

Ecole Nationale Supérieure Agronomique

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة

Département : Technologie Alimentaire

القسم : التكنولوجيا الغذائية

Spécialité: Elaboration et Qualité des Aliments

التخصص : تجهيز الأغذية وجودتها

Spécialité: Nutrition Humaine

التخصص : التغذية البشرية

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de Master

### ***THEME***

**Etude de l'aptitude technologique du lait en fonction de  
l'alimentation : Elaboration d'un fromage à pâte cuite de type «  
Gruyère ».**

Présenté par : ADIMI Maria

Soutenu publiquement le 25/09/2024

AZIZI Nesrine

Devant le jury composé de :

**Président :** Mr BOUMEHIRA. A.Z

MCA, ENSA

**Examineur:** Mme AOUIR. A

MCB, ENSA

**Encadreur:** Mr. BENCHABANE.A

Professeur, ENSA

**Co-encadreur:** Mme MERIBALA

MCA, ENSA

**Promotion 2019-2024**

# Sommaire

INTRODUCTION.....	1
PARTIE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE.....	
CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉS SUR LE LAIT .....	
1. DÉFINITION .....	5
2. COMPOSITION MOYENNE .....	5
2.1. EAU .....	6
2.2. MATIÈRE GRASSE.....	7
2.3. MATIÈRE AZOTÉE .....	7
2.3.1. CASÉINES .....	7
2.3.2. PROTÉINES SOLUBLES.....	7
2.4. GLUCIDES .....	8
2.5. MINÉRAUX .....	8
2.6. VITAMINES.....	8
3. CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES .....	9
3.1. PH.....	9
3.2. DENSITÉ .....	9
3.3. VISCOSITÉ .....	9
3.4. ACIDITÉ TITRABLE .....	9
3.5. POINT DE CONGÉLATION.....	9
3.6. POINT D'ÉBULLITION .....	10
4. QUALITÉ .....	10
4.1. QUALITÉ ORGANOLEPTIQUE .....	10
4.1.1. COULEUR .....	10
4.1.2. ODEUR.....	10
4.1.3. SAVEUR .....	11
4.1.4. FLAVEUR.....	11
4.1.5. VISCOSITÉ .....	11
4.2. QUALITÉ MICROBIOLOGIQUE.....	11
4.2.1. FLORE INDIGÈNE OU ORIGINELLE .....	11
4.3. QUALITÉ NUTRITIONNELLE .....	12
4.4. QUALITÉ TECHNOLOGIQUE .....	13
CHAPITRE II: EFFET DES FACTEURS DE PRODUCTION SUR LA QUALITÉ DU LAIT.....	

1.	FACTEURS LIÉS À L'ANIMAL.....	15
1.1.	RACE .....	15
1.2.	STADE PHYSIOLOGIQUE.....	15
1.2.1.	AGE .....	16
1.2.2.	INTERVALLE ENTRE VÊLAGE.....	16
1.2.3.	NUMÉRO DE LACTATION :.....	16
1.2.4.	STADE DE LACTATION .....	16
1.2.5.	ETAT DE GESTATION.....	17
1.3.	ETAT SANITAIRE .....	17
1.4.	ABREUVEMENT .....	18
2.	FACTEURS LIÉS À L'ENVIRONNEMENT .....	18
2.1.	SAISON .....	18
2.2.	TRAITE .....	19
2.3.	ALIMENTATION .....	19
2.3.1.	NIVEAU D'APPORTS ENERGETIQUES .....	19
2.3.2.	NIVEAU D'APPORTS AZOTES.....	20
2.3.3.	NIVEAU D'APPORTS EN MATIERE GRASSE.....	20
2.3.4.	COMPOSITION DE LA RATION .....	20
	CHAPITRE III: GENERALITES SUR LE FROMAGE .....	
1.	DEFINITION .....	24
2.	PROCESSUS DE FABRICATION .....	25
2.1.	COAGULATION.....	25
2.1.1.	COAGULATION ACIDE .....	25
2.1.2.	COAGULATION ENZYMATIQUE .....	25
2.1.3.	COAGULATION MIXTE.....	26
2.2.	EGOUTTAGE .....	26
2.3.	SALAGE .....	26
2.4.	AFFINAGE.....	26
3.	COMPOSITION BIOCHIMIQUE .....	27
3.1.	LIPIDES.....	27
3.2.	PROTÉINES .....	27
3.3.	GLUCIDES .....	27
3.4.	MINERAUX .....	28
3.5.	VITAMINES.....	28
4.	CLASSIFICATION .....	29

4.1. FROMAGES FRAIS.....	29
4.2. FROMAGE À PÂTE MOLLE .....	29
4.2.1.FROMAGES A PATE MOLLE A CROUTE FLEURIE.....	29
4.2.2.FROMAGES A PATE MOLLE ET A CROUTE LAVEE .....	29
4.3. FROMAGES À PÂTE PERSILLÉE .....	30
4.4. FROMAGES A PATE PRESSEE .....	30
4.4.1.FROMAGE A PATE PRESSEE CUITE.....	30
4.4.2.FROMAGE A PATE PRESSEE NON CUITE.....	30
PARTIE II : PARTIE EXPERIMENTALE .....	
CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES .....	
1. DEMARCHE EXPERIMENTALE .....	33
2. COMPOSITION DES RATIONS ALIMENTAIRES.....	34
3. PRELEVEMENT DU LAIT .....	34
4. ANALYSES PHYSICOCHIMIQUES DU LAIT.....	36
4.1 PH.....	36
4.2 ACIDITÉ TITRABLE .....	36
4.3 DENSITÉ .....	36
4.4 EXTRAIT SEC TOTAL .....	36
4.5 TENEUR EN MATIERE GRASSE ET D'ACIDE GRAS TOTAUX.....	37
4.6 EXTRAIT SEC DÉGRAISSÉ .....	37
4.7 MATIERES AZOTES TOTALES ET TENEUR EN PROTEINES.....	37
5. ANALYSES DE L'ALIMENT DE BETAIL .....	38
5.1 TENEUR EN MATIERE SECHE .....	38
5.2 TAUX DE CELLULOSE BRUTE .....	38
5.3 TENEUR EN PROTÉINES.....	38
5.4 TENEUR EN MATIERE GRASSE .....	39
6. ETAPES DE FABRICATION DU FROMAGE A PATE PRESSEE CUITE TYPE GRUYERE .....	39
6.1 COLLECTE DU LAIT .....	39
6.2 PRÉPARATION DU LAIT: .....	39
6.3 EMPRÉSURAGE ET COAGULATION .....	39
6.4 DECOUPAGE, CHAUFFAGE, MOULAGE ET PRESSAGE.....	39
6.5 DÉMOULAGE ET SALAGE.....	39
6.6 RESSUYAGE ET AFFINAGE .....	40
7 ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES DU FROMAGE.....	41

7.1	TAUX PROTÉIQUE .....	41
7.2	TAUX BUTYREUX.....	41
7.3	RENDEMENT FROMAGER.....	41
7.4	EXTRAIT SEC TOTAL .....	41
8.	ANALYSES MICROBIOLOGIQUES DU FROMAGE .....	41
9	ANALYSE SENSORIELLE.....	42
10	ANALYSES STATISTIQUES .....	43
10.1.	ANALYSES QUANTITATIVES ET QUALITATIVES:..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.	
CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSION.....		
1.	RESULTATS DE L'EFFET DE L'ALIMENTATION SUR LA QUALITE DU LAIT .....	45
1.1.	EFFET DE L'ALIMENTATION SUR LE PH.....	46
1.2.	EFFET DE L'ALIMENTATION SUR L'ACIDITE.....	47
1.3.	EFFET DE L'ALIMENTATION SUR LA DENSITE.....	48
1.4.	EFFET DE L'ALIMENTATION SUR L'EXTRAIT SEC TOTAL ET DEGRAISSE.....	49
1.5.	EFFET DE L'ALIMENTATION SUR LE TAUX BUTYREUX ET LES ACIDES GRAS TOTAUX .....	51
1.6.	EFFET DE L'ALIMENTATION SUR LE TAUX PROTEIQUE ET LA MATIERE AZOTEE TOTALE.....	53
2.	RESULTATS DE LA COMPOSITION DE L'ALIMENTATION DES VACHES LAITIERES .....	55
3.	EFFET DE L'ALIMENTATION ET DE LA QUALITE DU LAIT SUR LES CARACTERISTIQUES SENSORIELLES DES FROMAGES ELABORES .....	58
3.1.	RESULTATS DE L'ETUDE DES FROMAGES ELABORES EN FONCTION DE L'ALIMENTATION .....	59
3.2.	RESULTATS DES ANALYSES MICROBIOLOGIQUES DU FROMAGE ....	62
3.3.	RESULTATS DES ANALYSES SENSORIELLES DU FROMAGE.....	63
CONCLUSION .....		68
CONSTRAINTES ET PERSPECTIVES.....		71

## RESUME

Le présent travail s'intéresse à l'impact de l'alimentation des vaches laitières sur les caractéristiques physicochimiques du lait et du fromage. Quatre fermes d'élevage situées dans la région centre du pays (Alger et Blida) ont été sélectionnées après enquête sur la base de critères, entre autres, la disponibilité de la race Holstein et/ou Montbéliarde et d'un effectif de vaches laitières en phase de lactation, supérieur ou égal à 50.

L'analyse de variance à un facteur a mis en évidence une influence significative du régime alimentaire sur plusieurs paramètres fondamentaux du lait, à savoir la densité, la teneur en protéines, la matière azotée totale, le taux butyreux et les acides gras totaux.

L'ensemble des résultats indique des variations de composition du lait. Les pâturages particulièrement riches en matières grasses de la ferme 3 induisent les taux butyreux (TB) les plus élevés dans le lait et le fromage, tandis que le concentré de la ferme 2 génère les taux protéiques (TP) les plus élevés.

L'analyse physico-chimique et sensorielle des fromages révèle une grande variabilité en fonction de l'alimentation. Les pâturages permettent d'obtenir des fromages de meilleure qualité par rapport à ceux produits avec une alimentation à base de concentré.

Les variations observées montrent que le type d'alimentation des vaches peut jouer un rôle important dans l'amélioration des propriétés finales du lait et du fromage. Ces résultats confirment que l'ajustement de la ration alimentaire est un facteur clé pour améliorer non seulement la composition du lait, mais aussi la qualité des fromages, favorisant ainsi une production laitière de meilleure qualité.

**Mots clés : lait, alimentation, vaches, qualité physicochimique, fromage.**

## ABSTRACT

This work focuses on the impact of dairy cow feed on the physicochemical characteristics of milk and cheese. Four livestock farms located in the central region of the country (Algiers and Blida) were selected after a survey based on criteria such as the availability of Holstein and/or Montbéliarde breeds and herd of lactating cows of 50 or more.

The one-factor analysis of variance highlighted a significant influence of the diet on several fundamental milk parameters, including density, protein content, total nitrogenous matter, fat content, and total fatty acids.

The results indicate variations in milk composition. The pastures, particularly rich in fats from farm 3, induce the highest fat content (TB) in milk and cheese, while the concentrate from farm 2 generates the highest protein levels (TP).

The physicochemical and sensory analysis of the cheeses reveals great variability depending on the diet. Pastures allow for the production of higher quality cheeses compared to those produced with a concentrate-based diet.

The observed variations show that cow feed can play an important role in improving the final properties of milk and cheese. These results confirm that adjusting the dietary ration is a key factor in improving not only milk composition but also cheese quality, thus promoting better dairy production.

**Keywords: milk, feed, cows, physicochemical quality, cheese.**

## ملخص

يهتم هذا العمل بتأثير تغذية الأبقار الحلوب على الخصائص الفيزيائية والكيميائية للحليب والجبن. تم اختبار أربع مزارع لتربية الماشية تقع في المنطقة الوسطى من البلاد (الجزائر و البليدة ) بعد إجراء تحقيق بناءً على معايير، من بينها توفر سلالة الهولشتاين و/أو المونتبلارد، وعدد الأبقار الحلوب في مرحلة الإرضاع، الذي يبلغ 50 أو أكثر.

أظهرت تحليل التباين أحادي العامل تأثيرًا كبيرًا للنظام الغذائي على العديد من الخصائص الأساسية للحليب، مثل الكثافة، ومحتوى البروتين، والمادة النيتروجينية الكلية، ومعدل الدسم، والأحماض الدهنية الكلية.

تشير النتائج إلى وجود تباينات في تركيبة الحليب. حيث أن المراعي الغنية بالمواد الدهنية في المزرعة 3 تؤدي إلى أعلى معدلات الدسم في الحليب والجبن، في حين أن المراكز الغذائية في المزرعة 2 تنتج أعلى معدلات البروتين تكشف التحليلات الفيزيائية والكيميائية والحسية للأجبان عن تباين كبير بناءً على التغذية. فالمراعي تسمح بإنتاج جبن ذي جودة أفضل مقارنة مع تلك التي تنتج من تغذية تعتمد على المراكز الغذائية.

تشير التباينات الملحوظة إلى أن نوع التغذية للأبقار يمكن أن يلعب دورًا مهمًا في تحسين الخصائص النهائية للحليب والجبن. تؤكد هذه النتائج أن تعديل النظام الغذائي هو عامل أساسي لتحسين ليس فقط تركيبة الحليب، بل أيضًا جودة الأجبان، مما يعزز إنتاجًا أفضل للألبان.

**الكلمات المفتاحية:** الحليب، التغذية، الأبقار، الجودة الفيزيائية والكيميائية، الجبن.