

République Algérienne Démocratique et Populaire
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Université de Saad Dahlab – Blida
جامعة سعد دحلب – البليدة

Département : des Sciences Agronomiques
Option : Sciences Alimentaires

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences de la Nature et de la Vie

Thème

***Influence de quelques paramètres de production
(race et stade de lactation des vaches laitières) sur la
qualité du lait cru destiné à la fabrication du yaourt
aromatisé.***

Présenté par : MIMOUNI Hamid

Soutenu devant le jury :

Président : Mr. RAMDHAN .S

Maitre-assistant A(Univ. de Blida)

Directeur de thèse : Me. BOUTEKRABT. L

Maître de conférences A (Univ. de Blida)

Co-promoteur :Mr. MAROUF ARIBI. M

Laborantin (E.P.S.P de Tipaza)

Examineurs : Mr. HADI.D

Maître de conférences A (Univ. de Blida)

Mr. MEGATLI.I

Maître de conférences A (Univ. de Blida)

Année universitaire : 2012 / 2013

Remerciements

Avant tout, je remercie le bon dieu, l'être suprême, le grand seigneur d'avoir rendu possible le présent projet de fin d'étude.

Au terme de ce travail je tiens à remercier :

Dr BOUTEKRABT .L et Mr MAROUF ARAIBI .M d'avoir dirigé ce travail et pour tous les conseils qu'elles m'ont prodigué.

Mr. RAMDHAN .Sd'avoir accepté de présider le jury de cette thèse;
Mr. HADI .D et Mr.MEGATLI .Id'avoir examiné ce travail.

Je tiens également à remercier;

*Le membre du personnel de la laiterie d'El Boukhari en particulier Monsieur **BOUKHALFA MOHAMED** responsable du laboratoire physico-chimique et microbiologique.*

*Le membre du personnel de la ferme EL Boukhari en particulier Monsieur **HAMZA**, et Monsieur **MILOUDI OMAR** responsable de la ferme.*

*Merci à la famille **MIMOUNI**, mes voisins et mes amis **FERGANI MOHAMEDAMINE, OUNNARDJABER, MOULOUD ABDELHAMID.***

Je tiens également à remercier tous les enseignants du département de Biologie, de l'Agronomie, et tous les Techniciens, Etudiants et Bibliothécaire.

Dédicaces

Louange à Allah, le tout puissant, l'omniprésent qui nous a aidé.

- *Je dédie cet œuvre à :*

Ma très chère mère qui n'avait ménagé aucun effort pour me donner une meilleure éducation, pour me guider avec rigueur mais aussi avec amour, elle a été toujours présente avec moi par son amour, sa persévérance, son soutien et exhortation. Toutes les expressions ne suffisent pas pour exprimer ma gratitude.

Je regrette fortement l'absence de mon père, que dieu le bénisse.

Mes frères, leur souhaitant une bonne réussite dans leur vie.

Mes oncles et tantes et mes neveux Saad et Rania, et toutes la famille Mimouni et Zaroual.

Toutes mes amies avec qui nous avions passé de merveilleux moments dans notre vie estudiantine et en particulier à : Amin, DJaber, Youcef, Hamid.....

A toute la promotion de Sciences alimentaires.

Tous ce qui j'aime et qui se reconnaissent.

Tous ceux qui cherchent le savoir.

HAMID

LISTE D'ABREVIATIONS

A.F.N.O.R : Association Française de Normalisation

FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FIL: Fédération Internationale de Laiterie.

MG: Matière grasse.

OMS: Organisation Mondiale de Santé.

pH: Potentiel Hydrogène.

AFNOR : Association Française de Normalisation

CIDIL : Centre Interprofessionnel de Documentation et d'Information Laitière

FAO : Food Agriculture Organisation

INA : Institut National Agronomique

INRA : Institut de la Recherche Agronomique

M.A.D.R. : Ministère d'agriculture et développement rural

PNDRA : Plan national de développement rural et agricole

GIPLAIT: Groupe Industriel des Producteurs laitiers

LISTE DES SYMBOLES

Abs : Absence **ml** : Millilitre

BLBVB : bouillon lactosé bilié au vert brillant **mm** : millimètre

°C : Degrés Celsius **mn** : minute

UHT : Ultra haute température **NaCl** : Chlorure de sodium

µg : Microgrammes **s** : seconde

µm : micromètre **TB** : Taux Butyreux

pH : potentiel d'hydrogène **Flec** : race Fleckvieh

°D : Degrés Dornic **Hols** : race Holstein

D : densité

Mont : race Montbéliarde

ESD : Extrait sec dégraissé **Norm** : race Normande

EST : Extrait sec total **Brun** : race Brun des alpes

FAMT : Flore aérobie mésophile totale

g : Gramme

G/S : Gras sur sec

h : Heure

H° : Humidité

MG : Matière grasse

H.R : Humidité relative

Kg : Kilogramme

l : Litre

MAT : Matière azotée totale

Ac : Activité coagulante

Moy. : moyenne

ddl : degré de liberté

TB : taux butyreux

p : probabilité

TP : taux protéique

% : Pourcentage

Ca : Calcium

g/l : Gramme par litre

M.S : Matière sèche

Résumé :

La présente étude a porté sur l'effet du stade de lactation et de la race sur la qualité physicochimique et microbiologique du lait et du yaourt.

L'influence de ces deux paramètres sur la composition du lait, a été étudiée, en conditions réelles de production, sur des vaches de race Holstein, Montbéliarde, Normande, Fleckvieh, et Brunes des alpes.

Les résultats relatifs au stade de lactation des vaches laitières montrent l'effet de ce dernier sur la qualité du lait.

La fabrication d'un yaourt à partir des différents échantillons des laits de différents stades de lactation a donné un produit de qualité satisfaisante.

Mots clés : stade de lactation, race, lait, yaourt.

Abstract:

The present study examined the effect of stage of lactation and breed on the physicochemical and microbiological quality of milk and yogurt.

The influence of these two parameters on the composition of milk, was studied under real production conditions, on Holstein cows, Montbéliarde breed, Normande breed, Fleckvieh breed, and Brown Alps cows.

The results for lactation dairy cows show the effect of the latter on the quality of milk.

The manufacture of yoghurt from milk samples from different stages of lactation gave a product of satisfactory quality.

Keywords: stage of lactation, breed, milk, yogurt.

ملخص

بمخت الدراسة الحالية تأثير مرحلة الرضاعة و كذا تأثير السلالة على النوعية الفيزيائية و المايكرو بيولوجية للحليب و الياغورت. تأثير هذين العاملين على مكونات الحليب درس تحت ظروف الإنتاج الحقيقي، على أبقار هولشتاين، مونتسليار، نورماند، أبقار جبال الألب وفليكفي. إن النتائج المتعلقة بمرحلة رضاعة الأبقار الحلوبة، بينت تأثير هذا الأخير على نوعية الحليب و الياغورت.

صناعة الياغورت عن طريق عينات مختلفة من الحليب ذات مراحل رضاعة متنوعة أعطت منتج ذو نوعية مرضية.

الكلمات الرئيسية: مرحلة الرضاعة، السلالة، الحليب، الياغورت.

SOMMAIRE

SOMMAIRE

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

PARTIE I : Bibliographique

CHAPITRE I : Généralités sur la filière lait en Algérie

1. Politiques et stratégies	3
1.1. Les politiques antérieures et leurs conséquences	3
1.2. La politique de réhabilitation de la production laitière nationale	5
2. Evolution du cheptel bovin	5
3. Evolution de la production laitière nationale	7
4. Evolution de la collecte du lait cru	9

CHAPITRE II : Généralités sur le lait

1. Définition	10
2. Principales Caractéristiques	10
2.1. Caractéristiques organoleptiques	10
2.2. Caractéristiques physico-chimiques	10
3. Composition chimique	11
3.1. L'eau	11
3.2. Les glucides	11
3.3. Les matières grasses	12
3.3.1. Les triglycérides	13
3.3.2. Les phospholipides	13
3.3.3. La fraction insaponifiable	14
3.4. Protéines et autres dérivés azotés du lait	14
3.4.1. Les protéines du lait	14
3.4.1.1. Les caséines	14
3.4.1.2. Les protéines solubles	15
3.4.2. Les matières azotées non protéiques	15
3.5. Les minéraux	16
3.6. Les vitamines	16
3.7. Les enzymes	17
4. La coagulation du lait	17
4.1. Coagulation acide	17
4.2. Coagulation enzymatique	17
4.3. Coagulation mixte	18
5. Les enzymes coagulantes du lait	18

5.1.	La présure	18
5.2.	Les succédanés de la présure	18
5.2.1.	Les succédanés d'origine animale	19
5.2.2.	Les succédanés d'origine végétale	20
5.2.3.	Les succédanés d'origine microbienne	21

CHAPITRE III : Généralités sur le yaourt

1.	Définition	22
2.	Historique	22
3.	Classification	23
4.	Composition du yaourt	23
4.1.	Les protéines	24
4.2.	Les glucides.....	25
4.3.	Les lipides.....	25
4.4.	Les minéraux.....	25
4.5.	Autres minéraux	25
4.6.	Les vitamines.....	26
5.	Technologie de fabrication du yaourt	26
5.1.	Choix du lait	26
5.2.	Etapas de fabrication du yaourt	26
5.2.1.	Préparation du lait.....	27
5.2.2.	Standardisation du lait	27
5.2.3.	Autres éventuels ajouts	28
5.2.4.	Homogénéisation	28
5.2.5.	Traitement thermique	30
5.2.6.	Dégazage	30
5.2.7.	Refroidissement du lait	30
5.2.8.	La fermentation	31
5.2.9.	Traitement post-fermentaire	36
5.2.10.	Addition d'autres ingrédients	36
5.2.11.	Conditionnement et stockage	36

CHAPITRE IV : Intérêts nutritionnels du yaourt

1.	Intérêts généraux	38
1.1.	Amélioration de l'absorption du lactose	39
1.2.	Amélioration de la digestibilité de la matière grasse	39

1.3.	Amélioration de la digestibilité des protéines	40
1.4.	Activité antimicrobienne	40
1.5.	Stimulation du système immunitaire	40
2.	Propriétés nutritionnelles des protéines lactières	41
2.1.	Influence d'une augmentation de l'apport protéique sur la prise alimentaire.....	41
2.2.	Propriétés nutritionnelles des caséinates de sodium	42

CHAPITRE V : Variation de la composition du lait

1.	Effets de la race	44
2.	Effet de l'alimentation	44
3.	Effets de la saison et du stade de lactation	46

PARTIE II : Matériel et méthodes

1.	Présentation de la laiterie de l'étude	49
1.1.	Laiterie EL BOUKHARI	49
1.2.	Présentation de la ferme et du cheptel bovin	49
1.3.	Mode d'alimentation et abreuvement du cheptel	50
2.	Objectifs de l'étude	50
3.	Conduite de l'étude	51
4.	Conditions expérimentales	52
4.1.	Matériel animal	52
4.2.	Matériel de production	52
5.	Prélèvements et analyses physicochimiques des échantillons	52
5.1.	Analyses physicochimiques du lait.....	52
5.1.1.	Détermination de l'acidité Dornic	52
5.1.2.	Détermination du pH	52
5.1.3.	Détermination de la densité	53
5.1.4.	Dosage de la matière grasse	53
5.1.5.	Dosage de la matière azotée totale	53
5.1.6.	Détermination de l'extrait sec total	53
5.1.7.	Détermination de l'extrait sec dégraissé	53
5.1.8.	Détermination de rapport G/S	53
5.1.9.	Détermination de la teneur en eau	53
5.2.	Analyses physicochimiques du yaourt	54
5.2.1.	Détermination du pH	54
5.2.2.	Dosage de la matière grasse	54

5.2.3. Dosage de la matière azotée totale	54
5.2.4. Détermination de l'extrait sec total	54
5.2.5. Détermination de l'extrait sec dégraissé	54
5.3. Analyses microbiologiques.....	55
5.3.1. Germes aérobies mésophiles totaux (GAMT)	55
5.3.2. Les coliformes totaux et fécaux	55
5.3.3. Les streptocoques fécaux	55
5.3.4. Staphylococcus aureus	55
5.3.5. Les Salmonelles	56
5.3.6. Levures et moisissures.....	56
6. Traitement statistique des données	57
6.1. Test de Student (Test t)	58

PARTIE III : Résultats et discussion

CHAPITRE I : Variation de la composition du lait

1. Etude de l'effet de la race sur la composition chimique du lait	60
1.1. Effet de la race sur le pH	60
1.2. Effet de la race sur l'acidité	61
1.3. Effet de la race sur l'extrait sec total (EST)	63
1.4. Effet de la race sur l'extrait sec dégraissé (ESD)	64
1.5. Effet de la race sur la densité	66
1.6. Effet de la race sur la Matière grasse (taux butyreux TB).....	67
1.7. Effet de la race sur MAT	72
2. Etude de stade de lactation sur la composition chimique du lait	75
2.1. Effet de stade de lactation sur le pH	75
2.2. Effet de stade de lactation sur l'acidité	76
2.3. Effet de stade de lactation sur l'EST	77
2.4. Effet de stade de lactation sur l'ESD	78
2.5. Effet de stade de lactation sur la densité.....	78
2.6. Effet de stade de lactation sur MG	79
2.7. Effet de stade de lactation sur MAT	80
3. Conclusion	82
CHAPITRE II : Résultats microbiologiques du lait.....	83

CHAPITRE III : Variation de la composition de yaourt

1. Etude de l'effet de stade de lactation sur la composition chimique du yaourt	84
1.1.Effet de la race sur le pH	84
1.2.Effet de la race sur l'acidité	85
1.3.Effet de la race sur la Matière grasse (taux butyreux TB)	85
1.4.Effet de la race sur MAT	86
1.5.Effet de la race sur l 'extrait sec total (EST)	86
2. Etude de l'effet de la race sur la composition chimique du yaourt	87
2.1.Effet de stade de lactation sur le pH	87
2.2.Effet de stade de lactation sur l'acidité.....	88
2.3.Effet de stade de lactation sur MG.....	89
2.4.Effet de stade de lactation sur MAT	90
2.5.Effet de stade de lactation sur l'EST	91
2.6.Effet de stade de lactation sur l'ESD	92
2.7.Effet de stade de lactation sur H%	92
2.8.Effet de stade de lactation sur G/S	93
3. Conclusion	94

CHAPITRE IV : Résultats microbiologiques du yaourt

1. Résultats Des Analyses microbiologiques de yaourt (Fabrication I)	95
2. Résultats Des Analyses microbiologiques de yaourt (Fabrication II)	96

Conclusion générale.....98

Références bibliographiques

Annexes

Tables des illustrations

Liste des tableaux

	Page
Tableau n° 1 : Evolution du cheptel bovin de 1963 à 2006	6
Tableau n° 2 : Evolution de la production laitière nationale de 1984 à 2004	8
Tableau n° 3 : Evolution de la collecte du lait	9
Tableau n° 4 : La composition moyenne du lait de vache de race laitière	12
Tableau n° 5 : Symboles, proportions et points de fusion des principaux acides gras présents dans les triglycérides du lait	13
Tableau n° 6 : composition moyenne des matières azotées du lait de vache	16
Tableau n° 7 : Composition de différents types de yaourt.....	24
Tableau n° 8 : Interactions métaboliques entre les deux bactéries en culture mixte dans le lait	34
Tableau n° 9 : Compositions comparées des laits de consommation et du yaourt.....	38
Tableau n° 10 : Critères de composition de caséinates	42
Tableau n° 11 : Analyses microbiologiques effectués sur le lait et le yaourt	57
Tableau n° 12 : Analyse statistique (test de Student) des différents valeurs du pH de race Flec,Hols, Mont, Norm et Brun	60
Tableau n° 13 : Analyse statistique (test de Student) des différents valeurs de l'acidité de race Flec,Hols, Mont, Norm et Brun	61
Tableau n° 14 : Analyse statistique (test de Student) des différents valeurs de l'EST de race Flec,Hols, Mont, Norm et Brun	63
Tableau n° 15 : Analyse statistique (test de Student) des différents valeurs de l'ESD de race Flec,Hols, Mont, Norm et Brun	65
Tableau n° 16 : Analyse statistique (test de Student) des différents valeurs de la Densité de race Flec,Hols, Mont, Norm et Brun.....	66

Tableau n° 17 :	Analyse statistique (test de Student) des différents valeurs de MG de race Flec,Hols, Mont, Norm et Brun	67
Tableau n° 18 :	Analyse statistique (test de Student) des différents valeurs de MAT de race Flec,Hols, Mont, Norm et Brun	72
Tableau n° 19 :	Analyse statistique (test de Student) des différents valeurs du pH de race Flec,Hols, Mont, Norm et Brun	87
Tableau n° 20 :	Analyse statistique (test de Student) des différents valeurs de l'acidité de race Flec,Hols, Mont, Norm et Brun	88
Tableau n° 21 :	Analyse statistique (test de Student) des différents valeurs de MG de race Flec,Hols, Mont, Norm et Brun	89
Tableau n° 22 :	Analyse statistique (test de Student) des différents valeurs de MAT de race Flec,Hols, Mont, Norm et Brun	90
Tableau n° 23 :	Analyse statistique (test de Student) des différents valeurs de l'EST de race Flec,Hols, Mont, Norm et Brun.....	91
Tableau n° 24 :	Analyse statistique (test de Student) des différents valeurs de l'ESD de race Flec,Hols, Mont, Norm et Brun	92
Tableau n° 25 :	Analyse statistique (test de Student) des différents valeurs de H% de race Flec,Hols, Mont, Norm et Brun	93
Tableau n° 26 :	Analyse statistique (test de Student) des différents valeurs de G/S de race Flec,Hols, Mont, Norm et Brun	93
Tableau n° 27 :	Résultats Des Analyses microbiologiques de yaourt (Fabrication I) .	90
Tableau n° 28 :	Résultats Des Analyses microbiologiques de yaourt (Fabrication II)	90

Liste des figures

	Page
Figure n° 1 : Diagramme général de fabrication des yaourts	29
Figure n° 2 : microphotographie réalisée à partir du yaourt mettant en évidence la présence des deux bactéries	31
Figure n° 3 : Schéma représentant les facteurs stimulants la coopération interespèces	33
Figure n° 4 : Cinétique d'apparition plasmatique des acides aminés	43
Figure n° 5 : Variation des teneurs en pH	61
Figure n° 6 : Variation des valeurs de l'acidité	62
Figure n° 7 : Variation des valeurs de l'EST	54
Figure n° 8 : Variation des valeurs de l'ESD	65
Figure n° 9 : Variation des valeurs de la Densité	66
Figure n° 10 : Variation des valeurs de MG	69
Figure n° 11 : Evolution la production et la composition chimique du lait au cours de l'année, après annulation de l'effet du stade de lactation	71
Figure n° 12 : Evolution du taux butyreux et du taux protéique du lait au cours de l'année, après annulation de l'effet du stade de lactation, chez des animaux de type pie-noir ou pie-rouge et chez des animaux de race Jersey ou Guernesey	72
Figure n° 13 : Variation des valeurs de MAT	74
Figure n° 14 : Variation des valeurs de pH	75
Figure n° 15 : Variation des valeurs de l'Acidité	76
Figure n° 16 : Variation des valeurs de l'EST	77
Figure n° 17 : Variation des valeurs de l'ESD	78
Figure n° 18 : Variation des valeurs de la densité	78
Figure n° 19 : Variation des valeurs de MG	79

Figure n° 20 :	Variation des valeurs de MAT	80
Figure n° 21 :	Evolution de la production et de la composition chimique du lait au cours de la lactation après annulations de l'effet de la saison (107000 lactation de vaches Holstein)	81
Figure n° 22 :	Variation des valeurs de pH	84
Figure n° 23 :	Variation des valeurs de l'Acidité	85
Figure n° 24 :	Variation des valeurs de MG	85
Figure n° 25 :	Variation des valeurs de MAT	86
Figure n° 26 :	Variation des valeurs de l'EST	86
Figure n° 27 :	Variation des valeurs de pH	88

INTRODUCTION

GÉNÉRALE

Introduction générale

En Algérie, la production bovine laitière assure un rôle nutritionnel fondamental de fourniture de protéines animales à une population urbaine en plein essor démographique et dont les habitudes alimentaires évoluent vers davantage de produits de qualité. Par ailleurs, l'industrie laitière fonctionne essentiellement sur la base de matières premières importées. Le lait cru produit localement n'entre que pour une très faible part dans l'activité des laiteries. L'Algérie est donc contrainte d'importer des quantités massives de lait, dont une grosse partie sous forme de lait en poudre qui coûte de plus en plus cher.

Cette situation indique qu'il est extrêmement urgent d'inverser les tendances pour améliorer la sécurité alimentaire par la mobilisation des moyens d'accroissement de la production nationale de lait cru et de son taux d'intégration dans le circuit d'approvisionnement de l'industrie laitière et du marché de consommation (BENYOUCEF, 2005). Cette opération passe par l'amélioration de la qualité du lait cru, exigée par l'industrie de transformation en particulier la fromagerie.

Cependant, il faut être en mesure de proposer à la profession, des outils permettant de connaître et de maîtriser finement les caractéristiques du lait cru en fonction des facteurs d'élevage.

En Algérie, un certain nombre d'études, à caractère plus zootechnique, ont été entreprises chez les vaches laitières. Dans un travail récent, portant sur les relations entre les modalités de production bovine et les caractéristiques du lait dans la wilaya de Tizi-ouzou, (BOUKIR 2007) avait attiré l'attention sur le rôle que pouvait jouer l'alimentation des vaches laitières sur la composition globale du lait.

En outre, le cheptel algérien a connu une introduction des vaches modernes importées (BLM) et qui représente 24,53 % du total des vaches laitières, participant ainsi à 48 % de la production laitière nationale (MADR, 2008). Il est donc important de connaître les avantages relatifs de chacune de ces races pour les aptitudes de production des laits.

C'est dans ce cadre que s'inscrit notre étude, dont l'objectif a été d'étudier, dans les conditions particulières de l'Algérie, l'effet de la race des vaches laitières et

Introduction générale

de stade de lactation, sur la composition chimique et microbiologique du lait cru destiné à la fabrication du yaourt aromatisé.

L'étude comparée de ces deux facteurs, race et stade de lactation, n'a pas souvent été réalisée dans des conditions réelles permettant d'estimer au mieux l'influence propre de chacun d'entre eux. On signale ici l'étude de (BENAICHA et SAHI 2009) qui a été réalisée pour évaluer les effets de la race des vaches sur l'aptitude du lait à la transformation fromagère.

Notre étude comporte alors une première partie décrivant la filière laitière en Algérie, quelques généralités sur le lait et les facteurs de variation de sa composition chimique, quelques généralités sur le yaourt; une seconde partie présentant le matériel et les méthodes utilisés. Les résultats obtenus sont détaillés ainsi que la discussion dans une troisième partie.

PARTIE I

BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I :

Généralités sur la filière lait en Algérie

En Algérie, la filière lait s'inscrit dans un contexte socioéconomique qui se caractérise par l'insuffisance de ses productions face à l'augmentation des besoins induits particulièrement par l'accroissement démographique de la population algérienne (BENYOUCEF, 2005).

Selon (TAMMAR 2007), les besoins algériens en lait et produits laitiers sont très importants. Avec une consommation moyenne de 110 litres de lait /hab. /an selon les données statistiques du Ministère du Commerce de l'année 2005, l'Algérie en est le plus gros consommateur au niveau maghrébin ; et avec une population de 33,2 millions d'habitants en 2006, la consommation nationale s'élève à plus de trois milliards de litres. Face à cette demande de plus en plus importante, la production locale (2 milliards de litres) est loin d'y répondre due à l'insuffisance de l'offre fourragère qui pose encore de problèmes de taille contrariant les productions animales en Algérie (KADI *et al.*, 2007).

En amont de la filière, la production laitière est assurée en grande partie (plus de 80 %) par le cheptel bovin ; le reste est constitué par le lait de brebis et le lait de chèvre. La production laitière cameline est marginale (BENCHARIF, 2001). Pour cela, on va s'intéresser au cheptel bovin dans notre étude bibliographique.

1. Politiques et stratégies :

1.1. Les politiques antérieures et leurs conséquences :

Les politiques de développement et de régulation de la filière lait menées après l'indépendance et jusqu'à la fin des années 1980, avaient pour principal objectif une amélioration de la consommation du lait et la satisfaction des besoins de la population (BENCHARIF, 2001). Pour atteindre cet objectif, le déficit de collecte était comblé par un recours quasi-exclusif à des importations de matières premières lactées (poudre de lait, matière grasse de lait anhydre pour la recombinaison industrielle d'une part et produits finis tels que les fromages, laits instantanés et beurre d'autre part), dont les prix mondiaux bas encourageaient le bradage de grandes quantités sur le marché ; en plus, les prix à la consommation ont été maintenus relativement bas grâce à l'octroi de subventions croissantes par l'Etat.

Par conséquent, il était plus intéressant pour les unités de transformation, de recourir à ces importations à bon marché que de soutenir la production laitière locale dont la collecte génère des surcoûts importants. La production locale a également été pénalisée par la faiblesse du prix du lait cru et du prix du lait industriel à la consommation, tous deux fixés par l'Etat (BENYOUCEF, 2005).

Selon (BENCHARIF 2001), le prix du lait cru aux éleveurs est réajusté en retard par rapport aux augmentations des facteurs de production (entre 1986 et 1990). Les prix de vente des laits industriels ont toujours été fixés à des niveaux inférieurs aux coûts réels, la différence étant couverte par le Fonds de Compensation des Prix.

Une telle politique, selon le même auteur, a permis une augmentation rapide de la consommation du lait, mais elle s'est traduite par des contraintes économiques majeures qui ont perturbé le fonctionnement de toute la filière laitière ; elle a réduit les capacités de développement de la production nationale du lait cru, les agriculteurs ont souvent abandonné l'élevage laitier au profit de spéculations plus rémunératrices ; comme elle a engendré le découvert bancaire des entreprises de transformation qui ont d'ailleurs de plus en plus recours aux importations de lait en poudre au détriment du lait locale.

D'après (BENYOUCEF 2005), avec l'avènement du phénomène de la mondialisation et la conjoncture économique difficile du marché laitier mondial (épuisement des stocks de laits et de produits laitiers européens induit par l'application des quotas laitiers) d'une part et la mise en œuvre de programme de transition d'une économie planifiée vers celle du marché et des nouvelles dispositions exigées par l'OMC d'autre part, on assiste à une reprise en hausse des prix internationaux des poudres de lait et de la MGLA.

Devant une telle situation, la filière lait dans son ensemble se trouve de nouveau affaiblie, on ne pouvait pas assurer un approvisionnement régulier à la fois vers les laiteries et vers le marché de consommation. Ce constat d'insuffisance d'approvisionnement laitier a été pris en considération en 1995 à travers la mise en œuvre d'une politique de réhabilitation de la production laitière nationale.

1.2. La politique de réhabilitation de la production laitière nationale :

Cette politique est articulée autour de trois principaux programmes : la promotion de la collecte du lait cru à travers une prime d'incitation de 4 DA par litre, octroyée à l'éleveur qui livre son lait à la transformation ; l'incitation à la réalisation de mini-laiteries par des financements prévus de 40 % à 60 % de l'équipement d'une mini-laiterie ; le développement du lait cru, par des promotions de l'insémination et de l'investissement à la ferme (BENCHARIF, 2001).

Force est de constater, selon ce même auteur, que ce programme de développement de la production laitière n'a pas atteint les résultats escomptés. Les interventions de l'Etat n'ont pas eu des conséquences significatives sur les niveaux de production laitière et de la collecte. Malgré son amélioration au cours des années 1995 et 1996, le taux de collecte a chuté pour se situer au-dessous de 10 %. En fait, les subventions programmées n'ont été utilisées que partiellement ; les niveaux de consommation des montants accordés ont été faibles.

2. Evolution du cheptel bovin :

L'estimation de l'effectif du cheptel bovin et de leur croît annuel est faite sur la base des données statistiques fournies par le Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MADR, 2008).

L'effectif bovin total est passé de 525 000 têtes en 1963 à 1 327 000 têtes en 1979 (Tableau n° 1), il a plus que doublé sur cette période avec un croît annuel de 10,98 % entre 1963 et 1969 et de 5,55 % entre 1970 et 1979. Durant les décennies 80 et 90, on a enregistré des valeurs de croît annuel plus faibles : 0,41 % entre 1980 et 1989 et 1,49 % entre 1990 et 1999 ; l'effectif est passé de 1 355 000 têtes en 1980 à 1 580 000 têtes en 1990.

Enfin, pour les années 2000, le croît annuel a régressé : 0,14 %, l'effectif est passé de 1 595 000 têtes en 2000 à 1 608 000 têtes en 2006. (YAKHLEF 1989) a observé que le rythme d'évolution numérique du cheptel bovin par rapport au nombre d'habitants s'avérait lent. Cette situation persiste toujours.

L'effectif de vaches laitières est passé de 300 000 têtes en 1963 à 988 000 têtes en 1999. Il a plus que triplé avec un croît annuel de 11,05 % entre 1963 et 1969, 7,24 % entre 1970 et 1979, -1,70 % entre 1980 et 1989 et 2,86 % entre 1990 et 1999.

Cet effectif est, selon (BENYOUCEF 2005), composé en majorité de vaches de races locales dont la souche base est la Brune de l'Atlas. Elle se caractérise en

élevage extensif par de longs intervalles entre vêlages (plus de 18 mois) et une courte période de lactation (6 mois) donnant une faible production de lait. Elle reste pratiquement exploitée pour la production de veaux destinés à la boucherie. Quant aux vaches laitières de races importées dites bovin laitier moderne (BLM) en système de production intensif, elles sont composées essentiellement de races Frisonne Pie Noire, Pie Rouge de l'Est et Montbéliarde. Ce sont des races laitières bien répandues dans les régions littorales et sublittorales. On y rencontre également d'autres races bovines laitières (Holstein et Ayershire) dans des exploitations privées. Ces races ont été importées pour développer la production laitière. Elles donnent des résultats intéressants (3000 à 4000 kg de lait/vache/an) quand elles se trouvent dans des conduites d'élevage appropriées. Enfin, les vaches de races améliorées issues de multiples croisements entre les populations locales et les races importées (BOULAHCHICHE, 1997 ; BENCHARIF, 2001).

D'après (MADANI *et al.* 2003), depuis les années 70, l'Algérie faisait appel à l'importation des vaches laitières à haut potentiel génétique dans l'espoir de réduire la dépendance du pays vis-à-vis de l'étranger en matière de lait et produits laitiers.

Par contre, durant les années 2000, l'effectif a relativement diminué en passant de 996 000 têtes en 2000 à 848 000 têtes en 2006 avec un croît annuel de -2,48 %.

La situation de faible développement de l'élevage bovin laitier s'est accentuée récemment à cause des grandes mutations subies par le domaine foncier public et de la réorganisation des exploitations agricoles (BENYOUCEF, 2005).

Tableau n° 1 : Evolution du cheptel bovin de 1963 à 2006 (MADR, 2008)

Année	Total bovin (milliers de têtes)	Vaches laitières (milliers de têtes)			Croît total bovin (%)	Croît vaches laitières (%)
		B.L.M	B.L.A + B.L.L	Total		
1963	525	42	258	300	10,98	11,05
1969	871	70	429	499		
1970	885	71	436	507	5,55	7,24
1979	1327	101	720	821		
1980	1355	100	744	844	0,41	-1,70
1989	1405	173	630	803		
1990	1393	206	591	797	1,49	2,86
1999	1580	245	743	988		
2000	1595	254	742	996	0,14	-2,48
2006	1608	208	640	848		

B.L.M = Bovin Laitier Moderne ; B.L.A = Bovin Laitier amélioré ; B.L.L. = Bovin Laitier Local

3. Evolution de la production laitière nationale :

L'examen de l'évolution de la production laitière nationale par période montre qu'elle est passée en moyenne de 846,8 millions de litres durant la période 1984-1989 (Tableau n° 2) réalisant un croît global moyen de 7,1 % par an. Son évolution moyenne durant les périodes suivantes (1990-1999 et 2000-2004) a été respectivement d'environ 1 088 millions de litres et 1 592 millions de litres avec des croûts moyens respectifs de 5,2 % et 0,5 %.

La part du lait de vache dans la production laitière nationale a été de 50,7 % ; 79,6% et 69,4 % respectivement pour les trois périodes considérées (1984-1989 ; 1990-1999 et 2000-2004).

Selon (BENYOUCEF 2005), les races laitières spécialisées (BLM), fournissent l'essentiel de la production réellement collectable pour la transformation industrielle.

Le taux de croissance annuel de la production du lait cru est resté relativement faible, compte tenu du potentiel des bassins laitiers existants et comparativement à l'essor de la demande en lait et produits laitiers qui ne cesse d'augmenter, en relation avec le soutien de l'Etat aux prix à la consommation du lait industriel (TAMMAR, 2007).

Tableau n° 2 : Evolution de la production laitière nationale de 1984 à 2004 (MADR, 2004)

Périodes	Lait de vaches sélectionnées (BLM)		Lait de vaches locales (BLA et BLL)		Lait (brebis, chèvres, chamelles)		Production laitière nationale		Part des différents laits dans le total lait (%)		
	Millions litres	Croît %/an	Millions litres	Croît %/an	Millions litres	Croît %/an	Millions litres	Croît %/an	BLM	BLA+BLL	Autres
1984-1989	323,5	10,2	354,2	0,2	169,1	28,2	846,8	7,1	8,0	42,7	19,3
1990-1999	502,4	7,1	359,2	0,8	226,8	11,4	1088,4	5,2	45,9	33,7	20,5
2000-2004	763,6	0,5	342,5	-2,9	486,5	3,3	1592,6	0,5	47,9	21,5	30,6

4. Evolution de la collecte du lait cru :

La collecte du lait cru a atteint les 42,7 millions de litres en moyenne (Tableau n° 3) durant la décennie 1970 – 79, ce qui correspond à un taux de variation de collecte de 7,2 % et un taux de variation de l'intégration de 34,5 %. Durant la décennie 1980 – 89, la collecte a été en moyenne de 46 millions de litres avec un taux de variation de collecte réduit (2,2 %). Selon (BENYOUCEF 2005), ces variations s'expliquent au départ par l'importation de vaches laitières en 1966 et le repeuplement des étables. Quant aux baisses de la collecte, elles peuvent être expliquées par l'augmentation de la transformation industrielle de lait recombinaé à base de poudre de lait. Toutefois, les quantités collectées ont fortement progressé au cours de la première moitié de la décennie 1990 puisque multipliées par 3,7 entre 1990 et 1996, en passant de 37 millions de litres à 138 millions de litres ; selon (BENCHARIF 2001), cela probablement en relation avec la forte amélioration des prix du lait cru qui est passée de 7 DA/l à 22 DA/l. Le taux de collecte a, par la suite, décliné jusqu'à l'année 1999. De ce fait, la part de la production nationale collectée a atteint un maximum de 15,2 % au cours de l'année 1996 avant de chuter à 7,7 % entre 1999 et 2000. En 2000, la collecte a atteint 101 millions litres de lait. Selon (BENYOUCEF 2005), la production de lait cru disponible dans les exploitations agricoles reste encore faiblement intégrée dans la transformation industrielle. Au-delà des performances moyennes de production des élevages laitiers, la collecte constitue de façon évidente le maillon faible de la filière lait.

Tableau n° 3 : Evolution de la collecte du lait (MADR, 2004)

Périodes	Quantité moyenne du lait collectée (millions litres)	Taux de variation de collecte (%)
1970-1979	42,7	7,2
1980-1989	46	2,2
1990	37	
1996	138	15,2
1999	93	7,7
2000	101	

CHAPITRE II :

Généralités sur le lait

1. Définition :

Le lait a été défini en 1908 au cours du congrès international de la répression des fraudes à Genève comme étant « le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne contenir de colostrum » (LECOQ, 1965 ; MATHIEU, 1998 ; POUGHEON *et* GOURSAUD, 2001). Le terme « lait », sans qualificatif, désigne le lait de vache.

Du point de vue physicochimique, le lait est un produit très complexe. Une connaissance approfondie de sa composition, de sa structure et de ses propriétés physiques et chimiques est indispensable à la compréhension des transformations du lait et des produits obtenus lors des différents traitements industriels (AMIOT *et al.*, 2002).

2. Principales Caractéristiques :

2.1. Caractéristiques organoleptiques :

Le lait de vache est un liquide opaque, blanc mat, d'autant plus jaune qu'il est plus riche en crème, doué d'une odeur identifiable peu accentuée et d'une saveur légèrement sucrée (LECOQ, 1965 ; FAO/OMS, 2000).

2.2. Caractéristiques physico-chimiques :

Selon (MAHAUT *etal.* 2003), les principales caractéristiques physico-chimiques du lait sont :

Masse volumique à 20 °C	1028 – 1034 kg/m ³ .
Point de congélation	- 0,555 °C.
pH	6,6 à 6,8.
Acidité titrable	15 à 18 °D.
Point d'ébullition	100,5 °C.

3. Composition chimique :

Le lait est un édifice physico-chimique extrêmement complexe qui contient des trésors de richesses nutritionnelles (PACCALIN *et* GALANTIER, 1986). C'est un liquide très aqueux mais dont la composition pondérale en glucides, lipides et protides est remarquablement équilibrée (respectivement comme 1,5 – 1,0 et 1,0), avec en plus un choix intéressant en sels, en vitamines et en enzymes. Avec un pouvoir calorifique de 650 calories environ pour 1000 g de lait, le lait de vache est un excellent aliment pour l'homme (ALAIS *et* LINDEN, 1987). Le tableau n° 4 donne la composition moyenne du lait de vache de race laitière.

3.1. L'eau :

L'eau est le constituant le plus important du lait, en proportion, dans laquelle sont dispersés tous les autres constituants (MATHIEU, 1998). Elle se trouve sous deux formes :

- *L'eau extra micellaire* représente environ 90 % de l'eau totale, et contient la quasi-totalité du lactose, des sels minéraux solubles, de l'azote soluble,...
- *L'eau intra micellaire* représente environ 10 % de l'eau totale ; une fraction de cette eau est liée aux caséines et l'autre conserve des propriétés solvantes (MAHAUT *et al.*, 2003).

3.2. Les glucides :

Presque tous les glucides du lait de vache sont constitués par le lactose (ALAIS *et* LINDEN, 1987). Il est à l'état de solution et, au cours de l'égouttage du fromage, il est en grande partie éliminé avec le lactosérum. Il joue un rôle nutritionnel particulier et intervient également comme élément de fermentation (MIETTON *et al.*, 1994 ; FAO/OMS, 2000).

D'autres glucides peuvent être présents en faibles quantités, comme le glucose et le galactose qui proviendraient de l'hydrolyse du lactose ; en outre, certains glucides peuvent se combiner aux protéines (AMIOT *et al.* 2002).

Tableau n°4 : La composition moyenne du lait de vache de race laitière (VIERLING,1999).

Composants	Teneurs en grammes / litre	Valeurs extrêmes
Eau	905	900 – 910
Dérivés azotés :	34,4	31,8 – 38,2
1. Protéines	32,7	
Caséines	27,7	
Protéines solubles	5,6	
2. Azote non protéique	1,7	
Matière grasse :	37	34 – 42
1. Lipides neutres	36	
2. Lipides complexes	< 0,5	
3. Composés liposolubles	< 0,5	
Glucides :	48	46 – 51
Lactose	47	
Minéraux	8	7 – 9
Constituants divers (vitamines, enzymes, gaz dissous)	Traces	
Extrait sec total	128	125 - 130

3.3. Les matières grasses :

Les matières grasses du lait se composent principalement de triglycérides (98%), de phospholipides (1 %) et d'une fraction insaponifiable (1 %) constituée en grande partie de cholestérol et de β -carotène (AMIOT *et al.*,2002).

3.3.1. Les triglycérides :

Ce sont des esters du glycérol, formés par la condensation de trois molécules d'acides gras sur une molécule de glycérol (MAHAUT *et al.*, 2003 ; AMIOT *et al.*, 2002). Le tableau n° 5 donne les principaux acides gras présents dans les triglycérides du lait.

Tableau n° 5 : Symboles, proportions et points de fusion des principaux acides gras présents dans les triglycérides du lait (AMIOT *et al.*, 2002).

Acides gras	Symboles	Pourcentage du contenu total en acides gras %	Point de fusion (°C)
Acides gras saturés :			
- Butyrique	- C4 : 0	- 3,0 – 4,5	- - 7,9
- Caproïque	- C6 : 0	- 1,3 – 2,2	- - 1,5
- Caprylique	- C8 : 0	- 0,8 – 2,5	- + 16,5
- Caprique	- C10 : 0	- 1,8 – 3,8	- + 31,4
- Laurique	- C12 : 0	- 2,0 – 5,0	- + 43,6
- Myristique	- C14 : 0	- 7,0 – 11,0	- + 53,8
- Palmitique	- C16 : 0	- 25,0 – 29,0	- + 62,6
- Stéarique	- C18 : 0	- 7,0 – 13,0	- + 69,3
Acides gras insaturés :			
- Oléique	- C18 : 1	- 30,0 – 40,0	- + 15,0
- Linoléique	- C18 : 2	- 2,0 – 3,0	- - 5,0
- Linoléinique	- C18 : 3	- Jusqu'à 1,0	- - 11,0
- Arachidonique	- C20 : 4	- Jusqu'à 1,0	- - 49,5

3.3.2. Les phospholipides :

Les phospholipides du lait, classés comme lipides complexes, se distinguent par la présence de phosphore dans leurs structures. On distingue trois types de phospholipides : les lécithines, les céphalines et les sphingomyélines (AMIOT *et al.*, 2002).

3.3.3. La fraction insaponifiable :

Elle est constituée principalement des stérols dont le plus important est le cholestérol, des caroténoïdes, des xanthophylles et les vitamines insaponifiables A, D, E et K (MAHAUT *et al.*, 2003 ; AMIOT *et al.*, 2002).

3.4. Protéines et autres dérivés azotés du lait :

La teneur en dérivés azotés du lait est de 34 g/l, les protéines représentent 95% des matières azotées et l'azote non protéique 5 % (ALAIT *et al.*, 2003) (Tableau n° 6).

3.4.1. Les protéines du lait :

Différentes structures et propriétés physicochimiques distinguent les protéines du lait. On les classe en deux catégories d'après leur solubilité dans l'eau et leur stabilité (AMIOT *et al.*, 2002) :

3.4.1.1. Les caséines :

Les caséines forment près de 80 % de toutes les protéines présentes dans le lait. Elles sont en suspension colloïdale, se regroupent sous forme de micelles et précipitent sous l'action de la présure ou lors de l'acidification à pH d'environ 4,6 (ALAIT *et al.*, 2003).

Les caséines sont classées en quatre espèces principales :

- Les caséines α_{s1} , α_{s2} , β qui constituent respectivement 31, 12 et 23 % des protéines, contiennent 199, 207 et 209 résidus d'acides aminés ;
- La caséine κ , qui représente 13 % des protéines, contient 169 résidus d'acides aminés. Elle a un rôle exceptionnel car, soluble à toutes les températures en présence de calcium, elle stabilise les autres caséines et permet la formation de micelles stables (VIERLING, 1999).

La micelle de caséine est une particule sphérique formée par l'association des caséines (α_{s1} , α_{s2} , β et κ), de quelques fragments peptidiques (les caséines γ) issus de la protéolyse de la caséine β par la plasmine et de composants salins dont les deux principaux sont le calcium et le phosphore (EIGEL *et al.*, 1984).

L'organisation de la micelle reste encore aujourd'hui du domaine de l'hypothèse. Selon (SCHMIDT 1980), la micelle serait constituée d'un ensemble de

sous-unités ou submicelles, de nature exclusivement protéique et de composition variable. Ces sous-unités s'agrègent entre elles par l'intermédiaire du calcium et du phosphate minéral. L'agrégation est favorisée par la présence des sites phosphoséryls localisés à l'extérieur des submicelles ; ceux-ci présentent en effet une très grande affinité vis-à-vis du calcium et du phosphate de calcium (BRULE *et* LENOIR, 1987).

3.4.1.2. Les protéines solubles :

Dites protéines du lactosérum, se retrouvent sous forme de solution colloïdale. Les deux principales sont la β -lactoglobuline (environ 55 %) et l' α -lactalbumine (environ 22 %) ; les autres protéines sont les immunoglobulines (environ 13 %), le sérum albumine bovine (SAB) (environ 7 %) et la lactoferrine (environ 4 %). En plus, différents enzymes sont présents dans le sérum (AMIOT *et al.*, 2002).

A leur pH isoélectrique, les protéines du lactosérum restent solubles contrairement à la plupart des protéines ; elles vont donc migrer avec le lactosérum lors de la coagulation du lait (VIERLING, 1999), elles précipitent sous l'action de la chaleur (AMIOT *et al.*, 2002).

3.4.2. Les matières azotées non protéiques :

Ce sont des substances de bas poids moléculaire (MATHIEU, 1998). Elles sont composées en grande majorité d'urée (36 à 80 %), mais aussi d'ammoniac, d'acides aminés libres, de créatine, de l'acide hippurique, etc. Le changement de la concentration de l'azote non protéique dans un échantillon de lait est généralement attribuable à une variation de l'urée dans cette fraction (BLOCK *et al.*, 1998 ; POUGHEON *et* GOURSAUD, 2001). Elles restent en solution dans les conditions de précipitation des protéines du lait, leurs molécules ne s'agrègent pas mais demeurent séparées par l'eau (MATHIEU, 1998).

Tableau n° 6 : composition moyenne des matières azotées du lait de vache (ALAIT *et al.*, 2003)

	Proportion	g/litre (moyenne)
Total	- 100	34,0
Protéine	- 95	- 32,3
Caséines :	- 78 100	- 26,5
- Caséine α_{s1}	- 36	- 9,55
- Caséine α_{s2}	- 10	- 2,65
- CaséineB	- 34	- 9,0
Caséine k	- 13	- 3,45
- Caséine y	- 7	- 1,85
Protéines solubles :	17 100	5,8
- B-lactoglobuline	- 50	- 2,9
- A-lactalbumine	- 22	- 1,3
- Sérumalbumine	- 5	- 0,3
- Immunoglobulines	- 12	- 0,7
- Protéoses peptones	- 10	- 0,6
Substances azotées non protéiques	- 5	- 1,7

3.5. Les minéraux :

La quantité des minéraux contenus dans le lait varie de 6 à 9 g/l. Les minéraux ont un rôle intéressant par leur contenu en calcium (1,25 g/l) et en phosphore (1 g/l), le lait de vache contient également du potassium (1,5 g/l), trois fois moins de sodium (0,5 g/l), du chlore et du magnésium (ALAIS *et al.*, 2003). Auxquels s'ajoutent certains éléments qui sont présents à de faibles concentrations ou à l'état de trace : soufre, fer, cuivre, zinc, iode, manganèse, bore, fluor, silicium.... Les minéraux du lait se trouvent sous deux formes principales, surtout sous forme de sels ionisés et solubles dans le sérum et sous forme micellaire insoluble (AMIOT *et al.*, 2002).

3.6. Les vitamines :

Ce sont des molécules complexes, de structures variées ayant un rapport étroit avec les enzymes dont elles jouent un rôle de coenzyme (GOURSAUD, 1999). On les répartit en deux classes selon leur solubilité (AMIOT *et al.*, 2002) :

- Les vitamines hydrosolubles (vitamines du groupe B et vitamine C) qui se retrouvent en plus grande concentration dans le sérum ;
- Les vitamines liposolubles (vitamines A, D, E et K) qui s'associent aux différents lipides

3.7. Les enzymes :

Le lait contient principalement trois groupes d'enzymes : les hydrolases, les déshydrogénases (ou oxydases) et les oxygénases. Les deux principaux facteurs qui influent sur l'activité enzymatique sont le pH et la température. En effet, chaque enzyme possède un pH et une température d'activité maximale (AMIOT *et al.*, 2002).

4. La coagulation du lait

La coagulation du lait, qui se traduit par la formation d'un gel, résulte des modifications physicochimiques intervenant au niveau des micelles de caséines (BRULE *et* LENOIR, 1987). On peut provoquer la coagulation par acidification, par l'action d'une enzyme ou encore par l'action combinée des deux (ST-GELAIS *et* TIRARD-COLLET, 2002).

4.1. Coagulation acide :

L'acidification brutale, par addition d'un acide minéral ou organique, entraîne une floculation des caséines à pH 4,6 sous la forme d'un précipité plus ou moins granuleux qui se sépare du lactosérum. En revanche une acidification progressive obtenue par fermentation lactique conduit à la formation d'un coagulum lisse, homogène, qui occupe entièrement le volume initial du lait (BRULE *et* LENOIR, 1987).

4.2. Coagulation enzymatique :

Elle consiste à transformer le lait de l'état liquide à l'état de gel par action d'enzymes protéolytiques, le plus souvent d'origine animale.

On distingue trois phases :

- **Phase primaire ou enzymatique** : elle correspond à l'hydrolyse de la caséine κ au niveau de la liaison phénylalanine (105) et méthionine (106) ;
- **Phase secondaire ou d'agrégation des micelles déstabilisées** : à pH 6,6, elle commence lorsque 80 à 90 % de la caséine κ est hydrolysée ;

- **Phase tertiaire ou phase de réticulation** : elle conduit à la formation du gel.

Plusieurs facteurs influent sur la coagulation tels que la concentration en enzyme, la température, le pH, la teneur en calcium, la composition en caséines, la dimension des micelles et les traitements préalables du lait tels que le refroidissement, le traitement thermique et l'homogénéisation (JEANTET *et al.*, 2008).

4.3. Coagulation mixte :

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

5. Les enzymes coagulantes du lait :

Il y a un grand nombre d'enzymes protéolytiques, d'origines animale, végétale ou microbienne, qui ont la propriété de coaguler le lait. La présure d'origine animale est le coagulant le plus utilisé (ST – GELAIS *et al.*, 2002).

5.1. La présure :

La présure de veau est l'agent coagulant traditionnellement utilisé pour la coagulation du lait en vue de la fabrication de la majorité des fromages. Selon (RAMET 1997), la dénomination "présure" est donnée à l'extrait coagulant provenant de caillettes de jeunes ruminants abattus avant sevrage. Elle contient en réalité deux fractions actives, l'une, majeure, constituée par la chymosine, l'autre, mineure, par la pepsine.

Elle est commercialisée sous forme d'une solution à 1 : 10 000 – 1 : 15 000, c'est-à-dire qu'un volume de présure peut coaguler 10 000 à 15 000 volumes de lait en 40 minutes à 35°C. En principe, la présure en poudre est dix fois plus forte que la présure liquide (GOSTA, 1995).

5.2. Les succédanés de la présure :

Les recherches en vue de trouver des succédanés de la présure, ont commencé il y a une cinquantaine d'années, essentiellement en Inde et en Israël à cause du refus des végétariens de consommer du fromage à base de présure animale. Dans le monde musulman, l'utilisation de présure porcine est hors de question, ce qui constitue une autre bonne raison pour trouver des produits de substitution convenables. Ces

dernières années, l'intérêt pour ces produits s'est généralisé, à cause de la pénurie de présure animale de bonne qualité (GOSTA, 1995).

Selon (RAMET 1997), pour un succédané, plusieurs propriétés technologiques sont indispensables et doivent permettre de respecter les modalités habituelles des phases de la fabrication fromagère ; elles peuvent se résumer comme suit :

- ✓ L'activité coagulante doit être bonne dans les conditions physico-chimiques des laits habituellement transformés en fromagerie (pH, température, teneur en calcium).
- ✓ Les propriétés rhéologiques des coagulums doivent évoluer après la floculation, de façon à permettre le travail mécanique du gel dans les délais habituels.
- ✓ La synérèse du coagulum au cours de la phase d'égouttage doit permettre d'obtenir un fromage d'extrait sec et de composition chimique caractéristiques du fromage désiré, dans un délai au plus égal à celui observé avec la présure.
- ✓ Les modalités de l'affinage doivent permettre d'obtenir un produit fini présentant les normes organoleptiques habituelles après une durée de maturation voisine de celle des fromages fabriqués avec la présure.
- ✓ Les rendements en fromage, exprimés en extrait sec de fromage, doivent être au moins égaux à ceux relevés lors de l'emploi de la présure.

5.2.1. Les succédanés d'origine animale :

Différentes protéases digestives autres que celles contenues dans la présure telles la trypsine, la chymotrypsine et la pepsine ont fait l'objet d'expérimentations (ERNSTROM *et* WONGT, 1977).

Selon (RAMET 1997), les deux premières entraînent des modifications profondes des modalités de fabrication et de la qualité des produits finis consécutives à la forme activité protéolytique. Ces enzymes ne sont pas utilisées au plan industriel, seules les pepsines porcines et bovines présentent un intérêt industriel.

Mélangé à la présure, la pepsine porcine apparaît être d'une utilisation plus large pour la fabrication des fromages acides. Tandis que pour la pepsine bovine, qui est un des constituants mineurs normaux de la présure mais dont la sécrétion devient prépondérante après sevrage, elle apparaît très voisine de la présure et son activité est moins dépendante du pH que celle de la pepsine porcine (RAMET, 1997).

Par ailleurs, il a été montré que les caillettes d'ovins constituent une source potentielle de pepsine qui peut être substituée, en partie, à la présure. En effet, l'étude

menée en Algérie par (SLAMANI 2003) a fait ressortir que les caractéristiques de la pepsine ovine se rapprochent de celles de la pepsine bovine.

La pepsine du poulet a été également expérimentée avec succès pour la fabrication de certains fromages. Selon (MORSLI 1996), l'extrait du proventricule de poulet *Gallus gallus* a permis la fabrication de Camembert dont la qualité organoleptique ainsi que le rendement fromager étaient comparables à ceux préparés avec la présure.

La paroi interne de l'estomac de la morue de l'atlantique secrète une pepsine qui permet de coaguler le lait à 15°C plus efficacement que la chymosine de veau (HAARD *et al.*, 1982). D'où la possibilité, selon (BREWER *et al.* 1984), de contrôler l'activité protéolytique excessive par inactivation thermique. Enfin, une pepsine A a été isolée de la muqueuse gastrique de phoque, au Canada, et donne de bons résultats dans la fabrication de Cheddar (SCHAMSUZZAMAN *et* HAARD, 1985).

5.2.2. Les succédanés d'origine végétale :

Des travaux très récents menés sur des substrats de plantes ont été publiés montrant le nouvel intérêt que suscite les protéases d'origine végétale (EGITO *et al.*, 2007 ; TEJADA *et al.*, 2008 ; CHAZARRA *et al.*, 2007 ; PEREIRA *et al.*, 2008 ; FERNANDEZ-GARCIA *et al.*, 2008 ; LOW *et al.*, 2006). Auparavant, le genre *Cynara L* a fait l'objet de plusieurs fabrications de fromage à base de lait de chèvre (BARBOSA *et al.*, 1976) et plusieurs espèces végétales ont été identifiées, *Ananas comosus* (CATTANEO *et al.*, 1994), *Calotropis procera* (SANNI *et al.*, 1999), *Opuntia phylloclades*, *Cereus triangularis*, *Euphorbia caducifolia*, *Ficus bengalensis*, *F. elastica*, *E. hista*, *Ficus carica* (UMAR DAHOT *et al.*, 1990 ; ONER *et* AKAR, 1993), *Lactuca sativa* (LO PIERO *et al.*, 2002), *Cynara scolymus* (SIDRACH *et al.*, 2005) , *Cynara. cardunculus* (SOUSA *et* MALCATA, 2002), *Helianthus annuus* (PARK *et al.*, 2000), *Albizia lebbeck* (EGITO *et al.*, 2007). LOPES *et al.* (1998) avaient étudié les différentes parties de la plante de sept espèces de la famille des papilionacées (*Eriosema shirensis*, *E. ellipticum*, *E. pauciflorum*, *E. gossweileri*, *E. psoraleoides*, *Adenolichos anchietae* and *Droogmansia megalantha*), des activités protéolytiques et coagulantes ont été mis en évidence dans les extraits de feuilles et de racines. Des essais de purification plus poussée et une connaissance plus approfondie des mécanismes biochimiques de ces enzymes sont devenus le centre d'intérêt des chercheurs (NOUANI, 2009).

5.2.3. Les succédanés d'origine microbienne :

Parmi les voies de substitution de la présure, la production d'enzymes coagulant le lait à partir de la culture microbienne, suscite un intérêt pour la fromagerie locale et dans le monde où plusieurs souches de microorganismes font l'objet de productions industrielles de protéases coagulantes, *Mucor miehei*, *Mucor pusillus*, *Endothia parasitica*, *Irpex lacteus*, *Aspergillus niger*, *Kluyveromyces lactis* et *Escherichia coli* (ALAIS *et* NOVAK, 1968 ; ALAIS *et* LAGRANGE, 1972 ; OLSON, 1995 ; CHANNE *et* SHEWALE, 1998). Des études comparatives de ces enzymes coagulantes et de la chymosine ont indiqué de grandes similarités dans le mécanisme de la coagulation du lait et plusieurs variétés de fromages préparées avec ces extraits sont semblables à ceux obtenus avec la présure traditionnelle (DESMAZEAUD *et* SPINNLER, 1997 ; RAMET, 1997 ; GOURSAUD, 1999). Dans le souci d'améliorer les rendements de production et la réduction de l'activité protéolytique qui affecte la qualité des fromages, des études récentes font toujours l'objet de travaux sur la recherche de nouvelles sources microbiennes (CAVALCANTI *et al.*, 2004 ; ALAM *et al.*, 2005 ; ESAWY *et al.*, 2006 ; CHWEN-JEN *et al.*, 2009).

CHAPITRE III :

Généralités sur le yaourt

1. Définition:

Selon la définition de 1977 établie par la FAO et l'OMS, le yaourt est un lait coagulé obtenu par la fermentation lactique acide due à 2 ferments spécifiques : *Lactobacillus delbrueckii* sous-espèce *bulgaricus* (anciennement appelé *Lactobacillus bulgaricus*) et *Streptococcus salivarius*, *subsp. thermophilus* (anciennement appelé *Streptococcus thermophilus*), (FREDOT, É., 2005). Ces bactéries lactiques thermophiles spécifiques doivent êtreensemencées simultanément et se trouver vivantes dans le produit fini à raison d'au moins 10 millions de bactéries par gramme rapportées à la partie lactée. Lors de sa mise à la consommation, la quantité d'acide lactique libre contenue dans le yaourt ne doit pas être inférieure à 0,8 gramme pour 100 grammes de produit (ALGERIE MINISTERE DU COMMERCE., OCTOBRE 1998)

2. Historique:

Les laits fermentés ont représenté depuis toujours, un aliment indispensable à la vie. Même si les produits obtenus étaient très différents selon la région dont ils étaient issus, le but recherché de la fermentation a certainement toujours été le même: la conservation du lait grâce à la transformation du lactose en acide lactique par des bactéries lactiques, diminuant fortement le pH du lait et assurant une protection contre le développement de nombreux germes pathogènes. L'usage des laits fermentés a commencé en Eurasie, chez les Tartares, les Kirghizes et les Kalmoucks (anciennes appellations relatives à des peuples turcs et mongols). Le premier nom turc, apparu au VIII^e siècle, fut "yogurut" pour être changé au XI^e siècle par le nom "yoghourt" utilisé actuellement (RASIC ET KURMANN., 1978).

L'origine du mot reste mystérieuse. Le mot yoghurt proviendrait probablement de la langue bulgare (yoghurt), "yog" qui voulait dire "épais" et "urt" qui signifiait "lait". L'usage de cet aliment s'est étendu progressivement dans les Balkans au rythme de la progression des invasions mongoles. Le yoghurt devient ainsi l'un des produits clés de l'aire turco-mongole. Cependant sa consommation généralisée en occident reste relativement tardive. Il faudra attendre la fin du XIX^e siècle pour que le savant ukrainien Metchnikoff, prix Nobel en 1908, attribue au yoghurt dont il a isolé le *Bacillus bulgare* nommé de nos jours *Lactobacillus bulgaricus*, la longévité des

montagnards du Caucase et des Balkans (HELPERICH, ET WESTHOFF., 1980), Bien que le yaourt fût découvert il y a longtemps, l'industrialisation de la production n'a démarré qu'au XX^e siècle. En effet, c'est en 1917 qu'IssacCarasso commence à produire du yoghourt à Barcelone selon des procédés industriels. Pendant les années 1950, la consommation de yoghourts augmenta considérablement. Sa réputation en tant qu'aliment aux bienfaits exceptionnels se développa. Cette tendance continua à s'accroître pendant les années 1960. Les industriels en profitèrent pour élargir leur marché par de nouvelles gammes : yoghourts fermes, brassés ou à boire ; au lait entier, écrémé ou allégé ; naturels, sucrés, aromatisés ou aux fruits (LUQUET ET CORRIEU., 2005).

3. Classification:

Il existe en fait plusieurs types de classification

Selon la teneur en matières grasses :

Les yaourts maigres: inférieurs à 1% de matières grasses ;

Les yaourts ordinaires naturels: 1% minimum de matières grasses ;

Les yaourts au lait entier : 3,5 % de matières grasses.

Selon leur goût:

Les yaourts naturels: ils ne subissent aucune addition ;

Les yaourts sucrés: ils sont additionnés de sucre ;

Les yaourts "aux fruits", "au miel", "à la confiture": ils subissent une addition inférieure à 30% de ces différents produits ;

Les yaourts "aromatisés": ils contiennent des arômes naturels renforcés par un produit de synthèse.

Selon leur texture:

Les yaourts "fermes": Ce sont les yaourts coagulés en pots; de texture compacte, ferme.

Les yaourts "brassés": Ce sont les yaourts coagulés en cuve et brassés avant la mise en pot;

Les yaourts "à boire": ce sont des yaourts coagulés en cuve, brassés et battus avant la mise en pot, leur texture est liquide(FREDOT É., 2005).

4. Composition du yaourt:

En général, Le yaourt est composé de divers nutriments tels que les protéines, lipides, glucides ainsi que des vitamines et des minéraux. Le tableau suivant résume les quantités des principaux nutriments présentes dans les différentes catégories de yaourt.

Tableau n° 7: Composition de différents types de yaourt (JEANTET, 2002).

	Teneur moyenne pour 100 grammes de produit							Valeur énergétique
	Protéines (g)	Lipides (g)	Glucides (g)	Calcium (mg)	Sodium (mg)	Potassium (mg)	Phosphore (mg)	KJ
Yaourt nature	4,15	1,2	5,2	174	57	210	114	201
Yaourt au lait entier	3,8	3,5	5,3	171	56	206	112	284
Yaourt nature 0%	4,2	Traces	5,4	164	55	180	100	163
Yaourt nature sucré	3,8	1,1	14,5	160	52	195	105	347
Yaourt aromatisé au lait entier	3,2	3,2	12	140	50	190	106	372
Yaourt brassé nature	4,3	1,8	5,2	165	40	205	115	230
Yaourt brassé aux fruits	3,75	1,65	14,5	140	50	190	110	368
Yaourt au lait entier aux fruits	3,1	2,7	16,5	140	45	180	100	431
Yaourt maigre aux fruits	3,6	Traces	17,2	140	45	180	100	351

4.1. Les protéines :

On peut distinguer en fait deux grandes catégories de protéines :

- **Les caséines:** elles sont présentes sous forme d'une structure supra moléculaire appelée micelle de caséines. Elles sont les principaux constituants protéiques (82%). Une propriété importante des micelles est de pouvoir être déstabilisée par voie acide ou par voie enzymatique et de permettre la coagulation; elle constitue le fondement de la transformation du lait en fromages et en laits fermentés.
- **Les protéines sériques:** qui sont également appelées protéines solubles, puisqu'elles ne précipitent pas sous l'effet d'une acidification. Ces protéines solubles ne coagulent pas par voie enzymatique, mais sont sensibles à la chaleur et dénaturées à partir de 62°C. Elles se caractérisent en outre par une forte hydrophilie qui leur confère des propriétés fonctionnelles originales (pouvoirs hydratant et foisonnant) et par une valeur nutritionnelle élevée. La β -lactoglobuline est la protéine sérique la plus abondante (45%). Le ratio

Protéines Sériques / Caséines est donc proche de 20/80 dans un lait frais (soit 0.23). Afin de modifier les propriétés rhéologiques et par conséquent de texture du produit, le lait peut être enrichi avec différentes fractions protéiques : poudre de lait, concentré de protéines sériques ou caséinates (CAYOT, LORIENT., 1998).

4.2. Les glucides :

Le lactose est le seul sucre libre et quasi exclusif du lait. C'est le composant majeur du lait et le plus constant en proportion. À la concentration de 50g/l dans le lait de vache, il représente presque la moitié de la matière sèche et son activité osmotique globale est beaucoup plus élevée que celle des autres constituants. Lors de la fermentation du lait en yaourt, 25-30% du lactose seulement est hydrolysée en glucose et galactose. La majeure partie du glucose est ensuite transformée en acide lactique de sorte qu'à la fin de l'incubation, les glucides des yaourts "nature" sont constitués par du lactose principalement, par du galactose et par de très faibles quantités de glucose.

En général, la teneur en glucides est:

Equivalente à celle du lait de départ quand du lait en poudre a été ajouté (3%);

Inférieure à celle du lait de départ s'il n'y a pas addition de lait en poudre ;

Supérieure si les yaourts sont sucrés ou aromatisés (FREDOT É., 2005).

4.3. Les lipides:

La valeur énergétique est variable en fonction des glucides mais aussi des lipides (c'est-à-dire en fonction du type de lait utilisé : entier, 1/2 écrémé ou écrémé).

Quoi qu'il en soit, la majorité de ces lipides sont saturés (FREDOT É., 2005).

4.4. Les minéraux:

- Calcium

La quantité de calcium est plus importante dans les yaourts par rapport au lait grâce à l'augmentation de l'extrait sec. Ainsi, on passe de 120 mg/100ml dans le lait à 170 mg/100g en moyenne dans les yaourts. Le yaourt fait partie des aliments dont la densité calcique est la plus élevée (densité calcique = quantité de calcium /100kcal): $d = 346 \text{ mg}/100\text{kcal}$ (yaourt nature). L'acidification par l'acide lactique du yaourt provoque une solubilisation du calcium qui sera alors mieux assimilé (FREDOT É., 2005).

4.5. Autres minéraux :

La teneur en phosphore varie entre 100 et 115mg /100g. Le rapport calcium/phosphore est de 1,5 ce qui est excellent. La teneur en potassium varie entre 180

et 210 mg/100g quand à la teneur en sodium, elle oscille entre 40 et 60mg/100g (JEANTET, 2002).

4.6. Les vitamines:

Le yaourt contient des vitamines du groupe B en faible quantité et il est dépourvu de vitamine C. Cependant, les bactéries lactiques produisent certaines vitamines du groupe B ce qui augmente légèrement cet apport de 10 à 15%. Les vitamines liposolubles sont apportées en petite quantité sauf dans les yaourts fabriqués avec du lait écrémé où il n'y en a aucune.

Remarque: certaines vitamines sont dégradées par la flore même si les pertes sont compensées par la concentration du lait (FREDOT É., 2005).

5. Technologie de fabrication du yaourt :

5.1. Choix du lait:

La principale matière première pour la fabrication des yaourts est le lait dont, pour l'essentiel, le lait de vache. Il peut être soit du lait frais, soit du lait reconstitué (à partir de lait en poudre maigre et de matière grasse laitière anhydre), soit du lait reconstitué (à partir de lait en poudre). En général, il est constitué d'environ 88% d'eau et de 12 % de matière sèche contenant des glucides, des protéines, des lipides et des minéraux. Le lait destiné à la production de (TAMIME et ROBINSON., 1999). yaourt doit être d'une qualité bactériologique très élevée. Il doit avoir une faible teneur en bactéries et substances susceptibles d'empêcher le développement du levain du yaourt. Le lait ne doit pas contenir d'antibiotiques, bactériophages, résidus de solutions de NEP ou d'agents de stérilisation (ANONYME., 1996).

5.2. Etapes de fabrication du yaourt :

Les procédés de fabrication des yaourts se caractérisent par trois grandes étapes :

La préparation du lait, la fermentation et les traitements post-fermentaires du produit. Le diagramme de production diffère selon le type de produit (yaourt ferme ou brassé) et présente des variantes selon sa teneur en matières grasses et son arôme. Le diagramme général de production est présenté dans la figure 5 et les étapes de la fabrication sont détaillées aux paragraphes suivants:

5.2.1. Préparation du lait :

-Prétraitement du lait:

Dans les pays de production laitière, le lait frais arrive en camions-citernes réfrigérés à l'unité de production. Il est contrôlé lors de sa réception, pompé puis filtré pour éliminer les résidus solides, puis stocké à froid (<5°C). Le contrôle de la qualité du lait se fait sur :

La qualité sanitaire : la température de transport, le nombre de germes totaux et de cellules somatiques, ainsi que l'acidité titrable;

La qualité technologique : analyse de sa composition en matière grasse et en matière azotée, dépistage des antibiotiques.

Une légère thermisation à 60-65°C peut être pratiquée si le lait doit être stocké plus d'une journée (BEAL *et* SODINI., 2003).

5.2.2. Standardisation du lait:

La composition du lait varie selon les races, l'alimentation, le stade de lactation de l'animal et la saison. C'est la raison pour laquelle, en fabrication de yoghourts, il est nécessaire de standardiser le lait en matière grasse et en matière protéique, pour répondre aux spécifications nutritionnelles et organoleptiques des produits et obtenir une qualité constante au cours de l'année pour un type de produit.

Le lait subit dans un premier temps un écrémage par centrifugation permettant d'atteindre moins de 0,07g de matière grasse pour 100g de lait. Le lait est ensuite mélangé à la crème dans des proportions caractéristiques des produits finis souhaités. Les teneurs en matière grasse des yoghourts du commerce sont généralement comprises entre moins de 1% pour les yoghourts maigres, et 3,5% pour les yoghourts au lait entier, voire plus (jusqu'à 10%) dans certains pays. Concernant la standardisation du lait en matière sèche qui est un facteur important puisqu'il conditionne la viscosité et la consistance du produit et donne lieu à un coagulum de yaourt plus ferme tout en diminuant la tendance à la séparation du lactosérum (JEANTET., 2002), elle peut être établie de diverses manières, les deux couramment utilisées sont la concentration (évaporation ou osmose inverse) ou l'adjonction de poudre de lait écrémé ou des protéines d'origine animale (protéines du lactosérum, caséines et caséinates) à des doses variant selon la texture recherchée (yoghourt à boire, yoghourt ferme ou yoghourt brassé). Selon le code et les principes FAO/OMS, la teneur minimale en matière sèche est de 8,2 % alors que la FIL exige une teneur protéique minimale

de 2,8% du produit fini ou de 33% de l'extrait sec laitier total non gras du produit fini. Cependant, les teneurs minimales requises sont variables selon les pays et sont globalement comprises entre 2,8 et 4% (LUQUET *et* CORRIEU, 2005).

5.2.3. Autres éventuels ajouts:

Sucre ou édulcorant: Il est possible d'ajouter du saccharose disaccharide ou un monosaccharide tel que du glucose. Il convient de souligner que l'addition d'une quantité supérieure à 10% au lait avant la période d'ensemencement/incubation a un effet contraire sur les conditions de fermentation car cela modifie la pression osmotique du lait. Pour satisfaire les personnes, au régime, parmi lesquels les diabétiques représentent une catégorie importante, il faudrait utiliser des édulcorants. Il s'agit d'additifs qui n'ont aucune valeur nutritionnelle mais possèdent un goût très sucré même à très petites doses. Comme ces produits sont sensibles au chauffage, ils sont toujours ajoutés après le traitement thermique. Les conditions d'utilisation ainsi que les quantités d'édulcorants autorisés sont fixés au niveau de l'arrêté interministériel du 15 décembre 1999.

- **Agents texturants :** L'ajout d'additifs (agent de texture, etc..) dans les yaourts est autorisé par la réglementation de la majorité des pays, mais pas en Algérie. Dans ce cas, les produits sont appelés "produits laitiers frais fermentés". Lors de cette étude, bien que des agents de texture soient ajoutés aux produits, seule la dénomination yaourt sera retenue pour faciliter la lecture. Les fonctionnalités recherchées des agents texturants sont en général un apport de texture et/ou une suppression de la synérèse dans le produit fini voire la diminution du coût d'une formule, à texture équivalente. La plupart des agents de texture sont des polysaccharides (d'origine végétale ou microbienne), susceptibles d'interagir avec les protéines lactières lors du traitement thermique ou de la fermentation. Le type ainsi que la quantité d'agents texturants à ajouter doivent être déterminés par chaque fabricant sur la base de l'expérience (LUQUET *et* CORRIEU, 2005).

5.2.4. Homogénéisation:

L'homogénéisation vise, avant tout, à réduire la taille des globules gras et est indispensable pour éviter la remontée de la matière grasse pendant la fermentation.

Pour des raisons hygiéniques (risque de contamination), elle est généralement réalisée avant le traitement thermique du mix ou au cours de sa montée en température, vers 65-70°C. Cette opération augmente également la viscosité du lait (ALAIS., 1984), et par conséquent du yoghourt, lui conférant une meilleure stabilité et réduisant l'exsudation du sérum (ou synérèse) pendant le stockage du yoghourt ferme. Enfin, elle confère un aspect plus blanc au produit fini. L'homogénéisation est réalisée sous pression (généralement entre 100 et 300 bars).

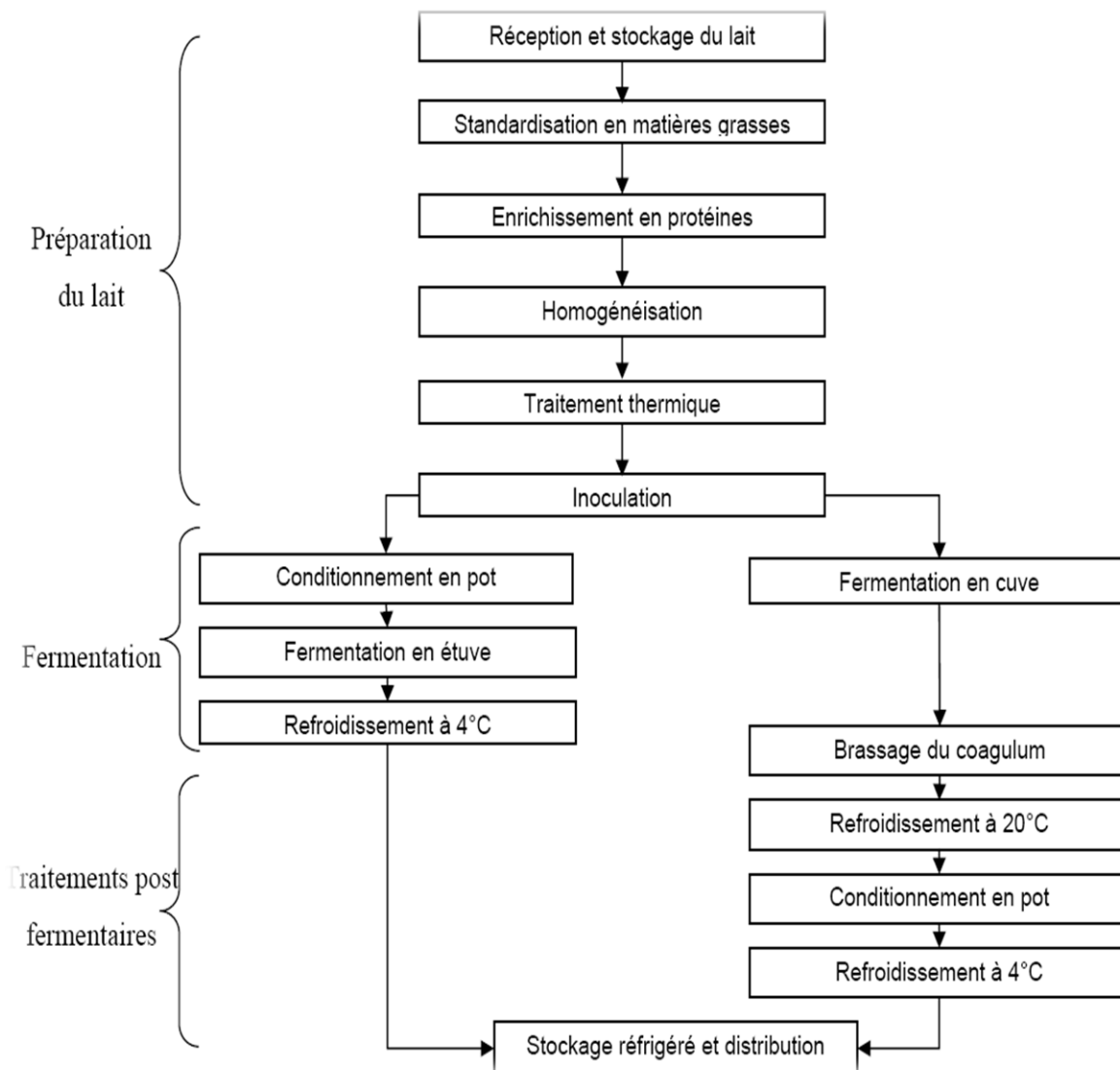


Fig n° 1 :Diagramme général de fabrication des yaourts (BEAL et SODINI., 2003).

5.2.5. Traitement thermique:

Le mix de fabrication est soumis à un traitement thermique à double objectif :

Elimination de la plus grande partie de la flore microbienne naturelle présente initialement dans le lait, dont la flore d'altération ou pathogène.

Amélioration des propriétés physiques du yoghourt (viscosité, capacité de rétention d'eau). En effet, le traitement thermique dénature plus de 85% des protéines solubles. Ceci permet d'augmenter la quantité de matière insoluble dans le caillé pour la coagulation et d'assurer une bonne texture au produit fini (CASALIS, 1975).

Ce traitement thermique peut être effectué selon deux procédés: le traitement batch (de plus en plus rare) ou, le plus souvent, le traitement en continu. Le traitement batch est réalisé dans des cuves à double enveloppe, par injection de vapeur. Dans ce cas, les barèmes appliqués sont généralement de 85 à 90°C pendant 15 à 30 min. Le système continu est plus rationnel pour les unités de fabrication industrielle. Il implique la mise en œuvre d'échangeurs à plaques ou tubulaires. Le traitement le plus courant, dans ce cas, est un chauffage à 92-95°C pendant quelques minutes (LUQUET *et* CORRIEU, 2005)

5.2.6. Dégazage:

Le dégazage du lait est une étape importante, elle permet d'assurer une bonne croissance des bactéries lactiques et l'acidification du lait. Les systèmes utilisés pour les mélanges des poudres sont source d'incorporation d'oxygène; il est donc possible d'observer des inhibitions de croissance des bactéries lactiques à cause d'une forte concentration en oxygène dissous dans le mix laitier. Il demeure impératif d'installer un système de dégazage après le préchauffage pour retirer l'air (et donc l'oxygène dissous) du lait. Son principe est celui d'une cloche à vide où une dépression partielle (0,3 à 0,4 bars absolus) est réalisée aux environs de 80°C. Il est associé, en général, à une réincorporation des condensats afin de ne plus modifier l'extrait sec du lait de départ. (LUQUET *ET* CORRIEU, 2005).

5.2.7. Refroidissement du lait:

Après la pasteurisation, le lait est refroidi à la température d'ensemencement souhaitée, habituellement de 40 à 45°C.

5.2.8. La fermentation:

a- Critères de choix:

Pour bénéficier de l'appellation yaourt, la réglementation impose la seule présence des deux bactéries lactiques thermophiles *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (voir Fig.2). Les ferments sont toujours utilisés en cultures mixtes, associant les deux espèces, et souvent plusieurs souches d'une même espèce bactérienne. Les critères de choix des souches reposent principalement sur des considérations technologiques (vitesse d'acidification, résistance aux bactériophages) et organoleptiques (production d'exopolysaccharides et de composés d'arômes, post-acidification). Ainsi, selon le cas, il peut être recommandé de sélectionner et d'associer des souches présentant une activité acidifiante élevée, une production de polysaccharides ou de composés d'arômes importante, ou une faible post-acidification.

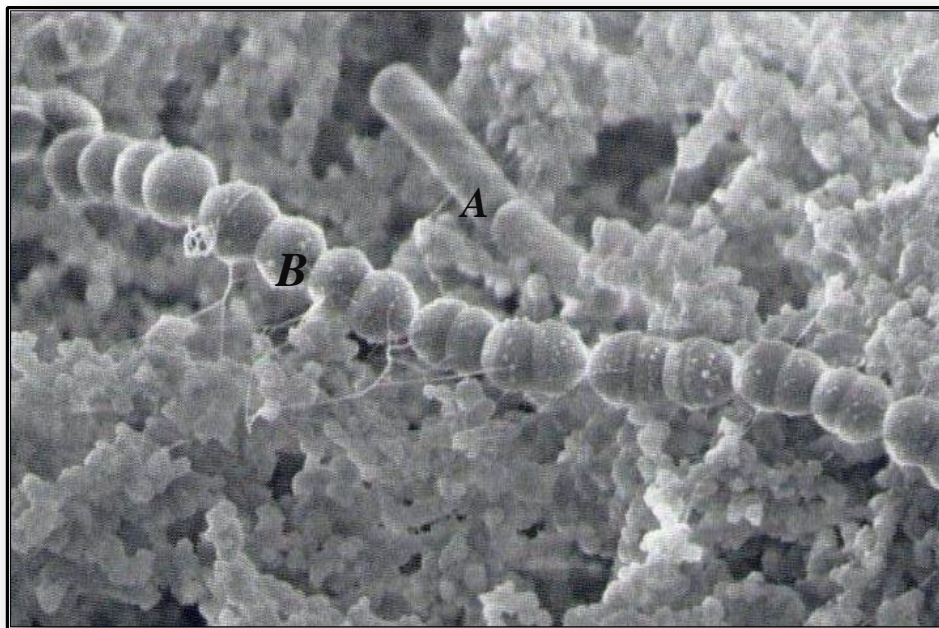


Fig n° 2 : microphotographie réalisée à partir du yaourt mettant en évidence la présence des deux bactéries : *Lactobacillus bulgaricus* (A) et *Streptococcus thermophilus* (B) (LUQUET ET CORRIEU., 2005).

b- Protocoopération:

Lors de la production de yaourt, l'utilisation combinée de *St. thermophilus* et *Lb. bulgaricus* permet de valoriser l'interaction indirecte positive existant entre ces deux espèces (PETTE ET LOLKEMA., 1950), Cette interaction, appelée protocoopération, se traduit par divers phénomènes:

Accroissement des vitesses de croissance et des concentrations bactériennes finales (AMOROSO *et al.*, 1992). (BEAL *et* CORRIEU., 1995).

Diminution du pH final du produit en culture mixte (MOONREINBOLD., 1976),(RAJAGOPAL *et* SANDINE., 1990).

Augmentation des vitesses d'acidification par rapport aux vitesses observées en cultures pures (RAJAGOPAL, *et* SANDINE., 1990). (SODINI *et al.*,2000).

Stimulation de la production des composés d'arômes et notamment de l'acétaldéhyde (EL-ABBASSY *et* SITOHY., 1993), (HAMDAN, *et al.*,1971), (MARSHALL, *et al.*, 1982),

Accroissement de l'activité protéolytique (RAJAGOPAL, *et* SANDINE.,1990), (EZZAT *et al.*, 1982).

Amélioration de la stabilité physique du produit (réduction des problèmes de synérèse) et de sa consistance (EL-ABBASSY *et* SITOHY., 1993),(KOROLEVA *et* KONDRATENKO., 1982).

Production accrue d'autres composés tels que les exopolysaccharides. (BOUZAR *et al.*,1997).

Cette association, est en fait bénéfique pour les deux espèces, mais n'est indispensable ni à leur croissance ni à leur survie (MARTIN *et al*1977),(DRIESSEN 1981).Dans une protocoopération, chaque espèce produit une ou plusieurs substances, absentes initialement du milieu de culture, qui stimulent la croissance de l'autre espèce. Au cours de la symbiose observée dans le yoghourt, les phases de croissance des deux espèces sont décalées dans le temps. En effet, on assiste, dans une première phase, principalement à la croissance de *Streptococcus thermophilus*. Dans un deuxième temps, celle-ci est ralentie du fait de l'effet inhibiteur de l'acide lactique produit, alors que le taux de croissance de *Lactobacillus delbrueckii*subsp*bulgaricus* augmente (**voir Fig.3**)(RASIC *et* KURMANN., 1978).

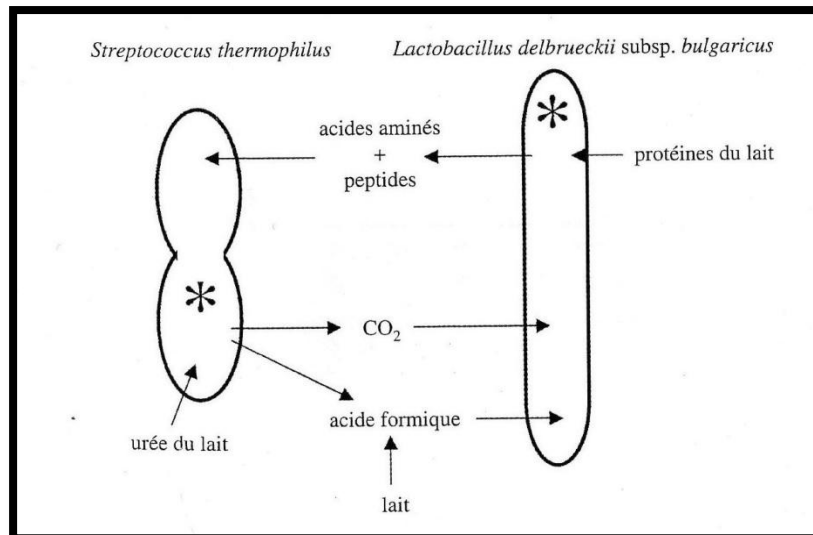


Fig n°3 : Schéma représentant les facteurs stimulants la coopération interspèces (LOONES *et al.*, 1994).

L'interaction indirecte positive observée, s'explique en grande partie par des exigences nutritionnelles des deux bactéries. Les lactobacilles présentent une activité protéolytique plus importante que les streptocoques (RAJAGOPAL *et* SANDINE., 1990), Ils libèrent ainsi dans les milieux des petits peptides, des acides aminés et, à un moindre degré, des vitamines solubles et des bases puriques et pyrimidiques (Abu-tarboush., 1996). qui sont alors utilisés par *Streptococcus thermophilus* (RADKE-MITCHELL *et al.*, 1984). Cette levée partielle des phénomènes de limitation liés au substrat azoté stimule ainsi la croissance des streptocoques. Ceci est confirmé par (COURTIN *et al.*, 2002), qui démontrent que la protéase de paroi Prt de *Lactobacillus bulgaricus* permet de fournir au streptocoque les composés azotés nécessaires à sa croissance. Ces auteurs confirment, en outre, qu'elle est plus efficace que la protéase PrtS de *Streptococcus thermophilus*. En retour, *Streptococcus thermophilus* fournit de l'acide formique (BOTTAZZI *et al.*, 1971), (PEREZ *et al.*, 1991), (VERINGA., 1968), nécessaire à la synthèse des bases puriques (xanthine, adénine et guanine), et donc des acides nucléique de *Lactobacillus bulgaricus* (LETORD, 2001). (SUZUKI *et al.*, 1986).. Selon les auteurs et selon les souches, la stimulation de *lactobacillus bulgaricus* se produit pour des concentrations en acide formique comprises entre 20 et 600 mg/L (EL-ABBASSY, *et* Sitohy 1993), (GALESLOOT *et al.*, 1968), (MOREIRA *et al.*, 1997), (ASCON-REYES *et al.*, 1995). (Drissenet *et al.*, 1982). Le streptocoque produit également du dioxyde de carbone qui stimule la croissance de *Lactobacillus bulgaricus*.

Ce CO₂ est issu de la décarboxylation de l'urée, sous l'action d'une uréase présente chez la majorité des souches de *Streptococcus thermophilus* (JUILLARD *et al.*, 1988). Si le mécanisme d'action CO₂ n'est pas clairement établi, il est probable qu'il soit impliqué dans la synthèse de l'acide aspartique (DRISSEN *et al.*, 1982). Enfin, deux autres facteurs de stimulation de *Lactobacillus bulgaricus* par *Streptococcus thermophilus* ont été mis en évidence. Il s'agit de l'acide pyruvique (HIGASHIO *et al.*, 1977). et de l'acide folique (Rao, 1984). Cependant, les voies métaboliques impliquées dans leur mode d'action ne sont pas encore élucidées. Cette interaction positive s'accompagne d'une interaction négative de type amensalisme, qui fonctionne dans les deux sens : en effet chacune des deux espèces produit de l'acide lactique qui va inhiber la croissance de l'autre espèce. Toutefois, (Benthin *et al.*, 1995), montrent que l'isomère L de l'acide lactique, produit par *Streptococcus thermophilus* serait plus fortement inhibiteur que l'isomère D, pour le développement de *Lactobacillus bulgaricus*. Ces interactions sont résumées au niveau du tableau suivant:

Tableau n°8 : Interactions métaboliques entre les deux bactéries en culture mixte dans le lait (LUQUET et CORRIEU, 2005).

	S. thermophilus ↓ ↑ Lb.bulgaricus	S. thermophilus ↑ Lb.bulgaricus	S. thermophilus ↓ Lb.bulgaricus		
Mécanisme et facteur d'interaction	Synthèse d'acide lactique à partir du lactose	Production de peptides et d'acides aminés sous l'action de la protéinase PrtB	Production de CO ₂ par activité uréase	Acide formique	Acide pyruvique, acide folique
Rôle de l'interaction	Inhibition de la croissance	Activation de la croissance	Synthèse de l'acide aspartique	Synthèse des bases puriques	NC

NC: non caractérisé

c- Conditions de fermentation :

Les ferments (*Lactobacillus delbrueckii* sous-espèce *bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*), en proportions optimales pour la symbiose bactérienne, sont soit préparés préalablement en cuve (levain) par un ensemencement "semi-direct", soit incorporés directement, ce qui correspond à un ensemencement "direct".

Depuis ces dix dernières années, c'est l'ensemencement "direct" qui est le plus couramment utilisé. En effet, il présente différents avantages sur l'utilisation d'un levain:

Utilisation simple: les ferments sont prêts à l'emploi et présentés sous forme lyophilisée ou congelée à des doses permettant l'ensemencement entre 0,001 et 0,6 g/L.

Meilleure maîtrise des ratios entre les deux espèces utilisés une meilleure régularité des fonctions technologiques de chacune d'entre elles (texture, arôme..) est ainsi obtenue.

En général, la fermentation est réalisée à une température comprise entre 36 et 45°C, qui correspond à la température optimale de croissance des ferments du yoghurt. Dans ce cas, la période d'incubation peut être très courte : 2h 30 si le ferment est actif et que le ratio entre les deux espèces est bien équilibré. Cependant, une fermentation longue peut être utilisée, avec une incubation à une température proche de 30°C pendant 16 à 18h, comme c'est le cas dans les pays d'Europe du Nord (TAMIME, ET ROBINSON, 1999). Selon le type de yaourt produit, ferme ou brassé, la fermentation se déroule dans des pots ou dans des tanks de fermentation dont la forme, la taille et l'instrumentation varient. Dans le cas du yaourt ferme, la coagulation se tient directement dans le pot, après conditionnement aseptique. L'inoculation et, éventuellement, l'ajout d'arômes ou de colorants sont réalisés dans le lait. Si nécessaire, des préparations de fruits sont apportées directement dans le pot. Puis, le laitensemencé est distribué dans les pots qui sont ensuite rapidement scellés, incubés et refroidis. L'incubation est conduite soit en chambres chaudes, avec une circulation forcée d'air chaud, puis d'air froid pour le refroidissement, soit en tunnels, dont la longueur et la vitesse de déplacement des palettes contenant les pots de yaourts dépendent de l'acidité du produit recherchée.

Dans le cas des yaourts brassés, la fermentation est effectuée dans la cuve de fabrication. En fin de fermentation, le gel est éventuellement brassé dans la cuve, puis pompé pour être refroidi et conditionné. La cuve peut être soit multifonctions (traitement thermique du lait, fermentation, refroidissement), soit uniquement dédiée à la fermentation, soit prévue pour la fermentation et le refroidissement. Le volume des cuves disponibles dans le commerce varie de quelques dizaines de litres à plusieurs dizaines de milliers de litres. Elles sont généralement munies d'une double enveloppe afin d'assurer les transferts thermiques et d'un système d'agitation afin

d'homogénéiser le lait et de réhydrater les ferments lors de l'ensemencement. Elles sont aussi équipées d'un système de nettoyage en place.

5.2.9. Traitement post-fermentaire:

a- Brassage:

Le brassage du coagulum, qui intervient uniquement en production de yaourts brassés, est réalisé avant le refroidissement. Il est effectué soit par brassage lent, à l'aide d'hélices marines, dans la cuve de fermentation, soit, le plus souvent, par pompage du gel, en amont de l'échangeur thermique. Afin de lisser le gel et d'éviter la présence de grains dans le produit, le coagulum peut passer au travers d'un filtre ou traverser une tête de lissage.

b- Refroidissement du coagulum :

Dans la phase finale de l'incubation, lorsqu'est obtenu le pH voulu (normalement environ 4,2-4,6), le yaourt doit être refroidi à 15-22°C. Ceci bloque temporairement une ultérieure augmentation de l'acidité.

5.2.10. Addition d'autres ingrédients:

Les autres ingrédients classiquement ajoutés sont des préparations contenant des fruits, des céréales, des arômes ainsi que des colorants. Leur incorporation s'effectue soit avant la fermentation pour les yaourts fermes soit avant le conditionnement pour les yaourts brassés.

5.2.11. Conditionnement et stockage:

Les yaourts sont généralement conditionnés dans deux types de matériaux d'emballage : le verre, réservé aux produits haut de gamme, ou le plastique. Le remplissage et le dosage des pots sont effectués par des pompes volumétriques, sous air filtré. Les pots sont fermés de façon hermétique par thermo-scillage, en utilisant des opercules décontaminés par rayonnement infrarouge. Les pots sont ensuite imprimés d'une date limite de consommation et d'un code permettant d'assurer leur traçabilité. Les lots, de 2 à 16 pots, sont confectionnés grâce à une sur-emballeuse. L'étiquetage des yaourts est impératif. Un certain nombre d'indications doivent obligatoirement figurer sur l'emballage à savoir:

- ✚ l'indication de l'espèce animale si le lait mis en œuvre n'est pas exclusivement du lait de vache (exemple : yaourt au lait de brebis).

- ✚ la mention « maigre » si la teneur en matière grasse du produit, calculée sur la partie lactée, est inférieure à 1 % en poids ;
- ✚ la mention « sucré » ou « aromatisé à... » le cas échéant (exemple : yaourt aromatisé à la fraise) ;
- ✚ la mention des ingrédients ajoutés, comme la pulpe ou les préparations de fruits (exemple : yaourt à la fraise) ;
- ✚ la date limite de consommation, sous la forme « à consommer jusqu'au... ». Cette date, indiquée sous la responsabilité du fabricant, doit être postérieure au maximum de 24 jours à la date de fabrication (BEAL ET CORRIEU., 1995).

Après leur fabrication, les yaourts doivent être maintenus à une température maximale de + 6°C pendant leur transport, stockage ainsi que lors de la mise en vente au consommateur (TAMIMEET ROBINSON, 1999).

CHAPITRE IV :

Intérêts nutritionnels du yaourt

1. Intérêts généraux:

Au cours de la fermentation, la composition du lait subit de nombreuses modifications. Certaines d'entre elles en font un produit (le yaourt) de meilleure valeur nutritionnelle que le lait (voir tableau 9).

Tableau n° 9: Compositions comparées des laits de consommation et du yaourt
(DEETH H.C, TAMIME, 1981), (g/1000 g)

Nutriments	Lait		Yaourt	
	Entier	En poudre ^a	Entier	Allégé
Protéines	35	33	39	45
Lipides	42,5	1,3	34	16
Glucides	47,5	51	49	65
Galactose			16	20
Acide lactique D			9,3	9,8
Acide lactique L			9,4	9,8
Calcium	1,19	1,21	1,45	1,50
Phosphore	0,94	0,95	1,14	1,18
Sodium	0,50	0,52	0,47	0,51
Potassium	1,52	1,45	1,86	1,92
Calories	657	360	700	640

^a lait en poudre écrémé reconstitué à 10%

Les bactéries lactiques utilisent les nutriments du lait pour se développer et produire des métabolites d'intérêt. Ces réactions relèvent principalement du catabolisme (dégradation du lactose, des lipides et des protéines). Certaines réactions de l'anabolisme sont également importantes puisqu'elles participent à la production de polysaccharides, de composés aromatiques ou de molécules ayant un rôle de conservation (acides lactiques)

La composition du yaourt est toutefois assez proche de celle du lait (lactose et vitamines exceptés), l'ajout de lait en poudre permet cependant d'accroître toutes les teneurs en nutriments déjà présents (DEBRY., 2001),

Les modifications et améliorations enregistrées sont détaillées ci-dessous:

1.1. Amélioration de l'absorption du lactose:

Le lactose est l'élément le plus concerné par ces modifications puisque 25 à 30% du lactose est transformé en galactose et acide lactique par action des bactéries lactiques (LUQUET ET CORRIEU., 2005).

Sur le plan nutritionnel, le lactose peut entraîner des troubles intestinaux chez les individus souffrant d'insuffisance lactasique. En effet, le lactose avant son passage au travers de la paroi intestinale, subit une hydrolyse en galactose et glucose par la lactase (β galactosidase) sécrétée par la membrane de l'iléon. La sécrétion de cette enzyme est maximale chez le nourrisson et décroît très rapidement après le sevrage. Les déficiences en lactase peuvent être d'origine génétique, et touchent plus particulièrement les populations asiatiques et africaines. Ainsi, l'ingestion de lactose provoque chez ces personnes des troubles digestifs importants : diarrhées, vomissements, douleurs abdominales (LARRETA-GARDE 1997).

En général, la teneur de lactose hydrolysée suffit au yaourt pour être mieux digéré et toléré que le lait. La présence de bactéries lactiques vivantes dans le yaourt permet une meilleure assimilation du lactose chez les personnes déficientes en lactase, deux hypothèses ont été avancées afin d'expliquer ce phénomène:

- ✚ Incubation par les bactéries vivantes de l'activité lactasique de la muqueuse intestinale,
- ✚ Libération de lactase (β galactosidase) lors de la destruction des bactéries lactiques pendant le transit; cette enzyme serait libérée dans l'intestin grêle et garderait une activité permettant l'hydrolyse du lactose pendant au moins 12 heures. (JEANTET., 2002).

1.2. Amélioration de la digestibilité de la matière grasse:

Des activités d'hydrolyse d'esters ont été mesurées à de nombreuses reprises chez les bactéries lactiques. Ces activités sont généralement plus importantes chez *Streptococcus thermophilus* et les lactobacilles que chez les lactocoques (KALAGRIDOU-VASSILIADOU, 1984), (CROW *et al.*, 1994). D'une manière générale, on distingue les estérases qui hydrolysent de façon préférentielle les esters formés avec des acides gras à chaînes courtes (C2 à C8), ainsi que des lipases qui sont actives sur des substrats émulsifiés contenant des acides gras à chaînes longues (>C8) (FORMISANO *et al.*, 1974), Ces enzymes sont impliquées dans

l'hydrolyse de mono-, di- et tri-glycérides (Gobbetti, et al.). Bien que l'activité lipolytique des bactéries lactiques soit peu élevée, il y a une augmentation significative de la teneur en acides gras libres dans le yaourt. De plus, l'homogénéisation améliore la digestibilité en augmentant la surface des globules (JEANTET., 2002).

1.3. Amélioration de la digestibilité des protéines :

Le yaourt est plus digeste que le lait non fermenté et contient deux fois plus d'acides aminés libres: cette propriété résulte du traitement thermique, de l'acidification, et de l'activité protéolytique des bactéries.

1.4. Activité antimicrobienne:

Le yaourt a un rôle préventif contre les infections gastro-intestinales. L'intérêt du yaourt dans le traitement des diarrhées infantiles a été démontré par de nombreux auteurs. En effet, la production de l'acide lactique qui est légèrement antiseptique permet d'inhiber le développement de germes pathogènes dans le tube digestif du consommateur. De plus son acidité stimule les mouvements péristaltiques du tube digestif, facilitant l'élimination de ces micro-organismes pathogènes (JEANTET., 2002). Les bactéries du yaourt produisent aussi des substances antimicrobiennes et des prébiotiques (bactériocines, CO₂, H₂O₂, acides organiques, acétaldéhyde... etc) (DACOSTA., 2000). Cependant, les bactéries du yaourt ne s'implantent pas dans la flore intestinale. C'est pourquoi, pour maintenir leurs effets bénéfiques, un apport régulier est nécessaire.

1.5. Stimulation du système immunitaire:

L'effet immunorégulateur du yaourt a été démontré. Son rôle dans l'augmentation de la production d'interférons et d'immunoglobulines et dans l'activation des lymphocytes B est attribué à *Lactobacillus bulgaricus*.

1.5.1. Action préventive contre les cancers de la sphère digestive :

Les lactobacilles modifieraient les enzymes bactériennes à l'origine des carcinogènes (inducteurs de tumeurs cancéreuse) dans le tube digestive, inhibant ainsi la formation de ces substances précancéreuses. Cet effet serait notamment attribué à la production de polysaccharides par les ferments.

1.5.2. Action hypocholestérolémiant :

Un certain nombre d'études ont montré que la consommation de yaourt a un effet hypocholestérolémiant. Cet effet, bien que non totalement élucidé, serait dû à une synergie entre des composés du lait (acides orotique et urique) et un produit issu du métabolisme bactérien (acide 3-hydroxy-3-méthylglutarique). Ces différentes

observations montrent que le yaourt possède des propriétés nutritionnelles et physiologiques particulièrement intéressantes (JEANTET., 2002).

2. Propriétés nutritionnelles des protéines lactières :

Les protéines représentent environ 15% de la masse de notre organisme. Cette masse protéique varie chaque jour de quelques grammes, elle diminue à jeun (perte azotée) et est reconstituée au cours des repas (BEAUFRERE., 2002). Les protéines de lait (protéines totales, caséines et protéine de lactosérum) renferment en proportion adéquate tous les acides aminés indispensables pour l'homme. Elles sont une source importante d'azote et d'acides aminés pour l'enfant et l'adulte et sont généralement considérées comme des protéines de haute qualité nutritionnelle, présentant ainsi une digestibilité et une valeur biologique élevée (BOSS *et al.*, 2000). Les protéines lactières sont donc d'une très bonne efficacité nutritionnelle et cette efficacité n'est pas remise en cause par les traitements technologiques que peut subir le lait dans sa transformation lorsque ces traitements sont correctement appliqués.

2.1. Influence d'une augmentation de l'apport protéique sur la prise alimentaire:

Les régimes hyperprotéiques sont de plus en plus répandus. Leurs conséquences à moyen terme sont variables. Ils sont bénéfiques à la protection contre les infections de la petite enfance (KASHYAP ET HEIRD., 1994). Chez la personne âgée, ils aident à augmenter la masse maigre et la force musculaire (BOSS *et al.*, 2000). En outre, ils auraient un effet hypotenseur, potentiellement bénéfique à la fonction cardiovasculaire (STAMLER *et al.*, 1996). Certaines études rapportent des effets positifs sur la composition corporelle, la tolérance au glucose, ou le métabolisme des lipides. Les régimes hyperprotéinés sont de plus en plus utilisés dans l'optique d'une perte de poids ou en complément alimentaire pour les performances sportives, et peuvent être également utilisés dans un but thérapeutique dans le cas d'hyperinsulinémie associée à l'obésité (BABA *et al.*, 1999). Les régimes hyperprotéiques pauvres en glucides favorisent en effet une réduction de la masse adipeuse en augmentant la part des lipoprotéines HDL circulantes (JEAN *et al.*, 2001). En conséquence, l'industrie agroalimentaire produit, développe et distribue de plus en plus, des aliments hyperprotéiques (dont la part de protéines peut constituer jusqu'à 70-80% de la matière sèche). Ces aliments sont utilisés comme compléments alimentaires destinés à renforcer les performances sportives des athlètes

aits « de force » (haltérophiles, bodybuildings, etc.), ou comme base aux régimes amaigrissants céto-gènes (APFELBAUM., 1993). Cependant, ils auraient également des conséquences potentiellement négatives et certaines publications décrivent des effets indésirables des excès protéiques (CHOW *et al.*, 1994). Ces effets concernent le développement et la composition corporelle, la fonction cardiovasculaire et le stress oxydatif (PETZKE *et al.*, 2000). Ils sont susceptibles d'accentuer les lésions rénales chez le patient présentant une insuffisance rénale (RUDMAN 1988), à l'inverse il n'a pas été mis en évidence d'effet délétère direct sur la fonction rénale de l'individu. En général, les recommandations d'apport protéique sont pour l'homme adulte de 0,83g/kg/jour (RIGAUD., 1997),

2.2. Propriétés nutritionnelles des caséinates de sodium:

Les caséinates sont très utilisés en diététique pour leurs apports protéiques de haute qualité mais aussi comme vecteur de minéralisation spécifique. (Voir tableau 10). Il s'agit d'une source de protéines dont la teneur peut atteindre jusqu'à 95% sur extrait sec. Elle possède la propriété d'être absorbée moins vite par l'organisme que les protéines de lactosérum. Ceci améliore la satiété en prolongeant le temps d'absorption d'azote par les muscles, ce qui est un avantage pour les produits de régime et les aliments de nutrition sportive.

Tableau n° 10 : Critères de composition de caséinates (en g/100 g de poudre) (Gaucheron., 2004).

Paramètres	Valeur
Humidité	6 max
Protéines (Nx6.38)	88 min
Matière grasse + cendres	6 max

En effet, La vitesse d'absorption des acides aminés alimentaires et leur effet sur la régulation du métabolisme protéique, dépendent de la forme moléculaire de la protéine ingérée. Cette absorption est la plus faible avec des protéines intactes et la plus élevée avec des protéines fortement hydrolysées riches en petits peptides (RETRAT., 1993). Il existe cependant des différences notables entre les protéines alimentaires comme ceci a été montré entre les caséines ou caséinates et les protéines

du lactosérum. Après ingestion de protéines du lactosérum, les acides aminés alimentaires apparaissent rapidement en forte concentration dans le plasma, alors qu'avec la caséine et les caséinates, la concentration reste modérée mais augmente au-dessus des valeurs post-absorptives pendant plus de 6h. Ceci est expliqué par la vitesse de digestion des deux types de protéines qui est soit rapide (lactosérum) soit lente (caséine et caséinates). (MAHE ET MESSING., 1991),(BOIRIE et DANGIN.,1997),

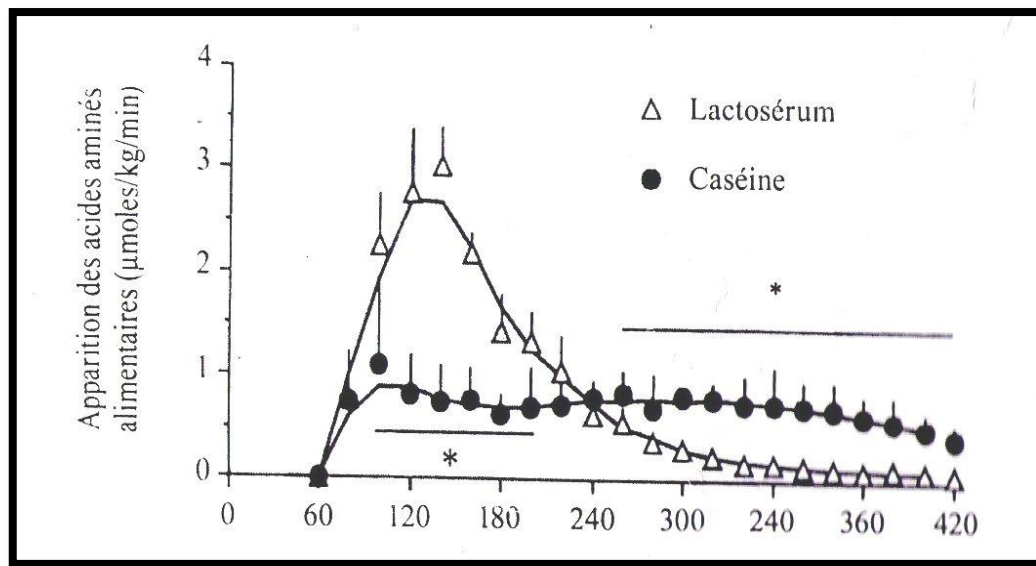


Figure n° 4 : Cinétique d'apparition plasmatique des acides aminés (BOIRIE et DANGIN.,1997).

Les protéines du lactosérum restent en fait solubles dans l'estomac et sont rapidement vidangées, alors que la caséine et les caséinates sous l'effet de l'acidité gastrique, coagulent fortement provoquant ainsi un ralentissement de la vidange gastrique. Ces différences de digestion, qui induisent des variations de l'aminocidémie post-prandiale (après le repas) (ROBERFROID *et al.*,2008). Provoquent une stimulation plus faible de l'oxydation des acides aminés dans le cas des caséines et caséinates ainsi qu'une légère inhibition de la protéolyse (non observée avec le lactosérum). On enregistre donc un gain protéique net postprandial plus fort que celui prélevé avec le lactosérum. (BAUFRERE., 1997).

CHAPITRE V:

Variation de la composition du lait

La composition du lait varie beaucoup, en particulier, en fonction de l'alimentation et de la race de l'animal (CHEFTEL *et* CHEFTEL, 1992).

1. Effets de la race :

De nombreuses études ont été réalisées pour évaluer l'effet des caractéristiques génétiques des animaux sur les caractéristiques du lait. On sait ainsi que les vaches de race Normande, Montbéliarde ou Brune produisent un lait plus riche en protéines et de meilleure aptitude fromagère que celui de vaches Holstein conduites dans les mêmes conditions (FROC *et al.*, 1988 ; MACHEBOEUF *et al.*, 1993a ; MALOSSINI *et al.*, 1996 ; AULDIST *et al.*, 2002 ; MISTRY *et al.*, 2002) : le gel obtenu après adjonction de présure est plus ferme et les rendements fromagers plus élevés. L'ensemble de cet effet est lié aux différences de teneurs en caséines des laits d'une race à l'autre (GROSCLAUDE, 1988 ; MACHEBOEUF *et al.* 1993).

Selon la (FAO 1995), il existe de grands écarts dans la composition du lait d'une race à une autre, et surtout dans le taux de matières grasses.

2. Effets de l'alimentation :

De nombreux travaux ont été réalisés dans le monde entier pour déterminer l'influence des divers aliments de la ration sur la composition du lait.

Selon l'étude de (COULON 1991), l'utilisation d'ensilage de maïs est souvent associée à des taux protéiques élevés parce qu'il permet en général de réaliser des rations où les apports énergétiques sont plus facilement couverts.

Par contre, sous la forme d'ensilage, le maïs plante entière est un aliment favorable à la synthèse des matières grasses en raison essentiellement des orientations fermentaires dans le rumen (l'amidon fermenté est favorable à la production d'acide butyrique) et à la richesse en lipides du grain de maïs. Présenté sous forme sèche, après broyage et agglomération, le maïs plante entière n'induit pas les mêmes orientations fermentaires qu'ensilé et constituerait au contraire un moyen efficace de réduire la synthèse des matières grasses. Ceci est à attribuer à la proportion élevée de grains de maïs non fermentés (amidon en l'état) dans la plante (HODEN *et* COULON, 1991).

D'un autre côté, l'utilisation d'une ration mixte d'ensilages de maïs + trèfle violet (HODEN *et al.*, 1987) a mis en évidence l'influence négative de cette ration avec du trèfle violet sur les performances de production et de composition du lait. Les taux butyreux et protéique ont été en particulier anormalement bas par rapport à ceux observés avec des rations composées uniquement d'ensilage de maïs (HODEN *et al.*, 1985). L'introduction de betteraves à cette ration mixte (HODEN *et al.*, 1988) a permis d'améliorer significativement les conditions de lait et de matière utile ainsi que le taux butyreux. Les effets bénéfiques de l'introduction supplémentaire de betteraves sont vraisemblablement à attribuer d'une part à des modifications d'orientations fermentaires dans le rumen (acide butyrique) favorables à la synthèse des matières grasses (JOURNET *et* CHILLIARD, 1985) et d'autre part au meilleur niveau d'apport énergétique pour la synthèse des protéines (REMOND, 1985).

SEEGERS *et al.* (1989) ont observé que l'utilisation d'ensilage d'herbe en quantité importante dans des rations à base d'ensilage de maïs conduit à une amélioration des taux protéiques ; dans ce cas, l'utilisation d'ensilage d'herbe est un indice de la maîtrise globale du système alimentaire et de l'utilisation raisonnée des différents fourrages disponibles (COULON, 1991).

L'introduction de la luzerne déshydratée de qualité en substitution partielle de l'ensilage de maïs a permis d'augmenter la production de lait et de faire baisser le taux butyreux sans affecter le taux protéiques (PEYRAUD *et* DELABY, 1994). Par contre, l'introduction de la luzerne déshydratée dans la ration de vaches laitières alimentées avec de l'ensilage d'herbe et de l'ensilage de maïs complétés par du tourteau de soja, a permis de diminuer les quantités de tourteau de soja sans modification de la production laitière ni du taux butyreux du lait. En revanche, le taux protéique a augmenté sans modification du taux de caséines (THENARD *et al.*, 2002).

Le taux protéique augmente donc de manière linéaire avec les apports énergétiques (COULON *et* REMOND, 1991 ; BONY *et al.*, 2005) sauf lorsque l'augmentation de ces apports est réalisée par l'adjonction de matières grasses qui, quelle que soit leur origine, ont un effet dépressif. Au contraire, le taux butyreux tend à baisser dans le cas de niveaux énergétiques très élevés en raison de l'arrêt de la mobilisation des réserves corporelles qui entraînent souvent une augmentation du taux butyreux (DOREAU *et* CHILLIARD, 1992).

Par ailleurs, le taux protéique dépend aussi de la couverture des besoins en acides aminés indispensables, lysine et méthionine en particulier (RULQUIN *et al.*, 1993). Donc de la nature des compléments azotés distribués aux animaux. L'augmentation du niveau des apports azotés dans la ration entraîne une augmentation conjointe des quantités de lait et de protéines secrétées, de sorte que le taux protéique est peu modifié (REMOND, 1985).

Enfin, différentes expériences ont démontré que le pois, excellente source de protéines et d'énergie pour les ruminants (CORBETT, 1997), pouvait constituer la principale source de suppléments protéiques pour les vaches laitières, en remplacement des tourteaux, de soja et de canola (CORBETT, 1995 ; PETIT, 1997 ; PELLETIER, 1999). La production et la qualité du lait se sont maintenues ou légèrement accrues, lors de ces essais, alors que le pois constituait jusqu'à 25 % des concentrés servis.

3. Effets de la saison et du stade de lactation :

Les teneurs en matières grasses et en protéines évoluent de façon inverse à la quantité de lait produite. Elles sont maximales au cours des premiers jours de lactation, minimales durant les 2^e ou 3^e mois de lactation, et s'accroissent ensuite jusqu'à la fin de la lactation (SCHULTZ *et al.*, 1990 ; AGABRIEL *et al.*, 1990). Le temps de coagulation augmente en début de lactation, reste stable en milieu de lactation et, selon les auteurs, diminue (COULON *et al.*, 1988), reste stable (MARIANI *et al.*, 1982) ou augmente ensuite légèrement en fin de lactation (OKIGBO *et al.*, 1985).

La saison agit essentiellement par l'intermédiaire de la durée du jour. La plupart des travaux ont en effet montré qu'une photopériode expérimentale longue (15 à 16 h par jour) augmentait la production laitière et diminuait parfois la richesse du lait en matière utile (PETERS *et al.*, 1981 ; TUCKER, 1985 ; BOCQUIER, 1985 ; STANISIEWSKI *et al.*, 1985 ; PHILLIPS *et* SCHOFIELD, 1989). Ces accroissements de production laitière sont associés à une augmentation des quantités ingérées (PETERS *et al.*, 1981 ; PHILLIPS *et* SCHOFIELD, 1989), alors que la modification des équilibres hormonaux (augmentation de la prolactinémie) (TUCKER, 1985) pourrait entraîner une dilution des matières secrétées et donc une diminution des taux butyreux et protéique (BOCQUIER, 1985). D'autre part,

l'augmentation de la température ambiante, lorsqu'elle se maintient dans la zone de confort thermique des vaches, pourrait avoir un effet propre favorable à la production laitière et défavorable à la richesse du lait, qui s'ajouterait à l'effet de la photopériode (BOCQUIER, 1985).

D'un autre côté et selon (COULON *et al.* 1986), les variations saisonnières de la production laitière sont assez marquées ; il semble que les mois d'avril à juillet soient les plus favorables et ceux d'août à novembre les moins favorables, ce qui expliquerait la meilleure persistance de production des vaches ayant vêlé en hiver. Ce résultat est vraisemblablement dû à l'effet favorable de la mise à l'herbe et du début de la période de pâturage sur la production laitière.

PARTIE II

MATÉRIEL

ET MÉTHODES

Etude de l'effet de stade de lactation et de la race des vaches laitières sur la qualité du lait et du yaourt.

1. Présentation de la laiterie de l'étude :

1.1. Laiterie EL BOUKHARI :

La laiterie «EL BOUKHARI» est une propriété privée créée le 01/01/2006, implantée dans la zone industrielle à 06 Km au sud de KSAR EL BOUKHARI Wilaya de MEDEA (**Voir Annexe**), d'une superficie de vingt (20) hectares, la laiterie EL BOUKHARI est spécialisée dans la fabrication du lait et ses dérivés selon les normes certifiées ISO 9001-2000.

Les taux moyens de production de la gamme de produits sont comme suit :

Lait pasteurisé combiné : 12000 l/jour

Raïb en pot et en sachet : 12000 l/jour

L'ben : 10000 l/jour

Yaourt en pot et en bouteille : 3000 l/jour

Beurre : 260 Kg/semaine

Crème glacée: 2500 l/jour (production saisonnière)

La laiterie est mobilisée grâce à un personnel de 250 employés : deux gérants, 20 cadres supérieurs, 09 chauffeurs et deux mécaniciens, 06 agents de sécurité, 04 comptables, 184 ouvriers, 20 fermiers, et 3 vétérinaires.

1.2. Présentation de la ferme et du cheptel bovin :

La ferme de la laiterie dispose actuellement d'un effectif global de 438 têtes, dont la répartition selon les races est comme suit : 120 Holstein à pie rouge et noire, 88 Montbéliarde, 80 Fleckvieh, 35 Normande et 8 Brune des Alpes le reste du cheptel est représenté par des vaches croisées au niveau de la ferme.

Parmi les 438 vaches il y'a 248 vaches en lactation, 70 vaches en tarissement, 44 génisses, 38 vèles, 37 veaux et cinq taureaux reproducteur. Il existe deux modes de reproduction pour maintenir l'effectif : l'insémination artificielle et l'accouplement.

La ferme comporte plusieurs bâtiments pour l'élevage bovin (**Voir Annexe 5**) :

- Bâtiment des vaches laitières en production (stabulation semi-entravée).
- Bâtiment des vaches laitières en tarissement (entravée).

- Bâtiment des mise-bas.
- Une nourricière.
- Un centre de collecte de lait cru réparti en une salle de traite (traite mécanique), et la salle de collecte proprement dite avec 03 cuves d'une capacité de 1200 l.
- Un hangar de stockage d'aliments grossiers (foin et paille), d'une capacité de 50.000 bottes et un autre pour la préparation du concentré, dont la formulation suit les données des tables de rationnement muni de trois broyeurs-mélangeurs.

La production laitière de la ferme de la laiterie est en moyenne de 5000 litres de lait cru par jour.

1.3. Mode d'alimentation et abreuvement du cheptel :

On signalera tout d'abord que la culture fourragère est inexistante dans cette exploitation, le fourrage, la paille ainsi que le foin sont importés de l'extérieur.

Les vaches ont reçu une ration à base de foin et de paille, le foin avec une quantité de 10 kg/jour/vache en deux prises (5 kg le matin, 5 kg le soir) et la paille avec 6 kg/jour/vache en une seule prise le soir, complémentée par un aliment concentré avec une quantité de 12 kg/jour/vache distribué deux fois par jours (5 kg le matin et 7 kg le soir).

L'aliment des vaches (le concentré) additionné dont la formulation est basée sur les données des tables de rationnement est constitué de maïs, orge, soja, sels, vitamines (A, D₃ et E) et d'oligoéléments (Zinc, Cuivre et Fer).

Comme l'exploitation n'a pas les potentialités nécessaires pour fournir un fourrage vert toute l'année, ce dernier n'est consommé par les vaches qu'en printemps (Mars, Avril et début Mai), disponible juste le matin et additionné à la paille et le concentré.

L'eau, est en revanche, disponible à volonté par le biais d'abreuvoirs.

2. Objectifs de l'étude :

La présente étude qui a été conduite durant cette période sur des vaches laitières a pour objectifs :

- Premièrement, l'observation à l'aide des analyses physicochimiques et microbiologiques, des effets induits par la race des vaches laitières, sur la qualité du lait et du Yaourt aromatisé ;

- Deuxièmement, les effets induits par le stade de lactation des vaches laitières choisi, sur la qualité du lait et du Yaourt aromatisé ;

3. Conduite de l'étude :

L'étude sera conduite chez un producteur fermier dans la région de Kser el Boukhari wilaya de Média, entre Janvier et Juillet 2013.

Le choix du cheptel mis en expérimentation a été basé, en priorité, sur la disponibilité des vaches laitières en phase de différents stades de lactation pouvant assurer une production laitière pendant la durée de l'essai.

❖ Protocole de travail:

a- Echantillons du Lait :

Le nombre de prélèvement de l'échantillon du lait est de 7 prélèvements (à partir de janvier jusqu'à juillet 2013)

- 1- prélèvement à partir du lait de la race Holstein prime,
- 2-prélèvement à partir du lait de la race Fleckvieh,
- 3- prélèvement à partir du lait de la race Normande,
- 4-prélèvement à partir du lait de la race Montbéliarde,
- 5-prélèvement à partir du lait de la race Brunes des alpes

- ❖ Chaque prélèvement est composée de trois sous prélèvement (par rapport au stade de lactation I, II, et III).

- Exemple pour la premier prélèvement (à partir du lait de la race Holstein prime) :

- 1ère Sous prélèvement issue du lait de première lactation
- 2ème Sous prélèvement issue du lait de deuxième lactation
- 3ème Sous prélèvement issue du lait de troisième lactation

NB :On utilise le même protocole pour les autres races restantes.

b- Echantillons du Yaourt :

Le nombre total des fabrications du Yaourt est de deux fabrications une pour la saison d'hiver et l'autre pour l'été :

- 1- Fabrication à partir du lait de la race Holstein prime,
- 2-Fabrication à partir du lait de la race Fleckvieh,
- 3- Fabrication à partir du lait de la race Normande,
- 4-Fabrication à partir du lait de la race Montbéliarde,
- 5-Fabrication à partir du lait de la race Brunes des alpes

- ❖ Chaque fabrication est composée de trois sous fabrications (par rapport au stade de lactation I, II, et III).
 - Exemple pour la première fabrication (à partir du lait de la race Holstein prime) :
 - 1ère Sous fabrication issue du lait de première lactation
 - 2ème Sous fabrication issue du lait de deuxième lactation
 - 3ème Sous fabrication issue du lait de troisième lactation

NB : On utilise le même protocole pour les autres races restantes.

4. Conditions expérimentales :

4.1. Matériel animal :

Un cheptel est constitué de 26 vaches laitières (races Holstein prime, Fleckvieh, Normande, Montbéliarde, et Brunes des alpes toutes en période de lactation) a été choisi durant toute la période expérimentale.

4.2. Matériel de production : lait, ferments, sucre.....

5. Prélèvements et analyses physicochimiques des échantillons :

5.1. Analyses physicochimiques du lait :

Les analyses physico chimiques sont réalisées au sein du laboratoire de la laiterie de Kser el Boukhari –wilaya de Média.

Les prélèvements des échantillons sont faits à partir des laits mélangés, crus et bien homogénéisés des trois formulations utilisées pour la fabrication des yaourts de 1ère, 2ème, et 3ème Lactation).

5.1.1. Détermination de l'acidité Dornic : (AFNOR ,1986).

Elle est déterminée par un titrage de l'acidité par une solution alcaline (NaOH) (N/9) en présence de phénophtaléine

L'acidité dornic (D°) ou titrable est le nombre de grammes d'acide lactique présent dans un échantillon de lait ou de lactosérum. Elle est donnée par la multiplication du volume de NaOH lu sur la burette multiplié par 10.

$$\boxed{\text{Acidité} = V.10}$$

5.1.2. Détermination du pH : (AFNOR, 1986).

Elle se base sur une mesure électrométrique (acidité ionique),

Le pH est donné par une lecture directe sur le pH mètre après immersion de l'électrode dans le lait.

5.1.3. Détermination de la densité : (AFNOR, 1982)

La densité du lait est obtenue à l'aide d'un thermolactodensitomètre, elle se fait par une simple lecture du trait correspondant au point d'affleurement.

5.1.4. Dosage de la matière grasse : (AFNOR, 1986)

Elle est mesurée par la méthode acido-butyrique de *Gerber* qui a comme principe la dissolution des éléments du lait, matière grasse exceptée, par l'acide sulfurique. Sous l'influence de la force centrifuge et grâce à l'adjonction d'une petite quantité d'alcool isoamylique, la matière grasse se sépare.

Le butyromètre est gradué de manière à donner par lecture directe le pourcentage en masse de matière grasse.

5.1.5. Dosage de la matière azotée totale :

En premier lieu, c'est l'azote total qui est dosé par application de la méthode Kjeldahl qui se fait en 2 étapes :

-Minéralisation du lait par chauffage, avec de l'acide sulfurique concentré, en présence d'un catalyseur.

-Alcalinisation des produits de la réaction, et distillation de l'ammoniac libéré qui est titré par une solution d'acide sulfurique diluée, en présence d'acide borique.

5.1.6. Détermination de l'extrait sec total : (AFNOR, 1986)

La matière sèche est définie en étant la masse restant après la dessiccation complète spécifiée dans la présente Norme internationale.

Le principe de la méthode consiste en une évaporation de l'eau d'une prise d'essai jusqu'à une masse constante par le dessiccateur à balance de type (SARTORIUS MA 30).

5.1.7. Détermination de l'extrait sec dégraissé :

Calculé par la différence entre l'extrait sec du lait ou du lactosérum et sa matière grasse.

$$\text{ESD (\%)} = \text{EST} - \text{MG} \cdot 100$$

5.1.8. Détermination de rapport G/S :

Calculé par la division de la matière grasse sur l'extrait sec du lait.

$$\text{G/S (\%)} = \text{MG} - \text{EST} \cdot 100$$

5.1.9. Détermination de la teneur en eau : Calculé par l'équation suivante :

$$\text{H (\%)} = 100 - \text{EST}$$

5.2. Analyses physicochimiques du yaourt :

5.2.1. Détermination du pH :

La mesure se fait directement par introduction de l'électrode et le résultat est donné par une simple lecture sur le pH mètre.

5.2.2. Dosage de la matière grasse : (AFNOR, 1986)

La méthode acido-butyrométrique de *Van Gulik* est une technique conventionnelle qui, appliquée à un yaourt, donne une teneur en matière grasse, exprimée en gramme pour 100 g de yaourt.

Après dissolution des protéines par addition d'acide sulfurique concentré ($d=1,83$) ; la séparation de la matière grasse du lait et du lactosérum par centrifugation, dans un butyromètre, la séparation étant favorisée par l'addition d'une petite quantité d'alcool amylique.

5.2.3. Dosage de la matière azotée totale :

La matière azotée est dosée par la méthode KJELDAHL et les résultats sont exprimés en grammes d'azote pour 100 g de yaourt.

La méthode se base sur la transformation de l'azote organique en sulfate d'ammonium sous l'action de l'acide sulfurique concentré à chaud en présence d'un catalyseur approprié, après déplacement en milieu alcalin et distillation, l'ammoniac formé, recueilli dans de l'acide borique, à l'aide d'une solution sulfurique (N/50).

La composition des matières azotées (ROWLAND, 1938 ; SHAHANI et SOMMER, 1951) a été obtenue après mesure des teneurs en azote total (NT), en azote soluble à pH 4,6 (NST) et en azote soluble dans le TCA 12 % ou azote non protéique (NNP) par la méthode Kjeldahl (AFNOR 1986, norme NF V04-211).

5.2.4. Détermination de l'extrait sec total :

En utilisant le dessiccateur à balance qui va évaporer l'eau de la prise d'essai jusqu'à poids constant. La lecture se fait directement en pourcentage sur l'appareil.

5.2.5. Détermination de l'extrait sec dégraissé :

Calculé par la différence entre l'extrait sec du lait et sa matière grasse.

$$\text{ESD (\%)} = \text{EST} - \text{MG} \cdot 100$$

5.3. Analyses microbiologiques :

Les analyses microbiologiques ont été effectuées sur des échantillons du lait de mélange et des yaourts fabriqués.

Les prélèvements des échantillons de yaourt pour les analyses microbiologiques ont été effectués dans les meilleures conditions d'asepsie, assurée par la flamme et un matériel lavé et stérilisé au four pasteur.

Les analyses microbiologiques des échantillons des laits et de yaourt ont été réalisées dans des conditions aseptiques car la salle est munie d'une lampe UV germicide qui a été allumée la veille de l'analyse. Les germes recherchés dans le lait cru sont ceux dictés par le journal officiel de la République Algérienne (J.O.R.A.) n°37 du 27 Mai 1998.

5.3.1. Germes aérobies mésophiles totaux (GAMT) :

Regroupe l'ensemble des microorganismes qui se caractérisent par une croissance optimale de 30°C. La recherche de ces germes a été réalisée sur milieu gélosé (PCA), dont l'ensemencement se fait en profondeur puis l'incubation à 37°C pendant 72 heures. Le dénombrement des colonies a été effectué à l'aide d'un compteur des colonies.

5.3.2 Les coliformes totaux et fécaux :

On appelle les coliformes, les entérobactéries Gram négatif, aérobies facultatifs. Leur présence dans un produit traduit une contamination fécale par manque d'hygiène. *E. coli* est la plus spécifique de toutes les bactéries de contamination fécale. L'isolement et l'identification ont été faits sur un milieu liquide VBL (bouillon lactosé bilié au vert brillant) et l'incubation s'est faite à 37°C (coliformes totaux) et 44°C (coliformes fécaux). La lecture des résultats a été faite à l'aide de la table de Mc Grady.

5.3.3. Les streptocoques fécaux :

Ce sont des bactéries à Gram positif, appartenant à la famille des lactobactériaceae. La recherche de ces bactéries est réalisée sur milieu de Rothe (test de présomption) et sur milieu Litsky (test de confirmation ou test de Mac Kenzie en cas d'obtention de résultats positifs dans le premier test).

5.3.4. *Staphylococcus aureus* :

Staphylococcus aureus est un germe ubiquitaire appartenant à la famille de Micrococcaceae Germe positif, anaérobie facultatif, asporulé, immobile et possédant

une catalase (LETONDEUR-LAFARGE ET LAHELLEC, 1997). La recherche de ce germe s'est faite selon la méthode Baird Parker : gélose Baird Parker qui contient 3 agents sélectifs (tellurite de potassium, glycine de chlorure et chlorure de lithium), un activateur de croissance (pyruvate de sodium) et un agent protecteur contre l'effet toxique du tellurite.

5.3.5. Les Salmonelles :

Bacilles à Gram négatif, aéro-anaérobies facultatifs, les salmonella appartiennent à la famille des Enterobacteriaceae. Le réservoir le plus important en salmonelles est l'intestin des animaux (oiseaux, animaux domestiques et de ferme, reptiles etc.). Excrétées dans les matières fécales, souvent en grand nombre, les salmonelles se retrouvent dans l'environnement et contaminent l'eau, le sol et les aliments (LETONDEUR-LAFARGE ET LAHELLEC, 1997). Les salmonella comme la plupart des bactéries à Gram négatif, présentent une sensibilité certaine à la chaleur, la pasteurisation à 72°C/15 secondes assure leur destruction dans le lait (Gledel, 1988).

Bien que leur présence dans les produits laitiers pasteurisés soit rarissime, il convient de les rechercher sur un grand nombre de produits et plus particulièrement ceux consommés par les sujets à haut risque, nourrissons, jeunes enfants et vieillards, car les salmonella peuvent provoquer de très graves toxi-infections (PATRANSXIENE ET LAPIED, 1981).

La recherche de ces germes est souvent compliquée par leur faible concentration. Le pré enrichissement est alors indispensable pour revivifier les salmonelles de façon à faciliter la culture dans le bouillon d'enrichissement (bouillon sélénite) en vue de leur isolement sur le milieu gélosé sélectif (HEKTOEN).

5.3.6. Levures et moisissures :

Les levures et moisissures constituent une bonne flore indicatrice de la qualité marchande du produit. Le dénombrement de cette flore permet d'apprécier la capacité de conservation des produits laitiers.

Elles sont recherchées sur la gélose OGA (Gélose glucosée à l'oxytétracycline).

Ces analyses sont inspirées du journal officiel et dans le but de vérifier l'absence des germes pathogènes et contrôler l'absence de germes ayant des incidences technologiques défavorables.

Tableau n° 11 : Analyses microbiologiques effectués sur le lait et le yaourt.

Microorganisme	Milieu de culture
Germes totaux	PCA (30°C pendant 72 h)
Coliformes totaux	BLBVB (37°C pendant 24 à 48 h)
Coliformes fécaux	BLBVB (44°C pendant 24 h)
Streptocoques fécaux	Milieu de présomption : Roth (37°C pendant 24 h) Milieu de confirmation : Litsky (37°C pendant 24 h)
Salmonelles	Milieu de pré-enrichissement : eau péptonée (37°C pendant 24 h) Milieu d'enrichissement : bouillon au sélénite de sodium (37°C pendant 24 h) Milieu d'isolement : Hektoen (37°C pendant 24 h)
Staphylococcus aureus	Baird-Parker (37°C pendant 24 à 48 h)

6. Traitement statistique des données :

A partir des données acquises, une analyse statistique va permettre d'établir les relations entre la race, l'alimentation et les variables physico-chimiques et technologiques (temps de coagulation), et de préciser le poids relatif de chacun de ces paramètres sur le temps de coagulation.

Le traitement statistique des résultats a été effectué à l'aide de deux logiciels : Statistica 6.1 (2004) et IBM SPSS Statistics 20.

Parmi les méthodes statistiques un certain nombre d'entre elles est utilisé lors de l'exploitation des résultats.

1.1. Test de Student (Test t) :

Le test t compte parmi les procédures statistiques les plus fréquemment employées. Il sert à comparer les différences de moyennes entre deux groupes. Le test suppose que les variables sont normalement distribuées et que les variances de chaque groupe sont égales (CLEMENT, 2004).

PARTIE III

RÉSULTATS ET DISCUSSION

CHAPITRE I :

Variation de la composition du lait

Des analyses physicochimiques ont été effectuées durant la période expérimentale et ont porté sur des échantillons de lait prélevés à partir de chaque lot. Les résultats de ces analyses sont regroupés au niveau de l'annexe n° 1.

Plusieurs facteurs influencent la composition du lait de vache. On s'intéresse particulièrement, dans notre étude, aux effets de la race et de stade de lactation.

1. Etude de l'effet de la race sur la composition chimique du lait :

1.1. Effet de la race sur le pH :

Le test de Student est appliqué pour montrer si des différences sont observées au niveau des valeurs de pH, en fonction de la race (Flec,Hols, Mont, Norm et Brun). Le tableau 12 illustre les résultats du test.

Tableau n° 12 : Analyse statistique (test de Student) des différents valeurs du pH de race Flec,Hols, Mont, Norm et Brun.

Analyse Race	Moy	Ec.-type	ddl	p	Ec.-type M	Intervalle de confiance 95% de la différence	
						Inférieure	Supérieure
Norm	6,56	±0,16	20	,000	±0,022	6,48	6,63
Brun	6,55	±0,13	7	,000		6,43	6,66
Mont	6,55	±0,11	20	,000		6,50	6,60
Hols	6,59	±0,12	20	,000		6,53	6,64
Flec	6,53	±0,15	20	,000		6,46	6,60

(En rouge, les paramètres correspondant aux valeurs de probabilités significatives $p < 0,05$ et hautement significative $p < 0,01$) ; ddl : degré de liberté ; p : probabilité ; Ec.-type : Ecart-type ; Moy. : Moyenne.

La comparaison entre races, présentée dans le tableau n° 12 montre que la race a une influence très hautement significative ($p < 0,01$) sur la valeur de pH, en faveur de la race Holstein avec une moyenne de 6,59 contre 6,53 pour la race Fleckvieh.

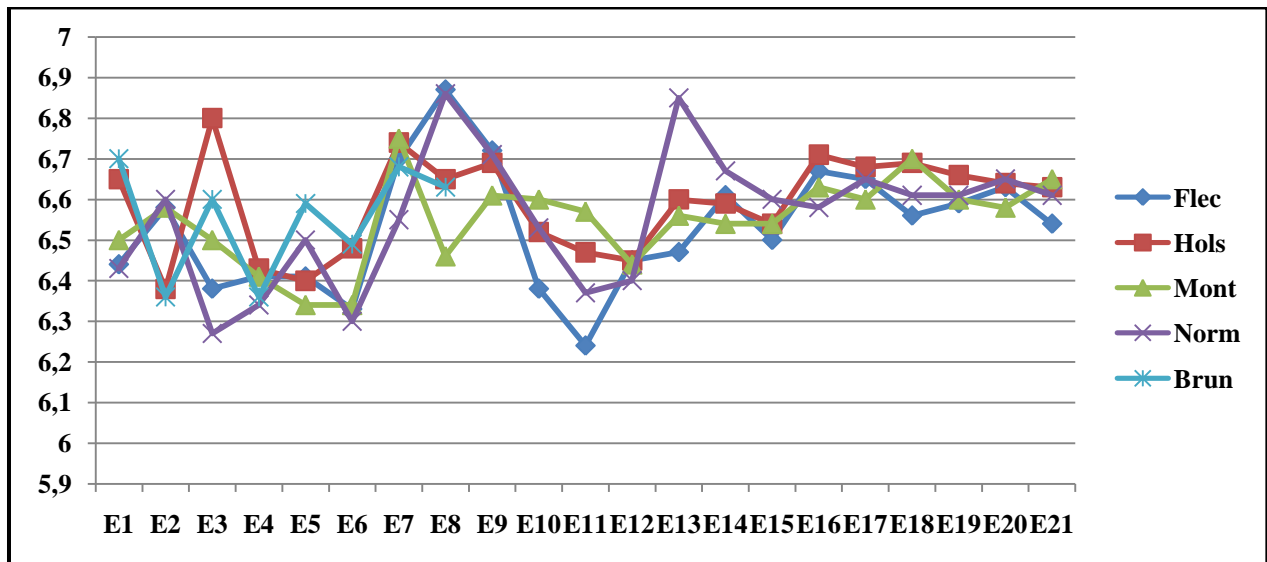


Figure n° 5 : Variation des teneurs en pH.

Les valeurs moyennes des pH des échantillons des laits sont représentées dans la figure ci-dessus. Ces valeurs ne correspondent pas à l'intervalle des pH du lait normal donné par (MAHAUT 2000) et (VIGNOLA 2002) qui est de 6,6 à 6,8. Selon (MATHIEU 1998), des valeurs des pH inférieurs à 6,5 ou supérieurs à 6,9 sont anormales pour le lait de vache. L'état sanitaire du pis fait fluctuer le pH du lait et peut dépasser 7 dans le cas d'une mammite.

1.2.Effet de la race sur l'acidité :

Le test de Student est appliqué pour montrer si des différences sont observées au niveau des valeurs de l'acidité, en fonction de la race (Flec,Hols, Mont, Norm et Brun). Le tableau 13 illustre les résultats du test.

Tableau n° 13 : Analyse statistique (test de Student) des différents valeurs de l'acidité de race Flec,Hols, Mont, Norm et Brun.

Analyse Race	Moy	Ec.-type	ddl	p	Ec.-type M	Intervalle de confiance 95% de la différence	
						Inférieure	Supérieure
Norm	20,52	±3,39	20	,000		18,98	22,06
Brun	19,88	±3,09	7	,000		17,29	22,45
Mont	20,43	±2,52	20	,000	±0,830	19,28	21,57
Hols	19,10	±2,68	20	,000		17,87	20,31
Flec	21,33	±2,65	20	,000		20,12	22,54

(En rouge, les paramètres correspondant aux valeurs de probabilités significatives $p < 0,05$ et hautement significative $p < 0,01$) ; ddl : degré de liberté ; p : probabilité ; Ec.-type : Ecart-type ; Moy. : Moyenne.

La comparaison entre races, présentée dans le tableau n° 13 montre que la race a une influence très hautement significative ($p < 0,01$) sur la valeur de l'acidité, en faveur de la race Fleckvieh avec une moyenne de 21,33 contre 19,10 pour la race Holstein.

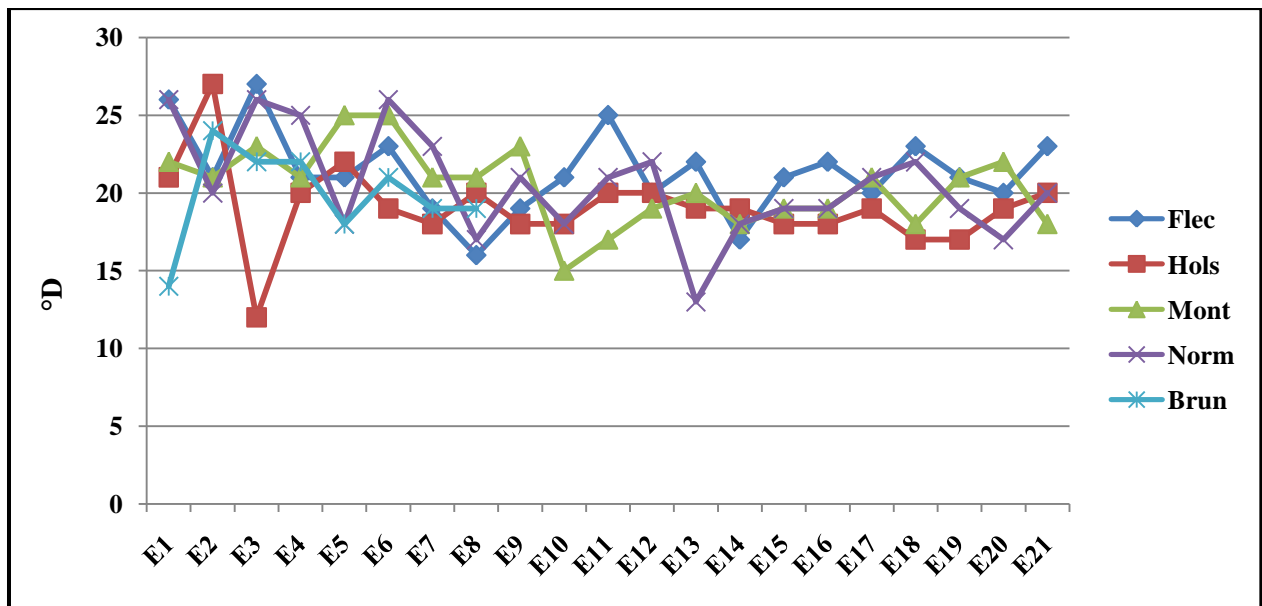


Figure n° 6 : Variation des valeurs de l'acidité.

La figure montre que l'acidité du lait augmente, ou elle dépasse l'intervalle 16 à 18 °D (signes exigences internes par la laiterie El Boukhari), Cette augmentation est due à la bioconversion du lactose en acide lactique par les bactéries lactiques.

En technologie laitière, on s'intéresse particulièrement aux changements de l'acidité au cours des traitements. En effet, ces changements peuvent influencer la stabilité des constituants du lait.

Le chauffage du lait cause la perte de gaz carbonique, peut décomposer le lactose en acides organiques divers ou causer le blocage des groupements aminés des protéines et provoque alors une augmentation de l'acidité. De même, aux températures élevées, le phosphate tricalcique peut précipiter et causer une augmentation de l'acidité déclenchée par la dissociation des radicaux phosphates.

Le développement des bactéries lactiques dans le lait transforme le lactose surtout en acide lactique. C'est cette nouvelle acidité qu'on désigne par acidité développée et qui conduit à la déstabilisation des protéines. Selon l'utilisation du lait, on peut développer son acidité.

L'acidité du lait peut aussi être exprimée en pourcentage d'acide lactique peut varier de 0,10 à 0,30%, La majeure partie des laits a une acidité de 0,14 à 0,17%. Les constituants naturels du lait qui contribuent à l'acidité sont les phosphates (0,09%), les caséines (0,05- 0,08%), les autres protéines (0,01%), les citrates (0,01%) et le bioxyde de carbone (0,01%).

1.3.Effet de la race sur l 'extrait sec total (EST) :

Le test de Student est appliqué pour montrer si des différences sont observées au niveau des valeurs de l'EST, en fonction de la race (Flec,Hols, Mont, Norm et Brun). Le tableau 14 illustre les résultats du test.

Tableau n° 14 : Analyse statistique (test de Student) des différents valeurs de l'EST de race Flec,Hols, Mont, Norm et Brun.

Analyse Race	Moy	Ec.-type	ddl	p	Ec.-type M	Intervalle de confiance 95% de la différence	
						Inférieure	Supérieure
Flec	117,39	±9,86	20	,000	±3,441	112,90	121,87
Hols	114,86	±9,77	20	,000		110,40	119,30
Mont	120,32	±8,37	20	,000		116,51	124,13
Norm	122,71	±13,10	20	,000		116,74	128,67
Brun	122,73	±11,55	7	,000		113,07	132,38

(En rouge, les paramètres correspondant aux valeurs de probabilités significatives $p < 0,05$ et hautement significative $p < 0,01$) ; ddl : degré de liberté ; p : probabilité ; Ec.-type : Ecart-type ; Moy. : Moyenne.

La comparaison entre races, présentée dans le tableau n° 14 montre que la race a une influence très hautement significative ($p < 0,01$) sur la valeur de l'EST, en faveur de la race Brune des alpes avec une moyenne de 122,73 contre 114,86 pour la race Holstein.

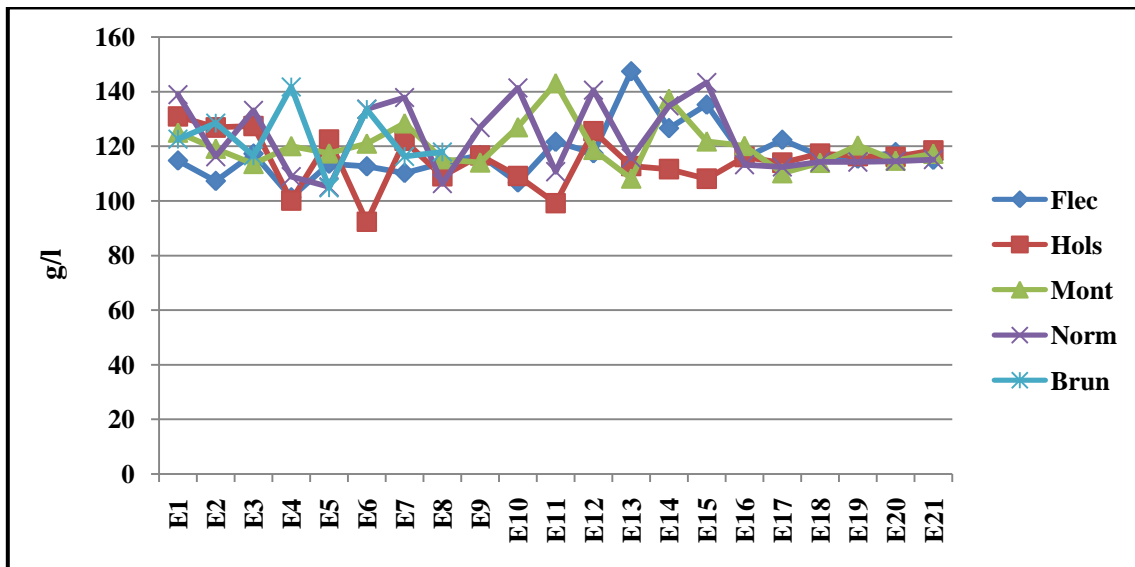


Figure n° 7 : Variation des valeurs de l'EST.

Concernant l'extrait sec total, il représente l'ensemble des constituants du lait à l'exclusion de l'eau. La mesure de ce dernier nous permet d'apprécier d'une façon globale la richesse du lait (ALAIS, 1984). Sa valeur se situe entre 125 à 135 g/l (VIERLING, 1999 ; ALAIS, 2003).

Les résultats indiqués dans le tableau n° 17 montrent qu'il existe une différence de l'EST entre le lait de chaque race avec un écart de 3,441 g/l en faveur de Brune des alpes. Cependant, il est inférieur aux valeurs rapportées par la littérature (VIERLING, 1999 ; ALAIS, 2003). Toutefois, (VEISSEYRE 1979) rapporte que cette teneur reste dépendante de la race, et les variations peuvent être considérables.

Les valeurs de l'EST des races Mont, Norm et Brun se rapproches à l'intervalle des valeurs de l'EST donné par (VIERLING2008) qui est de 12,5 à 13,5g/100ml et par (PACCALIN ET GALANTIER 1986) qui est de 125 à 130g/l. Par contre la valeur de l'EST obtenue par le lait des races Flec, et Hols est inférieure (117,39 g/l, 114,86 g/l) à l'intervalle énuméré par ces auteurs.

1.4.Effet de la race sur l'extrait sec dégraissé (ESD) :

Le test de Student est appliqué pour montrer si des différences sont observées au niveau des valeurs de l'ESD, en fonction de la race (Flec, Hols, Mont, Norm et Brun). Le tableau 15 illustre les résultats du test.

Tableau n° 15 : Analyse statistique (test de Student) des différents valeurs de l'ESD de race Flec,Hols, Mont, Norm et Brun.

Analyse Race	Moy	Ec.-type	ddl	p	Ec.-type M	Intervalle de confiance 95% de la différence	
						Inférieure	Supérieure
Flec	83,72	±5,79	20	,000	±2,69	81,08	86,36
Hols	78,79	±8,48	20	,000		74,93	82,64
Mont	84,75	±4,67	20	,000		82,62	86,87
Norm	85,70	±8,93	20	,000		81,63	89,76
Brun	84,04	±6,19	7	,000		78,86	89,21

(En rouge, les paramètres correspondant aux valeurs de probabilités significatives $p < 0,05$ et hautement significative $p < 0,01$) ; ddl : degré de liberté ; p : probabilité ; Ec.-type : Ecart-type ; Moy. : Moyenne.

La comparaison entre races, présentée dans le tableau n° 15 montre que la race a une influence très hautement significative ($p < 0,01$) sur la valeur de l'ESD, en faveur de la race Normande avec une moyenne de 85,70 contre 78,79 pour la race Holstein.

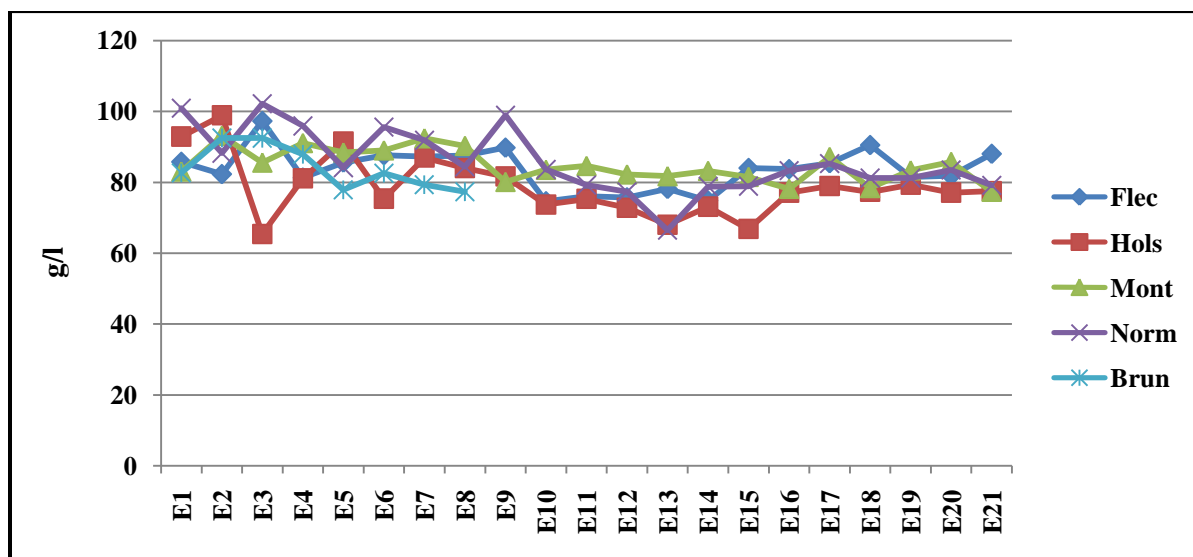


Figure n° 8 : Variation des valeurs de l'ESD.

La valeur de l'ESD de la race Normande se convergent avec la valeur énumérée par (VIERLING 2008) qui doit être supérieure à 8,5g/100ml. Par contre la valeur obtenue par le lait des autres races est inférieure à la valeur donnée par cet auteur.

D'après (MATHIEU 1998), la quantité de matière sèche dégraissée ne peut être inférieure à 85g/litre ; une valeur plus faible laisse supposer que le lait a été mouillé, autrement dit additionner d'eau.

1.5. Effet de la race sur la densité :

Le test de Student est appliqué pour montrer si des différences sont observées au niveau des valeurs de la Densité, en fonction de la race (Flec,Hols, Mont, Norm et Brun). Le tableau 16 illustre les résultats du test.

Tableau n° 16 : Analyse statistique (test de Student) des différents valeurs de la Densité de race Flec,Hols, Mont, Norm et Brun.

Analyse Race	Moy	Ec.-type	ddl	p	Ec.-type M	Intervalle de confiance 95% de la différence	
						Inférieure	Supérieure
Flec	1028,81	±3,33	20	,000	±2,98	1027,29	1030,32
Hols	1035,76	±38,93	20	,000		1018,04	1053,48
Mont	1029,24	±2,34	20	,000		1028,17	1030,30
Norm	1029,19	±4,02	20	,000		1027,36	1031,02
Brun	1029,25	±2,49	7	,000		1027,16	1031,33

(En rouge, les paramètres correspondant aux valeurs de probabilités significatives $p < 0,05$ et hautement significative $p < 0,01$) ; ddl : degré de liberté ; p : probabilité ; Ec.-type : Ecart-type ; Moy. : Moyenne.

La comparaison entre races, présentée dans le tableau n° 16 montre que la race a une influence très hautement significative ($p < 0,01$) sur la valeur de la densité, en faveur de la race Holstein avec une moyenne de 1035,76 contre 1028,81 pour la race Fleckvieh.

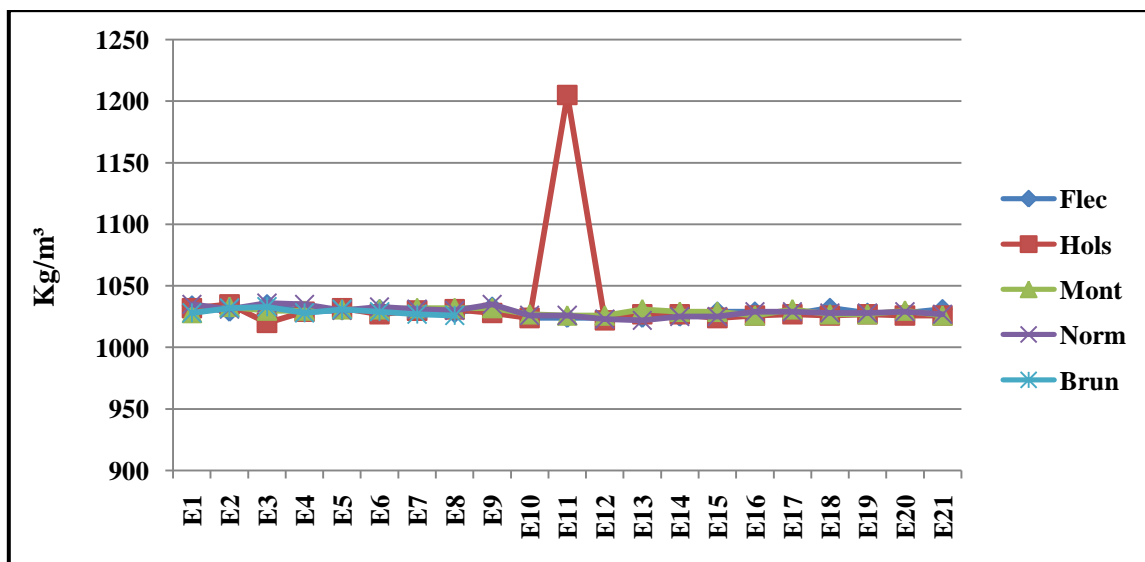


Figure n° 9 : Variation des valeurs de la Densité.

Les densités des différents échantillons des laits obtenues par les différentes races sont situées dans l'intervalle rapporté par (MAHAUT 2000) qui est de 1028 à 1034 kg/m³. Par contre la densité de la race Holstein est supérieure à la valeur donnée par cet auteur.

Selon (ALAIS 1984), la faible densité reflète la richesse en matière grasse du lait. De même, l'addition d'eau fait baisser la densité du lait.

1.6. Effet de la race sur la Matière grasse (taux butyreux TB) :

Le test de Student est appliqué pour montrer si des différences sont observées au niveau des valeurs de MG, en fonction de la race (Flec,Hols, Mont, Norm et Brun). Le tableau 17 illustre les résultats du test.

Tableau n° 17 : Analyse statistique (test de Student) des différents valeurs de MG de race Flec,Hols, Mont, Norm et Brun.

Analyse Race	Moy	Ec.-type	ddl	p	Ec.-type M	Intervalle de confiance 95% de la différence	
						Inférieure	Supérieure
Flec	31,58	±8,66	20	,000	±2,52	27,63	35,52
Hols	36,78	±11,65	20	,000		31,47	42,08
Mont	34,59	±8,22	20	,000		30,84	38,32
Norm	37,57	±14,77	20	,000		30,84	44,29
Brun	37,34	±9,14	7	,000		29,69	44,97

(En rouge, les paramètres correspondant aux valeurs de probabilités significatives $p < 0,05$ et hautement significative $p < 0,01$) ; ddl : degré de liberté ; p : probabilité ; Ec.-type : Ecart-type ; Moy. : Moyenne.

D'après ce tableau, il existe une différence très hautement significative entre les cinq races en ce qui concerne la MG ($p < 0,01$). En effet, la race a donc une influence très hautement significative sur la MG qui est plus élevée pour Normande (37,57 g/l) comparativement aux autres races.

Notre résultat peut s'expliquer, en partie par un stade de lactation différent entre les cinq races, plus avancé chez les vaches les plus fortes productrices, comme il peut être expliqué aussi, par les performances zootechniques différentes (âge, poids).

L'écart moyen MG entre les cinq races, est de ±2,52 g/l en faveur de la race Normande qui a produit également un lait plus riche en MG (±14,77g/l) par rapport aux autres races.

Le taux butyreux est un critère relativement variable d'un jour à l'autre, car il est fortement lié à la traite, son niveau variant de 1 à 10 entre le début et la fin de la traite.

Cependant, il est, parmi les solides du lait, l'élément qui est le plus fortement et le plus rapidement modifiable par l'alimentation (HODEN *et al.*, 1991).

Selon (RULQUIN *et al.* 2007), les réponses du taux butyreux à un supplément de glucose (amidon digestible assimilable à du glucose) sont toujours négatives et le taux butyreux diminue significativement. Le rôle du glucose lorsque la céréale du concentré est du maïs est plus important (SUTTON *et al.*, 1980). Il pourrait alors expliquer une chute du taux butyreux (RULQUIN *et al.*, 2007).

Toutefois, (BUGAUD *et al.* 2001) et (COLLOMB *et al.* 1999) ont observé des résultats très intéressants, des variations dans la concentration de certains composés synthétisés par l'animal selon la nature de son alimentation permettent également d'expliquer une partie des différences observées. Il s'agit en particulier de la composition de la matière grasse du lait en acides gras (longueur de la chaîne carbonée et degré d'insaturation) fortement dépendante de l'alimentation des animaux.

D'après l'étude de (MARTIN *et al.* 2000), les vaches de race Holstein produisent un lait plus riche en matières grasses (36,78 g/l) que celui des vaches Montbéliarde (34,59g/l).

Il est intéressant également de comparer les différences raciales avec celles de (BENAICHA et SAHI 2009). Pour le taux butyreux, les valeurs moyennes (43,77 g/l ; 41,73 g/l).

On note ici que les valeurs moyennes du taux butyreux sont inférieures à celles trouvées dans notre étude.

Selon (VIGNOLA 2002), le taux butyreux du lait de vache se situe entre 35 et 40 g/l. Nous remarquons alors que le taux butyreux de nos échantillons de lait se situe dans l'intervalle de variation contrairement aux résultats de (BENAICHA et SAHI 2009), sauf que la valeur de race Fleckvieh qui est inférieure à la valeur donnée par cet auteur. Selon (CROGUENNEC *et al.* 2008), le taux butyreux diminue en début de lactation pour atteindre un minimum au bout d'environ 6 semaines, puis remontent progressivement jusqu'en fin de lactation.

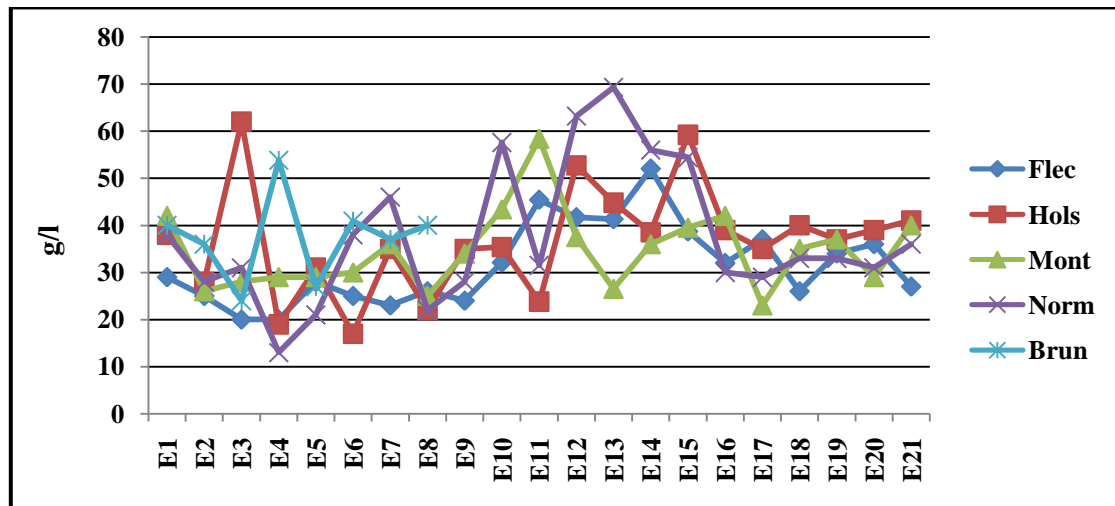


Figure n° 10: Variation des valeurs de MG.

D'après (CAYOT *et* LORIENT 1998), la teneur en matières grasses du lait de vache se situe entre 33 et 47g/L ; Les valeurs du taux butyreux de nos échantillons se trouvent presque dans cet intervalle des valeurs sauf que certains échantillon.

Ce résultat se rapproche avec les résultats expérimentaux obtenus (TB = 3,8%) par (EZZAHIRI 1977) qui cite que la part des fourrages dans la ration des vaches laitières, favorise la production des acides acétiques et butyreux dans le rumen favorisant à leur tour la synthèse des matières grasses au niveau des glandes mammaires.

Les effets inéluctables de la saison sur la variation de la production et la composition du lait sont étudiés par de nombreux auteurs (PETERS *et al*, 1981 ; TUCKER, 1985 ; BOCQUIER, 1985 ; STANISIEWSKI *et al*, 1985 *et* PHILLIPS *et* SCHOFIELD, 1989) rapportés par (COULON *et al* 1991). La saison agit essentiellement par l'intermédiaire de la durée du jour. La plupart des travaux ont, en effet, montré qu'une durée d'éclairément expérimentale longue (15 à 16 h par jour), augmentait la production laitière et diminuait parfois la richesse du lait en matières utiles.

Ces accroissements de production laitière sont associés à une augmentation des quantités ingérées (de l'ordre de 1 à 1,5 kg MS/j) selon (Peters *et al* .1981 *et* PHILLIPS *et* SCHOFIELD 1989). Par ailleurs, la modification des équilibres hormonaux (augmentation de la prolactinémie notamment) pourrait entraîner une dilution des matières secrétées et donc une diminution des taux butyreux et protéiques (BOCQUIER 1985, TUCKER 1985).

Dans le même sens, (DECAEN *et* JOURNET 1966), notent que la durée du jour est, sans doute, le critère du milieu dont l'évolution est la plus répétable et surtout les minimas

des teneurs du lait en matières grasses et en matières azotées ont lieu toujours à la même date, c'est-à-dire au solstice d'été quand la durée du jour cesse de croître puis quand ceux-là commencent à diminuer.

(AGABRIEL *et al.*, 1990) rajoutent, malgré l'effet défavorable de la saison sur les taux de matières utiles en fin d'hiver et au printemps. Cette période reste, cependant, celle où la production de matières utiles est la plus élevée, supérieure d'environ 10 % aux quantités produites à l'automne.

La température, les radiations solaires, l'humidité relative, le vent..., sont les facteurs climatiques qui agissent par leurs interactions considérables sur les performances de l'élevage. L'unanimité d'un ensemble d'auteurs sur l'effet des températures et particulièrement les plus fortes, sur la production et la composition du lait a été démontrée par leurs nombreux travaux. L'augmentation de la température ambiante (lorsqu'elle se maintient dans la zone de confort thermique des vaches) pourrait avoir un effet propre favorable à la production laitière et défavorable à la richesse du lait, qui s'ajouterait à l'effet de la photopériode (BOCQUIER, 1985) rapport (AGABRIEL *et al.*, 1990).

L'effet propre de la saison sur les performances des vaches laitières est difficile à mettre en évidence compte tenu de l'effet conjoint du stade physiologique et des facteurs alimentaires. Il est cependant possible, en appliquant les techniques statistiques appropriées à des données mensuelles individuelles nombreuses, de décrire l'évolution de la production et de la composition du lait au cours de l'année, indépendamment de l'effet du stade de lactation. Lorsque les facteurs alimentaires varient peu au cours de l'année ou ne sont pas limitants, on dispose ainsi d'une bonne estimation de l'effet propre de la saison (photopériode, température...).

A partir, de l'ensemble des travaux réalisés sur ce sujet (regroupant respectivement 18, 26 et 16 lots d'animaux pour la production laitière le taux butyreux et le taux protéique (ou l'extrait sec dégraissé dont les variations reflètent celles du taux protéique), réalisées en France ou à l'étranger sur des animaux de race et de niveau de production très variables (3 000 à 6 000 kg/lactation), et dans des régions s'étendant du nord de l'Europe au sud des Etats-Unis, il est ainsi possible de mettre clairement en évidence l'effet de la saison sur la production et la composition du lait (**figure 11**).

La production laitière est maximale au mois de juin et minimale en décembre. Les écarts entre ces mois extrêmes atteignent 2,5 kg/j, et semblent voisins pour les différentes races étudiées

qui présentait pourtant des niveaux de production variant de 3 500 à 5 700 kg/an (SPIKE et FREEMAN 1967). A l'inverse, les taux butyreux et protéique du lait sont les plus faibles en été et les plus élevés en hiver. Les écarts entre les mois extrêmes sont d'autant plus importants que les concentrations moyennes sont plus élevées (**figure 12**). Chez des animaux de type pie-noir, ils atteignent 3 g/kg pour le taux butyreux et près de 2 g/kg pour le taux protéique. En définitive, la production de protéines et de matières grasses varie peu sous l'effet de la saison : une légère augmentation est cependant observée au printemps (+ 7 % environ par rapport à la moyenne annuelle, chez des animaux de type pie-noir, (SPIKE et FREEMAN, 1967).

La saison agit essentiellement par l'intermédiaire de la durée du jour. La plupart des travaux ont en effet montré qu'une durée d'éclairage expérimentale longue (15 à 16 h par jour) augmentait la production laitière et diminuait parfois la richesse du lait en matières utiles (PETERS et al 1981, TUCKER 1985, BOCQUIER 1985, STANISIEWSKI et al 1985, Phillips et Schofield 1989). Ces accroissements de production laitière sont associés à une augmentation des quantités ingérées (de l'ordre de 1 à 1,5 kg MS/j) (PETERS et al 1981, PHILLIPS et SCHOFIELD 1989), alors que la modification des équilibres hormonaux (augmentation de la prolactinémie notamment) pourrait entraîner une dilution des matières secrétées et donc une diminution des taux butyreux et protéique (BOCQUIER 1985, TUCKER 1985).

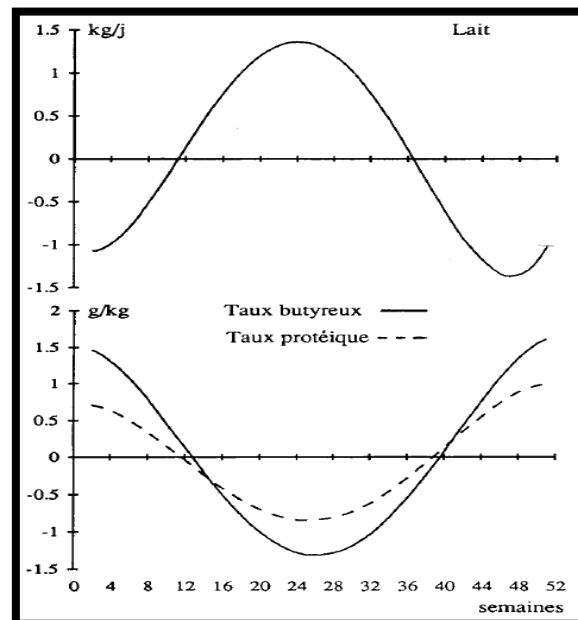


Figure 11 : Evolution la production et la composition chimique du lait au cours de l'année, après annulation de l'effet du stade de lactation

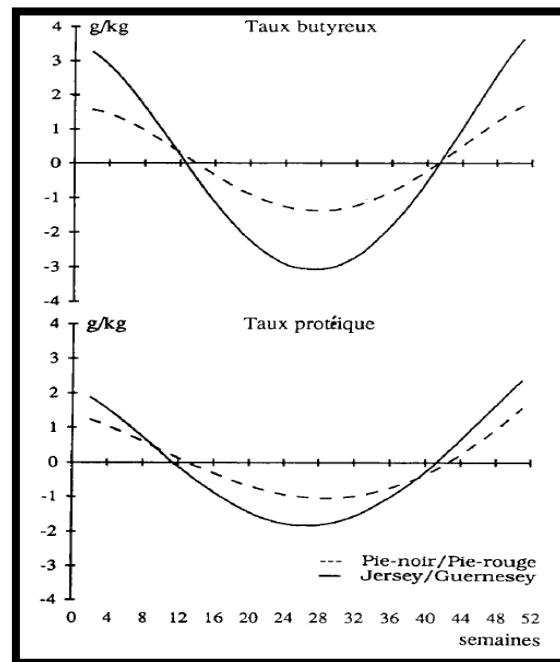


Figure 12 : Evolution du taux butyreux et du taux protéique du lait au cours de l'année, après annulation de l'effet du stade de lactation, chez des animaux de type pie-noir ou pie-rouge et chez des animaux de race Jersey ou Guernesey (réalisé à partir des données de (SPIKE *et* FREEMAN 1967)).

1.7.Effet de la race sur MAT :

Le test de Student est appliqué pour montrer si des différences sont observées au niveau des valeurs de MAT, en fonction de la race (Flec,Hols, Mont, Norm et Brun). Le tableau 18 illustre les résultats du test.

Tableau n° 18 : Analyse statistique (test de Student) des différents valeurs de MAT de race Flec,Hols, Mont, Norm et Brun.

Analyse Race	Moy	Ec.-type	ddl	p	Ec.-type M	Intervalle de confiance 95% de la différence	
						Inférieure	Supérieure
Flec	29,73	±1,27	11	,000	±1,48	28,92	30,53
Hols	27,63	±0,94	11	,000		27,03	28,22
Mont	31,04	±0,63	11	,000		30,63	31,43
Norm	29,09	±1,74	11	,000		27,98	30,18
Brun	31,23	±1,63	4	,000		29,21	33,25

(En rouge, les paramètres correspondant aux valeurs de probabilités significatives $p < 0,05$ et hautement significative $p < 0,01$) ; ddl : degré de liberté ; p : probabilité ; Ec.-type : Ecart-type ; Moy. : Moyenne.

La comparaison entre races, présentée dans le tableau n° 18 montre que la race a une influence très hautement significative ($p < 0,01$) sur la valeur de l'MAT, en faveur de la race Brun des alpes avec une moyenne de 31,23 contre 27,63 pour la race Holstein.

D'après ce tableau, il existe une différence très hautement significative entre les cinq races en ce qui concerne la MAT ($p < 0,01$). En effet, la race a donc une influence très hautement significative sur la MAT qui est plus élevée pour Brunes des alpes (31,23g/l) comparativement aux autres races.

L'écart moyen MAT entre les cinq races, est de $\pm 1,48$ g/l en faveur de la race Brunes des alpes qui a produit également un lait plus riche en acides gras ($\pm 1,63$ g/l) par rapport aux autres races.

Il a été établi (PISSAVY et DEZENDRE, 2006) que certaines races sont plus prédisposées que d'autres à produire un lait riche en protéines.

Les vaches de race Brunes des alpes (31,23 g/l), produisent un lait plus riche en protéines et que celui de vaches Holstein (27,63 g/l), Montbéliarde (31,04 g/l), Normande (29,09 g/l) ou Fleckvieh (29,73 g/l) conduites dans les mêmes conditions (AULDIST *et al.*, 2002 ; MISTRY *et al.*, 2002).

Selon (CROGUENNEC *et al.* 2008), l'augmentation ou la diminution de l'extrait sec total est en relation directe avec la variation notamment du taux protéique et du taux butyreux.

D'après (JOURNET *et al.* 1975), l'azote non protéique constitue une fraction mineure de l'azote du lait et ses variations, sous l'influence des facteurs alimentaires sont faibles comparées à celles de l'azote protéique.

Depuis les années 90, l'azote non protéique, constitué pour une part importante par de l'urée, suscite un intérêt accru de la part de l'industrie laitière et de la recherche. Il est maintenant reconnu par l'industrie fromagère qu'un taux faible d'azote non protéique est souvent relié à de meilleurs rendements fromagers (BLOCK *et al.*, 1998). Son contrôle offrirait donc de nouvelles possibilités à l'industrie.

Ainsi, les teneurs élevées en azote non protéique, sont dues principalement à un excès d'apport azoté. Inversement, un apport important d'énergie sous forme de glucides facilement digestibles fait diminuer le taux d'azote non protéique dans le lait (JOURNET *et al.*, 1975).

D'autre part, et d'après (SUTTON 1989), le taux protéique peut varier fortement sous l'effet des facteurs alimentaires. On sait ainsi que le taux protéique augmente de manière linéaire avec les apports énergétiques (COULON et REMOND, 1991), sauf lorsque l'augmentation de ces apports est réalisée par adjonction de matières grasses qui, au contraire

et quelle que soit leur origine, ont un effet dépressif (REMOND, 1985 ; DOREAU et CHILLIARD, 1992). Par ailleurs, le taux protéique dépend aussi de la couverture des besoins en acides aminés indispensables, lysine et méthionine en particulier (RULQUIN *et al.*, 1993), donc de la nature des compléments azotés distribués aux animaux.

Par ailleurs, les acides aminés des protéines intestinales proviennent de 3 fractions protéiques différentes : la fraction alimentaire non dégradée dans le rumen, la fraction microbienne et la fraction endogène des pré-estomacs dans la caillette (RULQUIN *et al.*, 2001). Les protéines microbiennes constituent la principale part des protéines duodénales. Elle peut atteindre de 35 à 66 % chez la vache laitière (CLARK *et al.*, 1992). C'est pourquoi il était généralement admis que la composition en acides aminés des protéines duodénales variait peu car elle reflétait la composition des microbes (SMITH, 1984). Quelques essais suggèrent toute fois que, dans certains cas (protéines peu dégradables, etc.), le profil duodéal en acides aminés reflète celui des aliments (MERCER *et al.*, 1980). Enfin, selon (RULQUIN *et al.* 2001), la synthèse des protéines microbiennes est le plus souvent limitée par la disponibilité en énergie.

Enfin, l'effet de la nature de l'énergie sur le taux protéique fait l'objet de résultats contradictoires, même si l'on admet que des rations riches en amidon conduisent généralement à une augmentation du taux protéique, au moins dans les cas extrêmes (COULON *et al.*, 1989 ; SUTTON, 1989). La question est de savoir si ces modifications du taux protéique du lait sous l'effet de l'alimentation s'accompagnent de modifications du rapport caséines/protéines.

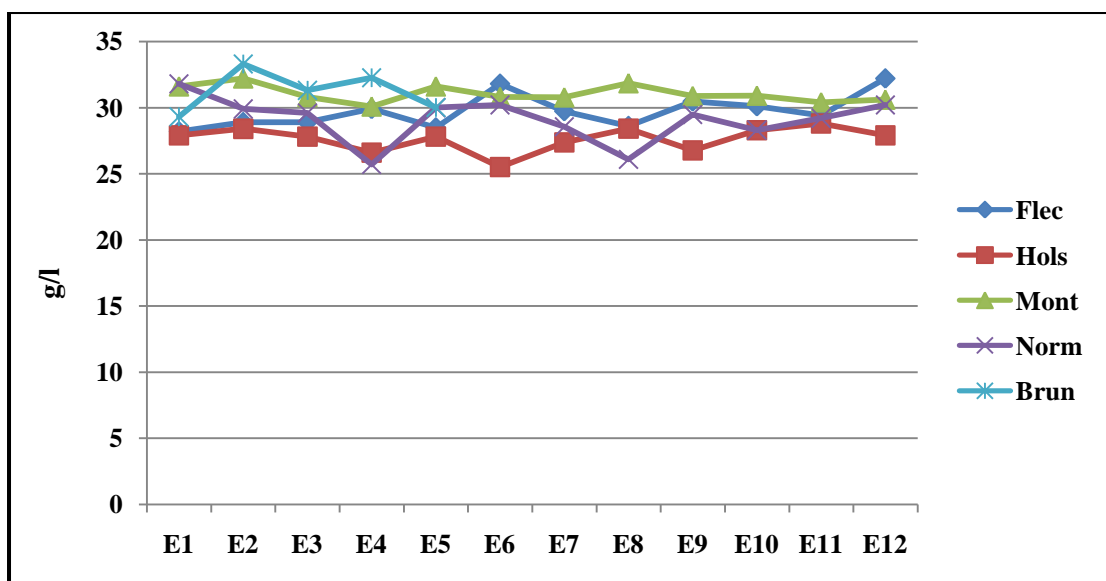


Figure n° 13 : Variation des valeurs de MAT.

D'après (CAYOT *et* LORIENT 1998), la teneur en protéine totales du lait de vache varie entre 32 à 35g/L. Vue cette figure et le tableau ci-dessus, la valeur de MAT du lait des différentes races se trouve légèrement inférieure à l'intervalle des valeurs donné par cet auteur. Ce faible taux protéique, pourrait être expliqué par l'état sanitaire des animaux et/ou la présence des cellules somatiques dans le lait. Selon (AMIOT *et al.*, 2002), l'inflammation de la mamelle affecte la synthèse de la protéine « caséine » ; les protéines solubles et le pH augmentent en raison de leur passage du sang vers le lait. Dans le fromage, on aura donc une baisse de rendement fromager et dans le lait de consommation une baisse de la durée de vie. Un des facteurs de variation couramment avancés pour expliquer les variations du taux butyreux du lait est la proportion de concentré dans la ration (JOURNET *et* CHILLIARD, 1985 *et* SUTTON, 1989). En effet, l'apport de concentré au pâturage entraîne une baisse du taux butyreux et une augmentation du taux protéique du lait de - 0,30 g/kg et + 0,24 g/kg respectivement pour chaque kg de MS de concentré consommé (DELABY *et al.*, 2003). Une part importante du concentré dans la ration se traduit des taux butyreux légèrement inférieur et une production de lait et taux protéiques élevés (BONY *et al.*, 2005).

Selon (HAUWUY *et al.* 1992) ; l'apport supplémentaire du concentré en alpage a permis d'augmenter la production laitière de 1,1 kg/j et le taux protéique de 0,8 g/kg et d'atténuer une chute de production, liées aux aléas climatiques et/ou aux variations des ressources fourragères.

2. Etude de stade de lactation sur la composition chimique du lait :

Les variations de la production et de la composition chimique du lait sous l'effet du stade de lactation ont fait l'objet de très nombreux travaux (AGABRIEL *et al.* 1990).

2.1. Effet de stade de lactation sur le pH :

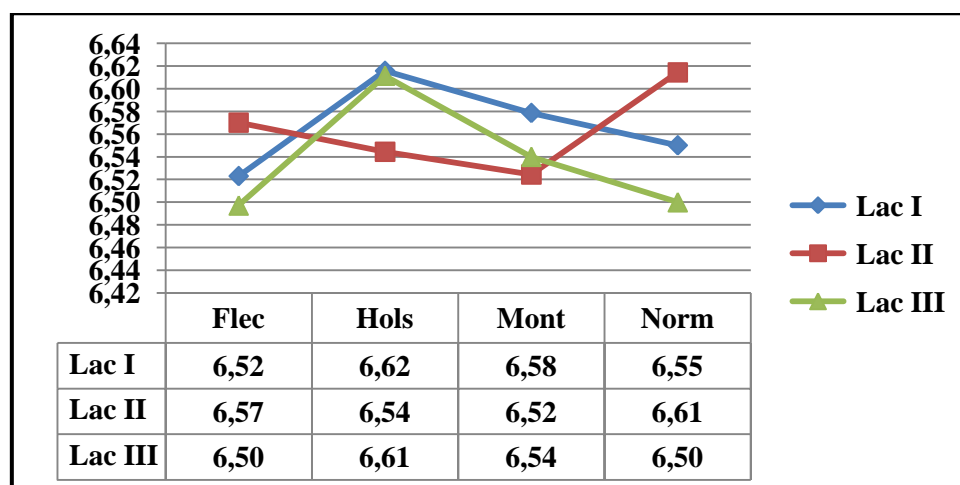


Figure n° 14 : Variation des valeurs de pH.

Les valeurs moyennes des pH des échantillons des laits (différents stade de lactation) sont représentées dans la figure ci-dessus. Ces valeurs ne correspondent pas à l'intervalle des pH du lait normal donné par (MAHAUT 2000) et (VIGNOLA 2002) qui est de 6,6 à 6,8. Sauf que les valeurs du pH de lactation I (race Holstein) et de lactation II (race Normande), sont normales à la valeur donnée par cet auteur.

Selon (MATHIEU 1998), des valeurs des pH inférieurs à 6,5 ou supérieurs à 6,9 sont anormales pour le lait de vache. L'état sanitaire du pis fait fluctuer le pH du lait et peut dépasser 7 dans le cas d'une mammite.

2.2.Effet de stade de lactation sur l'acidité:

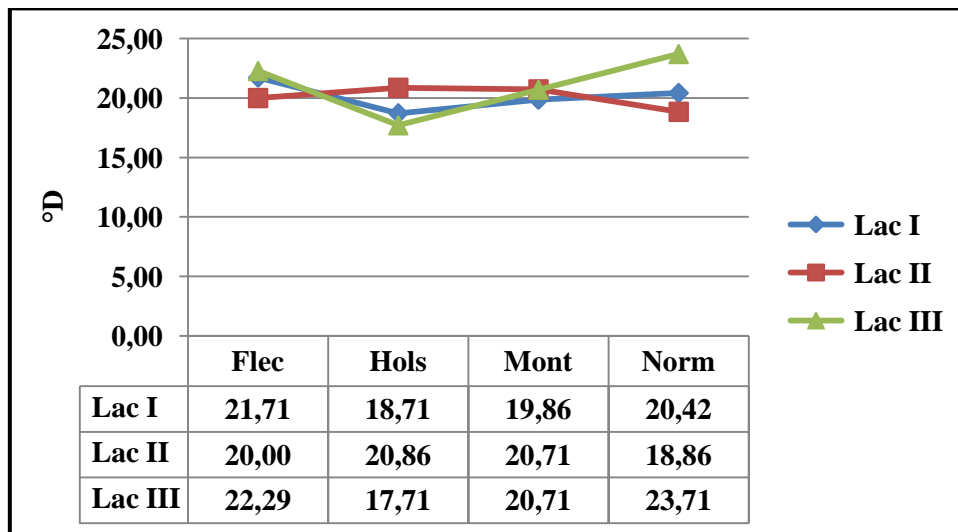


Figure n° 15 : Variation des valeurs de l'Acidité.

La figure montre que l'acidité du lait augmente, ou elle dépasse l'intervalle 16 à 18 °D (signes exigences internes par la laiterie El Boukhari), Sauf que la valeur de l'acidité de lactation III (race Holstein). Cette augmentation est due à la bioconversion du lactose en acide lactique par les bactéries lactiques.

En technologie laitière, on s'intéresse particulièrement aux changements de l'acidité au cours des traitements. En effet, ces changements peuvent influencer la stabilité des constituants du lait.

Le chauffage du lait cause la perte de gaz carbonique, peut décomposer le lactose en acides organiques divers ou causer le blocage des groupements aminés des protéines et provoque alors une augmentation de l'acidité. De même, aux températures élevées, le phosphate tricalcique peut précipiter et causer une augmentation de l'acidité déclenchée par la dissociation des radicaux phosphates.

Le développement des bactéries lactiques dans le lait transforme le lactose surtout en acide lactique. C'est cette nouvelle acidité qu'on désigne par acidité développée et qui conduit à la déstabilisation des protéines. Selon l'utilisation du lait, on peut développer son acidité.

L'acidité du lait peut aussi être exprimée en pourcentage d'acide lactique peut varier de 0,10 à 0,30%, La majeure partie des laits a une acidité de 0,14 à 0,17%. Les constituants naturels du lait qui contribuent à l'acidité sont les phosphates (0,09%), les caséines (0,05- 0,08%), les autres protéines (0,01%), les citrates (0,01%) et le bioxyde de carbone (0,01%).

2.3.Effet de stade de lactation sur l'EST:

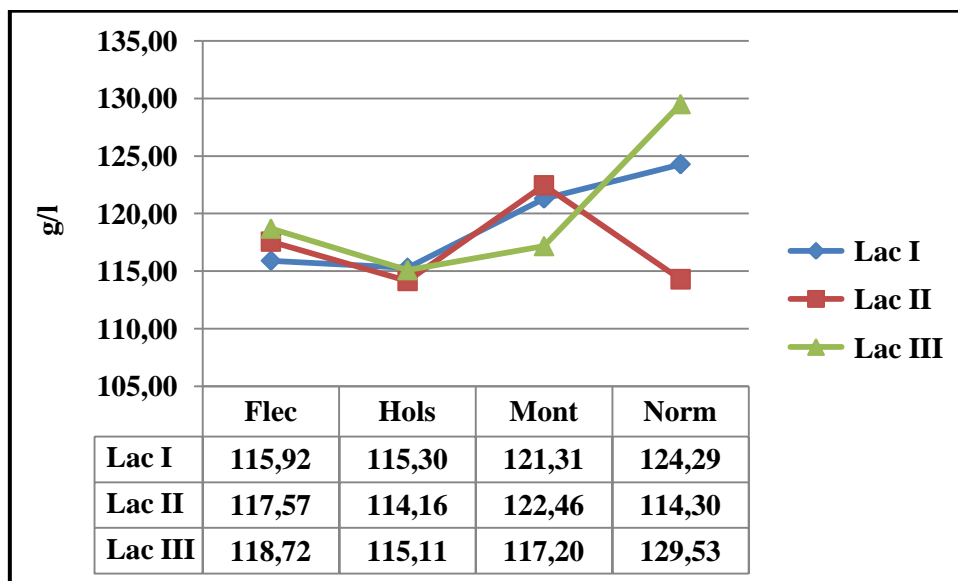


Figure n° 16 : Variation des valeurs de l'EST.

Les valeurs de l'EST des races Mont, Norm, Holset Flec sont inférieures à l'intervalle des valeurs de l'EST donné par (VIERLING 2008) qui est de 12,5 à 13,5g/100ml et par (PACCALIN et GALANTIER 1986) qui est de 125 à 130g/l. Par contre la valeur de l'EST obtenue par le lait de lactation III (race Normande) est normale (129,53 g/l) à l'intervalle énuméré par ces auteurs.

2.4.Effet de stade de lactation sur l'ESD:

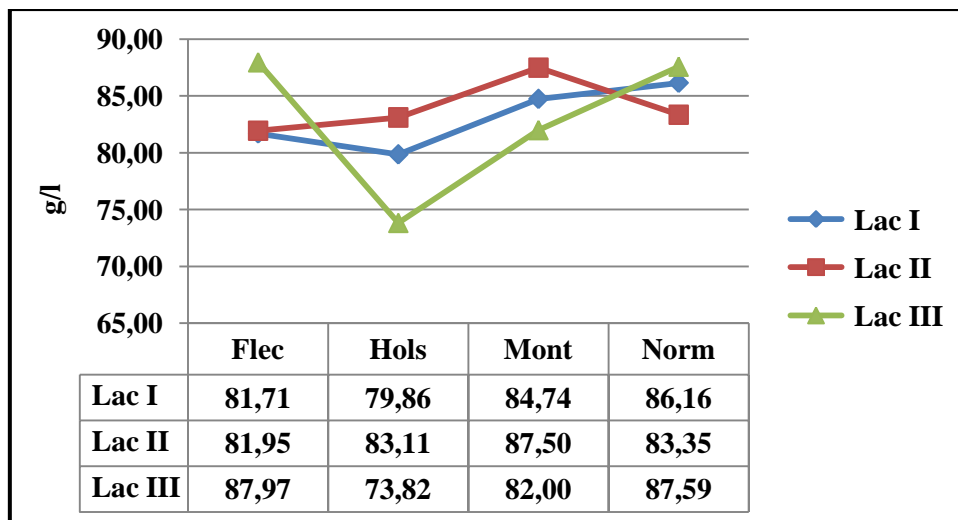


Figure n° 17 : Variation des valeurs de l'ESD.

La valeur de l'ESD dulait de lactation I (race Normande), de lactation II (race Montbéliarde), et de lactation III (race Normande et race Holstein) se convergent avec la valeur énumérée par (VIERLING 2008) qui doit être supérieure à 8,5g/100ml. Par contre les autres valeurs obtenues sont inférieures à la valeur donnée par cet auteur.

D'après (MATHIEU 1998), la quantité de matière sèche dégraissée ne peut être inférieure à 85g/litre ; une valeur plus faible laisse supposer que le lait a été mouillé, autrement dit additionner d'eau.

2.5.Effet de stade de lactation sur la densité:

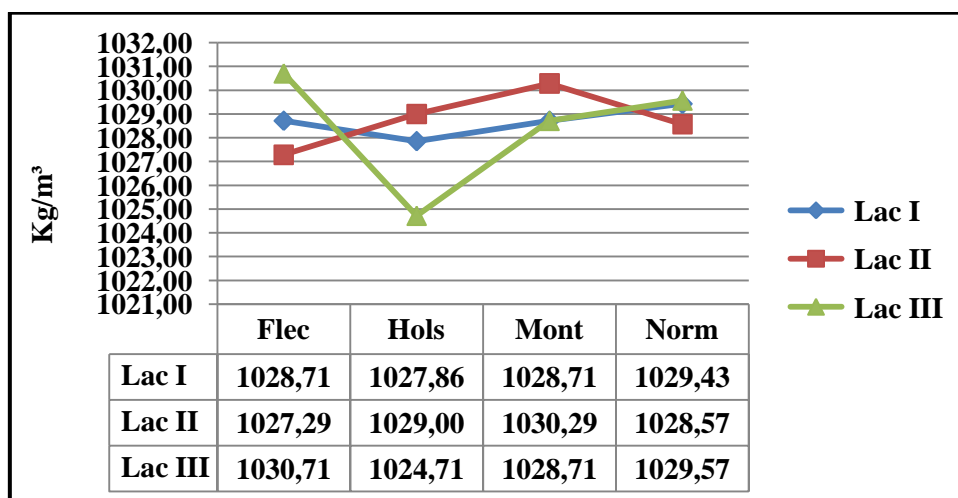


Figure n° 18 : Variation des valeurs de la densité.

Les densités des différents échantillons des laits obtenues par les différents stades de lactation sont situées dans l'intervalle rapporté par (MAHAUT 2000) qui est de 1028 à 1034 kg/m³. Par contre la densité du lait de lactation I et de lactation III (race Holstein), est inférieure à la valeur donnée par cet auteur.

Selon (ALAIS 1984), la faible densité reflète la richesse en matière grasse du lait. De même, l'addition d'eau fait baisser la densité du lait.

2.6. Effet de stade de lactation sur MG:

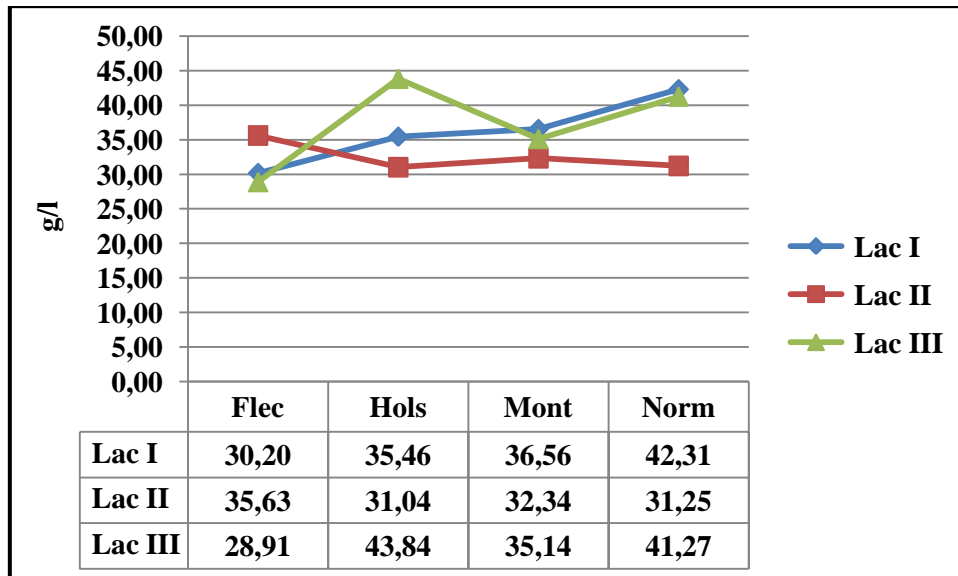


Figure n° 19 : Variation des valeurs de MG.

D'après (CAYOT *et* LORIENT 1998), la teneur en matières grasses du lait de vache se situe entre 33 et 47g/L ; Les valeurs du taux butyreux de nos échantillons se trouvent inférieures à cet intervalle des valeurs sauf que certain échantillon tel que la valeur du lait de lactation I (race Montbéliarde, Normande et Holstein) et de lactation III pour ces mêmes races. Même cas pour la valeur du lait de lactation II (race Fleckvieh) qui se situe entre l'intervalle donnée par cet auteur.

Il est difficile d'isoler l'effet de la saison de celui du stade de lactation (JARRIGE *et* JOURNET 1959 ; LAMPO *et al* 1966 ; SPIKE *et* FREEMAN 1967). Ces auteurs ont noté que le lait au cours de la saison a différé selon que les animaux étaient en début (3 premiers mois, milieu 4^{ème} à 7^{ème} mois) ou en fin de lactation (au 10^{ème} mois). Pour (AGABRIEL *et al* 1990), le mois d'août apparaît très défavorable pour les vaches en début de la lactation (- 5,9 kg/j de lait et - 2,0 g/kg de taux butyreux par rapport aux mois de mai à juillet).

Ces auteurs rajoutent qu'au stade de lactation constant, les taux protéiques les plus faibles sont observés du mois de février au mois de juillet, mais les productions laitières sont les plus élevées à cette période. Les écarts entre les mois extrêmes sont d'autre part plus importants pour les animaux en fin de lactation que pour ceux en début de lactation.

2.7.Effet de stade de lactation sur MAT:

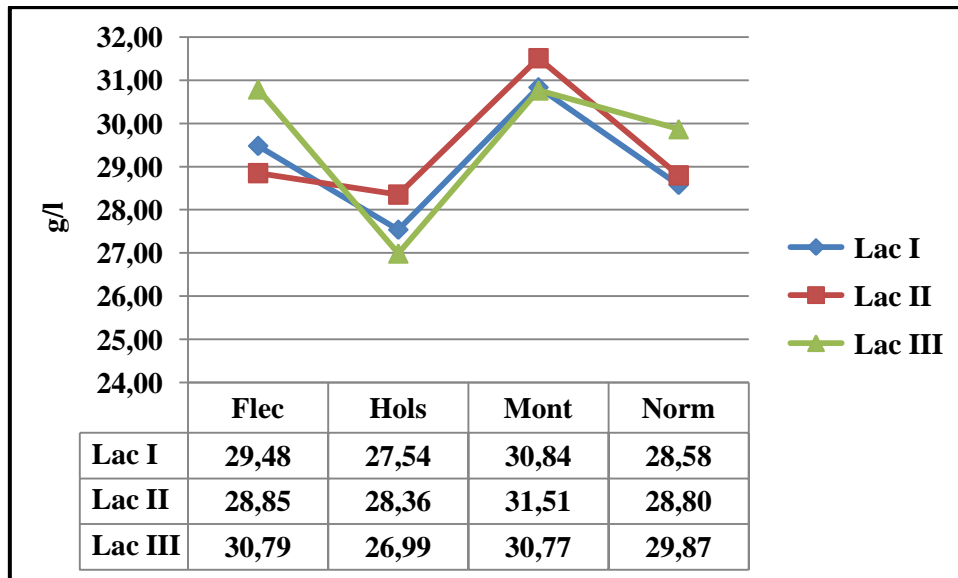


Figure n° 20 : Variation des valeurs de MAT.

(JARRIGE *et* JOURNET 1959 ; LAMPO *et al* 1966 ; SPIKE *et* FREEMAN 1967, AGABRIEL *et al*1990).rajoutent qu'au stade de lactation constant, les taux protéiques les plus faibles sont observés du mois de février au mois de juillet, mais les productions laitières sont les plus élevées à cette période. Les écarts entre les mois extrêmes sont d'autre part plus importants pour les animaux en fin de lactation que pour ceux en début de lactation.

D'après (CAYOT ET LORIENT 1998), la teneur en protéine totales du lait de vache varie entre 32 à 35g/L. Vue cette figure et le tableau ci-dessus, la valeur de MAT du lait des différents stades de lactation se trouvent légèrement inférieures à l'intervalle des valeurs donné par cet auteur. Ce faible taux protéique, pourrait être expliqué par l'état sanitaire des animaux et/ou la présence des cellules somatiques dans le lait. Selon (AMIOT *et al.*, 2002), l'inflammation de la mamelle affecte la synthèse de la protéine « caséine » ; les protéines solubles et le pH augmentent en raison de leur passage du sang vers le lait. Dans le fromage, on aura donc une baisse de rendement fromager et dans le lait de consommation une baisse de la durée de vie.

D'après (REMOND 1987) et (SCHULTZ *et al* 1990) rapportent que les teneurs en TP et TB sont maximales au cours des premiers jours de lactation, minimales durant les 2^{ème} ou 3^{ème} mois de lactation, et s'accroissent ensuite jusqu'à la fin de la lactation. Cette augmentation est due en partie à l'avancement du stade de gestation, qui diminue la persistance de la production laitière. Pour les deux taux, les écarts entre les mois extrêmes atteignent 7 g/kg (REMOND, 1987 ; SCHULTZ *et al*, 1990) (figure 21).

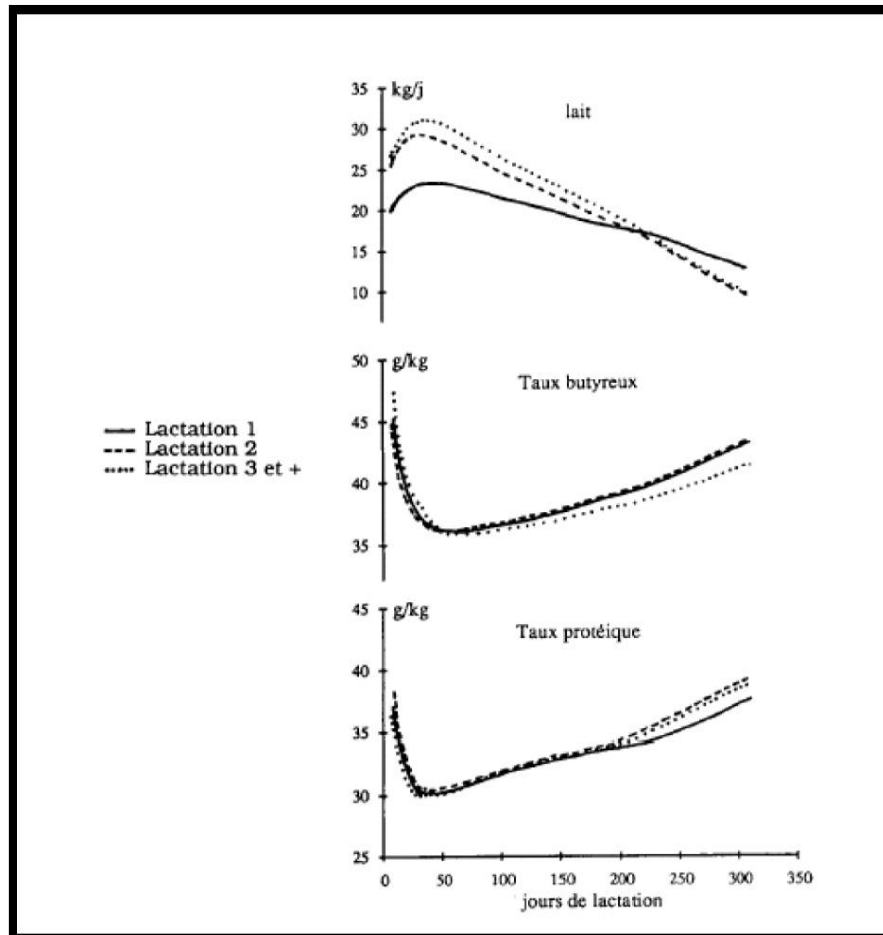


Figure 21: Evolution de la production et de la composition chimique du lait au cours de la lactation après annulations de l'effet de la saison (107000 lactation de vaches Holstein) (d'après SCHULTZ *et al.*, 1990).

(SPIKE *et* FREEMAN 1967, CHILLIARD *et al* 1981, REMOND 1987, SCHULTZ *et al* 1990).

Il en ressort que les teneurs en matières grasses et en protéines évoluent de façon inverse à la quantité de lait produite (figure 21). Elles sont maximales au cours des premiers jours de lactation, minimales durant les 2 ou 3 mois de lactation, et s'accroissent ensuite jusqu'à la fin de la lactation.

En dehors de la première semaine de lactation et, dans une moindre mesure, du dernier mois (7 mois de gestation en moyenne), la proportion des caséines dans les protéines ne varie pas sous l'effet du stade de lactation et reste voisine de 80 % (REMOND 1987). Par contre, la

composition des matières grasses du lait varie au cours de la lactation : la proportion des acides gras à chaîne courte (C6 à C14) augmente au cours de 2 premiers mois de lactation au dépend de celles des acides gras à chaîne longue (C18 et +) qui proviennent en partie de la mobilisation des lipides corporels (DECAEN *et* ADDA 1970, CHILLIARD *et al* 1993).

Les effets conjoints de la saison et du stade physiologique des animaux conduisent à des évolutions de la production et de la composition du lait très différentes, selon la période de vêlage : comme cela est couramment observé en France et dans d'autres pays (LAMPO *et al*, 1966, 1969 *et* COULON *et al*, 1988).

Dans une étude plus récente, (AGABRIEL *et al* 1990) rapportent que les vêlages d'automne ou d'hiver conduisent aux productions laitières et aux taux de matières utiles les plus élevés, chez les vaches multipares, les vêlages de fin d'été et d'automne (août à octobre) conduisent ainsi à une meilleure persistance de la production et à des taux plus stables et plus élevés (+ 0,7 g/kg de taux protéique, $P < 0,01$) que les vêlages de fin d'hiver (février à avril). Les lactations démarrant en début d'été (mai à juillet), bien qu'ayant le niveau initial le plus élevé, présentent une production totale inférieure de près de 700 kg ($P < 0,01$) à celle des lactations démarrant en fin d'été ou au début d'hiver.

3. Conclusion :

L'étude de l'effet de la race et de stade de lactation, sur la composition chimique du lait révèle des différences raciales importantes :

- La race Normande produit un lait plus riche en matière grasse ($\pm 14,77$ g/l) et en EST ($\pm 13,10$ g/l) que les autres races ;
- Comparativement à la race Brunes des Alpes, les autres races présentent des teneurs réduites en MAT ;
- Par contre, les vaches Holstein produisent un lait plus pauvre en extrait sec dégraissé ($\pm 8,93$ g/l) par rapport aux autres races.
- Le premier et le troisième stade de lactation présentent un lait plus riche en matière grasse que le deuxième stade de lactation.
- De même, un lait de troisième stade de lactation est généralement plus riche que les autres stades de lactation.
- L'étude statistique a montré que ces différences sont significatives, Ainsi, que la race influence significativement sur la composition chimique du lait.

CHAPITRE II :

Résultats microbiologiques du lait

A la première vue, nous pouvons remarquer que le nombre de GAMT (germes aérobies mésophiles totaux) et des coliformes totaux de tous les échantillons des laits se trouve au-dessous des valeurs indiquées par la norme algérienne (J.O.R.A. 1998). L'absence de ces germes en teneur acceptable aux normes algériennes est un indicateur de la présence d'hygiène lors de la traite. **(Voir annexe 1)**

Le nombre des coliformes fécaux sont conformes à la valeur fixée par (J.O.R.A. 1998) pour tous les échantillons du lait. **(Voir annexe 1)**

Les streptocoques fécaux sont absents dans tous les échantillons des laits. Selon (J.O.R.A. 1998), ils doivent être absents dans 0,1ml d'échantillons. Leur absence est un indicateur de la présence d'hygiène. **(Voir annexe 1)**

Staphylococcus aureus et *Clostridium* sulfitoréducteur sont présents dans quelques échantillons des laits et ne sont pas conformes aux normes dictées par (J.O.R.A. 1998). Leur présence est un indicateur d'une contamination. **(Voir annexe 1)**

CHAPITRE III :

Variation de la composition de yaourt

Des analyses physicochimiques ont été effectuées durant la période expérimentale et ont porté sur des échantillons de yaourt prélevés à partir de chaque lot. Les résultats de ces analyses sont regroupés au niveau de l'annexe n° 1.

1. Etude de l'effet de stade de lactation sur la composition chimique du yaourt :

1.1. Effet de stade de lactation sur le pH :

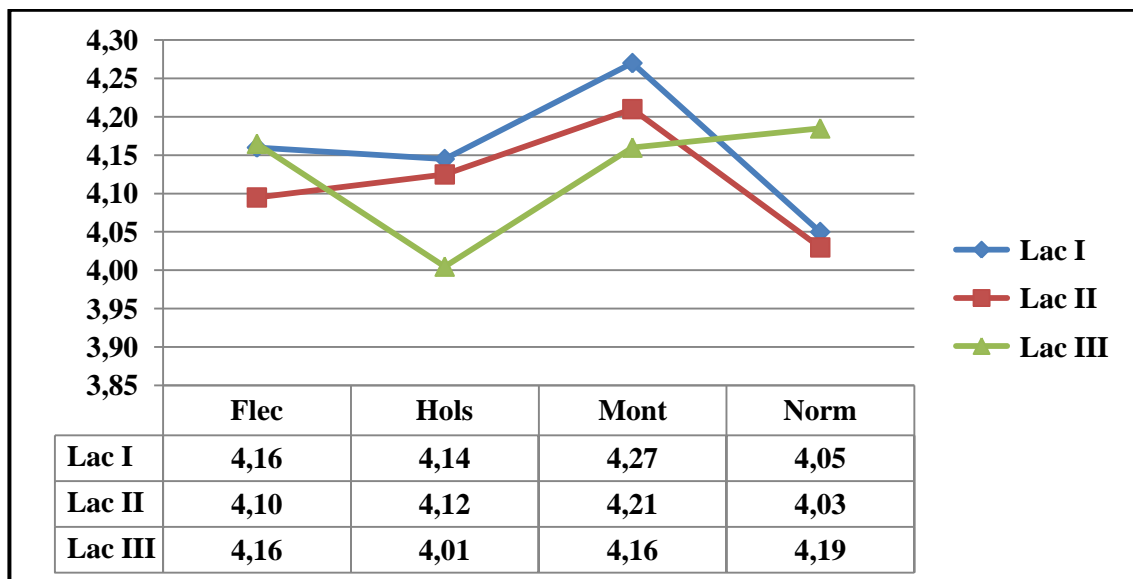


Figure n° 22 : Variation des valeurs de pH.

Suivant les résultats obtenus on remarque que la variation du pH fluctue entre deux valeurs qui sont le 4,01 et le 4,27. Ces résultats s'accordent bien avec ceux cités par (JIMOH ET KOLAPO), valeurs se situant entre 3.39 et 5.68. Nos valeurs s'accordent également avec celles annoncées par (NONGONIERMA *et al.* 2006), qui sont de l'ordre de 4.4 à 0 et 5% de matière grasse. Ceci témoigne de la bonne stabilité du produit.

1.2. Effet de stade de lactation sur l'Acidité:

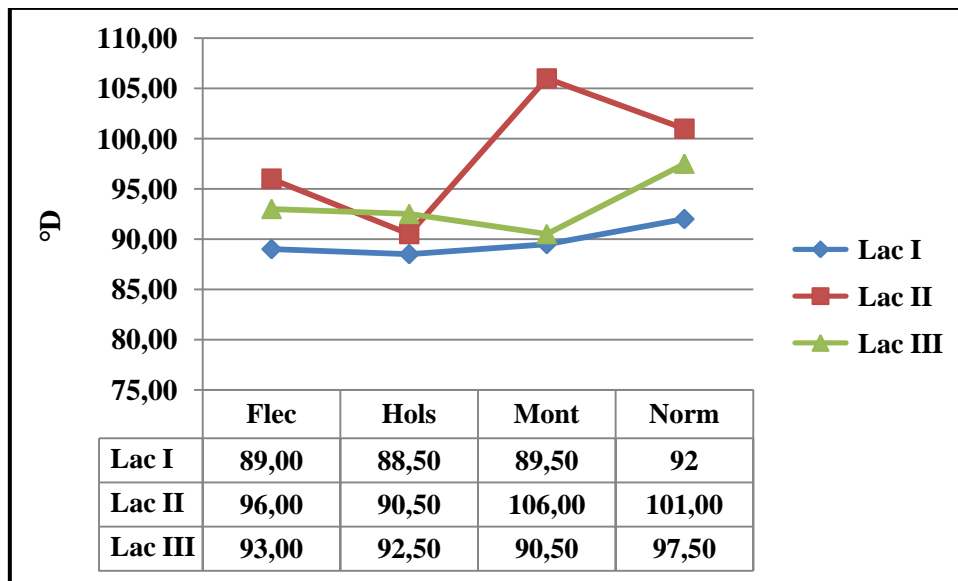


Figure n° 23 : Variation des valeurs de l'Acidité.

En ce qui concerne l'acidité titrable, elles ne présentent pas de fluctuations notables entre les essais. On peut noter cependant que leurs valeurs concordent avec celles exigées par la réglementation. ($\geq 0,8$ gramme d'acide lactique pour 100 gramme de produit).

1.3. Effet de stade de lactation sur MG :

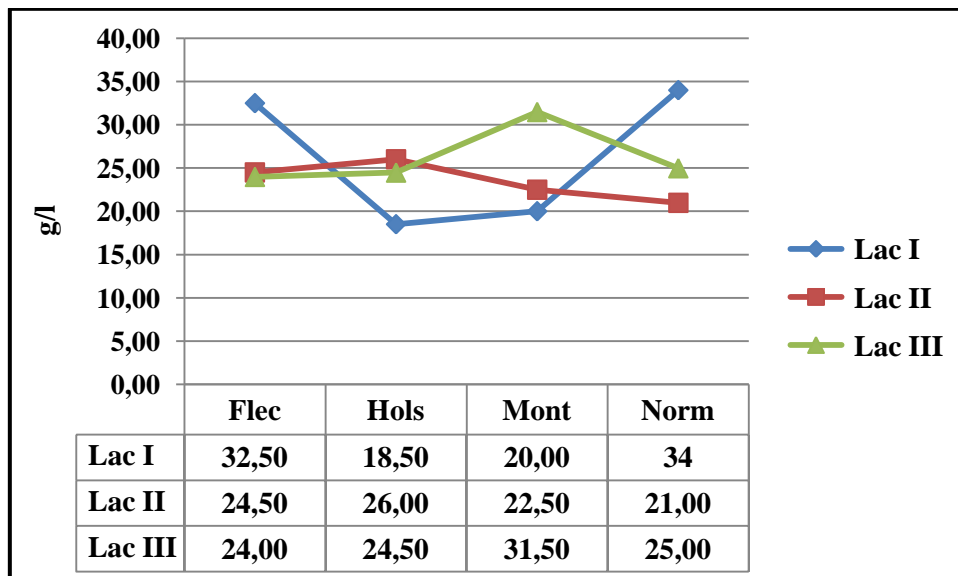


Figure n° 24 : Variation des valeurs de MG.

En ce qui concerne la teneur en matière grasse, elles présentent des fluctuations notables entre les essais. On peut noter cependant que leurs valeurs concordent avec celles exigées par la réglementation interne. (3% de Matière grasse pour les yaourts au lait entier).

D'une façon générale, les échantillons de yaourt qui présentent des valeurs normales issues de la race Flec (Lac I), la race Mont (Lac III) et la race Norm (Lac I).

1.4. Effet de stade de lactation sur MAT :

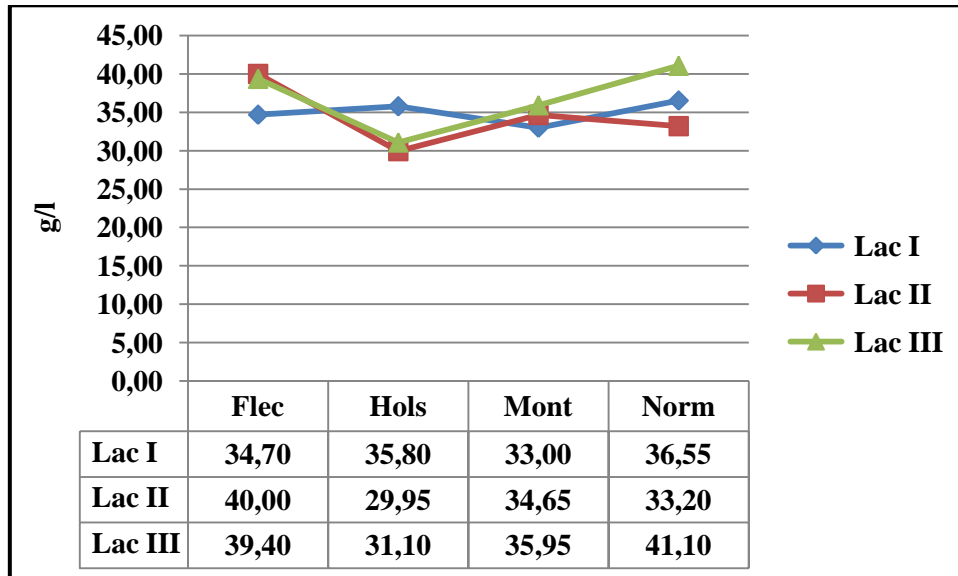


Figure n° 25 : Variation des valeurs de MAT.

Ces déterminations concernent essentiellement : MAT. Les résultats illustrés dans la figure révèlent des valeurs très importantes en MAT. On note également des valeurs conformes à la réglementation exigeant ainsi une teneur minimale de 3%. Nos valeurs oscillant entre 2,99 et 4,11 sont comparables à celles trouvées par (OZER ET AL.,) qui sont comprises entre 3.6 et 9%. Fernandes et al., à leur tour ont annoncé des valeurs qui sont (3.57%,3.28%).

1.5. Effet de stade de lactation sur EST :

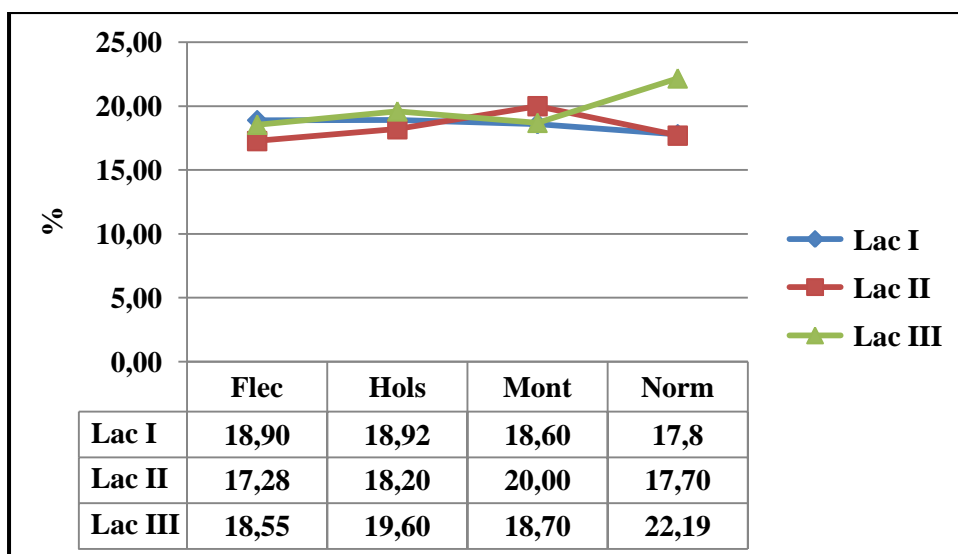


Figure n° 26 : Variation des valeurs de l'EST.

Ces déterminations concernent essentiellement : l'extrait sec total, Les résultats illustrés dans la figure révèlent des valeurs très importantes en EST. Nos valeurs ne sont pas conformes à la réglementation Algérienne puisque celle-ci exige une teneur minimale de 8.2%. On peut noter aussi que ces valeurs sont conformes à celles signalées par (NONGONIERMA *et al.* 2006), dans un yaourt à 0% de matière grasse (14.4%) et un yaourt à 5% de matière grasse (19.4%).

2. Etude de l'effet de la race sur la composition chimique du yaourt :

2.1.Effet de la race sur le pH :

Le test de Student est appliqué pour montrer si des différences sont observées au niveau des valeurs de pH, en fonction de la race (Flec,Hols, Mont, Norm et Brun). Le tableau 19 illustre les résultats du test.

Tableau n° 19 : Analyse statistique (test de Student) des différents valeurs du pH de race Flec,Hols, Mont, Norm et Brun.

Analyse Race	Moy	Ec.-type	ddl	p	Ec.-type M	Intervalle de confiance 95% de la différence	
						Inférieure	Supérieure
Flec	4,14	±0,04	5	,000	±0,05	4,09	4,18
Hols	4,09	±0,08	5	,000		4,00	4,17
Mont	4,21	±0,13	5	,000		4,08	4,34
Norm	4,09	±0,11	5	,000		3,97	4,20
Brun	4,16	±0,06	1	,006		3,65	4,66

(En rouge, les paramètres correspondant aux valeurs de probabilités significatives $p < 0,05$ et hautement significative $p < 0,01$) ; ddl : degré de liberté ; p : probabilité ; Ec.-type : Ecart-type ; Moy. : Moyenne.

La comparaison entre races, présentée dans le tableau n° 19 montre que la race a une influence très hautement significative ($p < 0,01$) sur la valeur de pH, en faveur de la race Montbéliarde avec une moyenne de 4,21 contre 4,09 pour la race Normande et pour la race Holstein.

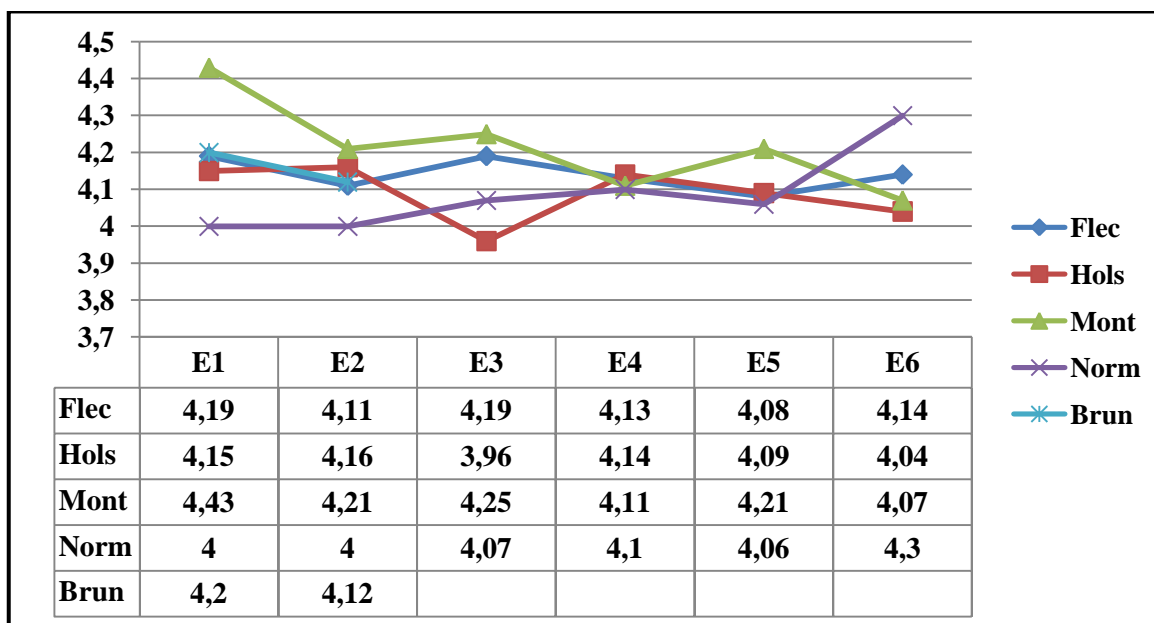


Figure n° 27 : Variation des valeurs de pH.

Suivant les résultats obtenus, on remarque que la variation du pH fluctue entre deux valeurs qui sont le 3,96 et le 4,43. Ces résultats s'accordent bien avec ceux cités par (Jimoh et Kolapo)., valeurs se situant entre 3.39 et 5.68. Nos valeurs s'accordent également avec celles annoncés par (NONGONIERMA *et al.* 2006), qui sont de l'ordre de 4.4 à 0 et 5% de matière grasse. Ceci témoigne de la bonne stabilité du produit.

2.2.Effet de la race sur l'Acidité:

Le test de Student est appliqué pour montrer si des différences sont observées au niveau des valeurs de l'acidité, en fonction de la race (Flec,Hols, Mont, Norm et Brun). Le tableau 20 illustre les résultats du test.

Tableau n° 20 : Analyse statistique (test de Student) des différents valeurs de l'acidité de race Flec,Hols, Mont, Norm et Brun.

Analyse Race	Moy	Ec.-type	ddl	p	Ec.-type M	Intervalle de confiance 95% de la différence	
						Inférieure	Supérieure
Flec	92,67	±5,28	5	,000	±2,62	87,12	98,20
Hols	90,50	±5,68	5	,000		84,53	96,46
Mont	95,33	±9,95	5	,000		84,88	105,77
Norm	96,83	±8,77	5	,000		87,62	106,04
Brun	96,00	±5,66	1	,027		45,17	146,82

(En rouge, les paramètres correspondant aux valeurs de probabilités significatives $p < 0,05$ et hautement significative $p < 0,01$) ; ddl : degré de liberté ; p : probabilité ; Ec.-type : Ecart-type ; Moy. : Moyenne.

La comparaison entre races, présentée dans le tableau n° 20 montre que la race a une influence très hautement significative ($p < 0,01$) sur la valeur de l'acidité, en faveur de la race Normande avec une moyenne de 96,83 °D contre 90,50 pour la race Holstein. Et a une influence hautement significative ($p < 0,05$) sur la valeur de l'acidité, en faveur de la race Brun des alpes $p = 0,027$ avec un Ec.type de $\pm 5,66$. Toutes les valeurs moyennes de l'acidité du yaourt s'accordent également avec celles de la valeur interne de la laiterie (Signes d'exigences internes $> 80^\circ\text{D}$).

2.3.Effet de la race sur MG:

Le test de Student est appliqué pour montrer si des différences sont observées au niveau des valeurs de MG, en fonction de la race (Flec,Hols, Mont, Norm et Brun). Le tableau 21 illustre les résultats du test.

Tableau n° 21: Analyse statistique (test de Student) des différents valeurs de MG de race Flec,Hols, Mont, Norm et Brun.

Analyse Race	Moy	Ec.-type	ddl	p	Ec.-type M	Intervalle de confiance 95% de la différence	
						Inférieure	Supérieure
Flec	27,00	$\pm 8,85$	5	,001	$\pm 2,17$	17,70	36,29
Hols	23,00	$\pm 6,26$	5	,000		16,42	29,57
Mont	26,33	$\pm 8,12$	5	,001		17,81	34,85
Norm	26,67	$\pm 8,04$	5	,000		18,22	35,10
Brun	22,50	$\pm 1,10$	1	,014		16,14	28,85

(En rouge, les paramètres correspondant aux valeurs de probabilités significatives $p < 0,05$ et hautement significative $p < 0,01$) ; ddl : degré de liberté ; p : probabilité ; Ec.-type : Ecart-type ; Moy. : Moyenne.

La comparaison entre races, présentée dans le tableau n° 21 montre que la race a une influence très hautement significative ($p < 0,01$) sur la valeur de MG, en faveur de la race Fleckvieh avec une moyenne de 27,00 contre 23,00 pour la race Holstein. Et a une influence hautement significative ($p < 0,05$) sur la valeur de MG, en faveur de la race Brun des alpes $p = 0,014$ avec un Ec.type de $\pm 1,10$.

D'après ce tableau, il existe une différence très hautement significative entre les cinq races en ce qui concerne la MG ($p < 0,01$). En effet, la race a donc une influence très hautement significative sur la MG du yaourt qui est plus élevée pour Fleckvieh (27,00 g/l) comparativement aux autres races.

Notre résultat peut s'expliquer, en partie par un stade de lactation différent entre les cinq races, plus avancé chez les vaches les plus fortes productrices, comme il peut être expliqué aussi, par les performances zootechniques différentes (âge, poids).

L'écart moyen MG entre les cinq races, est de 2,17 g/l en faveur de la race Fleckvieh qui a produit également un yaourt plus riche en MG ($\pm 8,85$ g/l) par rapport aux autres races.

En ce qui concerne la teneur en matière grasse, elles présentent des fluctuations notables entre les essais. On peut noter cependant que leurs valeurs ne concordent pas avec celles exigées par la réglementation interne. (3% de Matière grasse pour les yaourts au lait entier).

D'une façon générale les échantillons de yaourt qui sont proches à les valeurs normales issues, de la race Fleckvieh, la race Montbéliard et la race Normande.

2.4.Effet de la race sur MAT:

Le test de Student est appliqué pour montrer si des différences sont observées au niveau des valeurs de MAT, en fonction de la race (Flec,Hols, Mont, Norm et Brun). Le tableau 22 illustre les résultats du test.

Tableau n° 22 : Analyse statistique (test de Student) des différents valeurs de MAT de race Flec,Hols, Mont, Norm et Brun.

Analyse Race	Moy	Ec.-type	ddl	p	Ec.-type M	Intervalle de confiance 95% de la différence	
						Inférieure	Supérieure
Flec	38,03	$\pm 7,29$	5	,000	$\pm 2,26$	30,38	45,67
Hols	32,28	$\pm 6,52$	5	,000		25,43	39,12
Mont	34,53	$\pm 5,81$	5	,000		28,43	40,63
Norm	36,95	$\pm 5,22$	5	,000		31,47	42,42
Brun	36,30	$\pm 0,99$	1	,012		27,40	45,19

(En rouge, les paramètres correspondant aux valeurs de probabilités significatives $p < 0,05$ et hautement significative $p < 0,01$) ; ddl : degré de liberté ; p : probabilité ; Ec.-type : Ecart-type ; Moy. : Moyenne.

La comparaison entre races, présentée dans le tableau n° 22 montre que la race a une influence très hautement significative ($p < 0,01$) sur la valeur de MAT, en faveur de la race Fleckvieh avec une moyenne de 38,03 contre 32,28 pour la race Holstein. Et a une influence hautement significative ($p < 0,05$) sur la valeur de MAT, en faveur de la race Brunes des alpes $p = 0,012$ avec un Ec.type de $\pm 0,99$.

D'après ce tableau, généralement il existe une différence très hautement significative entre les cinq races ce qui concerne la MAT ($p < 0,01$). En effet, la race a donc une influence très hautement significative sur la MAT du yaourt qui est plus élevée pour Fleckvieh (38,03g/l) comparativement aux autres races.

L'écart moyen MAT entre les cinq races, est de $\pm 2,26$ g/l en faveur de la race Fleckvieh qui a produit également un yaourt plus riche en MAT ($\pm 7,29$ g/l) par rapport aux autres races.

On note également des valeurs conformes à la réglementation exigeant ainsi une teneur minimale de 3%. Nos valeurs oscillant entre 2,99% et 4,11% sont comparables à celles trouvées par OZER et *al.*, qui sont comprises entre 3.6 et 9%. (Fernandes et al.2008), à leur tour ont annoncé des valeurs qui sont (3.57%, 3.28%).

2.5.Effet de la race sur EST:

Le test de Student est appliqué pour montrer si des différences sont observées au niveau des valeurs de l'EST, en fonction de la race (Flec,Hols, Mont, Norm et Brun). Le tableau 23 illustre les résultats du test.

Tableau n° 23: Analyse statistique (test de Student) des différents valeurs de l'EST de race Flec,Hols, Mont, Norm et Brun.

Analyse Race	Moy	Ec.-type	ddl	p	Ec.-type M	Intervalle de confiance 95% de la différence	
						Inférieure	Supérieure
Flec	18,24	$\pm 1,08$	5	,000	$\pm 0,60$	17,10	19,37
Hols	18,91	$\pm 1,62$	5	,000		17,20	20,60
Mont	19,10	$\pm 0,89$	5	,000		18,16	20,03
Norm	19,23	$\pm 2,52$	5	,000		16,58	21,86
Brun	19,90	$\pm 0,99$	1	,022		11,00	28,79

(En rouge, les paramètres correspondant aux valeurs de probabilités significatives $p < 0,05$ et hautement significative $p < 0,01$) ; ddl : degré de liberté ; p : probabilité ; Ec.-type : Ecart-type ; Moy. : Moyenne.

La comparaison entre races, présentée dans le tableau n° 23 montre que la race a une influence très hautement significative ($p < 0,01$) sur la valeur de l'EST, en faveur de la race Normande avec une moyenne de 19,23 contre 19,10 pour la race Montbéliarde. Et a une influence hautement significative ($p < 0,05$) sur la valeur de EST du yaourt, en faveur de la race Brunes des alpes $p = 0,022$ avec un Ec.type de $\pm 0,99$.

Les résultats illustrés dans le tableau révèlent des valeurs très importantes en extrait sec total. Nos valeurs ne sont pas conformes à la réglementation Algérienne puisque celle-ci exige une teneur minimale de 8.2%. On peut noter aussi que ces valeurs sont généralement conformes à celles signalées par (NONGONIERMA ET AL. 2006), dans un yaourt à 0% de matière grasse (14.4%) et un yaourt à 5% de matière grasse (19.4%).

2.6.Effet de la race sur ESD:

Le test de Student est appliqué pour montrer si des différences sont observées au niveau des valeurs de l'ESD, en fonction de la race (Flec,Hols, Mont, Norm et Brun). Le tableau 24 illustre les résultats du test.

Tableau n° 24 : Analyse statistique (test de Student) des différents valeurs de l'ESD de race Flec,Hols, Mont, Norm et Brun.

Analyse Race	Moy	Ec.-type	ddl	p	Ec.-type M	Intervalle de confiance 95% de la différence	
						Inférieure	Supérieure
Flec	149,43	±14,08	5	,000	±9,69	134,66	164,20
Hols	164,98	±17,18	5	,000		146,95	183,01
Mont	166,17	±12,40	5	,000		153,15	179,18
Norm	165,62	±28,84	5	,000		135,34	195,88
Brun	176,50	±9,19	1	,023		93,91	259,09

(En rouge, les paramètres correspondant aux valeurs de probabilités significatives $p < 0,05$ et hautement significative $p < 0,01$) ; ddl : degré de liberté ; p : probabilité ; Ec.-type : Ecart-type ; Moy. : Moyenne.

La comparaison entre races, présentée dans le tableau n° 24 montre que la race a une influence très hautement significative ($p < 0,01$) sur la valeur de l'ESD, en faveur de la race Montbéliarde avec une moyenne de 166,17 contre 165,62 pour la race Normande. Et a une influence hautement significative ($p < 0,05$) sur la valeur de ESD du yaourt, en faveur de la race Brun des alpes $p = 0,023$ avec un Ec.type de ±9,19.

2.7.Effet de stade de lactation sur H%:

Le test de Student est appliqué pour montrer si des différences sont observées au niveau des valeurs de H%, en fonction de la race (Flec,Hols, Mont, Norm et Brun). Le tableau 25 illustre les résultats du test.

Tableau n° 25 : Analyse statistique (test de Student) des différents valeurs de H% de race Flec,Hols, Mont, Norm et Brun.

Analyse Race	Moy	Ec.-type	ddl	p	Ec.-type M	Intervalle de confiance 95% de la différence	
						Inférieure	Supérieure
Flec	81,73	±1,09	5	,000	±0,59	80,58	82,87
Hols	81,10	±1,62	5	,000		79,39	82,79
Mont	80,90	±0,89	5	,000		79,96	81,83
Norm	80,77	±2,52	5	,000		78,13	83,41
Brun	80,10	±0,99	1	,006		71,20	88,99

(En rouge, les paramètres correspondant aux valeurs de probabilités significatives $p < 0,05$ et hautement significative $p < 0,01$) ; ddl : degré de liberté ; p : probabilité ; Ec.-type : Ecart-type ; Moy. : Moyenne.

La comparaison entre races, présentée dans le tableau n° 25 montre que la race a une influence très hautement significative ($p < 0,01$) sur letaux de H%, en faveur de la race Fleckvieh avec une moyenne de 81,73 contre 81,10 pour la race Holstein.

L'écart moyen MG entre les cinq races, est de 0,59 g/l en faveur de la race Fleckvieh qui a produit également un yaourt qui a une H% élevée ($\pm 1,09$ g/l) par rapport aux autres races.

2.8.Effet de stade de lactation sur G/S:

Le test de Student est appliqué pour montrer si des différences sont observées au niveau des valeurs de G/S, en fonction de la race (Flec,Hols, Mont, Norm et Brun). Le tableau 26 illustre les résultats du test.

Tableau n° 26 : Analyse statistique (test de Student) des différents valeurs de G/S de race Flec,Hols, Mont, Norm et Brun.

Analyse Race	Moy	Ec.-type	ddl	p	Ec.-type M	Intervalle de confiance 95% de la différence	
						Inférieure	Supérieure
Flec	14,90	±5,19	5	,001	±1,45	9,45	20,35
Hols	12,26	±3,30	5	,000		8,80	15,72
Mont	12,97	±3,53	5	,000		9,27	16,67
Norm	14,22	±5,26	5	,001		8,70	19,74
Brun	11,31	±0,21	1	,008		9,46	13,15

(En rouge, les paramètres correspondant aux valeurs de probabilités significatives $p < 0,05$ et hautement significative $p < 0,01$) ; ddl : degré de liberté ; p : probabilité ; Ec.-type : Ecart-type ; Moy. : Moyenne.

La comparaison entre races, présentée dans le tableau n° 26 montre que la race a une influence très hautement significative ($p < 0,01$) sur la valeur de G/S, en faveur de la race Fleckvieh avec une moyenne de 14,90 contre 11,31 pour la race Brunes des alpes.

L'écart moyen MG entre les cinq races, est de $\pm 1,45$ g/l en faveur de la race Fleckvieh qui a produit également un yaourt avec un rapport G/S élevé ($\pm 1,09$ g/l) par rapport aux autres races.

3. Conclusion :

L'étude de l'effet de la race et de stade de lactation, sur la composition chimique du yaourt révèle des différences raciales importantes :

- La race Fleckvieh présente un yaourt plus riche en matière grasse ($\pm 8,85$ g/l), en G/S ($\pm 1,09$ g/l) et en MAT ($\pm 7,29$ g/l) que les autres races.
- Comparativement à la race Montbéliarde, les autres races présentent des teneurs réduites en ESD ;
- La race Montbéliarde présente un yaourt plus riche en matière grasse ($\pm 12,40$ g/l) que les autres races.
- Par contre, les vaches Holstein produisent un yaourt plus pauvre en extrait sec dégraissé ($\pm 17,18$) par rapport aux autres races.
- La race Normande présente un yaourt plus riche en EST ($\pm 2,52$ g/l) que les autres races.
- Comparativement à la race Normande, les autres races présentent des teneurs réduites en EST ;
- Le premier stade de lactation présente un yaourt plus riche en matière grasse que les autres stades de lactation.
- De même, un yaourt de troisième stade de lactation est plus riche que les autres stades de lactation.

- L'étude statistique a montré que ces différences sont significatives, Ainsi, que la race et le stade de lactation influencent significativement sur la composition chimique du yaourt.

CHAPITRE IV :

Résultats microbiologiques du yaourt

1. Résultats Des Analyses microbiologiques de yaourt (Fabrication I) :

Race	Période D'essai	Numéro De Fabrication	Numéro De Lactation	Coliformes totaux	Coliformes fécaux	Staphylococcus aureus	Les levures	Les moisissures	salmonelles
Fleckvieh	Hiver	I	Lactation I	Abs	Abs	Abs	87	Abs	Abs
			Lactation II	Abs	Abs	Abs	15	Abs	Abs
			Lactation III	02	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
Holstein		II	Lactation I	01	Abs	Abs	19	Abs	Abs
			Lactation II	09	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
			Lactation III	05	Abs	Abs	20	Abs	Abs
Montbéliarde		III	Lactation I	01	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
			Lactation II	Abs	Abs	01	Abs	Abs	Abs
			Lactation III	10	Abs	Abs	13	Abs	Abs
Normande		IV	Lactation I	01	Abs	Abs	abs	Abs	Abs
			Lactation II	10	Abs	Abs	60	Abs	Abs
			Lactation III	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
Brune des alpes	V	Lactation I							
		Lactation II	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	
		Lactation III							
Normes (JORA)*				10/g	1/g	10/g	10 ² /g	Abs/g	Abs/25g

2. Résultats Des Analyses microbiologiques de yaourt (Fabrication II) :

Race	Période D'essai	Numéro De Fabrication	Numéro De Lactation	Coliformes totaux	Coliformes fécaux	Staphylococcus aureus	Les levures	Les moisissures	salmonelles
Fleckvieh	Été	I	Lactation I	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
			Lactation II	02	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
			Lactation III	Abs	Abs	Abs	abs	Abs	Abs
Holstein		II	Lactation I	Abs	Abs	Abs	22	Abs	Abs
			Lactation II	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
			Lactation III	Abs	Abs	03	Abs	Abs	Abs
Montbéliarde		III	Lactation I	04	Abs	Abs	11	Abs	Abs
			Lactation II	Abs	01	Abs	34	Abs	Abs
			Lactation III	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
Normande		IV	Lactation I	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
			Lactation II	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
			Lactation III	Abs	Abs	06	Abs	Abs	Abs
Brune des alpes		V	Lactation I						
			Lactation II	01	01	Abs	Abs	Abs	Abs
			Lactation III						
			Normes (JORA)*	10/g	1/g	10/g	10 ² /g	Abs/g	Abs/25g

(JORA)* :Journal Officiel de la République Algérienne (1998).

Le nombre des germes recherchés dans les échantillons de yaourt se trouve en dessous des valeurs fixées par J.O.R.A (1998), ce qui prouve une bonne manipulation pendant la fabrication du yaourt, et des traites qui sont assurées lors de prélèvement du lait.

CONCLUSION

GÉNÉRALE

Conclusion générale

L'objectif de la présente étude était de mettre en évidence l'effet de la race et de stade de lactation des vaches laitières sur la composition chimique et microbiologique du lait destiné à la fabrication du yaourt aromatisé.

- Les différences des taux MAT et butyreux sont dues à la fois aux facteurs race et stade de lactation. Les résultats obtenus montrent que, pour tous les constituants analysés, le lait de Normande est en moyenne plus riche en matière grasse et moins riche en MAT que le lait des autres races.

- De même, les différences des taux MAT sont dues à la fois aux facteurs race et stade de lactation. Les résultats obtenus montrent que, pour tous les constituants analysés, le lait de la race Brunes des alpes est en moyenne plus riche en MAT et moins riche en matière grasse que le lait des autres races. Ainsi, le taux MAT, légèrement réduit, est moins influençable par le changement de stade de lactation que le taux butyreux ;

- L'Holstein produisent un lait plus pauvre en extrait sec dégraissé par rapport aux autres races, liés essentiellement à la pauvresse du lait en matière grasse.

- Les analyses effectuées sur les échantillons des laits issus du différent stade de lactation ont montré des variations qualitativement. Ainsi, la race influence significativement sur la qualité du lait.

- Le premier et le troisième stade de lactation présentent un lait plus riche en matière grasse que le deuxième stade de lactation. De même, un lait de troisième stade de lactation est généralement plus riche que les autres stades de lactation.

-La fabrication du yaourt à partir de lait de différents stade de lactation et de différentes races employé au niveau de la laiterie EL BOUKHARI, nous a permis de faire une comparaison de ces échantillons de yaourt.

- Les résultats obtenus montrent que, pour tous les constituants analysés, le yaourt de Fleckvieh est en moyenne plus riche en matière grasse et en MAT que le yaourt des autres races.

-Comparativement à la race Montbéliarde, les autres races présentes des teneurs réduites en ESD. De même, Les résultats obtenus montrent que, pour tous les

Conclusion générale

constituants analysés, le yaourt de la Montbéliarde est en moyenne plus riche en matière grasse que le yaourt des autres races.

-Le premier stade de lactation présente un yaourt plus riche en matière grasse que les autres stades de lactation. De même, un yaourt de troisième stade de lactation est plus riche que les autres stades de lactation.

- D'après les différents résultats de notre étude, nous pouvons dire qu'un lait de différent stade de lactation donne un yaourt de composition physicochimique et microbiologique différente, car l'appréciation d'un stade de lactation à un autre par les vaches laitières diffère.

Dans l'avenir, il serait intéressant de compléter ce présent travail par d'autres études plus approfondies. Pour cela nous préconisons comme perspectives :

- Mettre en évidence l'effet de stade de lactation sur la composition du lait et même du yaourt par rapport à l'alimentation;
- L'étude des propriétés rhéologiques des yaourts obtenus et l'établissement des rapports de causalité avec la composition du lait ;
- Evaluation socioéconomique pour étudier la possibilité de commercialiser et de généraliser l'utilisation de lait cru dans la fabrication des différents types de yaourts.

RÉFÉRENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

1. **AFNOR, 1986.** Contrôle de la qualité des produits laitiers : analyses physico – chimiques. Ed. : 3. AFNOR, ITSV, 1030 p.
2. **AFNOR, 2000.** Corps gras et produits dérivés (Tome 1). AFNOR, ITSV, 643 p.
3. **Agabriel C., Brunshwig G., Sibra C., Coulon J.B., Nafidi C., 1995.** Relations entre la qualité du lait livré et les caractéristiques des exploitations. *INRA Prod. Anim.*, 8 (4), p.p. 251 – 258.
4. **Agabriel C., Coulon J.B., Marty G., Cheneau N., 1990.** Facteurs de variation du taux protéique du lait de vache : Etude dans des exploitations de Puy-de-Dôme. *INRA Prod. Anim.*, 3 (2), p.p. 137 – 150.
5. **Alais C., 1984.** Science du lait : principes et techniques laitiers. Techniques et Documentation – Lavoisier, Paris, 814 p.
6. **Alais C., 2003.** Abrégé en biochimie alimentaires. Paris, Donud, 250 p.
7. **Alais C., Lagrange A., 1972.** Etude biochimique d'une protéase coagulante produite par *Mucor Miehei*. *Le lait*, 517, 407.
8. **Alais C., Linden G., 1987.** Biochimie alimentaire : Abrégé. Masson, Paris, p.p. 143 – 169.
9. **Alais C., Linden G., Miclo L., 2003.** Biochimie alimentaire : Abrégé. Dunod, Paris, 250 p.
10. **Alais C., Novak G., 1968.** Etude d'une enzyme coagulante microbienne dérivée de *Endithia parasitica*. *Le lait*, 48, p.p. 393 – 427.
11. **Alam S.I., Dube S., Reddy G.S.N., Bhattacharya B.K., Shivaji S., Singh L., 2005.** Purification and characterization of extracellular protease produced by *Clostridium* sp. from Schirmacher oasis, Antarctica. *Enzyme Microb. Technol.*, 36, p.p. 824 – 831.
12. **Alves De Oliveira L., 2001.** Les co-produits du maïs. Cours de bromatologie quatrième année. Ecole National Vétérinaire de Lyon, France.
13. **Amiot J., Fournier S., Lebeuf Y., Paquin P., Simpson R., 2002.** Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait, In : Vignola C.L., 2002. Science et technologie du lait : transformation du lait. Presse internationale polytechnique, Montréal (Canada), 600 p.
14. **Anderson J.L., Schingoethe D.J., Kalscheur K.F., Hippen A.R., 2006.** Evaluation of dreid and wet distillers grains included at two concentrations in the diets of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89, p. p. 3133 – 3142.

15. **Anonyme, 1998.** Les carburants renouvelables : questions & réponses. L'Association Canadienne des Carburants Renouvelables.
16. **Anonyme, 2008.** Comparaison de la composition en nutriments du maïs en grain et des drêches de distillerie sèches. Laboratoire Dairy One de l'État de New York et Greenfield Éthanol de Varennes.
17. **Armentano L.E., 2007.** Répercussions de l'industrie de l'éthanol sur l'alimentation des vaches au moindre coût. CRAAQ. 31^e Symposium sur les bovins laitiers « Repenser nos modèles », 15 nov. 2007. 21 p.
18. **Auldism 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.p. 140 – 143.
19. **Bachand C., 2007.** La drêche de distillerie : un sous-produit à haute valeur nutritive. MAPA Saint-Hyacinthe, GTA320421.
20. **Barbosa M., Valles E., Vassal L., MOCQUOT G., 1976.** L'utilisation d'extrait de *Cynara cardunculus* L. comme agent coagulant en fabrication de fromages à pâte molle et à pâte cuite. *Le Lait -Mémoires Originaux*, 551, p.p. 1 – 17.
21. **Baumgard L.H., Sangster J.K., Bauman D.E., 2001.** Milk fat synthesis in dairy cows is progressively reduced by increasing supplemental amounts of trans-10, cis-12 conjugated linoleic acid (CLA). *J. Nutr.*, 131, p.p. 1764 – 1769.
22. **Beckman C., 2007.** Le tourteau de protéines : situation et perspectives. Le bulletin bimensuel, Vol. 20, N. 13, Canada.
23. **Benaïcha L., Sahi T., 2009.** Effet de la race sur la composition, la qualité du lait et son aptitude à la coagulation par un succédané de la présure. *Mém. Ing.*, ENSA –Ex. INA, El-Harrach, 122 p.
24. **Bencharif H., 2001.** Stratégies des acteurs de la filière lait en Algérie : états des lieux et problématiques. *Options Méditerranéennes. Série B n° 32*, p.p. 25 – 45.
25. **Benyoucef M.T., 2005.** diagnostic systématique de la filière lait en Algérie : Organisation et traitement de l'information pour l'analyse des profils de livraison en laiteries et des paramètres de production des élevages. Thèse Doc. INA.
26. **Berridge N.J., 1952.** An improved method of observing the clotting of milk containing rennin. *J. Dairy. Res.* 19, p.p. 328 – 329.

27. **Birkelo C.P., Brouk M.J., Schingoethe D.J., 2004.** The energy content of wet corn distillers grains for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87 (6), p. p. 1815 – 1819.
28. **Block E., Dépatie C., Lefebvre D., Petitclerc D., 1998.** L'urée du lait : les sources de variation et les implications. Symposium sur les bovins laitiers, CPAG, p.p. 77 – 87.
29. **Bocquier F., 1985.** Influence de la photopériode et de la température ambiante sur certains équilibres hormonaux et sur les performances zootechniques de la brebis en gestation et en lactation. Thèse docteur – ingénieur, INA Paris – Grignon, 105 p.
30. **Bony J., Contamin V., Goussef M., Metais J., Tillard E., Juanes X., Decruyenaere V., Coulon J.-B., 2005.** Facteurs de la variation de la composition du lait à la Réunion. *INRA Prod. Anim.*, 18, p.p. 255 – 263.
31. **Boukir M., 2007.** Relations entre les modalités de productions bovines et les caractéristiques du lait. Cas des exploitations laitières de la wilaya de Tizi-ouzou, Thèse Mag. Sci. Agronomiques, INA, El-Harrach, 84 p.
32. **Boulahchiche N., 1997.** Etude de l'élevage bovin laitier moderne : Cas du bassin versant de la Metidja. Mém. Mag. Agr., Institut National Agronomique, El Harrach (Alger), 175 p.
33. **Brewer P., Helbig N., Haard N.D., 1984.** Atlantic cod pepsine characterization and use as rennet substitute. *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, 17, 1, p.p. 38 – 43.
34. **Briand P., Paolaggi F., 1997.** Méthodes électrophorétiques et électrochimiques, p.p. 207 – 222. In : Kamoun P., 1997. Appareils et méthodes en biochimie. Flammarion Médecine-Sciences, 418 p.
35. **Brule G., Lenoir J., 1987.** Les mécanismes généraux de la transformation du lait en fromage : la coagulation du lait, p.p. 1 – 21. In : Eck A., 1987. Le fromage. Ed. : 2. Techniques et Documentation – Lavoisier, Paris, 539 p.
36. **Bugaud C., Buchin S., Coulon J.B. Hauwuy A., Dupont D., 2001.** Influence of the nature of alpine pastures on plasmin activity, fatty acid and volatile compound composition of milk. *Lait*, 81, p.p. 401 – 414.
37. **Cattaneo T.M.P., Nigro F., Messina G., GIANGIACOMO R., 1994.** Effect of an enzymatic complex from pineapple pulp on the primary clotting phase. *Milchwissenschaft*, 49, p.p. 269 – 272.

38. **Cavalcanti M.T.H., Teixeira M.F.S., Lima Filho J.L., Porto A.L.F., 2004.** Partial purification of new milk-clotting enzyme produced by *Nocardiosis* sp. *Bioresource Techn.*, 93. p.p. 29 – 35.
39. **Cayot, P., Lorient, D.,** Structures et technofonctions des protéines du lait. Tec and Doc Lavoisier, Paris, (1998), 53-87.
40. **Cerbulis J., Farrell H.M.Jr., 1975.** Composition of milks of dairy cattle. I. Protein, lactose and fat contents and distribution of protein fraction. *J. Dairy Sci.* 58, p.p. 817 – 827.
41. **Channe P.S., Shewale J.G., 1998.** Influence of culture conditions on the formation of milk-clotting protease by *Aspergillus niger* MC4. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 14, p.p. 11 - 15.
42. **Chazarra S., Sidrach L., Lopez-Molina D., Rodriguez-Lopez J.N., 2007.** Characterization of the milk-clotting properties of extracts from artichoke (*Cynara scolymus*, L.) flowers. *International Dairy Journal*, (17), p.p. 1393 – 1400.
43. **Cheftel H., Cheftel J.C., 1992.** Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Vol. 1. Techniques et Documentation–Lavoisier, Paris, 381 p.
44. **Chilliard Y., Bauchart D., Lessire M., Schmidely P., Mourot J., 2008.** Qualité des produits : modulation par l'alimentation des animaux de la composition en acides gras du lait et de viande. *INRA Prod. Anim.*, 21 (1), p.p. 95 – 106.
45. **Chilliard Y., Ferlay A., Doreau M., 2001.** Contrôle de la qualité nutritionnelle des matières grasses du lait par l'alimentation des vaches laitières : acides gras trans, polyinsaturés, acide linoléique conjugué. *INRA Prod. Anim.*, 14, p.p. 323 – 335.
46. **Chilliard Y., Ferlay A., Mansbridge R.M., Doreau M., 2000.** Ruminant milk fat plasticity: nutritional control of saturated, polyunsaturated, Trans and conjugated fatty acids. *Ann. Zootech.*, 49, p.p. 181 – 205.
47. **Chilliard Y., Sauvant D., 1987.** La sécrétion des constituants du lait. In : Le lait matière première de l'industrie laitière. INRA (eds). INRA-CEPIL, Versailles, France, p.p. 13 – 26.
48. **Choisy C., Desmazeaud M., Gripon J.C., Lambert G., Lenoir J., Tourneur C. 1987.** Les phénomènes microbiologiques et enzymatiques de la biochimie au cours de l'affinage, p.p. 62 – 100. In : Eck A., 1987. Le fromage. Ed. : 2. Techniques et Documentation – Lavoisier, Paris, 539 p.

49. **Chwen-Jen S., Lan-Anh Ph-T., Ing-Lung S., 2009.** Milk-clotting enzymes produced by culture of *Bacillus subtilis* natto. *Biochemical Engineering Journal*, 43. p.p. 85 – 91.
50. **Clark J.H., Klusmeyer T.H., Cameron M.R., 1992.** Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 75, p.p. 2304 – 2323.
51. **Clement B., 2004.** Initiation à Statistica version 6 française. Copyright Génistat Conseils Inc., Montréal, 68 p.
52. **Collin O., Laurent F., Vignon B., 1990.** Influence du niveau de taux protéique et de ses variations sur la nature des protéines du lait. *23^e Congr. Int. Lait. Montréal*, Brèves Commun 1, 51 p.
53. **Collomb M., Bütikofer U., Spahni M., Jeangros B., Bosset J.O., 1999.** Composition en acides gras et en glycérides de la matière grasse du lait de vache en zone de montagne et de plaine. *Sci. Aliments*, 19, p.p. 97 – 110.
54. **Corbett R.R., 1995.** Effect of feeding peas to high-producing dairy cows. *Can. J. Anim. Sci.* 75, p.p. 625 – 629.
55. **Corbett R.R., 1997.** Peas as a protein and energy source for ruminants. *Advances in Dairy technology*, Vol. 9.
56. **Coulon J.-B., 1991.** Facteurs de variation du taux protéique du lait de vache en exploitation : réflexions à partir de résultats d'enquêtes. *INRA Prod. Anim.*, 4 (4), p.p. 303 – 309.
57. **Coulon J.-B., D'Hour P., Petit M., 1990.** Niveau et répartition des apports de concentré hivernaux chez la vache laitière. Résultats sur primipares. *INRA Prod. Anim.*, 3 (5), p.p. 319 – 328.
58. **Coulon J.-B., Faverdin P., Laurent F., Cotto G., 1989.** Influence de la nature de l'aliment concentré sur les performances des vaches laitières. *INRA Prod. Anim.*, 2, p.p. 47 – 53.
59. **Coulon J.B., Hurtaud C., Rémond B., Vérité R., 1998.** Facteurs de variation de la proportion de caséines dans les protéines du lait de vache. *INRA Prod. Anim.*, 11, p.p. 299 – 310.
60. **Coulon J.-B., Garel J.P., 1993.** A note on the effect of forage type on yield, chemical composition and clotting properties of milk. *INRA Anim. Prod.*, 57, p.p. 495 – 499.

61. **Coulon J.-B., Garel J.P., Hoden A., 1986.** Evolution de la production et de la composition du lait à la mise à l'herbe. *Bull. Tech. CRZV Theix, INRA*, 66, p.p. 23 – 29.
62. **Coulon J.-B., Remond B., 1991.** Variations in milk output and milk protein content in response to the level of energy supply in the dairy cow : a review, *Livest. Prod. Sci.*, 29, p.p. 31 – 47.
63. **Coulon J.-B., Roybin D., Congy E., Garret A., 1988.** Composition chimique et temps de coagulation du lait de vache : facteurs de variations dans les exploitations du pays de Thônes. *INRA Prod. Anim.*, 1 (4), p.p.253–263.
64. **Croguennec T., Jeantet R., Brulé G., 2008.** Fondements physicochimiques de la technologie laitière. Lavoisier, Techn. et Doc., Paris, 160 p.
65. **Dalgleish D.G., 1980.** Effect of milk concentration on the rennet coagulation time. *J. Dairy Res.*, 47, p.p. 231 – 235.
66. **Delacroix A., 1985.** Etude des variations individuelles de la composition chimique (fractions azotées et minérales) et de quelques caractéristiques technologiques des laits de vache en fonction de l'alimentation. Thèse Docteur-Ingénieur ENSA Rennes.
67. **Depeters E.J., Cant J.P., 1992.** Nutritional factors influencing the nitrogen composition of bovine milk : a review. *J. Dairy Sci.*, 75, p.p. 2043 – 2070.
68. **Desmazeaud M., Spinnler E., 1997.** Laits et produits laitiers. In « Enzymes en agroalimentaires ». Ed. 5, Larreta- Garde, Techniques et Documentation – Lavoisier.
69. **Doreau M., Chilliard Y., 1992.** Influence d'une supplémentation de la ration en lipides sur la qualité du lait chez la vache. *INRA Prod. Anim.*, 5, p.p. 103 – 111.
70. **Eigel W.N., Butler J.E., Ernstrom C.A., Farrel N.M.Jr., Harwalker V.R., Jenness R. et Whitney R.Mcl., 1984.** *J. Dairy Sci.*, 67, p.p. 1599 -1631.
71. **Egito A.S., Girardet J.M., Laguna L.E., Poirson C., Molle D., Miclo L., Humbert G., Gaillard J.L., 2007.** Milk-clotting activity of enzyme extracts from sunflower and albizia seeds and specific hydrolysis of bovine k-casein. *International Dairy Journal*, 17, p.p.816 – 825.
72. **Ernstrom C.A., Wongt N.P., 1977.** Milk clotting enzymed and cheese chemistry. *Fund amentals of Dairy Chemistry*. AVI Publishing Cy, Wesport, U.S.A., p.p. 662 – 771.

73. **Esawy Mona A., Combet-Blanc Y., 2006.** Immobilization of *Bacillus licheniformis* 5A1 milk-clotting enzyme and characterization of its enzyme properties. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 22, p.p. 197 – 200.
74. **Ezzahiri A., 1977.** Utilisation du Bersim coupe deux stades différents pour la production laitière en zone irriguée. Thèse Doctorat Vétérinaire, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II Rabat (Maroc)
75. **F.A.O., 1995.** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. N° 28. Rome, 271 p.
76. **F.A.O. / O.M.S., 2000.** Codex alimentarius : lait et produits laitiers. Ed. : 2. FAO - OMS., Rome, 136 p.
77. **Ferretti L., Leone P., Sgaramella V., 1990.** Long range restriction analysis of the bovine casein genes. *Nucleic Acids Res.*, 18, p.p. 6829 – 6833.
78. **Fernández-García E., Imhof M., Schlichtherle-Cerny H., Bosset J.O., Nuñez M., 2008.** Terpenoids and benzenoids in La Serena cheese made at different seasons of the year with a *Cynara cardunculus* extract as coagulant. *International Dairy Journal*, Volume18, Issue2, p.p. 147 – 157.
79. **Fournier A., 2008.** Drêches pour vaches : Il est intéressant d'adopter cet aliment dans la ration de son troupeau laitier. Mais pas n'importe comment. *Le Bulletin des Agricultures Avril 2008*. France.
80. **French E.A., He M., Armentano L.E., 2007.** Using high-lysine proteins to supplement diets based on Distillers Dried Grains with solubles did not improve lactation performance. *J. Dairy Sci.*, 90 (Suppl 1), 348 p.
81. **Froc J., Gilibert J., Daliphar T., Durand P., 1988.** Composition et qualité technologique des laits des vaches Normandes et Pie-Noires. I. Effet de la race. *INRA Prod. Anim.*, 1, p.p. 171 – 177.
82. **Goursaud J., 1999.** Réacteurs traditionnels à enzymes libres : cas de l'industrie laitière. In : *Biotechnologies*. Coord. Scriban R., 5^{ème}ed., p.p. 365 – 401.
83. **Gosta F., 1995.** Le tous sur le lait. Manuel de transformation du lait. Ed. Tétrapack. 424 p.
84. **Grandison A.S., Ford G.D., Owen A.J., Millard D., 1984.** Chemical composition and coagulation properties of renneted Friesian milk during the transition from winter rations to spring grazing. *J. Dairy Res.*, 51, p.p. 69 – 78.
85. **Grandison A.S., Manning D.G., Thomson D.J., Anderson M., 1985.** Chemical composition, rennet coagulation properties and flavor of milks from cows grazing ryegrass or white clover. *J. Dairy Res.*, 52, p.p. 33 – 39.

86. **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.p. 5 – 17.
87. **Gulati S.K. Ashes J.R., Ascott T.W., 1999.** Hydrogenation of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids and their incorporation into milk fat. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 79, p.p. 57 – 64.
88. **Haard N. F., Shamsuzzaman K., Brewer P., Arunchalam K., 1982.** Enzymes from marine organisms as rennet substitutes. In : Dupuy P. Utilisation des enzymes en technologie alimentaire. Lavoisier, Techn. et Doc., Paris, p.p. 237 – 241.
89. **Hippen A.R., Linke K.N., Kalscheur K.F., Schingoethe D.J., Garcia A.D., 2003.** Ubcreased concentrations of wet corn distillers grains in dairy cow diets. *J. Dairy Sci.* 86 (Suppl 1), 340 p.
90. **Hoden A., Marquis B., De La Foye F.X., 1987.** Ensilage de maïs et de trèfle violet pour vaches laitières. *Bull. Tech. CRZV Theix, INRA*, 67, p.p.33 – 37.
91. **Hoden A., Marquis B., Delaby L., 1988.** Association de betteraves fourragères à une ration mixte d'ensilage de maïs et de trèfle violet pour vaches laitières. *INRA Prod. Anim.*, 1 (3), p.p. 165 – 169.
92. **Hoden A., Coulon J.-B., Delaby L., 1985.** Influence de l'alimentation sur la composition du lait. - Effets des régimes alimentaires sur les taux butyreux et protéiques. *Bull. Tech. CRZV Theix, INRA*, 62, p.p. 69 – 79.
93. **Hoden A., Coulon J.-B., 1991.** Maîtrise de la composition du lait. – Influence des facteurs nutritionnels sur la quantité et les taux de matières grasses et protéiques. *INRA Prod. Anim.*, 4 (5), p.p. 361 – 367.
94. **Jeantet R., Croguennec T., Mahaut M., Schuck P., Brulé G., 2008.** Les produits laitiers. Ed. : 2. Techniques et Documentation – Lavoisier, Paris, 185 p.
95. **Jensen S.K., Johannsen A.K., Hermansen J.E., 1999.** Quantitative secretion and maximal secretion capacity of retinol, beta-carotene and alpha-tocopherol into cows' milk. *J. Dairy Res.*, 66, p.p. 511 – 522.
96. **Journet M., Chilliard Y., 1985.** Influence de l'alimentation sur la composition du lait. 1- Taux butyreux : facteurs généraux. *Bull. Tech. CRZV Theix, INRA*, 60, p.p. 13 – 24.
97. **Journet M., Verité R., Vignon B., 1975.** L'azote non protéique du lait : facteurs de variation. *Le lait*. N. 543 – 544, p.p. 212 – 223.

98. **Kadi S.A., Djellal F., Berchiche M., 2007.** Caractérisation de la conduite alimentaire des vaches laitières dans la région de Tizi-Ouzou, Algérie. *Livestock Research for Rural Development*, 12 p.
99. **Kalscheur K.F., Justin A.L., Hippen A.R., Schingoethe D.J., 2004.** Increasing wet distillers grains in the diets of dairy cows on milk production and nutrient utilization. *J. Dairy Sci.* 87 (Suppl 1), 465 p.
100. **Kleinschmit D.H., Schingoethe D.J., Kalscheur K.F., Hippen A.R., 2006.** Evaluation of various sources of corn dried distillers grains plus solubles for lactating dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 89 (12), p.p. 4784 – 4794.
101. **Laemmli U.K., 1970.** Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage, T. 4, *Nature* 227, p.p. 680 – 685.
102. **Laurent F., Coomans D., Gardeur J.N., Vignon B., 1992.** Composition azotée et caractéristiques technologiques du lait de vache en relation avec la nature et le niveau d'apport de l'aliment concentré. *Lait*, 72, p.p. 175 – 183.
103. **Lawrence R.C., Heap H.A., Gilles J., 1984.** A controlled approach to cheese technology. *J. Dairy Res.*, 67, p.p. 1632 – 1645.
104. **Lecoq R., 1965.** Manuel d'analyses alimentaires et d'expertises usuelles 2. Doin, Paris.
105. **Lenoir J., Schneid N., 1987.** L'aptitude du lait à la coagulation par la présure. In : Eck A., 1987. Le fromage. Ed. : 2. Techniques et Documentation – Lavoisier, Paris, 539 p.
106. **Leonardi C., Bertics S., Armentano L.E., 2005.** Effect of increasing oil from distillers grains or corn oil on lactation performance. *J. Dairy Sci.* 88, p.p. 2820 – 2827.
107. **Liu C., Schingoethe D.J., Stegeman G.A., 2000.** Corn distillers grains versus a blend of protein supplements with or without ruminally protected amino acids for lactating cows. *J. Dairy Sci.* 83 (9), p.p. 2075 – 2084.
108. **Lo Piero A.R., Petrone G., Puglisi I., 2002.** Characterization of « lettuce », a serine-like protease from *Lactuca sativa* leaves, as a novel enzyme for milk-clotting. *Jour. Agri. Food. Chem.* N° 50, Vol. 8, p.p. 2439 – 2443.
109. **Lopes A., Teixeira G., Liberato M.C., Pais M.S., Clemente A., 1998.** New vegetal sources of milk clotting enzymes. *Journal of molecular catalysis B : Enzymatic*, Vol. 83, p. 181.

110. Low Y.H., Agboola S., Zhao J., Lim M.Y., 2006. Clotting and proteolytic properties of plant coagulants in regular and ultrafiltered bovine skim milk. *International Dairy Journal*, Volume 16, Issue 4, p.p. 335-343.
111. Macheboeuf D., Coulon J.B., D'Hour P., 1993a. Aptitude à la coagulation du lait de vache. Influence de la race, des variants génétiques des lactoprotéines du lait, de l'alimentation et du numéro de lactation, *INRA Prod. Anim.*, 6 (5), p.p. 333 – 344.
112. Macheboeuf D., Coulon J.B., D'Hour P., 1993b. Effect of breed, protein genetic variants and feeding on cows' milk coagulation properties. *J. Dairy Res.*, 60, p.p. 43 – 54.
113. Madani T., Yakhlef H., Abbache N., 2003. Les races bovines, ovines, caprines et camelines. Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité importante pour l'agriculture en Algérie. Recueil des communications, Atelier N° 3 « *Biodiversité Importante pour l'Agriculture* ». MATE – GEF / PNUD Projet ALG / 97/G31 Alger 22-23/01/2003, p.p. 44 – 51.
114. MADR, 2004. Evolution de la production laitière et de la collecte en Algérie.
115. MADR, 2008. Evolution des effectifs bovins et de la production laitière en Algérie.
116. Mahaut M., Jeantet R., Brule G., 2003. Initiation à la technologie fromagère. Techniques et Documentation – Lavoisier, Paris, 194 p.
117. Malossini 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.p. 29 – 40.
118. Mathieu J., 1998. Initiation à la physico-chimie du lait. Techniques et Documentation–Lavoisier, Paris, 220 p.
119. Mariani P., Pecorari M., Fossa E., 1982. Le caratteristiche di coagulazione del latte in rapporto allo stadio della lattazione ed ai livelli de produzione. *Sci. Tech. Latt. Casearia*, 33, p.p. 409 – 425.
120. Martin B., Coulon J.-B., 1995. Facteurs de production du lait et caractéristiques des fromages. I. influence des facteurs de production sur l'aptitude à la coagulation des laits de troupeaux. *Lait*, 75, p.p. 61 – 80.
121. Martin B., Pradel P., Verdier-Metz I., 2000. Effet de la race (Holstein/Montbéliarde) sur les caractéristiques chimiques et sensorielles des fromages. *Renc. Rech. Rum.*, 7, 317 p.
122. Mensik R.P. Katan M.B., 1992. Arterioscler and thromb, 12, p.p. 911 – 919.

- 123. Matthew L., Gibson Ph., 2007.** Evaluation of Analytical Methods for Analysis of Dried Distillers Grains with Solubles. American Feed Industry Association. AFIA Sub-Working Group Final Report and Recommendations.
- 124. Mercer J.R., Allen S.A. Miller E.L., 1980.** Rumen bacterial protein synthesis and the proportion of dietary protein escaping degradation in the rumen of sheep. *Br. J. Nutr.*, 43, p.p. 421 – 433.
- 125. Mietton B., Desmazeaud M., De roissart H. & Weber P., 1994.** Transformation du lait en fromage. In : Luquet F.M., 1994. Bactéries lactiques. Vol. 2. Ed. Lorica, DE. ROISSART.
- 126. Mistry V.V., Brouk M.J., Kasperson K.M., Martin E., 2002.** Cheddar cheese from milk of Holstein and Brown Swiss cows. *Michwissenschaft*, 57, p.p. 19 – 23.
- 127. Morsli A., 1996.** Recherche sur les activités protéasiques des extraits de *Cynara scolymus*, du latex de *Ficus carica* et du proventricule de *Gallus gallus* en vue de leur utilisation en technologie fromagère. Mém. Mag., Institut National Agronomique, El Harrach, Alger, 181p.
- 128. Murphy J.J., Cannilly J.F., 1991.** Supplementing cows with full fat rapeseed at pasture. Effects on production and chemical and physical properties of milk fat. EAAP 24th Annual meeting. September 8 – 12, Berlin, 5 p.
- 129. Nouani A., MORSLI A., DAKO E., BELHAMICHE N., BELBRAOUE T S., BELLAL M.M., 2009.** Characterization of the purified coagulant extracts derived from artichoke flowers (*Cynara scolymus*) and from the fig tree latex (*Ficus carica*) in light of their use in the manufacture of traditional cheeses in Algeria. *Journal of Food Technology*, 7 (1), p.p. 20 – 29.
- 130. Nongonierma, A.B., Springett, M., Le Quéré, J.L., Cayot, P., Voilley, A.,** Flavour release at gas/matrix interfaces of stirred yoghurt models. *International Dairy Journal*, 16, (2006), 102-110.
- 131. O’Keeffe A.M., 1984.** Seasonal and lactational influences on moisture content of cheddar. *Irish J. Food Sci. Technol.*, 8, p.p. 27 – 37.
- 132. Okigbo L.M., Richardson G.H., Brown R.J., Ernstrom C.A., 1985.** Variation in coagulation properties of milk from individual cows. *J. Dairy Sci.*, 68, p.p. 822 – 830.
- 133. Olson N.F., 1995.** Cheese. In *Enzymes, Biomass, Food & Feed, Biotechnology*.
- 134. Oner M.D., Akar B., 1993.** Separation of the proteolytic enzymes from fig tree latex and its utilisation in Gaziantep cheese production. *Lebensm. -Wiss. U. – Technol.*, 26, p.p. 318 – 321.

135. **Paccalin J., Galantier M., 1986.** Valeur nutritionnelle du lait et des produits laitiers, p.p. 93-121, In : Luquet F.M., 1986. Lait et produits laitiers : vache, brebis, chèvre, 3 : Qualité – energie et tables de composition. Techniques et Documentation–Lavoisier, Apria, Paris, 445 p.
136. **Park H., Yamanaka N., Mikkonen A., Kusakabe I., Kobayashi H., 2000.** Purification and characterization of aspartic proteinase from sunflower seeds. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 64, p.p. 931 – 939.
137. **Palmquist D.L., Beaulieu A.D., Barbano D.M., 1993.** Feed and animal factors influencing milk fat composition. *J. Dairy Sci.*, 76, p.p. 1753 – 1771.
138. **Paul A.A., Southgate D.A.T., 1978.** McCance and Widdowson's The Composition of Foods, 4th ed. London : H.M. Stationery Office.
139. **Pavlinov J.A.I., 2000.** The contribution to craniometric variation and taxonomy of jirds from the group "*Shawi–grandis*" of the genus *Meriones* (Gerbillidae). *Bull. Moscou Soc. natur.*, 79, p.p. 201 – 209.
140. **Pelletier C., 1999.** Alimentation d'un troupeau laitier avec des pois. MAPA de Québec – Bas – Saint – Laurent.
141. **Peters R.R., Chapin L.T., Emery R.S., Tucker H.A., 1981.** Milk yield, feed intake, prolactin, growth hormone, and glucocorticoid response of cows to supplemented light. *J. Dairy Sci.*, 64, p.p. 1671 – 1678.
142. **Pereira C.L.I., Gomes E.O., Gomes A.M.P., MALCATA F. X., 2008.** Proteolysis in model Portuguese cheeses: Effects of rennet and starter culture. *Food Chemistry*, Vol. 108, Issue 3, p.p. 862 - 868.
143. **Petit H., 1997.** Milk production and intake of lactating cows fed raw or extruded peas. *J. Dairy Sci.* 80, p.p. 3377 – 3385.
144. **Peyraud J.L., Delaby L., 1994.** Utilisation de luzerne déshydratée de haute qualité dans les rations des vaches laitières. *INRA Prod. Anim.*, 7(2), p.p. 125 – 134.
145. **Philipona J.-C. Stuby B., Jacot Ph., Haïni J.-P., 2002.** Affouragement des vaches et influence sur la composition du lait. Unité de recherche, lait, fromage, 10 p.
146. **Phillips C.J.C., Schofield S.A., 1989.** The effect of supplementary light on the production and behaviour of dairy cows. *Anim. Prod.*, 48, p.p. 293 – 309.
147. **Pissavy A., Dezendre N., 2006.** Quelques pistes de réflexion pour améliorer le taux protéique. Lettre des GVA, n. 107, p. p. 2 – 4.
148. **Pougheon S., Goursaud J., 2001.** Le lait : caractéristiques physicochimiques, In : Debry G., 2001. Lait, nutrition et santé. Techniques et Documentation, Paris, 544 p.

149. **Ramet J. P., 1997.** Les agents de la transformation du lait. p.p. 165 – 174. In : ECK A., Gillis J.C. Le fromage : de la science à l'assurance qualité. Ed. : 3. Techniques et Documentation – Lavoisier, Paris, 891 p.
150. **Remeuf F., Cossin V., Dervin C., Lenoir J., Tomassone R., 1991.** Relations entre les caractères physicochimiques des laits et leur aptitude fromagère. *Lait*, 71, 397 – 421.
151. **Remond B., 1987.** Influence de l'alimentation sur la composition du lait de vache. 2-Taux protéique : facteurs généraux. *Bull. Tech. CRZV Theix, INRA*, 62, p.p. 53 – 68.
152. **Rowland S.J., 1938.** The determination of nitrogen distribution in milk. *J. Dairy Res.*, 9, p.p. 42 – 46.
153. **Rulquin H., Delaby L., 1997.** Effects of the energy balance of dairy cows on their lactational responses to rumen-protected methionine. *J. Dairy Sci.*, 80, p.p. 2513 – 2522.
154. **Rulquin H., Hurtaud C., Lemosquet S., Peyraud J.-L., 2007.** Effet des nutriments énergétiques sur la production et la teneur en matière grasse du lait de vache. *INRA Prod. Anim.*, 20, p.p. 163 – 176.
155. **Rulquin H., Pisulewski P.M., Vérité R., Guinard-Flament J., 1993.** Milk production and composition as a function of postruminal lysine and methionine supply : a nutrient – response approach. *Livest. Prod. Sci.*, 37, p.p. 69 – 90.
156. **Rulquin H., Vérité R., Guinard-Flament J., 2001.** Acides aminés digestibles dans l'intestin. Le système AADI et les recommandations d'apport pour la vache laitière. *INRA Prod. Anim.*, 14 (4), p.p. 265 – 274.
157. **Sanni A.I., Onilude A.A., MOMOH M.O., 1999.** Selection of starters and a starter-mediated novel procedure for production of wara, a West African soft cheese. *International Journal of Food Science and Technology*, 34, p.p. 325 – 333.
158. **Sauvant D., Giger-Reverdin S., Meschy F., 2006.** Le contrôle de l'acidose ruminale latente. *INRA Prod. Anim.*, 19, p.p. 69 – 78.
159. **Schamsuzzaman K., Haard N.F., 1985.** Milk clotting and cheese making properties of a chymosine like enzyme from harp seal mucosa. *Journal of food biochemistry*, 9, p.p. 173 – 192.
160. **Schmidely P., Sauvant D., 2001.** Taux butyreux et composition de la matière grasse du lait chez les petits ruminants : effets de l'apport de matières grasses ou d'aliment concentré. *INRA Prod. Anim.*, 14, p.p. 337 – 354.

- 161. Schmidt D.G., 1980.** *Neth. Milk Dairy J.*, 34, p.p. 42 – 64.
- 162. Schultz M.M., Hansen L.B., Steuernagel G.R., Kuck A.L., 1990.** Variation of milk, fat, protein and somatic cells for dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 73, p.p. 484 – 493.
- 163. Seegers H., Blain J.J., Lebras C., 1989.** Variations du taux protéiques du lait de vache. Facteurs associés aux écarts entre exploitations en région Pays de Loire. *Rec. Méd. Vét.*, 165, p.p. 879 – 890.
- 164. Shahani K. M., Sommer H. H., 1951.** The protein and non-protein nitrogen fractions in milk. 1. Methods analysis. *J. Dairy Sci.*, 34, p.p. 1003-1009.
- 165. Sidrach L., Garcia-Canovas F., Tudela J., Neptuno Rodriguez-Lopez J., 2005.** Purification of cynarases from artichoke (*Cynara scolymus*): enzymatic properties of cynarase A. *Phytochemistry*, Vol. 66, p.p. 41 - 49.
- 166. Slamani R., 2003.** Optimisation d'une méthode d'extraction de la pepsine ovine. Essai de purification et de caractérisation. Mém. Mag., Institut National Agronomique, El Harrach, Alger, 43 p.
- 167. Smith R.H., 1984.** Essentiel amino acid requirements and rationing systems for ruminants. In : Zebrowska T., Buraczewsk L., Bracrewski S., Kowalczyk J., Pastuszewska B. (eds), Proceedings of the VI International Symposium on Amino Acids, Polish Scientific Publishers, Warsaw Poland. p.p. 319 – 329.
- 168. Sollberger H., Schaeren W., Collomb M., Badertscher R., Bûtikofer U., Sieber R., 2004.** Beitrag zur kenntnis der zusammensetzung von ziegenmilch schweizerischer herkunft. *ALP Sci.*, 473, p.p. 1 – 16.
- 169. Sousa M.J., Malcata F.X., 2002.** Advances in the role of a plant coagulant (*Cynara cardunculus*) in vitro and during ripening of cheeses from several milk species. *Le lait*. 82, p.p. 151 – 170.
- 170. St - Gelais D., Tirard - Collet P., 2002.** Fromage, In : Vignola C.L., 2002. Science et technologie du lait : transformation du lait. Presse internationale polytechnique, Montréal (Canada), 600 p.
- 171. Stanisiewski E.P., Mellenberger R.W., Anderson C.R., Tucker H.A., 1985.** Effect of photoperiod on milk yield and milk fat in commercial dairy herds. *J. Dairy Sci.*, 68, p.p. 1134 – 1140.
- 172. Storry J.E., Ford G.D., 1982.** Some factors affecting the post clotting development of coagulum strength in renneted milk. *J. Dairy Res.*, 49, p.p. 469 – 477.
- 173. Sutton J.D., 1989.** Altering milk composition by feeding. *J. Dairy Sci.*, 72, p.p. 2801 – 2814.

- 174. Sutton J.D., Oldham J.D., Hart I.C., 1980.** Product of digestion, hormones and energy utilization in milking cows given concentrates containing varying proportions of barley or maize. In : Energy Metabolism, Mount L.E. (eds). Butterworths, London, England, p.p. 303 – 306.
- 175. Tammar N., 2007.** Le marché du lait en Algérie. Missions Economiques d'Alger. Ambassade de France en Algérie.
- 176. Tejada L., Abellán A., Cayuela J., Martínez-Cacha A., Fernández-Salguero J., 2008.** Proteolysis in goats' milk cheese made with calf rennet and plant coagulant. *International Dairy Journal*, Vol. 18, Issue 2, p.p. 139 – 146.
- 177. Thénard V., Mauriès M., Trommenschlager J.M., 2002.** Intérêt de la luzerne déshydratée dans des rations complètes pour vaches laitières en début de lactation. *INRA Prod. Anim.*, 15, p.p. 119 – 124.
- 178. Tucker H.A., 1985.** Photoperiodic influences on milk production in dairy cows. In « Recent advances in animal nutrition – 1985 ». W. Haresign, D.J.A. Cole ed. Butter worths, p.p. 211 – 221.
- 179. Umar Dahot M., Yakoub Khan M., Memon A. N., 1990.** Screening of some Pakistani plants for milk clotting activity. *Journal of Islamic Academy of Sciences*, 3, p.p. 284 – 286.
- 180. Vertès C., Hoden A., 1989.** Qualité fromagère des laits de vache en fonction des régimes à base d'herbe. *Lait*, 69, p.p. 197 – 209.
- 181. Vertès C., Hoden A., Gallard Y., 1989.** Effet du niveau alimentaire sur la composition chimique et la qualité fromagère du lait de vache Holstein et Normande. *INRA Prod. Anim.*, 2, p.p. 89 – 96.
- 182. Vierling E., 2008.** Aliment et boisson : Filière et produits. 3éd. Le Corosa, Doin, 277p.
- 183. Vierling E., 1999.** Aliment et boissons : filières et produits. Doin, Paris, 270 p.
- 184. Veisseyre R., 1979.** Technologie du lait : constitution, récolte, traitement et transformation du lait. Maison Rustique, Paris. 714 p.
- 185. Vignola C.L., 2002.** Science et technologie du lait : transformation du lait. Presse internationale polytechnique, Montréal (Canada), 600 p.
- 186. Yakhlef H., 1989.** La production extensive de lait en Algérie. Options Méditerranéennes, Série séminaires, n° 6, p.p. 135 – 139.

ANNEXES

2. Résultats Des Analyses microbiologiques de lait :

Race	Période D'essai	Numéro De Fabrication	Numéro De Lactation	GAMT	Coliformes fécaux	Staphylococcus aureus	Clostridium Sulfito-réducteurs	Streptocoques fécaux
Fleckvieh	Janvier	I	Lactation I	44.10 ³	abs	Abs	10	Abs
			Lactation II	29.10 ³	abs	Abs	Abs	Abs
			Lactation III	38.10 ³	Abs	Abs	Abs	Abs
Holstein		II	Lactation I	88.10 ³	Abs	Abs	Abs	Abs
			Lactation II	77.10 ³	Abs	Abs	Abs	Abs
			Lactation III	20.10 ³	Abs	Abs	Abs	Abs
Montbéliarde		III	Lactation I	18.10 ³	Abs	Abs	Abs	Abs
			Lactation II	68.10 ³	Abs	Abs	Abs	Abs
			Lactation III	22.10 ³	abs	Abs	Abs	Abs
Brune des alpes		V	Lactation I					
			Lactation II	33.10 ³	abs	abs	abs	abs
			Lactation III					
Normande	IV	Lactation I	36.10 ³	abs	Abs	Abs	Abs	
		Lactation II	57.10 ³	abs	Abs	Abs	Abs	
		Lactation III	75.10 ³	abs	abs	abs	abs	

Race	Période D'essai	Numéro De Fabrication	Numéro De Lactation	GAMT	Coliformes fécaux	Staphylococcus aureus	Clostridium Sulfito-réducteurs	Streptocoques fécaux
Fleckvieh	Février	I	Lactation I	12.10 ³	abs	Abs	abs	Abs
			Lactation II	89.10 ³	abs	Abs	Abs	Abs
			Lactation III	84.10 ³	abs	03	Abs	Abs
Holstein		II	Lactation I	43.10 ³	abs	Abs	Abs	Abs
			Lactation II	22.10 ³	Abs	Abs	Abs	Abs
			Lactation III	50.10 ³	Abs	Abs	Abs	Abs
Montbéliarde		III	Lactation I	48.10 ³	abs	01	Abs	Abs
			Lactation II	90.10 ³	abs	12	Abs	Abs
			Lactation III	63.10 ³	abs	Abs	Abs	Abs
Normande		V	Lactation I	70.10 ³	abs	abs	abs	abs
			Lactation II	98.10 ³	abs	abs	abs	abs
			Lactation III	36.10 ³	abs	abs	abs	abs
Brune des alpes	IV	Lactation I						
		Lactation II	22.10 ³	abs	Abs	Abs	Abs	
		Lactation III						

Race	Période D'essai	Numéro De Fabrication	Numéro De Lactation	GAMT	Coliformes fécaux	Staphylococcus aureus	Clostridium Sulfito-réducteurs	Streptocoques fécaux
Fleckvieh	Mars	I	Lactation I	25.10 ³	abs	Abs	abs	Abs
			Lactation II	30.10 ³	abs	Abs	Abs	Abs
			Lactation III	45.10 ³	abs	abs	Abs	Abs
Holstein		II	Lactation I	18.10 ³	abs	Abs	Abs	Abs
			Lactation II	62.10 ³	Abs	02	Abs	Abs
			Lactation III	50.10 ³	Abs	Abs	Abs	Abs
Montbéliarde		III	Lactation I	47.10 ³	abs	abs	Abs	Abs
			Lactation II	90.10 ³	abs	abs	Abs	Abs
			Lactation III	23.10 ³	abs	Abs	Abs	Abs
Normande		V	Lactation I	35.10 ³	abs	abs	abs	abs
			Lactation II	82.10 ³	abs	02	abs	abs
			Lactation III	91.10 ³	abs	abs	abs	abs
Brune des alpes	IV	Lactation I						
		Lactation II	38.10 ³	abs	07	Abs	Abs	
		Lactation III						

Race	Période D'essai	Numéro De Fabrication	Numéro De Lactation	GAMT	Coliformes fécaux	Staphylococcus aureus	Clostridium Sulfito- réducteurs	Streptocoques fécaux	
Fleckvieh	Avril	I	Lactation I	32.10 ³	abs	abs	abs	abs	
			Lactation II	42.10 ³	abs	abs	abs	abs	
			Lactation III	64.10 ³	abs	03	03	abs	
Holstein		II	Lactation I	86.10 ³	abs	abs	abs	abs	abs
			Lactation II	47.10 ³	abs	abs	abs	abs	abs
			Lactation III	18.10 ³	abs	abs	13	abs	
Montbéliarde		III	Lactation I	67.10 ³	abs	abs	abs	abs	abs
			Lactation II	28.10 ³	abs	abs	07	abs	
			Lactation III	22.10 ³	abs	02	abs	abs	
Brune des alpes		V	Lactation I						
			Lactation II	53.10 ³	abs	abs	10	abs	
			Lactation III						
Normande	IV	Lactation I	95.103	abs	abs	09	abs		
		Lactation II	37.10 ³	abs	abs	abs	abs		
		Lactation III	59.103	abs	01	abs	abs		

Race	Période D'essai	Numéro De Fabrication	Numéro De Lactation	GAMT	Coliformes fécaux	Staphylococcus aureus	Clostridium Sulfito- réducteurs	Streptocoques fécaux
Fleckvieh	Mai	I	Lactation I	47.10 ³	44	Abs	Abs	Abs
			Lactation II	62.10 ³	abs	Abs	13	Abs
			Lactation III	86.10 ³	Abs	Abs	Abs	Abs
Holstein		II	Lactation I	32.10 ³	Abs	Abs	Abs	Abs
			Lactation II	28.10 ³	Abs	Abs	Abs	Abs
			Lactation III	20.10 ³	07	Abs	22	Abs
Montbéliarde		III	Lactation I	55.10 ³	Abs	Abs	Abs	Abs
			Lactation II	18.10 ³	Abs	Abs	Abs	Abs
			Lactation III	22.10 ³	4	Abs	Abs	Abs
Brune des alpes		V	Lactation I	12.10 ³	abs	abs	Abs	abs
			Lactation II	33.10 ³	abs	abs	Abs	abs
			Lactation III					
Normande	IV	Lactation I	63.10 ³	abs	Abs	08	Abs	
		Lactation II	30.10 ³	abs	Abs	19	Abs	
		Lactation III	75.10 ³	abs	abs	abs	abs	

Race	Période D'essai	Numéro De Fabrication	Numéro De Lactation	GAMT	Coliformes fécaux	Staphylococcus aureus	Clostridium Sulfito-réducteurs	Streptocoques fécaux
Fleckvieh	Juin	I	Lactation I	67.10 ³	abs	Abs	04	Abs
			Lactation II	77.10 ³	abs	Abs	Abs	Abs
			Lactation III	52.10 ³	abs	Abs	Abs	Abs
Holstein		II	Lactation I	24.10 ³	abs	Abs	Abs	Abs
			Lactation II	18.10 ³	03	Abs	Abs	Abs
			Lactation III	32.10 ³	abs	Abs	Abs	Abs
Montbéliarde		III	Lactation I	45.10 ³	abs	Abs	01	Abs
			Lactation II	17.10 ³	01	Abs	Abs	Abs
			Lactation III	37.10 ³	abs	Abs	Abs	Abs
Brune des alpes		V	Lactation I					
			Lactation II	48.10 ³	abs	Abs	Abs	Abs
			Lactation III					
Normande	IV	Lactation I	83.10 ³	abs	Abs	Abs	Abs	
		Lactation II	27.10 ³	abs	Abs	07	Abs	
		Lactation III	55.10 ³	abs	abs	abs	abs	

Race	Période D'essai	Numéro De Fabrication	Numéro De Lactation	GAMT	Coliformes fécaux	Staphylococcus aureus	Clostridium Sulfito-réducteurs	Streptocoques fécaux
Fleckvieh	Juillet	I	Lactation I	40.10 ³	abs	Abs	abs	Abs
			Lactation II	20.10 ³	01	Abs	03	Abs
			Lactation III	30.10 ³	Abs	Abs	Abs	Abs
Holstein		II	Lactation I	80.10 ³	Abs	Abs	Abs	Abs
			Lactation II	71.10 ³	01	Abs	Abs	Abs
			Lactation III	29.10 ³	Abs	Abs	Abs	Abs
Montbéliarde		III	Lactation I	19.10 ³	Abs	Abs	Abs	Abs
			Lactation II	88.10 ³	Abs	Abs	2	Abs
			Lactation III	20.10 ³	abs	Abs	Abs	Abs
Brune des alpes		V	Lactation I					
			Lactation II	30.10 ³	abs	abs	abs	abs
			Lactation III					
Normande	IV	Lactation I	63.10 ³	abs	Abs	01	Abs	
		Lactation II	33.10 ³	abs	Abs	Abs	Abs	
		Lactation III	57.10 ³	01	abs	abs	abs	

3. Résultats Des Analyses Physicochimiques de yaourt :

Race	Période D'essai	Numéro De Fabrication	Numéro De Lactation	Acidité	MG %	MAT g/l	EST %	pH	ESD	G/S	Teneur en Eau (%)
Fleckvieh	Hiver	I	Lactation I	91	40	25	18.80	4.19	148.00	21.27	81.20
			Lactation II	100	15	36	18.36	4.11	147.60	8.16	81.64
			Lactation III	98	22	37	18.00	4.19	143.00	12.22	82.00
Holstein		II	Lactation I	88	18	28	17.23	4.15	144.30	10.64	82.77
			Lactation II	96	20	35	18.60	4.16	166.60	10.75	81.40
			Lactation III	99	19	32	18.00	3.97	161.00	10.55	82.00
Montbéliarde		III	Lactation I	95	22	34	17.80	4.43	156.00	12.35	82.20
			Lactation II	110	18	43	19.80	4.21	18.00	9.09	80.2
			Lactation III	85	30	39	19.00	4.25	160.00	15.78	81.00
Normande		IV	Lactation I	95	34	42	16.80	4.00	134.00	20.23	83.2
			Lactation II	111	13	35	19.00	4.00	177.00	6.84	81.00
			Lactation III	91	22	43	22.07	4.07	198.70	9.96	77.93
Brune des alpes	V	Lactation II	100	22	37	19.2	4.20	170	11.45	80.80	

Race	Période D'essai	Numéro De Fabrication	Numéro De Lactation	Acidité	MG %	MAT g/l	EST %	pH	ESD	G/S	Teneur en eau (%)
Fleckvieh	Été	I	Lactation I	87	25	44.4	19	4.13	165	13.15	81
			Lactation II	92	34	44.0	16.2	4.08	128	20.98	83.8
			Lactation III	88	26	41.8	19.1	4.14	165	13.61	80.9
Holstein		II	Lactation I	89	19	43.6	20.6	4.14	187	9.22	79.4
			Lactation II	85	32	24.9	17.8	4.09	149	17.97	82.2
			Lactation III	86	30	30.2	21.2	4.04	182	14.45	78.8
Montbéliarde		III	Lactation I	84	18	32.0	19.4	4.11	176	9.27	80.6
			Lactation II	102	27	26.3	20.20	4.21	175	13.36	79.8
			Lactation III	96	33	32.9	18.4	4.07	150	17.97	81.6
Normande		IV	Lactation I	89	34	31.1	18.8	4.10	154	18.08	81.2
			Lactation II	91	29	31.4	16.4	4.06	135	17.68	83.6
			Lactation III	104	28	39.2	22.3	4.30	195	12.55	77.7
Brune des alpes	V	Lactation II	92	23	35.6	20.6	4.16	183	11.16	79.4	

Annexe 2

Analyses microbiologiques du lait et du yaourt

+ Préparation des dilutions :

Pour le yaourt, on prépare en premier lieu la solution mère en broyant stérilement 10 g de yaourt puis les transférer dans 90 g d'eau physiologique.

On prélève 1 ml de cette solution qui représente la dilution 10^{-1} dans un tube de 9 ml d'eau physiologique préparé préalablement à l'aide d'une pipette stérilisée, ainsi on a la dilution 10^{-2} . Puis on prélève 1 ml de cette dernière dans un autre tube à l'aide d'une autre pipette stérile, et on obtient la dilution 10^{-3} .

Pour le lait, on introduit directement 1 ml de ce dernier dans 9 ml d'eau physiologique pour avoir la solution mère représentant la dilution 10^{-1} . On opère de la même manière pour obtenir les autres dilutions.

Recherche et dénombrement des germes totaux

Les microorganismes sont présent dans l'environnement naturel de l'homme, de ce fait tout produit alimentaire transformé ou non que l'homme consomme peut être contaminé par des microorganismes.

Les contaminations peuvent avoir plus ou moins grandes conséquences allant de la simple altération du produit à des intoxications ou toxi-infections graves.

Pour cela un dénombrement des germes totaux, coliforme fécaux et levures et moisissures est primordial pour l'appréciation des qualités microbiologiques du produit avant qu'il soit consommé.

+ Mode opératoire :

Le dénombrement de la *FAMT* (*flore aérobie mésophile totale*) est généralement réalisé sur milieu solide PCA.

A partir des dilutions décimales allant de 10^{-1} à 10^{-3} , ensemercer aseptiquement 1ml dans une boîte de pétri vide et stérile. Couler dans chaque boîte de la gélose PCA préalablement fondue et ramenée à 45°C.

+ Lecture :

Les colonies de la *FAMT* se présentent sous forme lenticulaire en masse, et pour le dénombrement ne retenir que les boîtes contenant entre 30 et 300 colonies. Puis multiplier le nombre de colonies trouvées par l'inverse de sa dilution.

Recherche et dénombrement des coliformes totaux

+ Mode opératoire :

On introduit aseptiquement et respectivement 1 ml de chaque dilution dans une série tube contenant le milieu BLBVB (bouillon lactosé bilié au vert brillant) avec cloche de Durham. Ensuite vient l'incubation à l'étuve à 37°C pendant 24 à 48 h.

+ Lecture :

Les tubes considérés positifs sont ceux qui présentent à la fois :

Un dégagement gazeux occupant un dixième au moins du volume de la cloche et un virage du vert au jaune ce qui confirme la fermentation du lactose présent dans le milieu.

Recherche et dénombrement des coliformes fécaux (*Escherichia coli*)

Germes habituels du tube digestif de l'homme ou des animaux qui peuvent avoir plusieurs sources de contamination : d'origine fécale, mauvaise hygiène des mains, manque de désinfection des sanitaires, grossière erreur de nettoyage...

Leur présence dans un produit cuit indique une contamination lors des manipulations d'après cuisson.

+ Mode opératoire :

Les tubes BLBVB positifs lors du dénombrement des coliformes totaux feront l'objet d'un repiquage à l'aide d'une pipette Pasteur d'1 ml dans respectivement :

Un tube contenant le milieu BLBVB et un tube d'eau peptonée exempte d'indole.

Les résultats sont exprimés selon le nombre le plus 5NPP) de la table de MAC-GRADY.

+ Lecture :

Les tubes considérés positifs sont ceux qui présentent à la fois :

Un dégagement gazeux dans les tubes de VLBVB (Schubert) et un anneau rouge après l'adjonction de 3 à 2 gouttes de réactifs de KOVACS dans les tubes de Schubert (témoin de la production d'indole par *Escherichia coli*).

Les résultats sont exprimés selon le nombre le plus 5NPP) de la table de MAC-GRADY.

Recherche et dénombrement de *Staphylococcus aureus*

S. aureus est une bactérie aérobie facultative préférentielle, et se développe bien sur les milieux minimum (milieux de bases). C'est une bactérie mésophile (37 °C de croissance

optimal), [neutrophile](#) (pH 7 optimal) et [halophile](#) (se développe à de fortes concentrations de NaCl).

✚ Mode opératoire :

Transférer à l'aide d'une pipette stérile 1 ml de la dilution 10 puissance -1 à dans la boîte Baird Parker, puis étaler soigneusement l'inoculum à la surface.

La boîte sera incubée à 37°C pendant 24h à 48 h.

✚ Lecture :

Les colonies de [S. aureus](#) présentent un aspect caractéristique après 24 heures d'incubation à 37°C : Colonies noires, brillantes, entouré d'un halo transparent et d'un liseré opaque de 2 à 5 mm de diamètre.

Recherche et dénombrement de Clostridium sulfito réducteur

Le genre *Clostridium*, appartient à la famille des bacillaceae renferme, entre autres, les *Clostridium sulfito-réducteurs* qui sont des germes immobiles, Gram+, sporulés, activité fermentaire. La plus part des espèces de ce genre sont gazogène et le plus souvent à l'origine d'intoxication très graves parfois mortelle comme dans le cas de *Clostridium botulinum*.

La recherche des *clostridium sulfito-réducteurs* se fait sur milieu viande foie (VF).

✚ Mode opératoire :

Introduire deux fois 5ml de la dilution 10⁻¹ du produit à traiter dans deux tubes stériles, et 1ml dans un troisième tube qu'on complète par 4 ml d'eau distillée stérile.

Porter ces trois tubes au bain marie à 80°C pendant 10 min, puis les refroidir rapidement sous l'eau du robinet. Les formes végétatives sont alors détruites, seules les spores subsistent.

Verser stérilement la gélose viande foie régénérée, refroidie à 65°C et additionnée de sulfite de sodium et d'alun de fer. Bien mélanger les tubes sans faire de bulles (anaérobiose) et laisser solidifier sur la paillasse.

✚ Lecture :

Les C.S.R. apparaissent sous forme de colonies entourées d'un halo noir.

Recherche et dénombrement des salmonelles

Ce sont des entérobactéries [bacilles](#) à [Gram négatifs](#), pouvant être à l'origine de **toxi-**infections alimentaires très graves ; présentes dans le tube digestif des animaux et de l'homme (malades ou porteurs sains) ; elles sont détruites par la cuisson.

Mode opératoire :

Etant donné la faible présence de salmonelle dans le produit, leur recherche nécessite de procéder à un pré-enrichissement et un enrichissement avant de faire l'ensemencement :

Pré-enrichissement :

Introduire 25 ml de l'échantillon à analyser dans 100 ml de BLMT (bouillon lactosé au monitol tamponné) qui est incubé à 37°C pendant 24 heures.

Enrichissement :

Prélever 1 ml du milieu de pré-enrichissement et ensemer dans 10 ml de SFB (sélénite acide de sodium et cystéine), incubé à 37°C pendant 24 h.

Isolement :

Effectuer à partir du milieu SFB un isolement à la surface de gélose Hektoen.

Lecture :

Les salmonelles se présentent sous forme de colonie de petite taille (2 à 4 mm et de couleur bleu verdâtre à contour régulier.

Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux

Les *streptocoques fécaux* sont des germes rencontrés généralement au niveau de l'intestin de l'homme et des animaux à sang chaud, leur présence est un signe de contamination fécale.

Cette recherche comprend deux testes. Le premier est présomptif et se fait sur milieu de Rothe. Le second est confirmatif avec le milieu de Litsky.

Mode opératoire :

Test sur milieu de Rothe

A partir du lait à examiner, on prélève (n) fois 10ml qu'on introduit dans (n) tubes contenant le milieu de Roth dont l'agent sélectif est l'azothydrate de sodium.

On inocule ces tubes par 1ml de solution mère ou dilutions puis on incube à 37°C pendant 24 heures.

Les tubes considérés positifs, sont ceux présentant un trouble, ils sont donc soumis au test confirmatif dans le milieu de Litsky.

Test sur milieu de Litsky

Le milieu de Litsky contient deux agents sélectifs qui sont l'Azothydrate de sodium et l'éthyle violet.

Après agitation des tubes présomptifs positifs, reporter une anse bouclée de leur contenu dans un tube du milieu de Litsky.

Après incubation à 37°C pendant 24 à 48 heures

Lecture

Les tubes considérés positifs sont ceux qui présentent un trouble microbien et parfois avec apparition d'une pastille violette au fond du tube.

La recherche et le dénombrement des *levures* et *moisissures*

- Les levures et moisissures constituent une bonne flore indicatrice de la qualité marchande du produit.
- Le dénombrement de cette flore permet d'apprécier la capacité de conservation des produits laitiers (Petransxiene et Lapied, 1981).

Mode opératoire :

Etaler à la pipette râteau 0,1ml de la dilution 10^{-1} à la surface du milieu Sabouraud (Joffin et Joffin, 1985).

 **Incubation :** Incuber à 22°C pendant 5 jours.

Lecture :

- Les *Levures* sont brillantes, rondes et bombées.
- Les *Moisissures* ont un aspect velouté et sont plus grandes.

Annexe 3

TABLE DE MAC GRADY POUR DENOMBREMENTS MICROBIENS EN MILIEU LIQUIDE

INDICE NPP COMBINAISONS DE RESULTATS POSITIFS ET NEGATIFS OBTENUS
AVEC 1 FRACTION DE 50 ml. 5 FRACTIONS DE 10 ml. 5 FRACTIONS DE 1 ml.
COLIFORMES (EAUX)

Nombre de tubes donnant une réaction positive			Indice NPP Nombre de germes par 100 ml
1 flacon de 50 ml	5 tubes de 10 ml	5 tubes de 1 ml	
0	0	1	1
0	0	2	2
0	1	0	1
0	1	1	2
0	1	2	3
0	2	0	2
0	2	1	3
0	2	2	4
0	3	0	3
0	3	1	5
1	0	0	1
1	0	1	3
1	0	2	4
1	0	3	6
1	1	0	3
1	1	1	5
1	1	2	7
1	1	3	9
1	0	0	5
1	2	1	7
1	2	2	10
1	2	3	12
1	3	0	8
1	3	1	11
1	3	2	14
1	3	3	18
1	3	4	21
1	4	0	13
1	4	1	17
1	4	2	22
1	4	3	28
1	4	4	35
1	4	5	48
1	5	0	24
1	5	1	35
1	5	2	54
1	5	3	92
1	5	4	161

TABLE DE MAC GRADY POUR DENOMBREMENTS MICROBIENS EN MILIEU LIQUIDE

INDICE NPP COMBINAISONS DE RESULTATS POSITIFS ET NEGATIFS OBTENUS
 AVEC 3 FRACTIONS DE 10 ml. 3 FRACTIONS DE 1 ml. 3 FRACTIONS DE 0,1 ml.
 STREPTOCOQUES FECAUX (EAUX)

Nombre de tubes donnant une réaction positive			Indice NPP Nombre de germes par 100 ml
3 tubes de 10 ml	3 tubes de 1 ml	3 tubes de 0,1 ml	
0	0	1	3
0	1	0	3
1	0	0	4
1	0	1	7
1	0	1	7
1	1	1	11
1	2	0	11
2	0	0	9
2	0	1	14
2	1	0	15
2	1	1	20
2	2	0	21
2	2	2	28
3	0	0	28
3	0	1	39
3	0	2	64
3	1	0	43
3	1	1	75
3	1	2	120
3	2	0	93
3	2	1	150
3	2	2	210
3	3	0	240
3	3	1	460
3	3	2	1100
3	3	3	1400

TABLE DE MAC GRADY POUR DENOMBREMENTS MICROBIENS EN MILIEU LIQUIDE

TABLE POUR DEUX TUBES ENSEMENCES AVEC CHAQUE DILUTION

Nombre caractéristique	Nombre probable Des microbes	Nombre caractéristique	Nombre probable Des microbes
000	0,0	121	3,0
001	0,5	200	2,5
010	0,5	201	5,0
011	0,9	210	6,0
020	0,9	211	13,0
100	0,6	212	20,0
101	1,2	220	25,0
110	1,3	221	70,0
111	2,0	222	110,0
120	2,0		

Annexe 4

Analyses physicochimiques du lait, et du yaourt

Mesure de l'extrait sec total

La mesure l'extrait sec total de l'échantillon est donné en pourcentage de masse de résidu obtenu après dessiccation à 90°C, après évaporation d'un certain volume d'eau et la pesée du résidu.

Mode opératoire

Dans des capsules séchées et tarées, du dessiccateur à balance on introduit 2,5 ml de lait, alors que pour le yaourt on pèse 1.5g. On fixe la température à 90°C, quand le poids de l'échantillon est fixe (dessiccation totale), l'appareil s'arrête automatiquement et affiche la valeur de l'extrait sec en pourcentage.

Mesure de l'acidité titrable

Mode opératoire:

On introduit 10 ml de lait dans un bêcher et on ajoute 4 gouttes de phénolphtaléine, ensuite on titre avec une solution de NaOH (N/9) dont 1 ml correspond à 0,01g d'acide lactique

Expression des résultats:

L'acidité est exprimée en degré DORNIC, c'est-à-dire en décigramme d'acide lactique par litre de lait.

$$\text{Acidité} = V_1 \cdot 10$$

V₁: Volume en millimètre de la solution NaOH (N/9) nécessaire pour neutralise l'acide lactique.

Détermination de la teneur en matière grasse du lait

(Méthode acido-butyrométrique de Gerber) :

Introduire 10 ml d'acide sulfurique dans un butyromètre et ajouter 11 ml de lait puis ajouter 1 ml de l'alcool isoamylique : "Méthyl-3 Butanol-1".

Boucher avec soin le butyromètre, l'agiter avec précaution mais énergiquement et rapidement jusqu'à dispersion des grumeaux.

Centrifuger immédiatement pendant 10 minutes, ensuite lire directement la valeur (A) de la graduation correspondant au niveau inférieur de la colonne lipidique, lire aussi

rapidement que possible la valeur (B) de la graduation correspondant au point le plus bas du ménisque supérieur de la colonne lipidique.

La teneur en matière grasse est donnée par les relations suivantes :

✚ Matière grasse en grammes par litre : $(B - A) \times 10$.

✚ Matière grasse en % m/m : $(B - A) / P20$.

✚ **P20** étant la masse volumique de l'échantillon pour essai.

Détermination de la teneur en matière grasse du yaourt

(Méthode acido-butyrométrique de Van Gulik) :

introduire 3 g de ce dernier dans le godet en verre du butyromètre ; fermer le col du butyromètre au moyen d'un bouchon en caoutchouc muni du système de pesage contenant la prise d'essai.

Ajouter de l'acide sulfurique (11 à 12 ml) par l'autre extrémité restée ouverte jusqu'à ce que le niveau d'acide atteigne une hauteur d'environ les 2/3 de la chambre du butyromètre et que le système de pesage soit complètement entouré d'acide sulfurique ;

Placer le butyromètre, le col en bas, pendant 5 minutes, dans un bain d'eau à $65^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$; le retirer ensuite du bain d'eau et l'agiter énergiquement pendant 10 secondes.

Répéter les opérations de chauffage et d'agitation jusqu'à dissolution complète des protéines, ce qui demande, en général, environ une heure, et les poursuivre ensuite pendant 15 minutes.

Retirer le butyromètre du bain d'eau et, après avoir soigneusement agité, ajouter 1 ml d'alcool amylique. Agiter à nouveau immédiatement pendant au moins 3 secondes ;

Ajouter de l'acide sulfurique par l'ouverture étroite jusqu'à ce que le niveau atteigne le trait repère 35 % de l'échelle. Fermer immédiatement avec un petit bouchon et retourner le butyromètre.

Agiter énergiquement pendant 10 secondes dès que la matière grasse est montée dans la chambre du butyromètre ; ajuster le bouchon du col de façon à amener la colonne de matière grasse dans la partie graduée, et centrifuger le butyromètre pendant 10 minutes.

Noter le trait repère (A) coïncidant avec l'extrémité inférieure de la colonne de matière grasse puis, en ayant soin de ne pas bouger celle-ci, noter aussi rapidement que possible (en moins de dix secondes) le trait repère (B) coïncidant avec le point le plus bas du ménisque en haut de la colonne grasse, en effectuant cette lecture à la moitié du plus petit échelon près (0,25%).

La teneur en matière grasse, exprimée en grammes pour cent grammes de yaourt, est égale à : $B - A$.

Avec : **A** : est la lecture faite à l'extrémité inférieure de la colonne de matière grasse ;

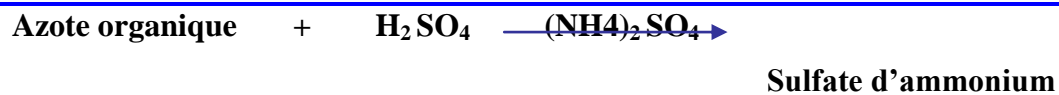
B : est la lecture faite à l'extrémité supérieure de la colonne de matière grasse.

Dosage de la matière azotée totale selon la méthode de KJELDAHL (AFNOR, 1982)

- Mode opératoire :

+ Minéralisation :

Dans le matras Kjeldahl, introduire 1 à 2 g d'échantillon. Ajouter 15 à 20 ml d'acide sulfurique concentré, environ 2g de catalyseur composé de 100g de sulfate de potassium pur, 10g de sulfate de cuivre pur et 1g de sélénium en poudre pur, après homogénéisation laisser pendant 3 heures dans le minéralisateur jusqu'à obtention d'une solution limpide et ceux-ci par chauffage modéré, puis fort en évitant de surchauffer les parois du matras.



+ Distillation et dosage de l'ammoniac :

Après refroidissement, le minéralisât est récupéré avec précaution dans une fiole et on ajuste à 100ml avec l'eau distillée. Transvaser 20 ml du minéralisât dilué dans un ballon additionné de 20 ml de lessive de soude à 33 %, plus 80 ml d'eau distillée.



- ❖ Placer le ballon dans le distillateur.
- ❖ Placer l'allonge qui termine le dispositif dans un bûcher de 200 ml contenant 20ml d'acide borique à 4% et 2 gouttes d'indicateur (TASHIRO).
- ❖ Titrer le distillât avec l'acide sulfurique à N / 50 (d = 1,83)

- Expression des résultats :

Les résultats sont exprimés en pourcentage de matière sèche (MS) de la façon suivante :

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

X: Descente de la burette (ml)

Y: Prise d'essai (1g)

A: Volume du minéralisât

γ : 10^{-6}

Teneur en M.A.T (% M.S) = N (g). (6,25/ M.S) .100

Annexe 5

6. Présentation de la laiterie de l'étude :

6.1. Laiterie EL BOUKHARI :

La laiterie «EL BOUKHARI» est une propriété privée créée le 01/01/2006, implantée dans la zone industrielle à 06 Km au sud de KSAR EL BOUKHARI Wilaya de MEDEA, d'une superficie de vingt (22) hectares, la laiterie EL BOUKHARI est spécialisée dans la fabrication du lait et ses dérivés selon les normes certifiées ISO 9001-2000.

Les taux moyens de production de la gamme de produits sont comme suit :

Lait pasteurisé combiné : 12000 l/jour

Raïb en pot et en sachet : 12000 l/jour

L'ben : 10000 l/jour

Yaourt en pot et en bouteille : 3000 l/jour

Beurre : 260 Kg/semaine

Crème glacée: 2500 l/jour (production saisonnière)

La laiterie est mobilisée grâce à un personnel de 250 employés : deux gérants, 20 cadres supérieurs, 09 chauffeurs et deux mécaniciens, 06 agents de sécurité, 04 comptables, 184 ouvriers, 20 fermiers, et 3 vétérinaires.

6.2. Présentation de la ferme et du cheptel bovin :

La ferme de la laiterie dispose actuellement d'un effectif global de 438 têtes, dont la répartition selon les races est comme suit : 120 Holstein à pie rouge et noire, 88 Montbéliarde, 80 Fleckvieh, 35 Normande et 8 Brune des Alpes le reste du cheptel est représenté par des vaches croisées au niveau de la ferme.

Parmi les 438 vaches il y'a 248 vaches en lactation, 70 vaches en tarissement, 44 génisses, 38 vèles, 37 veaux et cinq taureaux reproducteur. Il existe deux modes de reproduction pour maintenir l'effectif : l'insémination artificielle et l'accouplement.

La ferme comporte plusieurs bâtiments pour l'élevage bovin :

- Bâtiment des vaches laitières en production (stabulation semi-entravée)
- Bâtiment des vaches laitières en tarissement (entravée)
- Bâtiment des mise-bas.
- Une nourricière.

- Un centre de collecte de lait cru réparti en une salle de traite (traite mécanique), et la salle de collecte proprement dite avec 03 cuves d'une capacité de 1200 l.

- Un hangar de stockage d'aliments grossiers (foin et paille), d'une capacité de 50.000 bottes et un autre pour la préparation du concentré, dont la formulation suit les données des tables de rationnement muni de trois broyeurs-mélangeurs.

La production laitière de la ferme de la laiterie est en moyenne de 5000 litres de lait cru par jour.

6.3. Mode d'alimentation et abreuvement du cheptel :

On signalera tout d'abord que la culture fourragère est inexistante dans cette exploitation, le fourrage, la paille ainsi que le foin sont importés de l'extérieur.

Les vaches ont reçu une ration à base de foin et de paille, le foin avec une quantité de 10 kg/jour/vache en deux prises (5 kg le matin, 5 kg le soir) et la paille avec 6 kg/jour/vache en une seule prise le soir, complétée par un aliment concentré avec une quantité de 12 kg/jour/vache distribué deux fois par jours (5 kg le matin et 7 kg le soir).

L'aliment des vaches (le concentré) additionné dont la formulation est basée sur les données des tables de rationnement est constitué de maïs, orge, soja, sels, vitamines (A, D₃ et E) et d'oligoéléments (Zinc, Cuivre et Fer).

Comme l'exploitation n'a pas les potentialités nécessaires pour fournir un fourrage vert toute l'année, ce dernier n'est consommé par les vaches qu'en printemps (Mars, Avril et début Mai), disponible juste le matin et additionné à la paille et le concentré.

L'eau, est en revanche, disponible à volonté par le biais d'abreuvoirs.

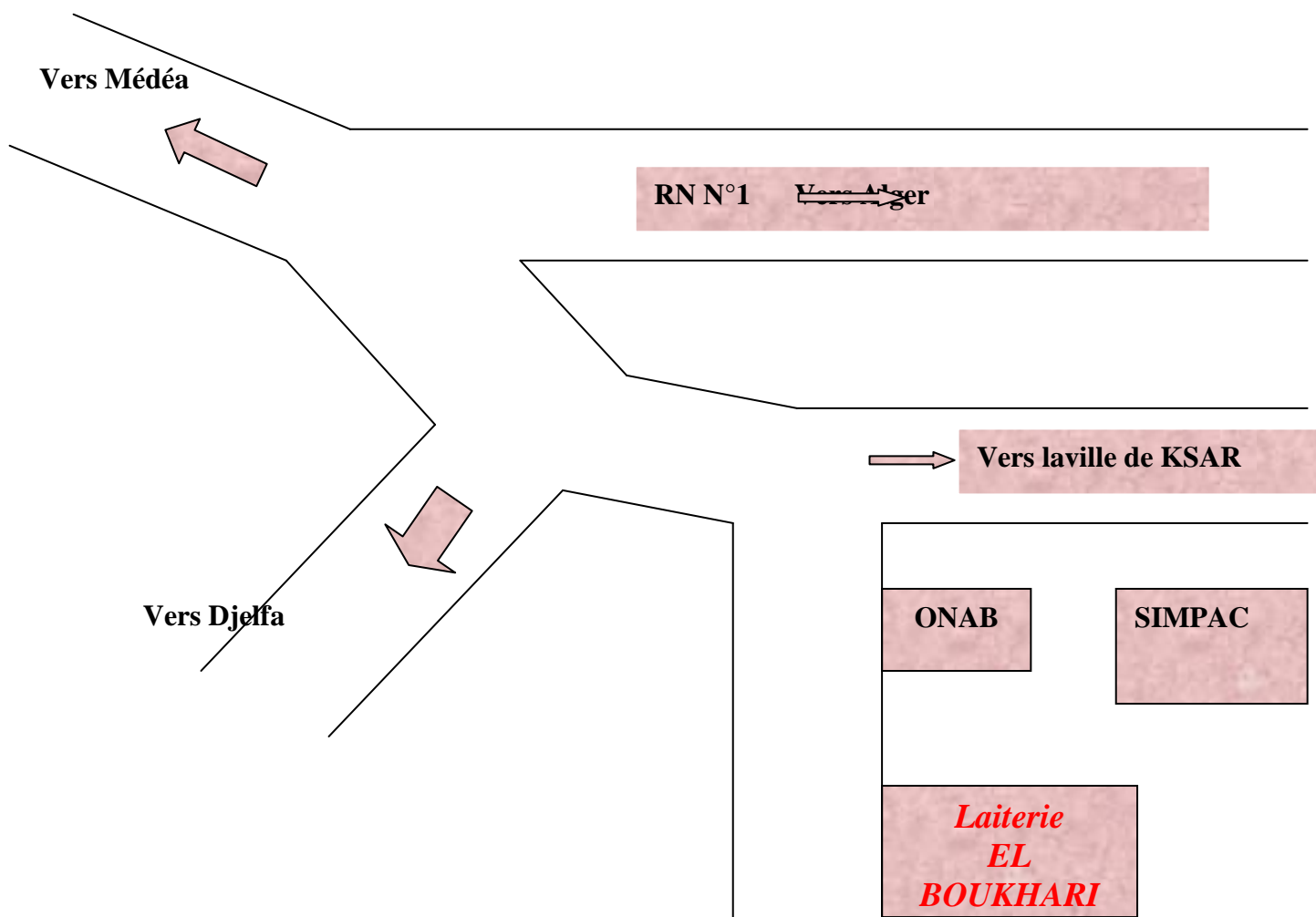


Figure : Implantation géographique de la laiterie EL BOUKHARI



Figure :Bâtiment des vaches laitières en production (stabulation semi-entravée)



Figure :Bâtiment des vaches en tarissement (stabulation entravée)



Figure :Salle de traite (traite mécanique)

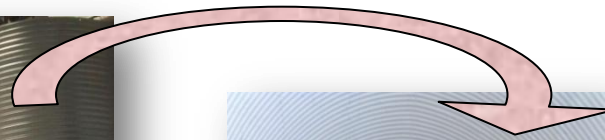


Figure :Hangar de préparation du concentré



Figure: Hangar destockage

- 1.4. Personnel :** Cette ferme est mobilisée grâce à un personnel permanent constitué par ;
- Un gérant représenté par le propriétaire.
 - 20 ouvriers fermiers permanents.
 - 3 vétérinaires.
 - Un technicien.
 - 02 chauffeurs et deux mécaniciens.

Renseignement relatifs de la ferme

Présentation de la ferme	
Localité	Ksars el boukhari
Propriétaire	M ^r TAHAR
Présence de vétérinaire	Visite
Nombre de vaches laitières	300
Type de stabulation	Mixte
Type de production	Laitière
Hygiène de l'étable	bonne
Produits utilisés et fréquence	Eau Javellisée Biocide 1 fois /semaine
Type de la litière	paille
Fréquence de renouvellement de la litière	Chaque jour
Mode de traite	Machine
État de la machine à traite	Neuve
Hygiène de la machine à traite	Hyprochlore® Hypracide®
Nombre de traite par jour	2 fois/jours
Essuyage de la mamelle après le lavage	oui
Désinfection de l'extrémité du trayon avant antibiothérapie	alcool
Régime alimentaire en lactation	Concentré, Fourrage vert
Régime alimentaire au tarissement	Paille, concentré spéciale au tarissement
Transition	oui
Mode de tarissement	provoqué
Durée moyenne du tarissement	2 mois
Produit utilisés lors de mammite clinique	Mastalone® Cloxaléne® SYNULOX®
Dépistage des mammites subcliniques	Oui (C.E)

Annexe 6

Fiche d'identification des vaches :

Race	Numéro De Lactation	N° d'identification	Age (année)	Stade de (lactation)
Fleckvieh	Lactation I	552521254 - 521645874	3-3	04-02
	LactationII	545480152 - 458932564	5-4	01-03
	LactationIII	36827099 - 45689452	5-7	02-02
Holstein	Lactation I	5800510460 - 02659412	3-3	01-04
	Lactation II	079632978 - 074523641	4-4	03-01
	Lactation III	011538646 - 45781245	6-5	03-01
Montbéliarde	Lactation I	03524248 - 36541201	4-3	02-03
	Lactation II	45120436 - 78954215	5-5	01-02
	Lactation III	54871460 - 5648721	7-5	01-04
Normande	Lactation I	078078909 - 26541210	3-4	03-01
	Lactation II	3546050011 - 6598425	5-4	02-01
	Lactation III	16343301 - 5625484	6-7	02-02
Brune des alpes				
	Lactation II	035309393 - 45756894	4-4	01-03

