

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE VETERINAIRE - EL HARRACH
المدرسة الوطنية العليا للطب البيطري

Mémoire
En vue de l'obtention du
Diplôme de Magistère en Sciences Vétérinaires
Option : **Hygiène et Sécurité alimentaire**

**CONTRIBUTION A L'EVALUATION DE L'APTITUDE
A LA TRANSFORMATION FROMAGERE DU LAIT
DE QUELQUES RACES BOVINES DANS LA REGION
D'ALGER**

Réalisé par: **Dr. OUABDESSELAM Lyes**

Président :	Dr BENEDEDOUCHE	Maître de conférences	E.N.S.V. - Alger
Promoteur :	Pr EL HADEF EL OKKI	Professeur	Université de Constantine
Co-promoteur :	Dr HARHOURA KH.	Chargé de cours	E.N.S.V. - Alger
Examineurs :	Dr BERBER A.	Maître de conférences	I.S.V. - Blida
	Dr CHORFI	Maître de conférences	E.N.S.V. - Alger
	Dr ZOUAMBI B.	Chargé de cours	E.N.S.V. - Alger

Année Universitaire 2009 – 2010

REMERCIEMENTS

Ce travail n'aurait pas pu se réaliser sans l'aide de dieu qui nous a donné volonté, courage et surtout patience, et celle de toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin.

Nos sincères remerciements d'adresse à :

Notre cher promoteur **Pr EL HADDEF EL OKKI** qui nous a honoré en acceptant de diriger notre travail et ses conseils précieux qui nous ont permis de mener à bien ce mémoire.

Qu'il trouve ici l'expression de toute notre gratitude et notre profond respect

A notre très cher Co-promoteur **Dr HARHOURA KHALED** qui nous a apporté à tout moment son aide et ses conseils et que nous a été d'un très grand soutien moral et technique.

Qu'il trouve ici l'expression de toute notre gratitude et notre profond respect

A **Dr BENDEDUCHE** maître de conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alger pour avoir bien voulu nous faire l'honneur d'accepter de présider notre jury de mémoire de magistère.

A **Dr CHORFI** Maître de conférence à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alger qui a bien voulu faire partie de notre jury de soutenance.

Qu'elle trouve ici l'expression de toute notre gratitude et notre profond respect

Dr BERBER A. Chargé de cours à l'université de Blida qui nous a honoré par sa présence dans notre jury.

Qu'il trouve ici l'expression de toute notre gratitude et notre profond respect

A **Dr ZOUAMBI B** Chargé de cours à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alger, témoignage de reconnaissance pour la bienveillance qu'il apporte à l'examen de notre travail de magistère.

Qu'il trouve ici l'expression de toute notre gratitude et notre profond respect

A **MADAME ZENIA S.** Chargé de cours e module statistique à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alger pour son aide très précieuse et sa disponibilité à chaque fois que nous avons besoin de sa compétence et pour sa simplicité.

Que dieu la garde et qu'elle trouve l'expression de mon profond respect

Nous tenons à remercier également **Dr Krim** «ingénieur de qualité au sein de l'office régionale du lait centre (URLAC) (BOUDOUAW).

Nous remercions aussi tous le personnel de laboratoire central de l'institut technique des élevages (I.T.E.L.V) pour leurs gentillesse et pour leurs aides à leur tête **M.ZADI** *Directeur de laboratoire* qui nous accueilli à bras ouvert au sein de sa structure.

Qu'ils trouvent ici l'expression de toute notre gratitude et notre profond respect

Un remerciement particulier à mes deux chères **Mm FARIDA** *ingénieur agronome* et **Mm KARIMA** *biologiste* pour leurs sympathie et pour leurs disponibilité durant mon passage dans ce laboratoire.

Je tiens à manifester ma profonde reconnaissance à mes deux amis **Dr HAMIDOUCHE HAMID** *Cabinard à Larbaa (Blida)* et **Dr BOUSSAD** *Cabinard à Makouda (Tizi-ouzou)* pour leurs soutiens inconditionnels et leurs aides précieuses durant mon passage sur terrain.

Enfin, nous remercions tous ceux qui nous ont encouragés tout au long de notre parcours.

Dr OUABDESSELAM Lyes

Abréviations

Paramètres chimiques :

Paramètres	Abréviations	Unités
Acidité Dornic	° D	Degré Dornic
Extrait sec total	EST	%
Matière azotée totale	MAT	%
Matière grasse	MG	%
Matière protéique	Pro	%
Matière minérale	MM	%
Potentiel hydrogène	pH	Echelle 0-14

Paramètres statistiques :

Degré de liberté	DDL
Deviation standard	Dév. Std
Ecart type de la variable	ET
Erreur standard	Erreur Std
Moyenne	Moy
Non significative	NS
p	Pévalue

Autres abbreviations:

A.O.A.C	Association of Official Analytical Chemists.
°C	Degré Celsius.
Diag.	Diagramme.
E.N.S.V	Ecole nationale supérieure vétérinaire.
F	Fleckvieh.
H	Heure.
I.T.E.L.V	Institut Technique Expérimental Des Elevages.
L / j	Litre / jour.
L	Locale (brune de l'Atlas).
MI	Millilitre.
Mg	Milligramme.
Mn	Minute.
M	Montbéliarde.
m	Mètre.
Nb	Nombre.

Pr	Prim Holstein.
Récup.	Récupération.
*	significatif ($p < 0,05$).
**	Hautement significatif ($p < 0,01$).
/	Par.

Liste des tableaux et figures.

Partie bibliographique :

TABLEAU 1 : Evolution du développement bactérien dans du lait cru en fonction de sa température

TABLEAU 2: Principales constantes des laits de vaches, de chèvres et de brebis (FAO, 1990)

TABLEAU 3 : Composition moyenne des laits des ruminants (en % de poids) d'après VEISSEYRE (1966) et ALAIS (1984).

TABLEAU 4: Effet de stade physiologique sur les caractéristiques des fromages : cas du « Saint-Nectaire » (COULON et al, 1998).

TABLEAU 5: Effet du fourrage ensilé sur les caractéristiques chimiques du lait et le rendement fromager (VERDIER-METZ et al, 1998).

FIGURE 1 : Procédés de fabrication des principaux types de fromages.

Partie expérimentale :

Tableau n°I : Principales caractéristiques zootechnique de l'élevage bovin de TIZI-OUZOU

Tableau n°II : Principales caractéristiques zootechniques de l'élevage bovin de LARBAA

Tableau n°III : Procédé de fabrication du *JBEN* (MIETTON B., 1986 a)

Tableau IV : Caractérisation chimique des laits des races étudiées et influence sur le rendement fromager de la région de TIZI-OUZOU (Valeur moyenne \pm ET)
(En g/kg)

Tableau V: Caractérisation chimique des laits des races étudiées et influence sur le rendement fromager de la région de LARBAA (Valeur moyenne \pm ET) (En g/kg)

FIGURE 1 : Représentation graphique des teneurs en Matière Grasse

FIGURE 2 : Représentation graphique des teneurs en Extrait Sec Total du lait cru (Région de Tizi Ouzou)

FIGURE 3: Représentation graphique des teneurs en protéines du lait cru (Région de Tizi Ouzou)

FIGURE 4: Représentation graphique des teneurs en cendres du lait cru (Région de Tizi Ouzou)

FIGURE 5 : Représentation graphique des teneurs en matière grasse du caillé (Région de Tizi Ouzou)

FIGURE 6 : Représentation graphique des teneurs en Extrait Sec Total du caillé (Région de Tizi Ouzou)

FIGURE 7: Représentation graphique des teneurs en protéines du caillé (Région de Tizi Ouzou)

FIGURE 8 : Représentation graphique des teneurs en cendres du caillé (Région de Tizi Ouzou)

FIGURE 9 : Représentation graphique de la teneur en matière grasse du lait cru (Région de Larbaa)

FIGURE 10: Représentation graphique des teneurs en Extrait Sec Total du lait cru (Région de Larbaa)

FIGURE 11 : Représentation graphique des teneurs en protéine du lait cru (Région de Larbaa)

FIGURE 12: Représentation graphique des teneurs en cendres du lait cru (Région de Larbaa)

FIGURE 13 : Représentation graphique de la teneur en matière grasse du caillé (Région de Larbaa)

FIGURE 14: Représentation graphique de la teneur en matière Extrait Sec Total

FIGURE 15: Représentation graphique des teneurs en protéines du caillé (Région de Larbaa)

FIGURE 16: Représentation graphique des teneurs en cendres du caillé (Région de Larbaa).

LA PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : Le lait

*Généralité.....	2
1- Définition.....	2
2- Lait.....	2
3- Composition du lait.....	3
3.1 Matière grasse.....	3
3.2 Matières azotées	4
3.3. Lactose ou sucre du lait.....	
3.4. Les minéraux.....	5
3.5. Eau de constitution.....	5
3.6. Diastases et Vitamines.....	5
3.6.1. Vitamines.....	5
3.6.2 Diastases.....	5
4. PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES.....	5
5. Les facteurs de variation de la composition physicochimique du lait.....	6
5.1. Effet des caractéristiques génétiques.....	8
* L'effet Des Variants Génétiques.....	8
5.2. Effet des caractéristiques physiologiques et état sanitaire de la vache.....	8
5.2.1 Etat sanitaire.....	9
5.2.2. Le stade physiologique.....	9
5.3. La fréquence de la traite.....	11
5.4. Effet des facteurs alimentaires.....	12
CHAPITRE II : Généralités sur La Technologie Fromagère	
1. Définition du fromage.....	13
2. Principes généraux de fabrication.....	13
2.1. La production du caillé (coagulation et fermentation).....	14
2.1.1. Coagulation naturelle ou lactique.....	14
2.1.2. Coagulation artificielle par voie enzymatique.....	15
1- Phase enzymatique.....	15
2- Phase d'agrégation des micelles déstabilisées.....	15
3- Phase de réticulation.....	15
2.1.3. Coagulation mixte.....	16
2.2. L'égouttage du caillé.....	16
a)égouttage du gel lactique.....	17
b) Caillé présure.....	17
c) Caillé mixte.....	17
3.3. Salage.....	19
3.4. L'affinage du caillé.....	19

Technologie des principaux types de fromage.....	19
*Fromages issus de coagulation lactique.....	19
*Fromages issus de coagulation mixte.....	20
*Fromages issus de coagulation par la présure.....	21

Chapitre III : Fromage Frais

*ACCIDENTS EN FROMAGERIES ET DEFAUTS DES FROMAGES....	22
1- Défauts de coagulation et d'égouttage.....	22
2. Défauts d'affinage.....	23
2.1. Défauts de texture et gonflement.....	23
2.2. Défauts d'aspect et de croûtage.....	23
2.3. Défauts de saveurs et d'arome.....	23
2.3.1. Défauts de saveur et d'amertume.....	23
2.3.2. Autres défauts de saveurs.....	23

PARTIE EXPERIMENTALE

INTRODUCTION.....	24
*Quelques Caractéristiques des races de vaches étudiées.....	25
-Prim Holstein	25
-Montbéliarde.....	26
-Fleckvieh	27
-Population locale (Brune de l'Atlas).....	28

MATERIEL ET METHODES

1. Matériel.....	29
2 .Méthode.....	30
*La conduite de l'étude.....	36
*Présentation de l'exploitation de Tizi-Ouzou.....	37
*Présentation de l'exploitation de LARBAA.....	38
*La réalisation des prélèvements.....	39
*Méthodologie de la fabrication fromagère.....	40
*Analyse statistique des données	41
*Présentation des résultats.....	42

DISCUSSION ET INTERPRETATION DES RESULTATS.....	44
Exploitation des résultats de la région de TIZI - OUZOU.....	44
1) Le lait.....	44
2) Le caillé.....	47
Exploitation des résultats de la région de LARBAA.....	50
1) Le lait.....	50
2) Le caillé.....	53
CONCLUSION	55
PERSPECTIVE.....	57
ANNEXES	

Introduction

Générale

INTRODUCTION

Afin de réduire la facture d'importation du lait et de ses dérivés, les pouvoirs publics ont opté pour l'importation des vaches laitières. Parmi ces vaches, le choix a été porté sur la race Montbéliarde, la race Fleckvieh et la race Prim'Holstein. Ces races sont connues pour leurs grandes performances laitières et la qualité de leurs fromages.

Dans notre étude, nous nous sommes intéressés à deux exploitations de bovins laitiers. La première exploitation se situe à Tizi-Ouzou et la deuxième à Larbaa (W. d'Alger). Ces deux exploitations renferment les trois races précitées.

Dans chaque exploitation, nous avons sélectionné des vaches qui étaient au même nombre et même stade de lactation, ces vaches recevaient la même alimentation.

* Problématique :

- 1- Ces races (facteur génétique) produisent-elles un **lait** de même composition physicochimique si les facteurs de variations zootechniques et physiologiques sont maîtrisés ?
- 2- Avec le même protocole de fabrication de fromage, le caillé est-il de même composition chimique ?

L'objectif de cette étude est double :

- 1 - **Caractériser et comparer** quelques caractères chimiques du lait cru et du caillé correspondant des trois races étudiées (Prim holstein, Montbéliarde, Fleckvieh) ainsi que ceux de la population locale présente au niveau de l'exploitation de LARBAA.
- 2- **Essayer d'apprécier** les taux de récupération de quelques paramètres chimiques (matière sèche, matière grasse, cendres) dans le caillé

Etude
Bibliographique

Chapitre I : le lait

*Généralité

1- Définition

« *Le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien pourtant, bien nourrie et non surmenée, il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum* » (premier congrès international pour la répression des fraudes alimentaires, 1908)

Le lait est un milieu riche en nutriments, ce qui rend possible le développement des micro-organismes (CAGNIN C, 1993) (GUIRAUD J., 2003) (MARTIN B. et Co, 2001).

Le lait est un aliment de premier ordre chez tous les mammifères. Il assure, à lui seul, la couverture de tous les besoins alimentaires des nouveau-nés. Sa composition varie pour chaque espèce animale (LEDERER J., 1977).

Il existe différents types de lait selon l'espèce dont il provient (lait de vache, brebis, chèvre,...), mais aussi selon le traitement qui lui est appliqué.

Tous les laits peuvent être traités pour maîtriser leur teneur en matière grasse.

On distingue ainsi pour le lait de vache : (FAO, 1990).

-Lait entier $(\geq 3.5$ g de MG/100 g de lait).

-Lait demi écrémé (1.5 à 1.8g de MG/100g de lait).

-Lait écrémé $(\leq 0.3$ g de MG/100g de lait).

Le lait est utilisé sous de nombreuses formes (CAGNIN C., 1993). Il compose la matière première de nombreux produits laitiers.

2- Lait cru :

Le lait cru est, par définition, produit par les sécrétions mammaires d'une ou de plusieurs vaches d'une seule exploitation de production et non chauffé au delà de 40 C°, ni soumis à un traitement d'effet équivalent (Règlement européen n°1898/87 du 2 juillet 1987). Ce lait ne doit subir aucun traitement excepté la réfrigération.

Même prélevé dans de bonnes conditions et à partir d'un animal sain, le lait contient une flore microbienne originelle « moins de 10^3 germe /ml » (DRIEUX H., 1973). Ce n'est donc pas un produit stérile. Ces micro-organismes sont essentiellement saprophytes du pis et des canaux galactophores de l'animal (GUIRAUD J-P., 2003).

Le lait cru peut, toutefois, contenir des germes pathogènes pour l'homme lorsqu'il provient d'un animal malade souffrant d'une infection généralisée ou d'une mammité due à des Streptocoques, des Staphylocoques, des Salmonelles, et des Listeria.

La contamination du lait peut se faire à partir de différentes sources : l'environnement (CHATELIN, 1973), l'alimentation, et la manipulation (GALLON, 1980 et MATHIEU, 1976).

De part sa constitution, le lait est un bon milieu de culture microbienne. Laissez à température ambiante, le lait cru voit sa flore microbienne augmenter rapidement

TABLEAU 1 : Evolution du développement bactérien dans du lait cru en fonction de sa température (BOYER, année inconnue).

Nbre de g/ml de lait cru	Température de stockage		
	6 °C	18 °C	22°C
Au moment de la traite	6500	6500	6500
8 heures après la traite	12000	89000	310000
24 heures après la traite	87000	5000000	11000000

Afin de limiter le développement microbien dans le lait cru, une rapide réfrigération à 10°C au maximum s'impose.

La durée de conservation du lait cru même réfrigéré ne peut être que courte car le développement microbien par les psychrotrophes est possible.

Par son éventuelle transmission de germes pathogènes, le lait peut présenter un danger potentiel (GUIRAUD J., 2003).

3- Composition du lait

Le lait est constitué de matière grasse, de matière azotée, de sucre, de matières minérales, de vitamines, des enzymes et de l'eau.

3.1 Matière grasse

La consommation de la MG laitière est indispensable dans l'alimentation

A elle seule, la Matière Grasse représente la moitié de l'apport énergétique du lait.

Constituée essentiellement de triglycérides (98 %), la matière grasse est présente dans le lait sous forme de globules gras de diamètre de 0.1 à 10.10⁻⁶ m.

Cette Matière Grasse est constituée de 65% d'acide gras saturés et de 35% d'acide gras insaturés dont 3% sont poly-insaturés.

- Une très grande variété d'acide gras (150 AG différents)- Une proportion élevée d'acide gras à chaînes courtes, assimilées plus rapidement que les acides gras à longues chaînes- Une teneur plus élevée d'acide oléique (C 18 :1) et d'acide palmitique (C16 :0)

- Une teneur moyenne en acide stéarique (C18 :0).

Les phospholipides, qui représentent moins de 1% de la MG, sont plutôt riches en acides gras insaturés. Le lait des ruminants est caractérisé par la présence d'acides gras conjugués (acide linoléique conjugué). (MICHEL M. et al., 2000).

3.2 Matières azotées

Les matières azotées sont à 80% représentées par la caséine. La caséine se coagule sous l'action des ferments lactiques ou la présure. Le caillé ou coagulum, ainsi obtenu, est à la base de fabrication du fromage. (CHEFTEL et al, 1985).

- Il existe six protéines majeures du lait, classées en deux groupes :

- Les caséines (α -s1 B, α -s2 B, β A2, κ).

- Les protéines sériques majeures.

- Huit à dix (8 à 10) acides aminés essentiels dont principalement la lysine, la thréonine, l'histidine, particulièrement indispensable chez les nourrissons et enfin la méthionine, sont présents dans le lait (MICHEL M. et al. 2000).

3.3. Lactose ou sucre du lait

Il est responsable de la saveur du lait qui, sous l'action des ferments lactiques, se transforme en acide lactique déterminant l'acidification du lait puis la précipitation de la caséine (coagulation). Le lactose est le constituant majeur de la matière sèche du lait. Sa concentration est relativement constante et peu sujette aux variations saisonnières. Le lactose a un pouvoir sucrant six fois moins élevé que le saccharose. Il joue un rôle dans l'élaboration du système nerveux (MICHEL M. et al, 2000).

3.4. Les minéraux

Ils sont représentés par les constituants présents à l'état d'ions ou de sels non dissociés.

Ils comprennent notamment du calcium, du potassium, du sodium, des traces de fer, de cuivre, de zinc et de manganèse.

Les matières salines, dont la plupart sont détruites ou modifiées au cours de l'incinération, sont constituées de sels minéraux ou sels organiques tels les chlorures qui se volatilisent, des phosphates qui se transforment en acide phosphorique et les citrates qui disparaissent.

Le calcium et le phosphore du lait couvrent plus de la moitié de nos besoins journaliers. Ces éléments plastiques interviennent dans l'ossification, et leur apport est crucial pour les sujets jeunes et les sujets âgés. (M ICHEL M. et al., 2000).

3.5. Eau de constitution

L'eau de constitution représente 90% de la composition du lait. Cette eau contient la quasi-totalité de lactose, ainsi que tous les autres composants hydrosolubles « des sels minéraux solubles, azote non protéique, protéines solubles etc. » (MIETTON et al., 1994).

3.6. Diastases et Vitamines

3.6.1. Vitamines.

Le lait renferme une grande variété de vitamines ; mais ces vitamines sont en très faible proportion. Le lait ne permet pas de satisfaire tous les besoins vitaminiques. Les vitamines A, D, E sont liposolubles et se retrouvent intégralement dans la crème et le beurre. Les vitamines **B₁**, **B₂**, **B₁₂** et **PP** sont hydrosolubles et restent en majeure partie dans le lait écrémé.

3.6.2 Diastases

Parmi les biocatalyseurs, la présure est une diastase du groupe des hydrolases. La présure utilisée dans le commerce est obtenue industriellement des estomacs de jeunes animaux, particulièrement ceux des veaux n'ayant consommé que du lait

Dans les diastases du lait, on distingue d'une part les hydrolases, la lipase, la phosphatase et l'amylase, et d'autre part les desmolases qui englobent tous les enzymes qui interviennent dans les oxydations biologiques : les réductases, la peroxydase et la catalase (Michel Mahaut and al., 2000).

4. PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES.

Le lait de vache est le plus employé en industrie fromagère. L'Extrait Sec Total représenté par la MG, MAT, Sels Minéraux, Lactose dans un litre du lait de vache est, en moyenne, de 126g par litre. L'acidité normale est de 16 à 18 °D (REMEUF F. et al, 1991).

TABLEAU 2: Principales constantes des laits de vache, de chèvre et de brebis (FAO, 1990).

Espèce Constante	Vache	Chèvre	brebis
Energie (K cal/l)	705	600-750	1100
Densité à 20 °C	1.028 - 1.033	1.027 - 1.035	1.034 - 1.039
Point cryoscopique (°C)	-0.520, -0.550	-0.550, -0.583	-0.570
pH à 20	6.60 – 6.80	6.45 - 6.60	6.60 - 6.85
Acidité titrable (°D)	15 -17	14-18	22-25
Conductivité à 25 (Siemens)	45*10⁻⁴	43-56 *10⁻⁴	38*10⁻⁴

Les valeurs des constantes chimiques du lait des ruminants varient selon la race, selon l'alimentation, selon la période de lactation et selon l'état de santé de l'animal.

Les valeurs moyennes sont données dans le tableau 3.

TABLEAU 3.: Composition moyenne des laits des ruminants (en % de poids) d'après veisseyre, 1966 et Alais, 1975 et 1984).

Paramètre Espèce	Matière sèche	Matière grasse	Protéines	Lactose	Cendres
Vache	12,5	4,1	3,6	5	0,71
Chèvre	13	4,2	3,5	4,3	0,86
Brebis	19,3	7,9	5,2	4,8	0,9

5. Les facteurs de variation de la composition physicochimique du lait

5.1. Effet des caractéristiques génétiques

Conduites dans les mêmes conditions, des vaches de race Normande et race Montbéliarde produisent un lait plus riche en protéines et de meilleure aptitude fromagère que celui de la race Holstein. Le caillé obtenu après adjonction de la présure est plus ferme et le rendement fromager est plus élevé (FROC et al., 1988 ; MACHEBOEUF et al., 1993 ; MALOSSINI et al., 1996 ; AULDIST et al., 2002 et MISTRY et al 2002).

L'essentiel de cet effet est lié d'une part à la différence de teneur en caséine des laits d'une race à l'autre et d'autre part aux variations du polymorphisme génétique des lactoprotéines et en particulier à la fréquence de variant B de la caséine K. (GROSCLAUDE 1988). En effet, les variants de cette caséine dont la fréquence diffère d'une race à l'autre, influence l'aptitude à la coagulation des laits (MACHEBOEUF et al., 1993).

Lorsque l'on tient compte de la teneur en caséine et des variants génétiques des lactoprotéines, les différences entre les races disparaissent pratiquement totalement (AULDISTE et al, 2002).

Mise à part la couleur plus jaunâtre avec le lait de vache Pie noire, GAREL et COULON (1990) n'ont pas pu différencier l'aptitude du lait de vache Pie noire de celui de la Montbéliarde à la transformation en fromage « Saint Nectaire ».

Dans les années 2000, les laits de vache Tarentaise, Holstein et Montbéliarde ont été transformés en fromage dans des conditions technologiques contrôlées et identiques au cours de trois essais mais avec une alimentation variée.

Dans la première étude, la fabrication a eu lieu à partir du lait entier (MARTIN et al, 2000).

Dans les deux autres études, les laits étaient standardisés par écrémage partiel avant fabrication (VERDIER et al, 1995) (VERDIER-METZ et al, 1998).

Dans le premier essai, des différences très importantes de texture ont été observées.

Les fromages issus de la race Prim holstein étaient moins fermes et plus fondant que ceux issus de vache Montbéliarde en raison d'un **GRAS/SEC** plus élevé lié à un rapport **TAUX BUTUREUX/TAUX PROTEIQUE** supérieur chez la Prim'holstein.

Ces différences ne se retrouvent pas dans les deux autres études.

En Normandie, une étude réalisée en site industriel a permis la comparaison de 18 fabrications de fromage de Pont-Évêque avec trois répétitions sur des lots de lait de vaches Normandes ou Prim holstein ou de mélange des deux à deux périodes de l'année (Juin et Septembre). Les meilleurs rendements ont été obtenus avec la race Normande. Le Pont-Évêque issu du lait de la Prim holstein était plus fondant, moins élastique et plus collant dans la bouche. Par contre le fromage issu de la Normande était plus dense avec une complexité et intensité aromatique (DUCY, 1997).

Ces résultats ont été confirmés en condition expérimentale par HURTAUD et al.(2004). Dans leur étude, ces auteurs ont constaté que les fromages Pont- Evêque sont légèrement moins fermes lorsqu'ils sont issus du lait de la Prim holstein par rapport à celui de la Normande.

Pour mieux comprendre l'effet du facteur génétique sur l'aptitude du lait à la transformation fromagère, il nous a semblé utile de s'intéresser dans notre bibliographie à l'effet des variants génétiques.

* L'effet des variants génétiques

L'effet bénéfique des variant B des caséines κ et β sur les rendements fromager a été rapporté par de nombreux auteurs (GROSCLAUDE 1988 et DELACROIX-BUCHET et al, 1993).

Les variants B confèrent un temps de caillage et un temps de raffermissement du caillé plus court. Ces variants B conduisent à un caillé plus ferme que le variant A. Les variants B permettent une plus grande facilité de transformation fromagère avec une meilleure détention de la matière grasse dans le réseau de la caséine. Ainsi, nous avons un meilleur rendement fromager pour un même taux de matière utile.

Certaines races bovines inscrites dans le décret d'appellation de l'A.O.C. comme la Tarentaise se distingue une fréquence élevée des variants de caséines rares telles les caséines α_{S2} , β , κ . Le variant C de la caséine β a une fréquence atteignant les 17% chez la Tarentaise. Ce variant est quasi absent chez les autres races laitières de France (GROSCLAUDE, 1988).

L'incidence fromagère de cette particularité a été étudiée, pour la première fois en laboratoire sur des laits individuels de vaches présentant le variant C de la caséine β (β -C_n C) ou variant A (β -C_n A). Ce dernier variant est fréquent chez la plupart des races. Le comportement du lait en cuve, la protéolyse, les saveurs ainsi que la structure des fromages (β -C_n C) ont été comparées à ceux des fromages (β -C_n A).

Il apparaît que le fromage ayant les caséines β -C_n C, a une faible teneur en matière grasse avec une structure irrégulière. Ce fromage se caractérise par une texture plus ferme et moins élastique que le fromage ayant des caséines β -C_n A (DELACROIX-Buchet et MARIE, 1994).

5.2. EFFET DES CARACTERISTIQUES PHYSIOLOGIQUES ET ETAT SANITAIRE DE LA VACHE

5.2.1 Etat sanitaire

Les mammites sont des troubles sanitaires fréquemment rencontrés dans les élevages laitiers. Les infections microbiennes sont à l'origine d'une forte augmentation de la concentration de cellules somatiques (CCS) du lait. Outre leur impact sur la qualité microbiologique du lait lié au transfert vers le lait des germes responsables de l'infection, certains germes comme les *Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus*, *E.coli* peuvent être nuisible à l'homme.

Les mammites sont responsables de la modification de la composition chimique du lait. Elles entraînent une diminution de la teneur en lactose (MUNRO et al, 1984).

Les mammites provoquent une altération de la membrane des globules gras favorisant ainsi la lipolyse, la diminution de la teneur en caséine, l'augmentation de la teneur en protéines solubles et en enzymes ainsi qu'une modification de l'équilibre salin (COULON et al ,2002).

Ces effets résultent d'un dysfonctionnement des glandes mammaires entraînant un transfert accru de certains composés du sang vers le lait (COONEY et al, 2000).

L'influence de la concentration des cellules somatiques du lait sur la coagulation et l'égouttage ainsi que sur le rendement fromager a été largement décrite par de nombreux auteurs aussi bien pour le lait de vaches (MUNRO et al, 1984 ; GRANDISON et FORD, 1984 et BARBANO et al, 1991), pour le lait de chèvre (GALINA et al, 1996) que pour celui de la brebis (PIRISI et al, 1996 et 2000a).

Les laits présentant une concentration de cellules somatiques élevée coagulent lentement, se raffermissent et s'égouttent mal. Ils sont à l'origine d'une diminution du rendement due à des pertes des protéines et de la matière grasse dans le lactosérum. La teneur en eau des fromages correspondant est augmentée ainsi que le processus de la protéolyse (GRANDISON et FORD, 1986 ; O'FARRELL et al, 2002).

Les auteurs ayant réalisé des fromages à partir des laits avec des concentrations de cellules somatiques élevées ont observé une augmentation de la teneur en eau du fromage résultant d'un mauvais égouttage du caillé modifiant ainsi la texture du fromage (POLITIS et Ng-KWAI-HANG, 1988b).

MUNRO et al. (1984), rapportent une dépréciation de la flaveur des fromages. La concentration de cellules somatiques élevée est uniquement associée à un défaut du goût lié à la lipolyse avec une rancidité prononcée (AULDIS et al .1996) ou à la protéolyse. Cette dernière se manifeste par un goût amer du fromage (COONEY et al, 2000).

GRANDISON et al. (1984) ont mis en évidence la liaison positive entre la concentration de cellules somatiques et l'intensité des flaveurs totales.

5.2.2. Le stade physiologique

Le stade physiologique de l'animal est un facteur majeur de variation des différents constituants du lait. Parmi ces constituants, COULON et al (1991) et DUPONT et al, (1998) citent la teneur et la composition de la matière grasse, la teneur en protéine, la teneur en minéraux et en enzymes tels les plasmines. En effet, BENSLIMANE et al, (1990) ont rapporté l'augmentation de l'activité des plasmines en fin de lactation.

Le stade physiologique est donc à l'origine de la modification de la coagulation du lait et du rendement fromager (MARTIN et al., 1995 et COULON et al., 1998).

Dans les zones où la production est saisonnière, les fromages produits lorsque les animaux sont en fin de lactation sont fréquemment décrits comme étant plus humides. Ces fromages se protéolysent plus rapidement avec une texture moins ferme et moins élastique et des défauts du goût prononcés (O'KEEFFE, 1984 ; LUCEY et al, 1992 et LUCEY, 1996).

Dans ces études, l'effet attribué au stade de lactation était confondu avec celui de la saison, et de l'alimentation ou de la numération cellulaire.

KEFFORD et al., (1995) et AULDIST et al., (1996) concluent que dépréciation de la qualité des fromages est observée en fin de lactation et qu'elle est très largement limitée lorsque l'alimentation et la numération cellulaire sont bien maîtrisées.

En conditions contrôlées de production du lait et de fromage « Saint Nectaire », COULON et ses collaborateurs (1998) ont quantifié l'effet propre du stade de lactation. Ces auteurs ont ciblé des vaches dont l'âge de lactation varie de 15 à 298 jours (Tableau 4). Selon ces auteurs, les fromages réalisés à partir de lait de vache en début de lactation étaient plus jaunes que les autres avec un rapport **gras/sec** faible. Les fromages réalisés à partir de lait de vache en fin de lactation étaient plus fondants, moins fermes, plus acides que ceux réalisés au début ou au milieu de la lactation.

Ces écarts sont probablement liés à la protéolyse plus intense dans les fromages en fin de lactation. Si ces écarts sont importants, ils ne sont, cependant, sensibles qu'en toute fin de lactation.

En pratique, ce facteur n'aura une conséquence que dans des conditions particulières de conduites des vêlages des animaux.

TABLEAU 4: Effet de stade physiologique sur les caractéristiques des fromages : cas du « Saint-nectaire » (COULON et al, 1998).

Stade Paramètre	Début	Milieu	fin	différence
Jour de lactation	15-45	150-230	300	**
Rendement ¹	13.8	14.1	15.5	**
pH	5.48	5.47	5.67	**
Gras/sec	50.0	52.8	53.0	**

¹ : kg du caillé obtenu à partir de 100kg du lait

** : $p < 0.01$

5.3. La fréquence de la traite

La monotraite des vaches peut être à l'origine de la diminution de la production laitière de 20 à 30%, d'augmentation de taux butyreux de 2.8 g/kg et d'augmentation du taux protéique de 1.5 g/kg (REMOND et POMIES, 2004).

Dans un essai de fabrication du « Cantal » en conditions expérimentales, les modifications de la composition chimique du lait n'ont été accompagnées d'aucune modification significative des caractéristiques du fromage correspondant (POMIES et al, 2003).

5.4. Effet des facteurs alimentaires

Jusqu'à présent, Les travaux portant sur l'impact de l'alimentation sur la qualité des produits laitiers ont surtout porté sur les teneurs des protéines et de la matière grasse. (SUTTON, 1989 et COULON et REMOND 1991).

Les variations de ces teneurs peuvent avoir des conséquences sur le rendement fromager (VERDIER-METZ et al, 2001) et sur la qualité organoleptique avec en particulier la texture (MARTIN et al 1997).

La nature de l'alimentation peut influencer la couleur du lait. En effet, un régime à base de carottes, ou de fourrages verts de bonne qualité ainsi que certains tourteaux donnent une couleur jaunâtre au lait.

Des observations ont été faites en comparant des fromages obtenus avec du lait de vache nourries exclusivement avec de l'ensilage du maïs ou avec des rations à base de l'herbe distribué sous forme de foin (VERDIER et al, 1995) ou d'ensilage (HOUSSIN et al, 2002).

Comparativement à l'herbe, quel que soit le mode de conservation, le maïs conduit à des fromages plus blancs légèrement plus fermes et globalement moins appréciés par les dégustateurs.

Les observations réalisées, en exploitations, par TORSO et STEPHANON (2001) ont confirmé les résultats précédemment avancés, puisque des résultats expérimentaux comparant des fromages « MONTASIO » fabriqués à partir de lait provenant de groupe des exploitations utilisant ou non de l'ensilage de maïs, ces observations ont démontrés qu'après l'affinage des fromages réalisés du lait des exploitations sans ensilage étaient préférés aux autres.

Certains défauts spécifiques peuvent être observés avec des ensilages mal conservés (URBACH, 1990), (FORSSE, 1992).

TABLEAU 5 : Effet du fourrage ensilé sur les caractéristiques chimiques du lait et le rendement fromager (VERDIER-METZ et al, 1998)

Ration Paramètre	Ensilage d'herbe	foin
Lait (g /kg):		
Taux butyreux	35.3	36.3
Taux protéique	33.6	33.5
Fromage :		
EST %	54.6	54.8
Gras/Sec	52.3	52.0

Les résultats (tableau 5) d'un essai où l'herbe d'une même parcelle a été récoltée le même jour et conservée soit sous forme d'ensilage avec l'adjonction d'un conservateur acide, soit sous forme du foin (séché en grange), dans les deux cas, la conservation été excellente et les apports nutritifs ont été calculés pour être équivalentes. Les fromages correspondants n'ont pas montré des différences dans leurs caractéristiques chimiques. Ces résultats ont été confirmés une année plus tard avec les observations en ferme par AGABRIEL et al, (1999). Cet auteur montre aussi que, lorsque la conservation du fourrage est correctement réalisée et que les rations correspondant sont correctement élaborées, le mode de conservation au sens strict n'a aucun effet.

CHAPITRE II :

Première partie : Généralités sur La Technologie Fromagère :

◆ 1. Définition du fromage

Au plan technologique, le fromage est de la caséine plus ou moins débarrassée des autres constituants du lait et plus ou moins transformée.

«Le fromage est le produit frais ou affiné, solide ou semi-solide, dans lequel le rapport protéines de lactosérum/caséine n'excède pas celui du lait, obtenu.

- Par coagulation du lait, lait écrémé, lait partiellement écrémé, crème de lactosérum ou babeurre, seul ou en combinaison, grâce à l'action de la présure ou d'autres agents coagulants appropriés, et par égouttage partiel du lactosérum résultant de cette coagulation;
- Par l'emploi de techniques de fabrication entraînant la coagulation du lait et/ou des matières obtenues à partir de lait, présentant des caractères physiques, chimiques et organoleptiques similaires à ceux du produit défini plus haut.» (FAO/OMS n° A-6 (1978), modifiée en (1990)).

Selon cette même norme:

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

◆ 2. Principes généraux de fabrication

Le fromage est le produit obtenu par coagulation du lait suivie d'un égouttage du coagulum. Il est essentiellement constitué d'un gel de caséine retenant les globules gras et une partie plus ou moins importante de la phase aqueuse du lait.

La fabrication du fromage comprend quatre étapes:

- * *Coagulation ou formation du gel ou coagulum;*
- * *Egouttage ou déshydratation du gel aboutissant à un caillé;*
- * *Salage.*
- * *Affinage ou digestion enzymatique du caillé.*

La première étape est généralement précédée d'une phase préalable de préparation du lait.

Les deux dernières étapes n'existent pas dans le cas des «*fromages frais*» consommés après égouttage (ALAISE, 1975).

2.1. la production du caillé (coagulation et fermentation)

La coagulation du caillé est une des opérations les plus importantes de la fabrication des fromages. Elle correspond à une déstabilisation de l'état micellaire originel de la caséine (Michel Mahaut, 2000).

En fromagerie, la déstabilisation est réalisée soit par voie fermentaire à l'aide de bactéries lactiques, soit par voie enzymatique à l'aide d'enzymes coagulantes, en particulier la présure (FAO/OMS n° A-6 (1978, modifiée en 1990).

2.1.1. Coagulation naturelle ou lactique

C'est la coagulation. Elle se produit spontanément lorsqu'on abandonne, à lui-même, un lait sain récolté proprement ou en rajoutant les ferments lactiques qui transforment le lactose en acide lactique dont la présence produit la coagulation de la caséine (ALAISE, 1984).

Le lait coagule dès que le pH atteint des valeurs inférieures à 4,6. 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, une déminéralisation progressive des micelles se produit. Les micelles se désintègrent en sous unités (FAO/OMS n° A-6 (1978), modifiée en 1990).

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. Ce dernier emprisonne le lactosérum et occupe entièrement le volume du lait. Au cours de la déminéralisation du complexe

phosphocacéinate de calcium, le calcium colloïdal migre dans le sérum (FAO/OMS n° A-6 (1978, modifiée en 1990).

2.1.2. Coagulation artificielle par voie enzymatique ::

Diverses enzymes protéolytiques ont la propriété de coaguler le lait. Elles sont soit d'origine animale (présure, pepsine), soit d'origine végétale (broméline, ficine), soit d'origine microbienne (enzymes de certaines moisissures tel le *Mucor* ou de bactéries).

La plus ancienne et la plus employée des enzymes utilisées en fromagerie est la présure. Néanmoins, d'autres enzymes le sont aussi, telle la pepsine. La présure est constituée d'un mélange de chymosine (80%) et de pepsine (20%). La présure est sécrétée dans la caillette des jeunes ruminants nourris au lait (FAO/OMS, 1978, modifiée en 1990).

Outre son activité coagulante et spécifique sur la caséine, la chymosine a une activité de protéolyse générale pouvant se manifester sur toutes les protéines.

La coagulation du lait par les enzymes comprend trois phases :

- 1- Phase enzymatique.
- 2- Phase d'agrégation des micelles déstabilisées.
- 3- Phase de réticulation.

(Michel Mahaut, 2000).

1- Phase enzymatique

La phase primaire déclenche la coagulation par hydrolyse de la caséine κ . On a une libération des Caséines Macro Peptides hydrophiles (CMP). La caséine κ se trouve sous 07 fractions qui se distinguent entre elles par leur taux de glycosylation et jouent un rôle dans la stabilité de la micelle. On les retrouve, après hydrolyse, dans le lactosérum.

2-Phase secondaire

Cette phase correspond à la coagulation proprement dite. Elle commence lorsque le CMP se détache de la caséine κ et la micelle perd son caractère hydrophile. Cette action se passe à pH 6.6 où 85% de la caséine κ est hydrolysée. On a une diminution du degré d'hydratation des CMP ainsi que leur potentiel de surface. Des liaisons hydrophobes et électrostatiques s'établissent alors entre les micelles modifiées entraînant ainsi la formation du gel.

3- Phase tertiaire :

Les micelles agrégées subissent de profondes réorganisations par la mise en place des liaisons phosphocalciques et peut être des ponts disulfures entre les para caséines.

Les mécanismes survenant au cours des phases 2 et 3 sont assez complexes et encore mal connus. Un certain nombre de facteurs influent sur la coagulation tels la concentration des

enzymes, la température, le pH, la teneur en calcium, la composition en caséine et le traitement préalable de lait.

La texture du gel varie selon la méthode utilisée. Le gel obtenu par action de la présure est presque uniforme tandis que l'action des ferments lactiques produit un coagulum friable et spongieux.

2.1.3. Coagulation mixte

La coagulation mixte est une coagulation mi-naturelle, mi-artificielle, ou mi-lactique, mi-présure ; c'est-à-dire une coagulation dans laquelle les ferments lactiques agissent en même temps que la présure.

Cette coagulation est utilisée seulement pour la fabrication des fromages frais nécessitant une coagulation très lente, exemple : Petits-suisse et Gournay.

Le choix effectué et qui apparaît dans les protocoles opératoires est fonction de la texture que l'on souhaite obtenir (Michel Mahaut, 2000).

2.2. L'Égouttage du caillé

Cette étape consiste en l'élimination plus en moins grande du lactosérum enchâssé dans les mailles du gel. L'égouttage peut être lent si l'on veut obtenir des pattes molles, ou accéléré par divers procédés si l'on cherche à obtenir des pâtes fermes (pressées ou non, cuites ou non).

Le gel formé par acidification ou par action de la présure est dans un état physique instable. Plus ou moins rapidement selon la nature du coagulum, la phase dispersante se sépare spontanément du coagulum sous forme de lactosérum. Ainsi, en observant un gel au repos, on voit spontanément sourdre à sa surface de fines gouttelettes qui grossissent, se rejoignent en traînées festonnées et forment un film liquide. En même temps, le gel se décolle des parois du récipient et diminue de volume.

L'égouttage est le résultat de deux phénomènes physiques différents (FAO/OMS, (1978):

- Un phénomène actif, la synérèse, qui est dû à la contraction du gel. IL est particulièrement important dans les coagulums présurés.
- Un phénomène passif, résultant de l'aptitude du coagulum à laisser s'écouler le lactosérum occlus. Cette exsudation spontanée du sérum, lisse à la perméabilité du coagulum, est une des caractéristiques des gels lactiques.

La séparation du lactosérum s'accompagne d'une ségrégation des différents composants originels du lait. La plus grande partie de l'eau et du lactose ainsi qu'une petite fraction de la matière grasse et des

protéines sont éliminées par le sérum. La plus grande partie des protéines et de la matière grasse est retenue par le coagulum, dont l'extrait sec croît progressivement à mesure de l'élimination du sérum (FAO/OMS, (1978).

N.B : Les fromages frais sont des caillés consommés tel quels ou après addition de stabilisateurs ou d'agents de sapidité.

a)égouttage du gel lactique

Lorsqu'on abandonne un caillé lactique à lui-même, l'égouttage se produit spontanément mais non complètement. L'égouttage spontané d'un gel lactique est lent et conduit à un caillé présentant des teneurs peu élevées en matières sèches et déminéralisées.

Le réseau peu réticulé ne subit qu'une faible contraction. Ces caillés ne peuvent pas supporter de fortes actions mécaniques. Cependant certains procédés sont réalisables

(Égouttage en sac, filtre belge, centrifugation, ultrafiltration).

Il est favorisé par une élévation de température qui intensifie le développement des ferments lactiques.

b) Caillé présure

Le gel présure présente une cohésion, une élasticité et une porosité fortes, mais une faible perméabilité. A partir d'une certaine dose de présure, le caillé ne s'égoutte pas spontanément. Pour favoriser l'évacuation du sérum, il faut pratiquer un certain nombre d'opérations comme le découpage ou le brassage ou bien le tranchage. Un caillé découpé s'égoutte plus vite puisqu'on a produit dans sa masse une sorte de drainage qui permet l'écoulement du sérum.

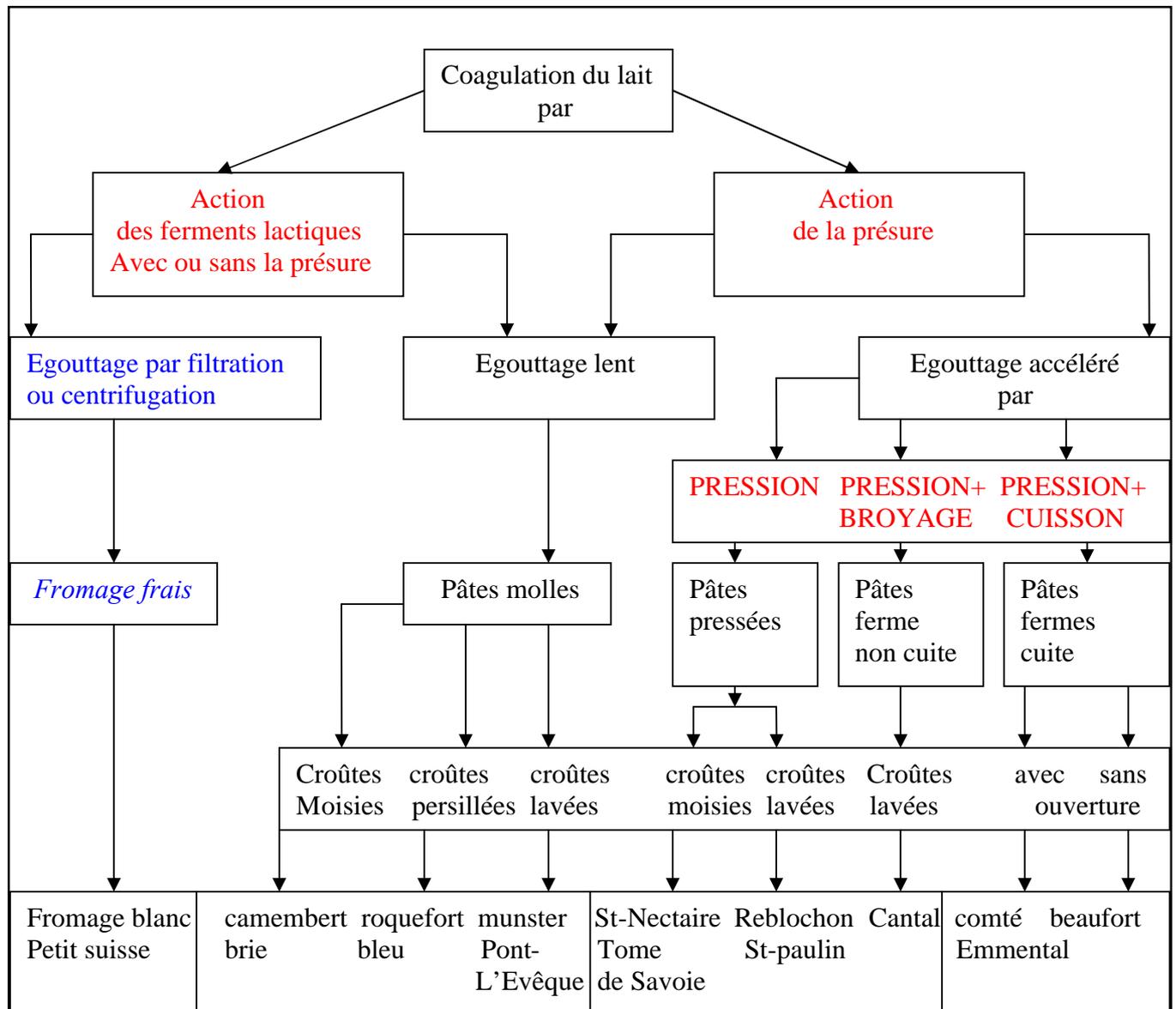
Ces traitements seront d'autant plus intenses que l'extrait sec recherché dans le caillé et plus tard dans le fromage sera plus élevé.

c) Caillé mixte

L'égouttage du caillé mixte présentant à la fois les caractéristiques du caillé lactique et du caillé présure, s'effectue moins spontanément que celui du caillé uniquement lactique, mais plus facilement que le caillé présure. Dans ce cas, on favorise l'écoulement du sérum par une élévation de la température.

Les phases d'égouttage et d'acidification ont une place importante dans le mode d'obtention des caillés. Elles régulent deux facteurs importants qui sont l'humidité du fromage dégraisé (HFD) et le PH. Ces deux facteurs sont importants pour les étapes ultérieures (Michel Mahaut, 2000).

FIGURE N°1 : Procédés de fabrication des principaux types de fromages (FAO/OMS, (1978) modifiée en 1990).



3.3. Salage

Il a un triple rôle (Michel Mahaut, 2000):

- 1-Il complète l'égouttage et contribue à la formation de la croûte.
- 2-Il règle l'activité de l'eau (A_w) du fromage et par là favorise, freine ou oriente le développement des micro-organismes et les activités enzymatiques au cours de l'affinage.
- 3- Il relève la saveur du fromage et masque ou exalte le goût de certaines substances formées au cours de l'affinage.

3.4. L'affinage du caillé

Cette étape correspond à une digestion enzymatique des constituants du caillé. Exception faite au coagulum consommé à l'état frais, le caillé subit un affinage (ou maturation). Dans ce cas, l'affinage modifie la composition, la valeur nutritive, la digestibilité et les caractères organoleptiques (aspect, consistance, saveur, odeur) du caillé.

L'affinage correspond à un ensemble de dégradations enzymatiques, simultanées et successives, du substrat préparé par la coagulation et l'égouttage. Il est dominé par plusieurs phénomènes biochimiques dont les plus importants sont la fermentation du lactose, la dégradation enzymatique des protéines et l'hydrolyse de la matière grasse. Les protéines sont hydrolysées en éléments de plus en plus simples: polypeptides, peptides, acides aminés, ammoniac. Ces derniers éléments conduisent à une augmentation de la sapidité. La dégradation de la matière grasse est surtout tangible dans le cas des fromages à pâte persillée.

Les triglycérides sont hydrolysés en acides gras et glycérol. Ces derniers seront transformés en résidus aromatiques plus sapides (aldéhydes, cétones). (Michel Mahaut, 2000).

◆ Technologie des principaux types de fromage

Fromages issus de coagulation lactique

Il s'agit des fromages frais ou des fromages à pâte fraîche. La coagulation a un caractère acide prédominant. Elle est obtenue par un ensemencement du lait avec des bactéries lactiques mésophiles à la dose de 1 à 3 % et à la température de 18 à 25 °C. Elle est complétée par une faible addition de présure (de 1 à 5 ml de présure au 1/10 000 pour 100 litres) seulement destinée à donner une légère contractilité au caillé.

Le processus de coagulation est essentiellement tributaire de la vitesse d'acidification. Le temps de floculation varie de 6 à 15 heures. Le temps de tranchage ou de coagulation totale est de l'ordre de 16 à 48 heures. En fin de coagulation, l'acidité du sérum est élevée (de 65 à 100 °Dornic) et le pH bas (4 à 4,5). Le coagulum est ferme, friable, perméable. Son aptitude à l'égouttage est faible. La matière sèche dégraissée finale est toujours inférieure à 30% et varie le plus souvent entre 12 et 22 %.

L'égouttage spontané est lent et incomplet. Aussi, en pratique, il est nécessaire, pour obtenir un fromage suffisamment goutté dans des délais acceptables, d'exercer une action mécanique limitée sur le coagulum (Michel Mahaut, 2000).

Dans les procédés traditionnels, cette action consiste en un découpage sommaire associé à un léger brassage et à un pressage réalisé lors de la mise en sacs du caillé et du retournement de ceux-ci.

Dans ces conditions, l'égouttage reste néanmoins long (de 24 à 48 heures).

La centrifugation permet de réaliser l'égouttage de façon presque instantanée. Afin de rendre le caillé moins friable et éviter des pertes excessives de matière sèche dans le sérum, on accentue légèrement le caractère présure du coagulum par des doses de présure et des températures de coagulation un peu plus élevées.

La pâte obtenue en fin d'égouttage se caractérise par une forte humidité, un pH bas (4 à 4,2) qui lui confère son goût acidulé et une faible minéralisation (0,1 % de calcium, 0,2 % de phosphore).

Elle contient encore, sous forme d'acide lactique, environ 25 % du lactose du lait.

La teneur en eau élevée et le faible degré de minéralisation entraînent un manque de tenue et de cohésion du fromage. Ce fromage se présente généralement sous forme d'une pâte conditionné dans des récipients rigides et étanches. La consommation s'effectue sans affinage dès la fin de l'égouttage après incorporation éventuelle de crème, de sel, de sucre, d'épices.

Fromages issus de coagulation mixte

La coagulation est réalisée par action conjointe de la présure et de l'acide lactique. Cependant, la formation du coagulum se fait généralement sous l'action dominante de la présure. Le fromage acquiert des caractères lactiques. Selon les pâtes, les doses de la présure au 1/10 000 varient de 15 à 25 ml pour 100 litres. Celles des levains lactiques varient de 1 à 3 litres pour 100 litres et la température de coagulation varie de 28 à 32 °C.

Avec les doses de la présure, les doses de levains et la température voulue, nous pouvons obtenir un caillé avec une bonne perméabilité et une bonne aptitude à l'égouttage spontané. Cet égouttage spontané est du au fait de l'acidification.

Les caillés (la pâte) obtenus ont une teneur en matière sèche comprise entre 42 et 55%, un degré de minéralisation limité (0,2-0,3 % de Calcium), un pH bas (4,2-4,5). L'affinage est de durée variable, mais toujours assez courte (de 10 jours à 2 mois).

Fromages issus de coagulation par la présure

Ce sont les fromages à pâte pressée. Ils se caractérisent par une coagulation à caractère présure dominant, obtenue par l'utilisation de doses élevées de présure (de 25 à 40 ml de présure au 1/10 000 pour 100 litres de lait) dans des conditions de température favorables à l'action de l'enzyme (de 32 à 40 °C). Le caractère lactique reste très limité par la mise en œuvre de lait fraisensemencé avec de faibles doses de ferments acidifiants (de 0,5 à 1 litre pour 100 litres de lait). Le temps de floculation est court (de 10 à 30 minutes). Dans ce type de caillé, le calcium et le phosphore restent intégrés dans la «charpente» de phosphoparacaséinate de calcium, de sorte que le caillé présente un degré de minéralisation élevé (Ca = 0,6 à 1,2 pour 100 g; P = 0,3 à 0,8 pour 100 g). Le caillé est, de ce fait, souple, peu friable et apte à l'égouttage mécanique.

L'égouttage est rapide et prononcé. La teneur élevée en matières sèches (de 45 à 70%) est obtenue par la mise en œuvre de plusieurs traitements physiques (tranchage, brassage, lavage, chauffage, pressage) permettant de rompre énergiquement l'imperméabilité du gel. Pour être efficaces, ces traitements doivent être accompagnés d'une acidification très modérée et bien contrôlée du caillé. En déminéralisant partiellement le complexe de phosphoparacaséinate de calcium l'acidification va rendre le caillé perméable tout en permettant l'obtention de fromage très minéralisé. Ce fromage aura une forte cohésion et peut être de gros format. En fin d'égouttage le pH est voisin de 5-5,2. La quasi-totalité du sérum est éliminée au cours du travail en cuve (généralement en moins de 2 heures). Le pressage final en moules sert beaucoup plus à former le fromage qu'à l'égoutter.

L'affinage débute par la neutralisation de la pâte. Celle-ci se fait essentiellement par l'intermédiaire du calcium. Dans certains fromages, l'affinage est complété par le développement contrôlé en surface de moisissures et d'une flore neutralisante productrice d'ammoniac. La protéolyse qui suit se fait par voie enzymatique: présure et principalement protéases bactériennes. Dans les pâtes de type Emmental, se développe la fermentation propionique qui, par production de gaz, est responsable de l'ouverture (formation de trous) La fermentation contribue au développement de la saveur. La durée de l'affinage est longue (de 3 semaines à 9 mois). Elle varie dans le même sens que la matière sèche.

Deuxième partie : Fromage Frais

L'appellation « fromage frais » évoque chez le consommateur la notion d'un fromage non affiné, d'assez courte durée de vie et conservé à une basse température. Ce type de fromage constitue une part importante de l'utilisation fromagère du lait.

La législation française les classe en trois catégories : (Michel Mahaut, 2000)

- Les fromages blanc moulés.
- Les fromages frais obtenus par égouttage lent.
- Les fromages frais obtenus par égouttage rapide.

*** ACCIDENTS EN FROMAGERIES ET DEFAUTS DES FROMAGES.**

Les fromagers doivent faire face à des risques d'accident qui se traduisent par des défauts sur le produit fini.

Ces défauts peuvent être classés en deux catégories :

- 1- Défauts de coagulation et d'égouttage ;
- 2- Défauts d'affinage (ne concernent pas les fromages frais).

5.1. Défauts de coagulation et d'égouttage

Le Lait, renferme d'une part, un certain nombre de facteurs naturels inhibiteurs (Immunoglobuline, lactoperoxydase, lysozyme, lactoferrine, acides gras libres, leucocytes, etc.) et d'autre part des stimulateurs tels les facteurs de croissance, vitamines du groupe B, acides aminés, bases azotées, peptone).

L'application du traitement thermique peut détruire simultanément les inhibiteurs et certains facteurs de croissance présents naturellement mais aussi générer d'autres facteurs de croissance tel l'acide formique.

Certains facteurs exogènes au lait tels les bactériophages, les antibiotiques et les résidus chimiques peuvent être à l'origine d'une inhibition de la flore lactique.

Selon sa composition physicochimique et bactériologique ou selon le traitement technologique qu'il a subi, le lait pourrait présenter des défauts de coagulation. Ceci se fait par allongement du temps de prise par diminution du temps de raffermissement. Nous obtenons la formation d'un gel mou avec diminution du rendement fromager.

5.2. Défauts d'affinage

Les défauts rencontrés au cours de l'affinage sont classés en trois catégories : (Michel Mahaut, 2000)

- Défauts de texture et gonflement ;
- Défauts d'aspect et de croûtage.
- Défauts de saveur et d'arôme.

5.2.1. Défauts de texture et gonflement

Ces défauts peuvent avoir des origines technologiques (pâte sèche, coulante, sans ouverture ou trop ouverte) ou des origines microbiologiques (gonflement précoce ou tardifs).

5.2.2.: Défauts d'aspect et de croûtage

Ils peuvent être d'origine fongique à la surface des fromages « bleu », « peau de crapaud », ou d'origine bactérienne aussi bien à la surface qu'à l'intérieur de la pâte : chancre, tâches orangées, rosées, crèmes, brunâtres, blanchâtres, rouges des tablards.

5.2.3. Défauts de saveurs et d'arome

5.2.3.1. Défauts de saveur et d'amertume

C'est un défaut fréquent, rencontré dans les fromages de type pâte pressée bleu et pâte molle. Ce sont les caséines et surtout la caséine β qui sont à l'origine des peptides amers. Les agents responsables sont variés : la présure résiduelle, les plasmines, les pénicilliums, les germes psychotropes,

Exemple : goût de rance qui apparaît suite à une lipolyse excessive donnant naissance à une quantité élevée d'acides gras libres à chaînes courtes et moyennes. Les agents incriminés sont certains pénicilliums, les bactéries psychrotrophes, les lipases naturelles et celles d'origine microbienne.

5.2.3.2. Autres défauts de saveurs

De nombreuses odeurs peuvent ressenties, telles celle des crucifères, celles de la pomme de terre, celles qui proviendraient de certains acides aminés, et d'odeurs de champignons. Les principaux défauts du goût proviennent des défauts de saveur des laits de fabrication (LA VARGNE, 1974) :

- Goût de vache ou d'étable.
- Saveur salée (laits mammiteux, colostraux).
- Saveurs putrides, amères (protéolyse prononcée).
- Saveur rance, goût piquant (lipolyse exagérée).

Etude
Expérimentale

INTRODUCTION

Les caractéristiques de fromage frais dépendent en partie des caractéristiques chimiques, physiques et bactériologiques des laits mis en fabrication (REMEUF F., 1991).

Ces caractéristiques revêtent une importance particulière, d'autant plus forte que les fromages sont fabriqués à partir de petite quantité des laits issus de quelques troupeaux ou d'un seul dans le cas des produits fermiers (AGABRIEL C. *and Co.*, 1999).

Dans notre étude, nous nous sommes intéressés à la fabrication de fromage frais à partir des laits individuels provenant d'un seul troupeau. Nous nous sommes intéressés à deux exploitations dans deux régions différentes. Ces exploitations sont constituées de trois races de vaches importées reconnues pour leur potentiel laitier. Il s'agit de la **Prim'Holstein, de la Montbéliarde et de la Fleckvieh** dans les deux exploitations et nous nous sommes intéressés à la **race Locale** présente à l'exploitation de *LARBAA*.

Notre objectif est scindé en deux parties :

- 1- **Caractériser et Comparer** quelques caractères chimiques du lait cru et du caillé correspondant des trois races étudiées (Prim holstein, Montbéliarde, Fleckvieh) dans les deux exploitations et la race locale présente à l'exploitation de *LARBAA*.
- 2- **Essayer d'apprécier** les taux de récupération dans le caillé de quelques paramètres chimiques (matière grasse, matière sèche, cendres).

Quelques Caractéristiques des races de vaches étudiées.

La Prim'Holstein

C'est une race pie noire française à taches blanches et noires bien délimitées. Certaines sont dites « pie rouge » (on parle alors de red holstein). Les muqueuses sont claires et les cornes en croissant court, quand elles ne sont pas coupées.

La Prim'Holstein est de grande taille. La hauteur au garrot est en moyenne de 1,45 m. chez les femelles et 1,65 m chez les mâles. Le poids moyen est respectivement de 600 kg et 900 kg.



Photo (source wikipedia)

Avec une bonne conformation de la mamelle et une grande efficacité de transformation de fourrage riche type maïs, elle est la race laitière française par excellence. La production atteint en moyenne 9 100 kg par lactation . Elle peut dépasser 11 000 kg, avec un taux butyreux de 4,07 % et un taux de protéines de 3,33 %. Son succès est dû à sa croissance rapide et à sa grande adaptabilité à l'élevage intensif.

A elle seule, elle assure 80 % de la collecte nationale de lait destiné à l'industrie laitière de France, tels les yaourts et le lait en bouteille. Elle est peu adaptée à la fabrication de fromage de par la composition de son lait (moins riche en caséines nécessaires à la fabrication de

fromages). Aussi, on lui préfère souvent d'autres races pour l'élaboration de fromages de caractère (Normande, Montbéliarde, Abondance...).

Les vaches de réforme sont, en revanche, peu recherchées en boucherie. Elles alimentent principalement le marché de la grande distribution. Elles sont souvent croisées avec d'autres races pour améliorer le rendement en viandes.

La Montbéliarde

C'est une race pie rouge française aux taches bien délimitées. La tête, le ventre, les membres et la queue sont blancs. Les muqueuses sont claires. Les cornes, en croissant, sont courtes,.

C'est une race de grande taille. (1,46 m de hauteur au sacrum). Les femelles pèsent, en moyenne, 700 kg.

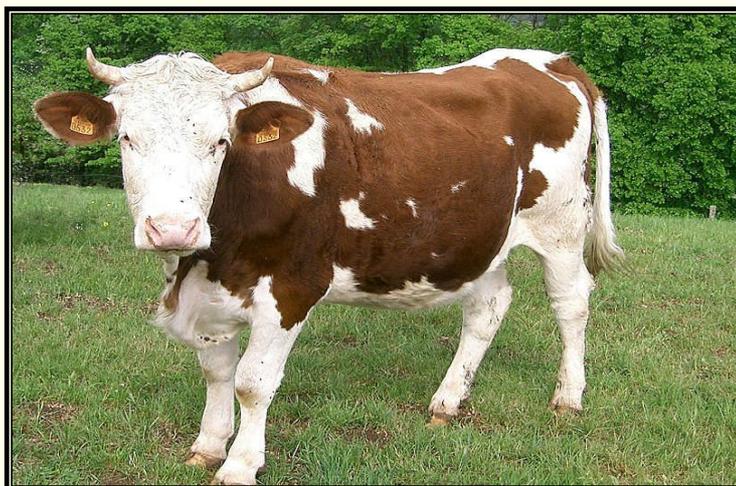


Photo (source wikipedia)

C'est une race classée mixte, à tendance laitière. Elle produit 7600 kg par lactation. Son lait est riche en matière sèche. Il est à la base de la fabrication de nombreux fromages A.O.C : comté, reblochon, morbier, Mont d'Or, abondance, bleu de Gex, bleu du Vercors, sassenage et cantal...

C'est la principale race utilisée par les A.O.C fromagères françaises.

C'est une race qui a également une bonne conformation pour la boucherie et dont la viande est réputée savoureuse et peu grasse. Les taurillons sont recherchés pour leur croissance rapide.

La Montbéliarde est souvent croisée avec des races bouchères, donnant des jeunes lourds et savoureux à la descente d'alpage.

Cette race est appréciée pour ses qualités d'élevage : fertilité, longévité, capacité à valoriser des fourrages grossiers et résistance aux maladies (particulièrement aux mammites). Vache de montagne, elle supporte bien le plein air intégral en alpage et est une bonne marcheuse. Ses onglons sont durs lui permettant de supporter la stabulation sur aire bétonnée en élevage intensif. C'est une race universelle.

La Fleckvieh

C'est une race mixte d'origine allemande.

Elle porte une robe pie rouge, avec les membres et la tête blancs. Les taches sont bien délimitées et peuvent varier du froment foncé au rouge presque acajou.

C'est une race de grande taille. La vache mesure 142 cm de haut et 750 kg de poids. Le taureau mesure 155 cm de haut et 1200 kg de poids.



Photo (source wikipedia)

C'est une race mixte. Elle produit 5000 kg de lait par lactation. Son lait sert, en particulier, à la production fromagère. Il contient 4% de matières grasses et 3,4 % de taux protéique. Ses mamelles sont bien adaptées à la traite mécanique. Grâce à son aptitude à la marche et à sa résistance aux amplitudes de températures, elle est bien conformée pour la conduite en alpage. De part sa musculature puissante, cette race est une bonne productrice de viande. Elle a la plus belle carrure du rameau des pies rouges des montagnes. Elle a été exportée aux États-Unis pour former une population apte à la production de viande en zone montagneuse.

Race Locale (Brune de l'Atlas)



Photo personnelle

L'origine de la race locale n'est pas bien établie. Pour certains, c'est une variété du type brun de l'Afrique du Nord établi dans la région depuis la haute antiquité (Anonyme, 1962). Pour d'autres auteurs, elle est le résidu de l'ancienne berbère et semble provenir des races trouvés le long de la chaîne des montagnes du Maghreb depuis au moins le temps des romains (Payne, 1970).

La Brune de l'Atlas est une vache qui peuple les steppes et les montagnes maghrébines depuis l'époque berbère e telle est probablement d'origine ibérique. C'est une vache à aptitude mixte (lait et viande), elle présente une petite taille pesant entre 250 et 350 kg. La robe est souvent rouge brunâtre. A l'origine ces bovins étaient utilisés comme des animaux de trait et fournissaient accessoirement de la viande, du lait et du fumier. L'avènement de la mécanisation a principalement orienté ces animaux pour la production de veau dont la viande est fortement prisée.

Sa petite taille lui permet de vivre dans des régions arides. Elle est capable de vivre de peu et de valoriser des végétaux inutiles pour l'homme. En outre, son aptitude à reconstituer rapidement ses réserves durant le printemps, ses facilités d'élevage et ses excellentes qualités maternelles permettent d'assurer la croissance du veau dans les conditions les plus rudes.

Matériel & Méthodes

MATERIEL ET METHODES

1. Matériel

- Bain Marie.
- Balance de précision.
- Becher.
- Butyromètre (Van Gulik).
- Capsules en porcelaine.
- Centrifugeuse GERBER.
- Congélateur
- Distillateur.
- Dessiccateur.
- Ekomilk ultra[®].
- Eprouvettes en plastique.
- Erlenmeyers.
- Etuve.
- Four.
- Minéralisateur.
- Matras de Djeldahl.
- pH mètre de paillasse.
- Pipettes graduées.
- Réfrigérateur.
- Thermomètre.

2. Méthodes

Les analyses portent sur les échantillons des **laits individuels** et du **caillé** correspondant en fin d'égouttage.

Elles comprennent la détermination de l'extrait sec total (E.S.T), la matière grasse(MG) et les cendres dans ces deux matrices ainsi que les protéines totales pour le lait (PRO) et la matière azotée totale (M.A.T) pour le caillé.

Ces analyses sont réalisées en trois répétitions sur chaque échantillon de *lait frais* (par **EKOMILK**) et en double dans le cas du *caillé* (*par les méthodes classiques*).

P.S : Nous étions limités concernant les techniques à utiliser et les paramètres à étudier.

*Présentation de l'appareil utilisé EKOMILK ULTRA (analyseur de lait MILKANA KAM 98-2A)

C'est un appareil commode, portable utilisant des petites quantités de lait d'environ 25 cm³ pour chaque analyse.

Il permet d'avoir des résultats fiables, ses résultats ont été exploités et discutés avec des chiffres obtenus par les méthodes classiques dans plusieurs études, nous citons à titre d'exemple : (BOUDJNAH A., 2008), (ABDELLAOUI L., 2009).

Le principe de son fonctionnement est basé sur les ondes ultrasonores L'appareil dispose d'un émetteur qui émet des ondes d'une longueur connue qui vont être réfléchies par les différentes molécules du lait sous formes d'ondes avec des longueurs différentes.

Ces ondes seront interceptées par un détecteur et seront interprétées et par la suite chiffrées sur le tableau d'affichage. Les résultats affichés sur l'écran sont traités par un programme MILKPATA 2001-version 1.3 (CD).

L'appareil permet de chiffrer plusieurs paramètres pour chaque analyse effectuée ; à savoir :

- Protéines totales (%).
- Extrait sec dégraissé (%).
- Densité.
- Taux butyreux (%).
- Point cryoscopique (°C).
- Température du lait (°C).
- Conductibilité (MS/ CM à 18 °C).

L'analyseur de lait EKOMILK utilise une électrode pH combinée compatible avec la plupart des électrodes pH avec un connecteur BNC et un potentiel zéro pour pH=7.

*** Utilisation de l'appareil pour l'analyse des échantillons**

L'appareil est doté d'une petite tasse en plastique qu'on doit remplir suffisamment. Cette tasse est placée à l'endroit de prise de la mesure. Le tube d'admission doit être plongé dans l'échantillon. La tasse est accrochée à sa position de prise grâce à la goupille en plastique placée à son bord inférieur.

Une autre tasse est remplie du même lait et est placée à l'endroit de mesure du pH. On plonge l'électrode du pH et la sonde thermique dans la tasse.

Avant de placer les deux tasses, le lait doit être remué pour obtenir un échantillon homogène.

Entre chaque prélèvement, nous avons préféré procéder au rinçage des électrodes et la pompe d'extraction ainsi que l'électrode pH et la sonde thermique à l'eau distillée afin d'avoir des résultats fidèles.

NB : tous les paramètres chimiques du caillé avancés dans ce travail sont dosés par les méthodes classiques puisque c'est les seules méthodes appliquées dans le laboratoire dans lequel nous étions amenés à travailler. Nous allons les relater ci-dessous par paramètre.

• **Les méthodes classiques d'analyse physicochimique utilisées pour le caillé (caillé à H₀+26H avec 0,3% de chymosine, et 1% de levain lactique):**

Détermination de la matière grasse (Méthode de Gerber) : (A.O.A.C, 1990)

➤ **Principe**

Consiste en la dissolution des différents éléments dans de l'acide sulfurique (H₂SO₄), à l'exception de la matière grasse. Sous l'influence de la force centrifuge et grâce à l'adjonction d'une petite quantité d'alcool iso-amylique (Méthyl3 – butanol1), la matière grasse se sépare se sépare du reste en une couche claire et transparente.

➤ **Réactifs**

- Acide sulfurique (avec une concentration de **97%** et une densité de : **d =1,525**)
- Alcool iso – amylique (Méthyl3 – butanol1)

➤ **Appareillage**

- Bain – marie
- Butyromètre à fromage
- Centrifugeuse GERBER
- Pipettes de 11ml

➤ **Mode opératoire**

- Introduire dans le butyromètre de l'acide sulfurique (10 ml) en évitant de mouiller le col.
- Mettre soigneusement en place le godet du butyromètre contenant 3g du caillé.
- Plonger le butyromètre bouchon en bas dans un bain marie (65°C à 70°C) quelques minutes.

-Retirer le godet et déposer à la surface 1ml d'alcool iso – amylique.

Une fois le butyromètre bouché, on procède à une agitation jusqu'à ce que la couleur devient homogène « brunâtre ».

-Après agitation, placer le butyromètre dans la centrifugeuse pendant 5 mn à raison de 1000 à 2000 tours/mn.

Une fois centrifugé, on attend environs 5 mn avant de procéder à la lecture des résultats.

La lecture s'effectue comme suit :

n : La graduation atteint par le niveau supérieur de la colonne grasse

n' : La graduation atteint par le niveau inférieur de la colonne grasse

Le pourcentage en matière grasse sera : $N = n - n'$ (lecture directe).

Détermination des matières azotées totales (méthode Kjeldahl) : (A.O.A.C, 1990)

Principe de dosage

L'azote total est dosé par titrimétrie, après minéralisation et distillation selon la méthode Djeldahl.

Réactifs

-Acide sulfurique pur.

-Acide borique 40g/litre.

-Catalyseur.

-Indicateur : rouge méthyle.

-Solution d'acide sulfurique.

-Soude à 40%.

Matériels

-Appareil de titration.

-Dispositif de chauffage : minéralisateur.

-Distillateur.

-Matras de kjeldahl.

▼ Mode opératoire

1- **La Prise D'essai** : l'échantillon d'environ 1 gr est introduit dans les matras.

2- **Minéralisation** : placer le matras sur le dispositif de chauffage. Après avoir ajouter environ 5 gr de sulfate de potassium et 12.5 ml d'acide sulfurique concentré. Chauffer doucement en agitant de temps en temps. Augmenter la température progressivement jusqu'à l'obtention d'une substance limpide et de coloration verte stable. Poursuivre le chauffage environ 2heurs et laisser refroidir les matras. Compléter en ajoutant 100 ml d'eau distillé.

3- **Distillation** : mettre le matras dans l'appareil à distillation. Alcaliniser le milieu en introduisant lentement dans le matras environ 50 ml de la solution NAOH (soude à 40%).

L'entraînement de l'ammoniac commence peu après. L'ammoniac libéré par l'alcalinisation est distillé. le distillat est recueilli dans un erlenmeyer contenant 25 ml de la solution absorbante (solution d'acide borique et l'indicateur : (rouge de méthyle).poursuivre la distillation jusqu'à la récupération d'environ 250 ml de distillat.

4- **Titrage** : le titrage doit être effectué aussi rapidement après la distillation par une solution d'acide sulfurique jusqu'à persistance du point de titrage.

▼ Expression des résultats

La teneur en azote total exprimée en gramme d'azote pour cent gramme d'échantillon est donnée par la formule suivante :

$$\frac{(V_1 - V_0) \times 14 \times 100}{M}$$

Où :

V1 : le volume en ml de la solution d H₂ SO₄ utilisée pour la prise d'essai.

V0 : le volume en ml de la solution utilisée pour l'essai à blanc.

M : la masse en gr de la prise d'essai.

■ Détermination de la matière sèche : (A.O.A.C, 1990)

▼ Définition

C'est la masse résultant d'une dessiccation complète. La matière sèche est conventionnellement exprimée par le pourcentage en masse.

↘ Principe

Evaporation de l'eau d'une prise d'essai dans une étuve à température de $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

↘ Appareillage

- Capsule en matériaux inaltérable dans les conditions de l'essai, de 55 à 60 mm de diamètre et de 20 à 25 mm de hauteur.
- Etuve à $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$
- Dessiccateur
- Pipette à lait de 5 ml.

↘ Mode opératoire

Peser rapidement dans la capsule préparée 5g de caillé. Incliner la capsule de façon à étaler la prise d'essai uniformément au fond de la capsule. Placer la capsule avec son couvercle dans l'étuve pendant 1 heure. Laisser refroidir.

↘ Expression des résultats

La matière sèche, exprimée par le pourcentage en masse

$$\text{MS (\% en masse)} = \frac{M_2 - M_0}{M_1 - M_0} \times 100$$

Où :

M_0 : la masse en gramme de la capsule vide sèche ou calcinée.

M_1 : la masse en gramme de la capsule avec son contenu.

M_2 : la masse en gramme de la capsule avec son contenu après séchage.

■ Détermination des cendres : (A.O.A.C, 1990)

➤ Détermination

Ce sont des substances résultant de l'incinération de la matière sèche de prélèvements exprimés en pourcentage en masse.

➤ Principe

Incinération de la matière sèche à 550 °C dans un lent courant d'air et pesée le résidu obtenu.

➤ Appareillage

- Une balance analytique.
- Creuset en silices d'environ 60mm de diamètre et 45 mm de 50 mm de profondeur.
- Four à moufle.

➤ Mode opératoire

Dans un four à moufle, on doit porter le creuset contenant environ 2 g de l'échantillon, puis on doit chauffer progressivement afin d'obtenir une carbonisation. Le temps de chauffage est de 2 h :30 mn à 550 °C.

L'incinération doit être poursuivie, s'il y'a lieu, jusqu'à combustion complète du charbon formé. On place les creusets dans le dessiccateur et l'y laisser refroidir à la température ambiante. En fin de l'opération, on procède à la pesée à l'aide d'une balance à précision.

➤ Expression des résultats

Les cendres de l'échantillon exprimées en pourcentage.

La formule : $M_2 - M_0 / M_1 - M_0 \times 100$

Où :

M_0 : La masse en gramme du creuset.

M_1 : La masse en gramme du creuset et la prise d'essai.

M_2 : La masse en gramme du creuset avec la prise d'essai sèche après incinération.

Les cendres du 'lait frais' ainsi que 'le caillé' sont déterminés selon le protocole de l'A.O.A.C (1990).

La conduite de l'étude :

Nous avons pu cibler deux exploitations d'élevage laitier l'une située à TIZI- OUZOU et l'autre à LARBAA (W. d'Alger) à une altitude comprise entre 0 et 600 m.

Un échantillon représentatif de 110 prélèvements a été effectué sur :

- Trois races bovines (Prim'Holshtein, Montbéliarde, Fleckvieh) à TIZI-OUZOU.
- Quatre races bovines (Prim'Holshtein, Montbéliarde, Fleckvieh, La locale) à LARBAA (W. BLIDA).

Nous avons choisi les races les plus convoitées par nos producteurs et transformateurs de laits en fromage frais.

La conduite d'élevage ainsi que l'âge et l'alimentation sont différents. Nous avons traité chaque région séparément afin d'éviter les influences de ces paramètres sur la composition chimique du lait ainsi que le caillé correspondant.

L'étude a porté sur **cinq têtes** identifiées au préalable de sorte à constituer des lots homogènes **pour chaque race** sur lesquelles nous avons effectué plusieurs prélèvements sur une durée variable d'une région à une autre (2 semaines à TIZI-OUZOU, 4 semaines à LARBAA).

La fréquence des prélèvements est de l'ordre d'un prélèvement par tête par semaine.

Pour constituer des lots homogènes dans chaque exploitation, nous avons cherché des vaches qui avaient le même stade et le même nombre de lactation, ayant le même âge le même régime alimentaire et le même mode d'élevage (exception faite pour la race locale qui est élevée d'une manière extensive).

Avec ces trois critères à la fois, nous avons sélectionné cinq vaches par exploitation.

Le volume de prélèvement est de **200 ml par tête par semaine**.

Chaque prélèvement est divisé par la suite en deux échantillons :

- 1) Le premier échantillon est analysé à l'état frais.
- 2) Le deuxième est destiné à l'élaboration d'un caillé ainsi que lactosérum qui est séparé par la suite permettant, ainsi, d'analyser le caillé.

Etant donné que la durée de l'étude était variable d'une région à une autre ; et vu que le volume de prélèvement était à raison de d' **1 litre /race / semaine**, cela donne un volume total de :

2 litre par race à Tizi-Ouzou

4 litre par race à Larbaà.

A présent, nous allons vous présenter les principales caractéristiques zootechniques des élevages choisis par région .il convient de souligner que nous avons choisi des lots homogènes par région.

Présentation de l'exploitation de Tizi Ouzou

C'est une ferme privée qui compte soixante-quinze (75) têtes (toutes races confondues) dont le mode d'élevage est semi-intensif .L 'alimentation est distribuée manuellement par l'éleveur. Cette dernière est à base du concentré enrichie par des compléments contrôlés, ainsi que du pâturage.

La traite est mécanique à raison de deux fois par jours une le matin vers les 4 :30 et l'autre le soir vers 18 :00.la production moyenne est variable selon la race.

Les niveaux de productions enregistrés sont approximativement :

40 kg / jour pour les vaches de la race Prim'Holstein

35 kg /jour pour les vaches de la race Montbéliarde.

28 kg /jour pour les vaches de la race Fleckvieh.

Les prélèvements effectués à Tizi-Ouzou ([village de MAKOUDA- commune de ATTOUCHE](#)) ont touché des sujets à leurs troisièmes lactations entre trois (3) et cinq (5) mois de lactation. Une durée de deux (2) semaines, au bout de laquelle, nous avons obtenu trente (**30**) prélèvements. Les races étudiées sont la Prim'Holshtein, la Fleckvieh, la Montbéliarde avec dix (10) prélèvements pour chaque race au cours de notre étude.

Les têtes qui ont fait l'objet de notre étude sont au nombre de cinq (5) pour chaque race.

Tableau N°I : Principales caractéristiques zootechniques de l'élevage bovin de TIZI-OUZOU

Désignation des lots sélectionnés	Race		
	Prim'Holshtein	Fleckvieh	Montbéliarde
Nb de prélèvements	10	10	10
alimentation	Pâturage +complément contrôlé + concentré		
Mode de conduite	Semi-intensif		
Mode de traite	Mécanique		
Nb de lactation	Troisième lactation		
Stade de lactation	Entre troisième et cinquième mois		
Niveau de production / vache	40 kg /jour	28 kg /jour	35 kg /jour
Nb de traite	Deux fois / jour		

Présentation de l'exploitation de LARBAA :

Cette exploitation privée compte cinquante-trois (53) vaches laitières. Le mode d'élevage est semi- intensif pour les Prim'Holshtein, les Montbéliarde et les Fleckvieh. Les vaches de race Locale sont élevées en mode extensif. Elles ne sont en stabulation que le soir ou lors des mauvais temps.

L'alimentation des vaches des races en stabulation est à base de concentré, du foin avec des compléments contrôlés et de l'herbe coupé du pâturage.

Tandis que pour les vaches de la race Locale, l'alimentation est surtout basée sur la pâture mais aussi complémentée par du concentré et des compléments alimentaires.

Dans cette exploitation, la traite est mécanisée. Pour les vaches en stabulation, la traite se fait deux fois par jour : une le matin vers les **4h : 00** et la deuxième le soir vers **17h : 00**. Les vaches de race locale ne sont traites qu'une fois par jour (Monotraite)

La production moyenne est variable selon la race.

Lors de nos passages dans cette exploitation, nous avons enregistré les niveaux de productions suivants :

36 kg / jour pour les vaches Prim'Holshteins

31 kg / jour pour les vaches Montbéliardes.

25 kg/ jour pour les vaches Fleckviehs.

7 kg /jour pour les vaches Locales.

Les prélèvements réalisés à Larbaà (**commune de Ouled Slama**) ont concernés vingt (20) vaches, toutes à la quatrième lactation. Elles étaient à leurs deux (2) et sept (7) mois de lactation. Les races étudiées sont la Prim'Holshtein, la Fleckvieh, la Montbéliarde, la race Locale avec vingt (20) prélèvements de chaque race.

Les prélèvements étaient recueillis durant quatre (4) semaines ce qui nous permis d'avoir vingt (20) prélèvements par race au cours de notre étude soit au total de quatre-vingts (**80**) prélèvements.

Les vaches ayant fait l'objet de notre étude sont au nombre de cinq (5) pour chaque race.

Les paramètres zootechniques de l'exploitation sont récapitulés dans le tableau II.

Tableau N°II : Principales caractéristiques zootechniques de l'élevage bovin de LARBAA

Désignation des lots sélectionnés	Race			
	Prim holshtein	Fleckvieh	Montbéliarde	Locale
Nb de prélèvement	20	20	20	20
alimentation	Pâturage +foin +concentré +complément			pâturage +/- complément
Mode de conduite	Semi-intensif			extensif
Mode de traite	mécanique			
Nb de lactation	Quatrième lactation			
Stade de lactation	Entre deuxième et septième mois			
Niveau de production/ vache	36 kg / jour	25 kg/ jour	31 kg / jour	7 kg /jour
Nb de traite	Deux traites par jour			Monotraite

La réalisation des prélèvements

Les prélèvements sont réalisés à l'heure de la traite du matin (04h : 30). Les vaches sont traitées individuellement. A la fin de chaque traite d'une vache sélectionnée, nous récupérons le bidon de la machine à traire et nous versons son contenu collecté dans un seau propre. Nous agitons le lait collecté au moyen d'une louche à calotte hémisphérique en acier inoxydable à manche en une seule pièce. Cette louche permet de rendre le contenu du récipient parfaitement

homogène et permet de prendre **200 ml de lait de mélange / tête**. Ce volume est transvasé dans des flacons stériles de 225 ml étiquetés au préalable. Chaque vache a son flacon correspondant.

Les flacons sont immédiatement mis au froid dans une glacière à +4 °C.

Aussitôt les prélèvements achevés, nous les faisons parvenir au laboratoire.

Au laboratoire, nous avons procédé au partage des prélèvements (200 ml) en deux quantités égales (100 ml chacun) : 100 ml sont analysés à l'état frais et 100 ml sont utilisés ultérieurement pour l'élaboration de fromage frais. La fabrication est lancée l'après midi soit 10 heures après la traite.

Méthodologie de la fabrication fromagère

Le lait collecté individuellement est filtré par passage à travers une écumoire couverte d'un tissu en nylon pour éliminer les particules étrangères. Le lait est ensuite transvasé dans un bécher. Chaque lait individuel est mis dans un récipient propre et identifié au préalable. Le lait est ensuite chauffé dans bain marie à 65°C pendant 30 mn. Le lait est refroidi dans un bain d'eau froide à 20 à 25°C. A l'aide de levains lactiques concentrés lyophilisés " MA 100 " (EZAL,Lacto-Labo,France),le lait subit une maturation à température ambiante (18 à 22 °C)

Le taux de levains ajoutés est de 1%.Ces levains sont, au préalable remis en culture à une concentration de 2 g / l dans un lait UHT à 27-33 °C pendant 15 à 18 heures.

Après une maturation de 2 à 3 heures, correspondant à la baisse du pH du lait de 0.25 à 0.3 unité, l'emprésurage est effectué à la même température et à pH 6.30 - 6.35 à raison de 3 ml d'extrait de présure GRANDAY / kg de lait (0.3 ml / 100ml). Nous avons utilisé l'extrait de présure GRANDAY à 520 mg de chymosine / litre d'extrait (GRANDAY –ROGER, Sanofi, France).

17 à 25 heures après l'ajout de la présure, le caillé obtenu est laissé à l'égouttage spontané. Cette opération permet de séparer le lactosérum du caillé. Cette opération dure environs 50 mn. Le caillé est aussitôt réfrigéré à +4°C et analysé dans le laboratoire d'analyse physicochimique (au maximum 12h après).

N.B :

Afin de réaliser le salage, deux retournements sont prévus suivis d'un démoulage et un dépôt sur grilles ; ceci pour avoir des pièces de fromage frais (**JBEN**) qui seront conservées à + 4°C en vue de leur commercialisation (Tableau III).mais dans notre étude, les retournements n'était pas accompagnées de salage pour ne pas fausser la teneur en cendre du caillé vu qu'on s'est arrêté à ce stade.

* **Tableau III** : Procédé de fabrication du *JBEN* (MIETTON B., 1986 a)

Étapes	Durée
Coagulation à 18-22°C:	J ₀ , H ₀
+ levains lactiques mixtes mésophiles (1%)	J ₀ , H ₀ + 2 à 3
+ présure à 70 mg de Chymosine / l (0.3%)	J ₁ , H ₀ + 20 à 27
Egouttage –moulage (acidité ~ 55°D ; 18 à 22°C)	J ₁ , H ₀ + 26 à 33
Retournement 1 ; salage première face * ¹	J ₁ , H ₀ + 32 à 39
Retournement 2 ; salage deuxième face * ¹	J ₂ , H ₀ + 52 à 59

*¹) Étapes réalisées dans le cas de notre étude *sans salage*.

Analyse statistique des données

La comparaison entre les races étudiées pour les différents paramètres est effectuée par un test de *Student* avec un échantillon indépendant. **Tableau IV et V.**

Le logiciel *STATVIEW* (statview VERSION 4.5 ©1992-97) est utilisé pour ce test ainsi que pour les calculs des moyennes et les écarts types.

Résultats

PRESENTATION DES RESULTATS

Tableau IV : Caractérisation chimique des laits des races étudiées et influence sur le rendement fromager de la région de **TIZI-OUZOU** (Valeur moyenne \pm ET) (en g/kg)

Composition (g / kg)	Prim'holstein (Pr H)	Montbéliarde (M)	Fleckvieh (F)
<u><i>Lait frais :</i></u>			
MG	54,5 \pm 1.96	30,0 \pm 1.18	24,1 \pm 0.34
PRO . TOTALES	31,0 \pm 0.53	35,1 \pm 0.26	35,3 \pm 0.08
EST	136,0 \pm 2.59	122,1 \pm 2.35	118,0 \pm 0.49
CENDRES	07,2 \pm 0,02	07,2 \pm 0,01	06,8 \pm 0,01
G/PRO (%)	1,78 \pm 0,68	0,84 \pm 0,31	0,68 \pm 0,09
<u><i>Caillé :</i></u>			
MG (g / kg)	44,8 \pm 2.00	22,8 \pm 1.20	14,0 \pm 1.00
TP (g / kg)	12,8 \pm 0.96	13,6 \pm 0.59	7,8 \pm 0.66
EST (g / kg)	67,7 \pm 2.70	47,4 \pm 2.20	45,3 \pm 0.64
CENDRES	6,0 \pm 0,01	6,0 \pm 0,01	6,5
<u><i>Taux de récupération dans le caillé:</i></u>			
MG	79,28 \pm 11,51	65,58 \pm 18,85	57,92 \pm 12,13
EST	47,89 \pm 12,01	37,24 \pm 12,25	38,35 \pm 4,46
CENDRES	84,64 \pm 1,52	83,91 \pm 1,15	95,61 \pm 1,99

ET : Ecart type de la variable

EST : Extrait Sec Total

F : Fleckvieh

G/PRO : Gras sur Protéine

M : Montbéliarde

MG : Matière Grasse

Pr H : Prim'holstein

PRO : Protéine

TP : Taux protéique (le taux de la Matière Azotée Totale est aussi désigné par : TP) selon le cours de biochimie du lait, ENV Lyon).

Tableau V: Caractérisation chimique des laits des races étudiées et influence sur le rendement fromager de la région de LARBAA (Valeur moyenne \pm ET) (en g/kg)

Composition (g / kg)	(Pr H)	M	F	Race Locale
<u>Lait frais :</u>				
MG	35,1 \pm 1,76	24,3 \pm 1,33	23,6 \pm 0,65	38,4 \pm 0,87
PRO. TOTALES	29,9 \pm 0,56	34,3 \pm 0,33	35,4 \pm 0,35	31,9 \pm 0,63
EST	117,6 \pm 2,83	115,1 \pm 2,11	119,3 \pm 1,48	125,5 \pm 2,14
CENDRES	6,7 \pm 0,04	7,4 \pm 0,03	7,4 \pm 0,03	8,8 \pm 0,01
G/PRO (%)	1,20\pm 0,67	0,68\pm 0,34	0,66\pm 0,16	1,24\pm 0,34
<u>Caillé :</u>				
MG	30,08 \pm 1,75	14,2 \pm 1,24	12,9 \pm 0,11	33,5 \pm 0,81
TP	18,2 \pm 0,58	15,2 \pm 0,72	18,6 \pm 0,65	10,3 \pm 0,53
EST	63,4 \pm 3,10	49,7 \pm 1,95	60,1 \pm 0,63	72,4 \pm 1,66
CENDRES	5,4 \pm 0,03	6,5 \pm 0,02	6,8 \pm 0,02	8,4 \pm 0,02
<u>Taux de récupération</u>				
<u>Dans le caillé:</u>				
MG	78,73 \pm 23,14	50,78 \pm 25,86	52,08 \pm 22,28	87,14 \pm 7,11
EST	59,78 \pm 10,88	43,20 \pm 19,53	51,70 \pm 15,12	31,41 \pm 14,05
CENDRES	81,27 \pm 3,18	87,47 \pm 1,45	92,31 \pm 2,49	95,17 \pm 0,61

ET : Ecart type de la variable

EST : Extrait Sec Total

F : Fleckvieh

G/PRO : Gras sur Protéine

M : Montbéliarde

MG : Matière Grasse

Pr H : Prim'holstein

PRO : Protéine

TP : Taux protéique (le taux de la Matière Azotée Totale est désigné par : TP selon le Cours de biochimie du lait, ENV Lyon).

Discussion générale

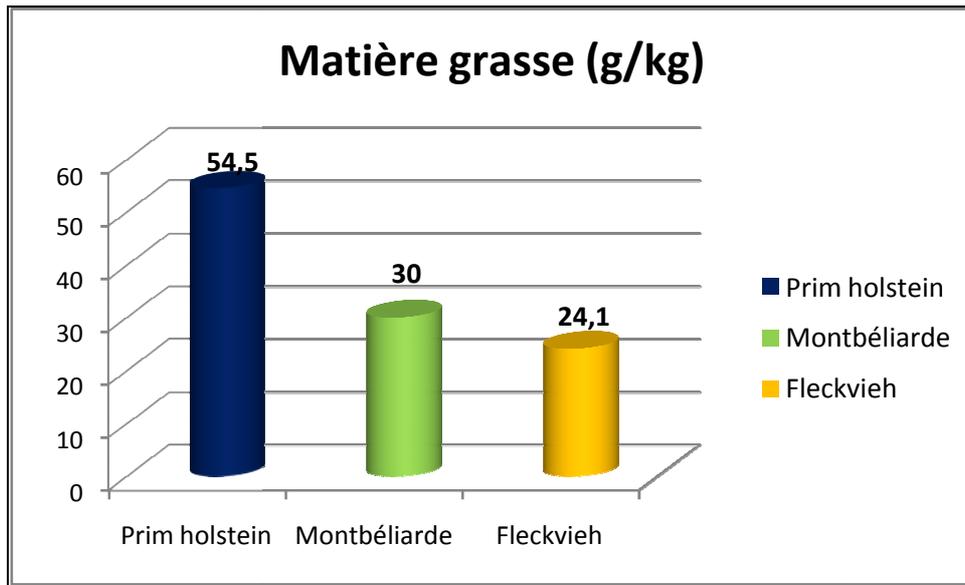
DISCUSSION ET INTERPRETATION DES RESULTATS**TIZI-OUZOU :****1) Le lait****1.1. Matière grasse et Extrait Sec Total**

FIGURE 1 : Représentation graphique des teneurs en Matière grasse du lait cru (Région de Tizi-Ouzou)

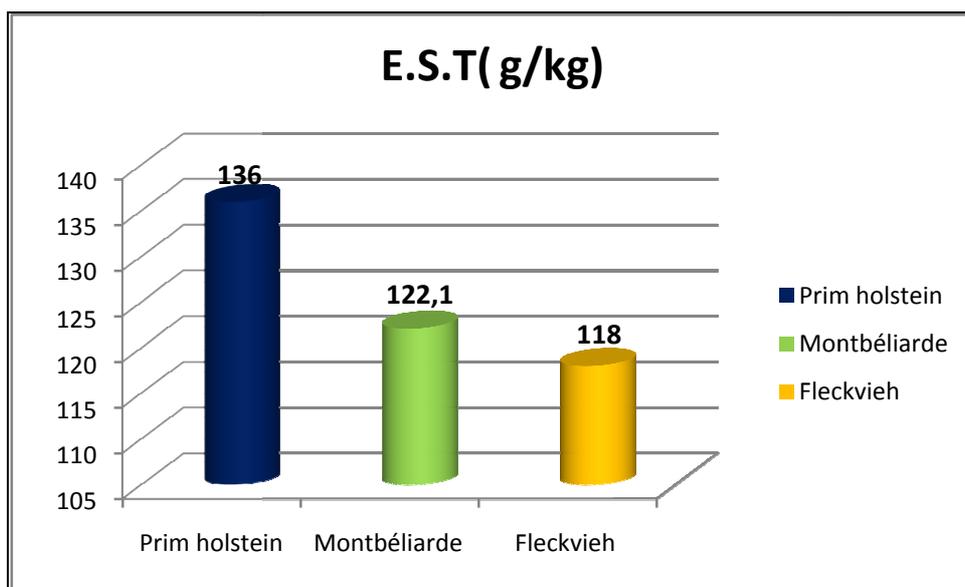


FIGURE 2 : Représentation graphique des teneurs en Extrait Sec Total du lait cru (Région de Tizi-Ouzou)

Notre étude montre que le lait de la race Primholstein est significativement plus riche (P /M : $p=0,003$, P/F : $p=0,0001$) en Matière Grasse (54,5 g/kg) que le lait de la race Montbéliarde et celui de la race Fleckvieh et son lait est aussi plus riche en Extrait Sec Total (136 g/kg) que le lait de la race Montbéliarde mais la différence n'est pas significative (P /M : $p=0,22$), tandis que par rapport à celui de la race Fleckvieh, y'a une différence statistique significative (P/F : $p=0,04$) (figure 1 et 2).

Du point de vue richesse en Extrait Sec Total, nous constatons que la race Prim Holstein est la plus riche (E.S.T= 130,6 g/kg) suivi de la race Montbéliarde (122,1 g/kg) et la race Fleckvieh (118 g/kg).

Ces valeurs sont similaires à ceux de l'office de l'élevage de France (2006) et à ceux de CERBULIS J. et FARREL H.M. (1975).

2.2. Protéines

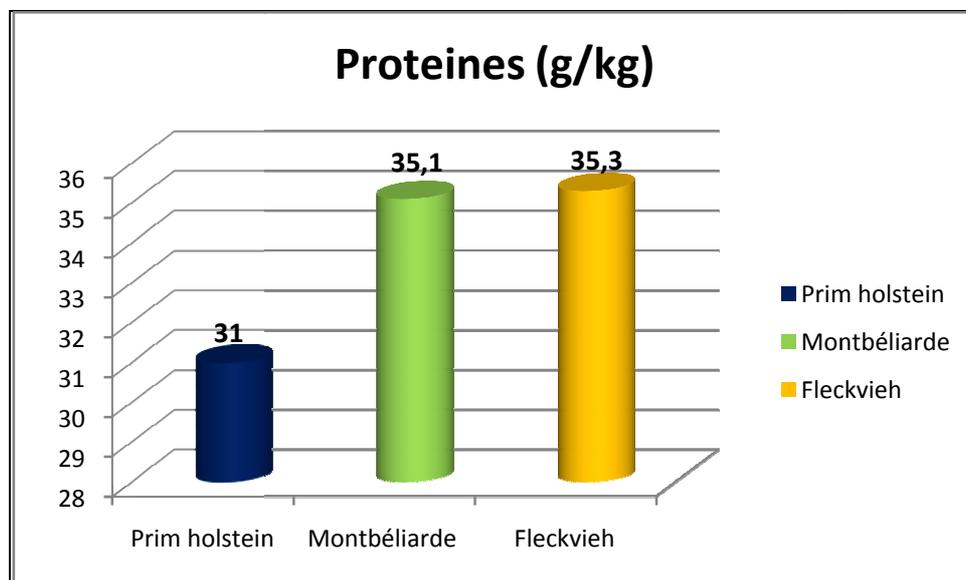


FIGURE 3: Représentation graphique des teneurs en protéines du lait cru (Région de Tizi -Ouzou)

Concernant les protéines, le lait de la race Primholstein à la plus faible teneur (31 g/kg) (Différence significative P/M : $p=0,04$, P/F : $p=0,02$) par rapport à celui de la race Montbéliarde (35,1 g/kg) et à celui de la race Fleckvieh (35,3 g/kg). Ces valeurs confirment

celles avancées par l'office français du lait (2006) et GRAPPIN R. (1992) classant ainsi la race Primholstein à la dernière place par rapport aux autres races (figure 3).

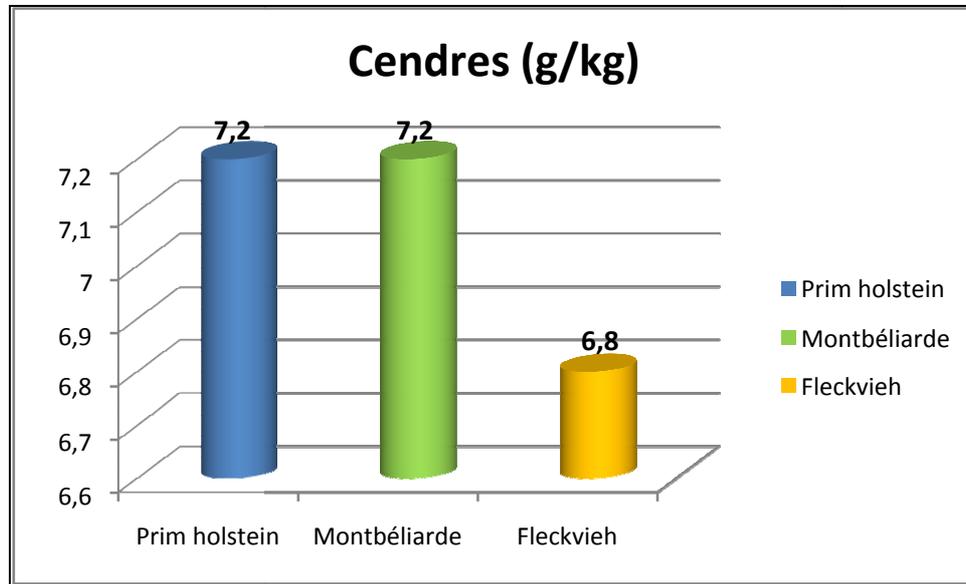


FIGURE 4: Représentation graphique des teneurs en cendres du lait cru (Région de Tizi-Ouzou)

Concernant les cendres, nous n'avons relevé aucune différence significative à un seuil de 5%. Ces chiffres confirment ceux rapportés par l'OMS en 1990. Il n'y a donc, a priori, pas d'influence de facteur race sur ce paramètre.

Rapport Matière grasse/ Protéines

Dans l'industrie fromagère, le rapport **Matière Grasse/ Protéines** est un paramètre clé. En effet, et selon GOBIN. F. (1998) si ce rapport est supérieur à **1,4**, cela se répercute négativement sur le déroulement de l'égouttage, sur la texture du caillé et sur l'affinage des fromages. Les caillés seront ramollis et les fromages moins fermes et plus fondus.

Dans notre étude, ce rapport est de : 0,8 pour la race Montbéliarde et 0,6 pour la race Fleckvieh, alors que celui de la race Primholstein est de 1,7 (<1,4). Ce qui se répercute sur l'égouttage. Du ce fait, le fromage de cette race sera moins ferme. Tandis que l'égouttage des deux autres races est mieux fait (le lactosérum s'échappe mieux de la patte) ce qui permettra d'obtenir un caillé plus ferme.

2) Le caillé

Les caractéristiques physicochimiques du caillé, déterminent la potentialité fromagère du lait (GOBIN F., 1998).

2.1. Matière Grasse et Extrait Sec Total :

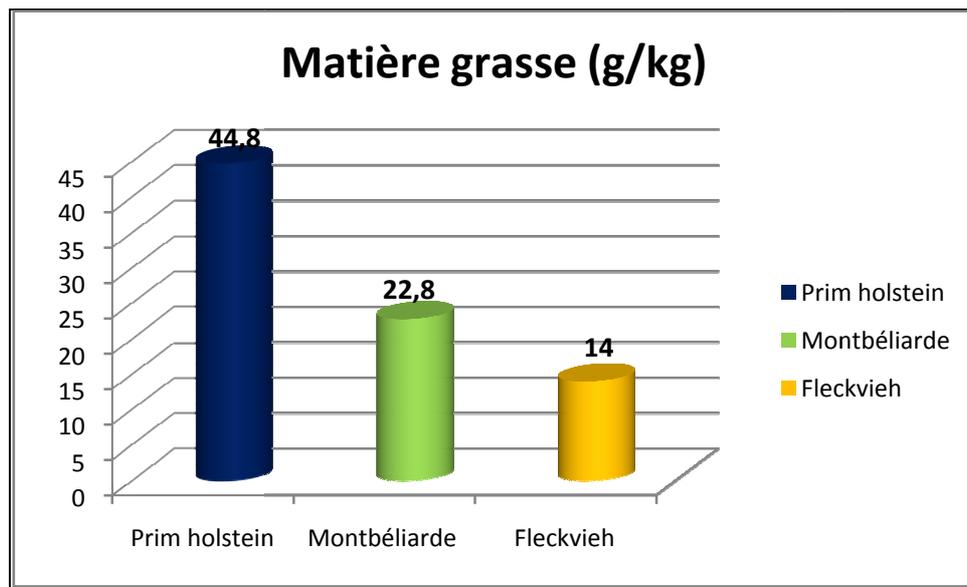


FIGURE 5 : Représentation graphique des teneurs en Matière Grasse du caillé (Région de Tizi-Ouzou)

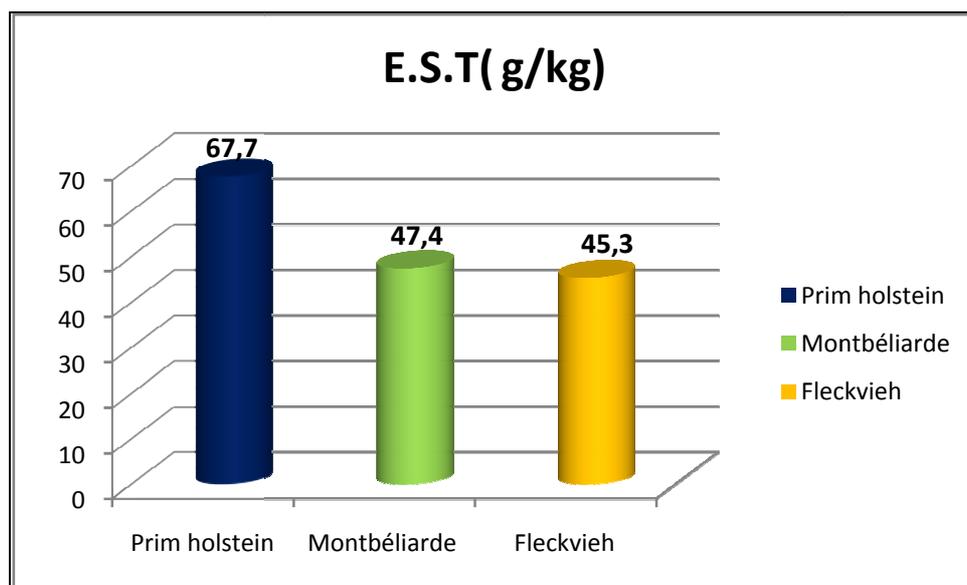


FIGURE 6 : Représentation graphique des teneurs en Extrait Sec Total du caillé (Région de Tizi-Ouzou)

Notre étude montre que le caillé de la Primholstein est significativement plus riche en **Matière Grasse** (P/M : $p=0,008$, P/F : $p=0,0002$) (44,8 g/kg) et en **Extrait Sec Total** (P/M : $p=0,22$, P/F : $p=0,45$) (67,7 g/kg) que celui des autres races étudiées (Montbéliarde : respectivement MG=22,8 G/kg, EST=47,4 g/kg et Fleckvieh : MG=14 g/kg, EST=45,3 g/Kg) (Tableau IV).

2.2. Taux protéique

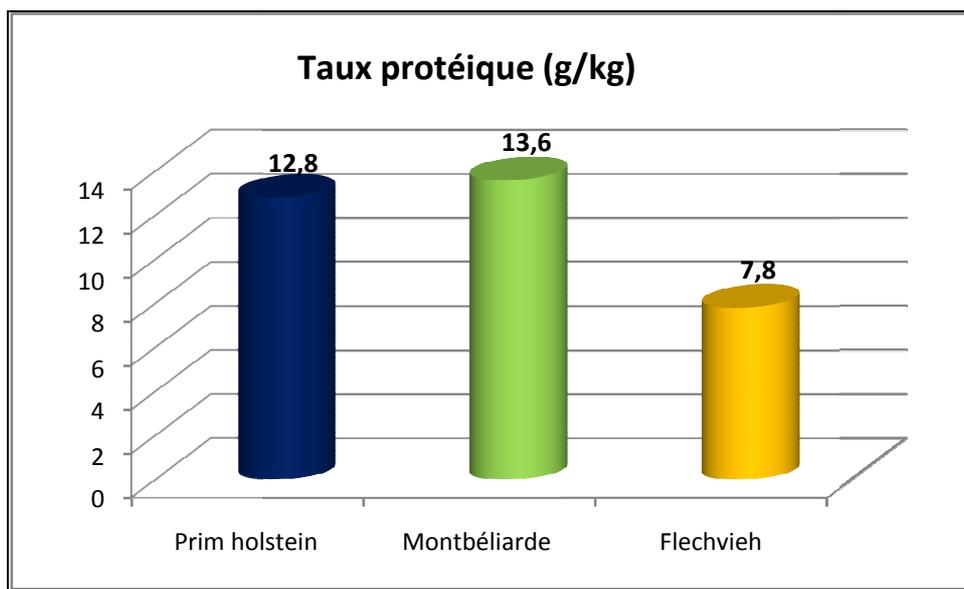


FIGURE 7: Représentation graphique des teneurs en protéines du caillé (Région de Tizi-Ouzou)

Nos résultats montrent que le caillé de la race Primholstein et celui de la race Montbéliarde présentent presque le même taux protéique (respectivement 12,8 g/kg, 13,6 g/kg) mais plus riche que celui de la Fleckvieh (7,8 g/kg) (Tableau IV) avec une différence significative à un seuil de 5% (P/M : $p=0,81$, P/F : $p=0,19$, F/M : $p=0,53$).

2.3. Cendres

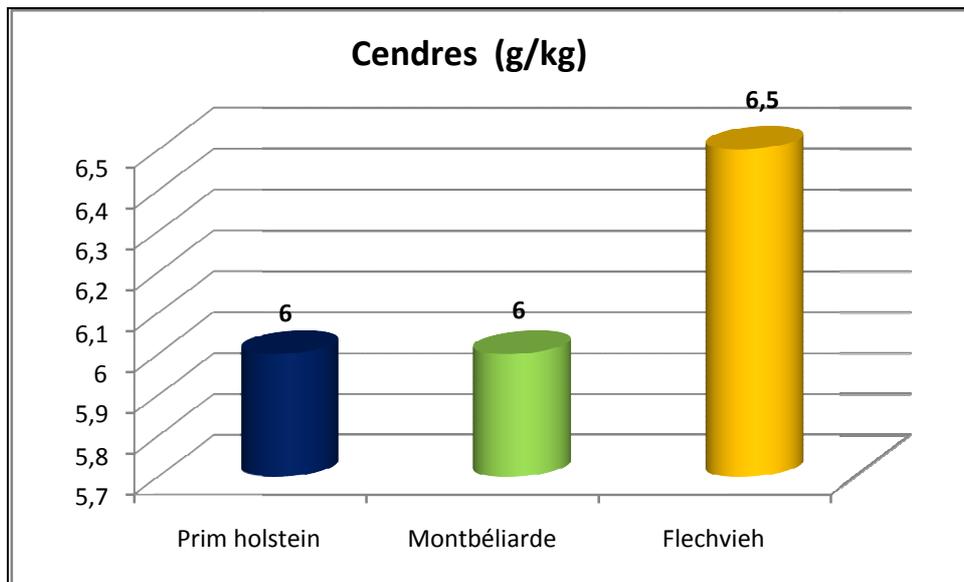


FIGURE 8: Représentation graphique des teneurs en cendres du caillé (Région de Tizi-Ouzou)

Concernant les cendres, nous n'avons pas relevé une différence significative à un seuil de 5% entre le caillé de la Primholstein et la Montbéliarde ($P/M : p=0,69$), tandis que celle de la Fleckvieh (6,5 g/kg), bien qu'elle est proche des deux autres moyennes des races précitées la différence avait une signification statistique ($P/F : p=0,01$, $F/M : p=0,03$) au même seuil. nous pouvons remarquer que la différence prend une signification statistique dans le caillé, cela pourrait être dû au fait que le lait de la Fleckvieh avait au préalable une forte concentration de cellule somatique (CCS), qui provoque un déséquilibre de la composition saline (Munro et al., 1984, Coulon et al., 2002) qui se manifeste après fermentation dans le caillé.

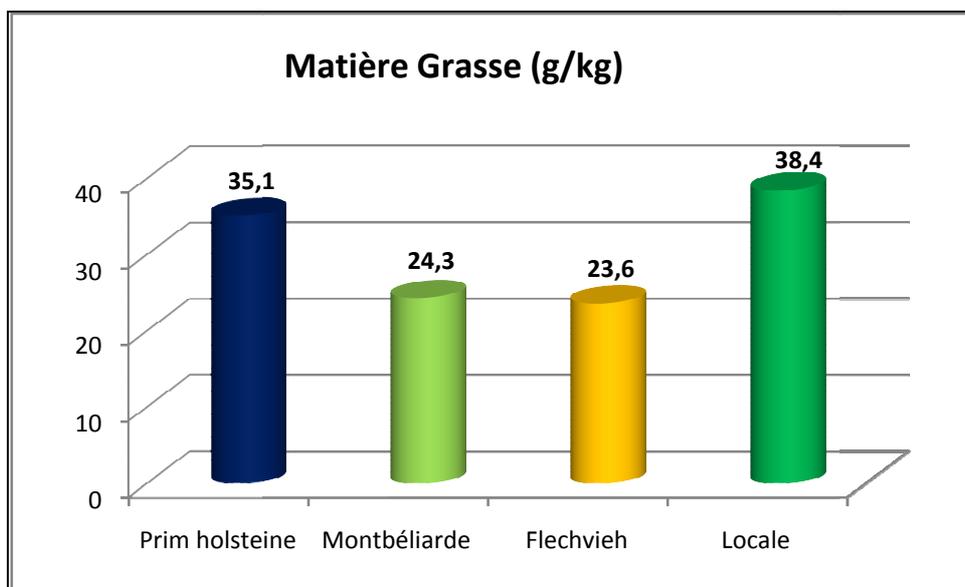
Exploitation des résultats de la région de LARBAA**1) Le lait****1.1. Matière grasse et Extrait Sec Total**

FIGURE 9 :Représentation graphique des teneurs en Matière Grasse du lait cru (Région de Larbaa)

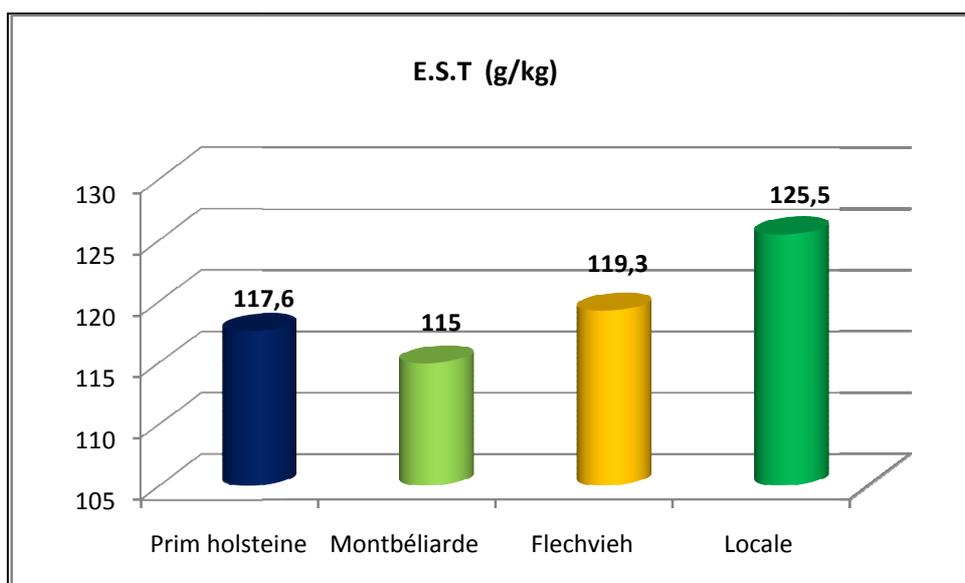


FIGURE 10:Représentation graphique des teneurs en Extrait Sec Total du lait cru (Région de Larbaa)

Nos résultats montrent que le lait de la race locale est significativement plus riche en M.G (L/P : $p=0,47$) et en E.S.T (L/P : $p=0,49$) que celui de la Primholstein (Tableau V).

1.2. Protéines

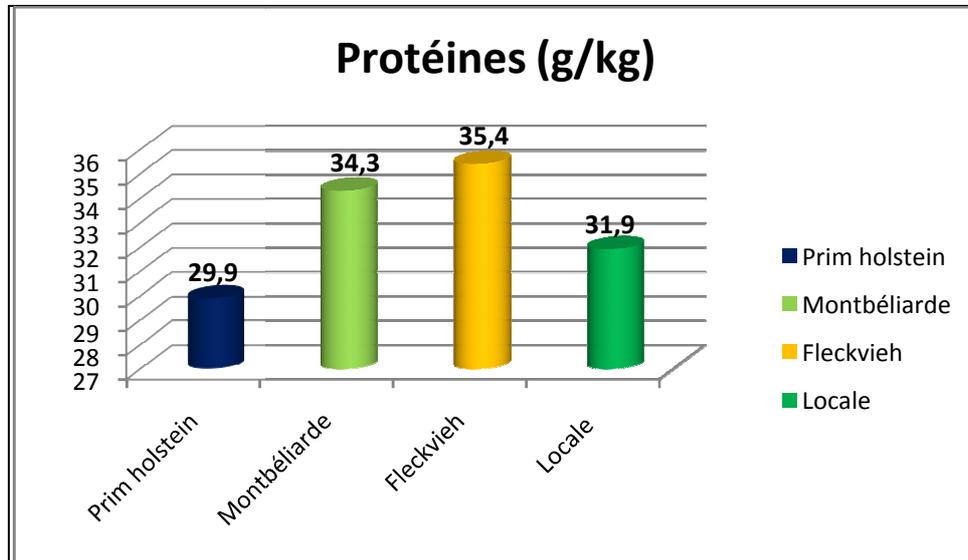


FIGURE 11 :Représentation graphique des teneurs en protéines du lait cru (Région de Larbaa)

En ce qui concerne la teneur en protéine, la race locale enregistre un taux légèrement inférieur (31,9 g/kg) à celui de la Fleckvieh (35,4 g/kg) et à celui de la Montbéliarde (34,3 g/kg) mais avec une signification statistique à un seuil de 5% (L/F : $p=0,03$, L/M : $p=0,14$).

1.3. Cendres

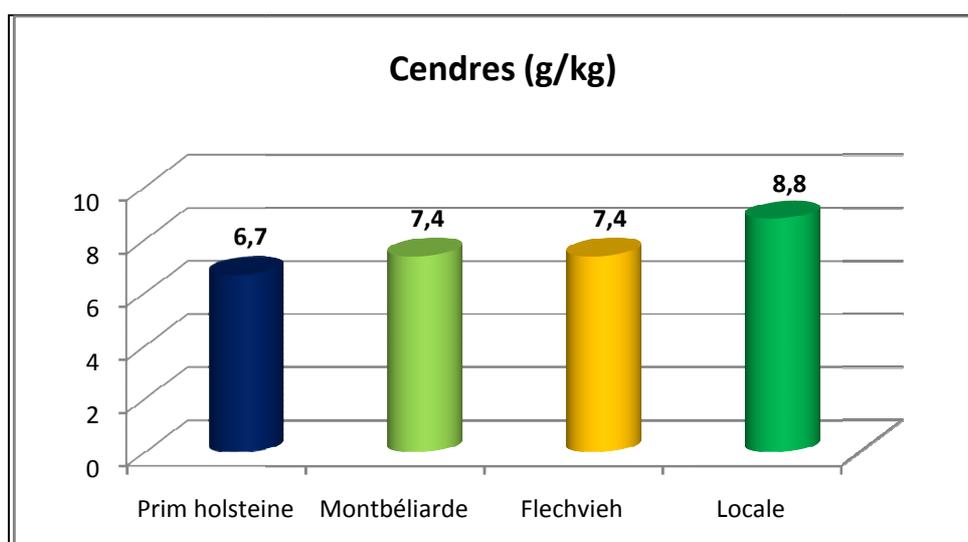


FIGURE 12:Représentation graphique des teneurs en cendres du lait cru (Région de Larbaa)

En ce qui concerne la teneur des cendres, le lait de la race locale enregistre une teneur significativement plus élevée (8,8 g/kg) que les autres races étudiées (7,4 g/kg pour la Montbéliarde ainsi que la Fleckvieh et 6,7 g/kg pour la Primholstein). Ces valeurs s'insèrent dans la gamme des résultats avancés par l'OMS (1990).

Ces différences de composition entre la race locale et les autres races peuvent, en partie, être attribuées à d'autres facteurs de variation tel le mode de la traite (monotraite chez la race locale, bitraite pour les autres races) et le niveau de production (7 kg/j pour la race locale, 25 kg/j pour la race Fleckvieh, 31 kg /j pour la race Montbéliarde et 36 kg/j pour la race Primholstein).

En effet, il est connu que le lait des races à faible potentiel laitier des zones méditerranéennes est, généralement, plus concentré en MG et EST ainsi qu'en PRO que celui des races fortement productrices des régions tempérées (VOUTSINAS L.D. et al., 1990).

Nos résultats concernant la teneur en PRO du lait de la race locale ne corroborent pas avec les observations de (VOUTSINAS L.D. et al., 1990). En effet, le lait de notre race locale à faible potentiel laitier enregistre une teneur en protéines plus faible que celui de la Montbéliarde et celui de la Fleckvieh.

Nous pouvons avancer que la corrélation génétique négative entre la production laitière et la richesse en composés majeurs ne concernent, en effet, que la MG et l'EST. Nos observations confirment celles de RABASCO et al. (1993).

Il est à noter que le déroulement de l'égouttage était correct pour toutes les races. Cela pourrait être attribué au **rapport taux butyreux /taux protéinique** inférieur à **1,4** chez les quatre races étudiées. (1,20 pour la Primholstein, 0,68 pour la montbéliarde, 0,66 pour la Fleckvieh, 1,24 pour la race locale).

2) Le caillé :

2.1. Matière grasse et Extrait Sec Total :

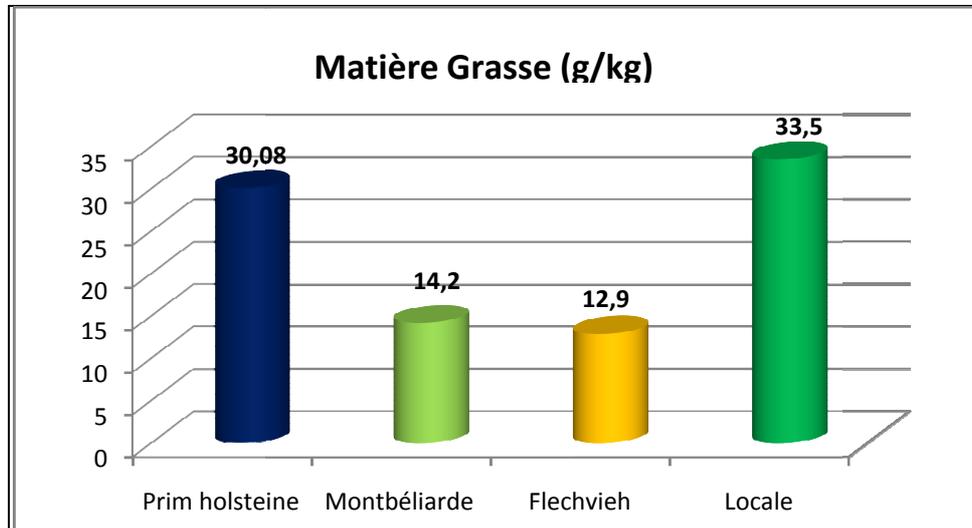


FIGURE 13 :Représentation graphique des teneurs en Matière Grasse du caillé (Région de Larbaa)

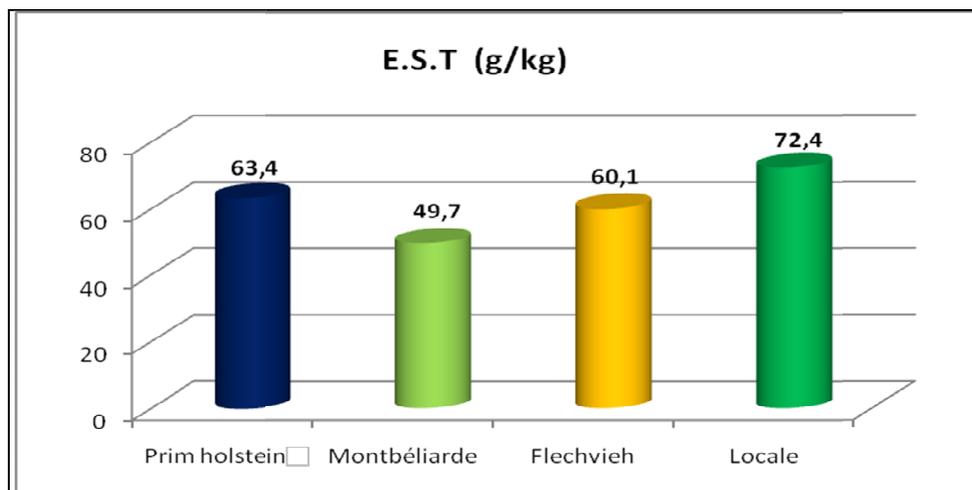


FIGURE 14:Représentation graphique des teneurs en Extrait Sec Total du caillé (Région de Larbaa)

Concernant la MG et l'EST, nos résultats montrent que le caillé issu de la race locale est plus riche en MG (33,5 g/kg) et en EST (72,4 g/kg) que la race Primholstein (MG=30,08 g/kg, E.S.T=63,4 g/kg) et la Montbéliarde (14,2 g/kg, 49,7 g/kg) ainsi que la Fleckvieh (12,9 g/kg, 60,1 g/kg).

2.2. Protéines

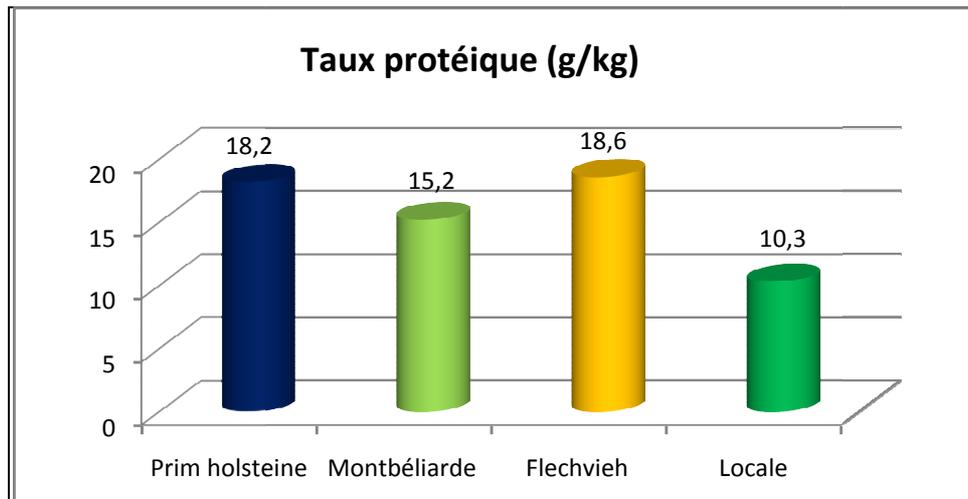


FIGURE 15: Représentation graphique des taux protéiques du caillé (Région de Larbaa)

Concernant les taux protéiques, le caillé du lait de la race locale a la plus faible teneur (10,3 g/kg). Les caillés de la race Primholstein ainsi que la fleckvieh affichent des teneurs significativement plus élevées (respectivement 18,2 g/kg, 18,6 g/kg) à un seuil statistique de 5%.

2.3. Les Cendres

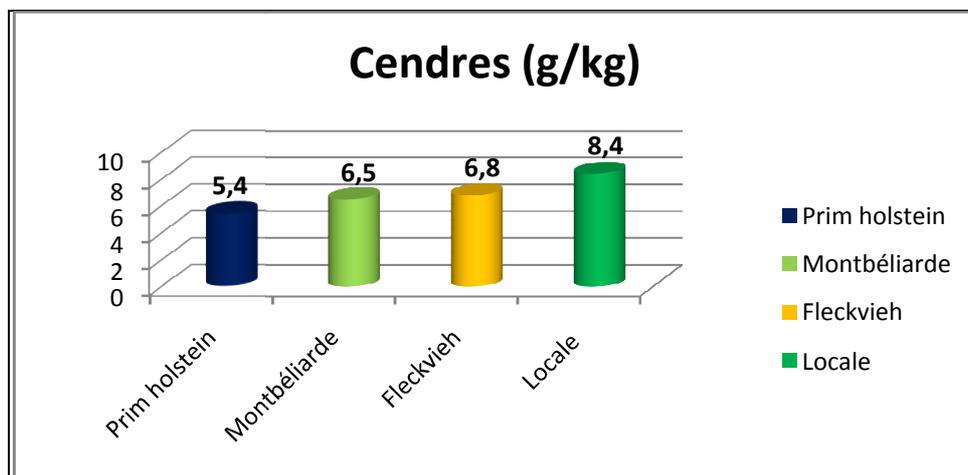


FIGURE 16: Représentation graphique des teneur en cendres du caillé (Région de Larbaa)

Concernant la teneur en cendre, le caillé issu de la race locale est significativement plus riche (8,4 g/kg) que celui issu des autres races (Tableau V) à un seuil de 5% (L/F, L/M,L/P: $p < 0,0001$).

*Conclusions
&
perspectives*

CONCLUSION

CONCLUSION I (TIZI-OUZOU)

Dans notre étude, nous avons constaté que les vaches de la race Prim'holstein produisent un lait très riche en composé majeur (la plus riche en matière grasse), Le caillé issu du lait des vaches de cette race, a permis d'obtenir un fromage peu ferme et fondu.

Nos observations corroborent avec celles publiées par les chercheurs de l'INRA productions animales de Clermont en 2005.

Les vaches de la race Montbéliarde, connue comme étant bonne laitière, produit un lait riche en protéine, Le caillé de issue du lait de cette race est plus ferme et moins fondu que le caillé issu du lait de la Prim'holstein. Cette race est convoitée pour les productions fromagères.

Les vaches de la race Fleckvieh, connue pour être une race mixte, ont produit un lait peu riche en matière grasse mais le plus riche en protéines en comparaison avec les deux races précitées. Le caillé, certes moins riche que celui des laits issus des vaches de la race Prim'holstein, est plus ferme et moins fondu que celui des laits issus de la race Prim'holstein.

CONCLUSION II (LARBAA)

Nos observations permettent d'avancer que notre **race Locale 'Brune de l'Atlas'** produit un lait le riche Matière Grasse et en extrait sec total que les autres races étudiées, Cela pourrait être expliqué par son potentiel laitier très faible (7 kg/j).

Concernant les aptitudes fromagères, nous avons constaté que notre race permet d'obtenir un caillé plus riche en Matière Grasse et plus pauvre en Protéine que les autres races. Mais le caillé dans cette race est le plus ramolli et plus fondu par rapport aux autres races étudiées.

Concernant **la race Prim'holstein** ; le lait issu de cette race est riche en composés majeurs (Matière grasse, protéine) mais moins que celui de la race locale. Néanmoins, le caillé issu de cette race, est moins ferme et beaucoup plus fondu que celui du lait issu de la race Montbéliarde.

Concernant **la race Montbéliarde**, cette race produit un lait relativement riche en composés majeurs et permet d'obtenir une meilleure consistance du caillé. Ce dernier est plus ferme et plus consistant que celui autres races ciblées.

Nos observations au niveau des exploitations de **TIZI OUZOU** et de **LARBAA** sur les mêmes races permettent de relever certaines variations. Ces variations peuvent être attribuées au facteur « alimentation », qui est différente dans les deux fermes. En effet, et selon BOCQUIER et CAJA (Année 2001) : la nature et le niveau de l'alimentation est le principal facteur agissant sur la production et la composition du lait des ruminants. D'autres facteurs de variation de la composition chimique du lait, peuvent relever de l'origine géographique et des conditions environnementales.

Notre étude nous a permis d'une part, de déterminer la composition chimique des laits et des caillés des vaches de la race locale, de la Primholstein, de la Montbéliarde, et de la Fleckvieh et d'autre part d'essayer d'apprécier le potentiel à la transformation de ces laits en fromage frais.

Les données relatives à la composition chimique du « lait » révèlent des teneurs en matière grasse et en protéines plus-en moins élevées pour la Race Locale qui pourrait être en liaison avec son patrimoine génétique et/ou son mode de conduite.

Nous avons relevé que le « caillé » de la race locale, certes plus riche en MG, est moins riche en protéines. Ceci se traduit par un fromage de texture ramolli.

Nous avons constaté que le lait de **la race Prim'holstein** est riche en composés majeurs (MG, protéine) mais que son caillé est moins ferme et plus fondu que celui de la Montbéliarde.

Nous avons constaté que le lait de **la race Montbéliarde** est relativement riche en composés majeurs et que le « caillé » est plus ferme et moins fondu que celui du lait de la Primholstein. Ceci confirme le choix des producteurs de fromage pour cette race.

Nous avons constaté que le lait de la **la Fleckvieh**, est moins riche en matière grasse mais le plus riche en protéines totales et que le « caillé », certes moins riche que celui de la Primholstein, est plus ferme et moins fondu que celui de la Primholstein.

PERSPECTIVES

Dans le souci du développement de l'élevage bovin et l'accroissement de ses productions en Algérie (en particulier le lait), plusieurs actions d'amélioration génétique doivent être menées à l'échelle nationale. Celles-ci auront pour objectifs la constitution d'un troupeau de races améliorées pures par l'importation des génisses, la diffusion des gènes, le croisement d'absorption, l'extension du contrôle laitier à un grand nombre d'étable, l'inscription des animaux à des livres généalogiques standards et la création des unités pépinières bovines entre autre par la conservation et l'amélioration par sélection la race locale.

Notre travail met en évidence l'intérêt que pourrait présenter une sélection des vaches laitières en ***combinant les avantages de la race locale (rusticité, taux butyreux élevé) et le niveau de production des races laitières importées (Prim'holstein, la Montbéliarde). Pour augmenter la production laitière de notre race locale sans pénaliser sa composition chimique***, Il faut donc trouver un équilibre entre la production laitière et la richesse du lait en composés essentiels.

Ce type de recherche est sensé sensibiliser les décideurs vis-à-vis d'un investissement génétique à long terme et les transformateurs vis-à-vis de l'opportunité de valoriser le lait de « **quelques** » races bovines sous forme de fromage frais pour une meilleur rentabilité d'élevage.

Références
Bibliographiques

Références bibliographiques

A

- ABELLAOUI L. (2009)**. Impact de l'alimentation sur la qualité physicochimique du lait de vache au niveau de l'exploitation du centre : ITELV. Mémoire de magistère, Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger. 103 pages.
- AGABRIEL C., COULON J.B., JOURNAL C., SIBRA C., ALBOUY H. (1999)**. Variabilité des caractéristiques des fromages Saint-Nectaire fermiers : relations avec la composition du lait et les conditions de production. Lait, 79, p 291-302.
- ALAISE C. (1975)**. Science du lait : Principe des techniques laitières, 3^{ème} édition, édition SEP, Paris, 807 pages.
- ALAISE C. (1984)**. In: MICHEL M., ROMAIN JEANTET, GERARD BRULE. (2000). Initiation à la technologie fromagère. Edition technique et documentation. Lavoisier. Paris. Codex 08. 180 pages.
- **ANONYME, (1962)** In: -<http://www.vulgarisation.net/levage/bovin/local1.htm>
- AOAC: Official methods of analysis. 3rd edition**, Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, US, 1990.
- AULDIST M.J., COATS S., SUTHERLAND B.J., MAYES J.J., MCDOWELL G.H., ROGERS G. (1996)**. Effects of somatic cell count and stage of lactation on raw milk composition and the yield and quality of Cheddar cheese. J. Dairy Res., 63, p 269-280.
- AULDIST M.J., MULLINS C., O'BRIEN B., O'KENNEDY B.T., GUINEE T. (2002)**. Effect of cow breed on milk coagulation properties. Michwissenschaft, 57, p 140-143.

B

- BARBANO D.M., RASMUSSEN R.R., LYNCH J.M., LYNCH M. (1991)**. Influence of somatic cell count and milk age on cheese yield. In: Journal Dairy Science., 74, p 369-388.
- BENSLIMANE S., DOGNIN-BERGERET M.J., BERDAGUÉ J.L., GAUDEMER Y., (1990)**. Variation with season and lactation of plasmin and plasminogen concentrations in Montbéliard cows' milk. J. Dairy Res., 57, p 423-435.
- BRULE G. and LENOIR J., REMEUF F. (1997)** In: Le fromage .3^{ème} édition, Tec and Doc Lavoisier, Paris 7- 41.
- BOCQUIER F., CAJA G. :** Production et composition du lait de brebis : Effets de l'alimentation, INRA prod.anim., 2001, 14, p 129-140.
- BOUDJNAH H., (2008)**. Effet d'une supplémentation de l'alimentation en levures *saccharomyces*

cerevisiae sur les paramètres zootechniques de la vachelaitière. Mémoire de magistère, Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger. 161 pages.

-**BOYER (d.s.d)**. In : thèse vétérinaire n° :100 : Les accidents alimentaires d'origine bactérienne liés à la consommation de laits et produits laitiers. Ecole nationale Vétérinaire de Lyon. Page 22.

C

-**CAGNIN C. (1993)**. La microflore bactérienne psychotrope des laits et des produits laitiers. Thèse de doctorat vétérinaire, université de CLAUDE NERARD, Lyon. 80 pages avec annexes.

-**CERBULIS J., FARREL H.M. (1975)** : Composition of milks of dairy cattle. Protein, lactose and fat contents and distribution of protein fraction. *J. Dairy science*, 58, p 817-827.

-**CHATELIN (1973)**. In : thèse doctorale : microbiologie du fromage de LUGUIOLE. (ENV ALFORT 1993).

-**CHEFTEL (1985)**. la flore microbienne du lait cru destinée à la fromagerie. in : le fromage. Edition technique et documentation. Lavoisier. Paris. Codex 08.

-**COULON J.B., PRIOLO A. (2002)**. Influence of forage feeding on the composition and organoleptic properties of meat and dairy products : bases for a « terroir » effect. In: « Multi-fonction grasslands : quality forages, animal products and landscapes », J.L. Durand, J.C. Emile, C. Huyghe and G. Lemaire (ed.), British Grassland Society, p 513-524.

-**COONEY S., TIERNAN D., JOYCE P., KELLY A. (2000)**. Effect of somatic cell count and polymorphonuclear leucocyte content of milk on composition and proteolysis during ripening of Swiss-type cheese. *J. Dairy Res.*, 67, p 301-307.

-**COULON J.B., RÉMOND B. (1991)**. Variations in milk output and milk protein content in response to the level of energy supply in the dairy cow. *Livest. Prod. Sci.*, 29, p 31-47.

-**COULON J.B., VERDIER I., PRADEL P., ALMENA M. (1998)**. Effect of lactation stage on the cheesemaking properties of milk and the quality of Saint-Nectaire-type cheese. *J. Dairy Res.*, 65, p 295-305.

- Cours biochimie du lait In:

D

-**DELACROIX-BUCHET A., LEFIER D., NUYTS-PETIT V. (1993)**. Polymorphisme de la caséine κ de trois races bovines françaises et aptitude à la coagulation. *Lait*, 73, p 61-72.

-**DELACROIX-BUCHET A., MARIE C. (1994)**. Comparaison des variants A et C de

la caséine β des laits de vaches Tarentaises en modèle fromager de type Beaufort. 1- Aptitudes fromagères et rendements en frais. Lait, 74, p 343-360.

-DRIEUX H., (1973). cours magistral d'hygiène du lait. Ecole nationale vétérinaire d'Alfort. Année 1973.

-DUCY M. (1997). Influence du polymorphisme des protéines en fabrication de Pont-l'Evêque. Mémoire de DEA, INAPG, 84 pp.

- Dupont D., Rémond B., Collin J.C., (1998). ELISA determination of plasmin and plasminogen *In: milk of individual cows managed without the dry period.* Milchwissenschaft, 53, p 66-69.

F

-F.A.O. (1990). *In: - <http://www.fao.org/docrep/t4280f/T4280F04.htm> Consulté le : 03/01 /2008.*

-FROC J., GILIBERT J., DALIPHAR T., DURAND P. (1988). Composition et qualité technologique des Laits de vaches Normandes et Pie-Noires. *In : Effet de la race.* INRA Toulouse Prod. Anim., 171-177.

-FORSS D.A., (1992). Effects of feed on flavour of dairy products. *In: Milkfat flavour forum,* NZDRI, Palmerston, 4-16.

G

-GALINA M.A., MORALES R., LOPEZ B., CARMONA M.A. (1996). Effect of somatic cell count on lactation and soft cheese yield by dairy goats. *Small Rum. Res.,* 21, p 251-257.

-GALLON, (1980). *In : thèse doctorale : Microbiologie du fromage de LUGUIOLE.* (ENV ALFORT, inconnu).

-GARNIER J., MOCQUOT G., RIBADEAU-DUMAS B, MAUBOIS J.L. (1967). *In : Journée Scientifiques sur les activités Enzymatiques, Technologie des denrées alimentaires, CNERNA. Paris.*

-GAREL J.P., COULON J.B. (1990). Effet de l'alimentation et de la race des vaches sur les fabrications de fromage d'Auvergne de Saint-Nectaire. *INRA Prod. Anim.,* 3, p 127-136.

-GOBIN F., (1998): Les fromages de chèvre. Cours international sur la production caprine. IAM/CIHEAM, 2-3 Février 1998, Muricia, Espagne.

-GROSCLAUDE F. (1988). Le polymorphisme génétique des principales lactoprotéines bovines. Relation avec la qualité, la composition et les aptitudes fromagères du lait. *INRA Prod. Anim.,* 1, p 5-17.

- **GRANDISON A.S., FORD G.D. (1986)**. Effects of variation in somatic cell count on the rennet coagulation properties of milk and on the yield, composition and quality of Cheddar cheese. *J. Dairy Res.*, 53, p 645-655.
- **GRANDISON A.S., FORD G.D., MILLARD D., OWEN A.J. (1984)**. Chemical composition and coagulating properties of renneted milks from cows during early lactation. *J. Dairy Res.*, 51, p 407-416.
- **GRAPPIN R. (1992)**: Base and experiences of expressing the protein content of milk-France. *J. Dairy science*. 15.321-327.
- **GROSCLAUDE F. (1988)**. Le polymorphisme génétique des principales lactoprotéines bovines. Relation avec la qualité, la composition et les aptitudes fromagères du lait. *INRA Prod. Anim.*, 1, p 5-17.
- **GUIRAUD J-P. (2003)**. Microbiologie alimentaire. Edition Dunod, Paris, 651 pages.

H

- **HOUSSIN B., FORET A., CHENAIS F. (2002)**. effect of winter diet (corn vs. grass silage) of dairy cows on the organoleptic quality of butter and camembert cheese, *grassland science in europe*. p572-p573
- **HURTAUD C., BERTHELOT D., DELABY L., PEYRAUD J.L. (2004)**. Winter feeding systems and dairy cows breed have an impact on Camembert and Pont L'Evêque PDO cheeses in Normandy. *Grassland Science in Europe*, 8, p 145-147.

I

- INRA Productions animales de Clermont, Année 2005. In : <http://www.inra.fr/productions-animales/spip.php?rubrique7&PHPSESSID=f9519bf37e93ec47485793a969bf601b>. Consulté le : 09/09/2006.

K

- **KEFFORD B., CHRISTIAN M.P., SUTHERLAND B.J., MAYES J.J. GRAINGER C. (1995)**. Seasonal influences on Cheddar cheese manufacture : influence of diet quality and stage of lactation. *J. Dairy Res.*, 62, p 529-537.

L

- LAVARGNE (1974)** *in* : Recherches sur l'aptitude des laits Bretons à la fabrication de fromage de type EMMENTAL. Thèse de doctorat vétérinaire. Ecole nationale vétérinaire –ALFORT .p 49.
- LEDERER J. (1977)**. Encyclopédie moderne de l'hygiène alimentaire, tome II, hygiène des aliments. 2^{ème} édition. Edition MALOINE, Paris, 310 pages.
- **LUCEY J. (1996)**. Cheesemaking from grass based seasonal milk and problems associated with late lactation milk. J. Soc. Dairy Technol.,49, p 59-64.
- **LUCEY J.A. KINDSTEDT P.S., FOX P.F. (1992)**. Seasonality : its impact on the production of good quality Mozzarella cheese. In: 3rd Cheese Symposium, National Dairy Products Research Centre, Moorepark, 28-29 Octobre 1992. P 41-49.

M

- **MACHEBOEUF D., COULON J.B., D'HOUE P. (1993)**. Effect of breed, protein genetic variants and feeding on cows' milk coagulation properties. *in*: Journal Dairy Res., 60, p 43-54
- MAHAUT M. (1990)**.Thèse de Docteur ingénieur des sciences agronomiques. ENSAR, Rennes 35.
- MALLOSSINI F., BOVOLENTA S., PIRAS C., DALLA ROSA M., VENTURA W. (1996)**. Effect of diet and breed on milk composition and rennet coagulation properties. Ann. Zootech., 45, p 29-40.
- MARTIN B., CHAMBA J.F., COULON J.B., PERREARD E. (1997)**. Effect of milk chemical composition and clotting characteristics on chemical and sensory properties of Reblochon de Savoie cheese. J. Dairy Res., 64, p 157-162.
- MARTIN B. et Co. (2001)**.L'homme et ses aliments : initiation à la science des aliments, 2eme édition. La presse de l'université Laval Saint Nicolas (QUEBEC), 370 pages.
- MARTIN B., PRADEL P., VERDIER-METZ I. (2000)**.Effet de la race (Holstein/ Montbéliarde) sur les caractéristiques chimiques et sensorielles des fromages. Département de recherche Ruminant, 7, 317.
- **MARTIN B., COULON J.B. (1995)**. Facteurs de production du lait et caractéristiques des fromages.*in* : Influence des caractéristiques des laits de troupeaux et des pratiques fromagères sur les caractéristiques du Reblochon de Savoie fermier, revue Lait, n°75, P 133-149.
- MATHIEU (1976)**.Modification du lait après récolte *in* : lait et produits laitiers (Luquet F., et Bon-jean-linczowski. Edition technique et documentation. Lavoisier, Paris.
- MICHEL M., ROMAIN JEANTET, GERARD BRULE. (2000)**.Initiation à la technologie fromagère.Edition technique et documentation. Lavoisier. Paris. Codex 08.180 pages.

-MIETTON B., DESMAZEAUD M, DE ROISSARD H, WEBER F. (1994).in : Les bactéries lactiques (1994), vol II, Edition Loriga, Uriage, France, p 55-133.

-MIETTON B. (1986a). La préparation des laits en fromagerie en technologie de pattes molles .industrie alimentaire. agric.103, p 951-963.

- MISTRY V.V., BROUK M.J., KASPERSON K.M.,MARTIN E. (2002). Cheddar cheese from milk of Holstein and Brown Swiss cows. Milchwissenschaft, 57, p 19-23.

-MUNRO G.L., GRIEVE P.A., KITCHEN B.J. (1984).Effects of mastitis on milk yield, milk composition,processing properties and yield and quality of milk products. Aust. J. Dairy Technol., 39, p 7-16.

O

- O'FARRELL I.P., SHEEHAN J.J., WILKINSON M.G.,HARRINGTON D., KELLY A.L. (2002). Influence of addition of plasmin or mastitic milk to cheesemilk on quality of smear-ripened cheese. Lait, 82, p 305-316.

-Office d'élevage de France, (2006). Résultats du control laitiers de l'institut d'élevage: espèce bovine. IN: http://www.inst-elevage.asso.fr/html1/IMG/pdf_partie_2_bovine_race_2006.pdf. Consulté le: 10/08/2006

-O'KEEFFE A.M. (1984). Seasonal and lactational influences on moisture content of Cheddar cheese. Irish J. Food Sci. Technol., 8, p 27-37.

P

- PAYNE, (1970) In :http://fr.wikipedia.org/wiki/Liste_des_races_bovines_de_France
Consulté le: 27/08/2008.

-PIRISI A., ACHILLEOS C., JAROS D., NOEL Y.,ROHM H. (2000a). Rheological characterisation of Protected Denomination of Origin-(PDO)-cheeses made from ewe's milk. Milchwissenschaft,55, p 257-259.

-PIRISI A., PIREDDA G., PODDA F., PINTUS S. (1996).Effect of somatic cell count on sheep milk composition and cheesemaking properties. In: Somatic cells and milk of small ruminants. Den Haag,Netherlands, EAAP Publication, 77, p 245-251.

- POLITIS I., NG-KWAI-HANG K.F. (1988b). Effect of somatic cell count and milk composition on cheese composition and cheese making efficiency.J. Dairy Science., 71, p 711- 719.

-POMIÈS D., MARTIN B., RÉMOND B.,BRUNSCHWIG G., PRADEL P., LAVIGNE R., HULIN S. (2003). La traite une fois par jour pendant 7 semaines de vaches laitières Prim'Holstein et

Montbéliarde en milieu de lactation : performances zootechniques, qualité du lait et des fromages. Renc. Rech. Rum., 10, p 81-84.

R

- **RABASCO A., SERRADILLA J.M., PADILLA J.A. SERRANO A. (1993).** Genetic and No-génétique sources of variation in yield and composition of milk in *Verara goats*. Small ruminant res. 11, p 151-161.

- **RÉMOND B., POMIÈS D. (2004).** Effect of once daily milking in dairy cows: a review of recent frenches experiment. EAAP.

- **REMEUF F., COSSIN V., DERVIN C., LENOIR J., TOMASSONE R. (1991).** Relations entre les caractères physico-chimiques des laits et leur aptitude fromagère. in revue : Lait n° :71, p 397-421.

S

- **SUTTON J.D. (1989).** Altering milk composition by feeding. J. Dairy Sci., 72, p 801-814.

T

- **TORSO B., STEPHANON B. (2001).** Effect of ration composition on sensory properties of matured Montasio cheese. Scienza é Technica LATTERIO CASEAERIA, n°52, p 257-268.

U

- **URBACH G. (1990).** Effect of feed on flavor in dairy foods. Journal Dairy Sci., 73, p 639-650.

V

- **VEISSEYRE R. (1966).** In : MICHEL M., ROMAIN JEANTET, GERARD BRULE. (2000). Initiation à la technologie fromagère. Edition technique et documentation. Lavoisier. Paris. Codex 08.180 pages.

- **VERDIER-METZ I., COULON J.B., PRADEL P. (2001).** Relationship between milk fat and protein contents and cheese yield. Anim. Res., 50, p 365-371.

- **VERDIER-METZ I., COULON J.B., PRADEL P., VIALLOIN C., BERDAGUE J.L. (1998).** Effect of forage conservation (hay or silage) and cow breed on the coagulation properties of milks and on the characteristics of ripened cheeses. Journal Dairy Res., 65, p 9-21.

-VERDIER I., COULON J.B., PRADEL P., BERDAGUE J.L. (1995). Effect of storage type and cow breed on the characteristics of matured Saint-Nectaire cheeses. *In: Lait* 75, p 523-533.

-VOUTSINAS L.P. ET PAPASS C.P., KATSIARI M.C. (1990): The composition of alpine goat's milk during lactation in Greece.*J.Dairy res.*57, p 41-51.

Annexes

Test-t séries non appariées pour MG lait

Variable "groupe" : Race

Ecart théorique = 0

	Ecart moyen	DDL	t	p
F, M	-,589	18	-1,512	,1479
F, P	-3,048	18	-4,844	,0001
M, P	-2,459	18	-3,393	,0032

Info. du groupe pour MG lait

Variable "groupe" : Race

	nombre	Moy.	Variance	Dév Std	Erreur Std
F	10	2,406	,114	,337	,107
M	10	2,995	1,404	1,185	,375
P	10	5,454	3,846	1,961	,620

Test-t séries non appariées pour EST

Variable "groupe" : Race

Ecart théorique = 0

	Ecart moyen	DDL	t	p
F, M	-,407	18	-,535	,5989
F, P	-1,794	18	-2,157	,0448
M, P	-1,387	18	-1,254	,2257

Info. du groupe pour EST

Variable "groupe" : Race

	nombre	Moy.	Variance	Dév Std	Erreur Std
F	10	11,807	,237	,487	,154
M	10	12,214	5,541	2,354	,744
P	10	13,601	6,683	2,585	,818

Test-t séries non appariées pour cendre lait

Variable "groupe" : race

Ecart théorique = 0

	Ecart moyen	DDL	t	p
F, M	-,035	2	-3,130	,0887
F, Pr H	-,035	2	-1,941	,1917
M, Pr H	0,000	2	0,000	•

Info. du groupe pour cendre lait

Variable "groupe" : race

	nombre	Moy.	Variance	Dév Std	Erreur Std
F	2	,680	2,000E-4	,014	,010
M	2	,715	5,000E-5	,007	,005
Pr H	2	,715	4,500E-4	,021	,015

Test-t séries non appariées pour PR lait

Variable "groupe" : Race

Ecart théorique = 0

	Ecart moyen	DDL	t	p
F, M	,020	18	,235	,8169
F, P	,424	18	2,495	,0225
M, P	,404	18	2,165	,0440

Info. du groupe pour PR lait

Variable groupe: Race

	nombre	Moy.	Variance	Dév Std	Erreur Std
F	10	3,530	,007	,081	,026
M	10	3,510	,066	,257	,081
P	10	3,106	,282	,531	,168

Test-t séries non appariées pour MG/PRO

Variable groupe : Race

Ecart théorique = 0

	Ecart moyen	DDL	t	p
F, M	-,164	18	-1,606	,1256
F, P	-1,095	18	-5,068	<,0001
M, P	-,931	18	-3,953	,0009

Info. du groupe pour MG/Pro

Variable groupe: Race

	nombre	Moy.	Variance	Dév Std	Erreur Std
F	10	,681	,008	,087	,028
M	10	,844	,096	,310	,098
P	10	1,776	,459	,678	,214

Test-t séries non appariées pour **MG caillé**

Variable groupe : Race

Ecart théorique = 0

	Ecart moyen	DDL	t	p
F, M	-,876	18	-2,200	,0411
F, P	-3,076	18	-4,774	,0002
M, P	-2,200	18	-2,969	,0082

Info. du groupe pour MG caillé

Variable groupe : Race

	nombre	Moy.	Variance	Dév Std	Erreur Std
F	10	1,400	,123	,351	,111
M	10	2,276	1,463	1,209	,382
P	10	4,476	4,029	2,007	,635

Test-t séries non appariées pour **EST**

Variable groupe : Race

Ecart théorique = 0

	Ecart moyen	DDL	t	p
F, M	-,205	18	-,283	,7808
F, P	-2,236	18	-2,549	,0201
M, P	-2,031	18	-1,844	,0818

Info. du groupe pour EST caillé

Variable groupe : Race

	nombre	Moy.	Variance	Dév Std	Erreur Std
F	10	4,537	,412	,642	,203
M	10	4,742	4,853	2,203	,697
P	10	6,773	7,282	2,698	,853

Test-t séries non appariées pour PR caillé

Variable groupe : Race

	Ecart moyen	DDL	t	p
F, M	-,583	18	-2,073	,0528
F, P	-,497	18	-1,343	,1960
M, P	,086	18	,240	,8130

Info. du groupe pour PR caillé

Variable groupe : Race

	nombre	Moy.	Variance	Dév Std	Erreur Std
F	10	,781	,438	,662	,209
M	10	1,364	,352	,593	,188
P	10	1,278	,931	,965	,305

	Ecart moyen	DDL	t	p
F, M	,050	2	5,000	,0377
F, Pr H	,045	2	9,000	,0121
M, Pr H	-,005	2	-,447	,6985

Info. du groupe pour cendre caillé

Variable "groupe" : race

	nombre	Moy.	Variance	Dév Std	Erreur Std
F	2	,650	0,000	0,000	0,000
M	2	,600	2,000E-4	,014	,010
Pr H	2	,605	5,000E-5	,007	,005

Test-t séries non appariées pour **MG lait**

Variable groupe : Race

Ecart théorique = 0

	Ecart moyen	DDL	t	p
F, L	-1,473	38	-6,084	<,0001
F, M	-,062	38	-,187	,8523
F, P	-1,146	38	-2,633	,0122
L, M	1,411	38	3,979	,0003
L, P	,327	38	,721	,4753
M, P	-1,084	38	-2,140	,0388

Info. du groupe pour MG lait

Variable groupe : Race

	nombre	Moy.	Variance	Dév Std	Erreur Std
F	20	2,366	,423	,651	,145
L	20	3,839	,749	,865	,194
M	20	2,428	1,766	1,329	,297
P	20	3,512	3,364	1,834	,410

Test-t séries non appariées pour **PR lait**

Variable groupe : Race

Ecart théorique = 0

	Ecart moyen	DDL	t	p
F, L	,347	38	2,162	,0370
F, M	,111	38	1,039	,3053
F, P	,545	38	3,689	,0007
L, M	-,236	38	-1,493	,1436
L, P	,198	38	1,052	,2993
M, P	,434	38	2,992	,0048

Info. du groupe pour PR lait

Variable groupe : Race

	nombre	Moy.	Variance	Dév Std	Erreur Std
F	20	3,542	,122	,349	,078
L	20	3,195	,393	,627	,140
M	20	3,431	,106	,326	,073
P	20	2,997	,315	,561	,125

Test-t séries non appariées pour **EST LAIT**

Variable groupe : Race

Ecart théorique = 0

	Ecart moyen	DDL	t	p
F, L	-,616	38	-1,057	,2970
F, M	,428	38	,743	,4619
F, P	,179	38	,249	,8049
L, M	1,044	38	1,555	,1283
L, P	,795	38	,996	,3256
M, P	-,249	38	-,314	,7554

Info. du groupe pour EST LAIT

Variable groupe : Race

	nombre	Moy.	Variance	Dév Std	Erreur Std
F	20	11,935	2,200	1,483	,332
L	20	12,551	4,587	2,142	,479
M	20	11,507	4,432	2,105	,471
P	20	11,756	8,157	2,856	,639

Test-t séries non appariées pour **CENDRES LAIT****Ecart théorique = 0**

	Ecart moyen	DDL	t	p
F, L	-,140	6	-7,668	,0003
F, M	,002	6	,113	,9137
F, Pr H	,075	6	2,852	,0291
L, M	,142	6	8,902	,0001
L, Pr H	,215	6	10,043	<,0001
M, Pr H	,073	6	2,924	,0265

Info. du groupe pour lait
Variable "groupe" : RACE

	nombre	Moy.	Variance	Dév Std	Erreur Std
F	4	,740	,001	,034	,017
L	4	,880	2,000E-4	,014	,007
M	4	,738	,001	,029	,014
Pr H	4	,665	,002	,040	,020

Test-t séries non appariées pour **Mg/Pro**

Variable groupe : Race

Ecart théorique = 0

	Ecart moyen	DDL	t	p
F, L	-,581	38	-6,876	<,0001
F, M	-,025	38	-,290	,7731
F, P	-,669	38	-4,031	,0003
L, M	,557	38	5,120	<,0001
L, P	-,087	38	-,487	,6292
M, P	-,644	38	-3,590	,0009

Info. du groupe pour **Mg/Pro**

Variable groupe : Race

	nombre	Moy.	Variance	Dév Std	Erreur Std
F	20	,660	,025	,157	,035
L	20	1,242	,118	,344	,077
M	20	,685	,118	,344	,077
P	20	1,329	,526	,725	,162

Test-t séries non appariées pour MG caillé

Variable "groupe" : Race

Ecart théorique = 0

	Ecart moyen	DDL	t	p
F, L	-2,064	38	-8,589	<,0001
F, M	-,157	38	-,499	,6205
F, P	-1,718	38	-3,898	,0004
L, M	1,906	38	5,832	<,0001
L, P	,346	38	,771	,4457
M, P	-1,561	38	-3,163	,0031

Info. du groupe pour MG caillé

Variable "groupe" : Race

	nombre	Moy.	Variance	Dév Std	Erreur Std
F	20	1,291	,504	,710	,159
L	20	3,354	,651	,807	,180
M	20	1,423	1,544	1,243	,278
P	20	3,008	3,381	1,839	,411

Test-t séries non appariées pour PR caillé

Variable "groupe" : Race

Ecart théorique = 0

	Ecart moyen	DDL	t	p
F, L	,823	38	4,411	<,0001
F, M	,344	38	1,588	,1206
F, P	,041	38	,211	,8342
L, M	-,478	38	-2,396	,0216
L, P	-,782	38	-4,452	<,0001
M, P	-,303	38	-1,462	,1521

Info. du groupe pour PR caillé

Variable "groupe" : Race

	nombre	Moy.	Variance	Dév Std	Erreur Std
F	20	1,862	,418	,647	,145
L	20	1,039	,277	,527	,118
M	20	1,517	,520	,721	,161
P	20	1,821	,339	,582	,130

Test-t séries non appariées pour EST caillé

Variable "groupe" : Race

Ecart théorique = 0

	Ecart moyen	DDL	t	p
F, L	-1,225	38	-3,083	,0038
F, M	1,045	38	2,281	,0283
F, P	-,028	38	-,040	,9686
L, M	2,270	38	3,962	,0003
L, P	1,197	38	1,523	,1361
M, P	-1,073	38	-1,311	,1977

Info. du groupe pour EST caillé

Variable "groupe" : Race

	nombre	Moy.	Variance	Dév Std	Erreur Std
F	20	6,015	,396	,629	,141
L	20	7,240	2,763	1,662	,372
M	20	4,970	3,803	1,950	,436
P	20	6,043	9,593	3,097	,693

Test-t séries non appariées pour CENDRES CAILLE

Variable "groupe" : RACE

Ecart théorique = 0

	Ecart moyen	DDL	t	p
F, L	-,155	6	-13,638	<,0001
F, M	,037	6	2,666	,0372
F, Pr H	,142	6	8,626	,0001
L, M	,192	6	13,141	<,0001
L, Pr H	,297	6	17,482	<,0001
M, Pr H	,105	6	5,547	,0015

Info. du groupe pour cendres caillé

Variable "groupe" : RACE

	nombre	Moy.	Variance	Dév Std	Erreur Std
F	4	,683	2,250E-4	,015	,007
L	4	,837	2,917E-4	,017	,009
M	4	,645	,001	,024	,012
Pr H	4	,540	,001	,029	,015

Exploitation de TIZI OUZOU :

Test-t séries non appariées pour **taux récup MG**

Variable groupe : Race

Ecart théorique = 0

	Ecart moyen	DDL	t	p
F, M	-7,667	18	-1,082	,2937
F, P	-21,364	18	-4,040	,0008
M, P	-13,696	18	-1,961	,0656

Info. du groupe pour taux récup MG

Variable groupe : Race

	nombre	Moy.	Variance	Dév Std	Erreur Std
F	10	57,915	147,195	12,132	3,837
M	10	65,583	355,382	18,852	5,961
P	10	79,279	132,483	11,510	3,640

Test-t séries non appariées pour **taux de récup EST**

Variable groupe : Race

Ecart théorique = 0

	Ecart moyen	DDL	t	p
F, M	1,114	18	,270	,7901
F, P	-9,539	18	-2,354	,0301
M, P	-10,653	18	-1,963	,0652

Info. du groupe pour taux EST

Variable groupe : Race

	nombre	Moy.	Variance	Dév Std	Erreur Std
F	10	38,353	19,897	4,461	1,411
M	10	37,239	150,101	12,252	3,874
P	10	47,892	144,300	12,012	3,799

Test-t séries non appariées pour Taux de récupération

Variable groupe : race

Ecart théorique = 0

	Ecart moyen	DDL	t	p
F, M	11,699	2	7,206	,0187
F, Pr H	10,971	2	6,196	,0251
M, Pr H	-,728	2	-,540	,6435

Info. du groupe pour **Taux de récupération**

Variable groupe : race

	nombre	Moy.	Variance	Dév Std	Erreur Std
F	2	95,609	3,954	1,988	1,406
M	2	83,910	1,318	1,148	,812
Pr H	2	84,638	2,317	1,522	1,076

Exploitation de LARBAA

Test-t séries non appariées pour **taux de récupération Cendre**

Variable groupe : RACE

Ecart théorique = 0

	Ecart moyen	DDL	t	p
F, L	-2,857	6	-2,231	,0672
F, M	4,839	6	3,364	,0152
F, Pr H	11,043	6	5,474	,0016
L, M	7,695	6	9,796	<,0001
L, Pr H	13,900	6	8,591	,0001
M, Pr H	6,204	6	3,554	,0120

Info. du groupe pour TAUX DE récupération Cendre

Variable groupe : RACE

	nombre	Moy.	Variance	Dév Std	Erreur Std
F	4	92,310	6,184	2,487	1,243
L	4	95,166	,375	,612	,306
M	4	87,471	2,093	1,447	,723
Pr H	4	81,267	10,097	3,178	1,589

Test-t séries non appariées pour **taux de récup EST**

Variable groupe : Race

Ecart théorique = 0

	Ecart moyen	DDL	t	p
F, L	-6,404	38	-2,590	,0135
F, M	9,332	38	2,825	,0075
F, P	2,872	38	,744	,4617
L, M	15,736	38	4,987	<,0001
L, P	9,276	38	2,482	,0176
M, P	-6,460	38	-1,491	,1442

Info. du groupe pour taux de récup EST

Variable groupe : Race

	nombre	Moy.	Variance	Dév Std	Erreur Std
F	20	51,159	70,700	8,408	1,880
L	20	57,562	51,535	7,179	1,605
M	20	41,827	147,610	12,150	2,717
P	20	48,287	227,706	15,090	3,374

Test-t séries non appariées pour taux MG (%)

Variable "groupe" : Race

Ecart théorique = 0

	Ecart moyen	DDL	t	p
F, L	-33,766	38	-6,310	<,0001
F, M	1,453	38	,190	,8502
F, P	-26,504	38	-3,685	,0007
L, M	35,219	38	5,779	<,0001
L, P	7,262	38	1,315	,1963
M, P	-27,957	38	-3,603	,0009

Info. du groupe pour taux MG (%)

Variable groupe : Race

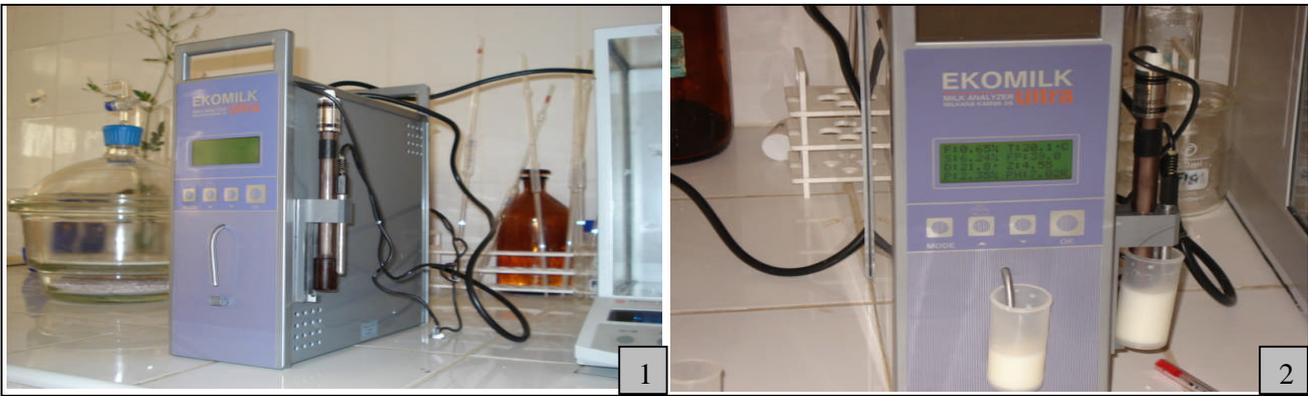
	nombre	Moy.	Variance	Dév Std	Erreur Std
F	20	52,229	498,733	22,332	4,994
L	20	85,995	74,013	8,603	1,924
M	20	50,776	668,769	25,861	5,783
P	20	78,733	535,671	23,145	5,175

Prélèvements du lait cru :

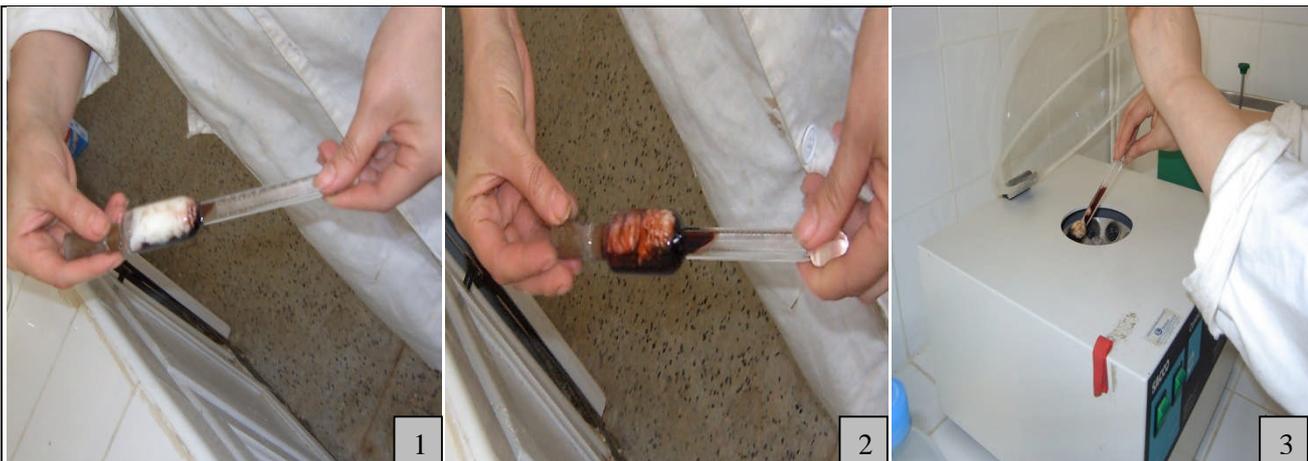


Analyses physico-chimiques :

***EKOMILK : (Lait cru)**



***METHODES CLASSIQUES : (Caillé)**



1,2 : La réaction biochimique Caillé/Acide sulfurique dans le butyromètre.

3 : Introduction du butyromètre dans la centrifugeuse.

Quelques photos personnelles de la partie expérimentale

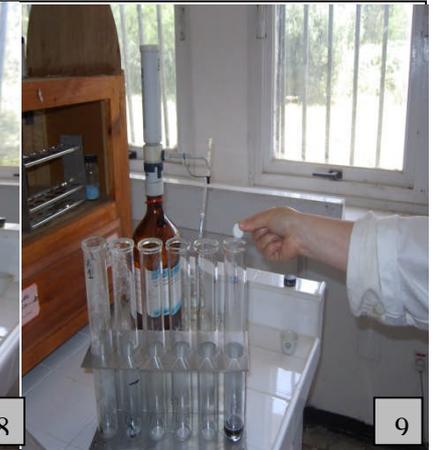


Photo 4 : Placement du butyromètre bouchon en bas dans un bain marie quelques minutes.

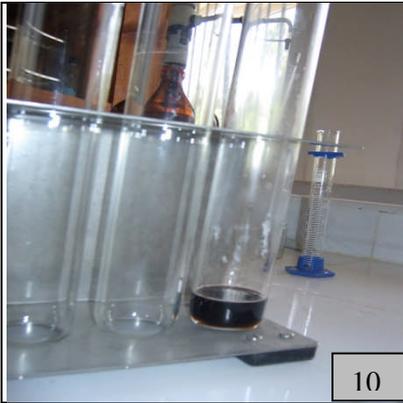
Photos 5,6 : Ajout de l'acide sulfurique dans le tube.

Photo 7 : le transfert de contenu de matras (1g du caillé) dans un tube déjà rempli en Acide sulfurique.

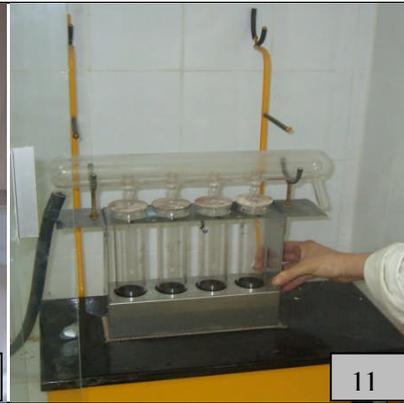
Photo 8 : La réaction chimique entre l'acide sulfurique et le caillé.

Photo 9 : Introduction d'un comprimé de sulfate de potassium (5g).

Quelques photos personnelles de la partie expérimentale



10



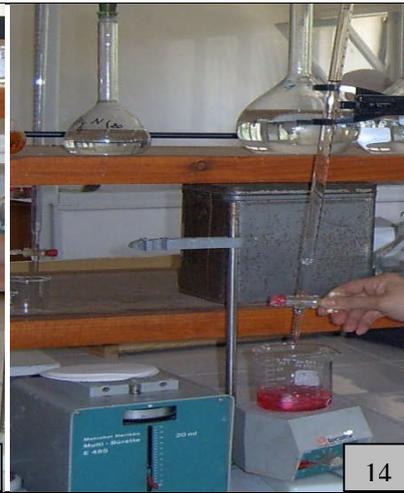
11



12



13



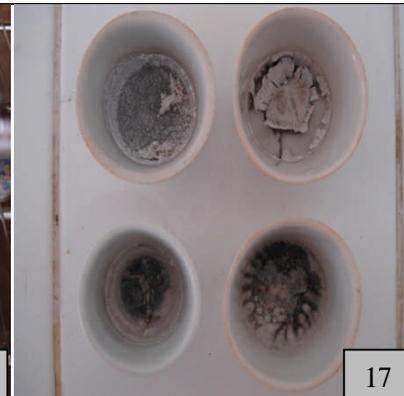
14



15



16



17



18

Photo 10 : Réaction biochimique acide sulfurique/caillé/sulfate de potassium

Photo 11 : Minéralisation

Photo 12 : Distillation

Photo 13 : Titration à l'acide sulfurique ' début '

Photo 14 : Titration à l'acide sulfurique ' point de titrage '

Photo 15 : Pesage sur balance de précision.

Photo 16 et 17: Dessiccation du caillé dans l'étuve.

Photo 18 : Le creuset contenant du caillé dans le four pour incinération.

Essais de transformation fromagère :

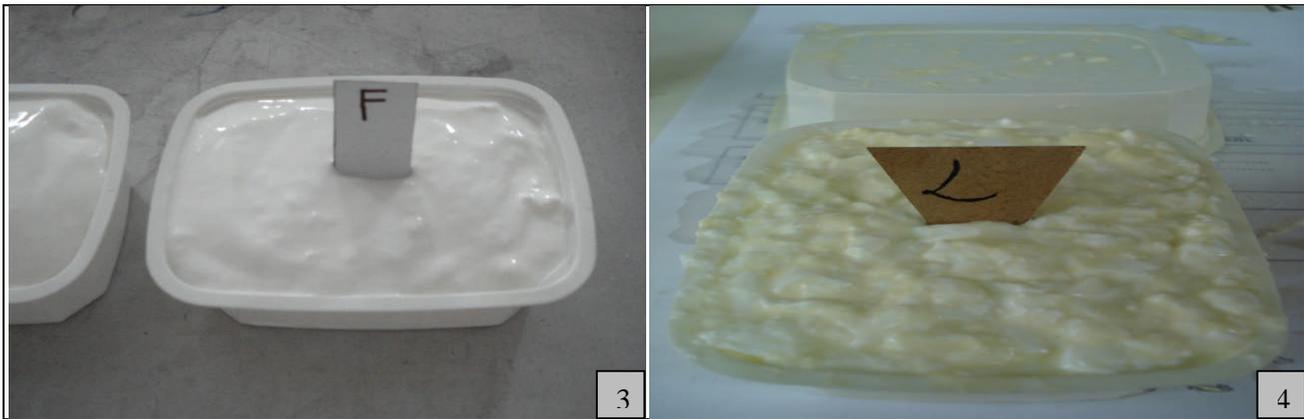
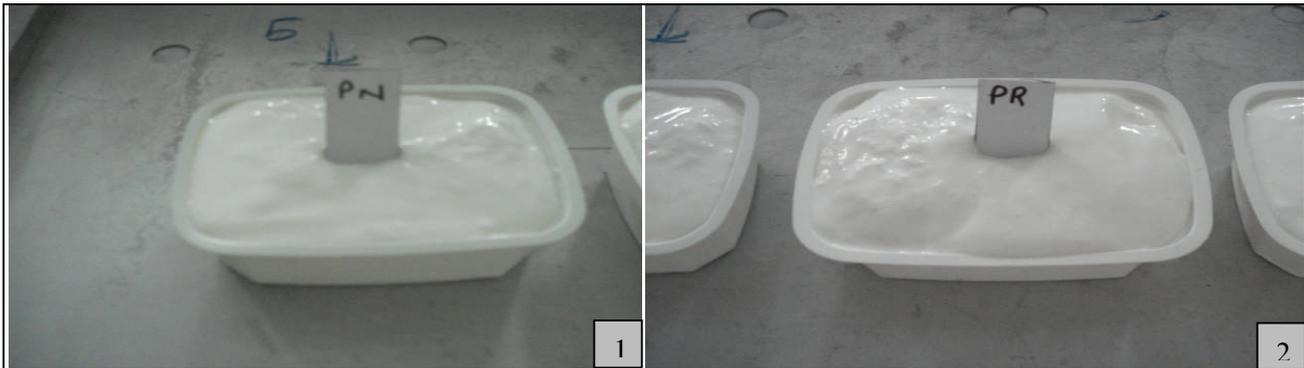


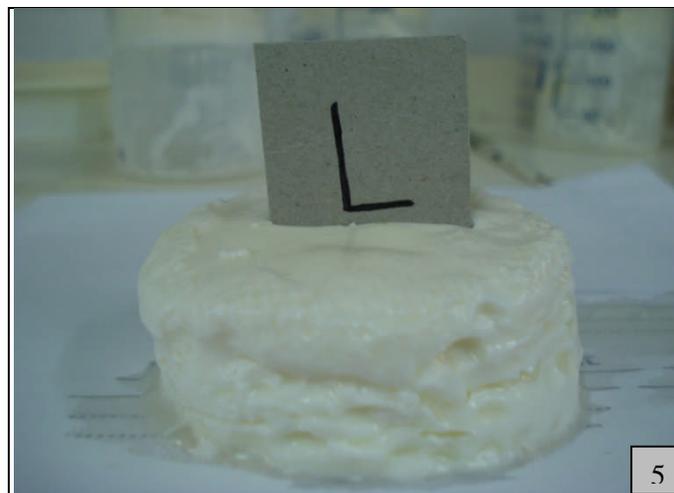
Photo 1 : Caillé issue du lait de la PrimHolstein.

Photo 2 : Caillé issue du lait de la Montbéliarde.

Photo 3 : Caillé issue du lait de la Fleckvieh.

Photo 4 : Caillé issue du lait de la Race locale «'Brune de l'Atlas'.

Fromage frais obtenu à partir de la race Locale :



Résumé

Cette étude a pour objectif principal de déterminer la composition chimique du lait et du caillé correspondant de quelques races bovines (Prim holstein, Montbéliarde, Fleckvieh, Brune de l'Atlas).

Nous nous sommes intéressés, au cours de cette étude, aux paramètres chimiques suivants: la Matière Grasse, les Protéines Totales, Matière azotées totales, l'Extrait Sec Total et les Cendres.

L'étude a touché deux exploitations, l'une est située à **Tizi-Ouzou** dans laquelle nous avons effectué un total de **30 prélèvements** à partir de 05 vaches Montbéliardes, 05 vaches Fleckvieh, 05 vaches Prim'Holstein. Les vaches avaient le même âge, le même numéro de lactation et ont eu la même alimentation. Le seul facteur variable pris en compte était la race.

L'autre est située à **Larbàa** dans laquelle nous avons effectué un total de **80 prélèvements** à partir des mêmes races précitées auxquels nous avons ajouté 05 vaches de race locale (Brune de l'Atlas). Les vaches avaient le même âge, le même numéro de lactation et ont eu la même alimentation. Il y avait que le mode d'élevage que nous n'avons pas pu contrôler dans le cas de la Brune de l'Atlas.

Nos résultats ont montré que les vaches de race locale produisent un lait significativement plus riche en Matière Grasse et en extrait sec total que les autres races étudiées. Que le caillé des vaches Prim'Holstein est plus riche en Matières Grasses. Que les vaches Montbéliarde produisent un lait présentant un **rapport M.G./Protéines** du caillé intéressant dans les deux exploitations, ce qui se traduit par une bonne consistance du caillé. Ce rapport prédispose cette race à une meilleure aptitude à la transformation fromagère.

Mots clés : Lait, caillé, matière grasse, protéines totales, matières azotées totales, cendres, extrait sec total, M.G. / Protéines, race locale (Brune de l'Atlas), Montbéliarde, Prim'Holstein. Fleckvieh.

Summary :

The main aim of this study was to determine the chemical composition of the raw milk and the corresponding curd of several bovine races (Prim holstein, Montbéliarde, Fleckvieh, Brune de l'Atlas) by determining their fat content, total protein, total nitrogenous content, their total dry extract and ashes.

The study was performed in two dairy exploitations level, the first located in Tizi Ouzou, 30 milk samples were collected from 5 Montbéliardes, 5 Fleckvieh and 05 Prim'Holstein cows. All the cows had the same age, lactation number, and alimentation. The only variable factor was the race.

The second dairy exploitation is located in Larbàa, we have collected 80 samples of milk from 5 Montbéliardes, 5 Fleckvieh, 05 Prim'Holstein and 5 cows of local race (Brune de l'Atlas). All the cows had the same age, lactation number, and alimentation, the only parameter we haven't been able to control was the breeding mode of Brune de l'Atlas cows.

Our results show first, that the cows of local race produce milk significantly more rich in fat, and total dry extract regarding to the other studied races then, the fat content of curd of the Prim'Holstein milk is more important and finally, the Montbéliarde cows of the two exploitations produce a milk with an interesting curd's fat to protein ratio which reflects a well curd consistency. This ratio suggests that the milk of this race has a better ability to cheese processing.

Key words: Milk, curd, fat content, total proteins, ashes, Total Dry Extract, M.G./Proteins, local race (brown of the Atlas), Montbéliarde, Prim' Holstein. Fleckvieh

ملخص:

الهدف الرئيسي لهذه الدراسة هو تحديد التراكيب الكيميائية من الحليب الطازج و القشدة الموافقة لبعض السلالات (بريم هولشتاين ، المونبيليارد، الفلاكفي و سمراء الأطلس).

اهتمنا خلال هذه الدراسة على الخصائص الكيميائية التالية: المواد الدسمة، البروتينات الكلية، المواد الأزوتية الكلية، مجمول المادة الجافة و الرماد.

و شملت الدراسة مزرعتين، الأولى تقع بتيزي وزو، حيث أجرينا فيها 30 عينة مأخوذة من 05 بقرات مونبيليارد، 05 فلاكفي، 05 بريمهولشتاين، الأبقار كان لها نفس العمر، نفس عدد الإرضاع و نفس التغذية، العامل الوحيد المتغير هو السلالة.

الثانية موجودة بمنطقة الأربعاء، حيث أجرينا 80 عينة من نفس السلالات السابق ذكرها، و أضفنا عليها 05 أبقار محلية (سمراء الأطلس)، الأبقار كان لها نفس العمر، نفس عدد الإرضاع و نفس نمط التغذية ، لكن لم نتمكن من معرفة طريقة تربية الأبقار من سلالة سمراء الأطلس.

النتائج المحصل عليها بينت أن سلالة الأبقار المحلية تنتج حليب طازج الأكثر غناء بالمواد الدسمة و مجمول المادة الجافة مقارنة مع السلالات الأخرى.

و قد اتضح جليا أن سلالة مونبيليارد تنتج حليب بأفضل نسبة (المواد الدسمة على البروتينات) مذا يسمح بتماسك أفضل لقشدة الحليب. هذه الأخيرة تضع حليب سلالة مونبيليارد في أفضل منصب لتحول إلى الجبن الطازج.

المصطلحات العلمية: الحليب قشدة الحليب المواد الدسمة و البروتينات النسبية (المواد الدسمة على البروتينات)، سلالة أبقار مونبيليارد، سلالة الأبقار فلاكفي، سلالة الأبقار المحلية.