

Sommaire:

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction	1
Partie bibliographiques	
Chapitre I: généralité sur le lait	
1.1. Définition	
1.2. La composition du lait	
1.2.1. Eau	
1.2.2. Matière grasse	
1.2.3. Protéines	
1.2.4. Lactose	
1.2.5. Minéraux	
1.2.6. Vitamines	
1.2.7. Enzymes	
1.3. Facteurs influençant la composition du lait	
1.3.1. Variabilité génétique entre individus	
1.3.2. Stadede lactation	
1.3.3. Age ou numéro de lactation	
1.3.4. Facteurs alimentaires	
1.3.5. Facteurs climatiques et saisonniers	
1.4. Propriétés physico-chimiques du lait	
1.4.1. Masse volumique	
1.4.2. Pointde congélation	
1.4.3. Point d'ébullition	
1.4.4. Acidité du lait	
1.5. Qualité organoleptique du lait	
1.6. Les laits commercialisés	
1.6.1. Lait pasteurisé	
1.6.2. Lait stérilisé	
1.6.3. Lait concentré sucré	
1.6.4. Lait aromatisé	

1.6.5. Lait fermenté

1.6.6. Lait en poudre

Chapitre 2: les besoins alimentaires de la vache laitière

2.1. L'alimentation de la vache laitière

2.1.1. les besoins nutritifs de la vache laitière

2.1.1.1. Les besoins d'entretien

2.1.1.2. Les besoins de croissance et de reconstitution des réserves corporelle

2.1.1.3. Les besoins de gestation

2.1.1.4. les besoins de production laitière

2.2. alimentation de la vache laitière au cours de la lactation

2.2.1. Debut de la lactation

2.2.2. Milieu de la lactation

2.2.3. Fin de la lactation

2.3. Le tarissement

2.4. Abreuvement

Chapitre 3: facteurs de variation de la production et de la qualité du lait

3.1. Facteurs liés à l'animal

3.1.1. Facteurs génétiques

3.1.2. Facteurs physiologiques

3.1.2.1. Effet de l'âge au premier vêlage

3.1.2.2. Effet rang de mise bas

3.1.2.3. Effet du stade de lactation

3.1.2.4. Effet de l'état de gestation

3.1.2.5. Effet de l'état sanitaire

3.2. Facteurs liés à l'environnement

3.2.1. Effet de l'alimentation

3.2.1.1. Effet d'apport énergétique

3.2.1.2. Effet des apports azotés

3.2.1.3. Effet de la nature de la ration de base

3.2.1.4. Effet de la nature et de la quantité du concentré distribué

3.2.1.5. Effet des apports en matière grasse

3.2.1.6. Effet d'apport en autres aliments

3.2.1.7. Effet de l'aspect physique des aliments

3.2.1.8. Effet de carence de la ration en minéraux et en vitamines

3.2.2. Effet de l'abreuvement

3.2.3. Effet de la saison

3.2.4. Effet du tarissement

3.2.5. Effet du mois vêlage

3.2.6. Effet de la traite

3.2.7. Effet de bien être

Partie expérimentale

1. Objectif

2-présentation de la région d'étude

2.1. Production végétale

2.2. Production animale

3. Matériel et méthodes

3.1. La structure des exploitations

3.2. Les caractéristiques du cheptel

3.3. L'utilisation des surfaces fourragères

3.4. Le rationnement des animaux

3.5. La production laitière

4. Méthodes d'analyse au laboratoire

4.1. Analyse du concentré de production

4.2. Estimation de la production laitière et l'analyse du lait au laboratoire

5. Méthode d'analyses statistiques

5.1. Organisation et mise en forme des données

5.2. Méthode d'analyse

6. Résultats et discussion

6.1. Résultats d'analyse du concentré de production

6.2. Analyse descriptive

6.3. Effet des facteurs de variation

6.3.1. Effet élevage

6.3.1.1. Influence de l'élevage sur la production laitière

6.3.1.2. Influence de l'élevage sur le TP et le TB du lait

6.3.1.3. Influence de l'élevage sur l'acidité et la densité du lait

6.3.2. Effet trace

6.3.2.1. Influence de la race sur la production laitière, TP et TB

6.3.2.2. Influence de la race sur l'acidité et la densité du lait

6.4. Relations entre les différents paramètres

7. Conclusion

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Cette étude a pour objectif de caractériser les effets de quelques facteurs de variation liés à l'élevage sur l'évolution de la production laitière et la qualité du lait de vache au niveau des exploitations de bovin laitier dans la wilaya de Tlemcen.

Un suivi de la conduite d'élevage a été réalisé durant une période de quatre mois dans six élevages choisis. En parallèle, des échantillons individuels de lait de 56 vaches (traites complètes du soir), ont été prélevés pour des estimations de production et des analyses de la qualité physico-chimie. Une analyse de la composition chimique des échantillons d'aliments concentrés distribués au niveau de chacune des exploitations a été également effectuée.

Nos résultats montrent que les écarts moyens de la production laitière, du taux protéique, du taux butyreux et de l'acidité du lait entre les deux élevages extrêmes sont estimés à 4,17 L/V/J, 3,04 g/L, 4,96g/L et 3,07°D respectivement. Ceci témoigne des disparités importantes dans la conduite d'élevage entre les fermes. Le mois de lactation agit aussi fortement sur la variation des paramètres du lait. Le lait le plus riche en protéines est obtenu pour les vêlages d'hiver (30,21g/L) et le lait plus acide est observé chez les vaches vêlant au printemps. Pour l'effet race, la Pie Noire produit plus de lait que la Pie Rouge et inversement pour la composition en protéines et en matières grasses. L'étude des corrélations nous a révélé que la densité et l'acidité du lait sont d'autant plus faibles qu'il est riche en matière grasse.

Mots clés : effet, facteurs de variations, lait, quantité, qualité, Tlemcen, vache.

Abstract

This study aims to characterize the effects of some factors related to livestock on the evolution of milk production and quality of cow's milk in dairy cattle farms in the Tlemcen province.

Data were collected during the four-months period in six selected farms. At the same time, individual milk samples (complete evening milk-cow) from 56 cows were collected monthly in order to estimate yield production and to analysis the physical and chemical quality of produced milk. An analysis of the chemical composition of the samples of concentrated food distributed at the level of each of the exploitations was also made.

Results showed that the extreme average deviations of dairy production, protein, fat content and acidity of milk are estimated at 4.17 L/V/J, 3.04 g/L, 4.96g/L and 3,07°D respectively. This proves the important variations in the control of breeding between the farms. The month of lactation also strongly acts on the variation of milk contents and milk production. The richest protein milk is obtained from winter calves (30,21g/L) and the most acidic milk is observed in spring lactations. For the breed effects, the Pie Noire cows produces more milk than Pie Rouge ones and conversely for milk composition (proteins and fat). The correlation analysis indicates that milk density and acidity are conversely correlated to fat concentration of milk.

Key words: cow, effect, factors of variations, milk, production, quality, Tlemcen.

Rapport-Gratuit.com

Liste des tableaux

Tableau -1 : Composition moyenne du lait entier.

Tableau -2 : Composition moyenne en % du lait de vache, femme, brebis et chèvre.

Tableau-3: Classification des protéines.

Tableau-4 : Composition minérale du lait de vaches.

Tableau-5 : Composition vitaminique moyenne du lait cru.

Tableau-6 : Caractéristiques des principaux enzymes du lait.

Tableau-7:Besoins d'entretien de la vache laitière en fonction de son poids vif

Tableau-8:Besoins de gestation de la vache laitière (au-dessus de l'entretien) pour un veau pesant 40 kg à la naissance

Tableau-9:Besoins quotidiens en minéraux de la vache laitière.

Tableau-10:Evolution des besoins journaliers en UFL, PDI et Calcium de la vache laitière de la fin de l'allaitement à la fin de la lactation suivante.

Tableau-11:Rythmes de distribution du concentré de production au-dessus de la quantité de lait permise par les UFL de la ration de base selon la valeur énergétique du concentré et la qualité de la ration de base.

Tableau-12:Besoins en eau d'une vache en fonction de son stade physiologique et la température du milieu.

Tableau-13:Résultats du contrôle laitier par races sur l'ensemble des lactations

Tableau-14:Age moyen au 1^{er} vêlage selon les races.

Tableau-15:Effet de la sous-alimentation en début de lactation sur la production laitière.

Tableau-16:Influence de la proportion d'aliments concentrés associés à deux types d'aliments sur la production et la composition du lait.

Tableau-17:Influence de la proportion d'aliments concentrés sur la production laitière et le taux butyreux.

Tableau-18:Effet du supplément lipidique sur la production et la composition du lait de vache (effet expérimental par différence avec le témoin).

Tableau-19:Effets de la finesse de hachage d'une ration (55% de foin de luzerne-45% de concentré) sur les performances des vaches laitières

Tableau-20:Quantités d'eau consommées en fonction de la ration de base, en litres par kilo de matière sèche ingérées.

Tableau-21: Conséquences d'un non-tarissement sur les quantités de lait produites

Tableau-22: Conséquences d'un tarissement court sur les quantités de lait produites

Tableau-23: Conséquences du non tarissement ou d'un tarissement court sur le TP moyen du lait produit au cours de deux lactations successives

Tableau-24: Effet de la période de vêlage sur la production, la persistance et la durée de lactation.

Tableau-25: Effet de la période de vêlage sur la production laitière et le taux protéique

Tableau-26: L'effet du chargement de la parcelle sur les performances individuelles journalières des vaches laitières.

Tableau-27 Structure et composition du cheptel bovin des six fermes.

Tableau-28 Le matériel animal

Tableau-29 Les superficies fourragères cultivées dans les fermes.

Tableau-30 La composition chimique du concentré de production.

Tableau-31 Production de lait permise par l'aliment complémentaire distribué chaque jour au niveau de chaque élevage.

Tableau-32 Moyennes générales et coefficients de variation des paramètres étudiés

Tableau-33 Analyse de la variance et la signification du modèle

Tableau-34 Effet de l'élevage sur les paramètres (la production laitière, le TP, le TB, l'acidité et la densité)

Tableau-35: Effet de la race sur les paramètres ((la production laitière, le TP, le TB, l'acidité et la densité).

Liste des figures

Figure1:Composition de la matière grasse du lait

Figure2: Structure d'une sub-micelle caséique

Figure-3:Evolution de la production et de la composition du lait, de la capacité d'ingestion et du poids vif des vaches laitières au court de lactation

Figure-4: Les périodes de risque d'engraissement pour des vaches laitières.

Figure-5:La variation de la production du lait en fonction de l'élevage

Figure-6:La variation du TP du lait en fonction de l'élevage

Figure7:La variation du TB du lait en fonction de l'élevage

Figure-8:L'évolutionde l'aciditédu lait en fonction del'élevage

Figure-9:L'évolution de la densité du lait en fonction de l'élevage

Figure-10:La variation de la production laitière en fonction de la race

Figure-11:La variation du TP et le TB du lait en fonction de la race

Figure-12:La variation de l'acidité du lait en fonction de la race

Figure-13:La variation de la densité du lait en fonction de la race

Introduction

Face à l'impératif de la demande croissante et soutenue en produits laitiers, tant sur le plan qualitatif que sur le plan quantitatif, notre pays se trouve devant le choix de continuer l'importation de la poudre de lait en accentuant la dépendance ou de miser sur les potentialités existantes en mettant en place les moyens et les structures d'accompagnement nécessaires. C'est dans l'optique de cette deuxième vision que plusieurs mesures incitatives comme le PNDA (aide aux éleveurs, encouragement de la collecte à la ferme, aide à la création de petites industries laitières) ont été implantées.

L'installation des réseaux de collecte et la naissance de petites industries de transformation de lait sont trouvées confrontées à la grande variabilité de la quantité et surtout de la qualité du lait produit. Ces dernières doivent exploiter toute la richesse de ce produit qui constitue une matière première de composition complexe aux ressources considérables. Les variations quantitatives et surtout qualitatives du lait à la collecte exigent que le prix à payer aux éleveurs soit ajusté à son taux butyreux, taux protéique et de sa qualité hygiénique.

De nombreux facteurs relatifs à l'élevage et liés à l'animal (race, stade de lactation, rang de mise bas...) et à son environnement (alimentation, pratique de la traite...) interviennent simultanément sur la variation de ces paramètres. Notre objectif est l'étude de la relation entre l'évolution des performances zootechniques (qualité et quantité du lait produit) et un ensemble de facteurs qui les influencent (l'élevage, et la race), ce qui nous permet de proposer des améliorations pour la conduite de l'élevage.

Afin d'atteindre notre objectif, nous avons réalisé un suivi de six exploitations de bovins laitiers dans la wilaya de Tlemcen, 56 vaches de races Pie-Noire et Pie-Rouge à différents stades physiologiques ont été retenues. Des estimations de la production et des prélèvements de laits individuels ainsi qu'un échantillon d'aliment concentré ont été réalisés et analysés pour leurs qualités physico-chimiques.

Dans le présent travail, nous avons essayé d'identifier puis d'expliquer les relations complexes qui existent entre les différents facteurs de production et les critères de qualité et de quantité de la production laitière.

I-LE LAIT

I-1-définition

Le lait était défini en 1908 au cours du congrès international de la répression des fraudes à Genève comme étant « Le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir du colostrum » (**POUGHEON et GOURSAUD, 2001**).

Selon **ABOUTAYEB (2009)**, le lait est un liquide blanc, opaque, de saveur légèrement sucrée, constituant un aliment complet et équilibré, sécrété par les glandes mammaires de la femme et par celles des mammifères femelles pour la nutrition des jeunes.

Le lait cru est un lait qui n'a subi aucun traitement de conservation sauf la réfrigération à la ferme. La date limite de vente correspond au lendemain du jour de la traite. Le lait cru doit être porté à l'ébullition avant consommation (car il contient des germes pathogènes). Il doit être conservé au réfrigérateur et consommé dans les 24h (**FREDOT, 2006**).

JEANTET et coll. (2008) rapportent que le lait doit être en outre collecté dans de bonnes conditions hygiéniques et présenter toutes les garanties sanitaires. Il peut être commercialisé en l'état mais le plus souvent après avoir subi des traitements de standardisation lipidique et d'épuration microbienne pour limiter les risques hygiéniques et assurer une plus longue conservation.

I-2-La composition du lait

FRANWORTH et MAINVILLE (2010) évoquent que le lait est reconnu depuis longtemps comme étant un aliment bon pour la santé. Source de calcium et de protéines, il peut être ajouté à notre régime sous plusieurs formes.

Les laits sont les seuls aliments naturels complets qui existent, chacun d'eux étant adapté à la race qu'il permet de développer (**MITTAINÉ, 1980**).

Selon **FAVIER (1985)**, le lait est une source importante de protéines de très bonne qualité, riches en acides aminés essentiels, tout particulièrement en lysine qui est par excellence l'acide aminé de la croissance. Ses lipides, caractérisés par rapport aux autres corps gras alimentaires par une forte proportion d'acides gras à chaîne courte, sont beaucoup plus riches en acides gras saturés qu'en acides gras insaturés. Ils véhiculent par ailleurs des quantités appréciables de cholestérol et de vitamine A ainsi que de faibles quantités de vitamine D et E.

Les principaux constituants du lait par ordre croissant selon **POUGHEON et GOURSAUD (2001)** sont :

- L'eau, très majoritaire,
- Les glucides principalement représentés par le lactose,
- Les lipides, essentiellement des triglycérides rassemblés en globules gras,
- Les sels minéraux à l'état ionique et moléculaire,
- Les protéines, caséines rassemblées en micelles, albumines et globulines solubles,
- Les éléments à l'état de trace mais au rôle biologique important, enzymes, vitamines et oligoéléments.

La composition moyenne du lait entier est représentée dans le tableau 1.

FREDOT (2006) rappelle que le lait est constitué de quatre phases :

Une émulsion de matières grasses ou phase grasse constituée de globules gras et de vitamines liposolubles (A, D).

Une phase colloïdale qui est une suspension de caséines sous forme de micelle.

Une phase aqueuse qui contient les constituants solubles du lait (protéines solubles, lactose, vitamines B et C, sels minéraux, azote non protéique).

Une phase gazeuse composée d'O₂, d'azote et de CO₂ dissous qui représentent environ 5 % du volume du lait.

Tableau 1 : Composition moyenne du lait entier (**FREDOT, 2006**)

Composants	Teneurs (g/100g)
Eau	89.5
Dérivés azotés	3.44
<i>Protéines</i>	3.27
<i>Caséine</i>	2.71
<i>Protéines solubles</i>	0.56
<i>Azote non protéique</i>	0.17
Matières grasses	3.5
<i>Lipides neutres</i>	3.4
<i>Lipides complexes</i>	<0.05
<i>Composés liposolubles</i>	<0.05
Glucides	4.8
<i>Lactose</i>	4.7
Gaz dissous	5% du volume du lait
Extrait sec total	12.8g

Le tableau 2 donne la composition moyenne en % pour différentes espèces.

Tableau 2 : Composition moyenne en % du lait de vache, femme, brebis et chèvre (*JENSEN, 1995*)

<i>Composants</i>	<i>Vache</i>	<i>Femme</i>	<i>Brebis</i>	<i>Chèvre</i>
<i>Protéines</i>	3.4	1.0	2.9	5.5
<i>Caséines</i>	2.8	0.4	2.5	4.6
<i>lipides</i>	3.7	3.8	4.5	7.4
<i>Lactose</i>	4.6	7.0	4.1	4.8
<i>Minéraux</i>	0.7	0.2	0.8	1.0

I-2-1-Eau

D'après *AMIOT et coll. (2002)*, l'eau est le constituant le plus important du lait, en proportion. La présence d'un dipôle et de doublets d'électrons libres lui confère un caractère polaire. Ce caractère polaire lui permet de former une solution vraie avec les substances polaires telles que les glucides, les minéraux et une solution colloïdale avec les protéines hydrophiles du sérum. Puisque les matières grasses possèdent un caractère non polaire (ou hydrophobe), elles ne pourront se dissoudre et formeront une émulsion du type huile dans l'eau. Il en est de même pour les micelles de caséines qui formeront une suspension colloïdale puisqu'elles sont solides.

I- 2-2-Matière grasse

JEANTET et coll. (2008) rapportent que la matière grasse est présente dans le lait sous forme de globules gras de diamètre de 0.1 à 10µm et est essentiellement constitué de triglycérides (98%). La matière grasse du lait de vache représente à elle seule la moitié de l'apport énergétique du lait. Elle est constituée de 65% d'acides gras saturés et de 35% d'acides gras insaturés. Elle renferme :

- une très grande variété d'acides gras (150 différents) ;
- une proportion élevée d'acides gras à chaînes courtes, assimilés plus rapidement que les acides gras à longues chaînes ;
- une teneur élevée en acide oléique (C_{18:1}) et palmitique (C_{16:0}) ;
- une teneur moyenne en acide stéarique (C_{18:0}) ;

La figure 1 présente un globule gras du lait. La membrane est constituée de phospholipides, de lipoprotéines, de cérebrosides, de protéines, d'acides nucléiques, d'enzymes et d'oligo-éléments (métaux) et d'eau (BYLUND, 1995).

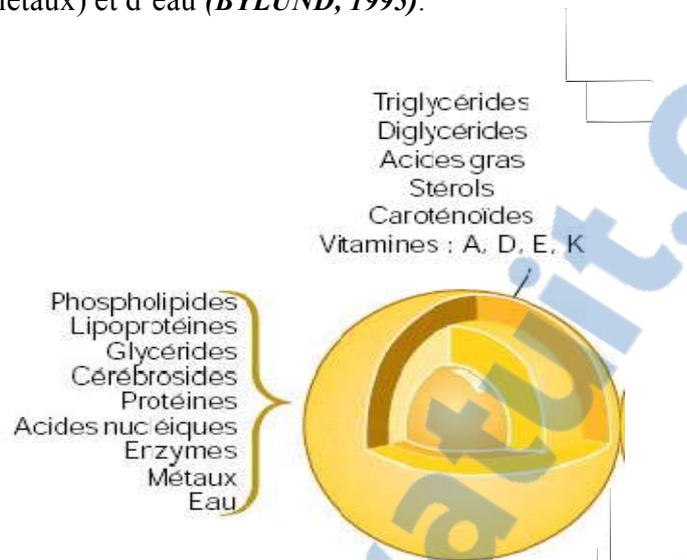


Figure 1: Composition de la matière grasse du lait (BYLUND, 1995)

Les phospholipides représentent moins de 1% de la matière grasse, sont plutôt riches en acides gras insaturés. Le lait de vache est pauvre en acides gras essentiels (acide linoléique C_{18:2} et acide linoléique C_{18:3}) par rapport au lait de femme (1.6% contre 8.5% en moyenne) (JEANTET et coll., 2008).

La matière grasse du lait est produite principalement à partir des acides gras volatils (acides acétique et butyrique). Le premier est formé principalement à partir des glucides pariétaux des fourrages (cellulose) et le second à partir des glucides rapidement fermentescibles (sucre de betterave). Une partie de la matière grasse du lait provient de la mobilisation des réserves lipidiques de la vache (jusqu'à 60 kg). Sous certaines conditions, des graisses alimentaires peuvent également contribuer à la formation de la matière grasse du lait (STOLL, 2003).

1-2-3-Protéines

Selon JEANTET et coll (2007), le lait de vache contient 3.2 à 3.5% de protéines réparties en deux fractions distinctes :

Les caséines qui précipitent à pH 4.6, représentent 80% des protéines totales,

Les protéines sériques solubles à pH 4.6, représentent 20% des protéines totales.

La classification des protéines est illustrée dans le tableau 3.

A-Caséines

JEAN et DIJON (1993) rapportent que la caséine est un polypeptide complexe, résultat de la polycondensation de différents aminoacides, dont les principaux sont la leucine, la proline, l'acide glutamique et la sérine. Le caséinate de calcium, de masse molaire qui peut atteindre 56000 g mol^{-1} , forme une dispersion colloïdale dans le lait. Les micelles protéiques ont un diamètre de l'ordre de $0,1 \text{ }\mu\text{m}$ (Figure 2).

La caséine native a la composition suivante : protéine 94%, calcium 3%, phosphore 2.2%, acide citrique 0.5% et magnésium 0.1% (*ADRIAN et coll., 2004*).

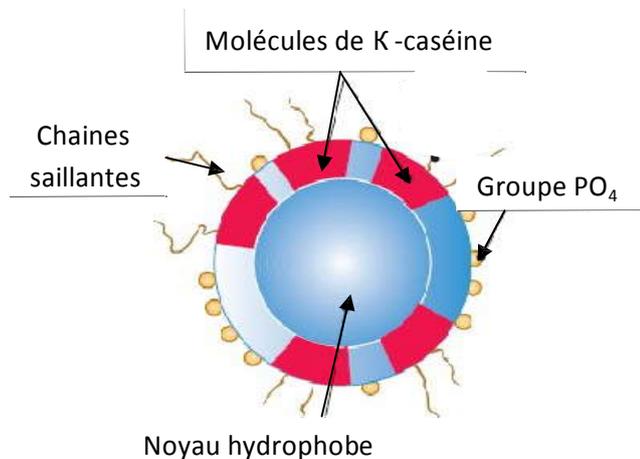


Figure 2: Structure d'une sub-micelle caséique (*BYLUND, 1995*)

B-Protéines du lactosérum

Les protéines du lactosérum représentent 15 à 28% des protéines du lait de vache et 17% des matières azotées (*DEBRY, 2001*).

THAPON(2005), définit les protéines du lactosérum comme protéines d'excellente valeur nutritionnelle, riches en acides aminés soufrés, en lysine et tryptophane. Elles ont de remarquables propriétés fonctionnelles mais sont sensibles à la dénaturation thermique.

a- L' α -lactalbumine

L' α -lactalbumine est une protéine de 123 acides aminés comportant trois variantes génétiques (A, B, C). Métalloprotéine (elle possède un atome de calcium par mole) du type globulaire (structure tertiaire quasi sphérique). Elle présente environ 22% des protéines du sérum (*VIGNOLA, 2002*).

b- La β -lactoglobuline

La β -lactoglobuline est la plus importante des protéines du sérum puisqu'elle en représente environ 55%. Son point isoélectrique est 5.1 la α -lactoglobuline est une protéine de 162 acides aminés comportant 7 variantes génétiques (A, B, C, D, E, F, G). Lors du chauffage la fixation d'une molécule de caséine K et d'une β -lactoglobuline se fasse également par un pont disulfure (DEBRY, 2001).

c- Le sérum-albumine

Représente environ 7% des protéines du sérum. Elle est constituée de 582 résidus d'acides aminés. Comptant un seul variant génétique A est identique au sérum albumine sanguine (VIGNOLA, 2002).

d-Les immunoglobulines

Ce sont des glycoprotéines de haut poids moléculaire responsable de l'immunité. On distingue trois grandes classes d'immunoglobulines: IgA, IgG, IgM. Elles sont très abondantes dans le colostrum. Les immunoglobulines sont les protéines du lactosérum les plus sensibles à la dénaturation thermique (THAPON, 2005).

e- Protéoses-peptones

Elles forment la fraction protéique soluble après chauffage du lait acidifié à pH 4.6 vers 95°C pendant 20 à 30 minutes. C'est un groupe hétérogène issu de la protéolyse par la plasmine de la caséine β (DEBRY, 2001).

Tableau 3: Classification des protéines (BRUNNER, 1981 cité par POUGHEON, 2001)

NOMS	% des protéines	Nombre d'AA
CASEINES	75-85	
Caséine α_1	39-46	199
Caséine α_2	8-11	207
Caséine β	25-35	209
Caséine k	8-15	169
Caséine g	3-7	
PROTEINES DU LACTOSERUM	15-22	
-Lactoglobuline	7-12	162
-Lactalbumine	2-5	123
Sérum-albumine	0.7-1.3	582
Immunoglobulines (G1, G2, A, M)	1.9-3.3	-
Protéoses-peptones	2-4	-



I-2-4-Lactose

MATHIEU(1999) évoque que le lait contient des glucides essentiellement représentés par le lactose, son constituant le plus abondant après l'eau. Sa molécule $C_{12}H_{22}O_{11}$, est constituée d'un résidu galactose uni à un résidu glucose. Le lactose est synthétisé dans les cellules des acini à partir du glucose sanguin. Celui-ci est en grande partie produit par le foie.

Le lactose est quasiment le seul glucide du lait de vache et représente 99% des glucides du lait de monogastriques. Sa teneur est très stable entre 48 et 50 g/l dans le lait de vache. Cette teneur présente de faibles variations dans le sens inverse des variations du taux butyreux. Le lactose est un sucre spécifique du lait (*HODEN et COULON, 1991*).

I-2-5-Minéraux

Selon *GAUCHERON(2004)*, le lait contient des quantités importantes de différents minéraux. Les principaux minéraux sont calcium, magnésium, sodium et potassium pour les cations et phosphate, chlorure et citrate pour les anions (Tableau 4).

Tableau 4 : Composition minérale du lait de vache (*JEANTET et coll., 2007*)

<i>Eléments minéraux</i>	<i>Concentration (mg.kg⁻¹)</i>
Calcium	1043-1283
Magnésium	97-146
Phosphate inorganique	1805-2185
Citrate	1323-2079
Sodium	391-644
Potassium	1212-1681
Chlorure	772-1207

I-2-6-Vitamines

Selon *VIGNOLA (2002)*, les vitamines sont des substances biologiquement indispensables à la vie puisqu'elles participent comme cofacteurs dans les réactions enzymatiques et dans les échanges à l'échelle des membranes cellulaires. L'organisme humain n'est pas capable de les synthétiser (Tableau 5).

On distingue d'une part les vitamines hydrosolubles (vitamine du groupe B et vitamine C) en quantité constantes, et d'autre part les vitamines liposolubles (A, D, E et K) (*JEANTET et coll. 2008*).

Tableau 5 : Composition vitaminique moyenne du lait cru (*AMIOT et coll., 2002*)

<i>Vitamines</i>	<i>Teneur moyenne</i>
<i>Vitamines liposolubles</i>	
Vitamine A (+carotènes)	40µg/100ml
Vitamine D	2.4µg/100ml
Vitamine E	100µg/100ml
Vitamine K	5µg/100ml
<i>Vitamines hydrosolubles</i>	
Vitamine C (acide ascorbique)	2mg/100ml
Vitamine B ₁ (thiamine)	45µg/100ml
Vitamine B ₂ (riboflavine)	175µg/100ml
Vitamine B ₆ (pyridoxine)	50µg/100ml
Vitamine B ₁₂ cyanocobalamine)	0.45µg/100ml
Niacine et niacinamide	90µg/100ml
Acide pantothénique	350µg/100ml
Acide folique	5.5µg/100ml
Vitamine H (biotine)	3.5µg/100ml

I-2-7-Enzymes

POUGHEON(2001) définit les enzymes comme des substances organiques de nature protidique, produites par des cellules ou des organismes vivants, agissant comme catalyseurs dans les réactions biochimiques. Environ 60 enzymes principales ont été répertoriées dans le lait dont 20 sont des constituants natifs. Une grande partie se retrouve dans la membrane des globules gras mais le lait contient de nombreuses cellules (leucocytes, bactéries) qui élaborent des enzymes : la distinction entre éléments natifs et éléments extérieurs n'est donc pas facile (Tableau 6).

Tableau 6 : Caractéristiques des principaux enzymes du lait (VIGNOLA, 2002)

<i>Groupe d'enzyme</i>	<i>Classes d'enzymes</i>	<i>pH</i>	<i>Température (°C)</i>	<i>Substrats</i>
<i>Hydrolases</i>	<i>Estérases</i>			
	Lipases	8.5	37	Triglycérides
	Phosphatase alcaline	9-10	37	Esters phosphoriques
	Phosphatase acide	4.0-5.2	37	Esters phosphoriques
	<i>Protéases</i>			
	Lysozyme	7.5	37	Parois cellulaire microbienne
	Plasmine	8	37	Caséines
<i>Déshydrogénases ou oxydases</i>	Sulphydriole oxydase	7	37	Protéines, peptides
	Xanthine oxydase	8.3	37	Bases puriques
<i>Oxygénases</i>	Lactoperoxydase	6.8	20	Composés réducteurs+H ₂ O ₂
	Catalase	7	20	H ₂ O ₂

I-3-Facteurs influençant la composition du lait

Selon COULON (1994) cité par POUGHEON(2001), la composition chimique du lait et ses caractéristiques technologiques varient sous l'effet d'un grand nombre de facteurs. Ces principaux facteurs de variation sont bien connus, ils sont liés soit à l'animal (facteurs génétiques, stade de lactation, état sanitaire ...) soit au milieu et à la conduite d'élevage (saison, climat, alimentation). Cependant, si les effets propres de ces facteurs ont été largement étudiés, leurs répercussions pratiques sont parfois plus difficiles à interpréter.

La composition du lait est variable elle dépend bien entendu du génotype de la femelle laitière (race, espèce) mais l'âge, la saison, le stade de lactation, l'alimentation sont des facteurs qui peuvent avoir des effets importants sur la composition du lait (POUGHEON et GOURSAUD, 2001).

I-3-1-Variabilité génétique entre individus

D'après POUGHEON et GOURSAUD (2001), il existe indéniablement des variabilités de composition entre les espèces et les races mais les études de comparaison ne sont pas faciles à mener, car les écarts obtenus lors des contrôles laitiers sont la combinaison des différences génétiques et des conditions d'élevage. Généralement les races les plus laitières présentent un plus faible taux de matières grasses et protéiques or le choix d'une race repose sur un bilan économique global. C'est pourquoi un éleveur a tendance à privilégier les races

qui produisent un lait de composition élevée. Il existe ainsi une variabilité génétique intra-race élevée, c'est pourquoi une sélection peut apporter un progrès.

I-3-2-Stade de lactation

Les teneurs du lait en matières grasses et protéiques évoluent de façon inverse à la quantité de lait produite. Elles sont élevées en début de lactation (période colostrale), elles chutent jusqu'à un minimum au 2^{ème} mois de lactation après un palier de 15 à 140 jours. Les taux croissent plus rapidement dans les trois derniers mois de lactation (**POUGHEON et GOURSAUD, 2001**).

I-3-3-Age ou numéro de lactation

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

I-3-4-Facteurs alimentaires

L'alimentation n'est pas un des principaux facteurs de variation du lait mais elle est importante car elle peut être modifiée par l'éleveur. Une réduction courte et brutale du niveau de l'alimentation se traduit par une réduction importante de la quantité de lait produite et une baisse variable du taux protéique mais la mobilisation des graisses corporelles entraîne une augmentation très importante du taux butyreux associée à une modification de la composition en matière grasse (augmentation de la part des acides gras à chaînes longues). Avec un apport de fourrages à volonté un niveau d'apports azotés conduit à un meilleur taux azoté avec un accroissement de l'apport non protéique (ANP) et des caséines. L'addition de matières grasses dans la ration induit le plus souvent une baisse du TB. Elle est due à une perturbation des fermentations ruminales, mais elle influence la composition en AG de la matière grasse du lait (**POUGHEON et GOURSAUD, 2001**).

I-3-5-Facteurs climatiques et saisonniers

D'après **POUGHEON et GOURSAUD (2001)**, la saison a une influence importante qui se rajoute aux autres facteurs (alimentation, stade de lactation, âge) de façon immuable, le TB passe par un minimum en juin – juillet et par un maximum à la fin de l'automne. La teneur en protéines passe par deux minimums un à la fin de l'hiver et l'autre au milieu de l'été et par deux maximums à la mise à l'herbe et à la fin de la période de pâturage.

I-4-Propriétés physico-chimiques du lait

Les principales propriétés physico-chimiques utilisées dans l'industrie laitière sont la masse volumique et la densité, le point de congélation, le point d'ébullition et l'acidité (AMIOT et coll., 2002).

I-4-1-Masse volumique

Selon POINTURIER(2003), la masse volumique d'un liquide est définie par le quotient de la masse d'une certaine quantité de ce liquide divisée par son volume. Elle est habituellement notée ρ et s'exprime en Kg.m^{-3} dans le système métrique. Comme la masse volumique dépend étroitement de la température, il est nécessaire de préciser à quelle température (T) elle est déterminée :

$$\rho = \frac{m}{V}$$

La masse volumique du lait entier à 20°C et en moyenne de 1030Kg.m^{-3} .

La densité d'un liquide est une grandeur sans dimension qui désigne le rapport entre la masse d'un volume donné du liquide considéré et la masse du même volume d'eau on a :

$$d_{T1/T2} = \frac{\rho_{T1}}{\rho_{T2}}$$

Comme la masse volumique de l'eau à 4°C est pratiquement égale à 1000Kg.m^{-3} , la densité du lait à 20°C par rapport à l'eau à 4°C est d'environ 1.030 ($d_{20/4}$). Il convient de signaler que le terme anglais «density» prête à confusion puisqu'il désigne la masse volumique et non la densité (POINTURIER, 2003).

I-4-2-Point de congélation

NEVILLE et JENSEN (1995) ont pu montrer que le point de congélation du lait est légèrement inférieur à celui de l'eau pure puisque la présence de solides solubilisés abaisse le point de congélation. Cette propriété physique est mesurée pour déterminer s'il y a addition d'eau au lait.

Sa valeur moyenne se situe entre - 0.54 et - 0.55°C, celle-ci est également la température de congélation du sérum sanguin. On constate de légères fluctuations dues aux saisons, à la

race de la vache, à la région de production. On a par exemple signalé des variations normales de - 0.530 à - 0.575°C. Le mouillage élève le point de congélation vers 0°C, puisque le nombre de molécules, autres que celles d'eau, et d'ions par litre diminue. D'une manière générale tous les traitements du lait ou les modifications de sa composition qui font varier leurs quantités entraînent un changement du point de congélation (*MATHIEU,1999*).

I-4-3-Point d'ébullition

D'après *AMIOT et coll. (2002)*, on définit le point d'ébullition comme la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la substance ou de la solution est égale à la pression appliquée. Ainsi comme pour le point de congélation, le point d'ébullition subit l'influence de la présence des solides solubilisés. Il est légèrement supérieur au point d'ébullition de l'eau, soit 100.5°C.

I-4-4-Acidité du lait

Selon *JEAN et DIJON(1993)*, l'acidité du lait résulte de l'acidité naturelle, due à la caséine, aux groupes phosphate, au dioxyde de carbone et aux acides organiques et de l'acidité développée, due à l'acide lactique formé dans la fermentation lactique.

L'acidité titrable du lait est déterminée par dosage par une solution d'hydroxyde de sodium en présence de phénolphtaléine. Bien que l'acide lactique ne soit pas le seul acide présent, l'acidité titrable peut être exprimée en grammes d'acide lactique par litre de lait ou en degré Dornic (°D). 1°D = 0.1g d'acide lactique par litre de lait.

Un lait cru au ramassage doit avoir une acidité ≤ 21 °D. Un lait dont l'acidité est ≥ 27 °D coagule au chauffage ; un lait dont l'acidité est ≥ 70 °D coagule à froid.

I-5-Qualité organoleptique du lait

VIERLING (2003) rapporte que l'aspect, l'odeur, la saveur, la texture ne peuvent être précisés qu'en comparaison avec un lait frais.

I-5-1- La couleur

Le lait est de couleur blanc mat, qui est due en grande partie à la matière grasse, aux pigments de carotène (la vache transforme le B-carotène en vitamine A qui passe directement dans le lait (**FREDOT, 2005**)).

REUMONT (2009) explique que dans le lait, deux composants, les lipides sous forme de globules de matière grasse et les protéines sous forme de micelles de caséines diffractent la lumière. Ces agrégats dispersent les rayons lumineux sans les absorber et le rayonnement qu'ils renvoient, est identique en composition au rayonnement solaire, à savoir une lumière blanche.

I-5-2- L'odeur :

Selon **VIERLING (2003)**, l'odeur est caractéristique le lait du fait de la matière grasse qu'il contient fixe des odeurs animales. Elles sont liées à l'ambiance de la traite, à l'alimentation (les fourrages à base d'ensilage favorisent la flore butyrique, le lait prend alors une forte odeur), à la conservation (l'acidification du lait à l'aide de l'acide lactique lui donne une odeur aigrelette).

I-5-3- La saveur

La saveur du lait normal frais est agréable. Celle du lait acidifié est fraîche et un peu piquante. Les laits chauffés (pasteurisés, bouillis ou stérilisés) ont un goût légèrement différent de celui du lait cru. Les laits de rétention et de mammites ont une saveur salée plus ou moins accentuée. Il en est en parfois de même du colostrum. L'alimentation des vaches laitières à l'aide de certaines plantes de fourrages ensilés, etc. peut transmettre au lait des saveurs anormales en particulier un goût amer. La saveur amère peut aussi apparaître dans le lait par suite de la pullulation de certains germes d'origine extra-mammaire (**THIEULIN et VUILLAUME, 1967**).

I-5-4-La viscosité

RHEOTEST (2010) a montré que la viscosité du lait est une propriété complexe qui est particulièrement affectée par les particules colloïdes émulsifiées et dissoutes.

La teneur en graisse et en caséine possède l'influence la plus importante sur la viscosité du lait. La viscosité dépend également de paramètres technologiques.

La viscosité est une caractéristique importante de la qualité du lait, étant donné qu'une relation intime existe entre les propriétés rhéologiques et la perception de la qualité par le consommateur. Ainsi, un consommateur d'Europe centrale évalue de manière très positive le lait concentré à forte consistance (filandreux). Il associe la teneur élevée des composants du lait à la viscosité élevée.

II-LES LAITS COMMERCIALISÉS

Le terme "Laits de consommation" désigne les différentes catégories de laits vendus à l'état liquide. Ces laits sont présentés obligatoirement en emballages fermés jusqu'à la remise au consommateur (**CNERNA, 1981**).

D'après **VIERLING (1999)**, les laits de consommation sont des laits destinés à être consommés en l'état.

L'évolution des processus technologiques, des techniques de conservation et de distribution a permis l'élaboration d'une large gamme de lait de consommation qui se distinguent par leur composition, leur qualité nutritionnelle et organoleptique et leur durée de conservation (**JEANTET et coll. , 2008**).

II-1-Lait pasteurisé

HARDING (1995) évoque que la pasteurisation a pour objectif la destruction de toutes les formes végétatives des micro-organismes pathogènes du lait sans altérer la qualité chimique, physique et organoleptique de ce dernier.

Le lait pasteurisé, fabriqué à partir de lait cru ou de lait reconstitué, écrémé ou non, est un lait qui a subi un traitement thermique (pasteurisation) qui détruit plus de 90 % de la flore (jusqu'à 98 %) contenue dans le lait (notamment tous les germes pathogènes non sporulés, tels que les germes de la tuberculose et de la brucellose) (**JEAN CHRISTIAN, 2001**).

D'après **JEANTET et coll. (2008)**, on distingue trois types de traitements :

Pasteurisation basse (62-65°C/30min) : elle n'est réalisable qu'en batch et est abandonnée en laiterie.

Pasteurisation haute (71-72°C/15-40s) ou HTST (high temperature short time) : elle est réservée aux laits de bonne qualité hygiénique. Au plan organoleptique et nutritionnel, la pasteurisation haute n'a que peu d'effets. Au niveau biochimique, la phosphatase alcaline est détruite par contre la peroxydase reste active et les taux de dénaturation des protéines sériques et des vitamines sont faibles. La date limite de consommation (DLC) des laits ayant subi une pasteurisation haute est 7 jours après conditionnement (bouteille en verre ou en carton, polyéthylène ou aluminium).

Flash pasteurisation (85-90°C/1-2s) : elle est pratiquée sur les laits crus de qualité moyenne ; la phosphatase et la peroxydase sont détruites.

II-2-Lait stérilisé

LESEUR et MELIK (1999) ont montré que selon le procédé de stérilisation, on distingue le lait stérilisé et le lait stérilisé UHT. Ces laits doivent être stables jusqu'à la date limite de consommation.

Lait stérilisé : C'est un lait conditionné- stérilisé après conditionnement dans un récipient hermétiquement clos, étanche aux liquides et aux microorganismes par la chaleur, laquelle doit détruire les enzymes les microorganismes pathogènes. La stérilisation est réalisée à une température de 100 -120°C pendant une vingtaine de minutes.

Lait stérilisé UHT : C'est un lait traité par la chaleur , qui doit détruire les enzymes , les microorganismes pathogènes , et conditionné ensuite aseptiquement dans un récipient stérile , hermétiquement clos , étanche aux liquides et aux microorganismes. Le traitement thermique peut être soit direct (injection de vapeur d'eau), soit indirect. Il est réalisé à 135-150°C pendant 2.5 secondes environ (**LESEUR et MELIK, 1999**).

II-3-Lait concentré sucré

Lait concentré c'est le produit provenant de la concentration du lait propre à la consommation. La concentration du lait peut se faire avec ou sans addition de sucre (*JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE, 2001*)

Selon *JEANTET et coll. (2008)*, la stabilité du lait peut être assurée par réduction de l'activité de l'eau (a_w). On y parvient par élimination partielle de l'eau et ajout de sucre. Le principe consiste à effectuer une évaporation sous vide afin d'abaisser la température d'ébullition. L'évaporation s'effectue dans des évaporateurs tubulaires ou à plaques. L'addition de saccharose assure la conservation du produit sans étape de stérilisation en limitant le développement des micro-organismes par abaissement de l' a_w .

Leur teneur en eau est de 24% environ, les constituants ont une concentration proche du triple de celle du lait, la teneur en saccharose atteint plus de 40% (*VIERLING, 2003*).

II-4-Lait aromatisé

VIERLING (1999) rappelle que cette dénomination est réservée aux boissons stérilisées préparées à l'avance, constituées exclusivement de lait écrémé ou non, sucré ou non, additionné des colorants généralement autorisés et de substances aromatiques naturelles qui peuvent être renforcées artificiellement : abricot, ananas, fraise, prune, cerise, framboise. Les laits aromatisés peuvent avoir subi l'addition d'agar-agar, alginates, carraghénanes et pectines comme stabilisants. Les laits aromatisés sont généralement obtenus par stérilisation en récipients ou par stérilisation UHT.

Ce sont tous des laits stérilisés auxquels on a ajouté des arômes autorisés (notamment cacao, vanille, fraise) (*LESEUR et MELIK, 1999*).

II-5-Lait fermenté

D'après *FREDOT (2006)*, la dénomination lait fermenté est réservée au produit laitier préparé avec des laits écrémés ou non ou des laits concentrés ou en poudre écrémés ou non sous forme liquide, concentré ou en poudre. Ils pourront être enrichis avec des constituants tels que la poudre de lait ou les protéines de lait. Le lait subit alors un traitement thermique au moins équivalent à la pasteurisation et estensemencé avec des micro-organismes caractéristiques de chaque produit. La coagulation des laits fermentés ne doit pas être obtenue par d'autres moyens que ceux qui résultent de l'activité des micro-organismes qui sont pour la plupart du probiotique c'est-à-dire bénéfique pour la santé.

Pour **BRULE (2004)**, le lait fermenté le plus consommé dans les pays occidentaux est le yaourt. De nombreux autres produits sont arrivés sur le marché : laits fermentés probiotiques, laits fermentés de longue conservation (pasteurisés, UHT, lyophilisés) et produits « *plaisirs* » (à boire, à sucer, pétillants ou glacés).

La dénomination “yaourt” ou “yoghourt” est strictement réservée aux laits dont la fermentation est obtenue par des bactéries lactiques *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*. Ces bactéries doivent êtreensemencées simultanément et se trouver vivantes dans le produit fini à raison d’au moins 10 millions de bactéries par gramme et ceci jusqu’à la date limite de consommation (**GERVOSON, 2007**).

II-6-Lait en poudre

PFIFFNER (2009) évoque que la production de lait condensé avait débuté dans les années 1860, celle de lait en poudre commença plus tardivement (Industrie laitière). Les essais de dessiccation de lait entier, demi-écrémé ou écrémé entrepris dans la seconde moitié du XIX^e s. avaient donné des produits insatisfaisants à la réhydratation. C’est au début du XX^e s. que l’on mit au point des procédés aptes à un usage industriel, dont les plus importants restent aujourd’hui encore l’atomisation et le séchage sur cylindres chauffants, qui réduisent la teneur en eau du lait de 88% à 2-4% (Tableau 7).

Selon la loi sur les aliments et drogues du Canada, les poudres de lait sont des produits résultants de l’enlèvement partiel de l’eau du lait. On répartit les poudres en trois groupes : La poudre de lait entier , la poudre de lait partiellement écrémé et la poudre de lait écrémé (**CLAUDE MICHEL et coll., 2002**).

Tableau 7: Composition des laits en poudre (% m/m) (**FAO, 2010**)

<i>Corposants</i>	Lait entier	Lait partiellement écrémé	Lait écrémé
<i>Matière grasse laitière</i>			
Minimum	26	>1,5	
Maximum	<40	<26	1,5
<i>Eau maximum</i>	5	5	5

Chapitre 2

Les besoins alimentaires de la vache laitière

2.2. L'alimentation de la vache laitière

La production et la composition du lait varient en fonction des facteurs génétiques et des facteurs du milieu, en particulier ceux liés à l'alimentation. Ces derniers sont la plupart du temps prépondérants, parce que la variabilité génétique des troupeaux est réduite par rapport à celle des caractéristiques du milieu. Celles-ci interagissent souvent entre elles (Coulon, 1991). Parmi tous les facteurs du milieu étudiés, l'éleveur ne peut agir beaucoup plus que sur l'alimentation pour augmenter la production et les taux de matières utiles du lait (Journet et Chilliard, 1985 ; Hoden et al. 1985 ; Sutton, 1989 ; Coulon et Rémond, 1991).

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, il est appelé à suivre un programme d'alimentation adéquat pour combler les différents besoins de la vache laitière. La ration ingérée par la vache doit apporter suffisamment d'énergie (UFL), d'azote (PDI), de minéraux (majeurs et oligo-éléments), de vitamines et d'eau.

2.2.1. Les besoins nutritifs de la vache laitière

2.2.1.1. 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 (1997), les besoins d'entretien varient essentiellement en fonction du poids de l'animal (tableau 7).

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 5 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.

Tableau-7 : Besoins d'entretien de la vache laitière (étable entravée) en fonction de son poids vif

Poids vif (kg)	UFL	PDI(g)	Ca(g)	P(g)
550	4.7	370	33	24.5
600	5.0	395	36	27
650	5.3	420	39	29.5
700	5.6	445	42	31.5

Source : INRA, 1988.

2.2.1.2. 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 60kg par an soit 200g/j) et chez les multipares la croissance est plus réduite et les besoins correspondants sont considérablement négligeables (Sérieys, 1997). D'après Jarrige (1988) les primipares de 2 ans doivent bénéficier d'un apport supplémentaire de 1 UFL et de 120g de PDI environ par rapport aux primipares de 3ans.

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).

2.2.1.3. 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 (tableau 8), 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.

Tableau-8 : Besoins de gestation de la vache laitière (au dessus de l'entretien) pour un veau pesant 40kg à la naissance

Mois de gestations	UFL	PDI(g)	Ca(g)	P(g)
7 ^{ème}	0.9	75	9	3
8 ^{ème}	1.6	135	16	5
9 ^{ème}	2.6	205	25	8

Source : INRA (1988).

2.2.1.4. Besoins de 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 5^{ème} 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

Taux butyreux (g/Kg)	Taux protéique (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		57

Source : Sérieys, (1997)

Selon Jarrige (1988), les besoins des vaches laitières en calcium (Ca) et en phosphore (P) augment substantiellement à partir du vêlage, du fait que ces deux minéraux entrent amplement dans la composition du lait. Meyer et Denis (1999) ajoutent que si l'apport

alimentaire en Ca et P est insuffisant, l'animal utilise ses réserves osseuses. Cependant, en cas de carence grave, la production laitière diminue (tableau 10).

Tableau- 10: Besoins quotidiens en minéraux de la vache laitière.

Type de besoins	Poids vif (kg)	Minéraux		
		Ca (g)	P (g)	Na (g)
Entretien stabulation entravée	200	12	7	4
	300			
	400	24	17	6
	500			
	600	36	27	8
Gestation (3 dernier mois)		+25 –50%	+20 –50%	+25%
Lactation		3,5*	1,7*	0,5*

Ca : calcium ; P : phosphore ; Na : sodium

Source : Meyer et Denis (1999).

*besoins par kilogramme de lait.

2.2.2. Alimentation des vaches laitières au cours de la lactation

Le rationnement alimentaire joue un rôle appréciable surtout pour son aspect qualitatif, il conditionne les proportions des acides gras volatiles (AGV produit lors des fermentations ruminales) et c'est un important régulateur, puisqu'il modifie directement la disponibilité de chacun de ces précurseurs de la lipogenèse mammaire. Ainsi, la matière grasse est l'un des constituants dont les teneurs sont les plus variables (Sauvant, 1984 rapporté par Journet et Chilliard, 1985).

Les besoins des vaches laitières surtout les hautes productrices varient au cours du cycle de production en fonction des stades de lactation, ces derniers sont illustrés par une représentation graphique ; une courbe de lactation qui comporte quatre phases essentielles à retenir (début, milieu, fin de lactation et la période de tarissement) afin de répondre aux besoins de l'animal (figure 6).

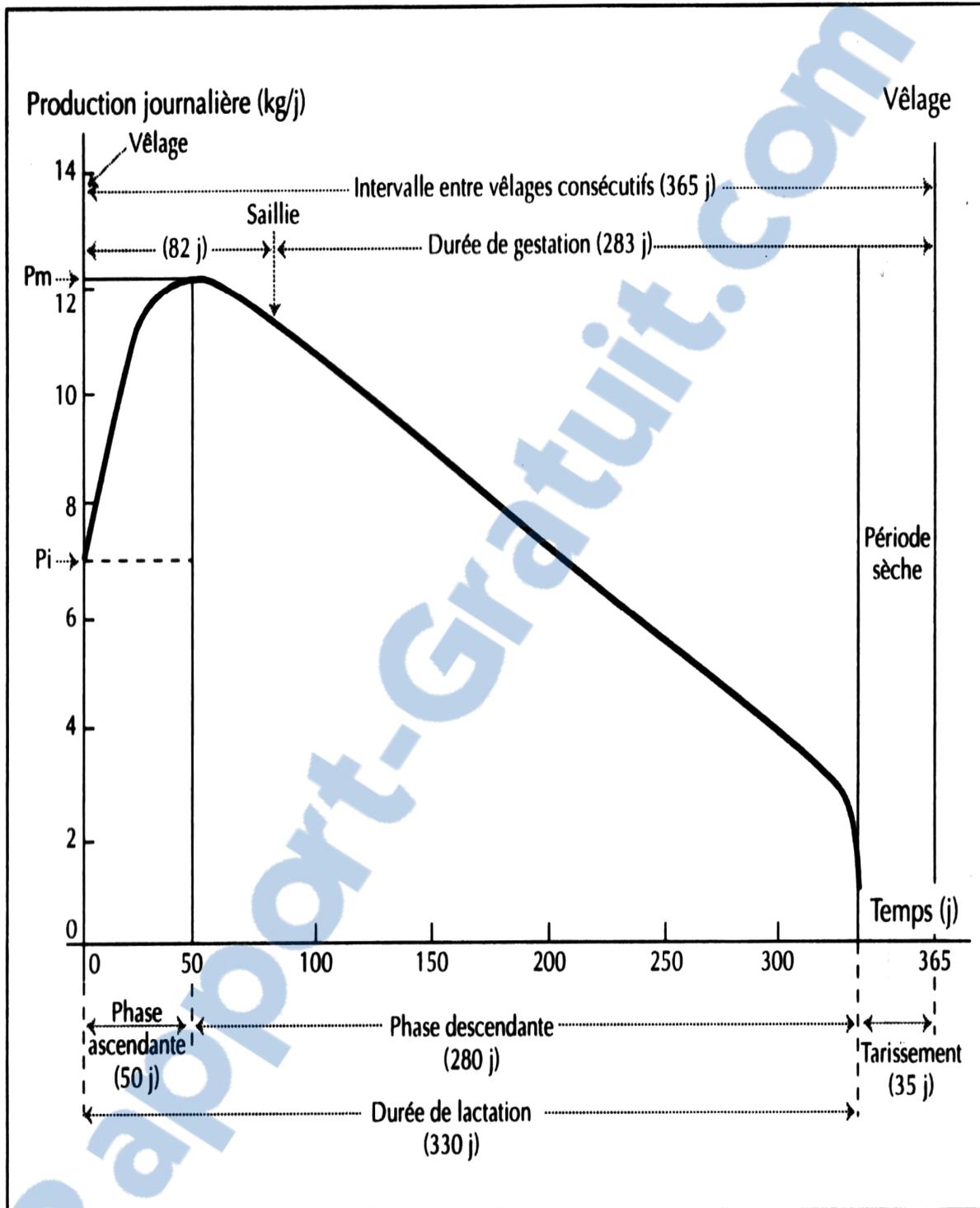


Figure-6 : Courbe de lactation (D'après Ramaherijaona, 1987 rapporté par Meyer et Denis 1999).

Selon Faverdin et al (1987) les variations de production (quantité et composition du lait), de consommation et de poids vif sont en fonction de l'âge des animaux (primipares, multipares), de leur niveau de production et de leur stade de lactation, avec une attention particulière pour les premiers mois qui constituent une période critique.

2.2.2.1. Début de la lactation

C'est la phase croissante de la lactation, les quantités de lait augmentent d'autant plus que le niveau de production est élevé (figure 7), l'accroissement entre la production initiale (PI=moyenne des 4-5 et 6^{ème} jours) et maximale hebdomadaire (PM) varie d'environ 6kg de lait pour les faibles productrices (PM=20kg chez les primipares, 25kg chez les multipares) à plus de 10kg de lait pour les fortes productrices (PM=30kg chez les primipares, 45kg chez les multipares) (Faverdin et al 1987).

Un déficit énergétique inévitable est observé en début de la lactation, causé par une très forte augmentation des besoins nutritifs et la faible capacité d'ingestion de la vache qui ne progresse que lentement. Cela conduira la vache à la mobilisation de ses réserves corporelles, qui sont de 15 à 60kg de matières grasses selon le potentiel des animaux, c'est l'apport énergétique nécessaire à la production de 150 à 600kg de lait. Concernant les réserves protéiques mobilisables elles sont beaucoup plus réduites et varient entre 5 et 10kg, selon le potentiel des animaux, soit l'équivalence pour la production de 100 à 200kg de lait (Hoden et al, 1988).

Selon Wolter (1994) le recours excessif à l'aliment concentré, durant cette période pour éviter le problème de la sous alimentation, n'est pas une solution car cela peut causer des risques d'acidose, suite à la diminution de la consommation du fourrage et les modifications des fermentations digestives. Pour surmonter ce problème de déficit énergétique en début de lactation, la vache devrait être en bon état corporel au vêlage et qu'elle soit capable de mobiliser ses réserves. La ration en début de lactation doit être constituée de fourrage de bon qualité ($\geq 40\%$), d'un apport en aliment concentré ($\leq 60\%$) et un taux de cellulose ≥ 16 à 18% pour assurer une bonne fibrosité de la ration et un bon fonctionnement du rumen pour le maintien du TB du lait à sa valeur normale.

En début de la lactation, les variations du taux protéique du lait sous l'effet du niveau des apports énergétiques sont faibles comparativement à celles de la production laitière (le taux protéique augmente de 0,6 g/kg pour 1 kg/j d'augmentation de la production laitière). D'après Coulon et Rémond (1991), cette augmentation du taux protéique est un peu plus

importante dans les essais de longues durées (0,8 g/kg pour 1 kg/j d'augmentation de la production laitière).

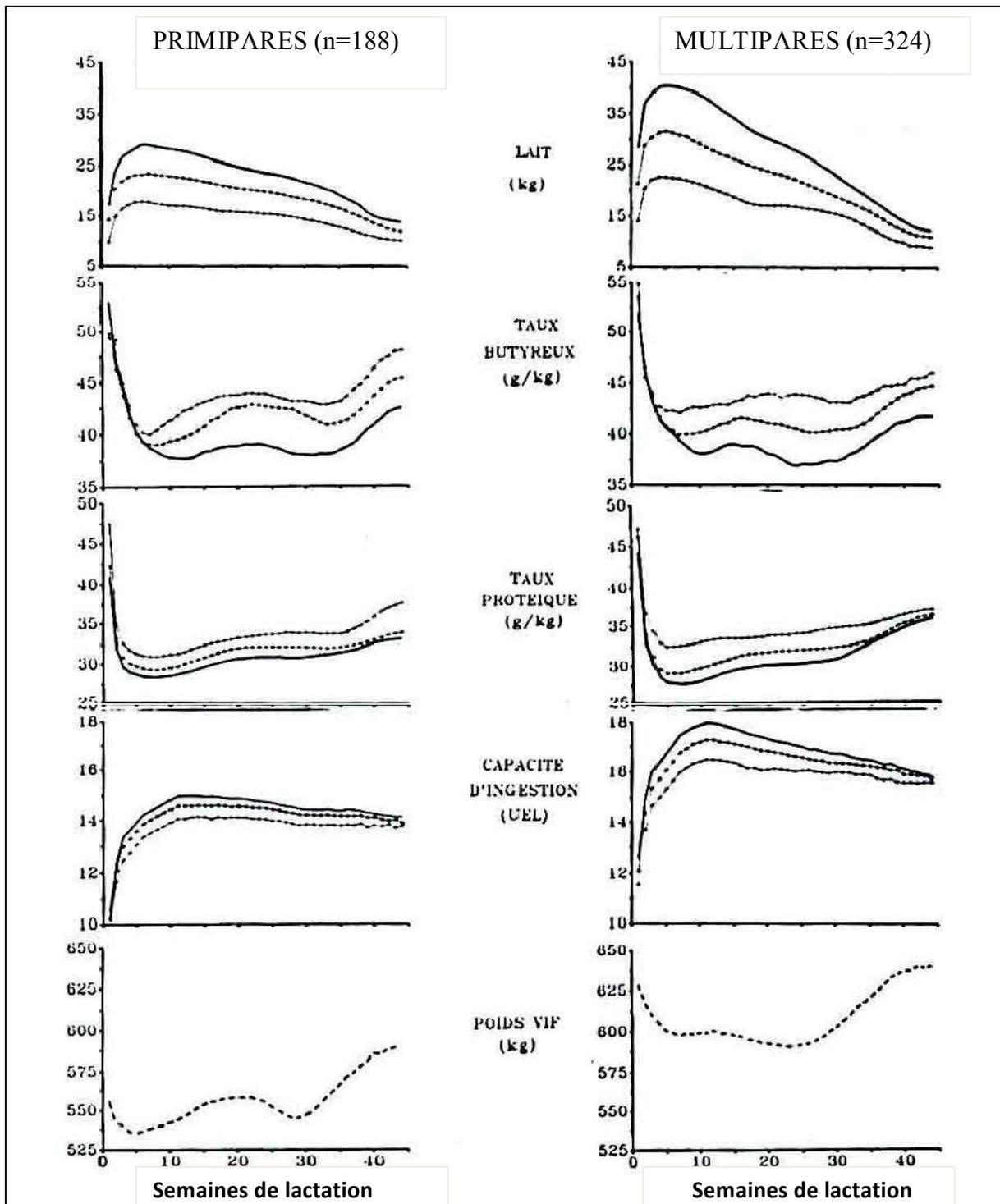


Figure-7 : Evolution de la production et de la composition du lait, de la capacité d'ingestion et du poids vif des vaches laitières au cours de lactation (D'après Favardin et al, 1987).

Sérieys (1997) note que la somme des besoins d'entretien, de la gestation et de la production de la vache laitière varient dans des proportions considérables de la fin d'une lactation jusqu'au pic de la lactation suivante et cela selon le niveau de production de ces animaux (tableau 11). D'après Meschy (1992) la mobilisation des réserves minérales osseuses est un processus physiologique inévitable en début de la lactation, donc il faut profiter leurs reconstitutions lorsque la capacité d'absorption est plus élevée (fin de la lactation).

Tableau-11 : Evolution des besoins journaliers en UFL, PDI et Calcium de la vache laitière de la fin d'une lactation au pic de la lactation suivante.

Stade physiologique	Vache produisant 6000Kg/an			Vache produisant 8000Kg/an		
	UFL	PDI	Ca	UFL	PDI	Ca
Dernière semaine de lactation	11.7	1160	88	13.6	1390	103
1 ^{er} mois de tarissement	6.6	535	52	6.6	535	52
2 ^{ème} mois de tarissement	7.6	605	61	7.6	605	61
1 ^{ère} semaine après vêlage	17.2	2030	164	21.6	2610	208
2 ^{ème} semaine après vêlage	17.5	2025	156	21.9	2595	198
3 ^{ème} semaine après vêlage	18.1	2000	152	22.4	2525	190
4 ^{ème} semaine après vêlage	18.0	1960	152	22.2	2470	190
5 ^{ème} semaine après vêlage	18.0	1920	150	22.2	2420	188

Source : Sérieys (1997).

2.2.2.2. Milieu de la lactation

Selon Faverdin et al (1987) au cours de la phase décroissante de la lactation, les persistance de la production laitière (entre les semaines 10 et 40) sont plus faibles chez les multipares que chez les primipares (89,2% par mois contre 93,8%). Durant cette phase, le bilan énergétique devient largement positif et la satisfaction des besoins azotés est plus facile à réaliser en raison de leurs moindres dépendances de la capacité d'ingestion (Hoden et al, 1988).

Selon Chilliard et al (1983) cités par Faverdin et al (1987), la reconstitution des réserves corporelles doit commencer dès le milieu de la lactation. En effet, la reprise d'un point d'état corporel (soit 30kg de lipides et 40 à 45kg de poids vif) nécessite en milieu de la lactation au moins 70 jours. Une vache laitière haute productrice à donc besoin d'au moins 4 à

5 mois pour reconstituer ses réserves corporelles. De ce fait, la réduction des apports nutritifs en cette période peut être préjudiciable à la santé de l'animal et à la qualité technologique du lait, notamment, la chute du taux protéique (Hoden et al., 1988).

Pendant cette phase, les besoins de production de lait et ceux de la reconstitution des réserves corporelles doivent être satisfaits par un apport d'une ration alimentaire équilibré en énergie et en azote. Le rythme de distribution du concentré de production doit être en fonction de la qualité de la ration de base (tableau12). D'après Hoden et al (1988), seules les rations de fourrages ayant un rapport PDI/UFL voisin de 100g permettent des niveaux de production identique pour l'énergie et l'azote.

Tableau-12 : Rythmes de distribution du concentré de production au dessus de la quantité de lait permise par les UFL de la ration de base selon la valeur énergétique du concentré et la qualité de la ration de base.

Ration de base		Rapport PDI/UFL du concentré (g)	Rythme de distribution du concentré (Valeur UFL/kg brut du concentré)		
Qualité	lait permis par les UFL avant correction		1,0	0,9	0,8
1. Fourrages offerts à volonté					
médiocre	5	105	1 kg/2,2 kg de lait	1 kg/2 kg de lait	1 kg/1,8 kg de lait
moyenne	5 à 10	115	1 kg/2,4 kg de lait	1 kg/2,2 kg de lait	1 kg/2 kg de lait
bonne	10 à 15	135	1 kg/2,8 kg de lait	1 kg/2,6 kg de lait	1 kg/2,2 kg de lait
excellente	15	145	1 kg/3 kg de lait	1 kg/2,8 kg de lait	1 kg/2,4 kg de lait
2. Fourrages offerts sans refus					
	Moins de 7,5	105	1 kg/2,2 kg de lait	1 kg/2 kg de lait	L kg/1,8 kg de lait
	plus de 7,5	115	1 kg/2,4 kg de lait	1 kg/2,2 kg de lait	1 kg/2 kg de lait

(INRA, 1988)

2.2.2.3. Fin de la lactation

Cette période correspond aux deux derniers mois de la lactation, elle se caractérise par une chute plus importante de production qui résulte de l'effet des hormones de gestation. La progestérone qui a pour rôle l'inhibition des contractions de l'utérus, empêchant ainsi la naissance prématurée a aussi un effet inhibiteur sur la lactogénèse, en supprimant la formation des récepteurs à la prolactine, en inhibant la synthèse de la prolactine par la glande pituitaire et en bloquant la liaison des glucocorticoïdes avec leurs récepteurs (Martinet et Houdebine, 1993).

Dulphy et Rouel (1988), notent que les vaches en fin de la lactation ont bien une capacité d'ingestion élevée qui leur permet d'être largement suralimentées (+2,3 UFL dans les 2 essais) et de reprendre du poids. Selon Walter (2001), Pendant le dernier tiers de la lactation, si la consommation ou la concentration de la ration en éléments nutritifs ne sont pas adaptées aux besoins des vaches, les apports excessifs en énergie conduiront à l'engraissement excessif des vaches dans le dernier tiers de la lactation (figure 8). Cette erreur d'alimentation ne peut plus être corrigée pendant la période de tarissement. Cet auteur rajoute qu'en fin de la lactation, les fourrages peuvent suffire à couvrir les besoins nutritifs des vaches ayant une grande capacité d'ingestion, de sorte que des apports supplémentaires d'aliments concentrés sont superflus. C'est en fin de la lactation que l'éleveur commence à préparer la vache au tarissement en réduisant les apports alimentaires essentiellement le concentré de production, donc il est primordial que l'éleveur connaisse bien la consommation de ses bêtes et la valeur nutritive des aliments qu'il met à leur disposition.

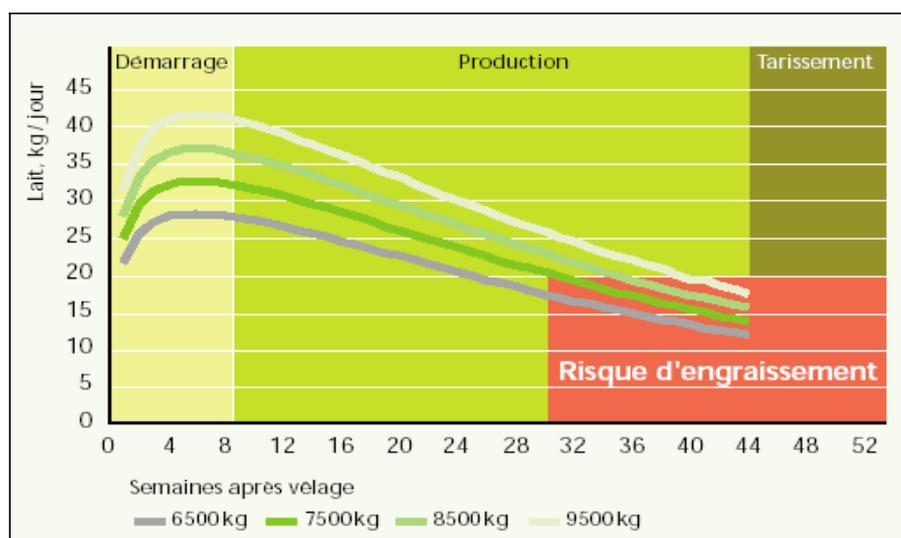


Figure-8 : Les périodes de risque d'engraissement pour des vaches laitières. (D'après Walter, 2001)

2.2.2.4. Le tarissement

Le tarissement ou la période sèche est la période pendant laquelle la vache ne produit pas de lait, il est souvent perçu comme une phase de repos physiologique avant la lactation suivante, il se pratique aux environs de deux mois avant la date de vêlage (Sérieys, 1997), il est obligatoire pour une bonne relance hormonale et la régénération des tissus mammaires.

Selon Wolter (1997), le tarissement (la préparation au vêlage, notamment chez les génisses) est crucial sur le plan alimentaire pour le bon démarrage de la lactation et pour la prévention des troubles qui entourent le vêlage. Il se distingue par des besoins quantitatifs relativement bas mais aussi par des exigences qualitatives en rapport avec la gestation. Il doit éviter les risques de suralimentation qui conduisent aux difficultés de vêlage. Afin d'éviter le problème de suralimentation en période sèche, le même auteur rapporte les particularités du rationnement en période de tarissement qui sont :

Le niveau alimentaire il doit être :

Ajusté : selon l'état d'entretien

Restrictif : séparation des vaches taries

Progressif : 1^{er} mois, au régime minimum à base de fourrage

2^{ème} mois, introduction graduelle de concentrés en moyenne :

1kg/VL/j : 3 semaines avant le vêlage

2kg/VL/j : 2 semaines avant le vêlage

2 à 3kg/VL/j : 1 semaine avant le vêlage

La nature de la ration elle doit être :

même fond de cuve : en fourrage et en concentrés

peu acidifiant : $\leq 1/2$ ensilage en MS (soit 15-18kg/vache/jour)

$\leq 1/4$ concentré en MS (soit 1 puis 2 et parfois 3kg/vache/jour)

L'alimentation minérale de la vache ne doit pas être négligée en cette période durant laquelle on assiste à la croissance maximal du fœtus et la reconstitution des réserves osseuses minérales qui se font essentiellement en cette phase (Meschy, 1992). Un bon apport en minéraux majeurs (calcium et phosphore) est donc recommandé.

2.2.3. Abreuvement

L'eau représente généralement la moitié à deux tiers du poids de l'animal, elle assure de nombreuses fonctions indispensables à la vie, elle se trouve à raison de 70% à l'intérieur des cellules et de 30% dans le sang (Jarrige, 1988).

La femelle en lactation a des besoins importants en eau, car le lait contient approximativement 87 % d'eau, si bien qu'une vache consommera quotidiennement environ quatre fois sa production laitière. Ainsi, une vache produisant 30 kg de lait a besoin d'environ

102 litres d'eau par jour (Dubreuil, 2001).

Wolter (1997) note que le besoin en eau des ruminants est assuré par l'abreuvement et celle contenu dans les aliments (surtout le fourrage vert), ces besoins varient en fonction de l'alimentation, de la production, de l'état physiologique et de la température (tableau 13). En effet, Crapelet (1973) a observé que par temps chaud, les vaches peuvent boire 80% de plus de leurs besoins par rapport à la température ambiante.

Tableau-13: Besoins en eau d'une vache en fonction de son stade physiologique et la température du milieu.

En L/VL/j pour une vache de 635Kg de PV			
	4-5°C	26-27°C	
Entretien	27	41	Soit en moyenne ≈4-5L/Kg MS ou ≈3L d'eau/L de lait en plus de l'entretien
Gestation	37	58	
Lactation : 9 L lait/j	45	67	
18 L lait/j	65	94	
27 L lait/j	85	120	
36 L lait/j	100	147	
45 L lait/j	120	173	

(Wolter, 1997)

Chapitre III

Facteurs de variation de la production et de la qualité du lait

3. Facteurs de variation de la qualité et de la production du lait

Les principaux facteurs de variation de la production et de la composition chimique du lait sont bien connus. Ils sont soit liés à l'animal (facteurs génétiques, stades physiologiques, l'état sanitaire...) soit liés au milieu dans le quel l'animal vit (saison, alimentation, hygiène, traite...). Ces facteurs sont très nombreux et de nombreuses études ont été consacrées à leur étude. À travers ce chapitre, nous avons résumé les principales tendances relevées par la bibliographie.

3.1. Facteurs liés à l'animal

Ce sont les facteurs intrinsèques, ils sont d'ordre génétique, physiologique (l'âge au premier vêlage, le rang de mise bas, stade de lactation, état de gestation...) et sanitaire.

3.1.1. 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 (- 4kg/j), mais ayant des taux protéiques (+ 2 à + 2,5 ‰), butyreux (+ 2 à + 3 ‰) et calciques (+ 0,1 ‰) 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.

Rapport-Gratuit.com

Pour une race donnée, il existe une liaison génétique positive assez forte entre les taux butyreux (TB) et protéique (TP). Une sélection sur des TP élevés et des TB faibles est donc difficile à mettre en œuvre (Bonaïti, 1985). Dans le même contexte, Rossetti et Jarrige (1957) rapportent que la sélection sur les taux butyreux entraîne une amélioration simultanée de la teneur en protéines, La corrélation négative entre la production de lait et le pourcentage de matière grasse rend la sélection des vaches pour la haute production et un haut taux de matière grasse très difficile (Wattiaux, 1998).

Tableau-14 : Résultats du contrôle laitier par race sur l'ensemble des lactations

	Nb de lactation	% sur total	Durée de Lactation /Jour	Production moyenne /kg	TB (g/kg)	TP (g/kg)
Prim Holstein	2068661	72,4	326	7678	40,7	31,5
Montbéliarde	374869	13,1	295	6110	38,8	32,4
Normande	299942	10,5	302	5410	43,5	34
Abondance	19382	0,7	287	5001	37,3	32,7
Brune	15992	0,6	320	6470	40,8	33,5
Simmental	14053	0,5	290	5240	40	33,2
Pie rouge des plaines	10945	0,4	300	6296	42	32,4
Tarentaise	7519	0,3	269	4007	35,9	32
Salers	2344	0,1	243	2407	33,2	32,8
Jersiaise	1699	0,1	299	4181	56,4	38,4
Vosgienne	1165	0,04	302	5415	40,1	32,5
Flamande	1136	0,04	302	5415	40,1	32,5
Bleue du Nord	1090	0,04	281	4422	36,8	30,7
Blanc Bleue	709	0,02	286	4693	36,4	30,8
Bretonne Pie noire	163	0,01	261	2803	44	33,3

Source : (INRA, 2003)

Les taux de calcium (Ca) et de phosphore (P) du lait sont des caractéristiques fortement héréditaires et bien corrélées avec le taux de caséines (Jenness, 1979). Le lait des races Jersey et Guernesey est plus riche en Ca et P, d'environ 20 à 25%, et plus pauvre en K, Na et Cl que le lait des races Frisonne Pie Noir et Holstein (Jarvis et al, 1962). Les teneurs en Ca et P du lait de vache Normande sont plus élevées que celles du lait de vache Frisonne ou Pie Rouge de Est (Guéguen et Journet, 1961).

3.1.2. Facteurs physiologiques

3.1.2.1. Effet de l'âge au premier vêlage

L'âge au premier vêlage est généralement associé au poids corporel et au développement général lors de la première saillie. Comme l'ont montré Craplet et al (1973) et Charron (1986), l'âge au premier vêlage est associé au poids corporel qui doit être d'environ 60 à 70 % du poids adulte. Le fait de diminuer le poids de la vache laitière au vêlage entraînerait la diminution de la production laitière en première lactation (Wolter, 1994).

Craplet et al (1973) citent qu'en France, dans une région peu étendue et au sein de la même race, les génisses vêlent à des âges très différents. D'autres auteurs (tableau 15) ont montré la grande variation de l'âge au premier vêlage selon les races, pouvant aller jusqu'à sept mois (Bougler et Tondu, 1972).

Tableau-15 : Age moyen au 1^{er} vêlage selon les races.

Races	Age au premier vêlage
Montbéliarde, Flamande	2 ans et 8 mois
Française Frisonne Pie Noire	2 ans et 7 mois
Normande, Saler, Pie Rouge d'est	2 ans et 9 mois
Tarentaise, Brune des Alpes	2 ans et 10 mois
Jersiaise	2 ans et 3 mois

Source : Bougler et Tondu (1972).

Ce facteur agit nettement sur le rendement laitier, selon Leliboux (1974) rapporté par Chikhone (1977). Il existe un écart entre la production des génisses suivant que leur 1^{er} vêlage a eu lieu à 2 ou 3 ans d'âge, la production de la première lactation est plus faible chez les génisses très jeunes que chez les génisses les plus âgées. Les génisses qui vêlent tôt (saillie à moins d'une année) ont une production nettement inférieure, ce qui se répercutera sur les lactations suivantes (Soltner, 1989).

3.1.2.2. Effet rang de mise bas

L'âge intervient beaucoup dans l'épanouissement de l'activité sécrétoire de la mamelle. Chez les vaches convenablement exploitées, la faculté productive s'élève progressivement (tableau 16). Le sommet de la production lactée est atteint à la 5^{ème} parturition, aux environs de la 8^{ème} année. Elle régresse au cours des lactations suivantes (Zelter, 1953). Ces variations de la production avec le numéro de lactation s'expliquent à la

fois par la variation corporelle, par l'augmentation du tissu mammaire durant les premières gestations et ensuite par le vieillissement normal du tissu.

Craplet et Thibier (1973) rapportent que le TB décroît lentement mais régulièrement dès la deuxième lactation pour se stabiliser à partir de la cinquième; alors que le TP reste assez stable au cours des lactations successives. Selon Agabriel et Coulon (1990), les primipares ont des taux butyreux supérieurs (+ 0,8 g/kg en moyenne) et des taux protéiques inférieurs à ceux des multipares (- 0,6 g/kg après le 4ème mois de lactation).

Tableau-16 : Influence du numéro de lactation sur la quantité et la composition du lait Produit.

N° de lactation	Nbr de vaches	Quantité de lait produite (L/lactation)	Matière grasse (g/L)	Composition du lait ‰			
				ESC	MA	Caséine	Lactose
1	187	3310	41,1	90,1	33,6	27,3	47,2
2	138	3590	40,6	89,2	33,5	26,6	46,2
3	108	3840	40,3	88,2	32,8	36,3	45,9
4	102	4110	40,2	88,4	33	26,1	45,7
5	75	3930	39	87,2	32,6	25,4	45,3
6	65	4020	39,1	87,4	33	26,2	44,8
7	44	4260	39,4	86,7	32,5	25,3	44,8

ESC : Extrait sec dégraissé

Source : Robinson et al (1973) rapportés par Chikhone (1977).

3.1.2.3. Effet du stade de lactation

Les variations de la production et de la composition chimique du lait sous l'effet du stade de lactation ont fait l'objet de très nombreux travaux Agabriel et al (1990) ; Rémond (1987) et Schultz et al (1990) notent que les teneurs en matières grasses et en protéines évoluent de façon inverse avec la quantité de lait produite (figure 7).

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

L'évolution de la production laitière a été pratiquement linéaire en moyenne entre le 1^{er} et le 8^{ème} mois de lactation et entre le 2^{ème} et 9^{ème} mois de lactation (Coulon et Roybin, 1988). Selon Agabriel et al (1990), la persistance mensuelle moyenne sur cette période a été

de 0,92. Comme c'était observé par Faverdin et al (1987), cette persistance a été supérieure chez les primipares (0,93 contre 0,91 chez les multipares), mais leur production est inférieure de 3,3 kg/j au cours de leurs trois premiers mois de lactation.

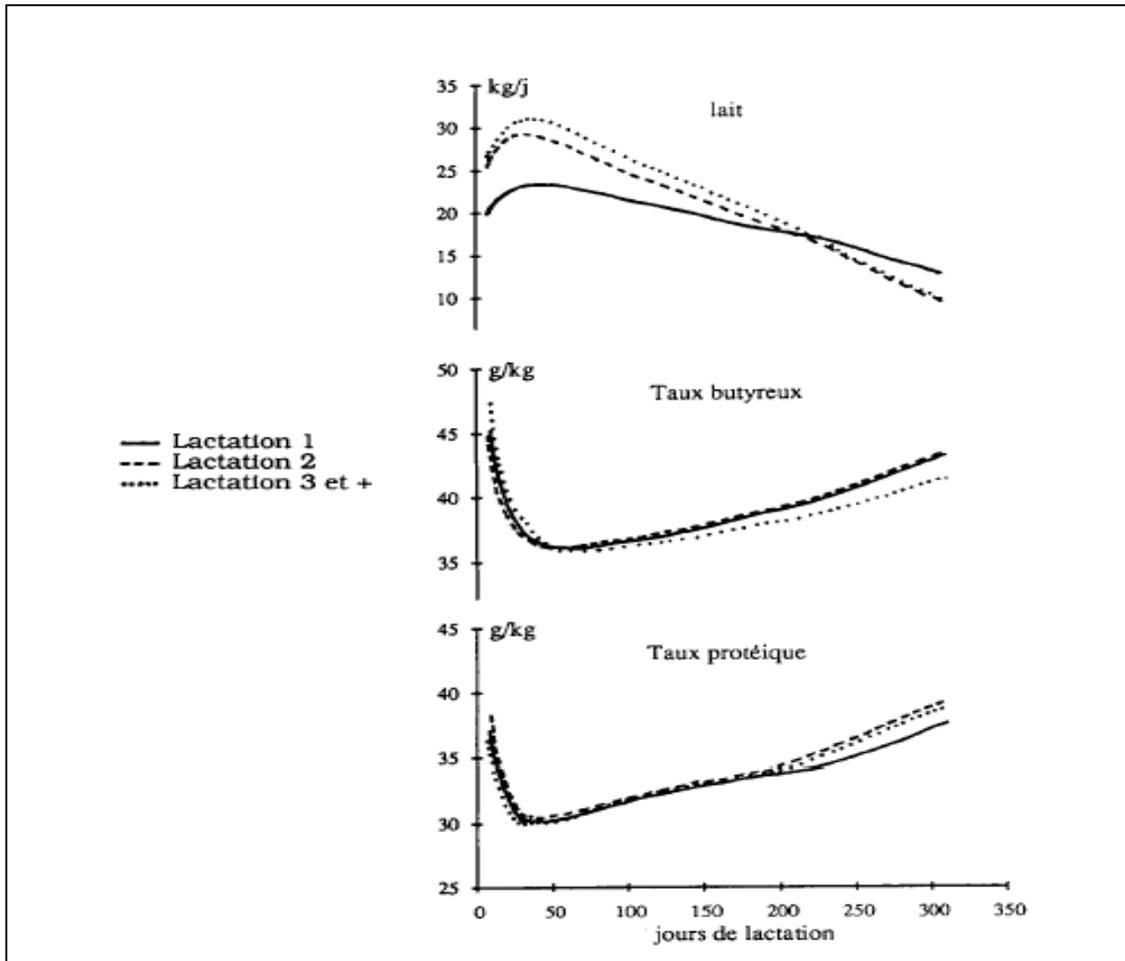


Figure-9 : Evolution de la production et de la composition chimique du lait au cours de la lactation apres annulations de l'effet de la saison (107000 lactation de vaches Holstein) (d'apres Schultz et al., 1990).

Selon Guéguen et Journet (1961), la composition du lait en minéraux a varié avec les stades de lactation, ils notent qu'après une diminution brutale pendant les premiers jours suivant le vêlage, les teneurs en Ca et P du lait diminuent légèrement jusqu'à la mi lactation, puis restent stables et augmentent à nouveau en fin de lactation. Les écarts extrêmes ne dépassent pas 15%. En revanche, les teneurs en K et Na subissent des variations importantes et en sens inverse, de 1,7 à 1,3g/L pour K et de 0,4 à 0,6g/L pour Na.

3.1.2.4. Effet de l'état de gestation

La gestation a un effet marqué sur la baisse de la production laitière, cela est dû à la production de la progestérone par le placenta. Coulon et al (1995) notent que la quantité journalière du lait sécrétée continue de diminuer avec l'avancement de la lactation et de la gestation, dont l'effet commence à se faire sentir à environ vingt semaines après la fécondation. Chupin (1974) rapporte que la production laitière diminue rapidement chez la vache gestante, notamment durant les 120 jours qui suivent la saillie fécondante que chez la vache vide.

D'après Nebel et McGilliard (1993), l'existence d'une influence négative possible de la gestation sur la production laitière, pousse l'éleveur à retarder volontairement le moment de l'insémination artificielle, prolongeant ainsi la persistance de la lactation, chez les vaches traites jusqu'au vêlage.

3.1.2.5. Effet de l'état sanitaire

La hiérarchie des fréquences de pathologies rencontrées dans les élevages laitiers et qui sont à l'origine de baisse importante de la production, sont les mammites cliniques (31,7% des lactations atteintes), la pathologie podale (25,6%), les troubles digestifs (12,3%) et la rétention placentaire (9,6%) selon Faye et al (1994). Ces derniers rapportent que les troubles sanitaires ont tendance à augmenter avec le rang de lactation (à l'exception notable des difficultés de vêlage) le début de la lactation est la période de la plus grande sensibilité.

Roux (1999) confirme que les mammites viennent en tête de liste des infections dans les élevages laitiers, la production laitière du troupeau constitue l'une des mesures les plus manifestement affectées par les mammites, selon Taylor (2006) les quantités de lait produites chutent de manière significative (jusqu'à 15 - 18 %) dès que les cas de mammite augmentent.

A l'issue de nombreuses observations effectuées par Carroll et al (1977) rapportés par Sérieys et al (1987) sur les laits mammitiques, une baisse de la quantité de matière grasse (de 5 à 9%) est constatée; ils rajoutent que l'infection des mamelles entraîne une perturbation de la glande. Ils constatent aussi une diminution des éléments produits par les cellules de l'épithélium sécrétoire (matière grasse, caséine, lactose) et une augmentation des éléments provenant du flux sanguin par augmentation de la perméabilité des tissus malades (sels minéraux, protéines solubles, cellules). Selon Miller (1983) et Sérieys (1989) cités par Agabriel et al (1993) : les mammites peuvent entraîner des chutes importantes de production laitière sans modification du taux protéique.

Les pertes de production les plus importantes sont causées par les mammites hivernales (24 kg) et surtout les boiteries survenant à la mise à l'herbe (56 kg), selon Coulon et al (1989). L'acidose latente est aujourd'hui l'un des principaux problèmes de la nutrition des ruminants laitiers à fort potentiel (Peyraud et al 2006).

Le parasitisme intestinal dû à de nombreux parasites peut coloniser le tube digestif des bovins. Il entraîne rarement des mortalités, mais son impact sur la production laitière est certain (Meyer et Denis, 1999).

3.2. Facteurs liés à l'environnement

L'environnement dans lequel vit un animal est défini comme étant une combinaison de tous les facteurs qui influencent l'expression d'un caractère donné. Ces facteurs sont liés à la conduite d'élevage (alimentation, abreuvement, mode de traite, tarissement, période de vêlage, hygiène, confort ...etc.) et la saison (lumière, température ...etc.).

3.2.1.1. Effet de l'alimentation

Les facteurs alimentaires jouent un rôle prédominant (Journet et Chilliard, 1985; Hoden et al, 1985 ; Sutton, 1989 et Coulon et Rémond, 1991), Contrairement à la plupart des autres facteurs, ils agissent à court terme et peuvent faire varier les taux butyreux et protéique de manière indépendante. La production ainsi que la composition chimique du lait peuvent varier selon la nature d'aliment (fourrage ou concentré), son mode de distribution, son aspect physique (grossier ou finement haché), son niveau d'apport en l'azote et en l'énergie... etc.

3.2.1.2. Effet d'apports énergétiques

L'apport énergétique de la ration connaît l'effet majeur sur le taux protéique (Sutton, 1989 ; Coulon et Rémond, 1991). Ainsi, selon Jarrige (1988), une variation moyenne des apports d'une UFL le modifie dans le même sens d'environ 0,5 g par kg sans avoir d'effet sensible sur le TB. D'autres auteurs tels Coulon et Rémond (1991), Agabriel et al (1993) rapportent qu'une augmentation d'apport énergétique se traduit généralement par un accroissement de la teneur en protéines et de la production laitière.

Un des facteurs de variation couramment avancés pour expliquer les variations du taux butyreux du lait est la proportion de concentré dans la ration (Journet et Chilliard, 1985 et Sutton, 1989). En effet, l'apport de concentré au pâturage entraîne une baisse du taux butyreux et une augmentation du taux protéique du lait de - 0,30 g/kg et + 0,24

g/kg respectivement pour chaque kg de MS de concentré consommé (Delaby et al, 2003). Une part importante du concentré dans la ration (en moyenne 55 % de la matière sèche ingérée) se traduit des taux butyreux légèrement inférieurs et une production de lait et des taux protéiques élevés (Boyi et al 2005).

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

3.2.1.3. Effet des apports azotés

L'augmentation du niveau des apports azotés conduit à une augmentation conjointe de la production laitière et de la matière protéique (Coulon, 1991). Coilliot (1989) rapporte que l'apport d'urée à des rations pauvres en azote à base de l'ensilage de maïs provoque un accroissement du taux protéique du lait (0,13 g par kg de lait /point de MAT supplémentaire) et surtout de la quantité de lait sécrétée (1,2 kg/point de MAT supplémentaire).

Hoden, (1987) affirme qu'en début de la lactation chez les vaches recevant à volonté des ensilages de maïs d'excellente qualité, l'amélioration de la nutrition azotée fait augmenter la production de lait tout en diminuant la mobilisation des réserves lipidiques. Cependant le taux butyreux ne diminue pas, il a plutôt tendance à s'accroître, car l'ingestion de fourrage et sa proportion dans la ration s'accroissent (tableau 17). D'autres travaux sur la nutrition azotée ont démontré qu'il est possible d'augmenter le taux protéique du lait sans modifier le taux butyreux (Hoden et Coulon, 1991).

Tableau-17 : Influence du niveau des apports azotés en début de lactation sur la production et la composition du lait.

Distribution du fourrage	limité		A volonté	
	bas	haut	bas	haut
Niveau d'apport azoté				
Quantité d'ingérées kg MS				
- ensilage de maïs	10.5	10.5	11.2	13.4
- aliment concentré	5.5	5.6	4.7	4.8
Apports PDI	1430	1750	1350	1920
UFL	15.5	15.5	14.3	16.2
Lait (kg)	24.9	28.0	25.9	29.6
Taux butyreux g ‰	40.1	39.3	41.4	42.6
Taux protéique g ‰	32.5	32.3	32.3	32.7
Perte de poids vif (kg)	- 13	- 20	- 23	-13

Source : Dulphy et Journet (1982) rapportés par Hoden (1987).

Les vaches laitières de haut niveau ont des besoins spécifiques en certains acides aminés (lysine, méthionine...), qu'il convient d'apporter pour améliorer l'efficacité d'utilisation des protéines (PDI) et d'extérioriser leurs potentialités. Dans ce cas, le travail de Rulquin (1992) sur la nutrition azotée démontre qu'il est possible d'augmenter le taux protéique (d'environ 1 g/kg) sans modifier le taux butyreux (amélioration du rapport TP/TB).

Hoden et al (1991) notent que le tourteau de Colza représente une bonne source en acides aminés et notamment en méthionine. L'introduction de ce tourteau dans une ration à base d'ensilage de maïs (fortement déficitaire en matières azotées fermentescibles) a permis une légère augmentation de la production laitière, le maintien du TP et la réduction du TB.

3.2.1.4. Effet de la sous-alimentation

Un essai réalisé par Coulon et D'Hour, (1994) sur deux lots de vaches afin de montrer l'effet de la sous-alimentation énergétique a montré que le lot dont la ration est réduite de 3Kg de concentré a engendré une diminution significative du taux protéique du lait (de 0,8 à 1,9 g/kg) alors que le taux butyreux n'a pas été affecté. Les sous-alimentations énergétiques même de courtes durées, en début de la lactation provoquent une diminution de la production laitière et une augmentation du taux butyreux (Meyer et Denis, 1999). Il y a une augmentation de la proportion d'acides gras à longues chaînes aux dépens des acides gras à courtes chaînes. Ceci est dû selon Hoden (1987) à une mobilisation des réserves corporelles lipidiques (tableau 18). Les résultats montrent qu'une sous-alimentation azotée sévère entraîne une diminution sensible de la production laitière, malgré la capacité importante des vaches à économiser leur azote. Compte tenu d'autres résultats, il apparaît intéressant de bien alimenter en azote les vaches fortes productrices au début de la lactation (Rémond et Journet, 1978).

Tableau-18 : Effet d'une réduction brutale et courte du niveau énergétique la ration sur la composition du lait.

Durée (jours)	Decaen –Adda (1970)		Kellog – Miller (1977)	
	0	4 ^{eme}	0	4 ^{eme}
Apports énergétiques (en % des besoins de production)	100	50	100	30
Lai (kg)	17.0	13.5	23.0	15.1
TB (%)	3.85	4.73	3.89	6.32
MG (g)	650	640	890	950

Source : Mathieu (1985).

Une sous-alimentation prolongée, quelle soit énergétique ou azotée, se traduit par une baisse de la quantité de lait et de la teneur en matière azotée, son action sur le TB est variable.

La sous-alimentation en début de la lactation provoque une forte diminution de la production laitière, comme le montre le tableau 19, Cet impact serait deux fois et demi plus important chez les primipares que chez les multipares. (Broster, 1974).

Tableau-19 : Effet de la sous-alimentation en début de lactation sur la production laitière.

Durée de la sous alimentation en début de lactation	Diminution de la quantité de lait (kg)	
	Au début de lactation	Lactation totale
12 semaines	136	590
8 semaines	45	181
9 semaines	180	862

Source : Broster (1974).

Cette sous-alimentation en début de lactation, occasionne un déficit énergétique, qui fait changer l'allure de la courbe de lactation, le pic de lactation serait hâtif mais plus bas de 1 à 3 kg/jour suivi d'une décroissance plus rapide que la normale. Ce déficit provoquerait en plus divers problèmes pathologiques comme les cétooses, les mortalités embryonnaires... (figure 10 selon Wolter, 1994).

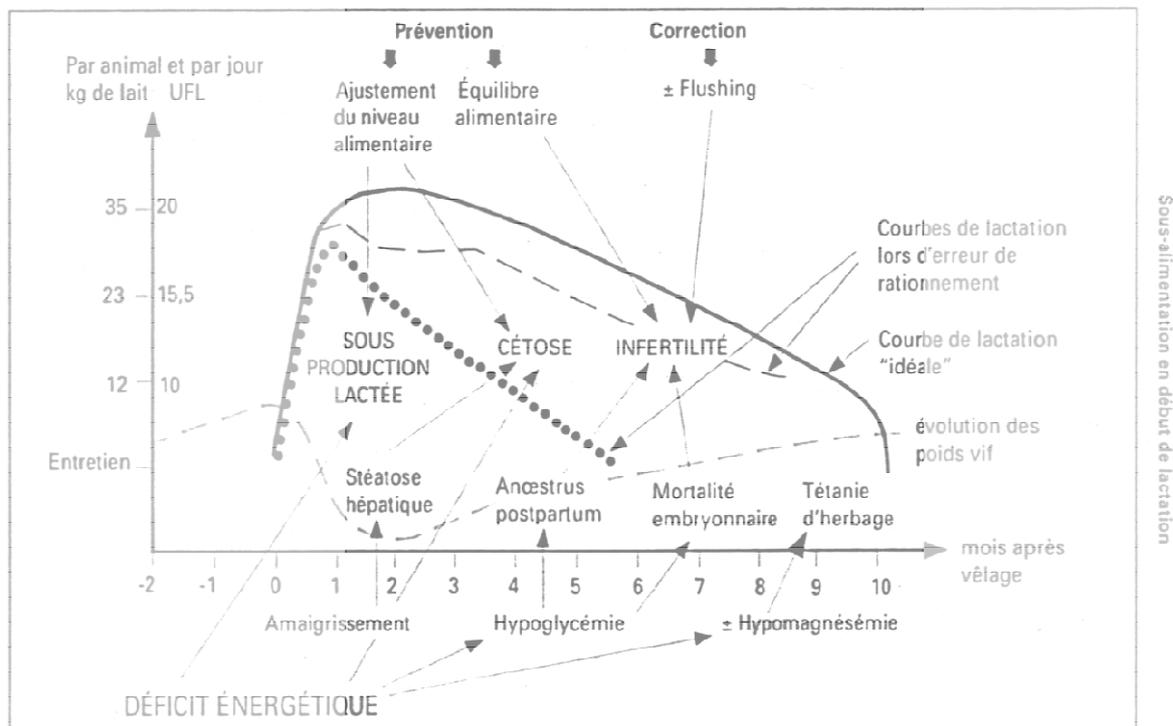


Figure-10 : Effet du déficit énergétique en début de lactation sur la production laitière (Wolter, 1994).

3.2.1.5. Effet de la nature de la ration de base

La production et la composition du lait varient avec la nature des rations de base (fourrage conservé et fourrage vert). Par exemple, les vaches nourries à base de foin produisent moins de lait que celle recevant de l'ensilage d'herbe (19,5 kg/j contre 20,2 kg/j), mais leurs laits sont plus riches en matières grasses et en protéines (31,2 g/kg contre 32,2 g/kg) (Coulon et al, 1997).

Bonyi et al (2005), dans un essai de comparaison entre l'effet de la nature des fourrages sur la composition du lait, rapportent que l'utilisation majoritaire des fourrages tempérés dans l'alimentation des vaches s'est traduit par des taux butyreux plus élevés que pour les laits des vaches qui sont alimentées le plus souvent avec des fourrages tropicaux. L'herbe jeune de printemps, qui est riche en sucres solubles, peut occasionner des diminutions de TB par accroissement du taux sanguin de propionate (Wolter, 1994).

Rémond (1978) note qu'au même niveau d'apport énergétique, les rations à base de foin conduisent à des productions laitières inférieures, mais à des taux protéiques légèrement supérieurs à ceux des rations à base d'ensilage d'herbe. Les vaches recevant du ray-grass maintiennent mieux leurs productions de lait que celles consommant de la luzerne et surtout du dactyle (Decaen et Ghadaki, 1970).

3.2.1.6. Effet de la nature et de la quantité du concentré distribué

Il est important de noter que la liaison entre les apports énergétiques et la composition du lait en matières utiles, peut être très variable selon la nature et la modalité des apports du concentré (Hoden et Coulon, 1991). Selon Colin et al (1993), l'apport supplémentaire de 2,5 kg d'aliment concentré a augmenté la production laitière de façon non significative (+ 0,4 kg/VL/j), le taux protéique (+ 0,6 g/L, $P < 0,01$) et le taux butyreux ont diminués significativement (-0,8 g/L).

Selon Coulon et al (1989), Ce n'est qu'avec des proportions plus importantes d'aliments concentrés (40 à 65 %) que le taux butyreux peut diminuer d'une façon importante (3 à 10g/kg), en fonction du type d'aliment complémentaire et/ou la nature du fourrage utilisé (tableau 20). La diminution sera plus sensible avec des céréales qu'avec des co-produits cellulosesiques (sons, pulpes de betteraves). Dans un essai d'alimentation réalisé par Rémond et Journet (1971), sur des vaches qui recevaient un aliment concentré (80%) et du fourrage à volonté, le taux butyreux été faible (en moyenne 27 g/L) et la quantité de lait produite a

diminué d'une façon anormalement rapide, des résultats similaires ont été trouvés par Flatt (1969) concernant le taux butyreux (tableau 21).

Tableau-20 : Influence de la proportion d'aliments concentrés associés à deux types d'aliments sur la production et la composition du lait.

Auteurs	Ration		Lait		
	composition	Concentré dans la ration(%)	Production kg/J	Taux de MG (g /kg)	Taux de MA (g /kg)
Verite (1972)	Ensilage de maïs + concentré	0	12.3	36.0	28.6
		18	20.8	40.1	33.6
		29	22.7	37.4	34.3
Nelson (1968)	Foin de luzerne + concentré broyé et aggloméré	25	15.9	28.5	30.2
		50	18.5	26.1	33.1
		75	19.7	22.8	33.9
		100	19.1	19.8	34.2

Source : Mathieu (1985).

Tableau-21: Influence de la proportion d'aliments concentrés sur la production laitière et le taux butyreux.

Aliment concentré dans la ration (%)	40	60	80
Acide gras volatil dans la ration (%)			
Acide acétique (2)	65.8	59.8	53.6
Acide propionique (3)	20.4	25.9	30.6
Acide butyrique (4)	10.5	10.2	10.7
Production laitière (kg/j)	20.4	20.9	18.1
Taux butyreux (g/J)	35	30	27

Source : Flatt (1969).

Une expérience plus récente est réalisée par Agabriel et al (1997), ils ont testé l'effet de trois types de concentrés (GW : concentré du blé broyé distribué en deux repas par jour, 1 h avant la distribution de l'ensilage, RW : concentré du blé aplati, distribué en trois repas par jour, 2 h après la distribution d'ensilage et PHM : concentré d'un mélange de pulpes de betteraves (40 %), de coques de soja (40 %) et de maïs (20 %) distribué dans les mêmes conditions que le traitement RW). Le résultat de cet essai montre que les animaux du traitement PHM ont produit 2 kg/j de lait de plus que ceux des autres traitements ($p < 0,01$), le lait est plus riche en matières grasses (+ 2 g/kg, $p < 0,01$) et moins riche en protéines (- 1,7 g/kg, $p < 0,01$). Ces résultats sont à mettre en relation avec le taux du pH et une proportion d'acide acétique dans le jus du rumen supérieure avec le traitement PHM.

Avec des niveaux d'apport de concentré inférieur à 5 kg par vache par jour, les effets de la nature du concentré sur les performances sont modérés et variables. Lors d'une

comparaison entre des concentrés (3,5 kg MS) à base de blé (75 % amidon rapidement fermentescible) ou de pulpes et son de blé (80 % parois végétales rapidement fermentescibles), Delaby et Peyraud (1994) n'ont mis en évidence que des effets ténus sur la production de lait et le taux protéique (- 0,5 kg et +0,6 g/kg respectivement avec le blé) sans modification du taux butyreux. Par rapport à un concentré à base de pulpes et son, l'utilisation de coques de soja (87 % parois végétales lentement fermentescibles) accroît le taux butyreux de 1,0 g/kg, mais sans modifier la production du lait et le taux protéique.

3.2.1.7. Effet du rapport fourrages/concentrés

Le rapport fourrage concentré (F/C) a un effet considérable sur la composition du lait, l'amplitude de variation du TB sous l'influence du rapport (F/C) peut atteindre 20g/kg soit 3 à 4 fois plus que le TP qui varie généralement en sens inverse. En effet, jusqu'à 40 % d'aliments concentrés le TB varie peu, si les fourrages ne sont pas broyés trop finement. Entre 40 et 65%, le TB diminue mais avec une amplitude très variable selon l'essai; mais au-delà de 65 %, il peut atteindre des valeurs très faibles inférieures à 20g/kg. Ce phénomène peut-être attribué à la dilution de la matière grasse du lait occasionné par une hausse de la production laitière permise par les hauts niveaux d'apports énergétiques (Hoden, 1987).

Selon Coulon et Rémond (1991), cette baisse du TB est due à la diminution progressive de l'efficacité des apports, ayant pour cause un accroissement de plus en plus faible de la quantité d'énergie réellement mise à la disposition des animaux, au fur et à mesure que l'apport du concentré s'accroît. En effet, une part très importante de l'énergie est déposée dans l'organisme de l'animal sous forme de lipides (engraissement), ce qui conduit à la diminution de la disponibilité mammaire en acides gras non estérifiés, source des acides gras long du lait.

Wolter (1994) note que pour que la teneur en TB se maintienne à une valeur normale, la part de fourrage (foin, paille, ensilage...) dans la ration totale doit être supérieure à 40% et le taux de cellulose brut de la ration doit être supérieur à 17%.

3.2.1.8. Effet des apports en matières grasses

L'apport de matières grasses dans la ration alimentaire de la vache laitière engendre une variation de la production et de la composition du lait. Selon Jarrige (1988), l'addition de Suif de graines oléagineuses à raison de 2 à 5 % dans la ration totale, aux rations pauvres en MG (2 à 3 %), tels que l'ensilage de l'herbe ou le foin, peut améliorer le TB de 1 à 2 g par kg

de lait. La supplémentation en lipides des rations entraîne presque toujours une diminution du taux protéique, même lorsqu'ils sont protégés ; celle-ci est cependant moins marquée en début qu'en milieu de la lactation (Doreau et Chilliard, 1991). Avec différents types de lipides protégés, le taux protéique diminue en moyenne de 1,3 g/kg pour un taux d'incorporation moyen de 740 g/j (Chilliard et al 1992, analyse de 65 essais).

L'addition de lipides dans la ration se traduit presque toujours par une diminution de la teneur en acides gras à chaîne courte et moyenne, et une augmentation de la teneur en acides gras à longue chaîne dans le lait (Doreau et Chilliard, 1992), ceci est dû :

- A la fréquente augmentation relative à l'acide propionique dans le mélange des acides gras volatils produits dans le rumen, aux dépens des acides acétique et/ou butyrique qui sont des précurseurs des matières grasses du lait (Bauchart et al 1985).

- A l'inhibition de la synthèse des acides gras courts et surtout moyens dans la mamelle par les acides gras longs (Chilliard et al 1981).

Chilliard et al (1993) notent que l'addition de graisses encapsulées ou de savons de calcium réduisent le taux protéique de 1,8 et 1,2 g/kg, respectivement, alors que les huiles encapsulées ne le modifient pas. Selon Chilliard et al (2001), l'incorporation de graisses encapsulées ou de savons de calcium accroît la production laitière d'environ 1 kg/jour, alors que celles d'huiles encapsulées ne la modifie pas (tableau 22). L'apport de savons de calcium d'acides gras d'huile de palme dans l'alimentation peut conduire à l'amélioration de la persistance du pic de lactation et de la fertilité des Vaches Laitières de Hautes Productions (Taylor, 1994).

Tableau-22 : Effet du supplément lipidique sur la production et composition du lait de vache (effet exprimait par différence avec lot témoin).

Lipides alimentaires	Nombre de lot supplémenté	Quantité de lipides alimentaires	Production Laitière Kg/J	TP (g/kg)	TB (g/kg)
Matière grasse animal MGA	22	688	+ 0.5	-0.6**	-1.4
MGA en capsulées	26	941	+1.0*	-1.8**	+4.0**
Acide gras sature	10	644	+1.7**	-0.6*	+0.5
savons de Ca d'huile de plume	29	598	+0.9**	-1.2**	+0.4
huiles végétales	8	573	-0.6	-0.9	-2.8*
graines oléagineuses	34	538	+0.3	-0.4**	-0.9*
Huiles végétales en capsulées	26	693	0.0	-0.8	+6.4**
Huiles marines	27	305	+0.2	-1.2**	-9.6**

* ou ** écart significativement différent (p< 0.05 ou p< 0.01).

Source : Chilliard et al (2001).

3.2.1.10. Effet de la rentrée à l'étable

La rentrée à l'étable à l'automne s'accompagne très généralement, chez la vache laitière en lactation d'une diminution importante de la quantité de lait produite et de son taux protéique (Coulon et al 1986).

En revanche, la rentrée à l'étable s'est accompagnée d'une légère augmentation de la production laitière dans une étude réalisée par Coulon et al (1987) sur des vaches habituées à un régime hivernal avant la rentrée à l'étable, ils rapportent que le changement d'environnement à la rentrée à l'étable ne semble donc pas être le facteur responsable de la baisse de production. Il semble, cependant, que cette baisse couramment observée à cette période soit principalement due au changement de régime alimentaire.

Selon Coulon et al (1987), un apport supplémentaire important de concentré à la rentrée a permis de limiter la diminution de production laitière, cet effet ne s'est pas maintenu au-delà de la période d'apport supplémentaire, contrairement aux observations antérieures (Coulon et al, 1986).

3.2.1.11. Effet d'apport en autres aliments

Certains aliments complémentaires (pulpes de betteraves, son, betterave et lactosérum... etc.), utilisés en tant qu'aliments concentrés ou en association avec les fourrages de base, ont dans la plupart des cas, un effet favorable sur la composition du lait (Jarrige, 1988).

Des betteraves fourragères entières ont été distribuées (20 kg/j) en complément d'une ration mixte d'ensilages de maïs et de trèfle violet afin de mettre en évidence leurs effets sur les performances des vaches laitières. Cette association a permis d'améliorer les productions de lait (+ 2 kg/j) et de matières utiles (+ 100 g/j matières grasses, + 60 g/j matières protéiques) ainsi que la composition du lait (taux butyreux : + 2 g/kg, taux protéique: + 1 g/kg). Ces effets positifs sont probablement à attribuer aux modifications d'orientations fermentaires dans le rumen concernant le taux butyreux et au meilleur niveau d'apport énergétique pour la synthèse des protéines (Hoden et al., 1988).

Hoden et al (1985) rapportent qu'avec des rations à base d'ensilage de maïs, le remplacement d'une partie importante de ce fourrage par des pulpes entraîne une diminution du taux butyreux. Journet et al (1975) cités par Hoden et Journet (1978) notent que l'introduction de la pulpe sèche dans la ration riche en concentré, permettra de maintenir un taux butyreux normal ou de limiter fortement sa diminution, la digestion des pulpes dans le

rumen donne lieu à des acides acétiques, précurseurs des acides gras à chaîne courte et moyenne du lait.

L'apport de betteraves ou de mélasse de betteraves ou de lactosérum se traduira par une augmentation d'autant plus sensible du taux butyreux que celui-ci est faible (Hoden et al 1985). Elle sera pratiquement nulle avec les rations à base d'ensilage de maïs (sauf avec du lactosérum), mais pourra atteindre de 3 à 5 g/kg de lait avec certains régimes (graminées ou légumineuses) surtout si la proportion d'aliments concentrés est élevée. Cet effet est à relier à une production accrue d'acide butyrique et au pouvoir tampon élevé résultant des sucres (saccharose, lactose) arrivant dans le rumen.

Les pulpes de betteraves et les drêches de brasserie considérés comme aliments concentrés auront des effets variables sur le taux butyreux, selon les types de rations (ensilages de maïs, ensilages d'herbe et foin) et la proportion d'aliments concentrés, mais leurs tendances générales seront de faire baisser le taux butyreux (0,5 à 3 g/kg) (Hoden et al 1985).

3.2.1.12. Effet de l'aspect physique des aliments

Des traitements technologiques (le broyage et l'agglomération des aliments complémentaires) réduisant les aliments en trop fines particules, entraînent des chutes du taux butyreux pouvant le faire varier de 3 à 10 g par kg de lait (Jarrige, 1988).

La réduction des aliments en particules de plus en plus fines se traduit par une diminution du taux butyreux, comme dans le cas des régimes riches en aliments concentrés (Journet et Hoden, 1973, Grant et al., 1990) (tableau 23). Ceci peut se produire avec des ensilages finement hachés, voire broyés, surtout s'ils sont associés à une forte complémentation et à des aliments concentrés broyés et agglomérés.

En vue de préserver l'état de santé de l'animal, il sera nécessaire, dans certains cas, d'apporter une petite quantité (1 à 2 kg) de fourrage long tel que du foin. La possibilité de maîtriser le taux butyreux à partir d'un critère simple et synthétique de la fibrosité de la ration, n'est malheureusement pas encore disponible (Sauvant et al 1990), même si le taux butyreux diminue assez souvent en dessous de 18 % de cellulose brute dans la ration totale (Hoden et Coulon, 1991).

Tableau-23 : Effets de la finesse de hachage d'une ration(55% de foin de luzerne-45% de concentré) sur les performances des vaches laitières(d'après Grant et al 1990).

Hachage	fin	gross i e
Lait (Kg/j)	28,3	28
Taux butyreux (g/Kg) Taux	29	37
protéique (g//Kg) Quantité	30	31
ingestibles (KgMS/j)	23	22,4

En effet, il est connu depuis longtemps (années 40), que des rations riches en aliments concentrés ou en lipides insaturés apportés par les aliments concentrés ou le fourrage (herbe verte), ou des rations contenant des aliments, dont les particules sont de petite taille peuvent causer des chutes importantes du taux butyreux (- 10 g/kg voire - 30 g/kg). Ces baisses appelées «low-fat milk syndrome» dans les pays de langue anglaise ont fait l'objet de nombreuses revues dans ces pays (Bauman et Grinari, 2001, 2003 ; Davis et Brown, 1970 et Van Soest, 1963) rapportés par Rulquin et al (2007).

3.2.1.13. Effet d'apport d'additifs alimentaires

Les additifs alimentaires tels que la choline ou la méthionine permettent de restaurer un TB initialement faible ou le monopropylène glycol qui diminue la synthèse des matières grasses, peuvent également influencer la teneur en matière grasse du lait (Rémond et Journet 1987).

D'après Hoden et Coulon (1991), le monopropylène glycol (MPG), utilisé dans certains cas pour prévenir ou traiter les cétooses, en quantité élevée peut faire diminuer la

synthèse de matières grasses et améliorer celle des protéines. Cette action doit être attribuée à des modifications (accroissements de l'acide propionique dans le rumen et de l'acide lactique dans l'organisme) qui concourent à une formation importante de glucose métabolisé relativement lentement (Rémond, 1984). Cet additif mélangé à la ration ne présente pas d'inconvénient particulier (appétibilité, état sanitaire) en dehors de l'importance de son coût actuel qui ne permet pas de généraliser son utilisation.

3.2.1.15. Effet de la carence de la ration en minéraux et en vitamines

Le métabolisme minéral des vaches laitières est accéléré par rapport aux autres bovins, dû à la composition minérale du lait qui peut entraîner de fortes exportations (Meyer et Denis, 1999). Si l'apport alimentaire en Ca et P est insuffisant, l'animal utilise ses réserves osseuses. Cependant, en cas de carence grave, la production laitière diminue.

Jarrige (1988) cite qu'un manque ou un excès d'un élément minéral entraîne une baisse de consommation d'aliments et par la suite une diminution de productions. L'excès ou un apport dépassant les quantités recommandées peut être toxique provoquant des maladies métaboliques.

Selon Wolter (1988), les vitamines, bien qu'elles interviennent à faibles doses, jouent un rôle essentiel pour répondre aux exigences de santé, de fécondité et de productivité des vaches laitières. La carence en vitamines peut avoir un effet indirect sur la production laitière, car selon Jarrige (1988), une baisse d'appétit et un retard de croissance sont observés chez les animaux en carences de vitamine A. La carence en vitamine E chez la vache laitière se manifeste par une sensibilité du lait et du beurre au rancissement conférant des saveurs désagréables "de métal", "d'oxydé" ou franchement de rance.

Les vitamines A, E et D sont des vitamines liposolubles, elles sont très importantes pour une bonne production de lait. En cas de carence en ces vitamines, l'éleveur peut y remédier par des apports alimentaires qui les contiennent (Meyer et Denis, 1999).

3.2.1.16. Effet de l'abreuvement

L'animal perd son eau corporelle par plusieurs voies, les urines, les fèces, la respiration, la transpiration et la production lactée qui demeure la voie majeure pour les vaches laitières (Holter, 1992).

La consommation d'eau est aussi en fonction de la ration ingérée et les conditions climatiques (tableau 24). Pour Meyer et al (1999), les quantités d'eau absorbées peuvent être

différentes, elles sont souvent exprimées par rapport au kilo de matières sèches ingérées. Elles varient dans les limites allant de 2 à 5 litres par kilo de MS.

Tableau-24: Quantités d'eau consommées en fonction de la ration de base, en litres par kilo de matières sèches ingérées.

Nature de la ration	Vache faible ou moyenne productrice		Vache forte productrice	
	Saison fraîche	Saison chaude	Saison fraîche	Saison chaude
Fourrage sec	4,0	5,5	4,0	5,2
Ensilage de céréales fourragères	2,5	3,2	3,0	3,5
Graminées jeunes (teneur en eau 85%)	1,5	2,2	1,5	2,0

Source: Meyer et Denis (1999).

La consommation alimentaire peut-être fortement influencée par les apports d'eau, une restriction de 40 % de besoins en eau diminue l'ingestion de 24 % et la production laitière de 16 % (Wolter, 1994).

Meyer et Denis (1999) rapportent que la saison a aussi un grand impact sur la consommation d'eau chez les vaches laitières. La quantité d'eau consommée augmente avec la production laitière et la température du milieu. Elle est modérée quand les températures sont inférieures à 20°C, puis augmente pour des températures supérieures à 20°C.

3.2.2. Effet de la saison

Les effets inéluctables de la saison sur la variation de la production et la composition du lait sont étudiés par de nombreux auteurs (Peters et al, 1981 ; Tucker, 1985 ; Bocquier, 1985 ; Stanisiewski et al, 1985 et Phillips et Schofield, 1989) rapportés par Coulon et al (1991). La saison agit essentiellement par l'intermédiaire de la durée du jour. La plupart des travaux ont, en effet, montré qu'une durée d'éclairement expérimentale longue (15 à 16 h par jour), augmentait la production laitière et diminuait parfois la richesse du lait en matières utiles.

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

Dans le même sens, Decaen et Journet (1966) notent que la durée du jour est, sans doute, le critère du milieu dont l'évolution est la plus répétable et surtout les minimas des teneurs du lait en matières grasses et en matières azotées ont lieu toujours à la même date, c'est-à-dire au solstice d'été quand la durée du jour cesse de croître puis quand ceux-là commencent à diminuer.

Il est difficile d'isoler l'effet de la saison de celui du stade de lactation (Jarrige et Journet 1959 ; Lampo et al 1966 ; Spike et Freeman 1967). Ces auteurs ont noté que le lait au cours de la saison a différé selon que les animaux étaient en début (3 premiers mois, 4454 données mensuelles, milieu 4^{ème} à 7^{ème} mois, 5408 données) ou en fin de lactation (au 10^{ème} mois, 3826 données). Pour Agabriel et al (1990), le mois d'août apparaît très défavorable pour les vaches en début de la lactation (- 5,9 kg/j de lait et - 2,0 g/kg de taux butyreux par rapport aux mois de mai à juillet).

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

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

3.2.3. Effet du climat

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

Deux essais ont été menés sur des vaches laitières Frisonne-Holstein pour étudier l'effet du stress thermique sur la production, la composition du lait et sur l'ingestion de la matière sèche sous un climat méditerranéen. Ces essais ont été réalisés en deux périodes qui diffèrent seulement par leurs valeurs d'index température-humidité (THI) qui sont de $68 \pm$

3,75 et $78 \pm 3,23$ pour le printemps et l'été, respectivement. Le THI journalier est négativement corrélé à la production laitière ($r = -0,76$) et à l'ingestion ($r = -0,24$). Lorsque la valeur THI est passée de 68 à 78, la production laitière a diminué de 21 % et la matière sèche ingérée de 9,6 % (Bouraoui2002).

Ce même auteur rajoute que pour chaque unité d'augmentation du THI au delà de 69 %, la production laitière chute de 0,41 kg par vache par jour. Les teneurs du lait en matières grasses (3,24 et 3,58 %) et en protéines (2,88 et 2,96 %) étaient plus faibles ($P < 0,05$) pendant la période estivale.

Le lait de vache des pays tempérés produit en milieu chaud contient moins de matières grasses, de matières azotées et de lactose. La thermo-tolérance des animaux varie en sens inverse de leur production, les animaux moins productifs sont les plus résistants à la chaleur (Meyer et Denis, 1999).

La température idéale pour la production laitière oscille autour de 10 °C. A des températures de 20 à 30 °C, la production laitière diminue respectivement de 5% et 25%, l'ensoleillement a pour effet l'augmentation de la température ambiante d'une marge de 20 °C, cela incommodent d'autant les animaux et leur production diminue (Dubreuil, 2000).

Un animal exposé au froid règle sa thermorésistance en consommant davantage d'aliment disponible, sinon, il utilise les nutriments au détriment de la production de lait, voire en épuisant dans ses réserves corporelles, de ce fait, la production laitière diminue avec la diminution de la température tandis que les taux butyreux et protéiques augmentent (Charron, 1988).

3.2.4. Effet du tarissement

Le tarissement autrement dit la période sèche désigne la régression finale de la lactation, qu'elle soit naturelle ou provoquée, c'est la période de repos physiologique allant de l'arrêt de la traite jusqu'au vêlage. Son raccourcissement ou son omission a des effets considérables sur la qualité et la quantité du lait produit. La durée du tarissement doit être d'environ deux mois. En dessous de 40 jours, la future lactation est diminuée. Au-delà de 100 jours, l'improductivité de la vache constitue un handicap économique (Bazin, 1985).

Rémond et al (1997) rapportent que la réduction de la durée de la période sèche à partir de la durée de 6 à 8 semaines diminue d'environ 10%, la quantité de lait sécrétée au cours de la lactation suivante pour une période sèche de 1 mois et d'un peu plus de 20% lorsque la période sèche est omise. Swanon (1965) et Smith et al, (1967), cités par Rémond et

al (1997) ajoutent que l'omission complète de la période sèche entraîne une diminution de la quantité produite au cours de la lactation ultérieure comprise entre 18% et 29%. (tableaux 25 et 26).

Tableau-25 : Conséquences du non-tarissement sur les quantités du lait produites (Kérouanton, 1995; Désigné, 1996).

N° des lactations considérées	Gain (kg) sur lactation n	Perte (kg) sur lactation n + 1	Bilan (kg)
1 – 2	+ 700	-1525	- 825
2 – 3 et plus	+ 570	-1342	- 772
Troupeau - type	+ 609	-1397	- 788

Troupeau avec 30% des multipares en 2^e lactation et 70% en 3^e lactation et plus.

Source : Sérieys (1997).

Tableau-26 : Conséquences d'un tarissement court sur les quantités de lait produites (Kérouanton, 1995; Désigné, 1996).

N° des lactations considérées	Gain (kg) sur lactation n	Perte (kg) sur lactation n + 1	Bilan (kg)
1 – 2	+ 458	- 610	- 152
2 – 3 et plus	+ 396	- 763	- 427
Troupeau - type	+ 373	- 717	- 344

Troupeau avec 30% des multipares en 2^e lactation et 70% en 3^e lactation et plus.

Source : Sérieys (1997).

La durée du tarissement modifie considérablement la composition du lait. Sérieys (1997) note que le non-tarissement ou le tarissement court (moins de 40 jours) entraînent une amélioration du taux protéique particulièrement sur les deux premières lactations (tableau 27).

Ce même auteur explique qu'outre l'effet de moindre dilution, l'amélioration du TP, correspond aussi à un métabolisme mammaire plus efficace pour la synthèse des protéines du lait associé à une balance en énergie plus équilibrée au début de lactation suite à un tarissement raccourci.

Tableau-27 : Conséquences du non tarissement ou d'un tarissement court sur le TP moyen du lait produit au cours de deux lactations successives (Kérouanton, 1995 ; Désigné, 1996).

	Gain (g/kg) sur lactation n	Gain (g/kg) sur lactation n+1	Bilan (kg)
Nom - Tarissement			
Lactation 1 – 2	+ 0,8	+ 0,3	+ 3,8
Lactation 2 –3 et plus	+ 0,6	+ 1,1	+ 1,7
Troupeau – type	+ 0,6	+ 1,6	+ 2,3
Tarissement court			
Lactation 1 – 2	+ 0,3	+ 1,9	+ 2,2
Lactation 2 –3 et plus	+ 0,3	+ 0,6	+ 0,9
Troupeau – type	+ 0,3	+ 1,0	+ 1,3

Troupeau avec 30% des multipares en 2^e lactation Et 70% en 3^e lactation et plus.

Source : Sérieys (1997).

Le non tarissement ou un tarissement court (- 40j) entraînent une amélioration du taux butyreux, particulièrement sur les 2 premières lactations (tableau 28). D'après Sérieys (1997), le lait supplémentaire produit à la fin de lactation riche en matières grasses : le TB augmente de 10 points au cours des 9 dernières semaines précédant le vêlage (Rémond et al, 1992).

Tableau-28 : Conséquences du non tarissement ou d'un tarissement court sur le TB moyen du lait produit au cours de deux lactations successives (Kérouanton, 1995 ; Désigné, 1996).

	Gain (g/kg) sur lactation n	Gain (g/kg) sur lactation n+1	Bilan (kg)
Nom - Tarissement			
Lactation 1 – 2	+ 0,7	+ 2,9	+ 3,6
Lactation 2 –3 et plus	+ 0,4	+ 0,4	+ 0,8
Troupeau – type	+ 0,5	+ 1,2	+ 1,6
Tarissement court			
Lactation 1 – 2	+ 0,5	+ 1,2	+ 1,7
Lactation 2 –3 et plus	+ 0,2	+ 0,9	+ 1,1
Troupeau – type*	+ 0,3	+ 1,0	+ 1,3

*Troupeau avec 30% des multipares en 2^{ème} lactation Et 70% en 3^{ème} lactation et plus

Source : Sérieys (1997).

3.2.5. Effet du mois vêlage

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

Selon Auriol (1955), l'action du mois de vêlage se faisait surtout sentir sur la persistance et également sur la durée de lactation (tableau 29). En effet, les vaches vêlant en octobre à décembre voient leur production remonter lors de la mise à l'herbe (les lactations sont très persistantes et relativement plus longues). Celles qui vêlent en janvier à mars n'atteignent qu'assez rarement la production maximum journalière qu'elles pourraient donner (la persistance ayant diminué légèrement, ainsi que la durée moyenne des lactations). Quant aux vaches vêlant en mai- juin, leurs productions laitières minimum sont caractérisées par un bon départ, une persistance très faible et une durée de lactation également faible.

Dans une étude plus récente, Agabriel et al (1990) rapportent que les vêlages d'automne ou d'hiver conduisent aux productions laitières et aux taux de matières utiles les plus élevés (tableau 30), chez les vaches multipares, les vêlages de fin d'été et d'automne (août à octobre) conduisent ainsi à une meilleure persistance de la production et à des taux plus stables et plus élevés (+ 0,7 g/kg de taux protéique, $P < 0,01$) que les vêlages de fin d'hiver (février à avril). Les lactations démarrant en début d'été (mai à juillet), bien qu'ayant le niveau initial le plus élevé, présentent une production totale inférieure de près de 700 kg ($P < 0,01$) à celle des lactations démarrant en fin d'été ou au début d'hiver.

Tableau-29 : Effet de la période de vêlage sur la production, la persistance et la durée de lactation.

Mois de vêlage	Production laitière par lactation		Production Maxium Journalière(Kg)	Coefficient de Persistance moyen (en%)	Durée de lactation (en j)
	Kg	En % de la moyenne			
Octobre	3854,9	106,5	16,42	93,3	309,8
Novembre	3724,3	102,9	17,03	91,8	301,6
Décembre	4086,1	112,9	17,07	93,9	296,7
Janvier	3606,8	99,7	16,09	91,0	298,2
Février	3597,5	99,4	16,86	91,0	285,6
Mars	3641,8	100,7	17,51	90,7	275,7
Avril	3512,9	97,7	16,90	90,4	278,2
Mai	3421,9	94,6	17,59	87,1	272,5
Juin	3113,1	86,6	15,83	90,2	289,4
Moyenne	3617,7	100,0	16,81	91,3	289,7

Source : Auriol (1955).

Tableau-30 : Effet de la période de vêlage sur la production laitière et le taux protéique (données individuelles).

	Primipares				Multipares			
	FMA	MJJ	ASO	NDJ	FMA	MJJ	ASO	NDJ
Effectif	49	18	129	151	256	127	314	405
Index lait(Kg)	287	202	250	205	-198	-205	-108	-169
Index TMMU (g/Kg)	0,3	0,7	0,3	0,3	-0,1	-0,1	-0,1	-0.1
Lait(Kg) (1)	4312	4209	5125	4684	5809	5528	6210	6195
TP (g/Kg) (1)	29,2	28,6	29,1	29,0	29,4	29,8	30,1	29,4

(1)Moyennes ajustées pour tenir compte du type de ration de base et de l'effet génétique Source : Agabriel et al (1990)

3.2.6. Effet de l'intervalle vêlage-vêlage et l'intervalle vêlage-insémination fécondante

L'allongement de l'intervalle vêlage-vêlage (IVV) est conditionné par l'allongement de l'intervalle vêlage-insémination fécondante (IV-IF) sur lequel l'éleveur peut intervenir. D'après Adem (2000), l'allongement de l'IVV ou de l'IV-IF a un effet important sur la réduction de la productivité laitière de la lactation suivante, cela par la substitution d'une phase de forte production liée au démarrage de la lactation, par une phase de faible production à la fin de la lactation. Cet effet n'est pas négligeable puisque son amplitude maximale varie selon Boichard (1986) de 700 kg de lait chez les primipares et de 1000 kg ensuite.

Poly et Vissac (1958) cités par Attonaty (1973) ont noté qu'une augmentation de 20 jours d'intervalle entre vêlages consécutifs provoquerait une baisse de production comprise entre 0,15 et 0,50 kg/jour. Celle-ci représente 50 à 150 kg pour l'ensemble de la lactation. Ils ont constaté, aussi, après avoir étudié la courbe de lactation que tout retard d'un mois de la fécondation entraîne une perte de 350 kg sur la production laitière. Louca et Legates (1968) ont aussi démontré que pour chaque jour supplémentaire de non-gestation, la production totale diminue de 1,3 à 3,5 kg de lait (tableau 31).

Tableau-31 : Les pertes de production dues à un retard de la fécondation.

Retard	Perte en Kg	
	en lait	en MG
21 Jours	50	2,4
50 Jours	120	5,6

Source : Louca et Legates (1968).

3.2.7. Effet de la traite

La préparation de la traite est un ensemble des manipulations qui consistent, avant la pose des gobelets, à laver la mamelle avec un linge humide et chaud et à extraire quelques jets de lait de chacun des trayons. Cette opération a d'abord été recommandée dans un but hygiénique, puisqu'en réduisant la quantité d'impuretés introduites dans le lait, elle améliore la qualité bactériologique du produit récolté et constitue l'un des meilleurs stimuli pour déclencher le réflexe neuroendocrinien d'éjection du lait (Labussiere et al., 1976).

La non préparation adéquate de la mamelle entrainerait une perte de lait, de matières grasses et une contamination du lait récolté. Philipps (1962) cité par Whittlestone (1968) a démontré que les sujets énergiquement stimulés (lavés) donnent 18 % de plus en matière grasse, 20 % de plus en lait et 15,7 % de plus en matière azotée que les sujets non stimulés. Le nombre de traites par jour, la variation de leur intervalle, et l'interruption de sa routine peuvent influencer la production et la qualité du lait. Selon Coronel (2003) le passage à la traite unique se traduit par la réduction de la production et de la qualité (la matière utile) du lait l'ordre de 30 % et de 25% respectivement. Meyer et Denis (1999) ajoutent que le passage de deux traites par jour à fois par jour augmente de 10 % la quantité du lait produit.

Selon Rémond (1997), la traite de trois fois en deux jours en début de la lactation, chez les primipares, diminue la quantité de lait sécrétée de 3,4 kg/jour (16 %), augmente les teneurs du lait en matières grasses (5,0 g/kg) et en protéines (2,2 g/kg), et diminue la teneur en lactose (1,5 g/kg). Chez les multipares, les modifications sont de - 0,7 kg lait, + 0,9 g matières grasses et + 0,6 g de protéines/kg mais elles ne sont pas significatives. De même, selon Mathieu (1985), au-delà d'un intervalle de 16 à 24 heures, on assiste à une baisse de la production laitière, du lactose et du potassium, alors que les teneurs en chlorure augmentent.

D'après Toole (1978), les courts intervalles n'ont aucune influence significative sur les quantités de lait produites (12 h/12 h ; 14 h/10 h ; 16 h/8 h) alors que des intervalles courts augmenteraient la teneur en acides gras libres (56 % pour un intervalle de 8 h/16 h). Selon Craplet (1973), la traite survenant après le plus long intervalle donne un lait moins riche en matière grasse, le lait obtenu à la traite du soir est plus riche que celui obtenu à la traite du matin.

3.2.8. Effet bien être

L'animal est un être sensible, doté d'une certaine perception et compréhension de son environnement. Il ne faut plus le considérer comme un simple moyen pour produire, il doit être placé par son propriétaire dans des conditions compatibles avec les impératifs biologiques de l'espèce « La loi du 10 juillet 1976 fixe ainsi la nécessité de respecter le bien-être des animaux qui vivent sous la dépendance de l'Homme » (Veissier et al., 1999).

Selon Agabriel et al (1990) les animaux des troupeaux placés dans des milieux favorables présentent une production laitière et un taux protéique supérieurs respectivement de 550 kg et 1,0 g/kg ($P < 0,01$) à ceux des troupeaux ayant des caractéristiques de milieu défavorables.

Les animaux qui subissent des comportements brusques de la part des éleveurs, présentent des réactions de peur, telles que l'évitement (Lensink et al., 2001). Ces réactions représentent un danger pour l'éleveur et pour l'animal. Le nombre de coups de pieds donnés aux vaches au cours de la traite est, par exemple, corrélé à leur peur de l'homme (Rousing et al, 2004). Ces réponses de peur peuvent également avoir des répercussions sur les réponses classiques de stress ou sur la productivité, comme la production laitière chez les vaches (Breuer et al., 2000) rapportés par Mounier et al (2007).

Le logement et la régie de l'étable sont également fondamentaux. Fisher et Matthews (2001) notent qu'en stabulation, si le nombre de places à l'auge est insuffisant et les ressources alimentaires limitées, une compétition entre les animaux s'établit en restreignant l'accès à la nourriture des animaux de faible rang. Cette restriction d'accès peut conduire à une inhibition totale et un arrêt de la prise alimentaire de certains individus. Des augmentations moyennes de production laitière de 1500 kg/vache/an et de 4 kg/vache/j ont été relevées à la suite du transfert des vaches dans une étable plus adéquate (Fortier 2001).

Le chargement des parcelles de pâturage peut avoir un effet sur la production du lait. Selon Hoden et al (1991), en système de pâturage tournant simplifié, l'élévation du chargement au très Fort (+ 30 %) s'est traduite par une réduction (5 %) non significative des performances individuelles (tableau 32) mais un accroissement des productions par ha d'environ 23 %.

Tableau-32 : L'effet du chargement de la parcelle sur les performances individuelles journalières des vaches laitières.

	Chargement		
	Témoin (T)	Fort (F)	Très Fort (TF)
Lait (Kg)	22,1	21,7	21,1
Lait 4% (Kg) Matières grasses(g) Matières protéiques(g) Taux butyreux(g)	21,3	21	20,3
Taux protéique(g)	832	821	790
Taux protéique(g)	662	663	642
Poids vif(Kg)	37,7	37,8	37,6
Variation de poids vif	30,5	30,6	30,6
	635	631	630
	83	47	24

Source : Hoden et al (1991).

1. Objectif

Notre étude consiste à évaluer les effets des facteurs de variation (l'élevage et la race) sur la quantité et les qualités du lait de vache (taux butyreux, taux protéique, la densité et l'acidité), afin de mettre en évidence la relation entre les paramètres de production précédents et les pratiques d'élevage adoptées dans six exploitations bovines situées dans la wilaya de Tlemcen.

2-présentation de la région d'étude

La wilaya de Tlemcen se situe à l'extrémité nord-ouest du pays et occupe l'Oranie occidentale, elle s'étend du littoral au Nord à la steppe au Sud. Elle est délimitée :

- au nord, par la Méditerranée ;
- à l'ouest, par le Maroc;
- au sud, par la wilaya de Naâma ;
- à l'est, par les wilayas de Sidi-Bel-Abbes et AïnTémouchent;

Sa superficie s'étend sur 906 100 ha = 9 061 km²

La wilaya de Tlemcen couvre une superficie forestière de l'ordre de 225,000 ha composée de forêt, maquis et broussaille ajouter à cela une nappe alfatière de 154 000 ha. Avec un taux de boisement de 24 % la Wilaya de Tlemcen est considérée comme étant à vocation forestière. Mais la couverture forestière est inégalement répartie, plus de 80 % du potentiel sylvicole est concentré dans les Monts de Tlemcen

Cet agencement géologique va servir de couloir à l'air marin qui va tempérer la rigueur des hivers et la chaleur des étés. La région de Tlemcen s'inscrit comme un îlot arrosé au milieu des zones arides de la Moulouya marocaine à l'Ouest, semi-arides de Sidi-Bel-Abbès et Mascara à l'Est et steppique d'El Aricha au Sud.

l'agriculture est un secteur important dans l'économie de la wilaya de Tlemcen, les plaines de Maghnia, Remchi, Hennaya, les bassins de Beni Ouarsous sont les principaux producteurs des produits agricoles: pommes de terre, agrumes, céréales, légumes...etc

2.1. Production végétale

Répartition de la production agricole de la wilaya de Tlemcen par type de produits

Production végétale	Superficie (Ha)	Production (Qx)
Maraichage	14004	2218000
céréales	135610	1308100
Légumes secs	13835	97950
Arboriculture fruitiere	17976	375200
Fourrages artificiels	11455	673050
Figuiers	405	22800
Oliviers	5992	192440
superficie sinistrée: Blé (Tendre + Dur)-Orge-Avoine	4525	

3. Matériel et méthodes

Nous avant commencé notre travail par des enquêtes dans plusieurs exploitations de la région afin de déterminer un échantillon de fermes à la fois représentatif de la Wilaya mais aussi ayant un niveau de gestion permettant un suivi à moyen terme. Notre choix s'est arrêté sur six fermes. Ces exploitations ont été retenues sur la base des critères suivants :

- l'acceptation de notre suivi de la part des éleveurs;
- présence de vaches laitières saines (indemne de mammites) dans chaque élevage;

Dans notre enquête, nous avons fait une analyse globale des exploitations qui a porté essentiellement sur :

- la structure des exploitations.
- les caractéristiques du cheptel.
- l'utilisation des surfaces fourragères.
- le rationnement des animaux.
- la production laitière.

3.1. La structure des exploitations

Les six fermes citées précédemment, sont toutes des unités de production laitière, de taille moyenne avec un effectif de vaches laitières ne dépassant pas les 25 têtes. Elles disposent toutes de bâtiments d'élevage construits en dure et ayant des toitures en dalle dans les fermes 01 et 04 et en charpente dans les autres fermes. Le sol est en béton dans toutes les

fermes et tous les bâtiments sont munis de plusieurs impostes pour l'aération.

Les aliments (fourrages secs et l'aliment concentré) sont stockés dans une grange située près du bâtiment. L'abreuvement est assuré par un abreuvoir collectif situé en dehors de l'étable dans les fermes 02 et 05, par contre dans les autres fermes l'eau est servie soit dans les auges à l'aide d'un tuyau dans le cas des fermes 01 et 04 ou bien servie dans des cuvettes dans le cas de la ferme 03. En ce qui concerne la ferme 06, qui est une grande unité de production avec un plus grand effectif de vaches laitières, les foin et les aliments concentrés sont stockés dans une spacieuse grange. Les fourrages verts sont entreposés dans des abris en tôle en attendant leurs distributions.

3.2. Les caractéristiques du cheptel

Les effectifs de vaches laitières et des autres animaux présents dans chaque élevage sont illustrés dans le tableau 27. Les vaches sont à des stades physiologiques et rangs de mise bas différents provenant de races différentes selon la couleur de la robe : Pie Rouge et Pie Noire.

Tableau 27- Structure et composition du cheptel bovin des six fermes.

Les élevages	VL (têtes)	Génisses (têtes)	taureaux (têtes)	taurillons (têtes)	veaux (têtes)	Veles (têtes)	total (têtes)
Ferme 1	10	05	02	01	01	04	23
Ferme 2	11	03	03	03	04	04	28
Ferme 3	11	04	03	03	02	03	26
Ferme 4	12	05	02	04	08	03	29
Ferme 5	15	04	02	02	06	04	33
Ferme 6	21	07	01	03	08	07	47

Tableau-28 Le matériel animal

Elevages	Vaches laitières	Races	
		PN	PR
E 1	09(têtes)	04	05
E 2	07(têtes)	02	05
E 3	07(têtes)	03	04
E 4	09(têtes)	02	07
E 5	10(têtes)	/	10
E 6	14(têtes)	07	07

Soit un total de 56 vaches laitières.

3.3. L'utilisation des surfaces fourragères

Les fourrages cultivés dans les élevages sont la vesce-avoine, l'orge, le sorgho et le trèfle. On y trouve aussi la luzerne au niveau de la ferme 6, l'ensilage fait partie de la ration des vaches laitières (VL) au niveau de cette exploitation.

Le pâturage est pratiqué par tous les éleveurs à l'exception de la ferme 06. Il diffère d'une ferme à l'autre. Il se fait soit le jour soit la nuit selon les saisons dans les fermes 01, 02 et 04. Par contre, c'est uniquement le jour dans la ferme 03 et dans le jour et en courte durée dans la ferme 05.

Tableau-29 Lessuperficiesfourragèrèscultivéesdanslesfermes.

Les élevages	Vesce-avoine	Sorgho	Ogres	Luzern
Ferme1	19ha	13ha	/	/
Ferme2	5ha	7ha	/	/
Ferme3	8ha	5ha	/	/
Ferme4	15ha	6ha	2ha	/
Ferme5	1ha	3ha	1ha	/
Ferme6	3ha	15ha	4ha	22ha

3.4. Le rationnement des animaux

Des visites ont été réalisées pendant notre travail expérimental afin de recueillir des données concernant le rationnement des VL; les quantités d'aliment distribuées ont été pesées dans chaque exploitation. Il serait important de noter que nous n'avons pas d'informations précises sur la régularité des distributions et des quantités distribuées.

Les rations dans les exploitations sont les mêmes pour toutes les VL en production quelque soit leurs stades physiologiques. Seule la ferme 06 est différente (période de tarissement). Dans le but d'analyser la composition, nous avons prélevé des échantillons d'aliment concentré dans chacun des élevages.

3.5. La production laitière

Le lait produit est extrait à raison de deux fois par jour (matin et soir) et à l'aide d'une machine à traire au niveau des fermes 01, 04, 05 et 06. Dans les fermes 02 et 03, la traite est manuelle. L'intervalle entre les deux traites est de 12h pour les fermes 01, 02 et 04, de 8h, 10h et 11h respectivement dans les fermes 03, 05 et 06. La préparation de la mamelle pour la traite se fait différemment dans les exploitations ; massage du pis à l'aide d'une éponge trempée dans l'eau tiède dans les fermes 01, 04, stimulation du pis par veau dans les fermes 02, 03 et 05 et nettoyage des mamelles avec un jet d'eau au niveau de la ferme 06.

Dans tous les élevages, le tarissement se fait à partir de 7^{ème} mois de gestation par la réduction de nombre de traites par semaine (1/24h, 1/36h et 1/48h). Durant cette période, toutes les vaches de la ferme 06 reçoivent la même ration de base, on réduit la complémentation 20 jours avant la mise bas pour la remplacer par 2 kg de son et 2 kg d'orge.

4. Méthodes d'analyse au laboratoire

4.1. Analyse du concentré de production

Dans chacune des fermes suivies, des échantillons de concentré ont été prélevés pour déterminer leur valeur nutritive, l'analyse chimique a consisté à déterminer :

La teneur en matière sèche (MS) par étuvage à 105C° pendant 24heures ;

La matière minérale par incinération dans un four à 550C° ;

La cellulose brute (CB) par la méthode de Weende (attaque acide et basique) ;

Les matières azotées totales (MAT) par la méthode de Kjeldahl ;

La matière organique déduite de la différence MS - Mn.

4.2. Estimation de la production laitière et l'analyse du lait au laboratoire

L'estimation de la quantité du lait produite est faite à l'aide d'un contenant gradué de 20 litres, chaque série de mesure comprend un prélèvement d'un échantillon du lait de la traite du soir (individuellement pour chacune des vaches choisies). Ces échantillons sont directement amenés au laboratoire (dans une glacière) et conservés à 4°C pour l'analyse physico-chimique le lendemain (taux butyreux, taux protéiques, densité, acidité). Les protocoles d'analyses détaillés sont mentionnés dans la partie annexe.

Le taux butyreux déterminé par la méthode butyrométrique de Gerber ;

Le taux protéique dosé par la méthode de kjeldahl ;

La densité mesurée à l'aide d'un thermo-lactodensimètre ;

L'acidité a été titrée à l'aide d'un acidimètre gradué de Dornic.

5. Méthode d'analyses statistiques

5.1. Organisation et mise en forme des données

Nos résultats obtenus à partir d'un contrôle laitier effectué dans les six exploitations. Les informations recueillies concernent 56 vaches laitières.

Après avoir rassemblé et trié toutes les données, nous avons étudié la variation de la production et l'aspect physico-chimique du lait selon deux facteurs : l'élevage et la race.

5.2. Méthode d'analyse

Après l'estimation des différents paramètres statistiques (les moyennes, les écarts types et les coefficients de variation) pour chaque variable étudiée (la production laitière, le TP, le TB, l'acidité et la densité), nous avons mis en évidence l'effet de l'élevage et de la race sur ces

variables.

Ces effets ont été testés par la méthode de moindres carrés en utilisant la procédure GLM (modèle linéaire généralisé) du logiciel SAS. Le modèle utilisé s'écrit comme suit:

$$Y_{ijklmn} = \mu + R_i + E_j + \varepsilon_{ijklmn}$$

Y_{ijklm} : représentation des performances étudiées (la production laitière, le TB, le TP, l'acidité, et la densité).

μ : moyenne générale.

R_i : le $i^{\text{ème}}$ effet relatif à la race.

$i = \text{PN (Pie Noire) et } i = \text{PR (Pie Rouge)}$.

E_j : le $j^{\text{ème}}$ effet relatif à l'élevage. j

$= 1,2,3,4,5 \text{ et } 6$.

ε_{ijklmn} : l'erreur résiduelle aléatoire.

Enfin, nous avons procédé à l'étude de la relation entre les différentes variables pour estimer les niveaux de leur dépendance en utilisant les corrélations.

6. Résultats et discussion

6.1. Résultats d'analyse du concentré de production

Un échantillon d'aliment concentré distribué dans chaque ferme est analysé pour déterminer les teneurs en matière sèche (MS), en matière minérale, en cellulose brute (CB) par la méthode de Weende et matières azotées totales (MAT) par la méthode de kjeldahl, les résultats des analyses sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 30- La composition chimique du concentré de production.

Concentre de production/élevage	CB%	MS%	TP%	TMM %	PDIN g/kg de MS	PDIE g/kg de MS	UFL
CP 1(élevage 01)	5,49	87,31	15,53	3,21	107,26	110,94	0,97
CP 2 (élevage 02 et 05)	5,59	89,69	15,61	7,04	107,76	110,14	0,92
CP 3 (élevage 03)	5,64	89,73	15,41	5,76	106,39	110,27	0,99
CP 4 (élevage 04)	5,96	89,9	15,18	6,68	104,85	108,67	0,95
CP 5 (élevage 06)	5,57	89,27	16,17	5,36	111,63	113,11	0,97
son gros+orge (élevage 02 et 05)	10,01	83,12	11,58	4,06	80,15	89,23	0,82

CP : concentré de production

Les aliments concentrés distribués dans ces différentes exploitations sont composés d'un mélange de maïs, de tourteaux soja, de matières grasses, d'issue de meunerie (son de blé), de phosphate, de sel, de vitamines et d'oligo-éléments. Le concentré de production et le son gros +orge distribués au niveau des fermes 02 et 05 sont les mêmes ils proviennent du même fournisseur. Les valeurs d'UFL et PDI ont été calculés en utilisant les tables d'alimentations d'INRA (1988).

Après avoir calculé les valeurs énergétiques et azotées du concentré de production et du son gros+orge, nous avons procédé à l'estimation de la production de lait permise par l'aliment complémentaire distribué chaque jour dans chacune des fermes (tableau 31). L'estimation de la production pour chaque ration nous a été impossible en raison du manque de données relatives aux animaux suivis (poids des vaches) et d'autre relatives aux fourrages (valeur nutritives de la ration de base et l'estimation de la consommation au pâturage). Il est important de préciser que l'estimation de la production permise a été faite en prenant pour acquis que les concentrés ont été distribués régulièrement et en quantités équivalentes à notre mesure, ce qui n'est pas évident dans les élevages.

Tableau 31- Production de lait permise par l'aliment complémentaire distribué chaque jour au niveau de chaque élevage.

Elevages	Quantité du concentré distribué	production permise (L/V/J)
E 1	7Kg /V/j du concentré VL	15,4
E 2	3,5Kg (VL) et 4kg son gros + orge/V/j	14
E3	8Kg /V/j du concentré VL	17,76
E4	8Kg /V/j du concentré VL	17,28
E5	3,5Kg (VL) et 4kg son gros + orge/V/j	14
E6	6Kg /V/j du concentré VL	13,2

6.2. Analyse descriptive

Les moyennes générales et coefficients de variation des paramètres étudiés sont présentés dans le tableau 45. On remarque une légère augmentation de la production laitière mesurée dans cette région par rapport aux productions estimées auparavant. Notre moyenne est de $12,89 \pm 3,18$ L/V/j contre 12,53 L/V/j (Belhadi et Cherif, 2004), 12,78 L/V/j (Kadi, 2007) et 10,57L/V/j (Beldjilali et Dekhrane, 2008). Le coefficient de variation de 24,68 % est assez élevé par comparaison avec les autres paramètres. Ceci s'explique par la présence de vaches à différents stades de lactation. Notons tout de même que cette moyenne est de loin inférieure aux résultats espérés pour les races suivies.

Tableau -32 : Moyennes générales et coefficients de variation des paramètres étudiés

Variables	Moyenne	Ecart type	CV	Max	Min
Production laitière (L)	12,89	3,18	24,68	26	4
TP (g/L)	28,89	1,97	6,72	33	22,8
TB (g/L)	41,50	2,50	6,04	50	32
Acidité (°D)	17,57	1,07	6,11	21	14
Densité	1,028	0,0015	0,14	1,033	1,026

CV : coefficient de variation.

Max : maximum.

Min : minimum.

Le taux butyreux enregistré est de $41,50 \pm 2,50$ g/L, il est supérieur aux normes (38 - 40 g/L) et au résultat d'une étude réalisée récemment dans d'autres régions. **Boukir (2007)** a trouvé que le taux butyreux moyen est inférieur à 35 g/l dans 35% des élevages étudiés. Le coefficient de variation de ce paramètre est de 6,04 %, plus faible que celui de la production. Cela signifie que le TB est moins variable que la production laitière. Par contre, le

TP est en général inférieur aux normes (30,7 à 34g/L selon la race) avec une moyenne de 28,89±1,97g/L.

En ce qui concerne la densité et l'acidité, leurs valeurs sont très proches des normes (1,028 -1,032) et (16 -18 °D). La variabilité est élevée avec un coefficient de variation de 6,11% pour l'acidité, par contre la densité varie très peu (0,14%).

6.3. Effet des facteurs de variation

L'analyse de la variance et la signification du modèle sont présentées dans le tableau 46. Le coefficient de détermination exprime le pourcentage de la variabilité totale attribuable aux facteurs de variations étudiés pour les différents paramètres (la production laitière, le TP, le TB, l'acidité et la densité).

Tableau 33- Analyse de la variance et la signification du modèle

Variables	SCE Total	DDL	SCE Modèle	R ² %	F	CM
Production laitière (L)	5938,11	14	3183,81	53,61	22,46***	227,41
TP (g/L)	1781,67	14	757,64	42,52	14,37***	54,12
TB (g/L)	3119,75	14	1412,29	45,27	16,07***	100,88
Acidité (°D)	722,61	14	409,09	56,61	25,35***	29,22
Densité	1029,60	14	422,94	41,08	13,54***	30,21

DDL : degré de liberté; SCE : somme des carrés des écarts; R : coefficient de détermination du modèle en pourcentage de la SCE; CM : carré moyen ; F : test de Fisher; *** : p<0,001; ** : p<0,01; * : p<0,05.

Le tableau ci dessus montre que le modèle utilisé est très hautement significatif sur tous les paramètres étudiés. Les coefficients de détermination (R²) sont sensiblement voisins pour tous les paramètres. Cependant, l'acidité puis la production laitière sont les plus influencées par les facteurs étudiés (p<0,001). Le taux butyreux, le taux protéique et la densité présentent des coefficients de détermination (R²) de valeurs voisines (45.27, 42.52 et 41.08 respectivement).

6.4.1. Effet élevage

L'effet élevage implique un ensemble d'aspects de la conduite d'élevage dans les différentes fermes. Il comprend l'alimentation qui est le facteur prédominant dans la variation de la production et la composition du lait, l'abreuvement, la maîtrise de la traite, et l'hygiène.

L'effet élevage est le second facteur en importance dans le modèle. Il est très hautement significatif ($p < 0,001$) sur tous les paramètres étudiés à l'exception de la densité qui présente une signification au seuil de 5% (tableau 48).

6.4.1.1. Influence de l'élevage sur la production laitière

La variabilité de la production laitière moyenne enregistrée (9,53 à 13,70 L/V/j) confirme l'effet très hautement significatif de l'élevage sur ce paramètre. La différence de production entre ces exploitations est liée aux techniques de conduite alimentaire (revoir calendriers d'alimentation).

C'est l'élevage 1 qui présente la meilleure production de lait $13,70 \pm 0,56$ L/V/j, puis viennent les élevages 4 et 3 avec leurs moyennes respectives ($12,98 \pm 0,61$ L/V/j et $11,41 \pm 0,76$ L/V/j). Des valeurs moyennes sont estimées dans les élevages 1 et 4 (figure 12). Il y a une similarité dans les conduites d'élevage notamment, la préparation de traite par massage du pis à l'aide d'une machine à traire et l'intervalle de 12h entre les traites répondant aux normes admises. L'abreuvement se fait par remplissage des auges 2 fois par jour, le pâturage est pratiqué de jour ou de nuit selon les saisons.

La composition de la ration de base jugée plus riche dans l'élevage 1 justifie la différence de production malgré le niveau de production élevé permis par le concentré de l'élevage 4 ($17,28$ L/V/j). Bien que c'est le concentré distribué dans l'élevage 3 qui permet la meilleure production de lait ($17,76$ L/V/j), le non respect des autres paramètres (réduction du pâturage, traite manuelle avec un intervalle de 8h et abreuvement limité), conduit à de faibles rendements. La ration de base souvent négligée par les éleveurs a certainement un effet sur le niveau de production.

Tableau 34 - Effet de l'élevage sur les paramètres (la production laitière, le TP, le TB, l'acidité et la densité)

Variables	Elevages	N	μ estimée \pm erreur standard	p
production (L)	1	46	13,70 \pm 0,56 ^a	***
	2	38	10,53 \pm 0,63 ^b	
	3	41	11,41 \pm 0,76 ^{ab}	
	4	42	12,98 \pm 0,61 ^a	
	5	43	10,68 \pm 0,60 ^b	
	6	77	9,53 \pm 0,54 ^c	
TP (g/L)	1	46	30,28 \pm 0,34 ^a	***
	2	38	28,10 \pm 0,39 ^{ab}	
	3	41	27,24 \pm 0,46 ^b	
	4	42	29,52 \pm 0,37 ^a	
	5	43	27,49 \pm 0,37 ^b	
	6	77	29,16 \pm 0,33 ^a	
TB (g/L)	1	46	39,50 \pm 0,44 ^c	***
	2	38	41,78 \pm 0,50 ^b	
	3	41	41,94 \pm 0,60 ^b	
	4	42	41,01 \pm 0,48 ^{bc}	
	5	43	42,05 \pm 0,47 ^b	
	6	77	44,46 \pm 0,43 ^a	
Acidité (°D)	1	46	16,56 \pm 0,19 ^b	***
	2	38	16,13 \pm 0,21 ^b	
	3	41	18,19 \pm 0,26 ^a	
	4	42	17,38 \pm 0,21 ^{ab}	
	5	43	17,18 \pm 0,20 ^{ab}	
	6	77	19,20 \pm 0,18 ^a	
Densité	1	46	1,029 \pm 0,00026 ^a	*
	2	38	1,028 \pm 0,00030 ^{ab}	
	3	41	1,028 \pm 0,00036 ^{ab}	
	4	42	1,028 \pm 0,00029 ^{ab}	
	5	43	1,027 \pm 0,00028 ^b	
	6	77	1,027 \pm 0,00026 ^b	

μ : moyenne, N : nombre d'observations. P : degré de signification, *** : $p < 0,001$; ** : $p < 0,01$; * : $p < 0,05$.

Dans les élevages E2 et E5, les productions sont quasi semblables (10,53 \pm 0,63 L/V/j et 10,68 \pm 0,60 L/V/j respectivement). Ces deux élevages distribuent le même concentré de production et la prédominance de la race PR connue pour sa faible production par rapport à la race PN au niveau de ces élevages pourrait justifier ces résultats.

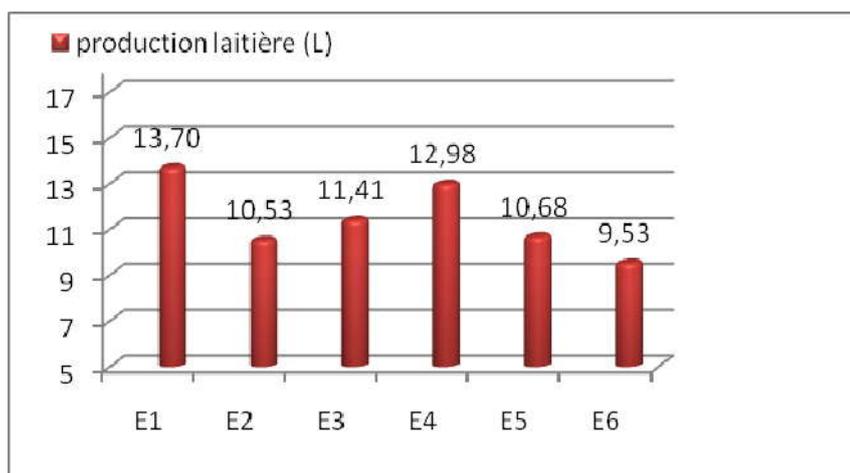


Figure-12 : La variation de la production du lait en fonction de l'élevage

C'est au niveau de élevage 6 que nous avons enregistré la plus faible production avec une moyenne de $9,53 \pm 0,54$ L/V/j (figure 12), cela serait dû au non respect de la conduite d'élevage bien qu'elle soit la meilleur unité en matière de richesse en ressource fourragère (tableau 42). Ce concentré est distribué en moindre quantité par rapport aux autres élevages avec la production permise de seulement 13.2L/V/j. De plus, au niveau cette ferme nous avons remarqué que le calendrier d'alimentations varie fréquemment comparativement aux autres exploitations. Cela peut causer un stress chez les animaux qui pourrait être à l'origine de la baisse de la production. Selon Wolter (1997) le stress peut résulter d'erreurs dans le rationnement lors du changement brutal du régime, des troubles digestifs, d'intoxication ammoniacale, de sous alimentations sévères responsable d'un grave amaigrissement. Effectivement, la plus part des vaches au niveau de cet élevage étaient maigres, leur note d'état corporelle est inférieure à 3. Aux erreurs du rationnement s'ajoute le non respect de la préparation à la traite, l'hygiène et l'intervalle de traite.

6.4.1.2. Influence de l'élevage sur le TP et le TB du lait

L'effet élevage a été important sur la variation de la composition chimique du lait analysé dans les six exploitations suivies ($p < 0,001$), cela explique les écarts considérables du taux butyreux et taux protéiques enregistrés au niveau des différentes exploitations (figure 13 et 14). Les écarts entre les deux valeurs extrêmes sont de 4,96 g/kg pour le TB et 3,04 g/kg pour le TP. C'est au niveau des élevages 1 et 4 que l'on retrouve les meilleurs taux de protéines ($30,28 \pm 0,34$ g/L et $29,52 \pm 0,37$ g/L respectivement) et inversement pour les faible taux butyreux, par rapport aux autres exploitations. Ces valeurs se trouvent cependant dans l'intervalle des normes attendus $39,50 \pm 0,44$ g/L pour E1 et légèrement supérieur aux normes $41,01 \pm 0,48$ g/L pour E4. Les résultats analogues trouvés au niveau de ces deux fermes

peuvent être expliqués par la conduite d'élevage semblable et la pratique du pâturage sur de longues périodes (la nuit en été et le jour au printemps) qui ont eu un effet significatif sur la richesse du lait en protéines et en matières grasses. Agabriel et Coulon (1993) rapportent que la plupart des travaux expérimentaux dont Demarquilly et Journet 1962 ; Decaen et Ghadaki 1970 ; Coulon et al., (1986) mettent en évidence une augmentation du taux butyreux à la mise à l'herbe sauf lorsque l'herbe offerte est très jeune et de transition rapide.

Selon Coulon (1991) la mise à l'herbe s'accompagne d'une augmentation considérable du taux protéique (+ 3 g/l en moyenne entre le mois d'avril et de mai), témoin d'une alimentation hivernale déficiente, en particulier du point de vue énergétique. L'augmentation du taux protéique à la mise à l'herbe est, en effet, un bon indicateur de la conduite alimentaire hivernale.

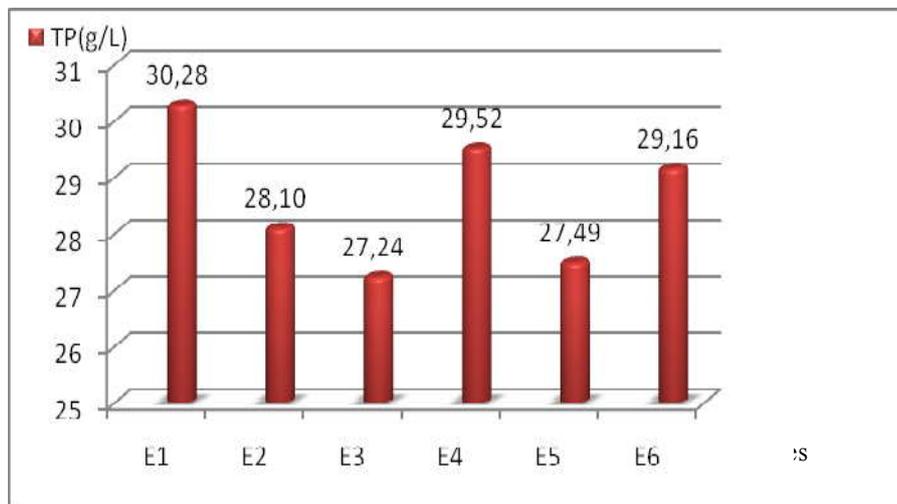


Figure-13 : La variation du TP du lait en fonction de l'élevage

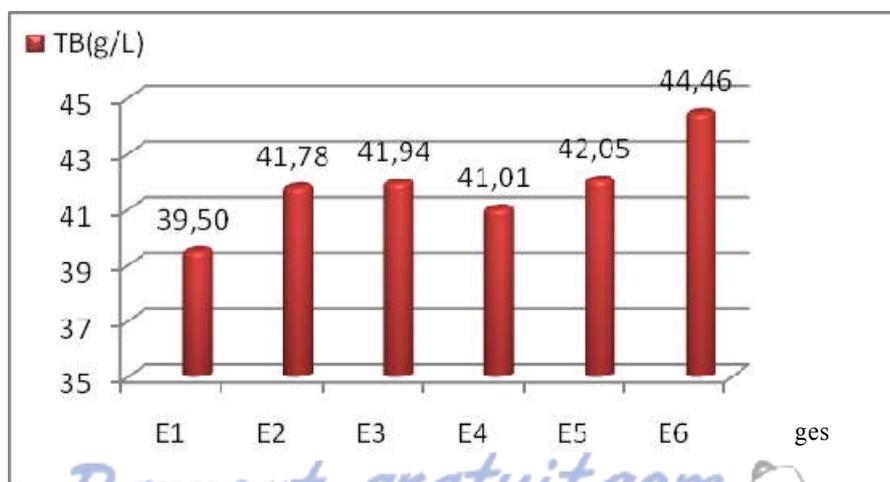


Figure-14 : La variation du TB du lait en fonction de l'élevage

Au niveau des élevages E2, E3 et E5 on remarque les faibles taux protéiques ($28,10 \pm 0,39$ g/L, $27,24 \pm 0,46$ g/L et $27,49 \pm 0,37$ g/L), contrairement aux taux butyreux élevés ($41,78 \pm 0,50$ g/L, $41,94 \pm 0,60$ g/L et $42,05 \pm 0,34$ g/L). La faible quantité de protéines dans la composition du lait récolté au niveau de ces exploitations serait due au défaut de la conduite d'élevage, à la pauvreté de la ration en énergie signalée par Coulon et Rémond 1991 et surtout au non gestion des pâturages à l'exception d'E2.

Les taux butyreux élevés, malgré le défaut de conduite d'élevage au niveau de ces exploitations ne peuvent être expliqués que par la concentration de la matière grasse dans le lait, car au niveau de ces fermes la stimulation de l'éjection du lait se fait par la tété du veau ; c'est-à-dire le veau consomme environ 2 à 3 litre du premier lait, le moins riche en matière grasse, d'après Hoden et Coulon (1991) rapporté par Rulquin et al., (2007), le taux butyreux est un critère relativement variable d'un jour à l'autre, il est fortement lié à la traite, son niveau augmente de 1 à 10g/l entre le début et la fin de traite.

Selon Mathieu (1997) quand la pression du lait dans les acini s'accroît, l'expulsion des globules gras par les cellules lactogènes est freinée, seules les particules de dimension plus faible sont en mesure de les quitter. Ce n'est qu'au moment où les citernes et les canaux commencent à se vider que les cellules glandulaires peuvent à nouveau évacuer les globules gras ; une traite incomplète donne un lait partiellement écrémé. Selon Coulon et Haltel (1995) une traite partielle des animaux conduit à récolter un lait plus pauvre en matières grasses, ce qu'on peut trouver dans le cas contraire quand l'éleveur donne le dernier lait de la traite pour le veau.

Enfin, au niveau de la ferme 6 on a enregistré un taux protéique de $29,16 \pm 0,33$ g/L inférieur aux normes et à ceux observés dans les fermes 1 et 4, mais supérieur par rapport à ceux trouvés au niveau des élevages E2, E3 et E5 cela peut être expliqué par la concentration de cette matière dans un volume réduit de lait (car c'est au niveau de cette ferme qu'on a signalé la production la plus réduite).

En ce qui concerne le taux butyreux les valeurs les plus importantes correspondent à cet élevage ($44,46 \pm 0,49$) sont peut être dues, soit à la richesse de la ration en fibre, soit à la concentration de la matière grasse dans le lait, soit à la mobilisation des réserves corporelles des animaux, surtout en début de lactation occasionnée par une distribution insuffisante de l'aliment concentré (Hoden, 1987), au niveau de cette ferme on a noté la présence des vaches maigres.

6.4.1.3. Influence de l'élevage sur l'acidité et la densité du lait

Nos résultats montrent que l'acidité du lait se situe dans l'intervalle des normes (16-18°D) pour tous les élevages suivis, sauf pour la ferme 6 dans laquelle le lait est légèrement acide, sa valeur est estimée à $19,20 \pm 0,18^\circ\text{D}$ (figure 15). Cela pourrait être en relation avec la mauvaise hygiène de la traite. Les mamelles étaient mal nettoyées avant la traite, le lait était récolté par une grande machine à traire collective (10 vache à la fois) dont le nettoyage se faisait rare.

En ce qui concerne la densité du lait collecté (figure 16), il n'y a que les élevages 5 et 6 qui ne répondent pas aux normes, avec de faibles densités de $1,027 \pm 0,28$ et $1,027 \pm 0,26$ respectivement. Cela ne peut être relié qu'au TB élevé observé au niveau de ces exploitations, selon Mathieu (1997), la masse volumique du lait est fonction de sa composition, elle varie avec la teneur en matières sèches dégraissées, certains laits riches en matière grasse ont une masse volumique égale ou inférieure à 1,027.

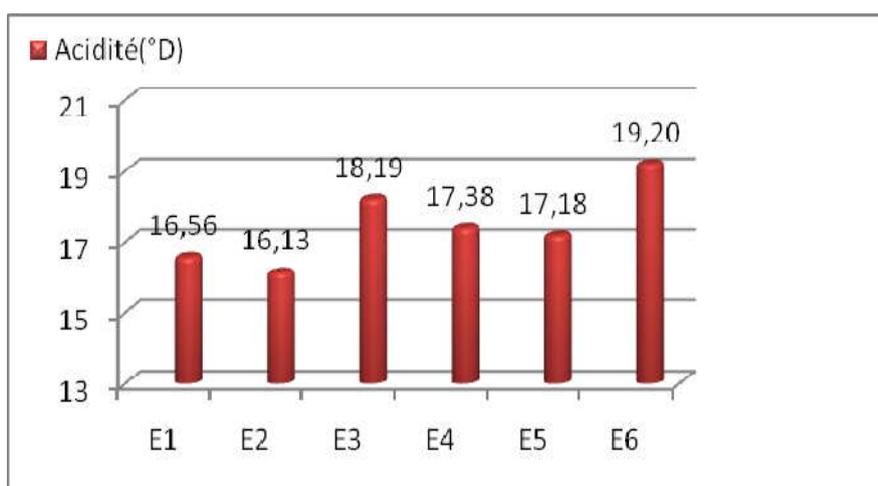


Figure-15 : L'évolution de l'acidité du lait en fonction de l'élevage

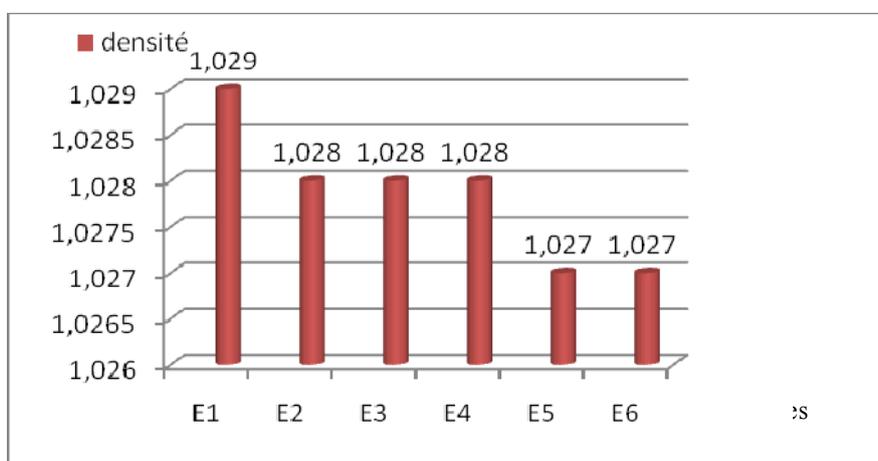


Figure-16 : L'évolution de la densité du lait en fonction de l'élevage

6.4.5. Effet race

La race de la vache exerce un effet significatif mais faible sur la variation la densité du lait, de la production laitière et du TB du lait avec de parts de variabilités R^2 de 1,85, 1,46 et 1,15% de la variabilité totale. Le taux protéique et l'acidité du lait ne semblent cependant pas affectés par la race.

Tableau-35 : Effet de la race sur les paramètres ((la production laitière, le TP, le TB, l'acidité et la densité).

Variables	Race	N	μ estimée \pm erreur standard	p
Production laitière (L)	PN	93	12,12 \pm 0,43 ^a	**
	PR	194	10,83 \pm 0,38 ^b	
TP (g/L)	PN	93	28,62 \pm 0,26	ns
	PR	194	28,65 \pm 0,23	
TB (g/L)	PN	93	41,38 \pm 0,34 ^b	*
	PR	194	42,21 \pm 0,13 ^a	
Acidité (°D)	PN	93	17,35 \pm 0,14	ns
	PR	194	17,52 \pm 0,12	
Densité	PN	93	1,028 \pm 0,00020 ^a	**
	PR	194	1,027 \pm 0,00018 ^b	

μ : moyenne, N : nombre d'observations, P : degré de signification, *** : $p < 0,001$; ** : $p < 0,01$; * : $p < 0,05$, NS : non significatif, PN : Pie Noire, PR : Pie Rouge.

6.4.5.1. Influence de la race sur la production laitière, TP et TB

La race Pie Noire produit plus de lait que la race Pie Rouge avec des moyennes respectives 12,12 \pm 0,43 et 10,83 \pm 0,38 L/V/J. Par contre, la Pie Noire produirait moins de matières utiles par rapport à la Pie Rouge (figures 31 et 32). Ces résultats sont conformes à la bibliographie, Hoden et al., (1973) ont rapporté que les Frisonnes (Prime Holstein) produisent plus de lait (+250Kg) que les Montbéliardes.

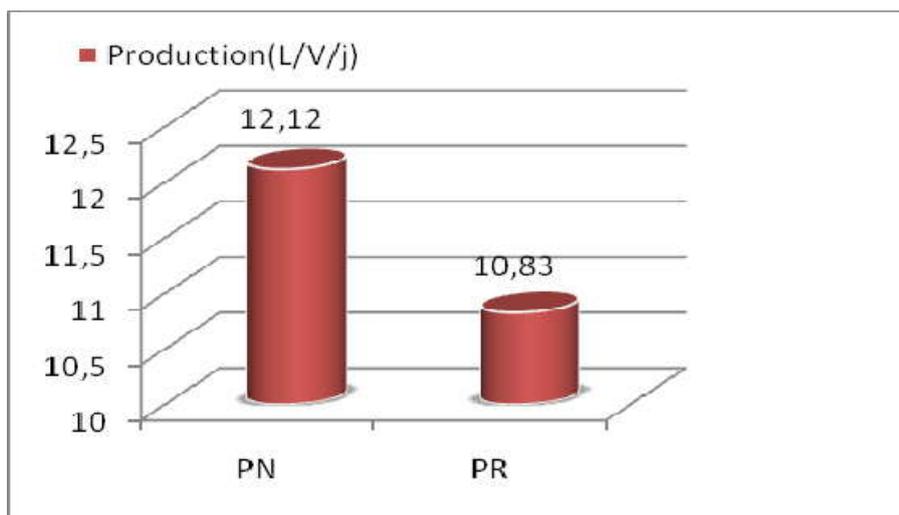


Figure-31 : La variation de la production laitière en fonction de la race

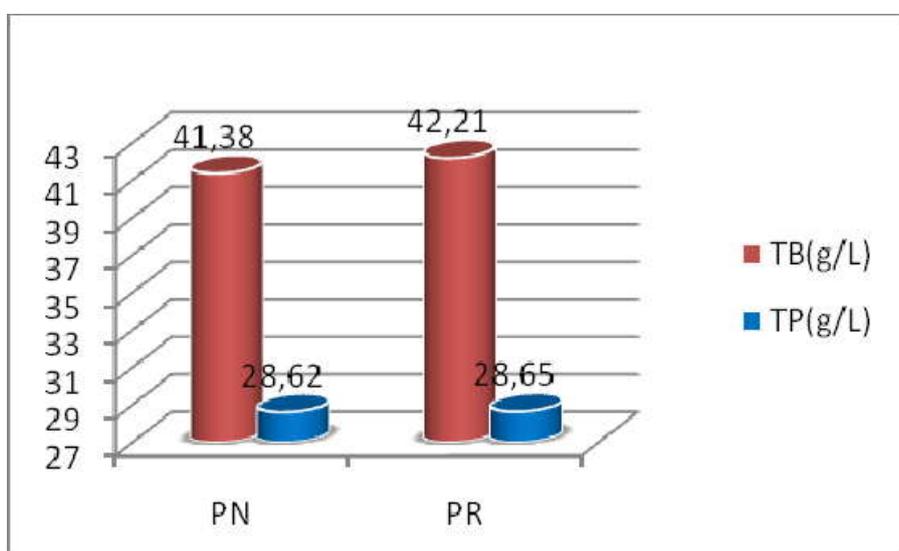


Figure-32 : La variation du TP et le TB du lait en fonction de la race

6.4.5.2. Influence de la race sur l'acidité et la densité du lait

L'effet race n'a pas de signification sur l'acidité même si la Pie rouge produirait un lait légèrement plus acide. Les valeurs observées correspondent aux normes pour les deux races suivies. Pour le paramètre densité, le lait des Pie Rouges est moins dense ($10,27 \pm 0,18$) que celui des Pie Noires et cela est en rapport toujours avec la richesse du lait en matière grasse (figures 33 et 34).

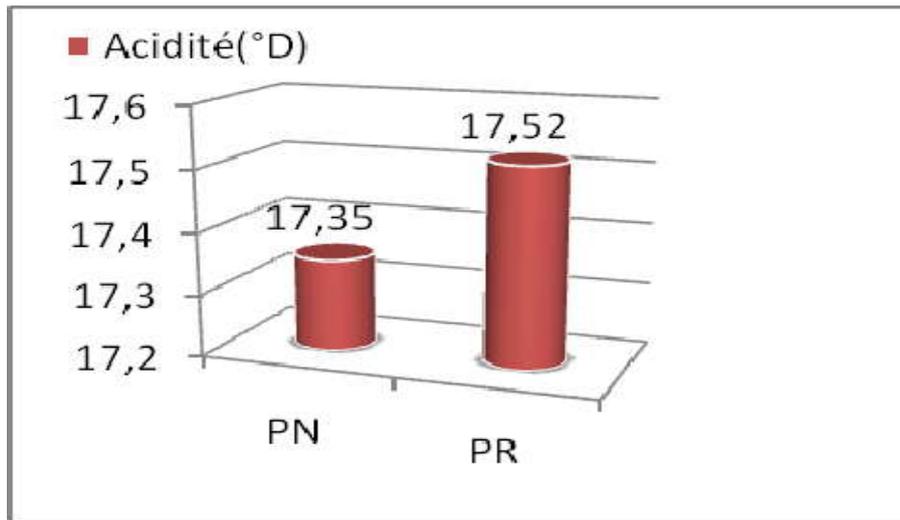


Figure-33 : La variation de l'acidité du lait en fonction de la race

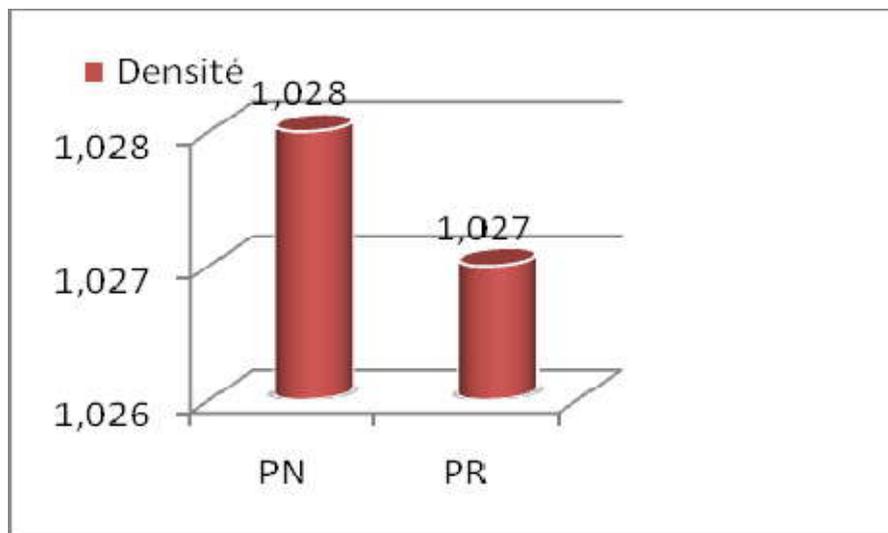


Figure-34 : La variation de la densité du lait en fonction de la race

6.5. Relations entre les différents paramètres

L'analyse du tableau 35 nous montre que la production est très fortement corrélée aux caractéristiques physico-chimiques du lait, cela au seuil de la très haute signification et en corrélation positive avec la densité ($r=70,26\%$). Ceci signifie que cette dernière augmenterait relativement avec l'augmentation du niveau de production. Le taux butyrique et le taux protéique dans une moindre mesure sont inversement reliés à la production de lait ($-73,37\%$ et $-40,77\%$ respectivement). Ceci est en rapport avec la bibliographie ; la richesse en matières utiles (matières grasses et protéines) varie en sens inverse de la quantité du lait produite (Agabrielet al., 1990; Jouzieret al.,1995 et Waiteet al., 1956 rapportés par Meyer et Denis,

1999). La production est légèrement corrélée ($p < 0,05$) avec le taux d'acidité ($r = 12,40\%$), ceci signifie que cette dernière augmenterait légèrement avec l'augmentation du niveau de production.

Le taux butyreux semble présenter une corrélation négative, très hautement significative et assez élevées avec la densité, le degré de liaison est de $- 72,93\%$ (la densité du lait est d'autant plus faible qu'il contient de la matière grasse) et inversement le TB présente une corrélation positive, très hautement significative avec le TP ($r = 35,79\%$), Ceci montre leur évolution proportionnelle dans la composition du lait.

Conclusion

Conclusion

Cette étude a permis de mettre en évidence la grande variabilité de la production du lait et son aspect physico-chimique (le TP, le TB, l'acidité et la densité) en fonction des facteurs de variation bien identifiés (l'élevage et la race) au niveau des exploitations laitières de la Wilaya de Tizi-Tlemcen.

Parmi ces facteurs, nous avons constaté que c'est l'élevage qui a une grande part dans la variation de tous les paramètres étudiés, à l'exception du paramètre densité sur lequel l'effet est peu marqué, l'écart moyen de la production laitière entre les deux élevages extrêmes se situe à 4,17 L/V/J (E1 et E6), ceux du taux protéique, du taux butyreux et de l'acidité sont respectivement de 3,04 g/L (E1 et E3), 4,96 g/L (E6 et E1) et 3,07 °D (E6 et E2). Ces écarts témoignent de la différence de la conduite d'élevage au niveau des exploitations suivies.

Il ressort de cette étude que les meilleurs taux de matières utiles et la meilleure production concernent les fermes 1 et 4, au niveau desquelles la conduite d'élevage est jugée assez bonne par rapport aux autres élevages et ils pratiquent aussi le pâturage sur de longues périodes. L'écart obtenu pour l'acidité renseigne sur l'hygiène de la traite qui n'est pas respectée par quelques éleveurs. La production et le TP du lait dans tous les élevages sont faibles 12,89 L/V/jet 28,89 g/L, compte tenu des conditions de cette région ainsi que des potentialités des races exploitées. Le paiement du lait en fonction du TP exige par quelques laiteries pour la majorité des éleveurs est révélateur.

La ferme 6 aurait pu être la meilleure unité de production, car elle dispose de ressources fourragères importantes (en vert, en sec et en silage), la stabulation libre des animaux (disponibilité de l'eau à volonté), elle dispose aussi d'une grande salle de traite. Malheureusement à cause d'une mauvaise gestion, notamment au niveau de la durée de l'entretien des animaux et d'un manque d'hygiène flagrante au niveau des étables elle est classée dernière de notre essai.

Quant au facteur race, il n'est responsable en partie que de la variation de la production, du TB et de la densité. Nous avons trouvé que la Pie Noire produit plus de lait que la Pie Rouge avec les moyennes respectives de $12,12 \pm 0,43$ L/V/J et $10,83 \pm 0,38$ L/V/J. La non-signification de l'effet race sur la variabilité du taux protéique serait liée aux potentialités raciales qui ne s'expriment pas compte tenu des faibles taux observés. La Pie Rouge produirait un lait plus riche en taux butyreux mais moins dense que la Pie Noire.

L'étude des corrélations nous a révélé l'existence d'une forte dépendance entre la production de lait et ces caractères physico-chimiques; une production élevée est caractérisée par une densité élevée et les taux les plus faibles des matières sèches (TP et TB). La densité du lait est d'autant plus faible qu'il est riche en matières grasses ($r = -72,93\%$) et d'autant plus élevée qu'il est riche en protéines ($r = 37,64\%$), le TP et le TB évoluent ensemble dans la composition du lait et un lait dense est plus prédisposé à l'acidité qu'un lait moins dense.

1-ABOUTAYEB R., (2009)

Technologie du lait et dérivés laitiers <http://www.azaquar.com>.

Agabriel, G., Coulon, J.B., Marty, G., Cheneau, N., 1990. Facteurs de variation du taux protéique du lait de vache Etude dans des exploitations du Puy-de-Dôme. INRA Prod, Anim., 3(3), 137-150.

Agabriel, C., Coulon, J.B., Marty, G., 1991. Facteurs de variations du rapport des teneurs en matières grasses et protéiques du lait de vache : étude dans les exploitations des Alpes du Nord. INRA Prod, Anim., 4(2), 141-149.

Agabriel, C., Coulon, J-B., Marty, G., Bonaïti, B., 1993. Facteurs de variation de la composition chimique du lait dans des exploitations à haut niveau de production. INRA Prod.Anim., 6(1), 53-60.

Agabriel, C., Coulon J.B., Marty, G., Bonaïti, B., Boniface, P., 1993. Effets respectifs de la génétique et du milieu sur la production et la composition du lait de vache. Etude en exploitations. INRA Prod,Anim., 6(3), 213-223.

Agabriel, C., Coulon, J.B., Brunshwig, G., Sibra, C., Nafidi, C., 1995. Relations entre la qualité du lait livré et les caractéristiques des exploitations. INRA Prod. Anim., 8 (4), 251-258.

Agabriel, C., Coulon, J.B., Journal, C., Bony, J., Sibra, C., Bonnefo, J.C., 1997. Effect of concentrate type and distribution method on milk fat content and milk production in dairy cows. Ann.Zootechni., 46, 417-355.

Agabriel, C., Coulon, J.B., Journal, C., De rancourt, B., 2001. Composition chimique du lait et systèmes de production dans les exploitations du Massif central. INRA Prod. Anim., 14 (2), 119-128. Courriel : agabriel@gentiane.enitac.fr.

Alais C., Linden G., 2004. Biochimie alimentaire. 5^{ème} Ed : Lavoisier Paris.520p (162-164).

Attonaty J.M., Gastinel P.L., Jalles E., Thibier M., (1973). Conséquence économiques des troubles de la fécondité. compte rendu des journées d'information ITEB-UNCEIA, 16-53 ITEB Ed. Paris.

Auriol, P., 1955. Influence du mois de vêlage sur la production laitière des vaches pie rouge de l'est, dans le jura. Station de Recherches sur l'Élevage, C.N.R.Z., Jouy-en-Josas Ann. Zootechni, 189-201.

Barnouin, J., Geromegnace, N., Chassagne, M., Dorr, N., Sabatier, P., 1999. Facteurs structurels de variation des niveaux de comptage cellulaire du lait et de fréquence des mammites cliniques dans 560 élevages bovins répartis dans 21 départements français. INRA Prod. Anim., 12 (1), 39-48. barnouin@clermont.inra.f.

- Barret, J.P., 1992.** Zootechnie générale Agriculture d'aujourd'hui Sciences, Technique, Applications. Ed : Lavoisier Paris 252P (108-116).
- Beldjilali M et Dekhane Z, 2009.** Etude de l'alimentation et de la production laitière de deux élevages dans la commune de timizart (Wilaya de Tizi-Ouzou). Mémoire Ing. Agro Tizi-Ouzou. 115p.
- Belhadi N et Cherif N, 2004.** Etude de quelques facteurs de variation de la production et de la qualité physico-chimiques du lait de vaches. Mémoire Ing. Agro Tlemcen. 76p.
- Bocquier, E., 1985 In Coulon et al., 1991.** Effets du stade physiologique et de la saison sur la composition chimique du lait de vache et ses caractéristiques technologiques (aptitude à la coagulation, lipolyse). INRA Prod, Anim., 4(3).219-228.
- Bonaïti, B., 1985.** Composition du lait et sélection laitière chez les bovins. Bull. Tech. CRZV Theix, INRA, 59, 51-61.
- Boujenane, I., 2003.** Programme National de Transfert de Technologie en Agriculture (PNTTA) Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, B.P:6446-Instituts, Rabat, Maroc.
- Boukir, M., 2007.** Relation entres les modalités de productions bovines et les caractéristiques du lait cas des exploitations laitières de la Wilaya de Tizi-Ouzou. Thèse de magister INA, EL Harrache, Alger.
- Bouraoui R., Lahmar M., Majdoub A., Djemali M., Belyea, R., 2002.** The relationship of temperature-humidity index with milk production of dairy cows in a Mediterranean climate. Anim. Res., 51, 479–491.
- Broster W. H., 1974.** Response of The dairy cow to level of feeding. Rev. Nat. Inst. Res Dairy. Pp 14-34.
- Charron G., 1988.** Conduite techniques et économique troupeau. Vol. 2, Ed. Lavoisier Paris. 292 P (29 -31).
- Chikhoun M., 1977.** Détermination des facteurs de variations de la production laitière en Mitidja à partir de l'étude des courbes de lactation. Thèse. Ing., Agro. NIA, El-harrach , Alger.77p.

- Chilliard, Y., Doreau, M., Gagliostro, G., Elmeddah, Y., 1993.** Addition de lipides protégés (encapsulés ou savons de calcium) à la ration de vaches laitières. Effets sur les performances et la composition du lait. *INRA Prod.Anim.*, 6(2),139-150.
- Chilliard, Y., Doreau, M., Ferlay A., 2001.** Contrôle de la qualité nutritionnelle des matières grasses du lait par l'alimentation des vaches laitières : acides gras trans, polyinsaturés, acide linoléique conjugué. *INRA Prod.Anim.*, 14, 323-335. <mailto:chilliar@clermont.inra.fr>.
- Chupin D., 1974.** Lactation et reproduction. In : la conduite du troupeau de la réduction, les journées d'information ITEB, UNCEIA, Ed : ITEB (Paris).pp:88 -96.
- Coilliot J.E., 1989.** Possibilité d'enrichissement des aliments en protéines. *Bull. Tech. GIV.89-3- TE-081*.
- Colin, O., Laurent, F., Vignon, B., 1993.** Alimentation et maîtrise de la qualité protéique et technologique des laits en élevage. *Ann.Zootech.*, 42, 371-378.
- Colin, O., Jurjanz, S., Gardeur, J.N., Laurent, F., 1995.** Effet de la nature de l'aliment concentré sur les performances zootechniques de vaches laitières recevant une ration complète. *Ann.Zootech.*, 44, 359-372.
- Coulon, J.B., Garel J.P., Hoden, A., 1986.** Production laitière en zone de montagne : évolution à la rentrée à l'étable. *Bull. Tech. CRVZ Theix, INRA.*, 63, 21-24.
- Coulon, J.B., Petit, M., D'hour, P., Lefavre, R., 1987.** Evolution de la production et de la composition du lait autour de la rentrée à l'étable : influence du changement d'environnement. *Ann. Zootech.*, 36(2), 207-214.
- Coulon, J.B., Roybin, D., Congy, E., Garret, A., 1988.** Composition chimique et temps de coagulation du lait de vache : facteurs de variations dans les exploitations du pays de Thônes. *INRA Prod, Anim.*, 1(4), 253-263.
- Coulon, J.B., Landais, E., Garel, J.P., 1989.** Alimentation, pathologie, reproduction et productivité de la vache laitière Interrelations à l'échelle de la lactation et de la carrière. *INRA Prod, Anim.*, 2(3), 171-188.
- Coulon, J.B., Faverdin, P., Laurent, F., Cotto, G., 1989.** Influence de la nature de l'aliment concentré sur les performances des vaches laitières. *INRA Prod,Anim.*, 2(1), 47-53.
- Coulon, J.B., D'hour, P., Petit, M., Albaret, E., Jaworek, M., 1990.** Niveau et répartition des apports de concentré hivernaux chez la vache laitière. Résultats sur primipares. *INRA Prod, Anim.*, 3(5), 319-328.
- Coulon, J.B., 1991.** Facteurs de variation du taux protéique du lait de vache en exploitation. *INRA Prod. Anim.*, 4 (4), 303-309.
- Coulon, J.B., Remond, B., 1991.** Réponses de la production et de la composition du lait de vache aux variations d'apports nutritifs. *INRA Prod, Anim.*, 4(1), 49-56.

- Coulon, J.B., Chilliard, Y., Rémond, B., 1991.** Effets du stade physiologique et de la saison sur la composition chimique du lait de vache et ses caractéristiques technologiques (aptitude à la coagulation, lipolyse). INRA Prod, Anim., 4(3), 219-228.
- Coulon, J.B., D'Hour, P., Albar, E., Jaworek, M., 1994.** Effet du niveau des apports énergétiques sur les performances de vaches laitières de race Holstein ou Tarentaise. Ann. Zoote., 43, 344-368.
- Coulon, J.B., Agabriel, C., Bonnefoy, J.C., 1995.** Effet de la forme de présentation de l'orge sur la production et la composition du lait de vache. Ann.Zootechni., 44, 247-253.
- Coulon, J.B., Pradel, P., Verdier, I., 1997.** Effect of forage conservation (hay or silage) on chemical composition of milk. Ann.Zootechni., (46), 21-26.
- Coulon J.-B., Hurtaud, C. Rémond B., Vérit R., 1998.** Facteurs de variation de la proportion de **caséines** dans les protéines du lait de vache. INRA Prod. Anim., 11 (4), 299-310.
- Craplet C., Thibier M., 1973.** In La vache laitière. 2eme édition :Vigot frères, 720p.
- Debry G., 2006.** Lait, nutrition et santé. Ed : tec et doc Lavoisier Paris. 566 P .
- Decaen C., Journet M., 1966.** Influence saisonnière sur la production et la composition du lait. Ann. Zootech., 15, 259-277.
- Decaen, C., Ghadaki, M.B., Lefavre, R., Hoden, A., Manis, Y., Marquis, B., 1970.** Variation de la sécrétion des acides gras des matières grasses du lait de vache a la mise à l'herbe et au cours des six premières semaines d'exploitation du fourrage vert. Ann.Zootechni., 19(4), 399-411.
- Delaby, L., Peyraud, J.L., Delagarde, R., 2003.** Faut-il compléter les vaches laitières au pâturage ? INRA Prod.Anim., 16 (3), 183-195. Courriel : luc.delaby@rennes.inra.fr.
- Doreau, M., Chilliard, Y., 1992.** Influence d'une supplémentation de la ration en lipides sur la qualité du lait chez la vache. INRA Prod,Anim., (2), 103-111.
- Dubeuf, B., Coulon, J.B., Landais, E., 1991.** Mise à l'herbe des vaches laitières en zone de montagne : Descriptions des pratiques et liaison avec les performances laitières. INRA Prod, Anim., 4(5). 373-381.
- Dubeuf, B., 1995.** Relations entre les caractéristiques des laits de troupeaux, les pratiques d'élevages et les systèmes d'exploitation dans la zone de production du Beaufort. INRA. Prod. Anim., 8 (2), 105-116.
- Dubreuil L., 2000.** Système de ventilation d'été. Ministère d'agriculture des pêcheries et de l'alimentation. Québec., <http://www.agr.gouv.qc.ca>.
- Dubreuil, L., 2003.** L'abreuvement des animaux à l'étable. Ministère d'agriculture des pêcheries et de l'alimentation. Québec., <http://www.agr.gouv.qc.ca>.

- Dulphy, J.P., Rouel, J., 1988.** Note sur la capacité d'ingestion des vaches laitières en fin de lactation. INRA Prod, Anim., 1(2), 93-96.
- Dulphy, J.P., Rouel, J., Bony, J., 1990.** Association de betteraves fourragères à de l'ensilage d'herbe pour des vaches laitières. INRA Prod,Anim., 3(3), 195-200.
- Durand V.L., 2001.** Maîtrise de la technique alimentaire de la vache laitière: production laitière. Site : <http://roneod2.free.fr/cours/lait08,10doc>.
- Elmeddah, Y., Doreau, M., Rouel, J., Chilliard, Y., 1994.** Effects of calcium salt supplementation on dairy cow performances in early lactation. Influence of the nature of concentrates. Ann.Zootechni., 43, 341-353.
- Faverdin P., Hoden A., Coulon J.B., 1987.** Recommandations alimentaires pour les vaches laitières. Bull. Tech. CRZV Theix, INRA., 70, 133-152.
- Faye, B., Landais, E., Coulon, J.B., Lescourret, F., 1994.** Incidence des troubles sanitaires chez la vache laitière : bilan de 20 années d'observation dans 3 troupeaux expérimentaux. INRA Prod.Anim.,7(3),191-206.
- Flatt, F., 1969,** In Mathieu, H., 1985. Facteur de variations de la composition du lait In : lait et produits laitier. Vaches, brebis, chèvres. » Vol. 1. Ed : Lavoisier Paris.
- Froc, J., Gilibert, J., Daliphar, T., Durand, P., 1988.** Composition et qualité technologique des laits de vaches Normandes et Pie-Noires. INRA Prod ,Anim., 1(3), 171-177.
- Grant R.J., Colenbrander VE, Albright J.L., 1990.** Effect of particule size of forage and rumen cannulation upon chewing activity and laterality in dairy cows. J. Dairy Sci., 73, 3158-3164.
- Guéguen et Journet., 1961.** In Lait, nutrition et santé. Debry G., 2006. Ed : tec et doc Lavoisier Paris. 566 P.
- Hauwuy, A., Paradis, J., Coulon, J.B., 1992.** Complémentation énergétique de rations à base de foin pour les vaches laitières. INRA Prod,Anim., 5(5), 339-346.
- Hauwuy, A., Bornard, A., Coulon, J.B., Haltel, L., 1993.** Performances des vaches laitières en alpage : effet du niveau de la complémentation en aliment concentré. INRA Prod,Anim., 6(4), 289-295.
- Hoden A., Colleau J.J., Journet M., Garel J.P., 1973.** Utilisation comparée des races frisonne, montbéliarde et salers pour la production de lait en zone de montagne. Bull. Tech. CRZV de Theix, INRA., 13, 37-43.
- Hoden A., Coulon J.B., Dulphy J.P., 1985.** Influence de l'alimentation sur la qualité du lait . Effets des régimes alimentaires sur les taux butyreux et protéique. Bull. Tech. CRZV Theix, INRA., 62, 69-79.

- Hoden A., 1987.** Influence de l'alimentation sur la composition du lait. Bull. Tech. CRZV.Theix, Ed. INRA, Pp (67) 35-62.
- Hoden, A., Marquis, B. Delaby, L., 1988.** Association de betteraves fourragères à une ration mixte d'ensilages de maïs et de trèfle violet pour vaches laitières. INRA Prod,Anim., 1(3), 165-169.
- Hoden, A., Coulon, J.B., Faverdin, Ph., 1988.** Alimentation de la vache laitière. In : Alimentation des bovins, ovins et caprins (R. Jarrige). Ed. INRA, Paris. Pp : 135-158.
- Hoden, A., Hurtaud, C., Marquis, B., Delaby, L., 1990.** Utilisation du blé ou des pulpes de betteraves en rations complètes avec de l'ensilage de maïs chez les vaches laitières. INRA Prod ,Anim., 3(4), 299-304.
- Hoden, A et Coulon, J.B., 1991.** Maîtrise de la composition du lait : influence des facteurs nutritionnels sur la quantité et les taux de matières grasses et protéiques. INRA Prod, Anim., 4(5), 361-367.
- Hoden, A., Muller, A. Peyraud, J.L., Delaby, L., 1991.** Pâturage pour vaches laitières. Effets du chargement et de la complémentation en pâturage tournant simplifié. INRA Prod, Anim., 4(3), 229-239.
- Holter, J.B., 2003.** Water partitioning and intake prediction in dry and lactating Holstein Cows. J. Dairy. Sci, 1472-1479.
- INRA., 2004.** Nutrition et alimentation des animaux d'élevage. Alimentation des polygastriques. Edu-cagri Ed. pp296-323.
- Jarrige, R., 1953.** Etudes sur les variations de la richesse en constituants azotés des laits de vache 1- influence de la mise a l'herbe. Ann. Zootechni., 33-44.
- Jarrige R., Journet M., 1959.** Influence des facteurs alimentaires et climatiques sur la teneur en matières grasses du lait. Ann. Nut. Alim., 13, 233-277.
- Jarrige R., 1988.** Alimentation des bovins, ovins et caprins. Ed. INRA, Paris, 476 p (18-56).
- Jarvis et al 1962.** In Lait, nutrition et santé. Debry G., 2006. Ed : tec et doc Lavoisier Paris. 566 P
- Jenness, 1979.** In Lait, nutrition et santé. Debry G., 2006. Ed : Tec et Doc Lavoisier Paris. 566 P
- Journet M., Chilliard Y. 1985.** Influence de l'alimentation sur la composition du lait (taux butyreux, facteurs généraux). Bull. teche. CRZV Theix INRA, N° 60, Pp : 13-23
- Jouzier F., Cohen M., 1995.** Manuel de référence pour la qualité du lait. 206 p.
- Kadi S.A, 2007.** Alimentation de la vache laitière: Etude dans quelques élevages d'Algérie, Mémoire de Magister, Université Saad Dahleb de Blida, 129 p.

- Kadi, S.A., Djellal F., Berchiche M., 2007.** Caractérisation de la conduite alimentaire des vaches laitières dans la région de Tizi-Ouzou, Algérie. *Livestock Research for rural development*, 19(4).
- Khelil S, 2003.** Contribution à l'étude des facteurs d'élevage sur la production laitière de deux exploitations agricoles dans la région de Tizi-Ouzou. Mémoire DES en Biologie Université de Tizi-Ouzou.
- Labussière, J., Richard, J., Combaud, J.F., 1976.** Suppression du massage et du lavage de la mamelle chez les vaches laitières effets sur les caractéristiques de traite et sur la qualité bactériologique du lait. *Ann. Zootech.*, 25(4), 551-565.
- Lampo Ph., Willems A., Vanschoubroek F, 1966.** Effect of season, calving period, and stage of lactation on milk yield and milk composition in the cow. *Neth. Milk Dairy J.*, 20, 17-35.
- Larousse agricole , 2002.** 767p.
- Louca, A et Legates, J.L., (1968).** Production losses in dairy cattle due to days open. *J. Dairy. Sci* 51, 573-583.
- Mathieu H., 1985.** Facteur de variations de la composition du lait In : lait et produit laitiers, vaches, brebis, chèvres. Vol. 1, Ed. Lavoisier Paris.
- Malossini, F., Bovolenta, S., Piras, C., Dalla, M., Ventura, R.W., 1996.** Effect of diet and breed on milk composition and rennet coagulation properties. *Ann.Zootechni.*, 45, 29-40.
- Martinet, J., Houdebine L.M., 1993.** Biologie de la lactation . Ed.INRA-INSERM., 597p.
- Mathieu, J., 1998.** Initiation à la physicochimie du lait (guides technologiques des IAA). Ed techniques et documentation, paris.220P (181-192, 191-192).
- Matthews, L., 2001,** In Mounier1 L., Marie, M., Lensink, B.J., 2007. Facteurs déterminants du bien-être des ruminants en élevage. *INRA Prod. Anim.*, 20 (1), 65-72.
- Meschy, F., Bravo, D., Sauvart, D., 2004.** Analyse quantitative des réponses des vaches laitières à l'apport de substances tampon. *INRA Prod. Anim.*, 17 (1), 11-18. Courriel : meschy@jouy.inra.fr.
- Meyer C., Denis J.P., 1999.** Élevage de la vache laitière en zone tropicale. Ed : Cirad, 314 P.
- Meschy, F., Guéguen, L, 1992.** Alimentation des vaches laitières : Comparaison des recommandations d'apports en minéraux.*INRA Prod. Anim.*, 5 (4), 283-288.
- Miller, R.H., Emanuelsson, U., Persson, E., Brolund, L., Philipsson , J., Funke H., 1983.** Relationships of milk somatic cell counts to daily milk yield and composition. *Acta Agric. Scand.*, 33, 209-223.
- Mounier1 L., Marie, M., Lensink, B.J., 2007.** Facteurs déterminants du bien-être des ruminants en élevage. *INRA Prod. Anim.*, 20 (1), 65-72. Courriel : l.mounier@vet-lyon.

- Nebel RL ; MCGilliard ML; (1993).** Interaction of high milk yield and reproduction performance in **dairy** cows. *J. Dairy.Sci*; 76(10), 3257-3268.
- OCDE (2008),** (Organisation de Coopération et de développement économiques) La hausse des prix alimentaires : causes, conséquences et solutions. www.SourceOCDE.org.
- Peters, R., Chapin, L.T., Emery, R.S., Tucker, H.A., 1981.** Milk yield, feed intake, prolactin, growth hormone and glucocorticoid response of cows to supplementallight. *J. Dairy Sci.*, 64, 1671-1678.
- Peyraud, J.-L., Apper, B.E., 2006.** L'acidose latente chez la vache laitière. *INRA Prod. Anim.*, 19 (2), 79-92 Courriel : jean-louis.peyraud@rennes.inra.fr.
- Phillip,s C.J.C., Schofiel, D S.A., 1989.** Thé effect of supplementary light on the production and behaviour of dairy cows. *Anim. Prod.*, 48, 293-303.
- Redenburg J., 1996.** Comptage des cellules somatiques du lait prélevé dans le réservoir. Gouvernement d'Ontario, Canada. [hppt :// www.gov. on. ca](http://www.gov.on.ca).
- Rémond B., Journet M., 1971.** Alimentation des vaches laitières avec des rations à forte proportion d'aliments concentrés. I: Quantités ingérées et production laitière. *Ann. Zootech.*, 20, 169-184.
- Rémond, B., Fléchet, J., Ollier, A., Toullec, L., 1972.** Alimentation des vaches laitières avec des rations a proportion variable d'aliments concentrés : production et composition du lait, et digestion dans le rumen. *Ann.Zootechni.*, 21(4), 551-566.
- Rémond, B., Journet, M., Fléchet, J., Lefavre, R., Ollier, A., Vérité, M., 1978,** Effet du niveau d'apport azoté à des vaches au début de la lactation sur la production laitière et l'utilisation de l'azote. *Ann Zootech.*, 27(2) ,139-158.
- Rémond, B., 1985.** Influence de l'alimentation sur la composition du lait. Taux protéique : facteurs généraux. *Bull. Tech. CRZV Theix, INRA.*, 62, 53-67.
- Rémond B., 1987.** Influence du stade de lactation et de l'âge sur la composition chimique du lait. In *Effets du stade physiologique et de la saison sur la composition chimique du lait de vache et ses caractéristiques technologiques (aptitude à la coagulation, lipolyse)*. INRA Prod, Anim., 4(3), 219-228.
- Rémond, B., Journet, M., 1987.** Effet de l'alimentation et de la saison sur la composition du lait. In : *Le lait, matière première de l'industrie laitière*. INRA publication animal,Versailles., 171-185.
- Rémond, B., 1997.** Effects of milking three times in 2 days for 3 weeks in early lactation or in the declining phase on milk production in primiparous and multiparous dairy cows. *Ann.Zootechni.*, 46, 339-348.
- Rémond, B., Bonnefoy, J.C., 1997.** Performance of a herd of Holstein cows managed without the dry period. *Ann.Zootechni.*, 46, 3-12.

- Rémond, B., Kérouanton, J., Brocard, V., 1997.** Effets de la réduction de la durée de la période sèche ou de son omission sur les performances des vaches laitières. INRA Prod. Anim., 10 (4), 301-315.
- Rossetti, C., Jarrige, R., 1957.** Études sur les variations de la richesse en constituants azotés des laits de vache relation entre la teneur en protéines et le taux butyreux. Station de recherches sur l'Élevage, C. N. R. Z., Jouy-en-Josas, annel de zoot.
- Rulquin, H., 1992.** Intérêts et limites d'un apport de méthionine et de lysine dans l'alimentation des vaches laitières. INRA Prod. Anim., 5 (1), 29-36.
- Rulquin, H., Hurtaud, C., Lemosquet, S., Peyraud, J.L., 2007.** Effet des nutriments énergétiques sur la production et la teneur en matière grasse du lait de vache. INRA Prod. Anim., 20 (2), 163-176. E-mail : henri.rulquin@rennes.inra.fr.
- Schultz M.M., Hansen L.B., Steuernagel G.R., Kuck A.L., 1990.** Variation of milk, fat, protein and somatic cells for dairy cattle. J. Dairy Sci., 73, 484-493.
- Sérieys, F., Auclair, J., Poutrel, B., 1987.** Influence des infections mammaires sur la composition chimique du lait. In : CEPIL. Le lait matière première de l'industrie laitière. CEPIL – INRA, Paris, 161-170.
- Sérieys, F., 1989.** Les mammites des vaches laitières. Collection : Le point sur ITEB, 149 rue de Bercy, Paris.
- Sérieys F., 1997.** Le tarissement de la vache laitière. 2^{ème} Ed. France Agricole Paris 224 P (61-73, 139 -143).
- Soltner D., 1989.** La reproduction des animaux d'élevage. Ed. Collection science et technique agricole. Paris, 228 p.
- Spike P.W., Freeman A.E., 1967.** Environmental influences on monthly variation in milk constituents. J.Dairy Sci., 50, 1897-1904.
- Stanisiewski, E.P., Mellenberger, R.W., Anderson, C.R., Tucker, H.A., 1985.** Effect of photoperiod on milk yield and milk fat in commercial dairy herds. J.Dairy Sci., 68, 1134-1140.
- Sutton, J. D. 1989.** Altering milk composition by feeding. J. Dairy Sci., 72, 2801-2814.
- Taylor, S.J. 1994.** Utilisation stratégique de savons de calcium pour la vache laitière haute productrice. Renc. Rech. Ruminants, 1, 241 – 244.
- Taylor, V., 2006.** Indices de mammite : facteurs combinés justifiant une intervention. L'avance de programme d'assurance de qualité de lait/MAAARO ag.info.omafra@ontario.ca

Toole W., 1978 In Mathieu H., 1985. Facteur de variations de la composition du lait In : lait et produit laitiers, vaches, brebis, chèvres. Vol. 1, Ed. Lavoisier Paris.

Tucker, H.A., 1985. In Coulon et al, 1991 : Effets du stade physiologique et de la saison sur la composition chimique du lait de vache et ses caractéristiques technologiques (aptitude à la coagulation, lipolyse). INRA Prod, Anim., 4(3).219-228.

Veissier, I., Sarignac, C., Capdeville, J. 1999. Les méthodes d'appréciation du bien-être des animaux d'élevage. INRA Prod. Anim., 12 (2), 113-121.

Vignola C.L, 2002. Science et technologie du lait. Ed : Ecole polytechnique de Montréal. 600P (28-30).

Walter S, 2001. Optimiser la préparation de la vache à sa nouvelle lactation. Station fédérale de recherches en production animal. info@rap.admin.

Wattiaux M.A., 1998. Les buts de sélection : reproduction et sélection génétique. Institut Babcock. http://babcock.cals.wisc.edu/french/de/dairy_research.html.

Wolter, R. 1988. Besoins vitaminiques des ruminants. INRA Prod. Anim., 1 (5), 311-318.

Wolter, R., 1997. Alimentation de la vache laitière. 3eme Ed: France Agricole, Paris. 263P (118-139, 180-199).

Yves R.Y., 1999. Les mammites chez la vache laitière, inflammation de la glande mammaire : première pathologie en élevage laitier. Sciences animales laboratoire INPL-UHP-INRA.

Zelter, Z., 1953. Le rôle nutritionnel, chez la vache en lactation, des acides acétique et butyrique formés au cours de l'ensilage. Ann. Zootechni., (43), 104-147.

5-AMIOT J., FOURNER S., LEBEUF Y., PAQUIN P., SIMPSON R et TURGEON H., (2002)

Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait In **VIGNOLA C.L**, Science et technologie du lait – Transformation du lait, École polytechnique de Montréal, ISBN:3-25-29 (600 pages)

11-BRULE G., (2004)

Progrès technologiques au sein des industries alimentaires impact sur la qualité des produits
–La filière laitière, Rapport commun de l'Académie des technologies et de l'Académie
d'Agriculture de France : 8 (24 pages).

12-BRUNNER J.,(1981)

Cow milk proteins: twenty five years of progress. J dairy Sci, 1981,64 : 1038-1054. In
POUGHEON S., Contribution a l'étude des variations de la composition du lait et ses
conséquences en technologie laitière thèse pour obtenir le grade de docteur vétérinaire, Ecole
Nationale Vétérinaire Toulouse, France: 31(102 pages).

13- BYLUND G., (1995)

Dairy processing handbook-Tetra pak processing systems AB S-221 86 , Lund ,Sweden : 18-
23-381(436 pages).

15- CLAUDE MICHEL J., POULIOT M., RICHARD J. et VALLERAND C., (2002)

Lait de consommation In **VIGNOLA C. L.,** Science et technologie du lait-transformation du
lait, Ecole polytechnique de Montréal, ISBN:298 (600 pages).

16-CNERNA., (1981)

Centre National de Coordinations des Etudes et Recherches sur la Nutrition et l'Alimentation, Lait de consommation-Conférence de presse du 5 novembre 1981, Paris.

19-COULON J.B.,(1994)

Facteurs de variation du taux protéique du lait de vache en exploitation. *INRA Prod. Anim.*,4 (4) : 303-309 In **POUGHEON S.**,Contribution a l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière, thèse pour obtenir le grade de docteur vétérinaire ,Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse, France: 59 (102 pages).

20-DAUVILLIERS Y., (2008)

Neurobiologie et physiologie sensorielle-Généralité sur les organes des sens, Faculté de Médecine Montpellier-Nîmes , <http://www.med.univ-montpe.fr>.

21-DEBRY G., (2001)

Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris : 21 (566 pages).

22-DEPLEDT F., (1998)

Evaluation sensorielle In **PERRIN L .**, Contribution méthodologique à l'analyse sensorielle du vin, Thèse CIFRE présentée à AGROCAMPUS RENNES pour obtenir le grade de Docteur de l'ENSAR, <http://lib.bioinf.pl/Files/theses/thesis-39-pdf>.

23-DERANSART C., (2008)

L'audition, mede TICE PCEM1, Faculté Médecine de Grenoble (UJF) <http://www.medatice-grenoble.fr>

25-FAO., (2010)

Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine- Lait de consommation <http://www.horizon.documentation.ird.fr>

26-FAURION M., (2004)

Physiologie sensorielle à l'usage des industries agro-alimentaire, Tec et Doc, Lavoisier:130 (319 pages).

27-FAVIER J.C., (1985)

Composition du lait de vache-Lait de consommation, <http://www.horizon.documentation.fr>

28-FRANWORTH E. et MAINVILLE I., (2010)

Les produits laitiers fermentés et leur potentiel thérapeutique, Centre de recherche et de développement sur les aliments, Saint-Hyacinthe. <http://www.dos.transf.edwa.pdf>.

29-FREDOT E., (2005)

Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier:10-14 (397 pages).

30-FREDOT E., (2006)

Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier: 25 (397 pages).

31-FROLOFF N., FAURION A., et MAC LEOD P., (1996)

Multiple human taste receptor sites- a molecular modeling Approach, Chemical Senses, 21 (4), 425-445.

32-GAUCHERON F., (2004)

Minéraux et produits laitiers, Tec et Doc, Lavoisier:783 (922 pages).

33-GERVOSON P.,(2007)

Les laits fermentés-vos aillés pour une meilleure santé, Esco news,pileje-37 quai de Grenelle-75015,Paris:3 (7pages).

34-GRANES D., PIC BLATEYRON D.L., NEGREL L.J. et BONNEFOND C., (2009)

L'analyse sensorielle descriptive quantifiée, une méthode pour un langage commun, Revue Française d'œnologie N°238 16 (21pages).

35-HARDING F., (1995)

Milk quality, Blackie academic et professional : 113(166 pages).

36-HARLE J., (2009)

Les organes des sens, <http://app-asap.oner-blog.com>.

37-HODEN P., et COULON H., (1991)

Composition chimique du lait, <http://www.2.vet.lyon.fr>.

38-HUI Y.H., (1993)

Dairy science and technology handbook 1-Principales and proprties, Wiley-VCH, Inc.Originally published as ISBN 1 -56081 -078-5 USA: 165 (1383p).

39-INTELLEGO ., (2008)

La peau et la toucher <http://www.intellego.fr/soutien – scolaire-3^{ème} /aide-scolair-svt/la-peau-et –le-toucher/26475>.

40-JEAN CHRISTIAN M., (2001)

Le lait pasteurisé, Groupe de recherche et d'échanges technologiques, Paris <http://www.gret.org>.

41-JEAN C., et DIJON C., (1993)

Au fil du lait, ISBN 2-86621-172-3.

42-JEANTET R., CROGUENNEC T., SCHUCK P. et BRULE G., (2007)

Science des aliments-technologie des produits alimentaires tec et doc, Lavoisier : 17 (456 pages).

43-JEANTET R., CROGUENNEC T., MAHAUT M., SCHUCK P. et BRULE G., (2008)

Les produits laitiers ,2^{ème} édition, Tec et Doc, Lavoisier: 1-3-13-14-17 (185 pages).

44-JENSEN R., (1995)

Handbook of milk composition-General description of milks,Academic Press,Inc:3 (919 pages)

45-JOURNALE OFFICIELLE DE LA RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE.,(1993)

Arrêté interministériel du 29 Safar 1414 correspondant au 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation ,N° JORA : 069 du 27-10-1993.

46-JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE., (2001)

Bulletin officiel n° 4862 du 9 chaoual 1421 (4 janvier 2001), Décret n° 2-00-425 du 10 ramadan 1421 (7 décembre 2000) relatif au contrôle de la Production et de la commercialisation du lait et produits laitiers.

47-KIM H., HARDY J., NOVAK G., RAMET J.P. et WEBER .W., (1982)

Les goûts anormaux du lait frais et reconstitué, Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rom, ISBN, FAO 15 (50 pages).

48- LAS., (2011)

Le Laboratoire d'Analyse Sensorielle d'Ambatobe-Le laboratoire d'analyse sensorielle pour vos industries agroalimentaire et cosmétique, Direction des recherches technologiques FOFIFA BP 14444,Ambatobe ,Antananarivo 101,<http://www.galys-evaluation sensorielle.fr>.

49-LESEUR R., et MELIK N., (1999)

Lait de consommation In *LUQUEE F.M*, Laits et produits laitiers vache brebis chèvre, Tec et Doc, Lavoisier, Paris : 5 (637 pages).

50-LESPINASSE N., SCANDELLA D., VAYSSE P. et NAVEZ B., (2002)

Mémento évaluation sensorielle des fruits et légumes frais, Editions centre technique interprofessionnel des fruits et légumes, ISBN, Paris: 13 (143p).

51-MAC LEOD P., et SAUVAGEO F.,(1986)

Bases neurophysiologiques de l'évaluation sensorielle des produits alimentaires, Les cahiers de l'ENSBANA n°5: 3 (165 pages).

52-MAC LEOD P., (2007)

Des molécules au comportement -les mécanismes de l'olfaction e du goût

<http://www.agrobioscience.org>.

53-MATHIEU J.,(1999)

Initiation à la physicochimie du lait, Tec et Doc, Lavoisier, Paris: 3-190 (220 pages).

54-MITTAINE J., (1980)

Les laits autres que le lait de vache, [http://whqlibdoc.who.int/monograph/ who mono](http://whqlibdoc.who.int/monograph/who_mono).

55-MOISSEEFF M., (2007)

Le phénomène olfactive –Quand les odeurs nous mènent par le bout du nez?

<http://www.agrobioscience.org>

56- MOZELL M.M., (1970)

Evidence for a chromatographic model of olfaction -Journal of General Physiology, 56, 46-63.

57-NEVILLE M.C et JENSEN R.G., (1995)

The physical properties of human and bovine milks In **JENSEN R.**, Handbook of milk composition-General description of milks,Academic Press,Inc: 82 (919 pages) .

58-PERRIN L., (2008)

Contribution méthodologique à l'analyse sensorielle du vin, Thèse CIFRE présentée à AGROCAMPUS RENNES pour obtenir le grade de Docteur de l'ENSAR, [http://lib.bioinf.pl/Files thèses/thesis-39-pdf](http://lib.bioinf.pl/Files_thèses/thesis-39-pdf).

59-PFIFNER A., (2009)

Lait en poudre, <http://www.hls-dhs-dss.ch/textes>

60-POUGHEON S., (2001)

Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière, Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse, France: 34 (102 pages).

61- POUGHEON S.et GOURSAUD J., (2001)

Le lait caractéristiques physicochimiques In **DEBRY G.**, Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris : 6(566 pages).

62-POINTURIER H., (2003)

La gestion matière dans l'industrie laitière, Tec et Doc, Lavoisier, France: 64 (388 pages).

63-PROMET., (2008)

Etude des déterminants de la qualité du lait , rapport final ,Société de Promotion et d'Etudes (PROMET), e-mail: promet@gnet.tn 22(42pages)

64-PUIOL R., (2005)

Somesthésie-Neurosciences, Faculté de Médecine Montpellier-Nîmes <http://www.yopdf.en>

65-REUMONT P., (2009)

Licencié Kinésithérapie, <http://www.medisport.be>.

66-RHEOTEST M., (2010)

Rhéomètre RHEOTEST® RN et viscosimètre à capillaire RHEOTEST® LK – Produits alimentaires et aromatisants <http://www.rheoest.de/download/nahrungs.fr.pdf>.

67-ROUDAUT H. et LEFRANCQ E., (2005)

Alimentation théorique - L'évaluation sensorielle un outil pour le contrôle de la qualité des produits alimentaires, Doin, France <http://www.saveurdelaannée.com/>

68-SALGHI R., (2010)

Cours d'analyses physico-chimiques des denrées alimentaires, Ecole Nationale des Sciences Appliquées d'Agadir, <http://www.adrmessage-review3>.

69-STOLL W., (2003)

Vaches laitières -L'alimentation influence la composition du lait , vol 9 , [http:// www.db- alp-admin-ch/ fr/ publication en / docs/ 2612.pdf](http://www.db-alp-admin.ch/fr/publication/en/docs/2612.pdf).

70-THAPON J.L., (2005)

Science et technologie du lait, Agrocampus-Rennes, France: 14(77 pages).

71-THIEULIN G. et VUILLAUME R., (1967)

Eléments pratiques d'analyse et d'inspection du lait de produits laitiers et des œufs-
revue générale des questions laitières 48 avenue, Président Wilson, Paris : 71-73(388 pages).

72-TRANSACTION D'ALGIE., (2010)

Selon un rapport d'UBI France l'Algérie premier importateur africain de
denrées alimentaires, <http://transactiondalgerie.com/>

73-VIGNOLA C.L., (2002)

Science et technologie du lait –Transformation du lait, École polytechnique de
Montréal, ISBN: 29-34 (600 pages).

74-VIERLING E., (1999)

Aliment et boisson-science des aliments, doin éditeurs, centre régional de la
documentation pédagogique d'Aquitaine, France:11(270 pages).

75-VIERLING E., (2003)

Aliment et boisson-Filière et produit, 2^{ème} édition, doin éditeurs, centre régional de
la documentation pédagogique d'Aquitaine:11(270 pages).

76-VULGARIS., (2010)

Olfaction-définition, <http://www.vulgaris-medical.com>

77-YAKHLEF H., (1989)

La production extensive de lait en Algérie, Institut National Agronomique, Département de
Productions Animales, El Harrach, Alger (Algérie) :135(139 pages).

1- Dosage de l'azote total du lait par la méthode de Kjeldahl

Le lait contient entre 32 à 35 g/l de matière azotée et 95% de l'azote est sous forme organique dans les protéines et cet azote ne peut être dosé directement. Il doit subir une minéralisation préalable. Les 5% d'azote libre correspondent à des acides aminés libres.

Mode opératoire

Étape 1 : Minéralisation

Si on veut doser les protéines contenues dans du lait par cette méthode, il faut procéder à une minéralisation. Pour cela il faut introduire dans un matras:

5 mL de lait exactement mesuré
15 à 20ml d'acide_sulfurique concentré
6g de sulfate de potassium
1g de sulfate de cuivre
quelques grains de pierre ponce
faire chauffer sous une hotte ventilée et jusqu'à éclaircissement de la solution, puis maintenir l'ébullition encore une demi-heure. Laisser refroidir et introduire avec précaution 30 à 50 ml d'eau distillée.

Attention, les vapeurs de la minéralisation sont très irritantes et toxiques

Étape 2: Distillation de l'ammoniac

Avant de distiller l'ammoniac à la vapeur d'eau, on doit libérer l'ammoniac sous la forme du sel $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ par l'addition d'une solution concentrée de NaOH en excès:

L'ammoniac est ensuite distillé par la vapeur d'eau et piégée dans une solution d'acide Borique.

L'ammoniac réagit avec l'acide borique pour former des sels borates d'ammonium.

Étape 3: Titrage de l'ammoniac

L'ammoniac sous la forme de borates d'ammonium est titré directement à l'aide d'une

solution standardisée d'acide, tel HCl ou H_2SO_4 , 0.1N.

la coloration doit rester stable pendant 5 minutes pour que le dosage soit terminé

Calcul du % de protéines dans l'échantillon

Le % de protéines dans l'échantillon est obtenu en multipliant le % d'azote par un facteur F dépendant du type d'aliment analysé.

% protéines = % NT x F F= 6,38 dans le cas produits laitiers

Taux NT= $V_1 \times 0,0014 \times 1000/V_0$

V_1 : est le volume en ml de la prise d'essai, V_0 : est le volume en ml de la solution d'acide sulfurique utilisée pour neutraliser l'ammoniac.

2- Détermination de la matière grasse

Pour déterminer la matière grasse, nous avons utilisé la méthode acido-butyrométrique de Gerber. Dans le butyromètre on introduit.

10 ml d'acide sulfurique concentré. $p_{20} = 1.83 \text{ g/ml}$;

11 ml de lait préalablement homogénéisé ;

1 ml d'alcool iso-amylque.

A l'aide d'un bouchon spécial, le butyromètre est hermétiquement fermé puis agité avec précaution jusqu'à disparition des grumeaux et après six retournements successifs, le butyromètre est mis dans une centrifugeuse pendant 5 minutes à 1200 tours/min. La lecture se fait directement sur le butyromètre gradué en g de matière grasse par litre de lait.

3- Détermination de l'acidité

Dans un bécher, 10 ml de lait sont titrés à l'aide de la soude (N/9) en présence de deux gouttes de la phénolphtaléine ; jusqu'à virage au rose persistant, facilement perceptible par comparaison avec un témoin constitué du même lait. Le degré d'acidité correspondant au volume de soude versé dans le lait elle est exprimée en degré Dornic, un Dornic (D°) = 1 mg d'acide lactique dans 10 ml de lait.

4- Détermination de la densité

Dans une éprouvette de 250 ml remplie de lait bien homogénéisé, est introduit le thermo-lactodensimètre gradué. La lecture de la densité se fait directement sur ce dernier. Il est important de signaler que le thermo-lactodensimètre donne une valeur exacte pour la température de 20 °C, une correction est nécessaire si celle-ci est différente en ajoutant ou en retranchant 0,0002 par degré au-dessus ou au-dessous de 20 °C.

5- Dosage de la cellulose brute (Méthode de Weende)

1) Principe :

L'insoluble cellulosique, ou la cellulose brute est la matière organique qui reste insoluble après deux hydrolyses successives acide et alcaline, diminuée du taux de matière minérales. Ce résidu peut contenir, en plus de la cellulose, une quantité non négligeable de lignine, voire même d'hémicelluloses.

2) Matériel :

Etuve à 103°C

Balance de précision à 0,1mg

Broyeur retech ZM1 nuni d'une grille de 1mm

Appareille de dosage de fibres type Fibertec (Foss Tecator)

Creusets filtrants de porosité 2 (40-90µm)(Robu-Glas, ref :20602)

Dessiccateur avec gel de silice ou autre deshydratant

Four permettant de réaliser des incinérations à 550°C.

3) Réactifs :

Acide sulfurique 0,255 N, soit 12,5g d'H₂SO₄ concentré dans 1000ml d'eau distillée.

Hydroxyde de sodium 0,313, soit 12,5g de NaOH en pastilles dans 1000ml d'eau distillée.

4) Mode opératoire :

Les échantillons sont, dans un premier temps, broyer à l'aide d'un broyeur retech équipé d'un tamis de 1mm.

Peser 1g d'échantillon dans un creuset filtrant (**PE**) réalisé 3 répétitions pour les aliments et les matières premières et seulement 2 répétitions pour les fèces ou autres contenus digestifs.

Positionner les creusets filtrants dans un appareil de dosage de fibre (6 poste) puis ajouter 150ml de la solution d'acide sulfurique 0.255N.

Porter tout à ébullition sous reflux pendant 30min.

Une fois le temps d'hydrolyse écoulé, éliminer le surnageant par filtration et laver le résidu au moins trois fois à l'eau distillée bouillante.

Le rinçage terminé, ajouter au résidu 150ml de solution de soude 0.313N et porter à ébullition pendant 30min, puis filtrer et rincer comme précédemment.

Placer les creusets à l'étuve à 103°C pendant environ 17heures.

Peser après refroidissement (20 minute dans un dessiccateur) (**P1**).

Calciner dans un four à 550°C pendant 5 heures (1ere montée en température jusqu'à 250°C pallier de 1heure, puis 2eme montée en température jusqu'à 550°C pallier de 5heures).



Au sortir du four, placer les creusets environ 1 heure dans l'étuve à 103°C avant de les laisser refroidir dans le dessiccateur et de les peser(P2).

Expression des résultats

$$\% \text{ Cellulose Brute} = [(P1 - P2)/PE] \times 100.$$

6- Taux d'Humidité :

Principe :

L'humidité est l'élimination de l'eau par séchage dans une étuve à 105°C, pour les produits finis ou les matières premières à tester dans une étuve a 103°C pendant 4 heures.

a) matériels :

- Creuset en verre.
- Balance analytique.
- Étuve.
- Dessiccateur munit de gel de silice.
- Broyeur.

b) Mode opératoire :

peser 5 g d'échantillon à 0,1 mg tare.

mettre l'échantillon dans un creuset préalablement tare.

mettre dans l'étuve à 105°C pendant 4 heures (le temps est compté au moment où l'étuve se trouve à une T° 105°C).

laisser refroidir dans un dessiccateur afin d'éliminer tout l'eau restitué, pour ne pas fausser les résultats).

peser à nouveau les creusets.

c) Calcul :

$$\text{Taux d'Humidité} = (P_1 - P_2) / P_E \times 100$$

P₁ : le poids de creuset vide + poids de l'échantillon avant le séchage.

P₂ : le poids de creuset vide + poids de l'échantillon après le séchage.

P_E : le poids de l'échantillon à analyser.

7- Teneurs en MS :

Dans un creuset en porcelaine, séché et taré au préalable, on introduit 1 g d'échantillon à analyser, le creuset est en suite porté dans une étuve à 105° C, après un séjour de 24 heures, il est retiré et laissé refroidir au dessiccateur, puis pesé et remis une heure à l'étuve et pesé, l'opération est reproduite jusqu'à obtention d'un poids constant. La teneur en MS est donnée par la formule suivante.

$$MS\% = P_2 / P_1 \times 100$$

P₁ : poids de l'échantillon humide

P₂ : poids de l'échantillon après dessiccation

8- Détermination des matières minérales (MM) :

La teneur en matière minérale est déterminée après incinération de l'échantillon contenu dans le creuset ayant servi à la détermination de la MS.

Le creuset qui a servi à la détermination de la MS est porté au four, puis chauffé progressivement afin d'obtenir une carbonisation sans inflammation de la masse, pour cela on chauffe durant 1h30 mn à 200° C puis 2h30 mn à 550° C.

L'incinération est poursuivie jusqu'à combustion complète du charbon formé et obtention d'un résidu blanc ou gris clair. Le creuset est refroidi au dessiccateur puis il est pesé.

La teneur en matières minérales est déterminée par la formule :

$$\text{Teneur en MM \%} = P_3 \times 100 / P_1 \times \% \text{ MS}$$

Où : P₁ : poids de l'échantillon

P₃ : poids des cendres

%MS : Teneur en matière sèche

9- Matière organique (MO) :

La teneur en matière organique est estimée par la différence entre la matière sèche (MS) et les matières minérales (MM).

$$MO\% = (MS-MM) \times 100$$

Questionnaire

1. Présentation d'élevage.

Nom de l'éleveur :

Adresse :

:

Lieu de livraison de la production laitière.

Date du début de livraison.

La taille du troupeau.

Nombre de VL (têtes)		Génisse (têtes)	Veaux (têtes)	Taurillons (têtes)	Taureaux (têtes)
Race PN	Race PR				

Nombre de vaches en premier stade de lactation.

Nombre de vaches en deuxième stade de lactation.

Nombre de vaches d'un troisième stade de lactation.

Habitat.

Quel type de bâtiment avez-vous ?

Une étable moderne

Un hangar simple en béton

Un hangar simple en bois

Un hangar simple en tôle

Votre bâtiment est-il doté d'auges ?

Oui

Non

Le sol de votre bâtiment est en :

Béton

terre battue

autres

L'aération du bâtiment est assurée par quels moyens ?

Ventilation électrique ouverture d'aération

Est-ce que le bâtiment est divisé en compartiment ? Oui Non

Si c'est oui combien de compartiment ?

Est-ce que tous les animaux se trouvent dans le même bâtiment ? Oui Non

Les vaches en production sont-elles mélangées avec les autres vaches ? Oui Non

2. L'alimentation.

La ration alimentaire est-elle la même pour tous les animaux ? Oui Non

Précisé pourquoi ?

Les quantités du concentré distribué sont-elles les mêmes pour l'ensemble des vaches ?

Oui

Non

Quelque soit la réponse préciser les critères de différenciation ?

Quels sont les quantités de concentré distribuées aux vaches ?

Combien de fois par jour donnez-vous se concentré aux vaches est à quel moment ?

Au moment de la traite après la traite à n'importe quel moment

D'où procurez-vous les fourrages ?

De votre exploitation

Par achat

Si vous cultivez des fourrages quels sont-ils ?

Le fourrage	Sa surface	Nombre de coupe	Saison de sa coupe

De quel type d'abreuvoirs disposez-vous et combien de fois abreuvez-vous vos vaches ?

Une fois par jour

Deux fois par jour ou plus

3. La production laitière.

Qu'elle est la production moyenne obtenue par vaches par jour ?

Quel est le type de traite ?

Mécanique

Manuelle

Quel est le nombre de traites par jour ?

Une fois par jour

Deux fois par jour ou plus

A quelle heure se fait la traite ?

Le matin

Le soir

Comment se fait la préparation de la mamelle pour la traite ?

Le lait est-il extrait entièrement

Oui

Non

sinon pourquoi ?

Qu'elle est la durée moyenne du tarissement ?

un mois

deux mois

plus de deux mois

pas de tarissement

Est-ce que vous faites la désinfection du bâtiment ?

si oui quelle est sa fréquence et quels sont les produits utilisés ? Est-

ce que vous l'avez la machine à traire après chaque traite ?

si c'est oui quels sont les produits utilisés pour son lavage ?

-

-

-

- **Prophylaxie.**

Quels sont les maladies les plus fréquentes dans votre élevage ?

-

-

Est-ce que vous faites visiter vos animaux par un vétérinaire?

Si c'est oui à quelle fréquence? Une à deux fois par an

Plusieurs fois par an

Quelles sont les causes des visites qui ont eu lieu? Intervention en cas de besoin

Caractère prophylactique

Les deux à la fois

En cas de maladie que faites-vous? Vous appeler un vétérinaire

Vous soignez vous-même