenne $26,63 \pm 0,85$ et $26,07 \pm 0,62$ respectivement pour le camembert Saint-Amour et Le

Semur pour les AGSCMC. L'acide stéarique (C18:0) pour les AGSLC avec une moyenne de $16,24 \pm 0,79$ pour camembert Saint amour et $14,29 \pm 2,23$ pour Le Semur.

II.2.7.1.2. Variation des acides gras insaturés (AGMI, AGPI)

Les résultats de variation des acides gras insaturés du camembert Le Semur et du camembert Saint-Amour sont représentés dans la figure n° 35.

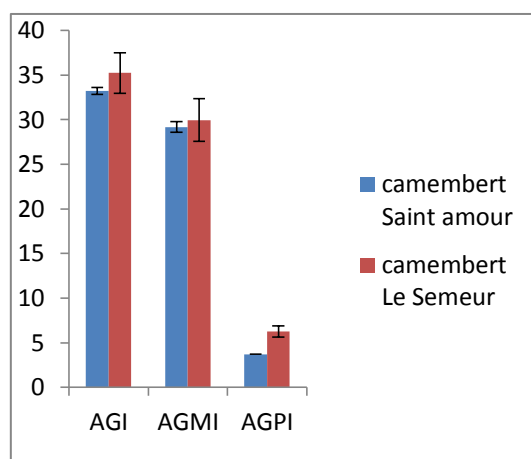


Figure 35. Variation des acides gras insaturés du camembert Saint amour et Le Semur

Nous remarquons que la teneur en acides gras insaturés du camembert Saint amour $33,23 \pm 0,3$ est inférieure à celle du camembert Le Semur $35,22 \pm 2,30$. Cependant, les résultats de l'analyse statistique montre que cette différence est non significative ($P=0,47$).

On trouve des différences non significatives entre les différents acides gras insaturés du camembert Saint amour et Le Semur, ainsi que pour les AGMI ($P= 0,93$) et les AGPI ($p=0.1$).

Concernant les acides gras mono-insaturés, l'acide oléique (C18:1) est le plus prépondérant du total des AGMI avec une moyenne de $27,03 \pm 0,86$ et $26,56 \pm 2,33$ respectivement pour le camembert Saint amour et Le Semur, et l'acide linoléique (C18:2 n-6) avec une moyenne de $2,90 \pm 0,04$ pour le camembert Saint amour et de $5,39 \pm 0,68$ pour le camembert Le Semur du total des AGPI.

Il ressort que se sont presque les mêmes variations constatées entre les 2 types de lait qui sont aussi retrouvées entre les 2 types de camembert. Selon **Vambelle et al. (1978)** la grasse butyrique ne subit pas de variations significatives au cours de la fabrication du

fromage. Dans le même sens la composition des fromages dépend soit majoritairement de la composition initiale du lait et donc des conditions de production de celui-ci soit exclusivement de la transformation fromagère (**Lucas et al., 2006**).

Conclusion

Durant la période du stage pratique réalisé au niveau de la Laiterie- fromagerie « LE SEMEUR » à Thala Athmane et de la fromagerie « Saint Amour » à Ouacif, nous avons pu réaliser une comparaison entre deux types de Camemberts (Industriel : LE SEMEUR et artisanal : Saint-Amour » fabriqué à base d'un lait pasteurisé et un lait cru respectivement et avec des processus technologiques différents sur le plan physicochimique, nutritionnelle et le profil en acides gras.

Les résultats obtenus ont fait l'objet d'une étude statistique par le logiciel R, ils ont révélé que la teneur en EST des deux laits est très significative ($p=0.0009$) la présence d'un effet significatif ($p<0.0217$) sur les teneurs en matière grasse dans les deux laits. Ces différences sont en faveur du lait Ouacif et des différences non significatives pour l'acidité, la densité, l'ESD, protéines et le lactose.

Pour le camembert, l'analyse statistique a révélé une différence significative dans le pH ($p=0.017$) et des différences non significative dans la matière grasse, EST, protéines et chlorures.

Concernant les profils en AG, l'étude statistique n'a montré qu'une différence significative ($p= 0.02$) sur l'acide gras polyinsaturé (C18 :3) entre les deux types de lait. Toutefois nos résultats d'analyse ne présentent pas de différences dans la variation des autres acides et groupes d'acides gras entre les échantillons de laits et ceux des camemberts.

Sur le plan nutritionnel, on trouve que le camembert « LE SEMEUR » et « Saint-Amour » sont de qualité comparable et relativement similaire aux données bibliographiques, cela revient respectivement à la richesse du lait Ouacif en nutriments et à la maîtrise du procédé de fabrication par l'industrie.

L'exploitation de ces résultats permet d'une part de valoriser le camembert fermier au lait cru en Algérie et d'encourager la production artisanale pour produire un produit de terroir permettant de contribuer aux bienfaits de la santé humaine et à l'amélioration de l'économie rurale surtout dans les régions montagnardes, et d'autre part de dissuader le consommateur sur la bonne qualité aussi des camemberts industriels qui peuvent autant valoriser les produits artisanaux.

Dans le but de compléter ce travail, il serait intéressant de poursuivre et compléter ce travail par :

- Une étude de la composition en acides aminés par la méthode de chromatographie d'échange d'ions et la méthode chromatographie en phase liquide à haute HPLC.
- Une étude de la qualité sensorielle, organoleptique et microbiologique des camemberts étudiés.
- Une analyse par chromatographie en phase liquide à haute performance (HPLC) pour la détermination des vitamines (liposolubles et hydrosolubles) et des minéraux.
- Augmenter le nombre d'unité d'échantillonnage pour une meilleure représentabilité.

Références

A

Abdelli, Y., & Chougar, K. (2018). Variabilité des paramètres physico-chimiques du lait de vache et du lait de chèvre et son impact sur l'aptitude fromagère (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).

Abdoune, N. O. S. (2003). Qualité de fromage à pâte molle type camembert fabriqué à la laiterie de Draa Ben Khedda.

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.

AFNOR, (1970). Lait - Détermination de la matière sèche NF V04-207.

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(12), 590-595.

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

Alain Branger Marie-Madeleine Richer Sébastien ROUSTEL (2009). Alimentation, processus technologiques et contrôles : Applications pratiques et dirigées (French Edition). EDUCAGRI.

Alais C., (1984). Science du lait : principes des techniques laitières. 4e Ed., SEPAIP. Paris.

Alais, C., Linden, G., & Miclo, L. (2008). Biochimie alimentaire - 6ème édition - 6e édition de l'abrégé : 6e édition de l'abrégé (Sciences Sup) (French Edition) (DUNOD éd.). DUNOD.

Albert Larbaetrier, (2015). Traité pratique de laiterie lait, crème, beurre, fromage.

Aloun, L., & Hamadache, B. (2019). L'influence de la variation des paramètres techniques et des ferments lactiques sur la qualité du fromage type « Camembert ». (Doctoral dissertation, Université de Bouira).

Amiar, M., et Baiche, L. (2015). Influence du rapport gras/sec sur le rendement final d'un fromage à pâte molle type camembert fabriqué à la laiterie Draa Ben Khedda (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).

André Eck, Jean-Claude Gillis (1997), Le fromage 3 ème Ed. Tec et Doc, Lavoisier. Paris.

AFNOR, (1986). Contrôle de qualité des produits laitiers, Paris, AFNOR, 2.

B

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

Benyahia-Mostefaoui, A., et Lamri-Senhadji, M. Lait de vache: Composition, bienfaits nutritionnels, biologiques et cardioprotecteurs.

Béranger, C., & Bonnemaire, J. (2008). Prairies, herbivores, territoires: quels enjeux?. Editions Quae.

Berrabeh, N. (2014). Contribution à l'étude des variations des paramètres physico-chimiques de lait cru dans la région de M'sila (Doctoral dissertation, Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila).

Boisard, L. (2012). Relations entre mobilité du sodium, libération du sel et des composés d'arôme en bouche et perception de la flaveur: application à des modèles fromagers (Doctoral dissertation, Dijon).

Boisard, P. R. M. (2003). Camembert: A National Myth: 1st (First) Edition. University of California Press.

Bourre, J. (2010). Le Lait : Vrais Et Faux Dangers. Odile Jacob.

BOUTONNIER, J. L. (2006). Matière grasse laitière: Composition, organisation et propriétés. Techniques de l'ingénieur. Agroalimentaire, 4(F6320).

Bachouche, S., & Guessas, H. (2018). Fabrication de fromage de type Camembert à base de lait reconstitué (Doctoral dissertation, Université Bouira).

Benaissa, M. (2018).valorisation du lactosérum par les bactéries lactiques. Thèse de (Doctoral dissertation, Université d'Oran).

Bourgeois,C.M, Larpent.G.P. (1989). Microbiologie alimentaire Tome 2. Les fermentations alimentaires. Ed TEC & DOC.

C

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.

Chamba, J. F. (1988). Salage de l'Emmental. I. Influence des conditions de saumurage sur l'absorption du sel et sa cinétique. Le Lait, 68(2), 121-142.

CHOLET., (2006). Étude de l'écosystème fromager par une approche biochimique et moléculaire, Institut national agronomique Paris-Grignon, Paris, France.

Christian Meyer, Jean-Pierre Denis, (1999), élevage de la vache laitière en zone tropicale.

Codex Alimentarius. (2007). Lait et produits laitiers. Rome: FAO/OMS.

Codex STAN 283-1978 : norme générale codex pour le fromage.

Coulon, J. B., Delacroix-Buchet, A., Martin, B., & Pirisi, A. (2005). Facteurs de production et qualité sensorielle des fromages.INRA, prod. anim., 18(1),49-62.

Croguennec, T., Jeantet, R., & Brulé, G. (2008). Fondements physicochimiques de la technologie laitière. TECHNIQUE & DOC.

C.M.J.-P.D. (1999). Élevage de la vache laitière en zone tropicale : Vol. 314 pages. Quæ.

Cauty, I., & Perreau, J. M. (2009). La conduite du troupeau bovin laitier. Guides France agricole.

Codex Alimentarius (1999). Norme générale Codex pour l'utilisation des termes laiterie (Codex STAN 206).

D

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 Cearà, Northeast of Brazil. *Journal of Animal Sciences Advances*, 4(6), 897-903.

Debouz A., Guerguer L., Hamid Oudjana A et Hadj Seyd AEK (2014). Étude comparative de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait de vache et du lait camelin dans la wilaya de Ghardaïa. *Revue ElWahat pour les recherches et les études*, Vol.7 (2) : 8-15.

Debry, G. (2005). *Lait, nutrition et santé*. TECHNIQUE & DOC.

Delpal, J.L. (2003). Fromages et vins : le livre des accords. Éditions Artemis.

Direction des services agricole. (2021). données statistiques de la production laitière de la wilaya de Tizi Ouzou.

E

Eck A. et Gillis J.C. (2006). Le fromage. 3ème Edition : Tec et Doc, Lavoisier. Paris.

El-Amine, M. D. A. (2018). Étude de l'évolution de la flore microbienne indigène d'un fromage industriel à pâte molle type camembert au cours de son affinage et évaluation de ses aptitudes technologiques (Doctoral dissertation, Université de Mostaganem).

Enjalbert, F., & Meynadier, A. (2016). Alimentation des vaches laitières et composition en acides gras du lait. *Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France*.

Ellies-Oury, M. (2014). Les filières animales françaises - caractéristiques, enjeux et perspectives (SYNTHESE AGRICO). TECHNIQUE & DOC.

F

FAO. (1995). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Chapitre 3 : laits d'animaux laitiers. Collection FAO/ alimentation et nutrition.

FAO. (2020). Lait et produits laitiers. Article dans OECD-FAO Agricultural Outlook, Éditions OCDE, Rome, Italy.

FAO. (2021). Passerelle sur la production laitière et les produits laitiers

Fernane Boumedine, H. (2017). Étude des bactéries thermorésistantes dans le lait.

Fil-AFNOR (1986). Association française de normalisation.

Forge, M., Guiraud, J. P., & Galzy, P. (1977). Étude d'un accident de fabrication du fromage de roquefort. *Le Lait*, 57(561-562), 24-36.

Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., & McSweeney, P. L. H. (2016). Fundamentals of Cheese Science (2nd ed. 2017 éd.). Springer.

Fredot, E. (2009). Lait et produits laitiers. Connaissance des aliments. Ed Tech. Doc. Lavoisier, 9-65.

Frétin, M. (2016). Construction de la qualité sensorielle des fromages de type Cantal: rôle des interactions entre les communautés microbiennes et la composition de la matière grasse laitière des fromages (Doctoral dissertation, Université Blaise Pascal-Clermont-Ferrand II).

M.Frétin, A.Ferlay, I. Verdier-Metz, F. Fournier, M C. Montel, A. Farruggia, C. Deibès, B. Martin. 2017, the effect of low-input grazing systems and milk pasteurisation on the chemical composition, microbial communities, and sensory properties of uncooked pressed cheeses. *International Dairy journal*, 64; 56- 67.

Froc, J. (2007). Balade au pays des fromages : Les traditions fromagères en France (QUAE GIE) (French Edition) (QUAE éd.). QUAE.

Fournier, A. (2007). La vache. Edition artemis.

Francois, D. (2017). Transformer les produits laitiers frais à la ferme : 3e édition mise à jour (French Edition). EDUCAGRI.

Fredot, É. (2012). *Connaissance des aliments - bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique (BTS DIETETIQUE)*. TECHNIQUE & DOC.

G

Gaddour, A., Najari, S., Abdennebi, M., Arroum, S., & Assadi, M. (2013). Caractérisation physicochimique du lait de chèvre et de vache collectée localement dans les régions arides de la Tunisie. *Options Méditerranéennes, A*, no, 151-154.

Gaucheron, F. (2003). Minéraux et produits laitiers. TECHNIQUE & DOC.

Gérard Debry (2001), lait nutrition et santé, 2 ème édition : Tec&Doc, Lavoisier. Paris

Goudedranche, H., Camier-caudron, B., Gassi, J. Y., & Schuck, P. (2001). Procédés de transformation fromagère (partie 1). *Techniques de l'ingénieur. Agroalimentaire*, 3(F6305), F6305-1.

Goudédranche, H., Camier-Caudron, B., Gassi, J. Y., & Schuck, P. (2001). Procédés de transformation fromagère (partie 2). *Techniques de l'ingénieur. Agroalimentaire*, 3(F6306), F6306-1.

Greenfield H., Southgate D.A.T., (2007). Données sur la composition des aliments production gestion et utilisation. Seconde édition. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

Guichard, E., Genot, C., Volley, A. (2012). Texture et flaveur des aliments : Vers une conception maîtrisée (French Edition). EDUCAGRI.

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.

Guizani, N., Al-Mugheiry, M., & Al-Ruzeiki, M. (2000). Microbiological, Physico-Chemical, and Biochemical Changes during the Ripening of a Camembert Cheese Made from Pasteurized Cow's Milk. *Journal of Agricultural and Marine Sciences [JAMS]*, 5(1), 1.

H

Hachana, Y., & Bouselmi, I. (2018). Variation factors of milk yield and milk quality at SMADEA farm-Bousselem Étude des facteurs de variation de la production laitière et de la qualité du lait dans la ferme SMADEA-Bousselem.

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). INRA Productions animales, 4(5), 361-367.

Hachana, Y., Aouini, W., Lanouar, L., & Guider, M. (2018). Influence of raw milk quality on skimmed milk powder quality. *Journal of New Sciences*, 50, 3015-3024.

HadeF Khawla Zahra^{1, 2}, Bensadek Ismail¹ and Boufeldja Wahiba¹ (2021). Physico-Chemical Analysis and Microbiological Quality of Raw CamelMilk Produced by Targui breed in Adrar region of Algeria. *Ed South Asian J Exp Biol*; 11 (2): 190-198; 2021 [DOI: 10.38150/sajeb.11 (2).p190-198].

Halzoun, F. (2015). Evolution de la lipolyse et protéolyse et recherche d'activité anti-oxydante au cours de l'affinage des fromages à pâte molle type camembert (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).

Hamidi, M., Hachi, M., Bencherif, K., Lahrech, A., Choukri, A., & Yabrir, B. (2020). Physico-chimie et composition biochimique de laits crus de vaches, brebis, chèvres et dromadaires locaux des steppes en Algérie.

J

J.B. Coulon, Y. Chilliard B. Rémond 1991, Effets du stade physiologique et de la saison sur la composition chimique du lait de vache et ses caractéristiques technologiques.

J.O.R.A.N° 67. (2014). Méthode de détermination de la teneur en matière grasse dans le fromage.

Jakob, E., & Hänni, J. P. (2004). Fromageabilité du lait. Edition, Agroscope Liebefeld Posieux. Groupe de discussions N17F.

Jean-luc Boutonnier, (2017). Matières grasse laitière composition, organisation et propriétés. Ed Techniques de l'ingénieur. P : 231.

Jeantet R., Croyennec T., Mahaut M., Schuck P et Brulé G., (2008). Les produits laitiers. 2 ème édition : Tec&Doc, Lavoisier. Paris.

Justine MAÏWORÉ et al (2018), Influence des conditions de la traite sur les qualités physico-chimiques et microbiologiques du lait cru collecté à Maroua, Cameroun, Afrique. SCIENCE 235 - 248 p 237.

K

Kaouche-Adjlane, S., & Mati, A. (2017). Effets des pratiques d'élevage sur la variation de la qualité hygiénique et nutritionnelle du lait cru dans la région médio-septentrionale d'Algérie. Revue Médecine Vétérinaire, 168(7-9), 151-163.

Kothe, C. (2021). Diversité des bactéries halophiles dans l'écosystème fromager et étude de leurs impacts fonctionnels (Doctoral dissertation, université Paris-Saclay).

Kalandi, M., Sow, A., Guigma, W., Zabre, M., Bathily, A., & Sawadogo, G. (2015). Evaluation de la qualité nutritionnelle du lait cru dans les élevages traditionnels de Kaolackau Sénégal. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 9(2), 901

Kuhn N.J., Carrick D.T., Wilde C.J. 1980. Lactose synthesis: The possibilities of regulationJ. Dairy Sci., 63, 328-336.

L

Lachebi, S., & Yelles, F. (2018). Valorisation du lactosérum par technique membranaire. Algerian Journal of Environmental Science and Technology, 4(3).

Lapointe-Vignola, C., du Québec, F. D. T. L., & Fondation de technologie laitière du Québec. (2002). Science et technologie du lait. Presses internationales Polytechnique.

Lariane, N., & Ouamara, K. (2019). Caractérisation des élevages bovins et l'étude de la qualité physicochimique et microbiologique de lait de vache cru dans la wilaya de Tizi-Ouzou (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).

Larsen, M. K., Kidmose, U., Kristensen, T., Beaumont, P., & Mortensen, G. (2013). Chemical composition and sensory quality of bovine milk as affected by type of forage and proportion of concentrate in the feed ration. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(1), 93-99.

Latyr, F. C. (1997). Étude des fraudes du lait cru: Mouillage et écrémage (Doctoral dissertation, Thèse de).

Law, B. A. (2012). *Microbiology and Biochemistry of Cheese and Fermented Milk.* Springer Publishing.

Leymarios, F. C. (2010). Qualité nutritionnelle du lait de vache et de ses acides gras. Voies d'amélioration par l'alimentation (Doctoral dissertation, thèse pour le doctorat vétérinaire, école nationale vétérinaire d'Alfort. Paris, France, p15).

Labioui, H., Elmoualdi, L., Benzakour, A., El Yachioui, M., Berny, E., & Ouhsine, M. (2009). Etude physicochimique et microbiologique de laits crus. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 148, 7-16.

Legrand, P. (2008). Intérêt nutritionnel des principaux acides gras des lipides laitiers. *Sciences des aliments.*

Lucas, A., Hulin, S., Michel, V., Agabriel, C., Chamba, J. F., Rock, E., & Coulon, J. B. (2006). Relations entre les conditions de production du lait et les teneurs en composés d'intérêt nutritionnel dans le fromage: étude en conditions réelles de production. *Productions animales*, 19(1), 15-28.

M

Mahaut M., Jeantet R., Schak P. Brul G. (2000). *Les produits laitiers.* Ed. Tec et Doc, Lavoisier. Paris.

Makhlouf M., Montaigne E., Tessa A., (2015). La politique laitière algérienne: entre sécurité alimentaire et soutien différentiel de la consommation. *New Medit*, 14(1): 12-23. (Introduction).

Mansour, A., & Alais, C. (1972). Étude du salage et de l'affinage du fromage en saumure. I. Aspect biochimique: évolution de la composition du fromage et rendement. *Le Lait*, 52(518), 515-535.

Mansour, L. M. (2018). Étude de l'influence des pratiques d'élevage sur la qualité du lait: effet de l'alimentation (Doctoral dissertation).

Marnet, P. G., & Billon, P. (2010). A la ferme : Influence des conduites, de la technologie de traite et du stockage du lait sur la matière grasse. *Sciences des Aliments*, 29(1- 2), 9- 20.

Martin, F. (2014). Tous les champignons portent-ils un chapeau ? : 90 clés pour comprendre les champignons. Editions Quae.

Mathieu, J. (1997). Initiation à la physicochimie du lait (GUIDES TECHNOLO). TECHNIQUE & DOC.

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.

Mekhaneg, B. (2020). Variation de la composition du lait en fonction de la race et de l'alimentation (Doctoral dissertation).

Meribai, A. (2015). Influence de quelques paramètres de production sur la composition physico-chimique du lait et aptitude technologique (Doctoral dissertation).

Meyer, C., & Denis, J. P. (1999). Élevage de la vache laitière en zone tropicale. Editions Quae.

Michel, M. M. (2011). TECHNO CULINAIRE. Éditions BPI.

Miglior F., Sewalem A., Jamrozik J., Lefebvre D.M., Moore R.K. (2006). Analysis of milk urea nitrogen and lactose and their effect on longevity in Canadian dairy cattle *J. Dairy Sci.*, 89, 4886-4894.

Montel, M. C., Béranger, C., & Bonnemaire, J. (2005). Les fermentations au service des produits de terroir. Quae.

Maiworé, J., Baane, M. P., Toudjani Amadou, A., Daibe Ouassing, A., Tatsadjieu, N. L., & Montet, D. (2018). Influence des conditions de la traite sur les qualités physico-chimiques et microbiologiques du lait cru collecter à Maroua, Cameroun.

Mathieu, J. (1998). Initiation à la physicochimie du lait. Lavoisier Tec & Doc.

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.

Multon Jean-Louis, Temple Henri, viruega Jean-Luc, (2013), traité du droit alimentaire français européen et international, Norme Codex STAN, révision 1999, amendée 2010. Ed. Tec et Doc, Lavoisier. Paris. P:929.

N

Ndob, A. M., Melas, M., & Lebert, A. (2015). Propriétés physico-chimiques des aliments: nouveaux outils de prédiction (Vol. 1). ISTE Group.

Nora, H., Mohamed, Mouncif, Zakariae, Mennane, Abdeloudoude, Omari, & Mustapha, Meziane (2021). Develgéraropment of Soft Cheese Technology of the Camembert type with bloomy rind in Morocco.

P

Philippe Dudez, Gret, (2010), Transformer les produits frais à la ferme. Ed educagri,

Preedy, V. R., Watson, R. R., & Patel, V. B. (2014). Handbook of Cheese in Health: Production, nutrition and medical sciences (Human Health Handbooks) (1re éd.). Wageningen Academic Publishers.

Preedy, V. R., Watson, R. R., & Patel, V. B. (Eds.). (2013). Handbook of cheese in health: production, nutrition and medical sciences: Production, nutrition and medical sciences (Vol. 6). Wageningen academic publishers.

R

Ragot, M. (2011). Produire du lait biologique : conversion et témoignages (French Edition). EDUCAGRI.

Ramet, J. P., & Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture. (1985). La fromagerie et les variétés de fromages du bassin méditerranéen. Organisation des nations unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.

Raynaud, S., Lefrileux, Y., Morge, S., Pétrier, M., Allut, G., Barral, J., & Gauzere, Y. (2018). Qualité des fromages fermiers lactiques: locaux et maîtrise de l'affinage (LACTAFF). Innovations Agronomiques, 63, 1-21.

Remane Benmalem, Y., Bellal, M M. Nouani, A. (2016). Influence de quelques paramètres de production sur la qualité physico-chimique et technologique du lait de vache dans les zones de plaines du haut cheliff en algérie. Revue Nature et Technologie, 8(2), 09-13.

Riahi M.H., 2006. Modélisation des phénomènes microbiologiques, biochimiques et physicochimiques intervenant lors de l'affinage d'un fromage de type pâte molle croute lave; thèse de doctorat Institut National Agronomique, École Doctorale ABIES, Paris-Grignon.

Remeuf, F., Cossin, V., Dervin, C., Lenoir, J., & Tomassone, R. (1991). Relations entre les caractères physico-chimiques des laits et leur aptitude fromagère. Le Lait, 71(4), 397- 421.

Ribadeau-Dumas, B. (1984). Maîtrise de l'affinage des fromages de type Camembert. Le Lait, 64(643-644), 448-468.

ROUSTEL, S. (2010). Homogénéisation à haute pression des dispersions alimentaires liquides. Technique de l'ingénieur. Agroalimentaire, F2710.

S

Sassi, E., Benabdelmoumene, D., Dahloun, L., Homrani, A., Seddaoui, I., & Belabbes, M. (2019). Effet de la saison sur les fractions de caséines du lait cru de vache à la traite dans l'Ouest algérien.

Sboui, A., Arroum, S., Hayek, N., Mekrazi, H., & Khorchani, T. (2016). Effet du traitement thermique sur la composition physico-chimique du lait de chèvre. *Options Méditerranéennes Série A, 115*, 481-485.

Schuck, P., Jeantet, R., & Dolivet, A. (2012). *Analytical Methods for Food and Dairy Powders* (1^{re} éd.). Wiley-Blackwell.

Sebbane, H., Almi, D., Hadouchi, S., Hedjel, L., Smail-Saadoun, N., & Mati, A. (2021). Microbiological and physicochemical changes during ripening of Camembert cheeses made from raw and pasteurized cow milk produced in Tizi-Ouzou (north of Algeria). *Indian J Dairy Sci*, 74(1), 18-29.

Soulat, J. (2021). Des prairies aux produits: les effets des pratiques dans les filières d'élevage à l'herbe sur les qualités des produits.

Soustre, Y., Chesneau, C., & Marmonier, C. (2011). Place de la matière grasse laitière dans l'alimentation des Français. *Sciences des aliments*, 30(1), 33.

Stahel P., Purdie N.G., Cant J.P., 2014. Use of dietary feather meal to induce histidine deficiency or imbalance in dairy cows and effects on milk composition *J. Dairy Sci.*, 97, 439-445.

Sboui, A., Khorchani, T., Djegham, M., & Belhadj, O. (2009). Comparaison de la composition physicochimique du lait camelin et bovin du Sud tunisien; variation du pH et de l'acidité à différentes températures. *Afrique science: revue internationale des sciences et technologie*, 5(2).

T

Tir Elhadj, Bounoua, S., Heddar, M., & Bouklila, N. (2015). Étude de la qualité physico-chimique et microbiologique de laits crus de vache dans deux fermes de la wilaya de Tissemsilt (Algérie). *Revue El Wahat pour les Recherches et les Études*, 8(2), 26-33.

Tunick, M. H. (2013). *The Science of Cheese (Illustrated éd.)*. Oxford University Press.

Tamime, A. Y. (2007). *Structure of Dairy Products (Society of Dairy Technology) (1re éd.)*. Wiley-Blackwell.

Théodet, C., & Gandemer, G. (1991). Comparaison de cinq méthodes pour extraire les lipides du lactosérum et de ses dérivés. *Le Lait*, 71(1), 41 - 54.

V

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.

Vanbelle, M., Vervack, W., Foulon, M., & Bailleux, L. (1978). Composition en acides gras supérieurs de quelques types de fromages consommés en Belgique. *Le Lait*, 58(575-576), 256-260.

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.

W

Walther, B., Schmid, A., Sieber, R., & Wehrmüller, K. (2008). Cheese in nutrition and health. *Dairy Science and Technology*, 88(4-5), 389-405

Welper R.D. ET Freeman A.E. 1992. Genetic parameters for yied traits of Holsteins, Including lactose and somatic cell score J. Dairy Sci., 75, 1342-1348

Y

Yabrir, B., Saila, A., Mekenez, N., Hachi, M., Hamidi, M., & Azouzi, B. (2019). Iodine content and quality of dietary salts marketed in the Djelfa region. Nutrition & Santé, 07(02), 54- 62. <https://doi.org/10.30952/ns.7.2.2>

Z

Zeihher, P., & Truchelut, J. (2020). La Pâtisserie de Référence : Techniques, préparations de base, fiches techniques de fabrication (French Edition). EDITIONS BPI.

-Anonyme 01 : http://biosol.free.fr/liens/fromage_2003/agri.htm consulté le 31/05/2021.

-Anonyme 02 : Informations Nutritionnelles - Camembert au lait. (2013).
<https://informationsnutritionnelles.fr/camembert-au-lait> . Consulté le 29/07/2021.

- Anonyme 03 : <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:12966:-2:ed-1:v1:fr> Consulté le 05/09/2021.

Annexes

Annexe 1

Tableau : Matériel et réactifs utilisés

Appareillage et autres Matériels	Réactifs
<ul style="list-style-type: none"> - Pipettes graduées - Béchers - Godets en verre - Butyromètres - Bain-marie - Centrifugeuse - Éprouvettes - Lactodensimètre - pH mètre - Dessiccateur infrarouge - Balance de précision - Capsules - Pipettes jetables - Ampoules - Lactostar - Erlen Meyer - Agitateur magnétique - Papiers filtres - Matras de Kjeldahl - minéralisateur kjeldahl - Hotte d'absorption des vapeurs - Ampoules à décanter - Ballons rodés - Rotavapor - Tubes à vis 	<ul style="list-style-type: none"> - Phénolphtaléine à 1%. - Solution de soude (Na OH) 0.1N - Acide sulfurique à 91% - Alcool iso-amylique - Chromate de potassium à 10%. - Nitrate d'argent AgNO₃ à 0.1M - Sulfate de cuivre - Acide sulfurique concentré - Soude concentrée - Acide borique - Indicateur coloré - chloroforme/méthanol - Solution de NaCl saturée - Sulfate de Sodium anhydre - Hexane - NaOH 2N - Méthanol - HCl méthanolique 2N - Eau distillée

Annexe 02

Détermination de l'acidité Dornic

Mode opératoire

- Prélevé 10 ml de lait cru à l'aide d'une pipette graduée puis introduire dans un bécher
- Ajouter deux à trois gouttes de la solution de phénolphtaléine à 1%

- Titrer la solution avec la solution de soude (Na OH) 0.1N jusqu'à apparition d'une couleur rose persistante
- Noter le volume de solution titrante utilisée
- Exprimer les résultats en degré DORNIC (°D)

Annexe 03

Détermination de la matière grasse du lait par la méthode acido butyrométrique

Mode opératoire

- Introduire 10 ml d'acide sulfurique (H_2SO_4) dans le butyromètre de GERBER
- Ajouter 11ml du lait à l'aide d'une pipette en l'écoulant à travers la paroi pour éviter le mélange prématuré du lait avec l'acide
- Ajouter 1ml d'alcool iso- amylique puis fermer le butyromètre
- Mélanger jusqu'à dissolution total du mélange
- Placer le butyromètre dans la centrifugeuse GERBER à la vitesse 1200 tr/min pendant 4 min

Expression des résultats

La lecture de la teneur en matière grasse se fait directement sur les graduations du butyromètre en g/l.

Annexe 04

Détermination de la densité

Mode opératoire

- Verser l'échantillon du lait cru dans une éprouvette de 250 ml propre et sèche, tenu inclinée afin d'éviter la formation de mousse ou des bulles d'air
- Plonger verticalement le lactodensimètre dans l'éprouvette

- lire la valeur de densité sur la partie supérieure du ménisque du lait après la stabilisation du lactodensimètre après trente secondes à une minute

Expression des résultats

La lecture de la valeur de la densité se fait directement sur la graduation du thermo-lactodensimètre.

La densité relevée peut être corrigée si la température du lait est supérieure ou inférieure du 20°C par la formule suivante :

$$MV = MV1 = ((20 - X) - 0,0002)$$

MV : Masse volumique finale.

MV1 : la masse volumique lue sur lactodensimètre

20°C: la température référence

X : la température lue sur lactodensimètre (°C)

0,0002 : constante

Annexe 05

Détermination de la matière sèche totale et la matière sèche non grasse

Mode opératoire

- Dans un dessiccateur à infrarouge possédant une balance de précision intégré est placée une capsule préalablement séchée et lavée, introduire 03 grammes de l'échantillon à analyser (Lait)
- Lancer le dessiccateur réglé à T° 165 °C
- Lire le résultat exprimé en g/l sur l'affichage du dessiccateur après 15 à 20 min

Expression des résultats

La lecture se fait directement par affichage sur l'écran du dessiccateur, la valeur de l'EST est exprimée en (g/L)

Annexe 06

Détermination du taux de lactose et des protéines

Mode opératoire

- Étalonner l'appareil selon les méthodes de références recommandées
- Introduire la sonde de Lactostar dans le lait à une température proche de 20°C
- Lire les valeurs des paramètres sur l'afficheur du Lactostar

Expression des résultats :

La valeur des paramètres du lait sont lus directement sur l'écran du Lactostar et exprimées en %.

Annexe 07

Mesure du pH

Mode opératoire

- Étalonner le pH-mètre avec une solution tamponne à pH=7 (L'eau distillée)
- Introduire l'électrode dans la galette du Camembert
- Lire directement la valeur du pH sur le pH mètre après sa stabilisation

Expression des résultats

La valeur du pH est lue directement sur l'échelle graduée du pH-mètre.

Annexe 08

Détermination de la teneur en matière grasse du fromage par la méthode acido-butyrométrique de Van Gulick

Mode opératoire

- Introduire 3g de fromage dans un godet en verre préalablement taré puis introduit dans le butyromètre

- introduire par l'extrémité du butyromètre de l'acide sulfurique jusqu'à ce que le niveau de l'acide dépasse le godet de 2 mm
- Boucher l'ouverture de la tige puis placer le butyromètre dans le bain-marie à 65 °C jusqu'à la dissolution totale du fromage
- Agiter de temps en temps le butyromètre horizontalement jusqu'à dissolution complète de la prise d'essai
- Ajouter 1 ml d'alcool iso-amylque, puis, de l'acide sulfurique jusqu'au trait 35 ml de la graduation
- Placer le butyromètre dans la centrifugeuse à 1200 tours/min pendant 4 min

Expression des résultats

La lecture se fait directement sur les graduations du butyromètre qui est exprimée en g/100g.

Annexe 09

Détermination de l'extrait sec total du fromage (EST)

Mode opératoire

- Mettre sur la balance de dessiccateur une capsule sèche et tarer
- Peser 5g du fromage broyé puis étaler
- Fermer l'appareil et laisser le temps de dessiccation
- Lire la valeur exprimée en pourcentage sur l'écran de l'appareil

Expression des résultats

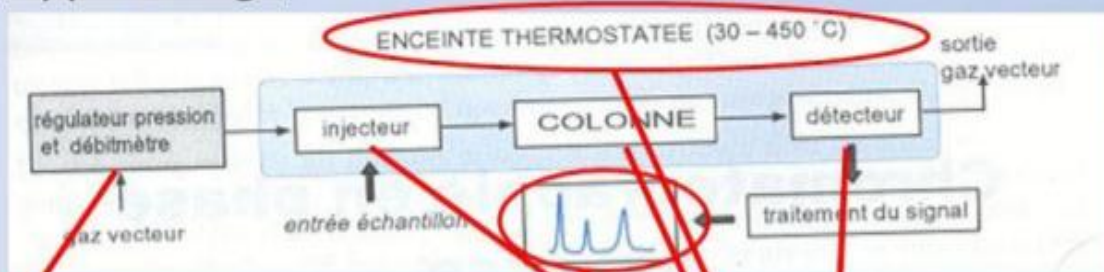
La lecture se fait directement par affichage sur l'écran du dessiccateur, la valeur est exprimée en (%).

Annexe 10

Principe de la Chromatographie en phase gazeuse

Chromatographie en Phase Gazeuse (CPG)

Appareillage



Annexe 11

Résultats d'analyses physicochimiques des échantillons du lait

groupes	MG (g/l)	Densité	Acidité (D°)	EST (g/l)	ESD	protéine (g/l)	LACTOSE (g/l)
Industriel 1	33	1029	16	116	83	3,29	4,25
Industriel 2	32	1029,8	15	115,43	83,43	3,14	4,06
Industriel 3	32	1028	16	114,06	82,06	3	3,89
Artisanal 1	41	1030	15	122	81	3,31	4,28
Artisanal 2	37	1028,2	14	124,3	87,3	3,07	4,34
Artisanal 3	39	1029,2	15	123,6	84,6	3,71	4,81

Annexe 12

Résultats d'analyses physicochimiques des échantillons du camembert

Groupes	MG%	EST%	pH	protéine%	chlorures%	G/S%
Industriel 1	23	50,29	4,91	25,15	1,09	45,73
Industriel 2	22	46,88	5,08	21,8	0,88	46,92
Industriel 3	20	46,06	5,2	22,39	0,79	43,42
Artisanal 1	32	51,29	5,49	19,89	0,91	62,39
Artisanal 2	30,5	49,14	5,68	19,58	0,88	62,06
Artisanal 3	24,5	50,45	5,4	23,81	0,69	48,56

Annexe 13

Composition et teneur en acides gras de la matière grasse de lait de vache en (%)

Composition et teneur en acides gras de la M. Grasse de lait de vache en (%)							
Acides gras	Dénomination	Echant.	Echant.	Echant.	Echant.	Echant.	Echant.
		ART 1	ART 2	ART 3	IND 1	IND 2	IND 3
C4 :0	Acide. Butyrique	2.41	1.01	2.13	1.54	1.42	1.09
C6 :0	Acide. Caproïque	1.80	1.20	2.32	1.18	1.39	1.14
C8 :0	Acide. Caprylique	0.88	0.68	1.44	0.67	0.91	0.70
C10 :0	Acide. Caprique	1.57	1.29	2.67	1.64	2.00	1.50
C12 :0	Acide.Laurique	1.86	1.59	2.77	2.16	2.56	2.01
C14 :0	Acide myristique	9.55	8.44	9.51	8.36	10.14	8.84
C14 :1	A.tétradécénoïque	0.67	0.72	1.28	0.87	0.83	0.66
C15 :0	A.Pentadécanoïque	1.28	1.20	1.39	1.36	1.02	1.22
C16 :0	Acide palmitique	28.84	27.19	27.21	22.56	30.13	27.21
C16 :1 ω 7	Acide palmitoléique	1.36	1.25	1.10	1.30	0.17	1.48
C17 :0	Acide Margarique	0.86	0.99	0.90	1.06	0.74	0.86
C17 :1	Acide Margaroleique	0.37	0.44	0.38	0.54	0.33	0.39
C18 :0	Acide stéarique	12.33	14.07	11.10	10.55	10.72	11.97
C18 : 1 ω 9	Acide oléique	26.48	28.86	26.36	26.51	27.54	30.55
C18 : 2 ω 6	Acide linoléique	2.19	2.72	2.21	2.70	2.23	2.69
C18 : 3 ω 3	Acide linoléinique	0.54	0.71	0.58	0.34	0.29	0.36
C20 :0	Acide arachidique	1.10	1.37	1.43	1.38	1.18	1.19
C20 : 1 ω 9	Acide gondoleïque	0.35	0.41	0.35	0.53	0.23	0.39

Composition et teneur en acides gras de la matière Grasse du camembert en (%)

Composition et teneur en acides gras de la M. Grasse du camembert en (%)							
Acides gras	Dénomination	Échantillon.	Échantillon.	Échantillon.	Échantillon.	Échantillon.	Échantillon.
		ART 1	ART 2	ART 3	IND 1	IND 3	IND 2
C4 :0	Acide. Butyrique	1.55	0.89	0.75	0.71	1.17	2.07
C6 :0	Acide. Caproïque	1.16	1.33	0.60	1.47	1.07	1.60
C8 :0	Acide. Caprylique	0.54	0.83	0.33	1.17	0.58	0.72
C10 :0	Acide. Caprique	0.95	1.78	0.85	2.43	1.21	1.38
C12 :0	Acide. Laurique	1.30	2.09	1.73	3.39	1.50	1.96
C14 :0	Acide myristique	6.91	9.47	8.97	10.07	7.22	8.36
C14 :1	A.tétradécénoïque	0.45	0.52	0.64	1.16	0.55	0.76
C15 :0	A.Pentadécanoïque	1.21	1.19	1.14	1.14	0.98	1.03
C16 :0	Acide palmitique	24.92	27.52	27.45	27.18	26.04	25.01
C16 :1 ω 7	Acide palmitoléique	1.20	1.18	1.48	1.86	1.20	1.44
C17 :0	Acide Margarique	1.01	1.04	0.59	0.59	1.10	0.70
C17 :1	Acide Margaroleique	0.42	0.33	0.88	1.13	0.52	0.32
C18 :0	Acide stéarique	15.88	15.09	17.76	10.95	13.41	18.53
C18 : 1 ω 9	Acide oléique	28.30	27.42	25.39	27.22	30.23	22.23
C18 : 2 ω 6	Acide linoléique	2.87	2.85	2.99	4.02	6.10	6.07
C18 : 3 ω 3	Acide linoléinique	0.83	0.87	0.72	0.93	0.82	0.84
C20 :0	Acide arachidique	1.48	1.00	1.22	1.26	1.26	1.13
C20 : 1 ω 9	Acide gondoleïque	0.38	0.14	0.44	0.25	0.25	0.24

Annexe 15

Procède de fabrication du camembert industriel « LE SEMEUR »



Réception du lait



Pasteurisation du lait



Emprésurage



Caillage



Tranchage



Moulage



Égouttage



Démoulage



Salage



Affinage



Conditionnement

Annexe 16

Procède de fabrication du camembert artisanal « Saint-Amour »



Réception du lait



Maturation



Emprésurage



Chauffage



Caillage



Découpage



Moulage



Démoulage



Salage



Affinage



Conditionnement

Résumé

Notre étude a été réalisée sur deux types de camembert produits dans la région de Tizi-Ouzou, l'un artisanal à base de lait cru (Ouacif) et l'autre industriel à base de lait pasteurisé (Semeur) en les comparant sur le plan physico-chimique et nutritionnel. L'effet de quelques facteurs de production (la qualité du lait et procédés de fabrication des fromages) a été étudié et les résultats obtenus ont révélé que l'EST et la matière grasse varient significativement entre les deux types de lait, ($P= 0.0009$ et $P= 0.0217$ respectivement). Les autres paramètres des deux laits tel que l'acidité, la densité, les protéines, le lactose, l'ESD ne montrent aucune différence significative. Les résultats de comparaison entre les deux camemberts, n'ont pas montrés des différences significatives pour la matière grasse, protéines, chlorure, G/S et EST. En outre, le pH révèle une différence significative ($p=0.017$). Les résultats statistiques relatifs aux AG n'ont montré qu'une différence significative entre les deux types de lait pour le C18 :3, alors que les autres AG ne présentent pas de variations significatives entre les échantillons de lait et ceux du camembert. L'exploitation de ces résultats, montrent que la qualité physicochimique et nutritionnelles du camembert « LE SEMEUR » et « Saint-Amour » sont relativement similaires.

Les mots clés : Lait, camembert, qualité physicochimique, profile en AG.

Abstract

Our study was about two types of Camembert produced in Tizi Ouzou, artisanal one based on raw milk (ouacif) and the other industrial based on pasteurized milk (Semeur) by comparing them on physico-chemical and nutritional side. The effect of some production factors (the quality of milk and cheese making processes) was studied and the results revealed that EST and fat vary significantly between the two types of milk, ($P = 0.0009$ and $P = 0.0217$ respectively). The other parameters of the two milks such as acidity, density, protein, lactose, ESD show no significant difference. The results of the comparison between the two camemberts, did not show significant differences for fat, protein, chloride, G / S and EST. In addition, the pH reveals a significant difference ($p = 0.017$). Statistical results for AG showed only a significant difference between the two types of milk for C18: 3, while other GAs did not show significant variations between milk samples and camembert samples. Exploiting these results show that the physicochemical and nutritional quality of "LE SEMEUR" and "Saint-Amour" camembert are relatively similar.

Keywords: Milk, Camembert, physicochemical quality, AG profile.