

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE MOULOUD MAMMERRI DE TIZI-OUZOU

FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES

DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

## *Mémoire*

*En vue d'obtention du diplôme de*

## *Magister en Agronomie*

*Spécialité : productions animales*

*Option : Alimentation animale et produits animaux*

### *Thème*

***EFFETS DES FACTEURS D'ELEVAGE SUR  
LA PRODUCTION ET LA QUALITE DU LAIT DE VACHE  
EN REGIONS MONTAGNEUSES***

**Présenté par : Madame YENNEK née BELHADI NABILA**

**Devant le jury :**

**President:** M<sup>r</sup> **BERCHICHE Mokrane.** Professeur UMMTO

**Rapporteur :** M<sup>r</sup> **AMRANE Rachid.** Maître de conférences UMMTO

**Examineurs :** M<sup>r</sup> **TRIKI Saddek.** Professeur ENSA /ALGER

M<sup>r</sup> **AMROUCHE Tahar.** Maître de conférences UMMTO

*Année universitaire : 2009 - 2010*

## ***Remerciements***

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer ma reconnaissance et mes sincères remerciements à tous ceux qui m'ont aidés à la réalisation de ce manuscrit.

En premier lieu, j'exprime particulièrement ma reconnaissance à mon Directeur de thèse Monsieur **AMRANE R.**, Maître de conférences au Département des sciences agronomiques de l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, pour avoir assuré mon encadrement ainsi que pour son aide précieuse.

### **Mes sincères remerciements s'adressent également à :**

Monsieur **BERCHICHE M**, Professeur au Département des sciences agronomiques de l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, pour m'avoir fait l'honneur de présider mon jury.

Monsieur **TRIKI S**, Maître de conférences à l'Ecole National Supérieure Agronomique d'Alger, pour avoir accepté d'examiner mon travail et de faire partie du jury.

Monsieur **AMROUCHE T**, Maître de conférences au Département des sciences agronomiques de l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, d'abord pour avoir accepté d'examiner mon travail, de m'avoir facilité l'accès au laboratoire REGILACQ et pour ses précieux conseils et encouragements.

### **Je témoigne toute ma reconnaissance à :**

Monsieur **AIRED S**, Maître assistant chargé de cours au département des sciences agronomiques de l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, de m'avoir facilité l'accès au laboratoire de la laiterie ORLAC de Draa Ben Kheda.

Monsieur **BELBEY H**, Propriétaire du laboratoire REGILACQ, pour avoir accepté de réaliser une partie de mes analyses au sein de son laboratoire.

Aux Techniciens des laboratoires où j'ai réalisé mon expérimentation.

Aux éleveurs qui m'ont bien accueilli au niveau de leurs exploitations.

## *Dédicaces*

*C'est avec respect et gratitude que je tiens à exprimer toute ma reconnaissance et ma sympathie à :*

- *Mon cher mari, Ahmed pour son aide précieuse et sa persévérance toute au long de mon projet.*
- *Ma chère belle mère, Yema Ourdia pour sa compréhension et sa patience ainsi que à mes très chers parents, que le bon Dieu leurs accorde tous une longue vie.*
- *Mon très cher bébé, Gaya.*
- *Mon cher frère Abdelhakim et à sa femme Sonia, pour leurs aides, soutiens et encouragements.*
- *Mes chers frères Azzedine et Farid ainsi que à mes belles sœurs Nadia et Dalila.*
- *Mes chères sœurs et mes beaux-frères.*
- *Toutes mes nièces et tous mes neveux que j'aime beaucoup.*
- *Tous mes amis (es) et proches.*

*Nabila*

# Table des matières

Résumé	
Listes des tableaux et des figures	
Abréviations	
Introduction.....	1

## Partie Bibliographique

### CHAPITRE I : Situation de la production laitière dans la wilaya de Tizi-Ouzou

1.1. La production laitière.....	2
1.1.1.L'évolution du cheptel bovin.....	3
1.1.2.Evolution du nombre d'éleveurs.....	5
1.1.3.Evolution de la collecte de lait.....	5
1.2. La production fourragère.....	6
1.2.1.Fourrages naturels.....	6
1.2.2.Fourrages artificiels.....	7
1.2.2.1. Fourrages consommés en vert.....	7
1.2.2.2. Les fourrages consommés en sec.....	7

### CHAPITRE II : Besoins alimentaires de la vache laitière

2.1. Définition du lait.....	8
2.1.1. Les propriétés physico-chimiques du lait.....	8
2.1.2. La composition chimique du lait.....	8
2.2. L'alimentation de la vache laitière.....	10
2.2.1. Les besoin nutritifs de la vache laitière.....	10
2.2.1.1. Les besoins d'entretien.....	10
2.2.1.2. Besoins de croissance et de reconstitution des réserves corporelles.....	11
2.2.1.3. Les besoins de gestation.....	11
2.2.1.4. Besoins de production laitière.....	12
2.2.2. Alimentation des vaches laitières au cours de la lactation.....	13
2.2.2.1. Début de la lactation.....	15
2.2.2.2. Milieu de la lactation.....	17
2.2.2.3. Fin de la lactation.....	19
2.2.2.4. Le tarissement.....	20
2.2.3. Abreuvement.....	21

## CHAPITRE III : Facteurs de variation de la qualité et de la production du lait

3.1. Facteurs liés à l'animal.....	22
3.2. Effet génétique .....	22
3.3. Facteurs physiologiques .....	24
3.3.1.1. Effet de l'âge au premier vêlage.....	24
3.3.1.2. Effet rang de mise bas.....	25
3.3.1.3. Effet du stade de lactation.....	25
3.3.1.4. Effet de l'état de gestation.....	27
3.3.1.5. Effet de l'état sanitaire.....	27
3.4. Facteurs liés à l'environnement.....	28
3.4.1. Effet de l'alimentation .....	28
3.4.1.1. Effet d'apports énergétiques .....	28
3.4.1.2. Effet des apports azotés.....	29
3.4.1.3. Effet de la sous-alimentation.....	30
3.4.1.4. Effet de la nature de la ration de base.....	32
3.4.1.5. Effet de la nature et de la quantité du concentré distribué.....	33
3.4.1.6. Effet du rapport fourrages/concentrés.....	34
3.4.1.7. Effet des apports en matières grasses.....	35
3.4.1.8. Effet de la mise l'herbe.....	36
3.4.1.9. Effet de la rentrée à l'étable.....	37
3.4.1.10. Effet d'apport en autres aliments.....	38
3.4.1.11. Effet de l'aspect physique des aliments.....	39
3.4.1.12. Effet d'apport de substance tampon.....	40
3.4.1.13. Effet d'apport d'additifs alimentaires.....	40
3.4.1.14. Effet de la carence de la ration en minéraux et en vitamines.....	40
3.4.1.15. Effet de l'abreuvement.....	41
3.4.2. Effet de la saison.....	42
3.4.3. Effet du climat .....	43
3.4.4. Effet du tarissement .....	44
3.4.5. Effet du mois vêlage.....	46
3.4.6. Effet de l'intervalle vêlage-vêlage et l'intervalle vêlage-insémination fécondante.....	47
3.4.7. Effet de la traite.....	48
3.4.8. Effet bien être.....	49

## Partie expérimentale

1. Objectif .....	51
2. Présentation de la région d'étude .....	51
3. Matériel et méthodes .....	52
3.1. La structure des exploitations .....	52
3.2. Les caractéristiques du cheptel .....	53
3.3. L'utilisation des surfaces fourragères .....	54
3.4. Le rationnement des animaux .....	55
3.5. La production laitière .....	56
4. Méthodes d'analyse au laboratoire .....	56
4.1. Analyse du concentré de production.....	56
4.2. Estimation de la production laitière et l'analyse du lait au laboratoire.....	57
5. Méthode d'analyses statistiques .....	57
5.1. Organisation et mise en forme des données.....	57
5.2. Méthode d'analyse.....	58
6. Résultats et discussion .....	59
6.1. Résultats d'analyse du concentré de production.....	59
6.2. Analyse descriptive.....	60
6.3. Effet des facteurs de variation .....	61
6.4. Facteurs de variation des différents paramètres étudiés .....	61
6.4.1. Effet élevage .....	63
6.4.1.1. Influence de l'élevage sur la production laitière.....	63
6.4.1.2. Influence de l'élevage sur le TP et le TB du lait.....	65
6.4.1.3. Influence de l'élevage sur l'acidité et la densité du lait.....	68
6.4.2. Effet mois de lactation .....	69
6.4.2.1. Influence du stade de lactation sur la production laitière .....	70
6.4.2.2. Influence du stade de lactation sur l'évolution du TP et TB du lait .....	70
6.4.2.3. Influence du stade de lactation sur l'acidité et la densité du lait.....	71
6.4.3. Effet rang de mise bas.....	72
6.4.3.1. Influence du rang de mise bas sur la production du laitière .....	72
6.4.3.2. Influence du rang de mise bas sur le TP et TB du lait.....	74
6.4.3.3. Influence du rang de mise bas sur l'acidité et la densité du lait.....	75

6.4.4.	Effet saison de mise bas.....	75
6.4.4.1.	Influence de la saison de mise bas sur la production laitière.....	76
6.4.4.2.	Influence de la saison de mise bas sur le TP et TB du lait .....	77
6.4.4.3.	Influence de la saison de mise bas sur l'acidité et la densité du lait.....	78
6.4.5.	Effet race.....	79
6.4.5.1.	Influence de la race sur la production laitière, TP et TB .....	80
6.4.5.2.	Influence de la race sur l'acidité et la densité du lait.....	81
6.5.	Relations entre les différents paramètres .....	82
7.	Conclusion .....	84

Recommandations

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 Tizi-Ouzou.

Un suivi de la conduite d'élevage a été réalisé durant une période de huit mois dans six élevages choisis. En parallèle, des échantillons individuels de lait de 56 vaches (traites complètes du soir), ont été prélevés mensuellement 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. En effet, la production laitière et le taux de matières utiles évoluent inversement pendant la lactation. Le rang de mise bas présente une faible signification sur les différents paramètres étudiés et la non signification pour l'acidité. Le lait le plus riche en protéines est obtenu pour les vêlage 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 : vache, lait, quantité, qualité, facteurs de variations, Tizi-Ouzou.


## 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 Tizi-Ouzou province.

Data were collected during the eight-month 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. In fact, the yield of the useful matters and milk production evolves conversely during lactation. The rank of calving has low significance on the studied parameters and the non significance for acidity. 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, milk, quality, production, factors of variations, Tizi-Ouzou.



*Liste des tableaux  
et des figures*

## Liste des tableaux

Tableau-1: L'évolution de nombre d'éleveurs et le prix de vente du lait (2003-2009).....	5
Tableau-2 : L'évolution du nombre de CCL, des collecteurs, lait collecté et laiteries (2003-2009).....	6
Tableau-3: Superficie et production des fourrages naturels.....	6
Tableau-4: Superficie et production des fourrages artificiels consommés en vert.....	7
Tableau-5: Superficie et production des fourrages artificiels consommés en sec.....	7
Tableau-6 : La composition de lait de vache.....	9
Tableau-7 : Besoins d'entretien de la vache laitière (étable entravée) en fonction de son poids vif.....	11
Tableau-8 : Besoins de gestation de la vache laitière (au dessus de l'entretien) pour un veau pesant 40kg à la naissance.....	12
Tableau-9 : Besoins de production (énergie et azote) en fonction du TB et TP.....	12
Tableau- 10: Besoins quotidiens en minéraux de la vache laitière.....	13
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.....	17
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.....	18
Tableau-13: Besoins en eau d'une vache en fonction de son stade physiologique et la température du milieu.....	21
Tableau-14 : Résultats du contrôle laitier par race sur l'ensemble des lactations.....	23
Tableau-15 : Age moyen au 1er vêlage selon les races.....	24
Tableau-16 : Influence du numéro de lactation sur la quantité et la composition du lait Produit.....	25
Tableau-17 : Influence du niveau des apports azotés en début de lactation sur la production et la composition du lait.....	29
Tableau-18 : Effet d'une réduction brutale et courte du niveau énergétique la ration sur la composition du lait.....	30
Tableau-19 : Effet de la sous-alimentation en début de lactation sur la production laitière.....	31
Tableau-20 : Influence de la proportion d'aliments concentrés associés à deux types d'aliments sur la production et la composition du lait.....	34

Tableau-21: Influence de la proportion d'aliments concentrés sur la production laitière et le taux butyreux.....	33
Tableau-22 : Effet du supplément lipidique sur la production et composition du lait de vache ..	35
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.....	39
Tableau-24: Quantités d'eau consommées en fonction de la ration de base, en litres par kilo de matières sèches ingérées.....	41
Tableau-25 : Conséquences du non-tarissement sur les quantités du lait produites (Kérouanton, 1995; Désigné, 1996).....	44
Tableau-26 : Conséquences d'un tarissement court sur les quantités de lait produites (Kérouanton, 1995; Désigné, 1996).....	44
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).....	45
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).....	45
Tableau-29 : Effet de la période de vêlage sur la production, la persistance et la durée de lactation.....	46
Tableau-30 : Effet de la période de vêlage sur la production laitière et le taux protéique (données individuelles).....	47
Tableau-31 : Les pertes de production dues à un retard de la fécondation.....	47
Tableau-32 : L'effet du chargement de la parcelle sur les performances individuelles journalières des vaches laitières.....	50
Tableau 33 : Structure et composition du cheptel bovin des six fermes.....	53
Tableau 34: Le matériel animale.....	54
Tableau 35- Les superficies fourragères cultivées dans les fermes.....	54
Tableau 36 : Calendrier de distribution des fourrages au niveau des exploitations. ....	55
Tableau 37 : Calendrier d'alimentation de la ferme 1.....	Annexe 1
Tableau 38 : Calendrier d'alimentation de la ferme 2.....	Annexe 1
Tableau 39 : Calendrier d'alimentation de la ferme 3.....	Annexe 1

Tableau 40 : Calendrier d'alimentation de la ferme 4.....	Annexe 1
Tableau 41: Calendrier d'alimentation de la ferme 5.....	Annexe 1
Tableau 42 : Calendrier d'alimentation de la ferme 6.....	Annexe 1
Tableau 43 : La composition chimique du concentré de production.....	59
Tableau 44 : Production de lait permise par l'aliment complémentaire distribué chaque jour au niveau de chaque élevage.....	60
Tableau 45 : Moyennes générales et coefficients de variation des paramètres étudiés.....	60
Tableau 46 : Analyse de la variance et la signification du modèle.....	61
Tableau 47 : Répartition de la variation totale et signification des différents effets pour des différentes variables.....	62
Tableau 48 : Effet de l'élevage sur les paramètres (la production laitière, le TP, le TB, l'acidité et la densité).....	64
Tableau 49 : Effet du mois de lactation sur les paramètres (la production laitière, le TP, le TB, l'acidité et la densité).....	69
Tableau 50 : Effet du rang de mise bas sur les paramètres (production laitière, TP, TB, acidité et densité).....	73
Tableau 51 : Effet de la saison de mise bas sur les paramètres (la production laitière, le TP, le TB, l'acidité et densité).....	76
Tableau 52 : Effet de la race sur les paramètres ((la production laitière, le TP, le TB, l'acidité et la densité).....	80
Tableau 53 : Coefficients de corrélation entre les paramètres de production laitière .....	83

## Liste des figures

Figure-1: La part de soutien des filières de production par FNDIA et FNRPA en 2010.....	2
Figure-2 : Evolution de la production laitière (en milliers de litres) de la wilaya (2004-2009).....	3
Figure-3 : Evolution du cheptel bovin de la wilaya (2004-2009).....	4
Figure-4: Evolution du cheptel de vaches laitières de la wilaya (2004-2009) .....	4
Figure-5 : Evolution de la quantité de lait collectée dans la wilaya (2004-2009) .....	5
Figure-6 : Courbe de lactation (D'après Ramaherijaona, 1987 rapporté par Meyer et Denis 1999).....	14
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 court de lactation (D'après Faverdin et al, 1987).....	16

Figure-8: Les périodes de risque d'engraissement pour des vaches laitières.(D'après Walter, 2001).....	19
Figure-9 : Evolution de la production et de la composition chimique du lait au cours de la lactation après annulations de l'effet de la saison(107000 lactation de vaches Holstein) ( d'après Schultz et al 1990).....	26
Figure-10 : Effet du déficit énergétique en début de lactation sur la production laitière (Wolter, 1994).....	31
Figure-11: Evolution de la production laitière au pâturage selon le niveau de production à la mise à l'herbe (INRA- le Pin).....	36
Figure-12 : La variation de la production du lait en fonction de l'élevage .....	65
Figure-13 : La variation du TP du lait en fonction de l'élevage .....	66
Figure-14 : La variation du TB du lait en fonction de l'élevage .....	66
Figure-15 : L'évolution de l'acidité du lait en fonction de l'élevage .....	68
Figure-16 : L'évolution de la densité du lait en fonction de l'élevage .....	68
Figure-17 : L'évolution de la production laitière en fonction du stade de lactation .....	70
Figure-18 : L'évolution du TP et TB du lait en fonction du stade de lactation.....	71
Figure-19 : La variation de l'acidité du lait en fonction du stade de lactation.....	71
Figure-20 : La variation de la densité du lait en fonction du stade de lactation.....	72
Figure-21 : L'évolution de la production du lait en fonction du rang de mise bas.....	72
Figure -22 : L'évolution du TP du lait en fonction du rang de mise bas .....	74
Figure -23 : L'évolution du TB du lait en fonction du rang de mise bas:.....	74
Figure-24 : La variation de la densité du lait en fonction du rang de mise bas .....	75
Figure-25 : La variation de l'acidité du lait en fonction du rang de mise bas .....	75
Figure-26 : La variation de la production laitière en fonction de la saison de mise bas .....	77
Figure-27 : La variation du TP du lait en fonction de la saison de mise bas .....	77
Figure-28 : La variation du TB du lait en fonction de la saison de mise bas.....	78
Figure-29 : La variation de l'acidité du lait en fonction de la saison de mise bas .....	79
Figure -30 : La variation de la densité du lait en fonction de la saison de mise bas .....	79
Figure-31 : La variation de la production laitière en fonction de la race .....	81
Figure-32 : La variation du TP et le TB du lait en fonction de la race .....	81
Figure-33 : La variation de l'acidité du lait en fonction de la race.....	82
Figure-34 : La variation de la densité du lait en fonction de la race .....	82

## Abréviation

**ACID** : acidité.

**BLA** : bovin laitier amélioré.

**BLL** : bovin laitier local.

**BLM** : bovin laitier moderne.

**CB** : cellulose brute.

**DBK**: Draâ Ben Khedaa.

**DENS**: densité.

**DSA** : direction des statistiques agricole.

**FFPN** : française frisonne pie noire.

**FNDIA** : fond national du développement et d'investissement agricole.

**FNRDA** : fond national pour le regroupement et développement agricole.

**FNRPA** : fond national de régulation et de production agricole.

**ha** : hectare.

**IF** : insémination fécondante.

**IV-II** : intervalle vêlage - premier insémination.

**IV-IF** : intervalle vêlage - insémination fécon.dante.

**IVV** : intervalle vêlage – vêlage.

**Kg/V/J** : kilogramme par vaches par jour.

**MA** : matière azotée.

**MG** : matière grasse.

**MS** : matière sèche.

**Nbre** : nombre.

**NS** : non significatif.

**OCDE** : Organisation de Coopération et de développement économiques.

**PDI** : protéine digestible dans l'intestin.

**PDIE** : protéine digestible dans l'intestin permis par l'énergie.

**PDIN** : protéine digestible dans l'intestin permis par l'azote.

**PDX**: production laitière.

**PI** : production initiale.

**PL** : production laitière.

**PM** : production maximale.

**PN** : pie noire.

**PNDA** : Plan national de développement agricole

**PR** : pie rouge.

**PV** : poids vif.

**Qx** : quintaux.

**RMB** : Rang de mise bas.

**SAU** : La surface agricole utile.

**TB** : taux butyreux.

**TP** : taux protéique.

**UFL** : unité fourragère lait.

**VL** : vache laitière.

**°D**: degré Dornic.

**µm** : micro mètres.



# *Introduction*

## 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.


En dépit de ses faibles ressources fourragères et son relief géographique quasi-montagneux, la wilaya de Tizi-Ouzou a connu ces dernières années une augmentation considérable de la production laitière. L'écart positif de production entre 2004 et 2009 a été estimé à 27,2 millions de litre (DSA, 2010), ceci est rendu possible par l'augmentation du nombre d'éleveurs et du nombre de collecteurs. Ainsi, la wilaya de Tizi-Ouzou est classée au sixième rang pour la production laitière et au premier rang en termes de collecte au niveau national.

L'installation des réseaux de collecte et la naissance de petites industries de transformation de lait se 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 relatif à l'élevage et liés à l'animal (race, stades 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 l'ensemble des facteurs qui les influencent (l'élevage, le stade de lactation, la saison de vêlage, le rang de mise bas et la race), cela nous permettra de proposer des améliorations pour la conduite d'élevage.

Afin d'atteindre notre objectif, nous avons réalisé un suivi de six exploitations de bovins laitiers dans la wilaya de Tizi-Ouzou, 56 vaches de races Pie-Noire et Pie-Rouge à différents stades physiologiques et rang de mise bas ont été retenues. Des estimations de la production et des prélèvements des laits individuels mensuels 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. Notre étude a été réalisée dans des conditions réelles de nos fermes avec tout ce que ceci implique sur la maîtrise des paramètres. Il ne s'agit pas d'une expérience planifiée et contrôlée mais d'un diagnostic d'une situation d'élevage dans la région de notre étude.



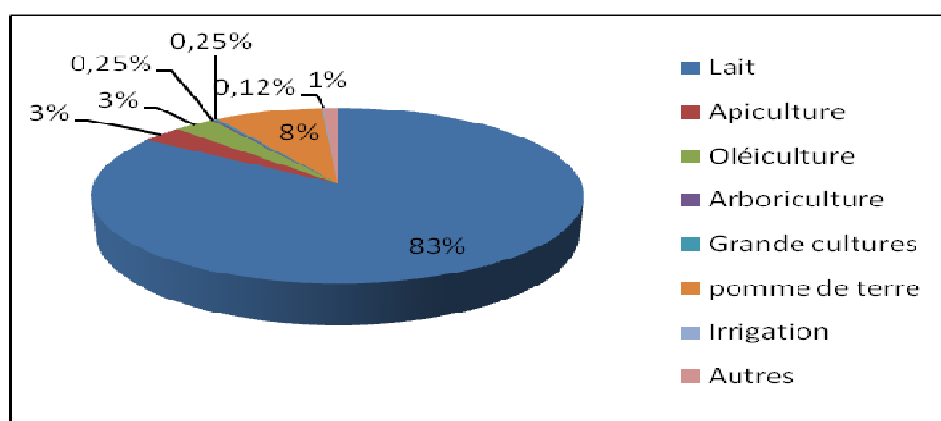
*Partie*  
*Bibliographique*

La surface agricole utile (SAU) de la wilaya de Tizi-Ouzou est estimée à 98725 hectares, demeure très réduite est elle ne représente que 33% de la superficie totale de la wilaya et 38% seulement de l'ensemble des terres affectées à l'agriculture (258253ha). En raison de son caractère montagneux, la SAU est dominée par l'arboriculture (oliviers et figuiers principalement), soit 45432 hectares, c'est l'équivalence de 47,6% de son espace total. Les autres spéculations sont représentées selon DSA (2010) par les cultures fourragères (30,46%), le maraîchage (5,8%) les légumes secs (0,77%) et la viticulture (1,524%).

Les pacages et parcours occupent 25491 hectares, soit 8,61% de la surface agricole totale, les terres improductives englobent 56581 hectares dont seulement 33,6% (19040 ha) sont affectées à l'agriculture et le reste des terres est constitué dans une grande proportion de forêts et maquis qui s'étalent sur 115000 hectares, soit un tiers (33,8%) du territoire de la wilaya (DSA, 2010).

### 1.1. La production laitière

La production laitière de la wilaya a connu ces dernières années une augmentation considérable, cela est dû à la place prépondérante qu'elle occupe dans la politique agricole des pouvoirs publics. En effet cette activité détient la part la plus importante des soutiens (83%) de la part des programmes d'investissement FNDIA, FNRDA et du FNRPA (Figure 1) (DSA, 2010).



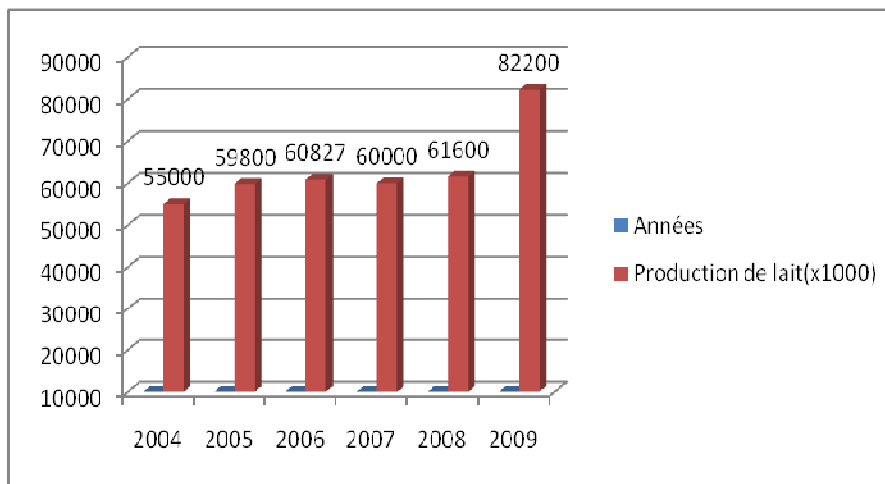
**Figure-1: La part de soutien des filières de production par FNDIA et FNRPA en 2010.**

La production laitière occupe le 6<sup>ème</sup> rang au niveau national et le 1<sup>er</sup> rang en termes de collecte de lait, une bonne performance a été enregistrée lors du 4<sup>ème</sup> trimestre 2009 comparativement à la même période de l'année 2008 (+4% de production et +38% de collecte).

Ceci est lié à un ensemble de paramètres en évolution en faveur de cette filière à savoir :

- L'augmentation des effectifs : 1495 vaches laitières en plus en 2009 ;
- Augmentation du nombre d'éleveurs à 920 en 2009 ;
- l'augmentation des niveaux de soutien à la production de vaches et génisses de 50 % ;
- La révision en hausse des primes à la production, collecte et intégration du lait ;
- l'assouplissement des procédures d'adhésion des éleveurs en matière d'identification et d'agrément.

L'évolution de la production du lait (figure 2) entre 2004 et 2006 a été progressive puis elle a subi une diminution de 827000 L en 2007, pour augmenter rapidement à partir de 2008 et atteindre 82,2 millions de litre en 2009.



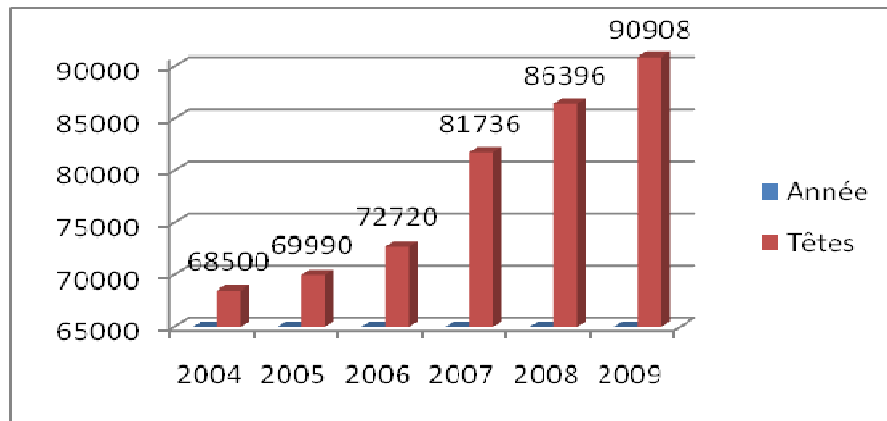
**Figure-2 : Evolution de la production laitière (en milliers de litres) de la wilaya (2004-2009) selon : service des statistiques (2010).**

### 1.1.1. L'évolution du cheptel bovin

Durant les six dernières années, le cheptel bovin de la wilaya de Tizi-Ouzou, a connu d'abord une évolution progressive. Elle se trouve ralentie entre 2004 et 2006, puis rapide entre 2006 et 2009 pour atteindre 90908 (figure 3), le taux de croissance enregistré entre l'année 2000 et 2009 est de 38,5% (service des statistiques, 2010).

Concernant le cheptel de vaches laitières, qui est composé de trois catégories de vaches (bovin laitier moderne BLM, bovin laitier amélioré BLA et bovin laitier local BLL), l'évolution de l'effectif a été progressive et faible entre 2004 et 2006 ; son nombre est réduit fortement en 2007 (moins de 1636 têtes par rapport à l'année précédant), ce qui explique la chute de production en cette même année. Entre 2007 et 2009 l'effectif du cheptel bovin

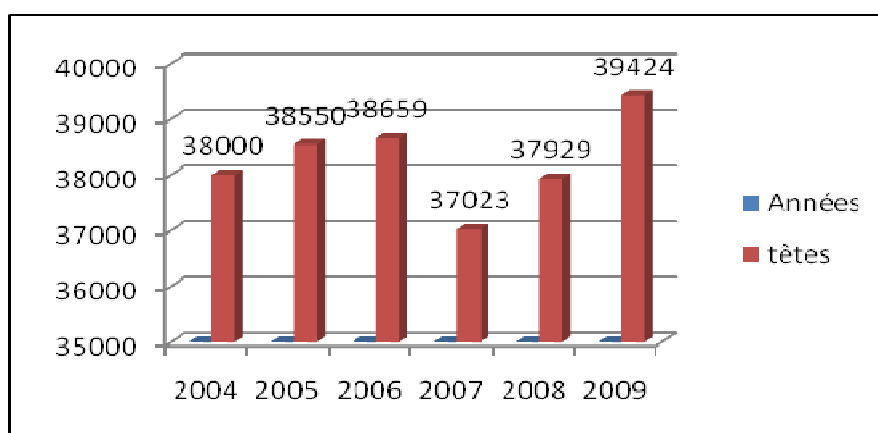
laitier a enregistré une augmentation rapide (Figure 4) vu l'impacte positif des différents programmes d'investissements (FNDIA et FNRPA).



**Figure-3 : Evolution du cheptel bovin de la wilaya (2004-2009).** Source : service des statistiques (2010).

La régression de l'effectif en 2007 peut être expliquée par la cherté de la matière première pour la fabrication d'aliment de bétail et la régression des cultures fourragères. Ce qui a induit certains éleveurs à vendre quelques vaches pour subvenir aux besoins du reste du cheptel.

Les causes de cette flambée des prix sont complexes et s'expliquent par la conjonction de plusieurs facteurs, notamment les périodes de sécheresse qui ont frappé les grandes régions céréalières des pays exportateurs, la faiblesse des stocks de céréales et d'oléagineux, le développement de l'utilisation de matières premières agricoles pour la production de biocarburants suite à la progression rapide des prix du pétrole et, enfin, la dévaluation continue du dollar des États-Unis, monnaie dans laquelle sont généralement exprimés les prix indicatifs de ces différents produits de base (OCDE, 2008).



**Figure-4: Evolution du cheptel de vaches laitières de la wilaya (2004-2009).** Source : service des statistiques (2010).

### 1.1.2. Evolution du nombre d'éleveurs

Les résultats positifs des programmes de développement (PNDIA, FNRPIA, PNRDA) se font sentir à travers le nombre d'éleveurs agréés de la wilaya de Tizi-Ouzou, qui n'a pas cessé d'augmenter depuis 2003 (470 nouveaux éleveurs se sont inscrits jusqu'à l'année 2009) ce qui a engendré un prix satisfaisant du litre de lait assurant l'écoulement de la production.

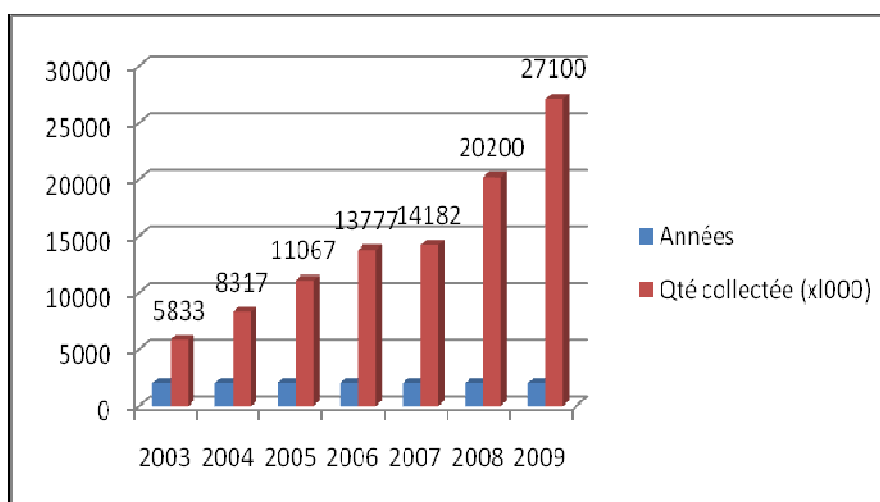
**Tableau-1: L'évolution de nombre d'éleveurs et le prix de vente du lait (2003-2009)**

Année	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Nombre total d'éleveurs agréés	450	500	640	623	846	907	920
Eleveurs adhérents au PNRDA	255	294	400	504	560	652	1223
Prix de vente du lait (DA)	22	22 à 24	22 à 24	24 à 26	30 à 32	32 à 35	32 à 35

Source : (DSA, 2010).

### 1.1.3. Evolution de la collecte de lait

La collecte du lait a enregistré une évolution importante ces dernières années, vu l'amélioration de l'efficacité du réseau de collecte. En réalité 20 centres de collecte de lait (CCL) se sont implantés en 2009 au lieu de 8 CCL en 2003 (voir la carte sur la localisation des CCL dans la wilaya de Tizi-Ouzou). Le nombre de collecteurs suit aussi cette évolution, leur effectif a atteint 34 collecteurs au lieu de 3 en 2003. Ainsi, la quantité de lait collectée (figure 5) est estimée à 5,83 millions de litres uniquement en 2003 pour atteindre 27,1 millions de litres en 2009.



**Figure-5 : Evolution de la quantité de lait collectée dans la wilaya (2004-2009).** Source : service des statistiques (2010).

**Tableau-2 : L'évolution du nombre de CCL, des collecteurs, lait collecté et laiteries (2003-2009)**

Année	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Nombre total de CCL	8	15	17	18	19	20	20
Quantité collectée x1000	5833	8317	11087	13797	14182	17613	27100
Nombre de collecteurs	3	7	18	21	29	34	34
Nombre total des laiteries	2	4	4	5	5	9	11

Source : (DSA, 2010).

Le tableau 2, montre que le développement de l'industrie de transformation laitière est indissociable du développement de la production laitière et l'efficacité du réseau de collecte. La wilaya de Tizi-Ouzou compte actuellement 11 unités de transformation, dont 8 appartenant aux privés.

## 1.2. La production fourragère

### 1.2.1. Fourrages naturels

Les superficies consacrées à la production des fourrages naturelles ont augmenté de 16396 ha durant la campagne agricole 2005/2006 à 18807 ha durant la campagne agricole 2008/2009, même constat à été observée pour les quantités de fourrages naturels produites (Prairie naturelle et jachères fauchés), comme le montre le tableau 3, une augmentation de 433578 Qx en 2009 nettement supérieure à celle produite en 2006 (184500 Qx).

**Tableau-3: Superficie et production des fourrages naturels**

Années	fourrage naturel	Superficie (ha)	Productions (Qx)
2005-2006	Prairie naturelle	1257	17598
	jachères fauchées	15139	166902
2006-2007	Prairie naturelle	1257	19747
	jachères fauchées	16563	292885
2007-2008	Prairie naturelle	1257	20855
	jachères fauchées	15840	238543
2008-2009	Prairie naturelle	1257	58163
	jachères fauchées	17550	375415

Source : (DSA, 2010).

## 1.2.2. Fourrages artificiels

### 1.2.2.1. Fourrages consommés en vert

L'évolution des superficies, ainsi que les productions des fourrages verts des différentes cultures utilisées pour l'alimentation des animaux d'élevage, sont illustrées dans le tableau 4, qui montre que la production du trèfle et de luzerne ont beaucoup régressé ces dernières années contrairement aux maïs-sorgho, orge, avoine et seigle.

**Tableau-4: Superficie et production des fourrages artificiels consommés en vert**

Fourrages	superficie/production	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009
<b>maïs-sorgho</b>	Superficie (ha)	449	598,5	777	932
	Production (qx)	150250	181345	319110	376180
<b>orge avoine et seigle en vert</b>	Superficie (ha)	1293	1427	1609	1516
	Production (qx)	269200	549730	147490	449220
<b>trèfle et luzerne</b>	Superficie (ha)	1543	1514	513	2497
	Production (qx)	281500	180044	150570	141402
<b>autres</b>	Superficie (ha)	125	83	139	68
	Production (qx)	37500	224110	40950	32120

Source : (DSA, 2010).

### 1.2.2.2. Les fourrages consommés en sec

Ces fourrages concernent essentiellement vesce-avoine, luzerne et céréales reconverties en fourrages secs. Le tableau 5 nous rapporte les superficies et les productions réalisées durant ces dernières années. D'après ce dernier la superficie et la production de la vesce-avoine ont beaucoup régressé en 2009 contrairement aux céréales reconverties en fourrages secs, dont la production et la superficie ont nettement augmenté en cette année qui a suivi une année non productive (2008) de ce type de fourrage.

**Tableau-5: Superficie et production des fourrages artificiels consommés en sec**

Fourrages	surface/production	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009
<b>Vesce-avoine</b>	Superficie (ha)	805	838	339	247
	Production (qx)	1900	26695	9770	6915
<b>céréales reconvertis en fourrages secs</b>	Superficie (ha)	32	37,5	0	46
	Production (qx)	352	672	0	874
<b>divers</b>	Superficie (ha)	7345	7756	10170	8372
	Production (qx)	150998	290477	277910	275549

Source : (DSA, 2010).



*Chapitre II :*

*Besoins  
alimentaires de  
la vache laitière*

Afin de mieux cerner ce chapitre sur les besoins alimentaires de la vache laitière, il nous a paru utile de rappeler la définition du lait, ces propriétés physico-chimiques et sa composition.

## **2.1. Définition du lait**

Le lait est un liquide alimentaire opaque, blanc mat légèrement bleuté ou plus ou moins jaunâtre, à odeur peu marquée et au goût douceâtre, sécrété, après parturition, par la glande mammaire des animaux mammifères femelles pour nourrir leur nouveau-né (Larousse agricole, 2002).

Selon la définition établie par le congrès international de la répression des fraudes alimentaires à Genève (1908) « Le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir du colostrum » (Debry, 2006).

### **2.1.1. Les propriétés physico-chimiques du lait**

Les propriétés physico-chimiques du lait sont plus ou moins stables; elles dépendent soit de l'ensemble des constitutions comme la densité, soit des substances en solution comme le point de congélation ou encore des concentrations en ions comme le pH (acidité).

Les principales propriétés physico-chimiques utilisées dans l'industrie laitière sont la masse volumique ou la densité, le point de congélation, le point d'ébullition et l'acidité (Vignola, 2002). Ceci se résume comme suit :

- La densité du lait varie entre 1,028 et 1,035 pour une moyenne de 1,032 à 15 °C.
- Le point de congélation peut varier de -0,530°C à -0,575°C avec une moyenne de - 0.555 °C. Un point de congélation supérieur à -0,530°C permet de soupçonner une addition d'eau au lait (la vérification se fait à l'aide d'un cryoscope).
- Le point d'ébullition est à 100,5°C.
- L'acidité est de 15 à 17 °D dans des conditions normales.

L'acidité est mesurée en degré Dornic (°D), 1°D correspond à 1 mg d'acide lactique dans 10 ml de lait. Elle permet de juger l'état de conservation de lait.

### **2.1.2. La composition chimique du lait**

Aliment complet, le lait est une émulsion de matières grasses dans un sérum aqueux qui contient en suspension des protéines et en solution des glucides, des minéraux, des

vitamines et des enzymes. La composition chimique du lait de vache est présentée dans le tableau suivant.

**Tableau-6 : La composition de lait de vache**

<b>Eléments</b>	<b>Composition (g/l)</b>	<b>Etat physique des composants</b>
<b>Eau</b>	<b>905</b>	Eau libre (solvant) + eau liée : 3,7%
<b>Glucides : lactose</b>	<b>49</b>	Solution
<b>Lipides :</b>	<b>35</b>	Emulsion de globules gras (3 à 5 µm)
-matière grasse proprement dite	34	
-lécithine (phospholipides)	0,5	
-partie insaponifiable (stéroïls, carotènes, tocophérol)	0,5	
<b>Protides :</b>	<b>34</b>	Suspension micellaire de phospho-caséinate de calcium (0,08 à 0,12µm)
-caséines	27	Solution colloïdale
-protides solubles (globuline, albumines)	5,5	
-substances azotées non protéiques	1,5	Solution vraie
<b>Sels :</b>	<b>9</b>	Solution ou état colloïdal
-acide citrique	2	
-acide phosphorique	2,6	
-acide chlorhydrique	1,7	
<b>Constituants divers :</b> (vitamines, Enzymes gaz dissous)	<b>Traces</b>	
<b>Extrait sec total</b>	<b>127</b>	
<b>Extrait sec non gras</b>	<b>92</b>	

Source : Alais et Linden (2004).

## **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 corporelle ; 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 <sup>ème</sup>	0.9	75	9	3
8 <sup>ème</sup>	1.6	135	16	5
9 <sup>ème</sup>	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<sup>ème</sup> 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)
<b>Entretien stabulation entravée</b>	200	12	7	4
	300			
	400	24	17	6
	500			
	600	36	27	8
<b>Gestation (3 dernier mois)</b>		+25 –50%	+20 –50%	+25%
<b>Lactation</b>		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).

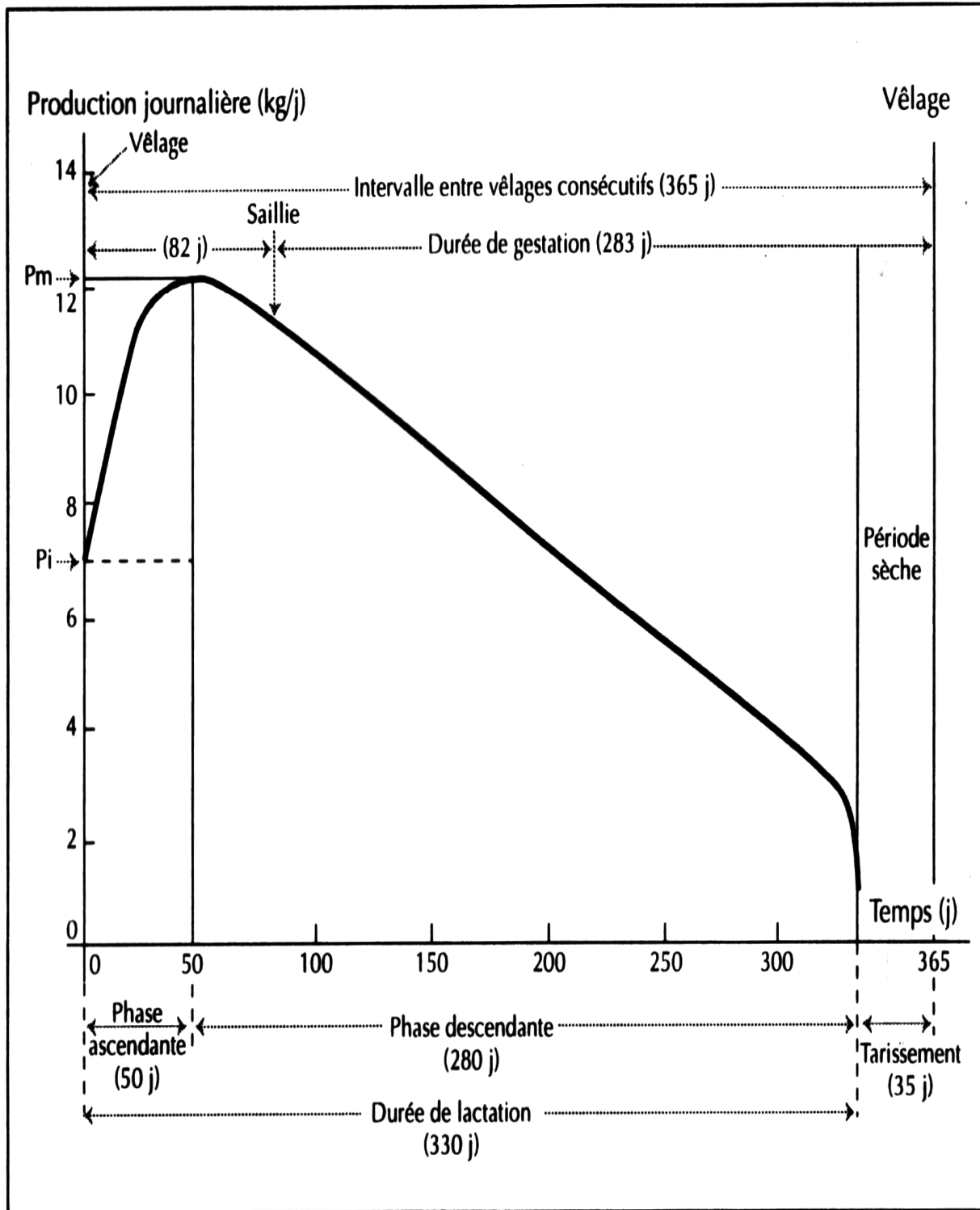


Figure-6 : Courbe de lactation (D'après Ramaherijaona, 1987 rapporté par Meyer et Denis 1999).

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

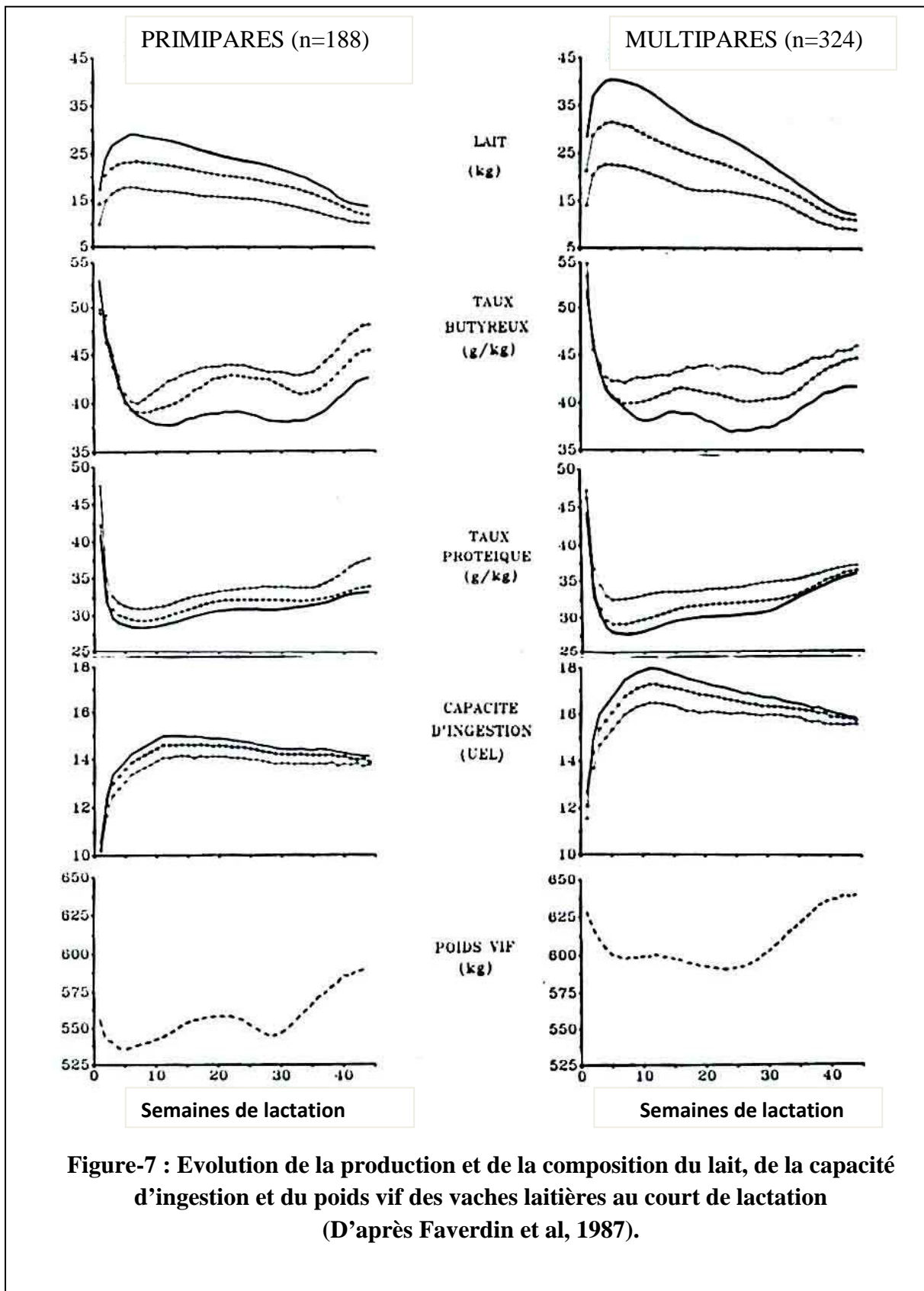
C'est la phase croissante de la lactation, les quantités de lait augmentent d'autant plus que le niveau de production est élevé (figure 7), l'accroissement entre la production initiale (PI=moyenne des 4-5 et 6<sup>ème</sup> jours) et maximale hebdomadaire (PM) varie d'environ 6kg de lait pour les faibles 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  $\geq 16$  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).



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 <sup>er</sup> mois de tarissement	6.6	535	52	6.6	535	52
2 <sup>ème</sup> mois de tarissement	7.6	605	61	7.6	605	61
1 <sup>ère</sup> semaine après vêlage	17.2	2030	164	21.6	2610	208
2 <sup>ème</sup> semaine après vêlage	17.5	2025	156	21.9	2595	198
3 <sup>ème</sup> semaine après vêlage	18.1	2000	152	22.4	2525	190
4 <sup>ème</sup> semaine après vêlage	18.0	1960	152	22.2	2470	190
5 <sup>ème</sup> 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 (tableau 12). 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.**

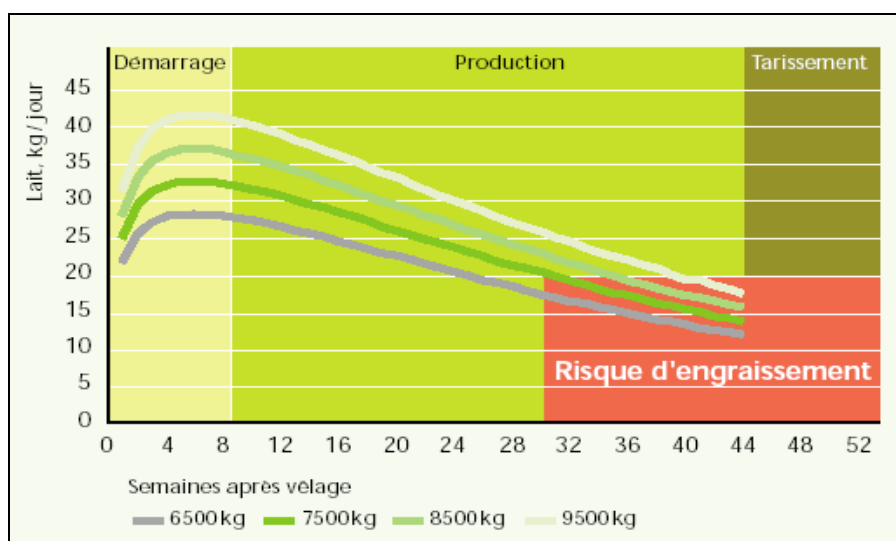
Ration de base		Rapport PDI/UFL du concentré (g)	Rythme de distribution du concentré (Valeur UFL/kg brut du concentré)		
Qualité	lait permis par les UFL avant correction		1,0	0,9	0,8
1. Fourrages offerts à volonté					
médiocre	5	105	1 kg/2,2 kg de lait	1 kg/2 kg de lait	1 kg/1,8 kg de lait
moyenne	5 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	1 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 tarées
  - ✓ **Progressif** : 1<sup>er</sup> mois, au régime minimum à base de fourrage
    - 2<sup>ème</sup> 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 maximale 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	
<b>Entretien</b>	27	41	Soit en moyenne ≈4-5L/Kg MS ou ≈3L d'eau/L de lait en plus de l'entretien
<b>Gestation</b>	37	58	
<b>Lactation : 9 L lait/j</b>	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  
qualité et de la  
production 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 lequel 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.

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<sup>er</sup> 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<sup>er</sup> 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<sup>ème</sup> parturition, aux environs de la 8<sup>ème</sup> 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).

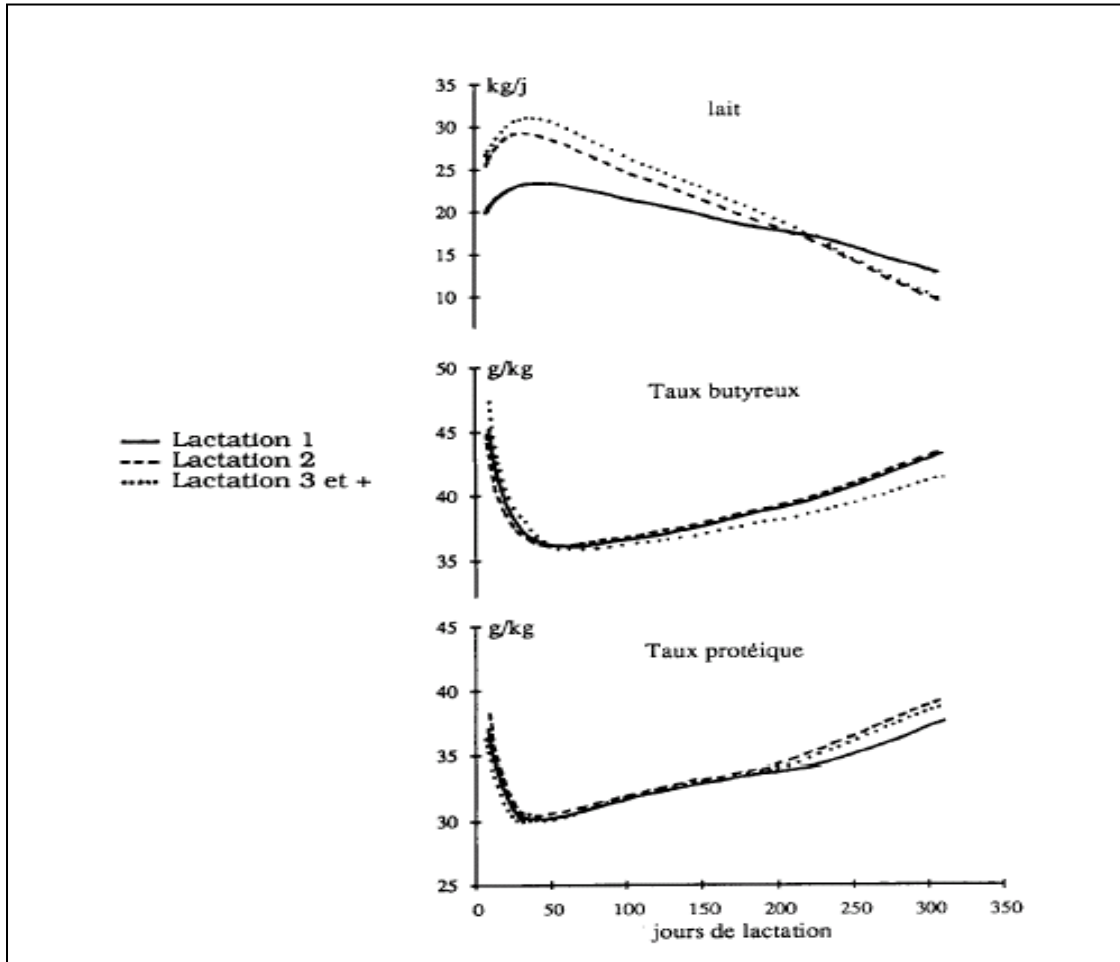
### 3.1.2.3. Effet du stade de lactation

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<sup>ème</sup> ou 3<sup>ème</sup> 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<sup>er</sup> et le 8<sup>ème</sup> mois de lactation et entre le 2<sup>ème</sup> et 9<sup>ème</sup> 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 inférieur et une production de lait et taux protéiques élevés (Bonyi 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
<b>Niveau d'apport azoté</b>				
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 <sup>eme</sup>	0	4 <sup>eme</sup>
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.

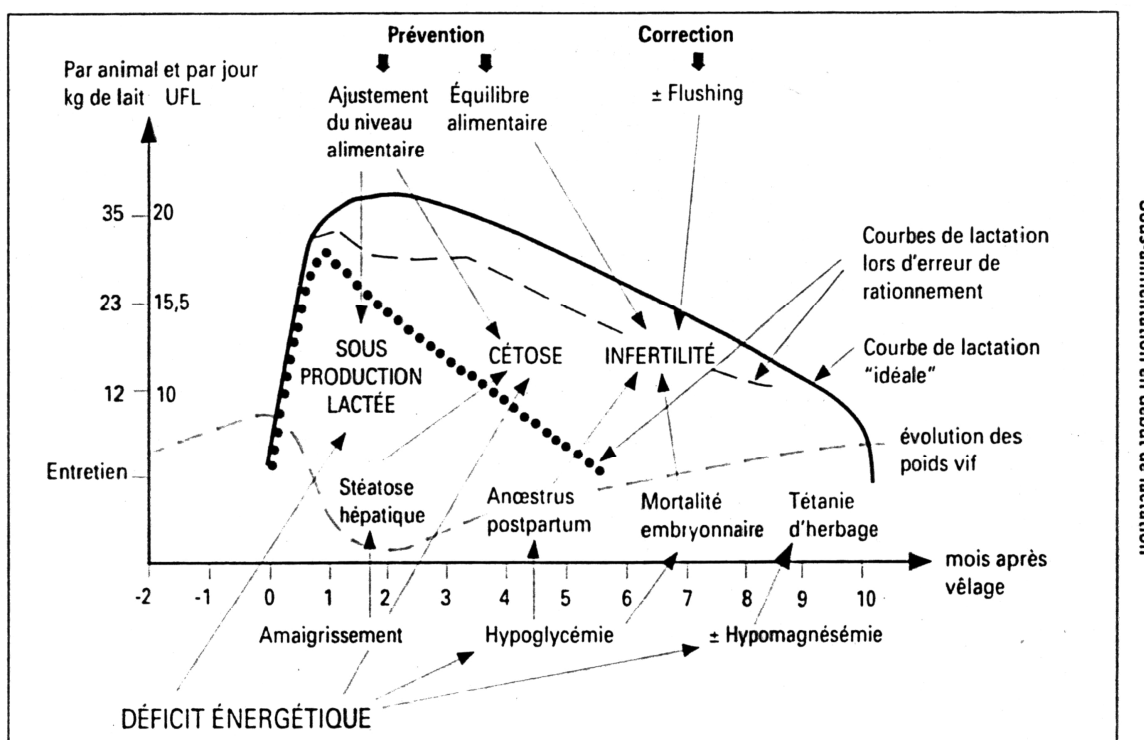
La sous-alimentation en début de la lactation provoque une forte diminution de la production laitière, comme le montre le tableau 19, Cet impact serait deux fois et demi plus important chez les primipares que chez les multipares. (Broster, 1974).

**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)
<b>Verite (1972)</b>	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
<b>Nelson (1968)</b>	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).

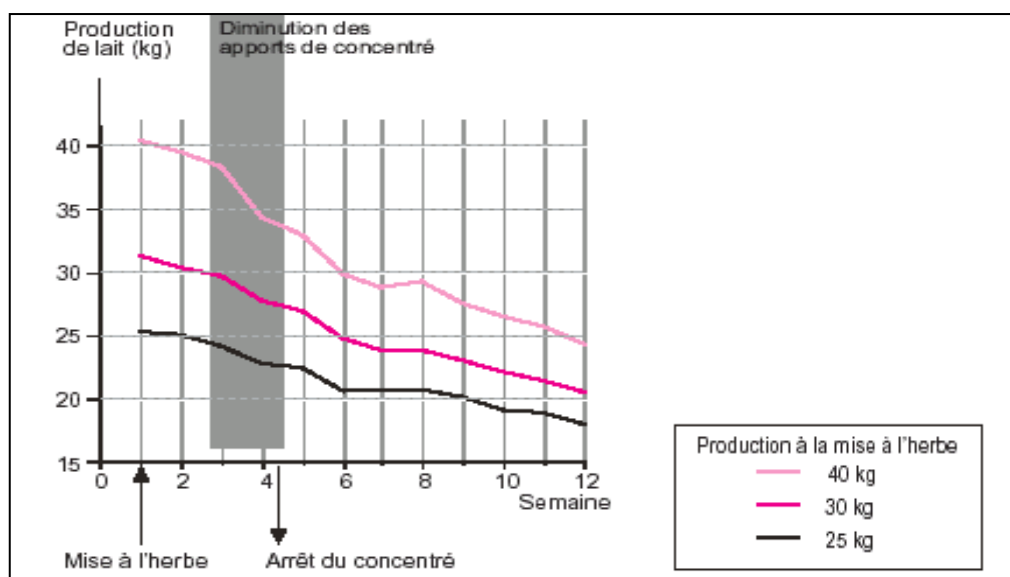
Source : Chilliard et al (2001).

### 3.2.1.9. Effet de la mise l'herbe

Les régimes à base d'herbe pâturée sont, en effet, connus pour entraîner une augmentation de la teneur en urée du lait, en raison de leur richesse en PDIN (protéines digestibles dans l'intestin permises par l'azote) en particulier au printemps (Coulon et al 1988). La mise à l'herbe sur fourrage vert de luzerne, de ray-grass ou de dactyle, s'accompagne d'une augmentation des quantités sécrétées de lait et de matières grasses. La composition des matières grasses du lait est très nettement modifiée ; les proportions des acides gras courts (C 4-14) et de l'acide palmitique diminuent alors que celles d'acides gras longs (C 18) augmentent (Decaen et Ghadaki, 1970).

D'après Jarrige (1953), à la mise à l'herbe une augmentation de 10 % du taux butyreux et de 8 % de la teneur moyenne en matières azotées totales, par rapport à la moyenne de la dernière semaine de stabulation, sont enregistrés au bout de 8 jours de pâturage. Des expériences récentes réalisées par Dubeuf et al., (1991), rapportent que la mise à l'herbe s'est accompagnée de modifications importantes de la production et de la composition du lait : en moyenne, la production laitière et les taux butyreux et protéique ont augmenté respectivement de 2,1 kg/j ( $\pm 2,5$ ), 0,8 g/kg ( $\pm 3,5$ ) et 1,4 g/kg ( $\pm 1,9$ ) entre la semaine (- 3) et la semaine (+ 3) par rapport à la mise à l'herbe.

Par contre Delaby et al (2003) notent qu'à la mise à l'herbe, lors de la suppression du concentré, la production laitière diminue d'autant plus vite que la vache produit plus de lait, donc elle a reçu plus de concentré pendant la période hivernale (figure 11).



**Figure-11: Evolution de la production laitière au pâturage selon le niveau de production à la mise à l'herbe (INRA- le Pin).**

### 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	grossier
Lait (Kg/j)	28,3	28
Taux butyreux (g/Kg)	29	37
Taux protéique (g//Kg)	30	31
Quantités ingérées (Kg MS/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 Griinari, 2001, 2003 ; Davis et Brown, 1970 et Van Soest, 1963) rapportés par Rulquin et al (2007).

### 3.2.1.13. Effet d'apport de substance tampon

Il apparaît que l'apport de substances tampon est plus efficace en situation critique, c'est-à-dire lorsque les proportions d'aliments concentrés dépassent 50 % de la matière sèche totale, lorsque la teneur en propionate est supérieure à 20 % des acides gras volatils totaux, lorsque le pH du rumen est inférieur à 6 et lorsque le taux butyreux du lait est inférieur à 33 g/l selon Meschy et al (2004).

Selon ces mêmes auteurs, l'ajout de substances tampon (bicarbonate de sodium et de l'oxyde de magnésium) à la ration, améliore les conditions physico-chimiques du rumen, ce qui se répercute favorablement sur l'ingestion des matières sèches (+ 0,51 kg MS/jour), la production de lait (+0,52 kg/j) et les sécrétions mammaires de lipides (+1,5 g de TB /kg de lait).

### 3.2.1.14. 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 différencié selon que les animaux étaient en début (3 premiers mois, 4454 données mensuelles, milieu 4<sup>ème</sup> à 7<sup>ème</sup> mois, 5408 données) ou en fin de lactation (au 10<sup>ème</sup> 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<sup>o</sup> lactation et 70% en 3<sup>o</sup> lactation et plus.

Source : Sériey (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<sup>o</sup> lactation et 70% en 3<sup>o</sup> lactation et plus.

Source : Sériey (1997).

La durée du tarissement modifie considérablement la composition du lait. Sériey (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<sup>e</sup> lactation Et 70% en 3<sup>e</sup> 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<sup>ème</sup> lactation Et 70% en 3<sup>ème</sup> 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 entraînerait 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)	21,3	21	20,3
Matières grasses(g)	832	821	790
Matières protéiques(g)	662	663	642
Taux butyreux(g)	37,7	37,8	37,6
Taux protéique(g)	30,5	30,6	30,6
Poids vif(Kg)	635	631	630
Variation de poids vif	83	47	24

Source : Hoden et al (1991).



*Partie*  
*Expérimentale*

## 1. Objectif

Notre étude consiste à évaluer les effets des facteurs de variation (l'élevage, le stade de lactation, le rang de mise bas, la saison de vêlage 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 Tizi-Ouzou.

## 2. Présentation de la région d'étude

La wilaya de Tizi-Ouzou est localisée sur le littoral centre algérien, sa superficie s'étend sur 2958 km<sup>2</sup>. Son relief géographique est caractérisé par de vastes régions montagneuses du Djurdjura qui plafonne à 2308 m d'altitude, d'une chaîne côtière représentée par de hautes collines de 500 à 1000 m d'altitude et en fin de la vallée du Sébaou dont l'altitude ne dépasse guère les 500 m. Cette vallée est serpentée par l'oued Sébaou représentant la principale source d'eau.

Le climat de la région de Tizi-Ouzou est du type méditerranéen, il se caractérise par deux saisons bien distinctes : un hiver humide et froid et un été sec et chaud, ceci est dû au front de contact entre les masses d'air nordiques et tropicales.

D'octobre-novembre à mars-avril, les masses d'air arctiques l'emportent généralement pour déterminer une saison froide et humide. Les autres mois de l'année, les masses d'air tropicales remontent et créent la chaleur et la sécheresse. Le temps variable, fréquent sur la wilaya est créé par des fronts discontinus, dus à la circulation zonale (d'Ouest en Est) de l'air. L'humidité est due à des dépressions de front polaire qui balaient les montagnes et provoquent des pluies et des neiges.

La pluviométrie moyenne se situe entre 600 et 1000 mm par an. Les précipitations peuvent varier considérablement d'une année à une autre et les neiges peuvent être abondantes sur le Djurdjura et l'extrémité orientale du massif central. Les gelées sont fréquentes en février à travers la totalité du territoire de la wilaya, l'humidité oscille autour de 80 % en hiver et de 37 % en été. Les vents dominants sont les vents des secteurs Ouest pluvieux et du Nord-est frais.

L'hydrologie de la région est dominée par l'Oued Sébaou qui recueille à travers ses affluents l'essentiel des eaux en provenance du Djurdjura, du massif central et même de la chaîne côtière. Les reliefs sont littéralement entaillés de nombreuses rivières à importance

socio-économique évidente parmi lesquelles nous citerons principalement : Oued-Boubehir, Oued Djemaa, Oued-Bougdoura, Assif-Ousserdhoun et Assif El Hammam.

### **3. Matériel et méthodes**

Nous avons 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, deux fermes dans la région de Mekla (ferme 01 et 02), trois fermes dans la région de Freha (fermes 03, 04 et 05) et la ferme 06 dans la région de Draa-Ben-Khedda. 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;
- des élevages bovins laitiers qui disposent d'un agrément sanitaire délivré par les services vétérinaires de la direction des services agricoles de la Wilaya.

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 cinq premières 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.

La stabulation est de type entravée, les vaches sont attachées sur deux rangées. 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, la stabulation est de type libre. Les vaches sont séparées par des enclos selon leurs stades physiologiques (vaches en lactation, en tarissement et les génisses). Les nouveaux nés sont mis dans un box tout près de l'enclos jusqu'au sevrage. Chaque enclos comporte une auge et un abreuvoir automatique. Cette exploitation fait de l'ensilage, elle possède 6 silos pour la conservation des fourrages, 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. Cette ferme dispose d'une grande salle de traite avec un système de traite collective.

### 3.2. Les caractéristiques du cheptel

Les effectifs de vaches laitières et des autres animaux présents dans chaque élevage sont illustrés dans le tableau 33. 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 33- Structure et composition du cheptel bovin des six fermes.**

<b>Les élevages</b>	<b>VL (têtes)</b>	<b>Génisses (têtes)</b>	<b>taureaux (têtes)</b>	<b>taurillons (têtes)</b>	<b>veaux (têtes)</b>	<b>Veles (têtes)</b>	<b>total (têtes)</b>
<b>Ferme 1</b>	20	05	05	01	09	09	49
<b>Ferme 2</b>	15	03	03	03	05	04	33
<b>Ferme 3</b>	12	04	03	03	02	03	27
<b>Ferme 4</b>	24	05	06	04	08	03	50
<b>Ferme 5</b>	16	04	02	02	06	04	39
<b>Ferme 6</b>	145	109	01	41	10	17	323

Pour notre expérimentation, nous avons choisi huit vaches laitières en moyenne dans les quatre premiers élevages, dix au niveau du cinquième élevage et quatorze dans le sixième (tableau 34). Le choix s'est basé sur les critères suivants :

- VL indemne de maladie surtout les mammites ;
- VL à différents stades physiologiques ;
- VL à différents rangs de mise bas ;

- VL de races différentes, exception pour la ferme 5 qui ne dispose que des Pie Rouge.

**Tableau- 34: 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 pour lesquelles les données sont consignées sur des fiches durant la période expérimentale : novembre 2008-juin 2009. Notons qu'il y a eu remplacement des femelles tarées, vendues ou réformées selon les critères retenus.

### 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 et le ray-grass d'Italie au niveau de la ferme 6 (tableau 35), 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. Les horaires et les saisons du pâturage pour ces exploitations sont bien décrits dans les calendriers d'alimentation dans l'annexe 1 (tableaux 37, 38, 39,40, 41et 42).

**Tableau 35- Les superficies fourragères cultivées dans les fermes.**

Les élevages	Vesce- avoine	Trèfle	Sorgho	Ogres	Ray-grass	Luzerne
<b>Ferme 1</b>	19ha	1ha	13ha	/	/	/
<b>Ferme 2</b>	5ha	1ha	7ha	/	/	/
<b>Ferme 3</b>	8ha	1ha	5ha	/	/	/
<b>Ferme 4</b>	15ha	2ha	6ha	2ha	/	/
<b>Ferme 5</b>	1ha	2ha	3ha	1ha	/	/
<b>Ferme 6</b>	3ha	6,5ha	15ha	4ha	51,5ha	22ha

**Tableau-36 : Calendrier de distribution des fourrages au niveau des exploitations.**

	<b>Les fourrages</b>	S	O	N	N	J	F	M	A	M	J	J	A
<b>Ferme 01</b>	Vesce-avoine			←									
	Sorgho en sec			←									
	Sorgho en vert	←	→								←		→
	Trèfle						←						
<b>Ferme 02</b>	Vesce-avoine	←					→						
	Sorgho en sec			←									
	Trèfle	→									←		→
<b>Ferme 03</b>	Vesce-avoine	←											→
	Sorgho en vert	←	→									←	→
	Trèfle					←							→
	Fourrage naturel	←											→
<b>Ferme 04</b>	Vesce-avoine			←									→
	Orge en vert						←	→					
	Sorgho en vert	←		→								←	→
	Trèfle							←				→	
<b>Ferme 05</b>	Vesce-avoine (sec)	←											→
	Vesce-avoine (vert)	←											→
	Paille	←											→
	Sorgho en vert	←		→								←	→
	Trèfle						←						→
<b>Ferme 06</b>	Ray-grass en sec	←											→
	Ray-grass en vert											←	→
	Ray-grass ensilage			←	→								
	Luzerne en vert	←											→
	Sorgho en vert	←		→								←	→
	Sorgho en ensilage						←			→			
	Vesce-avoine en sec	←	→										
	Orge en ensilage	←	→										
Trèfle	←	→											

### 3.4. Le rationnement des animaux

Des visites mensuelles 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 (individuellement pour le concentré et à l'échelle du troupeau pour les fourrages). Les données récoltées nous ont permis de réaliser un calendrier d'alimentation par période (et même par jour dans le cas de la ferme 06) pour chacune des

fermes (tableaux 37 à 42 dans l'annexe 01). 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<sup>ème</sup> 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.

La quasi-totalité de la production laitière de ces exploitations est livrée aux trois centrales laitières des régions : Le centre de collecte DANON, la laiterie PATURAGE, la laiterie de Draa Ben Khedda.

## **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

Des mesures mensuelles ont été réalisées entre novembre et juin pour les fermes 02 et 05, entre décembre et juin pour la ferme 01, 04 et 06, de janvier et juin pour la ferme 03. 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 concernent 287 observations obtenues à partir d'un contrôle laitier mensuel effectué dans les six exploitations. Les informations recueillies concernent 56 vaches laitières.

Après avoir rassemblé et trié toutes les données, nous avons constitué un fichier de base contenant tous les paramètres nécessaires au traitement statistique. Ce fichier est ordonné par contrôle laitier et contient la date du contrôle, tous les renseignements relatifs à l'animal (le numéro de l'élevage, le numéro de la vache, la date de vêlage, le mois de lactation, le rang de mise bas et la race) ainsi que les paramètres quantitatifs et qualitatifs de la production laitière (quantité du lait produite, le taux butyreux, le taux protéique, l'acidité et la densité). Nous avons étudié la variation de la production et l'aspect physico-chimique du lait selon cinq facteurs : l'élevage, le mois de lactation, le rang de mise bas, la saison de vêlage 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, du stade de lactation, du rang mise bas, la saison de mise bas et de la race sur ces variables.

En raison des disparités des données concernant le rang de mise bas, du stade de lactation, nous avons jugé utile de constituer des classes conformément aux normes généralement admises pour les vaches laitières. Les classes retenues sont donc :

- Rang de mise bas : 1<sup>er</sup> au 3<sup>ème</sup> rang, 4<sup>ème</sup> au 6<sup>ème</sup> rang, 7<sup>ème</sup> rang et +
- Stade de lactation : moins de 3 mois, 3 à 6 mois, 7 à 9 mois et supérieur à 9 mois

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:

$$Y_{ijklmn} = \mu + R_i + E_j + RMB_k + MLac_l + SMB_m + \epsilon_{ijklmn}$$

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

$\mu$ : moyenne générale.

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

$i = PN$  (Pie Noire) et  $i = PR$  (Pie Rouge).

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

$j = 1,2,3,4,5$  et  $6$ .

$RMB_k$  : le  $k^{ème}$  effet relatif au rang de mise bas.

$k = 1^{er}$  au 3<sup>ème</sup> rang, 4<sup>ème</sup> au 6<sup>ème</sup> rang, 7<sup>ème</sup> rang et +.

$MLac_l$  : le  $l^{ème}$  effet relatif au mois de lactation.

$l =$  moins de 3 mois, 3 à 6 mois, 7 à 9 mois et supérieur à 9 mois

$SMB_m$  : le  $m^{ème}$  effet relatif à la saison de mise bas.

$m =$  hiver, printemps, été et automne.

$\epsilon_{ijklmn}$ : 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 43- 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 44). L'estimation de la production pour chaque ration et pour chaque période nous a été impossible en raison du manque de données relatives aux animaux suivis (poids des vaches) et d'autres 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 44- 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 -45 : Moyennes générales et coefficients de variation des paramètres étudiés**

Variables	Moyenne	Ecart type	CV	Max	Min
<b>Production laitière (L)</b>	12,89	3,18	24,68	26	4
<b>TP (g/L)</b>	28,89	1,97	6,72	33	22,8
<b>TB (g/L)</b>	41,50	2,50	6,04	50	32
<b>Acidité (°D)</b>	17,57	1,07	6,11	21	14
<b>Densité</b>	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 cette région. 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  $28,89 \pm 1,97$ g/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 46- Analyse de la variance et la signification du modèle**

Variables	SCE Total	DDL	SCE Modèle	R <sup>2</sup> %	F	CM
<b>Production laitière (L)</b>	5938,11	14	3183,81	53,61	22,46***	227,41
<b>TP (g/L)</b>	1781,67	14	757,64	42,52	14,37***	54,12
<b>TB (g/L)</b>	3119,75	14	1412,29	45,27	16,07***	100,88
<b>Acidité (°D)</b>	722,61	14	409,09	56,61	25,35***	29,22
<b>Densité</b>	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 (R<sup>2</sup>) 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 (R<sup>2</sup>) de valeurs voisines (45.27, 42.52 et 41.08 respectivement).

### 6.4. Facteurs de variation des différents paramètres étudiés

Dans cette partie nous expliquerons comment et dans quelles mesures les différents facteurs de variation (l'élevage, la race, le stade de lactation, le rang de mise bas et saison de vêlage) agissent sur les paramètres étudiés (le taux butyreux, le taux protéique, la densité et l'acidité).

**Tableau-47 : Répartition de la variation totale et signification des différents effets pour des différentes variables**

Variables	Source de variation	DDL	SCE	R <sup>2</sup> %	F
production (L)	Elevage	5	553,98	9,33	10,94***
	Race	1	86,93	1,46	8,58**
	RMB	2	79,08	1,33	3,9*
	SMB	3	92,35	1,56	3,04*
	M Lac	3	2015,48	33,94	66,35***
	<b>Totale</b>	<b>287</b>	<b>2827,81</b>		
TP (g/L)	Elevage	5	248,43	13,94	13,2***
	Race	1	0,30	0,02	0,01
	RMB	2	26,11	1,47	3,47*
	SMB	3	100,75	5,66	8,92***
	M Lac	3	423,20	23,75	37,47***
	<b>Totale</b>	<b>287</b>	<b>798,80</b>		
TB (g/L)	Elevage	5	620,59	19,89	19,77***
	Race	1	35,83	1,15	5,71*
	RMB	2	40,12	1,29	3,2*
	SMB	3	36,67	1,18	1,95
	M Lac	3	658,57	21,11	34,97***
	<b>Totale</b>	<b>287</b>	<b>1391,78</b>		
Acidité (°D)	Elevage	5	225,79	31,25	39,18***
	Race	1	1,62	0,22	1,4
	RMB	2	0,33	0,05	0,14
	SMB	3	15,30	2,12	4,43**
	M Lac	3	45,69	6,32	13,21***
	<b>Totale</b>	<b>287</b>	<b>288,73</b>		
Densité	Elevage	5	87,10	8,46	7,81***
	Race	1	19,01	1,85	8,52**
	RMB	2	14,26	1,39	3,2*
	SMB	3	7,03	0,68	1,05
	M Lac	3	281,46	27,34	42,06***
	<b>Totale</b>	<b>287</b>	<b>408,86</b>		

DDL : degré de liberté; SCE : somme des carrés des écarts; R : coefficient de détermination du Modèle en pourcentage de la SCE; F : test de Fisher; \*\*\* : p<0,001; \*\* : p<0,01; \* : p<0,05, RMB : rang de mise bas, SMB : saison de mise bas, M Lac : mois de lactation.

Les effets mois de lactation et élevage semblent être significativement, les facteurs de variation les plus déterminants du modèle pour les variables étudiées (tableau 47). La saison de mise bas explique une variabilité de 5,66% pour la teneur en protéines alors que son effet est relativement faible pour les autres variables. La race ne semble pas avoir d'effet notable sur l'acidité et le taux protéique du lait alors qu'elle affecte très légèrement le taux butyrique. Le rang de mise bas présente un léger effet mais significatif sur la production, le TP, le TB et la densité mais il n'a pas d'effet sur la variation de l'acidité du lait.

#### **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, le tarissement, 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 (17,76L/V/j), le non respect des autres paramètres (réduction du

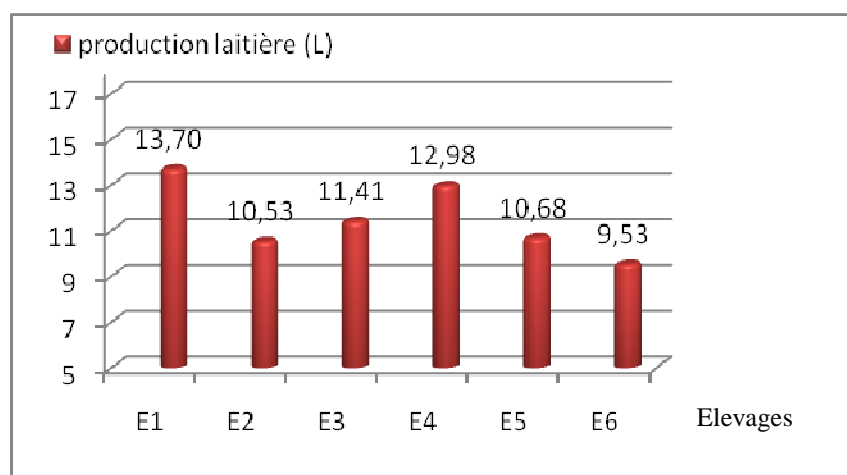
pâturage, traite manuelle avec un intervalle de 8h et abreuvement limité), conduit à de faibles rendements. La ration de base souvent négligée par les éleveurs a certainement un effet sur le niveau de production.

**Tableau 47 - Effet de l'élevage sur les paramètres (la production laitière, le TP, le TB, l'acidité et la densité)**

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

$\mu$  : 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**

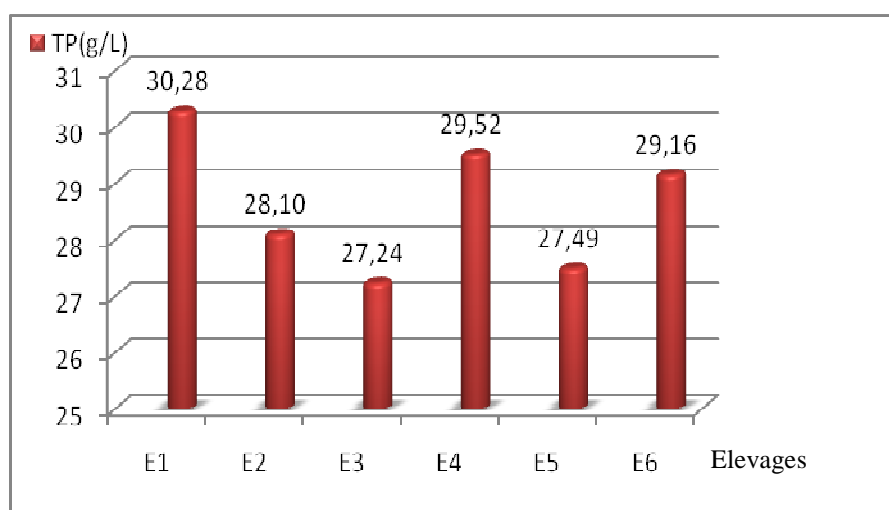
C'est au niveau de élevage 6 que nous avons enregistré la plus faible production avec une moyenne de  $9,53 \pm 0,54$  L/V/j (figure 12), cela serait dû au non respect de la conduite d'élevage bien qu'elle soit la meilleur unité en matière de richesse en ressource fourragère (tableau 42). Ce concentré 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**

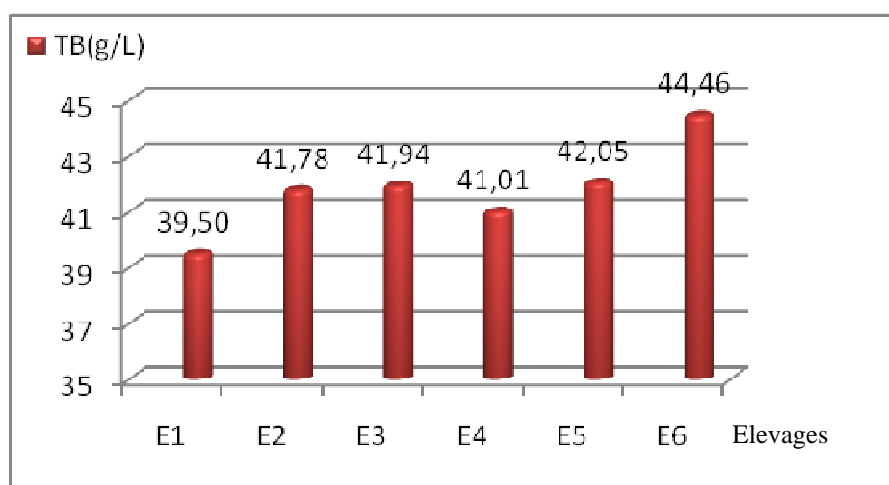
L'effet élevage a été important sur la variation de la composition chimique du lait analysé dans les six exploitations suivies ( $p < 0,001$ ), cela explique les écarts considérables du taux butyreux et taux protéiques enregistrés au niveau des différentes exploitations (figure 13 et 14). Les écarts 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.

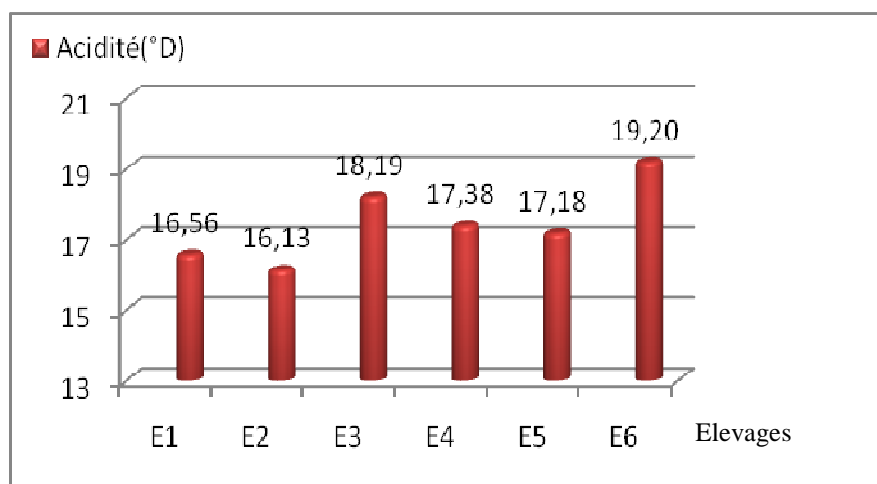


Figure-15 : L'évolution de l'acidité du lait en fonction de l'élevage

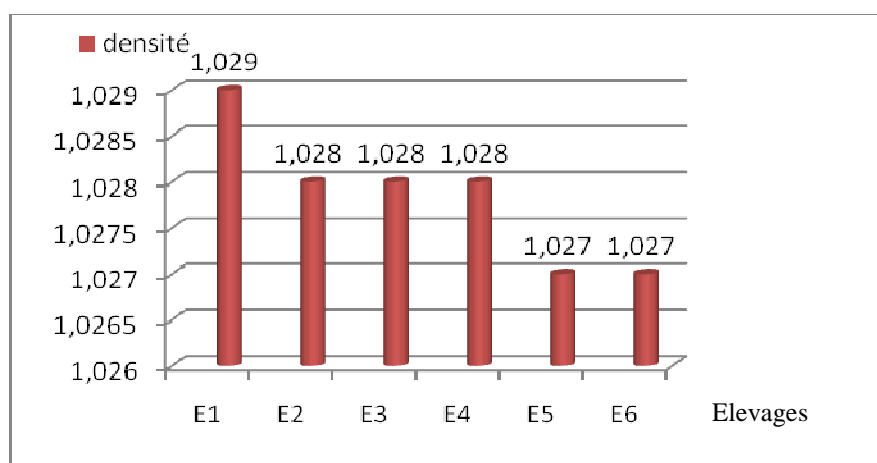


Figure-16 : L'évolution de la densité du lait en fonction de l'élevage

### 6.4.2. Effet mois de lactation

D'après nos résultats (tableau 49), le mois de lactation à montré des effets très hautement significatifs pour tous les paramètres étudiés ( $p < 0,001$ ).

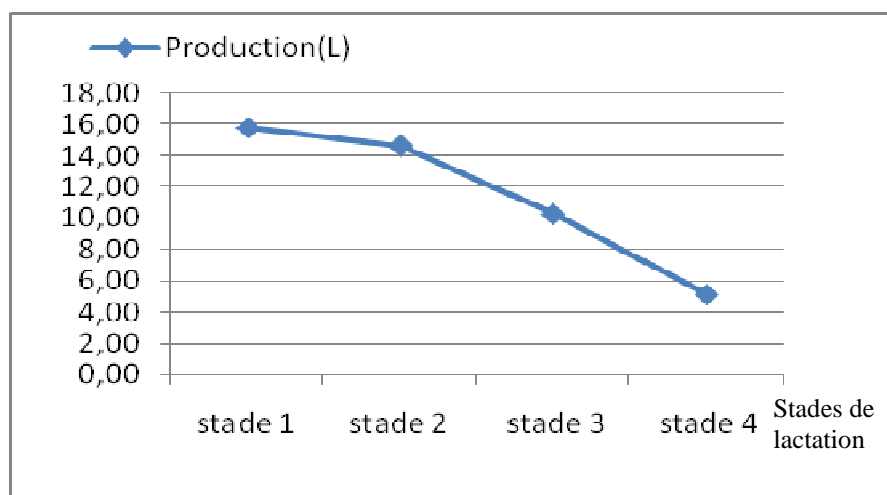
**Tableau-49 : Effet du mois de lactation sur les paramètres (la production laitière, le TP, le TB, l'acidité et la densité).**

Variables	Mois de lactation	Stade de lactation	N	Moyennes estimées $\pm$ erreur standard	p
Production(L)	< 3 mois	1	63	$15,80 \pm 0,55^a$	***
	3-6 mois	2	100	$14,64 \pm 0,45^a$	
	7-9 mois	3	102	$10,29 \pm 0,42^b$	
	>9 mois	4	22	$5,16 \pm 0,74^c$	
TP (g/L)	< 3 mois	1	63	$26,86 \pm 0,33^c$	***
	3-6 mois	2	100	$27,10 \pm 0,28^{bc}$	
	7-9 mois	3	102	$29,46 \pm 0,25^b$	
	>9 mois	4	22	$31,11 \pm 0,45^a$	
TB (g/L)	< 3 mois	1	63	$39,58 \pm 0,43^b$	***
	3-7 mois	2	100	$39,90 \pm 0,36^b$	
	7-9 mois	3	102	$42,86 \pm 0,33^c$	
	>9 mois	4	22	$44,83 \pm 0,58^a$	
Acidité (°D)	< 3 mois	1	63	$18,01 \pm 0,18^a$	***
	3-8 mois	2	100	$17,94 \pm 0,15^{ab}$	
	7-9 mois	3	102	$17,14 \pm 0,14^{ab}$	
	>9 mois	4	22	$16,67 \pm 0,25^b$	
Densité	< 3 mois	1	63	$1,029 \pm 0,00026^a$	***
	3-9 mois	2	100	$1,029 \pm 0,00021^a$	
	7-9 mois	3	102	$1,027 \pm 0,00019^{ab}$	
	>9 mois	4	22	$1,026 \pm 0,00035^b$	

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

### 6.4.2.1. Influence du stade de lactation sur la production laitière

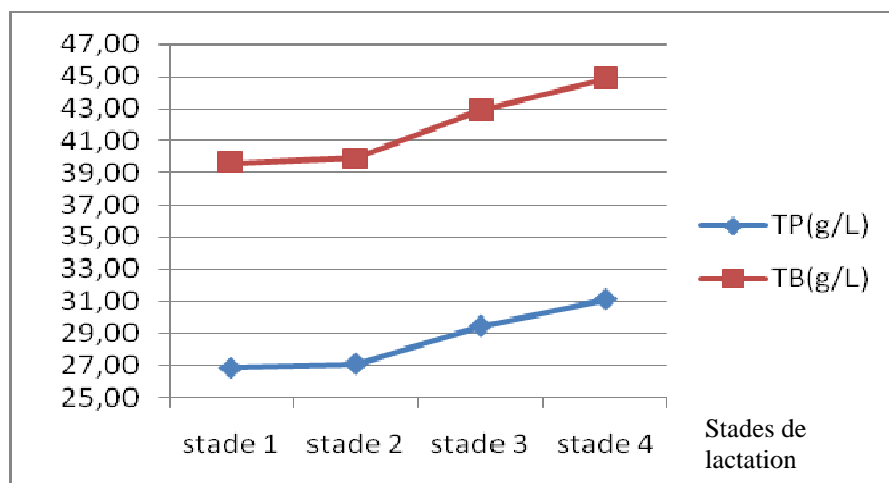
Nos résultats montrent une évolution normale de La production laitière selon l'avancement des stades de lactation (figure17). En effet, elle atteint son maximum durant le premier stade puis diminue à partir du deuxième stade et atteint son minimum à la fin du troisième stade. Selon Coulon et al., (1995) et Craplet (1973), la quantité journalière de lait sécrétée continue de diminuer avec l'avancement de la lactation.



**Figure-17 : L'évolution de la production laitière en fonction du stade de lactation**

### 6.4.2.2. Influence du stade de lactation sur l'évolution du TP et TB du lait

Le TB et le TP du lait suivent une évolution presque linéaire avec l'avancement de la lactation, les taux les plus élevés correspondent au dernier stade (figure 18), les résultats concernant l'évolution du TB sont comparables à ceux trouvés par Khelil (2003) ; Belhadi et al., (2004). Selon Agabriel et al., (1990) ; Jouzier et al., (1995), le TB et le TP présentent un minimum respectivement en deuxième et troisième mois de lactation et augmentent ensuite linéairement jusqu'au tarissement, cela n'est pas perceptible au niveau de nos résultats du fait que dans notre analyse statistique nous avons regroupé les mois de lactation en quatre stades mais la tendance est la même (tableau 49).

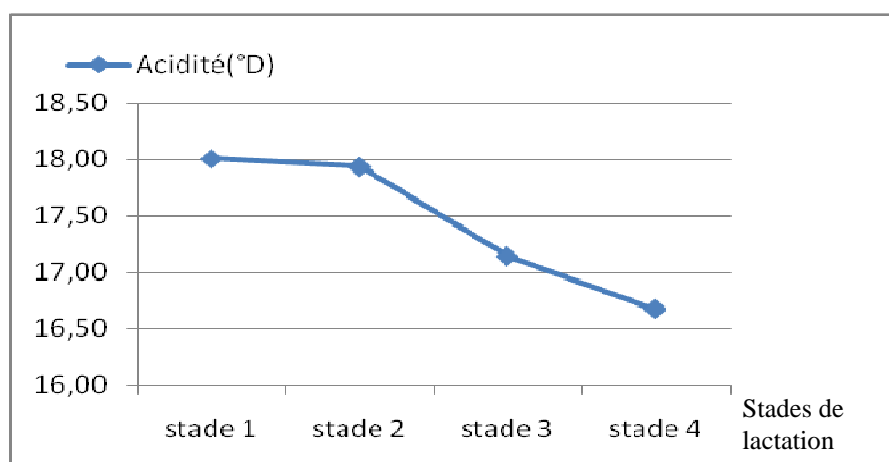


**Figure-18 : L'évolution du TP et TB du lait en fonction du stade de lactation**

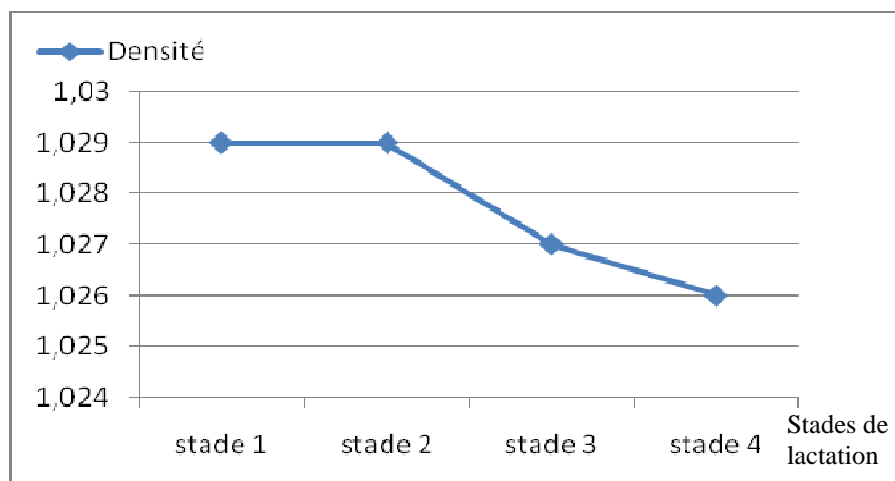
### 6.4.2.3. Influence du stade de lactation sur l'acidité et la densité du lait

La valeur de l'acidité du lait a tendance à décroître avec le stade de lactation (figure 19). En effet le lait semble plus acide au premier stade pour devenir moins acide à la fin de la lactation avec des valeurs respectives de  $18,01 \pm 0,18$  °D et de  $16,67 \pm 0,25$  °D des résultats similaires ont été trouvés par Khelil (2003) ;  $20,04$ °D,  $18,02$ °D et  $17,17$ °D respectivement aux 1<sup>er</sup>, 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> stades de lactation. Cela corrobore les résultats bibliographiques selon lesquels le lait de début de lactation est légèrement acide 19 à 20 °D et le lait de fin de lactation est moins acide 15 °D (Mathieu, 1997). Aussi, selon Coulon et Roybin (1988) l'acidité du lait est très stable au cours de la lactation, sauf durant le premier mois où elle est plus élevée de 1,1 °D.

La densité évolue de manière inversement proportionnelle à celle du TB, car le lait le plus dense correspond à celui du premier stade de lactation (1,029) et le moins dense est obtenu au dernier stade de lactation (1,026) où le TB est le plus élevé (figure 20).



**Figure-19 : La variation de l'acidité du lait en fonction du stade de lactation**



**Figure-20 : La variation de la densité du lait en fonction du stade de lactation**

### 6.4.3. Effet rang de mise bas

L'effet rang de mise bas montre une légère signification ( $p < 0,05$ ) sur tous les paramètres, sauf sur l'acidité du lait (tableau 50). Il n'explique que des parts variant de 1,29 à 1,47 % de la variabilité des paramètres.

#### 6.4.3.1. Influence du rang de mise bas sur la production du laitière

Les estimations des moindres carrés obtenues, pour la production laitière journalière sont élevées, pour les premiers rangs de mise bas (1<sup>er</sup> au 3<sup>ème</sup> rang) puis diminuent légèrement pour les vaches dont le rang de mise bas est compris entre le 4<sup>ème</sup> et le 6<sup>ème</sup> rang. La production diminue ensuite considérablement au delà du 7<sup>ème</sup> rang pour atteindre un minimum de 9,82 L/J (figure 21). Plusieurs auteurs signalent que la production laitière journalière d'une vache augmente régulièrement jusqu'à la quatrième lactation en moyenne, puis décroît jusqu'à la fin de sa carrière (Robertson et Ivhité, 1973). Dans notre analyse, nous avons regroupé les premiers rangs de lactation pour des raisons d'effectifs et donc nous ne pouvons pas démontrer cette hausse initiale.

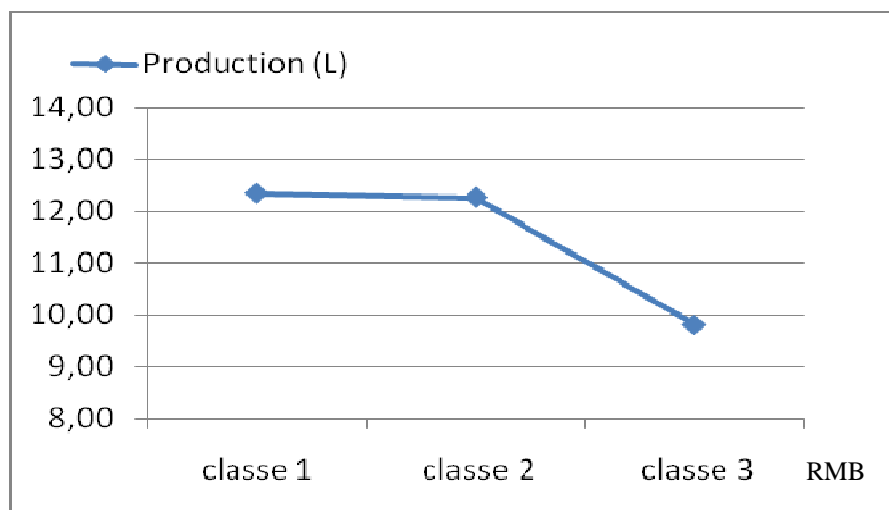


Figure-21 : L'évolution de la production du lait en fonction du rang de mise bas

Tableau-50 : Effet du rang de mise bas sur les paramètres (production laitière, TP, TB, acidité et densité)

Variables	Rang de mise bas	N	$\mu$ estimée $\pm$ erreur standard	p
Production(L)	Classe 1 (du 1 <sup>er</sup> au 3 <sup>ème</sup> rang)	143	12,34 $\pm$ 0,35 <sup>a</sup>	*
	Classe 2 (du 4 <sup>ème</sup> au 6 <sup>ème</sup> rang)	127	12,25 $\pm$ 0,36 <sup>a</sup>	
	Classe 3 (du 7 <sup>ème</sup> rang et +)	17	9,82 $\pm$ 0,85 <sup>b</sup>	
TP (g/L)	Classe 1 (du 1 <sup>er</sup> au 3 <sup>ème</sup> rang)	143	29,09 $\pm$ 0,21 <sup>a</sup>	*
	Classe 2 (du 4 <sup>ème</sup> au 6 <sup>ème</sup> rang)	127	28,49 $\pm$ 0,22 <sup>b</sup>	
	Classe 3 (du 7 <sup>ème</sup> rang et +)	17	28,32 $\pm$ 0,52 <sup>b</sup>	
TB (g/L)	Classe 1 (du 1 <sup>er</sup> au 3 <sup>ème</sup> rang)	143	41,09 $\pm$ 0,27 <sup>b</sup>	*
	Classe 2 (du 4 <sup>ème</sup> au 6 <sup>ème</sup> rang)	127	41,50 $\pm$ 0,28 <sup>b</sup>	
	Classe 3 (du 7 <sup>ème</sup> rang et +)	17	42,78 $\pm$ 0,67 <sup>a</sup>	
Acidité (°D)	Classe 1 (du 1 <sup>er</sup> au 3 <sup>ème</sup> rang)	143	17,39 $\pm$ 0,12	ns
	Classe 2 (du 4 <sup>ème</sup> au 6 <sup>ème</sup> rang)	127	17,39 $\pm$ 0,12	
	Classe 3 (du 7 <sup>ème</sup> rang et +)	17	17,55 $\pm$ 0,29	
Densité	Classe 1 (du 1 <sup>er</sup> au 3 <sup>ème</sup> rang)	143	1,028 $\pm$ 0,00016 <sup>a</sup>	*
	Classe 2 (du 4 <sup>ème</sup> au 6 <sup>ème</sup> rang)	127	1,028 $\pm$ 0,00017 <sup>a</sup>	
	Classe 3 (du 7 <sup>ème</sup> rang et +)	17	1,027 $\pm$ 0,00040 <sup>b</sup>	

$\mu$  : moyenne, N : nombre d'observations. P : degré de signification. , \*\*\* : p<0,001; \*\* : p<0,01; \* : p<0,05, NS : non significatif.

### 6.4.3.2. Influence du rang de mise bas sur le TP et TB du lait

Dans notre étude, le TB et TP dosés dans le lait, varient d'une manière inversement proportionnelle avec l'avancement de l'âge de l'animal (figures 22 et 23). Les valeurs du TB les plus élevées sont observées dans le lait des vaches dont le rang de mise bas est au delà du 7<sup>ème</sup>. Ces résultats ne sont pas conformes à ceux observés par plusieurs auteurs puisque 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 (Auriol et Ricardeau, 1964., Robinson, 1973., Craplet et Thibier 1973). Cela peut être dû à la concentration importante du lait en matières grasses dans la majorité des élevages notamment dans les fermes 2, 3, 5 et 6.

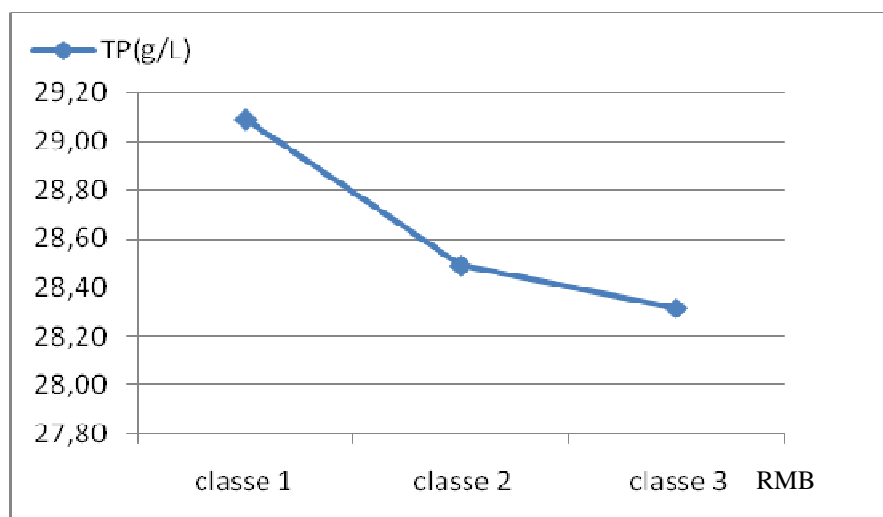


Figure -22 : L'évolution du TP du lait en fonction du rang de mise bas

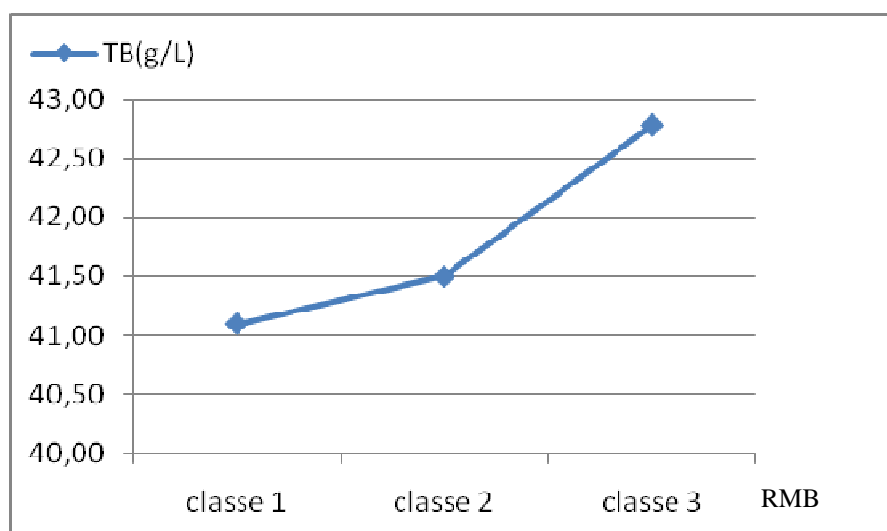


Figure -23 : L'évolution du TB du lait en fonction du rang de mise bas

### 6.4.3.3. Influence du rang de mise bas sur l'acidité et la densité du lait

L'effet rang de mise bas n'est pas significatif sur l'acidité du lait puisque celle-ci est plus sensible à la conduite de l'élevage, à l'hygiène de la traite et à la santé des animaux. Il faut quand même noter une hausse de l'acidité pour les vaches âgées. La densité du lait semble par ailleurs plus affectée par le rang de mise bas même si le niveau d'influence est très bas. Le lait semble légèrement moins dense à partir du 6<sup>ème</sup> vêlage, cela pourrait être relatif au TB trop élevé pour ces rangs (figure 24).

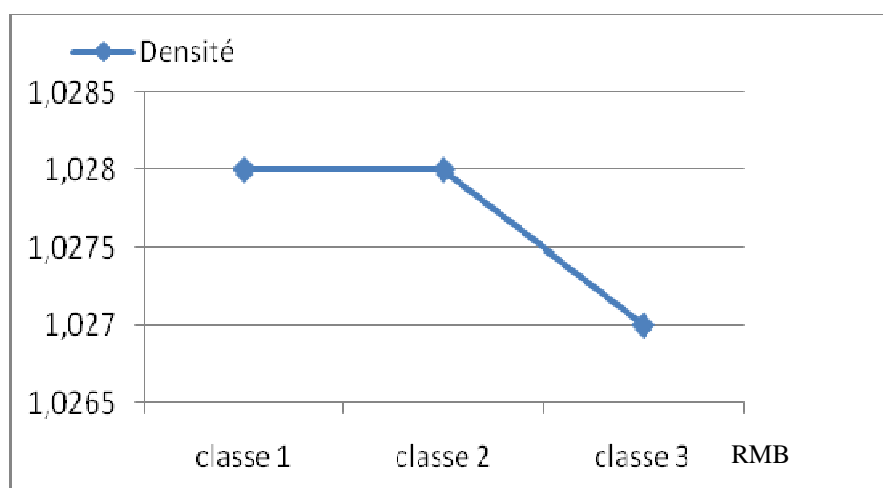


Figure-24 : La variation de la densité du lait en fonction du rang de mise bas

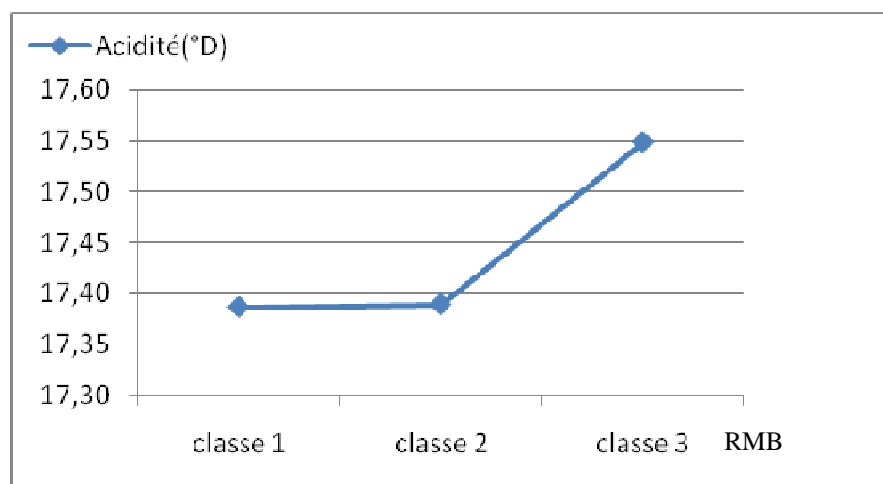


Figure-25 : La variation de l'acidité du lait en fonction du rang de mise bas

### 6.4.4. Effet saison de mise bas

L'effet saison de mise bas a une très haute signification pour le TP du lait ( $p < 0,001$ ), il affecte moyennement l'acidité ( $p < 0,01$ ) et légèrement la production de lait ( $p < 0,05$ ). Ce facteur ne présente aucun effet significatif sur les taux butyrique et la densité.

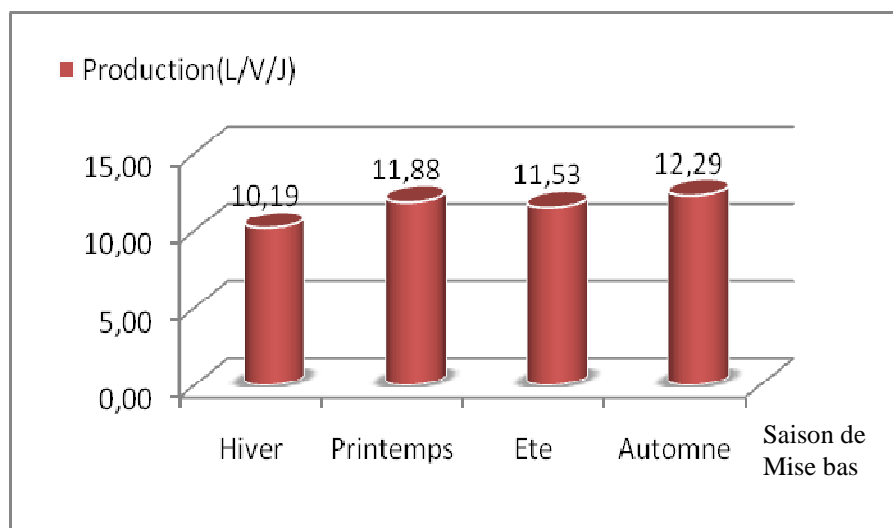
**Tableau-51 : Effet de la saison de mise bas sur les paramètres (la production laitière, le TP, le TB, l'acidité et densité).**

Variables	saison de vêlage	N	$\mu$ estimée $\pm$ erreur standard	p
Production laitière (L)	Hiver	84	$10,19 \pm 0,62^b$	*
	Printemps	20	$11,88 \pm 0,86^{ab}$	
	Eté	61	$11,53 \pm 0,48^{ab}$	
	Automne	122	$12,29 \pm 0,47^a$	
TP (g/L)	Hiver	84	$30,21 \pm 0,38^a$	***
	Printemps	20	$27,04 \pm 0,53^c$	
	Eté	61	$28,18 \pm 0,29^{bc}$	
	Automne	122	$29,11 \pm 0,29^b$	
TB (g/L)	Hiver	84	$42,85 \pm 0,49$	ns
	Printemps	20	$40,97 \pm 0,68$	
	Eté	61	$41,47 \pm 0,38$	
	Automne	122	$41,88 \pm 0,37$	
Acidité (°D)	Hiver	84	$17,05 \pm 0,21^b$	**
	Printemps	20	$18,24 \pm 0,29^a$	
	Eté	61	$17,32 \pm 0,16^b$	
	Automne	122	$17,15 \pm 0,16^b$	
Densité	Hiver	84	$1,028 \pm 0,00029$	ns
	Printemps	20	$1,029 \pm 0,00041$	
	Eté	61	$1,028 \pm 0,00023$	
	Automne	122	$1,028 \pm 0,00022$	

$\mu$  : moyenne, N : nombre d'observations. P : degré de signification. , \*\*\* :  $p < 0,001$ ; \*\* :  $p < 0,01$ ; \* :  $p < 0,05$ , NS : non significatif.

#### 6.4.4.1. Influence de la saison de mise bas sur la production laitière

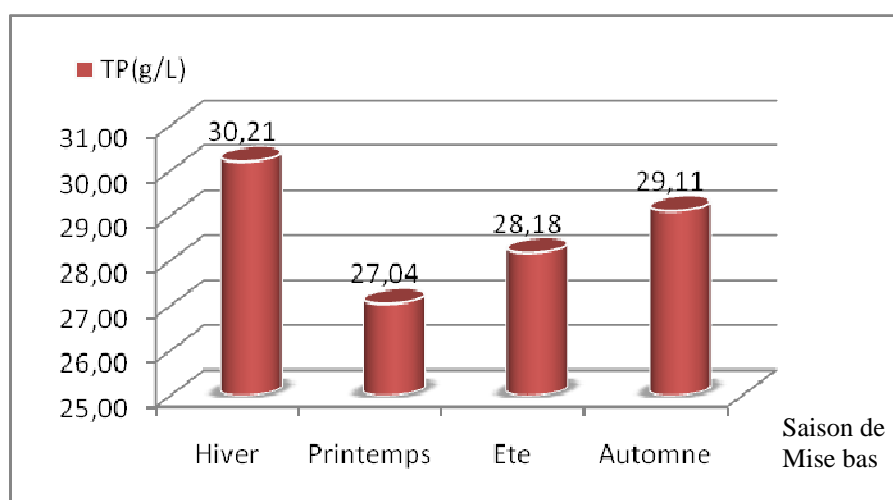
D'après le tableau 51 et la figure 26 la meilleure production du lait est observée pour les vêlages d'automne ( $12,29 \pm 0,47 \text{L/V/j}$ ) et la plus faible pour les vêlages d'hiver ( $10,19 \pm 0,62 \text{L/V/j}$ ). Ces résultats ne correspondent pas à ceux attendus pour la période du printemps. Selon les normes les productions les plus importantes sont notées quand les mises bas coïncident avec la période de la disponibilité fourragère. Nos résultats, en ce qui concerne la période d'automne corroborent ceux trouvés par Agabriel et Coulon (1990) qui affirment que les vêlages d'automne conduisent aux productions laitières les plus élevés. On pourra expliquer la faible production remarquée en printemps par le nombre d'observations réduites de cette période par rapport aux autres.



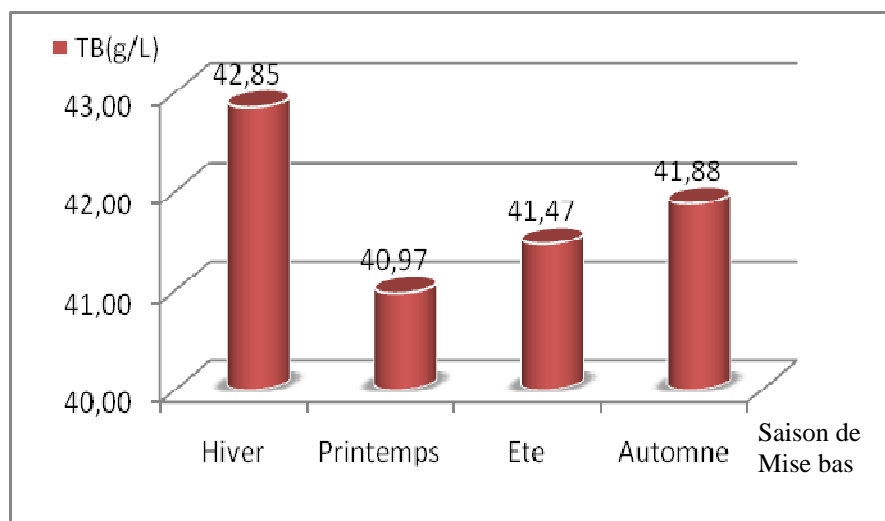
**Figure-26 : La variation de la production laitière en fonction de la saison de mise bas**

#### 6.4.4.2. Influence de la saison de mise bas sur le TP et TB du lait

Le TP et le TB du lait, inscrivent leurs valeurs les plus élevées en hiver  $30,21 \pm 0,38$ g/L et  $42,85 \pm 0,49$  g/L et les plus basses au printemps  $27,04 \pm 0,53$ g/L et  $40,97 \pm 0,68$ g/L (figures 27 et 28). La faible teneur du lait en TP et TB pour la période du printemps n'est pas celle attendue, selon la bibliographie le début de la période du pâturage s'est accompagné d'une amélioration sensible de la richesse du lait (respectivement + 0,8 et + 0,6 g/kg pour les taux butyreux et protéique) (Agabriel et Coulon, 1990), ces mêmes auteurs rajoutent en 1993 ; que la mise à l'herbe apparaissant comme une période de variation considérable du taux protéique du lait (+ 2,7 g/l entre avril et mai). Cela serait dû aux nombres réduits d'observations enregistrées durant cette période par rapport aux autres et à l'absence du pâturage sur les trois fermes 3, 5 et 6.



**Figure-27 : La variation du TP du lait en fonction de la saison de mise bas**

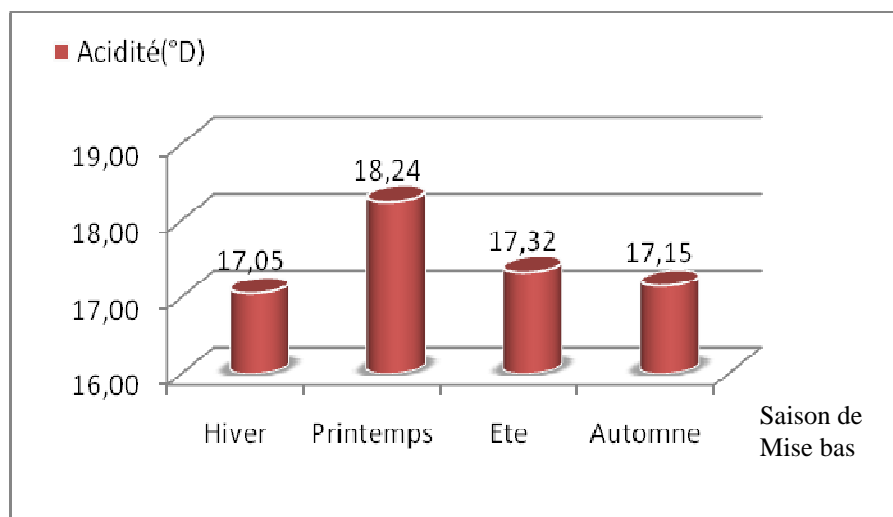


**Figure-28 : La variation du TB du lait en fonction de la saison de mise bas**

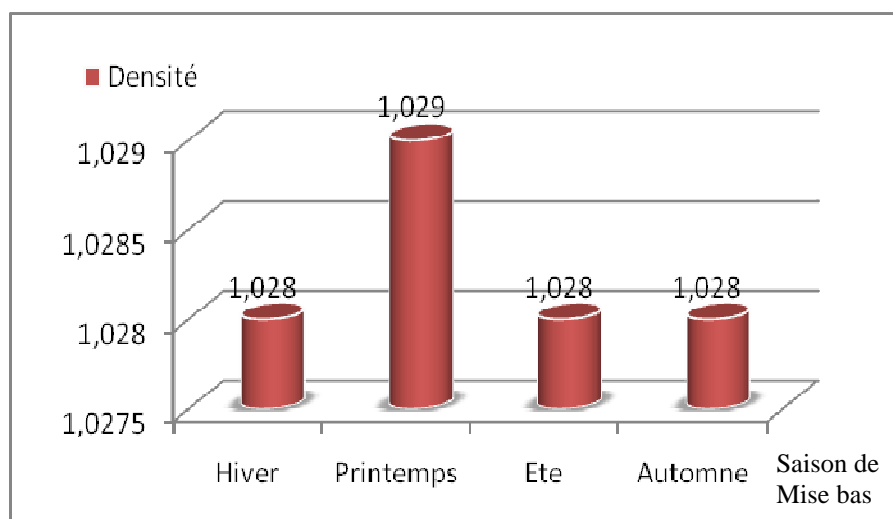
#### **6.4.4.3. Influence de la saison de mise bas sur l'acidité et la densité du lait**

Le tableau 51 et la figure 29 montrent que le lait est légèrement acide, quand la saison de vêlage correspond au printemps ( $18,24 \pm 0,29^{\circ}\text{D}$ ) et moins acide en hiver ( $17,24 \pm 0,21^{\circ}\text{D}$ ). Ces résultats se rapprochent de ceux trouvés par Coulon et Roybin (1988) qui rapportent que l'acidité du lait est minimale en novembre ( $16,5^{\circ}\text{D}$ ) et maximale en juin ( $17,7$ ) mais varie relativement peu d'un mois à l'autre. Ces variations pourraient par contre être dues à des modifications des teneurs en minéraux du lait, en particulier en calcium et en citrates solubles (Auriol 1961, Delacroix 1985). Ces éléments présentent en effet des variations saisonnières importantes et variables selon le stade de lactation des animaux (Auriol et Mocquot, 1962 ; Mitchell, 1979 rapporté par Coulon et al., 1988).

En ce qui concerne la densité, l'effet saison de mise bas ne montre aucune signification sur ce paramètre. Cependant, la valeur la plus élevée correspond à la saison (printemps) dont le lait est le moins riche en matière grasse (figure 30).



**Figure-29 : La variation de l'acidité du lait en fonction de la saison de mise bas**



**Figure -30 : La variation de la densité du lait en fonction de la saison de mise bas**

#### 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 (tableau 47). Le taux protéique et l'acidité du lait ne semblent cependant pas affectés par la race (tableau 52).

**Tableau-52 : Effet de la race sur les paramètres ((la production laitière, le TP, le TB, l'acidité et la densité).**

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

$\mu$  : 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.

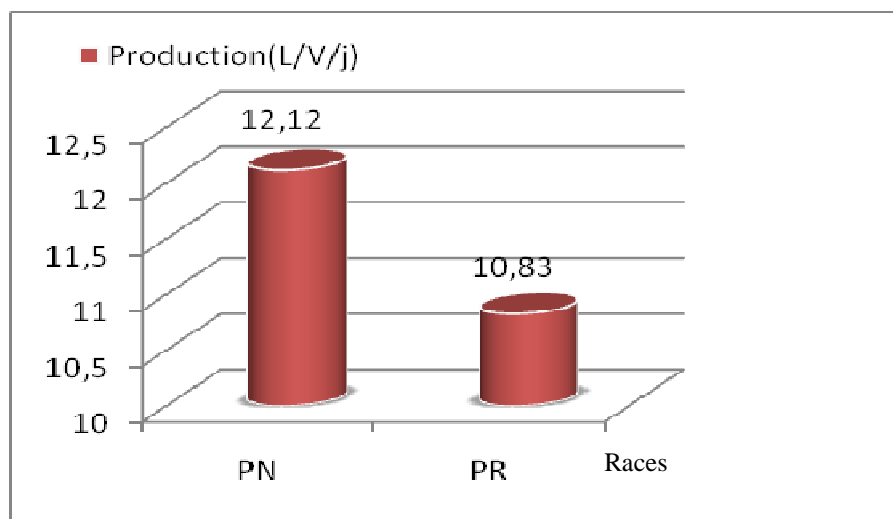


Figure-31 : La variation de la production laitière en fonction de la race

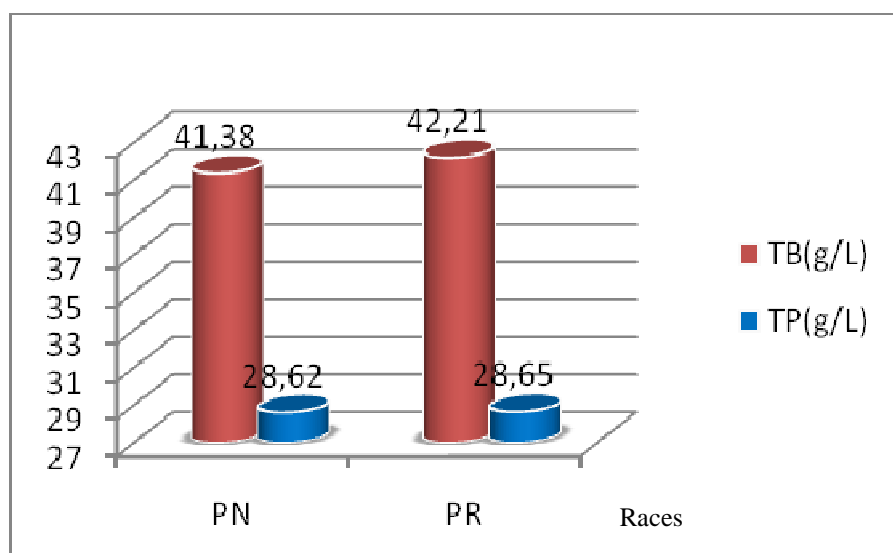


Figure-32 : La variation du TP et le TB du lait en fonction de la race

#### 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).

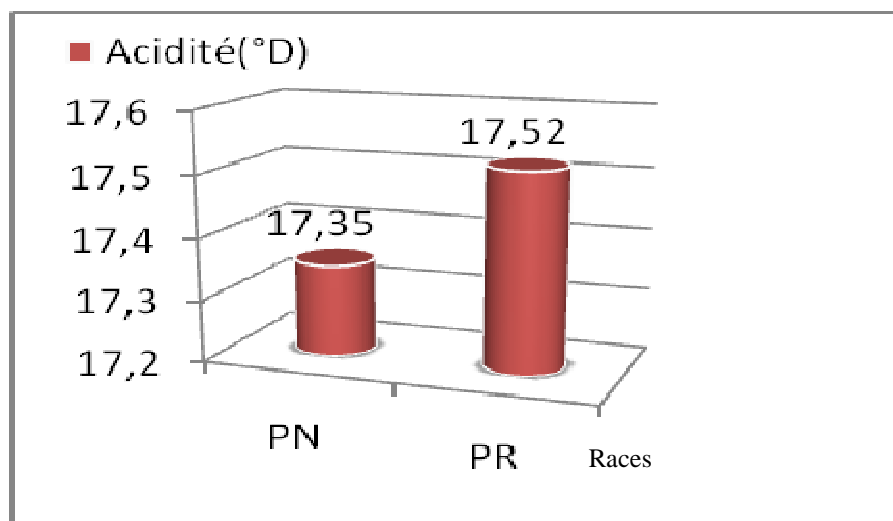


Figure-33 : La variation de l'acidité du lait en fonction de la race

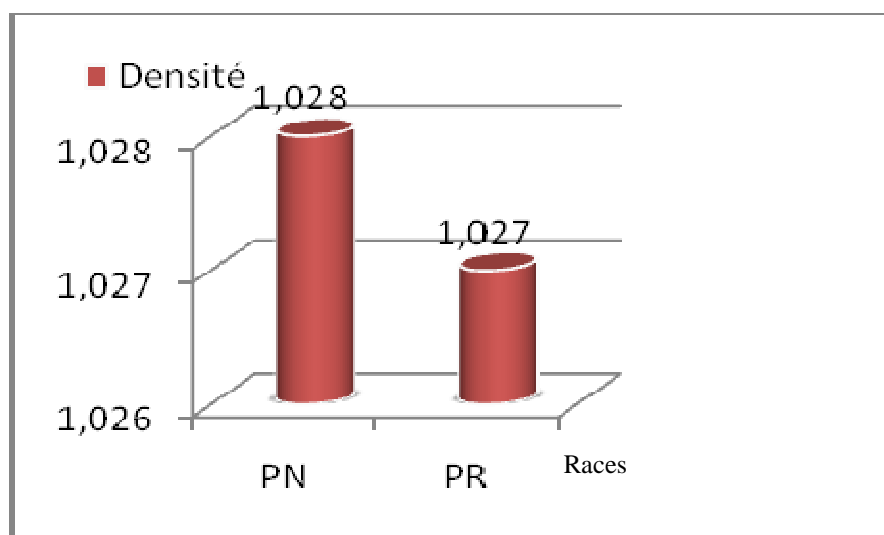


Figure-34 : La variation de la densité du lait en fonction de la race

## 6.5. Relations entre les différents paramètres

L'analyse du tableau 52 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.

**Tableau 53 - Coefficients de corrélation entre les paramètres de production laitière**

Variables	Production (L)	DENS	ACID (°D)	TB (g/L)	TP (g/L)
Production(L)	-	0,70264 ***	0,12402 *	-0,73372 ***	-0,40779 ***
DENS		-	0,1469 *	-0,72939 ***	0,37645 ***
ACID (°D)			-	0,0486 NS	-0,12198 *
TB (g/L)				-	0,35792 ***
TP (g/L)					-

TB: taux butyreux, TP : taux protéique, ACID : acidité, DENS: densité, PDX: production laitière.  
NS : non significatif.

Contrairement au TB, le TP présente une corrélation très hautement significative et positive avec la densité ( $r = 37,64\%$ ), ce qui se justifie par l'augmentation de la densité avec la teneur du lait en matières sèches dégraissées (Mathieu, 1997). le TP est en faible corrélation négatif avec l'acidité ( $r = -12,19\%$ ), quand le TP augmente dans la composition du lait, l'acidité de celui-ci se réduit légèrement, ce qui est hors des normes rapportées par Mathieu (1997). L'acidité naturelle du lait est liée à sa richesse en protéines et en minéraux. Dans ce cas, la pauvreté du lait en protéines (28,89g/L) est la cause. La densité et l'acidité sont en relation significative avec ( $r = 14,69$ ), cela explique que l'acidité du lait augmente avec l'augmentation de la teneur du lait en matières sèches dégraissées.

*Conclusion*  
*Et*  
*Recommandation*

## 7. 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, le mois de lactation, le rang de mise bas, la saison de mise bas et la race) au niveau des exploitations laitières de la Wilaya de Tizi-Ouzou.

Parmi ces facteurs, nous avons constaté que c'est l'élevage et le mois de lactation qui ont 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 est estimé à 4,17L/V/J (E1 et E6), ceux du taux protéique, taux butyreux et de l'acidité sont respectivement de 3,04g/L (E1 et E3), 4,96g/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 des quelles 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 12,89L/V/j et 28,89g/L, compte tenu des conditions de cette région ainsi que des potentialités des races exploitées. Le paiement du lait en fonction du TP exigé 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 ensilage), 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 du rationnement des animaux et un manque d'hygiène flagrant au niveau des étables elle est classée dernière de notre essai.

La part du mois de lactation dans la variation des paramètres est aussi importante. Les productions de lait les plus élevées correspondent au premier stade de lactation, les plus faibles s'observent au dernier stade contrairement à l'évolution des matières utiles. Les meilleurs taux butyreux et protéiques sont perçus au dernier stade, les plus faibles au premier stade. Le lait produit en début de lactation est plus acide que celui produit en fin de lactation, en ce qui concerne la densité, le lait de la fin de lactation est moins dense que celui de son début.

Le rang de mise bas présente une faible signification sur les différents paramètres étudiés et la non signification pour l'acidité. La production, le TP et la densité semble décroître graduellement du troisième vêlage contrairement au TB qui tend à l'augmentation.

L'effet saison de mise bas affecte la richesse du lait en protéines : les meilleurs taux concernent le lait des mises bas hivernales et automnales (30,21g/L et 29,11g/L). La production est meilleure pour les vaches dont la mise bas coïncide avec l'automne (12,29L/V/J) et le printemps (11,88 L/V/J), on s'attendait à des valeurs inverses, cela s'explique par le nombre élevé des vaches mettant bas à l'automne par rapport au printemps. Le lait produit par des vaches vêlant au printemps est plus acide que celui produit par des vaches mettant bas en d'autres saisons.

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 Noir produit plus de lait que la Pie Rouge avec les moyennes respectives de  $12,12 \pm 0,43\text{L/V/J}$  et  $10,83 \pm 0,38\text{L/V/J}$ . La non signification de l'effet race sur la variabilité du taux protéique serait lié 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 du lait et ces caractères physico-chimiques ; une production élevée est caractérisée par une densité élevée et les taux les plus faibles des matières utiles (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.

## Recommandations

Cette étude nous a révélé, après le suivi réalisé sur six exploitations, l'existence d'une relation étroite entre la conduite d'élevage et les variations quantitatives et qualitatives du lait. Afin de maîtriser la conduite des troupeaux de bovins laitiers et d'améliorer la production et la composition du lait en matières utiles, nous suggérons les recommandations suivantes :

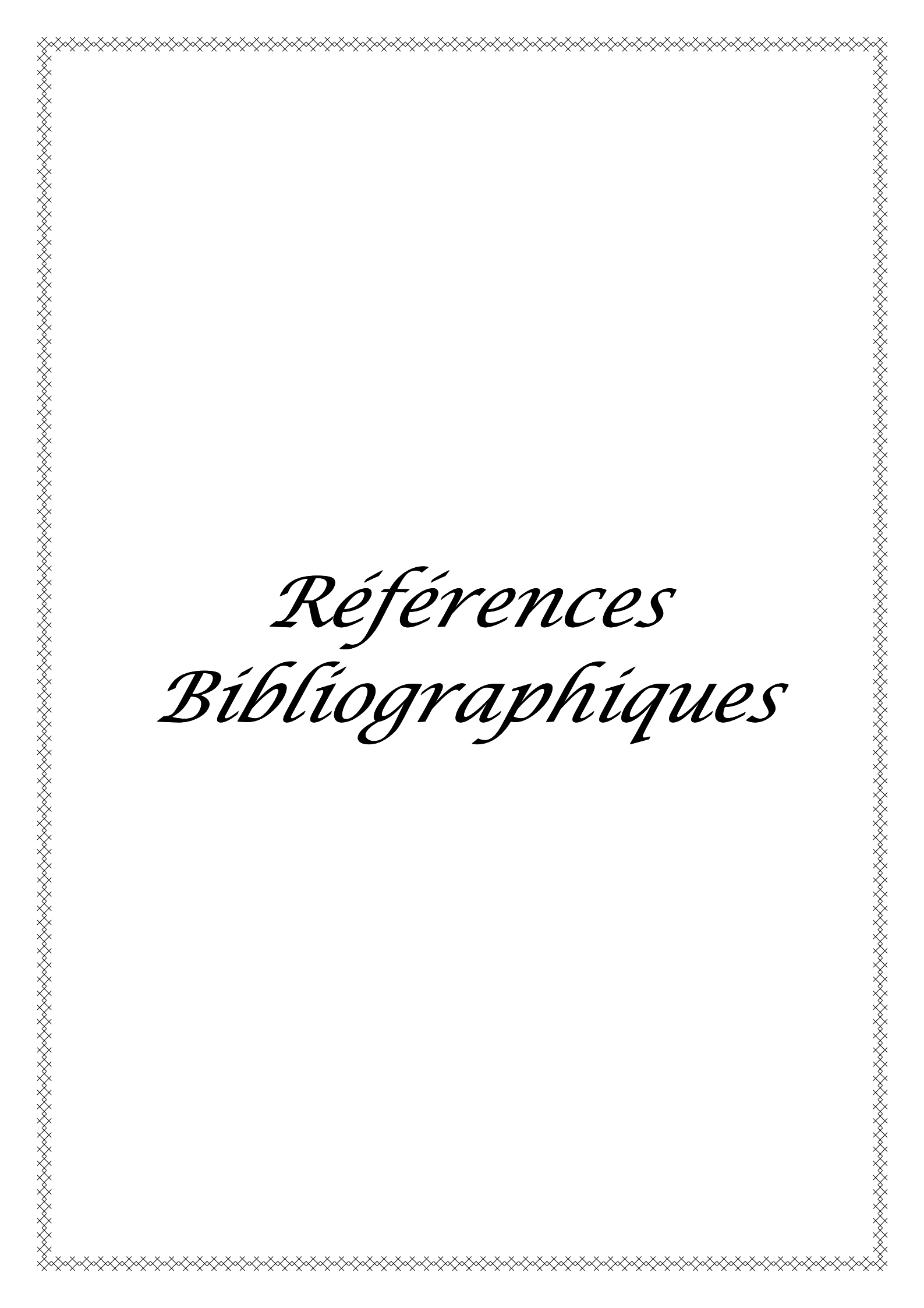
Amélioration du niveau de technicité des éleveurs par la vulgarisation des nouvelles techniques d'élevage (Direction des services agricoles et Bureaux d'études spécialisés) ou par présence d'ingénieurs ou de techniciens formés dans le domaine au niveau de chaque exploitation.

Amélioration des systèmes d'affouragements par la généralisation de la pratique de l'ensilage, par la diversification des cultures fourragères adaptées aux conditions agro-climatiques de la région et par la pratique de pâturage.

Amélioration des rations alimentaires des vaches en tenant compte de leur besoin en fonction de leurs stades physiologiques (début de lactation et tarissement), tout en évitant les excès d'aliment concentré qui pourra être à la fois, une perte économique pour l'éleveur et une cause de maladie pour l'animal. L'éleveur doit apporter une grande attention à l'abreuvement des vaches, il faut que sa soit a volonté.

Amélioration des conditions de la traite, après le nettoyage (avec des serviettes individuelles) et massage du pis, la traite doit être rapide et complète avec l'utilisation d'une machine à traire de préférence, l'intervalle entre la traite du matin et celle du soir doit être de 12 heures.

Amélioration de l'entretien et hygiène des animaux et du bâtiment d'élevage ainsi que la propreté du matériel de traite, la prévention des maladies par une couverture sanitaire adéquate.



*Références  
Bibliographiques*

## Références bibliographiques

- Adem R., 2000.** Performances zootechniques des élevages laitiers suivies par le circuit des informations de zootechniques. 3<sup>ème</sup> journées de la recherche sur la production animale, Tizi-ouzou : 13, 14, 15.
- 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<sup>ème</sup> 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 Tizi-Ouzou. 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.
- Boichard, D., 1986.** Relation entre production et fertilité chez la vache laitière. Revue : Elev. Et Inse.(n° 213) .PP. 15-23.
- Bonaïti, B., 1985.** Composition du lait et sélection laitière chez les bovins. Bull. Tech. CRZV Theix, INRA, 59, 51-61.
- Bony, J., Contamin, V., Gousseff, M., Metais, J., Tillard, E., Juanes, X., Decruyenaere,V., Coulon, J.B., 2005.** Facteurs de variation de la composition du lait à la Réunion. INRA Prod. Anim., 18 (4), 255-263. Courriel : bony@cirad.fr.
- 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).
- Chassaing, C., Coulon, J.B., Agabriel, C., Garel, J.P., 1996.** The effect of feeding sequence on fat **concentration** in milk. Ann.Zootechni., 45, 151-157.
- 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., Lefaiivre, 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 techeniques et documentation, paris.220P (181-192, 191-192).
- Matthews, L., 2001,** In Mounier<sup>1</sup> 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.
- Mounier<sup>1</sup> 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](http://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](mailto: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<sup>ème</sup> 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.
- Weissier, 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](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.



# *Annexes*

**Tableau-37 : Calendrier d'alimentation de la ferme 1**

Période	Ration de base	Qtité Kg/v/j	Fréq	Heure	Complémentation	Qtité Kg /vl/j	Fréq	Heure	Abreuvement
Nov/ Jan.	Vesce-avoine	3,5	2fois	05:30 15:00	Aliment VL	3,5	2fois	06:15 17:30	2 Fois
	Sorgho en sec	3,5	2fois	08:00 19:30					
Fév/ Mars	Vesce-avoine	3,5	1fois	05:30	Aliment VL	3,5	2fois	06:30 17:30	2 Fois
	Sorgho en sec	4	2fois	08:00 19:30					
	Trèfle	60	1fois	12:00					
Avril/ fin mai	Vesce-avoine/sorgho	3,5	1fois	05:30	Aliment VL	3,5	2fois	06:15 18:30	2 Fois
	Pâturage du jour	/	/	08:00 18:00					
	Trèfle	50/60	/	20:00					
fin mai / Oct.	Pâturage de nuit	/	/	19:30 06:00	Aliment VL	3,5	2fois	06:15 18	2 Fois
	Sorgho en vert	50/60	/	12:00					

**Tableau 38- Calendrier d'alimentation de la ferme 2.**

Période	Ration de base	Qtité Kg/v/j	Fréq	Heure	Complém-Entation	Qtité Kg/v/j	Fréq	Heure	Abreu-vement
Nov/ Fév.	Sorgho en sec	3,5	3fois	06:00 14:30 20:00	-Aliment VL	3,5	1fois	07:30	2 Fois
	Vesce -avoine	3,5	2fois	09:00 16:00	-Son gros+orge	4,00	1fois	18:00	
Mars/ Mi Mai	Sorgho en sec	3,5	2fois	05:00 20:00	-Aliment VL	3,5	1fois	06:30	2 Fois
	Pâturage le jour	/	/	08:00 18:00	-Son gros+orge	4,00	1fois	18:30	
Mi Mai/ Mi Sept.	Pâturage de nuit	/	/	08:00 18:00	-Aliment VL	3,5	1fois	07:00	2 Fois
	Trèfle en vert	50/60	1fois	16:00	- Son gros+orge	4,00	1fois	18:00	
Mi Sept/ Oct.	Vesce –avoine	3,5	2fois	05:00 20:00	-Aliment VL	3,5	1fois	06:00	2 Fois
	Pâturage du jour	/	/	08:00 18:00	- Son gros+orge	4,00	1fois	19:30	

**Tableau 39- Calendrier d'alimentation de la ferme 3.**

périodes	Ration de base	Qtité Kg/v/j	freq	Heure	Complémentation	Qtité Kg/v/j	fréq	Heure	Abreuvement
Janv/ Mai	Vesce avoine	3 4,5	2fois	07:30 10:00	-Aliment VL	4	2fois	06:00 14:30	2 Fois
	Pâturage à partir de février	/	/	11:30 14:00					
	Trèfle/fourrage naturel	50/60	/	18:00					
Juin/ Oct.	Vesce avoine	3 4,5 3	3fois	07:30 10:00 13:00	-Aliment VL	4	2fois	06:00 14:30	2 Fois
	Fourrage naturel	2,5	1fois	15:30					
	Sorgho en vert	50/60	1fois	18:00					
Nov/ Déc.	Vesce avoine	3 4,5 3 9	4fois	07:30 10:00 13:00 19:30	-Aliment VL	4	2fois	06:00 14:30	2 Fois
	Fourrage naturel	50/60	1fois	15:30					

Tableau 40- Calendrier d'alimentation de la ferme 4.

périodes	Ration de base	Qtité Kg/v/j	freq	Heure	Complémentation	Qtité Kg/v/j	fréq	Heure	Abreuvement
Déc/ Jan.	Vesce avoine	2,5 2 2	3fois	05:00 12:00 18:00	-Aliment VL	4	2fois	05:30 16:00	2 Fois
Fév/ Mars	Vesce avoine	2,5 2	2fois	05:00 12:00	-Aliment VL	4	2fois	05:30 16:00	2 Fois
	Pâturage	/	/	12:00 16:00					
	Orge en vert	52	/	19:00					
Mi Mars/ Juin	Vesce avoine	2,5 2	2fois	05:00 12:00	-Aliment VL	4	2fois	05:30 16:00	2 Fois
	Pâturage	/	/	12:00 16:00					
	Trèfle en vert	52	/	19:00					
Juil/ Oct.	Pâturage De nuit	2,5 2	2fois	19:00 06:00	-Aliment VL	4	2fois	06:30 18:30	2 Fois
	Sorgho en vert	52	/	12:00					
Nov.	Vesce avoine	2,5 2	2fois	05:00 12:00	-Aliment VL	4	2fois	05:30 16:00	2 Fois
	sorgho en vert	52	/	18:00					

Tableau 41- Calendrier d'alimentation de la ferme 5.

périodes	Ration de base	Qtité Kg/v/j	Fréq	Heure	Complémentation	Qtité Kg/v/j	Fréq	Heure	Abreuvement				
Jan/ juin	Vesce-avoine	1,60 4	2fois	06:00 9:30					2 Fois				
	Pâturage de fév. à juin	/	/	10:30 12:00						-Aliment VL	3,5	1fois	07:00
	Trèfle/ vesce-avoine en vert	35/40	1fois	14:00						-Son gros+Orge	4	1fois	17:30
	Paille	2	1fois	19:00									
Juil/ Déc.	Vesce-avoine	1,60 4	2fois	06:00 9:30					2 Fois				
	Sorgho en vert	35/40	1fois	14:00						-Aliment VL	3,5	1fois	07:00
	Paille	2	1fois	19:00						-Son gros+Orge	4	1fois	17:30

Tableau 42- Calendrier d'alimentation de la ferme 6

périodes	Ration de base	Qtité Kg/v/j	Fréq.	Heure	Complém-entation	Qtité Kg/v/j	Fréq.	Heure	Abreu-vement
Jan.	Foin de ray grass	2	1	05:00	concentré VL	2	3	06:00 09:00 17:00	A volonté
	ensilage de sorgho	13	/	11:00					
	luzerne en vert	29	/	20:00					
du 01 au 14 Fév	Foin de ray grass	2	1	05:00	concentré VL	2	3	06:00 09:00 17:00	
	ensilage de sorgho	13	/	11:00					
Du 15 Fev. au 05- Mars	Foin de ray grass	2	1	05:00	concentré VL	2	3	06:00 09:00 17:00	
	ensilage de sorgho	13	/	11:00					
	luzerne en vert	29	/	20:00					
Du 06 au 08 Mars	Foin de ray grass	2	1	05:00	concentré VL	2	3	06:00 09:00 17:00	
	ensilage de sorgho	13	/	11:00					
Du 09 au 15 Mars	Foin de ray grass	2	1	05:00	concentré VL	2	3	06:00 09:00 17:00	
	ensilage de sorgho	13	/	11:00					
	luzerne en vert	20	/	20:00					
du 16 au 28 Mars	Foin de ray grass	2	1	05:00	concentré VL	2	3	06:00 09:00 17:00	
	luzerne en vert	23,5	/	20:00					
29 Mars	Foin de ray grass	2	1	05:00	concentré VL	2	3	06:00 09:00 17:00	
	luzerne en vert	23,5		11:00					
	ray grass en vert	22	1	20:00					

30 et 31 Mars	Foin de ray grass	2	1	05:00	concentré VL	2	3	06:00 09:00 17:00
	ensilage de sorgho	13	/	11:00				
01 Avril	Foin de ray grass	2	1	05:00	concentré VL	2	3	06:00 09:00 17:00
	ensilage de sorgho	13	/	11:00				
	luzerne en vert	20	/	20:00				
Du 02 Au 05 Avril	Foin de ray grass	2	1	05:00	concentré VL	2	3	06:00 09:00 17:00
	ensilage de sorgho	13	/	11:00				
06 Avril	Foin de ray grass	2	1	05:00	concentré VL	2	3	06:00 09:00 17:00
	ensilage de sorgho	13	/	11:00				
	luzerne en vert	20	/	20:00				
Du 07 et 08 avril	Foin de ray grass	2	1	05:00	concentré VL	2	3	06:00 09:00 17:00
	ray grass en vert	22	1	11:00				
	luzerne en vert	23,5		20:00				
9 Avril	Foin de ray grass	2	1	05:00	concentré VL	2	3	06:00 09:00 17:00
	ensilage de	13	/	11:00				
	sorgho	/	/	/				
10 Avril	Foin de ray grass	2	1	05:00	concentré VL	2	3	06:00 09:00 17:00
	luzerne en vert	23,5	/	11:00				
	ray grass en vert	22	1	20:00				
Du 11 et 12 avril	Foin de ray grass	2	1	05:00	concentré VL	2	3	06:00 09:00 17:00

	ray grass en vert	22	1	20:00				
Du 13 et 14 avril	Foin de ray grass	2	1	05:00	concentré VL	2	3	06:00 09:00 17:00
	ensilage de sorgho	13	/	11:00				
Du 15 Avril au 01 Mai	Foin de ray grass	2	1	05:00	concentré VL	2	3	06:00 09:00 17:00
	ray grass en vert	22	1	11:00				
	luzerne en vert	23,5	/	20:00				
02 Mai	Foin de ray grass	2	1	05:00	concentré VL	2	3	06:00 09:00 17:00
	ensilage de sorgho	13	/	11:00				
Du 03 au 11 Mai	Foin de ray grass	2	1	05:00	concentré VL	2	3	06:00 09:00 17:00
	ray grass en vert	22	1	11:00				
	pâturage	/	/	12:00 16:30				
	luzerne en vert	23,5	/	20:00				
Du 12 Mai au 01 Juin	Foin de ray grass	2	1	05:00	concentré VL	2	3	06:00 09:00 17:00
	ray grass en vert	22	1	11:00				
	luzerne en vert	23,5		20:00				
Du 02 Juin au 03 Juin	Foin de	2	1	05:00	concentré VL	2	3	06:00 09:00 17:00
	ray grass	/	/	/				
	ray grass en vert	22	1	11:00				
Du 04 au 20 juin	Foin de ray grass	2	1	05:00	concentré VL	2	3	06:00 09:00 17:00
	luzerne en vert	23,5		11:00				

	ray grass en vert	22	1	20:00				
Du 21 juin au 31 juillet	Foin de ray grass	2	1	05:00	concentré VL	2	3	06:00 09:00 17:00
	luzerne en vert	20	/	11:00				
	sorgho en vert	13	/	20:00				
Du 01 Aout au 24 Sept.	Foin de ray grass	2	1	05:00	concentré VL	2	3	06:00 09:00 17:00
	sorgho en vert	13	/	11:00				
	luzerne en vert	20	/	20:00				
Du 25 Sept. au 11 Oct.	Foin de ray grass	2	1	05:00	concentré VL	2	3	06:00 09:00 17:00
	sorgho en vert	13	/	11:00				
	ensilage de sorgho	13	/	20:00				
Du 12 Oct. au 05 Nov.	Foin de ray grass	2	1	05:00	concentré VL	2	3	06:00 09:00 17:00
	luzerne en vert	20	/	11:00				
	sorgho en vert	13	/	20:00				
06 Nov.	Foin de ray grass	2	1	05:00	concentré VL	2	3	06:00 09:00 17:00
	sorgho en vert	20	/	11:00				
	ensilage de ray grass	13	/	20:00				
Du 07 au 12 Nov.	Foin de ray grass	2	1	05:00	concentré VL	2	3	06:00 09:00 17:00
	ensilage de ray grass	13	/	20:00				
Du 08 au 30 Nov.	Foin de ray grass	2	1	05:00	concentré VL	2	3	06:00 09:00 17:00
	ensilage de ray grass	13	/	11:00				
	luzerne en vert	20		20:00				

Du 01 au 04 Déc.	Foin de ray grass	2	1	05:00	concentré VL	2	3	06:00 09:00 17:00
	ensilage de l'orge	13	/	11:00				
05 Déc.	Foin de vesce avoine	2	1	05:00	concentré VL	2	3	06:00 09:00 17:00
	ensilage de l'orge	13	/	11:00				
Du 06 au 18 Déc.	Foin de vesce avoine	2	1	05:00	concentré VL	2	3	06:00 09:00 17:00
	ensilage de l'orge	13	/	11:00				
	luzerne en vert	20	/	20:00				
Du 19 au 23 Déc.	Foin de vesce avoine	2	1	05:00	concentré VL	2	3	06:00 09:00 17:00
	ensilage de ray grass	13	/	11:00				
	luzerne en vert	20	/	20:00				
24 Déc.	Foin de vesce avoine	2	1	05:00	concentré VL	2	3	06:00 09:00 17:00
	ensilage de ray grass	13	/	11:00				
	trèfle en vert	20	/	20:00				
25 et 26 Déc.	Foin de vesce avoine	2	1	05:00	concentré VL	2	3	06:00 09:00 17:00
	trèfle en vert	20	/	20:00				
	luzerne en vert	20	/	20:00				
Du 27 et 28 déc.	Foin de vesce avoine	2	1	05:00	concentré VL	2	3	06:00 09:00 17:00
	ensilage de ray grass	13	/	11:00				
	luzerne en vert	20	/	20:00				
Du 29 au 31 Déc.	Foin de vesce avoine	2	1	05:00	concentré VL	2	3	06:00 09:00 17:00
	trèfle en vert	20	/	11:00				
	ensilage de l'orge	13	/	20:00				

## 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  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 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.

$$\% \text{ protéines} = \% \text{ NT} \times F \quad F = 6,38 \text{ dans le cas produits laitiers}$$

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

$V_1$ : 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-amylique.

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 ( $D^\circ$ ) = 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 matières 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 ZM1nuni 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'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 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, broyés 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 à 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 :

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

P<sub>1</sub> : le poids de creuset vide + poids de l'échantillon avant le séchage.

P<sub>2</sub> : le poids de creuset vide + poids de l'échantillon après le séchage.

P<sub>E</sub> : 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.

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

P<sub>1</sub> : poids de l'échantillon humide

P<sub>2</sub> : 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 : P<sub>1</sub> : poids de l'échantillon

P<sub>3</sub> : 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 :

Situation juridique de l'exploitation :

Ferme pilote

EAC

EAI

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

Qu'elle est le type de stabulation ?

Entravée

Libre

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

Disposez-vous d'un calendrier fourrager ?

 Oui

 Non

Est-ce que vous utilisez la pierre à lécher ?

 Oui

 Non

Si non pourquoi ?

 Oui

 Non

Est-ce que vous faites de l'ensilage ?

Si non pourquoi ?

 Oui Non

Est-ce que vos vaches pâturent ?

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

**4. Hygiène et prophylaxie.****-Hygiène.**

Qu'elle est la nature de la litière ?

Combien de fois changée vous la litière ?

Comment se fait l'évacuation des eaux usées et les déjections ?

Est-ce que vous faites la désinfection du bâtiment ?

 Oui Non

si oui qu'elle est sa fréquence est quels sont les produits utilisés ?

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

 Oui Non

si c'est oui quels sont 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 ?

 Oui Non

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 la soignez vous même