

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIEIQUE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE VETERINAIRE – ALGER

المدرسة الوطنية العليا للبيطرة- الجزائر

PROJET DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION

DU DIPLOME DE DOCTEUR VETERINAIRE

THEME :

**Les facteurs de variations du taux butyreux du lait de vache**

Présentés par : BENCHERIK ALI

BOURENNANE BOUBAKEUR

LATTOUI AMAR

**Soutenu devant le jury :**

Présidente : M<sup>me</sup> REMAS.K maitre-assistant 'Classe A' (à l'ENSV)

Promotrice : M<sup>me</sup> GOUAS.Y maitre-assistant 'Classe A' (à l'ENSV)

Examinatrices : M<sup>lle</sup> BENALI.N maitre-assistant 'Classe B' (à l'ENSV)

M<sup>lle</sup> DAHMANI.Y maitre-assistant 'Classe B' (à l'ENSV)

Année universitaire : 2012/2013

# Remerciement

*Au nom du dieu clément et miséricordieux*

Nous tenons tout d'abord à remercier le bon *DFEU* de nous avoir donné la foi, La force et la volonté pour atteindre notre objectif

Nous remercions nos très chers *PARENTS* pour leur soutien et leur patience

Nous adressons aussi nos sincères sentiments gratitude à notre promotrice Madame *JOUAS YAMINA*

Nos plus vifs remerciements aux membres de jury qui nous font l'honneur de présider et d'examiner ce modeste travail.

Nous remercions chaleureusement :

Tout le personnel de l'école nationale vétérinaire, agents de sécurité, femmes de ménage, techniciens informatiques, bibliothécaires, audiovisuel, magasiniers, chauffeurs, qui ne nous ont jamais refusé leurs services.

Egalement, nos remerciements à tous ceux qui ont aidé de près et loin dans la réalisation de ce projet de fin d'étude.



# Dédicace

## Je dédie ce modeste travail :

*A ma mère,.....en vous, je vois la maman parfaite, toujours prête à se sacrifier pour le bonheur de ses enfants.*

*A mon Père,.....en vous, je vois un père dévoué à sa famille. Ta présence en toute circonstance m'a maintes fois rappelé le sens de la responsabilité .merci pour tout.*

*A ma grande famille sans oublier mes grands-parents.*

*A OUMMI et Ses Filles sans exception*

*A mes sœurs : ZOÛRA, DJAMILA et KHADIDJA a et mes frères et surtout MOUH, HAMID et MUSTAPHA.*

*A la personne la plus magnifique que j'ai rencontré dans ma vie : NAOUEL*

*A mes trinômes : ZAMIRA et ALILO pour leur patience avec moi tout au long de notre projet.*

*À mes amis que je ne les oublierai jamais dans ma vie : Abdelrahmen ; Amine.h ;Hasni ; Hamaida; Bachir Bezdi ;Lokmen*

*A tous mes amis de Bouraoui : Zawech ;Miloud ; chouchou; khelifa ; khialil ; Raouf..... et surtout HaKim*

*A ma deuxième famille group laskin fi laghaout , des gens en or :Karima ;Yasmine ; Hanna ; Hannan ;lilia ; Rezkj ;Amine ; Walid ; Nadir ;;Samir ;Houssame.S ; Zakj ; Elmili ; ..... pour les moments qu'on a passé ensemble.*

*A toute la promotion 2013.*

*Et que toute personne m'ayant aidé de près ou de loin, trouve ici l'expression de ma reconnaissance.*

*Renna . Bakker*

# DEDICACE

Tout d'abord je tiens à remercier Dieu qui m'a donné le courage  
et la foi pour réaliser ce travail  
Je dédie ce présent travail  
A ma chère Maman qui m'a tellement aidé et soutenu tout au long  
de mon parcours d'étude,  
que Dieu me la garde.  
A mes chers frères  
Khaled, Attia, Adnan, AEK, Massaoud  
A mes chères sœurs  
A toute ma famille, grands et petits  
spécialement mon frère Attia, et mes oncles  
A mes très chers trinômes "Boubakeur et Amar" qui m'ont  
soutenu et supportés,  
et avec lequel on a passé des moments inoubliables  
ainsi qu'à toute sa famille  
A tout mes amis, spécialement Salem, Miloud, Tarek, Bachir, Ali,  
Khalil, Lazehari, Hakim, Raouf,  
Soumia et à toute la promotion 5<sup>ème</sup> année.



# *Dédicaces*

*Au nom de Dieu le tout puissant et le très miséricordieux par la grâce*

*Duquel j'ai pu réaliser ce travail que je dédie à :*

*Mes chers parents pour leur soutien chaque jour, leurs précieux  
conseils et leurs amours,*

*Que DIEU leur prête longue vie et bonne santé.*

*A ma moitié, pour son soutien et sa motivation pour ma nouvelle  
famille 'ABDERABI KARIMA'*

*Mes chers frères et ma chères sœurs pour leurs encouragements  
permanents*

*A toute la famille LATTOUI*

*A mes trinômes BAKKER et ALILO*

*A Mr LAKEHAL Omar*

*A tout mes amis proches et loins*

*A tout mes collègues d'études*

*La 35<sup>ème</sup>, 36<sup>ème</sup>, 37<sup>ème</sup> promotion de ENSV*

*AMRA*

# *SOMMAIRE*

<b>INTRODUCTION</b> .....	1
---------------------------	---

## **PREMIERE PARTIE : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE**

### **I-CHAPITRE 1 : Le lait : Définitions et caractéristiques physicochimiques**

I-1. Définitions.....	2
I-2.Composition chimique.....	2
I-2.1. Composés azotés.....	2
I-2.1.1. Protéines du lait.....	2
I-2.1.1.1. Caséines.....	2
I-2.1.1.2. Protéines solubles (sériques).....	3
I-2.1.1.3. Protéines dites « mineurs » .....	3
I-2.1.2. Azote non protéique.....	4
I-2.2. Composés lipidiques.....	4
I-2.3. Composés glucidiques.....	4
I-2.3.1. Lactose.....	4
I-2.3.2. Oligosaccharides.....	4
I-2.4. Eléments minéraux.....	5
I-2.5. Constituants du lait à activité biologique.....	5
I-2.5.1. Vitamines.....	5
I-2.5.2. Enzymes du lait.....	6
I-2.5.3. Hormones.....	7
I-3. Caractéristiques physicochimiques du lait.....	7
I-3.1. PH.....	7
I-3.2. Acidité titrable.....	8
I-3.3. Densité.....	8
I-3.4.Point de congélation.....	8
I-4.Origine des constituants du lait de vache.....	8
I-4.1.Matières azotées .....	8
I-4.2. Matière grasse .....	9
I.4.2.1-La composition de la MG.....	10
I.4.2.2-L'origine de la MG .....	11
I-4.3.Lactose.....	11
I-4.4.Constituants salins du lait.....	12
I-4.4.1.Constituants salins majeurs (macro-éléments) .....	12
I-4.4.2.Constituants salins mineurs (oligo-éléments) .....	12

### **II-CHAPITRE 2 : Alimentation de la vache laitière**

II-1. Les besoins d'entretien.....	13
II-2. Besoins de croissance et de reconstitution des réserves corporelles.....	13
II-3. Les besoins de gestation.....	14
II-4. Besoins de production laitière.....	14

### **III - CHAPITRE 3 : Facteurs de variation du taux butyreux :**

III- 1. Effet génétique.....	15
III -1.1. Effet de la race.....	16
III -1.2. Ecart au sein de même race.....	16
III -2. Effet du stade de lactation.....	16
III -3. Effet du numéro de lactation.....	16
III -4. Effet de la traite.....	17
III -5. Durée de tarissement.....	17
III -6. Effet de saison et du climat.....	17
III -7. Etat sanitaire des animaux.....	17
III -8. Effets de l'alimentation.....	18
III -8.1. Effet des niveaux d'apport d'énergie, de matières azotées et de matières grasses.....	18
III -8.2. Le mode de présentation des aliments.....	20

### **IV - CHAPITRE 4: la maîtrise quantitative de la matière grasse du lait par l'alimentation**

IV- 1. Effet du niveau d'apport d'énergie ou du niveau général d'alimentation.....	22
IV- 2. Effet de l'apport de matières grasses.....	22
IV- 3. Proportion de fourrage dans la ration.....	23
IV- 4. Effet de fibre.....	23
IV- 5. Effet de type de céréale.....	24
IV- 6. Produits tampons.....	25
IV- 7. Calendrier et système d'alimentation.....	25
IV- 8. Influence des principaux aliments.....	25
IV-8.1. Ensilage de maïs.....	25
IV-8.2. Foin et ensilage d'herbe.....	26
IV-8.3. Les betteraves.....	26
IV-8.5. Aliments concentrés.....	26
IV-9. Effet des régimes.....	28
IV-9.1. Régimes hivernaux avec fourrages conservés.....	28
IV-9.2. Régimes à base d'herbe pâturée.....	29
IV-10. Effet des concentrés.....	30
IV-10.1 .La proportion de concentré dans la ration.....	30
IV-10.2. La structure de la ration.....	30

IV-10.3. La nature du concentré.....	31
IV-11. Effet de la ration fourrages/concentrés.....	32

## **DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE**

1. Objectifs scientifiques.....	33
2. Lieu de l'étude .....	33
3. Méthodologie .....	33
4. RESULTATS ET DISCUSSIONS .....	33
4.1. RESULTATS .....	33
4.1.1 Calendrier fourrager .....	33
4.1.2 Quantités ingérées et % des aliments distribués .....	36
4.1.3 Pourcentage de concentré et du TB par ration .....	36
4.2. DISCUSSION .....	37
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS .....	38

# *Liste des abréviations*

## **LISTE DES ABREVIATION :**

**°C** : Celsius.

**ADF** : Fibre Détergent Acide.

**AG** : Acides Gras.

**C** : Carbone.

**c.-à-d.** : c'est-à-dire.

**D°** : Degré doronic

**g** : gramme.

**INRA** : Institut National des Recherche en Agronomie.

**mm** : millimètre.

**ITELV** : Institut Technique des Elevages.

**J** : Jour.

**Kg** : Kilogramme,

**MAT** : Matière Azotée Totales.

**MG** : Matière Grasse.

**Mg** : Milligramme

**MS** : Matière Sèche.

**NDF** : Neutre Détergent Fibre.

**PDI** : Protéines Digestibles dans l'Intestin.

**pH** : Potentiel Hydrique

**TB** : Taux Butyreux.

**TP** : Taux Protéique.

**UFL** : Unité Fourragère Lait.

**SFT** : Superficie Fourrage Totale.

*Liste des  
figures et  
Tableaux*

## **LISTE DES TABLEAUX :**

<b>Tableau 1 :</b> Constituants majeurs de la caséine de vache .exprimés en g/100g de caséine totale .....	3
<b>Tableau 2 :</b> Protéines dites solubles exprimées en g .....	3
<b>Tableau 3 :</b> Composition du lait en sels minéraux.....	5
<b>Tableau 4 :</b> teneurs du lait en cendres et en matières salines .....	5
<b>Tableau 5 :</b> Vitamines du lait de vache. .....	6
<b>Tableau 6 :</b> Répartition des enzymes du lait et leur teneurs exprimées en mg/l .....	7
<b>Tableau 7 :</b> Hormones dans le lait de vache .....	7
<b>Tableau 8:</b> Influence du régime alimentaire sur la composition du mélange d'acides gras volatils dans le rumen des vaches laitières.....	9
<b>Tableau 9 :</b> Besoins de production (énergie et azote) en fonction du TB et TP.....	14
<b>Tableau 10 :</b> effet de la race sur le taux butyreux.....	16
<b>Tableau 11:</b> Facteurs influençant la réponse du TB à l'ajout de lipides dans la ration .....	20
<b>Tableau 12 :</b> Effet de la finesse de hachage d'une ration (55% de foin de luzerne – 45% de concentré) sur les performances des vaches laitière .....	21
<b>Tableau 13 :</b> Effet de la sous-alimentation énergétique .....	22
<b>Tableau 14:</b> Effet de régime pauvre en matières grasses .....	23
<b>Tableau 15 :</b> Influence de la proportion d'aliments concentrés sur la production et la MG du lait .....	27
<b>Tableau 16 :</b> Importance relative des fourrages selon l'espèce et la surface occupée dans l'exploitation .....	34
<b>Tableau 17 :</b> pourcentage de concentré et TB.....	36
<b>Tableau 18 :</b> pourcentage de concentré et TB.....	36

## **LISTE DES FIGURES :**

<b>Figure I :</b> Représentation schématique d'un globule gras .....	10
<b>Figure II :</b> La synthèse de MG.....	11
<b>Figure III :</b> La proportion de superficie des cultures fourragère.....	35
<b>Figure IV :</b> Importance de l'irrigation de fourrage.....	35

# *Introduction*

## **INTRODUCTION :**

La matière grasse du lait est l'élément principal des constituants du beurre (il contient 80 à 82% de matière grasse). Ce taux butyreux peut être modifié par différents facteurs. Ces facteurs sont liés soit à l'animal lui-même (facteurs génétiques, stade physiologique, état sanitaire...), soit au milieu (traite, alimentation...).

Au cours de la dernière décennie, de nombreux travaux ont porté sur les techniques d'alimentation à mettre en œuvre afin de maîtriser les taux butyreux du lait, et ainsi fournir un lait correspondant à la demande du marché.

Aujourd'hui, les réponses scientifiques et techniques sur les relations entre l'alimentation et la composition du lait d'une part, et la composition du lait et son aptitude à la transformation d'autre part ne suffisent plus. Les éleveurs et les transformateurs s'interrogent sur le rôle du système fourrager et de la succession des régimes alimentaires au cours de la campagne laitière sur l'aptitude du lait à la transformation et sur la qualité organoleptique des produits finis.

Ainsi la transformation laitière fait régulièrement état d'une moindre qualité des produits finis (fromages et beurres) à certaines périodes de l'année, notamment en fin d'hiver et en été, qu'elle croit pouvoir imputer aux pratiques d'alimentation.

Il apparaît particulièrement utile de connaître également les conséquences des quantités des aliments concentrés dans la ration sur la teneur en matière grasse du lait.

Le but de ce travail est l'étude des facteurs alimentaires influençant le taux butyreux et à partir des données récoltées au niveau de la station de l'ITELV, déterminer la part du concentré dans les rations alimentaires et son effet sur le taux butyreux.

*Partie*

*bibliographique*

# *Chapitre I*

*Le lait :  
Définitions et  
caractéristiques  
physicochimiques*

**I-1.Définition :**

Le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum. Cette définition a été fixée dès 1909 par le congrès international de la répression des fraudes de Paris. Le lait sans indication de l'espèce de provenance correspond au lait de vache (Bourgeois et al ., 1990).

**I-2.Composition chimique :**

Le lait figure parmi les matières alimentaires les plus complexes, tant du point de vue structure que composition chimique. C'est probablement le seul aliment qui se présente sous quatre phases physiques (Adrian, 1973) :

- gazeuse : au moment de son édification, il renferme un petit pourcentage de gaz carbonique ; par la suite il contient une certaine quantité d'oxygène dissous ;
- aqueuse : supports du lactose, des protéines du sérum, de la plupart des vitamines hydrosolubles et des sels minéraux en solution ;
- colloïdale : formée par la micelle de caséine qui renferme des éléments minéraux et salins ;
- grasse : composée de globules gras dont le diamètre se situe habituellement entre 1 et 5 microns. Ils contiennent les triglycérides, les matières insaponifiables, les vitamines liposolubles. Les globules gras sont entourés d'une membrane protidique et de phospholipides à groupements lipophiles et hydrophiles.

**I-2.1.Composés azotés :**

Les matières azotées du lait se composent de 95% de protéines et 5% de substances azotées non protéiques (Luquet, 1986).

**I-2.1.1.Protéines du lait :**

Les protéines du lait forment un ensemble assez complexe constitué de caséine et de substances solubles (Adrian, 1973).

**I-2.1.1.1.Caséines :**

Ce sont les protéines majeures du lait qui précipitent à pH 4.6 et sous l'action de la présure (Adrian, 1973). Elles constituent 27 g/l et se présentent sous forme de micelles de phospho-caseinate de calcium (Luquet, 1986) formant des agrégats de centaines voire de milliers de molécules d'un 30 à 300 nanomètres, les caséines se composent de 4 constitutions majeurs et de plusieurs constituants mineurs (Tableau 1).

**Tableau 1 :** Constituants majeurs de la caséine de vache .exprimés en g/100g de caséine totale (Mathieu, 1998).

Constituants	g/100g de caséine totale
$\alpha_{s1}$	37
$\alpha_{s2}$	11
$\beta$	34
$\kappa$	12
$\gamma$	4
Constituants mineurs	2

#### I-2.1.1.2. Protéines solubles (sériques):

Le tableau 2 rapporte la teneur du lait en différentes protéines dites solubles. Elles sont nettement moins abondantes que les caséines. Elles représentent 15 à 20% des protéines du lait de vache et environ 17% de ses matières azotée totales (MAT).

**Tableau 2 :** Protéines dites solubles exprimées en g.l (Mathieu, 1998).

Fractions des protéines dites solubles	Teneur exprimées : g.l	Proportion relatives en % des protéines dites solubles
protéines solubles total	5.5	100
• -Albumines	4.3	78
- $\beta$ -lactoglobuline	2.8	51
- $\alpha$ -lactoglobuline	1.2	22
-serumalbumine	0.3	
• Globulines immunes	0.6	
• protéoses-peptones	0.6	

#### I-2.1.1.3. Protéines dites « mineurs » :

Avec une teneur de 0.3 g par litre, ces protéines représentent un peu moins de 1% des protéines totales, d'où le nom de mineurs. (Mathieu, 1998) distingue cinq fractions à savoir :

- ✓ La lactoferrine ou lactotransferrine qui fixe des ions  $Fe^{3+}$  ce qui lui confère une coloration rose plus ou moins intense d'où le nom de protéine rouge ;
- ✓ La ceruloplasmine qui fixe le cuivre ;
- ✓ La lactolline ne retient pas les métaux ;

- ✓ Les enzymes, telles que : lysozyme, lactoperoxydase, protéase alcaline...;
- ✓ Les protéines de la membrane des globules gras.

### **I-2.1.2. Azote non protéique :**

Il représente environ 5% d'azote non protidique et se présente sous forme d'acides aminés, urée, créatine, créatinine, acide urique, éthanplamine, taurine et acide hippurique (Adrian, 1973).

### **I-2.2. Composés lipidiques :**

La matière grasse du lait se présente sous forme de gouttelettes sphériques qui renferment des triglycérides enveloppés d'une membrane composée de substances diverses. Les globules gras sont insolubles dans l'eau, mais solubles dans les solvants organiques (Mathieu, 1998). Sur le plan biochimique les lipides de lait se composent selon Adrian, (1973) de :

-99% de triglycérides ;

-0.03 à 1.0% de phospholipides ;

-0.2 à 0,4% de stérols dont le plus connu est le cholestérol.

(Mathieu, 1998) relève que de nombreuses substances présentes en faibles quantités dans le lait sont dissoutes dans les lipides : acides gras libres et les constituants insaponifiables. La matière grasse du lait se caractérise aussi par sa forte teneur en acides gras volatils, en particulier ceux qui le sont dans l'eau (Rochaix et al., 1942). (Luquet, 1986) les ont repartis en acides gras,

- saturés : 60-65% : \*volatils : C4-C12.

\* fixes : C14-C20.

- insaturés : 35% .

Parmi ces acides gras, les plus abondants sont en nombre de deux: l'acide palmitique (25-30% des acides gras totaux) et l'acide oléique (23% des acides gras totaux) (Mathieu, 1998). Par contre les lipides complexes ou polaires qui sont présents en faible quantité, sont soit accompagnés à la matière grasse ou bien sont en combinaison intime (Rochaix et al., 1942).

### **I-2.3. Les composés glucidiques :**

#### **I-2.3.1. Lactose :**

Le lactose est le glucide essentiel du lait de vache. Il est considéré comme le constituant le plus abondant du lait après l'eau (Mathieu, 1998). Ce disaccharide est composé d'une molécule de D glucose et d'une D galactose (Adrian, 1973).

#### **I-2.3.2. Oligosaccharides :**

Ce sont des substances glucidiques variées présentes dans le lait de vache à des taux très faibles (Adrian, 1973).

**I-2.4.Eléments minéraux :**

Le lait renferme de 9 à 9,5 g de matières salines (Luquet, 1986). Ces auteurs distinguent deux types de minéraux (tableau 3) : les macros et les oligo-éléments.

**Tableau 3 :** Composition du lait en sels minéraux (Luquet, 1986).

Matière saline	En mg/100ml
<u>Macro-éléments :</u>	
-calcium ;	100-140
-phosphore ;	80-100
-magnésium ;	13
-potassium ;	140-175
-sodium ;	40-60
-chlore ;	115-165
<u>Oligo-éléments :</u>	
-fer ;	0.2
-zinc ;	150-400
-iode ;	2-10

(Mathieu, 1998) montre que la teneur des cendres n'est pas similaire à celle du système salin du lait ; elle n'est qu'une image déformée (tableau 4).

**Tableau 4 :** teneurs du lait en cendres et en matières salines (Mathieu, 1998).

Les sels, les minéraux et les cendres	Teneurs exprimées en g/l
-sels ou matières salines	8,5-9,5
-minéraux ou matières minérales	7-8
- cendres	7-8

**I-2.5.Constituants du lait à activité biologique :****I-2.5.1.Vitamines :**

Les vitamines sont des micronutriments qui doivent être apportés quotidiennement à l'organisme par défaut de leur synthèse par celui-ci. Ils sont utilisés comme biocatalyseurs qui entrent dans de nombreux métabolismes (Luquet, 1986). Le lait est une source importante de vitamines notamment A, D et B<sub>2</sub> (tableau 5).

Tableau 5 : Vitamines du lait de vache. (Mathieu, 1998).

Type de vitamines	Taux dans le lait cru en mg/l	Besoins quotidiens exprimés en mg (homme)	Ordre de grandeurs du Pourcentage de couverture des besoins quotidiens/l de lait
<b>1. Les vitamines liposolubles</b>			
-A rétinol	0,3-0,6	1-1,8	30
-D calciférol	0,5-1	5-35	3
-E tocophérol	0,8-1,5	10-25	6,5
-K	0,1		
<b>2. Les vitamines hydrosolubles :</b>			
-B <sub>1</sub> thiamine	0,3-0,7	1-2	33
-B <sub>2</sub> riboflavine ou Lactoflavine	1,2-2,0	1,2-2,8	80
-B <sub>5</sub> acide pantothénique	2,8-4,0	8-12	34
-B <sub>6</sub> pyridoxine	0,3-0,7	1,5-4,0	7
-B <sub>12</sub> cyanocobalamine	0,003-0,006	0,001-0,002	100
-C acide ascorbique	20-22	70-100	23
-H biotine	0,015-0,040		
-acide folique	0,05-0,10	0,1-0,2	50
-PP nicotinamide ou Niacinamide	0,4-1,0	10-20	5

### I-2.5.1. Enzymes du lait :

Le lait renferme plus d'une soixantaine d'enzymes, elles appartiennent à tous les groupes d'enzymes mais la plupart sont des oxydoréductases et des hydrolases (tableau 6). Bien qu'elles soient nombreuses leur rôle n'est pas toujours clairement établi. Certaines sont des facteurs de dégradation comme les protéases qui facilitent l'hydrolyse de la caséine et les lipases facteurs de rancissement. La quantité de quelques enzymes comme la catalase constitue un indicateur de niveau d'hygiène du lait.

Tableau 6 : Répartition des enzymes du lait et leur teneurs exprimées en mg/l (Mathieu,1998).

Nom	Répartition	pH optimum	Teneur en mg/l
<b>1. Oxydoréductases</b>			
Lactoperoxydase	Lactosérum	6,5-6,8	10-70
Xanthine oxydase	Membrane globulaire	7	120-160
Catalase	Membrane globulaire	6,8-7	
<b>2. Hydrolases</b>			
Phosphatase alcaline	Membrane globulaire	7-10	
Lysozyme	Lactosérum	8	0,01-0,18
Lipase naturelle	Caséine	7-9	1-2
Protéase alcaline	Caséine	7,5-8	
Protéase acide	Caséine	4	

**I-2.5.3.Hormones :**

Les hormones du lait proviennent du sang qui irrigue la mamelle. Parmi celles-ci la prolactine a été la plus étudiée (Tableau 7).

Tableau 7 : Hormones dans le lait de vache (Mathieu,1998).

<p>Hormones peptidiques :</p> <p>Prolactine ou lutéostimuline, LTH, hormone lactogène ;</p> <p>Thyrotrophin releasing factor TRF ;</p> <p>Gonadotrophin releasing factor GRF ;</p> <p>Hormones lactogènes placentaires.</p> <p>Hormones stéroïdes :</p> <p>Progestérone ;</p> <p>Autres hormones peptidiques :</p> <p>Hormones de croissance GH ou STH ou hormone somatotrophine ;</p> <p>Hormones lutéotropes.</p>
---

**I-3.Caractéristiques physicochimiques du lait :****I-3.1.PH :**

Le pH du lait des différentes espèces varie généralement entre 6,5 et 6,8 (Lemens, 1985). Pour un lait frais et normal de vache, il est de l'ordre de 6,7 et varie en fonction de sa richesse en phosphates, citrates et en caséines (Mathieu, 1998). Les travaux de (Singh, 1972) portant sur les

caractéristiques du lait, montrent que le pH du lait diminue vers le dernier stade de lactation suite à l'augmentation du taux de la caséine et du phosphate.

### **I-3.2. Acidité titrable :**

Le lait de vache est légèrement acide. Cette acidité est exprimée en degré doirnque c'est-à-dire en gramme d'acide lactique par litre de lait.

$$1^{\circ}\text{D} = 0,1 \text{ g d'acide lactique/l du lait}$$

L'acidité d'un lait frais dont le lactose n'a pas été transformé en acide lactique est de l'ordre de  $16^{\circ}\text{D}$  (Mathieu, 1998). Le pH et l'acidité évoluent avec la composition, ainsi une teneur élevée en composants acides (protéines, anions phosphate, citrate ou acide lactique) s'accompagne d'un pH faible contrairement à l'acidité de titration qui est élevé (Mathieu, 1998).

### **I-3.3. Densité :**

La densité du lait est le rapport des poids du même volume du lait et d'eau à une même température. Le thermo-lactodensimetre étalonné à  $20^{\circ}\text{C}$  est un outil de détermination rapide de la densité (Essalhi, 2002).

La densité est fonction de la composition du lait en éléments dissous ou en suspension et elle est inversement proportionnelle aux taux de matière grasse (Pirisi et al., 1994).

### **I-3.4. Point de congélation :**

Le point de congélation est considéré comme l'un des caractères physiques le plus constant. Sa valeur moyenne se situe entre  $-0,54^{\circ}\text{C}$  et  $-0,55^{\circ}\text{C}$ . Le mouillage augmente le point de congélation vers  $0^{\circ}\text{C}$  puisque le nombre de molécules et d'ions par litre diminue (Mathieu, 1998).

## **I-4. Origine des constituants du lait de vache :**

Les constituants du lait sont prélevés dans le sang qui circule abondamment dans la mamelle : il faut le passage d'environ 400 à 500 litres de sang pour le prélèvement des éléments constitutifs d'un litre de lait (Bickerstaffe et al, 1974). La glande mammaire transforme ces éléments ainsi prélevés par des mécanismes complexes de dégradation et de synthèse.

### **I-4.1. Matières azotées :**

En raison du rôle primordial de la glande mammaire dans les synthèses des protéines du lait, l'alimentation ne peut jouer dans ce domaine un rôle très important (Adrian, 1973). Mais d'après les théories modernes, les protéines du sang sont dégradées dans la mamelle en peptides et acides aminés à partir desquels cet organe construit les molécules azotées spécifiques du lait (Zelter, 1973).

Par conséquent il existe une relation entre le taux d'azote ingéré et la richesse du lait en protéines. En effet si les besoins en azote de la vache ne sont pas couverts, le lait s'appauvrit en protéines, les fractions  $\alpha$  et  $\beta$  de la caséine restent les plus sensibles (Adrian, 1973). L'édification

des caséines  $\alpha$  et  $\beta$  et la lactoglobuline se fait dans la mamelle à partir des acides aminés apportés par le courant sanguin. Par contre, les protéines plasmatiques, immunoglobulines et albumines sériques passeraient directement du sang au lait sans remaniements dans la mamelle (Zelter, 1973).

En raison du processus de remaniement fort complexe, chez les ruminants la plupart des acides aminés et des peptides provenant du sang à la mamelle n'est pas ceux directement ingérés par l'animal avec la ration. Mais représentent le produit de dégradation des microorganismes du rumen. Il y a seulement une très faible part des matières azotées alimentaires qui parvient non modifiée dans l'intestin grêle, lieu où elles sont hydrolysées en acides aminés qui sont absorbés dans le sang (Zelter, 1973).

#### I-4.2.Matière grasse :

Dans le lait de vache, les acides gras ont une double origine :

Environ 60% des acides gras sont prélevés par la mamelle dans le sang ; il s'agit surtout d'acides gras longs ou moyens qui proviennent soit directement des aliments après absorption soit de la lipomobilisation à partir des tissus adipeux ; ceci explique la modification de la composition en AG du lait observée en début de lactation ou dans le cas de déficit énergétique.

mammaire à partir du  $\beta$ -hydroxybutyrate et de l'acétate issu de la fermentation nominale des glucides pariétaux (Paccard, 2006).

La connaissance de l'origine des acides gras permet de comprendre et de maîtriser les variations de la concentration et de la composition des matières grasses du lait sous l'influence des facteurs alimentaires (Bickerstaffe et al, 1974) (Tableau 8).

**Tableau 8:** Influence du régime alimentaire sur la composition du mélange d'acides gras volatils dans le rumen des vaches laitières (SOLTNER, 1999).

Nature du régime	Acide acétique (C2)	Acide propénoïque (C3)	Acide butyrique (C4)	c <sub>2</sub> /c <sub>3</sub>	pH
Foin de luzerne en bourgeons	70%	18%	8%	3,9	6,5
aliment concentré (orge + tourteau) à volonté + foin	47%	28%	18%	1,7	6,1

La cellulose ingérée par la vache subit dans le rumen une fermentation qui produit les acides acétiques ou éthanoïque CH<sub>3</sub>-COOH et butyrique ou butanoïque CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-COOH. Ces acides sont transportés par le sang à la mamelle où ils sont additionnés, soudés dans les cellules des acini et

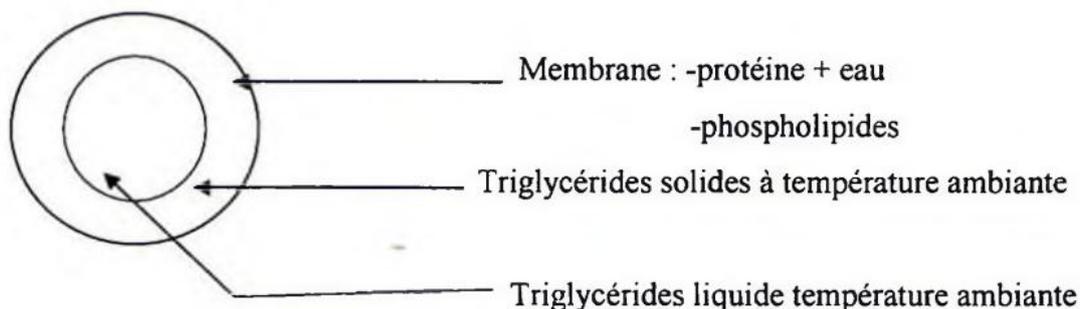
donnent des acides gras plus ou moins longs de 4 à 16 atomes de carbone (Mathieu, 1998).

C'est pourquoi l'action de la flore du rumen et de la glande mammaire est difficilement séparable puisque les produits formés par l'un étant repris par l'autre à des fins de synthèse (Smith et Dastur, 1965). La glande mammaire utilise les acides gras volatils formés dans le rumen et il semble que c'est l'acide acétique qui est utilisé de préférence pour la lipogenèse (Linzel, 1967).

En dehors de rallongement des chaînes d'acides gras, la mamelle réalise certaines opérations concernant les lipides du lait : elle est capable d'oxyder certaines molécules, comme l'acide stéarique qui peut être converti en acide oléique. Elle effectue aussi la synthèse du glycérol (Adrian, 1973).

#### I.4.2.1-La composition de la MG :

Les matières grasses du lait sont présentes dans le lait sous forme d'une émulsion de globules gras. Dans le lait de vache, ces globules gras mesurent en moyenne 1 à 5 microns (jusqu'à 20 microns) de diamètre. Les triglycérides liquides sont au centre du globule, les triglycérides solides à température ambiante sont à la périphérie, à la surface de globule, il y a une membrane formée de protéines, d'eau et de minéraux sur la face externe et les phospholipides sur la face interne (figure 1).



**Figure 1** : Représentation schématique d'un globule gras (JENNESS et SLOAN, 1970)

La teneur en matières grasses du lait est appelée taux butyreux (TB), il varie selon des conditions zootechniques (race et génétique de la vache, stade de lactation, alimentation ...etc.) (JENNESS et SLOAN, 1970).

I.4.2.2-L'origine de la MG :

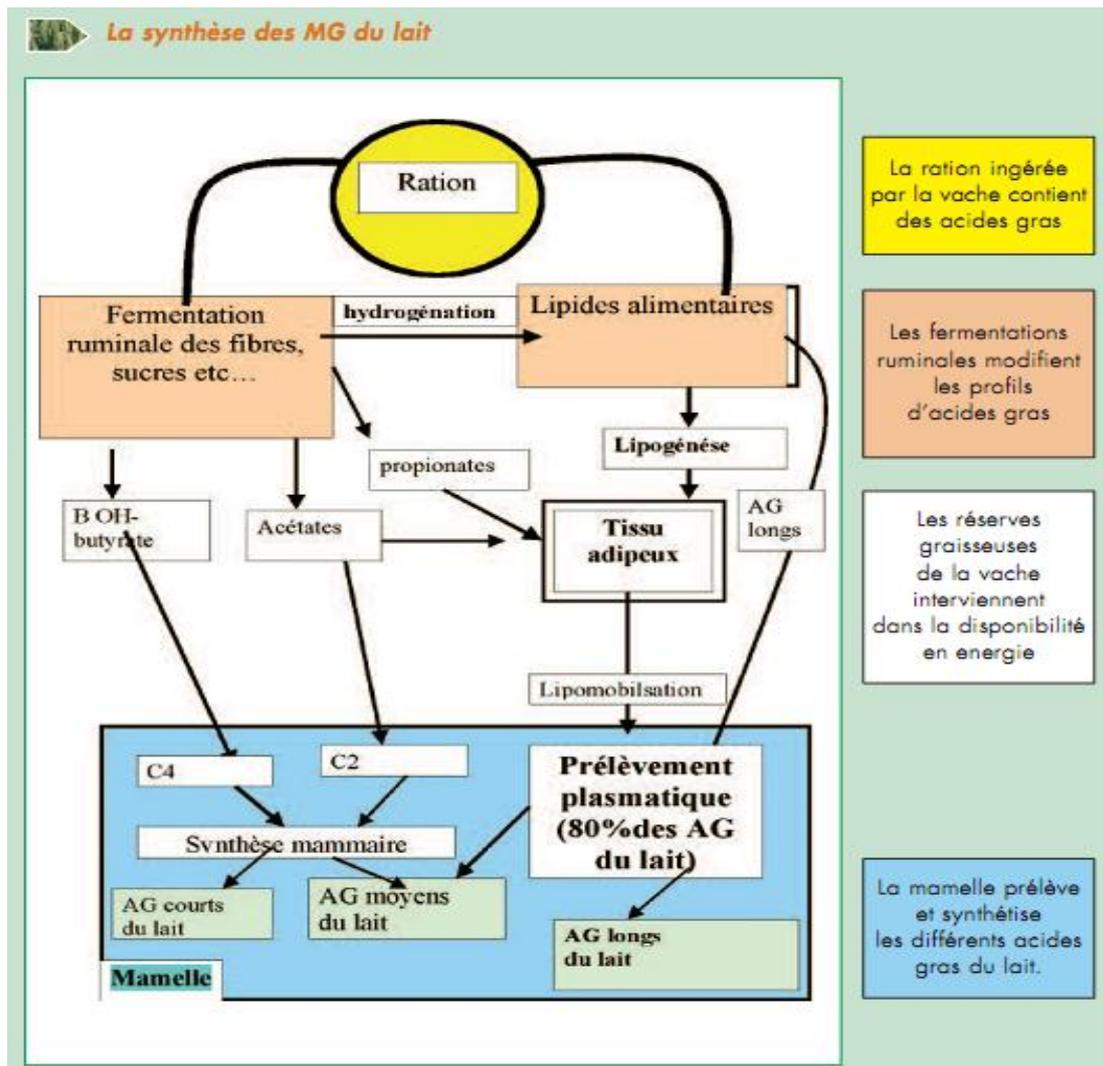


Figure 2 : La synthèse de MG (GROUPE ALIMENTATION OPTILAIT SUD OUEST, 2006).

I-4.3.Lactose :

Le lactose est spécifique à la glande mammaire. Elle effectue d'abord la synthèse du galactose, puis celle du disaccharide. Chez les ruminants, le glucose et le galactose peuvent provenir en partie de l'acide acétique formé dans le rumen lors de l'hydrolyse de la cellulose par la flore (Watkins et Hassid, 1962).

Les acini effectuent la synthèse du lactose à partir du glucose sanguin. Celui-ci est en grande partie produit par le foie qui utilise à son tour une partie de l'acide propénoïque résultant des fermentations dans le rumen, de certains constituants des repas de la vache comme l'amidon. Il provient aussi pour une faible part de l'hydrolyse des sucres ingérés, saccharose par exemple, qui passent dans le sang au travers de la paroi intestinale. Les cellules lactogènes ont la faculté de transformer, une partie du glucose prélevé en galactose, d'unir leurs molécules et ainsi de produire du lactose (Mathieu, 1998).

**I-4.4.constituants salins du lait :**

Ils se subdivisent en deux classes : les macroéléments et les oligo-éléments.

**I-4.4.1.Constituants salins majeurs (macroéléments) :**

Bien que ces éléments soient entièrement d'origine alimentaire, leur taux dans le lait ne reflète pas les quantités ingérées. Mais des mécanismes actifs qui règlent leur passage dans la glande mammaire. Cet organe joue un rôle de réservoir pour le calcium en emmagasinant le calcium d'origine sanguine (Swanson, 1957).

**I-4.4.2. Constituants salins mineurs (oligo-éléments) :**

Certains sont qualifiés de normaux ou de naturels tels que : cuivre, fer, zinc.... Ils passent des cellules lactogènes dans les canaux et citernes de la mamelle comme le lactose ou les caséines. Les autres dits de pollution ou de contamination comme le plomb, le mercure..., sont apportés au lait, après sa traite, par les ustensiles ou l'atmosphère (Mathieu, 1998).

# *Chapitre II*

## *L'alimentation de la vache laitière*

Pour répondre aux objectifs de l'éleveur qui sont la production d'un veau/vache/an et assurer une bonne production en quantité et en qualité du lait est appelé à suivre un programme d'alimentation adéquat pour combler les différents besoins de la vache laitière.

### **II-1. Les besoins d'entretien :**

Ils correspondent à la consommation des nutriments nécessaires au maintien de la vie d'un animal ne subissant pas de variation de sa masse corporelles ; ils se traduisent par l'utilisation d'énergie à l'accomplissement des fonctions de base de l'organisme (respiration, circulation sanguines, tonicité musculaire. .etc.) et par le renouvellement d'une partie des matériaux constitutifs des tissus animaux (Barret, 1992). Selon (Sérieys, 1990), les besoins d'entretien varient essentiellement en fonction du poids de l'animal.

Selon (Jarrige, 1988), chez le bovin adulte 2 à 4% des protéines totales sont renouvelées chaque jour, soit environ 2 à 3kg sur 85kg pour chaque vache. Ce même auteur rajoute que le pâturage accroît les dépenses d'entretien en raison du coût supplémentaire du broutage de l'herbe et de l'augmentation du temps d'ingestion et des déplacements. L'augmentation totale est d'environ 20% dans le cas d'une herbe de bonne qualité et abondante, de 30 à 60 % dans le cas d'une herbe âgée et rare.

Dans le même sens. (Sérieys, 1997) note qu'en stabulation libre, le besoin en UFL doit être augmenté de 10% pour tenir compte de l'activité physique plus importante des vaches qui est de 20% environ au pâturage. (Jarrige, 1988) rapporte que les besoins en minéraux de la vache à l'entretien ne sont pas négligeables du fait de leurs fixations importantes au niveau du squelette surtout pour le calcium, le phosphore et le magnésium (18 mg, 25 mg et 50 mg respectivement par kg de poids vif et par jour). Pour les autres minéraux (oligo-éléments) et certaines vitamines bien que les besoins soient moins importants, leurs absences bloquent les voies du fonctionnement de l'organisme.

### **II-2. Besoins de croissance et de reconstitution des réserves corporelles:**

La croissance de la vache laitière se poursuit pendant plusieurs lactations, elle n'est importante que chez les primipares, notamment en cas de vêlage à 2 ans (environ 60 kg par an soit 2000) et chez les multipares la croissance est plus réduite et les besoins correspondants sont considérablement négligeables (Sérieys, 1997).

Les réserves corporelles mobilisées par les femelles en lactation pour la couverture des dépenses énergétiques quand l'apport est inférieur à la dépense doivent être reconstitués pour aborder un nouveau cycle de production (Wolter, 1994).

**II-3. Les besoins de gestation :**

Ils correspondent aux besoins nécessaires à la fixation du ou des fœtus, le placenta, les enveloppes de la paroi utérine et les glandes mammaires. Ils deviennent importants au cours du dernier tiers de gestation (Jarrige, 1988).

Selon (Sérieys, 1997) pendant cette période, les dépenses augmentent plus vite que le poids du fœtus du fait que celui-ci s'enrichit en protéines, en graisses et en minéraux au cours de son développement, elles deviennent sensibles à partir du 7ème mois de gestation. Elles augmentent avec le poids du veau à la naissance. Au 9ème mois ils représentent presque la moitié des besoins d'entretien de la vache.

**II-4. Besoins de la production laitière :**

Ces besoins correspondent à l'ensemble des synthèses et exportations réalisées par la mamelle pour la production laitière, ils varient selon la quantité du lait produite et sa composition en taux butyreux et en taux protéiques (tableau 9). Au début de la lactation, les besoins maximum sont atteints dès la première semaine après le vêlage pour les PDI et le calcium et après 2 à 3 semaines pour les UFL c'est à dire bien avant le pic de production qui intervient habituellement vers la 5ème semaine (Sérieys, 1997).

Les vaches laitières à haut niveau de production ont des besoins élevés en acides aminés pour la synthèse des protéines du lait, elles ne peuvent couvrir leurs besoins en protéines uniquement par les acides aminés microbiens et l'apport des acides aminés alimentaires est non négligeable (INRA, 2004).

**Tableau 9 :** Besoins de production (énergie et azote) en fonction du TB et TP (Wolter, 1994)

TB (g/Kg)	TP (g/Kg)	UFL/Kg	g de PDI/Kg
30	27	0.38	42
35	29	0.41	45
40	31	0.44	48
45	33	0.48	51
50	35	0,51	54
55	37	0,54	57

# *Chapitre III*

## *Facteurs de variation du taux butyreux*

Des facteurs intrinsèques (race, niveau de production, stade de lactation) et des facteurs extrinsèques (saison, température, techniques d'alimentation) peuvent engendrer des variations du taux butyreux.

### **III -1. Effet génétique :**

La performance d'un animal est la résultante de son potentiel génétique (génotype) et des conditions d'élevage dans lesquelles il est entretenu (environnement). Ainsi, pour avoir une production laitière élevée, il ne suffit pas d'avoir un animal avec un potentiel génétique élevé, il faut également lui offrir les conditions d'élevage adéquates pour extérioriser son potentiel (Boujenane, 2003). Le même auteur rapporte qu'à l'opposé, si le potentiel génétique de l'animal est faible, sa performance le sera aussi, même si les conditions d'élevage sont très sophistiquées. Il paraît donc que la performance d'un animal est toujours inférieure ou égale à son potentiel génétique.

Auparavant, (Coulon, et al., 1991) ont cité que la limite supérieure de la teneur en différents taux dans le lait de vache (TP et TB) est déterminée par son potentiel génétique. C'est pour cela que l'on parle des races laitières, qui se distinguent par le volume et la composition du lait qu'elles produisent. Ce sont les Frisonnes qui produisent le plus grand volume de lait : en moyenne 7890 kg par vêlage mais c'est chez les vaches les moins productives que l'on trouve le lait le plus riche en corps gras (5%), alors que les Frisonnes fournissent un lait qui n'en contient que 3,61%.

La race Normande produisant moins de lait que la Pie-Noire (- 41 ng/j), mais ayant des taux protéiques (+ 2 à + 2,5), butyreux (+ 2 à + 3 %) et calciques (+ 21 ‰) nettement plus élevés, des micelles de caséine plus petites (Froc et al, 1988). Selon (Malossini, et al., 1996) le lait produit par la Brune est le plus riche en matière azotée, en calcium et phosphore, avec des répercussions positives sur les paramètres technologiques et en particulier sur la consistance de la coagulation.

**III-1.1. Effet de la race :**

Il existe de grands écarts dans la composition du lait d'une race à une autre, et surtout dans le taux de matières grasses. Tableau 10 Les races Jersey et Gurnsey se distinguent par des laits très riches en matière grasse, tandis que les laits produits par les races Holstein et

**Tableau 10** : effet de la race sur le taux butyreux (MAACANADA, 2008).

Composante	HOLSTEIN	JERSEY	AYRSHIRE	GURRNSEY
Matière grasse (%)	3.6	4.8	3.9	4.6
Protéine%	3.2	3.8	3.3	3.6
Lactose%	4.7	4.9	4.9	4.9

**III-1.2. Ecart au sein de même race :**

En plus des écarts enregistrés dans la composition du lait d'une race à l'autre, il se présente des écarts considérables au sein de même race. La part des ces variations d'origine génétique détermine l'héritabilité d'un critère.

Le potentiel génétique de la vache détermine la limite supérieure de la teneur en matière grasse du lait, et la modification du programme d'alimentation ou des méthodes de gestion ne peuvent être d'aucun secours lorsque la teneur en matière grasse du lait est limitée par les caractéristiques génétiques de l'animal (MAACANADA, 2008).

**III-2. Effet du stade de lactation :**

Au cours d'une lactation. Le taux butyreux évolue de façon inverse par rapport à la production laitière. C'est au pic de lactation que le taux butyreux est le plus faible (Jean METGE ,1990).

**III-3. Effet du numéro de lactation :**

Il est généralement admis que le vieillissement des vaches provoque un appauvrissement de leur lait. Entre la première et la quatrième lactation, on observe une diminution de 0.5g pour 1000 de la teneur en matière grasse (Jean METGE ,1990).

**III-4. Effet de la traite :**

Les conditions de la traite constituent la grande part des variations journalières, raison du phénomène physiologique capital de l'augmentation du taux butyreux du lait au cours de la traite ; par exemple pour un lait total dosant 40g le taux butyreux passe de 20g dans les premiers jets à 120g dans les derniers (Camille CRAPLET, Michel THIDIER, 1973).

Les raisons ne sont pas clairement établies : une des hypothèses avancées est que le diamètre des globules gras, supérieur à celui des canaux galactophores, entraînent leur rétention dans les acini..... (Jean METGE, 1990).

**III-5. Durée de tarissement :**

D'après (Seryes, 1997) l'effet du non tarissement et à une moindre mesure d'un tarissement court rapporter pour le TP s'applique aussi pour le TB. Ainsi le TB augmente de 2.9 en cas de non tarissement et de 1.2 points en cas de tarissement court, notamment en 2<sup>ème</sup> lactation.

Comme pour le TP, l'amélioration du TB est due à un effet concentration d'une part et à une utilisation moindre des concentrés suite à des besoins plus réduits générés par une production peu importante.

**III-6. Effet de saison et du climat :**

Les effets de la saison sur le taux ne sont pas faciles à mettre en évidence : beaucoup des variations saisonnières peuvent résulter d'effets liés à l'alimentation (transitions alimentaires) ou au stade de lactation (concentration des périodes de vêlages). la saison elle-même est la résultante de différents effets climatiques : température, humidité, vent, insolation et variations de la durée du jour (Jean METGE, 1990).

On constate une baisse du taux butyreux lors de chaleur continue pendant les mois d'été, lors de temps lourds et orageux. on constate une augmentation du taux butyreux lors de froid prolongé. (Camille CRAPLET, Michel THIDIER, 1973).

**III-7. Etat sanitaire des animaux :**

Un TB bas voire inférieur au TP (inversion de taux) est un signe d'acidose latente (Vagneur, 2002), et d'après (Wolter, 1994) la chute du TB est généralement le premier signal d'alarme de l'acidose chronique.

Selon (Ennuyer, 1998) et (Bedouet, 1994) une vache grasse (note 3-4,5) au moment du vêlage aura un TB élevé durant le premier stade de lactation, puisque elle libère beaucoup d'acides gras dans la circulation sanguine. Ce taux demeure important en raison de l'amaigrissement qui se prolonge du fait de la faible reprise d'appétit, d'autant plus que la production est souvent moindre (phénomène de concentration). Ces vaches sont plus prédisposées aux difficultés de vêlage, aux non délivrances, aux fièvres vitulaires, aux œdèmes mammaires, aux cétozes et à l'infécondité.

Lors de mammite chronique, la variation du taux butyreux est un signe, parfois le seul signe, indiquant l'atteinte de la mamelle. (Camille CRAPLET, Michel THIDIER, 1973).

### **III-8. Effets de l'alimentation :**

Parmi l'ensemble des facteurs de variations du taux butyreux. L'alimentation est souvent le seul moyen qui reste à la disposition de l'éleveur pour agir efficacement à court terme. La sélection d'animaux présentant un meilleur génotype ne permet d'améliorer la situation d'un élevage qu'à long terme. Les autres facteurs sont, soit incontrôlables (effet de l'âge, de la saison), soit difficilement modifiables. (Jean METGE, 1990).

#### **III-8.1. Effet des niveaux d'apport d'énergie, de matières azotées et de MG :**

L'alimentation peut influencer le taux butyreux essentiellement par l'intermédiaire des modifications des synthèses d'acides gras volatils dans le rumen, précurseurs de la lipogénèse mammaire. Elle peut également modifier la disponibilité des acides gras de réserve pour le prélèvement mammaire (Labarre, 1994). En effet :

Le taux butyreux tend à baisser dans le cas d'un apport énergétique très élevé : il n'y a pas de mobilisation des réserves corporelles qui entraînent souvent une augmentation du taux butyreux (Journet et Chilliard, 1985). Notons aussi que les états extrêmes de déficit énergétique, entraînant une acétonémie, ont pour conséquence une augmentation du taux butyreux (Brugere, 1978).

- une ration composée de 50 % du concentré et 50% du fourrage permet de produire un lait riche en matières grasses qu'une même ration avec 2% d'huile de poisson (Baer, 2001).

- L'augmentation de la proportion du concentré dans la ration se répercute négativement sur le taux butyreux. Cette diminution est variable et surtout nette au delà de 40% de concentré (figure 4 et figure 5).

Les mécanismes physiologiques qui expliquent cette chute du taux butyreux suite à l'apport du concentré sont les suivants (Journet et Chilliard, 1985) :

- moindre salivation par diminution de la fibrosité du régime et donc diminution du pouvoir tampon,
- baisse du pH ruminal et modification des populations microbiennes (diminution de la synthèse d'acide butyrique précurseur d'acides gras),
- diminution de la proportion de C2 et C4 (précurseurs de la lipogenèse mammaire) au profit du C3 (Lescoat et Sauvant, 1994).

- La nature des glucides de la ration a aussi une influence sur le taux butyreux : aux conditions habituelles de rationnement, les concentrés riches en amidon (blé, orge, maïs) favorisent plus le taux butyreux en favorisant les fermentations butyriques au détriment des fermentations acétiques que les concentrés riches en parois (pulpe sèche de betterave, drêches de brasserie, ...), (Michalet ,Doreau, et Sauvant, 1985).

- L'augmentation du taux azoté de la ration peut accroître la production laitière, et ainsi entraîner une dilution de la matière utile (I.N.R.A., 1988).

- Un apport de matières grasses dans la ration aura un effet variable sur le taux butyreux du lait. Cette variabilité est fonction du type de lipides présents dans la ration et leur forme de présentation (Labarre, 1994), (tableau 11).

**Tableau 11:** Facteurs influençant la réponse du taux butyreux à l'ajout de lipides dans la ration. (Labarre, 1994).

<b>Type de matières grasses</b>	<b>Effet sur le TB</b>
- Aides gras saturés	+
- Acides gras insaturés	+/-
- Huiles encapsulées	++
- Graisses encapsulées - Savons de calcium	++ ++ +/-
<b>Niveau d'Acides gras dans la ration au départ</b>	
- Inférieur à 2%	++
- Supérieur à 6%	+/-
<b>Fourrage de base</b>	
- Pulpe de betteraves, betteraves fourragères	++
- Herbe ensilée, foin	++
- Ensilage de maïs	+/-
<b>Stade de lactation</b>	
-Début de lactation	++
-Fin de lactation	+

### III-8.2. Le mode de présentation des aliments :

Le mode de présentation physique des aliments semble avoir un effet sur le taux butyreux. La réduction des aliments en particules plus fines se traduit par une diminution du taux butyreux (Norgaard, 1983, Sudweeks, 1979). Des études ont montré une corrélation positive entre l'indice de fibrosité d'une ration (temps de mastication à l'ingestion et de rumination) et le taux butyreux (Sauvant et al., 1990).

Le hachage fin des fourrages conduit à une diminution du taux butyreux, surtout lorsqu'il est associé à un apport important de concentré (Grant et al., 1990), (tableau 12).

**Tableau 12:** Effet de la finesse de hachage d'une ration (55% de foin de luzerne – 45% de concentré) sur les performances des vaches laitières. Grant et al (1990)

<b>Hachage</b>	<b>Fin</b>	<b>Grossier</b>
Lait (kg/j)	28,3	28,0
Taux butyreux (g/kg)	29,0	37,0
Taux protéique (g/kg)	30,0	31,0
Quantités ingérées (kg MS/j)	23,0	22,4

# *Chapitre IV*

*La maîtrise  
quantitative de la  
matière grasse du  
lait par  
l'alimentation*

La teneur du lait en matières grasses est relativement peu sensible aux niveaux d'apports globaux de la ration. Une augmentation des apports énergétiques entraînent une baisse limitée (0,3 g/kg par UFL (Coulon et Rémond, 1991), avec une légère augmentation de la quantité de matière grasse (Couvreur et al., 2003). Des effets plus marqués peuvent être observés lors de réductions brutales des apports, ou lors de bilans énergétiques négatifs en début de lactation, la sous-alimentation entraînant alors une élévation du TB, les conséquences sur la quantité de matières grasses produites étant fonction de la variation de la production de lait (Journet et Chilliard, 1985 ; Delaby et al., 1997).

L'augmentation du niveau azoté des rations a généralement pour effet une baisse, souvent non significative du TB mais une augmentation de la quantité de matière grasse due à l'accroissement du niveau de production laitière (Brunschwig et al., 1996 Brunschwig et Lamy, 2004 Faverdin et al., 1998).

### III.1. Effet du niveau d'apport d'énergie ou du niveau général de l'alimentation :

#### -Sous-alimentation énergétique

Une diminution brutale et de courte durée (quelques jours) du niveau énergétique ou du niveau général d'alimentation provoque une augmentation du taux butyreux (tableau 13) accompagnée d'une diminution de la production laitière. (KELLOG et Miller, 1977).

**Tableau 13** : effet de la sous-alimentation énergétique (KELLOG et MILLER, 1977).

Jour	0	4
Apport énergétique (en pourcentage des besoins de production)	100	30
Lait (kg)	23.0	15.1
Taux butyreux (g/1000)	38.9	63.2

### III-2. Effet de l'apport de matières grasses :

Avec des régimes pauvres en matières grasses (apport de moins de 100g d'acides gras par jour). L'apport supplémentaire de matières grasses provoque presque systématiquement une augmentation des quantités de lait et de matières grasses sécrétées (tableau 14). Il en résulte une variation aléatoire du taux butyreux (BANKS et al., 1976).

**Tableau 14:** effet de régime pauvre en matières grasses (BANKS et al 1976).

	Acides gras ingérés (g/j)	Lait (kg/j)	Matières grasses (gp. 1000)
Témoin	81	10,4	44,0
Témoin+ huile de soja	555	14,1	37,8
Témoin+ huile de palme	517	13,0	49,6
Témoin +suif	539	15,2	44,7

### III-3.Proportion de fourrage dans la ration :

La cause la plus répandue d'une faible teneur en matière grasse est le régime qui renferme une faible proportion de fourrage et un taux élevé de concentré. Il arrive souvent que l'on tire des conclusions erronées dans ce cas en raison du fait que les rations pauvres en fourrage sont fréquemment associées à une production élevée de lait, et qu'une production élevée contribue en soi à réduire la teneur en matière grasse du lait. (MAA CANADA, 2008).

Un grand nombre des règles empiriques utilisées pour établir la bonne proportion du fourrage dans l'alimentation ont pour but de favoriser le type de fermentation dans le rumen qui permet d'obtenir une teneur normale en matière grasse. On s'entend à dire que la matière sèche de la ration doit renfermer au moins 35 % de fourrage, ou encore que la consommation quotidienne de matière sèche du fourrage doit correspondre à 1,5 % du poids corporel de la vache. (MAA CANADA, 2008).

Le régime qui maintient une teneur normale en matière grasse sans réduire la production est généralement considéré comme bénéfique et souvent comme le plus économique. Il est donc fréquent que la teneur en matière grasse serve de baromètre pour déterminer l'état nutritionnel d'un troupeau. Comme il s'agit d'un facteur très variable d'une vache à l'autre. (MAA CANADA, 2008).

### III-4. Effet de fibre :

Le fourrage est souvent considéré comme l'élément alimentaire qui permet de maintenir la

teneur en matière grasse du lait, mais la fibre joue véritablement un plus grand rôle à cet égard. Ce facteur est généralement désigné sous le nom de fibre détergent acide (ADF) ou de fibre détergent neutre (NDF), et il indique le plus exactement la mesure dans laquelle un régime peut maintenir un taux de matière grasse acceptable.

Comme la plupart des aliments qui entrent dans la ration de la vache libèrent une certaine quantité de fibre, on doit évaluer le taux de fibre présent dans la ration totale, et pas seulement le taux attribuable au fourrage. Une autre recommandation pour le régime des vaches laitières est de servir quotidiennement un taux minimal de NDF représentant de 1,1 à 1,2 % du poids corporel (MAA CANADA, 2008).

Malheureusement, le taux de fibre seul ne permet pas toujours d'établir l'aptitude du régime à maintenir la teneur en matière grasse du lait. Une bonne longueur de coupe du fourrage (c.-à-d. la longueur de la fibre) constitue aussi un important facteur. L'ensilage d'un fourrage haché finement et celui haché grossièrement renferment le même taux de fibre sur le plan chimique, et le fourrage entreposé sous forme de foin renferme également le même taux de fibre, mais le foin est plus efficace pour maintenir le teneur en matière grasse. Une grande partie de cet écart réside dans le fait qu'un long fourrage (longue fibre) favorise la rumination et la salivation. La grande capacité protectrice de la salive de la vache contribue à maintenir les taux d'acétate et de pH du rumen. On utilise parfois la valeur du fourrage aggloméré pour décrire le caractère fibreux (longueur de coupe) du fourrage (MAA CANADA, 2008).

### **III.5. Effet de type de céréale :**

Le type de céréale offert a également un effet sur la fermentation dans le rumen et sur la teneur en matière grasse du lait. Par exemple, l'amidon présent dans le maïs se dégrade très lentement dans le rumen et tend à maintenir des taux de pH du rumen plus élevés et plus uniformes ainsi que des taux d'acétate du rumen plus élevés et une plus grande teneur en matière grasse, comparativement à un amidon qui se dégrade plus rapidement comme celui de l'orge.

Toutefois, la fermentation dans le rumen est un processus tellement dynamique et complexe que certains facteurs comme le taux de fibre et le genre d'alimentation peuvent être imprévisibles, et l'on obtient souvent des effets positifs, négatifs et neutres. Les principaux facteurs responsables de ces irrégularités manifestes sont le type et la proportion de gras dans l'alimentation (MAA CANADA, 2008).

Les gras insaturés (qui existent généralement sous forme d'huile à la température ambiante) nuisent à la fermentation dans le rumen et à la digestion de la fibre, en plus de réduire souvent la consommation d'aliments par la vache. La teneur en matière grasse du lait diminue fréquemment lorsqu'on sert ce type de gras aux animaux, surtout quand il n'est pas incorporé à une graine comme le soja entier.

Par contre, les gras saturés comme le suif n'ont pas les mêmes effets négatifs que les huiles insaturées, et ils augmentent souvent la teneur en matière grasse lorsqu'ils sont servis en quantité modérée.

Les éléments expulsés du rumen (gras inerte du rumen), peuvent également accroître la teneur en matière grasse, surtout chez les génisses à leur premier vêlage. (MAA CANADA, 2008)

### **III-6. Produits tampons :**

Certains produits tampons servent d'additifs alimentaires dans les régimes des vaches laitières depuis des années, comme le bicarbonate de soude et l'oxyde de magnésium. Ils peuvent contribuer à maintenir le bon pH du rumen et à atténuer la réduction de matière grasse. Toutefois, ils n'améliorent pas la teneur en matière grasse, à moins que cette dernière ait été réduite par une trop grande acidité dans le rumen (MAA CANADA, 2008).

### **III.7. Calendrier et système d'alimentation :**

Certains problèmes associés à une faible teneur en matière grasse peuvent être réduits en modifiant le calendrier ou le système d'alimentation.

Par exemple, le mélange total de la ration est une méthode qui a été recommandée et utilisée en vue de réduire au minimum les effets négatifs sur le pH causés par une alimentation riche en céréales. Une autre méthode consiste à servir du fourrage avant les céréales, afin de stabiliser le pH du rumen et de maintenir la teneur en matière grasse du lait.

Ce genre d'alimentation aurait probablement comme principal avantage d'augmenter la matière grasse du lait. (MAA CANADA, 2008).

### **III-8. Influence des principaux aliments :**

#### **III-8.1. Ensilage de maïs :**

Le régime à base d'ensilage de maïs conduit à la production d'un lait riche en matières grasses.

(Le Doré, 1977) évalue à presque 4 g/1000 la supériorité du taux butyreux obtenu avec un régime d'ensilage de maïs par rapport à un régime de foin d'ensilage d'herbe.

Cet effet spécifique est surprenant puisque, au moment de sa récolte pour ensilage, la plante de maïs contient environ 45% de grain et il est connu que les régimes riches en céréales provoquent une baisse du taux butyreux et une augmentation du taux protéique. Il pourrait être du taux deux raisons suivantes :

1- L'ensilage de maïs provoque dans le rumen des fermentations particulières dans lesquelles la proportion de l'acide butyrique par rapport aux autres acides gras volatiles est élevée : de l'ordre de 13% au lieu de 8-10% avec les régimes classiques.

2- L'ensilage de maïs apporte une quantité élevée d'acides gras longs dans la ration, qui sont vraisemblablement bien utilisés. Cette dernière caractéristique explique vraisemblablement bien utilise la sécrétion d'acides gras longs dans le lait est plus élevée avec un régime d'ensilage de maïs qu'avec des régimes à base d'ensilage d'herbe ou de pulpes (Vérité, 1975).

### **III-8.2. Foin et ensilage d'herbe :**

Les laits produits avec des régimes à base de foin ou d'ensilage d'herbe ont des taux butyreux en moyenne semblables ou dont le sens des écarts n'est pas systématique. On a noté le même taux de matière grasse avec les deux types de fourrages. (Le Doré, 1977).

### **III-8.3. Les Betteraves:**

L'introduction de betteraves dans la ration de vache laitières n'entrave pas de modification sensible du taux butyreux du lait du moins dans la mesure où elles sont distribuées en quantité normale (jusqu'à 5 à 6 kg de MS). Vérité et (Journet, 1973) et (Vérité, 1975) ont cependant observé des taux butyreux élevés en distribuant des rations comportant des quantités ou des proportions importantes des betteraves. Cela pouvait être dû soit à une diminution rapide de la production laitière à laquelle donne lieu leur médiocre valeur laitière quand elles représentent une partie importante de la ration soit à la forte augmentation dans le rumen de la production d'acide butyrique (elle peut doubler) qui a une action favorable sur le taux butyreux.

### **III-8.4. Aliments concentrés :**

La distribution de quantités croissantes d'aliments concentrés, c'est-à-dire principalement de

céréales, tend à légèrement diminuer le taux de matières grasses du lait et à augmenter celui des matières azotées, pour les premiers apports (jusqu'à 30-40% de la matière sèche de la ration dans les conditions habituelles d'alimentation). puis, au-dessus d'une certaine valeur très variable mais généralement comprise entre 50 et 70 (tableau 15), l'augmentation de la proportion de céréales provoque une rapide diminution du taux butyreux (jusqu'à la moitié de la valeur normale) (REMOND et JOURNET, 1971).

**Tableau 15 :** Influence de la proportion d'aliments concentrés sur la production et la MG du lait (Andrieu al., 1976).

Auteurs	Ration	Concentré % ration	Lait (kg/j)	Matières grasses (g p.100)
(Vérité et Journet 1973)	Ensilage de maïs + concentré	7	22.2	39.7
		15	26.9	37.9
		27	26.9	37.9
(Vérité, 1972)	Ensilage de maïs + concentré	18	20.8	40.1
		19	22.7	37.4
(Nelson et al.1968)	Foin de Luzerne + broyés et Agglomérés	0	12.3	36.0
		25	15.9	28.5
		50	18.5	26.1
		75	19.7	22.8
		100	19.1	19.8

La cause de ces effets est la profonde modification de la digestion dans le rumen provoqué par les céréales : en particulier, la proportion d'acide acétique dans le mélange des acides gras volatiles diminue au fur et à mesure que la proportion de céréales augmente, tandis que le métabolisme lipidique de l'animal dont la synthèse de lipides corporels augmente au détriment de celles du lait.

Ces effets de l'apport de quantités élevées d'aliments concentrés sur la composition du lait varient avec de nombreux facteurs (Remond, 1973). quand on est amené à utiliser des rations riches en aliments concentrés, le respect de certaines précautions (transition lente au régime riche en concentrés, broyage grossier des céréales, répartition de leur distribution au cours de la journée, substitution partielle de pulpes, de betteraves ou de lactosérum aux céréales, addition de certaines substances minérales) permet de limiter les effets néfastes. (Andrieu et al., 1976).

**III-9. Effet des régimes:****III- 9.1 Régimes hivernaux avec fourrages conservés :**

Par rapport à une ration à base d'ensilage de maïs, les rations à base d'ensilage de graminées sont moins bien ingérées et conduisent à des productions de lait variables et inférieures en moyenne d'environ 1 kg/j. Le taux butyreux est toujours pénalisé (- 2,7 g/kg en moyenne) et au total la production de matière grasse est réduite d'environ 100g par jour (soit un peu plus de (Le Gail et al., 1995 ; Houssin et al., 2000, 2003).

Cet effet défavorable de l'herbe ne se retrouve pas dans les rations mixtes associant dans un rapport 2/3-1/3 de l'ensilage de maïs à de l'ensilage d'herbe (en particulier lorsqu'il est réalisé avec un conservateur). Les performances peuvent varier selon la qualité respective des fourrages, mais dans l'ensemble, elles sont comparables à celles obtenues avec un régime maïs plat unique. Lorsque ces rations mixtes sont complémentées avec 2,5 à 3,5 kg de blé, l'ingestion est maintenue ou améliorée, la production laitière et le taux butyreux sont légèrement supérieurs (0,4 kg et 0,3 g/kg) (PACCARDP et al., 2006)

Avec l'ensilage d'herbe mi- fanée récoltée en balles rondes enrubannées, la production laitière est améliorée, mais les taux restent pénalisés. Malgré la forte baisse du TB, la réduction des quantités de matières grasses produites est limitée (5 %), (Delaby et Peccatte, 2000 ; Couvreur et al., 2003). Par contre, il n'y a pas de différence de production et de composition du lait entre un ensilage enrubanné (à 51% de MS) et un ensilage ressuyé (à 39 % de MS) (Ferlay et 2002).

Les rations à base de foin ont des performances inférieures, à celles du maïs sur tous les critères, mais l'amplitude des effets est assez large, et en particulier c'est avec les foins ventilés que les écarts sont les plus faibles (Housin et, 2003 ,Hurtaud et al., 2002). Les comparaisons entre le foin et l'ensilage, d'herbe montrent en général des différences de taux butyreux faibles et non systématique (Hoden et al., 1985), mais des observations plus récentes indiquent une augmentation du TB d'environ 1 point avec les rations à base de foin (Coulon et al., 1996, Verdier-Metz et al., 2000).

Les ensilages de légumineuses associés à l'ensilage de maïs en rations mixtes (45% 55%) permettent de produire un peu plus (trèfle violet) ou un peu moins de lait (luzerne). Le TB est plus pénalisé avec le trèfle, et les productions de matière grasse sont peu réduites (2 à 4 %).

L'utilisation de betteraves avec de l'ensilage de maïs a été peu étudiée. Le seul essai répertorié (avec un apport de 3,5kg de MS) montre un très fort accroissement du TB (4,2 g/kg) avec une légère baisse de la production de lait, et au total un gain de 85g de MG par jour. La pulpe de betterave surpressée semble avoir des effets différents : avec un apport de 6kg de MS,

la production (+ 2,9kg) et le TP (+ 1,8 g/kg) sont augmentés alors que le TB est réduit par effet de dilution (- 1,6 g/kg). La quantité de MG est supérieure de 80 g/jour (Morel d'Arleux et al., 1996).

Avec des rations à base d'ensilage d'herbe ou mixte, la production est augmentée (0,8kg) de même que les taux : 1,4 g/kg pour le taux butyreux et 0,8 g/kg pour le taux protéique, et les quantités de matières : 60g de M G. L'ensilage de sorgho plante entière est encore peu utilisé pour l'alimentation des vaches laitières, les essais réalisés (Legarto, 1992) montrent que le sorgho grain permet de produire autant de lait et de matière grasse que le maïs.

### III-9.2. Régimes à base d'herbe pâturée :

En l'absence de complémentation, la production des vaches laitières au pâturage dépend surtout de leurs Performances observées au moment de la mise à l'herbe, qui sont fonction de leur potentiel génétique et du stade de lactation (Delay et al. 1999). Les productions observées peuvent donc être très variables d'un animal à l'autre. Les travaux réalisés par l'INRA montrent qu'au-delà de 15 kg de lait, l'ingestion d'herbe seule permet de couvrir 59 % et 52 % des besoins, respectivement sur la période de printemps et sur la saison complète de pâturage.

La complémentation du pâturage est régulièrement pratiquée, pour sécuriser les apports alimentaires ou réduire les fluctuations de disponibilité de l'herbe selon les conditions météorologiques ou la gestion des parcelles. Elle peut se faire par un apport de fourrage conservé ou la distribution de concentré.

La distribution d'ensilage de maïs (à raison d'environ 5 kg de matière sèche) en complément du pâturage au printemps (de la mise à l'herbe au mois de juillet) a peu d'effet sur les performances laitières, la production est augmentée de 0,4 kg par jour et le TP amélioré de 0,3 g/kg, La modification la plus importante concerne le taux butyreux, mais ne va pas dans le sens de la demande actuelle : en effet, il augmente de 1,2 g/kg ; en conséquence, la quantité de matière grasse produite est elle aussi nettement accrue. (Chénais et al. 1997).

Dans des conditions de pâturage de montagne non limitant, le foin distribué à raison de 3 kg bruts par jour (2 années de mai à août) est consommé de façon irrégulière selon les vaches et les jours, et modifie peu la production laitière. Il semble par contre avoir un effet dépressif net sur le taux butyreux (- 2,1 g/kg) et la quantité de matières grasses (-5 g/jour) (Delaby et Pomiès, 2004).

En situation de pâturage insuffisant en été, l'apport de fourrage conservé est nécessaire pour maintenir la production laitière. Sur des vaches en milieu de lactation un apport de 5 kg de MS de maïs est plus efficace qu'une complémentation avec de l'ensilage d'herbe (4 kg de MS) :

La production laitière et le TP sont nettement améliorés par l'apport énergétique ; l'effet sur le TB est moins marqué (+ 0,7 g/kg). La complémentation est encore plus justifiée à cette période pour des vaches en début de lactation. (PACCARD p et al., 2006).

### **III-10. Effet des concentrés :**

Les concentrés utilisés en complément de la ration de fourrage agissent sur la composition du lait à la fois sur le plan quantitatif par l'intermédiaire de la part de concentré dans la ration totale et de la structure de la ration, et sur le plan qualitatif par la nature des aliments.

#### **III-10.1. La proportion de concentré dans la ration :**

La modulation de la part de concentré dans la ration est sans doute la pratique la plus ancienne et une des plus efficaces pour faire varier la matière grasse du lait (Journet et Chilliard, 1985 ; Hoden et Coulon, 1991).

Cependant, l'effet est limité tant que la part de concentré reste inférieure à 50 % de la ration, ce qui est généralement le cas dans la plupart des régimes couramment utilisés, et que la structure physique des fourrages n'a pas été modifiée. Au-delà, les baisses du taux butyreux peuvent être importantes et sont souvent variables, dépendant de la structure globale de la ration et du rythme des apports. L'augmentation de la part de concentré entraîne souvent une hausse des apports énergétiques totaux et de la production laitière, ce qui explique en partie la baisse du TB. Au total, les quantités de matière grasse produites sont généralement maximales lorsque le concentré représente 35 à 50 % de la ration. (PACCARD p et al., 2006).

#### **III-10.2. La structure de la ration :**

L'augmentation de la part de concentré dans la ration, la baisse de la proportion de cellulose, mais aussi le broyage des fourrages et /ou la granulation modifient la structure globale de la ration en augmentant la proportion des particules fines et en réduisant le temps de mastication. Les conséquences au niveau des fermentations ruminales se répercutent sur la production des matières grasses du lait. Ainsi, des relations ont pu être établies entre l'indice de fibrosité et le taux butyreux (baisse du TB de 3 g/kg quand l'indice diminue de 10 minutes de temps de mastication/kg de MS) (Sauvant et al. 1990), et entre la granulométrie des rations et le taux butyreux (baisse de TB de 2 g/kg quand le diamètre médian des particules baisse de mm au-dessous de 5mm) (Sauvant, 2000).

**III-10.3. La nature du concentré :**

La nature de l'énergie des concentrés, riches en amidon ou à base de constituants pariétaux, a également un effet sur la production et la composition du lait (Cotto, 1991).

Sur des rations à base d'ensilage de maïs, avec des quantités de concentrés de 5 à 6 kg, les concentrés riches en amidon (blé) conduisent à des taux butyreux variables et en moyenne légèrement supérieurs aux concentrés, aussi bien en début de lactation qu'en phase descendante. La production de matière grasse est augmentée en début de lactation comme la production laitière, alors qu'elle n'est pas modifiée sur le reste de la lactation du fait d'une légère baisse de la quantité de lait produit.

L'effet positif sur le taux butyreux se retrouve avec les rations à base d'ensilage d'herbe, alors que la nature du concentré semble sans effet avec les rations à base de foin et au pâturage. La vitesse de digestion de l'amidon varie largement selon la nature des aliments, avec des conséquences sur la digestion des autres constituants de la ration. Dans 11 essais comparant différentes céréales, le taux butyreux et les quantités de matières grasses ont été inférieurs en moyenne de 0,5 g/kg et 40 g/j avec les rations comportant du blé ou de l'orge par rapport à celles complétées avec du maïs. La baisse du TB induite par les amidons rapides peut être plus importante (1,2 g/kg par rapport à des amidons lents), en particulier dans les situations où le TB est déjà faible (Sauvant, 1997).

De nombreuses graines (ou tourteaux) oléo-protéagineuses sont utilisées pour compléter les rations des vaches laitières. La distribution de 3,7kg de MS de tourteau de lin en remplacement du soja augmente la production laitière (+ 1,8kg) et réduit le taux butyreux et la production de matières grasses (Brunschwig et al., 1996). L'utilisation de graine de soja crue aplatie est possible dans les rations à base d'ensilage de maïs. L'optimum technique et économique se situe aux environs de 2 kg par vache par jour. Dans ces conditions, la production laitière est augmentée et le TP ne varie pas. La production de matières grasses est légèrement plus faible et le taux butyreux est réduit par effet de dilution (Legarto, 2006).

L'addition de lipides à la ration utilisée en partie pour améliorer le bilan énergétique des vaches en début de lactation (Doreau et Chilliard, 1992). Les conséquences sont assez bien connues, même si des variations existent selon les formes et les conditions d'apport, la production laitière a tendance à augmenter (en particulier avec les lipides saturés et le soja), le taux protéique est pratiquement toujours réduit, mais de façon peu sensible. La production de matières grasses et du taux butyreux sont fortement réduits avec l'huile de colza. (Chilliard et Ferlay, 2004).

**III-11. Effet du ratio fourrages/concentrés :**

La ration fourrages/concentrés qui détermine la teneur en fibres et en glucides cytoplasmiques de la ration, est un important facteur de variation de la teneur en matière grasse du lait. Le taux butyreux (TB) du lait diminue quand la part des aliments concentrés dans la ration augmente. Mais ce n'est qu'avec des proportions très élevées d'aliments concentrés (plus de 40% de la matière sèche de la ration) que le taux butyreux chute de façon nette. Cette chute peut varier de 3 à 10 g/Kg du lait selon le type d'aliments complémentaires et/ou la nature du fourrage utilisé. Simultanément, le taux protéique (TP) est généralement amélioré mais avec une amplitude de variation plus faible (3 à 4 fois moins), en raison le plus souvent de l'augmentation du niveau énergétique de la ration. Il est alors important d'incorporer du fourrage dans la ration à raison d'au moins 40% de la matière sèche (MS) totale et d'assurer l'équilibre de la ration des vaches laitières en fibres en prévoyant 35 à <40 dans glucides non fibreux (amidon, sucres simples) et 28% de NDP (fibres). (ARABA.A, 2006).

Il est alors important d'incorporer du fourrage dans la ration à raison d'au moins 40% de la matière sèche (MS) totale et d'assurer l'équilibre de la ration des vaches laitières en fibres en prévoyant 35 à 40% de glucides non fibreux (amidon, sucres simples) et 28% de NDF (fibres). (ARABA.A, 2006).

*Partie*  
*Expérimentale*

### **1. Objectifs scientifiques :**

Dans le cadre de suivi d'élevage au niveau de la station de l'ITELV, le présent travail consiste à évaluer les variations du taux de la matière grasse du lait de vache, afin d'établir des relations entre les modes d'alimentation (calendrier fourrager) et les variations du taux butyreux.

### **2. Lieu de l'étude :**

Cette étude a eu lieu à la station de l'ITELV. Le choix de la région d'étude a été dicté par le nombre de vaches laitières dans cette station (44 vaches laitières) et la disponibilité des informations fiables et mesurées :

- de l'alimentation.
- de la production laitière.
- la teneur de matière grasse du lait.

### **3. Méthodologie :**

A travers les fiches techniques recueillies auprès du service de zootechnie de la station de L'ITELV, nous nous sommes intéressés :

- au calendrier fourrager.
- aux rations distribuées, en calculant le pourcentage du concentré dans la ration totale.
- aux résultats du taux butyreux.

## **4. RESULTATS ET DISCUSSIONS :**

### **4.1. RESULTATS :**

#### **4.1.1 Calendrier fourrager :**

L'exploitation pratique la culture de six espèces fourragères, trois légumineuses et trois graminées. Les superficies occupées par chaque culture fourragère sont indiquées dans le (tableau16).

**Tableau 16** : Importance relative des fourrages selon l'espèce et la surface occupée dans l'exploitation (ferme Baba Ali).

	cultures	Superficie (ha)	% dans la S.F.T totale
	Avoine	70	42
Cultures d'hiver	Orge	75.20	44
	Vesce avoine	05	3
	Bersim	04	2
Cultures d'été	Luzerne	08	5
	Sorgho	06	4
	Total	168.2	100

L'analyse de ce tableau montre que l'orge est l'espèce fourragère cultivée en première position avec une superficie totale de 75,20 ha soit 44% de la superficie fourragère totale de l'exploitation. L'orge est exploitée en vert, en ensilage et en foin.

Vient ensuite L'avoine avec une superficie de 70 ha soit 42% de la surface utilisable. L'avoine est très souvent cultivée seule en raison de l'indisponibilité de la semence de la vesce. Comme pour l'orge l'avoine est exploitée en vert, en ensilage et en foin.

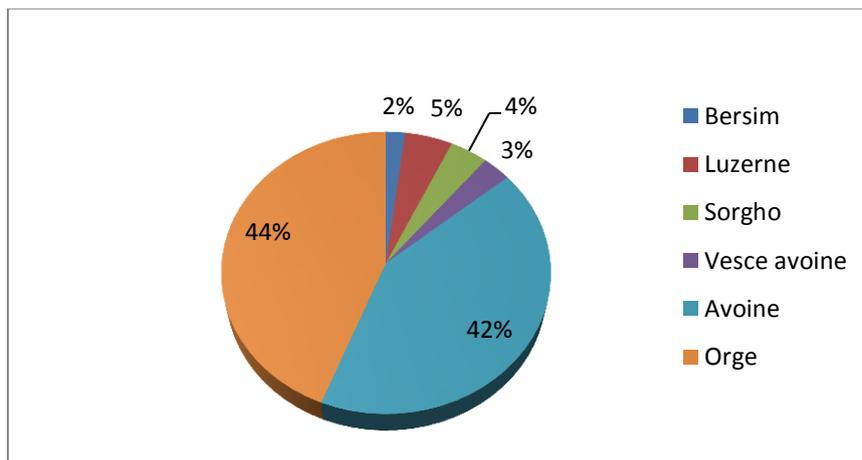
> **La vesce avoine** : occupe une superficie de 05 ha soit 3% de la superficie fourragère totale (SFT). elle est exploitée uniquement en foin.

> **Le bersim (le trèfle)** : occupe une superficie de 4 ha soit 2% de la SFT. Il est exploité en vert mais avec 3 à 4 coupes. La coupe se fait quand la végétation atteint une hauteur de 50 à 60cm.

> **Le sorgho** : cultivé uniquement en été, le sorgho occupe 06 ha soit 4% de la superficie fourragère totale. Il est exploité en vert et en ensilage.

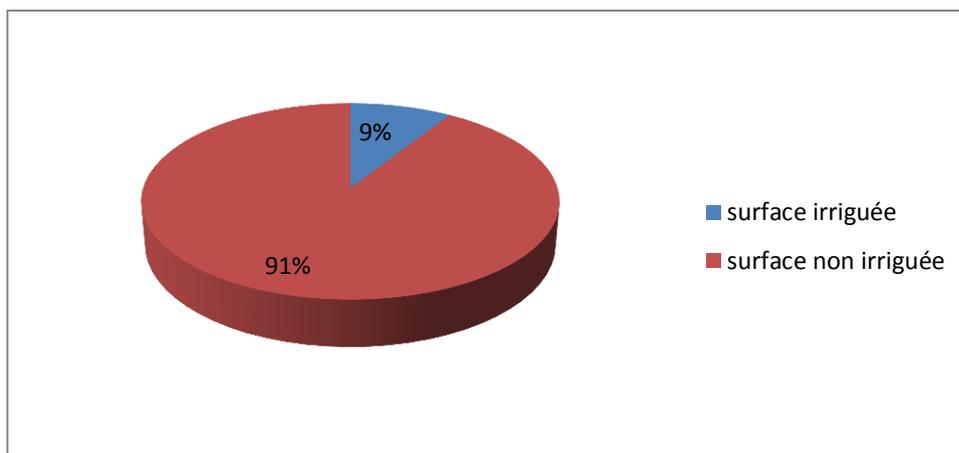
> **La luzerne** : deuxième fourrage d'été pratique dans l'exploitation, avec une superficie de 08 ha soit 5% de la SFT. Ce fourrage est exploité seulement en vert.

Les figures 3 et 4 donnent les proportions des cultures ainsi que les pourcentages des surfaces irriguées ; ces résultats déterminent en partie la conduite extensive de cultures fourragères et démontrent que la disponibilité en fourrages est liée étroitement aux taux de pluviométrie.



**Figure III :** La proportion de superficie de différentes cultures fourragères

Il est a noté que seule les cultures d'été sont irriguées soit 9% de la superficie fourragère totale (Figure 4).



**Figure IV :** Importance d'irrigation de fourrage

**4.1.2 Quantités ingérées et % des aliments distribués :**

Les quantités de fourrages et concentrés ingérés ainsi que leur pourcentage sont consignés dans le (tableau 17).

**Tableau 17 :** quantités ingérées et % des aliments distribués.

	La nature de l'aliment distribué	Quantités de MS ingérée / J/VL (kg)
R1	-Foin d'orge	5.09
	-Ensilage d'orge	2.76
	-Bersim	2.51
	- concentré VLB 17	6.10
	<b>fourrages : 62%</b> <b>Concentré : 38%</b>	
R2	- avoine en vert	1.69
	-bersim en vert	3.21
	- foin d'orge	8.26
	-concentré VLB 17	4.35
	<b>Fourrage: 75%</b> <b>Concentré: 25%</b>	
R3	-foin d'orge	8.46
	-luzerne en vert	10.70
	-concentré VLB 17	4.35
	<b>Fourrage : 81,5%</b> <b>Concentré : 18,5%</b>	21.61

Il en ressort de ce tableau que la proportion du concentré dans la ration globale reste à la limite préconisé par (Wolter, 1997) à savoir un apport en fourrages de 50à 60% au minimum, et ceci pour permettre un bon transit alimentaire.

**4.1.3 Pourcentage de concentré et du TB par ration :**

Les résultats sont consignés dans le (tableau 18)

**Tableau 18 :** pourcentage de concentré et TB.

	% de concentré distribué	TB (% g/kg)
R1	38	39.21
R2	25	42.12
R3	18.5	42.76

Les résultats du tableau 18 montrent que le taux butyreux enregistré est dans les normes pour la ration 1, par contre les taux butyreux enregistrés par les rations 2 et 3 sont légèrement supérieurs aux normes. En effet (Wolter, 1994) estime que le taux butyreux du lait de la vache varie de 30 à 40g/kg. La richesse du lait en MG dans les rations 2 et 3 peut être expliquée par l'effet de la faible proportion du concentré (18 et 25% respectivement.)

#### 4.2. DISCUSSION :

Le présent travail qui a été mené au niveau de la ferme de l'ITELV a pour objectif d'étudier les relations entre différents régimes distribués aux vaches et les teneurs en matière grasse du lait. Les différents résultats du TB montrent que plus il ya des fourrages dans la ration est plus le TB est élevé. Selon (Essalhi, 2002) et (Araba2006) l'augmentation de la proportion du concentré dans la ration se répercute négativement sur le taux butyreux. Cette diminution est variable est surtout nette au-delà de 40% de concentré. Et d'après (Journetet Chilliard, 1985) ; (Hoden, et Coulon, 1991).

L'augmentation de la part de concentré entraîne souvent une hausse des apports énergétiques totaux et de la production laitière, ce qui explique en partie la baisse du TB. D'après (Remond et Journet, 1971) la distribution de quantités croissantes d'aliments concentrés, c'est-à-dire principalement de céréales, tend à légèrement diminuer le taux de matières grasses du lait. Puis, au-dessus d'une certaine valeur très variable mais généralement comprise entre 54% et 70%, l'augmentation de la proportion de céréales provoque une rapide diminution du taux butyreux (jusqu'à la moitié de la valeur normale. la cause de ces effets est la profonde modification de la digestion dans le rumen provoqué par les céréales : en particulier, la proportion d'acide acétique dans le mélange des acides gras volatils qui diminue au fur et à mesure que la proportion de céréales augmente, tandis que le métabolisme lipidique de l'animal dont la synthèse de lipides corporels augmente au détriment de celles du lait.

Ces effets de l'apport de quantités élevées d'aliments concentrés sur la composition du lait varie avec de nombreux facteurs. Pour (Andrieu et al., 1976) quand on est amené à utiliser des rations riches en aliments concentrés, le respect de certains précaution (transition lente au régime riche en concentrés, broyage grossier des céréales , répartition de leur distribution au cours de la journée , substitution partielle de pulpes, de betteraves ou de lactosérum aux céréales, addition de certains substance minérales) permet de limiter les effets néfastes.

## CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

A l'issue de cette étude portant sur l'impact de la proportion de concentré dans la ration sur le taux butyreux. Il ressort les points suivants :

### **Les régimes alimentaires :**

En effet pour extérioriser le potentiel génétique d'une bonne vache laitière, il est nécessaire de lui offrir une ration équilibrée et adaptée aux besoins. Si on compare la structure de l'alimentation aux normes requises, on peut relever les faits suivants :

- l'application du calendrier fourrager est en fonction de la disponibilité en fourrages. Le planning alimentaire présente quelques lacunes notamment l'utilisation de l'ensilage qui se fait en hiver.
- Le concentré utilisé est un complément de production équilibré, sa part dans la ration alimentaire est considérable.

### **Le taux butyreux :**

- le taux butyreux varie dans de larges limites pour les trois rations étudiées. Cette variabilité observée est due essentiellement aux facteurs alimentaires.
- la quantité du taux butyreux produite est variable, ainsi les meilleures productions ont été enregistrées avec les rations 2 et 3 par rapport à la ration 1. Cela est dû essentiellement à la quantité importante de fourrages dans les deux rations.
- Afin que ce modeste travail puisse être un outil participant à la maîtrise du taux butyreux par l'alimentation, nous recommandons :
  - Connaître ce que consomment les vaches par un calendrier fourrager.
  - Analyser les aliments pour connaître leur composition chimique et donc leur valeur alimentaire réelle.
  - Exploitation maximale des prairies par pâturage et par conservation (voie sèche : fenaison et voie humide : ensilage) en vue de constituer une réserve pour les périodes creuses.

Les repères pour une ration équilibrée optimalisant le TB du lait sont :

- > Rapport fourrages/concentré > 60/40 (kg/MS).
- > Amidon + sucres <15% kg de MS (céréales).
- > Amidon + sucres < 25-30% kg de MS (Mais).
- > MG de la ration > 2%.
- De maîtriser le rapport fourrages / concentrés,

Parmi les autres pratiques intéressantes qui permettant de maintenir un taux butyreux stable, on peut citer :

- Un fractionnement de la ration alimentaire en plusieurs repas).
- Bien mélanger la ration avant sa distribution aux animaux pour éviter que certaines vaches n'accèdent qu'aux particules fines qui causent une chute du taux butyreux.
- Distribuer le fourrage grossier en premier, avant le concentré.
- L'utilisation de certains additifs dans la ration permet d'améliorer le taux butyreux du lait.

L'exemple du bicarbonate de soude, par son effet tampon sur le pH du rumen, permet d'augmenter le taux butyreux.

Enfin, cette étude prendra d'avantage d'ampleur si elle s'étendait à d'autres élevages et pendant plusieurs années. Elle permettrait de cerner de manière plus précise la réalité du terrain car L'alimentation demeure le problème névralgique pour l'élevage bovin : on constate une distribution exagérée de concentrés par rapport aux fourrages grossiers, ce qui engendre une suralimentation énergétique qui, outre de l'élévation du coût de l'alimentation, peut entraîner des effets négatifs sur le taux butyreux.

*Références*  
*Bibliographiques*

## References bibliographiques

**ADRIAN. J., 1973:** Valeur alimentaire du lait .Paris, maison Rustique, 229 p.

**ANDRIEU J et al.,1971-** Bull Techa C.R.Z.V ‘Theix ‘-I.N.R.A., 25. 65-89. Citer par :  
**JOURNET M:** et **HODEN A,** 1978. La vache laitière. Edition INRA - publication.

**ARABA A., 2006 :** L'alimentation de la vache laitière pour une meilleure qualité du lait  
Comment augmenter les taux butyreux et protéique du lait. Institut Agronomique et Vétérinaire  
Hassan II, Rabat.

<http://www.vulgarisation.net/bul142.html>

**ARABA A ., 2006 :** Conduite alimentaire de la vache laitière. Bulletin mensuel de liaison et  
d'information du PNTTA de l'institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, n°136

**BANKS et al .,1 976 :** Dairy Res ,43. 213-218 Citer par :

**JOURNET M et HODEN A,** 1978. La vache laitière. Edition INRA - publication.

**BEDOUE T J., 1994 :** La visite de reproduction en élevage laitier. Bull. Group. Tech. Vét., 489,  
109-129.

**BOURGEOIS, 1990 :** Microbiologie alimentaire : aspect microbiologique de la sécurité et de la  
qualité alimentaire. Vol. 1 , 250 p.

**BRUNCH WIN G et LAMY., 2004 :** Trois stratégies de correction protéique de ration complète  
pour vaches laitières en début de lactation, Rech. Ruminants.

**BRUNCHWING PH., MOREL d'ARLEUX F., COLIN G, EVRAD J., 1996 :**

Effet de l'apport de tourteaux de lin sur les performances de vaches laitières à l'ensilage de  
maïs. Rech. Ruminants.

**CHINAIS F., LE GALL A., LEGARTO J., KEROUANTON J. 1997 :** Pace du maïs et de  
la prairie dans tes systèmes fourragers laitiers. 1. L'ensilage de maïs dans te système  
d'alimentation. Fourrages, 150,123-136

**COULON JB.J PRADEL P., VERDIER L . 1996 :** Effet du mode de conservation du fourrage (foin ou ensilage) sur la production et ta composition du lait. Renc. Rech. Ruminants, 3,281-284

**COULON J. B et HODEN A., 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, 361-367.

**COULON et REMOND, 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

**COUVRER S., HURTAUD C., DELABY L., MICHEL F., PEYRAUD J.L., 2003 :**  
Effet d'un régime à base d'herbe mi-fanée ou d'ensilage de maïs associé ou non à un déficit énergétique sur les propriétés des globules gras du lait Renc. Rech. Ruminants.

**COTTO G , 1991 :** L'utilisation de céréales par les vaches laitières. Document ITEB, Collection Lignes. Citer par : PACCARD et al., 2006. Maîtrise quantitative de la matière grasse du lait par l'alimentation.

**DELABY L et PECCATE JR, 2000 :** Utilisation de l'ensilage d'herbe mi-fané enrubanné ou de l'ensilage de maïs dans l'alimentation des vaches laitières au pic de lactation. Renc. Rech Ruminants, 7,127.

**DELABY L et POMIES D,2004 :** Intérêt d'un apport de concentré ou de foin chez les vaches laitières au pâturage en zone de demi-montagne. Renc. Rech Ruminants, 11,300

**DOREAU et CHILLIARD., 1992 :** Influence d'une supplémentation de la ration en lipides sur la qualité du lait chez la vache. INRA Prod. Anim.

**ENNUYER M., 1994 :** Utilisation des courbes de lactation comme élément de diagnostic en élevage laitier

**ESSALHI M., 2002** : Relation entre les systèmes de productions bovines et les caractéristiques du lait «Mémoire d'ingénieur, IAV Hassan II Rabat.

**FERLAY A., ANDRIEU JP., POMIER D MARTIN-ROSSET W.» CHILLIARD Y, 2002** : Effet de l'ensilage enrubanné d'herbe de demi-montagne sur la composition en acides gras d'intérêt nutritionnel du lait de vache. Renc. Rech. Ruminants, 9,365.

**FAVERDIN P., DELABY L., VERITE R., MARQUIS., 1998** : Effet de la teneur en protéines et en aliments concentré d'une ration complète à base d'ensilage de maïs sur l'ingestion et la production laitière de vaches laitières en début de lactation. Rech. Ruminants.

**HODEN A et COULON JB, 1991** : Maîtrise de la composition du lait ; influence des facteurs nutritionnels sur la qualité et tes taux de matières grasses et protéiques. INRA Prod. Anim., 4,361- 367,

**HODEN A., COULON ., JB.,DULPHY JP 1985** : Influence de l'alimentation sur la composition du lait. 3. Effets des régimes alimentaires sur les taux butyreux et protéique. Bull Tech. CRZV Theix, 62, 69-79.

**HOUSIN B., CHENAIS F., FORET A. 2003** : Influence du régime hivernal des vaches laitières sur la qualité organoleptique des beurres et des camemberts Renc. Rech, Ruminants, 10,219-222

**INRA., 1988** : Alimentation des bovins, ovins et caprins. Paris, Ed. INRA, 471 p.

**JARRIGER., 1988** : Alimentation des bovins, ovins et caprins. Paris. INRA, 476 p.

**JEAN METGE, 1990** : la production laitière édition Nathan, paris (France) ISBN 2-09-187032-3.

**JOURNET M et GHILIARB Y.,1985** : Influence de l'alimentation sur la composition du lait Taux butyreux : facteurs généraux, Bull. Tech. CRZV Theix INRA, 60,13-23.

**KELLOG D.W et MILLER DD,1977** : J Anim. Sci , 44. Citer par :

**JOURNET M et HODEN A, 1978.** La vache laitière. Edition MRA - publication

**LABARRE J. F., 1994** : Nutrition et variation du taux de matières grasses du lait de vache. Rec. Méde. Vét, 1994, 170, 381-389.

**LE DORE A,1977** : Thèse ingénieur docteur - Université.des Sciences et techniques du Languedoc. Citer par :

**JOURNET M et HOBEN A, 1978.** La vache laitière, 'Edition ÎNRA - publication.

**LE GALL A., CHENAIS F., LEGARTO J., FFLIMLIN A. 1995** : La place du maïs ensilage dans les systèmes fourragers laitiers. Document Institut de L'Elevage, 62 pp.

**LEGARTO J, 1992** : L'utilisation par les vaches laitières du sorgho grain ensilé en plante entière. CR Institut d'Elevage n° 92081

**LEGARTO J, 2006** : Détermination des seuils d'incorporation de la graine de soja crue dans l'alimentation des vaches laitières, CR Institut de l'Elevage, sous presse. Citer par ;  
PACCARD et al, 2006. Maîtrise quantitative de la matière grasse du lait par F alimentation,

**LUQUET, 1986** : lait et les produits laitiers vache, brebis, chèvre. Tome 3 : qualité - énergie et tables de composition. Edition technique et documentaire. Paris France 349 pages.

**MATHIEU J., 1998** : Initiation à la physicochimie du lait. Paris, Lavoisier. 214 p.

**MOREL D'ARLEUX F LE LIBOUX P., BESANCENOT JM,, GALLOO JB. 1996** :

Utilisation de pulpe de betterave surpressée par les vaches laitières. Renc, Rech Ruminants, 3,11

**PACCARD, P., CHENAIS, F., BRUNCHWIG, P., 2006** : Maîtrise de la matière grasse du lait par l'alimentation des vaches laitières. Compte rendu.

**REMOND B et JOURNET M,1971** : Ann. Zootech., 20. Citer par :

JOURNET M et HODEN A, 1978. La vache laitière «Edition INRA-publication,

**REMOND B, 1973. In** : l'utilisation des céréales dans L'alimentation des ruminants. Edition

S.E.I C.N.R.A Versailles. Citer par :

JOURNET M et HODEN A, 1978 vache laitière. Edition INRA . publication

**SAUVANT D., DULAPHY JP. MICHALET-DOREAU B. 1990** : Le concept d'indice de fibrosité des aliments des ruminants. INRA Prod. Anim., 3,309-318

**SAUVANT D., 2000.** Granulométrie des rations et nutrition du ruminant «Prod. Anim, 13.99-108.

**SAUVANT D., DULPHY J.P., DOREAU B., 1990** : Le concept d'indice de fibrosité des aliments des ruminants. INRA. Prod, Anim., 3, 309-318.

**SERIEYS F., 1997** : Tariesement des vaches laitières. Paris, Edition France Agricole, 61-67.

**SOLTNER D., 1999** : Alimentation des animaux domestiques. 21<sup>eme</sup> édition 176, p.

**VERIHER Metzl, 2000** : Effet de la conservation du fourrage sur les caractéristiques physico – chimique et sensorielles des fromages. Renc. Rech. Ruminants, 7,318.

**VERITE R, 1975 -ANN. ZOOTECH ., 22** : Citer par :

JOURNET M et HODEN A, 1978. La vache laitière. Edition INRA . publication.

**WOLTER R, 1994** : Alimentation de la vache laitière. Editions France Agricole , 3<sup>cmc</sup> édition, 225p

**ZELTER S.Z., 1973** : L'élevage : La qualité du lait de vache dépend de la ration. La qualité des productions animales. 178 p.

## **Résumé :**

Le présent travail consiste à évaluer l'impact de l'alimentation sur la teneur en matière grasse du lait de vache dans une exploitation de la région de centre d'Alger (ITELV- Baba Ali) caractérisé par un étage bioclimatique subhumide.

Les résultats trouvés montrent que le taux butyreux varie selon le type de ration distribuée mais reste dans les normes et parfois légèrement supérieur (39.21 ‰ (g/kg) avec ration composée de Fourrage : 62 % MS en kg/j et Concentré : 38% MS en kg /j à : 42.76 ‰ (g/kg) avec ration composée de Fourrage : 81,5% MS en kg /j et Concentré : 18,5% MS en kg /j). La teneur en matière grasse du lait de vache évolue de façon similaire avec la quantité de fourrage dans la ration : plus la quantité de fourrage augmente dans la ration plus le lait est riche en matière grasse.

Ces résultats montrent l'intérêt de l'alimentation de la vache sur la teneur en matière grasse du lait et par conséquent sur la production laitière tant au plan quantitatif que qualitatif.

**Mots clés :** rations, vache laitière, taux butyreux, lait.

## **Summary:**

This work consists in evaluating the impact of the food on the content of fat contents of the cow's milk in an exploitation of the area of center of Algiers (ITELV- Baba Ali) characterized by a bioclimatic floor subhumide.

The found results show that the butyreux rate varies according to the type of distributed ration but remains in the standards and sometimes slightly higher (39.21 ‰ (g/kg) with ration made up of Fodder: 62% ms in kg/j and Concentrate: 38% ms in kg /j with: 42.76 ‰ (g/kg) with ration made up of Fodder: 81, 5% ms in kg /j and Concentrate: 18, 5% ms in kg /j). The content of fat contents of the cow's milk evolves/moves in a similar way with the quantity of fodder in the ration: more the quantity of fodder increases in the ration plus milk is rich in fat contents.

These results show the interest of the food of the cow on the content of fat contents of milk and consequently on the dairy production as well in the quantitative plan as qualitative.

**Key words:** rations, milk cow, butyreux rate, milk.

## **ملخص:**

يتضمن هاذ العمل تأثير الغذاء على محتوى نسبة الدسم في حليب البقرة في مستثمرة تقع وسط الجزائر العاصمة (م.ت.ح- بابا علي) تتميز بمناخ شبه رطب. النتائج المنحصل عليها تبين بأن نسبة المادة الدسمة تتفاوت طبقاً لنوع الحصة الموزعة, لكن تبقى موافقة للمعايير وأحياناً مرتفعة نوعاً ما (من 39.21 ‰ (غ/كغ) بحصة مكونة من العلف 62% مادة جافة و غذاء مركز 38% مادة جافة في كغ/يوم 42.76 ‰ (غ/كغ) بحصة مكونة من العلف 81.5% مادة جافة و غذاء مركز 18.5% مادة جافة في كغ/يوم). محتوى نسبة الدسم من حليب البقرة يتطور على نحو مماثل مع كمية العلف في الحصة: أكثر زيادة في كمية العلف زائد حليب غني بنسبة الدسم.

تبدي هاته النتائج أهمية غذاء البقرة على محتوى نسبة الدسم في حليبها و كنتيجة على إنتاج الحليب من حيث الكمية وكذلك النوعية.

**الكلمة المفتاح:** الحوص, البقرة الحلوب, نسبة الدسم, الحليب.